

Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf) - Phase 3

Band 3.27E3 der Antragsunterlage: Fachgutachten

Monitoring der Schutzgüter Boden und Pflanzen auf Dauerbeobachtungsflächen im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach des Werkes Werra

Vorhabenträger:

K+S Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra, Standort Hattorf
Hattorfer Straße
36269 Philippsthal



Verfasser:

Regioplus Ingenieurgesellschaft GbR
Colmarstr. 12
D-55118 Mainz

Impressum

Fassung vom 07.12.2021

Ansprechpartner: Rainer Gryschko

Telefon: 06131 / 9964875

Fax: 06131 / 9964878

e-Mail: info@regioplus-ingenieure.de

Web: www.regioplus-ingenieure.de

Ergebnisse im Überblick:

- Im Umfeld der Werksstandorte Unterbreizbach und Hattorf wurden zwischen 2010 und 2013 insgesamt 14 Dauerbeobachtungsflächen angelegt; die Selektion der Beobachtungsstandorte wurde anhand der Ausbreitungsberechnung /Immissionsprognose des TÜV auf Bereiche mit den höchsten zu erwartenden Immissionsbeiträgen je Berechnungsparameter sowie auf Flächen ohne bedeutende Immissionen (Referenzstandorte) vorgenommen.
- Auswahl erfolgte auf Grundlage der Biotoptypenkartierung in für den Landschaftsraum repräsentativen Biotoptypen (Wald, Offenland, Werraau); im FFH-Gebiet „Stöckig-Ruppertshöhe“ wurden insgesamt sechs Dauerbeobachtungsflächen angelegt; zusätzlich ein Sonderstandort D 1 an der Teufhalde Hera.
- Aktuell neu hinzugekommen sind die Flächen D8neu im Norden der Bestandshalde sowie vier neue Beobachtungsflächen im FFH-Gebiet „Stöckig-Ruppertshöhe“ (FFH15, FFH16, FFH17, FFH18).
- Dauerbeobachtungsflächen werden hinsichtlich der Vegetation jedes Jahr sowie in Bezug auf den Boden alle drei Jahre untersucht.
- Dokumentation der Untersuchungsergebnisse erfolgt mittels jährlich fortgeschriebener standardisierter Datenblätter.
- **Die Böden sind im Allgemeinen durch eine geringe elektrische Leitfähigkeit und geringe wasserlösliche Sulfat- und Chloridgehalte charakterisiert;** erhöhte Salzgehalte wurden nur beim Standort D 1 an der Teufhalde Hera und dem in der Werraau gelegenen Standort D 7 im Unterboden (kapillarer Grundwasseraufstieg) festgestellt.
- **In den Böden der Dauerbeobachtungsflächen konnten keine schädlichen Beeinflussungen durch atmogene Salzeinträge** (durch Salzstäube und Verwehungen) **festgestellt werden.**
- **Bei den Vegetationsuntersuchungen wurden mit Ausnahme der Dauerbeobachtungsfläche D 1 an der Teufhalde Hera auf keiner Fläche Hinweise auf Versalzungseinflüsse oder sonstige schädliche Einwirkungen festgestellt.**

MONITORING DER SCHUTZGÜTER BODEN UND PFLANZEN AUF DAUERBEOBACHTUNGS- FLÄCHEN IM UMFELD DER STANDORTE HAT- TORF UND UNTERBREIZBACH DES WERKES WERRA

Ergebnisse der Untersuchungen zwischen 2010 bis 2021

im Auftrag von



K+S Minerals and Agriculture GmbH

Werk Werra

Hattorfer Straße

36269 Philippsthal

07.12.2021

Rainer Gryschko

Michael Fiegler



Ingenieurgesellschaft GbR
Kafkaweg 37
D-55127 Mainz
fon 06131 / 9964875
fax 06131 / 9964878
info@regioplus-ingenieure.de

Diplom-Geograf
Michael Fiegler
Kirchstraße 4
37359 Effelder
Tel.: 0170 / 1702562
Michael.Fiegler@web.de

Bearbeiter:
Rainer Gryschko
Michael Fiegler
Anna-Lena Löffler
Marc Murawski

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Vorbemerkung | 1 |
| 1.2 | Methodik | 1 |
| 1.3 | Immissionsmessergebnisse | 7 |
| 2 | Datenblätter der Dauerbeobachtungsflächen | 11 |
| 2.1 | Struktur der Datenblätter | 11 |
| 2.2 | Datenblätter mit Ergebnissen der Boden- und Vegetationsaufnahmen | 13 |
| 2.3 | Diskussion | 250 |
| 2.3.1 | Messfehler | 250 |
| 3 | Zusammenfassende Bewertung der Untersuchungsergebnisse | 251 |
| 4 | Literaturquellen | 255 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|---|---|
| Abbildung 1: | Methodik zur Selektion von Dauerbeobachtungsflächen | 1 |
| Abbildung 2: | Lage der Dauerbeobachtungsflächen und durch Ausbreitungsberechnung ermittelte mittlere tägliche Zusatzbelastung durch Staubbiederschläge aus der Kaliproduktion (TÜV Nord, 2011). | 9 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabelle 1: | Übersicht der Datenblattstruktur | 12 |
| Tabelle 2: | Vergleich des Erstergebnisses der Schwermetallgehalte (Königswasser) mit der nachträglich untersuchten Rückstellprobe. | 250 |
| Tabelle 3: | Gesamtartenliste der im Rahmen der Vegetationsaufnahmen erfassten Pflanzenarten und Pilze (Standorte D1 bis D8; D10; D12 bis D14) | 258 |
| Tabelle 4: | Gesamtartenliste der im Rahmen der Vegetationsaufnahmen erfassten Pflanzenarten und Pilze im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe (Standorte D9, D11 und FFH15 bis FFH18).. | 264 |
| Tabelle 5: | Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Versalzungsparameter, Eluat, austauschbare Kationen D1 bis D14) | 266 |
| Tabelle 6: | Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Versalzungsparameter, Bodensättigungsextrakt D1 bis D14) | 271 |
| Tabelle 7: | Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Schwermetalle D1 bis D14) | 276 |
| Tabelle 8: | Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Versalzungsparameter, Eluat, austauschbare Kationen FFH15 bis FFH18) | 280 |
| Tabelle 9: | Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Schwermetalle FFH15 bis FFH18) | 281 |

Planverzeichnis

| | | |
|---------|---|-----------|
| Plan 1: | Übersichtslageplan der Dauerbeobachtungsflächen | 1: 15.000 |
|---------|---|-----------|

1 EINLEITUNG

1.1 Vorbemerkung

Im Umfeld der Betriebsstandorte Hattorf und Unterbreizbach der K+S Minerals and Agriculture GmbH und im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe wurden Dauerbeobachtungsflächen angelegt. Auf diesen Flächen soll der ökologische Zustand von Vegetation und Boden langfristig beobachtet und dokumentiert werden, um mögliche im Zusammenhang mit der Kaliproduktion auftretende Umweltveränderungen frühzeitig erkennen und gegebenenfalls geeignete Maßnahmen ergreifen zu können.

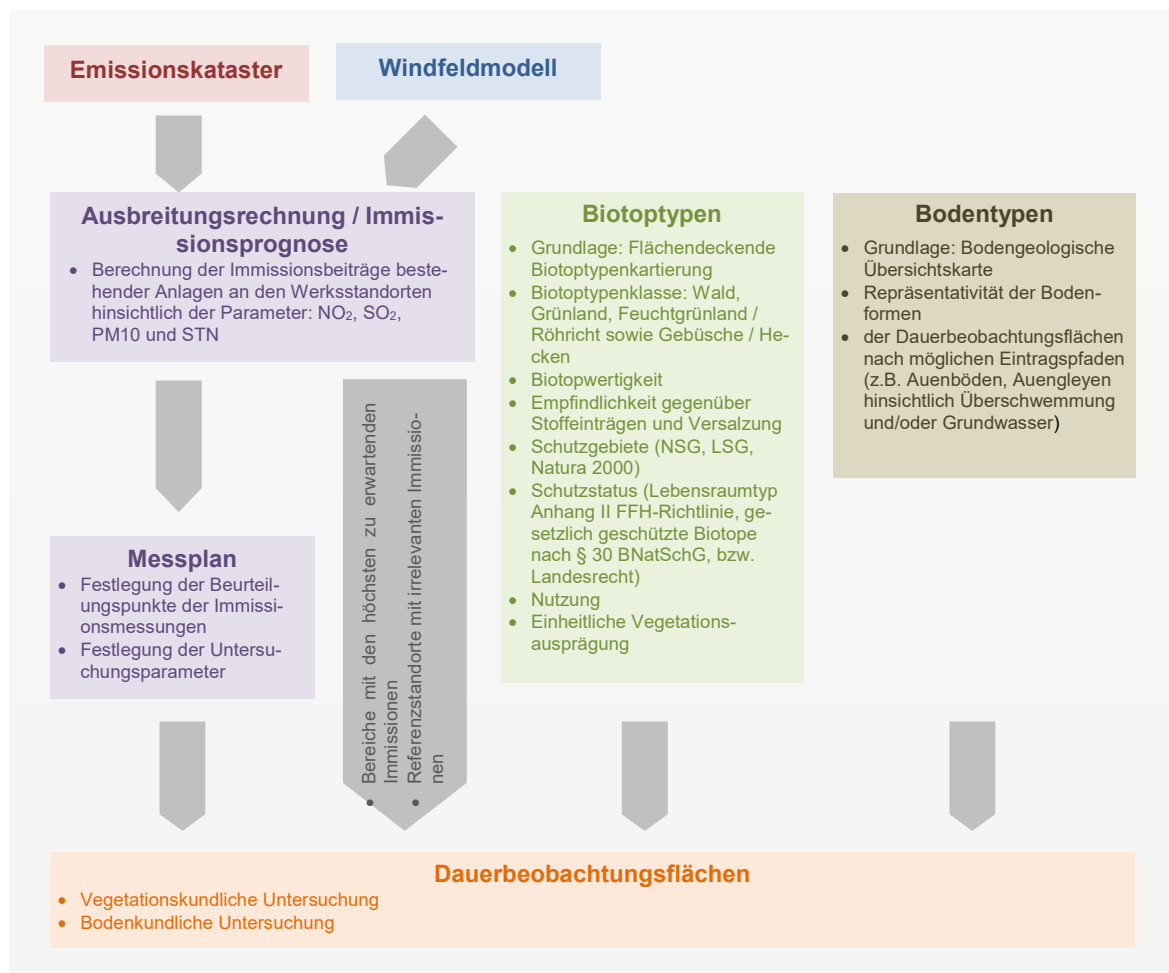
Seit Beginn des Monitorings wurden die Vegetationsaufnahmen von Herrn Dipl. Geograf Michael Fiegle (Mühlhausen) und die Bodenuntersuchungen von der regioplus Ingenieurgesellschaft durchgeführt. Die Projektsteuerung wurde bis zum Jahr 2011 vom Ingenieurbüro WerkRaum Umwelt (Mihla) durchgeführt. Seit 2012 wird die Projektkoordination von der regioplus Ingenieurgesellschaft fortgeführt.

1.2 Methodik

Flächenauswahl

Die zur Selektion der Monitoringflächen zu Grunde gelegte Methodik wird im folgenden Abschnitt beschrieben. Abbildung 1 verdeutlicht die Vorgehensweise graphisch.

Abbildung 1: Methodik zur Selektion von Dauerbeobachtungsflächen



Im Zusammenhang mit geplanten Investitionsvorhaben der K+S Minerals and Agriculture GmbH im Werk Werra wurden durch den TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG umfassende Ausbreitungsberechnungen nach TA Luft für die bestehende Immissionssituation in der Umgebung des Werkes Werra unter Berücksichtigung der Halden Hattorf und Wintershall, der Fabrikstandorte Hattorf, Wintershall und Unterbreizbach sowie der Schachtstandorte Hera, Herfa-Neurode und Zentralwerkstatt durchgeführt (2009/2010). Die orientierenden Ausbreitungsrechnungen vom 06.10.2010 dienten zur ersten Abstimmung des Messplans. Im Nachgang wurden die abschließenden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt, die zur endgültigen Auswahl der Messpunkte und der Festlegung der Lage der Dauerbeobachtungsflächen herangezogen wurden.

Mittels einer orientierenden Ausbreitungsrechnung wurden die Immissionsbeiträge der drei Standorte auf das Kriterium der Relevanz im Sinne der TA Luft geprüft. Die orientierende Ausbreitungsrechnung umfasst die im Folgenden aufgeführten Parameter:

- Stickstoffoxide (NO und NO₂), angegeben als NO₂
- Schwefeloxide (SO₂ und SO₃), angegeben als SO₂
- Schwebstaub-PM10
- Staubniederschlag STN

Die Auswahl der Dauerbeobachtungsflächen berücksichtigte die orientierende Ausbreitungsberechnung und vorliegende Immissionsmessungen. Die Suche geeigneter Monitoringflächen konzentrierte sich dabei auf Bereiche mit den höchsten zu erwartenden Immissionsbeiträgen je Berechnungsparameter sowie auf Bereiche ohne bedeutsame Immissionen, um Referenzstandorte in der Umgebung zu definieren.

Zur Berücksichtigung der Immissionssituation im Umfeld des Werkes Werra stehen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen des TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG an den hessischen Abwetterschächten des Werkes Werra vom 22.02.2011 (Bericht Nr. 8000 629 828 -210EFK106 – Werk Werra)
- Bericht des TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG vom 06.10.2010 (Orientierende Ausbreitungsrechnungen zur Festlegung von Messpunkten im Bereich des Werkes Werra – Fortschreibung auf Grundlage prognostischer Windfeldberechnungen – Betrachtung etwaiger Auswirkungen auf den Messplan)
- Bericht des TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG (Abschließenden Ausbreitungsrechnungen vom 23.12.2011, Bericht Nr. 209PGU140 /8000626388)
- Messplan der Eurofins GfA, Münster, GfA-Bericht 65283-001 B03 E9 vom 20.1.2011
- Halbjahres-Bericht zu den Vorbelastungsmessungen für die K+S KALI GmbH, Werk Werra mit den 3 Betriebsstandorten Wintershall, Hattorf und Unterbreizbach und den drei Schachtstandorten Hera, Herfa und Zentralwerkstatt. Bericht der Eurofins GfA, Münster, Nr. 65283-001 B04 vom 14.02.2012.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung (Abbildung 2) und Immissionsmessungen sind in Kapitel 1.3 dargestellt.

Auf der Grundlage der flächendeckenden Biotoptypenkartierung im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach (WERKRAUM UMWELT, 2009) erfolgte die Auswahl von Biotopen der Kategorie Wald, Grünland, Feuchtgrünland / Röhricht sowie Gebüsche / Hecken und unter Berücksichtigung der Kriterien:

- Biotopwertigkeit,
- Empfindlichkeit gegenüber Stoffeinträgen, Säureeintrag und Versalzung,
- Schutzgebiete (NSG, LSG, Natura 2000),
- Schutzstatus (Lebensraumtyp Anhang II FFH-Richtlinie, gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG, bzw. Landesrecht),
- Nutzung und
- einheitliche Vegetationsausprägung.

Weiterhin wurden Standorte in der Werraue ausgewählt. Diese Flächen könnten in Folge von Überschwemmungen oder durch Kapillaraufstieg von Grundwasser beeinflusst sein. Bei der Selektion der Flächen wurde auf eine in sich einheitliche Vegetationsstruktur geachtet. Eine Sonderstellung nimmt die Beobachtungsfläche D1 am Haldenfuß der Teufhalde „Hera“ ein, bei der mittels Transekt verschiedene Entwicklungsstadien der Vegetation am Haldenfuß dokumentiert sind.

Der Empfehlung von DIERßEN (1990: 22) folgend, wurden für vegetationskundliche Untersuchungen bei Dauerbeobachtungsstandorten in Wäldern eine Flächengröße von ca. 500 m², meist sogar ca. 600 m² angesetzt, um möglichst die gesamte Baumartengarnitur zu erfassen. In Einzelfällen liegt die Flächengröße darunter, um die Einheitlichkeit innerhalb der Probefläche zu gewährleisten. Für Dauerbeobachtungsflächen im Offenland wurden ca. 100 m² große Areale abgegrenzt, welche die geforderten Größen von 10 – 30 m² für Ruderalgesellschaften und 10 und 25 m² für Wiesen übersteigen. Als Flächenform wurden jeweils Quadrate bzw. Rechtecke in der Größe von 10 x 10 m bzw. 20 x 30 m gewählt. Flächengröße und Flächenausmaß sind an die Einheitlichkeit der jeweiligen Vegetationsbestände angepasst.

Des Weiteren gingen bodengeologische Standortfaktoren in die Auswahlkriterien ein. Beachtet wurden:

- Repräsentativität der Bodenformen,
- potentielle Eintragspfade (z.B. Auswahl von Auenböden zur Ermittlung von Stoffeinträgen aus Überschwemmung und kapillar aufsteigendem Grundwasser,
- Nutzung

Vegetationskundliche Untersuchungen

Die Untersuchung der vegetationskundlichen Referenzflächen umfasst eine Einschätzung des Gesamtdeckungsgrades jeder Art in der Aufnahmefläche nach SCHMIDT, W. 1974 (Prozentskala). Die Skala ist im Bereich zwischen 5 und 100 % in 5 %-Schritten und zwischen 1 % und 5 % in 1 %-Schritten gegliedert. Für Artvorkommen mit Deckungsgraden unter 1 % wurden die Klassenmitten von 0,5 % für 0,26 - 0,99 % und von 0,1 % für 0,01 - 0,25 % gewählt. Wo es für notwendig erachtet wurde, beispielsweise bei der Erfassung der Salzflora im direkten Umfeld der Teufhalde Hera, wurden die Bedeckungsgrade auch prozentgenau erfasst. Mit erfasst und in den Karten dargestellt wurden auch Vegetationsgrenzen größerer bzw. flächig ausgeprägter Vorkommen einzelner Pflanzenarten oder Vegetationsgesellschaften bzw. Lage, Höhe und Stammumfänge, der in der jeweiligen Fläche vorhandenen Gehölze ab 10 cm Bruthöhendurchmesser. Liegendes Totholz wurde ebenfalls eingemessen und in der Karte verortet. Insbesondere bei Grünlandflächen, die eine einheitliche Struktur und keine Vegetationsgrenzen o-

der -zonierung aufwiesen, wurde auf eine zeichnerische Darstellung (Blatt 2.2) verzichtet.

Zusätzlich wird eine punktgenaue Verortung und Einzeichnung seltener Artvorkommen (Pflanzenarten der FFH-Richtlinie Anhang II; IV) in den Aufnahmeflächen durchgeführt.

Es erfolgt eine Kartierung von Vegetationsgrenzen oder flächenhaft abgrenzbaren Artvorkommen in den Aufnahmeflächen sowie ökologische und pflanzensoziologische Kennzeichnung der Aufnahmeflächen anhand des Aufnahmematerials.

In den Folgejahren nach der Ersterfassung werden einmal jährlich Referenzaufnahmen durchgeführt und Veränderungen der Artmächtigkeiten und Flächenareale in den Aufnahmeflächen dargestellt. Eventuelle Artenverschiebungen werden aufgezeigt. Darüber hinaus wird eine ökologische und pflanzensoziologische Kennzeichnung der Aufnahmeflächen anhand des Aufnahmematerials durchgeführt. Zur Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse sowie potentieller Veränderungen erfolgt eine textliche Dokumentation.

Bodenuntersuchungen

Nach Ermittlung der Immissionssituation und Festlegung der Dauerbeobachtungsflächen erfolgt die Untersuchung der Böden innerhalb dieser Flächen durch die Entnahme von Mischproben mit dem Pürkhauer-Bohrstock aus Rasterbeprobungen. Es wird eine horizontbezogene Probennahme durchgeführt.

Im Regelfall wurden die obersten 2 Horizonte beprobt. Dieser Bodenausschnitt reicht im Allgemeinen bis in eine Tiefe von ca. 30 bis 50 cm und umfasst innerhalb des Buntsandsteins die Hauptlage.

Auf Standorten, die aufgrund der Vorinformationen höhere Beeinflussungen (z.B. Haldenumfeld, Ergebnisse Berechnung Vorbelastung, siehe Kapitel 1.2 und 1.3) erwarten ließen, erfolgte eine horizontweise Beprobung bis 100 cm Tiefe. Teilweise wurden ähnliche Horizonte zusammengefasst, so dass pro Standort höchstens 3 Proben entnommen wurden. In den Datenblättern der Bodenaufnahmen sind die beprobten Horizonte farblich markiert.

Es wird in Anlehnung an die BBodSchV je Beprobungsfläche eine horizont- bzw. tiefenbezogene Mischproben aus 15 – 25 Einzelproben hergestellt. Dabei werden aus den beiden obersten Horizonten Mischproben aus 25 Einzelproben erstellt, während aus dem Unterboden bei Beprobung bis 1 m Tiefe 15 Einzelproben zu einer Mischprobe zusammengefügt wurden. Die Monitoringflächen werden mindestens im 3-jährlichen Abstand beprobt.

Die Bestimmung der Stoffgehalte im Feststoff und Eluat erfolgt nach Lufttrocknung im Feinboden nach Sieben auf < 2 mm im Jahr 2010 als Einzelbestimmung und seit 2013 durch Doppelbestimmung.

Bestimmung im Feststoff:

- Schwermetallgesamtgehalte (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Tl, Zn) im Königswassereextrakt (DIN ISO 11466);

ab 2021: (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Ti, Zn) DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01, (Hg) DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08 im Königswasserextrakt

- Schwermetallgehalte im Ammoniumnitratextrakt (Cd, Pb, Ti, As, Cu, Ni, Zn) (DIN 19730: 2009)
- pH-Wert in 0,01 M CaCl₂ (DIN ISO 10390 Teil 1)
- PAK₁₆ (DIN ISO 18287: 2006-05, HB Altlasten Bd. 7, LfU Hessen)
- PCB₆ (DIN ISO 10382, GC/M_S); ab 2021: DIN EN 15308: 2016-12
- effektive Kationenaustauschkapazität (Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn- und Al-Belegung der Austauscher), Handbuch Forstliche Analytik (Ak_e EU1, A3.2.1.3) in Anlehnung an DIN ISO 11260

Bestimmung im Eluat (DIN EN 12457-4); ab 2021: Eluat W/F 2:1 (DIN 19529: 2009-01)

- elektrische Leitfähigkeit (DIN EN 27 888-C8: 1993-11)
- Gehalte an Sulfat und Chlorid (DIN EN ISO 10302-1; ab 2021: DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07) sowie ab 2017 Na und Mg (DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09)
- pH-Wert (DIN 38404-C5); ab 2021: (DIN EN ISO 10523: 2012-04)

Bestimmung im Bodensättigungsextrakt (BBodSchV Anh. 1,3.1.2)

- elektrische Leitfähigkeit (DIN EN 27 888-C8)
- Gehalte an Sulfat und Chlorid (DIN EN ISO 10304-1)
- pH-Wert (DIN EN 27888-C8)
- Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn und Al (DIN EN ISO 11885)

Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Schwermetalle und organische Schadstoffgehalte wurden hinsichtlich der Hintergrundwerte (HLUG 2011, LABO 2017) sowie der Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV bewertet:

Die organischen Schadstoffe werden, neben den Vorsorgewerten, auch bundesweiten und hessischen Hintergrundwerten (LABO 2017) gegenübergestellt. Diese beziehen sich speziell auf Oberböden bzw. Auflagehorizonte und sind nach Humusgehalt unterteilt.

Für die Beurteilung der anorganischen Schadstoffe/ Metalle werden neben den hessischen Hintergrundwerten für Ober- und Unterböden (HLUG 2011) die Hintergrundwerte für Oh-Horizonte aufgezeigt (LABO 2017). Dadurch ist eine genauere Einordnung von möglichen Überschreitungen der Hintergrundwerte bzw. bzgl. eines Verdachts auf Probenahmeeffekten oder Analyseungenauigkeiten gegeben.

Eine Versalzung von Böden zeigt sich im Besonderen in Form hoher elektrischer Leitfähigkeiten und hoher Natrium-, (Magnesium-), Sulfat- und Chloridgehalte im Eluat und Bodensättigungsextrakt. Bei hohen Salzgehalten werden die Böden als salifiziert bezeichnet. Hohe Salzeinträge können zudem eine Sodifizierung (hoher Anteil an austauschbarem Natrium und ggfs. auch von Magnesium) bewirken, auch ohne dass im Boden noch Salze in bedeutendem Ausmaß vorzufinden sind. Die Gehalte der Wasserextrakte (Eluat, Bodensättigungsextrakt) geben aktuelle Salzkonzentration wieder, die im Zeitverlauf stärkeren Schwankungen unterliegen können. Über die austauschbaren Kationen ist eine Salzbelastung dagegen über einen längeren Zeitraum nachweisbar.

Wasserextrakte

Zur Beurteilung der schädigenden Wirkung auf das Baumwachstum wurden die **Chlorid- und Natriumgehalte des Eluats** auf die Einheit ‚mg/kg Boden‘ umgerechnet und mit den Orientierungswerten der GALK (2010) verglichen. Bei ungünstigen Bedingungen können nach GALK (2010) bereits ab 100 mg Na/kg Boden bzw. 100 mg Cl/kg Boden (10 mg/l im Eluat 1:10 bzw. 50 mg/l im Eluat 1:2) Baumschäden auftreten.

Bei über 150 mg Na/kg Boden bzw. 150 mg Cl/kg Boden (15 mg/l im Eluat 1:10 bzw. 75 mg/l im Eluat 1:2) werden bei den meisten Bäumen bereits Schäden (Chlorosen, Nekrosen, Wachstumsdepressionen) verursacht.

Nach unseren Erfahrungen wird eine Schädwirkung auf Pflanzen bei Überschreitung der Orientierungswerte nach GALK (2010) besser durch Natrium als durch Chlorid wiedergegeben. Im Gegensatz zum Na sind bei geringer Überschreitung der Orientierungswerte für Cl oft noch keine Schadsymptome bei Pflanzen sichtbar. Dies ist plausibel, da Na (22,99) ein geringeres Atomgewicht als Cl (35,45) hat und damit bei Eintrag von NaCl-Salzen bei gleichen Na- und Cl-Gehalten bei Messung durch Na eine höhere Salzbelastung vorliegt. Hohe Na-Gehalte sind zudem pflanzentoxisch.

Bzgl. der Einstufung der Ergebnisse des **Bodensättigungsextrakts** wurden Nomenklaturen von Bodenklassifikationen und Orientierungswerte von RICHARDS ET AL., (1954) bzw. IUSS (2014) zur Beurteilung von Schädwirkungen herangezogen. Zur Bewertung einer Sodifizierung wird dabei der SAR-Wert (sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate) $\frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg/2}}$) in (mol +/l)) verwendet. Hinsichtlich der Salzwirkung auf den Pflanzenwuchs (Feldfrüchte bzw. Kulturpflanzen) wird die elektrische Leitfähigkeit des Bodensättigungsextraktes nach ABROL ET AL. (1988) bewertet. Zudem erfolgte eine Einstufung zur Höhe der K-, Mg- und Na-Gehalte nach SCHLICHTING ET. AL. (1995).

Austauschbare Kationen

Es wurde der Anteil des austauschbaren Natriums und Magnesiums an der effektiven Kationenaustauschkapazität (Na-Sättigung) bestimmt.

Hohe Natrium-Sättigung von Böden kommt natürlicherweise in ariden und semiariden Klimabereichen vor. In humiden Klimabereichen (Niederschlag > Verdunstung) ist jedoch eine Versalzung sehr ungewöhnlich. Der Anteil des austauschbaren Natriums beträgt in den Böden des humiden Klimabereichs im Allgemeinen weniger als 1 % und kann jedoch bis zu 3 % betragen (Scheffer & Schachtschabel, 1998; Prenzel & Schulte-Bisping, 1991). Die geringe Na-Sättigung hat ihren Grund darin, dass Natrium an den Ionenaustauschern im Boden weniger fest als andere Kationen gebunden wird. Im humiden Klima wird in Folge der schwachen Bindung des Natriums und des Überschusses an Niederschlägen gegenüber der Evapotranspiration das Natrium bevorzugt verlagert bzw. ausgewaschen.

Salzhaltige Böden zeigen trotz hoher Natriumbelegung in der Regel gute Flockungs- und Struktureigenschaften. Erst nach Auswaschung des Salzes – Entsalzung – ruft eine hohe Natriumbelegung der Austauscher sehr ungünstige Wirkungen auf die Bodenstruktur hervor. Die Bodenpartikel neigen dann bei hoher Natriumsättigung zur Dispersion und Quellung. Damit geht der Halt zwischen den Bodenpartikeln verloren, so dass die Aggregatstruktur des Bodens zerfällt und der Boden verschlämmt. Die dispergierten Tonteilchen werden leicht verlagert und verfüllen die Bodenporen. Die Folge sind Ver-

dichtungen und Hemmungen der Wasser- und Luftdurchlässigkeit, womit wiederum das Bodenerosionsrisiko stark ansteigt. Durch Verlagerung des dispergierten Tones können tonangereicherte Unterböden mit ungünstigem kompaktem Säulengefüge entstehen (RICHARDS ET AL. 1954; ABROL ET AL. 1988).

Bei manchen Untersuchungen wurden bereits bei ca. 6 % Natriumsättigung Degradationen beobachtet, so dass Überschreitungen des austauschbaren Natriumanteils von 6 % und 15 % als Orientierungswerte für Sodifizierungsschäden verwendet werden (z.B. RICHARDS ET AL. 1954; ABROL ET AL. 1988). In internationalen Bodenklassifikationen werden Horizonte mit hohen austauschbaren Natriumanteilen (austauschbares Natrium > 6 % bzw. 15 %) wegen ihrer besonderen Eigenschaften als ‚sodic‘ oder ‚natric‘ klassifiziert (IUSS, 2014).

Zur Bewertung der Na-Sättigung werden die Klassen (0 – 3 %; Hintergrundgehalt, 3 – 6 %; Hintergrundüberschreitung ohne schädliche Auswirkung durch Dispergierung, 6 – 15 %; sodic und > 15 %, natric) ausgewiesen.

Eine sehr hohe **Magnesium-Sättigung** kann ebenfalls zu Schädigung der Bodenstruktur durch Förderung der Dispergierung führen. Dies ist einerseits auf einen indirekten Effekt durch leichtere Austauschbarkeit von Ca durch Mg zurückzuführen, so dass bei höherer Mg-Sättigung bei gleichen Na-Gehalten in der Lösung höhere austauschbare Na-Gehalte vorliegen. Dieser Effekt ist letztlich auf die geringere Bindungsstärke von Mg-Ionen gegenüber Ca-Ionen zurückzuführen (RAHMAN & ROWELL 1979; ZHANG & NORTON 2001).

Hinsichtlich eines direkten Effektes von Mg ist die Art der Tonminerale bedeutsam. So wurde bei Illiten und Vermiculiten nicht aber bei Smectiten ein direkter Einfluß von Mg auf die Stabilität der Bodenstruktur festgestellt. Die Dispergierung steigt dabei mit abnehmender Ionenkonzentration der Lösung (RAHMAN & ROWELL 1979; ZHANG & NORTON 2001).

Zur Bewertung der Mg-Sättigung werden Merkmale der Internationalen Bodenklassifikation nach FAO verwendet, die ungewöhnlich hohe Mg-Belegungen kennzeichnen (IUSS WORKING GROUP WRB, 2014). Magnesic sind Böden, wenn die prozentuale Mg-Belegung der Kationenaustauscher größer als die Ca-Belegung ist. Natric sind Böden, wenn die Summe der prozentualen Na- und Mg-Belegung größer als die aller anderen Kationen ist.

Sehr Mg-reiche Böden mit ‚magnesian oder natric properties‘ sind oft durch Bodenversalzung verursacht. Sie kommen seltener aber auch natürlicherweise bei einem hohen Anteil an leicht verwitterbaren Mg-reichen Mineralen vor.

Bei hoher Mg-Sättigung (magnesian oder natric) ist die Schädigung auf Böden und Pflanzen meist deutlich schwächer als bei hoher Na-Belegung.

Mg wird deutlich stärker als Na oder Cl gebunden, so dass eine ungewöhnlich hohe Mg-Belegung insbesondere als Indikator für frühere Salzeinträge dienen kann.

1.3 Immissionsmessergebnisse

In der Umgebung der Rückstandshalden und Betriebsstandorte des Werkes Werra wurden die Immissionen im Auftrag der K+S KALI GmbH umfassend untersucht. Es wurden Stickstoffoxide, Schwebstaub mit Staubinhaltsstoffen ([Schwer-]Metalle) und, Staubbie-

derschläge mit Staubinhaltsstoffen ([Schwer-]Metalle und Salicylsäure) gemessen (Eurofins GfA GmbH, 2012).

Als Grundlage für die Erstellung des dazugehörigen Immissionsmessplans wurden Ausbreitungsberechnungen durchgeführt. Nach diesen Ausbreitungsberechnungen liegen für das Werk Werra für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide in der Umgebung der einzelnen Standorte nach TA Luft nur irrelevante Zusatzbelastungen vor. Bei den Stickstoffoxiden wird das Irrelevanzkriterium nur im unmittelbaren Nahbereich des Standorts Herra mit dem Schacht Heimboldshausen kleinräumig und nur geringfügig überschritten. Dagegen wird das Irrelevanzkriterium nach TA Luft bei der Staubdeposition ($0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$) und beim Schwebstaub ($1,2 \text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) großräumig überschritten. Höhere Zusatzbelastungen liegen großräumig in der Umgebung der Rückstandshalde und des Standortes Hattorf und kleinräumig in unmittelbarer Umgebung des Standortes Unterbreizbach vor (TÜV NORD 2011). Die höchsten Staubbiederschläge sind auf und im Nahbereich der Rückstandshalde zu erwarten (Abbildung 2). Nach Ausbreitungsberechnung haben die Standorte D8, D10 und D14 die höchsten Staubimmissionen der Monitoringflächen. Die geringsten Staubbiederschläge sind auf den Standorten D12 und D13 zu erwarten. Bei den Ausbreitungsberechnungen wird grundsätzlich der für die Luftreinhaltung ungünstigste bestimmungsgemäße Betrieb berücksichtigt. Die Berechnungen basieren z. B. auf den jeweils genehmigten Emissionsgrenzwerten und der maximal möglichen jährlichen Betriebszeit und nicht auf den tatsächlichen Betriebszuständen und Betriebszeiten, so dass die tatsächlichen Immissionen deutlich niedriger sein sollten. Die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung stellen somit hinsichtlich der Werksemissionen eine konservative Bewertung dar. Allerdings sind aus anderen Quellen stammende nicht werksbedingte Emissionen und insbesondere diffuse Emissionen des Werkes, die ebenfalls eine Quelle für Staubbiederschläge darstellen können, bei der Ausbreitungsberechnung nicht berücksichtigt.

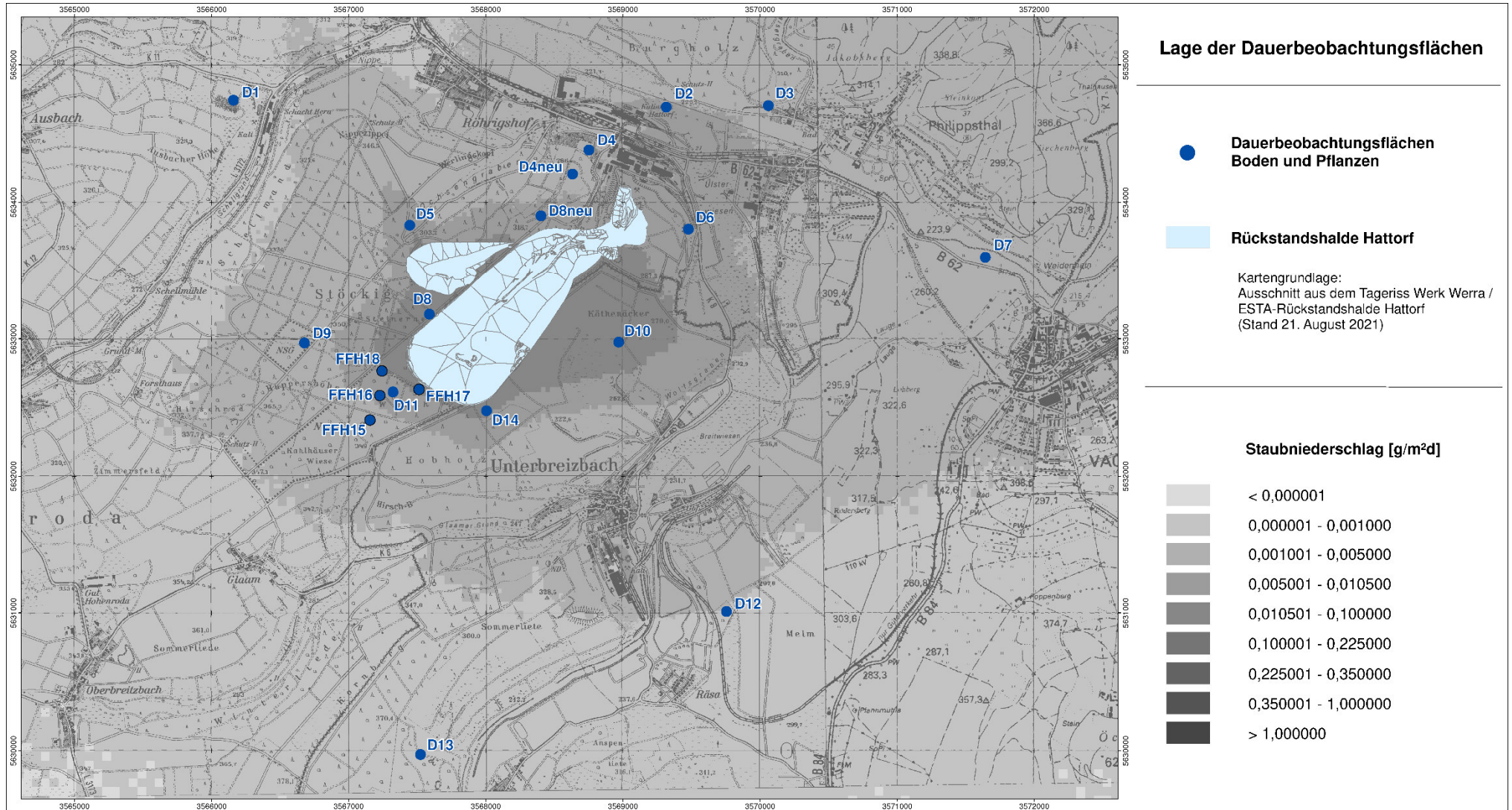


Abbildung 2: Lage der Dauerbeobachtungsflächen und durch Ausbreitungsberechnung ermittelte mittlere tägliche Zusatzbelastung durch Staubniederschläge aus der Kaliproduktion (TÜV Nord, 2011).

Bei der Messdurchführung wurden die Immissionen im Umfeld des Standorts Hattorf an 8 Messstandorten und im Umfeld des Standorts Unterbreizbach an 5 Messstandorten bestimmt. Für die Auswertung wurden für Unterbreizbach zusätzlich 2 Messstationen des TLUG in Unterbreizbach für den relevanten Messzeitraum mit berücksichtigt. Der Messzeitraum betrug ein Jahr (April 2011 bis April 2012). Die Ergebnisse der Messungen zeigen, dass die Beurteilungswerte für Stickstoffdioxide, Schwebstaub und Staubbiederschläge an allen Messstandorten sicher unterschritten werden. Die Schwermetall- (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Tl, Hg) und Arsengehalte des Staubbiederschlags und Schwebstaubs sind gering. Damit werden auch die bei Überschreitung von Vorsorgewerten nach BBodSchV zulässigen jährlichen Schwermetallfrachten bei allen Messstationen deutlich unterschritten. Eine Ausnahme ist der Beurteilungspunkt VB-UB 1 „Schachtstraße“ in Unterbreizbach, bei dem für Nickel der zugehörige Immissionswert der TA Luft im Jahresmittel überschritten wurde. Dort wurden auch bzgl. des Staubbiederschlags und bei anderen Metallen vergleichsweise hohe Immissionswerte ermittelt. Die Ursache liegt in einer einmaligen und zeitlich begrenzten Instandhaltungsmaßnahme am Standort Unterbreizbach. Ohne Berücksichtigung der Zeitspanne dieser Instandhaltungsmaßnahme sind die Immissionswerte vergleichbar mit denen an den anderen Messstandorten (EUROFINS GFA GMBH 2012).

Zusätzlich werden von der K+S Minerals and Agriculture GmbH interne Salzstaubbiederschlagsmessungen im Umfeld des Werkes Werra und auch in unmittelbarer Nähe der Halden Hattorf und Wintershall durchgeführt. Der Salzstaubbiederschlag (Summe der Natrium-, Kalium-, Magnesium-, Calcium-, Chlorid- und Sulfatgehalte) zeigt über die letzten Jahre Jahresmittelwerte, die unterhalb 50 % des Immissionswertes der TA Luft von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ liegen.

2 DATENBLÄTTER DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

2.1 Struktur der Datenblätter

Die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse erfolgt mittels standardisierter Datenblätter. Jede Dauerbeobachtungsfläche wird im ersten Datenblatt (Blatt 1), dem Grundbogen, mit den charakteristischen Eigenschaften vorgestellt. Der Grundbogen fasst die wesentlichen Standortinformationen einer Fläche zusammen. Er beinhaltet eine Lagebeschreibung, Flurstücksdaten, Rechts- und Hochwerte der Flächenmittelpunkte sowie die Flächengröße, Höhe, Neigung, Exposition und potentielle Belastungsquellen. Neben der Abgrenzung der Fläche im Orthophoto (Maßstab 1:1.500) und einer Fotodokumentation wird der bodenkundliche und vegetationskundliche Untersuchungsumfang näher beschrieben.

Blatt 2 umfasst die bodenkundlichen Untersuchungen. Diese beinhalten eine Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung (AG BODEN 2005) bis 1 m Tiefe (Blatt 2.1) und eine Auswertung der chemischen Bodenanalysen (Blatt 2.2). Zu jeder Dauerbeobachtungsfläche wird ein Kurztext mit Bewertung von Standorteigenschaften und Stoffbestand erstellt. Bodenuntersuchungen wurden bisher mit Beginn des Monitorings im Jahr 2010 sowie bei den Flächen D2 und D6 im Jahr 2012 vorgenommen.

In Kapitel 3 erfolgt eine zusammenfassende Diskussion und Bewertung der Untersuchungsergebnisse. Die Analysenergebnisse sind außerdem im Anhang zusammenfassend tabellarisch dargestellt.


Blatt 3 enthält die vegetationskundlichen Erfassungen einer Dauerbeobachtungsfläche. Es gliedert sich in Blatt 3.1 (Vegetationsaufnahme, -analyse und –prognose) in dem die Ergebnisse der Jahre 2010 bis 2012 zusammengefasst sind und Blatt 3.2 (Lageplan der Fläche mit Kennzeichnung der Vegetationsbestände). Bei in Folgejahren auftretenden Veränderungen der Vegetationszusammensetzung wird ein neuer Lageplan erstellt.

In Abhängigkeit des vereinbarten Untersuchungsumfanges werden die floristischen Untersuchungen jährlich wiederholt und dabei Veränderungen der Artenanzahl und Artmächtigkeit dokumentiert. Bei Fortschreibung des Berichtes werden die hinzukommenden Erfassungen nach Art der Untersuchung (Blatt 2 – bodenkundlich und Blatt 3 – vegetationskundlich) sowie mit fortlaufender Jahreszahl benannt. Die folgende Tabelle 1 veranschaulicht die vorgesehene Datenblattstruktur.

Tabelle 1: Übersicht der Datenblattstruktur

| Flächen-Nr. | Blatt-bezeichnung | Inhalt |
|----------------------|--|--|
| D1 | | |
| | Blatt 1 | Grundbogen zur allgemeinen Beschreibung der Fläche; Erläuterung des Untersuchungsumfangs; Fotodokumentation der Fläche |
| 2010 bis 2013 | Blatt 2.1-2010 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung und Beschreibung der Böden im Bereich der Untersuchungsfläche |
| | Blatt 2.2-2010-2012, 2013 | Ergebnisse der Bodenanalysen 2010 und ggf. 2012 (nur Fläche D2 und D6) und 2013 |
| | Blatt 3.1-2010-2013 | Vegetationskundliche Erfassung 2010-2013: Vegetationsaufnahmen mit Einschätzung des Deckungsgrades und Erfassung der Arten des Umfeldes und Prognose zur Entwicklung der Artenzusammensetzung; Vegetationsanalyse (Interpretation der Ergebnisse). |
| | Blatt 3.2-2010 Blatt 3.2-2011 Blatt 3.2-2012 Blatt 3.2-2013 | Lageplan der Untersuchungsfläche mit der Kennzeichnung von Gehölzstandorten sowie evtl. flächiger Bodenvegetation |
| D2 | | |
| | Blatt 1 | Grundbogen zur allgemeinen Beschreibung der Fläche; Erläuterung des Untersuchungsumfangs; Fotodokumentation der Fläche über mehrere Jahre |
| | ... | ... |

2.2 Datenblätter mit Ergebnissen der Boden- und Vegetationsaufnahmen

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|------------------------------------|---------|
| D1 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | |
| <div> <div> Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Die Fläche D1 befindet sich zwischen Heimboldshausen und Ransbach am Nordrand der Althalde westlich des Schachtes Hera <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Philippsthal (Werra) <u>Gemarkung:</u> Röhrigshof <u>Flur:</u> 5 <u>Flurstück:</u> 23/5 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3566167,67; 5634750,14 3566165,30; 5634740,66 3566153,51; 5634742,51 3566156,67; 5634752,07 <u>Flächengröße:</u> ca. 10 x 12 m, 113 m² <u>Höhe ü.NN:</u> 284 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> Nordost <u>Anmerkung:</u> Oberflächen- und Sickerwasseraustrag aus ehemaliger Teufhalde </div> <div> Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  </div> </div> | | |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Halophyten-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile. Darstellung in Text und Detailkarte <u>Boden:</u> Beprobung von ca. 3 Horizonten bis 100 cm Tiefe | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|-----------|--|----------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------|---------------|---|
| D1 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | Blatt 2.1 | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 21.06.2010 | | | | | Bodenform: versalzte Braunerde aus Buntsandsteinverwitterung | | | | | | | |
| | | | | | Humusform: Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Humus | Bodenart | Grobboden | Ausgangsgestein | Carbonat | Farbe | Aktuelle Feuchtigkeit | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rostflecken | Bleichflecken | |
| - 10 | zAci | <1 | Ls3 | 5 | Hauptlage Bsst. | 4-7 | 7,5 YR 4/3 braun-dunkelbraun | frisch | - | - | - | verbreitet Salzkruste an Oberfläche, Sekundärkalkausfällung |
| - 33 | zBv ₁ | <1 | Ls3 | 5 | Hauptlage Bsst. | 0 | 7,5 YR 4/4 braun - dunkelbraun | frisch | - | - | - | |
| - 100 | zBv ₂ | 0 | Lts | 5 | Buntsandstein | 0 | 5YR 4/4 rötlich braun | frisch | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|----------------------------------|--|---|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------|-----------|------|-------|--------------------------|------|----------------|------|
| D1 | Analyseergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 21.06.2010, 6.9.2013, 27.08.2016, 6.11.2019 | | | | Bodenform: versalzte Braunerde aus Buntsandsteinverwitterung | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | |
| - 10 | zAci | 2010 | 7,74 | n.b. | 7,3 | 8,9 | 2,20 | 2,60 | 1,00 | 3,10 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 7,51 | 6,5 | 5,4 | 30,0 | 1,60 | 4,76 | 1,29 | 22,30 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2016 | 7,35 | 6,74 | 6,2 | 26,8 | 2,91 | 4,35 | 0,95 | 18,60 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2019 | 7,49 | 6,43 | 6,7 | 17,9 | 2,64 | 2,95 | 0,90 | 11,41 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | | | |
| - 33 | zBv | 2010 | 7,75 | n.b. | 3,3 | 11,4 | 1,10 | 2,20 | 1,30 | 6,80 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 7,67 | 6,4 | 4,1 | 21,6 | 0,65 | 3,15 | 1,15 | 16,64 | 0,03 | 0,01 | <0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2016 | 7,58 | 6,65 | 3,8 | 18,0 | 0,91 | 2,67 | 0,92 | 13,45 | 0,01 | 0,00 | <0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2019 | 7,58 | 6,09 | 4,3 | 15,0 | 0,81 | 2,03 | 0,82 | 11,29 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | | | |
| - 100 | zBv | 2010 | 7,75 | n.b. | 4,6 | 19,6 | 0,47 | 2,10 | 2,00 | 15,00 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 7,64 | 6,3 | 4,4 | 21,9 | 0,56 | 2,38 | 1,46 | 17,49 | 0,02 | 0,00 | <0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2016 | 7,71 | 6,64 | 4,2 | 22,0 | 0,68 | 2,62 | 1,24 | 17,35 | <0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | | | |
| | | 2019 | 7,59 | 6,00 | 4,6 | 22,3 | 0,48 | 2,30 | 1,33 | 18,09 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | | Eluat | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 10 | zAci | 2010 | 7,40 | 710 | n.b. | n.b. | 80 | 100 | n.b. | 24,7 | 29,2 | 11,2 | 34,8 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 7,35 | 2820 | n.b. | n.b. | 536 | 172 | 99,9 | 5,3 | 15,9 | 4,3 | 74,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2016 | 8,17 | 2295 | 85,6 | n.b. | 568 | 253 | 99,9 | 10,9 | 16,2 | 3,5 | 69,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2019 | 8,39 | 1193 | 253 | 3,79 | 265 | 94,4 | 99,6 | 14,7 | 16,3 | 5,0 | 63,6 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| - 33 | zBv | 2010 | 7,60 | 680 | n.b. | n.b. | 100 | 95 | n.b. | 9,6 | 19,3 | 11,4 | 59,6 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 7,22 | 1972 | n.b. | n.b. | 374 | 135 | 99,8 | 3,0 | 14,6 | 5,3 | 76,9 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2016 | 7,93 | 1643 | 68,3 | n.b. | 399 | 173 | 99,9 | 5,0 | 14,9 | 5,1 | 74,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2019 | 8,29 | 1339 | 293 | 3,16 | 310 | 116 | 99,6 | 5,4 | 13,5 | 5,5 | 75,2 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| - 100 | zBv | 2010 | 7,70 | 1390 | n.b. | n.b. | 320 | 130 | n.b. | 2,4 | 10,7 | 10,2 | 76,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 6,94 | 1932 | n.b. | n.b. | 350 | 161 | 99,9 | 2,6 | 10,9 | 6,6 | 79,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2016 | 8,21 | 2150 | 86,0 | n.b. | 533 | 221 | 99,6 | 3,1 | 11,9 | 5,6 | 79,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| | | 2019 | 7,91 | 1925 | 426 | 3,42 | 448 | 184 | 99,8 | 2,2 | 10,3 | 6,0 | 81,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | | 3,0 | | >natürlicher Hintergrund | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schä- den auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | | natric | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na) / Σ Kationen

| | | pH | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------------|------------------------|----------|-----------------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|------------------|
| | | | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | [mg/l] | | | | | | |
| - 10 | zAci/2010 | 7,8 | 2300 | 540 | 330 | 22 | 30 | 23 | 450 | 0,026 | 0,025 | <0,01 | 14,7 |
| | 2013 | 6,98 | 57900 | 18000 | 5650 | 444 | 1000 | 570 | 13000 | 0,22 | 0,5 | <0,05 | 78,3 |
| | 2016 | 6,75 | 48350 | 15600 | 6590 | 40,5 | 440 | 340 | 7500 | 0,1 | 0,57 | <0,05 | 74,6 |
| | 2019 | 7,88 | 25000 | 7600 | 2350 | 178 | 297 | 163 | 5160 | 0,05 | 0,21 | <0,05 | 55,0 |
| - 33 | zBv/2010 | 7,6 | 2130 | 410 | 270 | 10 | 21 | 22 | 450 | 0,016 | 0,003 | <0,01 | 18,5 |
| | 2013 | 6,49 | 44600 | 13300 | 4240 | 171 | 590 | 400 | 9700 | <0,1 | 0,16 | <0,05 | 79,0 |
| | 2016 | 7,07 | 36350 | 11500 | 4350 | 186 | 460 | 200 | 7800 | 0,05 | 0,63 | <0,05 | 69,9 |
| | 2019 | 7,44 | 36800 | 11500 | 4410 | 126 | 367 | 289 | 8710 | <0,05 | 0,056 | <0,05 | 88,7 |
| - 100 | zBv/2010 | 7,3 | 4500 | 990 | 580 | 17 | 35 | 47 | 1000 | 0,008 | 0,013 | <0,01 | 31,9 |
| | 2013 | 6,72 | 31730 | 9090 | 3910 | 197 | 350 | 310 | 7400 | 0,15 | 0,62 | <0,05 | 73,2 |
| | 2016 | 6,90 | 39950 | 12900 | 5140 | 167 | 460 | 270 | 8900 | <0,05 | 0,1 | <0,05 | 80,6 |
| | 2019 | 7,47 | 32800 | 10600 | 3530 | 176 | 376 | 218 | 7360 | 0,05 | 0,081 | <0,05 | 71,8 |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Ab- rol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbe- einträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) salic (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| | | | 15000 | | | | | | | | | | |
| | | (Ca+Mg) /(Na+K) | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | |
| | | | ΣKation- ΣAnion | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [mmol/l] | [mmol/l] | | | [mmol/l] | | | | | | |
| - 10 | zAci/2010 | 0,18 | 1,6 | 15,2 | 6,9 | 1,10 | 2,47 | 0,59 | 19,6 | 0,003 | 0,001 | n.n. | 14,7 |
| | 2013 | 0,18 | 59,2 | 507,7 | 117,6 | 22,16 | 82,29 | 14,58 | 565,5 | 0,024 | 0,018 | n.n. | 78,3 |
| | 2016 | 0,11 | -204,0 | 440,0 | 137,2 | 2,02 | 36,21 | 8,70 | 326,2 | 0,011 | 0,021 | n.n. | 74,6 |
| | 2019 | 0,15 | -1,3 | 214,4 | 48,9 | 8,88 | 24,44 | 4,17 | 224,4 | 0,006 | 0,008 | n.n. | 55,0 |
| - 33 | zBv/2010 | 0,11 | 5,2 | 11,6 | 5,6 | 0,50 | 1,73 | 0,56 | 19,6 | 0,002 | 0,000 | n.n. | 18,5 |
| | 2013 | 0,13 | 25,8 | 375,1 | 88,3 | 8,53 | 48,55 | 10,23 | 421,9 | n.n. | 0,006 | n.n. | 79,0 |
| | 2016 | 0,14 | -23,4 | 324,4 | 90,6 | 9,28 | 37,85 | 5,12 | 339,3 | 0,006 | 0,023 | n.n. | 69,9 |
| | 2019 | 0,09 | 6,6 | 324,4 | 91,8 | 6,29 | 30,20 | 7,39 | 378,9 | n.n. | 0,002 | n.n. | 88,7 |
| - 100 | zBv/2010 | 0,08 | 8,4 | 27,9 | 12,1 | 0,85 | 2,88 | 1,20 | 43,5 | 0,001 | 0,000 | n.n. | 31,9 |
| | 2013 | 0,12 | 30,7 | 256,4 | 81,4 | 9,83 | 28,80 | 7,93 | 321,9 | 0,017 | 0,023 | n.n. | 73,2 |
| | 2016 | 0,12 | -30,7 | 363,9 | 107,0 | 8,33 | 37,85 | 6,91 | 387,1 | n.n. | 0,004 | n.n. | 80,6 |
| | 2019 | 0,12 | -7,0 | 299,0 | 73,5 | 8,78 | 30,94 | 5,58 | 320,1 | 0,006 | 0,003 | n.n. | 71,8 |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$ [in mmol (+) / l])

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 10 | Aczi/2010 | < 3,0 | 6,3 | < 0,3 | 5,2 | 3,2 | < 2,0 | < 0,5 | 8,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,51 | 8,3 | < 0,2 | 12,2 | 5,1 | 8,7 | < 0,40 | 23,6 | < 0,05 |
| | 2016 | 2,8 | 8,7 | < 0,2 | 12,8 | 6 | 7,4 | < 0,40 | 26,1 | 0,14 |
| | 2019 | 3,4 | 11,4 | < 0,10 | 16,3 | 22,6 | 15,7 | < 0,20 | 44,4 | 0,06 |
| - 33 | Bzv/2010 | 3,1 | 12,0 | < 0,3 | 13,0 | 6,4 | 7,8 | < 0,5 | 26,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,38 | 5,7 | < 0,2 | 14,5 | 3,9 | 10,0 | < 0,40 | 24,2 | < 0,05 |
| | 2016 | 2,29 | 6 | < 0,2 | 12,7 | 4,3 | 10,6 | < 0,40 | 25,7 | < 0,05 |
| | 2019 | 3,4 | 8,9 | < 0,10 | 19,5 | 21,3 | 17,8 | < 0,20 | 44,4 | 0,05 |
| - 100 | Bzv/2010 | 4,7 | 6,5 | < 0,3 | 10,0 | 4,0 | 6,8 | < 0,5 | 19,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 1,92 | 4,3 | < 0,2 | 15,8 | 3,7 | 12,2 | < 0,40 | 26,3 | < 0,05 |
| | 2016 | 2,24 | 3,5 | < 0,2 | 14,6 | 3,9 | 12,6 | < 0,40 | 26,7 | 0,06 |
| | 2019 | 2,5 | 4,8 | < 0,10 | 21,3 | 20,7 | 20,4 | < 0,20 | 45,3 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | 13 | 43 | 0,44 | 30 | 10 | 23 | 0,19 | 44 | 0,06 |
| Vorsorgewerte ³ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 10 | Aczi/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 26 | < 10,0 | < 10 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 4,6 | < 10 | < 10,0 | < 10 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 |
| - 33 | Bzv/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 24 | < 10,0 | < 10 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 5,5 | < 10 | < 10,0 | < 10 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 |
| - 100 | Bzv/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 24 | < 10,0 | 14 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | < 10 | < 10,0 | < 10 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 10 | Aczi/2010 | 0,07 | < 0,1 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 33 | Bzv/2010 | n.n. | < 0,1 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 100 | Bzv/2010 | n.n. | < 0,1 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁴ | | 0,67 1,25 | 0,03 0,10 | | 0,002 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberböden Wald und ²Unterböden sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen)(HLUG 2011), ³ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁴Oberböden Nadelwald (bundesweit | Hessen)(LABO 2017) ⁶ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV).

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen.

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme im Jahr 2010

Die Beprobungsfläche liegt unterhalb der Teufhalde Hera. Die Halde wurde zwischen 1911 und 1913 aufgeschüttet. Das Haldenmaterial besteht hauptsächlich aus Na₂SO₄ und NaCl. Die Gipsanteile liegen zwischen 2 und 5 %. MgCl₂, MgSO₄, KCl und K₂SO₄ kommen nur in sehr geringen Anteilen vor (HOFMANN H. & T. SCHEER 1996).

Nach den Ergebnissen der Vegetationsaufnahmen sind drei unterschiedlich belastete Versalzungszone auf der Dauerbeobachtungsfläche ausgebildet. Diese sind auch auf dem Foto zum Grunddatenblatt erkennbar. Die von der Monitoringfläche entnommene Mischprobe bildet einen Mittelwert der von diesen drei Zonen gebildeten Gesamtfläche ab. So ist bei Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, dass in Teilbereichen deutlich höhere Salzgehalte und in den besser wüchsigen Bereichen niedrigere Salzgehalte vorliegen.

Die Beprobungsfläche ist durch Zuflüsse aus dem Haldenbereich geprägt. Auf der Bodenoberfläche sind Salzkrusten sowie vereinzelte Reste von Ziegelbruch und Schlacken vorzufinden. Die Humusgehalte des Oberbodens sind augenscheinlich sehr gering. Nach HOFMANN H. & T. SCHEER (1996) liegen die C-Gehalte der Tiefe 0 bis 5 cm im Umfeld der Beprobungsfläche zwischen 0,5 und 2,5 %. Das C/N-Verhältnis ist eng. Unter der Bodenoberfläche sind keine Fremdbestandteile wie Ziegelbruch und Schlacken enthalten. Der Boden hat einen natürlichen Bodenaufbau.

Der Boden ist natürlicherweise stark sauer. Vor der Haldenaufschüttung war eine saure Braunerde aus Buntsandstein vorzufinden. Durch den Abfluss gelöster Salze und evtl. von Sickerwasser aus dem Haldenbereich ist der Boden zumindest bis 1 m Tiefe versalzt, sodifiziert (hohe Na-Sättigung) und alkalisiert worden.

Die Versalzung zeigt sich anhand der hohen elektrischen Leitfähigkeiten sowie der hohen Chlorid- und Sulfatgehalte im Eluat und Bodensättigungsextrakt. Die Salzgehalte nehmen zum Untergrund hin zu. Im Bodensättigungsextrakt liegen die Gehalte über 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, so dass der Unterboden hyposalinisch ist und bei den meisten Pflanzen Wachstumsbeeinträchtigungen vorliegen. Bis in ca. 30 cm Tiefe sind die Gehalte des Bodensättigungsextraktes mit über 2100 - 2300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Hinblick auf das Vorkommen von Salzpflanzen und die deutlich sichtbaren Wachstumsbeeinträchtigungen dagegen vergleichsweise gering. Als Anion dominiert Chlorid. Das Chlorid zu Sulfat-Verhältnis liegt bei 2. Im Bodensättigungsextrakt ist Natrium das dominierende Kation. Das Natriumadsorptionsverhältnis bzw. sodium adsorption rate (SAR) liegt in allen Horizonten über 13. Bei den austauschbaren Kationen sind auf Grund der Salzeinträge die Kalium-, Natrium- und Magnesiumanteile sehr hoch. Die Natriumsättigung liegt zwischen 34 und 76 % und ist hoch bis äußerst hoch. Die Sodifizierung wird demnach sowohl durch SAR als auch durch die Natriumbelegung der Austauscher angezeigt. Wegen der im Boden vorliegenden Salze ist die Summe der austauschbaren Kationen deutlich größer als die nach Austausch mit BaCl_2 und Rücktausch mit Mg direkt bestimmte KAK_{eff} . Durch die Salzeinträge ist der Boden alkalisiert worden. Die pH-Werte liegen im schwach alkalischen Bereich. Im Vergleich mit den Referenzstandorten wäre am Standort ein pH von etwa 4,0 in 0,01 m CaCl_2 -Lösung und teilweise Kationenbelegung mit Aluminium zu erwarten. Im Oberboden wurde vereinzelt Sekundärkalk nachgewiesen, der sich vor Ort im Boden aus Calciumionen und Hydrogencarbonat gebildet hat.

Nach RICHARDS L. A. et al. (1954) handelt es sich um einen Salzkalkboden. Er hat eine mäßig hohe Salzbelastung und hohe bis äußerst hohe Natriumsättigung (YADAF J.S.P. & F.I. MASSOUD 1988). Für den Pflanzenwuchs sind die hohen Salzgehalte schädlich. Einerseits wird das osmotische Potential des Bodenwassers erhöht und damit die Wasseraufnahme erschwert. Andererseits können die hohen Natrium- und Chloridgehalte toxisch wirken.

Bei stärker salzhaltigen Böden sind die pH-Werte des Bodensättigungsextraktes, wie im vorliegenden Fall, selten höher als 8,5. Nach Auswaschung der Salze und hoher verbleibender Natriumsättigung kann ein Teil des Natriums hydrolysieren und Na_2CO_3 (Soda) bilden. Die Böden reagieren unter diesen Bedingungen sehr stark alkalisch und erreichen im Bodensättigungsextrakt pH-Werte von 8,5 - 10.

Salzböden haben meistens einen guten Flockungszustand und ein günstiges Bodengefüge, da die negativen Ladungsoberflächen der Bodenpartikel bei hoher Salzkonzentration abgeschirmt und damit neutralisiert werden. Nach Bodenentsalzung verändert sich der Flockungszustand, da die negativen Ladungen der Partikeloberflächen bei gleichzeitig hoher Natriumsättigung nur schlecht abgeschirmt werden und sich die Bodenteilchen dann gegenseitig abstossen. Der Boden dispergiert und ist für Wasser und Wurzeln kaum noch zu durchdringen. Durch Verdichtung und Verlagerung dispergierter Tonteilchen kann die Bodenstruktur dann irreversibel geschädigt werden.

Wegen der hohen bis extrem hohen Natriumsättigung ist der vorliegende Boden nach Salzauswaschung für Strukturschädigung besonders empfindlich. Darauf verweist auch das mit 0,08 bis 0,18 deutlich unter 1 liegende $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / (\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ -Verhältnis des Bodensättigungsextraktes (ISRIC, 2013).

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle sind nicht nachweisbar. Die PAK- und Schwermetallgehalte liegen im Bereich der Hintergrundgehalte.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Bei der Probennahme des Jahres 2013 wurden bei allen Versalzungsparametern (Eluat, Bodensättigungsextrakt und austauschbare Kationen) sehr viel höhere Gehalte als bei der Beprobung in 2010 festgestellt. Im Bodensättigungsextrakt ist die elektrische Leitfähigkeit in allen Bodenhorizonten äußerst hoch. Sie liegt zwischen 30.000 - 58.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und hat damit im Vergleich mit 2010 (2.100 - 4.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sehr deutlich zu-

genommen. Bei diesen Leitfähigkeiten sind alle Bodenhorizonte nach FAO-Klassifikation als *salic* zu bezeichnen. Der Boden ist äußerst salzhaltig. Ein zufriedenstellender Pflanzenwuchs ist bei diesen Gehalten nur bei sehr salztoleranten Pflanzen möglich. Im Vergleich mit 2010 ist das Chlorid / Sulfatverhältnis zugunsten von Chlorid angestiegen. Die Kationenzusammensetzung wird von Natrium und Magnesium bestimmt. Da das Salz im Boden leicht verlagert wird, sind in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen stark schwankende Salzgehalte zu erwarten. Bei den austauschbaren Kationen liegt die Natriumsättigung zwischen 74 und 80 % und ist damit in allen Horizonten äußerst hoch.

Wie im Jahr 2010 waren auch 2013 die 3 Vegetationszonen deutlich ausgeprägt. Dabei waren die unterschiedlichen strukturellen Eigenschaften der zugehörigen Böden auch bei der Probennahme deutlich erkennbar. In den mit Salzpflanzen bewachsenen bzw. unbewachsenen Zonen 1 und 2 mit günstigem Bodengefüge drang der Bohrstock sehr leicht in den Boden ein. Die Böden waren in diesen beiden Zonen in Folge des höheren osmotischen Potentials aber auch wegen der höheren Wassernachlieferung im Bereich der Ablaufrinne feuchter. Dagegen war in der von Ruderalvegetation bewachsenen Zone 3 der Boden sehr dicht gelagert. Der Bohrstock war hier nur mit Mühe einzuschlagen.

Wie 2010 lagen auch 2013 die Schwermetallgehalte im Bereich der Hintergrundgehalte. PAK und PCB waren nicht nachweisbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Bei den Auswertungen zu den Probennahmen des Jahres 2016 wurden im Vergleich zu 2013 etwa gleichbleibend hohe Werte bei den Versalzungsparametern festgestellt.

Die elektrische Leitfähigkeit im Bodensättigungsextrakt mit Werten zwischen rund 36.000 und 48.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im gesamten Bodenprofil ist erneut äußerst hoch und nach FAO-Klassifikation als *salic* zu bezeichnen. Auch die Natriumadsorptionsrate bleibt mit Werten zwischen 70 – 80 auf dem gleichen hohen Niveau von 2013 (*natric* nach FAO). Bei den austauschbaren Kationen liegt die Natriumsättigung zwischen 69 und 79 % und ist damit, wie auch 2013, in allen Horizonten äußerst hoch (*sodic* nach FAO).

Im Gegensatz zu 2013 hat sich das Chlorid/Sulfatverhältnis in den ersten beiden Horizonten leicht zugunsten von Sulfat verschoben). Ein zunehmender Chloridgehalt ist nur im Eluat festzustellen (nicht im Bodensättigungsextrakt).

Bei den Untersuchungsergebnissen handelt es sich um Mischproben aus unterschiedlich versalzten Bereichen. Durch die Eintiefung des Erosionsgabens wurden Vegetationsveränderungen vor allem innerhalb der weniger stark versalzten Vegetationszone 3 und 4 festgestellt. Da die erhöhte Position zum Graben eine Verringerung des Salzeinflusses im Oberboden bedingt, hat sich in den höher gelegenen Teilen der Fläche bereits eine vierte Zone mit aufkommenden Pioniergehölzen entwickelt.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Die austauschbaren Kationen [in $\text{cmol } +/\text{kg}$] nehmen in den beiden oberen Horizonten bis in 33 cm Tiefe seit 2013 ab. Dabei ist eine starke Abnahme der Na- und Mg-Gehalte und weniger stark der K-Gehalte [in $\text{cmol } +/\text{kg}$] bei den Versalzungsparametern vorzufinden. Die Entsalzung wird auch in der abnehmenden Differenz der Summe der austauschbaren Kationen und der in BaCl_2 gemessenen Kationen deutlich. Unterhalb von 33 cm Tiefe hat keine Entsalzung stattgefunden.

Die prozentuale Kationenbelegung ist kaum verändert. Nur im *zAci*-Horizont hat eine schwache Abnahme der Na-Belegung von 69,3 % auf 63,6 % bei Zunahme der Ca-Belegung von 10,9 auf 14,7 % stattgefunden. Dies ist ebenfalls auf eine Entsalzung zurückzuführen, da Natrium am schwächsten an den Kationenaustauschern gebunden wird.

Im Bodensättigungsextrakt sind im *zAci*-Horizont die elektrische Leitfähigkeit, die Na-, Mg- und K-Gehalte und dementsprechend die Natriumadsorptionsrate zurückgegangen. Die Werte liegen aber trotzdem auch im Oberboden noch in einem sehr hohen Bereich (*salic* nach FAO 2006 und *natric* nach IUSS 2014). Im Unterboden sind die Werte des Bodensättigungsextraktes im Vergleich zu 2016 nahezu unverändert.

Im Eluat ist trotz Abnahme der Anionen Cl und SO_4 eine Zunahme von Na^+ in allen drei Horizonten zu verzeichnen. Die beiden Anionen sind im Oberboden besonders stark zurückgegangen.

Im Jahr 2019 sind die Cr-, Cu-, Ni- und Zn-Gehalte im Königswasser stark erhöht, was auf einen Analysenfehler zurückgeführt wird (siehe Kap. 2.3.1)

PAK₁₆ und PCB₆ sind weiterhin nicht nachweisbar.

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|
| D1 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B: 2019: 3 bis 5 m/3%; 2020: 9%; 2021: 10% Str.: 2014-2015: 2%, 2016: bis 2,5 m/4%, 2017: bis 3 m/4%; 2018: bis 3 m/5%; 2019: bis 2 m/3%; 2020-2021: 1% Kr.: 2010-2012: bis 0,8 m / 45%; 2013-2014, 2016-2018, 2020: bis 1,8 m / 60%; 2015: 1 m / 55%; 2019: 65%; 2021: 1,2 m / 55% M.: 2010: 0.1%; 2013 – 2015: 4%; 2018: 2%; 2019: 2,5%; 2020: 5%; 2021: 10% F.: 2021: 0.1% P.: 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 6.07.2010 | 08.07.2011 | 11.07.2012 | 10.07.2013 | 29.07.2014 | 03.07.2015 | 29.06.2016 | 11.07.2017 | 17.08.2018 | 09.09.2019 | 09.09.2020 | 24.08.2021 |
| B. | <i>Betula pendula</i> | Pendel-Birke | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 4 | 4 |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 1 | 3 |
| | <i>Pinus sylvestris</i> | Waldkiefer | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 5 | 5 |
| Artenzahl Baumschicht | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 |
| Str. | <i>Betula pendula</i> | Pendel-Birke | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | - | - | - |
| | <i>Salix caprea</i> | Salweide | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglasie | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Pinus sylvestris</i> | Waldkiefer | - | - | - | - | - | 0,5 | 0.5 | 1 | 1 | - | - | - |
| | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingriffeliger Weißdorn | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - |
| Artenzahl Strauchschicht | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| Kr. 1 | <i>Salicornia europaea</i> | Kurzzähren-Queller | 20 | 12 | 8 | 8 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 7 | 3 | 6 |
| 2 | <i>Hymenolobus procumbens</i> | Salztäschel | 10 | 3 | 1 | 8 | - | 3 | 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | <i>Spergularia media</i> | Flügelsamige Schuppenmiere | 5 | 10 | 12 | 2 | 5 | 5 | 7 | 10 | 20 | 7 | 8 | 3 |
| 2 | <i>Puccinellia distans</i> | Gewöhnlicher Salzschwaden | 2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - |
| 2 (3) | <i>Gypsophila perfoliata</i> | Durchwachsenblättriges Gipskraut | 0.5 | 0.1 | 1 | 3 | 6 | 5 | 3 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | <i>Hordeum secalinum</i> | Roggen-Gerste | 0.5 | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | <i>Plantago intermedia</i> | Kleiner Wegerich | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 1 | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| 2 | <i>Sagina procumbens</i> | Niederliegendes Mastkraut | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | <i>Suaeda maritima</i> | Strandsode | - | - | - | - | 1 | 0.5 | 0.5 | 3 | 6 | - | - | - |
| 2(3) | <i>Aster tripolium</i> | Salz-Aster | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.5 | 8 | 2 | 1 |
| 3 | <i>Vicia hirsuta</i> | Behaarte Wicke | 12 | 2 | 10 | 4 | 2 | 0.5 | 8 | 8 | - | 0.1 | - | - |
| 3 | <i>Holcus lanatus</i> | Wolliges Honiggras | 10 | 4 | 1 | 8 | 0.5 | 6 | 5 | - | 0.5 | - | - | - |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|
| D1 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B: 2019: 3 bis 5 m/3%; 2020: 9%; 2021: 10% Str.: 2014-2015: 2%, 2016: bis 2,5 m/4%, 2017: bis 3 m/4%; 2018: bis 3 m/5%; 2019: bis 2 m/3%; 2020-2021: 1% Kr.: 2010-2012: bis 0,8 m / 45%; 2013-2014, 2016-2018, 2020: bis 1,8 m / 60%; 2015: 1 m / 55%; 2019: 65%; 2021: 1,2 m / 55% M.: 2010: 0.1%; 2013 – 2015: 4%; 2018: 2%; 2019: 2,5%; 2020: 5%; 2021: 10% F.: 2021: 0.1% P.: 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 6.07.2010 | 08.07.2011 | 11.07.2012 | 10.07.2013 | 29.07.2014 | 03.07.2015 | 29.06.2016 | 11.07.2017 | 17.08.2018 | 09.09.2019 | 09.09.2020 | 24.08.2021 |
| 3 | <i>Daucus carota</i> | Wilde Möhre | 8 | 8 | 8 | 6 | 15 | 5 | 15 | 10 | 5 | 7 | 2 | 5 |
| 3 | <i>Melilotus albus</i> | Weißer Steinklee | 7 | 4 | 4 | 6 | 8 | 8 | 8 | 15 | 10 | 0.5 | - | 6 |
| 3 | <i>Trifolium repens</i> | Weißklee | 5 | 5 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Centaurium erythraea</i> | Tausendgüldenkraut | 4 | 3 | 0.5 | 8 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 3 | <i>Trifolium arvense</i> | Hasenklee | 2 | 1 | 0.1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0.5 | 0.5 | - | 2 |
| 3 | <i>Medicago lupulina</i> | Kleiner Schneckenklee | 2 | 3 | 0.1 | 2 | 0.1 | 1 | 7 | 1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn | 1 | 2 | 2 | 0.5 | 1 | 2 | 6 | 5 | 0.5 | 4 | 0.5 | 1 |
| 3 | <i>Achillea millefolium</i> | Wiesen-Schafgarbe | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | - |
| 3 | <i>Festuca rubra</i> | Rotschwingel | 1 | 1 | 0.5 | 0.1 | 2 | 0.5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 3 | <i>Arrhenatherum elatius</i> | Glatthafer | 0.5 | 0.5 | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Bromus hordeaceus</i> | Weiche Tresse | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 2 | - | 2 | - | 0.5 |
| 3 | <i>Calamagrostis epigejos</i> | Landschilf | 0.5 | 4 | 8 | 5 | 2 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 30 | 20 |
| 3 | <i>Cerastium glomeratum</i> | Knäuel-Hornkraut | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0,5 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - |
| 3 | <i>Poa trivialis</i> | Gewöhnliches Rispengras | 0.5 | 0.5 | - | 0,5 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | 0.5 |
| 3 | <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglasie | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | 0.5 | 0.1 | - | - |
| 3 | <i>Senecio jacobaea</i> | Jakobs-Greiskraut | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 6 | 7 | 10 |
| 3 | <i>Sonchus arvensis</i> | Acker-Gänsedistel | 0.5 | 2 | 4 | 7 | 3 | 2 | 3 | 7 | 1 | 1 | - | 0.1 |
| 3 | <i>Campanula patula</i> | Wiesen-Glockenblume | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - |
| 3 | <i>Cirsium arvense</i> | Acker-Kratzdistel | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 |
| 3 | <i>Cirsium vulgare</i> | Lanzett-Kratzdistel | 0.1 | 0.5 | - | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | - |
| 3 | <i>Crepis biennis</i> | Zweijähriger Pippau | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Galium album</i> | Wiesen-Labkraut | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | 1 | 2 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | 0.1 |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|
| D1 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B: 2019: 3 bis 5 m/3%; 2020: 9%; 2021: 10% Str.: 2014-2015: 2%, 2016: bis 2,5 m/4%, 2017: bis 3 m/4%; 2018: bis 3 m/5%; 2019: bis 2 m/3%; 2020-2021: 1% Kr.: 2010-2012: bis 0,8 m / 45%; 2013-2014, 2016-2018, 2020: bis 1,8 m / 60%; 2015: 1 m / 55%; 2019: 65%; 2021: 1,2 m / 55% M.: 2010: 0.1%; 2013 – 2015: 4%; 2018: 2%; 2019: 2,5%; 2020: 5%; 2021: 10% F.: 2021: 0.1% P.: 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 6.07.2010 | 08.07.2011 | 11.07.2012 | 10.07.2013 | 29.07.2014 | 03.07.2015 | 29.06.2016 | 11.07.2017 | 17.08.2018 | 09.09.2019 | 09.09.2020 | 24.08.2021 |
| 3 | <i>Hieracium laevigatum</i> | Glattes Habichtskraut | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | 1 | 0.5 | 1 | 0.1 | 0.1 |
| 3 | <i>Senecio erucifolius</i> | Raukenblättriges Greiskraut | 0.1 | 2 | 3 | 0.1 | 0.5 | 1 | 0.5 | 2 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Taraxacum officinale</i> | Wiesen-Löwenzahn | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 3 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.1 |
| 3 | <i>Valeriana officinalis</i> | Echter Baldrian | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1 | - | 0.1 | 0.5 | 0.5 |
| 3 | <i>Plantago lanceolata</i> | Spitzwegerich | - | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Leontodon autumnalis</i> | Herbst-Löwenzahn | - | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - |
| 3 | <i>Rumex acetosa</i> | Sauerampfer | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Anthoxantum odoratum</i> | Gewöhnliches Ruchgras | - | 0.1 | - | 2 | - | 15 | 5 | 1 | 0.5 | - | 0.5 | - |
| 3 | <i>Hypochaeris radicata</i> | Gemeines Ferkelkraut | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.5 | 0.5 | 0.1 | - | - | 0.5 | - |
| 3 | <i>Luzula campestris</i> | Feld-Hainsimse | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Rosa canina</i> | Hundsrose | - | 0.1 | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | 0.1 | - | - |
| 3 | <i>Trifolium campestre</i> | Feld-Klee | - | - | 0.5 | 2 | 0.5 | 0.5 | 4 | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.5 |
| 3 | <i>Euphrasia stricta</i> | Steifer Augentrost | - | - | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Erigeron annuus</i> | Einjähriges Berufkraut | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | 0.5 | 0.1 | - | - | - |
| 3 | <i>Rumex crispus</i> | Krauser Ampfer | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Barbarea vulgaris</i> | Echtes Barbarakraut | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| 3 | <i>Poa pratensis</i> | Wiesen-Rispengras | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Agrostis stolonifera</i> | Weißes Straußgras | - | - | - | 0.5 | 1 | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 3 | <i>Betula pendula</i> | Pendel-Birke | - | - | - | 0.5 | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 2 | 0.5 | - | 0.1 |
| 3 | <i>Bromus sterilis</i> | Sterile Trespe | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | - | 0.5 | - | 0.1 | - | 0.5 | 0.5 | - | - | - |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|
| D1 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B: 2019: 3 bis 5 m/3%; 2020: 9%; 2021: 10% Str.: 2014-2015: 2%, 2016: bis 2,5 m/4%, 2017: bis 3 m/4%; 2018: bis 3 m/5%; 2019: bis 2 m/3%; 2020-2021: 1% Kr.: 2010-2012: bis 0,8 m / 45%; 2013-2014, 2016-2018, 2020: bis 1,8 m / 60%; 2015: 1 m / 55%; 2019: 65%; 2021: 1,2 m / 55% M.: 2010: 0.1%; 2013 – 2015: 4%; 2018: 2%; 2019: 2,5%; 2020: 5%; 2021: 10% F.: 2021: 0.1% P.: 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 6.07.2010 | 08.07.2011 | 11.07.2012 | 10.07.2013 | 29.07.2014 | 03.07.2015 | 29.06.2016 | 11.07.2017 | 17.08.2018 | 09.09.2019 | 09.09.2020 | 24.08.2021 |
| 3 | <i>Apera spica-venti</i> | Windhalm | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Crepis capillaris</i> | Kleinköpfiger Pippau | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Cynosurus cristatus</i> | Wiesen-Kammgras | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Epilobium obscurum</i> | Dunkelgrünes Weidenröschen | - | - | - | 0.1 | 0.5 | 0.1 | - | - | - | 0.5 | - | - |
| 3 | <i>Festuca pratensis</i> | Wiesen-Schwingel | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Cerastium holosteoides</i> | Gewöhnliches Hornkraut | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Pyrus communis</i> | Kulturbirne | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Trifolium pratense</i> | Rotklee | - | - | - | - | 0.1 | - | - | 0.5 | - | - | - | 0.1 |
| 3 | <i>Leucanthemum ircutianum</i> | Wiesen-Margerite | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - |
| 3 | <i>Picris hieracoides</i> | Habichtskrautähnliches Bitterkraut | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | <i>Trifolium hybridum</i> | Schweden-Klee | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingriffeliger Weißdorn | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Hieracium sabaudum</i> | Savoyer Habichtskraut | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.1 |
| 3 | <i>Leontodon hispidus</i> | Steifhaariger Löwenzahn | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Pastinaca sativa</i> | Pastinak | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Salix caprea</i> | Salweide | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| 3 | <i>Dipsacus fullonum</i> | Wilde Karde | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| 3 | <i>Campanula</i> | Rundblättrige Glocken- | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|
| D1 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | |
| | Randbereich Althaldenstandort Hera | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B: 2019: 3 bis 5 m/3%; 2020: 9%; 2021: 10% Str.: 2014-2015: 2%, 2016: bis 2,5 m/4%, 2017: bis 3 m/4%; 2018: bis 3 m/5%; 2019: bis 2 m/3%; 2020-2021: 1% Kr.: 2010-2012: bis 0,8 m / 45%; 2013-2014, 2016-2018, 2020: bis 1,8 m / 60%; 2015: 1 m / 55%; 2019: 65%; 2021: 1,2 m / 55% M.: 2010: 0.1%; 2013 – 2015: 4%; 2018: 2%; 2019: 2,5%; 2020: 5%; 2021: 10% F.: 2021: 0.1% P.: 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 6.07.2010 | 08.07.2011 | 11.07.2012 | 10.07.2013 | 29.07.2014 | 03.07.2015 | 29.06.2016 | 11.07.2017 | 17.08.2018 | 09.09.2019 | 09.09.2020 | 24.08.2021 |
| | rotundifolia | blume | | | | | | | | | | | | |
| Artenzahl Krautschicht | | | 35 | 42 | 36 | 47 | 43 | 44 | 43 | 47 | 31 | 33 | 23 | 28 |
| M 3 | Ceratodon purpureus | Hornzahnmoos | 0.1 | - | - | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Pleurozium schreberi | Rotstengelmoss | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | 2 | 5 | 10 |
| 3 | Campylium stellatum | Echtes Stern-Gold-schlafmoos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| FI 3 | Cladonia pyxidata | Gewöhnliche Becherflechte | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| P 3 | Clitocybe nebularis | Nebelkappe | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| Artenzahl Moose | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| Artenzahl Flechten | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Artenzahl Pilze | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Gesamtartenzahl | | | 36 | 42 | 36 | 48 | 45 | 47 | 47 | 50 | 33 | 37 | 29 | 32 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Hypericum maculatum (Kanten-Hartheu), *Juncus effusus* (Flatterbinse), *Pastinaca sativa* (Pastinak), *Pinus sylvestris* (Wald-Kiefer), *Quercus robur* (Stiel-Eiche), *Spergularia salina* (Salz-Schuppenmiere).

2012: *Arrhenatherum elatius* (Glatthafer), *Avenella flexuosa* (Drahtschmiele), *Betula pendula* (Hängebirke), *Campanula patula* (Wiesen-Glockenblume), *Cerasus avium* (Vogelkirsche), *Hieracium laevigatum* (Glattes Habichtskraut), *Hypericum perforatum* (Tüpfel-Hartheu), *Pinus sylvestris* (Waldkiefer), *Populus tremula* (Zit-terpappel), *Quercus robur* (Stieleiche), *Trifolium pratense* (Rot-Klee).

Bewertung Artenschutz:

Unter den durch die Dauerbeobachtungsfläche dokumentierten Artvorkommen sowie in deren näherer Umgebung befinden sich mehrere Arten, die in den Roten Listen der vom Aussterben bedrohten Farn- und Gefäßpflanzen Hessens (RLH) bzw. Deutschland (RLD) geführt werden. Es handelt sich dabei ausschließlich um Arten der Salzflora:

Hordeum secalinum RLH 3 RLD 3
Hymenolobus procumbens T RLD 2
Salicornia europaea (RLH 0)
Spergularia media T
Spergularia salina RLH 3

Gefährdungsstatus: 0 = ausgestorben/verschollen; 1 = vom Aussterben bedroht

2 = stark gefährdet
T = in Einbürgerung begriffen

3 = gefährdet

Die oben genannten Rote-Liste-Arten wurden aktuell nachgewiesen, werden aber bereits in HOFMANN H. & T. SCHEER (1996) aufgeführt. Es ist von konstant gebliebenen Beständen der Arten auszugehen. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Aussagen von Dr. Thomas Gregor (fernmündlich am 17.08.2010): *Hymenolobus procumbens* ist deutschlandweit stark gefährdet. Seine Vorkommen sind in Hessen ausschließlich an Sekundärstandorten im Bereich des Kali-Bergbaus Nordhessens gebunden. Dasselbe gilt für *Spergularia media*, die jedoch an den bundesdeutschen Küsten noch hinreichend große Bestände aufweist. Die Arten werden in Hessen noch nicht länger als 25 Jahren nachgewiesen und gelten dort als in Einbürgerung befindlich. Ihre Vorkommen werden daher bezüglich des Gefährdungsgrades in Hessen nicht bewertet. *Salicornia europaea* gilt in Hessen als ausgestorben. Diese Angabe bezieht sich jedoch allein auf natürlich gegebene primäre Salzstandorte. Alle sekundären Standorte sind hinlänglich bekannt, werden aber aus o.g. Grund bezüglich des Gefährdungsgrades der Art nicht gewertet.

Vegetationsanalyse:

Die Aufnahmefläche wurde im Bereich einer Abflusssrinne der Teufhalde „Hera“ angelegt, in der zu Zeiten mit hohem Abfluss von der Halde stark salzhaltiges Wasser in Richtung des Sperrgrabens abfließt. Im Zentrum der Rinne kommt es beim Trockenfallen zu Salzausblühungen. Von den Rändern zur Mitte der Aufnahmefläche ist eine deutliche Zonierung der Vegetation feststellbar. An den Rändern der Abflusssrinne tritt in Zone 1 nur Queller auf und zwar mit einem geringen Deckungsgrad von durchschnittlich 10 %. Nach außen hin wird die Vegetation in Zone 2 dichter und wird vor allem von Flügelsamiger Schuppenmiere eingenommen. In dieser Zone treten verstärkt auch das Durchwachsenblättrige Gipskraut, Gewöhnlicher Salzschwaden und das Salztäschel auf. An den Rändern erfolgt in Zone 3 der Übergang zu Ruderalgesellschaften, die den Möhren-Steinklee-Fluren (*Dauco carotae-Melilotion albae*) zugeordnet werden können. Diese sind mit 90 Deckungsgrad fast ganz bodendeckend und enthalten zahlreiche weitere Arten. Außer der Wilden Möhre und dem Weißen Steinklee sind hier noch Behaarte Wicke, Feld-Klee, Rainfarn, Kleiner Schneckenklee und Wiesen-Schafgarbe mit höheren Deckungsgraden vertreten.

Die Zonierung korreliert mit dem Salzgehalt des Bodens. Der Queller in Zone 1 zählt als euhaline Art zu den Zeigerarten von Böden mit hohen bis sehr hohen Salzgehalten. Dasselbe gilt auch für die Flügelsamige Schuppenmiere, die jedoch in Zone 2 dominiert. Polyhalin ist das Salztäschel und der Gewöhnliche Salzschwaden, α/β -mesohalin die Roggen-Gerste. Zu den Salz ertragenden Arten zählen Acker-Gänsedistel, das Niederliegende Mastkraut (oligohalin) und die Acker-Kratzdistel.

Vegetationsprognose:

Mit Lösung der Teufhalde „Hera“ wird sich nach Auswaschung des Salzes im Boden wieder sukzessive Wald einfügen. Die zeitliche Vegetationsabfolge ist im Nebeneinander der Vegetationszonen bereits heute ablesbar. Die Sukzessionsreihe verläuft von der vegetationslosen Salzhalde über ein Queller-Stadium, Stadium der Flügelsamigen Schuppenmiere zu einer noch ruderal beeinflussten Möhren-Steinklee-Flur. Danach wird sich ein Stadium, in dem das Landschilf (*Calamagrostis epigejos*) dominant ist und artenarme Bestände ausbildet (am Haldenrand bereits vorhanden) anschließen, das danach von Pioniergehölzen wie der Warzen-Birke abgelöst und schließlich von einem Eichenwald (östlich der Halde bereits vorhanden) eingenommen wird. Weitere Bodenentwicklung und Nutzungsfreiheit vorausgesetzt, ist Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*) als potentiell natürliche Vegetation möglich.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Mit 42 Arten (2011) ist diese die artenreichste Dauerbeobachtungsfläche. Dies hängt damit zusammen, dass in der Fläche die Zonierung dreier Sukzessionsphasen erschlossen ist und an der Bodenversalzung mit seiner spezifischen Artenkombination. Die meisten Arten treten in der äußeren von Ruderalvegetation geprägten Vegetationszone 3 auf. Die der Erosionsrinne und damit dem Einfluss des Salzes näher gelegenen Zonen sind artenarm. So ist es auch nicht verwunderlich, dass fast alle neu hinzu gekommenen Arten der Zone 3 zuzurechnen sind. Die Veränderungen erschließen sich an der für Ruderalstandorte typischen starken Dynamik. Im Vergleich zum Vorjahr ist eine deutliche Vertiefung der in der Dauerbeobachtungsfläche erfassten Erosionsrinne zu erkennen. Diese Tatsache sei den besonders starken Niederschlagsereignissen in 2011 geschuldet, die im Haldenbereich einen sehr starken Abfluss bewirkt haben. Mit der Vertiefung der Erosionsrinne dürfte sich auch der Salzeinfluss im Oberboden verringert haben. Im Vegetationsbild macht sich dieser Sachverhalt jedenfalls deutlich bemerkbar. Und zwar gibt es folgende Hinweise:

- auffälliger Rückgang des euhalinen Quellers und des Salztäschels um 8 bzw. 7 %.
- Rückgang des polyhalinen Gewöhnlichen Salzschwadens (*Puccinellia distans*) und das Verschwinden der mesohalinen Roggengerste (*Hordeum secalinum*).
- Zunahme der Artenzahl in Zone 3.
- die Zunahme von *Calamagrostis epigejos*, *Tanacetum vulgare* und *Senecio erucifolius* in Zone 3 weist auf eine deutliche Konsolidierung dieser in der Sukzession weiter fortgeschrittenen Pflanzenvergesellschaftung hin.
- Auch in den umgebenden Haldenfußbereichen sind die Salzarten stark zurückgegangen, was auf eine

verstärkte oberflächliche Salzauslaugung und Veränderungen in den Abflüssen von den Halden zum Sperrgraben zurückzuführen ist.

Den beschriebenen Veränderungen in der Zone 3 stehen in der Zone 2 gegenüber die Zunahme der euhalinen *Spergularia media* um 5 %, der als Salz ertragend eingestuften Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*) und das Neuauftreten des immerhin als oligohalin eingestuften Niederliegenden Mastkrauts (*Sagina procumbens*).

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Im Vergleich zu 2011 ist eine deutliche Vertiefung der Erosionsrinne im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche festzustellen. Die durch Starkregenereignisse verursachte Eintiefung der Erosionsrinne hat wahrscheinlich die Salzbelastung vermindert. Durch den weiteren Rückgang des euhalinen Quellers um weitere 4 % auf nunmehr nur noch 8 % und des Salztäschels von ehemals 10 % auf jetzt 1 % sowie der weiteren Ausbreitung der flügelartigen Schuppenmiere auf 12 % ist diese Erscheinung in der Vegetationsentwicklung feststellbar.

Außerdem ist eine Ausbreitung nicht Salz ertragender Arten in der höher gelegenen Vegetationszone 3 zu verzeichnen, wie beispielsweise die des Landschilfs auf 8 %, aber auch die der Salz ertragenden Acker-Gänsedistel auf 4 %.

Desweiteren ist eine Fluktuation der Arten mit geringen Deckungsanteilen in Vegetationszone 3 zu erkennen. Während 12 Arten dort 2012 nicht mehr nachweisbar waren, kamen 6 weitere hinzu. Die Gesamtartenzahl ging somit also von 42 auf 36 zurück.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Zu beobachten ist eine weitere Vertiefung und Verschmälerung der Erosionsrinne im Zentrum der Dauerbeobachtungsfläche. Dem Termin der Vegetationsaufnahme ging ein anhaltend feuchtes bis nasses Frühjahr voraus mit einem außergewöhnlichen Starkregenereignis am 17.05.2013, bei dem es zu einem starken Abfluss von der Rückstandshalde gekommen sein muss.

In der Umgebung des Grabens hat sich zu Ungunsten der ursprünglich vom Kurzähren-Queller eingenommenen Zone 1 eine bewuchsfreie Zone ausgebreitet. Der Kurzähren-Queller kommt jetzt nur noch in einem schmalen Streifen zum Rand der unbewachsenen Zone vor. Durch Ausdehnung der stark versalzten unbewachsenen und von Kurzähren-Queller eingenommenen Fläche nahm die überwiegend von der flügelartigen Schuppenmiere und dem Salztäschel eingenommene Zone 2 deutlich ab. Außerdem hat sich die Zone 3 auf Kosten von Zone 2 etwas ausgebreitet (s. Blatt 3.2-2010 und 3.2-2013).

2013 ist eine deutliche Zunahme der Artenzahl von 36 auf 46 und ein relativ starker Florenwandel zu verzeichnen. 8 Arten traten mit geringen Deckungsgraden in Zone 3 neu und 7 weitere wieder erneut auf, nachdem sie 2012 nicht nachgewiesen wurden. In Zone 3 ist ein höherer Deckungsgrad und mehr als doppelt so große maximale Wuchshöhe (bezogen auf den Weißen Steinklee) vorzufinden. Aufgrund des Zeigerwertes und der guten Wüchsigkeit der in Zone 3 vorkommenden Arten hat der Boden dort nur geringe Salzgehalte. Es ist anzunehmen, dass die Salzgehalte in dieser Zone abgenommen haben. Profitiert haben davon auch Gehölze, darunter die Pionierwaldarten Birke und Zitterpappel. Durch den offenbar verringerten Salzgehalt des Bodens ist die oben beschriebene Vegetationsentwicklung hin zum Wald auch nach der Zusammensetzung des Artinventars weiter voran geschritten. Zu beobachten ist auch eine Zunahme der Magerkeitszeiger. Dazu zählen Hasenklee, Kleiner Schneckenklee, Glattes Habichtskraut, Feld-Klee und Gewöhnliches Ruchgras. Diese Pflanzen werden gefördert, da der Boden sehr humus- und damit Stickstoffarm ist. Die Humusarmut ist auf die Wachstumshemmung und damit fehlender Nachlieferung von organischer Substanz zurückzuführen. Dies zeigen auch die im Vorfeld der Teufhalde vorgenommenen Untersuchungen von ROTH (2013) nach denen die C- und N-Gehalte im Oberboden mit zunehmendem Halophytenbestand zurückgehen. Stark ausgebreitet hat sich auch das Hornzahnmoos, die einzige bisher in der Dauerbeobachtungsfläche vorgefundene Moospflanze. Das Hornzahnmoos vermag auch an Extremstandorten zu gedeihen.

Von den Salzpflanzen hat sich der Queller mit 8 % Deckungsanteil in Zone 1 auf niedriger Stufe stabilisiert, während das Salztäschel (Zone 2) und die Acker-Gänsedistel (Zone 3) sich wieder stark ausgebreitet haben. Dagegen haben die Deckungsanteile der flügelartigen Schuppenmiere in Zone 2 stark abgenommen und haben in Grabennähe die unbewachsenen Flächenanteile zugenommen.

Die Bodenuntersuchungen zeigen bei der Untersuchung der Mischprobe über die Monitoringfläche des Jahres 2013 sehr hohe Salzgehalte, bei denen allenfalls extrem angepasste Salzpflanzen gedeihen können. Dennoch hat sich im Bereich der Zone 3 die Wüchsigkeit deutlich sichtbar verbessert, so dass sich dort die Salzgehalte verringert haben. Die Zunahmen der Salzgehalte wären demnach auf den näheren Rinnenbereich begrenzt. Sie zeigen sich durch Verbreiterung des unbewachsenen und vom Kurzähren-Queller eingenommenen Flächenanteils.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Die Entwicklung der letzten Jahre mit Vertiefung des Erosionsgrabens und Zunahme des stark versalzten unbewachsenen und des vom Queller (Zone 1) eingenommenen euhalinen Bereichs bei gleichzeitiger Ausdehnung der Ruderalzone (Zone 3) und Abnahme des hauptsächlich von eu- und polyhalinen Pflanzenarten (Zone 2) eingenommenen Bereichs setzt sich fort.

Für die Vertiefung des Erosionsgrabens sind mehrere Starkregenereignisse insbesondere in der ersten Julihälfte 2014 verantwortlich. Große vegetationslose Bereiche links und rechts des Grabens, aber auch abgestorbener Bewuchs in der Südwestecke weisen auf einem hohen Oberflächenabfluss stark salzhaltigen Wassers. Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation in der Aufnahme fläche ist jedoch konstant bei 60 % geblieben, wobei es zu Verschiebungen im Artenspektrum kam. Im Vergleich zum Vorjahr ist ein verstärktes Gehölzwachstum festzustellen. Birke und Zitterpappel bilden im Südosten der Fläche ein bis 1 m hohes Minigebüsch aus. Ebenso hat im Nordosten der Untersuchungsfläche die Douglasie im Höhenwuchs deutlich zugelegt, was auf verbesserte Wuchsbedingungen durch abnehmende Salzgehalte des Bodens in der Ruderalzone deutet.

Auf Bodenabtrag und Wuchshemmung durch extreme Versalzung sind die starke Abnahme des Quellers und der Ausfall des Salztäschels im Abfluszbereich zurückzuführen.

Bei allen etwas oberhalb der Ablusssrinne angesiedelten Salzpflanzen (Flügelsamige Schuppenmiere, Gewöhnlicher Salzschwaden, Durchwachsenblättriges Gipskraut und Kleiner Wegerich) haben die Deckungsgrade dagegen zugenommen, was auf verbesserte Wuchsbedingungen in Zone 2 hinweist. Neu hinzugekommen ist die Strandsode als euhaline Art.

Bemerkenswert ist auch die starke Ausdehnung der Möhren-Steinklee-Flur aus den nicht Salz ertragenden Arten der Vegetationszone 3. Dabei konnten insbesondere die namensgebenden Arten dieser Pflanzengesellschaft ihre Artmächtigkeiten mehr als verdoppeln (Wilde Möhre) bzw. um 25 % erhöhen (Weißer Steinklee). Auch die Ausbreitung des Rotschwingels kann als Konsolidierung der Vegetation in Zone 3 gewertet werden. Die β -mesohaline Acker-Gänsedistel hingegen ging in Zone 3 stark zurück. Auch dies ein Hinweis, dass sich der Salzgehalt des Bodens in Zone 3 der Dauerbeobachtungsfläche vermindert haben muss.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Auch 2015 wurde eine Vertiefung des Erosionsgrabens im Zentrum von D1 festgestellt. An der Ausdehnung der jeweiligen Vegetationszone änderte sich dadurch jedoch nur wenig.

Die Veränderungen fanden vielmehr innerhalb der Vegetationszonen statt. Bemerkenswert ist die Vegetationsentwicklung in Zone 3, die mit der weiteren Vertiefung des Grabens und dem damit geringer werden Einfluss von Salz auf das Pflanzenwachstum in den grabenferneren und höher gelegenen Bereichen in Verbindung zu bringen ist. Dies macht sich sowohl in der Ausbreitung und größeren Wuchshöhe der Strauchschicht als auch im Wandel der Vegetationszusammensetzung in Zone 3 bemerkbar. Dort ist insbesondere eine Zunahme von Gewöhnlichem Ruchgras, Wolligem Honiggras und von Land-Reitgras zu beobachten. Ruch- und Honiggras gelten als salzertragend. Das Land-Reitgras kennzeichnet eher sandige, aber in geringer Tiefe auch wasserzügige Standorte. Dieser Tiefwurzler kommt auf solchen Standorten häufig in älteren Waldschlägen und Lichtungen zur Dominanz. Im Bereich von D1 ist er für Zone 3 charakteristisch. Er erreicht dort nach dem durch Oberflächenabfluss von Salzwasser aus dem Haldenbereich verursachten starken Rückgang in 2013 – 2014 wieder seinen vormaligen Deckungsanteil. Bemerkenswert in Zone 3 ist auch der starke Rückgang der Wilden Möhre. Die zweijährige Art zählt zu den Rohbodenpionieren. Ihr Rückgang lässt auf einen dichteren Bewuchs in Zone 3 schließen, der durch die Wiederausbreitung von Land-Reitgras u.a. erklärt werden kann.

In der Krautschicht waren auch in 2015 starke Fluktuationen zu beobachten. Die Artenzahl überschritt mit 44 nur leicht den Vorjahreswert und blieb damit konstant hoch.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Mit der Vertiefung des Erosionsgrabens im Zentrum der Dauerbeobachtungsfläche ist ein deutlich stärkeres Gehölzwachstum in Zone 4 zu verzeichnen. Der Deckungsgrad hat etwas zugenommen und die Höhe der Gehölze der Strauchschicht hat sich binnen eines Jahres nahezu verdoppelt. Es kann von einer Verringerung des Salzeinflusses auf die höher gelegenen Teile der Fläche ausgegangen werden.

Desweiteren ist eine deutliche Veränderung in der Krautschicht in Zone 3 und Zone 4 zu verzeichnen, die ebenfalls mit der weiteren Vertiefung des Erosionsgrabens in Zusammenhang zu bringen ist. Mit Landschilf, Tauber Trespe und Rainfarn haben zwei Brachezeiger deutliche Vergrößerungen ihres Deckungsanteils an der Fläche zu verzeichnen, zum anderen mit dem Kleinen Schneckenklee, der Behaarten Wicke und der Wilden Möhre Arten des Dauergrünlands. Andererseits hat das Gemeine Ruchgras einen deutlichen Einbruch erfahren, was durch die Überwucherung mit Behaarter Wicke verursacht sein kann.

Das Areal der Salzpflanzen hat sich nur gering verkleinert. Innerhalb der Salzpflanzen-Vegetation kam es allenfalls zu kleineren Fluktuationen der beteiligten Arten.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

In der Strauchschicht sind Birke, Aspe und Waldkiefer deutlich in die Höhe gewachsen. Weißer Steinklee, Landschilf und Wilde Möhre sind in Zone 3 nun aspektbildend. Desweiteren ist in 2017 wieder ein deutlicher Wandel innerhalb der Flora der Dauerbeobachtungsfläche zu registrieren. Während der Anteil des Kurzähren-Quellers weiterhin leicht rückgängig ist, konnte sich die Flügelsamige Schuppenmiere wieder weiter ausbreiten. Das Durchwachsenblättrige Gipskraut hat sein Areal binnen eines Jahres verdoppelt und erreicht wieder den Höchststand von 2014. Sein Areal reicht von Zone 2 nun sogar weit in Zone 3 hinein. Die Strandsode erreichte 2017 mit 3% Deckungsanteil ihr Alljahreshoch seit dem ersten Auftreten in der Dauerbeobachtungsfläche in 2014. Insgesamt breiteten sich in Zone 3 hochwüchsige Stauden stark aus. Dazu zählen Wiesen-Schafgarbe, die salztolerante Acker-Gänsedistel, Raukenblättriges Greiskraut (Vervierfachung), Glattes Habichtskraut, aber auch der im Vergleich dazu niedrigwüchsige, aber salztolerante Wiesen-Löwenzahn. Letzterer erreichte mit 3% Deckung sein Allzeithoch seit 2010. Niedrigwüchsige Gefäßpflanzenarten haben hingegen an Areal verloren. Dazu zählen Weißklee, Kleiner Schneckenklee, Hasenkle, Knäuel-Hornkraut (nicht mehr vertreten) und Feld-Klee. Sowohl die Ausbreitung der salztoleranten Arten Acker-Gänsedistel und des Wiesen-Löwenzahns, als auch die Ausbreitung des Durchwachsenblättrigen Gipskrautes und der Strandsode geben einen Hinweis darauf, dass das Vorhandensein von Salz im Boden in der Vegetation deutlich stärker als im Vorjahr zur Geltung gekommen ist. Das Schwinden niedrigwüchsiger Arten ist eher durch den verringerten Lichteinfall am Boden in Folge des stärkeren Vorkommens höherer Stauden und einem damit zusammenhängenden Dichtschluss zu erklären.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Im Gegensatz zu allen Vorjahren, war 2018 in allen Vegetationszonen innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche Bewuchs festzustellen, auch in der zentralen Abflussrinne. Vermutlich hatte bis zum Aufnahmezeitpunkt trockenheitsbedingt längere Zeit kein größerer Abfluss mit Eintrag von Salzen aus der Halde mehr stattgefunden, so dass auch in der Rinne vorhandene Pflanzensamen auskeimen und Fuss fassen konnten. In der Vegetation ist zunächst ein deutlicher Artenrückgang zu verzeichnen, sowie die bereits seit 2014 zunehmende Ausbreitung von Landschilf und der Gehölze. Insbesondere in den höher gelegenen Bereichen wurde die Entwicklung nicht Salz-toleranter Arten begünstigt. Bemerkenswert war das Vorhandensein einer Sitzmulde eines Wildtieres innerhalb von Zone 3 im Nordwesten der Fläche. Dort vorhandene Knochenreste weisen auf einen Beute-greifer hin. Möglicherweise wurde dort auch ein Rehkitz abgelegt und von einem Beutegreifer getötet. Eine Beeinflussung der Vegetationsentwicklung durch dieses Ereignis ist nicht auszuschließen.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 hat sich die Vegetation in den Randbereichen der Dauerbeobachtungsfläche weiter entwickelt: Birke, Zitterpappel und Waldkiefer bilden nun eine erste Baumschicht (Zone 4). Zone 3 wird nun von Landschilf dominiert. Der zentrale Bereich wird noch von einer Abflussrinne der Reststoffhalde geprägt mit der oben beschriebenen Zonierung von Salzpflanzen. Dabei ist jedoch eine Verschiebung der Zone 1 im Südwesten zu Ungunsten der Zone 2 zu beobachten. In Zone 2 hat sich das Areal von Flügelsamiger Schuppenmiere deutlich verringert. Die Strandsode war nicht mehr vertreten. In Zone 3 ist in 2019 die Salz-Aster stark vertreten. Die Art zeigt euhaline Böden, also jene mit sehr hohem Chlorid-Gehalt an. Der Weiße Steinklee ist hingegen stark zurückgegangen. Das Jakobs-Greiskraut hat sich in fast demselben Maß ausgebreitet. Dabei handelt es sich vermutlich um natürliche Schwankungen des Artenbestandes im Rahmen der unterschiedlichen miteinander konkurrierenden Arten. Das Greiskraut ist jedoch eine ausdauernde Staude. Der Steinklee vermag kaum zwei Vegetationsperioden zu überdauern und reproduziert sich über seine nicht flugfähigen Samen nur bei Vorhandensein ausreichender offener Bodenstellen. Er wird vermutlich im Zuge der fortschreitenden Vegetationsentwicklung in Zone 3 und 4 von ausdauernden Arten verdrängt.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 sind erneut starke Erosionsspuren zu erkennen, die von einem zuvor niedergegangenen Starkregen herrühren. Der Erosionsgraben im zentralen Bereich der Dauerbeobachtungsfläche wurde dadurch weiter eingetieft. Der Queller (Zone 1) wurde dort deutlich zurückgedrängt und die Zone 2 mit eu- bis polyhalinen Salzpflanzen hat sich vergrößert. Von Südwesten hingegen griff ein weiterer Erosionsgraben randlich in die Dauerbeobachtungsfläche ein. Dort war starker Queller-Bewuchs ausgeprägt. In den Nordwest- und Ostbereichen der Dauerbeobachtungsfläche weitete sich die Zone 3 stark aus. Die dort angesiedelten Gehölze nahmen ebenso an Deckungsanteil und Wuchshöhe zu: Die Zitterpappel im Südosten ist aktuell etwa 5 m, die Waldkiefern am Nordrand jeweils etwa 3,5 m hoch. In Zone 3 dominiert das Landschilf das gesamte Areal. Streufilz ist dort bereits zu Ungunsten anderer Pflanzenarten ausgebildet. Die Gesamtartenzahl der Krautschicht liegt nun bei 23. Dies sind 10 Arten (30 %) weniger als im Vorjahr 2019 und sogar 24 Arten (51 %) weniger als 2013 bzw. 2017 (Maxima der Artenzahl).

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

Verursacht durch starke und anhaltende Niederschläge in den Monaten vor dem Kartierungszeitpunkt kam es offenbar zu starkem oberflächlichem Abfluss von der Halde gen Norden durch die Monitoringfläche. Da-

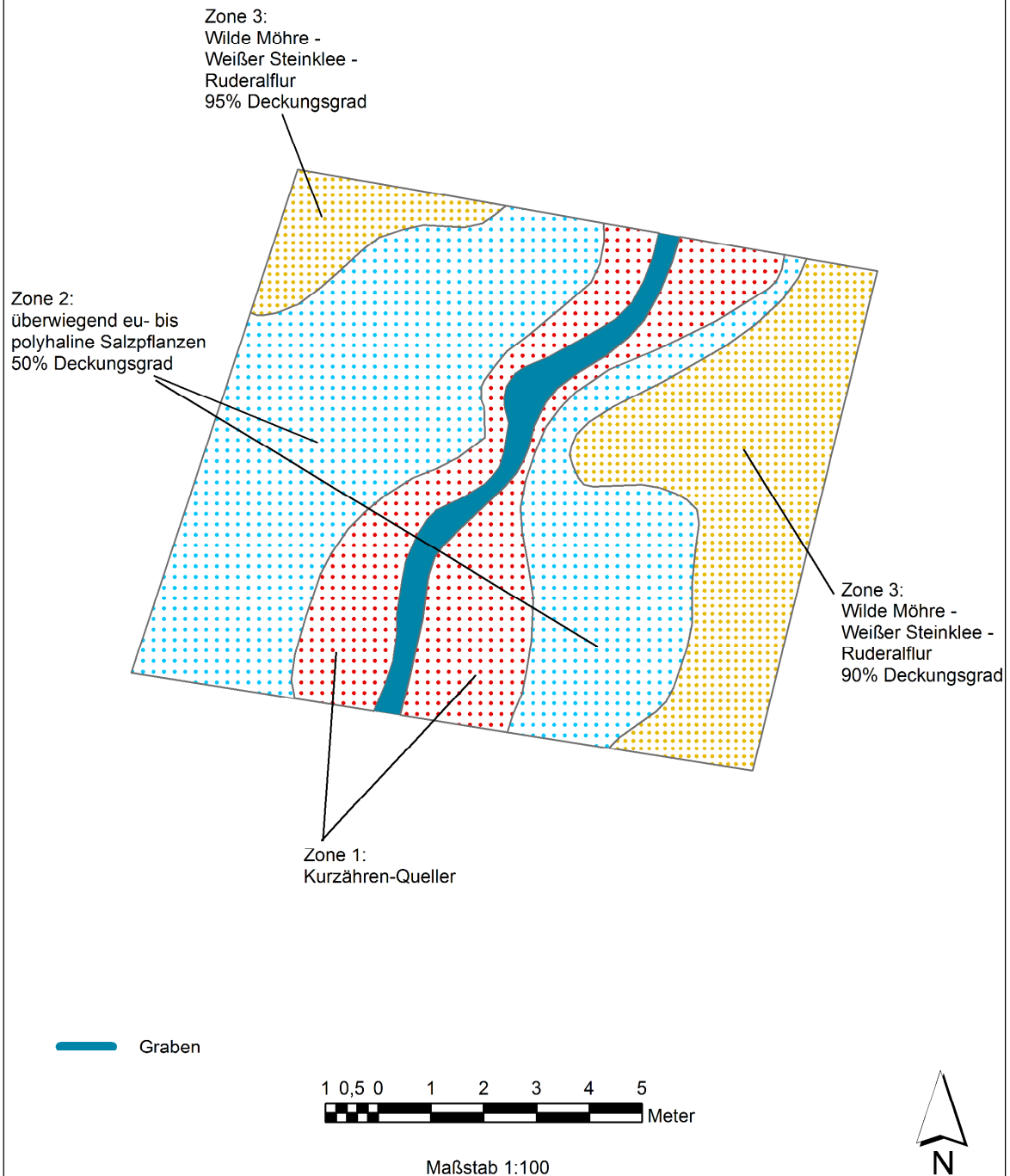
von kündigt zumindest eine Sedimentbarriere, die sich im Südwesten der Fläche gebildet und abfließendes Wasser in den Erosionsgraben, der an der Westseite entlangführt, abgeleitet hat. Die unbewachsene Bodenfläche im Südwesten hat sich dadurch deutlich zu Ungunsten von Vegetationszone 2 (eu- bis polyhaline Salzpflanzen) vergrößert. Das Landschilf nimmt weiterhin große, fast unveränderte Flächen im Nordwesten und Osten ein, ist aber deutlich ausgedünnt zu Gunsten ruderaler Hochstauden, wie Jakobs-Greiskraut und Weißer Steinklee. Die Gehölze haben sich weiter in diese Zone 3 ausgedehnt und an Höhe gewonnen. Viel Wasser floss offenbar jedoch auch durch den Erosionsgraben im Zentrum der Monitoringfläche. Der Lauf dieses Grabens hat sich im Südosten um etwa anderthalb Meter nach Osten verlagert, im Norden hat er sich weiter eingetieft. Eine Beeinflussung durch das von der Halde stammende, salzhaltige Abwasser ist nur in den überschwemmten Bereichen der Monitoringfläche in der Vegetation nachweisbar.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D1****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 1

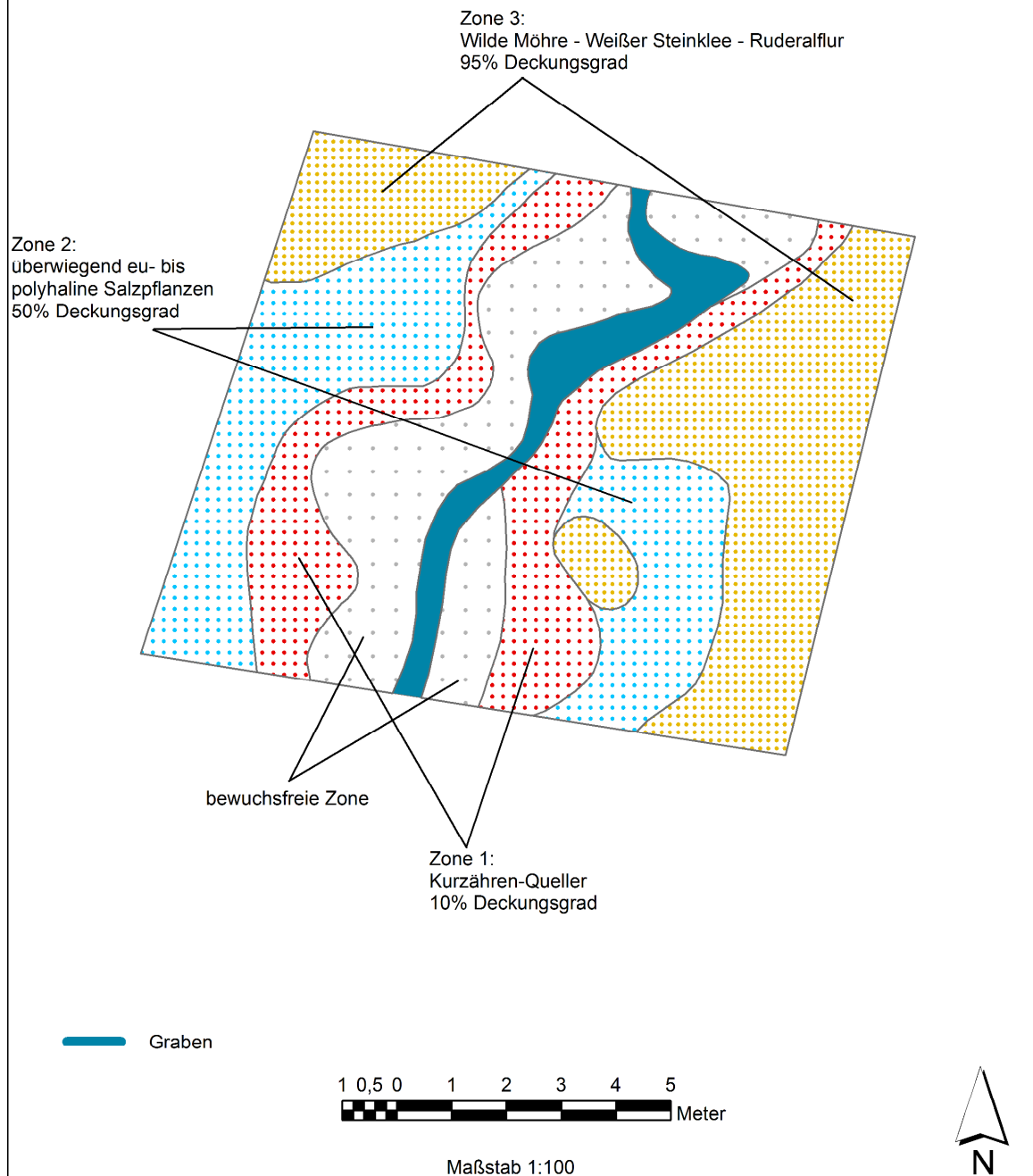


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D1****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2013**

Blatt 3.2-2013

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 2

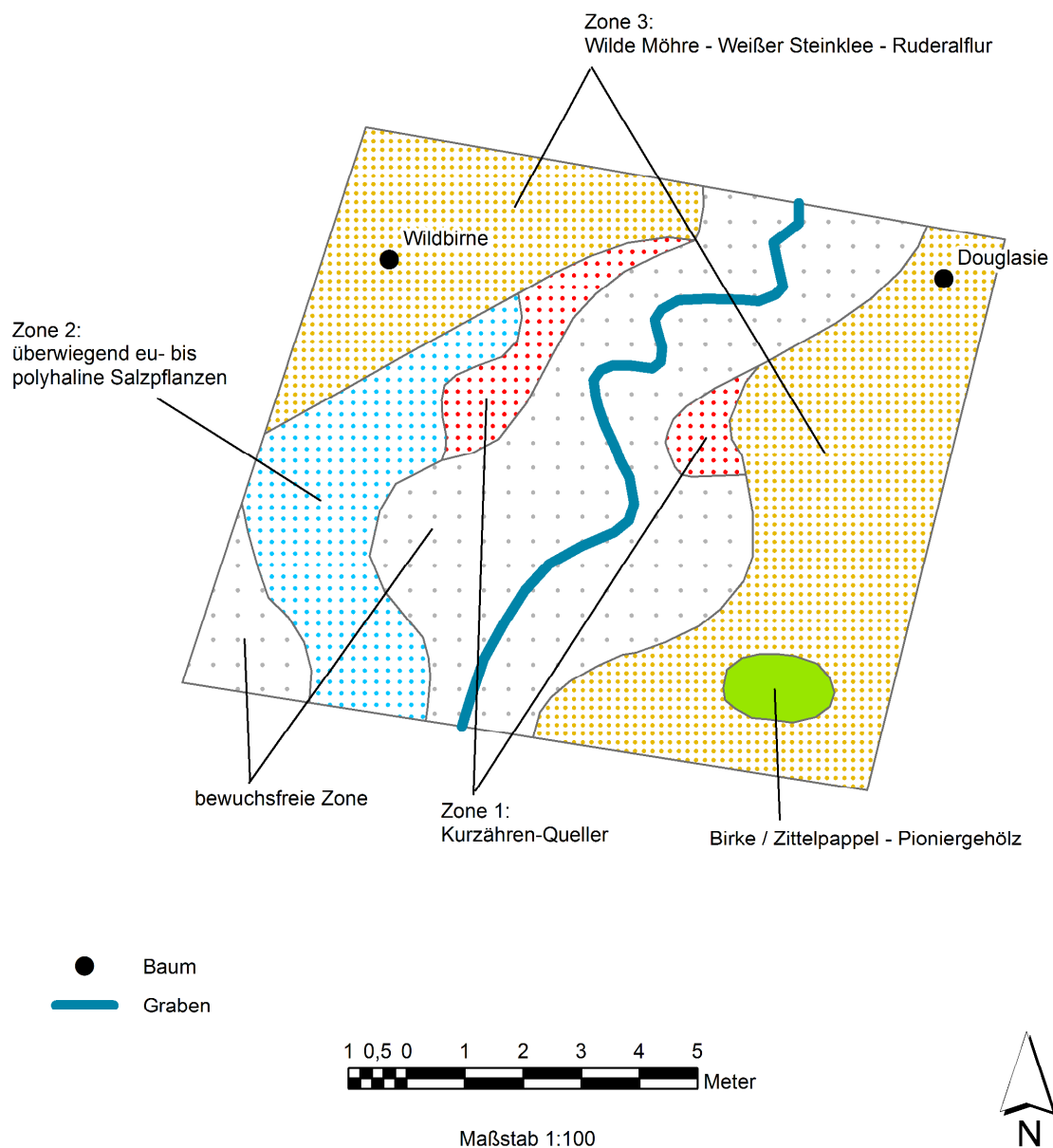


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D1****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2014**

Blatt 3.2-2014

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 3



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

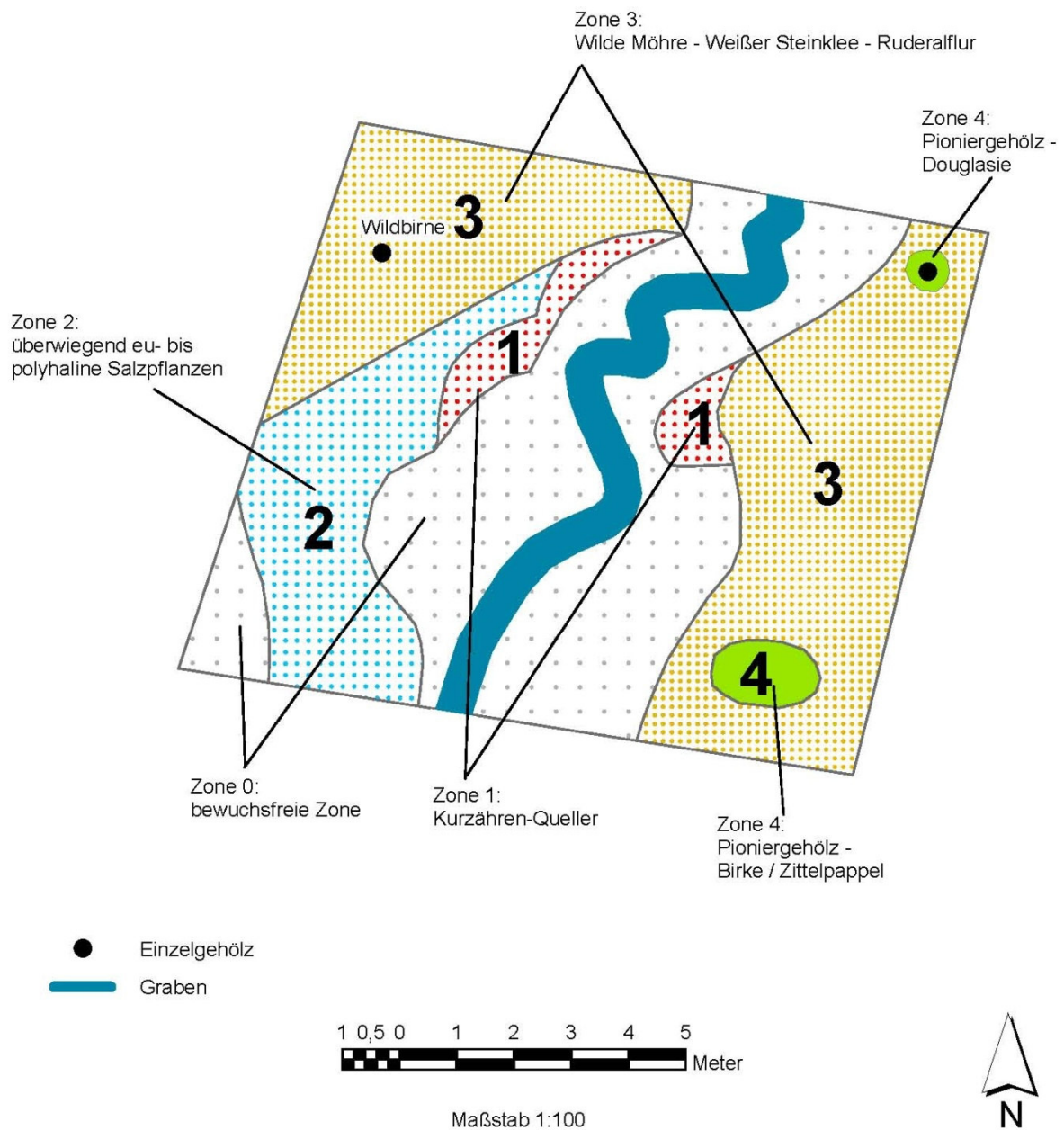
D1

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2015

Blatt 3.2-2015

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 4



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

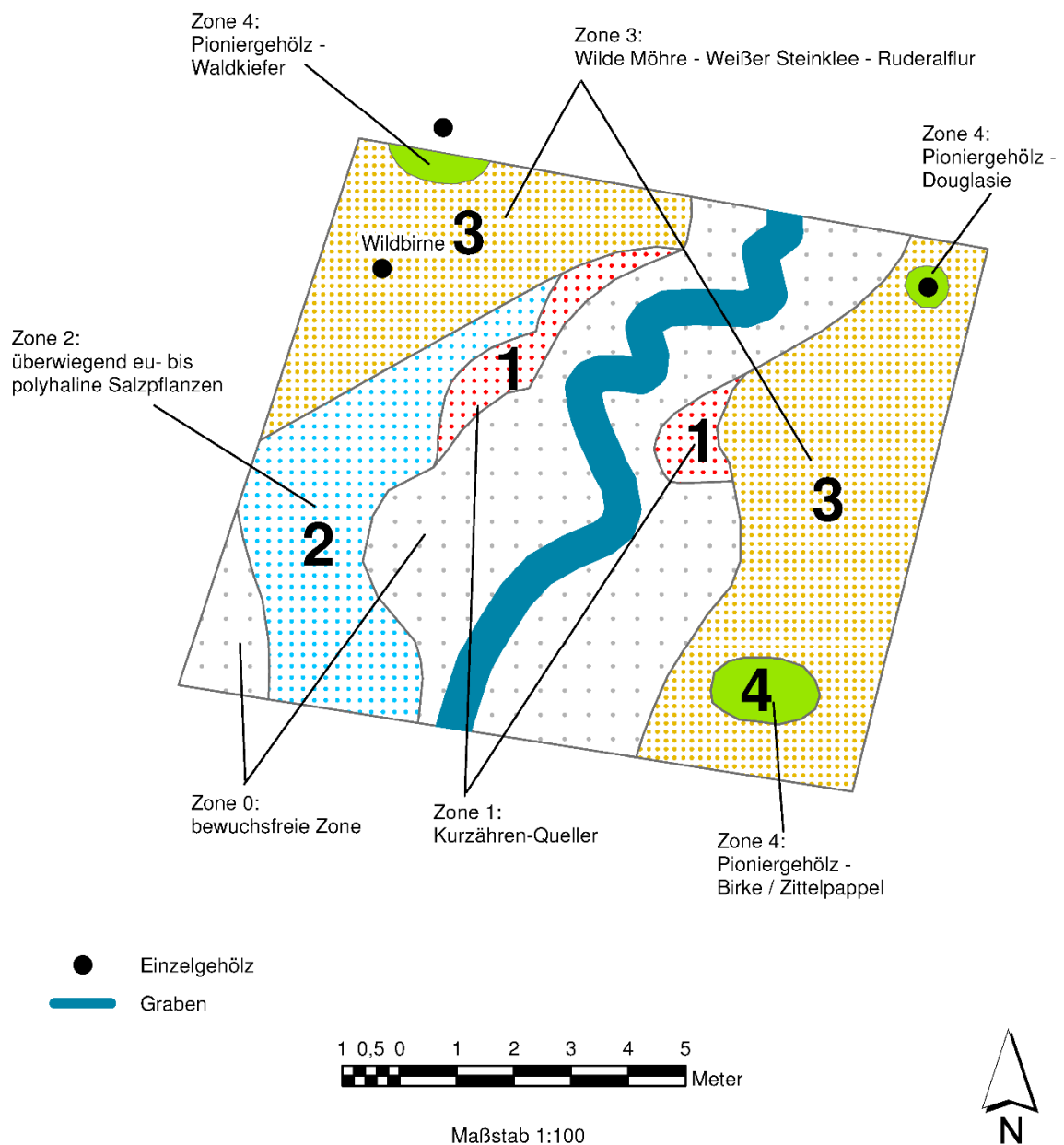
D1

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2017

Blatt 3.2-2017

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 5



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

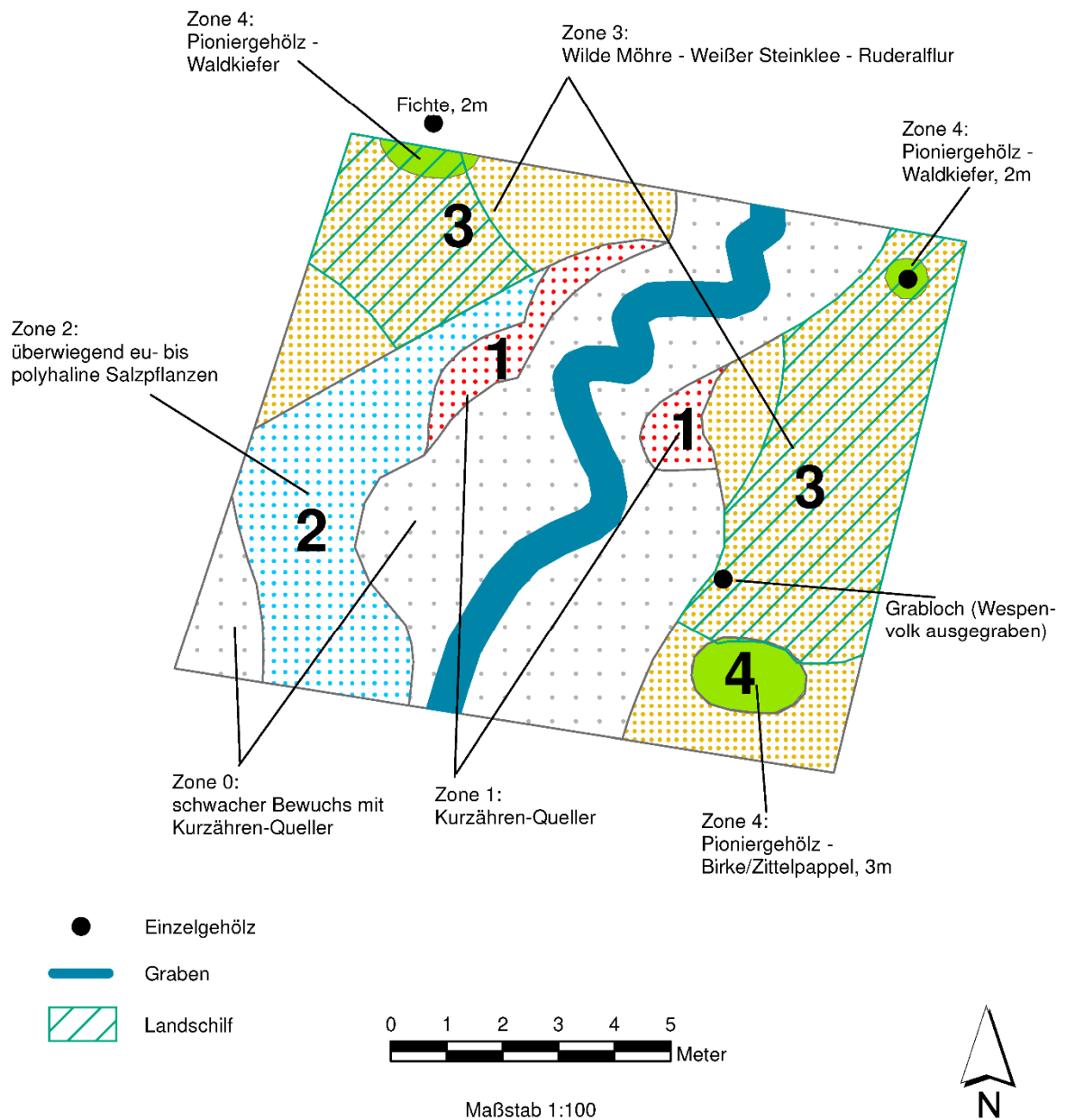
D1

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018

Blatt 3.2-2018

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 6



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

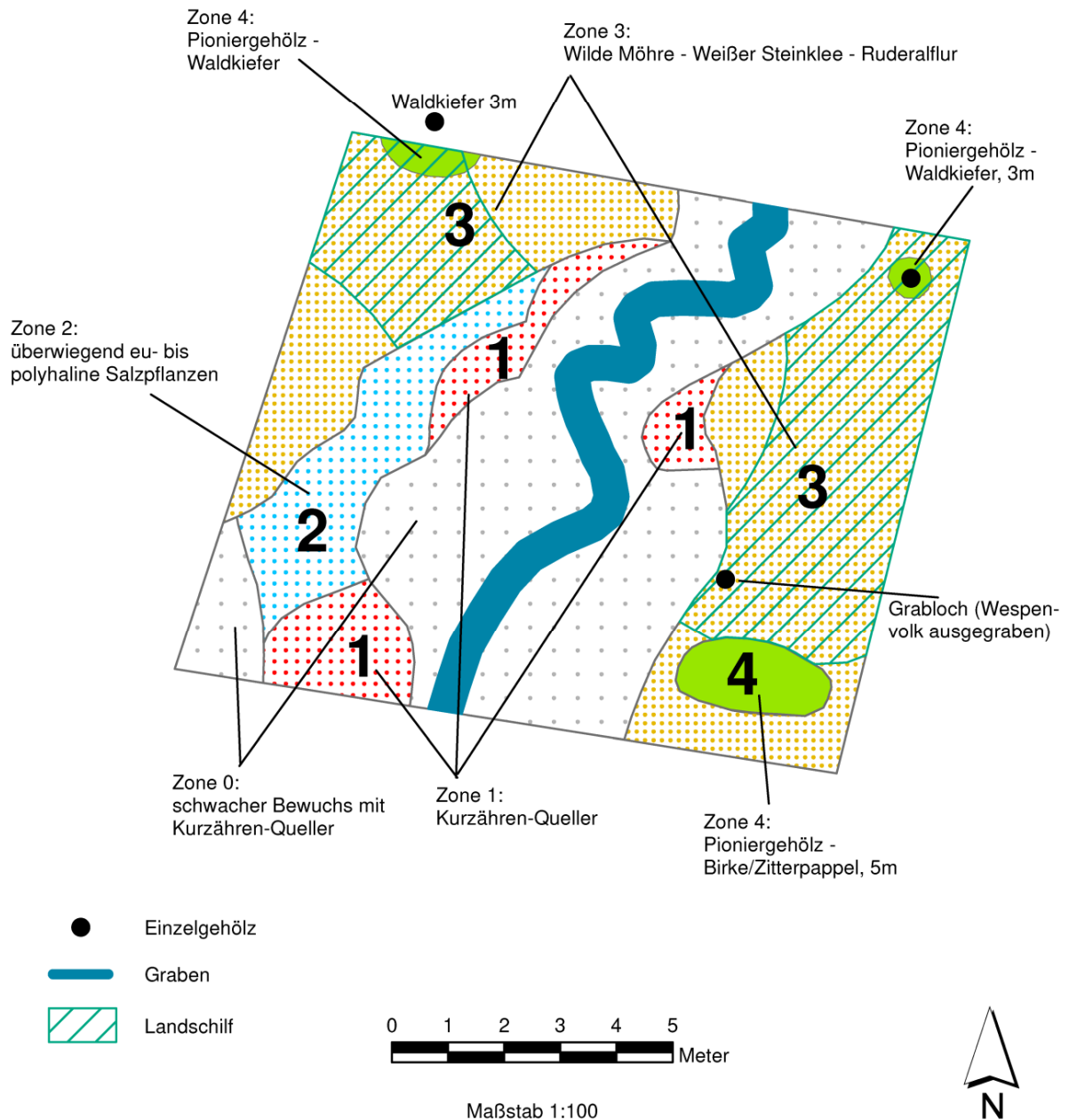
D1

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2019

Blatt 3.2-2019

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 7



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

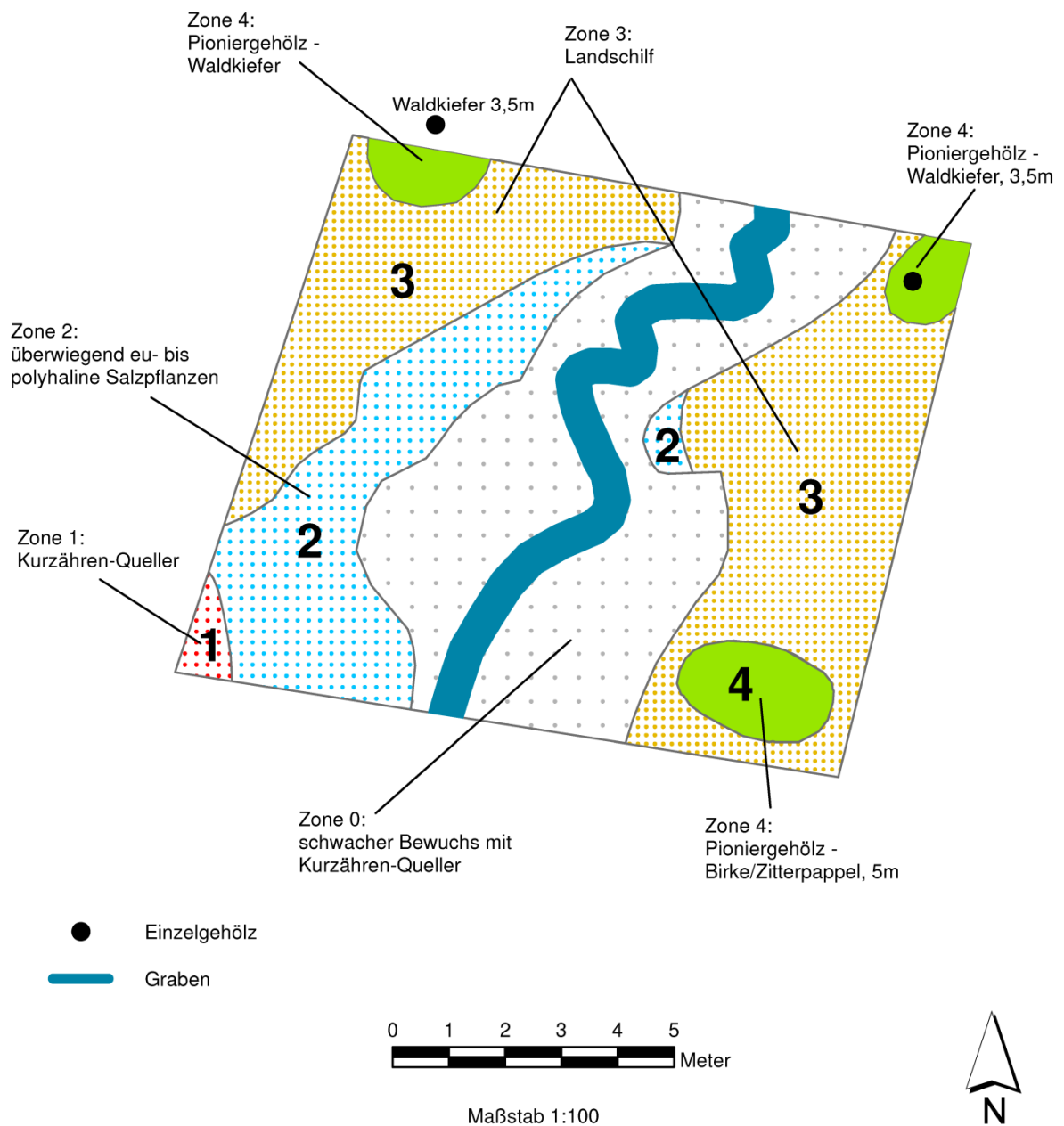
D1

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020

Blatt 3.2-2020

Randbereich Althaldenstandort Hera

Seite 8



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

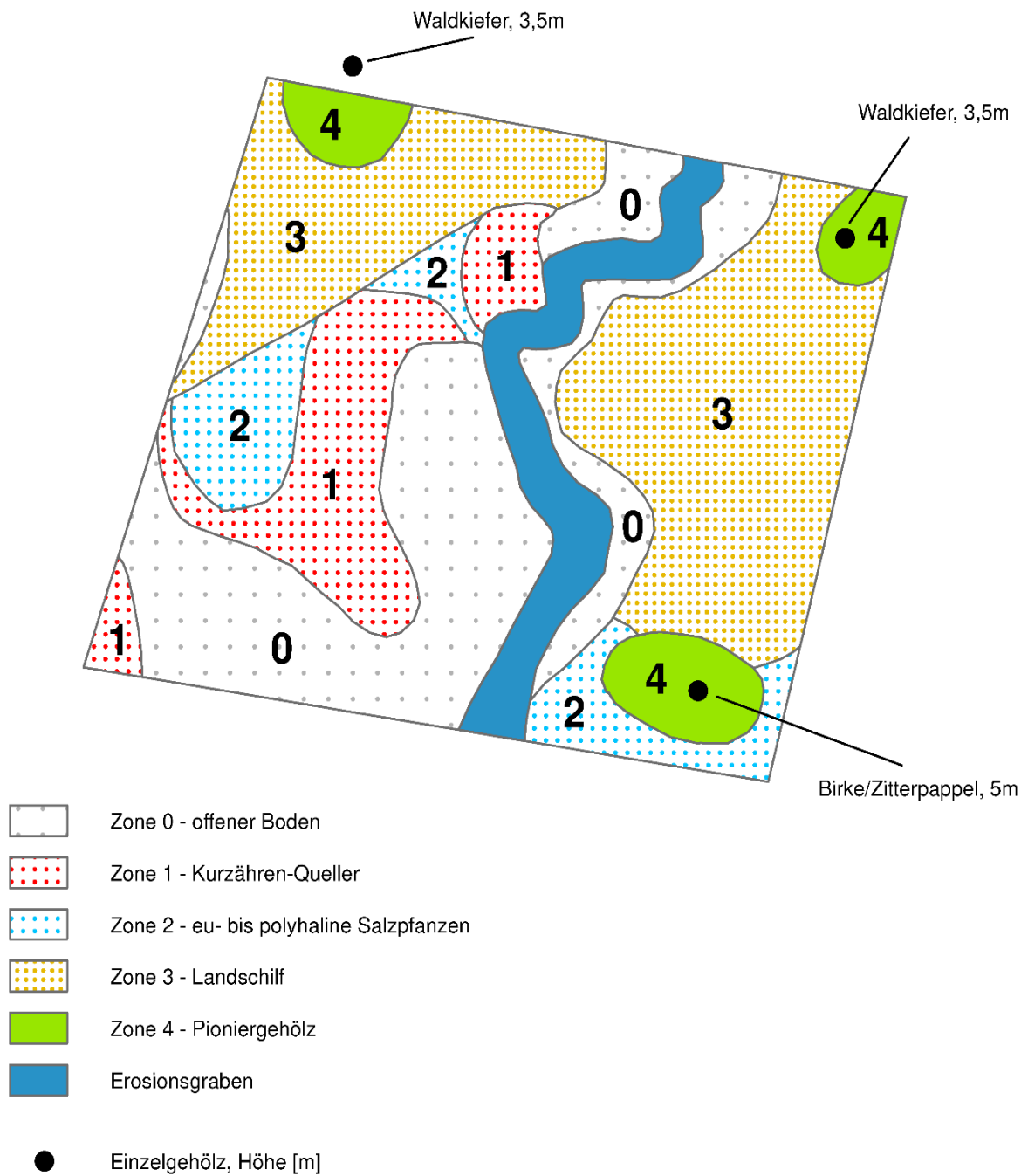
D1

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2021

Blatt 3.2-2021

Randbereich Althaldenstandort Hera



Seite 9



0 1 2 3 4 5
Meter

Maßstab 1:100



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|--------------------------------------|---|
| D2 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Hochstaudenflur an der Ulstermündung | |
| <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Die Fläche D2 befindet sich etwa 100 m westlich der Ulstermündung in die Werra, etwa mittig zwischen Werra u. dem Standort Hattorf, nördl. der B 62</p> <p><u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Philippsthal (Werra) <u>Gemarkung:</u> Philippsthal <u>Flur:</u> 10 <u>Flurstück:</u> 14/5 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3569321,65; 5634694,57 3569316,23; 5634685,10 3569307,79; 5634690,57 3569312,84; 5634699,25 <u>Flächengröße:</u> ca. 10 x 11 m, 104 m² <u>Höhe ü.NN:</u> 234 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> ebene Lage <u>Anmerkung:</u> Stoffeinträge bei Überschwemmung bzw. Hochwasser; relativ mäßig hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastungen gemäß Ausbreitungsberechnung</p> | | <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  <p>Rautenförmige Fläche, Nordostecke liegt in 3m Entfernung vom Einzelbaum und Südwestecke liegt 6-7 m östlich vom Nordostrand der Baumgruppe</p> |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Auenvegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile. Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung von 3 Horizonten bis 100 cm Tiefe (Auenboden)</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|--|-----------|------------|---|-----------|---|------------------|---------------------------------------|--------------|----------------|--|
| D2 | | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | | Hochstaudenflur an der Ulstermündung | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 22.06.2010 | | | | | Bodenform: Normvega aus Auenlehm Humusform: Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Hori-zont | Humus | Boden-art | Grob-boden | Aus-gangs-gestein | Car-bonat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | Bleich flecken | |
| - 30 | Ah | 2-4 | Tu3 | 5 | Auenlehm | 0,5-2 | 10 YR 4/2 braun- dunkel- braun | - | - | - | - | |
| - 50 - 100 | aM | 1-2 | Tu3 | 1 | Auenlehm | 4-7 | 7,5 YR 4,5/3 braun | - | - | - | - | 2 Proben aus Hori- zont: bis 50 cm und von 50 –100 cm. In 50 – 100 cm Tiefe etwas heller. Bei einzelner Probe dort auch SI3 aus Flusssediment gefunden |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------------|------|------|--------------------------|----------------|------|------|----------------|
| D2 | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | |
| | Hochstaudenflur an der Ulstermündung | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 22.06.2010, 23.07.2012 04.10.2013, 12.07.2016, 06.11.2019 | | | | | Bodenform: Normvega aus Auenlehm | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | | | | [cmol +/kg] | | | | | | | | | | | |
| - 30 | Ah | 2010 | 7,23 | n.b. | 23,0 | 20,7 | 15,0 | 3,60 | 2,00 | 0,08 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2012 | 7,19 | n.b. | 19,4 | 23,5 | 17,9 | 4,01 | 1,45 | 0,10 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2013 | 7,14 | 7,0 | 19,5 | 26,4 | 20,2 | 4,39 | 1,59 | 0,20 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2016 | 7,14 | 7,08 | 18,0 | 25,9 | 20,9 | 3,67 | 1,14 | 0,15 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | | | |
| | | 2019 | 7,26 | 6,86 | 20,0 | 24,8 | 19,7 | 3,39 | 1,58 | 0,09 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | | | |
| - 50 | aM | 2010 | 7,43 | n.b. | 19,0 | 19,5 | 15,0 | 3,00 | 1,40 | 0,09 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2012 | 7,29 | n.b. | 10,4 | 13,0 | 10,1 | 2,02 | 0,76 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2013 | 7,67 | 7,1 | 16,5 | 22,5 | 17,6 | 3,56 | 1,11 | 0,18 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2016 | 7,32 | 7,36 | 15,7 | 23,1 | 18,9 | 3,24 | 0,88 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | | 2019 | 7,54 | 7,10 | 16,4 | 22,5 | 18,4 | 2,90 | 1,06 | 0,11 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | | | |
| - 100 | aM | 2010 | 7,48 | n.b. | 19,0 | 18,8 | 15,0 | 2,90 | 0,91 | 0,03 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2012 | 7,35 | n.b. | 14,7 | 16,3 | 12,9 | 2,53 | 0,70 | 0,17 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | | | |
| | | 2013 | 7,41 | 7,3 | 14,8 | 20,5 | 16,2 | 3,30 | 0,74 | 0,22 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | | 2016 | 7,46 | 7,51 | 13,8 | 20,6 | 16,9 | 2,99 | 0,53 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | | | |
| | | 2019 | 7,37 | 7,08 | 15,2 | 18,2 | 14,7 | 2,64 | 0,60 | 0,18 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | | pH | el.L. [µS/cm] | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ [%] | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | | | [mg/l] | | | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| - 30 | Ah | 2010 | 7,0 | 163 | n.b. | n.b. | <2,0 | 8,3 | n.b. | 72,5 | 17,4 | 9,7 | 0,4 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2012 | 9,5 | 145 | n.b. | n.b. | 2,7 | 4,9 | 99,9 | 76,2 | 17,1 | 6,2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2013 | 7,67 | 154 | n.b. | n.b. | 2,71 | 4,17 | 99,8 | 76,5 | 16,6 | 6,0 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2016 | 7,74 | 174 | 1,4 | n.b. | 2,52 | 2,77 | 99,8 | 80,7 | 14,2 | 4,4 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| | | 2019 | 8,04 | 216 | 1,01 | 4,38 | 2,95 | 4,11 | 99,8 | 79,4 | 13,7 | 6,4 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| - 50 | aM | 2010 | 7,3 | 152 | n.b. | n.b. | 8,5 | 2,4 | n.b. | 76,9 | 15,4 | 7,2 | 0,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2012 | 8,8 | 139 | n.b. | n.b. | 3,0 | 3,3 | 99,8 | 77,9 | 15,6 | 5,9 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | | 2013 | 7,85 | 121 | n.b. | n.b. | 1,46 | 3,15 | 99,8 | 78,3 | 15,8 | 4,9 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2016 | 8,03 | 133 | 1,8 | n.b. | 2,26 | 2,53 | 100 | 81,7 | 14,0 | 3,8 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2019 | 7,30 | 168 | 1,42 | 3,51 | 2,96 | 4,89 | 99,8 | 81,7 | 12,9 | 4,7 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| - 100 | aM | 2010 | 7,5 | 146 | n.b. | n.b. | 7,8 | 2,6 | n.b. | 79,6 | 15,4 | 4,8 | 0,1 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2012 | 8,5 | 127 | n.b. | n.b. | 2,2 | 4,2 | 99,9 | 79,0 | 15,5 | 4,3 | 1,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| | | 2013 | 7,62 | 107 | n.b. | n.b. | 1,52 | 2,61 | 99,9 | 79,1 | 16,1 | 3,6 | 1,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | 2016 | 8,11 | 105 | 1,3 | n.b. | 1,56 | 2,24 | 99,8 | 82,1 | 14,5 | 2,6 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| | | 2019 | 7,82 | 139 | 3,11 | 3,17 | 5,33 | 5,00 | 99,7 | 80,9 | 14,5 | 3,3 | 1,0 | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,0 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | 5 | | | | 3,0 | | | | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | 10 | | | | magnesian properties(Mg>Ca) | | | | 6,0 sodic properties | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | 15 | 15 | | | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 natric | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------------------------|------------|--------|-----------------|-----------|------|------|------|--------------------|-------|--------|------------------|
| | | pH | el.Leit f. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| -30 | Ah/2010 | 7,7 | 131 | 6,4 | 7,3 | 14 | 4,4 | 2,8 | 3,5 | 0,014 | 0,050 | <0,01 | 0,2 |
| | 2012 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| -50 | aM/2010 | 7,5 | 85 | 3,5 | 4,7 | 9,4 | 2,4 | 1,0 | 2,5 | 0,006 | 0,010 | < 0,01 | 0,2 |
| | 2012 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| -100 | aM/2010 | 7,5 | 87 | 6,1 | 6,9 | 8,9 | 2,2 | 0,49 | 4,7 | 0,007 | 0,010 | < 0,01 | 0,4 |
| | 2012 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeeinträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate) $\frac{Na}{2 \cdot \sqrt{Ca+Mg/2}}$ [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------------|-----------|-------------|-----------|----------|----------|--------|------------|---------------------|
| Tiefe | Hori- zont/Jahr | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 30 | Ah/2010 | 3,5 | 21 | < 0,3 | 33 | 27 | 23 | < 0,5 | 54 | < 0,1 |
| | 2012 | 3,3 | 25 | < 0,3 | 34 | 20 | 25 | < 0,5 | 56 | < 0,1 |
| | 2013 | 4,99 | 39,8 | 0,32 | 32,8 | 19,1 | 27 | < 0,40 | 63,2 | 0,09 |
| | 2016 | 5,38 | 31,1 | 0,29 | 37,2 | 22,4 | 28,9 | < 0,40 | 66,7 | 0,14 |
| | 2019 | 9,3 | 47,2 | 0,43 | 53,3 | 55,0 | 46,7 | < 0,20 | 124 | 0,17 |
| - 50 | aM/2010 | 5,1 | 25 | < 0,3 | 34 | 17 | 24 | < 0,5 | 58 | < 0,1 |
| | 2012 | 3,1 | 21 | < 0,3 | 21 | 16 | 16 | < 0,5 | 35 | < 0,1 |
| | 2013 | 5,23 | 22,3 | 0,26 | 33,2 | 19,3 | 26,3 | < 0,40 | 54,5 | 0,07 |
| | 2016 | 5,17 | 26,8 | 0,23 | 34,6 | 18,4 | 26,1 | < 0,40 | 55,7 | 0,11 |
| | 2019 | 8,1 | 35,2 | 0,33 | 50,3 | 40,6 | 44,1 | < 0,20 | 97,2 | 0,13 |
| - 100 | aM/2010 | 5,2 | 22 | < 0,3 | 34 | 15 | 24 | < 0,5 | 49 | < 0,1 |
| | 2012 | 3,1 | 15 | 0,37 | 21 | 15 | 16 | < 0,5 | 32 | < 0,1 |
| | 2013 | 4,93 | 16 | < 0,2 | 29,2 | 13,9 | 23,1 | < 0,40 | 44,8 | < 0,05 |
| | 2016 | 6,05 | 18,7 | < 0,2 | 32,2 | 15,6 | 24,1 | < 0,40 | 47,4 | 0,08 |
| | 2019 | 7,8 | 25,7 | 0,26 | 48,7 | 23,8 | 43,4 | 0,21 | 74,7 | 0,07 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | 16 | 45 | 0,33 | 68 | 28 | 42 | - | 123 | (0,12 für Grünland) |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | 17 | 36 | 0,30 | 93 | 31 | 51 | 0,49 | 109 | 0,08 |
| Vorsorgewerte ³ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| Maßnahmenwert Grünland ⁴ | | 50 | 1200 | 20 | - | 1300 | 1900 | 15 | - | 2 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 30 | Ah/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2012 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 18 | 62,4 | 21 | < 2,0 | < 20 | < 100 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 2,9 | < 10 | 29,3 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | 170 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2 |
| - 50 | aM/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2012 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 14 | 47,8 | 16 | < 2,0 | < 20 | < 100 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 5,4 | < 10 | 22,5 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | 110 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2 |
| - 100 | aM/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2012 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 13 | 56 | 13 | < 2,0 | < 20 | < 100 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 5,4 | < 10 | 13,4 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2 |
| Hintergrundwerte Unterboden ⁵ | | - | - | 5 | - | 160 | 210 | 10 | 90 | - |

¹Oberboden und ²Unterboden aus Auentonsubstrate (Hessen) (HLUG 2011), ³Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV) ⁴Maßnahmenwert Grünland (BBodSchV), ⁵Unterboden aus Auentonsubstrate NH₄NO₃-Gehalte (Hessen) (HLUG 2011)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen.

| Organische Schadstoffe | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------------------------|-----|--------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|---|----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Tiefe | Horizont | PCB ₆ | | PAK ₁₆ | | Naphtha- lin | Acenaph- then | Acenaph- thylen | Fluoren | Phen- anthren | Anthracen | Fluor- anthren |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 30 | Ah/2010 | n.n. | | 1,3 | | < 0,1 | < 0,01 | < 0,1 | 0,06 | 0,13 | < 0,01 | 0,24 |
| | 2010 ⁶ | n.n. | | 0,93 | | < 0,5 | < 0,05 | < 0,5 | < 0,05 | 0,09 | < 0,05 | 0,19 |
| | 2012 | n.n. | | 4,5 | | < 0,2 | < 0,02 | < 0,2 | 0,08 | 0,46 | 0,16 | 1,3 |
| | 2012 ⁶ | n.n. | | 5,1 | | < 0,5 | < 0,05 | < 0,5 | < 0,05 | 0,59 | 0,16 | 1,3 |
| | 2013 | n.n. | | 3,56 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,06 | 0,68 | 0,25 | 0,82 |
| | 2016 | n.n. | | 0,98 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,17 |
| | 2019 | n.n. | | 1,07 | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,14 | 0,03 | 0,24 |
| - 50 | aM/2010 | n.n. | | 1,1 | | < 0,1 | < 0,01 | < 0,1 | < 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,18 |
| | 2012 | n.n. | | 1,5 | | < 0,1 | < 0,01 | < 0,1 | 0,03 | 0,11 | 0,06 | 0,36 |
| | 2013 | n.n. | | 1,53 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,2 | 0,09 | 0,31 |
| | 2016 | n.n. | | 0,82 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,14 |
| | 2019 | n.n. | | 0,054 | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,06 | < 0,025 | 0,15 |
| - 100 | aM/2010 | n.n. | | 0,77 | | < 0,1 | < 0,01 | < 0,1 | < 0,01 | 0,10 | < 0,01 | 0,14 |
| | 2012 | n.n. | | 1,2 | | < 0,1 | < 0,01 | < 0,1 | 0,02 | 0,13 | 0,04 | 0,30 |
| | 2013 | n.n. | | 0,30 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,07 | < 0,05 | 0,11 |
| | 2016 | n.n. | | 0,49 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,11 |
| | 2019 | n.n. | | 0,29 | | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,03 | < 0,025 | 0,08 |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | 0,002 | - | 0,196 | 0,581 | | | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | 0,05 | 0,1 | 3 | 10 | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Pyren | | Benzo(a)-anthracen | | Chrysen | Benzo(b)-fluorathen | Benzo(k)-fluorathen | Benzo(a)-pyren | Dibenzo-(a,h)-anthracen | Benzo-(g,h,i)perylene | Indeno-(1,2,3cd)-pyren |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 30 | Ah/2010 | 0,15 | | 0,13 | | 0,17 | 0,11 | 0,05 | 0,11 | 0,04 | 0,06 | 0,09 |
| | 2010 | 0,21 | | 0,12 | | 0,10 | 0,13 | < 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| | 2012 | 0,96 | | 0,29 | | 0,23 | 0,29 | 0,15 | 0,28 | 0,09 | 0,06 | 0,16 |
| | 2012 | 1,1 | | 0,39 | | 0,34 | 0,40 | 0,14 | 0,29 | 0,09 | 0,18 | 0,13 |
| | 2013 | 0,73 | | 0,21 | | 0,15 | 0,18 | 0,11 | 0,11 | < 0,05 | 0,13 | 0,13 |
| | 2016 | 0,14 | | 0,10 | | 0,12 | 0,15 | 0,06 | 0,07 | < 0,05 | 0,1 | 0,07 |
| | 2019 | 0,21 | | 0,09 | | 0,09 | 0,11 | 0,03 | 0,06 | < 0,025 | 0,04 | 0,03 |
| - 50 | aM/2010 | 0,11 | | 0,13 | | 0,15 | 0,09 | 0,05 | 0,09 | 0,03 | 0,06 | 0,08 |
| | 2012 | 0,33 | | 0,11 | | 0,10 | 0,10 | 0,05 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| | 2013 | 0,3 | | 0,13 | | 0,10 | 0,13 | 0,06 | 0,08 | < 0,05 | 0,07 | 0,06 |
| | 2016 | 0,12 | | 0,08 | | 0,10 | 0,13 | 0,05 | 0,05 | < 0,05 | 0,09 | 0,06 |
| | 2019 | 0,14 | | 0,05 | | 0,05 | 0,06 | < 0,025 | 0,03 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| - 100 | aM/2010 | 0,09 | | 0,08 | | 0,10 | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,05 |
| | 2012 | 0,21 | | 0,08 | | 0,07 | 0,08 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| | 2013 | 0,12 | | < 0,05 | | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| | 2016 | 0,09 | | 0,05 | | 0,08 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,07 | < 0,05 |
| | 2019 | 0,08 | | 0,03 | | 0,03 | 0,04 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | | | | | | | 0,014 | 0,04 | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | | | | | | | 0,3 | 1,0 | | | |
| Tiefe | Horizont | Fluoranthren/ (Fluoranthren+Pyren) | | | Anthracen / (Anthracen+Phenanthren) | | | Benzo[a]anthracen / (Benzo[a]anthracen+Chrysen) | | | | |
| [cm] | | | | | | | | | | | | |
| - 30 | Ah/2010 | 0,62 | | | n.n. | | | 0,43 | | | | |
| | 2010 | 0,48 | | | n.n. | | | 0,55 | | | | |
| | 2012 | 0,58 | | | 0,11 | | | 0,56 | | | | |
| | 2012 | 0,54 | | | 0,11 | | | 0,53 | | | | |
| | 2013 | 0,53 | | | 0,23 | | | 0,58 | | | | |
| | 2016 | 0,55 | | | n.n. | | | 0,45 | | | | |
| | 2019 | 0,53 | | | 0,18 | | | 0,50 | | | | |

⁶Oberböden Grünland (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV) ⁸Wiederholungsuntersuchung aus Rückstellproben 2012

⁶Oberböden Grünland (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV) ⁸Wiederholungsuntersuchung aus Rückstellproben 2012

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme im Jahr 2010

Der Standort liegt in der Nähe des Standortes Hattorf etwa 250 m südöstlich, oberhalb der Einleitstelle für Salzabwässer aus dem Werk Werra.

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich mit relativ mäßig hohen betriebsbedingten Immissionszusatzbelastungen (siehe Kapitel 1.2 und 1.3) eingerichtet. Die Immissionsgrenzwerte werden aber unterschritten.

Es handelt sich um einen Auenstandort. Die Stoffgehalte des Bodens können daher auch im Zuge von Überschwemmungen durch salzhaltiges Wasser der Werra beeinflusst werden. Die Salzgehalte der Werra sind auf Einleitungen geogener Salzwässer aus der Grube Springen bei Dorndorf zurückzuführen, weiterhin dringen flussaufwärts diffuse Salzwassereinträge aus dem Untergrund in die Werra (Runder Tisch Werra/Weser und Kaliproduktion, 2008). Die Einleitung von Prozessabwasser des Standortes Unterbreizbach wird Ende 2012 eingestellt.

Ausgangssubstrat der Bodenbildung sind kalkhaltige Auenlehme, die im Zuge von periodischen Überschwemmungen abgelagert wurden. Der Unterboden hat einen sehr einheitlichen Bodenaufbau, so dass keine weitere Horizontdifferenzierung vorgenommen wurde. Es sind keine Vernässungsmerkmale erkennbar, so dass ein Grundwassereinfluss ausgeschlossen werden kann.

Der Stoffgehalt des Bodens weist keine besonderen Auffälligkeiten auf. Die elektrische Leitfähigkeit ist gering, aber wegen der höheren Ionenstärke der Bodenlösung in Folge der hohen pH-Werte und Kalkgehalte etwas höher als bei den stark sauren Waldstandorten. In Folge der schluffig-tonigen Ausprägung, der hohen pH-Werte und der auch noch in tieferen Schichten relativ hohen Humusgehalte hat der Boden eine hohe effektive Kationenaustauschkapazität. Die Kationenaustauscher haben eine äußerst hohe prozentuale Magnesiumbeladung. Die Kaliumbeladung ist mittel bis hoch und die Natriumbeladung ist gering. Die Kationenbeladung ist für Böden mit neutraler Bodenreaktion im humiden Klimabereich typisch und weist keinerlei Auffälligkeiten auf.

Die PCB₆-Gehalte liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Die PAK₁₆-Gehalte inkl. Benzo-a-pyren sind im Vergleich mit den außerhalb der Werraaua gelegenen Standorten etwas erhöht und überschreiten im Oberboden die Hintergrundwerte. Die Vorsorgewerte der BBodSchV werden aber bei weitem nicht erreicht. Höhere PAK₁₆-Gehalte sind für Auenböden nicht untypisch. Sie sind hauptsächlich partikulär gebunden und gelangen u.a. über Abwassereinleitungen in die Umwelt. Sie stehen damit vermutlich nicht im Zusammenhang mit der Kaliproduktion im Werk Werra. Die Schwermetallgehalte liegen im Hintergrundbereich.

Im Hinblick auf die Versalzungsparameter ist kein Einfluss von Überschwemmungen oder atmosphärischen Einträgen festzustellen.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2012

Bei der Beprobung des Jahres 2012 wurden wie im Jahr 2010 keine Anzeichen für Salzanreicherungen im Boden festgestellt. Die Na-Sättigung des Bodens ist gering, ebenso die Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluats. Im Vergleich zur Beprobung des Jahres 2010 liegen die Chloridgehalte im Eluat deutlich niedriger. Bei den austauschbaren Kationen sind dagegen keine Veränderungen nachzuweisen. Es ist damit kein Einfluss der Überschwemmung auf die Salzparameter nachzuweisen.

Bei den Schwermetallen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Beprobungsterminen feststellbar. Auffällig ist die starke Zunahme der PAK-Gehalte im Ah-Horizont. Die PAK-Gehalte haben im Oberboden von 0,93 bzw. 1,3 mg/kg bei der Wiederholungsuntersuchung im Jahr 2010 auf 4,5 bzw. 5,1 mg/kg im Jahr 2012 stark zugenommen, so dass im Jahr 2012 der Vorsorgewert von 3 mg/kg deutlich überschritten wird. Die Untersuchungsergebnisse wurden bei den Proben beider Jahre durch Wiederholungsuntersuchung bestätigt, so dass Laboranalysenfehler auszuschließen sind.

PAK-Kontaminationen sind meist anthropogenen Ursprungs. Hauptquellen sind Rohöl mit seinen raffinierten Produkten und Kohle (petrogene PAK) sowie die unvollständige Verbrennung von organischem Material wie z.B. Kohle, Heizöl oder Holz (pyrogene PAK). Des Weiteren werden PAK aus Huminsäuren oder biogen gebildet.

Aus dem Verhältnis der PAK-Kongenere lässt sich auf die Belastungsursachen schließen (Essumang et al., 2009, Pies C., 2009). So deutet ein Verhältnis von Anthracen / (Anthracen + Phenanthren) < 0,1 auf Petroleum; ein Verhältnis > 0,1 auf pyrogene Quellen. Ein Verhältnis von Fluoranthren / (Fluoranthren + Pyren) zwi-

schen 0,4 und 0,5 ist für Petroleum charakteristisch. Dagegen weist ein Verhältnis $> 0,5$ auf Verbrennung von Biomasse (Gras, Holz etc.) oder Verbrennung von Kohle hin. Ein Benzo[a]anthracen / (Benzo[a]anthracen + Chrysen)-Verhältnis $< 0,2$ ist für Petroleum typisch, während ein Verhältnis $> 0,35$ auf pyrogene Ursachen deutet, wobei ein Verhältnis von 1,5 - 5,0 für Holz- und Kohleverbrennung charakteristisch ist.

Im vorliegenden Fall weisen die Verhältnisse der PAK-Kongenere auf pyrogene Schadstoffquellen hin (s. Blatt 2.2). Es dominieren außerdem höhermolekulare aus 4 - 6 aromatischen Ringen bestehenden Kongenere (Fluoranthen bis Indeno(1,2,3 cd)pyren), was ebenfalls auf pyrogene Ursachen deutet. Dagegen würde eine Dominanz 3-ringiger Kongenere (Acenaphten bis Anthracen) auf einen petrogenen Ursprung deuten.

In Nähe der Beprobungsfläche befindet sich die Entladestation für Salzabwässer aus dem Werk Neuhoft-Ellers. In Folge des damit verbundenen LKW-Verkehrs sind erhöhte atmogene PAK-Einträge möglich. Hinsichtlich der Schadstoffanreicherung im Boden sind diese verkehrsbedingten Einträge allerdings zu vernachlässigen, da selbst an über viele Jahre stark befahrenen Bundesautobahnen bereits in 10 m Entfernung zum Straßenrand nur noch sehr geringe Anreicherungen von PAK in Böden festgestellt wurden (s. z.B. UNGER & PRINZ, 1992). Als weitere Quelle der im Jahr 2012 erhöhten PAK-Gehalte ist die Ablagerung PAK-haltiger Sedimente nach Überschwemmung denkbar. Allerdings ist auch in diesem Fall eine solch starke Anreicherung mit PAK wenig wahrscheinlich, da der Standort vermutlich häufiger überschwemmt ist und somit bereits im Jahr 2010 ebenfalls erhöhte PAK-Gehalte zu erwarten gewesen wären. Die genaue Ursache der in 2012 deutlich erhöhten PAK-Gehalte kann aktuell nicht geklärt werden, so dass auch Probennahmeeffekte zu vermuten sind. Die Bodenprobe wies zwar keine organoleptischen Auffälligkeiten auf, dennoch könnte z.B. durch Mitbeprobung von 'hot-spots' mit stark erhöhten PAK-Gehalten das Analysenergebnis beeinflusst worden sein. Zur weiteren Einordnung sind daher die Ergebnisse und Variabilität der PAK-Gehalte zukünftiger Probennahmen zu berücksichtigen.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Im Jahr 2013 sind keine wesentlichen Veränderungen bei den untersuchten Stoffgehalten festzustellen. Die PAK₁₆-Gehalte liegen im Oberboden bei 3,56 mg/kg in ähnlicher Größenordnung wie im Jahr 2012. Der Vorsorgewert der BBodSchV von 3 mg/kg ist damit im Gegensatz zu den Untersuchungen des Jahres 2010 erneut überschritten worden. Das Verhältnis der PAK-Kongenere deutet wie in den Vorjahren auf pyrogene Quellen hin.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Es sind weiterhin keine Anzeichen auf Versalzungen vorzufinden. Die prozentuale Belegung von Kalium und Magnesium hat zugunsten von Ca geringfügig abgenommen. Bei Kalium hat die prozentuale Kaliumbelegung seit 2010 kontinuierlich abgenommen,

Die PAK₁₆-Gehalte liegen in diesem Jahr erstmals seit 2010 wieder deutlich unterhalb der Vorsorgewert der BBodSchV von 3 mg/kg, jedoch über den Hintergrundgehalten. Es bestätigt sich daher der Verdacht, dass die stark schwankenden PAK-Gehalte auf Probenahmeeffekte aufgrund einer hohen räumlichen Variabilität der PAK-Gehalte begründet sind. Diese Variabilität könnte evtl auf vereinzelt vorkommende PAK belastete Partikel zurückzuführen sein.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Auch im Jahr 2019 gibt es keine Anzeichen auf Versalzung. Die prozentuale Magnesiumbelegung ist geringfügig gesunken.

Die PAK₁₆-Gehalte liegen weiterhin oberhalb der Hintergrundwerte von Hessen und unterhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV von 3 mg/kg. Einen deutlichen Anstieg verzeichnen die Schwermetalle in Königswasserextrakt. Bei Ni, Zn, Cu und Cr wird 2019 von einem Analysenfehler ausgegangen. Im Oberboden überschreiten Pb und Cd erstmals die Hintergrundwerte (HLUG 2011). Im Unterboden liegen Cd und Hg ebenfalls über dem Hintergrund für Auentone. Die Cr-, Cu-, Ni- und Zn-Gehalte werden nicht bewertet, da von einem Analysenfehler ausgegangen wird (siehe Kap. 2.3.1).

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| D2 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Hochstaudenflur an der Ulstermündung | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: Kr.: bis 1,2 m / 85 % ; 2014: 99 %; 2016-2017: bis 1,8 m/100 %; 2018: bis 1,3m/99%; 2019: bis 1,5m/95% 2020: bis 1,2 m/ 80%; 2021: 1,2 m / 98% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 18.6.2010 | 08.7.2011 | 11.7.2012 | 10.7.2013 | 29.7.2014 | 03.7.2015 | 29.6.2016 | 11.7.2017 | 17.8.2018 | 18.7.2019 | 01.9.2020 | 24.8.2021 |
| Kr. | <i>Phalaris arundinacea</i> | Rohrglanzgras | 65 | 50 | 35 | 50 | 65 | 30 | 10 | 5 | 2 | 0.1 | 1 | 2 |
| | <i>Arrhenatherum elatius</i> | Glatthafer | 20 | 25 | 15 | 25 | 15 | 5 | 1 | 15 | 15 | 25 | 20 | 50 |
| | <i>Cirsium arvense</i> | Acker-Kratzdistel | 15 | 15 | 50 | 3 | - | - | - | - | 0.1 | 1 | 0.5 | 1 |
| | <i>Alopecurus pratensis</i> | Wiesen-Fuchsschwanz | 0.5 | 1 | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | - |
| | <i>Dactylis glomerata</i> | Gewöhnliches Knäulgras | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.5 | - | - | - |
| | <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel | 0.5 | 2 | 3 | 10 | 10 | 45 | 75 | 50 | 60 | 60 | 20 | 25 |
| | <i>Bromus inermis</i> | Wehrlose Trespe | 0.1 | 4 | 2 | 0.1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| | <i>Heracleum sphondylium</i> | Wiesen-Bärenklau | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Vicia cracca</i> | Vogel-Wicke | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | 1 | 2 | 0.1 | 0.5 | 1 | - |
| | <i>Festuca arundinacea</i> | Rohr-Schwingel | - | 2 | - | 0.5 | 1 | 0.5 | - | - | - | - | 1 | 2 |
| | <i>Vicia sepium</i> | Zaunwicke | - | 1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | - | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | <i>Persicaria lapathifolia</i> | Ampfer-Knöterich | - | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.1 | 3 | 0.5 | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere | - | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | - | 1 | 15 | 25 | 15 | 35 | 40 |
| | <i>Chaerophyllum bulbosum</i> | Rüben-Kälberkropf | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Convolvulus arvensis</i> | Acker-Winde | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Equisetum arvense</i> | Acker-Schachtelhalm | - | 0.1 | - | 0.5 | - | 0.5 | 1 | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Galium aparine</i> | Kleb-Labkraut | - | 0.1 | 1 | 5 | 5 | 0.5 | 3 | 20 | 15 | 20 | - | - |
| | <i>Potentilla anserina</i> | Gänsefingerkraut | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Holzzahn | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| | <i>Phragmites australis</i> | Schilfrohr | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Symphytum officinale</i> | Beinwell | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 0.5 | - | - |
| | <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Poa trivialis</i> | Gewöhnliches Rispengras | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 |
| | <i>Elytrigia repens</i> | Gemeine Quecke | - | - | - | 0.5 | - | - | - | 0.5 | - | - | 0.5 | 3 |
| | <i>Galium album</i> | Wiesen-Labkraut | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | 1 | 0.5 | - | - |
| | <i>Rumex crispus</i> | Krauser Ampfer | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Valeriana repens</i> | Kriechender Baldrian | - | - | - | 0.5 | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | 0.5 |
| | <i>Mentha longifolia</i> | Rossminze | - | - | - | 0,1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Holcus lanatus</i> | Wolliges Honiggras | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - |

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D2****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021**Blatt 3.1-2010-
2021

Hochstaudenflur an der Ulstermündung

Höhe u. Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht:

Kr.: bis 1,2 m / 85 % ; 2014: 99 %; 2016-2017: bis 1,8 m/100 %; 2018: bis 1,3m/99%; 2019: bis 1,5m/95%

2020: bis 1,2 m/ 80%; 2021: 1,2 m / 98%

| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | 18.6.2010 | 08.7.2011 | 11.7.2012 | 10.7.2013 | 29.7.2014 | 03.7.2015 | 29.6.2016 | 11.7.2017 | 17.8.2018 | 18.7.2019 | 01.9.2020 | 24.8.2021 |
| | <i>Glechoma hederacea</i> | Gundermann | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 0.5 | 0.5 | - | - |
| | <i>Potentilla reptans</i> | Kriechendes Fingerkraut | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - |
| | <i>Calystegia sepium</i> | Zaunwinde | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.1 | - | 0.1 |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Festuca rubra</i> | Rotschwingel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - |
| | <i>Agrostis stolonifera</i> | Weißes Straußgras | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| | <i>Torilis japonica</i> | Japanischer Klettenkerbel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| | <i>Epilobium parviflorum</i> | Kleinblütiges Weidenröschen | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Sonchus asper</i> | Raue Gänsedistel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| Artenzahl | | | 9 | 18 | 17 | 20 | 8 | 9 | 15 | 16 | 16 | 15 | 11 | 13 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Alnus glutinosa (Schwarz-Erle), *Fraxinus excelsior* (Gemeine Esche), *Populus tremula* (Aspe), *Salix x rubens* (Hohe Weide), *Symphytum officinale* (Gewöhnlicher Beinwell), Rossmintze (*Mentha longifolia*) 2020 westlich angrenzend, sowie Raukenblättriges Greiskraut (*Senecio erucifolius*) und Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*).

Vegetationsanalyse:

Durch die Aufnahme fläche ist ein innerhalb der Werraau gelegenes Rohr-Glanzgrasröhricht (*Phalaridetum arundinaceae*) erfasst. Das Rohr-Glanzgras nimmt im Nordosten auf etwa 80 der Fläche einen Deckungsanteil von mehr als 60 % ein. Rohr-Glanzgras gilt als Nässe- und Überschwemmungszeiger. Es ist daher davon auszugehen, dass die Aufnahme fläche noch im Überschwemmungsbereich des Flusses liegt. Der hohe Anteil der Acker-Kratzdistel deutet ebenso darauf hin, sowie darauf, dass offene Bodenflächen vorhanden sein müssen, die von dieser Art besiedelt werden können. Diese entstehen in der Flussaue im Überschwemmungsbereich durch die Ablagerung von Bodenmaterial bzw. Substratumlagerungen.

Es sind mit Glatthafer, Wiesen-Bärenklau, Zaun-Wicke, Gemeinem Knäuelgras und Wiesen-Fuchsschwanz auch Arten des Wirtschaftsgrünlandes bzw. der Auen-Glatthaferwiesen vorhanden, so dass von einer zumindest ehemaligen Wiesenmahd ausgegangen werden kann. Das Rohr-Glanzgras ist in der Aufnahme fläche dominant. Es ist von stabilen Standortverhältnissen und somit von einem vergleichsweise geringen Einfluss des Werrahochwassers bzw. von nur kurzzeitigen und flachen Überschwemmungen in diesem Auenbereich auszugehen. Das Rohr-Glanzgras vermag durch die Ausbildung eines dichten Streufilzes aus abgestorbenem Pflanzenmaterial das Aufkommen anderer Pflanzenarten zu unterdrücken, und zwar durch die einfache Übershattung und dadurch, dass Samenmaterial anderer Arten den Boden nicht erreicht. Chancen, sich im Rohr-Glanzgras-Röhricht auszubreiten haben nur Arten, die sich über Ausläufer im jeweiligen Bestand etablieren können, wie beispielsweise die Acker-Kratzdistel.

Vegetationsprognose:

Eine Fragestellung für die weiteren Vegetationsaufnahmen ist es, ob und welche Gehölzarten in Zukunft in der Aufnahme fläche Fuß fassen werden. Bei Nutzungsauffassung ist eine Vegetationsentwicklung bis hin zum potentiell natürlichen Weiden-Auenwald zu erwarten.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Es gelten auch hier die für Fläche D7 getroffenen Aussagen: Die Dauerbeobachtungsfläche liegt im Bereich des Überschwemmungsgebietes der Werra und war während des sehr hohen Frühlingshochwassers 2011 längere Zeit überschwemmt. Damit standen umfangreiche Feinmaterialumlagerungen in Verbindung. In der Fläche sind auch deutliche Fluktuationen der Arten feststellbar, die ebenfalls auf das während des Hochwassers dort langsam fließende Flusswasser zurückzuführen sind. Trotz der mit dem Hochwasser einhergegangenen Feinstoffablagerungen in der Fläche ist die Vegetationsbedeckung mit 100 % sehr hoch. Die vorhandenen Arten konnten sich demnach problemlos aus den Wurzeln regenerieren.

Das Hochwasser hat Platz gemacht für die Ausbreitung neuer Arten in der Fläche und somit für Dynamik gesorgt. Allein die Artenzahl hat sich von 9 auf 18 verdoppelt. Das hängt mit dem Abbau der Grasstreu- schicht zusammen, die zuvor ein Aufkommen weiterer Arten nahezu verhindert hat. In Folge des Hochwas- sers wurde die Streuschicht weitgehend abgebaut oder verfrachtet. Eingebraachte Samen vermochten zu keimen.

Im Speziellen macht sich diese Veränderung durch den Rückgang des Rohrglanzgrases (*Phalaris arundi- nacea*) bemerkbar. Profitiert hat zum einen der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*). Zum anderen konnte sich die Wehrlose Trespe (*Bromus inermis*) weiter ausbreiten. Mit dem Rohrschwengel (*Festuca arundi- nacea*), der Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*), dem Rüben-Kälberkropf (*Chaerophyllum bulbosum*) und dem Ampfer-Knöterich (*Polygonum lapathifolium*) kamen weitere Wechselfeuchtezeiger hinzu. Ran- ken- und Ausläufer bildende Pflanzen konnten die entstandenen Freiräume besetzen und eine Schleierge- sellschaft bilden. Dazu kamen zu der schon vorhandenen Vogelwicke (*Vicia cracca*) Ackerwinde (*Convol- vulus arvensis*), Kleb-Labkraut (*Galium aparine*), Kratzbeere (*Rubus caesius*) und Zaunwicke (*Vicia sepi- um*) hinzu.

Zusammenfassend sind die Veränderungen der Vegetation von 2010 zu 2011 innerhalb der Dauerbe- obachtungsfläche als typische Fluktuationen am Auestandort zu werten und durch Veränderungen in Folge des Hochwassers entstanden.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

In 2012 ist eine starke Ausbreitung der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) zu verzeichnen. Es sei in die- sem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass das ökologische Verhalten der Acker-Kratzdistel als salzer- tragend (Salzzahl 1) eingestuft wird (ELLENBERG et al. 1991: 96). Der Boden weist allerdings keine Ver- salzungsmerkmale auf, so dass andere Ursachen wahrscheinlich sind.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit ist die Entstehung offener Bodenflächen durch Abtrag bzw. Aufschüt- tung von Boden und die damit zusammenhängende Zurückdrängung der Vegetation wie sie im Zuge der Werrahochwässer im Auenbereich zu beobachten ist. Eine derart hohe Zunahme der Acker-Kratzdistel ist jedoch damit wahrscheinlich nicht erklärbar. Die weitere Vegetationsentwicklung ist abzuwarten.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Nach lang anhaltendem und hoch anstehendem Frühjahrshochwasser der Werra, das die Dauerbeobach- tungsfläche offenbar überflutet hat, stellt sich die Vegetation wieder deutlich anders dar. Zum einen ist der starke Rückgang der salztoleranten Kratzdistel zu verzeichnen. Andererseits ist die weitere Ausbreitung des Nährstoffzeigers Große Brennnessel zu beobachten sowie der weiteren Nährstoffzeigers Kleb- Labkraut und Kratzbeere. Mit dem Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), dem Acker-Schachtelhalm, dem neu hinzugekommenen Gemeinen Rispengras (*Poa trivialis*), der Rossminze (*Mentha longifolia*) und dem Kriechenden Baldrian (*Valeriana repens*) haben sich Frische- bis Feuchtezeiger wieder ausgebreitet.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

In 2014 nahmen Rohrglanzgras, Große Brennnessel und Glatthafer große Flächenanteile ein. Die hoch- wüchsigen Arten und deren ausgeprägte Streufilz sorgten zu einer Ausdunkelung der meisten weiteren Arten. Die Artenzahl nahm im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 50 % ab. Eine Beeinflussung durch Salz ist in der Vegetation nicht festzustellen.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

In 2015 ist erneut ein Rückgang des Rohr-Glanzgrases zu verzeichnen. Es nimmt weiterhin den Osten der Dauerbeobachtungsfläche ein, während sich im Westen die große Brennnessel ausgebreitet hat. Diese eutraphente Hochstaude nimmt über die letzten 5 Jahre mit 45 % Deckungsanteil den bisher mit Abstand höchsten Wert ein. Bemerkenswert ist die Standorttreue der Unbewehrten Trespe, die in den letzten 5 Jah- ren in wechselnden Anteilen an immer der gleichen Stelle im Osten von D1 nachgewiesen werden konnte. Ein Hinweis auf eine Veränderung der Standortverhältnisse kann aus der Änderung der Vegetation jedoch nicht abgelesen werden. Der Standort ist weiterhin als (wechsel-)feucht, nährstoffreich, vom Werra- Hochwasser beeinflusst zu beschreiben und unterliegt keiner anthropogenen Nutzung. Eine Beeinflussung durch Salzbelastung ist an Hand der Vegetation nicht erkennbar.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

In 2016 wurde die Dauerbeobachtungsfläche fast durchweg von Großer Brennnessel eingenommen. Der Deckungsgrad des damit korrespondierenden Nährstoffzeigers Kleblabkraut stieg ebenfalls deutlich an. Rohrglanzgras und Glatthafer verloren hingegen an Deckungsanteilen in der Fläche. Gleichzeitig stieg jedoch die Vielfalt der Pflanzenarten von 9 im Vorjahr auf nunmehr 15 an. Der hohe Anteil der Nährstoffzeiger bestätigt die hohen Nährstoffgehalte des Bodens. Dafür spricht auch die deutlich größere Wuchshöhe der Vegetation, 1,8 m im Gegensatz zu 1,2 m im Vorjahr. Vermutlich hat jedoch nur eine bessere Durchfeuchtung des Bodens zu dieser Stickstoffmobilisierung in dem ohnehin schon nährstoffreichen Auenboden geführt. Hinweise auf eine Salzbelastung lagen nicht vor.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

In 2017 ist ein deutlicher Rückgang des Nährstoffzeigers Große Brennnessel und eine Wiederausbreitung des Glatthafers zu beobachten. Das Rohrglanzgras hat sich bei einem Tiefststand von nur 5% Deckungsanteil eingefunden. Aus dem ehemaligen Rohrglanzgrasröhricht hat sich eine stark gestörte, hochwüchsige Glatthaferwiese entwickelt. Diese liegt jedoch seit Jahren brach und weist eine deutliche Streuschicht auf. In dem dicht und hoch aufgewachsenen Vegetationsbestand sind allenfalls Arten mit nennenswerten Anteilen konkurrenzfähig, die sich vegetativ in der Fläche auszubreiten vermögen bzw. durch Ranken das lichtarme Bestandesinnere überwinden können. Dazu zählen in 2017 Kratzbeere, Klett-Labkraut, Vogelwicke, Kriech-Baldrian und das neu hinzu gekommene Kriechende Fingerkraut. Der mit hohem Anteil neu hinzugekommene Gundermann ist ein weiterer Stickstoffzeiger. Die Art ist niedrig wüchsig, überdauert den Winter jedoch mit grünen Blättern und erlangt in dem dann lichterem Gras-Hochstauden-Bestand Konkurrenzvorteile. Stickstoffzeiger prägen 2017 weiterhin den Standort. Dieser Sachverhalt ist für die sporadisch überschwemmte Flussaue typisch. Salzpflanzen spielen aktuell keine Rolle.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Nach anhaltender Trockenheit ist die Wuchshöhe der Vegetation innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche mit 1,3 Metern relativ gering. Der Anteil der Nährstoffzeiger Große Brennnessel, Kleb-Labkraut und Kratzbeere ist mit 90 Prozent weiterhin sehr hoch. Die Trockenheit begünstigte auch die Wehrlose Trespe, die mit dieser Widrigkeit der Standortverhältnisse besser zurecht kommt. Sie hat ihr Areal in etwa verdreifacht. Vom Westrand aus hat sich Wiesen-Labkraut in die Dauerbeobachtungsfläche ausgebreitet. Als Kriechpflanze vermag es höher wüchsige Stauden und Gräser gespinntartig zu überziehen und erlangt hier einen deutlichen Vorteil gegenüber anderen Arten. Deutlich zu erkennen sind Fraßspuren durch Schnecken und Rehwild, Wildwechsel führen quer durch die Flussaue. Von einer Beeinflussung der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche durch Wild ist auszugehen. Salztolerante Arten oder Salzpflanzen treten weiterhin nicht auf.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 ist in der Dauerbeobachtungsfläche zunächst eine deutlich ausgeprägte Streuschicht festzustellen. Außerdem haben dort zwei Ameisenvölker Erdhügel errichtet, die weitgehend vegetationslos sind. Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation war daher leicht rückläufig.

Der Überschwemmungszeiger Rohrglanzgras ist bis auf ein Einzelexemplar zurückgegangen. Der Glatthafer, ein Frische- bis mäßiger Trockenzeiger, hat seinen Deckungsanteil wieder auf die 2010/11 vorhandenen 25% ausgedehnt. Diese Aussage wird gestützt durch das Neu-Auftreten des Frischezeigers Rotschwingel.

Nährstoffzeiger sind weiterhin sehr stark vertreten bzw. dominant. Die ausgeprägte Streuschicht spricht für einen verringerten Abbau organischer Substanz in 2019, einem durch Trockenheit geprägten Jahr. Die Trockenheit ist auch als Grund für die Ansiedlung von Erd-Ameisen anzusehen, da sie auf zeitweise Durchnässung oder Überstauung des Bodens empfindlich reagieren. Obwohl der Wechselwasserzeiger Schilf und der Überschwemmungszeiger Rossminze im Umgebungsbereich der Dauerbeobachtungsfläche festzustellen sind, ist das fast vollkommene Verschwinden des Rohrglanzgrases mit dem Einfluss der Bodentrockenheit zu erklären.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 ist eine deutliche Verschiebung im Artenspektrum zu erkennen. Die Große Brennnessel nimmt nur einen Deckungsanteil in Höhe von 20 % statt vorher 60 % ein. Die Kratzbeere hat ihr Areal dagegen von 15 % auf 35 % mehr als verdoppelt. Beide Arten sind Nährstoffzeiger und von Natur aus in Überschwemmungsbereichen der Flussauen vertreten. Der Gesamtdeckungsgrad hat auf 80 % abgenommen. Die salztolerante Art Acker-Kratzdistel ist in der Dauerbeobachtungsfläche nur noch schwach vertreten.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

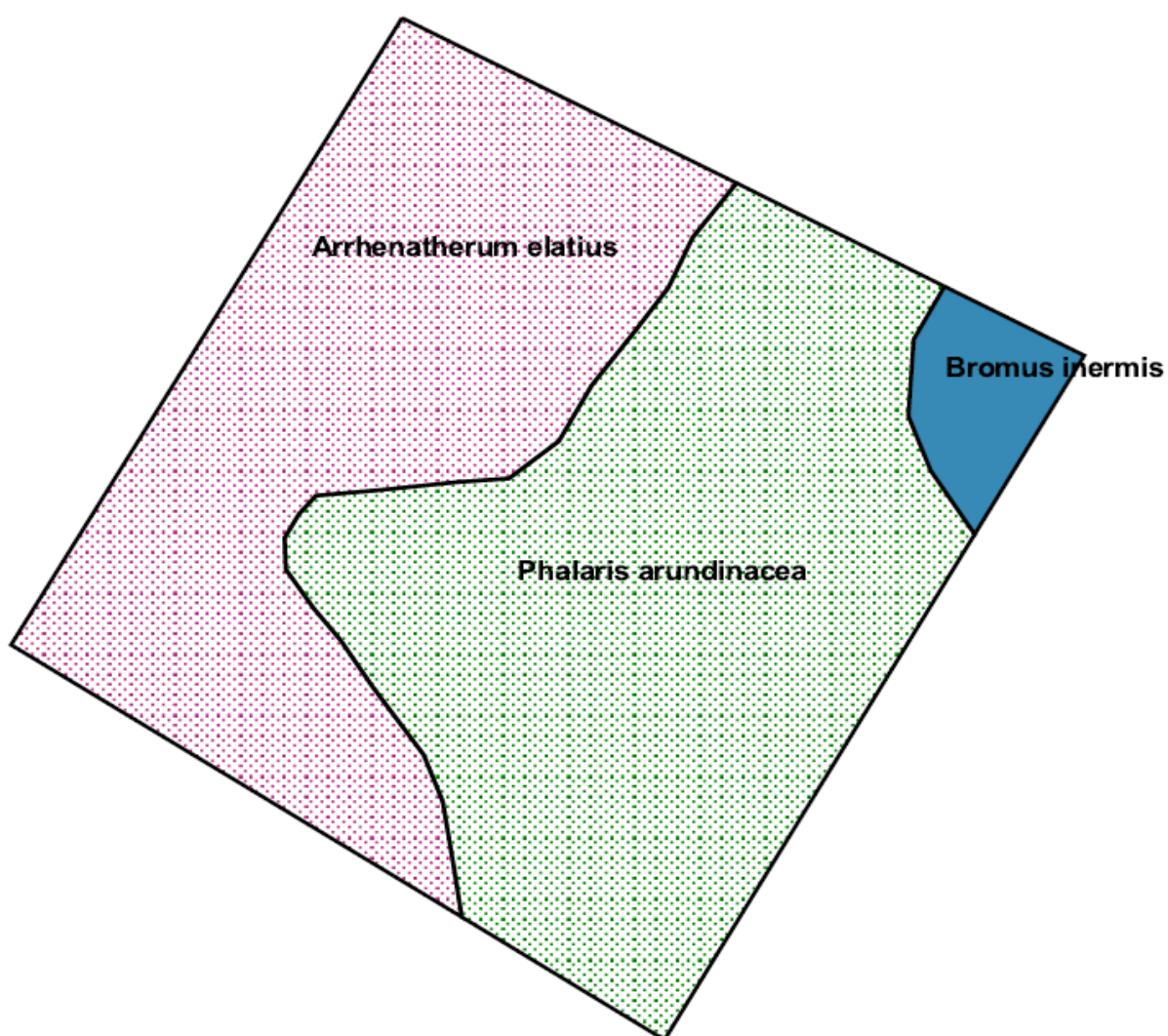
In 2021 haben sich die Nährstoffzeiger Große Brennnessel und Kratzbeere in der Monitoringfläche deutlich ausgebreitet und Glatthafer wurde dominant. Am Nordrand bildete ein Erdhügel der Schwarzen Weg-Ameise (*Lasius niger*) die einzige vorhandene offene Bodenfläche. Mit einem Einzelexemplar war dort die

für nährstoffreiche Ruderalstellen typische Raue Gändedistel verteten. Die salztolerante Acker-Kratzdistel hat ihr Areal verdoppelt, kommt mit 1 % Deckungsanteil in der Monitoringfläche jedoch kaum zur Geltung.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D2****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2011**Blatt 3.2-
2011

Hochstaudenflur an der Ulstermündung

Seite 1



DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D2****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2012**Blatt 3.2-
2012

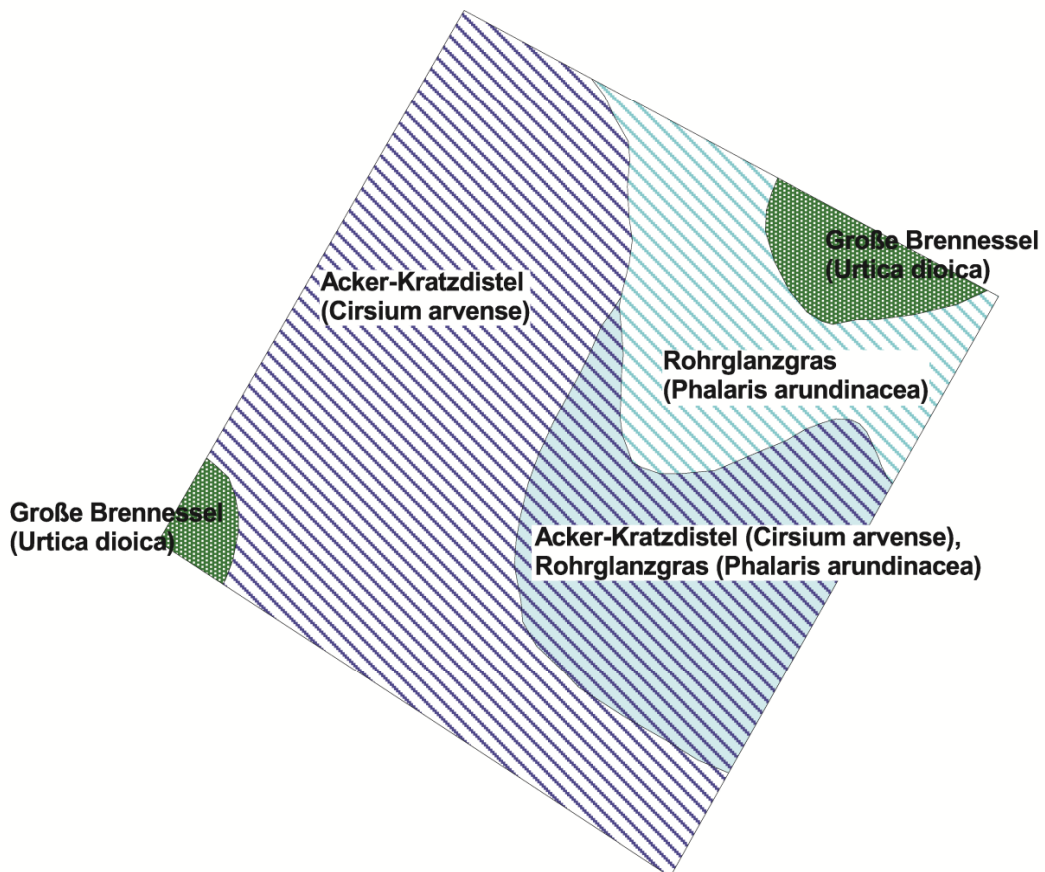
Hochstaudenflur an der Ulstermündung

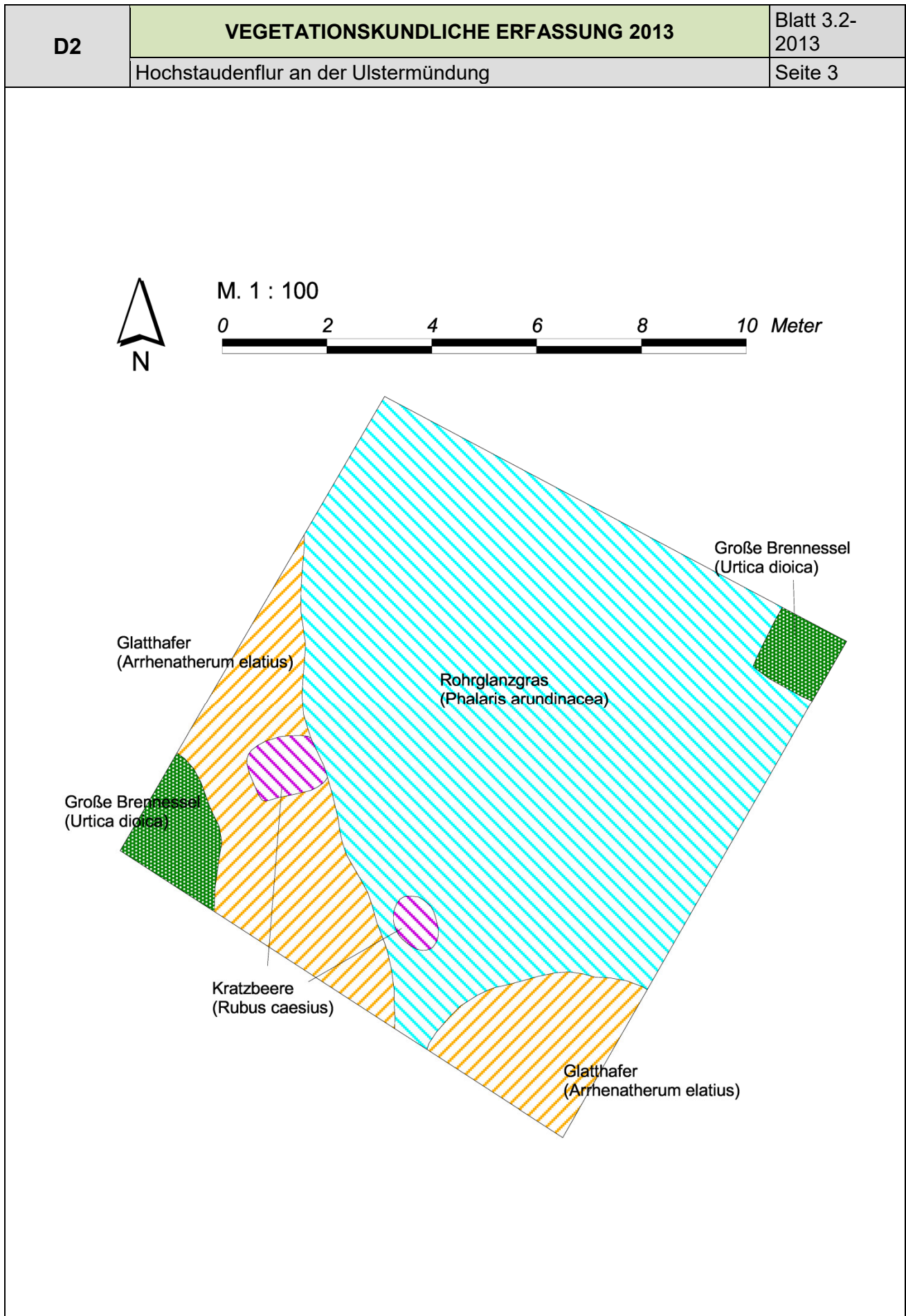
Seite 2

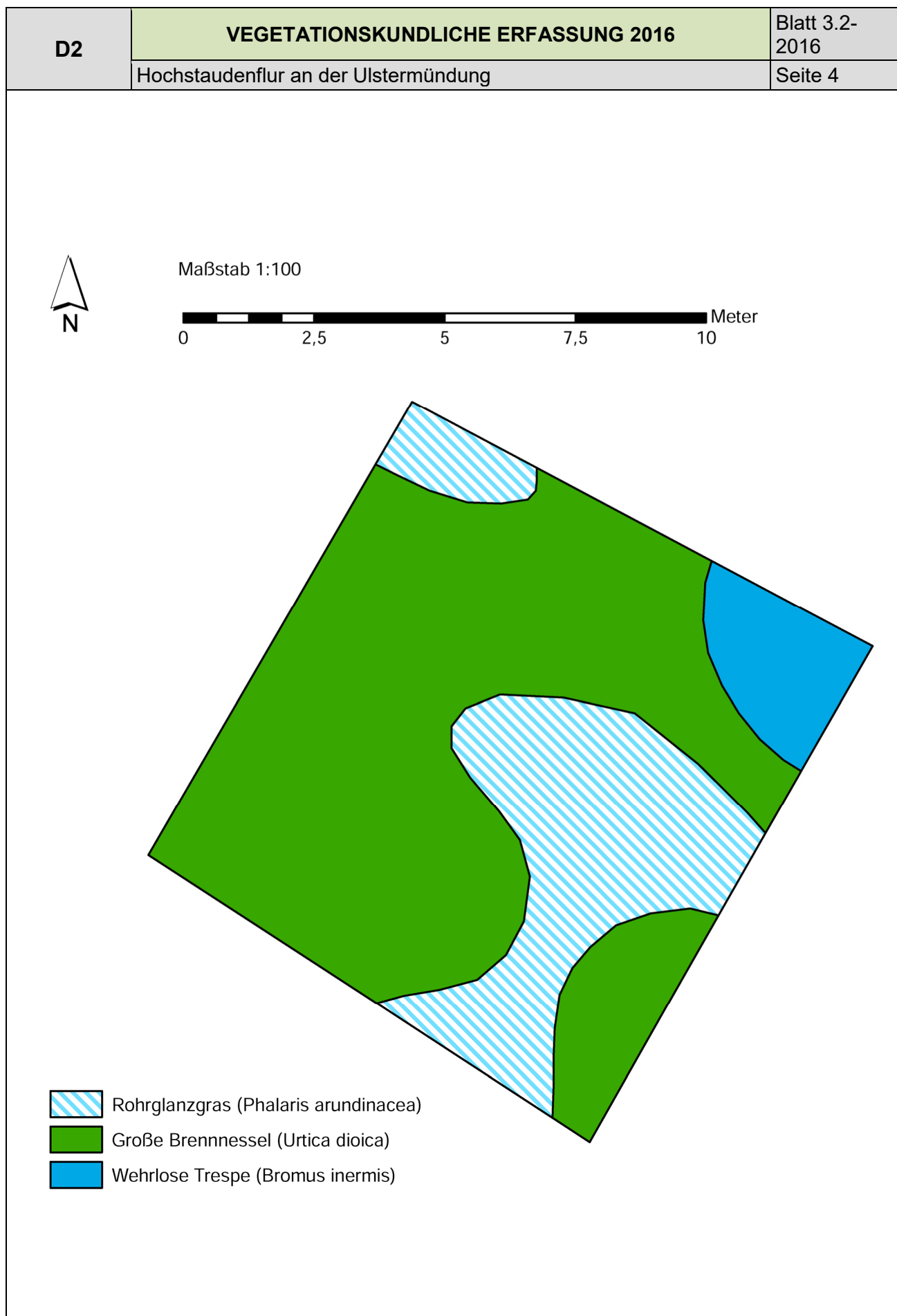


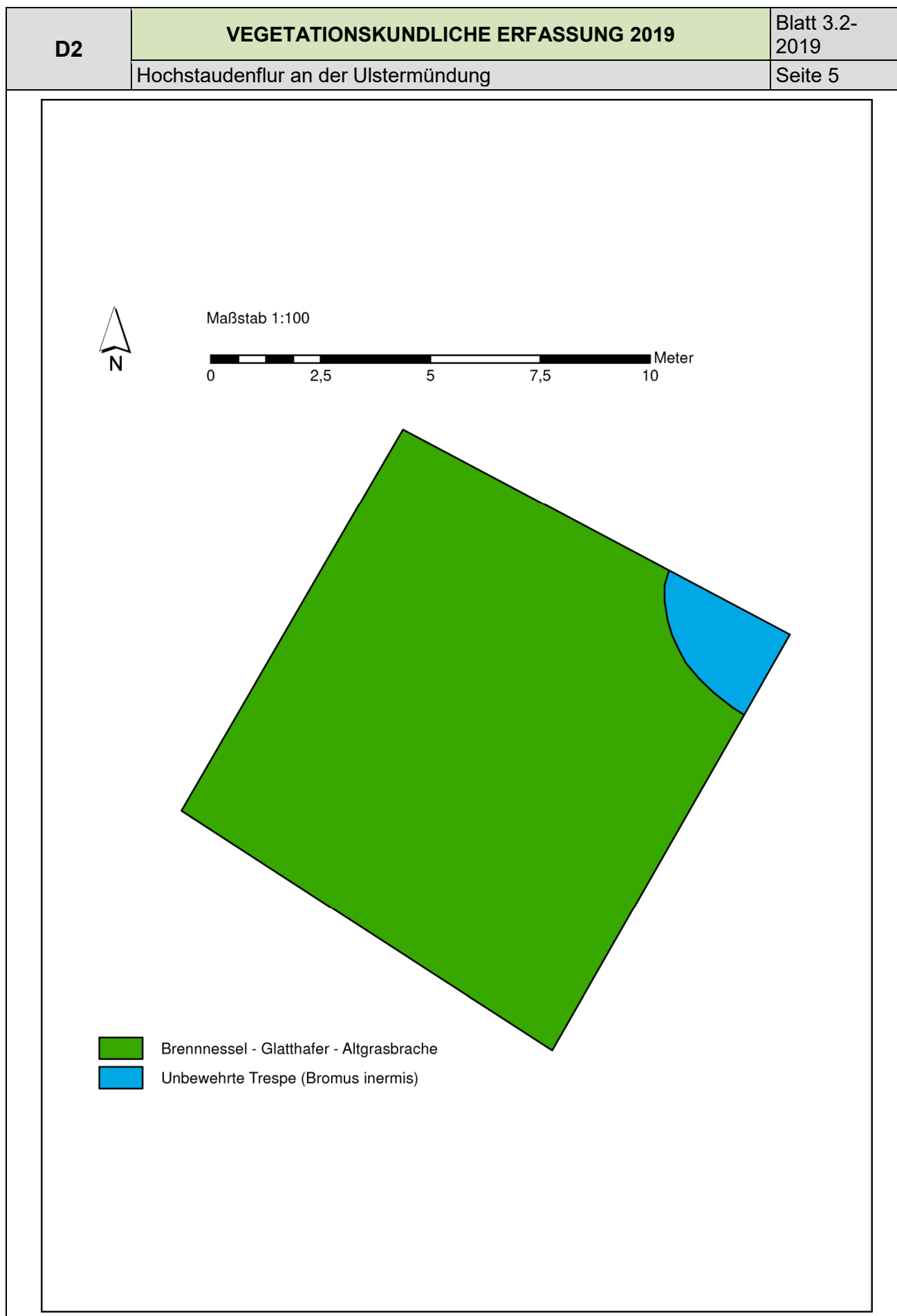
M. 1 : 100

0 2 4 6 8 10 Meter









D2

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2021

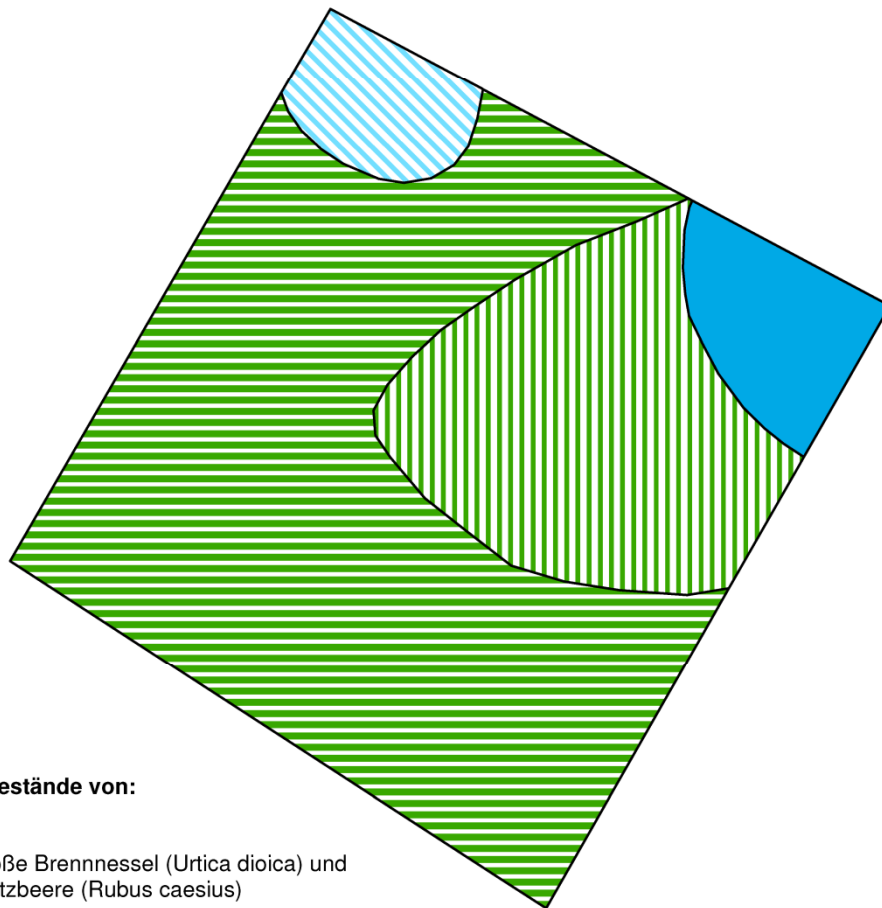
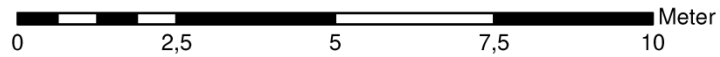
Blatt 3.2-
2021

Hochstaudenflur an der Ulstermündung


Seite 6




Maßstab 1:100






Dominanzbestände von:

 Große Brennnessel (*Urtica dioica*) und Kratzbeere (*Rubus caesius*)

 Glatthafer (*Arrhenaterum elatius*) und Quecke (*Elytrigia repens*)

 Unbewehrte Trespe (*Bromus inermis*)

 Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*)

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|---|--------------------------------|--|
| D3 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Hangwald westlich Philippsthal | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Die Untersuchungsfläche D3 liegt am westlichen Ortsrand von Philippsthal, etwa 100 m nördlich der Werra <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Philippsthal (Werra) <u>Gemarkung:</u> Philippsthal <u>Flur:</u> 12 <u>Flurstück:</u> 14 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3570066,41; 5634721,01 3570064,26; 5634696,78 3570040,91; 5634694,92 3570042,40; 5634720,34 <u>Flächengröße:</u> 24 x 24 m, 585 m ² <u>Höhe ü.NN:</u> 367 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> Südsüdost <u>Anmerkung:</u> relativ geringe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastungen gemäß Ausbreitungsberechnung | | Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte. <u>Boden:</u> Beprobung von 3 Horizonten bis ca. 100 cm Tiefe | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|------------|--|-----------|--------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| D3 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | Blatt 2.1 | | |
| | Hangwald westlich Philippsthal | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 22.06.2010 | | | | | <u>Bodenform:</u> podsolige Braunerde aus Buntsandstein <u>Humusform:</u> rohhumusartiger Moder | | | | | | | |
| Tiefe | Ho-ri-zont | Humus | Boden-art | Grob-boden | Ausgangs-gestein | Carbo-nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | Bleich flecken | |
| + 12 | L | | | | | | | | | | | |
| + 10 | Of | | | | | | | | | | | |
| + 7 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 5 | Ahe | 2-5 | Uls | 5 | Hauptlage Bsst. | 0 | 7,5 YR 5/2 braun | - | - | - | - | |
| - 50 | Bv ₁ | < 1 | SI3 | 10 | Hauptlage Bsst. | 0 | 7,5 YR 5/3 hellbraun | - | - | - | - | |
| - 60 | Bv ₂ | 0 | SI3 | 30 | Buntsandstein | 0 | 5 YR 5/3 rötlich braun | - | - | - | - | |
| - 100 | Bv ₃ | 0 | TI | 30 | Buntsandstein | 0 | 2,5 YR 4/4 rötlich braun | - | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------|------|--------------------------|-----------|----------------|-----|----------------|------|
| D3 | | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | |
| | | Hangwald westlich Philippssthal | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 22.06.2010, 05.09.2013, 25.07.2016, 28.08.2019 | | | | | Bodenform: podsolige Braunerde aus Buntsandstein | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01 M CaCl ₂ | pH 0,1 M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | |
| - 5 | Oh, Ahe | 2010 | 3,91 | 3,97 | 9,2 | 10,0 | 5,27 | 1,30 | 0,59 | 0,11 | 1,77 | 0,31 | 0,08 | 0,54 | | | |
| | | 2013 | 4,00 | 3,90 | 10,3 | 12,8 | 5,95 | 1,72 | 0,65 | 0,11 | 3,41 | 0,26 | 0,12 | 0,55 | | | |
| | | 2016 | 3,95 | 3,97 | 7,7 | 10,1 | 5,89 | 1,54 | 0,48 | 0,11 | 1,24 | 0,29 | 0,05 | 0,48 | | | |
| | | 2019 | 4,04 | 3,91 | 9,0 | 8,9 | 4,10 | 1,08 | 0,49 | 0,06 | 2,33 | 0,19 | 0,09 | 0,55 | | | |
| - 50 | Bv ₁ | 2010 | 3,88 | 4,33 | 2,9 | 3,3 | 0,74 | 0,28 | 0,36 | 0,05 | 1,57 | 0,03 | 0,08 | 0,22 | | | |
| | | 2013 | 3,86 | 4,20 | 3,8 | 4,9 | 1,12 | 0,45 | 0,44 | 0,09 | 2,26 | 0,05 | 0,18 | 0,30 | | | |
| | | 2016 | 3,73 | 4,05 | 2,8 | 3,7 | 1,05 | 0,42 | 0,30 | 0,07 | 1,35 | 0,04 | 0,06 | 0,40 | | | |
| | | 2019 | 5,79 | 5,27 | 4,2 | 4,2 | 3,01 | 0,46 | 0,37 | 0,06 | 0,18 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | | | |
| - 100 | Bv ₂₊₃ | 2010 | 3,69 | 4,27 | 5,7 | 6,3 | 1,21 | 0,68 | 0,79 | 0,10 | 3,15 | 0,01 | 0,06 | 0,25 | | | |
| | | 2013 | 4,20 | 4,20 | 5,2 | 5,1 | 1,37 | 0,75 | 0,80 | 0,12 | 2,80 | 0,02 | 0,19 | 0,27 | | | |
| | | 2016 | 3,72 | 4,13 | 3,9 | 4,9 | 1,53 | 0,74 | 0,54 | 0,11 | 1,60 | 0,02 | 0,06 | 0,32 | | | |
| | | 2019 | 5,80 | 5,72 | 5,6 | 5,7 | 3,94 | 0,76 | 0,72 | 0,09 | 0,10 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | | | |
| | | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. [µS/cm] | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ [%] | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | | [mg/l] | | | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 5 | Oh, Ahe | 2010 | 6,1 | 71,0 | n.b. | n.b. | 7,70 | 7,30 | 72,9 | 52,9 | 13,0 | 5,9 | 1,1 | 17,8 | 3,1 | 0,8 | 5,4 |
| | | 2013 | 5,27 | 65,3 | n.b. | n.b. | 2,57 | 3,75 | 66,0 | 46,6 | 13,5 | 5,1 | 0,9 | 26,7 | 2,0 | 0,9 | 4,3 |
| | | 2016 | 5,27 | 73,7 | 1,40 | n.b. | 2,96 | 4,50 | 79,6 | 58,5 | 15,3 | 4,8 | 1,1 | 12,3 | 2,9 | 0,4 | 4,8 |
| | | 2019 | 5,34 | 57,4 | 0,86 | 1,40 | 1,95 | 3,72 | 64,5 | 46,1 | 12,1 | 5,5 | 0,7 | 26,2 | 2,1 | 1,0 | 6,2 |
| - 50 | Bv ₁ | 2010 | 5,4 | 45,0 | n.b. | n.b. | 2,70 | 3,80 | 42,9 | 22,2 | 8,4 | 10,8 | 1,5 | 47,1 | 0,9 | 2,4 | 6,6 |
| | | 2013 | 5,31 | 32,8 | n.b. | n.b. | 1,25 | 2,17 | 42,9 | 23,0 | 9,2 | 8,9 | 1,8 | 46,4 | 0,9 | 3,7 | 6,1 |
| | | 2016 | 5,49 | 39,7 | 0,73 | n.b. | 1,45 | 2,87 | 49,9 | 28,5 | 11,4 | 8,0 | 1,9 | 36,8 | 1,1 | 1,6 | 10,8 |
| | | 2019 | 6,82 | 74,8 | 0,57 | 1,34 | 1,34 | 3,63 | 94,0 | 72,5 | 11,1 | 8,9 | 1,4 | 4,3 | 0,7 | 1,0 | 0,0 |
| - 100 | Bv ₂₊₃ | 2010 | 5,5 | 50,0 | n.b. | n.b. | 5,10 | 4,9 | 44,5 | 19,4 | 10,9 | 12,6 | 1,6 | 50,4 | 0,2 | 1,0 | 4,0 |
| | | 2013 | 5,64 | 39,5 | n.b. | n.b. | 2,73 | 3,65 | 60,1 | 27,1 | 14,8 | 15,8 | 2,4 | 30,4 | 0,4 | 3,8 | 5,3 |
| | | 2016 | 6,37 | 30,8 | 1,50 | n.b. | 2,19 | 4,34 | 59,3 | 31,1 | 15,0 | 11,0 | 2,2 | 32,5 | 0,4 | 1,2 | 6,5 |
| | | 2019 | 7,17 | 91,5 | 1,31 | 1,47 | 1,73 | 4,82 | 97,3 | 69,6 | 13,4 | 12,7 | 1,6 | 1,8 | 0,4 | 0,5 | 0,0 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | magnesian properties (Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------------------------|----------|--------|-----------------|-----------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 5 | Oh, Ahe/2010 | 7,3 | 15,4 | 0,8 | 2,5 | 0,42 | 0,17 | 0,72 | 0,43 | 0,16 | 0,07 | 0,072 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 50 | Bv ₁ /2010 | 6,5 | 38 | 3,6 | 4,5 | 1,6 | 0,66 | 1,4 | 1,6 | 6,3 | 0,17 | 0,33 | 0,3 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 100 | Bv ₂₊₃ /2010 | 5,9 | 67 | 7,5 | 7,8 | 2,5 | 1,1 | 2,6 | 2,8 | 0,22 | 0,062 | 0,08 | 0,4 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| gering salzhaltig | | | | | | | | | | | | | |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeeinträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 5 | Oh,Ahe/2010 | 5,9 | 21,0 | < 0,3 | 40,0 | 15,0 | 27,0 | < 0,5 | 50,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 5,04 | 25,9 | < 0,20 | 10,8 | 5,9 | 7,8 | < 0,40 | 24,5 | 0,12 |
| | 2016 | 5,31 | 27,9 | < 0,2 | 9,6 | 6,2 | 7,5 | < 0,40 | 24,3 | 0,16 |
| | 2019 | 6,6 | 32,3 | 0,21 | 13,6 | 9,3 | 13,3 | < 0,20 | 32,4 | 0,16 |
| - 50 | Bv1/2010 | 4,3 | 22,0 | < 0,3 | 8,9 | 4,1 | 4,9 | < 0,5 | 19,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 1,92 | 8,6 | < 0,20 | 10,6 | 2,4 | 6,4 | < 0,40 | 17,5 | < 0,05 |
| | 2016 | 2,31 | 7,9 | < 0,2 | 9,3 | 2,4 | 6,1 | < 0,40 | 17,8 | < 0,05 |
| | 2019 | 2,6 | 8,9 | < 0,10 | 14,2 | 5,7 | 12,1 | < 0,20 | 24,6 | < 0,05 |
| - 100 | Bv2+3/2010 | < 3,0 | 5,7 | < 0,3 | 13,0 | < 2,0 | 7,2 | < 0,5 | 19,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,47 | 5,1 | < 0,20 | 19,8 | 3,4 | 12,7 | < 0,40 | 26,2 | < 0,05 |
| | 2016 | 2,97 | 2,7 | < 0,2 | 15,4 | 2,8 | 11,4 | < 0,40 | 23,9 | < 0,05 |
| | 2019 | 3,2 | 4,0 | < 0,10 | 18,9 | 4,1 | 12,6 | < 0,20 | 25,0 | 0,08 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | 10 | 34 | 0,40 | 21 | 7 | 13 | 0,18 | 38 | 0,07 |
| Hintergrundwerte Unterboden ⁴ | | 17 | 39 | 0,60 | 71 | 31 | 74 | 0,36 | 110 | 0,06 |
| Vorsorgewerte ⁵ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 5 | Oh,Ahe/2010 | < 100 | 250 | < 40 | < 100 | < 100 | 130 | < 100 | 2600 | < 100 |
| | 2013 | 11 | 270 | 55,4 | 25 | 67,5 | 251 | < 20 | 3580 | < 2 |
| | 2016 | < 5,0 | 125 | 25,7 | < 10 | 29,8 | 82 | < 10 | 608 | < 2 |
| | 2019 | < 100 | 69 | 50 | < 40 | < 100 | 340 | < 40 | 3420 | < 2 |
| - 50 | Bv1/2010 | < 100 | 280 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 580 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 275 | 20,4 | 24 | 65 | 216 | < 20 | 956 | < 2 |
| | 2016 | < 5,0 | 163 | 11,5 | < 10 | 30,2 | 71 | < 10 | 298 | < 2 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 110 | < 2 |
| - 100 | Bv2+3/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 170 | < 100 | 280 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 100 | 14,3 | 56 | 96 | 335 | < 20 | 352 | < 2 |
| | 2016 | < 5,0 | 42 | 5,9 | < 10 | 27,7 | 70 | < 10 | < 100 | < 2 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 180 | < 40 | < 100 | < 2 |
| Tiefe | Horizont | PAK ¹⁶ | Benzo (a)pyren | | PCB ⁶ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 5 | Oh,Ahe/2010 | 0,26 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | 0,18 | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | 0,23 | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | 0,09 | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 50 | Bv1/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 100 | Bv2+3/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁶ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁷ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁸ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |
| ¹ Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ² Oberboden Wald sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten, ³ Unterboden lössarmer Substrate aus Psammiten und Psephiten und ⁴ Unterboden lössarmer Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁵ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand Lehm/Schluff Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁶ Wald Auflage und ⁷ Oberboden Laubwald (bundesweit Hessen) (LABO 2017) ⁸ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% > 8% (BBodSchV) | | | | | | | | | | |

¹ Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ² Oberboden Wald sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten, ³ Unterboden lössarmer Substrate aus Psammiten und Psephiten und ⁴ Unterboden lössarmer Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁵ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁶ Wald Auflage und ⁷ Oberböden Laubwald (bundesweit I Hessen) (LABO 2017) ⁸ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen.

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:**Bestandsaufnahme 2010**

Die Dauerbeobachtungsfläche befindet sich in einem Bereich relativ geringer betriebsbedingter Immissionszusatzbelastungen, die unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Die Probennahmefläche liegt in hängiger Lage. Dort sind podsolige Braunerden aus Buntsandstein entstanden. Die Bodenart ist lehmiger Sand. Im Unterboden sind in 60 – 100 cm Tiefe lehmige Tone vorzufinden. Der Boden ist nährstoffarm und sehr stark versauert. Demzufolge ist die Zersetzung und Einmischung der organischen Substanz durch Bodentiere in den Oberboden vermindert, so dass eine mächtige Humusauflage und die Humusform rothumusartiger Moder vorliegt. Im Ahe-Horizont sind erste Podsolierungsmerkmale erkennbar.

Die Böden sind stark sauer. Die negativen Bodenladungen sind daher zu hohem Anteil mit Aluminium besetzt. Die effektive Kationenaustauschkapazität ist gering. Es liegen keine Anzeichen hinsichtlich einer Salzanreicherung vor. Die Natriumbelegung ist gering und liegt in Höhe der üblicherweise in deutschen Waldböden vorzufindenden Gehalte von < 2 % (PRENZEL & SCHULTE-BISPING, 1991). Die Magnesiumbelegung ist sehr hoch und die K-Belegung hoch bis sehr hoch. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluats sind gering, wenn auch die Chlorid- und Sulfatgehalte im Vergleich zur Referenzmessstelle mit vergleichbarer Bodenmorphologie geringfügig erhöht sind.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar. Die PAK₁₆ und Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) sind ebenfalls gering. Im Oh, Ahe-Horizont werden die Hintergrundgehalte bei Cr, Cu, Ni und Zn geringfügig überschritten. Die Vorsorgewerte für Nickel werden im Oberboden überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei pH < 5 herabgesetzt: für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend Sand und für Ton entsprechend Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann nicht von einer Anreicherung ausgegangen werden.

Die Prüfwerte für die leicht löslichen Blei- und Zinkgehalte im Ammoniumnitratextrakt sind im Oh, Ahe und Bv₁-Horizont überschritten. Dies ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen und ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et. al 2005). Die Prüfwerte gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Am Standort sind keine Belastungen durch Schadstoffe oder Salze feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Im Jahr 2010 wurden im Oh, Ahe-Horizont die Hintergrundgehalte bei Cr, Cu, Ni und Zn geringfügig überschritten. Bei der Beprobung des Jahres 2013 lagen die Cr, Cu, Ni und Zn-Gehalte in diesem Horizont im Hintergrundbereich. Im Gegensatz zu 2010 waren außerdem die Chlorid und Sulfatgehalte im Eluat sehr gering und lagen im Bereich der Werte der Referenzmessstelle mit vergleichbarer Bodenmorphologie. Ansonsten entsprachen die Stoffgehalte den im Jahr 2010 ermittelten Werten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Die effektive Kationenaustauschkapazität ist im gesamten Boden etwas geringer als im Jahr 2013. Die Al-Belegung nahm bis 50 cm Tiefe zu Gunsten von Ca und in geringem Ausmass zu Mg deutlich ab, was in einer zunehmenden Basensättigung resultiert. Bei Kalium nahmen die austauschbaren Gehalte dagegen ab. Die pH-Werte (0,01 M CaCl₂) haben in 50 – 100 cm Tiefe Unterboden von 4,2 auf 3,72 abgenommen und lagen damit wieder in Höhe von 2010.

Die ammoniumnitratextrahierbaren Schwermetalle haben insgesamt abgenommen. Dadurch werden bei Zn im Oberboden keine Prüfwerte für das Schutzgut Pflanze mehr überschritten.

Die königswasserextrahierbaren Schwermetalle liegen im Bereich der Hintergrundwerte. Im Jahr 2016 sind lediglich bei Cr und Ni die Hintergrundwerte in 50 – 100 cm Tiefe geringfügig überschritten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen des Jahres 2016 war die Ca-Belegung bei den Austauschern im Unterboden auf Kosten von Al sehr viel höher als in 2019. Bei den anderen Kationen lagen die Elementgehalte im Rahmen der Untersuchungsergebnisse der Vorjahre. Durch die starke Abnahme der Al-Belegung und des H-Wertes, ist ein deutlicher Anstieg der Basensättigung und des pH-Wertes von 3,7 auf 5,8 (0,01 m CaCl₂) im Unterboden zu verzeichnen. Im Oh/Ahe-Horizont lagen die Ergebnisse zu den austauschbaren Kationen im Bereich des Jahres 2013. Gegenüber 2016 sind die Gehalte deutlich niedriger. Ein Kalkungseffekt ist damit auszuschließen.

Der starke Anstieg der Basensättigung erstaunt. Diese Ergebnisse sind nicht erklärbar. Ein Analysenfehler und Probenverwechslung ist äußerst unwahrscheinlich, da die hohen pH-Werte auch bei einer noch bei regioplus vorliegenden Rückstellprobe bestätigt wurden und die Ergebnisse der anderen Schadstoffe im Bereich der Vorjahre liegen. Wahrscheinlich erfolgte eine anteilig stärkere Entnahme von Probenmaterial aus dem unteren vermutlich basenreicheren terrasierten Bereich der Probennahmefläche.

Im Eluat nimmt die elektrische Leitfähigkeit im Unterboden leicht zu, ohne dass Hinweise auf Salzeinträge vorliegen.

Die königswasserextrahierbaren Schwermetalle weisen im Oh/Ahe und Bv₁-Horizont wahrscheinlich bei Cr, Cu, Ni und Zn einen Meßfehler mit zu hohen Gehalten auf. Im Bv₂-Horizont lagen nach erster Untersuchung bei diesen Schwermetallen ebenfalls zu hohe Gehalte vor, welche aber Nachuntersuchung mit einer noch vorliegenden Rückstellprobe korrigiert wurden (siehe Kap.2.3.1).

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| D3 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Hangwald westlich Philippsthal | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 2010 - 2017: 20 – 25 (35) m/ 80 %, 2018-2021: 75%; B2: 2010-2021: 10 – 20 m/ 10 %; B3: 2010-2021: 2 – 10 m/ 10 % Str.: 2010-2019: 0,5 – 2 m/ 5 %; 2020-2021: 7% Kr.: 2010-2013: 13 %, 2014 – 2016, 2019: 12%, 2017-2018, 2021: 7%; 2020: 8% M/F: 2016-2019, 2021: 0.5%; 2020: 0% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 27.5.2010 | 23.5.2011 | 16.5.2012 | 24.5.2013 | 13.5.2014 | 29.5.2015 | 08.6.2016 | 30.5.2017 | 16.4.2018 | 17.7.2019 | 07.5.2020 | 24.08.2021 |
| B1 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | <i>Pinus sylvestris</i> | Waldkiefer | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Robinie | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| B2 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Juglans regia</i> | Walnuss | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| F | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 12 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 5 | 5 | 4 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | 0.5 | 1 | 1 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| | <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 |
| | <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Hieracium lachenalii</i> | Gemeines Labkraut | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| D3 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Hangwald westlich Philippsthal | | | | | | | | | | | | | |
| <u>Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht:</u> B1: 2010 - 2017: 20 – 25 (35) m/ 80 %, 2018-2021: 75%; B2: 2010-2021: 10 – 20 m/ 10 %; B3: 2010-2021: 2 – 10 m/ 10 % Str.: 2010-2019: 0,5 – 2 m/ 5 %; 2020-2021: 7% Kr.: 2010-2013: 13 %, 2014 – 2016, 2019: 12%, 2017-2018, 2021: 7%; 2020: 8% M/F: 2016-2019, 2021: 0.5%; 2020: 0% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Na- me | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 27.5.2010 | 23.5.2011 | 16.5.2012 | 24.5.2013 | 13.5.2014 | 29.5.2015 | 08.6.2016 | 30.5.2017 | 16.4.2018 | 17.7.2019 | 07.5.2020 | 24.08.2021 |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Schmalblättrige Hainsimse | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 |
| | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | 1 | 0.5 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Ligustrum vulgare</i> | Gewöhnlicher Liguster | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - |
| | <i>Crataegus species</i> | Weißdorn | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - |
| | <i>Cephalanthera damasonium</i> | Weißes Waldvöglein | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Acer platanoides</i> | Spitzahorn | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Allium oleraceum</i> | Gemüse-Lauch | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Bromus ramosus</i> | Waldtresse | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.5 |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Corylus avellana</i> | Hasel | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Tilia platyphyllos</i> | Sommerlinde | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | 0.5 | 0.1 | - |
| | <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Alliaria petiolata</i> | Knoblauchsrauke | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - |
| | <i>Robinia pseudoacacia</i> | Robinie | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - |
| | <i>Geranium robertianum</i> | Stinkender Storchschnabel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Moehringia trinervia</i> | Dreinervige Nabelmiere | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Prunus spinosa</i> | Schlehe | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Rumex obtusifolius</i> | Stumpfbblättriger Ampfer | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Sonchus asper</i> | Raue Gänsedistel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Dactylis glomerata</i> | Gewöhnliches Knautgras | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| | <i>Myosotis sylvaticus</i> | Wald-Vergissmeinnicht | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| M | <i>Atrichum undulatum</i> | Gewelltes Katharinenmoos | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 |
| Fl | <i>Trapeliopsis granulosa</i> | Körnige Trapelie | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 |
| B: Baumschicht, Str: Strauchschicht, F: Feldschicht, M/Fl: Kryptogamen (Moose, Flechten) | | | | | | | | | | | | | | |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Crataegus species (Weißdorn), *Dicranum scoparium* (Besen-Gabelzahnmoos), *Dryopteris filix-mas* (Männlicher Wurmfarne), *Geranium robertianum* (Stinkender Storchschnabel), *Lapsana communis* (Gemeiner Rainkohl), *Ligustrum vulgare* (Gemeiner Liguster), *Ribes uva-crispa* (Stachelbeere), *Vinca minor* (Kleines Immergrün).

Totholz:

Sowohl stehendes, als auch liegendes Totholz ist in der Fläche vorhanden. Dabei handelt es sich ausschließlich um abgestorbene Wald-Kiefern. Eine davon steht noch im Nordosten der Aufnahme-Fläche. Zwei 5 bzw. 6m lange Stammabschnitte von Wald-Kiefern liegen am Nordrand und im Zentrum der Aufnahme-Fläche.

Vegetationsanalyse Bestandesaufnahme 2010:

Innerhalb der Aufnahme-Fläche erfolgt der Übergang von Rotbuchenwald über Trauben-Eichen-Hainbuchenwald zu einem Pionierwald aus Robinie. Insgesamt dominiert jedoch in allen Vegetations-schichten die Rot-Buche, so dass von Rot-Buchenwald als potentiell natürliche Vegetation auch an diesem sonnexponierten Standort ausgegangen werden kann. Mit Schmalblättriger Hainsimse, Draht-Schmiele und Gemeinem Habichtskraut treten in wenigen Exemplaren in der mit Ausnahme der Buchenkeimlinge schwach ausgebildeten Krautschicht drei Säurezeiger auf, die eine Zuordnung der Aufnahme-Fläche zum Hainsimsen-Rotbuchenwald (*Luzulo-Fagetum*) erlauben. Forstlich eingebracht ist die Wald-Kiefer, die von Natur aus im Gebiet nicht vorkommt. Sie ist in der führenden Baumschicht sowie im liegenden Totholz ver-treten.

Südlich der Aufnahme-Fläche schließen lichte Waldrandbereiche an. Der Einfluss der angrenzenden Sied-lung zeigt sich zum einen daran, dass der Gemeine Rainkohl dort als Zeiger gut stickstoffversorgter Wald-säume auftritt. Zum anderen treten für Südhangbereiche zu erwartende Gehölzarten wie Gemeiner Liguster und Weißdorn als Wärmezeiger auf. Stachelbeere, Kleines Immergrün und Stinkender Storchschnabel sind Schutt- und Nährstoffzeiger bzw. als Störungszeiger im Wald. Bei der südlich anschließenden Fläche han-delt es sich im Gegensatz zur Beprobungsfläche um Privatwald. Zudem ist die Fläche durch Terrassierung von der Untersuchungsfläche abgegrenzt. Vermutlich ist die Nährstoffanreicherung dort auf eine ehemalige landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen.

Vegetationsprognose:

Keine forstlichen Eingriffe vorausgesetzt, wird sich die Rot-Buche zu Ungunsten der anderen Baumarten ausbreiten, wobei als erste die Wald-Kiefer, die offensichtlich ihr natürliches Alter erreicht hat, sukzessive aus der Aufnahme-Fläche verschwinden wird.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Es haben keine deutlichen Veränderungen stattgefunden. Das Auftreten von Hainbuchenkeimlingen ist mit dem Hainbuchenmastjahr (2010) zu belegen. Dies wurde teils auch in den anderen Aufnahme-Flächen beo-bachtet. Desweiteren ist ein Anstieg der Artenzahl in der Aufnahme-Fläche zu verzeichnen. Neufunde wur-den vor allem am Südrand gemacht, also im Übergangsbereich zum wärmeren und sonnigeren Waldrand. Mit Keimlingen von Weißdorn und Liguster sowie einer einzelnen Pflanze des Weißen Waldvögleins han-delt es sich um Wärme- und Lichtzeiger, die eben diese Waldrandverhältnisse anzeigen. Diese Arten las-sen keinen Rückschluss auf standörtliche Veränderungen innerhalb der Aufnahme-Fläche zu.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Es haben keine gravierenden Veränderungen im Vergleichszeitraum stattgefunden. Die Hainbuchenkeim-linge konnten sich nicht etablieren und sind wieder zurückgegangen.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

2013 entwickelten sich in der Krautschicht bedeutend mehr Eschenkeimlinge als in den Vorjahren, während sich die Buchenkeimlinge im Vergleich zu 2012 um die Hälfte verringerten. 2012 war offensichtlich kein Buchen-Mastjahr, so dass weniger Eckern ausgekeimt sind. Da in der Dauerbeobachtungsfläche und in deren Umgebung keine alten Eschen vorhanden sind, ist ein Eintrag von Flügelnüssen der Eschen mit dem Wind aus westlichen Richtungen anzunehmen. Im Frühjahr 2013 bestanden in Folge anhaltender Nieder-schläge gute Keimungsbedingungen für Baumsamen. Am südwestexponierten Standort auf sauerem und gering mächtigem Boden über Buntsandstein wird sich die Esche jedoch kaum etablieren können.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

In 2014 konnte in Waldrandnähe im Süden deutlich mehr Bewuchs festgestellt werden, was auf die besse-ren Lichtverhältnisse dort schließen lässt. Gemüse-Lauch kam als Wärme liebende Art der Säume in die-sem Bereich hinzu.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

In 2015 wurden keine Änderungen festgestellt.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die Vegetationszusammensetzung ist 2016 ähnlich wie im Vorjahr. Es waren in der Dauerbeobachtungsfläche deutlich mehr Keimlinge von Stieleiche, Hainbuche und Vogelkirsche zu verzeichnen. Ein Grund dafür könnte die bessere Durchfeuchtung des Bodens im Frühjahr gewesen sein.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Die Dichte der Gehölz-Keimlinge erreichte in 2017 ihren geringsten Stand. Eine mögliche Erklärung für diesen Befund könnten Spätfröste im April gewesen sein, denen aufgekommene Keimlinge zum Opfer gefallen sind. Ansonsten sind keine signifikanten Änderungen im Vegetationsbestand der Dauerbeobachtungsfläche zu verzeichnen.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Sturmtief Friederike am 18. Januar 2018 riss eine der alten, in der Dauerbeobachtungsfläche stockenden Waldkiefern um. Der tote Stamm lag zum Aufnahmezeitpunkt am 16. April noch in der Fläche. Der Sturmwurf verursachte eine kleine Lücke in der 1. obersten Baumschicht. In der Krautschicht sind keine signifikanten Änderungen zu verzeichnen. Neu ist das Auftreten der Grauen Lepraflechte, die auf Rinde und saurem Boden vorkommt. Die Art zählt zu den Säurezeigern und zeigt den von Natur aus sauren Bodenstandort an. Sie zählt auch zu den wenigen Flechtenarten mit sehr hoher Toxizität, erträgt also Einträge von Stäuben und Umweltchemikalien sehr gut (ELLENBERG et al. 1991).

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Die Vegetationsaufnahme wurde in dieser Dauerbeobachtungsfläche im Vergleich zu den Vorjahren nicht im Frühjahr sondern erst deutlich später im Sommer vorgenommen. Bei der Vegetationsaufnahme lag eine stärkere Durchfeuchtung des Oberbodens vor, die vermutlich auf zuvor lokal wirkende Gewitterschauer zurückzuführen ist. Die im Vergleich zu den anderen Dauerbeobachtungsflächen in 2019 guten Feuchteverhältnisse des Bodens könnten als Erklärung für den relativ hohen Gesamtdeckungsgrad der Bodenvegetation herangezogen werden, der überwiegend aus der hohen Keimungsrate der Diasporen der Gehölze (Buche, Esche, Traubeneiche, in diesem Jahr neu aber auch Walnuss und Robinie) beruht. Kräuter und Gräser sind nur schwach vertreten. Hinzugekommen sind Nährstoffzeiger, vor allem Knoblauchsrauke, aber auch Stinkender Storchschnabel, Raue Gänsedistel und der Lichtzeiger Stumpfblättriger Ampfer.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 wurde ein Absterben der an trockene Standorte besser angepassten alten Waldkiefern festgestellt. Die Durchfeuchtung des Oberbodens war wie bei der Vegetationsaufnahme in 2019 gut und die Feldschicht im Vergleich zu ähnlichen in Umgebung von Phillipsthal liegenden Waldbiotopen deutlich und artenreich ausgeprägt. Die Laubstreu aus dem Vorjahr war in der Dauerbeobachtungsfläche jedoch noch stark ausgeprägt, mikrobiell also kaum abgebaut. An zwei Stellen ist der Oberboden vermutlich durch Wildschweine durchwühlt worden. Eine deutliche Beeinträchtigung der Vegetation war dadurch nicht festzustellen.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 ergab die Vegetationsaufnahme der Monitoringfläche keine signifikante Änderung.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D3****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

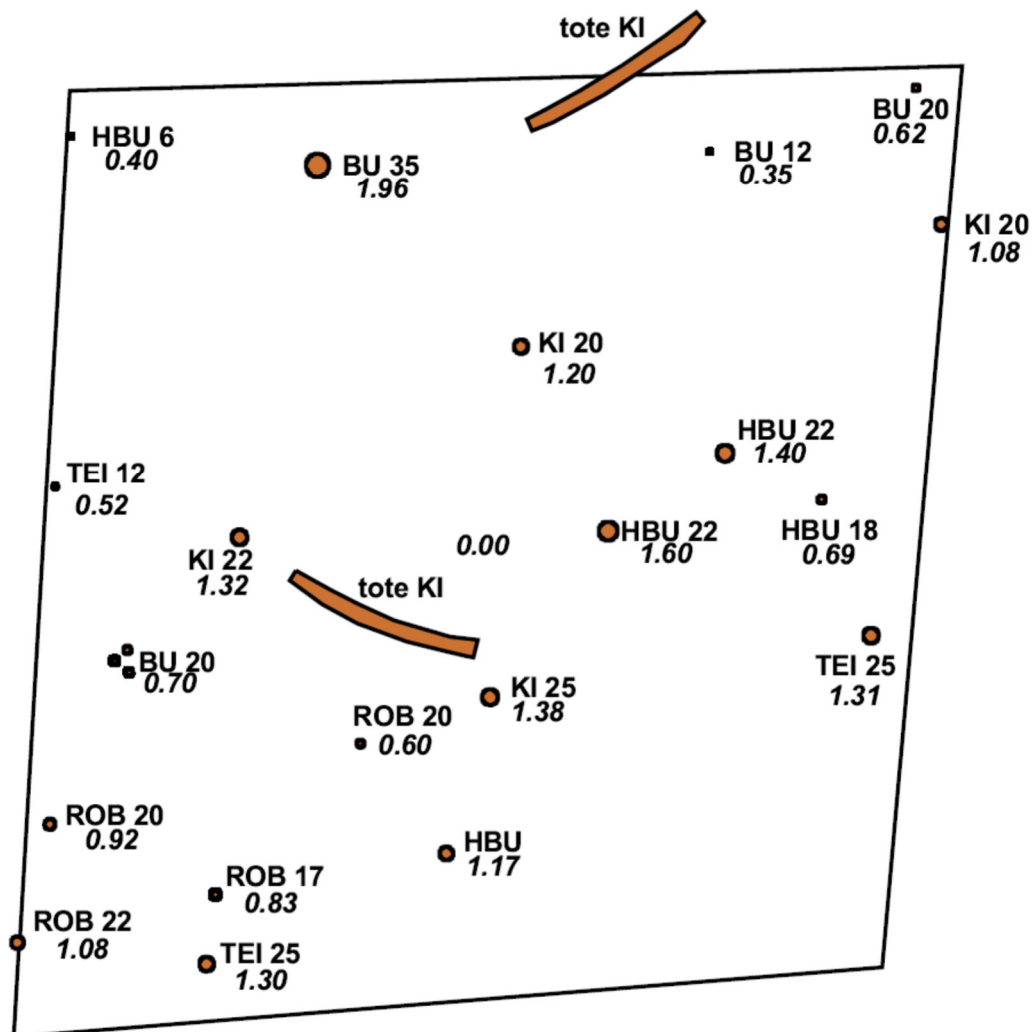
Hangwald westlich Philippsthal

Seite 1



M. 1 : 200

0 2 4 6 8 10 Meter

**Baumarten:**

BU = Rot-Buche

HBU = Hainbuche

KI = Wald-Kiefer

ROB = Robinie

TEI = Trauben-Eiche

 TEI 25 = Trauben-Eiche, 25 m hoch
 1.30 = 1,30 m Umfang in Brusthöhe

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D3****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018**

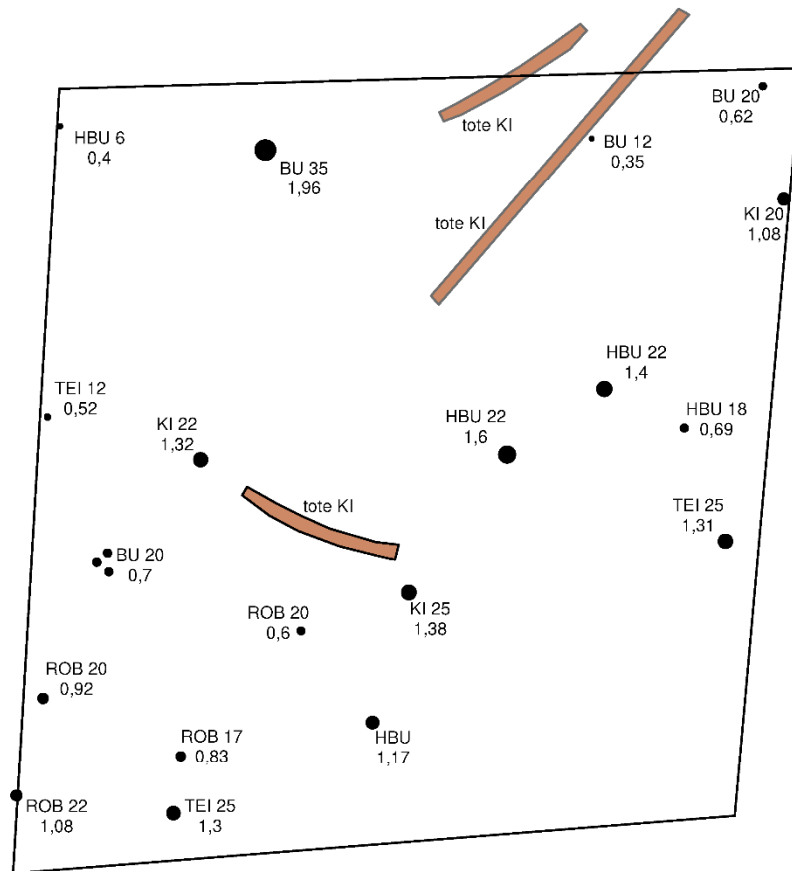
Blatt 3.2-2018

Hangwald westlich Philippsthal

Seite 2



Maßstab 1:200



Baumarten:

BU = Rot-Buche
 HBU = Hainbuche
 KI = Wald-Kiefer
 ROB = Robinie
 TEI = Trauben-Eiche

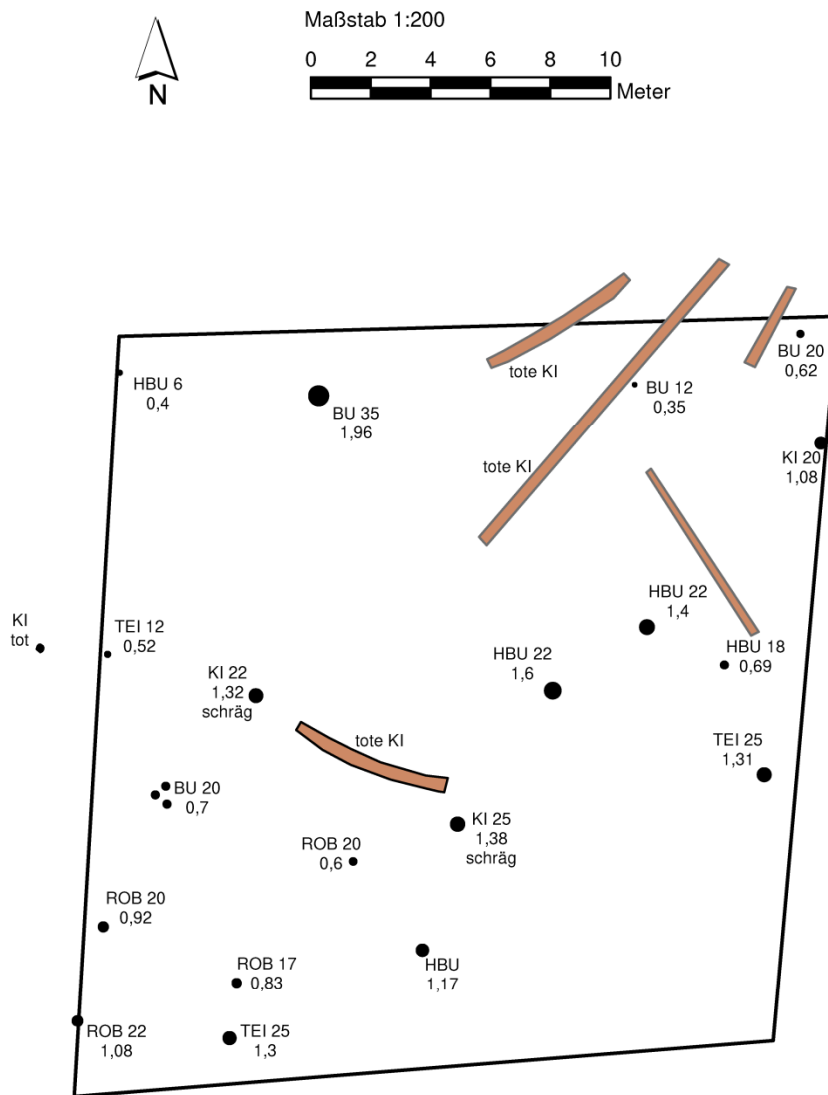
TEI 25 = Trauben-Eiche, 25m hoch
 1,30 = 1,30m Umfang in Brusthöhe

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen**D3****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020**

Blatt 3.2-2020

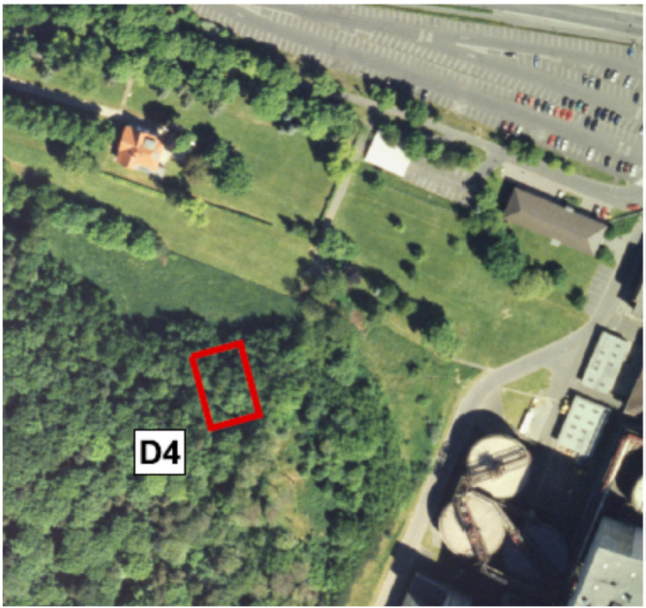

Hangwald westlich Philippsthal

Seite 3

**Baumarten:**

BU = Rot-Buche
 HBU = Hainbuche
 KI = Wald-Kiefer
 ROB = Robinie
 TEI = Trauben-Eiche

TEI 25 = Trauben-Eiche, 25m hoch
 1,30 = 1,30m Umfang in Brusthöhe

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|---|--|
| D4 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | Seite 1 |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Fläche D4 befindet sich etwa 100 m westlich des Standortes Hattorf und ca. 150 m südlich der B 62 in einem Laubwaldbestand <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Philippsthal (Werra) <u>Gemarkung:</u> Philippsthal <u>Flur:</u> 10 <u>Flurstück:</u> 188/44 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3568739,14; 5634392,94 3568758,45; 5634398,12 3568746,90; 5634363,96 3568766,22; 5634369,14 <u>Flächengröße:</u> 20 x 30 m, 600 m ² <u>Höhe ü.NN:</u> 255 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ostsüdost <u>Anmerkung:</u> relativ geringe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung | | Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  |
| Details zum Untersuchungsumfang (Untersuchung von 2010 – 2015). Die 2010 eingerichtete Fläche wurde im Jahr 2016 durch die KKF-Anlage überbaut und durch Fläche D4neu ersetzt. <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte. <u>Boden:</u> Beprobung von 2 Horizonten 30 bis 50 cm Tiefe Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|---------------|----------------|---|---------------|--------------------------------------|---------------------|--|-----------------|-----------|-----------|
| D4 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 22.06.2010 | | | | | Bodenform: Saure Braunerde aus Buntsandstein Humusform: F-Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Boden- art | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbo- nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| + 2 | L | | | | | | | | | | | |
| + 1 | Of | | | | | | | | | | | |
| + 0,1 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 8 | Ah | 2-5 | Ls3 | 0 | Hauptlage Bsst. | 0 | 10 YR 4/3 stark gräulich braun | frisch | - | - | - | |
| - 40 | Bv ₁ | <1 | Ls3 | 0 | Hauptlage Bsst. | 0 | 7,5 YR 5,5/4 braun | frisch | - | - | - | |
| - 55 | Bv ₂ | | Ls3 | 0 | Hauptlage Bsst. | 0 | 5 YR 5/4 rötlich braun | trocken | - | - | - | |
| - 70 | Bv ₃ | | Lts-Tl | 10 | Buntsand- stein | 0 | 2,5 YR 5/6 rot | trocken | - | - | - | |
| - 100 | Bv ₄ | | Lts-Tl | 10 | Buntsand- stein | 0 | 2,5 YR 5/6 rot | trocken | 1% Kon- kretionen | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|------|------|------|--------------------------|-----------|----------------|----------------|
| D4 | Analyseergebnisse Beprobung 2010 und 2013 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 22.06.2010, 06.09.2013 | | | Bodenform: Saure Braunerde aus Buntsandstein | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | pH CaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | |
| | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| [cm] | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | |
| - 8 | Oh, Ah/2010 | 3,87 | 6,1 | 8,6 | 2,4 | 1,3 | 1,6 | 0,0 | 2,5 | 0,24 | 0,33 | 0,22 | |
| | 2013 | 3,75 | 8,1 | 10,0 | 2,48 | 1,29 | 0,67 | 0,14 | 4,13 | 0,55 | 0,09 | 0,70 | |
| - 40 | Bv ₁ /2010 | 3,97 | 5,5 | 3,6 | 0,18 | 0,46 | 1,0 | 0,0 | 1,8 | 0,06 | 0,05 | 0,09 | |
| | 2013 | 3,92 | 3,7 | 4,6 | 0,52 | 0,62 | 0,67 | 0,10 | 2,36 | 0,08 | 0,04 | 0,20 | |
| | | pH | Eluat | | | Kationenbelegung | | | | | | | |
| | | | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | µS/cm | [mg/l] | | [% von ΣKationen] | | | | | | | |
| - 8 | Oh, Ahe/2010 | 5,30 | 90 | 4,40 | 8,1 | 27,9 | 15,1 | 18,6 | 0,0 | 29,1 | 3,8 | 2,8 | 2,6 |
| | 2013 | 4,89 | 95,8 | 3,61 | 4,54 | 24,7 | 12,9 | 6,7 | 1,3 | 41,2 | 5,4 | 0,8 | 7,0 |
| - 40 | Bv ₁ /2010 | 5,50 | 67 | 4,00 | 8,8 | 4,9 | 12,6 | 27,5 | 0,0 | 49,5 | 1,3 | 1,5 | 2,6 |
| | 2013 | 5,41 | 45 | 2,07 | 4,96 | 11,4 | 13,4 | 14,5 | 2,2 | 51,6 | 1,7 | 0,9 | 4,3 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | magnesian properties (Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | |

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|---------------|---------------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | µS/cm | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 8 | Oh, Ahe/2010 2013 | 5,4 n.b. | 62 n.b. | 6,0 n.b. | 5,1 n.b. | 1,50 n.b. | 1,30 n.b. | 2,50 n.b. | 3,30 n.b. | 0,53 n.b. | 0,740 n.b. | 0,270 n.b. | 0,5 n.b. |
| - 40 | Bv ₁ /2010 2013 | 5,1 n.b. | 102 n.b. | 13 n.b. | 11,0 n.b. | 2,00 n.b. | 2,80 n.b. | 4,20 n.b. | 5,40 n.b. | 0,43 n.b. | 0,810 n.b. | 0,092 n.b. | 0,6 n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeein- trächtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

Schwermetalle und organische Schadstoffe

| Schwermetalle und organische Substanzen | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------|--------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 8 | Oh, Ah/2010 2013 | 3,5 | 3,8 | < 0,3 | 21 | 8,4 | 13,0 | < 0,5 | 27 | < 0,1 |
| | | 7,1 | 36,4 | < 0,20 | 12,1 | 7,6 | 8,9 | < 0,40 | 25,7 | 0,18 |
| - 40 | Bv _I /2010 2013 | 5,6 | 31,0 | < 0,3 | 13 | 5,3 | 7,9 | < 0,5 | 25 | 0,19 |
| | | 2,96 | 9,8 | < 0,20 | 13,2 | 2,9 | 9,4 | < 0,40 | 23 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | 10 | 34 | 0,40 | 21 | 7 | 13 | 0,18 | 38 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 8 | Oh, Ah/2010 2013 | <100 | 380 | < 40 | < 100 | < 100 | 180 | < 100 | 2600 | < 100 |
| | | < 5,0 | 373 | 56,3 | 30 | 68,5 | 328 | < 20,0 | 4140 | < 2,0 |
| - 40 | Bv _I /2010 2013 | <100 | 210 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 620 | < 100 |
| | | < 5,0 | 216 | 18,7 | 32 | 62 | 177 | < 20,0 | 650 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | PCB ₆ | | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 8 | Oh, Ah/2010 2013 | 0,28 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | | 0,52 | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| - 40 | Bv _I /2010 2013 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁵ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ²Oberboden Wald sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten und ³Unterboden lössarmer Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Wald Auflage und ⁶Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich relativ geringer betriebsbedingter Immissionszusatzbelastungen angeordnet, die unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Am Standort ist in hängiger Lage eine saure Braunerde aus Buntsandsteinverwitterung vorzufinden. Die Bodenart ist sandiger Lehm. Unterhalb von 70 cm ist sandig toniger Lehm bis lehmiger Ton vorzufinden. Die Humusform ist mullartiger Moder. Bei dieser Humusform liegt der schwarze Oh-Horizont mit zersetzter organischer Substanz filmartig auf der Bodenoberfläche auf. Es ist damit bereits eine Hemmung der Zersetzung

und der Einmischung der organischen Substanz in den Oberboden erkennbar. Der Standort ist sauer und nährstoffarm.

Aufgrund der niedrigen pH-Werte sind die Austauschplätze zu großen Anteilen mit Aluminium besetzt. Die effektive Kationenaustauschkapazität ist gering. Die prozentuale Mg- und K-Belegung ist sehr hoch. Die Salzgehalte des Bodens sind gering. Elektrische Leitfähigkeit, Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluates und Natriumbelegung der Austauscher sind niedrig. Weder die Kationenbelegung noch das Bodensättigungsextrakt zeigen Anzeichen für Salzbelastungen auf.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar. Die PAK₁₆ und Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) sind gering. Die Schwermetallgehalte liegen mit Ausnahme der geringen Überschreitung bei Cr und Ni im Bereich der Hintergrundwerte. Die Vorsorgewerte werden nicht überschritten. Die Prüfwerte für die Gehalte an leicht löslichem Blei und Zink im Ammoniumnitratextrakt sind im Oh, Ah und Bv₁-Horizont überschritten. Dies ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen und ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et. al 2005). Die Prüfwerte gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Am Standort sind keine Belastungen durch Schadstoffe oder Salze feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Im Vergleich zu 2010 sind keine wesentlichen Veränderungen bei den Stoffgehalten erkennbar. Elektrische Leitfähigkeit, Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluates und die Natriumsättigung der austauschbaren Kationen ist gering. 2013 liegen die königswasserextrahierbaren Gehalte bei Cr und Ni im Bereich der Hintergrundgehalte, dagegen werden bei Pb die Hintergrundgehalte 2013 im Oh/Ah-Horizont überschritten. Im Oh/Ah-Horizont haben die Pb-Gehalte von 3,8 auf 36,4 sehr stark zugenommen und im Bv-Horizont sehr deutlich von 31,0 auf 9,8 abgenommen. Evtl. lag hier 2010 ein Analysenfehler vor, da die Oberbodengehalte von 3,8 mg/kg sehr gering erscheinen und zudem bei den ammoniumnitratlöslichen Pb-Gehalten keine Unterschiede zwischen den beiden Jahren festzustellen sind.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|--|--|--|--|
| D4 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2015 | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2015 | | | | |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | | | | | | | Seite 1 | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | |
| B1: 2010-2015: 35 – 40 m/ 85 %; | | | | | | | | | | | | |
| B2: 2010-2015: 8 – 20 m/ 25 %; | | | | | | | | | | | | |
| F: 2010-2011, 2013: 1 %, 2012, 2014-2015: 2 % | | | | | | | | | | | | |
| M: 1010-2013: 0,1 %, 2014-2015: 1% | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | |
| | | | 26.5.2010 | 23.5.2011 | 15.5.2012 | 20.5.2013 | 06.5.2014 | 21.4.2015 | | | | |
| B1 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | | | | |
| | <i>Pinus sylvestris</i> | Waldkiefer | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | | | | |
| B2 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | |
| F | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | |
| | <i>Acer pseudoplatanus</i> | Berg-Ahorn | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | | | | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | | | | |
| | <i>Acer platanoides</i> | Spitzahorn | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | - | 0.1 | - | - | - | 0.5 | | | | |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | | | | |
| | <i>Galium aparine</i> | Kleb-Labkraut | - | - | 0.1 | - | - | - | | | | |
| | <i>Taraxacum officinale</i> agg. | Artengruppe Wiesen-Löwenzahn | | | | | | 0.1 | | | | |
| M | <i>Dicranum scoparium</i> | Besen-Gabelzahnmoos | 0.1 | - | - | - | - | - | | | | |
| | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressen-Schlafmoos | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | | | | |
| | <i>Orthotrichum striatum</i> | Glattkapsliges Steifblattmoos | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | | | | |
| | <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos | - | - | - | - | 0.1 | - | | | | |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Am Weg und in lichten Bereichen im Westen mit folgenden Arten:

Dryopteris dilatata (Breitblättriger Dornfarn), *Dryopteris filix-mas* (Männlicher Wurmfarne), *Lonicera periclymenum* (Deutsches Geißblatt), *Luzula luzuloides* (Schmalblättrige Hainsimse).

Moose:

Hypnum cupressiforme (Zypressen-Schlafmoos) an Stammfüßen und am Totholz

Totholz:

Im Umkreis der Aufnahmefläche sind mehrere alte Wald-Kiefern abgestorben und die meisten davon umgestürzt. Liegendes Totholz ragt daher im Nordosten auf einer Länge von etwa 4 m in die Aufnahmefläche hinein. Eine jüngere anbrüchige Rot-Buche befindet sich in der Südwestecke der Aufnahmefläche.

Vegetationsanalyse Bestandsaufnahme 2010:

In beiden Baumschichten und in der Krautschicht dominiert die Rotbuche. Ihr ist in der führenden Baumschicht im Verhältnis von etwa 1 : 1 die Wald-Kiefer beigemischt. Diese erreicht jedoch auf Grund der geringen Kronengröße einen dementsprechend kleineren Kronenschlussgrad. Die Krautschicht ist sehr schwach ausgebildet und enthält nur Keimlinge und Jungwuchs der Rotbuche bzw. einen einzelnen Berg-Ahorn-Keimling. Die Osthanglage und der hohe Kronenschlussgrad sorgen offensichtlich für eine starke Überschattung, die vermutlich dafür verantwortlich ist, dass in der Aufnahmefläche keine Kräuter und Gräser vorhanden sind. In lichten Bereichen am Wegrand tritt die Schmalblättrige Hainsimse mit höherem Deckungsgrad auf. Sie kennzeichnet den Bestand und lässt eine Zuordnung zu den bodensauren Rotbuchen-Wäldern (Hainsimsen-Buchenwald *Luzulo-Fagetum*) zu.

Im Süden haben die Pionierbaumarten Warzenbirke und Aspe einen geringen Anteil am Gehölzbestand der zweiten Baumschicht der Aufnahmefläche. In einer direkt angrenzenden Kronenlücke sind dort Pionierbaumarten aufgekommen.

Vegetationsprognose Bestandesaufnahme 2010:

An dem bodensauren Standort sind Arten wie die Aspe, Warzen-Birke und Eberesche zukünftig verstärkt zu erwarten. In der Krautschicht ist die Ausbreitung von Gräsern und Kräutern zu erwarten, insbesondere die des am Standort bereits vorhandenen Säurezeigers Schmalblättrige Hainsimse.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Die Deckungsanteile bzw. der Kronenschlussgrad sind in allen Vegetationsschichten gleich geblieben. Außer geringer Fluktuationen bei den Baumkeimlingen, sind keine Änderungen der Vegetation feststellbar und damit keine standörtlichen Veränderungen auszumachen. Im Gegensatz zum Vorjahr konnten Keimlinge von 7 Baumarten anstatt 2 wie 2010 nachgewiesen werden. Eine Vermehrung der Hainbuchenkeimlinge in dieser Fläche blieb im Vergleich zu anderen Aufnahmeflächen im Wald aus.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

15 m nordöstlich wurde eine alte Esche vermutlich durch eine Sturmwindböe geworfen. Die dadurch bewirkte Auflichtung des Waldbestandes wirkt sich randlich auch auf die Dauerbeobachtungsfläche aus. Das stärkere Auftreten von Ahorn-Keimlingen und von Einzelexemplaren des Lichtzeigers Kleb-Labkraut am Nordostrand der Fläche gibt darauf einen Hinweis. Weitere Änderungen sind nicht zu verzeichnen. Interessant ist die schwache und ausgesprochen flache Ausbildung des Wurzelstockes der geworfenen Esche. Eschen, besonders an Hangstandorten, weisen in der Regel ein weit ausgreifendes Wurzelwerk mit deutlicher, tief verankerter Pfahlwurzel auf. Die Flachwurzelbildung ist vermutlich durch die starke Bodenversauerung am Standort verursacht.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

In 2013 kam es zu keinen bemerkenswerten Veränderungen der Vegetation in der Dauerbeobachtungsfläche.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

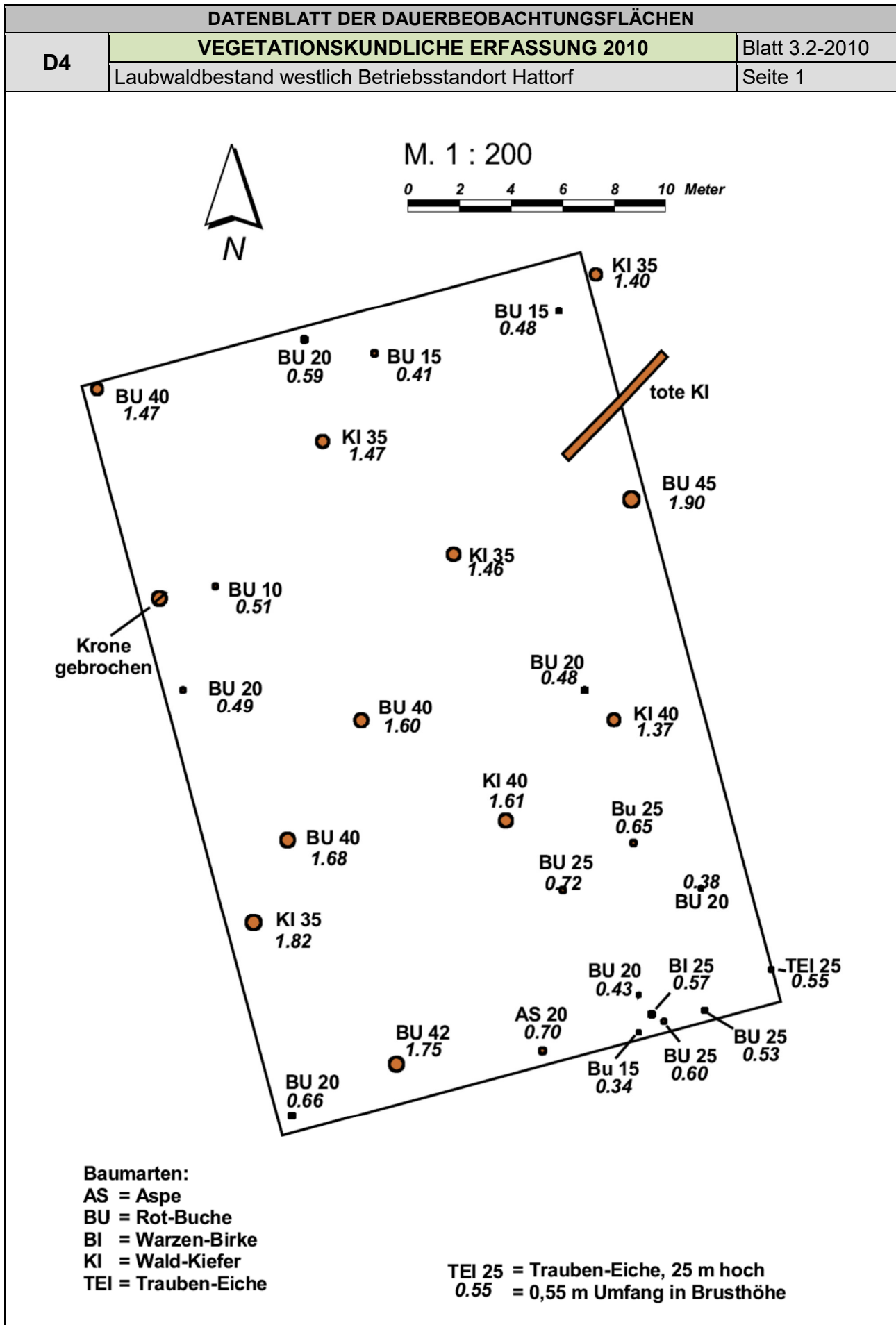
In 2014 konnten deutlich mehr Edellaubholz-Keimlinge in der Aufnahmefläche nachgewiesen werden. Ebenso stieg der Deckungsgrad der Moose, v.a. in Bereichen mit Steinen an der Oberfläche. Auf der Hochfläche südlich der Dauerbeobachtungsfläche wurden mehrere Bäume durch Sturm umgeworfen, ohne dass Auswirkungen auf die Aufnahmefläche festgestellt werden konnten.

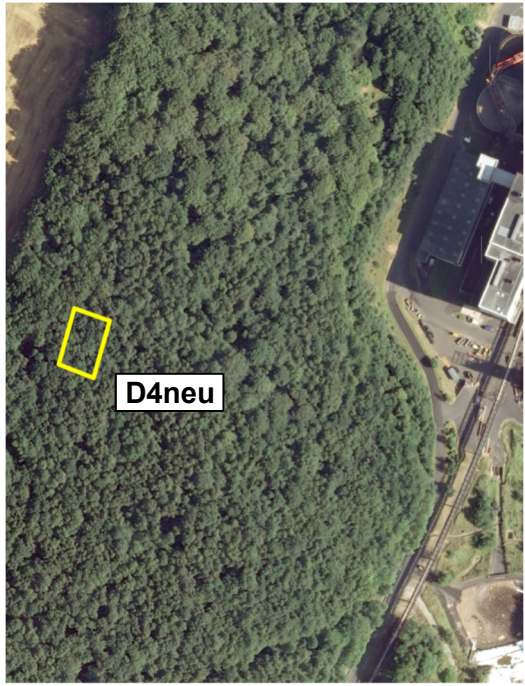

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

In 2015 wurden keine Änderungen der Vegetation festgestellt.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in 2016 durch die KKF-Anlage überbaut und durch die Fläche D4 neu unweit südwestlich ersetzt.



| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | |
|--|---|---------|
| D4 neu | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | |
| <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Fläche D4 befindet sich etwa 200 m westlich des Standortes Hattorf und ca. 400 m südlich der B 62 in einem Laubwaldbestand</p> <p><u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg</p> <p><u>Gemeinde:</u> Philippsthal (Werra)</p> <p><u>Gemarkung:</u> Philippsthal</p> <p><u>Geokoordinaten</u> (GK3): 3568645.960, 5634216.352, 286.82 3568627.398, 5634222.849, 288.48 3568619.240, 5634193.496, 290.26 3568637.444, 5634186.356, 288.61</p> <p><u>Flächengröße:</u> 20 x 30 m, 600 m²</p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> 288 m</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ostnordost</p> <p><u>Anmerkung:</u> relativ geringe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung</p> | | |
| <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  | | |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung von 2 Horizonten 30 bis 50 cm Tiefe</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2016</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|--------------------------------------|----------------|---|----------|-----------|---------------------|--|-----------------|-----------|-----------|
| D4 neu | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2016 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 11.07.2016 | | | | | Bodenform: Saure Parabraunerde-Braunerde aus Buntsandstein Humusform: F-Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Bodenart | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbonat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| 6 | Ah | | Lt2 | fG-mG1 | Hauptlage Bsst. | c0 | | | - | - | - | |
| 24 | Btv | | Ls4 | gG3 | Hauptlage Bsst. | c0 | | | - | - | - | |
| 52 | iCl | | Sl2 | gG2-3 | Basislage Bsst. | c0 | | | - | - | - | |
| 75 | iCl | | Sl2, Schluff- bän- der(Ut2) | gG2-3 | Basislage Bsst. | c0 | | | - | - | - | |
| 100 | iCl | | Sl2 | gG2-3 | Basislage Bsst. | c0 | | | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------|------|--------------------------|------------------|-----|-----|----------------|
| D4neu | | Analysenergebnisse Beprobung 2016 - 2019 | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | |
| | | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 11.07.2016, 29.11.1019 | | | | | Bodenform: Saure Parabraunerde-Braunerde aus Fließerde des Bunt- sandsteins | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1 M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | | | | [cmol +/kg] | | | | | | | | | | | |
| - 6 | Ah | 2016 | 3,79 | 4,02 | 3,47 | 4,44 | 1,38 | 0,44 | 0,33 | 0,07 | 1,42 | 0,35 | 0,03 | 0,42 | | | |
| | | 2019 | 3,83 | 4,13 | 4,63 | 5,53 | 1,30 | 0,40 | 0,45 | 0,07 | 2,66 | 0,31 | 0,03 | 0,31 | | | |
| - 24 | Btv | 2016 | 3,90 | 4,30 | 1,82 | 2,44 | 0,32 | 0,19 | 0,26 | 0,08 | 1,28 | 0,08 | 0,02 | 0,21 | | | |
| | | 2019 | 4,04 | 4,42 | 2,38 | 2,95 | 0,40 | 0,19 | 0,32 | 0,04 | 1,76 | 0,08 | 0,02 | 0,14 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | |
| | | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| - 6 | Ah | 2016 | 5,19 | 40,3 | 3,43 | n.b. | 0,69 | 1,41 | 50,0 | 31,3 | 9,9 | 7,4 | 1,6 | 32,0 | 7,8 | 0,7 | 9,5 |
| | | 2019 | 5,13 | 54,0 | 1,02 | 0,83 | 3,01 | 3,66 | 40,1 | 23,5 | 7,2 | 8,1 | 1,3 | 48,1 | 5,6 | 0,5 | 5,6 |
| - 24 | Btv | 2016 | 5,75 | 26,1 | 3,00 | n.b. | 0,39 | 1,84 | 34,8 | 13,1 | 7,8 | 10,7 | 3,3 | 52,5 | 3,3 | 0,8 | 8,6 |
| | | 2019 | 5,58 | 36,5 | 0,71 | 0,54 | 1,85 | 4,12 | 32,2 | 13,6 | 6,4 | 10,8 | 1,4 | 59,7 | 2,7 | 0,7 | 4,7 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | 5 | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäd- en auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|--|----------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 6 | Ah/2016 | 3,82 | 19,8 | < 0,2 | 6,6 | 3,8 | 6,0 | < 0,40 | 18,8 | 0,22 |
| | 2019 | 5,1 | 28,7 | < 0,10 | 11,0 | 8,0 | 12,0 | < 0,20 | 27,4 | 0,11 |
| - 24 | Btv/2016 | 2,03 | 6,3 | < 0,2 | 7,7 | 2,4 | 6,8 | < 0,40 | 18,2 | 0,06 |
| | 2019 | 2,8 | 9,6 | < 0,10 | 11,6 | 5,6 | 12,7 | < 0,20 | 25,9 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | 10 | 34 | 0,40 | 21 | 7 | 13 | 0,18 | 38 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ³ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 6 | Ah/2016 | < 5,0 | 61 | 9,1 | < 10 | 20,9 | 36 | < 10,0 | 396 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | 88 | 33 | < 40 | < 100 | 230 | < 40 | 2160 | < 2,0 |
| - 24 | Btv/2016 | < 5,0 | 57 | 4,9 | < 10 | 18,8 | 28 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | 46 | 15 | < 40 | < 100 | 170 | < 40 | 620 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 6 | Ah/2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | 0,03 | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 24 | Btv/2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁷ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁵ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberboden Wald sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten und ²Unterboden lössarmer Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ³Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁴Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen)(LABO 2017) ⁵ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen.

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2016

Die Dauerbeobachtungsfläche befindet sich in einem Bereich relativ geringer prognostizierter betriebsbedingter Immissionszusatzbelastung.

Die Probennahmefläche ist nur schwach geneigt. Es sind saure Parabraunerde-Braunerden aus Buntsandstein entstanden. Die Bodenart ist sandiger Lehm. Im Unterboden sind bis 100 cm Tiefe schwach lehmige Sande vorzufinden. Der Skelettgehalt ist gering bis mittel (5 – 25 %).

Der Boden ist nährstoffarm und sehr stark versauert. Die negativen Bodenladungen sind daher zu hohem Anteil mit H⁺ und Aluminium besetzt. Die effektive Kationenaustauschkapazität ist sehr gering. Die Magnesium- und Kaliumbelegung ist hoch. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluats sind sehr gering. Die Na-Sättigung ist mit 3,3 % im Unterboden ganz schwach gegenüber den Hintergrundwerten erhöht.

Die königswasserextrahierbaren Schwermetalle liegen innerhalb der Hintergrundwerte. PAK₁₆ und PCB₆ sind nicht nachweisbar. Am Standort sind keine Belastungen durch Schadstoffe oder Salze feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Wie auch bei den Auswertungen zu den Probennahmen des Jahres 2016 wurden im Jahr 2019 keine Hinweise auf Salzeinträge festgestellt. Die noch 2016 schwach erhöhte prozentuale Na-Belegung im Unterboden liegt 2019 innerhalb des natürlichen Hintergrundes. Im Oberboden war die Basensättigung in Folge der zunehmenden Al-Belegung niedriger als im Jahr 2016.

Die Schwermetallgehalte im Königswasserextrakt liegen höher als 2016. Dies ist vermutlich auf bei Cr, Ni, Cu und Zn auf Analysenfehler zurückzuführen (siehe Kap. 2.3.1). Die Hintergrundgehalte sind aber weiterhin nicht überschritten.

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|--|
| D4 neu | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2021 | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | |
| | Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 2016-2017: 25-32 m Höhe, 65%, 2018-2019: 63%; 2020-2021: 55% B2: 12-22 m Höhe, 2016-2017: 30%, 2018-2019: 28%; 2020-2021: 25% Str.: 0,5-3 m Höhe, 2016-2019: 10%; 2020-2021: 2% F: 2016: 12%, 2017: 7%, 2018: 5%, 2019: 15%; 2020-2021: 8% M: 2016-2019, 2021: 1%; 2020: 0% P: 2021: 0.1% | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | |
| | | | 09.6.2016 | 21.4.2017 | 16.4.2018 | 3.7.2019 | 24.4.2020 | 16.9.2021 | |
| B1 | <i>Betula pendula</i> | Weiß-Birke | 25 | 25 | 25 | 25 | 10 | 10 | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 25 | 25 | 23 | 23 | 20 | 20 | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | |
| B2 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 10 | 10 | 8 | 8 | 7 | 7 | |
| | <i>Betula pendula</i> | Weiß-Birke | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| Str | <i>Lonicera periclymenum</i> | Jelängerjelier | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | |
| | <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere | 3 | 3 | 3 | 3 | - | - | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 2 | 2 | 2 | 2 | - | - | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | - | |
| | <i>Ribes uva-crispa</i> | Stachelbeere | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | |
| | <i>Symphoricarpos albus</i> | Knallerbse | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | |
| | <i>Frangula alnus</i> | Faulbaum | - | - | - | 0.1 | - | - | |
| F | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 6 | 3 | 3 | 2 | 5 | 5 | |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Hainsimse | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | |
| | <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | 1 | 0.5 | 0.5 | 2 | 0.5 | 0.5 | |
| | <i>Dryopteris carthusiana</i> | Karhäuserfarn | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | 0.5 | |
| | <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen | 1 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | 0.1 | |
| | <i>Carex digitata</i> | Finger-Segge | 0.5 | - | - | - | - | 0.1 | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 0.5 | - | 0.1 | - | 0.5 | - | |
| | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | 0.5 | - | - | - | - | - | |
| | <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne | 0.5 | - | - | 0.1 | - | 0.1 | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.5 | 1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gewöhnliche Esche | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | 0.1 | - | |
| | <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | 0.5 | - | - | - | 0.5 | - | |
| | <i>Crataegus macrocarpa</i> | Großfrüchtiger Weißdorn | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | |
| | <i>Lathyrus linifolius</i> | Berg-Platterbse | 0.1 | - | - | - | - | - | |
| | <i>Myosotis sylvatica</i> | Wald-Vergissmeinnicht | 0.1 | - | - | - | - | - | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 0.1 | - | - | 5 | 0.1 | 0.5 | |
| | <i>Solanum tuberosum</i> | Kartoffel | 0.1 | - | - | - | - | - | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | |
| | <i>Festuca altissima</i> | Wald-Schwingel | - | - | - | 0.5 | - | - | |
| | <i>Hordelymus europaeus</i> | Wald-Haargerste | - | - | - | 0.5 | - | - | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | |
| | <i>Acer pseudoplatanus</i> | Bergahorn | - | - | - | - | - | 0.1 | |
| M | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressenschlafmoos | 1 | 0.5 | 0.5 | - | - | 0.5 | |
| | <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos | - | - | 1 | - | - | - | |
| | <i>Polytrichum formosum</i> | Schönes Widertonmoos | - | - | - | 0.5 | - | - | |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Katharinenmoos | - | - | - | - | - | 0.5 | |
| | <i>Dicranella heteromalla</i> | Einseitswendiges Kleingabelzahnmoos | - | - | - | - | - | 0.5 | |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Im näheren Umfeld waren bis 2018 keine weiteren Arten vorhanden. 2018 wurden *Atrichum undulatum* (Gewelltes Katharinenmoos), *Geranium robertianum* (Stink-Storchnabel), *Moehringia trinervia* (Dreiner-vige Nabelmiere) und *Viola reichenbachiana* (Wald-Veilchen) registriert.

Totholz:

Im Westen und Norden befinden sich 3 bzw. 4 Stämme junger, geworfener Ebereschen.

Vegetationsanalyse Bestandsaufnahme 2016:

Es handelt sich um einen lückigen Stieleichen-Rotbuchenwald mittleren Alters mit schwach ausgeprägter zweiter Baumschicht. Der Anteil der Pionierwaldarten Aspe und Birke an dem Gehölzbestand ist hoch, wobei die Birken zum großen Teil abgestorben und als liegendes Totholz in der Fläche vorhanden sind. Ein hoher Anteil des Totholzes wird auch von geworfenen Ebereschen gebildet, die am aktuellen Gehölzbestand keinen Anteil mehr haben. Den Bodenbewuchs bilden niedrige Sträucher, Winden, Farne, Gräser und Kräuter fast nur in den Lücken des Gehölzbestandes. Mit Hain-Rispengras dominiert ein schwacher Säurezeiger in der Feldschicht. Stark vertreten sind auch die Säurezeiger Wald-Hainsimse und Drahtschmiele. Mit dem Klett-Labkraut tritt jedoch auch ein Nährstoffzeiger mit hohem Anteil in der Fläche auf. Die Vegetation kann dem Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) zugeordnet werden, der bodensauere Standorte anzeigt.

Vegetationsprognose 2016:

Halblicht- bis Lichtzeiger könnten sich in den entstandenen Lücken weiter ausbreiten.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

In 2017 fand ein deutlicher Rückgang der Arten der Feldschicht statt, zum einen in qualitativer Hinsicht, also in Form eines Artenrückgangs, als auch quantitativ, in Form geringerer Deckungsanteile. Der Gesamtdeckungsanteil der Arten der Feldschicht lag im Vergleich zum Vorjahr um 5% niedriger. Dieser Rückgang ist mit Spätfrösten im April in Korrelation zu bringen.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Durch Sturmtief „Friederike“ am 16. Januar 2018 wurden eine Birke und eine Stieleiche geworfen, wodurch die Baumschichten geringfügig aufgelichtet und die Bodenoberfläche mit liegendem Totholz leicht angereichert wurde. Vom Rande her wurden auch zwei Zitterpappeln in der Dauerbeobachtungsfläche abgelegt. In der Moosschicht kam der Säurezeiger Rotstengelmoo zu den anderen Bodensäurezeigern hinzu.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Die Vegetationsaufnahme wurde in dieser Dauerbeobachtungsfläche im Vergleich zu den Vorjahren nicht im Frühjahr, sondern erst deutlich später im Sommer vorgenommen. Bei der Vegetationsaufnahme konnte eine gute Durchfeuchtung des Oberbodens festgestellt werden, die vermutlich daher rührt, die vermutlich auf zuvor lokal wirkende Gewitterschauer zurückzuführen ist. Die im Vergleich zu den anderen Dauerbeobachtungsflächen in 2019 guten Feuchteverhältnisse des Bodens können als Erklärung den relativ hohen Gesamtdeckungsgrad der Bodenvegetation herangezogen werden. Diese wiederum erklärt sich zum einen aus der hohen Keimungsrate der Diasporen der Gehölze Stieleiche, Zitterpappel und Esche, zum anderen sind die beiden Waldgräser Wald-Haargerste und Wald-Schwingel neu hinzugekommen. Beide sind typisch für frische Waldböden, zeigen jedoch zum einen bodensauere Standorte an (Wald-Schwingel), zum anderen schwach sauren bis schwach basischen Boden (Wald-Haargerste). Die Basengehalte des Bodens scheinen nach den Zeigerwerten der anderen Kräuter, Gräser und Farne auf der Dauerbeobachtungsfläche kleinflächig zu wechseln.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Vermutlich hat die Trockenheit der vergangenen Jahre auf die Vegetation dieser Dauerbeobachtungsfläche voll durchgeschlagen. Stark ausgeprägt war die Laubstreuauflage auf dem Oberboden, ein deutliches Zeichen für den gehemmten mikrobiellen Abbau organischer Substanz. Mehrere der Bäume der obersten Baumschicht waren abgestorben, meist Birken und Zitterpappeln, die vermutlich ihr Höchstalter erreicht haben und nun dem stehenden Totholz zugerechnet werden. Vermutlich bedingt durch die ausgeprägte Streuauflage war die Feldschicht schwächer ausgeprägt, als im Vorjahr. Laubmoose waren aus demselben Grund in der Dauerbeobachtungsfläche nicht mehr vertreten. Dem Naturstandort entsprechend dominierten in der Feldschicht wieder die Säure- bis Schwachsäurezeiger Hainsimse und Hain-Rispengras.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

Das liegende Totholz hat 2021 in der Monitoringfläche zugenommen. Die geworfenen Stämme zählten zuvor bereits zum stehenden Totholz. Signifikante Veränderungen der Vegetation wurden nicht festgestellt.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

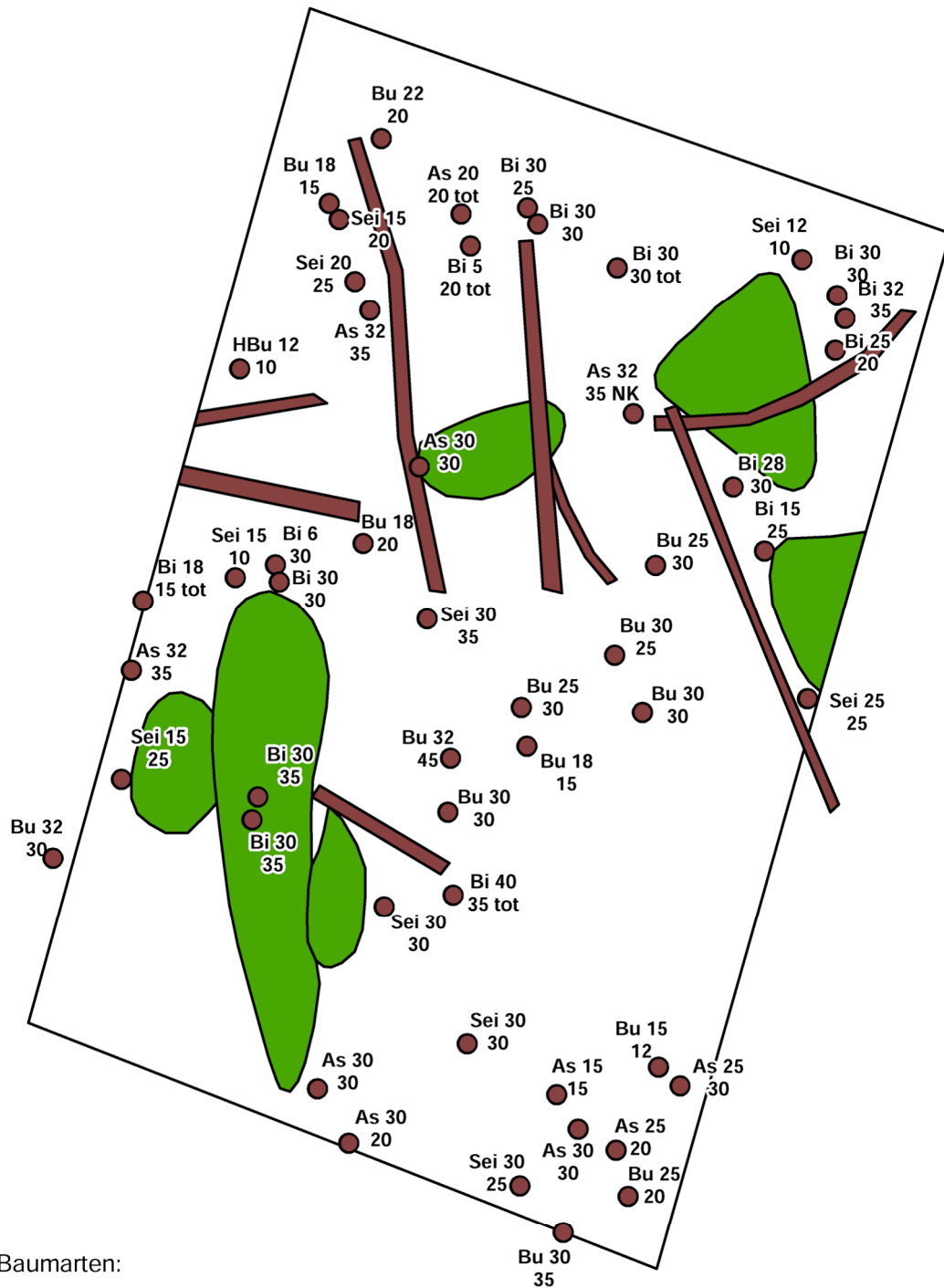
D4
neu

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016

Blatt 3.2-2016

Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf

Seite 1



Baumarten:

As: Aspe
Bi: Birke
Bu: Buche
HBu: Hainbuche
Sei: Stiel-Eiche

Beispiel:

Sei 15 Stiel-Eiche
1,20 Stammumfang 1,20 m in Brusthöhe

NK: Nistkasten

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

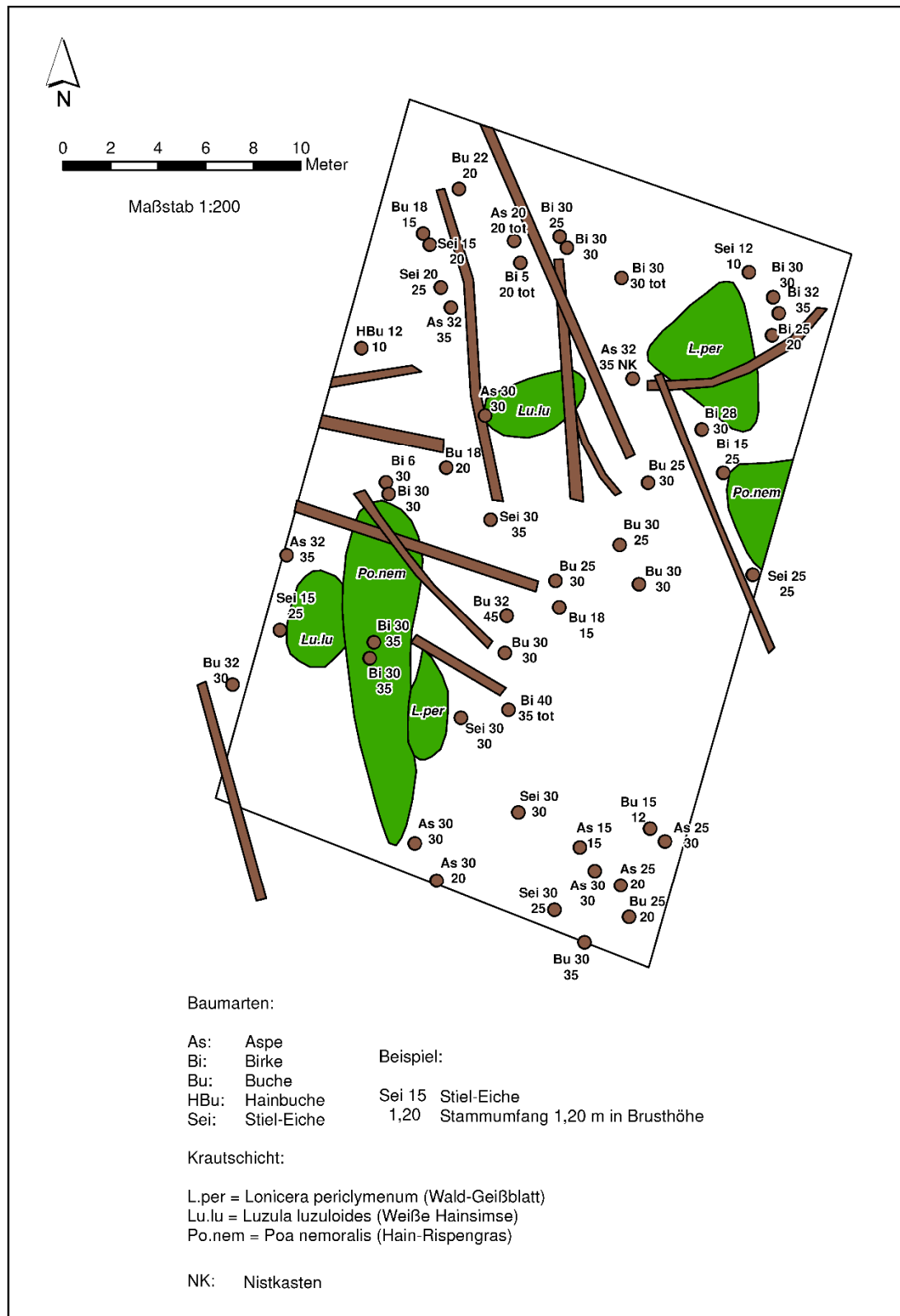
D4
neu

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018

Blatt 3.2-2018

Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf

Seite 2



DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

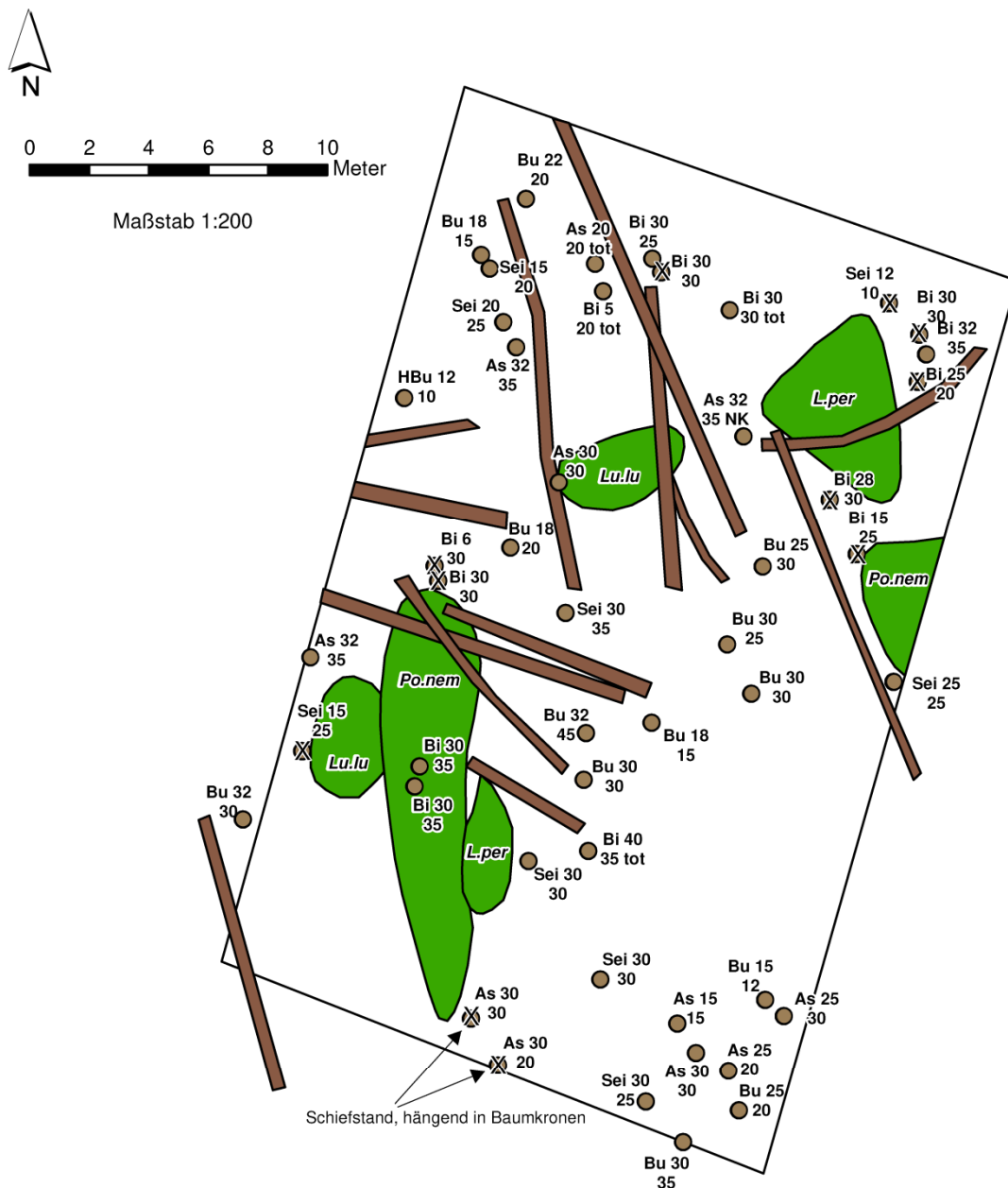
D4
neu

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020

Blatt 3.2-2020

Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf

Seite 3



Baumarten:

As: Aspe
 Bi: Birke
 Bu: Buche
 HBu: Hainbuche
 Sei: Stiel-Eiche

Beispiel:

Sei 15 Stiel-Eiche
 1,20 Stammumfang 1,20 m in Brusthöhe

● Baum, vital
 ☒ Baum, abgestorben

Krautschicht:

L.per = *Lonicera periclymenum* (Wald-Geißblatt)
 Lu.lu = *Luzula luzuloides* (Weiße Hainsimse)
 Po.nem = *Poa nemoralis* (Hain-Rispengras)

NK: Nistkasten

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

D4
neu

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2021

Blatt 3.2-2021

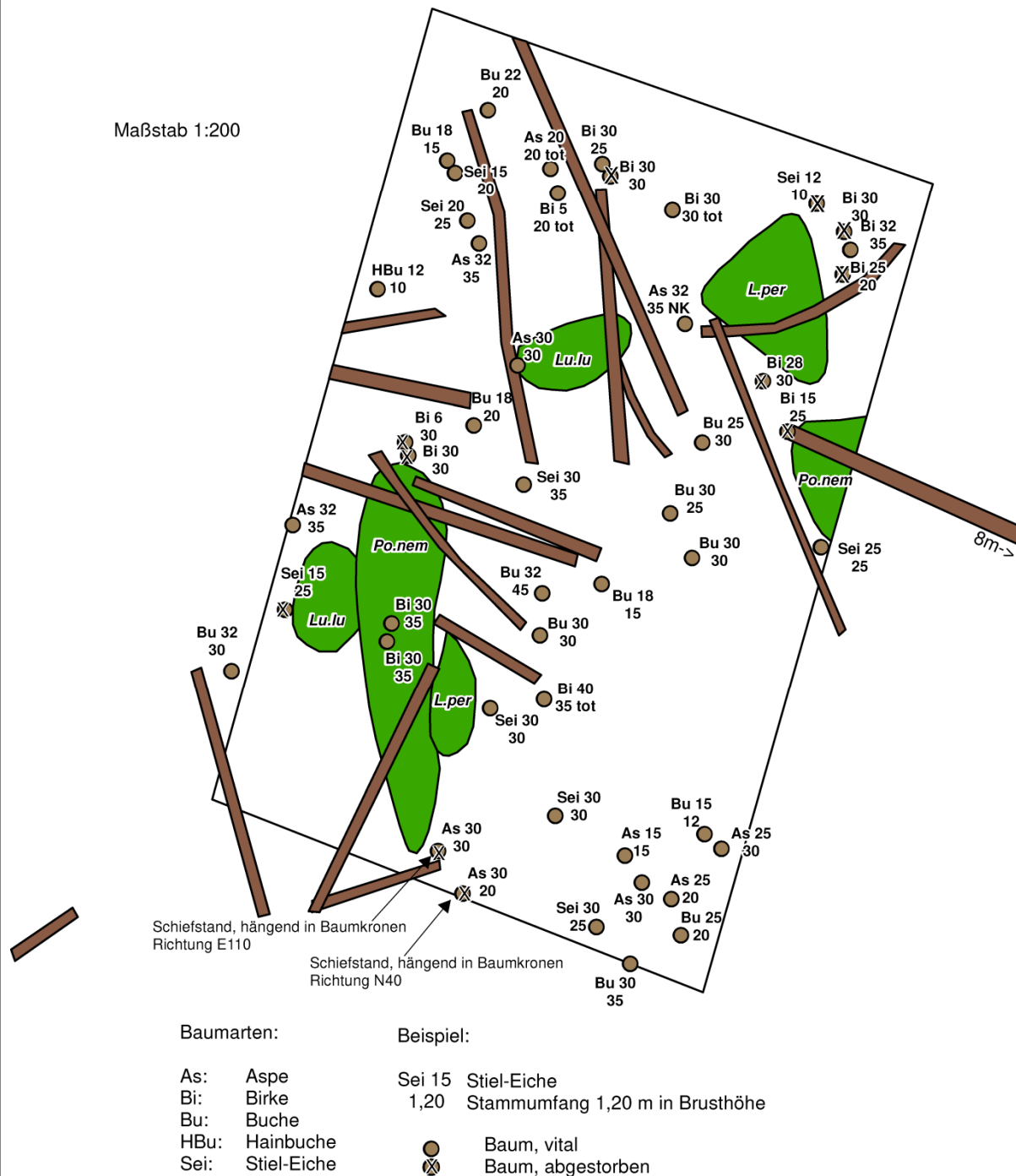
Laubwaldbestand westlich Betriebsstandort Hattorf



Seite 4



0 2 4 6 8 10
Meter

Maßstab 1:200



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|----------------------------|---------|
| D5 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Buchenwald am Ochsengraben | |
| <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Die Dauerbeobachtungsfläche D5 liegt 600 m nordwestlich der Halde Hattorf an der Zufahrtsstraße zur Halde aus Richtung Röhrigshof am zukünftig geplanten Haldenrand</p> <p><u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg</p> <p><u>Gemeinde:</u> Hohenroda</p> <p><u>Gemarkung:</u> Ransbach</p> <p><u>Flur:</u> 8</p> <p><u>Flurstück:</u> 10/6</p> <p><u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567461,21; 5633827,92 3567458,91; 5633809,62 3567438,71; 5633810,11 3567441,85; 5633826,96</p> <p><u>Flächengröße:</u> ca. 18 x 20 m, 347 m²</p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> ca. 327 m</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Südost</p> <p><u>Anmerkung:</u> relativ mäßig hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung, bei den südlichen beiden Eckpunkten fehlen Magnete</p> | | |
| <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  | | |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung von 2 Horizonten 30 bis 50 cm Tiefe</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|-----------|--|----------|------------------------------------|------------------|---------------------|-------------|-----------|---------------------------------------|
| D5 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Buchenwald am Ochsengraben | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 21.06.2010 | | | | | Bodenform: Parabraunerde aus Lösslehm / Kolluvisol | | | | | | | |
| | | | | | Humusform: F-Mull bis mullartiger Moder | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Humus | Bodenart | Grobboden | Ausgangsgestein | Carbonat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew.-%] | | [Gew. %] | | [Gew.-%] | [Munsell] | | Mangan | Rostflecken | [cm] | |
| + 2 | L | | | | | | | | | | | |
| + 1 | Of | | | | | | | | | | | |
| + 0,1 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 4 | Ah ₁ | 2-5 | Ut4 | 0 | Lösslehm | 0 | 10 YR 4/2 braun- dunkelbraun | | - | - | - | |
| - 12 | Ah ₂ | 1-2 | Ut4 | 5 | Lösslehm | 0 | 10 YR 4/3 braun- dunkelbraun | | - | - | - | |
| - 40 | Al | 0 | Ut4 | 0 | Lösslehm | 0 | 10 YR 5/5 gelblich braun | | - | - | - | |
| - 65 | Bt ₁ | 0 | Tu3 | 0 | Lösslehm | 0 | 7,5 YR 5/4 braun | | - | - | - | |
| - 100 | Bt ₂ | 0 | Tu3 | 2 | Lösslehm | 0 | 7,5 YR 5/4 braun | | - | - | - | toniger als darüberliegender Horizont |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. Im westlichen Teil der Untersuchungsfläche sind Parabraunerden entsprechend der Profilbeschreibung vorzufinden. Nach Osten treten Kolluvien auf, wobei die Mächtigkeit des kolluvialen Bodenmaterials nach Osten zunimmt und und bis zu 90 cm beträgt. Es wurde der Al oder M-Horizont beprobt. Die Beprobung erfolgte unabhängig von der Horizontmächtigkeit nur bis 40 cm Tiefe. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------------|------|------|------|-----------|----------------|-----|--------------------------|-----|
| D5 | | Analyseergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | |
| | | Buchenwald am Ochsengraben | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 21.06.2010, 06.09.2013, 12.07.2016, 30.8.2019 | | | | | Bodenform: Parabraunerde aus Lösslehm / Kolluvisol | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01 M CaCl ₂ | pH 0,1 M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah | 2010 | 4,43 | n.b. | 6,1 | 5,4 | 2,00 | 1,1 | 0,64 | 0,0 | 1,1 | 0,40 | 0,09 | 0,10 | | | |
| | | 2013 | 4,40 | 4,3 | 6,0 | 6,7 | 2,56 | 1,31 | 0,41 | 0,17 | 1,45 | 0,56 | 0,02 | 0,20 | | | |
| | | 2016 | 4,47 | 4,43 | 5,22 | 6,8 | 3,49 | 1,69 | 0,36 | 0,08 | 0,36 | 0,59 | 0,02 | 0,16 | | | |
| | | 2019 | 4,39 | 4,22 | 6,4 | 5,9 | 2,30 | 1,19 | 0,30 | 0,05 | 1,42 | 0,36 | 0,03 | 0,25 | | | |
| - 40 | Al | 2010 | 4,02 | n.b. | 1,4 | 2,6 | 0,10 | 0,23 | 0,18 | 0,0 | 1,8 | 0,12 | 0,07 | 0,09 | | | |
| | | 2013 | 4,01 | 4,40 | 2,9 | 3,4 | 0,22 | 0,25 | 0,16 | 0,04 | 2,43 | 0,12 | 0,02 | 0,14 | | | |
| | | 2016 | 3,88 | 4,26 | 2,3 | 2,9 | 0,34 | 0,31 | 0,15 | 0,06 | 1,64 | 0,12 | 0,02 | 0,23 | | | |
| | | 2019 | 3,90 | 4,30 | 3,3 | 3,5 | 0,25 | 0,24 | 0,15 | 0,04 | 2,47 | 0,08 | 0,03 | 0,20 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. [µS/cm] | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ [%] | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [mg/l] | | | | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah | 2010 | 5,70 | 58 | n.b. | n.b. | 2,6 | 2,4 | 68,9 | 36,8 | 20,3 | 11,8 | 0,0 | 20,3 | 7,4 | 1,7 | 1,8 |
| | | 2013 | 5,68 | 56,2 | n.b. | n.b. | 3,53 | 4,16 | 66,6 | 38,3 | 19,6 | 6,1 | 2,5 | 21,7 | 8,4 | 0,3 | 3,0 |
| | | 2016 | 5,78 | 48,5 | 3,09 | n.b. | 1,3 | 1,13 | 83,3 | 51,7 | 25,0 | 5,3 | 1,2 | 5,3 | 8,7 | 0,3 | 2,4 |
| | | 2019 | 5,47 | 50,1 | 0,61 | 2,14 | 1,91 | 2,87 | 65,1 | 39,0 | 20,2 | 5,1 | 0,8 | 24,1 | 6,1 | 0,5 | 4,2 |
| - 40 | Al | 2010 | 5,70 | 40 | n.b. | n.b. | 2,0 | <2,0 | 19,7 | 3,9 | 8,9 | 7,0 | 0,0 | 69,6 | 4,6 | 2,7 | 3,3 |
| | | 2013 | 5,58 | 23,8 | n.b. | n.b. | 1,3 | 3,63 | 19,8 | 6,5 | 7,4 | 4,7 | 1,2 | 71,9 | 3,6 | 0,6 | 4,1 |
| | | 2016 | 5,58 | 21,1 | 3,18 | n.b. | 0,53 | 1,42 | 30,0 | 11,8 | 10,8 | 5,2 | 2,1 | 57,1 | 4,2 | 0,7 | 8,0 |
| | | 2019 | 5,57 | 23,1 | 0,40 | 0,60 | 1,24 | 2,75 | 19,7 | 7,2 | 6,9 | 4,3 | 1,2 | 71,4 | 2,3 | 0,9 | 5,8 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | 5 | | 5 | | | | | | | 3,0 | | >natürlicher Hintergrund | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | | sodic properties | |
| bei den meisten Bäumen treten Schä- den auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | | natric | |

¹ Basensättigung: $(Ca + Mg + K + Na) / \Sigma \text{Kationen}$

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|-----------|--------|------|------|--------------------|-------|-------|------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | [mg/l] | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah ₁₊₂ /2010 | 5,5 | 48 | 4,2 | 6,6 | 2,60 | 1,80 | 1,10 | 0,96 | 0,530 | 1,400 | 0,320 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 40 | Al/2010 | 5,2 | 27 | 2,7 | 1,3 | 0,58 | 0,69 | 0,38 | 0,75 | 0,180 | 0,960 | 0,037 | 0,2 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeeinträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah ₁₊₂ /2010 | 3,6 | 11 | < 0,3 | 15,0 | 2,7 | 8,2 | < 0,5 | 21,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 4,1 | 25,5 | < 0,2 | 9,8 | 3,5 | 6,5 | < 0,40 | 20,2 | 0,09 |
| | 2016 | 5,05 | 29 | < 0,2 | 13,0 | 4,3 | 7,1 | < 0,40 | 23,3 | 0,14 |
| | 2019 | 7,3 | 37,8 | 0,13 | 14,6 | 8,4 | 13,7 | < 0,20 | 34,5 | 0,13 |
| - 40 | Al/2010 | 3,6 | 20 | < 0,3 | 9,0 | 2,8 | 5,0 | < 0,5 | 17,0 | < 0,1 |
| | 2013 | 3,05 | 11,3 | < 0,2 | 13,8 | 3,8 | 8,9 | < 0,40 | 25,7 | < 0,05 |
| | 2016 | 3,71 | 10,6 | < 0,2 | 11,4 | 4,0 | 8,2 | < 0,40 | 23,3 | 0,06 |
| | 2019 | 5,0 | 15,2 | < 0,1 | 17,6 | 8,4 | 15,4 | < 0,20 | 35,7 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Vorsorgewerte ³ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah ₁₊₂ /2010 | < 100 | 190 | < 40 | < 100 | < 100 | 100 | < 100 | 1300 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 109 | 29,7 | 18 | 38,5 | 165 | < 20 | 1460 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 27 | 7,5 | < 10 | 10,7 | 27 | < 10 | 109 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | 36 | < 40 | < 100 | 190 | < 40 | 1850 | < 2,0 |
| - 40 | Al/2010 | < 100 | 250 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 570 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 172 | 20,7 | 24 | 103 | 144 | < 20 | 436 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 124 | 7,9 | < 10 | 39,5 | 34 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | 90 | 21 | 41 | < 100 | 150 | < 40 | 910 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah ₁₊₂ /2010 | 0,06 | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 40 | Al/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁴ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁵ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹ Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ² Oberboden Wald Lösssubstrate Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ³ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und und pH-Wert (BBodSchV), ⁴ Wald Auflage und ⁵ Oberböden Laubwald (bundesweit I Hessen) (LABO 2017) ⁶ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen.

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Die Probennahmefläche liegt am Rand der geplanten Haldenerweiterungsfläche.

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich relativ mäßig hoher betriebsbedingter Immissionszusatzbelastungen angeordnet, die jedoch unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Der Standort liegt in hängiger Lage. Im westlichen Bereich der Untersuchungsfläche sind Parabraunerden aus Lößlehm anzutreffen und im östlichen Bereich Kolluvisole. Die Mächtigkeit des in Folge von Erosionsprozessen kolluvial umgelagerten Bodenmaterials nimmt nach Osten hin zu und beträgt bis zu 90 cm. Die Fläche wurde bis 40 cm Tiefe beprobt. Die Humusform ist F-Mull bis mullartiger Moder. Der Boden zeigt damit noch relativ günstige Zersetzungsbedingungen für die organische Substanz. Dies ist auch auf den im Vergleich zu den weiteren Standorten hohen pH-Wert von 4,4 im Oberboden zurückzuführen.

Die Kationenaustauschkapazität ist gering. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluats und Bodensättigungsextrakts sind gering. Die austauschbaren Kationen und der Bodensättigungsextrakt zeigen keine Anzeichen für Salzbelastungen. Die relative Belegung der Austauscher mit Mg ist sehr hoch und die K-Belegung ist hoch bis sehr hoch.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar. Die PAK- und Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) sind gering. Für die Schwermetalle liegen sie im Bereich der Hintergrundwerte, Vorsorgewerte werden, wie auch für PAK, nicht überschritten. Die Prüfwerte für die Gehalte an leicht löslichen Blei (Ammoniumnitratextrakt) sind im Oh, Ah und Al-Horizont überschritten. Dies ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen und ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et al. 2005). Die Prüfwerte gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Am Standort sind keine Belastungen aus Schadstoff- und/oder Salzeinträgen feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Es sind keine signifikanten Veränderungen bei den Stoffgehalten im Vergleich zu 2010 erkennbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

2016 ist im Vergleich zu 2013 ein Anstieg der Calcium- und Magnesiumgehalte (austauschbare Kationen) durch Waldkalkung feststellbar. Die austauschbaren Aluminiumgehalte fallen stark ab, woraus eine Zunahme der Basensättigung resultiert. Mit Zunahme der Basensättigung sinken auch die ammoniumnitratlöslichen Schwermetallgehalte, obwohl bei den pH-Werten (0,01 M CaCl₂) keine eindeutigen Veränderungen nachweisbar sind.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Die austauschbaren Ca-, Mg- und Al-Gehalte liegen wieder auf dem Niveau wie in den Jahren 2010 und 2013. Dies könnte für das Untersuchungsergebnis von 2016 auf einen Messfehler oder Probenverwechslung zurückzuführen sein. Der Waldbestand erscheint auf Grund der benachbarten Rodungsarbeiten am Rande etwas mehr Licht zu erhalten und wäre mit einer Erhöhung der Basensättigung durch Mineralisation verbunden.

Bei den Königswassergehalten sind 2019 die Cr-, Cu-, Ni- Zn- und Pb-Gehalte erhöht, was auf einen Analysefehler zurückgeführt wird (siehe Kap.2.3.1).

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| D5 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Buchenwald am Ochsengraben | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 2010-2014: 30 – 40 m/ 80 %; 2015-2019: 65 %; 2020-2021: 58% B2: 2010-2021: 10 – 20 m/ 30 %; B3: 2010-2013: 4 m/ 2 %, 2014-2015: 5%, 2016-2021: 10%; Str.: 0,5 – 2 m/ 2010-2015, 2017-2021: 25 %, 2016: 20%; F: 2010 3 %, 2011- 2014: 5 %, 2015-2016, 2019-2020: 3 %, 2017-2018: 4%; 2021: 6% M: 0,1 %, 2016, 2021: 0.5%, 2017, 2019-2020: 1%, 2018: 2% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 21.5.2010 | 20.5.2011 | 15.5.2012 | 23.5.2013 | 06.5.2014 | 21.4.2015 | 21.4.2016 | 11.4.2017 | 12.4.2018 | 30.4.2019 | 23.4.2020 | 28.4.2021 |
| B1 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 28 | 28 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 30 | 30 |
| B2 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Picea abies</i> | Gemeine Fichte | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| F | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | - | 1 | 1 | 2 |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Schmalblättrige Hainsimse | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| | <i>Betula pendula</i> | Warzen-Birke | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | 1 |
| | <i>Picea abies</i> | Gemeine Fichte | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 0.1 | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Melampyrum sylvaticum</i> | Wald-Wachtelweizen | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Ajuga reptans</i> | Kriechender Günsel | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galium aparine</i> | Kleb-Labkraut | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dorniger Wurmfarne | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Veronica hederifolia</i> | Efeublättriger Ehrenpreis | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| M | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressenschlafmoos | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Katharinenmoos | - | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1 | 0.5 | - | - |
| | <i>Brachythecium rutabulum</i> | Krücken-Kegelmoss | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Im näheren Umfeld sind keine weiteren Arten vorhanden.

Totholz:

Mit einem etwa 8 m langen Buchenstamm befindet sich liegendes Totholz in der Südostecke der Aufnahme-
fläche.

Vegetationsanalyse:

Der hohe Kronenschlussgrad der Stiel-Eiche in der führenden Baumschicht und der mit 25 vergleichsweise hohe Anteil der Hainbuche im Unter- und Zwischenstand weisen diesen Waldbestand als einen Stiel-Eichen-Hainbuchen-Wald aus. Mit einem Kronenschlussgrad von 35 % sind Altbuchen an diesem Bestand stark beteiligt. Die Rotbuche ist jedoch die einzige Baumart, die sich natürlich verjüngt. Dies zeigt der Kronenschlussgrad über die Fläche gesehen von insgesamt 25 % in der Strauchschicht. Die Rotbuche ist in der Strauchschicht nicht gleichmäßig über die Aufnahme-
fläche verteilt. Hohe Kronenschlussgrade weist sie dort vor allem im Westen und Südwesten sowie in der Südostecke auf. Dieser Sachverhalt gibt den deutlichen Hinweis darauf, dass es sich bei dem Eichen-Hainbuchen-Wald in der Aufnahme-
fläche um das Resultat der ehemaligen Waldnutzung handelt und der Standort von Natur aus von Rotbuchenwald eingenommen wird. Unbekannt ist jedoch der Einfluss des Wildes auf die Naturverjüngung. Verbiss durch Wild wurde nicht festgestellt.

Eine Krautschicht ist nur gering ausgeprägt. Dies hängt mit dem starken Schattenwurf durch die Rotbuche in allen Baumschichten und durch die Hainbuche in der zweiten Baumschicht zusammen. Allenfalls in der Nordostecke, wo keine Strauchschicht ausgebildet ist, tritt die Schmalblättrige Hainsimse mit einem Deckungsgrad von 5 % auf. Das Vorkommen des Bodensäurezeigers lässt die Aufnahme-
fläche dem Hainsimsen-Rotbuchenwald (*Luzulo-Fagetum*) als potentiell natürlicher Waldgesellschaft zuordnen. Dieser Waldtyp kennzeichnet bodensaure Rotbuchenwälder.

Vegetationsprognose:

Die Vegetation wird sich der weiteren natürlichen Waldentwicklung folgend in einen Hainsimsen-Rotbuchenwald umwandeln. Da im nahen Umfeld der bestehenden Halde Hattorf keine gravierenden Schäden an Rotbuchen durch Salzeinträge von der Halde festgestellt werden konnten, sind derartige Einflüsse auf den prognostizierten Waldbestand in D5 zunächst auszuschließen.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Die Schmalblättrige Hainsimse ist in 2011 stärker vertreten. Mit Wald-Veilchen, Wald-Wachtelweizen und Himbeere treten im Norden der Aufnahme-
fläche drei neue Arten in Einzelexemplaren auf. Eine standörtliche Veränderung ist davon jedoch nicht abzuleiten.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Die Ausdehnung der Flächen, in denen die Krautschicht höhere Deckungsanteile hat, hat sich im Vergleich zu den Vorjahren deutlich verändert. Mit Kriechendem Günsel (*Ajuga reptans*), Stechender Hohlzahn (*Galopsis tetrahit*) und Kleb-Labkraut (*Galium aparine*) sind drei Verlichtungszeiger, wenn auch nur in geringer Individuenzahl in der Fläche aufgetreten. Bei gleichzeitigem Verschwinden des Schattenzeigers Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana*) könnte sich damit eine beginnende Verlichtung andeuten.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

In 2013 sind keine gravierenden Veränderungen der Vegetation innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche feststellbar.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Mehrere junge Rotbuchen sind mittlerweile aus der Strauchschicht in die unterste Baumschicht (B3) eingewachsen. Die alten Rotbuchen haben mehrere Äste verloren, die nun einen geringen Teil der Oberfläche der Aufnahme-
fläche bedecken. Die Anzahl der Fichten- und Hainbuchen-Keimlinge war in 2014 leicht erhöht. Ansonsten konnten keine signifikanten Veränderungen der Vegetation festgestellt werden.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Im südlichen Teil der Monitoringfläche wurde in 2015 eine alte Stieleiche gefällt (Blatt 3.2-2015). Hierdurch ist ein Veränderungsdruck auf die Vegetationszusammensetzung der Krautschicht zu erwarten. In 2015 ist die Artenzahl der Krautschicht von 7 auf 4 und der Deckungsgrad von 5 % auf 3 % gesunken. Diese Veränderung kann auf die Beeinträchtigung der Fläche im Zuge der Fällarbeiten zurückgeführt werden.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die Deckung der Feldschicht war in 2016 zum Vorjahr unverändert. In den Bestandeslücken der Gehölzschichten war gehäuft eine starke Laubstreuaufgabe zu beobachten. Desweiteren waren Wühlspuren im Oberboden und Frass an den Blattspitzen des Grases festzustellen. Außerdem sind Rotbuchen aus der Strauch- in die unterste Baumschicht hinein gewachsen.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

In 2017 sind keine signifikanten Veränderungen der Vegetation innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche feststellbar.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Eine deutlich ausgeprägte Laubstreuauflage des Oberbodens lässt einen gehemmten mikrobiellen Abbau vermuten. Diese Laubstreu hat offenbar ebenso das Aufkommen von Kräutern und Gräsern weitgehend gehemmt. In der Krautschicht war lediglich die Schmalblättrige Hainsimse in bekannter Stärke vertreten. Dafür hat der Deckungsgrad der Moose deutlich zugenommen. Offenbar wurden diese durch ein von der Streuauflage verursachtes luftfeuchtes Mikroklima begünstigt. Die in der Fläche vorhandenen jungen Fichten sind mittlerweile in die Strauchschicht empor gewachsen, so dass sie in der Feldschicht nun fehlen. Auswirkungen von Immissionen von der ESTA-Rückstandshalde sind in der Vegetation nicht auszumachen.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 sind keine signifikanten Veränderungen der Vegetation innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche feststellbar. Buchen-Keimlinge kamen in der Feldschicht in größerer Anzahl erneut vor. Der Waldbestand erscheint auf Grund der benachbarten Rodungsarbeiten am Rande etwas mehr Licht zu erhalten. Dies schlägt sich in der Vegetation jedoch noch nicht nieder. Auffallend ist eine starke Laubstreu-Auflage. Diese lässt die Aussage zu einem verminderten Bodenleben mit geringerem Abbau organischer Substanz zu. Die Trockenperiode in 2019 hat sich somit offenbar auf den Standort der Dauerbeobachtungsfläche ausgewirkt. Schmalblättrige Hainsimse hat sich unter diesen Bedingungen als einziges Gras in der Feldschicht halten können. Kräuter und Farne traten 2019 keine auf.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Am Südostrand hat die Vegetation infolge der Rodungsarbeiten für die Haldenerweiterung eine starke Veränderung erfahren: Eine Buche und eine Stieleiche der obersten Baumschicht wurden dort gefällt. Der Waldbestand wurde dadurch randlich aufgelichtet. Durch das Befahren mit Fahrzeugen und Ablagern von Ästen wurde die Bodenvegetation in diesem Bereich stark gestört. Die Bodenvegetation war in der gesamten Fläche insgesamt deutlich schwächer ausgeprägt. Sie konnte sich vermutlich als Folge der beiden vorangegangenen Trockenjahre durch eine auf Grund gehemmten mikrobiellen Abbaus angereicherten Laubstreuauflage schlechter entfalten.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

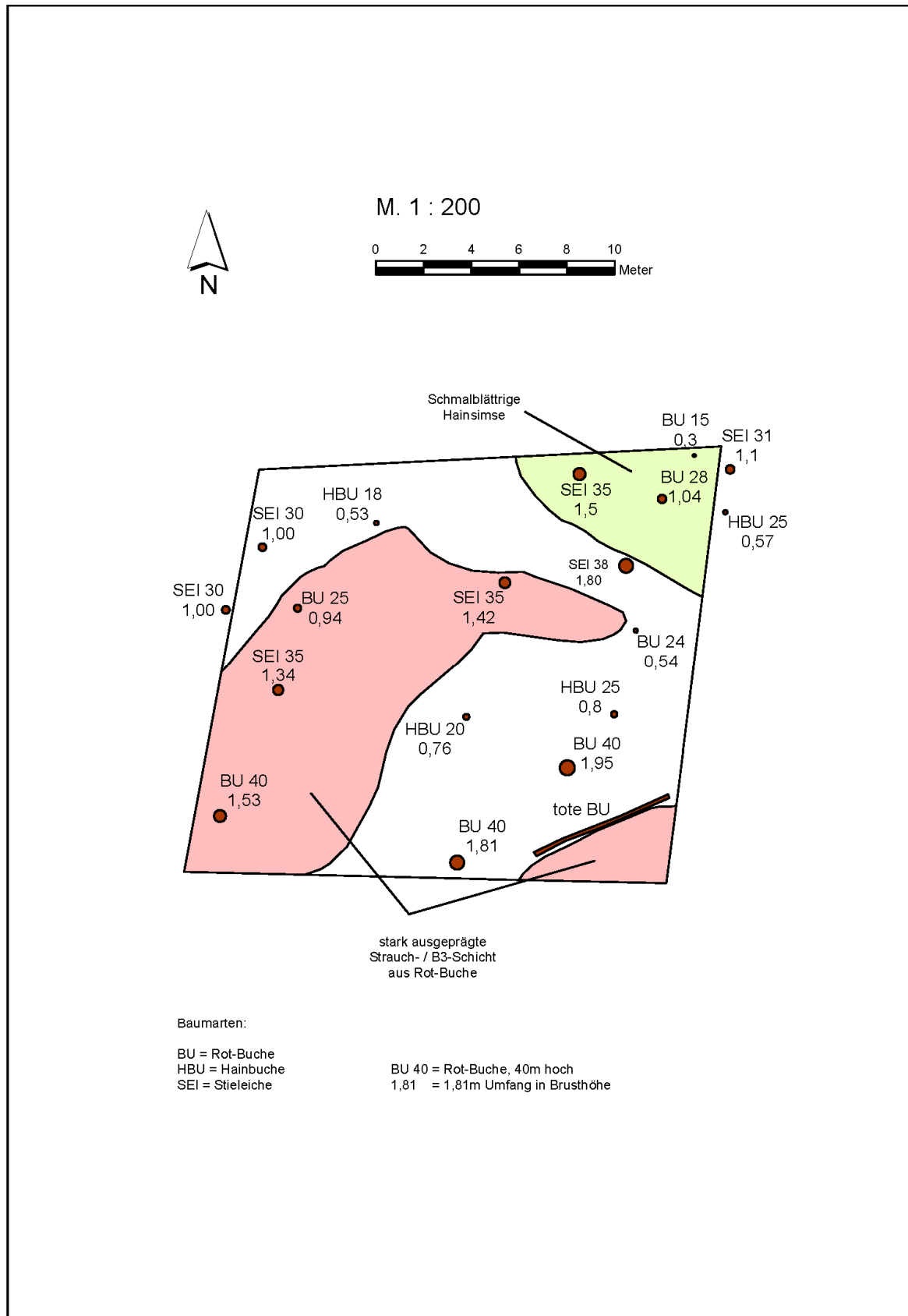
Am Ostrand wurde das Totholz geräumt. Laubstreu wurde in diesem Fall mit beseitigt, so dass offene Bodenstellen entstanden. Die starke randliche Veränderung des Standortes wirkt sich daher auch 2021 weiterhin auf die Monitoringfläche aus. Der Bewuchs mit den oben genannten Säurezeigern hat auf Grund der stärkeren Belichtung zugenommen. Als Nährstoff- bzw. Störungszeiger wurde der Efeublättrige Ehrenpreis gefunden. Salzpflanzen kommen weiterhin keine vor.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D5****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

Buchenwald am Ochsengraben

Seite 1



DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

D5

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2015

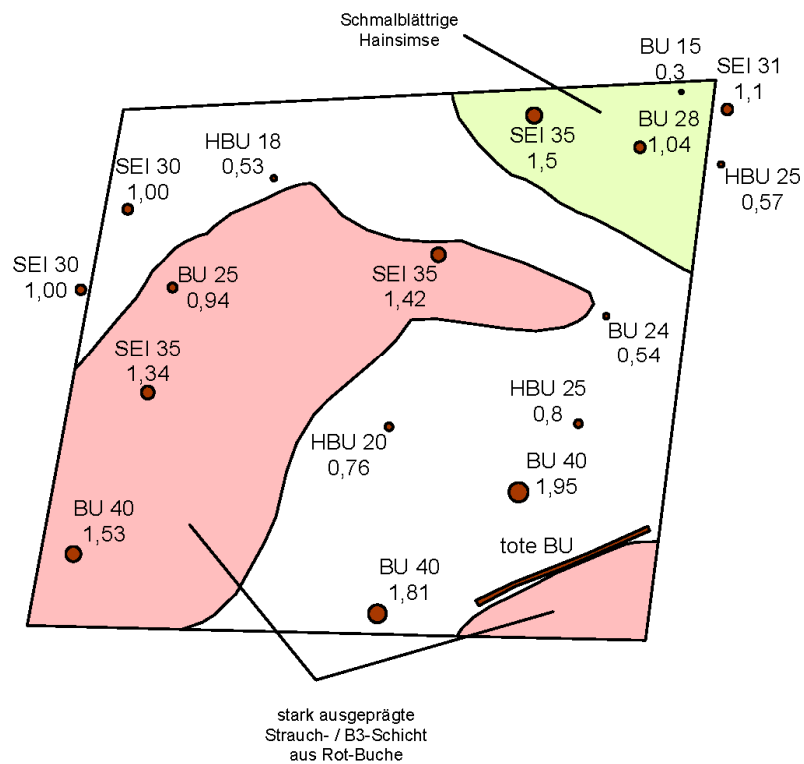
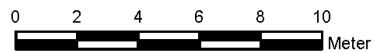
Blatt 3.2-2015

Buchenwald am Ochsengraben

Seite 2



M. 1 : 200



Baumarten:

BU = Rot-Buche
HBU = Hainbuche
SEI = Stieleiche

BU 40 = Rot-Buche, 40m hoch
1,81 = 1,81m Umfang in Brusthöhe

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

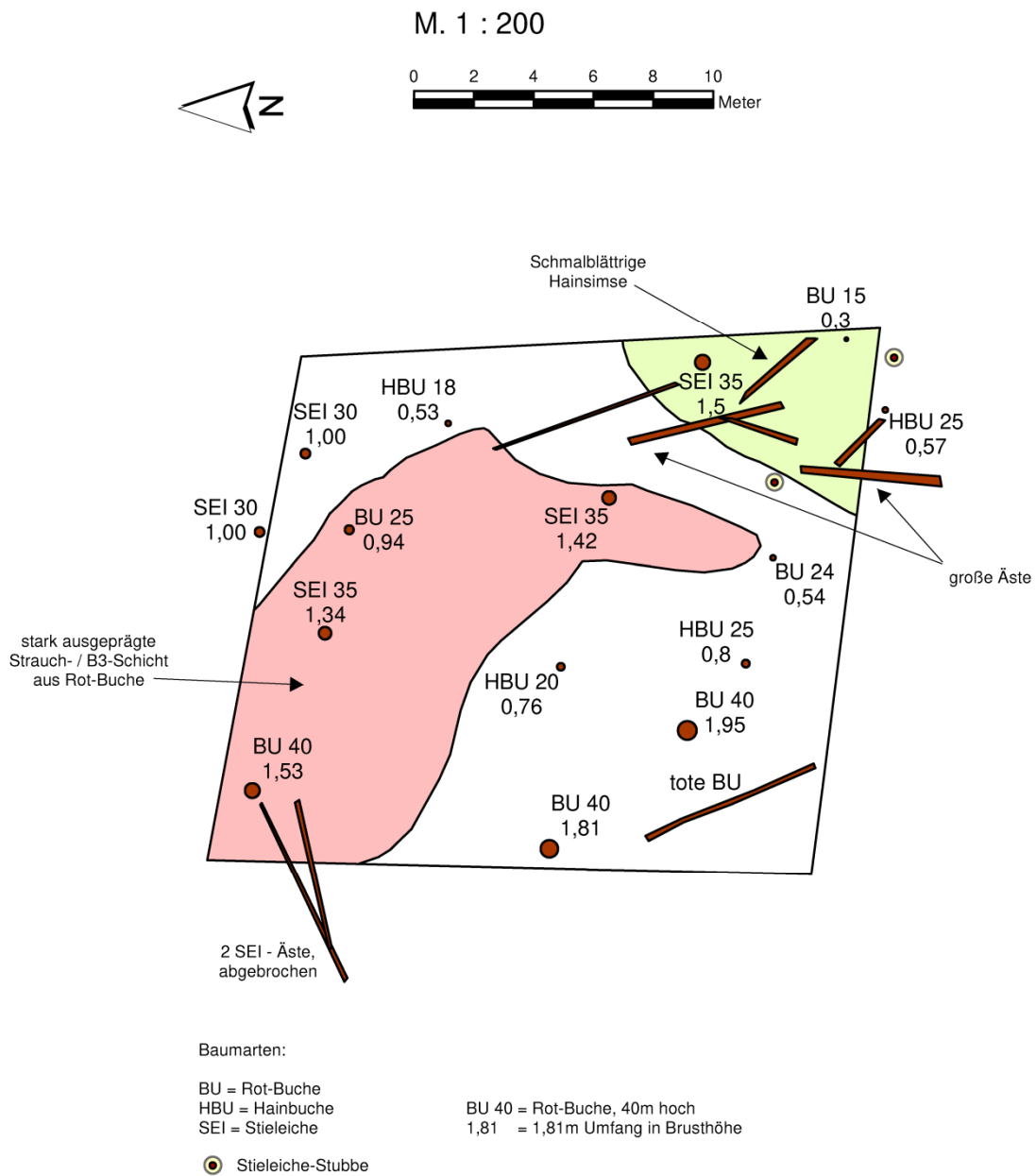
D5


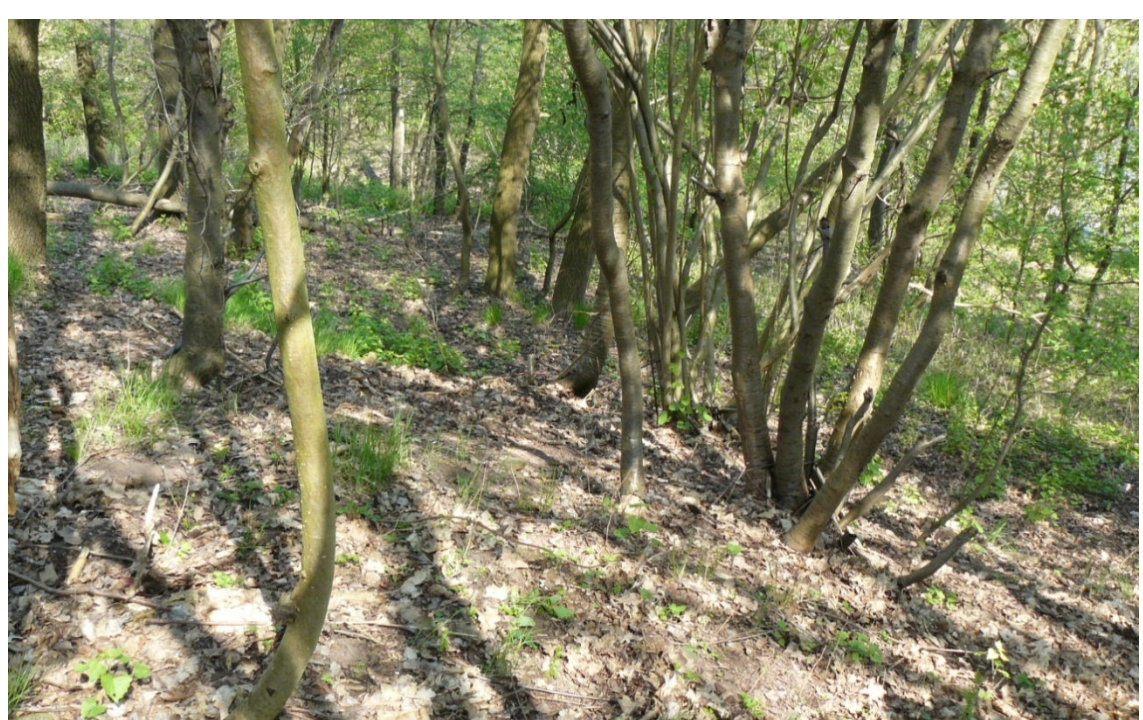
VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020

Blatt 3.2-2020

Buchenwald am Ochsengraben

Seite 3



| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | |
|---|----------------------------|--|
| D6 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Laubwaldbestände am Karoth | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Die Abgrenzung der Fläche D6 erfolgte an den Hängen des Karoth, etwa 70 m westlich der Verbindungsstr. Philippsthal-Unterbreizbach (K8) <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Philippsthal (Werra) <u>Gemarkung:</u> Philippsthal <u>Flur:</u> 11 <u>Flurstück:</u> 44/1 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3569485,32; 5633806,89 3569487,11; 5633798,36 3569469,13; 5633799,95 3569468,85; 5633808,82 <u>Flächengröße:</u> ca. 9 x 17 m, 148 m ² <u>Höhe ü.NN:</u> ca. 248 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> Nordost <u>Anmerkung:</u> relativ mäßig hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung | | Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskaala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte. <u>Boden:</u> Beprobung von ca. 3 Horizonten bis 100 cm Tiefe Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------|----------------|--|---------------|------------------------------------|---------------------|--|-----------------|-----------|---|
| D6 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Laubwaldbestände am Karoth | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 21.06.2010 | | | | | Bodenform: Braunerde aus Lösslehm über Buntsandsteinverwitterung Humusform: L-Mull, vereinzelt F-Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Boden- art | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbo- nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| + 3 | L + Of | | | | | | | | | | | Of nur vereinzelt vorhanden, dann ca. 1 mm mächtig |
| - 10 | Ah | 2-4 | Ut4 | 2 | Lösslehm | 0 | 10 YR 4/2 braun- dunkelbraun | feucht | - | - | - | kleines Kalkkörnchen |
| - 20 | rAp | 1-2 | Ut4 | 10 | Lösslehm | 0 | 10 YR 4/3 braun- dunkelbraun | frisch | - | - | - | reliktsicher Hor- izont durch Bo- denbearbeitung früherer Nut- zung |
| - 60 | Bv | 0 | SI2 | 15 | Buntsand- stein | 0 | 5 YR 4/4 rötlich braun | frisch - trocken | - | - | - | |
| - 100 | ICv | 0 | Su2 | 20 | Buntsand- stein | 0 | 5 YR 4/4 rötlich braun | dürr | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------------|------------------|-----|------|----------------|--|--|
| D6 | | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | | | |
| | | Laubwaldbestände am Karoth | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 21.06.2010, 05.09.2013, 18.07.2016, 28.11.2019 | | | | | Bodenform: Braunerde aus Lösslehm über Buntsandsteinverwitterung | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01 M CaCl ₂ | pH 0,1 M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | | | |
| [cm] | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 20 | Ah+ rAp | 2010 | 5,61 | 5,08 | 9,3 | 9,9 | 6,62 | 1,95 | 1,00 | 0,08 | 0,08 | 0,16 | 0,01 | 0,03 | | | | | |
| | | 2013 | 5,84 | 5,30 | 11,2 | 12,9 | 9,06 | 2,47 | 1,14 | 0,10 | 0,05 | 0,10 | 0,01 | 0,01 | | | | | |
| | | 2016 | 5,81 | 5,46 | 10,6 | 13,9 | 10,15 | 2,53 | 1,04 | 0,10 | <0,01 | 0,11 | <0,01 | 0,00 | | | | | |
| | | 2019 | 6,21 | 5,68 | 13,0 | 15,5 | 11,15 | 2,72 | 1,36 | 0,11 | 0,05 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | | | | | |
| - 60 | Bv | 2010 | 4,38 | 4,68 | 3,2 | 3,7 | 1,56 | 0,74 | 0,65 | 0,09 | 0,52 | 0,07 | 0,02 | 0,09 | | | | | |
| | | 2013 | 4,60 | 4,70 | 3,8 | 4,4 | 1,82 | 0,96 | 0,80 | 0,08 | 0,57 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | | | | | |
| | | 2016 | 4,46 | 4,57 | 3,5 | 4,4 | 2,18 | 0,97 | 0,63 | 0,08 | 0,34 | 0,08 | 0,01 | 0,11 | | | | | |
| | | 2019 | 4,80 | 4,74 | 4,2 | 5,1 | 2,41 | 1,10 | 0,87 | 0,07 | 0,50 | 0,07 | 0,02 | 0,06 | | | | | |
| - 100 | ICv | 2010 | 4,22 | 4,69 | 3,1 | 3,3 | 1,09 | 0,66 | 0,67 | 0,09 | 0,61 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | | | | | |
| | | 2013 | 4,32 | 4,60 | 3,2 | 3,9 | 1,26 | 0,75 | 0,74 | 0,10 | 0,82 | 0,04 | 0,10 | 0,09 | | | | | |
| | | 2016 | 4,14 | 4,42 | 3,0 | 3,6 | 1,21 | 0,74 | 0,59 | 0,09 | 0,70 | 0,05 | 0,05 | 0,16 | | | | | |
| | | 2019 | 4,30 | 4,61 | 3,2 | 3,5 | 1,12 | 0,70 | 0,66 | 0,07 | 0,64 | 0,04 | 0,14 | 0,09 | | | | | |
| | | | Eluat | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | | | | |
| | | | pH | el.L. [µS/cm] | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ [%] | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | |
| | | | | | [mg/l] | | | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | | |
| - 20 | Ah+ rAp | 2010 | 6,1 | 87 | n.b. | n.b. | <2,0 | 2,9 | 97,2 | 66,7 | 19,6 | 10,1 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 0,1 | 0,3 | | |
| | | 2013 | 6,54 | 83,4 | n.b. | n.b. | 2,51 | 2,23 | 98,7 | 70,0 | 19,1 | 8,8 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,1 | 0,1 | | |
| | | 2016 | 6,69 | 86,1 | 3,18 | n.b. | 1,3 | 0,86 | 99,2 | 72,9 | 18,2 | 7,5 | 0,7 | n.b. | 0,8 | n.b. | 0,0 | | |
| | | 2019 | 6,94 | 121 | 1,84 | 2,81 | 2,61 | 3,3 | 99,2 | 72,1 | 17,6 | 8,8 | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | | |
| - 60 | Bv | 2010 | 6,3 | 49 | n.b. | n.b. | <2,0 | <2,0 | 81,3 | 41,7 | 19,8 | 17,4 | 2,4 | 13,9 | 1,9 | 0,5 | 2,4 | | |
| | | 2013 | 6,46 | 26,9 | n.b. | n.b. | 1,42 | 1,59 | 83,2 | 41,4 | 21,8 | 18,2 | 1,8 | 13,0 | 1,4 | 0,9 | 1,6 | | |
| | | 2016 | 6,81 | 30,3 | 3,15 | n.b. | 0,85 | 1,07 | 87,7 | 49,5 | 22,0 | 14,3 | 1,8 | 7,7 | 1,8 | 0,2 | 2,5 | | |
| | | 2019 | 6,31 | 38,5 | 1,08 | 0,41 | 1,6 | 2,81 | 87,3 | 47,3 | 21,6 | 17,1 | 1,4 | 9,8 | 1,4 | 0,4 | 1,2 | | |
| - 100 | ICv | 2010 | 6,1 | 38 | n.b. | n.b. | <2,0 | <2,0 | 75,4 | 32,7 | 19,8 | 20,1 | 2,7 | 18,3 | 1,5 | 2,4 | 2,4 | | |
| | | 2013 | 6,09 | 22 | n.b. | n.b. | 1,54 | 1,66 | 73,1 | 32,3 | 19,2 | 19,0 | 2,6 | 21,0 | 1,0 | 2,6 | 2,3 | | |
| | | 2016 | 6,78 | 20,7 | 3,15 | n.b. | 0,84 | 0,76 | 73,3 | 33,7 | 20,6 | 16,4 | 2,5 | 19,5 | 1,4 | 1,4 | 4,5 | | |
| | | 2019 | 7,19 | 29,6 | 1,01 | 0,08 | 1,46 | 2,61 | 73,7 | 32,4 | 20,2 | 19,1 | 2,0 | 18,5 | 1,2 | 4,0 | 2,6 | | |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | 5 | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | | magnesian properties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|-----------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 20 | Ah +rAp/2010 | 6,5 | 62 | 3,0 | 5,3 | 4,10 | 1,70 | 4,00 | 1,30 | 0,180 | 0,250 | 0,087 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 60 | Bv/2010 | 5,9 | 31 | 3,7 | 5,6 | 0,99 | 0,48 | 1,80 | 2,00 | 1,100 | 0,110 | 0,690 | 0,4 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 100 | ICv/2010 | 5,8 | 31 | 7,6 | 5,0 | 0,58 | 0,28 | 1,70 | 2,10 | 0,082 | 0,037 | 0,045 | 0,6 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| gering salzhaltig | | | | | | | | | | | | | |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeeinträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------------------------|----------------|------------------|--------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 20 | Ah + rAp/2010 | 3,4 | 12,0 | < 0,3 | 12 | 3,1 | 6,4 | < 0,5 | 21 | < 0,1 |
| | 2013 | 3,12 | 12,1 | < 0,20 | 15,1 | 6,0 | 10,9 | < 0,40 | 33,2 | < 0,05 |
| | 2016 | 3,52 | 12,2 | < 0,2 | 13 | 6,6 | 10,4 | < 0,40 | 32,3 | 0,08 |
| | 2019 | 5,2 | 29,5 | 0,22 | 20,8 | 13 | 18,6 | < 0,20 | 56,0 | 0,11 |
| - 60 | Bv/2010 | 4,1 | 15,0 | < 0,3 | 17 | 5,7 | 11,0 | < 0,5 | 32 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,36 | 6,8 | < 0,20 | 15,3 | 3,5 | 10,9 | < 0,40 | 23,4 | < 0,05 |
| | 2016 | 3,08 | 6,0 | < 0,2 | 12,3 | 3,9 | 10,0 | < 0,40 | 24,1 | < 0,05 |
| | 2019 | 3,8 | 9,4 | < 0,10 | 19,1 | 8,6 | 16,9 | < 0,20 | 34,2 | 0,06 |
| - 100 | ICv/2010 | < 3,0 | 5,5 | < 0,3 | 12 | 2,7 | 7,5 | < 0,5 | 17 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,29 | 3,9 | < 0,20 | 15,0 | 2,8 | 10,5 | < 0,40 | 20,6 | < 0,05 |
| | 2016 | 2,76 | 3,4 | < 0,2 | 11,4 | 2,9 | 8,8 | < 0,40 | 18,6 | < 0,05 |
| | 2019 | 4,0 | 4,7 | < 0,10 | 18,6 | 7,2 | 15,9 | 0,21 | 28,7 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | 10 | 34 | 0,40 | 21 | 7 | 13 | 0,18 | 38 | 0,07 |
| Hintergrundwerte Untergrund ³ | | 16 | 35 | 0,44 | 51 | 10 | 26 | 0,26 | 39 | 0,04 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 20 | Ah + rAp/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 240 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | 2,6 | < 10 | 43,2 | 22 | < 20,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 4,7 | < 10 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 130 | < 2,0 |
| - 60 | Bv/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 140 | < 100 | 370 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 33 | 11,5 | < 10 | 37,1 | 202 | < 20,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 27 | 9,6 | < 10 | 26 | 114 | < 10,0 | 231 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 170 | < 40 | 480 | < 2,0 |
| - 100 | ICv/2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 240 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | 2,5 | 14 | 19 | 238 | < 20,0 | 171 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 36 | 5,2 | 17 | 45,7 | 141 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 260 | < 40 | 300 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | PCB ₆ | | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 20 | Ah + rAp/2010 | 0,24 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | 0,14 | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | 0,30 | 0,03 | | n.n. | | | | | |
| - 60 | Bv/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 100 | ICv/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁵ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberböden Wald Lösssubstrat, ²Unterböden und ³Untergrund lössartiger Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

¹Oberböden Wald Lösssubstrat, ²Unterböden und ³Untergrund lössarmer Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich relativ mäßig hoher betriebsbedingter Immissionszusatzbelastungen angeordnet, die jedoch unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Die Untersuchungsfläche liegt auf einer älteren Terrassierung. Das Bodenprofil ist geschichtet. Während der Oberboden aus Lößlehm gebildet ist, sind im Unterboden sandige Substrate des Buntsandsteins anzutreffen. Es hat sich eine Braunerde entwickelt. Der schluffreiche Oberboden ist bis 20 cm Tiefe humos. Da bei natürlicher Bodenentwicklung an diesem Standort ein geringmächtigerer Ah-Horizont zu erwarten wäre, ist anzunehmen, dass durch Bodenbearbeitung bei früherer landwirtschaftlicher Nutzung oder durch Aufbringen von Oberbodenmaterial beim Anlegen der Terrassen eine Vertiefung des humushaltigen Oberbodens stattgefunden hat. Da dies nicht mehr den aktuellen Bodenbildungsbedingungen entspricht, handelt es sich um einen reliktschen Bodenhorizont (rAp-Horizont, r für reliktsch). Der sandige Unterboden ist aus Buntsandsteinverwitterung entstanden und hat eine natürlich gewachsene Struktur. Die Humusaufgabe ist von geringer Mächtigkeit. Die Humusform ist L-Mull, vereinzelt F-Mull. Dies weist auf relativ günstige Zersetzungsbedingungen für die organische Substanz hin. Dagegen wäre natürlicherweise für diesen Standort eher ein gehemmter Humusabbau mit mächtiger Humusaufgabe und Podsolierungstendenzen zu erwarten. Dieser Umstand weist auf Zuführung von Nährstoffen durch Düngung oder Kalkung hin, was auch durch die im Ah-Horizont gefundenen Kalkkörner gestützt wird.

Der Boden ist im Oberboden schwach sauer und im Unterboden stark sauer. Die Kationenaustauschkapazität ist gering. Ebenso ist die Aluminiumbelegung der Kationenaustauscher wegen der weniger tiefen pH-Werte vergleichsweise gering, während die hohen austauschbaren Ca-, Mg- und K-Gehalte auf eine günstige Nährstoffversorgung hinweisen. Dabei sind die relativen austauschbaren Mg- und K-Gehalte äußerst hoch. Die elektrische Leitfähigkeit, Chlorid- und Sulfatgehalte des Eluats sind gering. Die austauschbaren Kationen und Ergebnisse des Bodensättigungsextraktes zeigen keine Anzeichen für erhöhte Salzbelastung.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar. Die PAK- und Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) sind gering. Bei den Gehalten an leicht löslichen (Ammoniumnitratextrakt) Schwermetallen werden keine Prüfwerte überschritten.

Es sind keine Belastungen der Böden mit Schadstoffen bzw. durch Salze feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Es sind keine signifikanten Unterschiede zu den Untersuchungsergebnissen von 2010 erkennbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Die austauschbaren Ca-Gehalte steigen 2016 bis in 40 cm Tiefe leicht an, während die prozentuale Mg-Belegung nahezu unverändert ist. Dafür nehmen die austauschbaren K-Werte seit 2010 sowie die austauschbaren Al-Gehalte ab, so dass die Basensättigung zunimmt. Die pH-Werte haben in 0,01 M CaCl₂-Lösung eher abgenommen und im Eluat zugenommen. Bei den königswasserextrahierbaren Schwermetallen sind keine belastbaren Unterschiede zu den Vorjahren erkennbar. Die ammoniumnitratextrahierbaren Schwermetalle sind gering.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Es sind keine signifikanten Unterschiede zu den Untersuchungsergebnissen von 2016 erkennbar. Bei den Königswasseruntersuchungen sind in 2019 die Pb-, Cr-, Cu-, Ni- und Zn-Gehalte gegenüber den Untersuchungen der Vorjahre erhöht. Hier werden Analysenfehler angenommen (siehe Kap.2.3.1).

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| D6 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Laubwaldbestände am Karoth | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 20 – 25 m/ 70 % (2010 – 2013), 2014 - 2020: 25%; 2021: 35% B2: 10 – 15 m/ 20 % (2010 – 2013), 2014- 2018: 15%; 2020: 0%; 2021: 8 m, 2% Str.: 2 – 5 m/ 15 % (2010 – 2012); 2013: 35%, 2014-2015: 40%, 2016-2020: 50%; 2021: 60% Kr.: 2010: 50 %, 2011: 65%, 2012: 85 %, 2013: 50%, 2014-2015, 2018: 70%, 2016-17: 80%; 2019: 12%; 2020 – 2021: 15% M: 2015: 0,1 %, 2016-18: 1%; 2019 – 2021: 0%; P: 2021: 0.5% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 26.5.2010 | 23.5.2011 | 16.5.2012 | 24.5.2013 | 13.5.2014 | 29.5.2015 | 08.6.2016 | 30.5.2017 | 16.4.2018 | 04.7.2019 | 07.5.2020 | 15.6.2021 |
| B1 | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 40 | 40 | 40 | 40 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Acer platanoides</i> | Spitz-Ahorn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 5 |
| B2 | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | - | - |
| | <i>Alnus incana</i> | Grauerle | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Acer platanoides</i> | Spitz-Ahorn | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | - | - |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Acer pseudo-platanus</i> | Bergahorn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Str | <i>Corylus avellana</i> | Gemeine Hasel | 10 | 10 | 10 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 35 |
| | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingrifflicher Weißdorn | 5 | 5 | 5 | 15 | 15 | 15 | 20 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| | <i>Acer platanoides</i> | Spitz-Ahorn | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - |
| | <i>Acer pseudo-platanus</i> | Bergahorn | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | - |
| F. | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | - | - | - | - | - | 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | - |
| | <i>Alliaria petiolata</i> | Knoblauchsrauke | 35 | 45 | 65 | 40 | 30 | 45 | 35 | 35 | 40 | 1 | 5 | 5 |
| | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | 20 | 25 | 20 | 20 | 30 | 20 | 35 | 35 | 15 | 0.5 | - | 2 |
| | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.1 | 1 | 2 |
| | <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere | 2 | 4 | 2 | 10 | 10 | 7 | 10 | 10 | 5 | 10 | 5 | 1 |
| | <i>Acer platanoides</i> | Spitz-Ahorn | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | - | - | 0.1 | 0.1 | 2 |
| | <i>Carex digitata</i> | Finger-Segge | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 2 | 1 | 1 | - | 0.5 | 1 | 1 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | 0.1 | 1 | 2 | 3 | 25 | 2 | 35 | 25 | 15 | 1 | 5 | 3 |
| | <i>Rosa canina</i> | Hundsrose | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Taraxacum officinale</i> | Wiesen-Löwenzahn | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | 0.5 | 0.1 | - | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn | - | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 1 | 0.1 | 1 | 0.5 | - | - | 0.5 | 0.1 |
| | <i>Dactylis glomerata</i> | Wiesen-Knäuelgras | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 2 | 0.5 | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Veronica hederifolia</i> | Efeublättriger Ehrenpreis | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - | 1 | 0.5 |
| | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel | - | - | - | 0.5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | - | - | - |
| | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingrifflicher Weißdorn | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.5 | - | 0.5 | - |
| | <i>Moehringia trinervia</i> | Dreinervige Nabel- | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| D6 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Laubwaldbestände am Karoth | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 20 – 25 m/ 70 % (2010 – 2013), 2014 - 2020: 25%; 2021: 35% B2: 10 – 15 m/ 20 % (2010 – 2013), 2014- 2018: 15%; 2020: 0%; 2021: 8 m, 2% Str.: 2 – 5 m/ 15 % (2010 – 2012); 2013: 35%, 2014-2015: 40%, 2016-2020: 50%; 2021: 60% Kr.: 2010: 50 %, 2011: 65%, 2012: 85 %, 2013: 50%, 2014-2015, 2018: 70%, 2016-17: 80%; 2019: 12%; 2020 – 2021: 15% M: 2015: 0,1 %, 2016-18: 1%; 2019 – 2021: 0%; P: 2021: 0.5% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 26.5.2010 | 23.5.2011 | 16.5.2012 | 24.5.2013 | 13.5.2014 | 29.5.2015 | 08.6.2016 | 30.5.2017 | 16.4.2018 | 04.7.2019 | 07.5.2020 | 15.6.2021 |
| | via | miere | | | | | | | | | | | | |
| | Ranunculus repens | Kriechender Hahnenfuß | - | - | - | 0.1 | 1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | Chaerophyllum temulum | Taumel-Kälberkropf | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | Myosotis sylvatica | Wald-Vergissmeinnicht | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 |
| | Prunus domestica | Kulturbirne | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | Corylus avellana | Hasel | - | - | - | - | - | 0,1 | 2 | - | - | - | - | - |
| | Epilobium angustifolium | Schmalblättriges Weidenröschen | - | - | - | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - |
| | Geranium robertianum | Stinkender Storchschnabel | - | - | - | - | - | 0,1 | - | - | 0.1 | - | - | - |
| | Poa trivialis | Gewöhnliches Rispengras | - | - | - | - | - | 0,1 | 1 | - | - | - | - | - |
| | Vicia grandiflora | Großblütige Wicke | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| M | Atrichum undulatum | Welliges Katharinenmoos | - | - | - | - | - | 0,1 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - |
| | Pleurozium schreberi | Rotstengelmoss | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | - | - |
| FI | Lepraria incana | Graue Lepraflechte | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - |
| P | Psathyrella lycrymabunda | Tränender Saumpilz | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| | Gaudenia lipsien-se | Flacher Lackporling | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Es sind keine weiteren Arten im näheren Umfeld vorhanden.

Totholz:

Mehrere Aspen am Ostrand sind abgestorben. Eine davon ragt als stehendes Totholz in die Fläche hinein. Ein anderes Exemplar ist bereits umgestürzt und bildet mit einer Länge von 7 m liegendes Totholz.

Vegetationsanalyse:

Die Vegetation wird aktuell von den bis zu 25 m hoch aufgewachsenen Pioniergehölzen Aspe, Vogelkirsche und Eberesche beherrscht. Dabei handelt es sich um schnellwüchsige, aber auch relativ kurzlebige Arten. Erste Trauben-Eichen haben schon in dem Bestand Fuß gefasst. Der Standort entspricht in seiner Trophie und Bodenreaktion nicht den natürlichen Verhältnissen. Dieser Sachverhalt wird von einer Gruppe Nährstoff anzeigender Pflanzenarten in der Krautschicht untermauert, allen voran die Knoblauchsrauke, die insbesondere im Osten der Aufnahmefläche dichte Bestände aufweist. Zur Gruppe der Nährstoffzeiger gehörten auch die Echte Nelkenwurz sowie die Kratzbeere und der Wiesen-Löwenzahn.

Vegetationsprognose:

Von einer Konsolidierung der Standortverhältnisse mit der fortschreitenden Weiterentwicklung der Vegetation ist auszugehen. Die Entwicklung des Bestandes am schuttreichen, nährstoffreichen und ostexponierten Standort ist auf einen Eschen-Ahorn-Schutt- und Schatthangwald (*Aceri-Fraxinetum*) gerichtet.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Der Deckungsanteil der Nährstoffzeiger Knoblauchsrauke, Echte Nelkenwurz und Kratzbeere hat sich 2011 gegenüber dem Vorjahr noch deutlich erhöht. Die Ausbreitung der genannten Arten hat vor allem nach Westen, also in die dunkleren Bereiche der Aufnahme- und Verlichtungsfläche stattgefunden. Wiesen-Knäuelgras und Stechender Holzzahn sind im Osten der Aufnahme- und Verlichtungsfläche als Verlichtungszeiger hinzugekommen, ebenso wie die Keimlinge der Zitterpappel. Ihr Auftreten ist mit der Verlichtung am Ostrand der Aufnahme- und Verlichtungsfläche in Verbindung zu bringen.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Der Deckungsgrad der Krautschicht hat im Vergleich zum Vorjahr erneut stark zugenommen, wobei die Nährstoffzeiger Knoblauchsrauke und Kleb-Labkraut ihre Areale noch einmal stark ausweiten konnten. Der Magerkeitszeiger Hain-Rispengras ist gleichzeitig in der Dauerbeobachtungsfläche weiter zurückgegangen. Der Rückgang anderer Arten ist auf den Konkurrenzdruck durch die Knoblauchsrauke zurückzuführen.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Die Verlichtung im Osten hat sich nach zwei Jahren auch auf die Strauchschicht ausgewirkt. Insbesondere die Hasel- und Weißdornsträucher haben sich stark in der Dauerbeobachtungsfläche ausgebreitet. Gleichzeitig kam es insgesamt zu einer Verringerung des Deckungsanteils der Feldschicht. Unter dem Schattenspendenden Schirm der Sträucher kam es mit der Knoblauchsrauke zu einem deutlichen Rückgang ausgerechnet einer Schatten ertragenden Art, während die lichtbedürftigere Kratzbeere ihr Areal stark ausweiten konnte. Dasselbe gilt für das Klett-Labkraut, das sich ebenfalls, wenn auch weniger stark ausbreiten konnte. Zu berücksichtigen ist jedoch auch, dass die Vegetation nach dem nasskalten Frühjahr in ihrer Entwicklung zum Zeitpunkt der Aufnahme noch zurück war. Insgesamt wird der Standort weiterhin von Nährstoffzeigern geprägt. Als neuer Nährstoffzeiger trat 2013 erstmals die Große Brennnessel auf.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Durch einen Sturm wurden im Osten der Aufnahme- und Verlichtungsfläche und im nördlichen Anschluss insbesondere Zitterpappeln geworfen und zum Teil Wurzelteller ausgehoben. Eine Eberesche im Westen starb ab. Dadurch kam es zu einer starken Auflichtung und Auflockerung des Oberbodens. Die Zitterpappel deckt nur noch 2 am Rand der Dauerbeobachtungsfläche ab, Eberesche, Traubeneiche und Grauerle sind ganz verschwunden, Vogelkirsche, Spitzahorn und Haselstrauch konnten die entstandenen Lücken zum Teil auffüllen. In der Krautschicht konnte sich als Klimmstaude vor allem der Stickstoffzeiger Kleb-Labkraut stark ausbreiten.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Auch 2015 kam es zu nicht unerheblichen Veränderungen in der Vegetation. Diese beziehen sich fast ausschließlich auf die Feldschicht (F) und sind auf die Auflichtung durch den Sturmwurf in 2014 zurückzuführen. So ist mit dem Rückgang der Echten Nelkenwurz auf den Deckungsanteil der früheren Jahre von 20 auch die Wiederausbreitung der Knoblauchsrauke auf die vormaligen 45 % zu verzeichnen. Auch das Kleb-Labkraut hat sich bei den früheren 2 % Deckungsanteil wieder eingependelt. Zu beobachten war auch eine vergleichsweise geringere Wüchsigkeit der Kräuter. Diese kann jedoch auf das trockene Frühjahr und den kühlen Mai zurückgeführt werden. Die Kratzbeere verzeichnet einen erkennbaren Rückgang. Deutliche Fraßspuren an Blättern und Trieben deuten jedoch auf eine Insekten-Kalamität an dieser Pflanzenart hin. In die durch den Sturmwurf entstandene Lücke in der 1. Baumschicht sind mittlerweile Gehölze hineingewachsen. Die Strauchschicht nimmt daher mit 40 % einen deutlich höheren Anteil an der Dauerbeobachtungsfläche ein als z.B. im Anfangsjahr des Monitorings (2010: 15%).

Die kraut- bzw. grasartige Vegetation setzt sich weiterhin nur aus Stickstoff-Zeigern zusammen. Drei Arten konnten 2015 nicht mehr nachgewiesen werden, drei neue kamen jeweils als Einzelexemplaren oder mit geringem Deckungsanteil hinzu. Darunter befindet sich das als salzertragend geltende Gewöhnliche Rispengras. Eine Beeinflussung des Standortes durch Salzimmissionen von der Halde Hattorf lässt sich davon jedoch nicht ableiten.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die Aspen im Südwesten der Fläche wurden geworfen, so dass die Art in der oberen Baumschicht nun gänzlich ausgefallen ist. Esche, Spitz- und Bergahorn, sowie Hasel konnten sich in der Strauchschicht infolge der stärkeren Auflichtung leicht ausbreiten. Die Feldschicht wird von wenigen eutraphenten Arten bestimmt: V.a. Echte Nelkenwurz, Knoblauchsrauke und Kratzbeere. Insbesondere das Klett-Labkraut hat einen stark ausgeprägten Schleier gebildet. Gefördert wurde die weitere Ausbreitung der Nährstoffzeiger wahrscheinlich durch die Auflockerung des Bodens im Bereich der Wurzelteller. Außerdem konnten Wühlspuren beobachtet werden, vermutlich von Wildschweinen. Die Tiere haben dadurch ebenfalls für eine

Lockerung des Oberbodens gesorgt.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

In 2017 war der Eingriffelige Weißdorn in der Lichtung im Osten weiter auf dem Vormarsch. In der Feldschicht nahmen weiterhin Stickstoffzeiger hohe Deckungsanteile ein, wobei die Arten des *Urtico-Aegopodietums*, also Große Brennnessel und Klett-Labkraut, rückläufig waren. Signifikante Änderungen waren 2017 im Vegetationsbestand der Dauerbeobachtungsfläche nicht festzustellen.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Das Totholz wurde in der Zeit seit dem Sturmwurf bereits stark zersetzt. Die Wurzelteller sind mittlerweile stark mit Laubmoosen bewachsen. Die Bestandeslücke der Baumschichten wird immer mehr von Sträuchern eingenommen, wobei in 2018 Weißdorn und Bergahorn etwas stärker vertreten waren. Der Standort wird in der Krautschicht weiterhin durch Nährstoffzeiger charakterisiert, wobei die Knoblauchsrauke gegenüber der Echten Nelkenwurz und dem Kleb-Labkraut deutlich an Areal gewonnen hat. Auf Buntsandsteinbrocken an der Boden-Oberfläche hat sich der Bodensäure-Zeiger *Graue Lepraflechte* angesiedelt. Die Art kommt sonst auf saurer Borke vor. Sie zählt auch zu den wenigen Flechtenarten mit sehr hoher Toxitoleranz, erträgt also Einträge von Stäuben und Umweltchemikalien sehr gut (ELLENBERG et al. 1991).

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In der Vegetationsperiode 2019 war der Boden meist staubtrocken und der Bewuchs in der Feldschicht ist dadurch stark zurückgegangen. Allenfalls die Kratzbeere konnte sich mit 10% Deckungsanteil in der Feldschicht halten. Sie hat ihr Areal im Vergleich zum Vorjahr sogar verdoppelt.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 waren die Baumschichten mit 28 % Gesamtdeckung nur noch schwach ausgeprägt. Waren zuvor noch 2 Baumschichten zu unterscheiden, ist ab nun fast nur noch eine ausgeprägt. Unter den Baumschichten ist jedoch eine von der Gemeinen Hasel dominierte Strauchschicht stark entwickelt. In der Feldschicht der Dauerbeobachtungsfläche breiteten sich die Nährstoffzeiger Echte Nelkenwurz, Knoblauchsrauke, Stechender Hohlzahn und Efeublättriger Ehrenpreis nach ihrem trockenheitsbedingten Rückgang bzw. Verschwinden wieder aus. Der Boden war zum Aufnahmezeitpunkt gut durchfeuchtet, so dass von besseren Wachstumsbedingungen ausgegangen werden kann. Der Bedeckungsgrad der Kratzbeere ging jedoch wieder von 10 % auf 5 % um die Hälfte zurück. Die Feldschicht war mit 15% Gesamtdeckung sehr lückig und an keiner Stelle flächig ausgeprägt. Als neue Art kam als Nährstoffzeiger die Großblütige Wicke mit einem Exemplar hinzu. Aus dem Ost-Submediterraneanraum hat sie als Neophyt zu uns gefunden. Es ist denkbar, dass ihre Samen ausgehend von den nahegelegenen Bahnanlagen durch den Wind in die Dauerbeobachtungsfläche getragen wurden. Die Großblütige Wicke ist ebenso wie alle anderen, an der Vegetation dieser Dauerbeobachtungsfläche beteiligten Pflanzenarten keine Salzpflanze.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

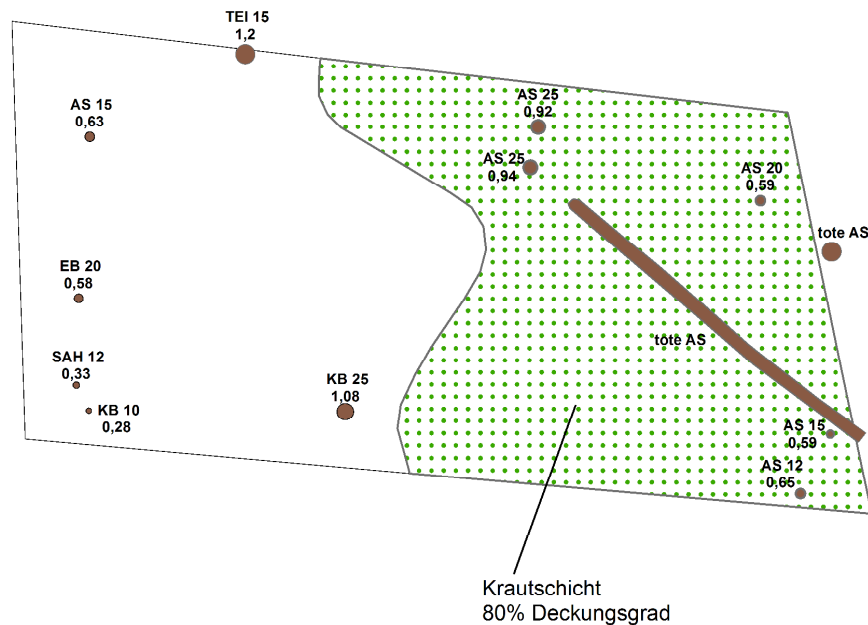
Die Lücken in der oberen Baumschicht wurden in 2021 weiterhin durch Gehölze aus dem Unter- und Zwischenstand aufgefüllt. Dadurch wird der Standort unter dem Schatten der Baumkronen schattiger und dunkler. Die Feldschicht ist daher in 2021 wieder nur schwach ausgeprägt. Es dominieren Schattenarten bzw. Nährstoffzeiger. Salzarten treten keine auf.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D6****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

Laubwaldbestände am Karoth

Seite 1

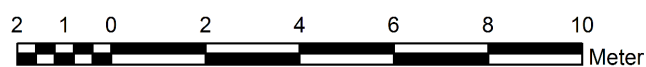


Baumarten:

AS: Aspe
 EB: Eberesche
 SAH: Spitz-Ahorn
 KB: Vogel-Kirsche
 TEI: Trauben-Eiche

Beispiel:

TEI 15 Trauben-Eiche
 1,20 Stammumfang 1,20 m in Brusthöhe



Maßstab 1: 130

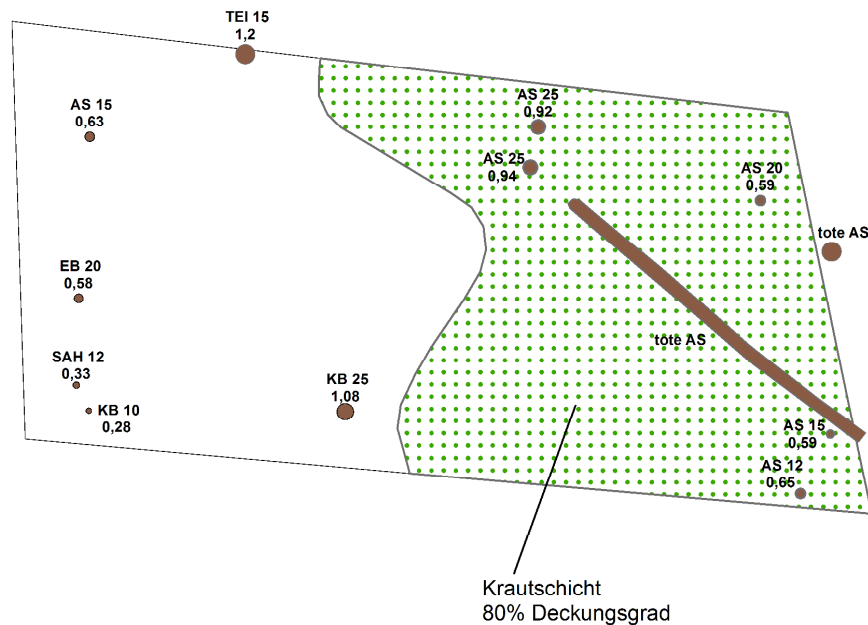


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D6****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2011**

Blatt 3.2-2011

Laubwaldbestände am Karoth

Seite 2

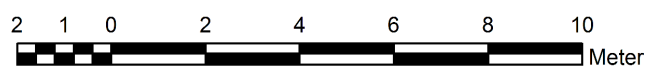


Baumarten:

AS: Aspe
 EB: Eberesche
 SAH: Spitz-Ahorn
 KB: Vogel-Kirsche
 TEI: Trauben-Eiche

Beispiel:

TEI 15 Trauben-Eiche
 1,20 Stammumfang 1,20 m in Brusthöhe



Maßstab 1: 130

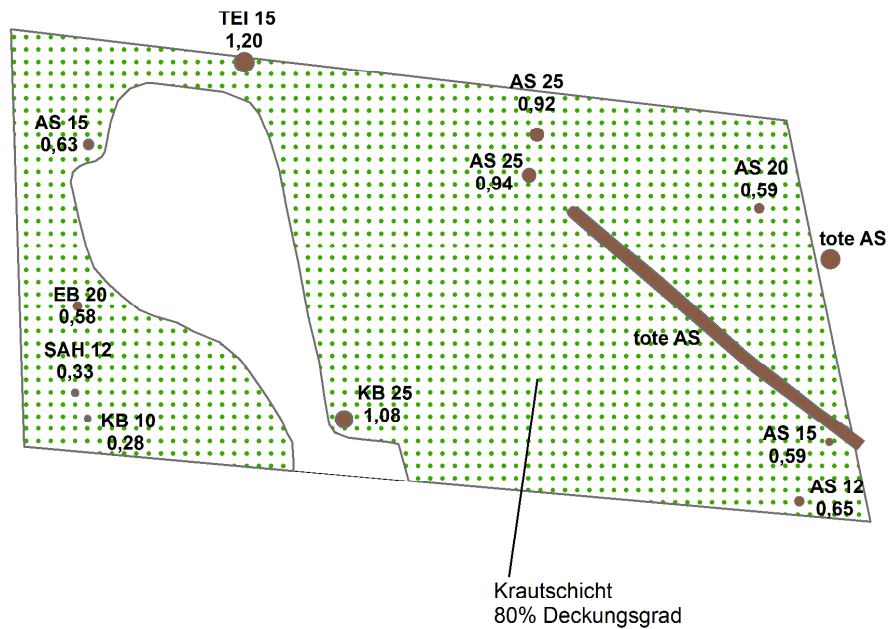


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2012**

Blatt 3.2-2012

Laubwaldbestände am Karoth

Seite 3



Baumarten:

AS: Aspe
 EB: Eberesche
 SAH: Spitz-Ahorn
 KB: Vogel-Kirsche
 TEI: Trauben-Eiche

Beispiel:

TEI 15 Trauben-Eiche
 1,20 Stammumfang 1,20 m in Brusthöhe



Maßstab 1: 130



DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

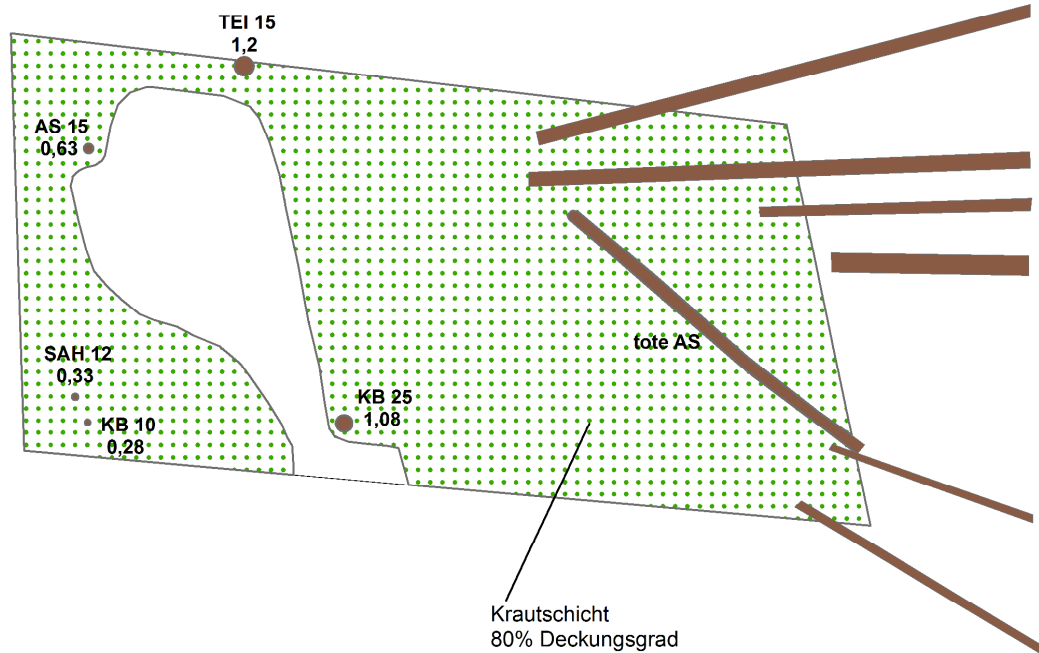
D6

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2014

Blatt 3.2-2014

Laubwaldbestände am Karoth

Seite 4



Baumarten:

AS: Aspe
 EB: Eberesche
 SAH: Spitz-Ahorn
 KB: Vogel-Kirsche
 TEI: Trauben-Eiche

Beispiel:

TEI 15 Trauben-Eiche
 1,20 Stammumfang 1,20 m in Brusthöhe



Maßstab 1: 130

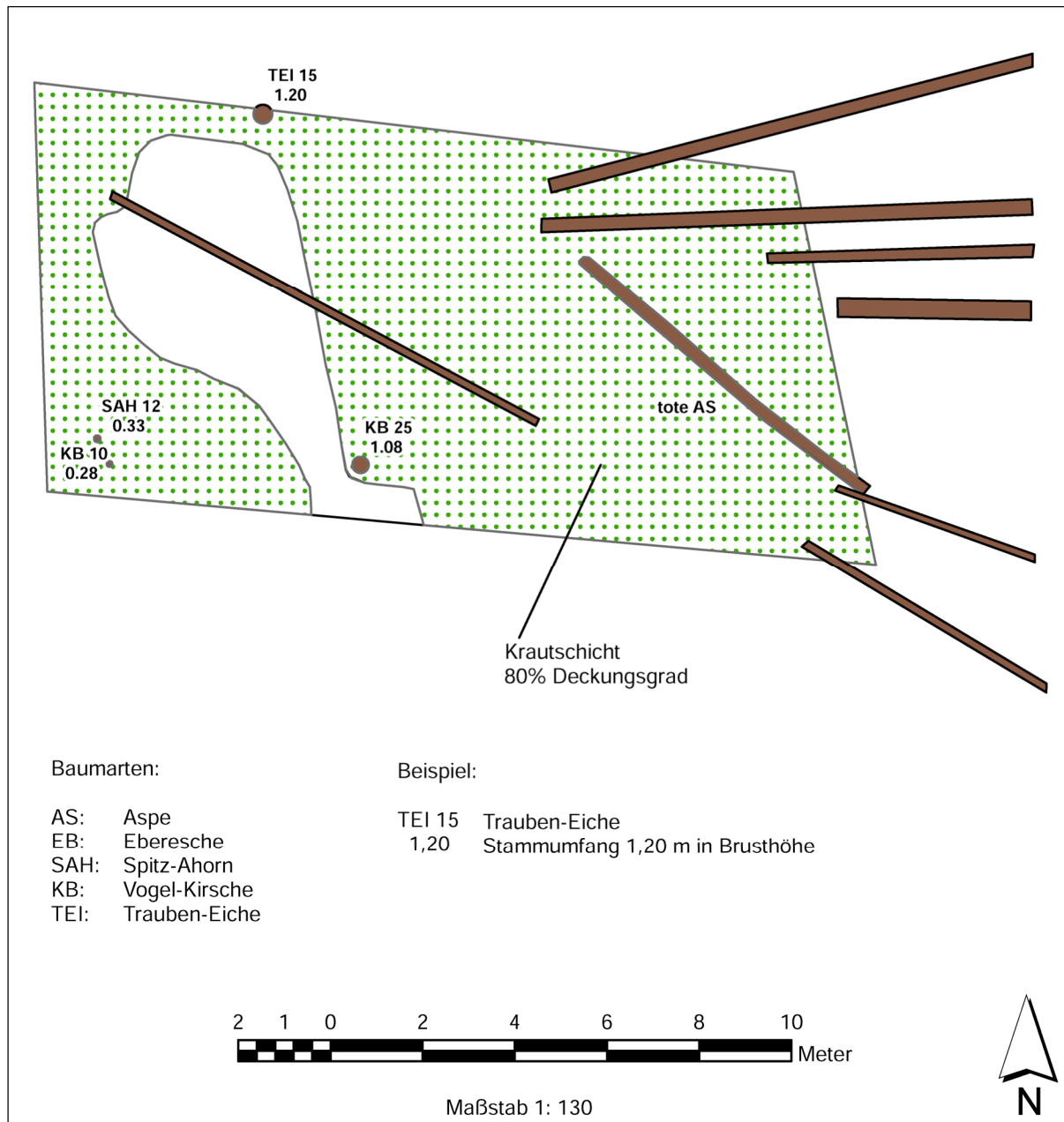


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D6****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016**

Blatt 3.2-2016

Laubwaldbestände am Karoth

Seite 5

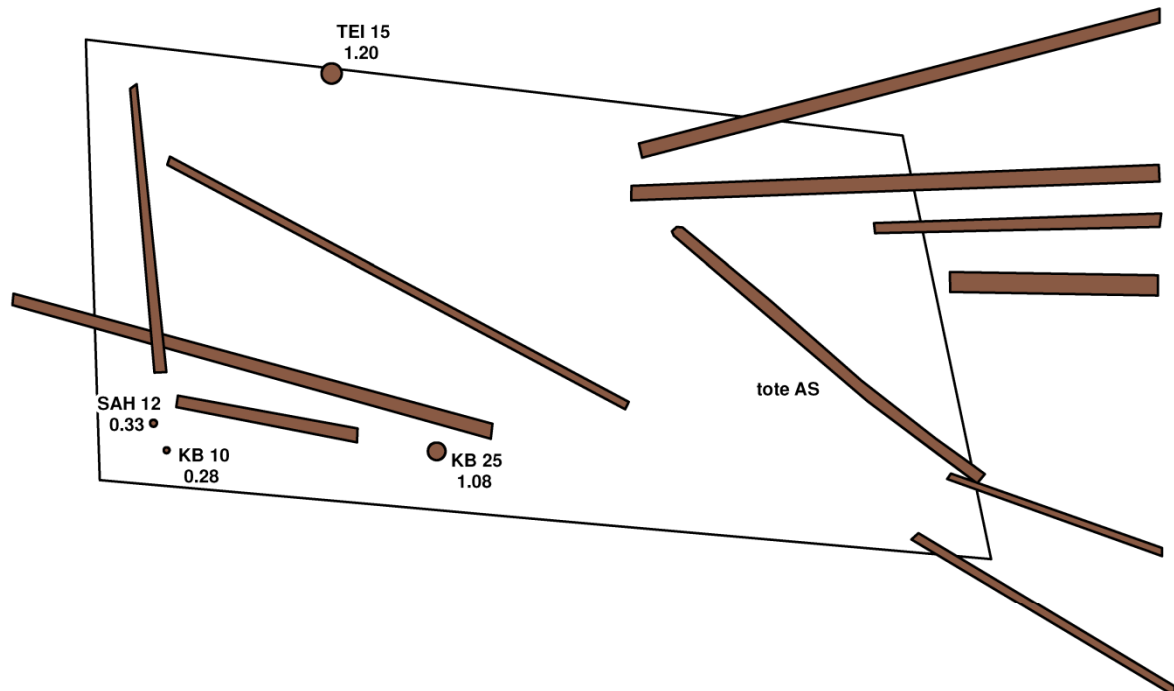


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D6****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020**

Blatt 3.2-2020

Laubwaldbestände am Karoth

Seite 6

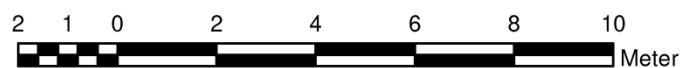


Baumarten:

AS: Aspe
 EB: Eberesche
 SAH: Spitz-Ahorn
 KB: Vogel-Kirsche
 TEI: Trauben-Eiche



Beispiel:

TEI 15 Trauben-Eiche
 1,20 Stammumfang 1,20 m in Bruthöhe



Maßstab 1: 130



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|--|---|
| D7 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Untersuchungsfläche D7 befindet sich am südlichen Uferbereich der Werra, zwischen Philippsthal und Vacha <u>Landkreis:</u> Wartburgkreis <u>Gemeinde:</u> Vacha <u>Gemarkung:</u> Vacha <u>Flur:</u> 10 <u>Flurstück:</u> 1231/1 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3571660,47; 5633586,33 3571657,92; 5633576,50 3571648,08; 5633579,13 3571650,62; 5633588,95 <u>Flächengröße:</u> ca. 10 x10 m, 103 m ² <u>Höhe ü.NN:</u> ca. 230 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ebene Lage <u>Anmerkung:</u> Stoffeinträge bei Überschwemmung und durch Grundwasser (diffuse Salzwassereinträge), relativ geringe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung | | Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Sumpf-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile. Textliche Darstellung. <u>Boden:</u> Beprobung von 3 Horizonten bis 100 cm Tiefe; (Auenboden mit Gleymerkmalen) | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|-----------|---|----------|-------------------------------------|------------------|--|---------------------|-----------|---|
| D7 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 23.06.2010 | | | | | Bodenform: Vega-Gley Humusform: Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Humus | Bodenart | Grobboden | Ausgangsgestein | Carbonat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| - 15 | aAh | 2-4 | Lu | 5 | Auenlehm | 0 | 10 YR 4/2 braun- dunkelbraun | frisch | - | - | - | |
| - 50 | aM- Go | 1-2 | Lt2 | 1 | Auenlehm | 0 | 7,5 YR 4/3 braun- dunkelbraun | feucht | Konkretio- nen 2 % | hellrostig 1-3 % | - | Wurzelbahnen rostig, fein verteilt |
| - 100 | aGo | 1-2 | Ls4 | 0 | Auenlehm | 0 | 7,5 YR 4,5/3 braun | sehr feucht | Konkretio- nen 1 % | hellrostig 5 % | - | Wurzelbahnen und Aggregat- oberflächen ros- tig, Mn- Konkretionen nur oben, Grobboden kiesig |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------|-----------------------------------|----------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------|------------------|----------------|------|----------------|------|
| D7 | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | | |
| | Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 23.06.2010, 24.07.2012, 05.09.2013, 25.07.2016, 28.11.2019 | | | | | Bodenform: Vega-Gley | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01 M CaCl ₂ | pH 0,1 M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 15 | aAh | 2010 | 5,90 | n.b. | 22,0 | 19,2 | 17,0 | 2,00 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2012 | 5,67 | n.b. | 17,4 | 21,3 | 17,6 | 2,39 | 0,24 | 0,59 | 0,05 | 0,37 | 0,01 | 0,03 | | | |
| | | 2013 | 5,61 | 5,2 | 17,8 | 22,2 | 18,5 | 2,55 | 0,27 | 0,54 | 0,04 | 0,37 | <0,01 | 0,02 | | | |
| | | 2016 | 5,43 | 5,30 | 17,0 | 23,7 | 20,0 | 2,57 | 0,21 | 0,39 | 0,01 | 0,46 | <0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2019 | 5,55 | 5,16 | 15,1 | 18,2 | 15,4 | 1,94 | 0,15 | 0,58 | 0,03 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | | | |
| - 50 | aM- Go | 2010 | 5,82 | n.b. | 17,0 | 11,3 | 10,0 | 1,3 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2012 | 5,80 | n.b. | 12,2 | 14,9 | 12,1 | 1,69 | 0,14 | 0,67 | 0,02 | 0,25 | 0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2013 | 5,65 | 5,2 | 11,2 | 14,0 | 11,3 | 1,62 | 0,17 | 0,57 | 0,05 | 0,28 | <0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2016 | 5,46 | 5,37 | 12,5 | 17,8 | 14,8 | 1,91 | 0,11 | 0,59 | <0,01 | 0,36 | <0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2019 | 5,65 | 5,12 | 11,9 | 14,8 | 11,9 | 1,63 | 0,17 | 0,91 | 0,03 | 0,15 | 0,01 | 0,02 | | | |
| - 100 | aGo | 2010 | 5,83 | n.b. | 12,0 | 9,5 | 7,7 | 1,0 | 0,15 | 0,66 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2012 | 5,76 | n.b. | 7,9 | 9,6 | 7,54 | 1,08 | 0,11 | 0,67 | 0,02 | 0,16 | 0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2013 | 5,57 | 5,1 | 7,3 | 8,6 | 6,63 | 1,00 | 0,13 | 0,60 | 0,06 | 0,16 | <0,01 | 0,03 | | | |
| | | 2016 | 5,35 | 5,30 | 8,5 | 12,1 | 9,77 | 1,30 | 0,09 | 0,69 | <0,01 | 0,23 | <0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2019 | 5,45 | 5,05 | 8,7 | 11,3 | 8,69 | 1,25 | 0,11 | 1,07 | 0,03 | 0,10 | 0,01 | 0,03 | | | |
| | | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. [μS/cm] | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ [%] | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | | [mg/l] | | | | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| - 15 | aAh | 2010 | 6,2 | 138 | n.b. | n.b. | 7,3 | 8,0 | n.b. | 88,7 | 10,4 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2012 | 6,5 | 128 | n.b. | n.b. | 16,0 | 8,1 | 97,8 | 82,7 | 11,2 | 1,1 | 2,8 | 0,2 | 1,7 | 0,0 | 0,1 |
| | | 2013 | 6,61 | 167 | n.b. | n.b. | 23,7 | 11,2 | 98,1 | 83,0 | 11,4 | 1,2 | 2,4 | 0,2 | 1,7 | n.b. | 0,1 |
| | | 2016 | 7,11 | 200 | 4,49 | n.b. | 28,8 | 8,2 | 98,0 | 84,6 | 10,9 | 0,9 | 1,6 | 0,0 | 1,9 | n.b. | 0,0 |
| | | 2019 | 6,87 | 151 | 9,82 | 2,11 | 22,8 | 11,7 | 99,3 | 84,6 | 10,7 | 0,8 | 3,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |
| - 50 | aM- Go | 2010 | 6,4 | 134 | n.b. | n.b. | 9,3 | 9,7 | n.b. | 88,2 | 11,5 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2012 | 6,6 | 120 | n.b. | n.b. | 14,0 | 14,0 | 98,1 | 81,3 | 11,3 | 0,9 | 4,5 | 0,1 | 1,7 | 0,1 | 0,1 |
| | | 2013 | 6,58 | 120 | n.b. | n.b. | 19,2 | 11,2 | 97,6 | 80,7 | 11,6 | 1,2 | 4,1 | 0,4 | 2,0 | n.b. | 0,1 |
| | | 2016 | 6,89 | 198 | 5,84 | n.b. | 32,7 | 9,7 | 97,9 | 83,2 | 10,7 | 0,6 | 3,3 | n.b. | 2,0 | n.b. | 0,1 |
| | | 2019 | 6,79 | 244 | 16,4 | 3,09 | 49,5 | 15,3 | 98,6 | 80,3 | 11,0 | 1,1 | 6,1 | 0,2 | 1,0 | 0,1 | 0,1 |
| - 100 | aGo | 2010 | 6,2 | 147 | n.b. | n.b. | 17,0 | 11,0 | n.b. | 81,0 | 10,5 | 1,6 | 6,9 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2012 | 6,6 | 129 | n.b. | n.b. | 21,0 | 13,0 | 97,9 | 78,5 | 11,3 | 1,1 | 7,0 | 0,2 | 1,7 | 0,1 | 0,1 |
| | | 2013 | 6,31 | 136 | n.b. | n.b. | 26,2 | 12,6 | 97,1 | 77,0 | 11,6 | 1,5 | 7,0 | 0,7 | 1,9 | n.b. | 0,3 |
| | | 2016 | 6,74 | 172 | 5,50 | n.b. | 32,2 | 11,2 | 98,0 | 80,8 | 10,8 | 0,7 | 5,7 | n.b. | 1,9 | n.b. | 0,1 |
| | | 2019 | 6,60 | 284 | 20,2 | 3,25 | 66,5 | 16,7 | 98,5 | 77,0 | 11,1 | 1,0 | 9,5 | 0,3 | 0,9 | 0,1 | 0,3 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | sodic properties | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schä- den auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | natric | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------------------------|-----------|--------|-----------------|--------------|------|-------|------|--------------------|------|--------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 15 | aAh,2010 | 6,60 | 123 | 14 | 5,1 | 13,0 | 2,1 | 0,33 | 6 | 0,160 | 0,46 | 0,09 | 0,4 |
| | 2012 | 7,02 | 1410 | 270 | 83 | 220 | 39 | <0,01 | 110 | <0,01 | 4,6 | <0,01 | 1,8 |
| | 2013 | 5,70 | 1688 | 329 | 101 | 204 | 42 | 3,6 | 75 | 0,47 | 3,8 | 0,21 | 1,2 |
| | 2016 | 6,47 | 7715 | 1940 | 694 | 203 | 87 | 53,0 | 1250 | 0,07 | 5,3 | 0,05 | 18,5 |
| | 2019 | 6,24 | 3450 | 1000 | 148 | 374 | 52,7 | 1,68 | 212 | 0,10 | 3,9 | 0,07 | 2,7 |
| - 50 | aMGo2010 | 6,50 | 153 | 33 | 9,2 | 14,0 | 2,1 | 0,20 | 10 | 0,064 | 0,67 | 0,02 | 0,7 |
| | 2012 | 7,20 | 1470 | 290 | 97 | 210 | 31 | <0,01 | 140 | <0,01 | 3,7 | <0,01 | 2,4 |
| | 2013 | 5,51 | 1898 | 380 | 84,7 | 209 | 32 | 2,7 | 120 | 0,28 | 4,1 | 0,08 | 2,0 |
| | 2016 | 6,53 | 2580 | 680 | 106 | 274 | 47 | 3,3 | 150 | 0,12 | 8,4 | 0,05 | 2,2 |
| | 2019 | 5,78 | 5130 | 1600 | 179 | 549 | 85,5 | 1,78 | 336 | 0,20 | 5,3 | < 0,05 | 3,5 |
| - 100 | aGo,2010 | 6,30 | 275 | 72 | 13,0 | 23,0 | 3,5 | 0,19 | 19 | 0,022 | 1,1 | <0,01 | 1,0 |
| | 2012 | 7,10 | 2140 | 490 | 110 | 260 | 37 | <0,01 | 200 | <0,01 | 3,9 | <0,01 | 3,1 |
| | 2013 | 5,07 | 2243 | 547 | 132 | 243 | 35 | 7,6 | 170 | 0,2 | 5,2 | <0,05 | 2,7 |
| | 2016 | 6,83 | 2930 | 901 | 153 | 303 | 47 | 1,6 | 190 | 0,11 | 7,8 | <0,05 | 2,7 |
| | 2019 | 6,57 | 1606 | 396 | < 10,0 | 160 | 27,0 | 2,23 | 93,1 | 0,17 | 0,26 | 0,15 | 1,8 |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbe- einträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|----------------------------------|-----------|-------------|-----------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Hori- zont/Jahr | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 15 | aAh,2010 | 2,9 | 35 | < 0,30 | 23 | 26 | 15 | < 0,5 | 55 | < 0,10 |
| | 2012 | 3,2 | 27 | 0,35 | 17 | 22 | 12 | < 0,5 | 42 | < 0,10 |
| | 2013 | 5,02 | 39,1 | 0,47 | 24,3 | 17,7 | 18,9 | < 0,40 | 67,8 | 0,18 |
| | 2016 | 6,25 | 39 | 0,41 | 23,4 | 20,6 | 18,2 | < 0,40 | 66,6 | 0,19 |
| | 2019 | 7,6 | 50,1 | 0,45 | 31,0 | 37,5 | 26,0 | < 0,20 | 87,8 | 0,22 |
| - 50 | aMGo,2010 | 5,7 | 41 | 0,32 | 25 | 18 | 16 | < 0,5 | 58 | 0,17 |
| | 2012 | 2,6 | 29 | < 0,30 | 18 | 16 | 12 | < 0,5 | 40 | < 0,10 |
| | 2013 | 4,82 | 42,9 | 0,23 | 21,9 | 13,7 | 16,6 | < 0,40 | 47,8 | 0,14 |
| | 2016 | 5,76 | 35,1 | 0,26 | 21,4 | 15 | 16,3 | < 0,40 | 49,8 | 0,18 |
| | 2019 | 7,3 | 40,6 | 0,25 | 30,9 | 34,0 | 26,3 | < 0,20 | 69,2 | 0,18 |
| -100 | aGo,2010 | 5,4 | 42 | < 0,30 | 20 | 14 | 14 | < 0,5 | 42 | 0,18 |
| | 2012 | 5,7 | 18 | < 0,30 | 11 | 16 | 7,7 | < 0,5 | 23 | < 0,10 |
| | 2013 | 3,67 | 21 | < 0,20 | 17,4 | 9,4 | 12,4 | < 0,40 | 30,8 | 0,09 |
| | 2016 | 4,73 | 22,1 | < 0,2 | 16,9 | 11 | 13,0 | < 0,40 | 34,5 | 0,15 |
| | 2019 | 5,5 | 38,8 | 0,15 | 23,6 | 30,2 | 20,5 | < 0,20 | 52,3 | 0,11 |
| Hintergrundwerte Oberbo- den ¹ | | 14 | 74 | 0,76 | 70 | 37 | 58 | 0,32 | 173 | 0,13 |
| Hintergrundwerte Unter- boden ² | | 13 | 38 | 0,50 | 62 | 26 | 49 | 0,29 | 94 | 0,06 |
| Vorsorgewerte ³ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| Maßnahmenwert Grün- land ⁴ | | 50 | 1200 | 20 | - | 1300 | 1900 | 15 | - | 2 |
| | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | |
| - 15 | aAh,2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 310 | 310 |
| | 2012 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 920 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | 5,8 | < 10 | 20,5 | 79 | < 20,0 | 679 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 11,8 | < 10 | 39,2 | 73 | < 10,0 | 484 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40,0 | 540 | < 2,0 |
| - 50 | aMGo,2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 370 | < 100 |
| | 2012 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 300 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | 5,9 | < 10 | < 20,0 | 105 | < 20,0 | 507 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 13,6 | < 10 | 25,4 | 102 | < 10,0 | 335 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 120 | < 40,0 | 510 | < 2,0 |
| - 100 | aGo,2010 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 310 | < 100 |
| | 2012 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 430 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | < 20 | 5,2 | < 10 | < 20,0 | 130 | < 20,0 | 427 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 9,7 | < 10 | 12,4 | 109 | < 10,0 | 276 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40,0 | 340 | < 2,0 |
| Hintergrundwerte Oberbo- den ⁵ | | 20 | 70 | 92 | 31 | 270 | 2040 | 10 | 2310 | - |
| Hintergrundwerte Unter- boden ⁶ | | 5 | 9,5 | 24 | - | 196 | 721 | 10 | 980 | - |

¹Oberboden Auenlehm Grünland und ²Unterboden Auenlehm (Hessen) (HLUG 2011), ³Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV)

⁴Maßnahmenwert Grünland (BBodSchV), ⁵Oberboden Grünland Auenschluffsubstrate und ⁶Unterboden aus Auenlehmsubstrate NH₄NO₃-Gehalte (Hessen) (HLUG 2011),

⁷Oberböden Grünland (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁸Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

| Tiefe | Hori- zont/Jahr | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | |
|--|--------------------|-------------------|-------------------|--|------------------|--|--|--|--|
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | |
| - 15 | aAh,2010 | 0,80 | 0,06 | | n.n. | | | | |
| | 2012 | 0,78 | 0,04 | | n.n. | | | | |
| | 2013 | 0,56 | < 0,05 | | n.n. | | | | |
| | 2016 | 1,37 | 0,1 | | n.n. | | | | |
| | 2019 | 0,54 | 0,04 | | n.n. | | | | |
| - 50 | aMGo,2010 | 0,39 | 0,03 | | n.n. | | | | |
| | 2012 | 0,33 | 0,02 | | n.n. | | | | |
| | 2013 | 0,16 | < 0,05 | | n.n. | | | | |
| | 2016 | 1,05 | 0,06 | | n.n. | | | | |
| | 2019 | 0,25 | < 0,025 | | n.n. | | | | |
| - 100 | aGo,2010 | 0,14 | 0,02 | | n.n. | | | | |
| | 2012 | 0,17 | 0,01 | | n.n. | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | |
| | 2019 | 0,35 | < 0,025 | | n.n. | | | | |
| Hintergrundwerte Oberbo- den ⁷ | | 0,196 0,581 | 0,014 0,04 | | 0,002 - | | | | |
| Vorsorgewerte ⁸ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | |

¹Oberboden Auenlehm Grünland und ²Unterboden Auenlehm (Hessen) (HLUG 2011), ³Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV)

⁴Maßnahmenwert Grünland (BBodSchV), ⁵Oberboden Grünland Auenlehmsubstrate und ⁶Unterboden aus Auenlehmsubstrate NH₄NO₃-Gehalte (Hessen) (HLUG 2011),

⁷Oberböden Grünland (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁸Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Beeinflussungen der Stoffgehalte im Boden können am Standort außer über die Luft, durch Kapillaraufstieg aus dem Grundwasser und durch Überschwemmungen auftreten. Das Grundwasser steht in der Aue mit dem Flusswasser in Kontakt. Die Werra weist in diesem Bereich erhöhte Salzgehalte auf. Diese sind auf die Einleitung geogener Salzwässer aus der Grube Springen bei Dorndorf zurückzuführen, zum anderen dringen flussaufwärts diffuse Salzwassereinträge aus dem Untergrund in die Werra (Runder Tisch Werra/Weser und Kaliproduktion, 2008). Die Einleitung von Prozessabwasser des Standortes Unterbreizbach in Dorndorf wird Ende 2012 eingestellt.

Ausgangssubstrat der Bodenbildung sind carbonatfreie, humushaltige Auenlehme. Die Bodenart reicht von stark sandigem Lehm über schluffigen Lehm bis hin zu schwach tonigem Lehm. Der Standort ist durch Grundwasser geprägt, so dass sich 50 cm unter der Bodenoberfläche ein Go-Horizont entwickelt hat. Im darüberliegenden aMGo-Horizont dringt das Grundwasser seltener ein, so dass die Gleymerkmale hier schwächer ausgeprägt sind. Der Go-Horizont kennzeichnet den Schwankungsbereich der Obergrenze des Grundwasserkapillarsaumes. Im Go-Horizont werden die im Unterboden durch Reduktion gelösten Eisen- und Manganionen vorwiegend in den sauerstoffreichen Grobporen wieder oxidiert und ausgefällt. Im Bodenprofil wird dieser Prozess durch Rostflecken und Mangankonkretionen in den Grobporen sichtbar. Unterhalb des Go-Horizonts kennzeichnet gewöhnlich ein grau gebleichter Gr-Horizont den reduzierten, sauerstoffarmen und ständig mit Grundwasser gefüllten Porenbereich. Im Bodenprofil an diesem Standort ist ein Gr-Horizont bis 1 m Tiefe nicht ausgebildet, was auf einen großen Grundwasserschwankungsbereich und wechselfeuchte Bodenverhältnisse hinweist.

Der Boden ist schwach sauer. In Folge der vergleichsweise hohen pH-Werte, der lehmigen Bodenart und höheren Humusgehalte des Auenlehms liegt eine hohe Kationenaustauschkapazität vor. Die Kationenbelegung wird von Calcium dominiert, der Mg-Anteil ist sehr hoch und der Kalium-Anteil gering. Auffällig ist, dass der Natriumanteil mit zunehmender Tiefe und damit zunehmenden Grundwassereinfluss von annähernd 0 auf 6,9 % ansteigt.

Die elektrische Leitfähigkeit des Eluats entspricht etwa der des an der Ulstermündung gelegenen Auenstandorts der Beprobungsfläche D2. Sie ist gegenüber den stark sauren Böden aus Buntsandstein und Lösslehm erhöht. Die höhere Leitfähigkeit der Auenstandorte ist wie bei D2 auf höhere Boden-pH-Werte und damit höhere Ionenkonzentrationen der Bodenlösung zurückzuführen. Am Standort D7 sind neben den höheren austauschbaren Natriumanteilen im aGo-Horizont die Chloridgehalte des Eluats auffällig. Sie steigen mit zunehmendem Grundwassereinfluss an und liegen im aGo-Horizont bei 17 mg/l, während im aAh und aMGo-Horizont 7,3 – 9,3 mg/l erreicht werden. Die erhöhten Chloridgehalte sind auch im Bodensättigungs-

extrakt nachzuweisen, wobei der SAR-Wert von 13 (Orientierungswert hinsichtlich Sodizität) im Bodensättigungsextrakt nicht annähernd erreicht wird. Die erhöhte Salzkonzentration und Natrium-Belegung des vom Grundwasser beeinflussten Go-Horizonts deuten auf einen Salzeintrag aus dem Grundwasser hin. Da die Salz- und Natriumanreicherungen auf den weniger durchwurzelten Unterboden beschränkt sind, sind die Auswirkungen auf die Vegetation hier vermutlich gering.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar. Die geringfügig erhöhten PAK-Gehalte sind vermutlich auf Abwassereinleitungen und Schadstoffeinträge nach Überschwemmungen zurückzuführen, die nicht in Zusammenhang mit der Kaliproduktion im Werk Werra stehen. Sie liegen über den Hintergrundwerten von Hessen, aber deutlich unterhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV. Die Schwermetallgehalte entsprechen den Hintergrundwerten von Auenlehmen. Die Gehalte an ammoniumnitratlöslichen Schwermetallen sind wegen der relativ hohen pH-Werte gering.

Am Standort weisen erhöhte Chloridgehalte im Eluat und erhöhte austauschbare Natriumanteile im grundwasserbeeinflussten aGo-Horizont auf eine Salzanreicherung durch Kapillaraufstieg aus dem Grundwasser hin. In den darüberliegenden Bodenhorizonten wurden keine Anzeichen für Salzbelastungen vorgefunden. Folglich sind mögliche Einträge von atmosphärischen Salzstäuben sowie mögliche Salzeinträge bei Überschwemmungen für die Stoffgehalte von untergeordneter Bedeutung.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse von 2012

Im Vergleich zum Jahr 2010 sind bei der Beprobung des Jahres 2012 in den oberen beiden Horizonten bis 50 cm Tiefe Zunahmen bei den versalzungsrelevanten Parametern zu beobachten. So haben die Na-Belegung der Austauscher sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte im Eluat zugenommen.

Gegenüber 2010 sind außerdem die Kationen- und Anionengehalte im Bodensättigungsextrakt stark erhöht. Auf Grund der elektrischen Leitfähigkeit des Bodensättigungsextrakts wird der Boden nach bodenkundlicher Kartieranleitung als salzhaltig bezeichnet. In den durch Grundwasser beeinflussten Go-Horizonten liegt die elektrische Leitfähigkeit knapp über 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Bei diesen Gehalten kann der Pflanzenwuchs bei empfindlichen Pflanzen bereits beeinträchtigt sein. Die Natriumadsorptionsrate (SAR) ist etwas erhöht. Der kritische Wert von 13 wird aber nicht erreicht, so dass kein natric Horizont nach FAO-Klassifikation vorliegt. Im Gegensatz zu den austauschbaren Kationen stellen die Bodensättigungsextrakte eher eine Momentaufnahme dar. So wurden auch bei Bodenuntersuchungen in der Wendershäuser Werraau (KAHLERT, 1993) im Bodensättigungsextrakt in Abhängigkeit vom Grundwasserstand stark schwankende Salzgehalte bei verschiedenen Probennahmeterminen festgestellt.

Trotz der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit des Bodensättigungsextraktes war die elektrische Leitfähigkeit des Eluats gering und auf ähnlichem Niveau wie 2010.

Bei den Schadstoffen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Beprobungsterminen festzustellen.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse von 2013

Im Jahr 2013 wurden ähnliche Salzgehalte wie 2012 gemessen. Dabei lagen die Cl-Gehalte im Eluat etwas höher als in den Vorjahren. Die Na-Belegung der Austauscher wies vergleichbare Gehalte wie im Vorjahr auf und lag in 50-100 cm bei 6,9 % und in 15-50 cm Tiefe bei 4,0 %. Im Bodensättigungsextrakt wurden im Vergleich zur Vorjahresbeprobung ähnliche Werte erzielt. Das $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / (\text{Na}^{+} + \text{K}^{+})$ -Verhältnis des Bodensättigungsextrakts liegt deutlich über 1,0. Die Bodenlösung wird damit vom Ca dominiert, so dass auf Grundlage des Verhältnisses der zweiwertigen zu einwertigen Kationen keine Sodifizierungsgefahren vorliegen (ISRIC, 2013).

Die elektrische Leitfähigkeit des Bodensättigungsextraktes liegt zwischen 1688 und 2243 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Bei 2000 μS können Wachstumsbeeinträchtigungen bei empfindlichen Pflanzen auftreten. Dieser Wert wurde in 50 - 100 cm Tiefe überschritten und in den darüberliegenden Horizonten fast erreicht.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse von 2016

Bei den Probennahmen des Jahres 2016 wurden im Vergleich zu 2013 höhere Werte bei Versalzungsparametern festgestellt. So haben die Chlorid-Gehalte im Eluat und Bodensättigungsextrakt in allen Horizonten seit 2010 kontinuierlich zugenommen, bei den Sulfatgehalten waren keine Änderungen feststellbar. Die Na-Belegung der Kationenaustauscher ist im Oberboden gering und im Unterboden erhöht. In 50 - 100 cm Tiefe ist die Na-Sättigung 2016 geringfügig zurückgegangen. Mit 5,7 % liegen in diesem Horizont erstmals keine sodic properties vor.

Obwohl im Eluat des aAh-Horizontes bei den austauschbaren Kationen keine deutlichen Veränderungen bezüglich der Na-Sättigung vorlagen, haben die Cl- und Na-Gehalte sowie die elektrische Leitfähigkeit im Bodensättigungsextrakt sehr stark zugenommen. Die Na-Gehalte im Bodensättigungsextrakt stiegen im Vergleich mit 2013 von 75 auf 1250 mg/l an, sodass bei einer Natriumadsorptionsrate (SAR) von 18,5 der Horizont nach FAO-Klassifikation als natric zu bezeichnen ist.

Mit einer elektrischen Leitfähigkeit von 7715 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Oberboden ist der aAh ein hyposalic Horizont (FAO 2006). Nach ABROL ET AL. (1988) liegen bei dieser Leitfähigkeit bei vielen Feldfrüchten bereits Ertragseinbußen vor. Im Unterboden liegen die Werte wie in den Vorjahren bei über 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, was zu Pflanzenwuchsbeeinträchtigungen bei empfindlichen Pflanzen führen kann (ABROL ET AL. 1998).

Die Na-Gehalte des Eluates wurden erstmals im Jahr 2016 bestimmt. Bei Werten zwischen 4,5 mg/l im Oberboden sowie 5,8 und 5,5 mg/l im aMGo- bzw. aGo-Horizont sind die Na-Gehalte schwach erhöht. Der Richtwert von 10 mg/l, bei dem nach GALK (2010) Salzschiiden an Bäumen auftreten können, wird bei weiten nicht erreicht. Nach GALK (2010) gilt für Stadtbäume bei Salzbelastung durch den Winterstreudienst für Cl der gleiche Richtwert wie für Na. Bei Cl wird der Richtwert von 15 mg/l bei dem nach GALK (2010) bei den meisten Bäumen Salzschiiden festzustellen wären mit 28,8 mg/l (aAh), 32,7 mg/l (aMGo) und 32,2 mg/l (aGo) recht deutlich überschritten, aber ohne dass im näheren Umfeld der Monitoringfläche Schadsymptome feststellbar waren. Der Richtwert für Cl gilt für eine NaCl-Belastung und ist wahrscheinlich für Cl zu hoch, da abgesehen vom Salzeffekt Na eher als Cl in hohen Konzentrationen phytotoxisch wirkt.

Bei den Schwermetallen haben sich keine signifikanten Veränderungen ergeben. Die PAK-Gehalte waren bei der Messung im Jahr 2016 etwas höher als in den Vorjahren, liegen aber deutlich unter den Vorsorgewerten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse von 2019

Am Standort ist durch den Eintragspfad über den Wasserspiegel des Oberflächengewässers und des Grundwassers eine hohe zeitliche Variabilität in den Stoffgehalten zu erwarten.

Bei der Beprobung in 2019 wurde die bisher höchste Na-Belegung bei den austauschbaren Kationen festgestellt. Unterhalb von 15 cm Tiefe liegen erstmals mit 6,1 % und 9,5 % Na-Sättigung in beiden beprobten Go-Horizonten sodic properties vor. Auch im aAh-Horizont liegt die Na-Sättigung mit 3,2 % erstmals knapp über den Hintergrund. Im Eluat sind insbesondere die Na- aber auch die Cl-Gehalte höher als bei den bisherigen Untersuchungen. Bei den vorgefundenen Salzkonzentrationen sind schädliche Auswirkungen auf die Vegetation nicht auszuschließen. Es wurden aber keine sichtbaren Salzschiiden z.B. in Form von Blattrandnekrosen vorgefunden.

Bei den Schwermetallen (Königswasser) liegen die Hg-Gehalte wie in den Vorjahren über dem Hintergrund. Dies gilt auch für Pb im Unterboden. Bei Cr, Cu, Ni und Zn lagen die Ergebnisse deutlich über denen der Vorjahre, was auf Analysefehler zurückgeführt wird (siehe Kap.2.3.1).

Überschreitung der Vorsorgewerte für Cd, Ni, Zn

Die Vorsorgewerte für Cd, Ni und Zn werden insbesondere in den ersten beiden Beprobungshorizonten überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich für Pb bei pH < 5 herabgesetzt. Für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend dem für Sand und für Ton entsprechend dem für Lehm/Schluff vor. Da die betreffenden Metall-Gehalte allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann bei diesen Elementen dennoch nicht von einer höheren Schwermetallanreicherung ausgegangen werden.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|---------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| D7 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B.: Höhe: 6-10 m; Kronenschlussgrad 2020 - 2021: 8% Str.: Höhe: 1 m (2010 – 2012), 2013, 2014: Schlehe 4 m, Eiche bis 1,5 m; 2016: Eiche bis 3 m hoch, 2017: Eiche bis 4 m hoch, Zitterpappel bis 6 m 2018: 8 m; Kronenschlussgrad: 2010 – 2012: 0,5 %, 2013: 2%, 2014: 3%, 2015: 4%; 2016-17: 8%; 2018: 12%; 2019: 18%; 2020-2021: bis 4 m hoch/ 12% Kr.: 2010-2011: bis 1,4 m hoch/ 90 %, 2012 – 2015 und 2017: 100 %; 2016, 2021: 95%; 2018: 98%; 2019: 1,2 m hoch/ 99%; 2020: 1,2 m hoch/ 97% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissenschaftlicher Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 18.6.+20.7. 2010 | 16.8.2011 | 24.7.2012 | 30.7.2013 | 29.7.2014 | 3.7.2015 | 29.06.2016 | 11.7.2017 | 17.8.2018 | 18.7.2019 | 1.9.2020 | 24.8.2021 |
| B. | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 5 |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 |
| Str. | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 2 | 3 | 7 | 8 | 10 | 15 | 15 | 10 |
| | <i>Prunus spinosa</i> | Schlehe | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| | <i>Populus x canadensis</i> | Hybrid-Pappel | - | - | - | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| Artenzahl Strauchschicht | | | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Kr. | <i>Mentha longifolia</i> | Rossminze | 70 | 50 | 50 | 80 | 90 | 90 | 80 | 85 | 60 | 50 | 2 | 3 |
| | <i>Carex acuta</i> | Schlank-Segge | 20 | 30 | 30 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 40 | 50 | 65 | 65 |
| | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | 10 | 5 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| | <i>Humulus lupulus</i> | Gewöhnlicher Hopfen | 5 | 5 | 3 | 2 | 0.1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 6 | 5 | 5 |
| | <i>Lysimachia vulgaris</i> | Gewöhnlicher Gilbweiderich | 5 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Scrophularia umbrosa</i> | Geflügelte Braunwurz | 5 | 1 | 3 | 2 | 0.5 | 3 | 4 | 2 | 2 | - | 2 | 1 |
| | <i>Cirsium arvense</i> | Acker-Kratzdistel | 3 | 3 | 8 | 1 | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 1 | 25 | 10 |
| | <i>Symphytum officinale</i> | Gewöhnlicher Beinwell | 3 | 2 | 3 | - | 1 | 2 | 3 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| | <i>Lythrum salicaria</i> | Blut-Weiderich | 1 | 10 | 4 | 3 | 0.5 | 1 | 3 | 1 | 0.5 | 3 | 1 | 1 |
| | <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | - | 1 | 0.5 |
| | <i>Achillea ptarmica</i> | Sumpf-Schafgarbe | 0.5 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.1 | - | - | 0.1 | 0.5 |
| | <i>Calystegia sepium</i> | Zaunwinde | 0.5 | 15 | 20 | 55 | 15 | 2 | 3 | 2 | 2 | 7 | 4 | 3 |
| | <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn | 0.5 | 0.5 | 1 | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - |
| | <i>Angelica archangelica</i> | Erzengelwurz | 0.1 | 2 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Colchicum autumnalis</i> | Herbstzeitlose | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Epilobium ciliatum</i> | Drüsiges Weidenröschen | 0.1 | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - | 1 | - | - | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Glechoma hederacea</i> | Gundermann | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 1 |
| | <i>Juncus inflexus</i> | Blaugrüne Binse | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Lathyrus pratensis</i> | Wiesen-Wicke | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - | - | 0.5 | - | - |
| | <i>Rumex aquaticus</i> | Wasser-Ampfer | 0.1 | 0.1 | - | - | - | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Rumex crispus</i> | Krauser Ampfer | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galium album</i> | Wiesen-Labkraut | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Calamagrostis epigejos</i> | Landreitgras | - | 1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| | <i>Galium aparine</i> | Kleb-Labkraut | - | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 5 | 0.1 | 0,5 | 0.5 | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Heracleum sphon-</i> | Wiesen-Bärenklau | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| D7 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B.: Höhe: 6-10 m; Kronenschlussgrad 2020 - 2021: 8% Str.: Höhe: 1 m (2010 – 2012), 2013, 2014: Schlehe 4 m, Eiche bis 1,5 m; 2016: Eiche bis 3 m hoch, 2017: Eiche bis 4 m hoch, Zitterpappel bis 6 m 2018: 8 m; Kronenschlussgrad: 2010 – 2012: 0,5 %, 2013: 2%, 2014: 3%, 2015: 4%; 2016-17: 8%; 2018: 12%; 2019: 18%; 2020-2021: bis 4 m hoch/ 12% Kr.: 2010-2011: bis 1,4 m hoch/ 90 %, 2012 – 2015 und 2017: 100 %; 2016, 2021: 95%; 2018: 98%; 2019: 1,2 m hoch/ 99%; 2020: 1,2 m hoch/ 97% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissenschaftlicher Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | <i>dyllium</i> | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Lycopus euro-paeus</i> | Ufer-Wolfstrapp | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Vicia sepium</i> | Zaunwicke | - | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Petasites hybridus</i> | Gemeine Pestwurz | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Vicia cracca</i> | Vogelwicke | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Arctium minus</i> | Kleine Klette | - | - | - | 0.5 | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | - |
| | <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 1 | 0.5 | 0.1 | - | 1 | 2 | 0.5 |
| | <i>Sanguisorba officinalis</i> | Großer Wiesenknopf | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Valeriana officinalis</i> | Arznei-Baldrian | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Flipendula ulmaria</i> | Echtes Mädesüß | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Hypericum tetrap-terum</i> | Flügel-Hartheu | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 | 0.5 | 0.1 | - |
| | <i>Solidago gigantea</i> | Späte Goldrute | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| | <i>Phalaris arundi-nacea</i> | Rohr-Glanzgras | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Poa trivialis</i> | Gewöhnliches Ris-pengras | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| Artenzahl Krautschicht | | | 23 | 25 | 21 | 17 | 12 | 11 | 12 | 16 | 15 | 15 | 19 | 18 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Cirsium palustre (Sumpf-Kratzdistel), *Filipendula ulmaria* (Echtes Mädesüß), *Iris pseudacorus* (Sumpfschwertlilie), *Phragmites australis* (Gewöhnliches Schilf).

Im Umfeld treten 2011 *Solidago gigantea* (Riesen-Goldrute), *Sonchus arvensis* (Acker-Gänsedistel, Salzzeiger), *Pastinaca sativa* (Pastinak), *Holcus lanatus* (Wolliges Honiggras), *Myosoton aquaticus* (Wasserdarm) und *Sanguisorba officinalis* (Echter Wiesenknopf) auf.

Vegetationsanalyse:

Die Aufnahme fläche liegt innerhalb der Werraau bzw. in Ufernähe, im Überschwemmungsbereich der Werra. Die Vegetation spiegelt die durch das in Flussnähe zeitweise hoch anstehende Grundwasser wechselseuchte bis wechselnde Bodenwasserverhältnisse wider. Charakteristisch ist die durch den Vegetationsbestand in der Aufnahme fläche dokumentierte feuchte Hochstaudenflur. Diese ersetzt am Standort den von Natur aus dort vorhandenen Weiden-Auenwald. Das Vorhandensein junger Stiel-Eichen in der Aufnahme fläche und seiner Umgebung deutet auf einen Aufforstungsversuch hin. Die Eichen konnten auf Grund der nicht standortgerechten Gehölzauswahl offensichtlich nicht Fuß fassen. Nur wenige Exemplare sind übrig geblieben. Die ehemaligen Pflanzreihen sind jedoch noch erkennbar. Durch die Überflutungen und den Eintrag von Bodenmaterial in die Fläche wird die Ausbreitung von Stromtalpflanzen begünstigt. Dies sind aus anderen Florengebieten stammende und sich entlang der Stromtäler ausbreitende konkurrenzstarke Arten. Innerhalb der Fläche zählt dazu das aus Nord-Amerika stammende Drüsige Weidenröschen.

Insgesamt spiegelt der Vegetationsbestand den kleinräumigen Wechsel der Bodenverhältnisse wider. Es sind sowohl (Feucht-)Wiesenarten bzw. Vertreter feuchter Wiesenbrachen (Wiesen-Wicke, Wiesen-Labkraut, Rasen-Schmiele, Gewöhnlicher Beinwell, Krauser Ampfer), als auch Sumpfpflanzen (Sumpfschafgarbe, Schlank-Segge, Blaugrüne Binse) vorhanden.

Auf Stromtäler beschränkt sind Erz-Engelwurz und Wasser-Ampfer. Sie sind an die Überschwemmungsverhältnisse speziell angepasst. Pflanzenarten der Auwälder sind Kratzbeere, Gundermann, Zaun-Wicke und Gewöhnlicher Hopfen. Erstere sind im Unterwuchs der Hochstaudenflur vorhanden, letztere vermögen mit Ranken an Halmen empor zu klettern, eine Eigenschaft, die ihnen im Wald und am Waldrand den Zugang zum Licht ermöglicht. Der Gesamtdeckungsgrad liegt unter 100 %, vermutlich bedingt durch den deutlich ausgeprägten Streufilz aus abgestorbenen Pflanzenresten der am Vegetationsbestand beteiligten Gräser, Binsen und Sauergräser. Der Streufilz ist vermutlich auch für das geringe Aufkommen niedrig wüchsiger Arten in der Aufnahme- und Verweilfläche verantwortlich.

Vegetationsprognose:

Für die weiteren Vegetationsaufnahmen könnte insbesondere die Fragestellung hinsichtlich der Ausbreitung von Gehölzen im Bereich der Fläche sein. Die Vegetationszusammensetzung im Überschwemmungsbereich mit wechselnden Standortbedingungen ist nicht als statisch anzusehen, so dass von starken jährlichen Veränderungen der Vegetationszusammensetzung auszugehen ist. Insofern sind weitere Arten, wie sie im näheren Umfeld bereits vorhanden sind, und ihr Ausbreitungsverhalten im Bereich dieser Aufnahme- und Verweilfläche von besonderem Interesse.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Die Dauerbeobachtungsfläche liegt im Bereich des Überschwemmungsgebietes der Werra und war während des Frühlingshochwassers 2011 längere Zeit überschwemmt. Damit stehen umfangreiche Feinmaterialumlagerungen in Verbindung. In der Fläche sind auch deutliche Fluktuationen der Arten feststellbar, die ebenfalls auf das während des Hochwassers dort langsam fließende Flusswasser zurückzuführen sind. Trotz der mit dem Hochwasser einhergegangenen Feinstoffablagerungen in der Fläche ist die Vegetationsbedeckung mit 100 % sehr hoch. Die vorhandenen Arten konnten sich demnach problemlos aus den Wurzeln regenerieren. Andererseits ist festzustellen, dass Rankpflanzen deutlich zugenommen haben. Die entstandenen offenen Bodenflächen bildeten Freiflächen für die Ausbreitung von Rankpflanzen, die am Standort auf Grund der günstigen Nährstoff- und Feuchteverhältnisse einen ökologischen Vorteil durch schnelle Bildung großer Blattmassen und Wurzeln haben. Zu den Rankpflanzen, die sich in der Fläche ausbreiten sind Zaunwinde (*Calystegia sepium*), Kratzbeere (*Rubus caesius*), Gewöhnlicher Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), und Landreitgras (*Calamagrostis epigejos*) zu zählen. Unter den Arten, die sich im Vergleich zum Vorjahr in der Fläche ausgebreitet haben, zählen auch der nicht Ausläufer bildende Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und die Erzengelwurz (*Angelica archangelica*). Beide haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Überflutungsbereich von (Fließ-)Gewässern und profitieren, wie in diesem Fall, von den standorttypischen Hochwässern.

Zusammenfassend sind die Veränderungen der Vegetation von 2010 zu 2011 innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche als typische Fluktuationen am Auestandort zu werten und durch Veränderungen in Folge des Hochwassers entstanden.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Auch im Frühjahr 2012 wurde die Dauerbeobachtungsfläche offenbar vom Werrahochwasser überflutet. Indizien dafür finden sich in der weiteren Ausbreitung des Überflutungszeigers Erzengelwurz (*Angelica archangelica*) und der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), deren erhöhter Deckungsanteil auf das Vorhandensein offener Bodenflächen bzw. Bodenumlagerungen größeren Ausmaßes schließen lässt. Es wird auch darauf hingewiesen, dass das ökologische Verhalten der Acker-Kratzdistel als salzertragend (Salzzahl 1) eingestuft wird (ELLENBERG et al. 1991: 96).

Als weiterer Überschwemmungszeiger tritt in 2012 mit nennenswertem Deckungsanteil auch die Pestwurz (*Petasites hybridus*) auf.

Der stärkere Einfluss des Werrahochwassers ist auch am weiteren Rückgang der Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) und des Gewöhnlichen Gilbweiderichs (*Lysimachia vulgaris*) ablesbar, die auf relativ stabile wechselfeuchte Standortverhältnisse angewiesen sind.

Der Deckungsanteil der Arten hat sich seit 2010 von insgesamt 90 % auf 100 % erhöht.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Durch das Hochwasser der Werra war die Dauerbeobachtungsfläche im Frühjahr 2013 längere Zeit überflutet. Die Vegetation, die auf der trocken gefallenen Überschwemmungsfläche empor gewachsen ist, weist zum Vorjahr aus diesem Grund große Unterschiede auf. Die Dauerbeobachtungsfläche wird 2013 von der dicht und bis zu 1,5 m hoch aufgewachsenen und als Überschwemmungszeiger bekannten (s. ELLENBERG et al., 1991) Rossminze (*Mentha longifolia*) dominiert. Der Schattenwurf der Art ist so groß, dass deutlich weniger Gefäßpflanzenarten in der Dauerbeobachtungsfläche aufwachsen konnten. Die Artenzahl sank im Vergleich zum Vorjahr von 21 auf 16. Es dominiert die Zaunwinde (*Calystegia sepium*), die auf Grund ihrer besonderen Wuchsform, die Rossminze schleierartig überwuchern konnte. Die Gehölze haben offenbar von dem Feuchtedargebot profitiert und nehmen mit einem Deckungsgrad von 2 % einen spürbar

höheren Anteil an der Dauerbeobachtungsfläche ein. Dem Gehölzwachstum zuträglich war sicherlich auch die kurzzeitig stärkere Belichtung während der Wochen nach Rückzug des Hochwassers. Anfangs bestehende Bewuchslücken konnten von den Ruderalarten Große Brennnessel und Filzklette eingenommen werden.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

In 2014 konnte sich der Überschwemmungszeiger Rossminze weiter ausbreiten und bildet dort einen monostrukturierten Massenbestand aus, dem nur Kratzbeere und Klett-Labkraut mit gleichermaßen invasiver Sprossbildung standhalten bzw. ihre Areale vergrößern konnten. Sogar die Klimmstaude Zaunwinde war in ihrem Bestand stark rückläufig. Die Artenzahl ist weiter von 16 im Vorjahr auf 12 Arten in 2014 gesunken. Die gepflanzten Eichen sind nun aus der Krautschicht herausgewachsen und konnten an Höhe und Areal deutlich zulegen. Es besteht kein Anzeichen auf die Beeinflussung der Vegetation durch Versalzung des Fluss- bzw. Grundwassers.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Auch in 2015 ist eine für Überschwemmungsbereiche an Flüssen typische feuchte Hochstaudenflur ausgebildet. Darin dominiert weiterhin die Rossminze mit einem hohen Deckungsgrad von 90 %. Es ist auch ein deutlicher Rückgang der Kriech-Ausläufer bildenden Arten und der Klimmstaude festzustellen: Zaunwinde von 15 % auf 2 %, Kleb-Labkraut von 5 % auf 0,1 % und Kratzbeere von 3 % auf 0 %. Dabei dürfte es sich jedoch um normale Fluktuationen der Art am natürlichen Wuchsort handeln. Auffällig ist jedoch der mit dem hohen Dominanzanteil der Ross-Minze einhergehende Artenrückgang in der Dauerbeobachtungsfläche von ehemals 23 in 2010 und 25 in 2011 (Höchstwert) auf nunmehr 11 Arten in 2015. Die Rossminze hat im Konkurrenzkampf um Licht und Wurzelraum somit seit 2013 die Oberhand gewonnen. Seit 2013 ist eine deutliche Höhenzunahme der gepflanzten Stieleichen festzustellen. Beide Beobachtungen sprechen dafür, dass die Dauerbeobachtungsfläche D7 seither nicht mehr unter dem Einfluss verheerender Werra-Hochwässer stand und von einer Konsolidierung der Standortverhältnisse auszugehen ist. Für die Beeinflussung der Vegetation durch die schwach erhöhten Salzgehalte des Bodens liegen weiterhin keine Anzeichen vor.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die Stieleichen haben deutlich an Höhe und Deckungsanteil hinzugewonnen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Fläche im Beobachtungszeitraum nicht für längere Zeit vom Werra-Hochwasser beeinträchtigt wurde und für die Eichen gute Wachstumsbedingungen herrschten. Obwohl nach Bodendaten Wachstumsbeeinträchtigungen und Schadensbilder durch Salzbelastungen nicht auszuschließen sind, sind bisher keine Schadsymptome bzw. salzinduzierte Vegetationsveränderungen feststellbar.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Die Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche ist durch eine feuchte Hochstaudenflur gekennzeichnet, wie sie für den Überschwemmungsbereich großer Flüsse typisch ist. Obschon sie von der Rossminze dominiert wird, weist sie eine hohe Dynamik auf, sowohl bezüglich der Artzusammensetzung, als auch der jeweiligen Artanteile. Mit dem Flügel-Hartheu und der Großen Klette kamen in 2017 zwei neue Arten hinzu. Flügel-Hartheu ist typisch für feuchte Hochstaudenfluren der Gewässerränder, die Große Klette ist auch eine Uferpflanze und unterstreicht die hohen verfügbaren Stickstoffgehalte des Bodens. Im Westen der Dauerbeobachtungsfläche erfuhren auch Beinwell und der Neophyt Drüsiges Weidenröschen eine Vergrößerung ihres Areals. Beide Arten sind für feuchte Hochstaudenfluren ebenfalls typisch.

Salzpflanzen spielen im Vegetationsbestand der Dauerbeobachtungsfläche auch 2017 keine Rolle.

Vor Anlage der Dauerbeobachtungsfläche erfolgte im Überschwemmungsbereich der Werra eine Aufforstung mit Stieleichen. Die Eichen hatten über Jahre bis 2015 keine großen Zuwächse aufzuweisen. Seit 2015 erfolgte ein deutlicher Wachstumsschub. Die Lage des Baumaufwuchses wurde 2017 im Datenblatt zur vegetationskundlichen Erfassung erstmals vermerkt.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Das Gehölzwachstum ist in 2018 weiter fortgeschritten. Eine Beeinträchtigung der Gehölze durch Werra-Hochwässer hat offenbar nicht stattgefunden. Vom Zugang der Gehölze zum relativ hoch anstehenden Grundwasser auch während der Trocken-Periode ist auszugehen. In der Krautschicht kam es zu einer Wieder-Ausbreitung der Schlank-Segge und dem damit einher gehenden gleichzeitigen Rückgang der Ross-Minze. Für diese Fluktuation der Artmächtigkeiten der beiden am Standort in Konkurrenz stehenden Arten ist bisher keine schlüssige Erklärung zu finden. Beide sind Nässe- und Überschwemmungszeiger, die Schlank-Segge sogar noch einen Grad mehr, als die Rossminze. Salzpflanzen und salztolerante Arten wurden in 2018 nicht nachgewiesen.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Die Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche entwickelte sich auch in 2019 weiter zu Wald. Gehölze weisen nun einen Kronenschlussgrad von 15 % auf. Die erste Baumschicht ist dabei, sich aus der Strauch-

schicht herauszubilden. Auch nach zwei Trockenjahren in Folge ist in der Werraau bei bestehenden Grundwasseranschluss zum Wurzelraum von ausreichend pflanzenverfügbarem Wasser auszugehen. Diese Tatsache wird durch die krautige und grasige Vegetation untermauert: Es dominieren weiterhin die Nässezeiger Schlank-Segge und Rossmünze. Weitere Nässezeiger sind Beinwell und Blutweiderich. Die Krautschicht ist nahezu geschlossen, so dass als weitere Arten nur Klimmpflanzen, wie Hopfen und Zaunwinde mit hohen Deckungsanteilen vertreten sind. Ruderalarten wie Rainfarn, Acker-Kratzdistel und Kleine Klette konnten sich nach Bodenverwundungen, wie sie während Werra-Hochwasser entstanden, in der Fläche in geringen Anteilen etablieren.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Die Gehölze Stieleiche und Zitterpappel haben stark an Höhe gewonnen und bilden bereits eine 1. Baumschicht aus. Die Gehölze im Süden der Dauerbeobachtungsfläche bilden ein kleines Gebüsch. Nachdem die Rossmünze sich stark aus der Fläche zurückgezogen hat, ist das für nasse bis wechsellasse Standorte wie der Werraau typische Schlankseggenried mit Deckungsgrad von 65 % verbreitet ausgebildet. Diesem sind hochwüchsige Stauden nasser Standorte beigemischt. Dieser Vegetation hat sich nun auch der für Stromtallandschaften typische Neophyt Späte Goldrute beigesellt. Die salztolerante Acker-Kratzdistel ist dem Seggenried in 2020 im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren ungemein stärker beigemischt und nimmt nun statt wie 2019 1 % etwa ein Viertel der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche ein. Unter den halbschattigen Verhältnissen am Gebüschrand im Süden hat sich Gundermann ausgebreitet, der diese schon relativ lichtarmen Standortverhältnisse verträgt. Eine Schädigung oder Beeinflussung der Vegetation durch Salzeinträge war nicht feststellbar.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

Die salztolerante Acker-Kratzdistel hat im Bereich der Monitoringfläche in 2021 deutlich an Fläche verloren, hat aber immer noch 10 % Anteil an der Vegetation. Landreitgras hingegen konnte sich ein wenig ausbreiten. Die Schlanksegge ist jedoch weiterhin dominant. Eine Veränderung der Standortverhältnisse lässt sich im Vergleich zum Vorjahr daher nicht ableiten.

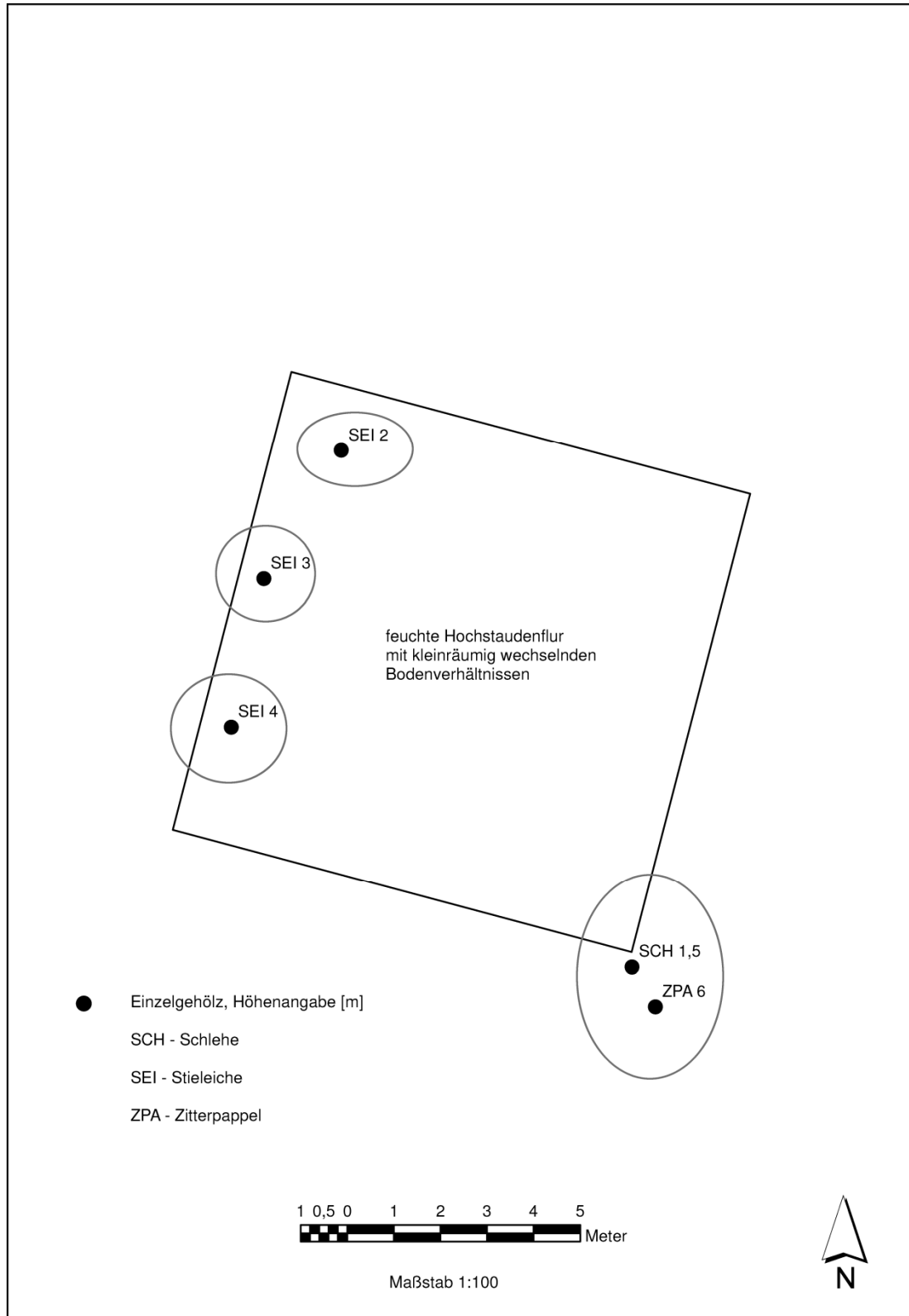
Datenblatt der Dauerbeobachtungsfläche**VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2017**

Blatt 3.2-2017

D7

Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha

Seite 1



Datenblatt der Dauerbeobachtungsfläche

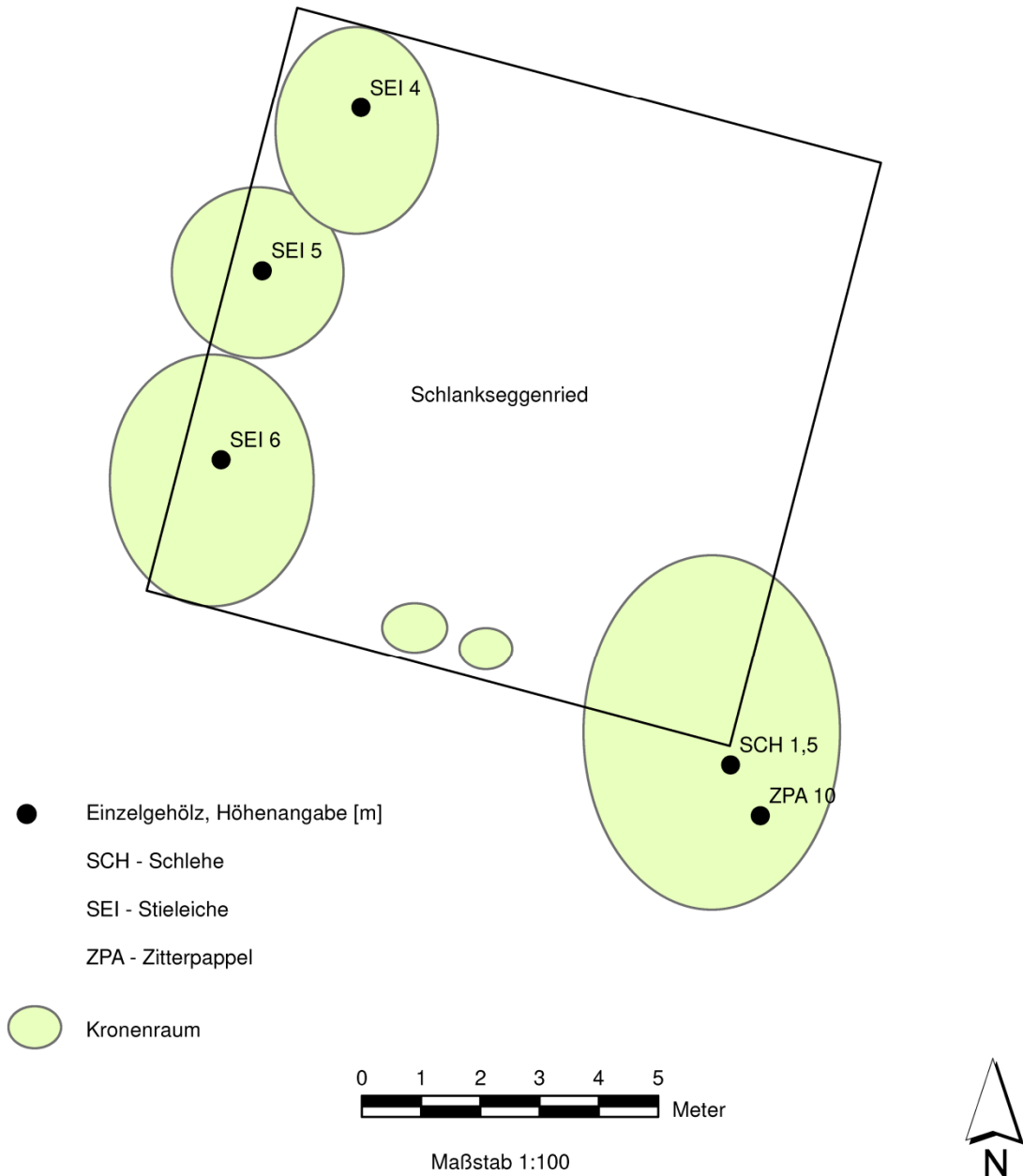
D7

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020

Blatt 3.2-2020

Hochstaudenflur in den Stoffwiesen zwischen Philippsthal und Vacha

Seite 2



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|---|--------------------------------|---|
| D8 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Laubholz-Bestand am Haldenrand | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Dauerbeobachtungsfläche D8 liegt etwa 70 m vom südwestlichen Haldenrand (ESTA-Rückstandsalthalde Hattorf) entfernt in Nähe der Haldenerweiterungsfläche Phase 1 <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Hohenroda <u>Gemarkung:</u> Ransbach <u>Flur:</u> 8 <u>Flurstück:</u> 10/25 <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567607,63; 5633201,77 3567565,38; 5633152,73 3567562,01; 5633159,66 3567598,64; 5633203,60 <u>Flächengröße:</u> ca. 8 x 61 m, 460 m ² <u>Höhe ü.NN:</u> ca. 366 m <u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ebene Lage <u>Anmerkung:</u> relativ hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung | | Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Eine Vegetationsuntersuchung erfolgte erstmals ab 2016. Da sich der Standort im Bereich der Haldenerweiterungsfläche befindet soll die Fläche zukünftig durch die nahegelegene Dauerbeobachtungsfläche D8neu ersetzt werden. <u>Boden:</u> Beprobung von 3 Horizonten bis 100 cm Tiefe; unmittelbarer Haldenrand mit hohen atmogenen Einträgen aus der Halde Besondere Fragestellung: Haben sich im unmittelbaren Haldenumfeld Veränderungen des Bodens durch Einträge aus der ESTA-Rückstandshalde ergeben? | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------|----------------|---|---------------|------------------------------------|---------------------|--|-----------------|-----------|-----------|
| D8 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Laubholz-Bestand am Haldenrand | | | | | | | | | | | |
| <u>Aufnahmedatum:</u> 21.06.2010 | | | | | <u>Bodenform:</u> podsolige, pseudovergleyte Parabraunerde aus Lösslehm über Buntsandsteinton <u>Humusform:</u> feinhumusreicher Moder | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Boden- art | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbo- nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| + 12 | L | | | | | | | | | | | |
| + 10 | Of | | | | | | | | | | | |
| + 6 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 2 | Ahe | 5-10 | Ut4 | 5 | Lösslehm | 0 | 10 YR 3/1 stark dunkel- grau | frisch | - | - | - | |
| - 43 | AlSw | 0 | Ut3 | 5 | Lösslehm | 0 | 7,5 YR 5/4 braun | frisch | - | - | - | |
| - 50 | BtSd | 0 | Tu3 | 5 | Lösslehm | 0 | 5 YR 5/4 rötlich braun | trocken | - | - | - | |
| - 100 | P | 0 | Tt | 10 | Buntsand- steinver- witterung Basislage – Solling Wechsel- folge | 0 | 2,5 YR 4/4 rötlich braun | trocken | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. Auf der Untersuchungsfläche sind Parabraunerden bis Pseudogleye vorhanden. Der BtSd-Horizont bildet den Staukörper, Der P-Horizont ist nur vereinzelt marmoriert. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|------|------|------|-----------|----------------|-----|--------------------------|-----|
| D8 | | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2018 | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | |
| | | Laubholz-Bestand am Haldenrand | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 21.06.2010, 04.12.2013 12.07.2016, 04.09.2018 | | | | | Bodenform: podsolige, pseudovergleyte Parabraunerde aus Lösslehm über Bunt-sandsteinton | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | [cmol +/kg] | | | | | | | | | | | | | | |
| - 2 | Oh, Ahe | 2010 | 3,68 | n.b. | 7,5 | 8,1 | 2,20 | 0,79 | 0,40 | 0,0 | 3,2 | 0,26 | 0,32 | 0,36 | | | |
| | | 2013 | 4,24 | 4,1 | 9,1 | 10,4 | 5,43 | 1,13 | 0,30 | 0,20 | 2,93 | 0,37 | 0,05 | 0,33 | | | |
| | | 2016 | 4,08 | 4,03 | 10,7 | 14,4 | 9,78 | 1,67 | 0,31 | 0,41 | 0,93 | 0,86 | 0,04 | 0,41 | | | |
| | | 2018 | 4,10 | 4,03 | 11,4 | 14,8 | 8,53 | 1,41 | 0,39 | 0,33 | 3,00 | 0,73 | 0,05 | 0,40 | | | |
| - 43 | Al | 2010 | 3,91 | 4,36 | 3,5 | 4,0 | 0,49 | 0,36 | 0,27 | 0,12 | 2,42 | 0,15 | 0,03 | 0,19 | | | |
| | | 2013 | 3,99 | 4,20 | 4,7 | 5,7 | 1,10 | 0,49 | 0,24 | 0,17 | 3,40 | 0,27 | 0,03 | 0,25 | | | |
| | | 2016 | 3,80 | 4,09 | 3,6 | 4,8 | 0,81 | 0,37 | 0,17 | 0,23 | 2,56 | 0,26 | 0,02 | 0,35 | | | |
| | | 2018 | 3,91 | 4,24 | 4,4 | 5,6 | 0,88 | 0,34 | 0,18 | 0,22 | 3,43 | 0,26 | 0,03 | 0,22 | | | |
| - 100 | Bt, P | 2010 | 3,67 | n.b. | 7,9 | 6,9 | 0,69 | 0,87 | 0,55 | 0,0 | 4,4 | 0,08 | 0,09 | 0,18 | | | |
| | | 2013 | 3,82 | 4,20 | 9,0 | 9,6 | 1,54 | 1,62 | 0,55 | 0,28 | 5,34 | 0,23 | 0,04 | 0,24 | | | |
| | | 2016 | 3,69 | 3,95 | 6,9 | 8,2 | 1,41 | 1,55 | 0,37 | 0,27 | 3,92 | 0,19 | 0,05 | 0,48 | | | |
| | | 2018 | 3,85 | 4,11 | 9,0 | 9,9 | 1,55 | 1,74 | 0,41 | 0,27 | 5,40 | 0,19 | 0,03 | 0,31 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | eI.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 2 | Oh, Ahe | 2010 | 5,10 | 72 | n.b. | n.b. | 5,8 | 6,5 | 45,0 | 29,2 | 10,5 | 5,3 | 0,0 | 42,5 | 3,5 | 4,2 | 4,8 |
| | | 2013 | 5,43 | 56,6 | n.b. | n.b. | 3,2 | 3,9 | 65,7 | 50,6 | 10,5 | 2,8 | 1,9 | 27,3 | 3,4 | 0,5 | 3,1 |
| | | 2016 | 5,26 | 84,6 | 5,7 | n.b. | 4,1 | 3,55 | 84,5 | 68,0 | 11,6 | 2,2 | 2,8 | 6,4 | 5,9 | 0,3 | 2,8 |
| | | 2018 | 4,53 | 76,6 | 4,9 | 1,2 | 4,53 | 4,16 | 71,9 | 57,5 | 9,5 | 2,6 | 2,2 | 20,2 | 4,9 | 0,34 | 2,7 |
| - 43 | Al | 2010 | 5,40 | 45 | n.b. | n.b. | 2,2 | 5,3 | 30,9 | 12,2 | 8,9 | 6,7 | 3,0 | 60,0 | 3,7 | 0,7 | 4,7 |
| | | 2013 | 5,31 | 39,4 | n.b. | n.b. | 2,35 | 7,07 | 33,6 | 18,6 | 8,2 | 4,0 | 2,9 | 57,2 | 4,6 | 0,4 | 4,2 |
| | | 2016 | 6,01 | 42,7 | 2,7 | n.b. | 2,35 | 5,23 | 31,1 | 17,0 | 7,8 | 3,6 | 4,8 | 53,8 | 5,5 | 0,4 | 7,3 |
| | | 2018 | 6,08 | 35,9 | 3,6 | 0,3 | 2,17 | 4,56 | 29,1 | 15,8 | 6,1 | 3,2 | 4,0 | 61,7 | 4,7 | 0,5 | 4,0 |
| - 100 | Bt, P | 2010 | 5,60 | 45 | n.b. | n.b. | 2,5 | 6,5 | 30,8 | 10,1 | 12,7 | 8,0 | 0,0 | 64,1 | 1,2 | 1,3 | 2,6 |
| | | 2013 | 5,28 | 44,9 | n.b. | n.b. | 3,28 | 10,8 | 40,5 | 15,7 | 16,5 | 5,6 | 2,8 | 54,3 | 2,3 | 0,4 | 2,4 |
| | | 2016 | 6,44 | 45,7 | 3,0 | n.b. | 2,92 | 7,72 | 43,7 | 17,1 | 18,8 | 4,5 | 3,3 | 47,6 | 2,3 | 0,6 | 5,8 |
| | | 2018 | 6,12 | 37,8 | 3,9 | 0,2 | 3,16 | 7,09 | 40,1 | 15,7 | 17,6 | 4,1 | 2,7 | 54,5 | 1,9 | 0,3 | 3,1 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | 5 | | 5 | | | | | | | 3,0 | | >natürlicher Hintergrund | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | | magnesic proper-ties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | | sodic properties | |
| bei den meisten Bäumen treten Schä-den auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | | natric | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|--------------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 2 | Oh, Ahe/2010 | 5,3 | 50 | 6,7 | 2,7 | 1,80 | 0,93 | 0,93 | 3,40 | 0,430 | 0,640 | 0,210 | 0,5 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 43 | Al/2010 | 5,1 | 53 | 5,4 | 7,0 | 1,10 | 0,80 | 0,83 | 4,20 | 6,500 | 0,720 | 0,100 | 0,7 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 100 | Bt, P/2010 | 4,8 | 24 | 5,3 | 5,6 | 0,98 | 0,98 | 1,00 | 3,80 | 0,150 | 0,280 | 0,048 | 0,6 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeein- trächtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 2 | Oh, Ahe/2010 | 4,1 | 22,0 | < 0,3 | 15,0 | 9,3 | 11,0 | < 0,5 | 32 | 0,13 |
| | 2013 | 5,81 | 34,1 | < 0,20 | 13,0 | 4,8 | 7,4 | < 0,40 | 27,6 | 0,1 |
| | 2016 | 8,03 | 56,9 | 0,22 | 13,6 | 7,8 | 8,0 | < 0,40 | 33,7 | 0,23 |
| | 2018 | 5,7 | 42,0 | 0,2 | 10,9 | 6,7 | 7,1 | < 0,40 | 30,3 | 0,15 |
| - 43 | Al/2010 | 4,0 | 25,0 | < 0,3 | 9,3 | 3,6 | 5,0 | < 0,5 | 18 | < 0,10 |
| | 2013 | 5,61 | 16,2 | < 0,2 | 16,3 | 4,6 | 9,7 | < 0,40 | 27,8 | < 0,05 |
| | 2016 | 6,12 | 13,3 | < 0,2 | 16,0 | 5,0 | 9,4 | < 0,40 | 27,3 | 0,07 |
| | 2018 | 4,7 | 13,4 | < 0,2 | 15,8 | 4,5 | 9,3 | < 0,40 | 25 | 0,06 |
| - 100 | Bt, P/2010 | 3,1 | 9,8 | < 0,3 | 12,0 | 2,6 | 6,8 | < 0,5 | 20 | < 0,10 |
| | 2013 | 5,04 | 7,2 | < 0,2 | 26,2 | 9,7 | 19,5 | < 0,40 | 39,2 | < 0,05 |
| | 2016 | 4,72 | 5,4 | < 0,2 | 32,5 | 8,4 | 18,6 | < 0,40 | 35,6 | < 0,05 |
| | 2018 | 3,7 | 6,2 | < 0,2 | 21,3 | 8,7 | 15,1 | < 0,40 | 33,7 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte (Oh-Horizont) ¹ | Auflage | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Untergrund ³ | | 18 | 46 | 0,59 | 64 | 33 | 89 | 0,41 | 107 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 2 | Oh, Ahe/2010 | <100 | 760 | < 40 | < 100 | < 100 | 200 | < 100 | 2100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 279 | 39,5 | 18 | 302 | 253 | < 20,0 | 3310 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 370 | 44,6 | 15 | 49,4 | 141 | < 10,0 | 3040 | < 2,0 |
| | 2018 | <100 | 43 | 28 | < 40 | < 100 | 140 | < 40 | 2250 | < 2,0 |
| - 43 | Al/2010 | <100 | 370 | < 40 | < 100 | < 100 | 130 | < 100 | 540 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 276 | 13,5 | 35 | 58,3 | 309 | < 20,0 | 1030 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 340 | 11,9 | 27 | 79,9 | 140 | < 10,0 | 593 | < 2,0 |
| | 2018 | <100 | 110 | < 25 | < 40 | < 100 | 120 | < 40 | 510 | < 2,0 |
| - 100 | Bt, P/2010 | <100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 310 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 376 | 21,4 | 79 | 267 | 978 | < 20,0 | 1110 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 259 | 9,1 | 55 | 217 | 494 | < 10,0 | 769 | < 2,0 |
| | 2018 | <100 | 59 | < 25 | < 40 | < 100 | 280 | < 40 | 330 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 2 | Oh, Ahe/2010 | 0,17 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | 0,39 | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| - 43 | Al/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| - 100 | Bt, P/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁵ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹ Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ² Oberboden Wald Lösssubstrat und ³ Untergrund lössarmer Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵ Wald Auflage und ⁶ Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde am unmittelbaren Haldenrand in einem Bereich mit relativ hohen betriebsbedingten Immissionszusatzbelastungen von Staub- und Feinstaub angeordnet, die jedoch unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Am Standort ist eine podsolige Parabraunerde aus Lösslehm über tonigem Buntsandstein anzutreffen. Die Tone des Buntsandsteines stehen unterhalb von 50 cm Tiefe an. In Folge der starken Bodenversauerung ist die Zersetzung der organischen Substanz gehemmt, wodurch sich eine mächtige Humusaufgabe und feinhumusreicher Moder gebildet hat. Der Standort ist nährstoffarm und sehr stark versauert.

Die elektrische Leitfähigkeit, Chlorid- und Sulfatgehalte sind gering. Im Boden sind damit keine hohen Salzgehalte festzustellen.

Der Boden ist sehr stark sauer, so dass die Austauschplätze mit hohem Anteil an Aluminium besetzt sind. Die Kationenaustauschkapazität ist gering. Die Mg-Belegung ist sehr hoch und die K-Belegung mittel bis hoch. Die Na-Sättigung der Austauscher und das Natriumadsorptionsverhältnis (SAR) sind gering.

Die Schadstoffgehalte sind gering. So sind Polychlorierte Biphenyle (PCB) nicht nachweisbar und die PAK-Gehalte sehr gering. Die Schwermetallgehalte (Königswasserextrakt) liegen im Bereich von Hintergrundwerten. Vorsorgewerte der BBodSchV werden für keinen der untersuchten Parameter überschritten. Die Prüfwerte für leicht lösliches Blei (Ammoniumnitratextrakt) sind im Oh, Ah und Al-Horizont überschritten. Dies ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen und ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et. al 2005). Die Prüfwerte der BBodSchV gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Es sind keine Belastungen der Böden mit Schadstoffen bzw. durch Salzeinträge feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Im Vergleich zu 2010 haben die pH-Werte in 0,01 m CaCl₂-Lösung zugenommen. Dabei ist die pH-Wert Zunahme von 3,68 auf 4,24 im Oh, Ahe-Horizont deutlich und im Unterboden nur gering ausgeprägt. Die pH-Wert-Zunahme geht mit einer Zunahme der Ca-Sättigung auf Kosten der Al- und Fe-Belegung der Kationenaustauscher einher. Zudem hat in Folge des pH-Anstiegs die effektive Kationenaustauschkapazität etwas zugenommen. Diese Veränderungen sind auf eine Bodenschutzkalkung zurückzuführen, die am 07.10.2013 im Stöckig stattgefunden hat. Die Fläche D8 wurde im Gegensatz zu den anderen im September beprobten Flächen erst im Dezember 2013 beprobt, so dass die Effekte der Bodenschutzkalkung bei der im Jahr 2013 durchgeführten Beprobung nur bei dieser Fläche vorgefunden wurde.

Die Natriumsättigung liegt im Unterboden bei ca. 3 % und ist damit gegenüber den normalerweise vorzufindenden Sättigungen von unter 2 % geringfügig erhöht (PRENZEL & SCHULTE-BISPING, 1991). Dadurch sind aber keine schädlichen Auswirkungen zu erwarten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

In Folge der Kalkung hat im Jahr 2016 im Vergleich zu 2013 die Aluminium-Belegung der Kationenaustauscher in allen Horizonten hauptsächlich zu Gunsten von Ca abgenommen. Besonders deutlich im Oberboden, wo die Al-Belegung von 42,5 % im Jahr 2010 auf 6,4 % abgenommen hat. Die K-Belegung hat seit 2010 stark abgenommen. Der pH-Wert hat in allen Horizonten gegenüber 2013 geringfügig abgenommen.

In allen Horizonten liegt die Natriumsättigung mit Werten zwischen 2,8 % und 4,8 % höher als im Jahr 2013. Insbesondere in 2 – 43 cm Tiefe ist die Na-Sättigung mit 4,8 % relativ hoch. Dies weist hier unmittelbar am Haldenrand auf erhöhte Salzeinträge hin. Sodic properties oder wachstumsschädigende Salzgehalte liegen aber nicht vor. Bei Cl und SO₄ sind keine signifikanten Veränderungen der geringen Eluatgehalte zu finden. Die Mg-Sättigung ist insbesondere innerhalb der nicht vom Lösslehm beeinflussten Basislage des Mittleren Buntsandsteins im Vergleich zur Ca-Belegung sehr hoch.

Bei den königswasserextrahierbaren Schwermetall-, PAK- und PCB-Gehalten sind keine Veränderungen nachweisbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2018

Die Na-Belegung der Kationenaustauscher liegt mit 4,0 % auch 2018 im Al-Horizont über dem natürlichen Hintergrund. Da in diesem Horizont bei allen bisherigen Untersuchungen eine schwach erhöhte Na-Sättigung vorgefunden wurde, kann von einem Einfluss der unmittelbaren Haldennähe durch Staubeinträge ausgegangen werden. Die Na-Anreicherung wird an diesem Standort durch die Minderung der Auswaschung in Folge der tonigen Basislage gefördert. Trotz extremer Trockenheit ist 2018 im Vergleich mit den Vorjahren keine zusätzliche Na-Anreicherung im Boden erkennbar. Im Bt-Horizont sind die Mg-Gehalte im

Vergleich zu Ca wie bei den früheren Ergebnissen hoch (magnesian properties). Auch hier kann ein Einfluss der Haldennähe vorliegen. Elektrische Leitfähigkeit und Eluatgehalte sind auch 2018 gering.

Bei den Schwermetallen sind bei den Gesamtgehalten in Königswasser keine signifikanten Veränderungen erkennbar. Insgesamt verzeichnen die Ammoniumnitratlöslichen Schwermetalle eine abnehmende Tendenz.

Überschreitungen der Vorsorgewerte Pb

Die Vorsorgewerte für Pb werden in den Jahren 2016 und 2018 im Oberboden überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei $\text{pH} < 5$ herabgesetzt. Für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend Sand und für Ton entsprechend dem von Lehm/Schluff. Da die betreffenden Metall-Gehalte allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann bei diesen Elementen nicht von einer Anreicherung ausgegangen werden.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|---------------------|-----------|------------|-----------|---------------------|--|--|--|
| D8 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016-2019 | | | | | | Blatt 3.1-2016-2019 | | | |
| | Laubholz-Bestand am Haldenrand | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 18 – 30 m Höhe/ 2016-2017: 35%, 2018: 30%; B2: 2016-2018: 8 – 12 m Höhe/ 8%; B3: 2016-2018: 2 – 8 m Höhe/ 25%; Str.: 2016-2018: 0,5 – 2 m Höhe/ 25%; F: 2016-2018: 1%; M: 2016-2017: 2%, 2018: 1% | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | |
| | | | 20.4.2016 | 11.4.2017 | 17.10.2018 | 04.7.2019 | | | | |
| B1 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 20 | 20 | 20 | 20 | | | | |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | |
| | <i>Picea abies</i> | Fichte | 5 | 5 | - | - | | | | |
| | <i>Pinus sylvestris</i> | Waldkiefer | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| B2 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Hängebirke | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | <i>Picea abies</i> | Fichte | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | | | | |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | | | | |
| F | <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dorniger Wurmfarne | 0.1 | 0.1 | - | - | | | | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.1 | 0.1 | - | - | | | | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 0.1 | 0.1 | - | - | | | | |
| | <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge | - | 0.1 | - | | | | | |
| | <i>Vaccinium myrtillus</i> | Heidelbeere | - | 0.1 | - | | | | | |
| | <i>Calamagrostis epigeo</i> | Landschilf | - | 0.1 | - | 0.5 | | | | |
| | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | - | - | 0.1 | 0.5 | | | | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | - | - | - | 2 | | | | |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | - | - | - | 2 | | | | |
| | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | - | - | - | 0.5 | | | | |
| | <i>Carex digitata</i> | Finger-Segge | - | - | - | 0.1 | | | | |
| | <i>Sochus apser</i> | Raue Gänsedistel | - | - | - | 0.1 | | | | |
| M | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressen-Schlafmoos | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | | | | |
| | <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoss | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | | | | |
| | <i>Polytrichum formosum</i> | Frauenhaarmoss | 0.1 | - | - | - | | | | |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Gewelltes Katharinenmoos | - | - | - | 0.1 | | | | |

Vegetationsanalyse, Bestandsaufnahme 2016:

Der Waldbestand in der Dauerbeobachtungsfläche weist eine lockere, relativ lichtdurchlässige obere Baumschicht auf, wo zwei weitere Baum- und eine Strauchschicht schwach bis deutlich ausgeprägt sind. Alle Gehölzschichten werden von der Rotbuche geprägt, die mit einem Deckungsanteil von zusammenge-rechnet 75 vertreten ist. Alle Gehölzschichten zusammen nehmen insgesamt über 90 der Fläche ein. Die Feldschicht ist auf Grund der starken Beschattung nur sehr schwach ausgeprägt. Sie wird geprägt von der Drahtschmiele, die saure pH-Werte des Oberbodens anzeigt. Als weitere Säurezeiger treten der Dornige Wurmfarne und drei Laubmoose in der Fläche auf. Die Vegetation ist dem bodensauernden Buchenwald zuzu-ordnen (Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*)). Diese Wald-Gesellschaft ist für den über Buntsand-

stein ausgeprägten sauren Boden-Standort als charakteristisch anzusehen.

Die Gehölze weisen eine hohe Vitalität auf, Totholz ist fast keines vorhanden. Ein Einfluss durch Salzeinträge von der nahe gelegenen ESTA-Rückstandshalde ist nicht nachweisbar.

Vegetationsprognose Bestandsaufnahme 2016:

Der Waldbestand macht einen stabilen Eindruck, so dass in kurzfristiger Zeit keine Veränderungen im Bereich der Gehölzschichten zu erwarten sind.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Wald-Segge und Heidelbeere traten mit Einzelexemplaren in der Dauerbeobachtungsfläche neu auf. Heidelbeere ist ein weiterer Bodensäurezeiger, typisch jedoch für bodensaure Eichen- und Kiefernwälder. Die Waldsegge dokumentiert die schattigen Verhältnisse des Waldstandortes. Desweiteren tritt Landschilf neu auf, das die Verlichtung am Westrand der Dauerbeobachtungsfläche dokumentiert. Die Vegetation gibt weiterhin keine Hinweise auf Beeinflussungen durch eventuelle Salzeinträge.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Kraut- und Mooschicht waren vermutlich auf Grund der Trocken-Periode in der Vegetationszeit nur gering ausgeprägt. In der 1. Baumschicht fehlte die Fichte. Der Baum war nach dem Sturmwurf durch Orkantief „Friederike“ am 16. Januar 2018 herausgenommen worden. Es entstand eine kleine Lücke in der Baumschicht. Weitere signifikante Veränderungen der Vegetation wurden nicht festgestellt.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Am Südostrand der Monitoringfläche hat durch die angrenzende Baustraße eine Auflichtung des Gehölzbestandes der Dauerbeobachtungsfläche stattgefunden. Außerdem sind dort Staub-Einträge durch den regen Fahrzeugverkehr festzustellen. Störungszeiger wie Raue Gänsedistel, Echte Nelkenwurz und Landschilf haben Eingang in die Bodenvegetation gefunden. Die Feldschicht wird ansonsten von Keimlingen der Zitterpappel und der Traubeneiche geprägt. Salzpflanzen sind nicht vorhanden.

Veränderungen zwischen 2019 und 2021:

2020 und 2021 erfolgten versehentlich keine Vegetationsaufnahmen, da von einer Rodung des Bestandes ausgegangen wurde. Stattdessen wurde die als Ersatz für die Dauerbeobachtungsfläche D8 ausgewählte Fläche D8neu untersucht.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D8****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016**

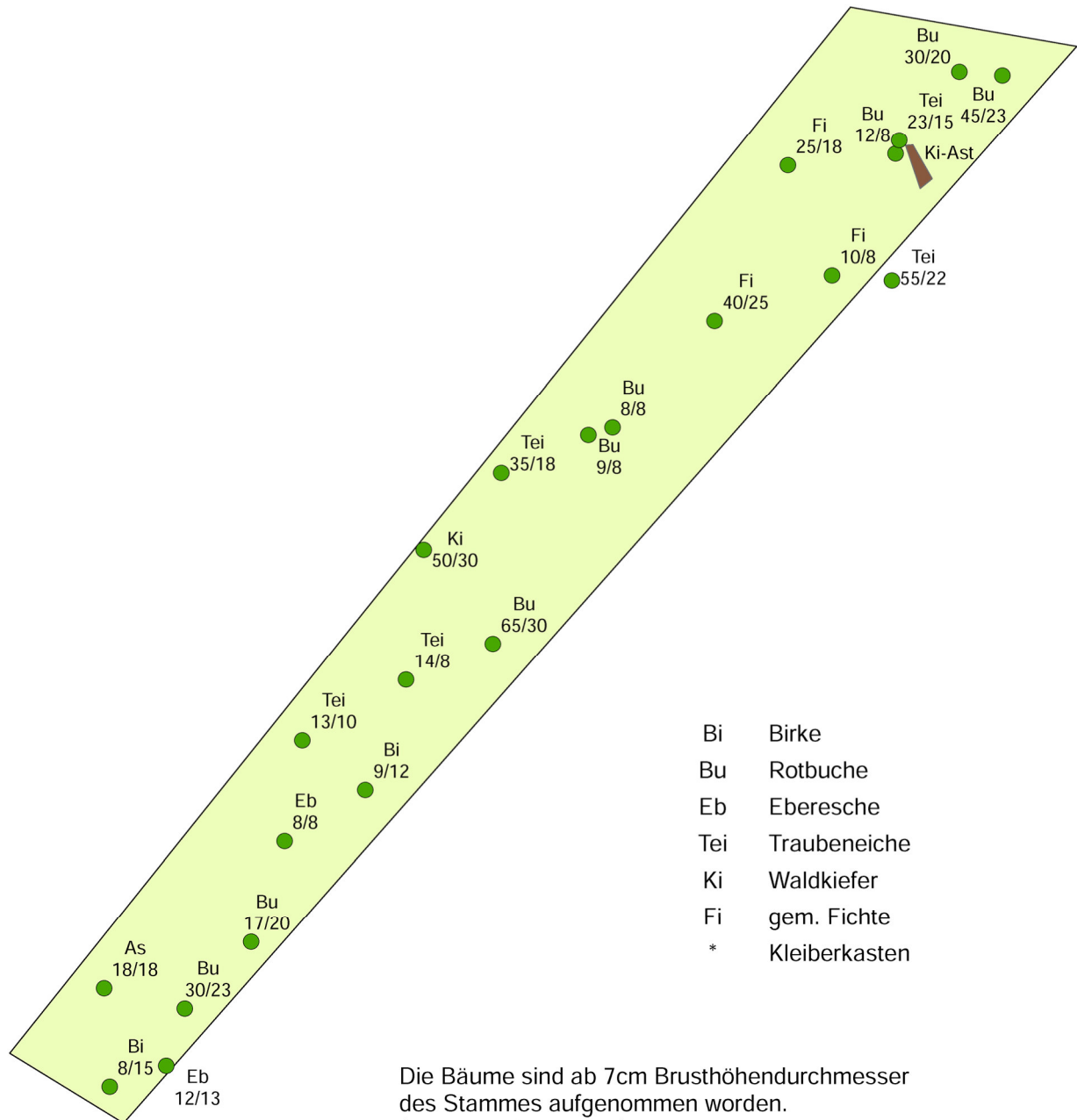
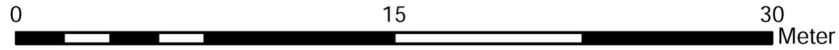
Blatt 3.2-2016

Laubholz-Bestand am Haldenrand

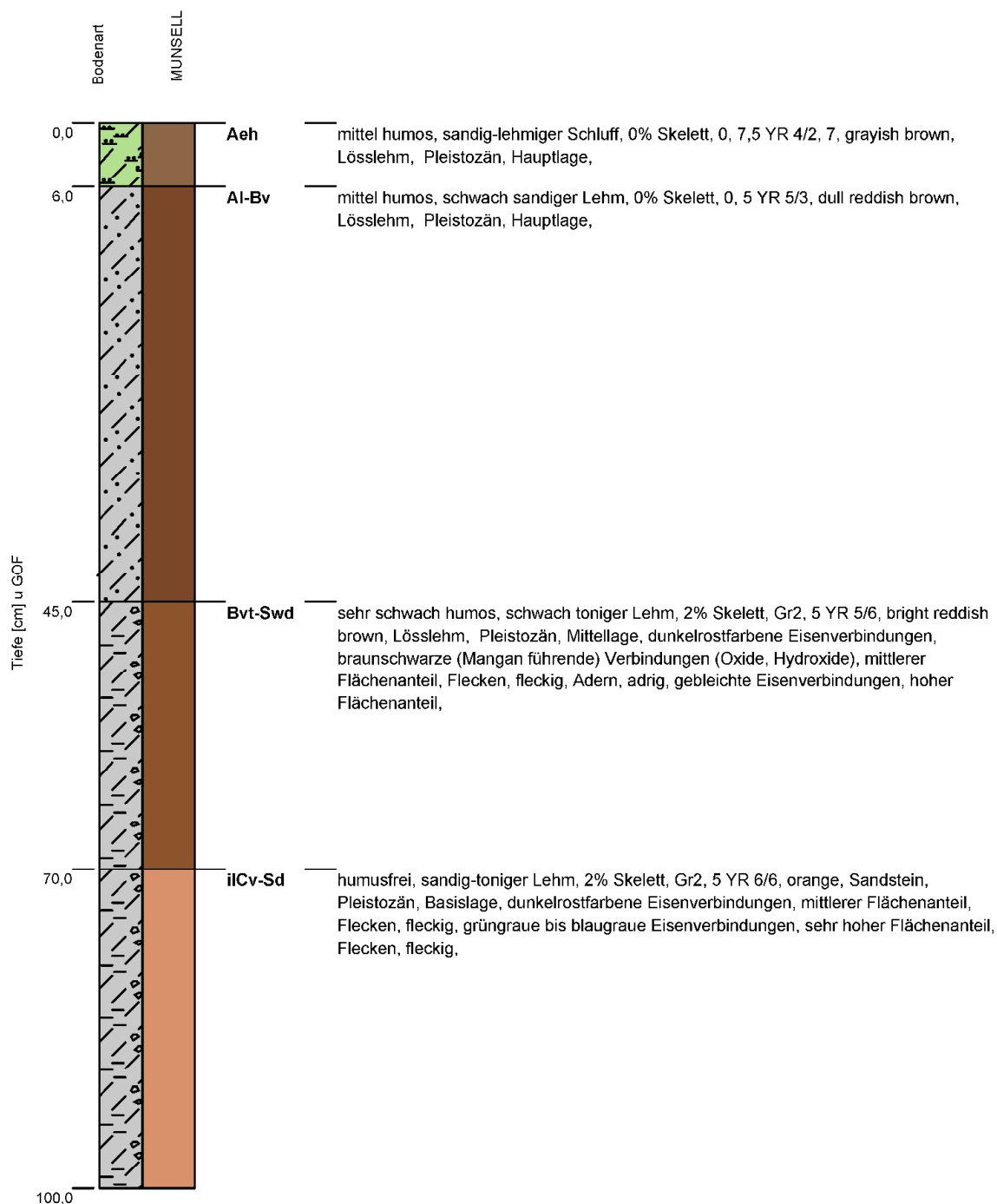
Seite 1



Maßstab 1:300



Die Bäume sind ab 7cm Brusthöhendurchmesser
des Stammes aufgenommen worden.
(BHD [cm] / Höhe [m])

Bodenprofil: D8neu**Pseudogley-Parabraunerde aus Normallehm (Hauptlage/Mittellage) über Tonlehm (Basislage).**

Bodensystematische Einheit: SS-LL

Substratsystematische Einheit: p-II(Lol)/pfl-(zz2)t(^s)

Humusform:

Bearbeiter:

Anna-Lena Löffler

Rechtswert / Hochwert: 3568401 / 5633900

Aufnahmedatum:

17.08.2018

| Titeldaten | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|------------|-------------|----------------------|------------|--------------|--------------|---|---------------------------|--------------|-----------|------------|-----------------|---|---------------------------|-------------|
| TK-Nr. | Projekt-Nr. | Profil-Nr. | Datum der Aufnahme | | | Bearbeiter | Rechtswert | Hochwert | Höhe über NN | Aufschlussart/Aufnahmeintensität/Probenahme | | Bemerkungen | | | | | | |
| 7 | 2 | 3 | Jahr | Monat | Tag | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | | | | | | | |
| 5125 | Monitoring HA | D8neu | 2018 | 08 | 17 | Anna-Lena Löffler | 3568401,20 | 5633900,20 | | BP | N, P | | | | | | | |
| Aufnahmesituation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relief | | Wölbung | | Relief | | metrische Angaben | | Mikrorelief | | Bodenabtrag | | Nutzungsart | | Vegetation | | Witterung | | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horizontbezogene Daten I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lfd. Nr. | Horizontgrenzen | | Horizontsymbol | Bodenfarbe | Humusgehalt | Hydromorphiemerkmale | | Bodenfeuchte | Konsistenz | sonstige pedogene Merkmale | Bodengefüge | | Hohlräume | | | Lagerungsdichte/Substanzvol./Zers.stufe | Durchwurzelungsintensität | |
| | Unter-/Obergrenze (cm) | Form, Schärfe u. Lage | | | | oxidativ | reduktiv | | | | Gef. form u. Aggr. -größe | Lagerungsart | Risse | Poren | Röhren u. Gänge | | Feinwurzeln | Grobwurzeln |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41a | 41b | |
| 1 | 0,0 - 6,0 | | Aeh | 7,5 YR 4/2 | h3 | e0 | r0 | feu1 | | | | | | | | | | |
| 2 | 6,0 - 45,0 | | Al-Bv | 5 YR 5/3 | h3 | e0 | r0 | feu1 | | | | | | | | | | |
| 3 | 45,0 - 70,0 | | Bvt-Swd | 5 YR 5/6 | h1 | ed, es, f3, fl, ad | rb, f4 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 4 | 70,0 - 100,0 | | ilCv-Sd | 5 YR 6/6 | h0 | ed, f3, fl | rg, f5, fl | feu2 | | | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 1

| Horizontbezogene Daten II | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------|--|-------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| Lfd. Nr. | Substratart | Substratgenese | Merkmale der Substratzusammensetzung | | | | | | | | | | Stratigraphie | Bemerkungen | Proben | | |
| | | | Gesamtbodenart | | Kohlenstoffgehalt | Carbonatgehalt | Gesteinskennzeichnung | | | Substratinhomogenitäten | | Entnahmeart | | | Entnahmetiefe (cm) | Nummern gestörter Proben | Nummern ungestörter Proben |
| | | | Bodenart/Torfar/Muddeart | Anteil am Gesamtboden/Grobbodenfraktionen und Anteilsklassen | | | Bodenart/Torfar/Muddeart | periglaziale Komponenten | Grobbodenkomponenten | substanzuelle | strukturelle | | | | | | |
| 42 | 43 | 44a | 44b | 44c | 45 | 46 | 47a | 47b | 47c | 47d | 47e | 48 | 49 | | | | |
| 1 | p-lu(Lol) | p | Uls | 0 | 0 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | qp | | | | |
| 2 | p-ll(Lol) | p | Ls2 | 0 | 0 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | qp | | | | |
| 3 | p-(zz2)ll(Lol) | p | Lt2 | Gr2 | 2 | n.a. | c0 | Lol | LM | | | | qp | | | | |
| 4 | pfl-(zz2)ll(^s) | pfl | Lts | Gr2 | 2 | n.a. | n.a. | ^s | LB | | | | qp | | | | |

| Profilkennzeichnung | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-----------|--------------------|-----------------|--------------|----------------|--------------------|-------------|----|
| Bodenform | | Humusform | Wasserstand u. GWF | Vermässungsgrad | Erosionsgrad | Bodenschätzung | weitere Unterlagen | Bemerkungen | |
| 50 | 51 | 52 | 53a | 53b | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 |
| Subtyp: SS-LL | Klasse: l(Lol)/v(^s) | | | | | | | | |
| Varietät: SS-LL | Typ: p-l(Lol)/p-(z)ll(^s) | | | | | | | | |
| Subvariät: SS-LL | Subtyp: p-ll(Lol)/pfl-(zz2)ll(^s) | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 2

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|----------------|--|--|--|--|
| D8 neu | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | | |
| | Laubholz-Bestand Röhrigshof | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 20 – 35 m Höhe/ 50%; B2: 10 – 15 m Höhe/ 35%; B3: 5 – 10 m Höhe/ 25%; Str.: 0,5 – 3 m Höhe/ 7%; 2020: 5% F: 2%; 2021: 0.5% P: 2020-2021: 0.1% | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | |
| | | | 17.8.2018 | 14.9.2020 | 17.9.2021 | | | | | |
| B1 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 50 | 50 | 50 | | | | | |
| B2 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Hängebirke | 10 | 10 | 10 | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 2 | - | - | | | | | |
| | <i>Salix caprea</i> | Salweide | 0.5 | 1 | 1 | | | | | |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 1 | - | - | | | | | |
| Str. | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 7 | 5 | 5 | | | | | |
| F. | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 2 | 1 | 0.5 | | | | | |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Weiße Hainsimse | 0.5 | 0.5 | - | | | | | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 0.1 | 0.1 | - | | | | | |
| | <i>Dryopteris carthusa- siana</i> | Karthäuserfarn | - | 0.1 | - | | | | | |
| P. | <i>Amanita phalloides</i> | Grüner Knollenblätterpilz | - | 0.1 | - | | | | | |
| | <i>Entoloma rhodopo- lium f. nidorosum</i> | Alkalischer Rötling | - | - | 0.1 | | | | | |
| | <i>Russula fageticola</i> | Buchen-Heringstäubling | - | - | 0.1 | | | | | |
| B: Baumschicht, Str.: Strauchschicht; F.: Feldschicht; P.: Pilzschicht | | | | | | | | | | |

Vegetationsanalyse, Bestandsaufnahme 2018:

Am Forstort Röhrigshof konnte zur Anlage einer vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsfläche ein mit D8 vergleichbarer, mehrschichtiger Waldbestand in Haldenrandnähe gefunden werden. Der Wald-Bestand entspricht der potentiellen natürlichen Vegetation des Buntsandstein-Standorts. Sie ist geprägt durch die Rotbuche, die in allen drei Baumschichten, der Strauch- und der Feldschicht dominiert. Dem Gehölzbestand sind in deutlich geringeren Anteilen noch die Pionierbaumarten Pendel-Birke und Salweide beigemischt. Die Lichtverhältnisse am Boden sind dunkel und das Vorkommen von Kräutern und Gräsern dadurch sehr eingeschränkt. Mit der Weißen Hainsimse zeigt ein Bodensäurezeiger die natürlichen Standortverhältnisse im Oberboden an. Die Vegetation ist dem Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo luzuloides*-Fagetum MEUSEL 1937), dem Klimawald mittelfrischer, nährstoffarmer und bodensaurer Standorte im Bereich des subkontinentalen Klimas in Mitteleuropa zuzuordnen. Totholz war zum Aufnahmezeitpunkt in der Dauerbeobachtungsfläche nur wenig, und zwar in Form von Schwachholz und Ästen, vorhanden.

Vegetationsprognose Bestandsaufnahme 2018:

Der Waldbestand macht einen stabilen Eindruck, so dass in kurzfristiger Zeit keine Veränderungen im Bereich der Gehölzschichten zu erwarten sind.

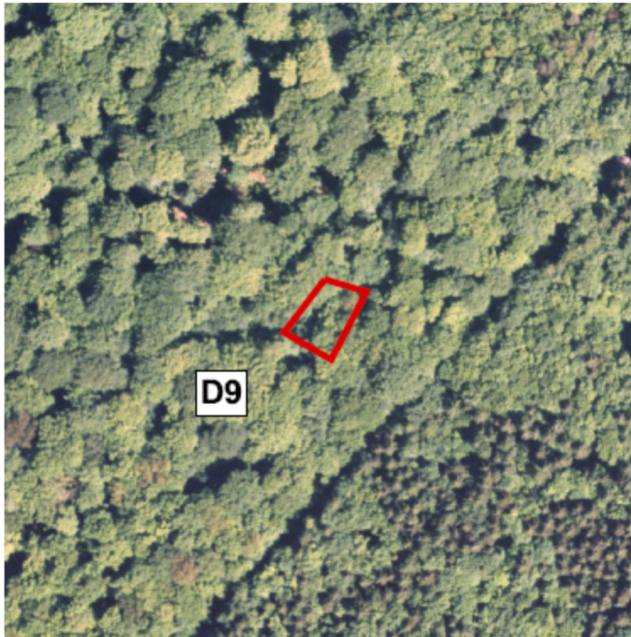

Veränderungen zwischen 2018 und 2020:

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde nach ihrer Neuanlage in 2018 vereinbarungsgemäß erst nach Auflösen von Dauerbeobachtungsfläche D8 in 2020 wieder beprobt. In der Zwischenzeit verschwand die Hainbuche aus der unteren und mittleren Baumschicht des Gehölzbestandes, Laub sammelte sich als Laubstreu auf dem Oberboden an. Der Bodenbewuchs war daher weiterhin nur schwach ausgeprägt. Der Säurezeiger Weiße Hainsimse dominierte. Mit dem Kartäuserfarn und dem Grünen Knollenblätterpilz kamen

weitere für den bodensauerer Bodenstandort charakteristische Säurezeiger hinzu. Eine Beeinflussung der Vegetation durch den Eintrag von Salzsäurestäuben kann nicht festgestellt werden.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 war eine etwa 5 cm mächtige Laubstreuauflage entwickelt, vermutlich nachdem in den vorausgegangenen 2 Trockenjahren auf Grund des gehemmten Bodenlebens nur wenig oder keine organische Substanz abgebaut wurde. Moos- und Felschicht wurden dadurch fast komplett ausgedunkelt. Allenfalls wenige Buchen-Keimlinge konnten an die Oberfläche durchdringen, sowie einzelne Pilze (beides Bodensäurezeiger). Weitere Aussagen über die Änderung der Standortbedingungen können daraus nicht abgeleitet werden.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|--|---|
| D9 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe | |
| <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Die Fläche D9 befindet sich im Waldgebiet Stöckig-Ruppershöhe innerhalb ausgewiesener Schutzgebietsgrenzen (NSG, FFH)</p> <p><u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg</p> <p><u>Gemeinde:</u> Hohenroda</p> <p><u>Gemarkung:</u> Ransbach</p> <p><u>Flur:</u> 8</p> <p><u>Flurstück:</u> 10/15</p> <p><u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3566693,59; 5632979,41 3566679,50; 5632952,01 3566660,82; 5632963,15 3566677,04; 5632984,47</p> <p><u>Flächengröße:</u> 19 x 28 m, 552 m²</p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> ca. 332 m</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ebene Lage</p> <p><u>Anmerkung:</u> mäßig hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung</p> | | <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Waldvegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung der zwei obersten Horizonte</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------|----------------|---|---------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| D9 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 21.06.2010 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus Lösslehm über Buntsandstein Humusform: mullartiger Moder | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Boden- art | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbo- nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | [Flächenanteil %] | Rost flecken | [cm] | |
| + 2 | L + Of | | | | | | | | | | | |
| + 0,1 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 9 | Ah | 5-10 | Ut4 | 3 | Lösslehm | 0 | 10 YR 4/2 braun- dunkelbraun | frisch | - | - | - | |
| - 30 | Sw | < 1 | Lu | 2 | Lösslehm | 0 | 10 YR 6/3 hellbraun | frisch | - | hellrostig 5 % | stark ge- bleicht 90 % | fleckige Re- doxmerkmale |
| - 70 | Sw | 0 | Lts | 2 | Chyrothe- rien- Sandstein | 0 | 10 YR 6/3 hellbraun | feucht | - | hellrostig 5-10 % | stark ge- bleicht 90 % | fleckige Re- doxmerkmale |
| - 100 | Sd | 0 | Lts | 2 | Chyrothe- rien- Sandstein | 0 | 10 YR 7,5/4 sehr hell- braun | frisch- trocken | Konkretio- nen 2 % | ockerfarben 5-10 % | schwach gebleicht 5- 10 % | Redoxmerkmale marmoriert |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------|------|-----------|--------------------------|----------------|------|----------------|------|
| D9 | | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | |
| | | Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 21.06.2010, 05.09.2013 12.07.2016, 04.09.2018, 30.08.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus Lösslehm über Buntsandstein | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | |
| - 9 | Oh, Ah | 2010 | 3,96 | n.b. | 6,1 | 3,12 | 2,10 | 0,72 | 0,30 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 4,07 | 4,1 | 6,0 | 6,9 | 2,50 | 0,88 | 0,26 | 0,06 | 2,59 | 0,24 | 0,04 | 0,33 | | | |
| | | 2016 | 3,83 | 3,97 | 4,76 | 6,05 | 2,57 | 0,80 | 0,29 | 0,07 | 1,50 | 0,29 | 0,05 | 0,48 | | | |
| | | 2018 | 3,87 | 4,05 | 5,19 | 6,26 | 1,69 | 0,59 | 0,28 | 0,04 | 3,05 | 0,16 | 0,07 | 0,38 | | | |
| | | 2019 | 3,95 | 4,01 | 5,34 | 6,22 | 1,59 | 0,51 | 0,27 | 0,04 | 3,13 | 0,16 | 0,10 | 0,42 | | | |
| - 30 | Bv Sw | 2010 | 4,02 | n.b. | 7,0 | 0,97 | 0,48 | 0,41 | 0,08 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 4,02 | 4,4 | 3,3 | 3,92 | 0,57 | 0,43 | 0,13 | 0,05 | 2,42 | 0,12 | 0,02 | 0,18 | | | |
| | | 2016 | 3,86 | 4,20 | 2,50 | 3,10 | 0,49 | 0,33 | 0,11 | 0,06 | 1,69 | 0,13 | 0,02 | 0,27 | | | |
| | | 2018 | 3,99 | 4,33 | 2,98 | 3,95 | 0,58 | 0,42 | 0,14 | 0,05 | 2,46 | 0,10 | 0,02 | 0,18 | | | |
| | | 2019 | 4,03 | 4,38 | 3,09 | 3,52 | 0,58 | 0,39 | 0,13 | 0,04 | 2,11 | 0,09 | 0,02 | 0,16 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. [µS/ cm] | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ [%] | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [mg/l] | | | | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 9 | Oh, Ah | 2010 | 5,30 | 63,0 | n.b. | n.b. | <2,0 | 4,0 | n.b. | 67,3 | 23,1 | 9,6 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 5,37 | 37,4 | n.b. | n.b. | 1,68 | 1,77 | 53,6 | 36,2 | 12,8 | 3,8 | 0,9 | 37,5 | 3,5 | 0,6 | 4,8 |
| | | 2016 | 4,97 | 40,7 | <0,5 | n.b. | 0,84 | 0,87 | 61,7 | 42,5 | 13,2 | 4,8 | 1,2 | 24,8 | 4,8 | 0,8 | 7,9 |
| | | 2018 | 5,04 | 33,7 | 0,45 | 0,76 | 1,16 | 1,70 | 41,5 | 27,0 | 9,4 | 4,5 | 0,6 | 48,7 | 2,6 | 1,1 | 6,1 |
| | | 2019 | 5,92 | 41,5 | 0,62 | 0,02 | 1,36 | 2,7 | 38,7 | 25,6 | 8,2 | 4,3 | 0,6 | 50,3 | 2,6 | 1,6 | 6,8 |
| - 30 | Bv Sw | 2010 | 5,40 | 36,0 | n.b. | n.b. | <2,0 | 5,3 | n.b. | 49,3 | 42,1 | 8,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 5,41 | 18,3 | n.b. | n.b. | <1,0 | 1,81 | 30,1 | 14,5 | 11,0 | 3,2 | 1,3 | 61,7 | 3,1 | 0,5 | 4,6 |
| | | 2016 | 5,52 | 18,1 | 0,39 | n.b. | 0,34 | 0,99 | 31,9 | 15,8 | 10,6 | 3,5 | 1,9 | 54,5 | 4,2 | 0,6 | 8,7 |
| | | 2018 | 5,59 | 16,4 | 0,40 | 0,40 | 0,94 | 1,59 | 30,1 | 14,7 | 10,6 | 3,5 | 1,3 | 62,3 | 2,5 | 0,5 | 4,6 |
| | | 2019 | 5,88 | 18,6 | 0,36 | 0,41 | 0,93 | 2,63 | 32,4 | 16,5 | 11,1 | 3,7 | 1,1 | 59,9 | 2,6 | 0,6 | 4,5 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | magnesian properties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | sodic properties | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | natric | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|--------------|--------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | [mg/l] | | | | | | |
| - 9 | Oh, Ah/2010 | 5,4 | 24 | 4,5 | 4,2 | 1,10 | 0,47 | 0,50 | 0,75 | 0,170 | 0,320 | 0,083 | 0,2 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 30 | BvSw/2010 | 5,1 | 29 | 6,3 | 3,3 | 1,20 | 0,80 | 0,33 | 0,92 | 0,280 | 0,570 | 0,130 | 0,2 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbe- einträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

² nicht aufgeführt, da die 'sauren Kationen (Al, Fe, Mn und H) nicht bestimmt wurden, aber auf Grund des niedrigen pH einen großen Anteil der austauschbaren Kationen einnehmen.

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 9 | Oh, Ah/2010 | 3,8 | 6,7 | < 0,3 | 24,0 | 6,0 | 16,0 | < 0,5 | 36 | < 0,1 |
| | 2013 | 6,03 | 27,8 | < 0,2 | 9,4 | 12,5 | 6,6 | < 0,40 | 26,5 | 0,07 |
| | 2016 | 7,15 | 26 | < 0,2 | 11,2 | 13,7 | 6,3 | < 0,40 | 26,3 | 0,11 |
| | 2018 | 7,2 | 25,9 | < 0,2 | 8,9 | 13,8 | 6,0 | < 0,40 | 25,8 | 0,09 |
| | 2019 | 6,2 | 20,5 | 0,14 | 11,6 | 12,7 | 6,3 | < 0,20 | 26,6 | 0,17 |
| - 30 | BvSw/2010 | 4,6 | 22,0 | < 0,3 | 8,9 | 11,0 | 4,8 | < 0,5 | 22 | < 0,1 |
| | 2013 | 7,43 | 16,1 | < 0,2 | 12,3 | 19,1 | 8,5 | < 0,40 | 30,8 | < 0,05 |
| | 2016 | 7,05 | 15,4 | < 0,2 | 13,1 | 18,6 | 7,3 | < 0,40 | 28,8 | 0,05 |
| | 2018 | 6,2 | 14,4 | < 0,2 | 10,7 | 19,5 | 7,3 | < 0,40 | 29,7 | < 0,05 |
| | 2019 | 7,2 | 13,8 | < 0,10 | 10,4 | 17,9 | 7,3 | < 0,20 | 29,2 | 0,07 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | 13 | 41 | 0,50 | 51 | 22 | 63 | 0,25 | 89 | 0,08 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 9 | Oh, Ah/2010 | <100 | 560 | 46 | < 100 | < 100 | 200 | < 100 | 2500 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 353 | 49,5 | 12 | 54,5 | 254 | < 20,0 | 2770 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 496 | 36,9 | 12 | 80,7 | 168 | < 10,0 | 1920 | < 2,0 |
| | 2018 | <100 | 150 | <25 | < 40 | < 100 | 130 | < 40 | 1160 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | 54 | 33 | < 40 | < 100 | 300 | < 40 | 1560 | < 2,0 |
| - 30 | BvSw/2010 | <100 | 620 | 44 | < 100 | 330 | 180 | < 100 | 1200 | <100 |
| | 2013 | < 5,0 | 360 | 34,9 | 14 | 400 | 156 | < 20,0 | 952 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 305 | 18,1 | 12 | 240 | 92 | 10,4 | 580 | < 2,0 |
| | 2018 | <100 | 140 | < 25 | < 40 | < 100 | 130 | < 40 | 540 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | 100 | 23 | < 40 | 330 | 140 | < 40 | 730 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 9 | Oh, Ah/2010 | 0,10 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 30 | BvSw/2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁶ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁷ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁴ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |
| ¹ Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ² Oberboden Wald und ³ Unterboden Lösssubstrate (Hessen), ⁴ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand Lehm/Schluff Ton und ggf. pH-Wert (BBodSchV), ⁵ Wald Auflage und ⁶ Oberböden Laubwald (bundesweit Hessen) (LABO 2017) ⁷ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% > 8% (BBodSchV) | | | | | | | | | | |

¹Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ²Oberboden Wald und ³Unterboden Lösssubstrate (Hessen); ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und ggf. pH-Wert (BBodSchV); ⁵Wald Auflage und ⁶Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich mit relativ mäßig hohen betriebsbedingten Immissionszusatzbelastungen angeordnet, die jedoch unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Am Standort ist in ebener Lage Lösslehm über Buntsandstein bodenbildend. Die Lösslehmdecke reicht bis in eine Tiefe von 30 cm. Der Standort ist durch zeitweilige Staunässe geprägt, so dass sich ein Stauwasserboden, ein sogenannter Pseudogley, mit den typischen Rost- und Bleichflecken ausgebildet hat. Als Stauschicht wirkt der in 70 cm Tiefe anstehende Sd-Horizont aus sandig tonigem Lehm. Der Sw-Horizont (30-70

cm Tiefe) ist durch häufiges Stauwasser stark gebleicht. Im darüberliegenden BvSw-Horizont ist die Bleichung in 9 bis 30 cm Tiefe gering ausgebildet, da die Staunässe hier seltener hineinreicht. Die Humusform ist mullartiger Moder. Bei dieser Humusform liegt der schwarze Oh-Horizont mit zersetzter organischer Substanz filmartig der Bodenoberfläche auf. Dies deutet bereits auf Hemmung von Zersetzung und Einmischung der organischen Substanz hin. Es handelt sich damit um einen stark sauren, nährstoffarmen und wechselfeuchten Standort.

Die Kationenaustauschkapazität ist gering. Die elektrische Leitfähigkeit wie auch Chlorid- und Sulfatgehalte sind gering, so dass keine Salzanreicherung feststellbar ist. Die Kationenbelegung weist keine Auffälligkeiten auf. Die Natriumbelegung liegt bei null. Die Mg-Belegung ist sehr hoch. Die Kaliumbelegung ist mittel bis hoch. Es liegen keine Hinweise auf eine Beeinflussung durch Salzeinträge vor.

Die Schadstoffgehalte sind gering. So sind Polychlorierte Biphenyle (PCB) nicht nachweisbar. Die PAK- und Schwermetallgesamtgehalte sind gering. Die Schwermetallgehalte (Königswasserextrakt) liegen im Bereich der Hintergrundwerte. Die Vorsorgewerte der BBodSchV werden mit Ausnahme von Ni nicht überschritten. Die Vorsorgewerte für Nickel werden im Oberboden überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei pH < 5 herabgesetzt: für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend Sand und für Ton entsprechend Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann nicht von einer Anreicherung ausgegangen werden. Die Prüfwerte der BBodSchV für leicht lösliches Blei und Cadmium (Ammoniumnitratextrakt) sind in beiden Horizonten, für Zink im Oh, Ah-Horizont überschritten. Die Prüfwertüberschreitung ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen und ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et. al 2005). Die Prüfwerte der BBodSchV gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Der Stoffbestand des Bodens weist keine Auffälligkeiten hinsichtlich einer Beeinflussung durch Salz- oder Schadstoffeinträge auf.

Bewertung der Ergebnisse des Jahres 2013

Es sind keine signifikanten Veränderungen zu 2010 erkennbar.

Bewertung der Ergebnisse des Jahres 2016

Wegen der Waldkalkung hat die Al-Sättigung im Vergleich zu 2013 zu Gunsten von Ca abgenommen. Der Kalkungseffekt hat aber keine Auswirkungen auf den pH-Wert (0,01 M CaCl_2). der gegenüber 2013 sogar schwach zurückgegangen ist. Die K-Sättigung blieb unverändert.

Im Vergleich zu 2013 sind bei den Gesamtgehalten der Schadstoffe keine signifikanten Unterschiede erkennbar. Die Prüfwerte (Ammoniumnitratextrakt) für leicht lösliches Blei sind in beiden Horizonten überschritten. Die ammoniumnitratlöslichen Cadmium- und Zinkgehalte liegen erstmals unterhalb der Prüfwerte.

Bewertung der Ergebnisse des Jahres 2018

Der Kalkungseffekt des Jahres 2016 ist nicht mehr erkennbar. In Humusauflagen und Ah-Horizont hat die Ca- und Mg-Belegung zu Gunsten der Al-Belegung deutlich abgenommen. Es wurde hier sogar die seit 2010 geringste Basensättigung gemessen. Im BvSw-Horizont hat die H^+ -Belegung zugunsten von Al abgenommen. Die basischen Kationen sind nahezu unverändert.

Bei den Gesamtgehalten (Königswasser) der Schwermetalle ist keine Veränderung zu den Vorjahren erkennbar. Die ammoniumnitratlöslichen Schwermetallgehalte haben tendenziell abgenommen.

Bewertung der Ergebnisse des Jahres 2019

Die Basensättigung und prozentuale Belegung der Kationen Ca und Mg nimmt im Oberboden/Auflage über die letzten Jahre kontinuierlich ab. Bei Al ist eine Zunahme zu verzeichnen. Im Unterboden ist die Belegung der austauschbaren Kationen weitestgehend stabil. Ein Versalzungseinfluss ist nicht feststellbar.

Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) und organischen Schadstoffgehalte liegen im Hintergrundbereich.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| D9 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | | |
| | Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | | |
| B1: 30 – 40 m/ 2010-2014: 45 %, 2015-2017: 43%, 2018-2019: 41%; 2020 - 2021: 40% | | | | | | | | | | | | | | |
| B2: 2010-2021: 15 – 25 m/ 50 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| B3: 2010-2019: 2 – 8 m/ 35 %; 2020 - 2021: 40% | | | | | | | | | | | | | | |
| Str.: 2010-2021: 0,5 – 2 m/ 1 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2010 – 2012, 2015-2018: 9 %; 2013: 12%, 2014, 2019: 10%; 2020: 15%; 2021: 8% | | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2015 – 2016: 0.5%; 2017: 1%; 2018 – 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Na- me | Deutscher Na- me | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 17.5.2010 | 20.5.2011 | 15.5.2012 | 23.5.2013 | 06.5.2014 | 21.4.2015 | 20.4.2016 | 11.4.2017 | 12.4.2018 | 30.4.2019 | 22.4.2020 | 23.4.2021 |
| B1 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 17 | 17 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| B2 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 25 | 25 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 40 | 40 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| Kr. | <i>Ranunculus ficaria</i> | Scharbockskraut | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 3 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 2 | 1 | 0.5 |
| | <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| | <i>Deschampsia ce- spitosa</i> | Rasenschmiele | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | <i>Acer pseudoplate- nus</i> | Berg-Ahorn | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Anemone nemoro- sa</i> | Buschwind- röschen | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| | <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| | <i>Dryopteris dilatata</i> | Breitblättriger Wurmfarne | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | 2 | 0.5 | 4 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | - | 1 | 5 | 0.5 |
| | <i>Viola reichenba- chiana</i> | Wald-Veilchen | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohl- zahn | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Crataegus species</i> | Weißdorn | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | - | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Weißer Hainsimse | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | 0.1 |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - |
| | <i>Festuca gigantea</i> | Riesen-Schwingel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| M | <i>Hypnum cupres- siforme</i> | Zypressen- Schlafmoos | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Atrichum undula- tum</i> | Welliges Kathari- nenmoos | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | - | - | - |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Ajuga reptans (Kriechender Günsel), *Dryopteris filix-mas* (Männlicher Wurmfarne), *Sorbus aucuparia* (Eberesche), *Stellaria holostea* (Gemeine Sternmiere), *Urtica dioica* (Große Brennnessel), *Viola reichenbachiana* (Wald-Veilchen).

Moose:

Mit *Hypnum cupressiforme* (Zypressen-Schlafrmoos) nur an Stammfüßen.

Totholz:

Mit stehendem Totholz im Süden und mehreren abgestorbenen Ästen (liegendes Totholz) im Norden.

Sonstiges:

Wühlspuren von Wildschweinen (*Sus scrofa*) vorhanden.

Vegetationsanalyse Bestandsaufnahme 2010:

In der oberen und mittleren Baumschicht herrschen zwar Stiel-Eiche und Hainbuche vor, die dominante und damit den Bestand bestimmende Art ist jedoch die Rotbuche. Alte Rotbuchen sind vorhanden. Die Art verjüngt sich als einzige in ihrem Bestand. Der hohe Rotbuchenanteil in der unteren Baumschicht, aber auch der relativ hohe Anteil an Keimlingen und Jungwuchs weisen darauf hin. Stiel-Eiche und Hainbuche weisen auf die historische Nutzungsform „Mittelwald“ hin. Die potentielle natürliche Vegetation ist jedoch ein Rotbuchenwald.

Der hohe Anteil des Feuchtezeigers Scharbockskraut und das Vorhandensein der Rasen-Schmiele (Wechselfeuchtezeiger) weisen den Standort als wechselfeucht aus. Mit Wald-Sauerklee, Buschwindröschen und Wurmfarne sind schwache Säurezeiger vertreten.

Die obere Baumschicht ist, bedingt durch die nicht mehr stattfindende forstliche Nutzung im Naturschutzgebiet, stark aufgelichtet und der Totholzanteil insgesamt hoch. Innerhalb der Aufnahme­fläche ist jedoch nur wenig Totholz vorhanden. In den entstandenen Bestands­lücken streben Bäume unterschiedlichen Alters nach oben. Der Schattenwurf der Baumkronen ist dementsprechend hoch, so dass die Krautschicht mit 9 % Deckungsanteil nur schwach ausgeprägt ist. Auf die dunklen Standortverhältnisse weisen auch die Schattenzeiger Rotbuche (Keimlinge und Jungwuchs) sowie Wald-Sauerklee in nennenswerten Anteilen hin.

Vegetationsprognose Bestandsaufnahme 2010:

Bei einer weiteren Auflichtung ist die Förderung von Lichtzeigern in Kraut- und Strauchschicht zu erwarten. Auf Lichtungen in der näheren Umgebung ist dieser Vorgang bereits zu beobachten. Dort weisen Gemeine Sternmiere, Große Brennnessel und Kriechender Günsel bereits auf den höheren Lichtgenuss am Standort hin. Die Brennnessel gilt als Nährstoffzeiger. Sie zeigt dort wahrscheinlich höhere Nährstoffgehalte des Oberbodens an, wie sie durch die verstärkte Mineralisation im Bereich von Bodenverwundungen an Wurzeltellern und liegendem Totholz bekannt sind. Auch durch das Wühlen der Wildschweine, also die damit zusammenhängende bessere Durchlüftung des Oberbodens und die Anregung des Bodenlebens können Stickstoffzeiger in der Krautschicht begünstigt werden.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Die Veränderungen der Vegetation zum Vorjahr sind als gering anzusehen und betreffen nur die Krautschicht. Im Frühjahr 2011 ist die Hainbuche in der Krautschicht als neue Art hinzugekommen. Keimlinge der innerhalb der Aufnahme­fläche in den beiden oberen Baumschichten stark vertretenen Baumart kamen mit einem relativ hohen Deckungsgrad auf. Im Gegensatz dazu nimmt der Deckungsgrad der Rotbuchenkeimlinge deutlich ab. Auffällig in diesem Zusammenhang ist auch ein Mauselloch im Fußbereich einer Hainbuche im Südosten der Aufnahme­fläche. Dort waren Schalen der Hainbuchennüsse als Halde angehäuft. Beide Phänomene sprechen für ein Mastjahr der Hainbuche an diesem Standort, das sich im Folgejahr mit einer hohen Keimlingsrate bemerkbar machte.

Buschwindröschen und Scharbockskraut können bezüglich der Lichtverhältnisse als Zeigerarten nicht herangezogen werden, da sie als Frühblüher bereits vor Laubaustritt erscheinen.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Im Vergleich zum Vorjahr haben sich keine signifikanten Veränderungen der Vegetation eingestellt. Mit dem Absterben zahlreicher Hainbuchenkeimlinge unter dem dunklen Schirm der Rotbuchen war nach dem Hainbuchenmastjahr in 2011 zu rechnen. Mit dem Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana*) trat in 2012 ein Nährstoff- und Mullbodenzeiger in der Fläche neu auf, der jedoch auch mäßig saure Böden verträgt und für schattige Rotbuchenwälder typisch ist.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

In 2013 kam es zu keinen nennenswerten Veränderungen der Vegetation mit Ausnahme des erneuten Anstiegs des Deckungsgrades der Hainbuchenkeimlinge in der Feldschicht, was auf ein weiteres „Hainbuchenjahr“ schließen lässt. Das bedeutet, dass in 2012 erneut viele Hainbuchennüsse gebildet wurden, die dann im feuchten Frühjahr 2013 gute Bedingungen vorfanden und massenhaft ausgekeimt sind. Die gute Feuchteversorgung war offenbar auch dem Säurezeiger Sauerklee (*Oxalis acetosella*) zuträglich, der sich weiter in der Fläche ausgebreitet hat.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Mit Ausnahme des Rückgangs der Hainbuchenkeimlinge (natürliche Fluktuation) kam es in 2014 zu keinen gravierenden Veränderungen der Vegetation in der Aufnahme­fläche.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Die Fläche war durch Wildschweine stark durchwühlt. Der Breitblättrige Wurm­farn, der als ausdauernde Art sonst immer in der Fläche vertreten war, war 2015 nicht mehr vorhanden. Er wurde vermutlich samt Rhizom von den Schweinen gefressen. Das Vorkommen des Klett-Labkrauts ist vermutlich auf den Diasporen-Eintrag durch die Schweine zurückzuführen (Klett-Verbreitung, Samen verhaken sich im Fell von Säugern). Am OSO-Rand ist eine der Stieleichen abgestorben. Bei den weiteren, geringen Veränderungen im Vegetationsbestand handelt es sich um natürliche Fluktuationen.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

In 2016 fanden in der Fläche keine gravierenden Änderungen der Vegetation statt. Im Umgebungs­bereich fiel jedoch viel liegendes Totholz an. Wühlspuren durch Wildschweine wurden nur wenige registriert.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Es wurden keine signifikanten Veränderungen der Vegetation festgestellt.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Sturmtief „Friederike“ sorgte am 16. Januar 2018 für mehr liegendes Totholz und eine geringe Auflichtung der B1-Schicht. Im Norden der Dauerbeobachtungsfläche wurde ein dicker Ast der alten Rotbuche im Norden abgerissen und in die Fläche gelegt. Zudem ragt die Krone einer durch den Sturm geworfenen Hainbuche vom Rande in die Fläche hinein und ist eine abgestorbene Stieleiche im Süden der Fläche umgefallen. Bemerkenswert ist die deutlich zu erkennende Vergrößerung des Areals des Scharbockskrautes, das auf eine starke Durchfeuchtung des Oberbodens schließen lässt. Für diese Ausbreitung eines Frischezeigers kann bislang keine schlüssige Erklärung gefunden werden. Die weitere Entwicklung der Vegetation in diesem Bereich bleibt abzuwarten.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 traten wieder vermehrt Buchen- und Hainbuchen-Keimlinge auf. Sowohl Buche, als auch Hainbuche hatten im Vorjahr offenbar ein erneutes Mastjahr. Mastjahre bei Buche und Hainbuche treten nach Trockenjahren auf. Sie unterliegen jedoch auch einer konkreten Rhythmik, die bei Rotbuche bei 9 bis 10 Jahren liegt. Dieser Sachverhalt findet sich auch im Aufnahmema­terial dieser Dauerbeobachtungsfläche wieder: Letzte Buchen-Mast war dort 2010, also vor 9 Jahren.

Weitere signifikante Veränderungen der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche wurden nicht festgestellt.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 wurden sowohl eine Stieleiche im Osten geworfen als auch eine alte Buche an der N-Ecke in 8 m Stammhöhe gekappt. Die oberste Baumschicht wurde damit noch weiter ausgedünnt und der Anteil des liegenden Totholzes erhöht. Die Bodenvegetation werden nun von Hainbuchen- und Stieleichenkeimlingen (v.a. im Süden) dominiert, während Rotbuchenkeimlinge seltener vorkommen. Die Hainbuche hatte in dem durch diese Dauerbeobachtungsfläche erschlossenen Klimax-Wald ihre letzte Mast vor 7 Jahren. Stieleichenkeimlinge waren in den letzten 10 Jahren noch nicht zu beobachten, obwohl die Stieleiche eine dominante Art der obersten Baumschicht ist. Die Stieleiche ist von Natur aus in staunassen Bodenbereichen zu finden. Im Gegensatz zur Rotbuche ist sie jedoch eine Lichtart. Das Aufkommen der Stieleichenkeimlinge könnte daher mit der in den vergangenen Jahren erfolgten sukzessiven Auflichtung in Zusammenhang gebracht werden. Über die Naturverjüngung mit Stieleiche wird im Folgejahr das (Reh-)Wild entscheiden. Es ist zu erwarten, dass die Stieleichenverjüngung durch selektiven Fraß wieder verschwindet.

Zu den Feuchtezeigern auf dem von Natur aus staunassen Bodenstandort im Süden kam in der Feldschicht ein Exemplar des Riesenschwiegels hinzu, der Bodenverdichtungen oder Staunässe anzeigt.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 ist in der Monitoringfläche zum einen eine noch vom Vorjahr stammende deutliche Laubstreuauflage festzustellen. Diese entstand vermutlich, da das Bodenleben im Verlauf der beiden vergangenen Trockenjahre gehemmt und somit kaum organische Substanz abgebaut wurde. Zum anderen fallen Wühlspuren von Wildschweinen auf. Die Feldschicht wurde dadurch dezimiert. Das Artenspektrum blieb mit Ausnahme der Keimlinge von Hainbuche und Stieleiche erhalten, deren Anteile sich nach dem Mastjahr der darauf folgenden Ausdunkelung bzw. Austrocknung wieder deutlich verringert haben. Salzpflanzen sind nicht vorhanden.

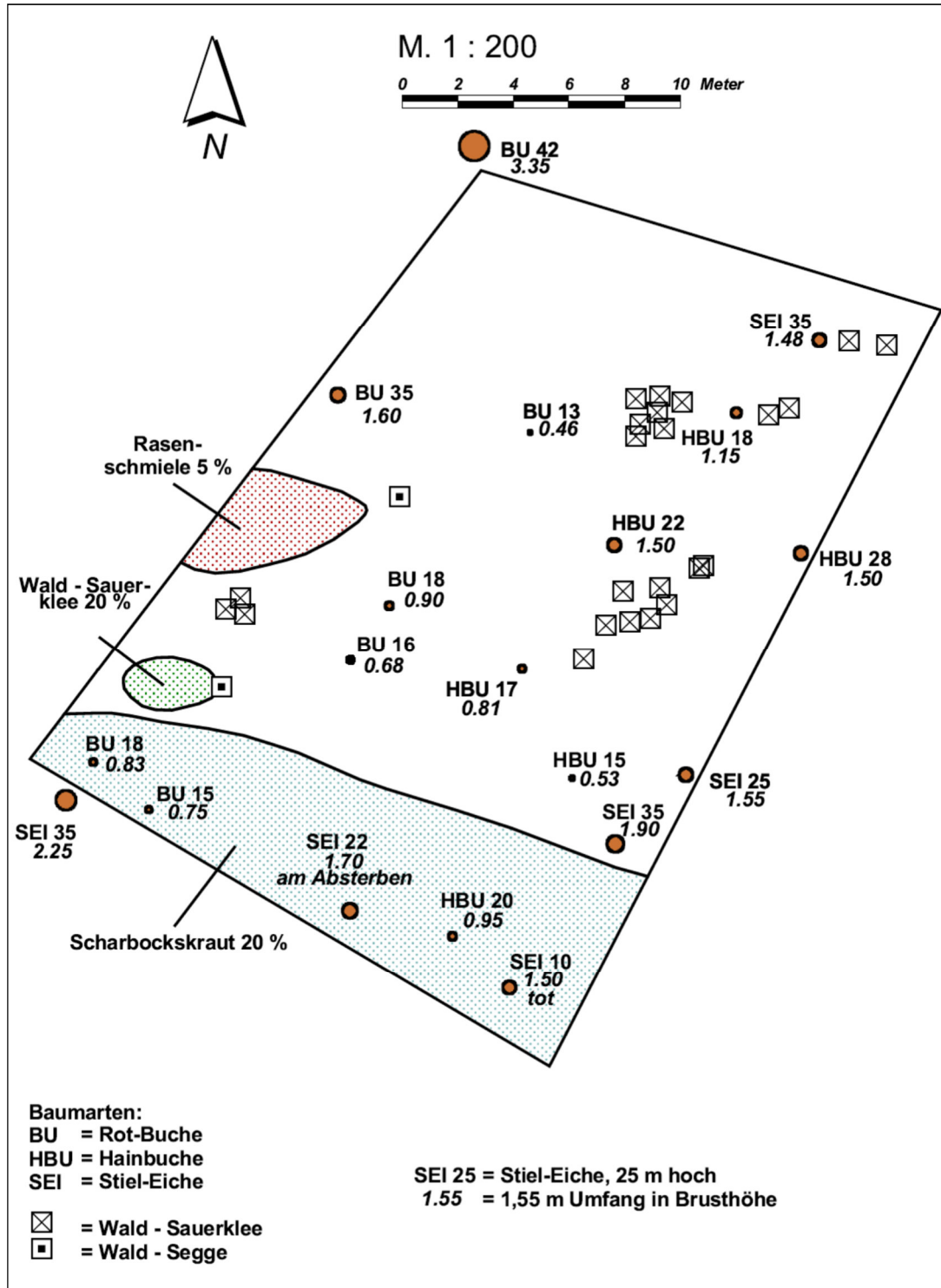
DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

D9

Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe

Seite 1



DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

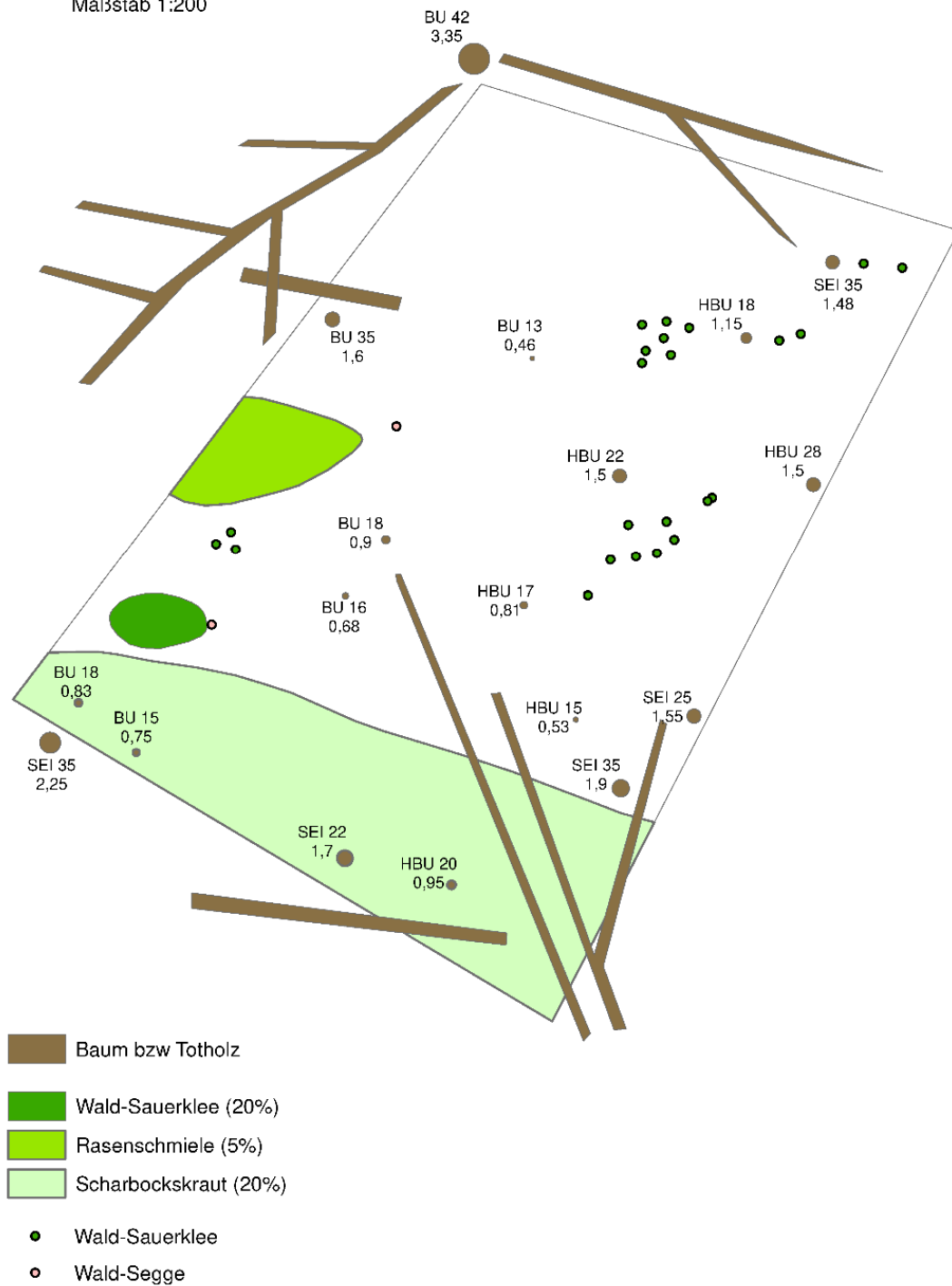
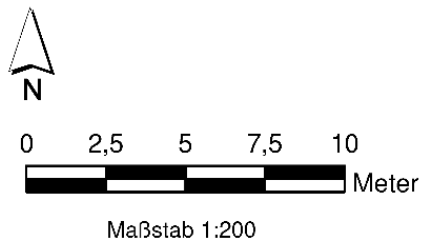
D9

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018

Blatt 3.2-2018

Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe

Seite 2



DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

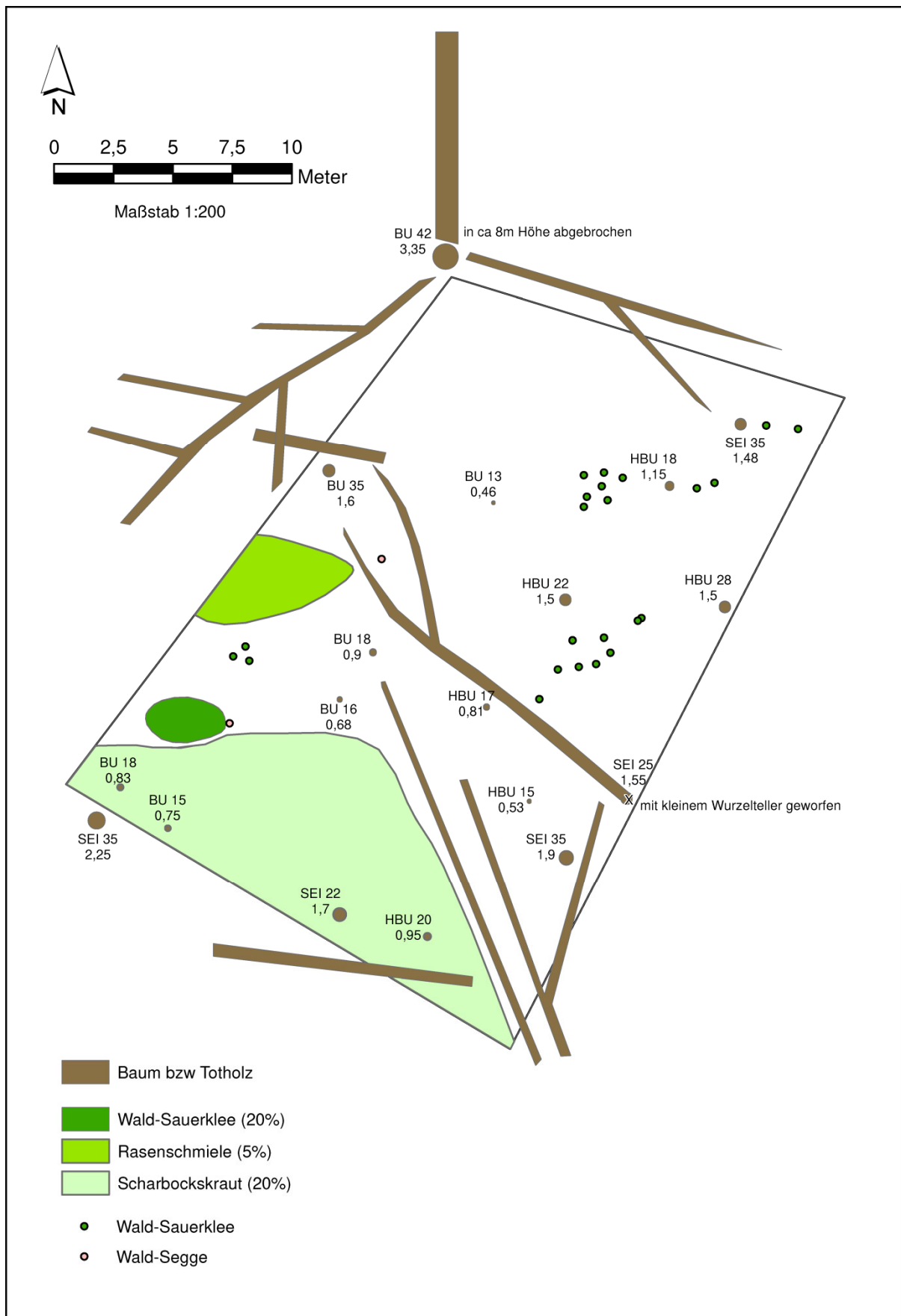
D9



VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020

Blatt 3.2-2020

Alteichen-/Buchenbestand im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe

Seite 3



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|---|---|--|
| D10 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Grünlandflächen nördlich Unterbreizbach | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Die Fläche D10 befindet sich etwa 600 m nördlich des Ortsrandes von Unterbreizbach mit einer Entfernung von ebenfalls 600 m (NW) zur ESTA-Rückstandshalde Hattorf. <u>Landkreis:</u> Wartburgkreis <u>Gemeinde:</u> Unterbreizbach <u>Gemarkung:</u> Unterbreizbach <u>Flur:</u> 11 <u>Flurstück:</u> 1281 <u>Geokoordinaten (GK3) und Höhe:</u> 3568937,34; 5632940,92; 273,22 3568942,56; 5632942,17; 273,56 3568937,63; 5632966,60; 275,94 3568933,05; 5632965,53; 275,48 <u>Flächengröße:</u> 5 x 20 m; 100 m ² <u>Neigung /Ausrichtung:</u> West <u>Anmerkung:</u> relativ hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung, Lage am Rand einer sporadisch wirksamen salzhaltigen Quelle | | Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Magerrasen-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile. Darstellung in Text und Detailkarte. <u>Boden:</u> Beprobung von 3 Horizonten bis 100 cm Tiefe (relevante Staub- und Feinstaubbelastung) | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|------------------|----------------|---|---------------|--|---------------------|--|-----------------|-----------|-----------|
| D10 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Grünlandflächen nördlich Unterbreizbach | | | | | | | | | | | |
| <u>Aufnahmedatum:</u> 20.11.2011 | | | | | <u>Bodenform:</u> Braunerde aus lösslehmreicher Decklage über toniger Buntsandsteinverwitterung <u>Humusform:</u> Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Boden- art | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbo- nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| -20 | Ah | 2-4 | Ut4 | 0 | Lösslehm | 0 | 7,5 YR 4/3 rötlich braun | frisch | - | - | - | |
| -43 | Bv1 | 1-2 | Ut4 | 2 | Lösslehm | 0 | 7,5 YR 4/4 rötlich braun | frisch- trocken | - | - | - | |
| 65 | IIP ₁ | 0 | TI | 2 | Buntsand- stein | 0 | 5 YR 4/5 rötlich braun bis gelblich rot | trocken | - | - | - | . |
| 100 | P ₂ | 0 | TI, teils Ts3 | 20 | Buntsand- stein | 0 | 5 YR4/6 gelblich rot | trocken | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|------|------|-----------|--------------------------|------------------|-----|----------------|-----|
| D10 | | Analysenergebnisse Beprobung 2011 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | |
| | | Grünlandflächen nördlich Unterbreizbach | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 20.11.2011, 06.09.2013 18.07.2016, 29.11.2019 | | | | | Bodenform: Braunerde aus lösslehmreicher Decklage über toniger Buntsandsteinverwitterung | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | |
| - 10 | Ah | 2011 | 4,45 | n.b. | 3,8 | 5,55 | 3,6 | 0,78 | 0,55 | 0,0 | 0,44 | 0,11 | 0,05 | 0,02 | | | |
| | | 2013 | 4,77 | 4,6 | 5,0 | 5,59 | 3,24 | 0,83 | 0,54 | 0,11 | 0,54 | 0,23 | 0,01 | 0,09 | | | |
| | | 2016 | 4,56 | 4,55 | 4,5 | 5,62 | 3,6 | 0,90 | 0,34 | 0,12 | 0,27 | 0,26 | 0,01 | 0,12 | | | |
| | | 2019 | 4,69 | 4,53 | 4,8 | 5,10 | 3,01 | 0,78 | 0,38 | 0,08 | 0,62 | 0,11 | 0,01 | 0,11 | | | |
| - 43 | Bv | 2010 | 4,51 | n.b. | 4,4 | 4,22 | 2,8 | 0,50 | 0,68 | 0,0 | 0,12 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | | | |
| | | 2013 | 4,81 | 4,8 | 4,3 | 4,78 | 3,14 | 0,62 | 0,38 | 0,10 | 0,35 | 0,10 | 0,03 | 0,06 | | | |
| | | 2016 | 4,56 | 4,64 | 3,79 | 4,77 | 3,30 | 0,64 | 0,28 | 0,11 | 0,25 | 0,09 | 0,01 | 0,09 | | | |
| | | 2019 | 4,65 | 4,61 | 4,2 | 4,72 | 3,02 | 0,64 | 0,30 | 0,09 | 0,52 | 0,05 | 0,01 | 0,09 | | | |
| - 100 | IIP | 2010 | 4,32 | n.b. | 5,7 | 6,13 | 3,8 | 0,87 | 0,94 | 0,0 | 0,43 | 0,04 | 0,01 | 0,04 | | | |
| | | 2013 | 4,28 | 4,5 | 5,7 | 6,70 | 3,49 | 1,11 | 0,60 | 0,12 | 1,21 | 0,02 | 0,03 | 0,12 | | | |
| | | 2016 | 4,15 | 4,33 | 5,5 | 6,76 | 4,15 | 0,96 | 0,38 | 0,12 | 0,92 | 0,02 | 0,01 | 0,20 | | | |
| | | 2019 | 4,26 | 4,47 | 5,6 | 5,81 | 3,34 | 0,82 | 0,34 | 0,10 | 1,03 | 0,02 | 0,03 | 0,13 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 10 | Ah | 2011 | 7,1 | 86 | n.b. | n.b. | 2,50 | 7,3 | 88,8 | 64,9 | 14,1 | 9,9 | 0,0 | 7,9 | 2,0 | 0,9 | 0,4 |
| | | 2013 | 5,96 | 32,6 | n.b. | n.b. | 1,82 | 1,12 | 84,4 | 58,0 | 14,8 | 9,6 | 2,0 | 9,7 | 4,1 | 0,2 | 1,6 |
| | | 2016 | 6,37 | 45,6 | 1,2 | n.b. | 1,24 | 0,97 | 88,3 | 64,1 | 16,0 | 6,0 | 2,1 | 4,8 | 4,6 | 0,2 | 2,1 |
| | | 2019 | 6,37 | 40,7 | 1,41 | 0,47 | 1,62 | 2,06 | 83,3 | 59,0 | 15,3 | 7,5 | 1,6 | 12,2 | 2,2 | 0,2 | 2,2 |
| - 43 | Bv | 2011 | 7,4 | 77 | n.b. | n.b. | <2 | 5,4 | 94,3 | 66,4 | 11,8 | 16,1 | 0,0 | 2,8 | 1,4 | 0,9 | 0,5 |
| | | 2013 | 5,9 | 19,7 | n.b. | n.b. | 1,16 | <1,00 | 88,7 | 65,7 | 13,0 | 7,9 | 2,1 | 7,3 | 2,1 | 0,6 | 1,3 |
| | | 2016 | 6,75 | 24,2 | 2,3 | n.b. | 1 | 0,74 | 90,8 | 69,2 | 13,4 | 5,9 | 2,3 | 5,2 | 1,9 | 0,2 | 1,9 |
| | | 2019 | 6,47 | 18,8 | 1,39 | 0,14 | 1,25 | 1,65 | 85,8 | 64,0 | 13,6 | 6,4 | 1,9 | 11,0 | 1,1 | 0,2 | 1,9 |
| - 100 | IIP | 2011 | 7,7 | 61 | n.b. | n.b. | <2 | 7,8 | 91,5 | 62,0 | 14,2 | 15,3 | 0,0 | 7,0 | 0,7 | 0,2 | 0,7 |
| | | 2013 | 5,89 | 16,8 | n.b. | n.b. | 1,43 | 1,02 | 79,4 | 52,1 | 16,6 | 9,0 | 1,8 | 18,1 | 0,3 | 0,4 | 1,8 |
| | | 2016 | 6,52 | 15,8 | 1 | n.b. | 0,67 | <0,50 | 83,0 | 61,4 | 14,2 | 5,6 | 1,8 | 13,6 | 0,3 | 0,1 | 3,0 |
| | | 2019 | 6,59 | 13,5 | 1,05 | 0,07 | 1,00 | 1,83 | 79,2 | 57,5 | 14,1 | 5,9 | 1,7 | 17,7 | 0,3 | 0,5 | 2,2 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | 5 | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schä- den auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------------------------|-----------|--------|-----------------|--------------|------|------|------|--------------------|------|------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| -10 | Ah/2011 | n.b. | n.b. | <20,0 | <20,0 | 29,0 | 8,80 | 12,0 | 4,4 | 12,0 | 4,0 | 12,0 | 0,2 |
| | 2013 | 4,68 | 354 | 24,4 | 12,7 | 23,0 | 6,9 | 22 | 31 | 6,3 | 1,8 | 6,1 | 1,5 |
| | 2016 | 6,77 | 438 | 80,7 | 25,6 | 44,4 | 11,0 | 14 | 27 | 3 | 3,4 | 1,2 | 0,9 |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| -43 | Bv/2011 | 7,00 | 437 | 23,7 | 16,0 | 58,6 | 7,8 | 12,5 | 17,0 | 3,1 | 1,8 | 1,9 | 0,6 |
| | 2013 | 5,64 | 437 | 127 | 26,3 | 28,3 | 6,2 | 7,5 | 39,5 | 4,1 | 0,97 | 3,6 | 1,8 |
| | 2016 | 6,03 | 208 | 47 | 19,3 | 24,6 | 6,6 | 20 | 32 | 24 | 1,3 | 19 | 1,5 |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| -100 | IIP/2011 | 6,91 | 204 | 17,8 | 15,6 | 21,0 | 2,9 | 7,4 | 11,0 | 1,0 | 0,6 | 1,0 | 0,6 |
| | 2013 | 5,76 | 204 | 40,5 | 14,5 | 13,3 | 2,9 | 12 | 14 | 0,98 | 0,22 | 0,98 | 0,9 |
| | 2016 | 6,75 | 156 | 31,5 | 16,3 | 10,0 | 2,4 | 13 | 16 | 7,7 | 0,24 | 6,7 | 1,2 |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeein- trächtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|--|----------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| -10 | Ah/2011 | 5,2 | 14 | < 0,3 | 21 | 5,7 | 9,0 | < 0,5 | 34 | < 0,1 |
| | 2013 | 3,1 | 14,6 | < 0,20 | 17,9 | 5,5 | 8,8 | < 0,40 | 26,9 | < 0,05 |
| | 2016 | 4,11 | 13 | < 0,2 | 18,2 | 6,6 | 8,9 | < 0,40 | 28,9 | 0,07 |
| | 2019 | 4,7 | 16,0 | < 0,10 | 24,0 | 29,5 | 15,4 | < 0,20 | 46,2 | 0,08 |
| -50 | Bv/2011 | 4,2 | 11 | < 0,3 | 20 | 4,7 | 10,0 | < 0,5 | 28 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,98 | 8,9 | < 0,20 | 17,6 | 5,1 | 10,2 | < 0,40 | 24,7 | < 0,05 |
| | 2016 | 4,3 | 7,8 | < 0,2 | 18,5 | 5,8 | 13,4 | < 0,40 | 25,4 | < 0,05 |
| | 2019 | 5,5 | 10,2 | < 0,10 | 25,7 | 26,2 | 18,7 | < 0,20 | 42,2 | 0,09 |
| -100 | IIP/2011 | 5,7 | 4,9 | < 0,3 | 26 | 4,4 | 15,0 | < 0,5 | 29 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,8 | 4,1 | < 0,20 | 20,9 | 5,3 | 14,5 | < 0,40 | 27,1 | < 0,05 |
| | 2016 | 3,86 | 3,1 | < 0,2 | 18,5 | 5,7 | 13,9 | < 0,40 | 25,8 | < 0,05 |
| | 2019 | 4,0 | 5,1 | < 0,10 | 27,4 | 22,5 | 21,3 | 0,22 | 41,0 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | 13 | 64 | 0,60 | 50 | 23 | 66 | - | 107 | 0,12 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | 13 | 41 | 0,50 | 51 | 22 | 63 | 0,25 | 89 | 0,08 |
| Hintergrundwerte Untergrund ³ | | 18 | 46 | 0,59 | 64 | 33 | 89 | 0,41 | 107 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| Maßnahmenwert Grünland ⁵ | | 50 | 1200 | 20 | - | 1300 | 1900 | 15 | - | 2 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah/2011 | <100 | <100 | <40 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| | 2013 | <5,0 | 74 | 15,2 | <10 | 267 | 154 | < 20 | 1310 | < 2,0 |
| | 2016 | <5,0 | 25 | 22,2 | <10 | 21,3 | 98 | < 10 | 875 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | <40 | <15 | <40 | < 100 | 160 | < 40 | 980 | < 2,0 |
| -50 | Bv/2011 | <100 | <100 | <40 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| | 2013 | <5,0 | 89 | 12,6 | <10 | 184 | 216 | < 20 | 613 | < 2,0 |
| | 2016 | <5,0 | < 20 | 9,8 | <10 | 11,3 | 66 | < 10 | <100 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | < 40 | <15 | <40 | < 100 | 150 | < 40 | 440 | < 2,0 |
| -100 | IIP/2011 | <100 | <100 | <40 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| | 2013 | <5,0 | 63 | 5 | 13 | 65,2 | 245 | <20 | 264 | < 2,0 |
| | 2016 | <5,0 | <20 | 4,1 | <10 | 25 | 40 | <10 | <100 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | <40 | <15 | <40 | <100 | 150 | <40 | 180 | < 2,0 |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | - | - | 16 | - | 200 | 120 | 10 | 640 | - |
| Hintergrundwerte Unterboden ⁷ | | - | - | 9 | - | 190 | 270 | 10 | 300 | - |
| Hintergrundwerte Untergrund ⁸ | | - | - | - | - | 150 | 50 | - | - | - |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| -10 | Ah/2011 | n.n. | n.n. | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| -50 | Bv/2011 | n.n. | n.n. | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| -100 | IIP/2011 | n.n. | n.n. | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁹ | | 0,196 0,581 | 0,014 0,04 | | 0,002 - | | | | | |
| Vorsorgewerte ¹⁰ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberboden Grünland und ²Unterboden Lösssubstrate, ³Untergrund lössarme Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011),⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV) ⁵Maßnahmenwert Grünland (BBodSchV), ⁶Oberboden, ⁷Unterboden und ⁸Untergrund aus Lösssubstrate NH₄NO₃-Gehalte (Hessen) (HLUG 2011), ⁹Oberböden Grünland (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ¹⁰Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

¹Oberboden Grünland und ²Unterboden Lösssubstrate, ³Untergrund lössarme Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV) ⁵Maßnahmenwert Grünland (BBodSchV), ⁶Oberboden, ⁷Unterboden und ⁸Untergrund aus Lösssubstrate NH₄NO₃-Gehalte (Hessen) (HLUG 2011), ⁹Oberböden Grünland (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ¹⁰Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2011

Die Dauerbeobachtungsfläche liegt auf einer Weide an der westexponierten Hangkante eines sporadisch wirksamen Quellaustritts. Der Quellaustritt ist durch salzhaltiges Wasser beeinflusst. Die Dauerbeobachtungsfläche liegt oberhalb der Hangkante des Quelleinschnittes in einem Bereich mit relativ hoher betriebsbedingter Immissionszusatzbelastung der Staubbiederschläge. Die Immissionsgrenzwerte werden aber unterschritten.

Beim Boden handelt es sich um eine Braunerde aus lösslehmreicher Decklage (Bodenart Ut4) über toniger Buntsandsteinverwitterung (Tl-Ts3). Der Boden zeigt keine hydromorphen Merkmale z. B. durch Grundwassereinfluss.

Trotz stark saurer Böden ist die Basensättigung hoch und sind die austauschbaren Kationen Calcium, Magnesium und Kalium bestimmend. Die Al-Belegung liegt unter 8 %. Bei den austauschbaren Kationen wurde kein Natrium nachgewiesen. Die prozentuale Magnesium- und Kaliumbelegung der Austauscher ist sehr hoch. Die elektrische Leitfähigkeit ist in allen Horizonten niedrig. Die Chlorid- und Sulfatgehalte sind unauffällig. Dies gilt auch für den Bodensättigungsextrakt mit niedrigen SAR-Wert und geringen elektrischen Leitfähigkeiten. Es liegen damit keine Salzanreicherungen vor.

Die Schadstoffgehalte sind sehr gering. PAK und PCB waren nicht nachweisbar. Die Schwermetallgehalte liegen in Königswasser deutlich unter den Hintergrundwerten. In Ammoniumnitrat waren keine Schwermetalle nachweisbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Bei den Salzparametern sind weder Einflüsse der benachbarten sporadisch wirksamen Salzquelle noch von atmosphärischen Salzeinträgen feststellbar. Die Na-Belegung der Kationenaustauscher liegt 2013 zwischen 1,8 und 2,1 % und damit im normalen Bereich. Der SAR-Wert ist ebenfalls gering. Die Leitfähigkeit des Bodensättigungsextraktes ist mit 204 - 437 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gegenüber den Werten bei den anderen Monitoringflächen geringfügig erhöht. Nach AG Boden (2005) wird ein Boden allerdings erst oberhalb von 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ als salzhaltig bezeichnet.

Die pH-Werte waren in 0,01 m CaCl_2 -Lösung bis zum Bv-Horizont 2013 um ca. 0,3 Einheiten höher als 2011. Dagegen haben die pH-Werte im Eluat und Bodensättigungsextrakt gegenüber der im Jahr 2011 erfolgten Erstbeprobung um mehr als 1 Einheit abgenommen. 2011 lagen die pH-Werte in den beiden Wasserextrakten (Eluat und Bodensättigungsextrakt) im Verhältnis zu den pH-Werten in CaCl_2 auf erstaunlich hohem Niveau im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich, da die pH-Werte im Wasserextrakt normalerweise um ca. 1 Einheit über den in 0,01 m CaCl_2 -Lösung liegen. Die Ursache der hohen pH-Differenzen ist unklar.

Die Schadstoffgesamtgehalte liegen 2011 und 2013 auf ähnlichem Niveau. Die ammoniumnitratlöslichen Schwermetallgehalte überschreiten teilweise die Hintergrundwerte, was allerdings mit den geringen pH-Werten der Wasserextrakte im Einklang steht. Bei Cu, Ni und Zn waren die Werte deutlich höher als 2011, ohne jedoch die Prüfwerte der BBodSchV zu überschreiten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen im Jahr 2013 haben die austauschbaren Ca-Gehalte auf Kosten von K und Al zugenommen. Die Na-Belegung liegt im Hintergrundbereich. Trotz Abnahme der Al-Belegung haben die pH-Werte (0,01 M CaCl_2) aber ab- statt zugenommen.

Die Cl^- und SO_4^{2-} -Gehalte sind im Eluat und Bodensättigungsextrakt relativ gering. Erstmals wurde auch Na im Eluat bestimmt, dessen Gehalte im Hintergrundbereich liegen.

Bei den Schadstoffgesamtgehalten gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Beprobungszeitpunkten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Die Basensättigung hat in allen Horizonten in Folge der Abnahme der prozentualen Ca-Belegung zu Gunsten von Al abgenommen. Die pH-Werte (0,01 M CaCl_2) blieben unverändert. Die Versalzungsparameter liegen im Hintergrundbereich.

Bei den Schwermetallgehalten im Königswasser liegen die Cu-, Cr-, Zn- und Ni-Gehalte deutlich über den Gehalten der Vorjahre, was auf einen Analysenfehler zurückgeführt wird (siehe Kap.2.3.1). Die Hg-Gehalte

liegen im Ober- und Unterboden bis in 50 cm Tiefe über den Ergebnissen der Vorjahre. Im Unterboden wird der Hintergrundgehalt bei Hg nunmehr knapp überschritten.

Die Vorsorgewerte für Nickel werden im Ober- und Unterboden überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei $\text{pH} < 5$ herabgesetzt. Für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend Sand und für Ton entsprechend Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann nicht von einer Anreicherung ausgegangen werden.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|----------|----------|-----------|
| D10 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Grünlandflächen nördlich Unterbreizbach | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: Str.: 2010-2015: 0,5 m/ 0,5 %, 2016-18: 1,1 m/ 1%; 2019-2021: 0% F.: bis 0,4 m, 2010: 80 %, 2011: 75 %, 2012: 90%, 2013: 85%, 2014-2015: 80%; 2016-17: 85%, 2018, 2020 - 2021: 80%; 2019: 50% M: 2020: 0.5% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 20.8.2010 | 16.8.2011 | 11.7.2012 | 07.6.2013 | 13.6.2014 | 16.6.2015 | 07.6.2016 | 11.7.2017 | 31.5.2018 | 9.9.2019 | 1.9.2020 | 15.6.2021 |
| Str. | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingrifflicher Weißdorn | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | - | - |
| | <i>Prunus serotina</i> | Späte Traubenkirsche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Rosa canina</i> | Hundsrose | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - |
| Artenzahl | Strauchschicht | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| F. M | <i>Agrostis capillaris</i> | Rot-Straußgras | 50 | 50 | 40 | 30 | 0.5 | 0.5 | - | 40 | - | 40 | 65 | - |
| | W <i>Festuca rubra</i> | Rotschwingel | 5 | 5 | 15 | 22 | 40 | 35 | 40 | 1 | 60 | - | - | 60 |
| | W <i>Galium album</i> | Wiesen-Labkraut | 5 | 2 | 4 | 3 | 1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - |
| | W <i>Plantago lanceolata</i> | Spitzwegerich | 5 | 10 | 7 | 10 | 7 | 10 | 10 | 6 | 5 | 2 | 0.5 | 0.5 |
| W, Salz | <i>Achillea millefolium</i> | Wiesen-Schafgarbe | 3 | 3 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 5 | 5 |
| | M <i>Pimpinella saxifraga</i> | Kleine Pimpinelle | 3 | 3 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - | 2 | 2 | 0.1 |
| | W <i>Trifolium pratense</i> | Rotklee | 3 | 5 | 7 | 7 | 2 | 4 | 5 | 6 | 3 | - | - | 0.5 |
| | M <i>Lotus corniculatus</i> | Gewöhnlicher Hornklee | 2 | 2 | 4 | 3 | 7 | 4 | 7 | 15 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| W, Salz | <i>Trifolium repens</i> | Weißklee | 2 | 2 | 5 | 2 | 7 | 0.5 | 1 | 2 | 3 | - | - | - |
| | W <i>Arrhenatherum elatius</i> | Glatthafer | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | 0.5 | 1 | 2 | 4 | 0.5 |
| | W <i>Rumex acetosa</i> | Sauerampfer | 1 | 1 | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 |
| M, Salz | <i>Hypochoeris radicata</i> | Gewöhnliches Ferkelkraut | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| | W <i>Campanula patula</i> | Wiesen-Glockenblume | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.1 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | 0.5 |
| | M <i>Daucus carota</i> | Wilde Möhre | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - |
| W, Salz | <i>Taraxacum officinale</i> | Wiesen-Löwenzahn | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Veronica chamaedrys</i> | Gamander-Ehrenpreis | 0.5 | 0.1 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | M <i>Cynosurus cristatus</i> | Kammgras | 0.1 | 3 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 3 | - | 0.5 | - | - | 2 |
| | W <i>Dactylis glomerata</i> | Gemeines Knäulgras | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.1 | 2 | 0.5 | 1 | - | - | 1 |
| | M <i>Leucanthemum vulgare</i> | Wiesen-Margerite | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Quercus robur</i> | Stiel-Eiche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | 0.1 |
| | W <i>Ranunculus acris</i> | Scharfer Hahnenfuß | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | W <i>Senecio jacobaea</i> | Jakobs-Greiskraut | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.5 | - | - | - | 0.5 |
| M, Salz | <i>Holcus lanatus</i> | Wolliges Honiggras | - | 3 | 0.5 | 0.5 | 2 | 10 | 2 | 1 | 1 | - | - | 0.5 |
| | (M) <i>Vicia tetrasperma</i> | Vielsamige Wicke | - | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 4 | - | 15 | 1 | 0.5 | - | - | - |
| (M)Salz | <i>Cerastium holosteoides</i> | Gewöhnliches Hornkraut | - | 0.5 | 1 | 1 | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | - | 0.1 |
| | M <i>Centaurea jacea</i> | Wiesen-Flockenblume | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 | 0.5 |
| | S <i>Cirsium vulgare</i> | Lanzett-Kratzdistel | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | (W) <i>Lathyrus pratensis</i> | Wiesen-Platterbse | - | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - | 0.5 | - | 0.1 | - | - |
| | W <i>Phleum pratense</i> | Wiesen-Lieschgras | - | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | S <i>Rumex crispus</i> | Krauser Ampfer | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | W <i>Leontodon autumnalis</i> | Herbst-Löwenzahn | - | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.1 | - |
| | M <i>Medicago lupulina</i> | Kleiner Schneckenklee | - | - | 0.5 | 0.5 | 2 | 10 | 30 | - | - | - | - | 10 |
| M, Salz | <i>Antoxanthum odoratum</i> | Gemeines Ruchgras | - | - | 0.1 | 0.5 | 1 | 12 | 1 | 2 | 1 | - | - | - |
| | M <i>Luzula campestris</i> | Feld-Hainsimse | - | - | - | 2 | - | 0.5 | 0.1 | - | 0.5 | - | - | 0.1 |
| | W <i>Poa pratensis</i> | Wiesen-Rispengras | - | - | - | 0.5 | 0.1 | - | 5 | - | 0.5 | - | - | - |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|----------|----------|-----------|
| D10 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Grünlandflächen nördlich Unterbreizbach | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: Str.: 2010-2015: 0,5 m/ 0,5 %, 2016-18: 1,1 m/ 1%; 2019-2021: 0% F.: bis 0,4 m, 2010: 80 %, 2011: 75 %, 2012: 90%, 2013: 85%, 2014-2015: 80%; 2016-17: 85%, 2018, 2020 - 2021: 80%; 2019: 50% M: 2020: 0.5% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 20.8.2010 | 16.8.2011 | 11.7.2012 | 07.6.2013 | 13.6.2014 | 16.6.2015 | 07.6.2016 | 11.7.2017 | 31.5.2018 | 9.9.2019 | 1.9.2020 | 15.6.2021 |
| (W) | <i>Alopecurus pratensis</i> | Wiesen-Fuchsschwanz | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M | <i>Cerastium pumilum</i> | Dunkles Hornkraut | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 |
| M | <i>Hypericum maculatum</i> | Geflecktes Johanniskraut | - | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | 0.5 | - |
| Salz | <i>Poa trivialis</i> | Gew. Rispengras | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M | <i>Saxifraga granulata</i> | Knöllchen-Steinbrech | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Veronica serpyllifolia</i> | Quendel-Vergißmeinnicht | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Vicia angustifolia</i> | Schmalblättr. Wicke | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Vicia hirsuta</i> | Behaarte Wicke | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 10 | - | - | - | - | - |
| | <i>Convolvulus arvensis</i> | Acker-Winde | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Tragopogon pratensis</i> | Wiesen-Bocksbart | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Vicia sativa</i> | Saat-Wicke | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | 0.5 |
| | <i>Pyrus communis</i> | Kultur-Birne | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.5 | 0.5 | - |
| | <i>Stellaria graminea</i> | Gras-Sternmiere | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Trifolium dubium</i> | Kleiner Klee | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingriffeliger Weißdorn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Prunus serotina</i> | Späte Traubenkirsche | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 |
| | <i>Rosa canina</i> | Hundsrose | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 |
| | <i>Aphanes arvensis</i> | Gewöhnlicher Acker-Frauenmantel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Bromus hordeaceus</i> | Behaarte Trespe | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Daucus carota</i> | Wilde Möhre | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| M.: | <i>Ceratodon purpureum</i> | Purpurstieliges Hornzahnmoos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - |
| Artenzahl Feldschicht | | | 22 | 28 | 28 | 35 | 26 | 24 | 26 | 22 | 25 | 14 | 15 | 26 |
| Str.: Strauchschicht; F.: Feldschicht; M.: Mooschicht; M = Magerkeitszeiger, S = Störzeiger (s.u.), Salz = Salzarten, W = Wiesenarten (s.u.) | | | | | | | | | | | | | | |
| Weitere Arten im nahen Umfeld: | | | | | | | | | | | | | | |
| Hypericum perforatum (Tüpfel-Hartheu), Pyrus communis (Kultur-Birne), Urtica dioica (Große Brennnessel). Im Umfeld traten 2011 desweiteren Arabidopsis thaliana (Acker-Schmalwand) und Ranunculus acris (Scharfer Hahnenfuß) auf. | | | | | | | | | | | | | | |

Vegetationsanalyse:

Die Dauerbeobachtungsfläche liegt im Bereich einer Wechselweide und zwar an der westexponierten Hangkante eines sporadisch wirksamen Quellaustritts. Die Vegetation setzt sich vor allem aus Gräsern und Kräutern zusammen, die eine Gesamtdeckung von 80 einnehmen. Der relativ hohe Anteil offenen Bodens rührt von der Trittbelastung durch das Weidevieh (Rinder). Die aktuelle Vegetation entspricht einem Silikatmagerrasen vom Typ der Rot-Schwingel-Rot-Straußgras-Wiese (*Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Gesellschaft, GLAVAC 1983).

Arten der eutrophen Glatthaferwiesen frischer Standorte (**W**) kommen in den schwächer geneigten Weideflächen ringsum die Dauerbeobachtungsfläche in hohen Deckungsanteilen vor. Innerhalb des auf die oberen Hangbereiche konzentrierten Magerrasens treten sie als Nährstoffzeiger auf. Im angrenzenden Intensivgrünland sind sie selten oder gar nicht vertreten.

Der aufgekommene, bis zu 0,5 m hohe Gehölzanflug zeigt die relativ extensive Beweidung der Fläche an. Von den Rindern werden Weißdorn und Späte Traubenkirsche jedoch nicht gefressen, zum einen wegen der Dornen, zum anderen wegen der Giftigkeit. In der Krautschicht sind bereits einige Stiel-Eichen aufgekommen.

Vegetationsprognose:

Nach Brachfallen der Fläche ist von einer sukzessiven Wiederbewaldung auszugehen. Über die Gehölzzusammensetzung lässt sich nur spekulieren. Als potentielle natürliche Vegetation ist ein Hainsimsen-Buchenwald (*Luzula-Fagetum*) anzusehen, dem Eichen beigemischt sein können.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Eine deutliche Ausbreitung von Stickstoffzeigern hat bislang nicht stattgefunden. Im Gegenteil sind mit Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*), Viersamige Wicke (*Vicia tetrasperma*), Knäuel-Hornkraut (*Cerastium glomeratum*) und Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*) gleich vier neue Magerkeitszeiger aufgetreten. Auch der Magerkeitszeiger Kammgras hat sich deutlich ausgebreitet. Diese Art kann jedoch auch einen Hinweis für erhöhte Trittbelastung durch das Weidevieh geben, ebenso wie die Ausbreitung des Wolligen Honiggrases, das feuchtere Bodenwasserverhältnisse anzeigt, wie sie durch den Tritt von Weidevieh bedingt werden. Auffällig sind noch die Ausbreitung des Spitzwegerichs (*Plantago lanceolata*) und der Rückgang des Wiesen-Labkrauts (*Galium mollugo*), wofür keine Erklärung gefunden wurde, sowie das vereinzelte Neuaufreten des Krausen Ampfers (*Rumex crispus*) und der Lanzett-Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) als Störungs- bzw. Beweidungszeiger (**S**). Sie werden vom Rind ungern gefressen und vermögen sich bei lückigem Bodenbewuchs auszubreiten.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Auch in 2012 ist der artenreiche, magerer Rotstraußgras-Rotschwingelrasen erhalten geblieben. Es traten jedoch weiterhin Fluktuationen in der Zusammensetzung und bei den Deckungsanteilen der Arten auf. Während einige Magerkeitszeiger in ihrem Bestand rückläufig waren (*Pimpinella saxifraga*, *Cynosurus cristatus*, *Holcus lanatus*), haben sich andere ausgebreitet (*Lotus corniculatus*, *Hychoeris radicata*) bzw. neue kamen hinzu (*Medicago lupulina*, *Antoxanthum odoratum*). Das Verhältnis zwischen Rotstraußgras und Rotschwingel hat sich ein wenig zu Gunsten des Rotschwingels verschoben. Eine Ausbreitung von Nährstoffzeigern, Ruderalarten oder Salzpflanzen, die eine Beeinflussung der nahegelegenen Halde anzeigen könnten, ist auch in 2012 ausgeblieben.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Durch den Aufnahmezeitpunkt vor dem ersten Weidegang, konnten in diesem Jahr auch früh blühende Arten sicher erfasst werden. Dies sind v.a. die Magerkeitszeiger Feld-Hainsimse, Dunkles Hornkraut und Knöllchen-Steinbrech. Sie sind ebenfalls für die mageren Rotschwingel-Straußgrasrasen typisch. Bei den anderen Veränderungen handelt es sich um Fluktuationen, wie sie in beweideten Rasengesellschaften von Natur aus stattfinden. Das Verhältnis zwischen Rotstraußgras und Rotschwingel hat sich jedoch weiterhin zu Gunsten des Rotschwingels verschoben.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

In 2014 kam es zu einer deutlichen Abnahme der Artenvielfalt von 35 auf 26 Arten sowie zu einer Verschiebung der Artmächtigkeiten. Das Rotstraußgras verschwand fast vollständig aus der Fläche zugunsten des Rotschwingels, der sein Areal mehr als verdoppeln konnte. Weißklee und Gewöhnlicher Hornklee waren deutlich stärker vertreten, ebenso Kammgras, Viersamige Wicke und Kleiner Schneckenklee. Das Vorrücken von Weißklee, Kammgras und Gewöhnlichem Hornklee können einen Hinweis auf stärkeren Verbiss durch das Weidevieh geben. Weitere Schlüsse auf standörtliche Veränderungen sind jedoch rein spekulativ, da es nur innerhalb der Zeigerartengruppen zu Verschiebungen kam und keine der Zeigerartengruppen deutliche Arealgewinne oder -verluste verzeichnen konnte. Nährstoffzeiger haben sich nicht ausgebreitet. Ansiedlungen von Salzpflanzen sind nicht zu beobachten.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

In 2015 ist weiterhin ein leichter Artenrückgang auf 24 Arten zu verzeichnen. Es ist ein starker Rückgang des Beweidungszeigers *Weißklee* zu verzeichnen. Eine seltenere Beweidung im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche ist daher wahrscheinlich. Auffällig ist in 2015 die Zunahme des Basenzeigers *Kleiner Schneckenklee* und der salztoleranten Arten *Wolliges Honiggras* und *Gemeines Ruchgras*. Die hohen Deckungsgrade der genannten Arten (salztolerante Arten zusammen 22 %) könnten auf eine Beeinflussung

sung des Standortes durch Salzeinträge hinweisen. Die salztoleranten Arten sind im Datenblatt 3.1 durch den Zusatz „Salz“ besonders gekennzeichnet. Die Weiteren auf der Fläche vorkommenden salztoleranten Arten blieben jedoch unauffällig. Salztolerante Arten sind auf salzfreien bis salzarmen Böden sehr verbreitet zu finden. Bei Vorkommen dieser Arten lässt sich daher nicht zwangsläufig auf einen Salzeinfluss schließen. Es sind vielmehr im Regelfall andere Gründe für das Vorkommen bzw. Veränderungen im Deckungsgrad von salztoleranten Arten verantwortlich. Am Standort ist aber auch ein Einfluß der angrenzenden sporadisch schüttenden salzhaltigen Quelle nicht auszuschließen, wobei die Bodenuntersuchungen bisher keine erhöhten Salzgehalte aufwiesen. Beim wolgigen Honiggras könnte auch der milde Winter eine starke vegetative Vermehrung dieser frostempfindlichen Pflanze ermöglicht haben. Das Wollige Honiggras breitet sich auf extensiven Grünland bzw. späten Schnitt zudem leicht aus, da es früh abreift und die abgereiften Samen damit bereits vor der Mahd zu Boden fallen.

Die Artenzahl nahm von 26 auf 24 ab. Der Boden zeigte deutliche Trockenrisse, die Vegetation war insgesamt verkümmert und niedrig wüchsig. Die schlechte Wüchsigkeit könnte die Konkurrenzfähigkeit des Gemeinen Ruchgrases als Untergras verbessert haben, was die Zunahme des Deckungsgrades dieser Pflanze erklären könnte. Bei den leichten Schwankungen der Artmächtigkeiten handelt es sich ansonsten um natürliche Fluktuationen.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

In der Vegetationsaufnahme von 2016 fällt eine starke Ausbreitung folgender Schmetterlingsblütler ins Auge: Rotklee von 4 % auf 7%, Weißklee von 0,5 % auf 1%, Viersamige Wicke von 0 % auf 15 %, Kleiner Schneckenklee von 10 % auf 30 % und Behaarte Wicke von 0,1 % auf 10 %. Neu hinzu kam ein Einzelexemplar der Saat-Wicke. Insgesamt stieg der Deckungsanteil der Schmetterlingsblütler an der Vegetation in der Dauerbeobachtungsfläche in einem Jahr von etwa 15 % auf über 60 %. Das salztolerante Wollige Honiggras wurde in der gleichen Zeit auf nur noch 2 % zurückgedrängt, das salztolerante Gemeine Ruchgras auf 1 %. Gleichzeitig ist eine schwache Ausbreitung des Rotschwingels und des Kammgrases zu beobachten. Schmetterlingsblütler (Leguminosen) vermögen über die Symbiose mit „Knöllchenbakterien“ Luftstickstoff in pflanzenverfügbare Nährstoffe umzuwandeln (STRASBURGER 1991: 376 f.). Die Ausbreitung der Leguminosen weist auf eine ungünstige Stickstoffversorgung. Diese ist evtl. durch fehlende Beweidung bzw. fehlende N-Düngung oder geringe Humusmineralisierung aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse zurückzuführen.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

In 2017 sind zwei Entwicklungstrends zu beobachten. Zum einen der starke Rückgang der im Vorjahr noch dominanten Leguminosen-Arten Vielsamige und Behaarte Wicke sowie des Kleinen Schneckenklee, sowie zweitens die leichte Ausbreitung von Weißklee, Rotklee und Gewöhnlichem Ferkelkraut. Beide Entwicklungen legen die Deutung einer stärkeren Beweidung der Fläche in 2017 nahe. Für diese Deutung spricht auch die starke Ausbreitung des als beweidungsresistent geltenden Gewöhnlichen Hornklee, der an Später Traubenkirsche festgestellte starke Verbiss und das erneute Verschwinden der Stieleiche aus der Feldschicht.

In 2017 hat auch ein Wechsel in der Verbreitung der beiden Untergräser Rot-Straußgras (im Vorjahr nicht mehr vorhanden, 2017 40% Deckungsanteil) und Rot-Schwingel (im Vorjahr 40%, 2017 nur noch 1% Deckungsanteil) stattgefunden. Das Rot-Straußgras war bereits von 2010 - 2013 gegenüber dem Rot-Schwingel vorherrschend. Zwischen 2014 und 2016 war der Rot-Schwingel dominant. In der Rotstraußgras-Rotschwingelrasen-Gesellschaft ergänzen sich die beiden Gräser in der Weise, dass der Rotschwingel seine Hauptentwicklungszeit in den Frühsommer und das Straußgras dieselbe in den Spätsommer verlegt (GLAVAC, 1983, KLAPP & OPITZ VON BOBERFELD, 2013). Dadurch kommt es vermutlich in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse und dem Zeitpunkt der Beweidung immer wieder zu Verschiebungen in der Vegetationszusammensetzung auf Grund von Konkurrenzvorteilen für eine der beiden Arten.

Der Anteil der salztoleranten Gräser Weiches Honiggras und Gemeines Ruchgras war weiterhin gering.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

In 2018 dominierte wieder der Rotschwingel, während das Rot-Straußgras nicht vertreten war. Ebenso war ein Rückgang der Schmetterlingsblütler Rotklee und Gewöhnlicher Hornklee zu verzeichnen. Salztolerante Arten waren mit 6 % Deckungsanteil von untergeordneter Bedeutung. Der Anteil der Sträucher blieb unverändert gering. An der Späten Traubenkirsche wurde starker Verbiss festgestellt. Auswirkungen von Staubimmissionen von der Reststoffhalde oder von den benachbarten Großbaustellen wurden nicht festgestellt.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:


In 2019 ist zum einen ein starker Artenschwund festzustellen, zum anderen ein starker Verbiss der Gehölze und ein hoher Anteil offener Bodenstellen. Der Bewuchs wirkt stark lückig. Es hat ein Wechsel zu einem artenarmen Rot-Straußgrasrasen stattgefunden, der fast ausnahmslos aus Beweidungs-resistenten Arten besteht, wie z.B. Ferkelkraut, Weißklee, Löwenzahn. Insgesamt ist aus dem Zustand der Vegetation eine Intensivierung der Beweidung mit Rindern herzuleiten und die damit höhere Beeinträchtigung durch Fraß und Tritt.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 war die Grünlandvegetation in der Dauerbeobachtungsfläche wieder dichter. Sie entsprach immer noch einer artenarmen, mageren Straußgrasweide mit schwach vertretenen Nährstoff- und Weidezeigern. Am Nordrand mit nur schwacher Hangneigung entwickelte sich das Grünland bereits zu einer Glatthaferwiese. Hinweise auf Salzeinfluss waren nicht gegeben. Offenbar hatte sich die Trockenheit im Aufnahmejahr und den beiden Vorjahren nicht auf die Vegetationszusammensetzung der Dauerbeobachtungsfläche ausgewirkt.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 sind in der Monitoringfläche noch offene Bodenstellen zu erkennen. Diese werden zum Teil von Arten der Acker-Begleitflora und Ruderalarten, wie zum Beispiel durch die neu hinzugekommene Wilde Möhre und dem Gewöhnlichen Acker-Frauenmantel eingenommen. Sie fungieren dort als Störzeiger. Auch in 2021 wechselte der Aspekt von einem Rot-Straußgrasrasen zu einer Rotschwingel-Kammgrasweide. Magerkeitszeiger dominieren jedoch weiterhin deutlich oder konnten ihren Deckungsanteil vergrößern, wie zum Beispiel die Wiesen-Schafgarbe oder Leguminosen (z.B. Kleiner Schneckenklee), die bezüglich der Stickstoffversorgung vom Standort mehr oder weniger autark sind. Ein wichtiger Hinweis auf intensive Beweidung ist auch der Verbiss an den in der Fläche vorhandenen Gehölzen. Salztolerante Arten, wie das Gewöhnliche Ferkelkraut und Wiesen-Löwenzahn sind weiterhin mit einem nennenswerten Anteil vertreten. Echte Salzpflanzen fehlen jedoch. Die Artenzahl in der Feldschicht hat sich durch die oben beschriebenen Vorgänge fast verdoppelt.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|---|------------|---|
| D11 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | |
| <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Etwa 500 m südwestlich der ESTA-Rückstandshalde Hattorf befindet sich Untersuchungsfläche D11 in einem geschlossenen Laubwaldbestand innerhalb ausgewiesener Schutzgebietsgrenzen (NSG, FFH)</p> <p><u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg</p> <p><u>Gemeinde:</u> Hohenroda</p> <p><u>Gemarkung:</u> Ransbach</p> <p><u>Flur:</u> 8</p> <p><u>Flurstück:</u> 10/15</p> <p><u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567335,55; 5632596,53 3567307,51; 5632604,35 3567314,51; 5632626,81 3567342,81; 5632615,73</p> <p><u>Flächengröße:</u> ca. 22 x 30 m; 654 m²</p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> ca. 285 m</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ebene Lage</p> <p><u>Anmerkung:</u> relativ mäßig hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung</p> | | <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung der obersten beiden Horizonte</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|---------------|-------------------------------|---|------------------------------|--|---------------------|--|-------------------------------|---------------------------|---|
| D11 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | | |
| | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 21.06.2010 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus Lösslehm über Chyrttherien-Sandstein Humusform: L-Mull | | | | | | | |
| Tiefe [cm] | Hori- zont | Humus [Gew. %] | Boden- art | Grob- boden [Gew. %] | Ausgangs- gestein | Carbo- nat [Gew. %] | Farbe [Munsell] | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| | | | | | | | | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| + 1 | L | | | | | | | | | | | teils Of-Material |
| - 10 | Ah | 5-10 | Lu | 5 | Lösslehm | 0 | 10 YR 4/2 braun- dun- kelbraun | frisch | - | - | - | |
| - 30 | Sw ₁ | < 1 | Lu | 1 | Lösslehm | 0 | 10 YR 7/2 hellgrau | frisch | - | hellrostig 2 % | stark ge- bleicht 98 % | |
| - 55 | Sw ₂ | < 1 | Lu | 3 | Lösslehm | 0 | 10 YR 6/3 hellbraun | feucht | - | hellrostig, adrig 5 % | stark ge- bleicht 95 % | |
| - 70 | Swd | 0 | Tu3 | 10 | Lösslehm | 0 | 10 YR 5/5 gelblich braun | feucht | - | dunkelrost- farben 20 % | stark ge- bleicht 80 % | marmoriert |
| - 75 | Sd | 0 | Lts | 5 | Chirotheri- ensand- stein | 0 | 10 YR 6/2 hell bräunlich grau, 10 YR 6/5 bräunlich gelb | frisch | - | dunkelrost- farben 20 % | stark ge- bleicht 80 % | marmoriert |
| 100 | Bv | 0 | Sl3 | | Chirotheri- ensand- stein | 0 | 10 YR 6/5 bräunlich gelb | frisch | - | dunkelrost- farben 5 % | schwach gebleicht 5 % | Vernässungs- merkmale nur schwach aus- geprägt |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|------|------|--------------------------|----------------|------|-----|----------------|
| D11 | | Analyseenergebnisse Beprobung 2010 – 2019 | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | |
| | | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 21.06.2010, 05.09.2013 11.07.2016, 08.08.2018, 30.08.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus Lösslehm über Chyrotheriensandstein | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | |
| - 10 | Ah | 2011 | 4,39 | n.b. | 6,1 | 6,86 | 3,4 | 1,2 | 0,68 | 0,0 | 0,92 | 0,51 | 0,05 | 0,1 | | | |
| | | 2013 | 4,28 | 4,2 | 6,2 | 7,08 | 2,57 | 0,99 | 0,36 | 0,08 | 2,17 | 0,63 | 0,02 | 0,26 | | | |
| | | 2016 | 4,37 | 4,35 | 5,3 | 6,79 | 3,75 | 1,18 | 0,33 | 0,10 | 0,55 | 0,68 | 0,01 | 0,19 | | | |
| | | 2018 | 4,08 | 4,14 | 5,7 | 7,45 | 2,30 | 0,93 | 0,39 | 0,06 | 2,89 | 0,55 | 0,03 | 0,30 | | | |
| | | 2019 | 4,26 | 4,24 | 5,9 | 6,99 | 2,65 | 1,04 | 0,38 | 0,07 | 1,99 | 0,61 | 0,02 | 0,23 | | | |
| - 30 | Sw ₁ | 2010 | 4,13 | n.b. | 4,4 | 3,87 | 0,68 | 0,45 | 0,25 | 0,0 | 2,1 | 0,23 | 0,05 | 0,11 | | | |
| | | 2013 | 4,08 | 4,3 | 3,9 | 4,73 | 0,80 | 0,51 | 0,17 | 0,09 | 2,74 | 0,22 | 0,01 | 0,19 | | | |
| | | 2016 | 4,01 | 4,23 | 3,2 | 4,00 | 1,11 | 0,56 | 0,13 | 0,08 | 1,62 | 0,24 | 0,01 | 0,25 | | | |
| | | 2018 | 3,95 | 4,26 | 4,01 | 5,12 | 0,78 | 0,50 | 0,15 | 0,05 | 3,21 | 0,20 | 0,02 | 0,21 | | | |
| | | 2019 | 4,05 | 4,33 | 4,2 | 4,74 | 1,04 | 0,60 | 0,15 | 0,05 | 2,52 | 0,19 | 0,01 | 0,18 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | |
| | | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| - 10 | Ah | 2011 | 5,6 | 60 | n.b. | n.b. | 2,8 | 4,0 | 77,0 | 49,6 | 17,5 | 9,9 | 0,0 | 13,4 | 7,4 | 0,7 | 1,5 |
| | | 2013 | 5,56 | 44,3 | n.b. | n.b. | 2,58 | 3,7 | 56,5 | 36,3 | 14,0 | 5,1 | 1,1 | 30,6 | 8,9 | 0,3 | 3,7 |
| | | 2016 | 5,66 | 51,5 | 1,0 | n.b. | 1,7 | 1,73 | 78,9 | 55,2 | 17,4 | 4,9 | 1,5 | 8,1 | 10,0 | 0,1 | 2,8 |
| | | 2018 | 5,47 | 38 | 0,82 | 0,92 | 1,85 | 2,23 | 49,4 | 30,9 | 12,5 | 5,2 | 0,8 | 38,8 | 7,4 | 0,4 | 4,0 |
| | | 2019 | 5,74 | 44,3 | 0,79 | 1,04 | 1,69 | 2,84 | 52,2 | 37,9 | 14,9 | 5,4 | 1,0 | 28,5 | 8,7 | 0,3 | 3,3 |
| - 30 | Sw ₁ | 2011 | 5,6 | 39 | n.b. | n.b. | <2,0 | 3,2 | 35,7 | 17,6 | 11,6 | 6,5 | 0,0 | 54,3 | 5,9 | 1,3 | 2,8 |
| | | 2013 | 5,61 | 30,2 | n.b. | n.b. | 4,85 | 4,47 | 33,2 | 16,9 | 10,8 | 3,6 | 1,9 | 57,9 | 4,7 | 0,2 | 4,0 |
| | | 2016 | 5,65 | 23,4 | 0,70 | n.b. | 0,58 | 2,78 | 47,0 | 27,8 | 14,0 | 3,3 | 2,0 | 40,5 | 6,0 | 0,3 | 6,3 |
| | | 2018 | 5,59 | 21,2 | 0,67 | 0,49 | 1,17 | 2,57 | 28,9 | 15,2 | 9,8 | 2,9 | 0,9 | 62,7 | 3,9 | 0,4 | 4,1 |
| | | 2019 | 6,12 | 21,1 | 0,79 | 0,44 | 1,12 | 3,4 | 38,8 | 21,9 | 12,7 | 3,2 | 1,1 | 53,2 | 4,0 | 0,2 | 3,8 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | sodic properties | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäd- den auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | natric | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|--------------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 10 | Ah/2010 | 5,3 | 43 | 4,6 | 4,2 | 2,40 | 0,95 | 0,71 | 1,60 | 0,210 | 0,990 | 0,090 | 0,2 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 30 | Sw ₁ /2010 | 4,9 | 31 | 2,7 | 4,4 | 1,20 | 0,65 | 0,29 | 1,00 | 7,300 | 0,900 | 0,074 | 0,2 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeein- trächtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------|----------------|------------------|--------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 10 | Ah/2010 | 9,9 | 23 | < 0,3 | 13 | 39,0 | 8,4 | < 0,5 | 34 | < 0,10 |
| | 2013 | 6,03 | 28,1 | < 0,2 | 17,4 | 5,4 | 12,1 | < 0,40 | 33,8 | 0,09 |
| | 2016 | 6,53 | 26,9 | 0,2 | 20,3 | 6,1 | 10,1 | < 0,40 | 37 | 0,27 |
| | 2018 | 6,0 | 25,3 | < 0,2 | 12,9 | 5,7 | 8,5 | < 0,40 | 32,53 | 0,1 |
| | 2019 | 9,4 | 36,1 | 0,18 | 19,1 | 9,2 | 17,7 | < 0,20 | 43,0 | 0,11 |
| - 30 | Sw ₁ /2010 | 6,1 | 28 | < 0,3 | 16 | 5,4 | 8,2 | < 0,5 | 32 | 0,11 |
| | 2013 | 5,49 | 18,8 | < 0,2 | 18,9 | 4,7 | 12,4 | < 0,40 | 34,5 | < 0,05 |
| | 2016 | 5,69 | 18,1 | < 0,2 | 18,1 | 5,1 | 9,9 | < 0,40 | 33,8 | 0,11 |
| | 2018 | 4,0 | 15,1 | < 0,2 | 12,6 | 4,8 | 8,5 | < 0,40 | 30,4 | < 0,05 |
| | 2019 | 6,7 | 18,1 | 0,11 | 14,5 | 5,2 | 9,7 | < 0,20 | 33,3 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | 13 | 41 | 0,50 | 51 | 22 | 63 | 0,25 | 89 | 0,08 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 10 | Ah/2010 | < 100 | 140 | < 40 | < 100 | < 100 | 180 | < 100 | 1300 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 120 | 56,5 | 11 | 18,1 | 397 | < 20 | 2410 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 125 | 15,2 | < 10 | 31,6 | 62 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2018 | < 100 | < 40 | 30 | < 40 | < 100 | 190 | < 40 | 1380 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | 27 | < 40 | < 100 | 220 | < 40 | 1380 | < 2,0 |
| - 30 | Sw ₁ /2010 | < 100 | 410 | < 40 | < 100 | < 100 | 140 | < 100 | 830 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 311 | 34,2 | 22 | 85,1 | 306 | < 20 | 1100 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 134 | 15 | 12 | 30,3 | 68 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2018 | < 100 | 100 | < 25 | < 40 | < 100 | 120 | < 40 | 620 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | 47 | < 15 | < 40 | < 100 | 110 | < 40 | 450 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | PCB ₆ | | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 10 | Ah/2010 | 0,03 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 30 | Sw ₁ /2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2018 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁵ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ²Oberboden Wald und ³Unterboden Lösssubstrate (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV). ⁵Wald Auflage und ⁶Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

¹Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ²Oberboden Wald und ³Unterboden Lösssubstrate (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Wald Auflage und ⁶Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich mit relativ mäßig hoher betriebsbedingter Immissionszusatzbelastungen angeordnet, die jedoch unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

In ebener Lage ist Lösslehm über Chyorthierensandstein bodenbildend. Der Standort ist durch Wechsel-feuchte geprägt. Als Stauschicht wirkt der unterhalb der Lößlehmschicht in 75 cm Tiefe anstehende Sd-Horizont aus sandig tonigen Lehmen des Buntsandsteins. Die Staunässe ist im Bodenprofil an den Rost- und Bleichflecken erkennbar. Der direkt unterhalb des Ah-Horizonts anschließende Sw-Horizont ist stark gebleicht, was auf längere Naßphasen hinweist.

Die Humusform L-Mull zeigt günstige Zersetzungsbedingungen für die organische Substanz in Folge einer besseren Nährstoffversorgung und weniger starken Versauerung an. Im Oberboden ist der pH mit 4,4 relativ hoch. Die effektive Kationenaustauschkapazität ist gering. Austauschbare Kationen und Basensättigungsextrakt zeigen keine auffälligen Natriumgehalte. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte sind gering. Im Boden sind damit keine Salzeinflüsse festzustellen.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar. Die PAK- und Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) sind mit Ausnahme von Kupfer gering. Werden für Kupfer die Vorsorgewerte der BBodSchV im Ah-Horizont fast erreicht, so liegen die Gehalte der übrigen Schwermetalle im Hintergrundbereich. Der Prüfwert der BBodSchV für den Gehalt an leicht löslichem (Ammoniumnitratextrakt) Blei wird in beiden Horizonten überschritten. Die Prüfwertüberschreitung ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen und ist typisch für saure Waldböden (PREUß 1992, GRYSCHKO et. al 2005). Die Prüfwerte gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Am Standort sind keine Anzeichen für Bodenbelastungen aus Salzeinträgen festzustellen. Die Schadstoffgehalte sind, mit Ausnahme von Cu bei dem die Schwermetallgesamtgehalte in Nähe des Vorsorgewertes liegen, gering. Die Ursachen der erhöhten Cu-Gehalte sind unbekannt. Sie stehen aber voraussichtlich nicht mit dem Kalibergbau in Verbindung. Die Hintergrundwerte sind nur zur Orientierung geeignet, da diese meist auf relativ geringen Datengrundlagen beruhen und regional Abweichungen auftreten können. So werden bei Löß teils auch geogen erhöhte Kupfergehalte vorgefunden. Es sind auch frühere Nutzungen als Belastungsquelle nicht auszuschließen.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Gegenüber 2010 sind keine wesentlichen Änderungen bei den Versalzungsparametern feststellbar. Die Natriumsättigung der Kationenaustauscher liegt unter 2 %, so dass keine Einflüsse des Kalibergbaus erkennbar sind. Die königswasserextrahierbaren Schwermetalle liegen im Hintergrundbereich. Der 2010 im Ah-Horizont in Nähe des Vorsorgewertes liegende Cu-Gehalt von 39 mg/kg wurde nicht bestätigt. Der Cu-Gehalt lag diesmal bei 5,4 mg/kg auf gleichem Niveau wie im unterlagernden Sw-Horizont.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Die Ca- und Mg-Belegung der Kationenaustauscher hat zu Lasten von Al stark zugenommen. Dies ist wahrscheinlich auf Waldkalkung zurückzuführen. Die pH-Werte (0,01 M CaCl_2) weisen trotz Zunahme der Basensättigung keine signifikante Veränderung auf. Die Na-, Cl- und SO_4 -Gehalte des Eluats sind gering. Bei den Schadstoffgesamtgehalten sind keine signifikant veränderten Schadstoffgehalte feststellbar. Die leicht löslichen (Ammoniumnitratextrakt) Schwermetallgehalte haben tendenziell abgenommen. Bei Blei werden in beiden Horizonten aber noch Prüfwerte überschritten. Cd und Zn bleiben unterhalb der Prüfwerte.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2018

Die Ca- und Mg-Belegung hat wieder ab- und die Al-Belegung zugenommen. Auch am pH-Wert (0,01 M CaCl_2) ist eine fortschreitende Versauerung des Bodens feststellbar. Der vermutete Kalkungseffekt ist nicht mehr sichtbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Im Vergleich zur Vorjahresuntersuchung waren pH-Werte (0,01 m CaCl_2) und Basensättigung wegen höherer Ca- und Mg-Belegung höher als in 2018. Die prozentuale Al-Belegung hat entsprechend abgenommen. Bei den Schwermetallen (Königswasser) lagen die Ni- und Zn-Gehalte im Oberboden höher als in den Vorjahren, was auf Analysenfehler zurückgeführt wird. Evtl. gilt dies auch für Cu. Im Unterboden konnte dieser Sachverhalt durch Analyse einer hier abgebildeten Rückstandsprobe bestätigt werden. Das Ursprungsergebnis wies wie der Oberboden zu hohe Ni-, Cu- und Zn-Gehalte auf. Hintergrundgehalte wurden in 2019 nicht überschritten (siehe Kap.2.3.1).

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| D11 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | | |
| B1: 2010-2021: 30 – 40 m/ 70 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| B2: 2010-2021:20 m/ 60 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| B3: 2010-2021: 10 - 15 m/ 5 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| Str.: 0,6 m/ 2010-2011:0,1 %, 2012: 1 %, 2013 - 2014: 2%, 2015-2019: 1%; 2020- 2021: 0,5% | | | | | | | | | | | | | | |
| F.: 2010 - 2012: 10 %, 2013: 9%, 2014 - 2017: 7%, 2018-2020: 8%; 2021: 6% | | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2010-2011: 0,5 %, 2012 – 2014: 1%, 2015: 0,5%, 2016-17 und 2019-2021: 2%; 2018: 4% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 17./21.5.2010 | 20.5.2011 | 15.5.2012 | 23.5.2013 | 06.5.2014 | 21.4.2015 | 20.4.2016 | 11.4.2017 | 12.4.2018 | 30.4.2019 | 22.4.2020 | 23.4.2021 |
| B1 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| B2 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| B3 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.1 | 0.1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| F. | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 | - | 1 | 2 | 0.5 |
| | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Schmalblättrige Hainsimse | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dorniger Wurm-farn | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge | 0.1 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2 | 1 | 0.5 | 1 |
| | <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | 1 | - | 2 | 0.5 | - | 0.1 | - | - | - | 1 | - |
| | <i>Bromus ramosus</i> | Späte Wald-Trespe | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Acer pseudoplatanus</i> | Bergahorn | - | - | - | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| M | <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Kathari-nenmoos | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0.1 |
| | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressen-schlafmoos | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Ptilium crista-castrensis</i> | Federmoss | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | 0.1 | - | - | 0.5 |
| | <i>Brachythecium rutabulum</i> | Krücken-Kegelmoss | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Polytrichum formosum</i> | Frauenhaarmoss | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Dicranum scoparium</i> | Besen-Gabelzahnmoos | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Mnium stellare</i> | Echtes Stern-moss | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Lichtung im Osten mit folgenden Arten:

Ajuga reptans (Kriechender Günsel), *Melampyrum sylvaticum* (Wald-Wachtelweizen), *Sorbus aucuparia*

(Eberesche), *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere).

Bei diesem Waldbestand handelt es sich um einen alten Stiel-Eichen-Hainbuchenwald mit einer oberen Kronenhöhe von etwa 40 m. Es dominieren alte Stiel-Eichen. Eine einzelne Altbuche mit etwa 60 cm Brusthöhendurchmesser und ausladender Krone im Nordwesten der Fläche ist ebenfalls prägend. Der Unterbau ist mehrschichtig und wird nur aus verschiedenen hohen Hainbuchen gebildet. In der Krautschicht sind allenfalls Keimlinge und Jungwuchs der Rotbuche vorhanden. Es liegt die Vermutung nahe, dass es sich bei diesem alten Waldbestand um einen nutzungsbedingten ehemaligen Eichen-Hainbuchenwald auf potentiell Rotbuchen-Standort handelt.

Im Unterwuchs dominiert die auf wechselfeuchte bis wechsellasse Bodenverhältnisse hindeutende Rasenschmiele. Mit der Schmalblättrigen Hainsimse und dem Wald-Sauerklee sind Arten vorhanden, die mäßige Versauerung des Oberbodens anzeigen. Insgesamt ist eine Krautschicht nur gering ausgebildet und eine Strauchschicht so gut wie nicht vorhanden. Die unteren und mittleren Baumschichten aus Hainbuche überschatten den Waldboden so stark, dass kaum Licht bis nach unten fällt. Der Schattenwurf der Baumkronen ist so stark, dass die Krautschicht mit 10 % Deckungsanteil nur schwach ausgeprägt ist. Auf die dunklen Standortverhältnisse weisen auch die nennenswerten Anteile der Schattenzeiger Rotbuche (Keimlinge und Jungwuchs) sowie Wald-Sauerklee hin.

Vegetationsprognose zur Bestandsaufnahme 2010:

Bei einer Auflichtung ist die Förderung von Lichtzeigern in Kraut- und Strauchschicht zu erwarten. Diese müsste jedoch in den unteren Baumschichten stattfinden, um eine nennenswerte Ausbreitung dieser Arten in der Strauch- und Krautschicht zu bewirken.

Vegetationsveränderungen zwischen 2010 und 2011:

Die Veränderungen der Vegetation zum Vorjahr sind als gering anzusehen und betreffen nur die Krautschicht. Im Frühjahr 2011 trat die Hainbuche in der Krautschicht als neue Art auf. Keimlinge der innerhalb der Aufnahme- und in den beiden oberen Baumschichten stark vertretenen Baumart kamen mit einem relativ hohen Deckungsgrad auf. Im Gegensatz zur Hainbuche waren nur durchgewachsene Rotbuchenkeimlinge aus dem Vorjahr in der Aufnahme- und in der Krautschicht vertreten. Dieses Phänomen spricht für ein Mastjahr (2010) der Hainbuche an diesem Standort, das sich im Folgejahr mit einer hohen Keimlingsrate bemerkbar machte. Das in der Moosschicht neu verzeichnete Federmoos ist als ein weiterer Säurezeiger zu werten. Auch die Waldsegge ist mindestens als Schwachsäurezeiger zu werten und für Buchenwälder auf wechselfeuchten Lössböden typisch. Ihr stärkeres Auftreten im Vergleich zum Vorjahr lässt noch keine Standortveränderung vermuten. Die als Schattenpflanze bekannte Art unterstreicht im Gegenteil die lichtschwachen Verhältnisse am Waldboden unter dem dunklen Kronendach des mehrschichtigen Baumbestandes.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Die Säurezeiger Schmalblättrige Hainsimse (*Luzula luzuloides*) und Welliges Katharinenmoos (*Atrichum undulatum*) haben in 2012 zwar erkennbar zugenommen, während der schwache Säure- bis Basenzeiger Wald-Segge (*Carex sylvatica*) gleichzeitig leicht abgenommen hat. Von einer zunehmenden Versauerung des Standortes kann jedoch erst gesprochen werden, wenn der Trend in den Folgejahren anhält.

Mit dem Absterben der Hainbuchenkeimlinge war nach dem Hainbuchenmastjahr in 2011 zu rechnen. Zahlreiche junge Rotbuchen sind gleichzeitig aus der Kraut- in die Strauchschicht hineingewachsen. Diese Entwicklung weist auf den von Natur aus bestehenden Rotbuchen-Standort hin, auf dem offensichtlich nur auf Grund einer ehemals bestehenden Mittelwald-Nutzung ein Eichen-Hainbuchenwald entwickelt ist.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Rotbuchenkeimlinge gingen 2013 deutlich zurück, der Anteil der Hainbuchenkeimlinge verdoppelte sich. Dies gibt einen Hinweis auf die Verhältnisse in 2012, das offenbar kein Buchen-Mastjahr war, aber eines der Hainbuche. Dieser Sachverhalt war auch in den anderen Dauerbeobachtungsflächen im Wald mit Beteiligung der Hainbuche zu beobachten. Die gute Bodendurchfeuchtung im Frühjahr 2013 spiegelt sich im höheren Deckungsgrad der Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) wider. In 2013 sind auch weitere Rotbuchen aus der Feld- in die Strauchschicht hineingewachsen.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Im Vergleich zum Vorjahr sind in 2014 keine deutlichen Veränderungen der Vegetation erkennbar.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Im Vergleich zum Vorjahr sind in 2015 keine deutlichen Veränderungen der Vegetation und damit zusammenhängender standörtlicher Veränderungen erkennbar.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Im Vergleich zum Vorjahr sind in 2016 mit Ausnahme der Erhöhung des Moosanteils keine deutlichen Veränderungen der Vegetation erkennbar. Wenig liegendes Totholz ist im Südwesten hinzugekommen. Stellenweise konnten Wühlspuren, wahrscheinlich von Wildschweinen, im Oberboden festgestellt werden.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Die Analyse der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche ergab keine signifikanten Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr. 10 m südlich der Aufnahmefläche konnte eine Herde der Zwiebeltragenden Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*) festgestellt werden. Diese Art kennzeichnet basenreiche, bodenfrische Buchenwälder. Da ihre Bulbillen (> vegetative Ausbreitung) durch Ameisen verbreitet werden (OBERDORFER 1986: 462), könnte sie auf diese Weise dorthin gelangt sein.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

In 2018 konnte ein erkennbar höherer Deckungsgrad der Feldschicht und insbesondere der Mooschicht festgestellt werden. Der leicht erhöhte Anteil des Wechselfeuchtezeigers Rasenschmiele an der Bodenvegetation kann als Anzeichen für eine trotz der beginnenden Trockenperiode zum Aufnahmezeitpunkt guten Durchfeuchtung des Oberbodens angesehen werden. Dies kann ebenso vom Welligen Katharinenmoos gesagt werden, das frische bis feuchte Waldbodenstandorte anzeigt. Vergleichsweise stark hat sich in der Dauerbeobachtungsfläche auch der Frischezeiger Waldsegge ausgebreitet. In den Gehölzschichten fanden keine Veränderungen statt.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 konnten in der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden. Der Oberboden war zum Aufnahmezeitpunkt stark durchfeuchtet. Die Rasenschmiele, ein Wechselfeuchtezeiger, hat ihr Areal leicht ausgedehnt.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

In 2020 kam es zu keinen signifikanten Änderungen der Vegetation in dieser Dauerbeobachtungsfläche. In geringem Maße konnten dort allenfalls, wie in der Flächen D9 vermehrt Hainbuchen-Keimlinge festgestellt werden. Wenige Exemplare der Stieleiche traten erstmalig in der Feldschicht auf.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

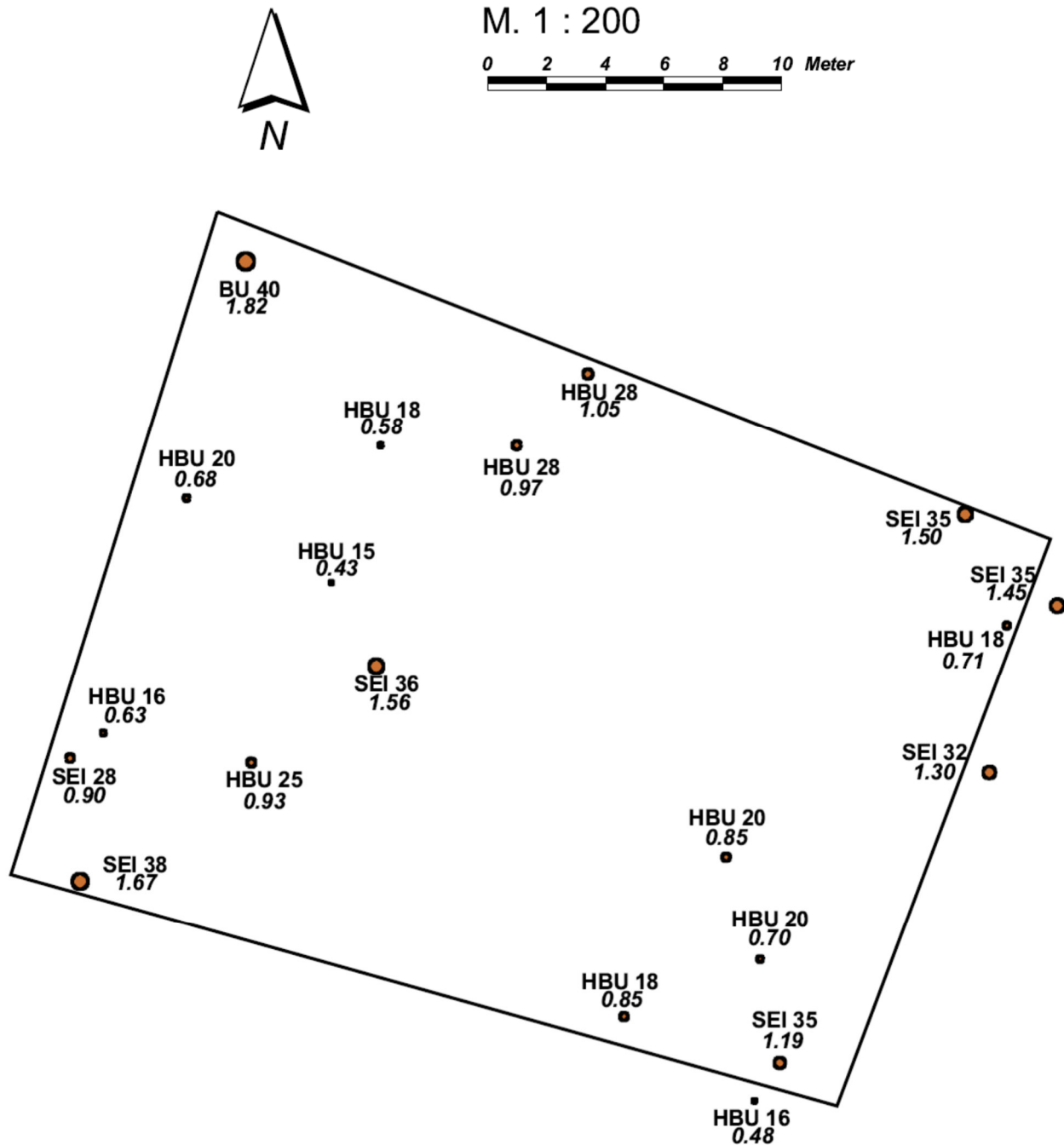
In 2021 kam das Echte Sternmoos in dieser Monitoringsfläche als ein weiterer Feuchtezeiger hinzu. Signifikante Änderungen der Vegetation traten jedoch keine auf.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D11****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

Seite 1

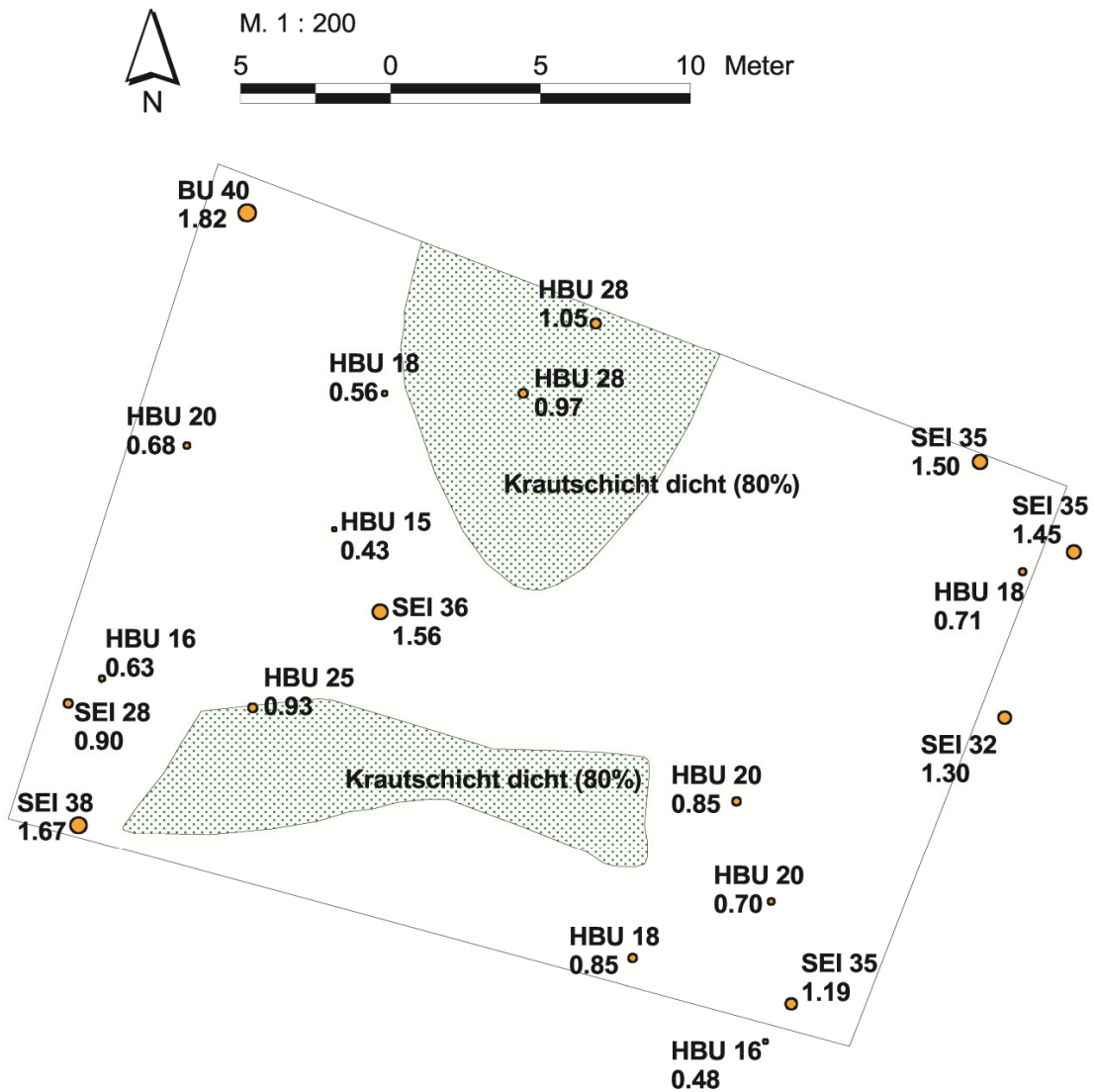


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D11****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2012**

Blatt 3.2-2012

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stökig-Rup.

Seite 2



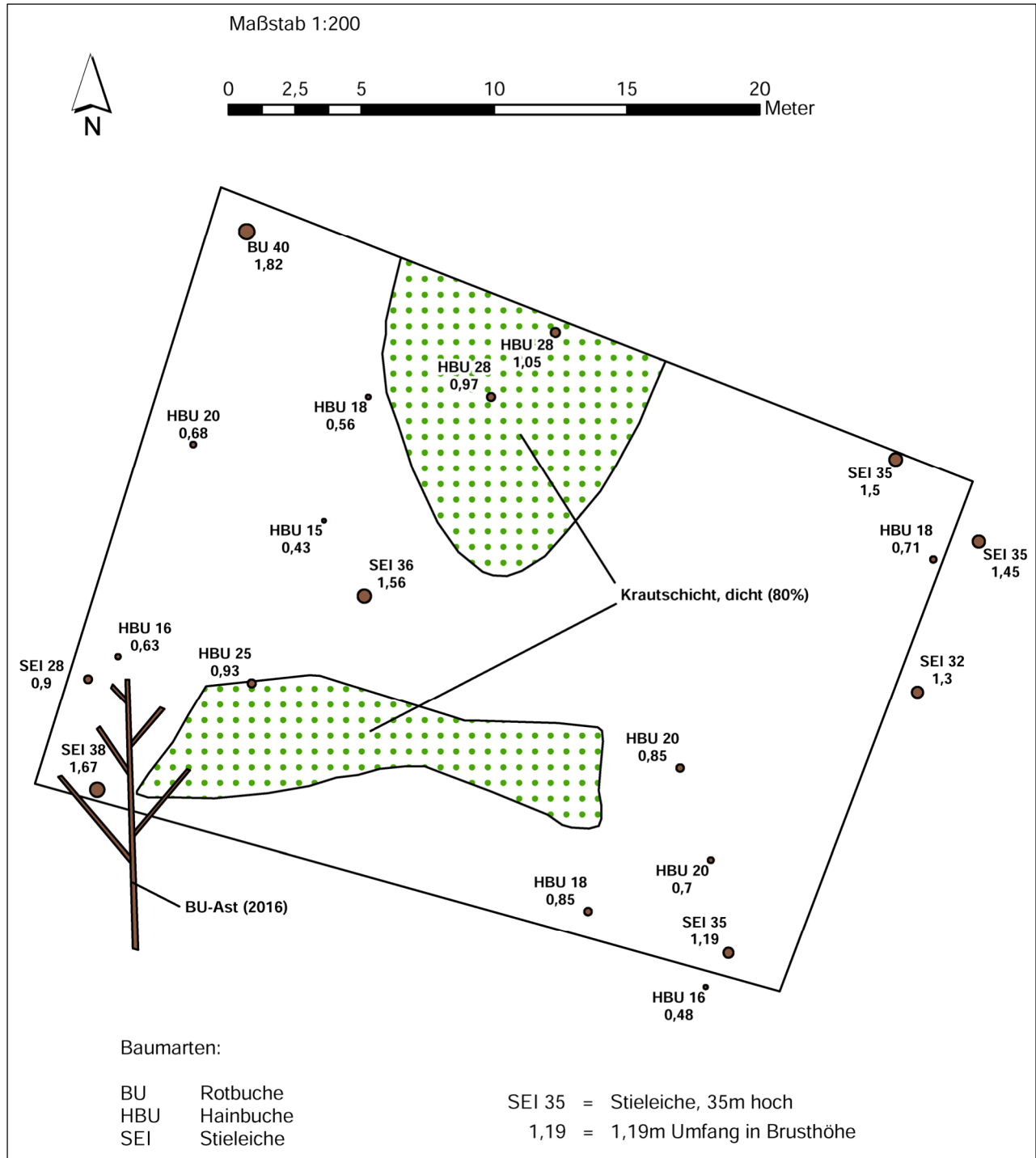
Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen



D11

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016

Blatt 3.2-2016

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stökig-Ruppertshöhe



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|----------------------------------|---------|
| D12 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Hainbuchenbestände nördlich Räsa | |
| <div> <div> <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Untersuchungsfläche D12 liegt am nordöstlichen Ortsrand von Räsa, nördlich der ehemaligen Eisenbahnlinie Vacha-Unterbreizbach</p> <p><u>Landkreis:</u> Wartburgkreis</p> <p><u>Gemeinde:</u> Unterbreizbach</p> <p><u>Gemarkung:</u> Sünna</p> <p><u>Flur:</u> 12</p> <p><u>Flurstück:</u> 1088/1</p> <p><u>Geokoordinaten</u> (GK3): 3569753,49; 5630986,73 3569728,95; 5630961,96 3569723,46; 5630965,34 3569747,05; 5630996,31</p> <p><u>Flächengröße:</u> ca. 9 x 37 m; 322 m²</p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> ca. 299 m</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Südwest</p> <p><u>Anmerkung:</u> relativ sehr geringe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung</p> </div> <div> <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  </div> </div> | | |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung der obersten beiden Horizonten</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|----------|-----------------------|--|----------------------|--------------------------------------|------------------|--|-------------|-----------|-----------|
| D12 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Hainbuchenbestände nördlich Räsa | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 17.08.2010 | | | | | Bodenform: Braunerde aus Buntsandstein | | | | | | | |
| | | | | | Humusform: mullartiger Moder | | | | | | | |
| Tiefe [cm] | Horizont | Humus [Gew. %] | Bodenart | Grobboden [Gew. %] | Ausgangsgestein | Carbонат [Gew. %] | Farbe [Munsell] | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale [Flächenanteil %] | | | Sonstiges |
| | | | | | | | | | Mangan | Rostflecken | [cm] | |
| + 1 | L + Of | | | | | | | | | | | |
| + 0,1 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 12 | Ah | 2-5 | SI3 | 2 | Hauptlage | 0 | 10 YR 4/2 stark gräulich braun | frisch | - | - | - | |
| - 32 | Bv ₁ | 0-1 | SI3 | 15 | Hauptlage | 0 | 10 YR 4/4 stark gelblich braun | frisch | - | - | - | |
| - 50 | Bv ₂ | | SI2 | 50 | Buntsandstein | 0 | 7,5 YR 5/4 braun | frisch | - | - | - | |
| - 65 | Bv ₃ | | SI2 | 10 | Buntsandstein | 0 | 7,5 YR 4,5/4 braun | frisch | - | - | - | |
| - 100 | Bv ₄ | | SI2-St2 | 5 | Buntsandstein | 0 | 7,5 YR 4,5/4 braun | trocken | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|----------------------------------|---|---|---------------------------------|------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------|-----------|--------------------------|----------------|------|------|----------------|
| D12 | Analyseergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | |
| | Laubwaldbestand östlich der Ruppershöhe | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 17.08.2010, 04.10.2013 01.08.2016, 30.8.2019 | | | | Bodenform: Pseudogley aus Lösslehm über Buntsandstein | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 10 | Oh, Ah | 2010 | 4,39 | n.b. | 6,2 | 3,7 | 2,90 | 0,39 | 0,41 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 4,07 | 4,1 | 5,7 | 6,7 | 2,58 | 0,48 | 0,45 | 0,08 | 2,30 | 0,42 | 0,02 | 0,34 | | | |
| | | 2016 | 3,88 | 4,06 | 4,1 | 5,3 | 2,52 | 0,37 | 0,35 | 0,06 | 1,19 | 0,43 | 0,03 | 0,39 | | | |
| | | 2019 | 3,79 | 3,94 | 5,3 | 4,9 | 1,33 | 0,22 | 0,30 | 0,02 | 2,28 | 0,20 | 0,05 | 0,50 | | | |
| - 32 | Bv ₁ | 2010 | 4,13 | n.b. | 2,9 | 0,7 | 0,38 | 0,10 | 0,19 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 4,01 | 4,3 | 2,8 | 3,2 | 0,49 | 0,13 | 0,22 | 0,03 | 2,03 | 0,08 | 0,05 | 0,20 | | | |
| | | 2016 | 3,75 | 4,20 | 2,1 | 2,7 | 0,38 | 0,10 | 0,18 | 0,05 | 1,58 | 0,09 | 0,02 | 0,27 | | | |
| | | 2019 | 3,92 | 4,28 | 2,9 | 3,1 | 0,30 | 0,08 | 0,19 | 0,03 | 2,14 | 0,06 | 0,05 | 0,21 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| - 10 | Oh, Ah | 2010 | 5,4 | 58 | n.b. | n.b. | <2,0 | 3,9 | n.b. | 78,4 | 10,5 | 11,1 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 5,41 | 50,6 | n.b. | n.b. | 4,43 | 3,48 | 53,8 | 38,7 | 7,2 | 6,7 | 1,2 | 34,5 | 6,2 | 0,3 | 5,1 |
| | | 2016 | 5,26 | 47,9 | 0,38 | n.b. | 0,61 | 0,91 | 61,8 | 47,2 | 6,9 | 6,6 | 1,1 | 22,2 | 8,1 | 0,6 | 7,3 |
| | | 2019 | 4,92 | 31,1 | 0,27 | 0,66 | 0,96 | 0,96 | 38,2 | 27,1 | 4,5 | 6,1 | 0,4 | 46,5 | 4,1 | 1,0 | 10,2 |
| - 32 | Bv ₁ | 2010 | 5,6 | 42 | n.b. | n.b. | 2,0 | <2,0 | n.b. | 56,7 | 14,9 | 28,4 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 5,45 | 24,8 | n.b. | n.b. | 2,36 | 1,46 | 26,9 | 15,2 | 4,0 | 6,8 | 0,9 | 62,8 | 2,5 | 1,5 | 6,2 |
| | | 2016 | 5,48 | 18,8 | 0,35 | n.b. | <0,5 | 0,91 | 26,6 | 14,2 | 3,7 | 6,7 | 1,9 | 59,2 | 3,4 | 0,7 | 10,1 |
| | | 2019 | 5,35 | 31,3 | 0,20 | 0,29 | 0,95 | 2,25 | 19,6 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 1,0 | 69,9 | 2,0 | 1,6 | 6,9 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | 5 | 5 | | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | 10 | | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäd- en auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

Monitoring im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|-----------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah/2010 | 5,2 | 26 | 1,6 | 6,6 | 1,30 | 0,27 | 0,82 | 0,52 | 0,150 | 0,410 | 0,070 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 32 | Bv ₁ /2010 | 4,9 | 34 | 1,3 | 2,6 | 1,70 | 0,45 | 0,92 | 0,76 | 0,340 | 0,920 | 0,110 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) | | 750 | | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| gering salzhaltig | | | | | | | | | | | | | |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | 2000 | | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | 4000 | | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeeinträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | 8000 | | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | 15000 | | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

² nicht ausgewiesen, da bei den niedrigen pH-Werten die 'sauren Kationen' (Al, Fe, Mn und H) einen Großteil der Austauschplätze belegen und diese nicht bestimmt wurden.

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah/2010 | < 3,0 | 17 | < 0,3 | 14 | 45,0 | 8,4 | < 0,5 | 29 | < 0,1 |
| | 2013 | 3,2 | 17,9 | < 0,20 | 13,4 | 7,2 | 10,3 | < 0,40 | 20,5 | 0,07 |
| | 2016 | 2,9 | 22,8 | < 0,2 | 9,7 | 4,8 | 6,7 | < 0,40 | 19,8 | 0,1 |
| | 2019 | 5,7 | 24,3 | < 0,10 | 13,3 | 7,8 | 12,6 | < 0,20 | 24,5 | 0,07 |
| - 32 | Bv ₁ /2010 | 4,3 | 24 | < 0,3 | 11 | 5,6 | 6,6 | < 0,5 | 27 | < 0,1 |
| | 2013 | 2,18 | 8,3 | < 0,20 | 10,6 | 2,4 | 7,6 | < 0,40 | 14,6 | < 0,05 |
| | 2016 | < 2,0 | 8,6 | < 0,2 | 9,6 | 2,7 | 6,5 | < 0,40 | 15,9 | 0,06 |
| | 2019 | 3,2 | 10,0 | < 0,10 | 13,0 | 5,2 | 11,8 | < 0,20 | 20,5 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | 12 | 37 | 0,44 | 43 | 18 | 35 | 0,25 | 69 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah/2010 | <100 | 110 | < 40 | < 100 | < 100 | 140 | < 100 | 2600 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 113 | 18,5 | 11 | 51,6 | 340 | < 20 | 2360 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 67 | 12,5 | < 10 | 18,4 | 73 | < 10 | 395 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 500 | < 2,0 |
| - 32 | Bv ₁ /2010 | <100 | 340 | < 40 | < 100 | < 100 | 210 | < 100 | 130 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 189 | 10 | 22 | 42 | 220 | < 20 | 674 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 124 | 9,1 | < 10 | 31,1 | 70 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | <100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 310 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 12 | Oh, Ah/2010 | 0,09 | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 32 | Bv ₁ /2010 | 0,01 | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ²Oberboden Wald und ³Unterboden sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011).

⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Wald Auflage und ⁶Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandserfassung 2010

Die Dauerbeobachtungsfläche wurde in einem Bereich relativ sehr geringer betriebsbedingter Immissionszusatzbelastungen angeordnet, die unterhalb der Immissionsgrenzwerte liegen.

Am Standort haben sich in hängiger Lage saure Braunerden aus Buntsandstein entwickelt. Das Waldgebiet, in dem die Untersuchungsfläche liegt, wird durch bis zu 3 m tiefe Erosionsrinnen zerschnitten. Die ausgeprägten Erosionsrinnen sind vermutlich bei fehlender Vegetationsbedeckung unter historischer landwirtschaftlicher Nutzung entstanden.

Mit schwach lehmigem bis lehmigem Sand überwiegen an diesem Standort sehr sandige Bodenarten. Die Humusform ist mullartiger Moder, wo der schwarze Oh-Horizont mit zersetzter organischer Substanz filmartig der Bodenoberfläche aufliegt. Es ist damit bereits eine Hemmung der Zersetzung und der Einmischung der organischen Substanz in den Oberboden erkennbar. Die Bodenreaktion ist stark bis sehr stark sauer (pH 3,9 bis 4,1). Es handelt sich damit um einen sauren, nährstoffarmen Standort.

Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte sind sehr gering, so dass keine Anreicherung von Salzen vorliegt. Die effektive Kationenaustauschkapazität ist sehr gering. Die Kationenbelegung weist keine größeren Auffälligkeiten auf. Austauschbares Natrium ist nicht nachweisbar. Das Natriumadsorptionsvermögen (SAR) ist sehr gering. Die relative Austauscherbelegung ist bei Magnesium mittel bis hoch und bei Kalium hoch.

Die Schadstoffgehalte sind gering. So sind Polychlorierte Biphenyle (PCB) nicht nachweisbar und die PAK-Gehalte gering. Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasserextrakt) liegen mit Ausnahme von Kupfer im Bereich der Hintergrundwerte. Bei Kupfer ist der Vorsorgewert der BBodSchV überschritten. Der Prüfwert der BBodSchV für das leicht lösliche Blei (Ammoniumnitratextrakt) ist in beiden Horizonten überschritten. Im Oberboden ist für Zink ebenfalls der Prüfwert für den leicht löslichen Anteil überschritten. Die Prüfwertüberschreitungen sind auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen. Dies ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et. al 2005). Die Prüfwerte gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Die Ursache der Überschreitung des Vorsorgewerts für Kupfer (Königswasserextrakt) im Oh/Ah-Horizont ist nicht bekannt. Sie steht aber voraussichtlich nicht mit dem Kalibergbau in Verbindung. Die Hintergrundwerte sind nur zur Orientierung geeignet, da diese meist auf relativ geringen Datengrundlagen beruhen und regional Abweichungen auftreten können. So werden bei Löß teils auch geogen erhöhte Kupfergehalte vorgefunden. Es sind auch frühere Nutzungen als Belastungsquelle nicht auszuschließen. Beeinflussungen durch atmogene Salzeinträge sind im Boden nicht nachweisbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

2013 liegen die Schwermetallgehalte (Königswasser) im Hintergrundbereich. Der 2010 mit 45 mg/kg über den Vorsorgewert liegende Cu-Gehalt lag 2013 bei nur 7,2 mg/kg. Da im Umfeld der Monitoringsfläche verschiedene Metallteile herumliegen, könnte eine punktuelle Belastung Ursache der 2010 gemessenen hohen Gehalte sein. Bei den Salzparametern sind keine Anreicherungen feststellbar.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Die pH-Werte (0,01 M CaCl₂) und effektive Kationenaustauschkapazität haben seit 2010 abgenommen. Der Boden ist sehr stark sauer (pH-CaCl₂ 3,88 – 3,75). Im Oberboden hat seit 2013 die Aluminiumsättigung deutlich abgenommen, was auf eine Alkalisierung hinweist. Im Unterboden ist die Basensättigung dagegen unverändert geblieben, da die abnehmende Al-Belegung der Kationenaustauscher durch Zunahme der H⁺-Belegung kompensiert wird.

Die Cl⁻ und SO₄-Gehalte des Eluates haben stark abgenommen und sind jetzt sehr gering. Der Na-Gehalt des Eluates ist ebenfalls sehr gering. Die Na-Belegung liegt unter 2 % und damit im Hintergrundbereich. Eine Salzbelastung liegt somit nicht vor.

Die Gesamtgehalte der Schadstoffe sind unverändert gering. Leicht lösliches Blei (Ammoniumnitratextrakt) weist nur noch im Unterboden eine Prüfwertüberschreitung auf. Die Zn-Gehalte fallen stark ab und liegen unter dem Prüfwert.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Es ist eine zunehmende Bodenversauerung erkennbar. Die Basensättigung hat abgenommen vorallem durch Abnahme der Ca- und Mg-Belegung. Die Al-Belegung steigt deutlich an. Ein Versalzungseinfluss liegt nicht vor.

Die Schwermetallgehalte (Königswasser) liegen unterhalb der Hintergrundwerte.

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsfläche | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------------|-----------|----------|-----------|
| D12 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Hainbuchenbestände nördlich Räsa | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 2010-2021: 35 m/ 30 %; B2: 2010-2021: 15 – 20 m/ 65 %; B3: 2010-2021: 2 – 5 m/ 1 %; Str: 2016, 2020: 0.2%, 2017- 2019, 2021: 1%; F: 2010: 3 %, 2011: 5 %, 2012: 7 %, 2013: 10%, 2014: 12%, 2015: 9%, 2016, 2020 - 2021: 20%, 2017: 5%, 2018: 8%; 2019: 25% M: 2010 – 2013: 0.5%, 2014: 2%, 2015: 0,5%, 2016-17, 2019 - 2020: 2%; 2018: 3%; 2021: 1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 31.5.2010 | 23.5.2011 | 18.5.2012 | 24.5.2013 | 14.5.2014 | 29.5.2015 | 9.6.2016 | 30.5.2017 | 31.5.2018 | 17.7.2019 | 7.5.2020 | 15.6.2021 |
| B1 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| B2 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| B3 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Str | <i>Acer pseudoplatanus</i> | Bergahorn | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - |
| | <i>Sambucus nigra</i> | Schwarzer Holunder | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Cytisus scoparius</i> | Besenginster | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | - |
| F | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | 0.5 | 1 | 0.5 | - | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | - | - | - |
| | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | - | - |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 0.5 | 0.5 | - | - | 1 | 1 | 15 | 1 | 0.5 | 20 | 12 | 12 |
| | <i>Stellaria holostea</i> | Echte Sternmiere | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Acer pseudoplatanus</i> | Berg-Ahorn | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| | <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| | <i>Crataegus species</i> | Weißdorn | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dorniger Wurmfarne | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.1 | - | - |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | 0.1 |
| | <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 2 | 1 | 0.5 | 1 | 0.1 | 0.1 | 2 | 1 | 1 |
| | <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | 0.1 | - | - | 0.1 | 1 | 0.1 | - | 0.1 | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Schmalblättrige Hainsimse | 0.1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | - | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Phyteuma nigrum</i> | Schwarze Teufelskralle | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | - |
| | <i>Ranunculus auricomus</i> | Goldschopf-Hahnenfuß | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Sambucus nigra</i> | Schwarzer Holunder | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | <i>Veronica hederifolia</i> | Efeublättriger Ehrenpreis | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Viola riviniana</i> | Hain-Veilchen | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | 1 | - | 1 | 0.1 | 1 | 0.5 | - | 2 | - | 2 | 2 |
| | <i>Geranium robertianum</i> | Ruprechtskraut | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | - | - | 0.5 | 1 | 0.5 |
| | <i>Ranunculus ficaria</i> | Scharbockskraut | - | - | 2 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Acer campestre</i> | Feldahorn | - | - | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsfläche | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------------|-----------|----------|-----------|
| D12 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Hainbuchenbestände nördlich Räsa | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | | |
| B1: 2010-2021: 35 m/ 30 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| B2: 2010-2021: 15 – 20 m/ 65 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| B3: 2010-2021: 2 – 5 m/ 1 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| Str: 2016, 2020: 0.2%, 2017- 2019, 2021: 1%; | | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2010: 3 %, 2011: 5 %, 2012: 7 %, 2013: 10%, 2014: 12%, 2015: 9%, 2016, 2020 - 2021: 20%, 2017: 5%, 2018: 8%; 2019: 25% | | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2010 – 2013: 0.5%, 2014: 2%, 2015: 0,5%, 2016-17, 2019 - 2020: 2%; 2018: 3%; 2021: 1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 31.5.2010 | 23.5.2011 | 18.5.2012 | 24.5.2013 | 14.5.2014 | 29.5.2015 | 9.6.2016 | 30.5.2017 | 31.5.2018 | 17.7.2019 | 7.5.2020 | 15.6.2021 |
| | <i>Anemone nemorosa</i> | Buschwindröschen | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Corylus avellana</i> | Haselstrauch | - | - | 0.1 | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 | - |
| | <i>Moehringia trinervia</i> | Dreinervige Nabelmiere | - | - | - | - | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | - | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Bromus ramosus</i> | Späte Walddrespe | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - |
| | <i>Hedera helix</i> | Efeu | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| Artenzahl | Feldschicht: | | 19 | 18 | 18 | 14 | 18 | 16 | 18 | 14 | 14 | 10 | 17 | 15 |
| M | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressen-Schlafmoos | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - |
| | <i>Polytrichum formosum</i> | Schönes Widertonmoos | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Gewelltes Kathariennenmoos | - | - | - | - | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos | - | - | - | - | 0.5 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | - | - | - |
| | <i>Brachythecium velutinum</i> | Samt-Kegelmoss | - | - | - | - | 0.1 | - | 1 | 1 | 1 | 0.5 | - | - |
| | <i>Plagiothecium denticulatum</i> | Zahn-Plattmoos | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Dicranum scoparium</i> | Besen-Gabelzahnmoos | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 1 | - | - |
| Artenzahl | Moosschicht | | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 2 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Aesculus hippocastanum (Ross-Kastanie); *Dryopteris filix-mas* (Männlicher Wurmfarne); *Ribes uva-crispa* (Stachelbeere).

Totholz:

In der Aufnahmefläche war zum Zeitpunkt der ersten Vegetationsaufnahme kein Totholz vorhanden. Unweit nördlich steht eine alte, abgestorbene Rotbuche mit etwa 130 cm Brusthöhendurchmesser.

Vegetationsanalyse Bestandsaufnahme 2010:

Am sonnexponierten Südwesthang dieses Standorts ist in der Aufnahmefläche ein Stiel-Eichen-Hainbuchenwald ausgeprägt. Die Stiel-Eiche verjüngt sich in diesem Bestand, wenn auch nur in geringem Maße, trotz Vorhandenseins alter Rotbuchen in der näheren Umgebung. Eine abgestorbene Altbuche unweit nördlich der Aufnahmefläche gibt einen Hinweis darauf, dass die Rotbuche sich am Standort in einer Grenzsituation befindet und offenbar die Stieleiche konkurrenzkräftiger ist. Der hohe Anteil der Hainbuche in der 2. Baumschicht der Aufnahmefläche ist vermutlich durch die ehemalige Nutzung als Mittelwald verursacht und hat zu einer deutlichen Beschattung geführt, die sich in der nur schwach ausgebildeten Krautschicht manifestiert. In der Krautschicht treten mit Echter Sternmiere und Hain-Rispengras zunächst Arten

auf, die für Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpion betuli*) und speziell für den subatlantisch verbreiteten Typ des Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes (*Stellario-Carpinetum*) typisch sind. Die Schwarze Teufelskralle ist in der Aufnahme­fläche mit mehreren Exemplaren vertreten. Sie kennzeichnet die Säume und Verlichtungen im Eichen-Hainbuchenwald. Die im Vergleich zu bodensauren Rotbuchenwäldern höhere Stickstoffversorgung am Standort wird mit mäßig stickstoffreich durch das Spektrum aller vorkommenden Arten in der Krautschicht angezeigt.

Vegetationsprognose Bestandsaufnahme 2010:

Die Auflichtung des Bestandes wird zu stärkerem Wachstum und zur Ausbreitung der Arten der Krautschicht führen und das Auftreten von Lichtzeigern, z.B. aus trocken-warmen Waldsäumen in die Fläche hinein, begünstigen. Die Verjüngung der Stiel-Eiche im Bestand ist abhängig vom Verbissdruck durch Rehwild und Feldhase. Sie wird jedoch durch die Auflichtung des Bestandes begünstigt.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Die Bodenvegetation hat sich nur wenig verändert. Auffällig ist, wie in mehreren der Aufnahme­flächen, ein deutlicher Aufschlag von Hainbuche, der für ein Hainbuchenmastjahr in 2010 spricht. Die Schwarze Teufelskralle, ein Wärmezeiger, hat sich deutlich vermehrt, möglicherweise als Reaktion auf das warme Frühjahr.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Die gravierendste Veränderung ist ohne Zweifel die Anlage einer BMX-Strecke in dem Wäldchen, die auch durch die Dauerbeobachtungsfläche führt. Im Bereich dieser BMX-Strecke ist der Bodenbewuchs verschwunden.

Mit Ausnahme des Auftretens des Scharbockskrautes sind innerhalb des Beobachtungszeitraumes in der Dauerbeobachtungsfläche keine prägnanten Unterschiede feststellbar. Es ist davon auszugehen, dass auf Grund des relativ späten Aufnahmezeitpunktes die Frühblüher bisher außen vorblieben und 2012 erstmals mit erfasst werden konnten.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

Während in den Gehölzschichten 2013 keine Veränderung stattgefunden hat, ist in der Feldschicht zum einen ein Artenrückgang von 18 auf 14 Arten zu verzeichnen, zum anderen eine deutlich stärkere Vegetationsbedeckung. Letztere ist v.a. verbunden mit der Ausbreitung des Verlichtungszeigers Stechender Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) und dem deutlich stärker auftretenden Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*). Letzteres kann wie bei den anderen Dauerbeobachtungsflächen mit dem anhaltend feuchten Frühjahr 2013 in Verbindung gebracht werden, handelt es sich dabei doch um einen Feuchtezeiger. Auch die Zunahme von Holunder (*Sambucus nigra*) in der Feldschicht kann mit einer Verlichtung in Zusammenhang gebracht werden. Hainbuchenkeimlinge treten wieder zahlreich auf, so dass damit ebenso wie in anderen Dauerbeobachtungsflächen unter Wald ein Hinweis auf ein Hainbuchen-Mastjahr 2012 gegeben ist.

Beeinträchtigungen durch die BMX-Strecke konnten in 2013 nicht mehr festgestellt werden.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Seit Einrichtung der Dauerbeobachtungsfläche im Jahre 2010 kann eine kontinuierliche Zunahme der Bodenvegetation beobachtet werden. Lag die Gesamtdeckung der Krautschicht 2010 bei 3, waren in 2014 schon 12 des Bodens von Kräutern, Gräsern und Farnen eingenommen. In 2014 waren es vermutlich die ergiebigen Frühjahrsniederschläge, die für das Wachstum der Bodenpflanzen förderlich waren. Dafür spricht zum Beispiel die Ausbreitung der auf Feuchtigkeit angewiesenen Moose und die hohe Anzahl an Eichenkeimlingen.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

In 2015 ist ein deutlicher Rückgang der Moose zu verzeichnen. Aus der Krautschicht des Waldbestandes ist der Feuchtezeiger *Scharbockskraut* völlig verschwunden. Im näheren Umfeld der Monitoringfläche ist er jedoch weiterhin vorhanden und gut entwickelt. Gleiches gilt für den Säurezeiger, *Schmalblättrige Hainsimse*. Bei den Störungszeigern *Stechender Hohlzahn* und *Klett-Labkraut* sind ebenfalls deutliche Rückgänge zu verzeichnen. Der Einfluss durch die ehemalige Biker-Strecke ist kaum mehr in der Vegetation nachzuweisen. Leicht zugenommen haben Dorniger Wurmfarne, Hain-Veilchen und Ruprechtskraut. Außerdem ist eine Zunahme der Streuauflage festzustellen. Die Teufelskralle zeigte starke, durch Schnecken oder Insekten verursachte Fraßspuren.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die augenfälligste Veränderung der Vegetation in 2016 ist das massenhafte Auftreten von Eichenkeimlingen in der Fläche. Gleichzeitig konnte eine gute Durchfeuchtung des Oberbodens festgestellt werden, die dies wohl begünstigte. Desweiteren konnte die Teufelskralle in diesem Jahr nicht mehr gefunden werden. Sie ist offenbar ein Opfer ihrer „Fraßfeinde“ geworden. Deutliche Fraßspuren wurden bereits in 2015 festgestellt. Weitere signifikante Änderungen der Vegetation konnten nicht festgestellt werden.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Keimlinge der Baumarten Stieleiche und Hainbuche sind in 2017 wieder deutlich zurückgegangen. Ungünstige Witterungsverhältnisse und Verbiss können dafür die Ursache sein. Die Schwarze Teufelskralle trat erneut in der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche auf. Desweiteren wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Signifikante Veränderungen der Vegetation fallen auch 2018 nicht auf. Allenfalls der Anteil der Hainbuchen-Keimlinge in der Feldschicht ist deutlich erhöht, was auf ein Mastjahr der Hainbuche im Vorjahr schließen lässt. Erstmals in neun Jahren Dauerbeobachtung der Vegetation trat die Echte Sternmiere nicht auf. Sie ist eine Charakterart der Eichen-Hainbuchenwälder. Ihr Verschwinden könnte mit dem Verbiss durch Wildtiere zusammenhängen. Eine Wiederausbreitung der mit großer Wahrscheinlichkeit noch im Boden vorhandenen Samen ist möglich.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 ist in der Dauerbeobachtungsfläche einerseits ein deutlich höherer Deckungsgrad der Feldschicht bei guter Durchfeuchtung des Oberbodens zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme festzustellen. Andererseits sind die Arten von 14 auf 10 zurückgegangen. Der hohe Deckungsgrad der Feldschicht ist v.a. auf Keimlinge der an der Vegetation beteiligten Gehölze zurückzuführen. Insbesondere der Deckungsanteil der Stieleiche ist sprunghaft auf 20% angestiegen. Mit der Durchfeuchtung wurden offenbar auch Humus mineralisiert: Stickstoffzeiger wie Stechender Holzzahn, Stink-Storchnabel und Schwarzer Holunder haben sich ausgebreitet. Andere Arten, die auf Grund der Trockenheit in 2018 verschwanden, kamen in 2019 nicht mehr auf.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Auch in 2020 war ein guter Durchfeuchtungsgrad des Oberbodens feststellbar und der Deckungsgrad der Feldschicht weiterhin relativ hoch. Dies gilt auch für die Artenzahl: Zahlreiche Arten, die 2019 verschwunden waren, traten wieder auf: darunter die Echte Sternmiere, das Scharbockskraut und mit einem voll aufgeblühten Exemplar auch die Schwarze Teufelskralle. Laubstreu war deutlich weniger vorhanden als im Vorjahr.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

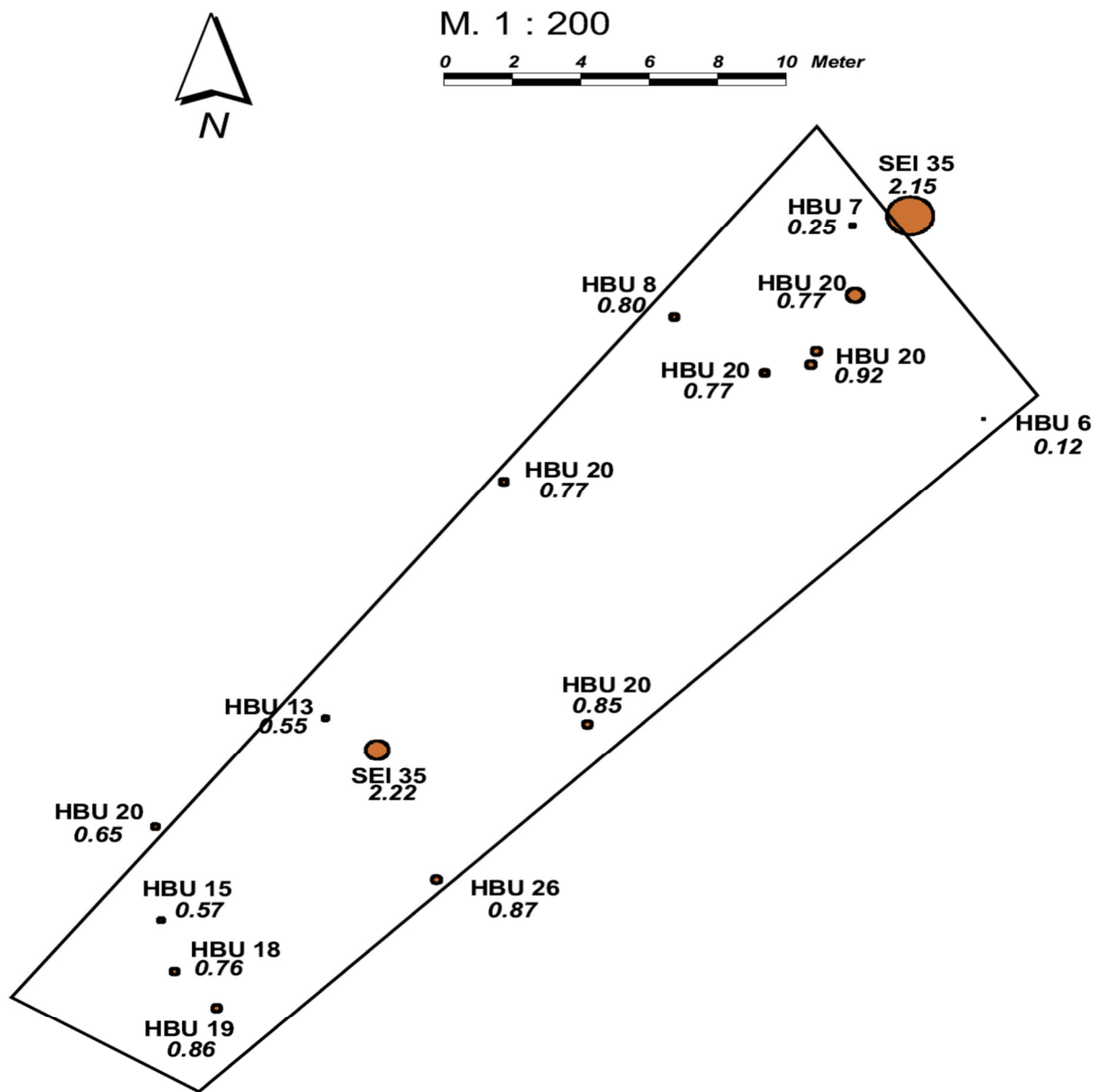
In 2021 traten in der Monitoringfläche die Keimlinge von Stieleiche und Hainbuche weiterhin in hoher Anzahl auf. Schwarzer Holunder wuchs in die Strauchschicht hinein. Beide Vorgänge sind Indizien für das niederschlagsnormale Jahr und eine offenbar dauerhaft vorhandene Durchfeuchtung des Oberbodens.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D12****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

Hainbuchenbestände nördlich Räsa

Seite 1

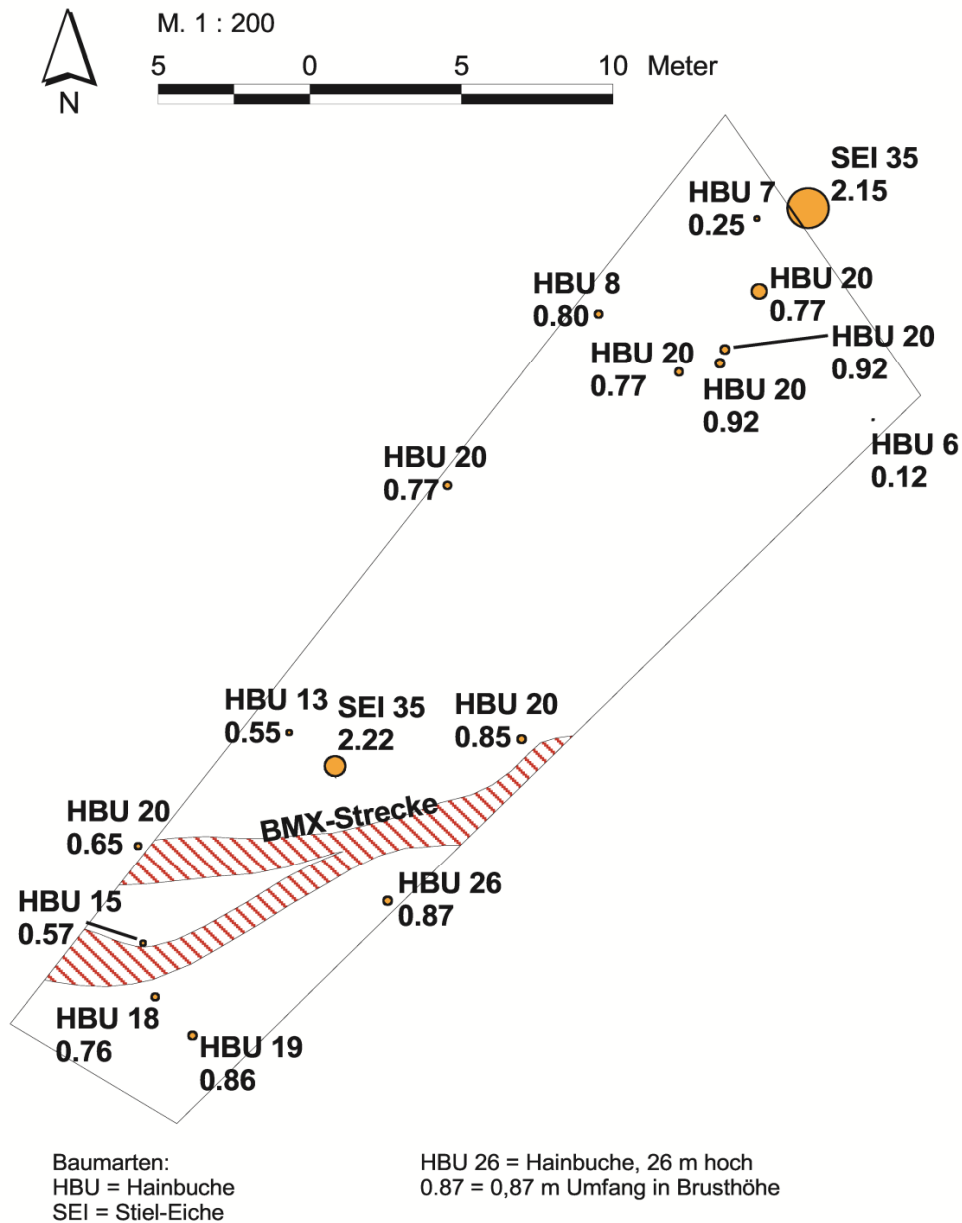
**Baumarten:****HBU = Hainbuche****SEI = Stiel-Eiche****HBU 26 = Hainbuche, 26 m hoch****0.87 = 0,87 m Umfang in Brusthöhe**

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D12****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2012**

Blatt 3.2-2012

Hainbuchenbestände nördlich Räsa

Seite 2

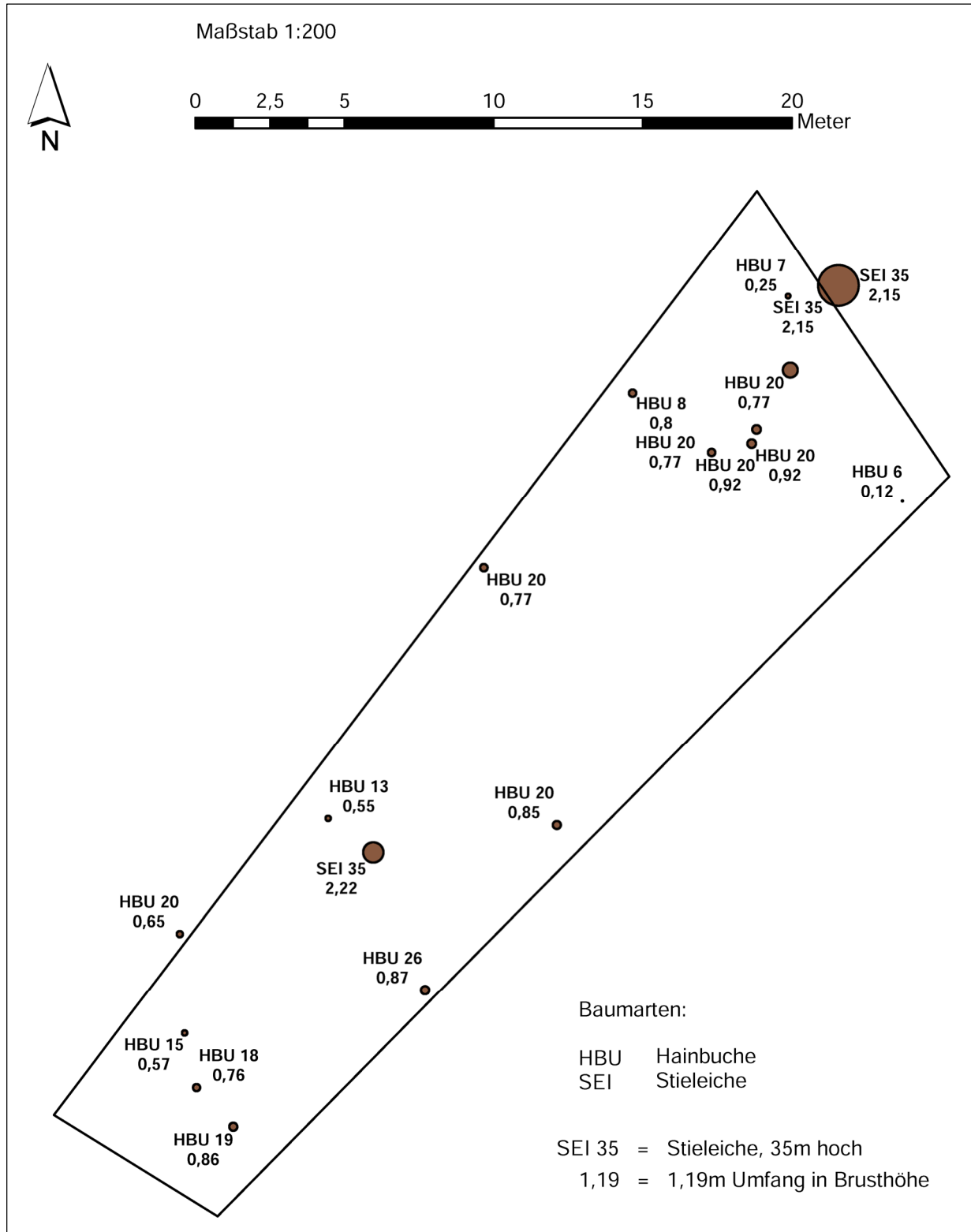




Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen**D12****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016**

Blatt 3.2-2016

Hainbuchenbestände nördlich Räsa

Seite 3



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|---|-------------------------------|---------|
| D13 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Mischwaldbestände am Kornberg | |
| <div> <div> <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Untersuchungsfläche D13 liegt an der Ostflanke des Kornbergs in einer Entfernung von ca. 600 m zum Ortsrand von Pferdsdorf im Landschaftsschutzgebiet Thüringische Rhön</p> <p><u>Landkreis:</u> Wartburgkreis</p> <p><u>Gemeinde:</u> Unterbreizbach</p> <p><u>Gemarkung:</u> Pferdsdorf</p> <p><u>Flur:</u> 9</p> <p><u>Flurstück:</u> 1153</p> <p><u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567545,25; 5629954,60 3567515,24; 5629932,43 3567504,95; 5629942,57 3567533,79; 5629964,89</p> <p><u>Flächengröße:</u> 15 x 37 m, 542 m²</p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> ca. 316 m</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Nordost</p> <p><u>Anmerkung:</u> Referenzfläche</p> </div> <div> <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  </div> </div> | | |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung der obersten beiden Horizonte</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2010</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|-----------|--|----------|--------------------------------|------------------|---------------------|--------------|------|-----------|
| D13 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2010 | | | | | | | | | Blatt 2.1 | | |
| | Mischwaldbestände am Kornberg | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 17.08.2010 | | | | | Bodenform: podsolierte Braunerde aus Buntsandstein | | | | | | | |
| | | | | | Humusform: feinhumusreicher Moder | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Humus | Bodenart | Grobboden | Ausgangsgestein | Carbonat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| + 11 | L | | | | | | | | | | | |
| + 10 | Of | | | | | | | | | | | |
| + 8 | Oh | | | | | | | | | | | |
| - 4 | Aeh | 2-5 | Ut3 | 2 | Lösslehm (Hauptlage) | 0 | 10 YR 4/2 stark gräulich braun | trocken | - | - | - | |
| - 38 | Bv ₁ | 0 | SI4 | 2 | Hauptlage Bsst | 0 | 7,5 YR 5/3 hellbraun | trocken | - | - | - | |
| - 50 | Bv ₂ | | SI4 | 5 | Buntsandstein | 0 | 7,5 YR 5/4 braun | trocken | - | - | - | |
| - 62 | Bv ₃ | | SI4 | 10 | Buntsandstein | 0 | 7,5 YR 5/4 braun | trocken | Konkretionen 1 | - | - | |
| - 100 | Bv ₄ | | SI4-Lts | 20 | Buntsandstein | 0 | 5 YR 4/4 rötlich braun | trocken | - | - | - | |
| Die Farbhinterlegung kennzeichnet die jeweils getrennt beprobten Horizonte bzw. Horizontbereiche. | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|----------------------------------|--|---|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------|------|------|-----------|------|------|--------------------------|------|----------------|------|
| D13 | Analysenergebnisse Beprobung 2010 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | | |
| | Mischwaldbestände am Kornberg | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 17.08.2010, 07.09.2013 01.08.2016, 30.08.2019 | | | | Bodenform: podsolierte Braunerde aus Buntsandstein | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | |
| - 4 | Oh, Aeh | 2010 | 4,08 | n.b. | 10,0 | n.b. | 5,5 | 0,58 | 0,42 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 4,59 | 4,3 | 11,1 | 14,3 | 9,97 | 1,08 | 0,48 | 0,08 | 2,19 | 0,22 | 0,04 | 0,20 | | | |
| | | 2016 | 4,13 | 4,16 | 7,6 | 10,2 | 7,23 | 0,72 | 0,41 | 0,08 | 1,13 | 0,35 | 0,03 | 0,30 | | | |
| | | 2019 | 4,29 | 4,16 | 9,3 | 11,7 | 6,80 | 0,67 | 0,37 | 0,05 | 3,25 | 0,21 | 0,11 | 0,28 | | | |
| - 38 | Bv ₁ | 2010 | 4,06 | n.b. | 4,6 | n.b. | 1,3 | 0,19 | 0,28 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | | 2013 | 4,22 | 4,5 | 2,5 | 3,3 | 0,93 | 0,20 | 0,30 | 0,05 | 1,60 | 0,04 | 0,06 | 0,13 | | | |
| | | 2016 | 3,98 | 4,23 | 2,4 | 3,2 | 1,02 | 0,16 | 0,21 | 0,06 | 1,42 | 0,05 | 0,04 | 0,25 | | | |
| | | 2019 | 3,99 | 4,41 | 2,8 | 3,5 | 0,79 | 0,17 | 0,21 | 0,06 | 1,95 | 0,04 | 0,12 | 0,14 | | | |
| | | | Eluat | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [µS/cm] | | | [mg/l] | | [%] | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 4 | Oh, Aeh | 2010 | 5,3 | 64 | n.b. | n.b. | <2,0 | 5,2 | n.b. | 84,6 | 8,9 | 6,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 5,67 | 59,6 | n.b. | n.b. | 3,87 | 3,33 | 81,4 | 69,9 | 7,6 | 3,4 | 0,6 | 15,4 | 1,5 | 0,3 | 1,4 |
| | | 2016 | 5,26 | 54,8 | 0,67 | n.b. | 1,26 | 2,24 | 82,3 | 70,5 | 7,0 | 4,0 | 0,8 | 11,0 | 3,4 | 0,3 | 2,9 |
| | | 2019 | 5,41 | 57,8 | 0,60 | 1,13 | 1,38 | 3,58 | 67,2 | 57,9 | 5,7 | 3,2 | 0,4 | 27,7 | 1,8 | 0,9 | 2,4 |
| - 38 | Bv ₁ | 2010 | 5,5 | 40 | n.b. | n.b. | <2,0 | <2,0 | n.b. | 73,4 | 10,7 | 15,8 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | | 2013 | 5,68 | 29,4 | n.b. | n.b. | 5,93 | 2,99 | 44,7 | 28,1 | 6,0 | 9,1 | 1,5 | 48,3 | 1,2 | 1,8 | 3,9 |
| | | 2016 | 5,24 | 21,9 | 0,30 | n.b. | <0,5 | 1,04 | 45,2 | 31,8 | 5,0 | 6,5 | 1,9 | 44,2 | 1,6 | 1,2 | 7,8 |
| | | 2019 | 5,49 | 21,2 | 0,35 | 0,36 | 1,08 | 2,40 | 35,3 | 22,7 | 4,9 | 6,0 | 1,7 | 56,0 | 1,1 | 3,4 | 4,0 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | | 3,0 | | >natürlicher Hintergrund | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäd- en auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | | natric | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

Monitoring im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|-----------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ |
| | | | [μS/cm] | [mg/l] | | [mg/l] | | | | | | | |
| - 4 | Oh, Aeh/2010 | 5,3 | 21 | 1,3 | 2,7 | 1,10 | 0,24 | 0,74 | 0,27 | 0,700 | 0,120 | 0,350 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| - 38 | Bv ₁ /2010 | 5,0 | 30 | 1,8 | 3,1 | 2,50 | 0,51 | 0,82 | 0,46 | 0,410 | 0,260 | 0,160 | 0,1 |
| | 2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | | 13 |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbeeinträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | |
| salic (FAO, 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$) [in mmol (+) / l]

² Die Kationensumme ist nicht ausgewiesen, da bei den niedrigen pH-Werten die 'sauren Kationen' (Al, Fe, Mn und H) einen Großteil der Austauschplätze belegen und diese nicht bestimmt wurden.

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 4 | Oh, Aeh/2010 | < 3,0 | 11 | < 0,3 | 7,7 | < 2,0 | 4,6 | < 0,5 | 14 | < 0,10 |
| | 2013 | 7,24 | 31 | 0,26 | 22,7 | 7,1 | 23 | < 0,40 | 30,4 | 0,14 |
| | 2016 | 6,02 | 26,7 | < 0,2 | 10,8 | 6,5 | 6,9 | < 0,40 | 27 | 0,16 |
| | 2019 | 8,9 | 33,5 | 0,21 | 12,6 | 9,6 | 11,8 | < 0,20 | 33,4 | 0,15 |
| - 38 | Bv ₁ /2010 | 6,9 | 29 | < 0,3 | 11,0 | 5,7 | 6,2 | < 0,5 | 27 | 0,13 |
| | 2013 | 2,01 | 7,5 | < 0,20 | 11,2 | 2,3 | 11,1 | < 0,40 | 19,9 | < 0,05 |
| | 2016 | < 2 | 7,5 | < 0,2 | 8,3 | 2,7 | 6,7 | < 0,40 | 19,2 | < 0,05 |
| | 2019 | 3,0 | 9,8 | < 0,10 | 12,9 | 5,1 | 12,3 | < 0,20 | 23,4 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Auflage (Oh-Horizont) ¹ | | 16 | 210 | 0,8 | 23 | 38 | 41 | - | 120 | - |
| Hintergrundwerte Oberboden ² | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | 10 | 34 | 0,40 | 21 | 7 | 13 | 0,18 | 38 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| - 4 | Oh, Aeh/2010 | <100 | 210 | < 40 | < 100 | < 100 | 120 | < 100 | 3100 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 67 | 15,8 | <10 | 40,3 | 155 | < 20,0 | 2650 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 32 | 13,9 | < 10 | 16,1 | 31 | < 10,0 | 539 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | 50 | < 40 | < 100 | 260 | < 40 | 4830 | < 2,0 |
| - 38 | Bv ₁ /2010 | <100 | 230 | < 40 | < 100 | < 100 | 100 | < 100 | 730 | < 100 |
| | 2013 | < 5,0 | 100 | 7,4 | 12 | 28,6 | 95 | < 20,0 | 272 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | 38 | 8,1 | < 10 | 19,7 | 36 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 150 | < 40 | 670 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| - 4 | Oh, Aeh/2010 | 0,17 | 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | 0,10 | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | 0,03 | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| - 38 | Bv ₁ /2010 | n.n. | < 0,01 | | n.n. | | | | | |
| | 2013 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | < 0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Auflage ⁵ | | - 1,218 | - 0,099 | | - 0,031 | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁶ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁷ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Wald Auflage Hessen (LABO 2017) ²Oberboden Wald Lösssubstrat und ³Unterboden lössarmer Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Wald Auflage und ⁶Oberböden Mischwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁷Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2010

Der Standort weist keine nach TA-Luft relevanten Stoffeinträge gemäß der Berechnungen des TÜV auf und dient damit als Referenzstandort.

Am Standort hat sich eine podsolige Braunerde aus Buntsandstein entwickelt. Der Standort ist nährstoffarm und sauer. Die Bodenart ist stark lehmiger Sand. Der Boden weist eine mächtige Humusauflage mit feinhumusreichem Moder als Humusform auf. Zersetzung und Einmischung der organischen Substanz sind stark gehemmt, was auf die starke Versauerung (pH 4,1) und Nährstoffarmut zurückzuführen ist.

Die Kationenaustauschkapazität ist gering. Natriumionen sind nicht nachweisbar. Die elektrische Leitfähigkeit ist gering.

Die Schadstoffgehalte sind gering. So sind Polychlorierte Biphenyle (PCB) nicht nachweisbar und die PAK-Gehalte sehr gering. Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasserextrakt) liegen über beide Tiefen im Hintergrundbereich. Der Prüfwert der BBodSchV für das leicht lösliche Blei (Ammoniumnitratextrakt) ist in beiden Horizonten überschritten. Im Oberboden ist für Zink ebenfalls der Prüfwert für den leicht löslichen

Anteil überschritten. Die Prüfwertüberschreitungen sind auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen. Dies ist typisch für saure Waldböden (PRUEß 1992, GRYSCHKO et al. 2005). Die Prüfwerte gelten für den Schadstoffübergang Boden – Nutzpflanze hinsichtlich gesundheitlich bedenklicher Schadstoffgehalte in Nahrungsmitteln (Blei, Cadmium und Thallium) bzw. für Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen auf Ackerbauflächen (Arsen, Kupfer, Nickel und Zink). Für Wälder sind aus den Prüfwerten der BBodSchV keine Wuchsbeeinträchtigungen abzuleiten. Bei Bäumen sind im Allgemeinen auch bei hohen Schwermetallaufnahmen keine Vitalitätsminderungen festzustellen (vgl. z.B. TRÜBY & ZÖTTL, 1990).

Der Boden zeigt keine Anzeichen, die auf Belastungen aus Salzeinträgen hinweisen. Die Schadstoffgehalte sind gering und liegen im Bereich der Hintergrundgehalte.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2013

Im Vergleich zu 2010 ist eine deutliche Zunahme der pH-Werte im Oh/Aeh-Horizont von 4,08 auf 4,59 in 0,01 m CaCl₂-Lösung und in geringerem Ausmaß im Bv-Horizont von 4,06 auf 4,22 festzustellen. Damit einhergehend hat die Ca-Sättigung der Kationenaustauscher deutlich zugenommen. Die pH-Erhöhung ist evtl. Folge der Auflichtung durch die forstliche Maßnahme und in der damit verbundenen Förderung der Mineralisation der organischen Substanz begründet.

Bei den Königswasser-extrahierbaren Schwermetallen wurden im Oh/Aeh-Horizont höhere Cr-, Pb-, Ni- und Cu-Gehalte bestimmt. Die Gehalte liegen 2013 bei Cr und Ni oberhalb der Hintergrundgehalte.

Die Vorsorgewerte für Nickel werden im Oberboden überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei pH < 5 herabgesetzt: für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend Sand und für Ton entsprechend Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann nicht von einer Anreicherung ausgegangen werden.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Im Vergleich zu 2013 sind die pH-Werte (0,01 m CaCl₂-Lösung) deutlich gesunken und liegen wieder auf dem Niveau von 2010. Im Oberboden von 4,59 auf 4,13 und im Unterboden von 4,22 auf 3,98. Niedrigere Werte sind auch bei der effektiven Kationenaustauschkapazität zu finden. Die Al-Belegung der Kationenaustauscher hat leicht abgenommen. Die Abnahme der Al-Belegung wurde aber durch andere ,saure Kationen (Mn²⁺ und H⁺) 'kompensiert, so dass die Basensättigung unverändert ist. Die abnehmenden pH-Werte sind wahrscheinlich auf verstärkte Humifizierung durch Beschattung zurückzuführen, da sich das Kronendach nach der vorhergehenden Auflichtung wieder verdichtet hat.

Die Schwermetallgesamtgehalte sind unverändert. Bei den ammoniumnitratlöslichen Schwermetallen liegen diesmal alle Gehalte unterhalb der Hintergrund- bzw. Prüfwerte.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

Die Basensättigung war in beiden Horizonten niedriger als in 2016. Dies beruht auf sinkender Ca-Belegung und steigender Al-Belegung.

Die Schwermetallgehalte (Königswasser) liegen im Hintergrundbereich.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|----------|-----------|
| D13 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Mischwaldbestände am Kornberg | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 2010-2019: 25 – 35 m/ 65%; 2020: 45%; 2021: 40% B2: 2010-2021: 15 m/ 5%; B3: 2010-16: 3 – 8 m/ 10%, 2017-2021: 15%; Str: 0,5 – 2 m/ 2010: 5%, 2011: 20%, 2012 – 2016, 2020: 25%, 2017-2019: 30%; 2021: 35% F: 2010, 2012: 35%; 2011, 2013, 2015: 30%; 2014: 40%; 2018: 10%; 2019: 20%; 2020: 2%; 2021: 8% M: 2010-2012, 2016-2019: 0.1 %, 2013, 2015: 0.5%, 2014: 1%; 2020-2021: 0% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Na- me | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 04.6.2010 | 23.5.2011 | 16.5.2012 | 24.5.2013 | 14.5.2014 | 29.5.2015 | 08.6.2016 | 30.5.2017 | 31.5.2018 | 17.7.2019 | 7.5.2020 | 16.5.2021 |
| B1 | <i>Pinus sylvestris</i> | Wald-Kiefer | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 30 | 30 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 5 | 5 |
| | <i>Picea abies</i> | Gemeine Fichte | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| B2 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 25 |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 5 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 30 | 30 | 30 | 25 | 35 |
| | <i>Acer pseudoplat- anus</i> | Bergahorn | - | - | - | 0.1 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - |
| F | <i>Dryopteris carthu- siana</i> | Dorniger Wurmfar n | 10 | 10 | 7 | 5 | 7 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0.1 | 1 |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 10 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 |
| | <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee | 10 | 3 | 3 | 5 | 15 | 10 | 15 | 10 | 5 | 2 | 0.1 | 1 |
| S | <i>Acer pseudopla- tanus</i> | Berg-Ahorn | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.1 |
| S | <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | 1 | 3 | 0.5 | 0.5 | 2 | 1 | - | 0.5 | 0.1 | - | - | 0.1 |
| S | <i>Impatiens glandu- lifera</i> | Drüsiges Spring- kraut | 1 | 2 | 15 | 10 | 4 | 3 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | 0.5 |
| | <i>Athyrium filix- femina</i> | Wald-Frauenfar n | 0.5 | 0.5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | - |
| | <i>Hordelymus euro- paeus</i> | Wald-Haargerste | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | 1 |
| | <i>Gymnocarpium dryopteris</i> | Eichenfar n | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 0.1 |
| S | <i>Alliaria petiolata</i> | Knoblauchsrauke | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | 0.1 |
| S | <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Dryopteris filix- mas</i> | Männlicher Wurm- far n | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| S | <i>Sambucus nigra</i> | Schwarzer Holun- der | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| S | <i>Taraxacum offici- nalis</i> | Wiesen- Löwenzahn | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| S | <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnest- sel | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Epilobium mon- tanum</i> | Berg- Weidenröschen | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 10 | 0.5 | 2 |
| | <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohl- zahn | - | - | 0.5 | 0.1 | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Moehringia triner-</i> | Dreinervige Na- | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|----------|-----------|
| D13 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2010-2021 | | | |
| | Mischwaldbestände am Kornberg | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: B1: 2010-2019: 25 – 35 m/ 65%; 2020: 45%; 2021: 40% B2: 2010-2021: 15 m/ 5%; B3: 2010-16: 3 – 8 m/ 10%, 2017-2021: 15%; Str: 0,5 – 2 m/ 2010: 5%, 2011: 20%, 2012 – 2016, 2020: 25%, 2017-2019: 30%; 2021: 35% F: 2010, 2012: 35%; 2011, 2013, 2015: 30%; 2014: 40%; 2018: 10%; 2019: 20%; 2020: 2%; 2021: 8% M: 2010-2012, 2016-2019: 0.1 %, 2013, 2015: 0.5%, 2014: 1%; 2020-2021: 0% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Na- me | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 04.6.2010 | 23.5.2011 | 16.5.2012 | 24.5.2013 | 14.5.2014 | 29.5.2015 | 08.6.2016 | 30.5.2017 | 31.5.2018 | 17.7.2019 | 7.5.2020 | 16.5.2021 |
| | via | belmiere | | | | | | | | | | | | |
| | Vaccinium myrti- lus | Heidelbeere | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Luzula luzuloides | Wald-Hainsimse | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Chaerophyllum temulum | Taumel- Kälberkopf | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Rosa canina | Hundsrose | - | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | Rubus caesius | Kratzbeere | - | - | - | - | 0.1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| Artenzahl | Feldschicht | | 16 | 17 | 18 | 16 | 16 | 11 | 14 | 15 | 12 | 10 | 9 | 13 |
| M | Hypnum cupres- siforme | Zypressen- Schlafmoos | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - |
| | Polytrichum for- mosum | Schönes Wider- tonmoos | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Brachythecium rutabulum | Krücken- Kegelmoss | - | - | - | - | 0.1 | 0,1 | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - |
| | Pleurozium schreberi | Rotstengelmoss | - | - | - | - | 0.1 | 0,1 | - | - | - | - | - | - |
| | Atrichum undula- tum | Welliges Kathari- nenmoos | - | - | - | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - |
| Artenzahl | Moosschicht | | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Weitere Arten im nahen Umfeld:

Weitere Arten sind im näheren Umfeld nicht vorhanden.

Totholz:

Totholz ist in der Aufnahme-Fläche nicht vorhanden.

Vegetationsanalyse Bestandsaufnahme 2010:

In der Aufnahme-Fläche ist ein Wald-Kiefernbestand ausgebildet. Die Kiefern sind in der herrschenden Baumschicht zahlreich vertreten, nehmen jedoch auf Grund der deutlich kleineren Baumkronen nur einen Kronenschlussgrad von 35 % ein, während die im Südosten mit 2 Exemplaren vertretene Rotbuche trotz geringerer Individuenstärke einen Kronenschlussanteil von 25 % im Bestand ausmacht. Die einzelne Stiel-Eiche hat im Bestand ebenfalls eine nur schmale Krone ausgebildet und tritt mit einem Kronenschlussgrad von 5 % auf, ebenso wie eine einzelne Gemeine Fichte im Norden der Aufnahme-Fläche. Die zwei weiteren Baumschichten sowie die Krautschicht werden von der Rotbuche dominiert. Es liegt die Vermutung nahe, dass es sich um einen potentiellen Rotbuchen-Standort handelt. In der Krautschicht tritt eine Gruppe aus Wald-Sauerklee, Dornigem Wurmfarne, Eichenfarne und Hain-Rispengras als Zeiger schwach saurer Bodenverhältnisse und mäßig stickstoffreicher Bodenstandorte auf. Deutliche Säurezeiger wie die für bodensaure Rotbuchenwälder namensgebende Art Schmalblättrige Hainsimse fehlen vollständig. Die Waldgesellschaft vermittelt bereits zu den Braunnull-Buchenwäldern (Waldmeister-Buchenwald).

Das Nadelholz verjüngt sich am Standort nicht und wurde somit nachweislich in früherer Vergangenheit

forstlich eingebracht.

Vegetationsprognose Bestandsaufnahme 2010:

Eine weitere Auflichtung in der Aufnahme­fläche und im angrenzenden Wald hat eine Ausbreitung der Licht- und Störungszeiger zur Folge. Ohne forstliches Zutun wird sich am Naturstandort ein Rotbuchenwald entwickeln.

Veränderungen zwischen 2010 und 2011:

Durch forstliche Maßnahmen wurde in diesem Zeitraum die Vegetation in dieser Dauerbeobachtungsfläche stark verändert, indem eine Rücketrasse mitten hindurch gelegt und Totholz darin abgelagert wurde. Damit unmittelbar in Zusammenhang zu bringen, ist eine starke Auflichtung sowie eine Eutrophierung in Folge der Förderung der Mineralisierung organischer Substanz. In der Vegetation macht sich diese Standortänderung in einem stärkeren bzw. Neuauftreten von Störungs- und Stickstoffzeigern bemerkbar. Insbesondere das Kleb-Labkraut (*Galium aparine*) und das Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) sind 2011 deutlich stärker vertreten. Neu hinzugekommen sind Himbeere (*Rubus idaeus*) und Berg-Weidenröschen (*Epilobium montanum*), die die lichter­en Verhältnisse ebenfalls anzeigen. Einen Wachstumsschub verursachte die Auflichtung für die Buche, die zum großen Teil aus der Krautschicht in die Strauchschicht hineingewachsen ist. Gleichzeitig mit der Zunahme der Nährstoffzeiger hat sich der Deckungsanteil des Säurezeigers Sauer­klee (*Oxalis acetosella*) deutlich verringert.

Auf Grund einer im Osten direkt angrenzenden großen Lichtung, die durch Sturmwurf und die anschließende Beräumung der Waldfläche entstand, ist die Vegetation der Aufnahme­fläche nicht einheitlich ausgeprägt. Im Norden treten Farne in höheren Deckungsanteilen auf und zeigen die schattigen bis halbschattigen Lichtverhältnisse in diesem Bereich auf - mit 10 % Deckungsanteil allen voran der Dornige Wurm­farn. Der Südteil der Aufnahme­fläche ist aufgelichtet. Infolge von Fäll- und Rückemaßnahmen kommt es auf dem stärker belichteten und damit wärmeren Waldboden zu einer Mobilisierung von Nährstoffen. Die Keimlinge und Jungwuchs von Berg-Ahorn und Vogelkirsche, sowie Löwenzahn, Große Brennnessel, Späte Waldtresse und der Neophyt Drüsiges Springkraut treten als Lichtzeiger auf. Gemeinsam mit dem Kleb-Labkraut und der Knoblauchsrauke, die auch halbschattige Standorte besiedeln, zeigen sie gut nährstoffversorgte Standorte an. Sie treten gewissermaßen als Störungszeiger (S) im Waldbestand innerhalb der Aufnahme­fläche auf. Dasselbe gilt für die Keimlinge von Vogel-Kirsche und Berg-Ahorn, die mit Nährstoffen besser ausgestattete Standorte anzeigen und auf ungestörtem Waldboden in der Aufnahme­fläche nicht zu erwarten sind.

Veränderungen zwischen 2011 und 2012:

Im zweiten Jahr nach dem forstlichen Eingriff in die Dauerbeobachtungsfläche ist weiterhin eine hohe Dynamik der Vegetation der Feld-, als auch der Strauchschicht vorhanden. Die in 2011 neu hinzugekommenen Arten der Feldschicht sind sämtlichst wieder verschwunden. Dafür sind vier neue Arten aufgetreten, darunter mit dem Stechenden Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) ein weiterer Verlichtungs- bzw. Störungszeiger. Als Störungszeiger hat sich gleichzeitig die Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) weiter ausgebreitet. Die lichten Verhältnisse haben weiterhin die Ausbreitung der Rotbuche in der Strauchschicht gefördert. Am meisten fällt jedoch die Invasion des Drüsigen Springkrauts (*Impatiens glandulifera*) auf, das nun nahezu den gesamten Nordosten der Fläche einnimmt. Die forstliche Maßnahme hat in Folge der Auflichtung die Mineralisation der organischen Substanz und Stickstoff-Freisetzung gesorgt, der den Samen des aus dem Himalaya eingeschleppten und damit als Neophyt geltenden Balsaminengewächses einen idealen Nährboden bereitet hat.

Veränderungen zwischen 2012 und 2013:

In 2013 kam es zu keinen gravierenden Änderungen der Vegetation.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Nach dem starken Eingriff durch die Forstwirtschaft in 2011 und der davon ausgehenden Störung der Vegetation, hat sich die Situation wieder „beruhigt“. Die Störungszeiger und insbesondere der Neophyt Drüsiges Springkraut sind zurückgegangen, wohingegen Arten, die konsolidierte Standortverhältnisse der Wälder anzeigen, wie der Sauer­klee und die Farne (v.a. Dorniger Wurm­farn) wieder die Deckungsgrade vor dem Eingriff eingenommen haben. Eine Beeinflussung der Aufnahme­fläche geht auch von einer in 2013/14 in der östlichen Nachbarfläche geworfenen Kiefer aus, deren Stamm auf einer Länge von etwa 5 m im Norden der Aufnahme­fläche zu liegen kam (siehe Karte).

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Die Vegetation hat sich weiter konsolidiert; Störungszeiger sind so gut wie nicht mehr vorhanden. Die entstandene Lücke am Südrand der Aufnahme­fläche wird mittlerweile von strauchhohen Buchen eingenommen. Die Artenzusammensetzung der Krautschicht ähnelt jener vor fünf Jahren.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

In 2016 ist ein weiterer Rückgang der Nährstoff- und Lichtzeiger in der aufgelichteten Südecke der Fläche zu beobachten. Der Einfluss von Störungszeigern hat sich somit gegen Null verringert. Die entstandene Lücke wird mittlerweile von der Vorwaldart Bergahorn eingenommen, der dort die bis zu 2 m hohe Strauchschicht bildet. Auffällig ist auch ein Rückgang des Deckungsgrades der Farne. Farne wachsen luftfeucht und benötigen zumindest etwas Licht, also halb-schattige Klimaverhältnisse. Eine saure Humusaufgabe ist jedoch „notwendige Bedingung“ für das Farn-Wachstum (ELLENBERG 1996: 196). Der Rückgang der Farne, Nährstoff- und Lichtzeiger steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der zunehmenden Beschattung durch den Pflanzenbewuchs.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Störungszeiger sind in der Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche nur noch in geringem Maße nachweisbar. Der Standort kann somit als konsolidiert angesehen werden. Die ehemalige Bestandeslücke der Waldgehölze im Südwesten der Dauerbeobachtungsfläche wird mittlerweile wieder von strauchhohen Buchen eingenommen, die z.T. schon in die 3. Baumschicht hineinragen. Desweiteren ist ein deutlicher Rückgang der Keimlinge von Buche und Bergahorn zu verzeichnen.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

Die Zusammensetzung der Gehölzschichten blieb weitgehend unverändert. In der Feldschicht kamen Stickstoffzeiger fast nicht mehr vor, und wenn dann nur noch in Einzelexemplaren, wie die Große Brennnessel, das Drüsige Springkraut und das Klett-Labkraut. Auch der Bergahorn, der in den Vorjahren relativ stark in der Fläche vertreten war, tritt nur mit wenigen Exemplaren in der Feldschicht auf. Die Art gedeiht besonders gut auf nährstoffreichen Lehmböden. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass die kurzzeitige Basenfreisetzung durch Förderung der Mineralisation in Folge der Beschattungsminderung durch Aufnahme in die Vegetation aufgehoben sind und somit die stärker bodensauereren Standortverhältnisse wieder hergestellt sind.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 ist in der Dauerbeobachtungsfläche ein starkes Aufkommen von Keimlingen der Stieleiche festzustellen, während die anderen Arten rückläufig waren, insbesondere die auf hohe Luftfeuchtigkeit angewiesenen Farne. Eine Auswirkung der Trockenheit der beiden vergangenen Jahre ist dadurch noch feststellbar. Die aktuell wahrnehmbare Durchfeuchtung des Oberbodens hingegen hat Diasporen der Gehölze zum Keimen gebracht.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Im Westen der Dauerbeobachtungsfläche wurden 2 Altbuchen eingeschlagen, 1 Waldkiefer am Nordrand starb ab und zählte zum stehenden Totholz, wodurch es zu einer deutlichen Auflichtung der obersten Baumschicht kam. Die Gesamtdeckung der Bodenvegetation sank trotz guter Durchfeuchtung des Oberbodens um 90% im Vergleich zum Vorjahr. Insbesondere die Farne gingen drastisch zurück, aber auch der Deckungsanteil der Gehölzkeimlinge. Von einem flächendeckenden Bodenbewuchs kann nicht mehr ausgegangen werden.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

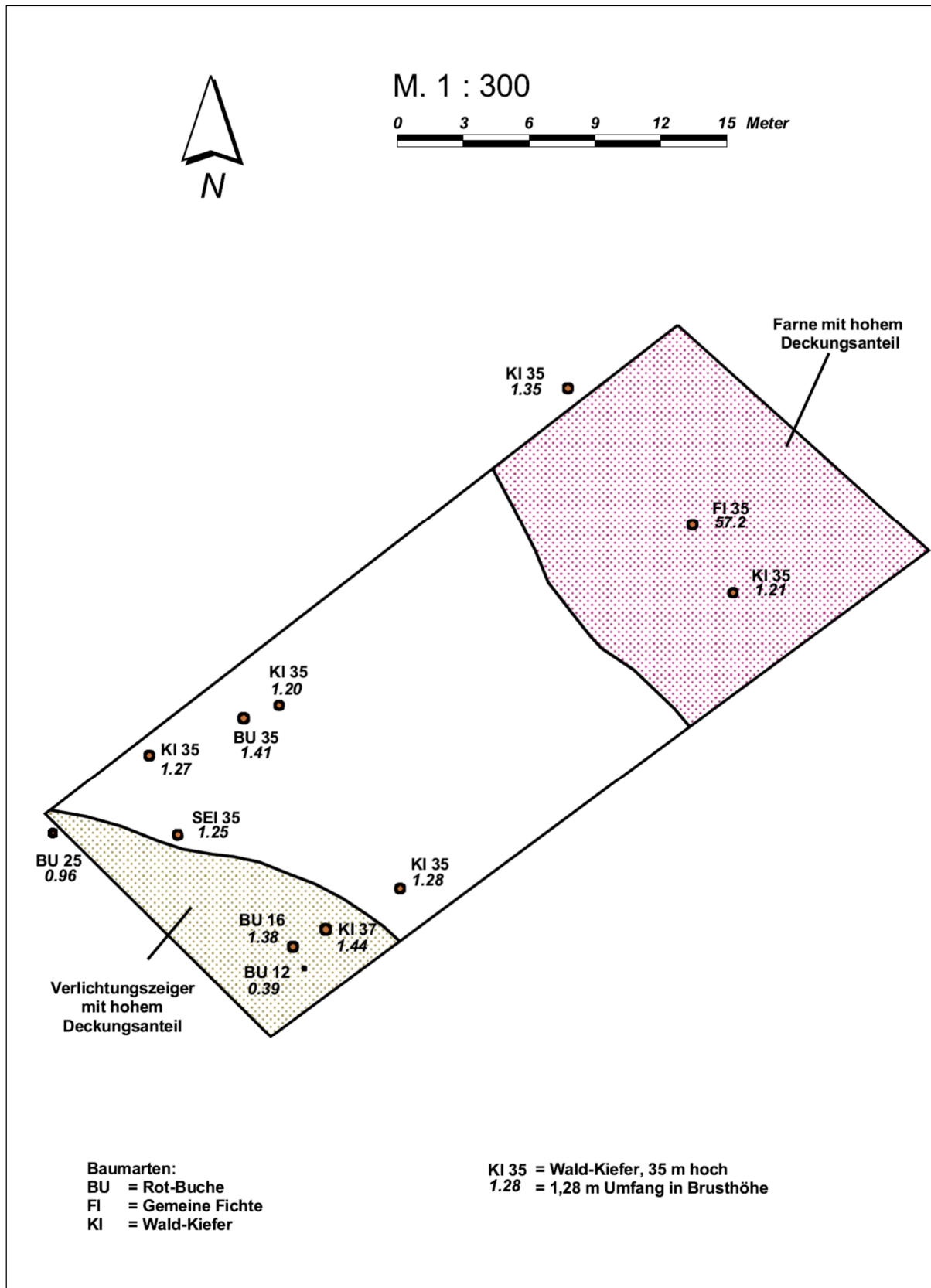
In 2021 wurde im Westen eine weitere Stieleiche eingeschlagen. Stieleiche kommt ab nun in der oberen Baumschicht der Monitoringfläche nicht mehr vor. Eine außerhalb stehende Stieleiche überschirmt die Bodenfläche jedoch mit 1% Deckungsanteil. Stieleichen-Keimlinge bilden aktuell 2% der Vegetation der Feldschicht. Im aufgelichteten Westteil der Fläche sind in der Feldschicht Lichtzeiger stärker vertreten. Auch die Strauchschicht ist nun in diese Lücke hineingewachsen. Es handelt sich dabei um junge Rotbuchen. Ansonsten hat sich die Feldschicht auf Grund weiterhin stark ausgeprägter Laubstreuaufgabe nur schwach erholt. Laubmoose sind aus demselben Grund weiterhin nicht vertreten. Salzpflanzen kommen keine vor.

DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D13****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2010**

Blatt 3.2-2010

Mischwaldbestände am Kornberg

Seite 1

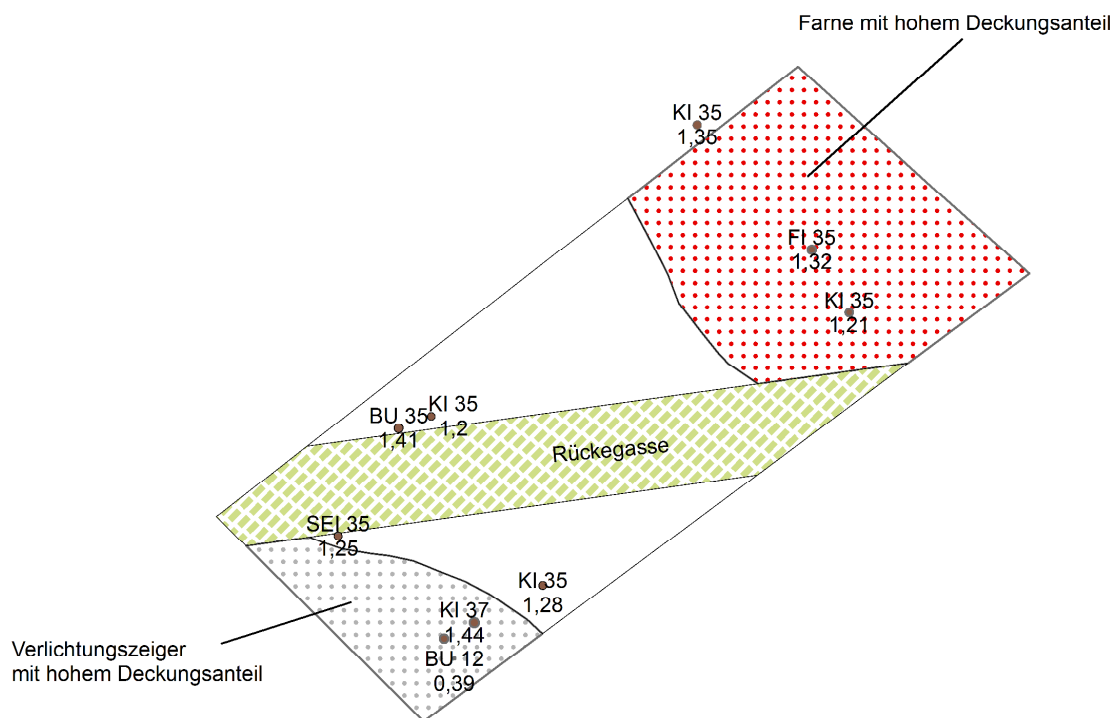


DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN**D13****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2011**

Blatt 3.2-2011

Mischwaldbestände am Kornberg

Seite 2

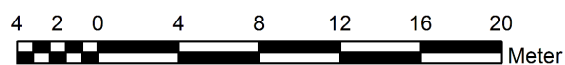


Baumarten:

BU: Rot-Buche
 FI: gemeine Fichte
 KI: Wald-Kiefer

Beispiel:

KI 35 Wald-Kiefer, 35m hoch
 1,21 1,21m Stammumfang in Brusthöhe



Maßstab 1 : 300

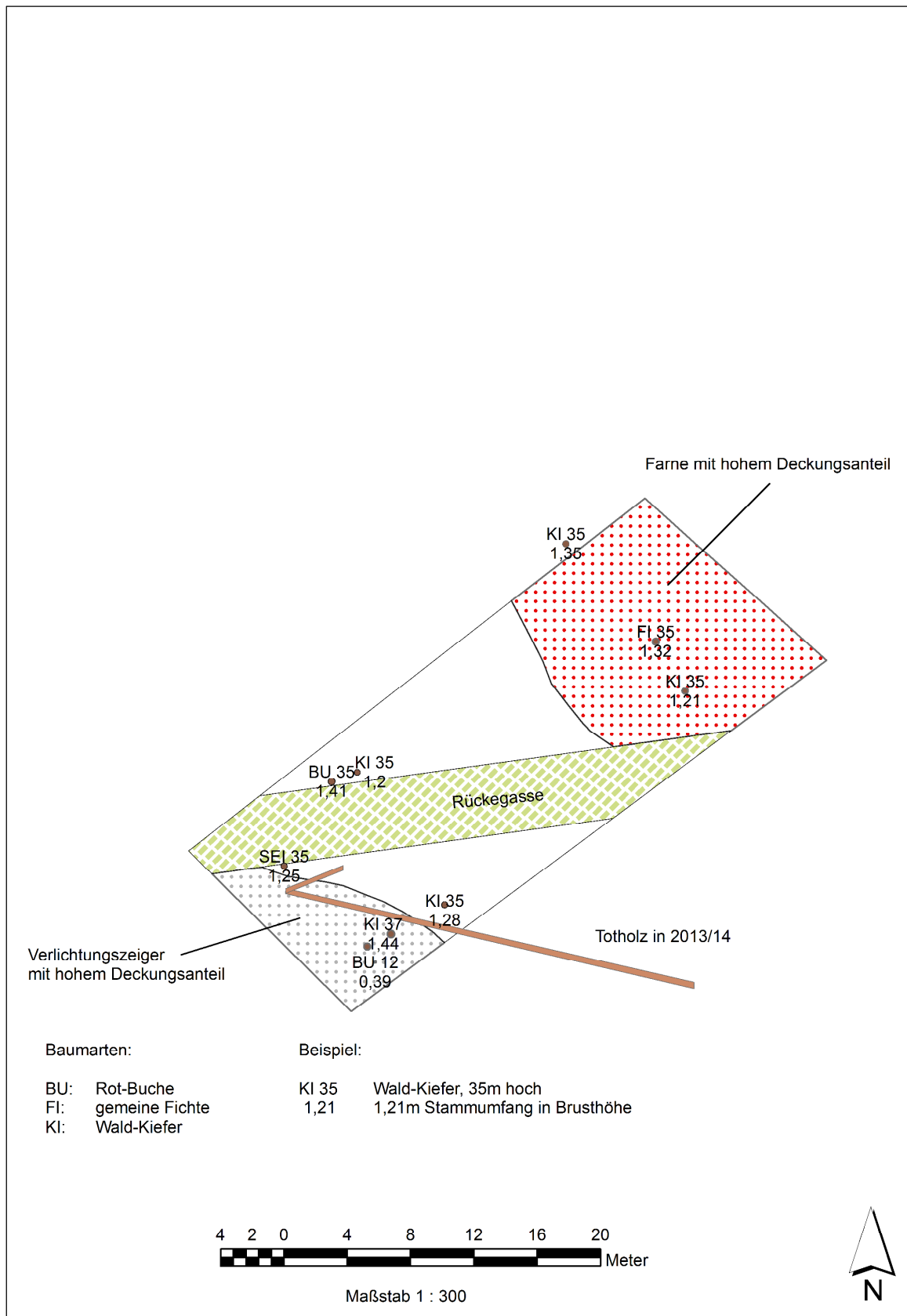


Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen**D13****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2014**

Blatt 3.2-2014

Mischwaldbestände am Kornberg

Seite 3



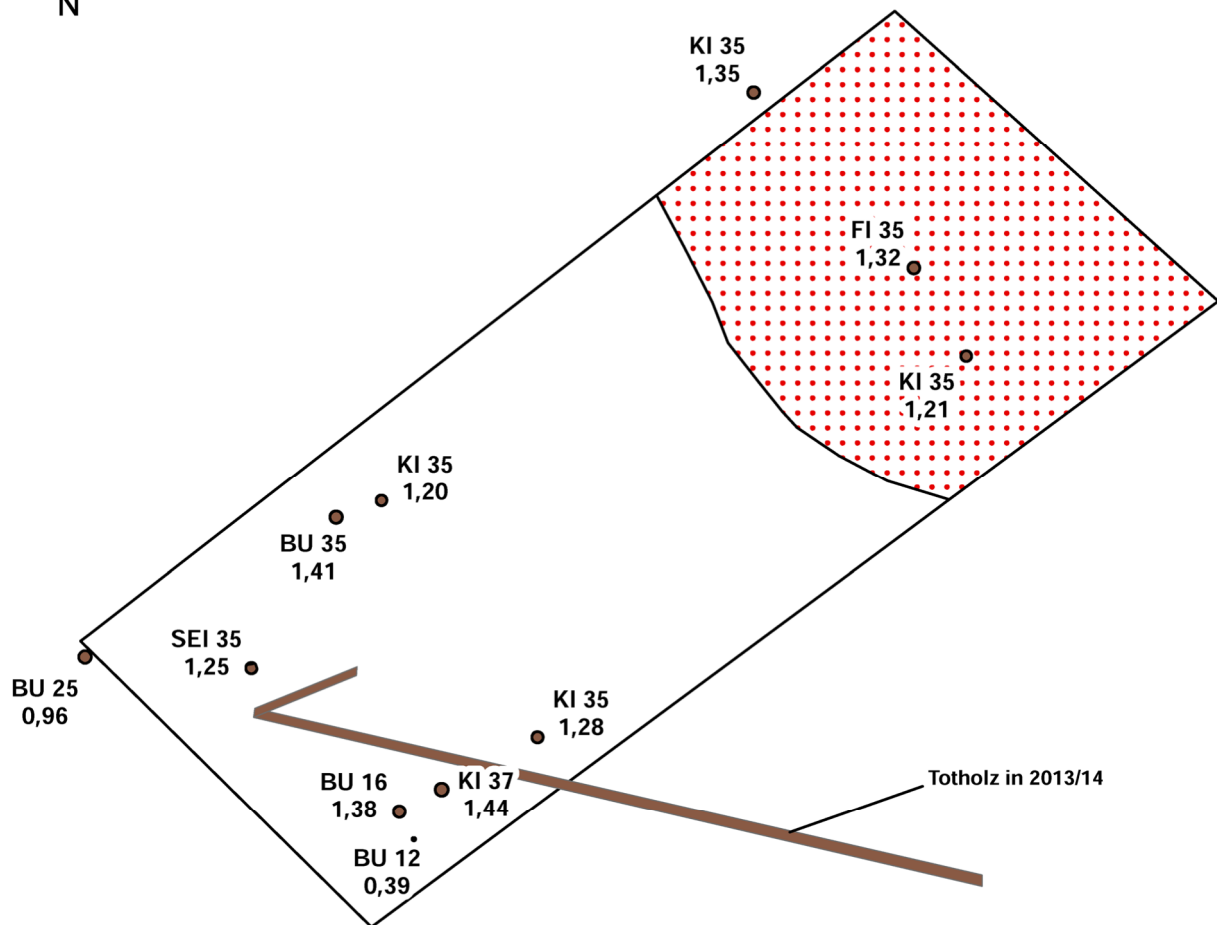
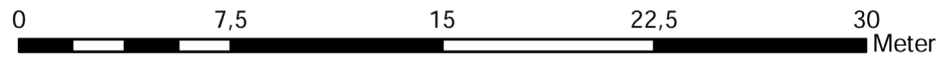
Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen**D13****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2016**

Blatt 3.2-2016

Mischwaldbestände am Kornberg

Seite 4

Maßstab 1:250



Baumarten:

BU Rotbuche
 FI Gemeine Fichte
 KI Wald-Kiefer

SEI 35 = Stieleiche, 35m hoch
 1,19 = 1,19m Umfang in Brusthöhe

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

D13

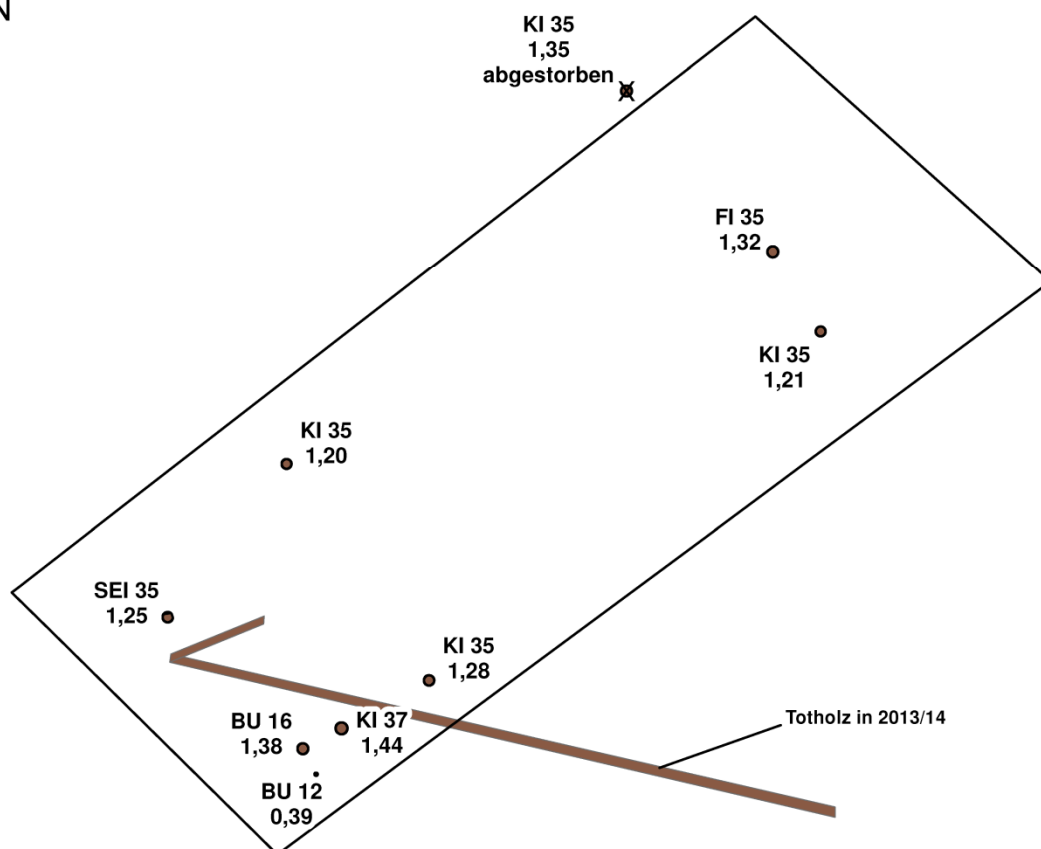
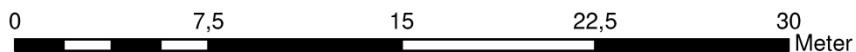
VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2020

Blatt 3.2-2020

Mischwaldbestände am Kornberg

Seite 5

Maßstab 1:250



Baumarten:

BU Rotbuche
 FI Gemeine Fichte
 KI Wald-Kiefer

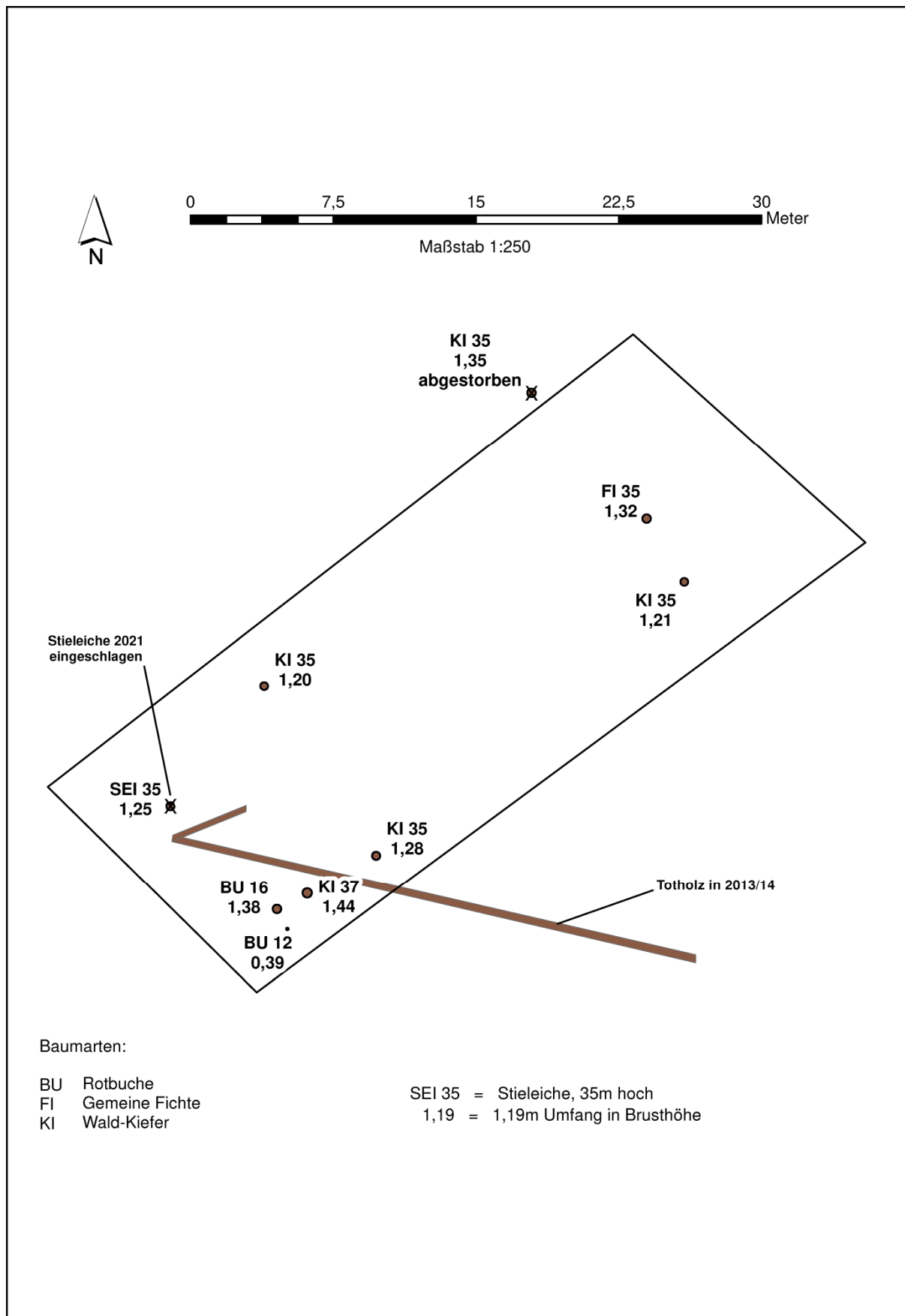
SEI 35 = Stieleiche, 35m hoch
 1,19 = 1,19m Umfang in Brusthöhe



Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen**D13****VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2021**

Blatt 3.2-2021

Mischwaldbestände am Kornberg

Seite 6



| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | |
|--|---|---|
| D14 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Aufforstungsfläche am südöstlichen Haldenrand | |
| <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Untersuchungsfläche D14 liegt in 60 m Entfernung zum südöstlichen Haldenrand. Die blaue Linie des Orthophotos kennzeichnet den derzeitigen Haldenrand.</p> <p><u>Landkreis:</u> Wartburgkreis</p> <p><u>Gemeinde:</u> Unterbreizbach</p> <p><u>Geokoordinaten (GK3) und Höhe ü. NN.:</u> 3567996,68 5632486,25 343,64 m 3568014,57 5632495,02 343,33 m 3568023,15 5632476,91 343,20 m 3568005,31 5632468,14 343,57 m</p> <p><u>Flächengröße:</u> 10 x 10 m, 100 m²</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u> Ost</p> <p><u>Anmerkung:</u> Erstaufnahme im Jahr 2013, Aufforstungsfläche; relativ sehr hohe prognostizierte betriebsbedingte Immissionszusatzbelastung gemäß Ausbreitungsberechnung</p> | | <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto (M 1 : 3.000)</p>  |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Horizontweise Beprobung bis 1 m Tiefe</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2013</p>  | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------|----------------|---|---------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------|-----------|
| D14 | Bodenaufnahme nach bodenkundlicher Kartieranleitung 2013 | | | | | | | | | | Blatt 2.1 | |
| | Aufforstungsfläche am südöstlichen Haldenrand | | | | | | | | | | | |
| Aufnahmedatum: 04.04.2013 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus lösslehmreicher Hauptlage über Basislage des Mittleren Buntsandsteins | | | | | | | |
| | | | | | Humusform: Mull | | | | | | | |
| Tiefe | Hori- zont | Humus | Boden- art | Grob- boden | Ausgangs- gestein | Carbo- nat | Farbe | Aktuelle Feuchte | Vernässungsmerkmale | | | Sonstiges |
| [cm] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | | [Gew. %] | [Munsell] | | [Flächenanteil %] | | | |
| | | | | | | | | | Mangan | Rost flecken | [cm] | |
| 30 | Ap | 2-4 | Ls2 | 2 | Hauptlage Mittlerer Buntsand- stein | 0 | 10 YR 5/3 braun | frisch | 0 | 0 | 0 | |
| 50 | Sw | 0 | Ls2 | 5 | Hauptlage Mittlerer Buntsand- stein | 0 | 10 YR 6/3 blassbraun | frisch | 1 | 3 | 40 | |
| 65 | Sd | 0 | Lt3 | 3 | Basislage Solling Wechsel- folge | 0 | 5YR 5/4 rötlich braun | frisch | 3 | 20 | 20 | |
| 100 | ICv | 0 | Lts | 3 | Basislage Solling Wechsel- folge | 0 | 2,5 YR4/4 rötlich braun | frisch - trocken | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|---------------------------------|---|---|------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------------|------|-----------|--------------------------|------------------|------|-----|----------------|-----|
| D14 | Analyseergebnisse Beprobung 2013 - 2019 | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | | | | |
| | Aufforstungsfläche am südöstlichen Haldenrand | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 04.04.2013, 01.08.2016, 29.11.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus lösslehmreicher Hauptlage über Basislage des Mittleren Buntsandsteins | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont/ Jahr | pH 0,01M CaCl ₂ | pH 0,1M BaCl ₂ | KAK _{eff} BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | | |
| [cm] | | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | |
| - 30 | Ap | 2013 | 5,53 | n.b. | 4,56 | 5,03 | 3,24 | 1,20 | 0,43 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | 0,01 | 0,01 | | | |
| | | 2016 | 5,37 | 5,21 | 4,22 | 5,44 | 3,65 | 1,17 | 0,4 | 0,07 | 0,03 | 0,10 | <0,01 | 0,02 | | | |
| | | 2019 | 5,25 | 4,95 | 4,65 | 5,61 | 3,52 | 1,18 | 0,54 | 0,05 | 0,15 | 0,13 | 0,01 | 0,03 | | | |
| - 50 | Sw | 2013 | 4,59 | n.b. | 5,25 | 5,24 | 3,07 | 1,11 | 0,46 | 0,03 | 0,44 | 0,05 | 0,01 | 0,07 | | | |
| | | 2016 | 5,10 | 5,08 | 3,87 | 5,04 | 3,31 | 1,18 | 0,32 | 0,08 | 0,05 | 0,07 | <0,01 | 0,03 | | | |
| | | 2019 | 5,17 | 4,88 | 4,87 | 5,27 | 3,30 | 1,22 | 0,40 | 0,05 | 0,19 | 0,06 | 0,01 | 0,04 | | | |
| - 100 | Sd/ ICv | 2013 | 3,71 | n.b. | 6,72 | 6,72 | 2,34 | 1,06 | 0,44 | 0,04 | 2,54 | 0,03 | 0,01 | 0,26 | | | |
| | | 2016 | 4,07 | 4,26 | 5,21 | 6,34 | 2,96 | 1,13 | 0,40 | 0,08 | 1,49 | 0,04 | 0,01 | 0,23 | | | |
| | | 2019 | 3,99 | 4,25 | 6,55 | 6,64 | 2,42 | 1,21 | 0,47 | 0,04 | 2,19 | 0,02 | 0,06 | 0,23 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | |
| | | pH | el.L. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| - 30 | Ap | 2013 | 6,25 | 31,6 | n.b. | 1,72 | 1,01 | 97,2 | 64,4 | 23,9 | 8,5 | 0,5 | 0,8 | 1,6 | 0,2 | 0,2 | |
| | | 2016 | 6,69 | 30,5 | 0,66 | n.b. | 0,66 | <0,5 | 97,2 | 67,1 | 21,5 | 7,4 | 1,3 | 0,5 | 1,8 | n.b. | 0,4 |
| | | 2019 | 6,31 | 34,1 | 1,02 | 0,98 | 1,16 | 2,16 | 94,3 | 62,7 | 21,0 | 9,6 | 0,9 | 2,7 | 2,3 | 0,2 | 0,5 |
| - 50 | Sw | 2013 | 5,77 | 21,8 | n.b. | 1,34 | 2,40 | 89,1 | 58,6 | 21,2 | 8,8 | 0,6 | 8,4 | 1,0 | 0,2 | 1,3 | |
| | | 2016 | 6,35 | 15,6 | 0,63 | n.b. | 0,53 | 1,56 | 97,0 | 65,7 | 23,4 | 6,3 | 1,6 | 1,0 | 1,4 | n.b. | 0,6 |
| | | 2019 | 6,60 | 19,6 | 1,10 | 0,44 | 1,49 | 2,64 | 94,3 | 62,6 | 23,1 | 7,6 | 0,9 | 3,6 | 1,1 | 0,2 | 0,8 |
| - 100 | Sd/ ICv | 2013 | 5,35 | 18,8 | n.b. | n.b. | 1,54 | 2,54 | 57,7 | 34,8 | 15,8 | 6,5 | 0,6 | 37,8 | 0,4 | 0,1 | 3,9 |
| | | 2016 | 6,55 | 14,0 | 0,56 | n.b. | <0,5 | 1,39 | 72,1 | 46,7 | 17,8 | 6,3 | 1,3 | 23,5 | 0,6 | 0,2 | 3,6 |
| | | 2019 | 6,62 | 13,3 | 0,74 | 0,16 | 1,12 | 3,18 | 62,3 | 36,4 | 18,2 | 7,1 | 0,6 | 33,0 | 0,3 | 0,9 | 3,5 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | 5 | | 5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | 10 | | 10 | | magnesian properties (Mg>Ca) | | | | 6,0 | sodic properties | | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | 15 | | 15 | | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | natric | | | | |

¹ Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| | | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------------|-----------|--------|-----------------|------|--------------|------|------|------|--------------------|------|------------------|--|
| | | pH | el.Leitf. | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR ¹ | |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | [mg/l] | | | | | | | |
| -10 | Ah/2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| -43 | Bv/2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| -100 | Sd/ICv/2013 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| salzhaltig (z) AG Boden (2005) gering salzhaltig | | | 750 | | | | erhöht | 20 | 20 | 20 | natric (IUSS 2014) | | 13 | |
| Pflanzenwuchsbeeinträchtigung bei empfindlichen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mäßig salin | | | 2000 | | | | hoch | 100 | 50 | 200 | | | | |
| Wuchsbeeinträchtigung bei vielen Pflanzen (Abrol et. al. 1998) mittel salin; (FAO, 2006) hyposalic | | | 4000 | | | | sehr hoch | 1000 | | 3900 | | | | |
| nur besonders salzverträgliche Pflanzen ohne starke Wuchsbe- einträchtigungen (Abrol et. al. 1998) hoch bis sehr hoch salin; salic, wenn pH ≥8,5 (FAO, 2006) | | | 8000 | | | | | | | | | | | |
| salic (FAO. 2006) | | | 15000 | | | | | | | | | | | |

¹ sodium adsorption rate (Natriumadsorptionsrate) $\frac{Na}{2\sqrt{Ca+Mg/2}}$ [in mmol (+) / l]

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|--------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| -30 | Ap/2013 | 4,8 | 15,9 | < 0,20 | 14,1 | 3,5 | 7,3 | < 0,2 | 24,8 | < 0,05 |
| | 2016 | 3,46 | 15,1 | < 0,2 | 12,1 | 3,9 | 6,6 | < 0,40 | 24,5 | 0,08 |
| | 2019 | 5,8 | 18,6 | < 0,10 | 15,8 | 6,6 | 11,8 | < 0,20 | 29,5 | 0,07 |
| -50 | Sw/2013 | 4,8 | 9,5 | < 0,20 | 18,0 | 4,2 | 11,2 | < 0,2 | 25,5 | < 0,05 |
| | 2016 | 4,42 | 10,5 | < 0,2 | 15,6 | 3,9 | 9,1 | < 0,40 | 24,8 | 0,05 |
| | 2019 | 5,8 | 14,3 | < 0,10 | 18,9 | 6,9 | 14,4 | < 0,20 | 29,2 | < 0,05 |
| -100 | Sd/ICv/2013 | 2,7 | 3,9 | < 0,20 | 18,1 | 5,2 | 5,2 | < 0,2 | 25,5 | < 0,05 |
| | 2016 | 3,61 | 4,1 | < 0,2 | 28,4 | 5,2 | 13,2 | < 0,40 | 24,8 | < 0,05 |
| | 2019 | 3,9 | 5,0 | < 0,10 | 24,7 | 8,9 | 21,3 | 0,22 | 31,9 | < 0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | 12 | 37 | 0,44 | 43 | 18 | 35 | 0,25 | 69 | 0,07 |
| Hintergrundwerte Untergrund ³ | | 18 | 46 | 0,59 | 64 | 33 | 89 | 0,41 | 107 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | |
| -30 | Ap/2013 | < 5,0 | < 20 | 23 | < 10 | < 10 | < 20 | < 20 | < 100 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 59 | < 10 | 13,9 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 250 | < 2,0 |
| -50 | Sw/2013 | < 5,0 | < 20 | 37 | < 10 | < 10 | 34 | < 20 | < 100 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 52 | < 10 | < 10 | 15 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 270 | < 2,0 |
| -100 | Sd/ICv/2013 | < 5,0 | 74 | 18 | 18 | 36 | 112 | < 20 | < 100 | < 2,0 |
| | 2016 | < 5,0 | < 20 | 33 | < 10 | 29 | 63 | < 10 | < 100 | < 2,0 |
| | 2019 | < 100 | < 40 | < 15 | 79 | 180 | 510 | < 40 | 580 | < 2,0 |
| Tiefe | Horizont | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| -30 | Ap/2013 | n.n. | <0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | <0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| -50 | Sw/2013 | n.n. | <0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | <0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| -100 | Sd/ICv/2013 | n.n. | <0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2016 | n.n. | <0,05 | | n.n. | | | | | |
| | 2019 | n.n. | < 0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁵ | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberböden Wald und ²Unterböden sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten, ³Untergrund lössarme Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011),

⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Bei den im Jahr 2019 rot markierten Königswassergehalten wird von einem Analysenfehler ausgegangen

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse:

Bestandsaufnahme 2013

Die Monitoringfläche liegt nur 60 m vom Haldenrand der ESTA-Rückstandshalde entfernt in einer Aufforstungsfläche. Nach Ausbreitungsberechnung lässt die Fläche relativ sehr hohe betriebsbedingte Staub- und Feinstaubeträge aus der Halde erwarten. Die Fläche liegt auf einem ehemaligen in nordöstlicher Richtung verlaufenden Hangrücken. Die nordöstliche Hangschulter ist mittlerweile von der ESTA-Rückstandshalde überschüttet.

Am Standort hat sich ein Pseudogley aus dem Mittleren Buntsandstein entwickelt. Die Fläche ist erst kürzlich aufgeforstet worden und wurde vorher als Acker genutzt. Die Bodenart der Hauptlage ist schwach sandiger Lehm und im Unterboden mit Basislage toniger Lehm bis sandig toniger Lehm. Das Niederschlagswasser staut sich auf dem tonigeren Unterboden und fließt wegen der geringen Hangneigung nur langsam lateral ab.

In Folge der früheren ackerbaulichen Nutzung mit Düngung ist der pH-Wert und die Basensättigung nutzungsbedingt relativ hoch. Der Boden ist mäßig bis sehr schwach sauer. Die pH-Werte und austauschbaren 'basischen Kationen' nehmen zum Unterboden hin ab.

Das austauschbare Natrium und die elektrische Leitfähigkeit des Eluats sind gering, so dass keine Salzanreicherung festzustellen ist.

Die Schadstoffgehalte sind gering. Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind nicht nachweisbar. Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasserextrakt) liegen mit Ausnahme von Chrom im Hintergrundbereich ohne dass die Vorsorgewerte der BBodSchV überschritten wurden. In Folge der relativ hohen pH-Werte sind die Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV nicht überschritten worden.

Der Boden zeigt keine Anzeichen, die auf Belastungen aus Salzeinträgen bzw. Schadstoffen aus dem Kali-bergbau hinweisen.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2016

Während die pH-Werte (0,01 M CaCl_2) im Oberboden von 5,53 auf 5,37 abgenommen haben, sind die pH-Werte im Unterboden sehr stark von 4,59 auf 5,10 bzw. von 3,71 auf 4,07 angestiegen. Die pH-Anstiege korrelieren im Unterboden mit einer abnehmenden Aluminiumbelegung / Basensättigung und ansteigender Ca-Belegung. Hinweise auf Versalzungen liegen auch 2016 nicht vor. Die Cl^- , SO_4^{2-} und Na-Gehalte des Eluates sind vielmehr sehr gering.

Cr liegt weiterhin in allen Horizonten, Ni im Sw- und Sd/ICv-Horizont, oberhalb der Hintergrundwerte. In 50 – 100 cm Tiefe ist eine deutliche Zunahme der Cr- und Ni-Gehalte des Königswasserextraktes zu finden. Diese ist voraussichtlich einer hohen räumlichen Variabilität dieser Gehalte geschuldet. Im Ammoniumnitratextrakt liegen Cd, Cu und Ni deutlich über den Prüfwerten.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 2019

In der Basensättigung ist eine leichte Abnahme zu verzeichnen, was sich auch in der prozentualen Kationenbelegung des basischen Kations Ca widerspiegelt. Dafür nimmt Al zu.

Die Schwermetallgehalte (Königswasser) stiegen insbesondere bei Cu und Ni an, was auf Analysenfehler zurückgeführt wird (siehe Kap.2.3.1).

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|----------|-----------|
| D14 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2013 - 2021 | | | | | | | | Blatt 3.2-2021 | | |
| | Neuaufforstung mit Eiche und Hainbuche am südwestl. Haldenfuß | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | |
| B1: 2013: 0,5 – 2 m/ 35%, 2014: 1 – 3,5 m/50%; 2015: 1 – 4 m/65%; 2016: 2,5 – 5 m Höhe, fast Dichtschluss (95%); 2017: 4 – 6 m hoch, 95%; 2018-2020: 100%; 2021: bis 15 m hoch/95% | | | | | | | | | | | |
| Kr.: 2013: 90%; 2014: 85%; 2015: 85%; 2016: 75%; 2017: 60%; 2018: 10%; 2019: 30%; 2020: 15%; 2021: 18% | | | | | | | | | | | |
| M: 2014-2016: 15%; 2017: 35%; 2018: 30%; 2019: 5%; 2020: 0%; 2021: 30% | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | |
| | | | 21.5.2013 | 13.6.2014 | 16.6.2015 | 08.6.2016 | 11.7.2017 | 17.8.2018 | 18.7.2019 | 9.9.2020 | 17.9.2021 |
| B | <i>Betula pendula</i> | Weiß-, Hänge-Birke | 10 | 25 | 35 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 10 | 8 | 5 | 2 | 2 | - | - | - | - |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 10 | 12 | 15 | 15 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | <i>Salix caprea</i> | Salweide | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | <i>Pinus silvestris</i> | Waldkiefer | 0.1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - |
| | <i>Crataegus monogyna</i> | Eingrifflicher Weißdorn | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - |
| Kr | <i>Taraxacum officinale</i> | Wiesen-Löwenzahn | 75 | 65 | 35 | 30 | 30 | 1 | 1 | 0.5 | 0.1 |
| | <i>Holcus lanatus</i> | Wolliges Honiggras | 15 | 30 | 40 | 50 | - | - | - | - | - |
| | <i>Festuca rubra</i> | Rotschwingel | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Dactylis glomerata</i> | Gemeines Knäulgras | 3 | 3 | 1 | 0.5 | 0.1 | - | - | 0.5 | - |
| | <i>Rumex acetosa</i> | Sauerampfer | 1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Cerastium holosteoides</i> | Gewöhl. Hornkraut | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - | - |
| | <i>Crepis biennis</i> | Wiesen-Pippau | 0.5 | 1 | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Daucus carota</i> | Wilde Möhre | 0.5 | - | - | 0.1 | 0.5 | - | 0.1 | - | - |
| | <i>Poa pratensis</i> | Wiesenrispengras | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Alopecurus pratensis</i> | Wiesen-Fuchsschwanz | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Arabidopsis thaliana</i> | Acker-Schmalwand | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Arrhenatherum elatius</i> | Glatthafer | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Campanula patula</i> | Wiesen-Glockenblume | 0.1 | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Cirsium vulgare</i> | Lanzett-Kratzdistel | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | 0.1 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Epilobium angustifolium</i> | Schmalblättriges Weidenröschen | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz | 0.1 | - | 1 | 1 | 1 | - | 0.5 | - | 1 |
| | <i>Juncus effusus</i> | Flatterbinse | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | 0.1 | - | - | - | - |
| | <i>Luzula campestris</i> | Feld-Hainsimse | 0.1 | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Medicago lupulina</i> | Kleiner Schneckenklee | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Melilotus alba</i> | Weißer Steinklee | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Plantago lanceolata</i> | Spitzwegerich | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere | 0.1 | 0.1 | 3 | 1 | 5 | - | - | - | 1 |
| | <i>Rumex crispus</i> | Krauser Ampfer | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Senecio jacobaea</i> | Jakobs Greiskraut | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Poa trivialis</i> | Gewöhl. Rispengras | - | 5 | 5 | 7 | - | - | - | - | - |
| | <i>Epilobium montanum</i> | Ber-Weidenröschen | - | 1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Geranium columbinum</i> | Tauben-Storchschnabel | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Vicia tetrasperma</i> | Viersamige Wicke | - | 1 | 0.5 | 0.5 | - | - | - | - | - |
| | <i>Hypericum perforatum</i> | Tüpfel-Hartheu | - | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | - | - | - | - |
| | <i>Bromus hordeaceus</i> | Behaarte Tresse | - | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Leontodon hispidus</i> | Behaarter Löwenzahn | - | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Veronica officinalis</i> | Echter Ehrenpreis | - | - | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Agrimonia eupatoria</i> | Gewöhnlicher Odermennig | - | - | 0,1 | 0.1 | - | - | - | - | - |

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|----------|-----------|
| D14 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2013 - 2021 | | | | | | | | Blatt 3.2-2021 | | |
| | Neuaufforstung mit Eiche und Hainbuche am südwestl. Haldenfuß | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | |
| B1: 2013: 0,5 – 2 m/ 35%, 2014: 1 – 3,5 m/50%; 2015: 1 – 4 m/65%; 2016: 2,5 – 5 m Höhe, fast Dichtschluss (95%); 2017: 4 – 6 m hoch, 95%; 2018-2020: 100%; 2021: bis 15 m hoch/95% | | | | | | | | | | | |
| Kr.: 2013: 90%; 2014: 85%; 2015: 85%; 2016: 75%; 2017: 60%; 2018: 10%; 2019: 30%; 2020: 15%; 2021: 18% | | | | | | | | | | | |
| M: 2014-2016: 15%; 2017: 35%; 2018: 30%; 2019: 5%; 2020: 0%; 2021: 30% | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | |
| | | | 21.5.2013 | 13.6.2014 | 16.6.2015 | 08.6.2016 | 11.7.2017 | 17.8.2018 | 18.7.2019 | 9.9.2020 | 17.9.2021 |
| | <i>Cirsium palustre</i> | Sumpf-Kratdistel | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - |
| | <i>Geranium robertianum</i> | Stink-Storchnabel | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Myosotis arvensis</i> | Acker-Vergissmeinnicht | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Vicia sepium</i> | Zaunwicke | - | - | - | 0.1 | - | - | - | - | - |
| | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | - | - | - | - | 35 | 10 | 30 | 15 | 15 |
| | <i>Calamagrostis epigejos</i> | Landschilf | - | - | - | - | 1 | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Ranunculus repens</i> | Kriechender Hahnenfuß | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| | <i>Fragaria vesca</i> | Wald-Erdbeere | - | - | - | - | 0.1 | - | - | 0.5 | 0.5 |
| | <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | - | - | - | - | - | - | - | - | ß.1 |
| Artenzahl | Krautschicht | | 25 | 18 | 18 | 18 | 11 | 3 | 4 | 5 | 8 |
| M | <i>Scleropodium purum</i> | Grünstengelmoos | - | 15 | - | - | 35 | 10 | - | - | 30 |
| | <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | | - | - | - | - | - | 20 | - | - | - |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Katharinenmoos | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | <i>Hylocomium splendens</i> | Etagenmoos | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 |
| P | <i>Clitocybe odorata</i> | Grüner Anis-Trichterling | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 |
| | <i>Laccaria laccata</i> | Rötlicher Lacktrichterling | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 |

Totholz ist in der Aufnahme­fläche nicht vorhanden.

Vegetationsanalyse Bestandsaufnahme 2013:

In der Feldschicht nehmen in Folge der früheren ackerbaulichen Nutzung Stickstoffzeiger wie *Taraxacum officinale*, *Epilobium angustifolium*, *Cirsium vulgare* und *Geum urbanum* einen hohen Deckungsanteil ein. Außerdem weist auch das Auftreten der Pionier- (P) und Brachearten (B) auf die ackerbauliche Nutzung. Dazu zählen *Taraxacum officinale* (P), aber auch *Melilotus alba* (P), *Dactylis glomerata* (B), *Daucus carota* (P), *Epilobium angustifolium* (P), *Tanacetum vulgare* (P), *Cirsium vulgare* (P), *Arabidopsis thaliana* (P) und *Rumex crispus* (P).

Wegen der Staunässe sind mit *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis*, *Juncus effusus* und *Deschampsia cespitosa* auch Frische- bis Wechselfeuchtezeiger stark vertreten. Auch *Taraxacum officinale* ist eher auf frischen bis wechselfeuchten Standorten anzutreffen. Die Wiesenarten *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Alopecurus pratensis*, *Crepis biennis*, *Rumex acetosa*, *Campanula patula*, *Senecio jacobaea* und *Arrhenatherum elatius* sind relativ schnittresistent. Deren Vorkommen könnte auf die Pflege der Fläche durch Mulchen hinweisen.

Vegetationsprognose Folgejahre:

In der jungen Aufforstungsfläche ist von einer hohen Dynamik der Vegetation sowohl in der Feldschicht, als auch in der Baumschicht auszugehen. Der Deckungsgrad der Feldschicht ist momentan noch sehr hoch. Mit der fortschreitenden Übersattung durch die stärker raumgreifenden Gehölze wird dieser abnehmen. Von starken Veränderungen der Artenzusammensetzung ist ebenfalls auszugehen. Die Pionierarten und Lichtzeiger werden zurückgehen oder verschwinden, mit der Zeit auch die Stickstoffzeiger. Von einer Ausbreitung von Halbschatten- bis Schattenzeigern bzw. früh blühenden Arten, also Kräutern und Gräsern der

Wälder, ist auszugehen.

Veränderungen zwischen 2013 und 2014:

Die Vegetationsaufnahme von 2014 zeigt bereits ein deutliches Gehölzwachstum an. Insbesondere die Pionierbaumart Weißbirke (*Betula pendula*) hat sich in der Aufnahme­fläche stark ausgebreitet. In der Krautschicht ist der Rohbodenpionier Wiesen-Löwenzahn nur wenig zurückgegangen. Mit dem Tüpfel-Hartheu, dem Berg-Weidenröschen, der Himbeere, und der Zweijährigen Pippau sind Versaumungszeiger bereits deutlich vertreten. Die wechselfeuchten Standortverhältnisse werden vom Wolligen Honiggras, vom Gewöhnlichen Rispengras, von Viersamer Wicke und von der Flatterbinse angezeigt, die ihre Areale zum Teil deutlich vergrößert haben. Ein Einfluß der nahegelegenen Halde auf die Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche ist nicht feststellbar.

Veränderungen zwischen 2014 und 2015:

Die angepflanzten Gehölze haben auf der Sukzessionsfläche mittlerweile das Dickungs-Stadium erreicht. Das Kronendach ist weitgehend geschlossen. Die Pionierart Weißbirke hat im Vergleich zur Stieleiche an Höhe gewonnen. Lichtzeiger unter den Arten der Krautschicht, dazu zählt z.B. der Wiesen-Löwenzahn, nehmen auf Grund des zunehmenden Lichtmangels immer geringere Deckungsanteile ein. Arten halbschattiger Staudensäume haben sich hingegen ausgebreitet. Dazu zählen Himbeere, Echte Nelkenwurz und Gewöhnlicher Odernennig. Auffällig sind salztolerante Arten (Salz) wie Wolliges Honiggras, Gewöhnliches Rispengras und Gewöhnliches Hornkraut, die 2015 zusammen einen Deckungsgrad von 45 einnahmen. Salztolerante Arten sind meist auf salzfreien bis salzarmen Böden zu finden. Gelegentlich kommen Sie auch auf leicht salzhaltigen Böden vor. Das Vorkommen von salztoleranten Arten ist demnach im Regelfall nicht auf erhöhte Salzgehalte des Bodens zurückzuführen. Für den Standort gilt dies im Besonderen, da die elektrische Leitfähigkeit und Na-Sättigung sehr gering sind und somit nach den vorliegenden Bodenanalysen keinerlei Hinweise auf eine Salzbelastung vorliegt.

Veränderungen zwischen 2015 und 2016:

Die Gehölze haben in der Dauerbeobachtungsfläche nun dicht geschlossen und eine Höhe bis zu 5 Metern erreicht. Von der Vegetation kann man nun bereits als Wald reden. 55 % davon werden von den Pioniergehölzen Hänge-Birke und Salweide eingenommen. Stieleiche ist bei etwa 5 % Deckungsanteil geblieben und wächst im lichten Schirm der Pionierbaumarten auf, der Anteil der Hainbuche ist jedoch mittlerweile auf 2 % gesunken, wobei die Waldkiefer ihren Anteil auf 10 % verdoppelt hat. Die Feldschicht ist mit 75 % Gesamtdeckung weiterhin stark ausgeprägt. Schatten ertragende und in dem Fall eine gute Nährstoffversorgung anzeigende Wald-Arten, dies sind die Echte Nelkenwurz und der Stink-Storchnabel, sind darin bereits vertreten. Auffällig ist die weiterhin fortschreitende Ausbreitung der salztoleranten Art Wolliges Honiggras. Unter den gegebenen frischen Bodenverhältnissen wäre es jedoch auch im Grünland auf diesem Standort als dominante Art zu erwarten.

Veränderungen zwischen 2016 und 2017:

Innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche ist in der Baumschicht mittlerweile ein Trend zur Entwicklung eines Waldkiefern-Stieleichenwaldes erkennbar. Die Deckungsanteile beider Baumarten haben im Vergleich zum Vorjahr weiter zugenommen. Unter dem nun fast geschlossenen und somit nur wenig lichtdurchlässigen Kronendach wurden in der Krautschicht in 2017 nur noch 11 Arten nachgewiesen (Vorjahr noch 18, Beginn des Monitorings in 2013: 25). Die „Saumart“ Himbeere tritt in Randbereichen und kleinen Lücken der Baumschicht auf und hat ihr Areal in 2017 nur gering ausgebaut. Auffällig ist, dass „Halblichtzeiger“ wie das Gewöhnliche Rispengras und das Wollige Honiggras, beide im Vorjahr noch mit hohen Deckungsanteilen vorhanden, in der Fläche gar nicht mehr vorkamen. Sie wurden von der „Halbschattenpflanze“ Hain-Rispengras abgelöst, einer kennzeichnenden Gras-Art für halbschattige Wälder. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass es sich sowohl beim Gewöhnlichen Rispengras, als auch beim Wolligen Honiggras um salztolerante Arten handelt, die nach Dichtschluss der Baumschicht keine Konkurrenzvorteile mehr erlangten. Die salztolerante Art Wiesen-Löwenzahn ist jedoch mit einem gleichbleibend hohen Deckungsanteil von 30% auch 2017 in der Dauerbeobachtungsfläche nachweisbar.

Sehr stark in der Fläche ausgebreitet, hat sich das Grünstengelmoos. Laubmoose können als Zeigerpflanzen für eine Verdichtung des Oberbodens herangezogen werden. Das Grünstengelmoos zeigt als „Halbschattenart“ und „Mäüsigssäurezeiger“ (ELLENBERG et al. 1991: 208) die typischen Standortverhältnisse des jungen Waldes an.

Veränderungen zwischen 2017 und 2018:

2018 war der Gehölzbestand dicht geschlossen. Licht erreichte dadurch kaum noch den Boden. Sogar der Halbschatten-Zeiger Hain-Rispengras ging deutlich, um mehr als 50% in der Fläche zurück. Störungszeiger waren fast nicht mehr zu verzeichnen. Vom Wiesen-Löwenzahn, der im Vorjahr noch etwa 30% des Wald-

bodens bedeckte, blieben wenige Blattrosetten übrig. Landschilf ging auf wenige Exemplare um 50% zurück. Die Himbeere wurde vollkommen ausgedunkelt.

Mit Birke und Salweide sind Pionierbaumarten weiterhin dominant. Stieleiche und Waldkiefer, bei Pflanzung zwei der Zielarten, haben an Deckungsanteil auf nunmehr fast 50% zugewonnen. Bezüglich der Bodenvegetation kann der Gehölzbestand nun erstmals als Wald angesprochen werden.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 hat sich das halbschattige Waldstandorte anzeigende Hain-Rispengras erneut in der Feldschicht der Dauerbeobachtungsfläche ausgebreitet. Alle weiteren Kräuter und Gräser wurden weitgehend ausgedunkelt. Die Vegetation hat sich weiter zu einem Eichenwald bodensaurer Standorte entwickelt.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Die Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche entspricht weiterhin der eines jungen Eichenwaldes auf bodensaurem Standort und somit der potentiell natürlichen Vegetation. Das charakteristische Hain-Rispengras ist im Vergleich zum Vorjahr zwar um die Hälfte zurückgegangen, ist aber immer noch die dominante Art der Feldschicht. In den Randbereichen der Aufnahmefläche traten mit Landschilf und Wald-Erdbeere in geringem Maße auch wieder 2 Arten der Waldsäume und Schlagfluren auf.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 kam es in der Baumschicht zu einer schwachen Höhendifferenzierung: Die vorwüchsige Birke nimmt nun den oberen Kronenraum ein, während die im Vergleich zu dieser Pionierart langsam wüchsigen Baumarten Stieleiche und Waldkiefer den unteren Kronenraum einnehmen. Insgesamt ist die Baumschicht etwas lichtdurchlässiger geworden. Auch die Feuchteverhältnisse waren auf Grund regelmäßiger Niederschläge im Vergleich zu den beiden trockenen Vorjahren wieder durchschnittlich ausgeprägt, wodurch die Kraut- und die Mooschicht begünstigt wurden. Die den bodensaureren Naturstandort anzeigenden Säurezeiger waren dominant. Dazu zählen auch die beiden neu auftretenden Pilzarten und die Drahtschmiele. Auch die Eberesche besiedelt vornehmlich bodensaurere Standorte. Der Rötliche Lacktrichterling zeigt auch die von Natur aus auftretende Bodenfeuchte (s.o.) an. Mit Echter Nelkenwurz und Himbeere stellten sich auch wieder Stickstoffzeiger mit einem nennenswerten Anteil von 2% der Monitoringfläche ein. Salzpflanzen treten keine auf.

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

FFH15

GRUNDBOGEN

Blatt 1

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

Standortinformationen

Lagebeschreibung:

Südwestlich der ESTA-Rückstandshalde Hattorf befindet sich Untersuchungsfläche FFH15 in einem geschlossenen Laubwaldbestand innerhalb ausgewiesener Schutzgebietsgrenzen (NSG, FFH)

Landkreis: Hersfeld-Rotenburg

Gemeinde: Hohenroda

Gemarkung: Ransbach

Flur:

Flurstück:

Geokoordinaten (GK3):
3567156, 5632408

Flächengröße:

Höhe ü.NN:

Neigung /Ausrichtung:

Anmerkung:

Untersuchungsfläche im Orthophoto



Details zum Untersuchungsumfang

Vegetation:

Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.

Boden:

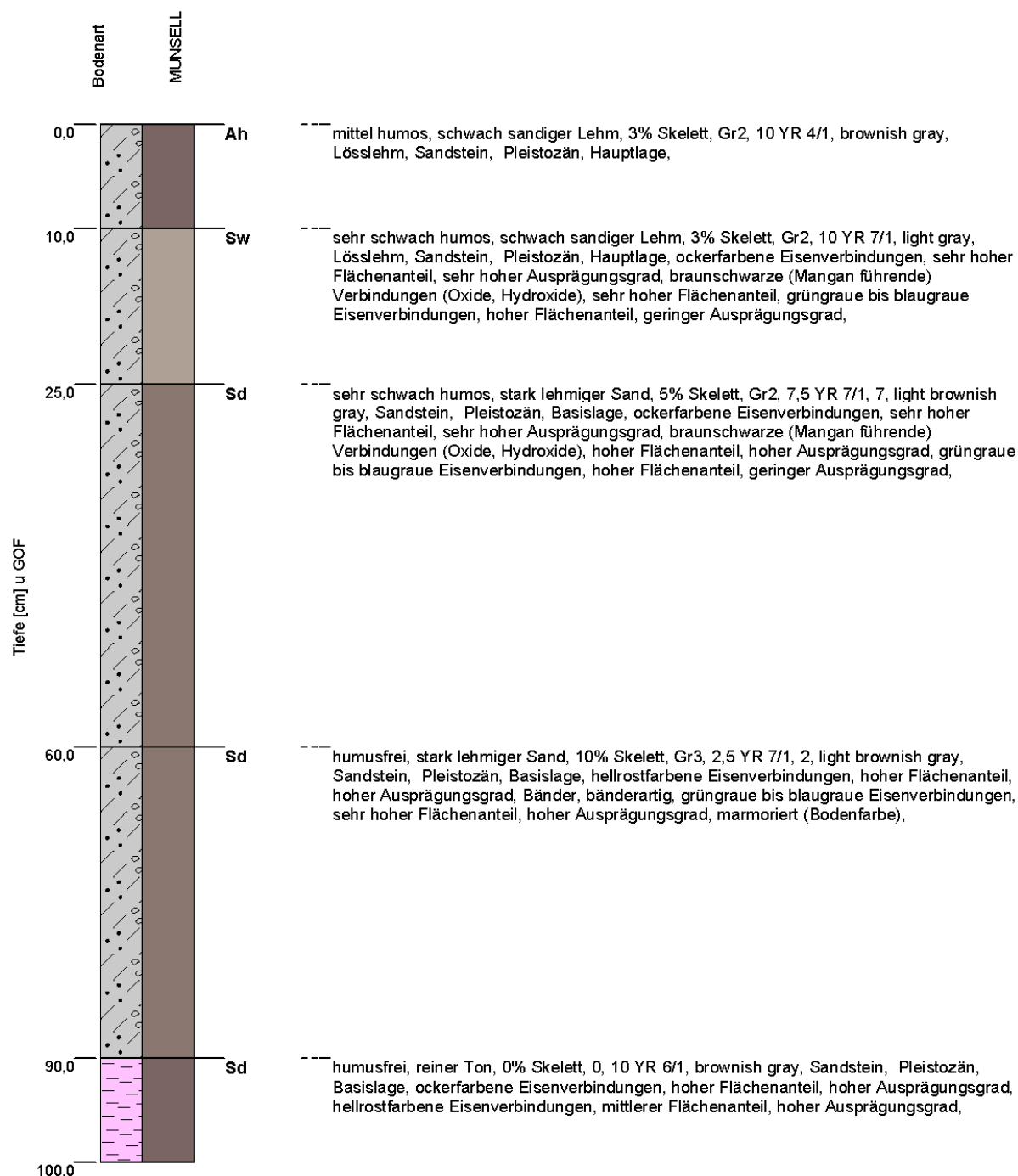
Beprobung von drei Horizonten

Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2020



Bodenprofil: FFH15

Pseudogley aus schwach Skelett führendem Normallehm (Hauptlage) über schwach Skelett führendem Sandlehm (Basislage).



| | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Bodensystematische Einheit: | SSn | | |
| Substratsystematische Einheit: | pfl-(zz2)ll(Lol,^s)/pfl-(zz2)sl(^s) | | |
| Humusform: | F-Mull (Of-Mull) | | |
| Bearbeiter: | Anna-Lena Löffler | Rechtswert / Hochwert: | 3567200 / 5632400 |
| Aufnahmedatum: | 30.08.2019 | | |

Monitoring im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach

| Titeldaten | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|---|---------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|--|---------------------------|--|------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
| TK-Nr. 1 | Projekt-Nr. 2 | Profil-Nr. 3 | Datum der Aufnahme Jahr Monat Tag 4 | | | Bearbeiter 5 | Rechtswert 6 | Hochwert 7 | Hohe über NN 8 | Aufschlussart/Aufnahme- intensität/Probenahme 9 | Bemerkungen 10 | | | | | | |
| 5125 | Monitoring FFH | FFH15 | 2019 | 08 | 30 | Anna-Lena Löffler | 3567200,00 | 5632400,00 | | BP | N, P | | | | | | |
| Aufnahmesituation | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neigung 11 | | Exposition 12 | Wölbung 13 | Relief- formtyp 14 | metrische Angaben zum Reliefformtyp 15 | | Mikrorelief 16 | Lage im Relief 17 | Bodenab- trag-/auf- trag 18 | Nutzungs- art/Verse- gelung 19 | Vegetation und Bede- ckungsgrad 20 | Witterung 21 | anthrop. Veränd./ bautechn. Maßn. 22 | Boden- organis- men 23 | Bemerkungen 24 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horizontbezogene Daten I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lfd. Nr. | Horizontgrenzen | | Horizont- symbol 27 | Boden- farbe 28 | Humus- gehalt 29 | Hydromorphie- merkmale | | Boden- feuchte 32 | Kon- sistenz 33 | sonstige pedogene Merkmale 34 | Bodengefüge | | Hohlräume | | Lagerungs- dichte/ Substanz- vol./Zers. stufe 40 | Durchwurzelungs- intensität | |
| | Unter-/ Ober- grenze (cm) 25 | Form, Scharfe u. Lage 26 | | | | oxidativ 30 | reduktiv 31 | | | | Gef. form u. Aggr.- größe 35 | Lage- rungs- art 36 | Risse 37 | Poren 38 | | Röhren u Gänge 39 | Fein- wurzeln 41a |
| 1 | -4,0 - -2,0 | | L | 10 YR 2/3 | h7 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | |
| 2 | -2,0 - 0,0 | | Of | 10 YR 2/3 | h7 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | |
| 3 | 0,0 - 10,0 | | Ah | 10 YR 4/1 | h3 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | |
| 4 | 10,0 - 25,0 | | Sw | 10 YR 7/1 | h1 | eo, f5, g5, es, f5 | rg, f4, g2 | feu2 | | | | | | | | | |
| 5 | 25,0 - 60,0 | | Sd | 7,5 YR 7/1 | h1 | eo, f5, g5, es, f4, g4 | rg, f4, g2 | feu2 | | | | | | | | | |
| 6 | 60,0 - 90,0 | | Sd | 2,5 YR 7/1 | h0 | eh, f4, g4, bae | rg, f5, g4, mr | feu2 | | | | | | | | | |
| 7 | 90,0 - 100,0 | | Sd | 10 YR 6/1 | h0 | eo, f4, g4, eh, f3, g4 | r0 | feu2 | | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 1

| Horizontbezogene Daten II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------|--|--|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---|------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------|
| Lfd. Nr. | Substratart 42 | Sub- strat- genese 43 | Merkmale der Substratzusammensetzung | | | | | | | | | | Strati- gra- fie 48 | Bemer- kungen 49 | Proben | | | | | |
| | | | Gesamtbodenart | | | Kohlen- stoff- gehalt 45 | Carbo- nat- gehalt 46 | Gesteinskennzeichnung | | | | Substratinhomogenitäten substanzielle 47d | | | Struktur- elle 47e | Ent- nahme- art 50 | Ent- nahme- tiefe (cm) 51 | Nummern gestörter Proben 52 | Nummern ungestörter Proben 53 | |
| | | | Bodenart/ Torfart/ Muddeart 44a | Anteil am Gesamtboden Grobbodenfrak- tionen und An- teilklassen 44b | Summe Skelett (%) 44c | | | Boden- ausgangs- gestein 47a | pergla- ziäre Lagen 47b | Grobboden- komponenten 47c | Substratinhomogenitäten substanzielle 47d | | | | | | | | | Struktur- elle 47e |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | og-(O) | og | O | 0 | 0 | n.a. | c0 | O | | | | | | qh | | | | | | |
| 2 | og-(O) | og | O | 0 | 0 | n.a. | c0 | O | | | | | | qh | | | | | | |
| 3 | pfl-(zz2)ll(Lol, ^s) | pfl | Ls2 | Gr2 | 3 | n.a. | c0 | Lol, ^s | LH | | | | | qp | | | | | | |
| 4 | pfl-(zz2)ll(Lol, ^s) | pfl | Ls2 | Gr2 | 3 | n.a. | c0 | Lol, ^s | LH | | | | | qp | | | | | | |
| 5 | pfl-(zz2)sl(^s) | pfl | SI4 | Gr2 | 5 | n.a. | c0 | ^s | LB | | | | | qp | | | | | | |
| 6 | pfl-(zz4)sl(^s) | pfl | SI4 | Gr3 | 10 | n.a. | c0 | ^s | LB | | | | | qp | | | | | | |
| 7 | pfl-ll(^s) | pfl | Tt | 0 | 0 | n.a. | n.a. | ^s | LB | | | | | qp | MV | 100 | | | | |

| Profilkennzeichnung | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|
| Bodenform | | Humusform 52 | Wasserstand u. GOF GWS 53a | Stand 53b | Vernässungs- grad 54 | Erosions- grad 55 | Bodenschätzung 56 | weitere Unterlagen 57 | Bemerkungen 58 |
| Bodensystematische Einheit 50 | Substratsystematische Einheit 51 | | | | | | | | |
| Subtyp: SSn | Klasse: (v)(Lol, ^s)(v)(^s) | | | | | | | | |
| Varietät: SSn | Typ: p-(z)(Lol, ^s)/p-(z)(^s) | | | | | | | | |
| Subvarietät: SSn | Subtyp: pfl-(zz2)ll(Lol, ^s)/pfl- (zz2)sl(^s) | F-Mull (Of- Mull) | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 2

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---|-------------------------|-------------------------|--|---------------------------------|------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|------|------|--------------------------|------------------|----------------|-----|----------------|
| FFH15 | | Analysenergebnisse Beprobung 2019 | | | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | |
| | | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 30.08.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus schwach Skelett führendem Normallehm (Hauptlage) über schwach Skelett führendem Sandlehm (Basislage). | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tie -fe | Ho- ri- zont | Jahr | pH CaCl ₂ | pH BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | KAK _{eff} BaCl ₂ | KAK _{eff} ΣKationen | | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | |
| [cm] | | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | 3,83 | 4,00 | 5,26 | 6,40 | | 1,58 | 0,52 | 0,28 | 0,04 | 3,29 | 0,16 | 0,11 | 0,43 | | |
| -25 | Sw | 2019 | 4,20 | 4,46 | 3,29 | 3,85 | | 1,00 | 0,50 | 0,18 | 0,04 | 1,71 | 0,26 | 0,02 | 0,13 | | |
| -100 | Sd | 2019 | 6,79 | 6,91 | 6,41 | 9,08 | | 7,37 | 1,32 | 0,25 | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | | |
| | | | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | |
| | | | pH | el.Leitf. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | 4,94 | 36,5 | 0,42 | 0,92 | <0,5 | 1,35 | 37,7 | 24,6 | 8,1 | 4,4 | 0,6 | 51,4 | 2,5 | 1,7 | 6,7 |
| -25 | Sw | 2019 | 5,92 | 18,4 | 0,52 | 0,37 | <0,5 | 2,60 | 44,9 | 26,1 | 13,1 | 4,6 | 1,0 | 44,4 | 6,9 | 0,6 | 3,3 |
| -100 | Sd | 2019 | 8,08 | 147,0 | 0,84 | 3,11 | <0,5 | 4,63 | 99,1 | 81,1 | 15,5 | 2,8 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | <5 | | <5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | magnesium properties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | natric | | | |

¹ BS = Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------|--------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|-------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | Jahr | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | 9,7 | 34,0 | 0,13 | 14,6 | 19,7 | 9,2 | <0,40 | 38,6 | 0,07 |
| -25 | Sw | 2019 | 13,9 | 23,5 | 0,16 | 19,8 | 27,8 | 12,0 | <0,40 | 37,6 | <0,05 |
| -100 | Sd | 2019 | 15,4 | 21,5 | 0,15 | 29,8 | 88,1 | 18,7 | <0,40 | 45,5 | <0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | | 15 | 90 | 0,44 | 33 | 14 | 28 | 0,33 | 72 | 0,17 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | | 12 | 37 | 0,44 | 43 | 18 | 35 | 0,25 | 69 | 0,07 |
| Hintergrundwerte Untergrund ³ | | | 16 | 35 | 0,44 | 51 | 10 | 26 | 0,26 | 39 | 0,04 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | <100 | 78 | 21 | <40 | <100 | 140 | <40 | 1280 | <2,0 |
| -25 | Sw | 2019 | <100 | 64 | 20 | <40 | 120 | 200 | <40 | 510 | <2,0 |
| -100 | Sd | 2019 | <100 | <40 | <15 | <40 | <100 | <100 | <40 | <100 | <2,0 |
| Tiefe | Horizont | | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -25 | Sw | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -100 | Sd | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁵ | | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹ Oberboden Wald und ² Unterboden sandig-schluffiger lössreicher Substrate aus Psammiten und Psephiten, ³ Untergrund lössarme Substrate aus Psammiten und Psephiten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵ Oberböden Laubwald (bundesweit I Hessen) (LABO 2017)⁶ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse

Bestandsaufnahme 2019

Die im FFH-Gebiet liegende Dauerbeobachtungsfläche FFH15 ist durch eine sandig-lehmige lössreiche Hauptlage (Ls2) und eine lehmig-sandige Basislage (Sl4) geprägt. Der Skelettanteil in der Hauptlage ist mit ca. 3 Vol.-% gering. In der Basislage kann der Skelettgehalt bis 10 Vol.-% betragen. Neben sandig-lehmigem Verwitterungsmaterial des Chyrtorien-Sandsteins bildet im Untergrund ab 90 cm Tiefe eine Lage aus reinem Ton einen Staukörper. Temporäres Auftreten von gestautem Wasser ist durch hydromorphe Merkmale, wie oxidierte und reduzierte Eisen- und Manganverbindungen, erkennbar. Diese Merkmale treten überwiegend bereits ab einer Tiefe von 10 cm unter GOF auf. Im nordwestlichen Bereich der Monitoringfläche erst ab ca. 20 cm u GOF. Die Rost- und Bleichflecken können in diesem Bereich auch reliktsch sein, da im Gebiet Entwässerungsgräben angelegt sind, obwohl Pseudogleye der charakteristische Bodentyp auf Fläche FFH15 sind. Zum Zeitpunkt der Probennahme im August lag keine Vernässung vor. Die Humusform ist F-Mull.

Der pH-Wert in CaCl_2 ist im Auflage- und Oberbodenhorizont typischerweise niedrig. Dieser steigt aber mit zunehmender Tiefe deutlich an. Mit pH 6,79 im Sd-Horizont liegt er für den Standort im Buntsandstein erstaunlich hoch. Äquivalent sind die Ca-Belegung der Austauscher mit 81,1 % und die Al-Belegung mit 0,4 % im Vergleich zu den anderen Beprobungstiefen sehr hoch bzw. niedrig. Daher steigt dem entsprechend auch der prozentuale Anteil der basischen Kationen (Basensättigung) im Unterboden auf 99,1 % an. Die Mg-Belegung der untersten beprobten Schicht ist unauffällig. Im Gegensatz zum tonigen Untergrund bei FFH16 – FFH18. Dies ist vermutlich auf die geringe Mächtigkeit der erst ab 90 cm Tiefe auftretenden Tonschicht zurückzuführen, die zusammen mit der lehmig-sandigen Basislage beprobt wurde.

Austauschbare Kationen und die Gehalte im Eluat zeigen keine auffälligen Natriumgehalte. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Chlorid- und Sulfatgehalte sind gering. Im Boden sind damit keine Salzeinflüsse festzustellen.

Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) zeigen bei Arsen, Kupfer und Zink erhöhte Werte. Arsen und Zink überschreiten im Sw- bzw im Sd-Horizont die Hintergrundwerte. Kupfer überschreitet in allen drei Horizonten die Hintergrundwerte. Im Sd-Horizont liegen die Kupfergehalte über dem Vorsorgewert. Im Ammoniumnitratextrakt sind keine Auffälligkeiten festzustellen. PAK-Gehalte und Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar.

Am Standort sind keine Anzeichen für Bodenbelastungen aus Salzeinträgen festzustellen.

| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|---------------------|------------|-----------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|
| FFH15 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | | | | | |
| | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | |
| B1(30m Höhe): 2018-2019: 30 m/ 55 %; 2020-2021: 60% | | | | | | | | | | | | | |
| B2 (15 – 25 m Höhe): 2018-2021: 15-25 m/ 35 %; | | | | | | | | | | | | | |
| B3 (3 – 10 m Höhe): 2018-2021: 3-10 m/ 5 %; | | | | | | | | | | | | | |
| Str. (1 m Höhe): 2018-2019: 1 m/ 0,1 %; 2020-2021: 0% | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2018-2019: 8%; 2020: 12%; 2021: 7% | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2018: 0,5 %, 2019-2021: 2% | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | |
| | | | 19.10.2018 | 21.11.2019 | 24.4.2020 | 23.4.2021 | | | | | | | |
| B1 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 5 | 5 | 10 | 10 | | | | | | | |
| B2 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 35 | 35 | 35 | 35 | | | | | | | |
| | <i>Picea abies</i> | Gewöhnliche Fichte | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| B3 | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | |
| Str | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.1 | 0.1 | - | - | | | | | | | |
| F. | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | 5 | 7 | 5 | 4 | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 2 | - | 4 | 1 | | | | | | | |
| | <i>Hordelymus europaeus</i> | Waldgerste | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | | | | |
| | <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee | 0.5 | 0.1 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Ajuga reptans</i> | Kriechender Günsel | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | | | | | | | |
| | <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | | | | | | | |
| | <i>Crataegus laevigata</i> | Zweiggriffliger Weißdorn | 0.1 | - | - | 0.1 | | | | | | | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.1 | - | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen | 0.1 | - | - | - | | | | | | | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | 0.5 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Luzula luzuloides</i> | Weißer Hainsimse | - | - | 0.5 | 0.1 | | | | | | | |
| | <i>Acer pseudoplatanus</i> | Bergahorn | - | - | 0.1 | - | | | | | | | |
| | <i>Anemone nemorosa</i> | Buschwindröschen | - | - | 0.1 | 0.5 | | | | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Weißbirke | - | - | 0.1 | - | | | | | | | |
| M | <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressenschlafmoos | 0.5 | 1 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Polytrichum formosum</i> | Frauenhaarmoos | 0.1 | 0.5 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Campylium stellatum</i> | Stern-Goldschlafmoos | - | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | | | | |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Gewelltes Kathariennenmoos | - | - | - | 0.5 | | | | | | | |

Vegetationsanalyse:

Bei diesem Waldbestand handelt es sich um einen relativ alten Stieleichen-Hainbuchenwald mit einer oberen Kronenhöhe von etwa 30 m. Es dominieren Stieleichen im starken Baumholz-Stadium. Der Unterbau ist mehrschichtig aufgebaut und wird in der 2. Baumschicht nur aus verschiedenen hohen Hainbuchen und einer einzelnen Fichte gebildet. Die dritte Baumschicht und die Strauchschicht sind nur schwach ausgebildet. Dort kommt nur die Rotbuche vor. In der Krautschicht ist die Buche rar. Im ersten Aufnahmejahr konnten

jedoch zahlreiche Hainbuchenkeimlinge nachgewiesen werden.

Im Unterwuchs dominiert die auf wechselfeuchte bis wechsellasse Bodenverhältnisse hindeutende Rasenschmiele. Auch der Kriechende Günsel ist ein Feuchtezeiger. Mit dem Waldsauerklee ist eine Art vorhanden, die mäßige Versauerung des Oberbodens anzeigt. Waldgerste und Waldveilchen hingegen zeigen nur schwach saure bis neutrale Bodenreaktionen an. Insgesamt ist die Feldschicht nur schwach ausgebildet. Die Strauchschicht ist so gut wie nicht vorhanden. Die mittlere Baumschicht aus Hainbuche füllt die Lücken zwischen den Stieleichenkronen in der oberen Baumschicht weitgehend. Die Baumschichten überschatten den Waldboden stark, so dass während der Vegetationsperiode im belaubten Zustand nur wenig Licht bis zum Erdboden gelangt. Der Schattenwurf der Baumkronen ist so stark, dass die Feldschicht mit 8 % Deckungsgrad nur schwach ausgeprägt ist. Auf die dunklen Standortverhältnisse weisen auch die nennenswerten Anteile der Schattenzeiger Hainbuche (Keimlinge) sowie Waldsauerklee hin.

Vegetationsprognose zur Erstaufnahme 2018:

Bei einer Auflichtung ist die Förderung von Lichtzeigern in Kraut- und Strauchschicht zu erwarten. Diese müsste jedoch in der mittleren Baumschicht stattfinden, um eine nennenswerte Ausbreitung dieser Arten in der Strauch- und Feldschicht zu bewirken.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Signifikante Veränderungen der Vegetation traten in der Dauerbeobachtungsfläche nicht auf. Der Wechselfeuchtezeiger Rasenschmiele weitete sein Areal leicht aus. Als weiterer Feuchte- bis Nässezeiger trat das Stern-Goldschlafrmoos auf. Beide Arten kennzeichnen den wechselfeuchten bis wechsellassen Bodenstandort.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Eine an Spannungsrissen und vom Specht durchlöcherter Borke anbrüchige Hainbuche hat sich ostwärts geneigt und ragt nun im Südosten in der obersten Baumschicht in die Dauerbeobachtungsfläche hinein. Zahlreiche Buchen der Feldschicht ragen bereits in die Strauchschicht hinein, während die bisher einzige Buche der Strauchschicht vermutlich auf Grund der Trockenheit der beiden Vorjahre abgestorben ist.

Der Aufnahmeterrain wurde in das Frühjahr verlegt. So konnte auch das Buschwindröschen, ein Frühblüher erfasst werden, welches im Herbst der Vorjahresaufnahmen nicht auftrat. In 2020 wurde ebenso wie in Dauerbeobachtungsfläche D9, D11 und FFH16 ein starkes Auftreten von Hainbuchen-Keimlingen festgestellt, was auf ein Hainbuchen-Mastjahr 2019 schließen lässt. Die Anzahl an Stieleichen-Keimlingen blieb im Vergleich zum Vorjahr in etwa gleich. Einzelexemplare von Bergahorn und Weißbirke traten hingegen neu auf.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 war in der Monitoringfläche eine starke Laubstreuaufgabe festzustellen, die sich offenbar auf Grund des gehemmten Abbaus organischer Substanz in den beiden Trockenjahren zuvor angehäuften hat. Desweiteren wurde die Fläche von Wildschweinen durchwühlt. Insbesondere Hainbuchen-Keimlinge traten weniger auf und die Rasenschmiele hat Areal eingebüßt. Wald-Sauerklee wurde nicht mehr gefunden, vermutlich wurde er von den Schweinen dezimiert. Gleichzeitig tritt das Buschwindröschen verstärkt auf. Die Säurezeiger unter den Moosen (Frauenhaarmoos und Zypressen-Schlafrmoos) sind in 2021 verschwunden. Der Feuchtezeiger Stern-Goldschlafrmoos konnte sein Areal hingegen verdoppeln und das auf weniger bodensauernden Standorten vorkommende Gewellte Katharinenmoos trat neu auf. Das Jahr 2021 war für Waldmoose auf Grund kontinuierlicher Niederschläge günstig. Ansonsten konnten keine signifikanten Änderungen der Vegetation festgestellt werden.

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

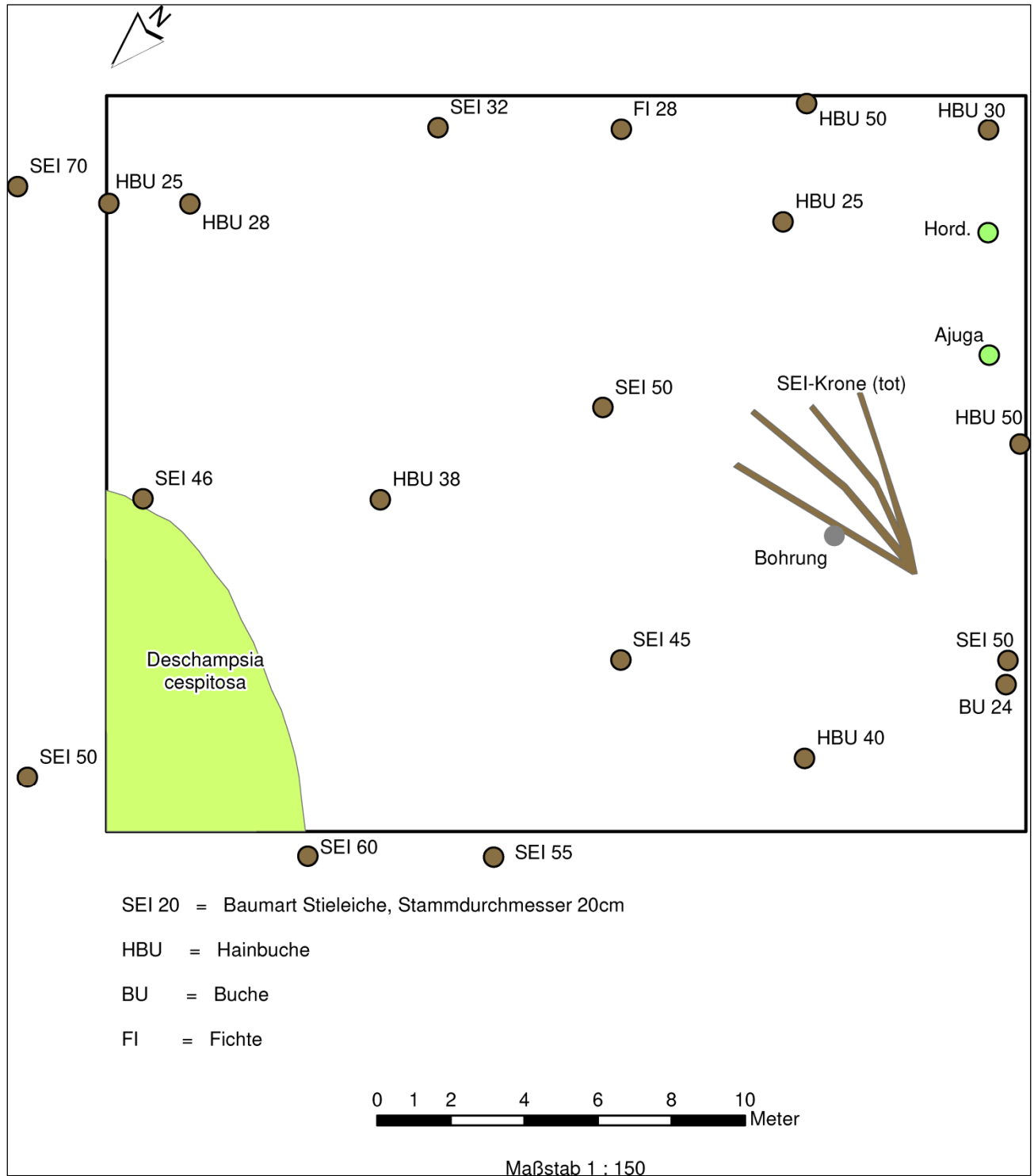
FFH15



VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018

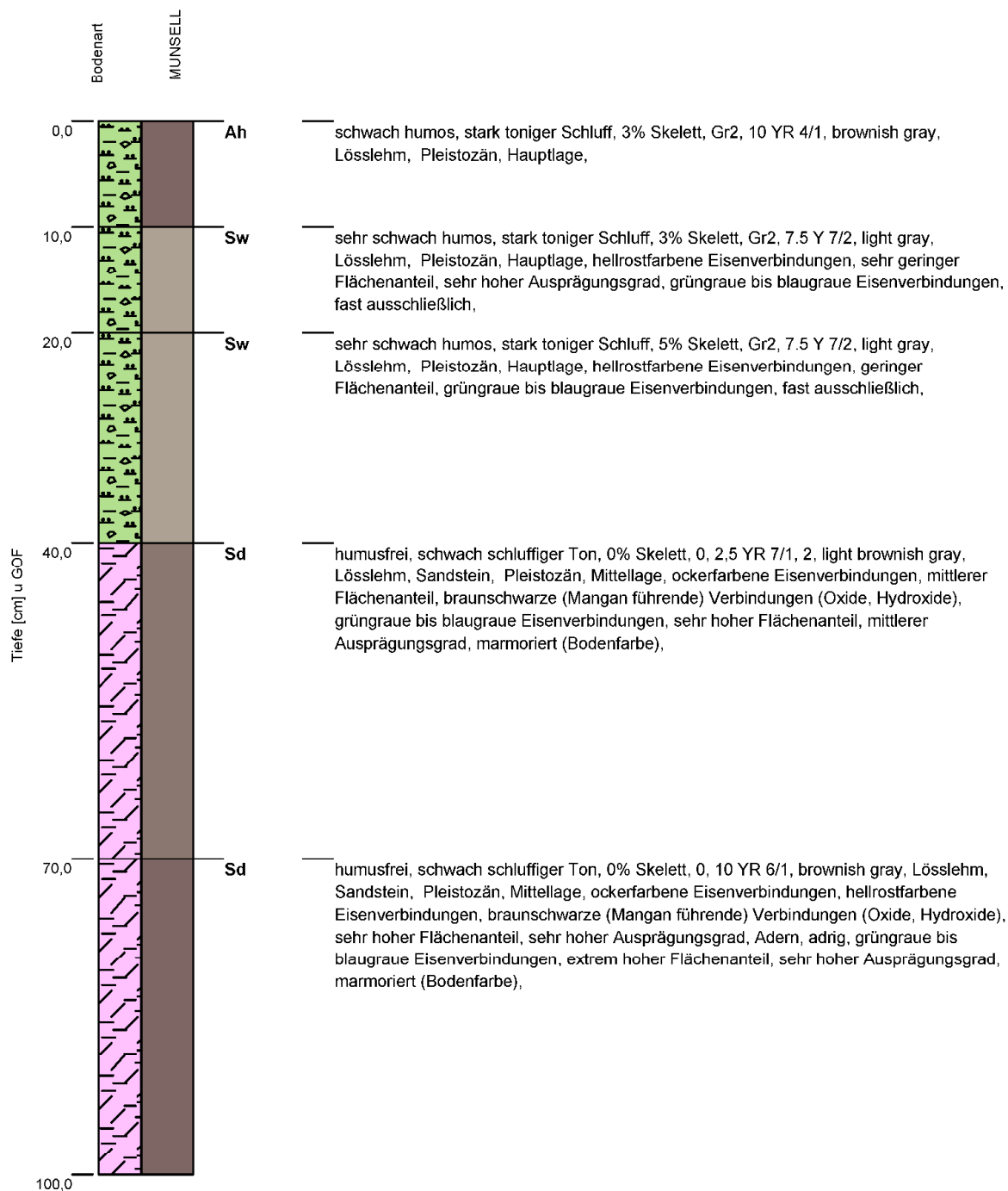
Blatt 3.2-2018

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

Seite 1



| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | |
|---|---|---------|
| FFH16 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | |
| <div> <div> <p>Standortinformationen</p> <p><u>Lagebeschreibung:</u> Südwestlich der ESTA-Rückstandshalde Hattorf befindet sich Untersuchungsfläche FFH16 in einem geschlossenen Laubwaldbestand innerhalb ausgewiesener Schutzgebietsgrenzen (NSG, FFH)</p> <p><u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg</p> <p><u>Gemeinde:</u> Hohenroda</p> <p><u>Gemarkung:</u> Ransbach</p> <p><u>Flur:</u></p> <p><u>Flurstück:</u></p> <p><u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567229, 5632588</p> <p><u>Flächengröße:</u></p> <p><u>Höhe ü.NN:</u> 347,4</p> <p><u>Neigung /Ausrichtung:</u></p> <p><u>Anmerkung:</u> keine</p> </div> <div> <p>Untersuchungsfläche im Orthophoto</p>  </div> </div> | | |
| <p>Details zum Untersuchungsumfang</p> <p><u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte.</p> <p><u>Boden:</u> Beprobung von drei Horizonten</p> | | |
| <p>Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2019</p>  | | |

Bodenprofil: FFH16**Pseudogley aus schwach Skelett führendem Tonschluff (Lösslehm, Hauptlage) über Lehmtom (Mittellage).**

Bodensystematische Einheit: SSn

Substratsystematische Einheit: p-(zz2)tu(Lol)/pfl-lt(Lol,^s)

Humusform: F-Mull (Of-Mull)

Bearbeiter: Anna-Lena Löffler Rechtswert / Hochwert: 3567200 / 5632600

Aufnahmedatum: 05.11.2019

Monitoring im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach

| Titeldaten | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|---|--------------------------|--|---------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|--|---|------------------------------|--|----------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|-------------------------|
| TK-Nr. 1 | Projekt-Nr. 2 | Profil-Nr. 3 | Datum der Aufnahme Jahr Monat Tag 4 | | | Bearbeiter 5 | Rechtswert 6 | Hochwert 7 | Höhe über NN 8 | Aufschlussart/Aufnahmeintensität/Probenahme 9 | Bemerkungen 10 | | | | | | | |
| 5125 | Monitoring FFH | FFH16 | 2019 | 11 | 05 | Anna-Lena Löffler | 3567200,00 | 5632600,00 | | BP | N, P | | | | | | | |
| Aufnahmesituation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neigung 11 | | Exposition 12 | Wölbung 13 | Relief- formtyp 14 | metrische Angaben zum Reliefformtyp 15 | | Mikrorelief 16 | Lage im Relief 17 | Bodenab- trag/-auf- trag 18 | Nutzungs- art/Versie- gelung 19 | Vegetation und Bede- ckungsgrad 20 | Witterung 21 | anthrop. Veränd./ bautechn. Maßn. 22 | Boden- organismen 23 | Bemerkungen 24 | | | |
| | | | | | | | | | | | LW | | | | | | | |
| Horizontbezogene Daten I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lfd. Nr. | Horizontgrenzen | | Horizont- symbol 27 | Boden- farbe 28 | Humus- gehalt 29 | Hydromorphie- merkmale | | Boden- feuchte 32 | Kon- sistenz 33 | sonstige pedogene Merkmale 34 | Bodengefüge | | Risse 37 | Hohlräume 38 | Röhren u. Gänge 39 | Lagerungs- dichte/ Substanz- vol./Zers. stufe 40 | Durchwurzelungs- intensität | |
| | Unter-/ Ober- grenze (cm) 25 | Form, Scharfe u. Lage 26 | | | | oxidativ 30 | reduktiv 31 | | | | Gef. form u. Aggr.- größe 35 | Lage- rungs- art 36 | | | | | Fein- wurzeln 41a | Grob- wurzeln 41b |
| 1 | -3,0 - -1,0 | | L | 10 YR 2/3 | h7 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 2 | -1,0 - 0,0 | | Of | 10 YR 2/3 | h7 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,0 - 10,0 | | Ah | 10 YR 4/1 | h2 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 4 | 10,0 - 20,0 | | Sw | 7,5 Y 7/2 | h1 | eh, f1, g5 | rg, f9 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 5 | 20,0 - 40,0 | | Sw | 7,5 Y 7/2 | h1 | eh, f2 | rg, f9 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 6 | 40,0 - 70,0 | | Sd | 2,5 YR 7/1 | h0 | eo, f3, es | rg, f5, g3, mr | feu2 | | | | | | | | | | |
| 7 | 70,0 - 100,0 | | Sd | 10 YR 6/1 | h0 | eo, eh, es, f5, g5, ad | rg, f6, g5, mr | feu2 | | lag | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 1

| Horizontbezogene Daten II | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------|--|---|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Lfd. Nr. | Substratart | Sub- strat- genese 42 | Merkmale der Substratzusammensetzung | | | | | | | | Strati- gra- fie 48 | Bemer- kungen 49 | Proben | | | |
| | | | Gesamtbodenart | | | Kohlen- stoff- gehalt 45 | Carbo- nat- gehalt 46 | Gesteinskennzeichnung | | | | | Ent- nahme- art 51 | Ent- nahme- tiefe (cm) 52 | Nummern gestörter Proben 53 | Nummern ungestörter Proben 54 |
| | | | Bodenart/ Torfart/ Muddeart 44a | Anteil am Gesamtboden Grobbodenfrak- tionen und An- teilklassen 44b | Summe Skelett (%) 44c | | | Boden- ausgangs- gestein 47a | perigla- ziäre Lagen 47b | Grobboden- komponenten 47c | | | | | | |
| 1 | og-(O) | og | O | 0 | 0 | n.a. | c0 | O | | | | qh | | | | |
| 2 | og-(O) | og | O | 0 | 0 | n.a. | c0 | O | | | | qh | | | | |
| 3 | p-(zz2)tu(Lol) | p | Ut4 | Gr2 | 3 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | qp | | | | |
| 4 | p-(zz2)tu(Lol) | p | Ut4 | Gr2 | 3 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | qp | | | | |
| 5 | p-(zz2)tu(Lol) | p | Ut4 | Gr2 | 5 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | qp | | | | |
| 6 | pfl-It(Lol, ^s) | pfl | Tu2 | 0 | 0 | n.a. | c0 | Lol, ^s | LM | | | qp | | | | |
| 7 | pfl-It(Lol, ^s) | pfl | Tu2 | 0 | 0 | n.a. | n.a. | Lol, ^s | LM | | | qp | | | | |

| Profilkennzeichnung | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------|------------------------------|----------|----------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|
| Bodenform | | Humusform 52 | Wasserstand u. GOF GWS53a | Stand53b | Vermässungs- grad 54 | Erosions- grad 55 | Bodenschätzung 56 | weitere Unterlagen 57 | Bemerkungen 58 |
| Bodensystematische Einheit 50 | Substratsystematische Einheit 51 | | | | | | | | |
| Subtyp: SSn | Klasse: (v)u(Lol)t(Lol, ^s) | | | | | | | | |
| Varietät: SSn | Typ: p-(z)u(Lol)/p-t(Lol, ^s) | | | | | | | | |
| Subvarietät: SSn | Subtyp: p-(zz2)tu(Lol)/pfl-It(Lol, ^s) | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 2

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|-------------------------|-------------------------|---|---------------------------------|------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------------|------|--------------------------|------------------|-----------|-----|----------------|
| FFH16 | Analyseergebnisse Beprobung 2019 | | | | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | |
| | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 05.11.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus schwach Skelett führendem Tonschluff (Lösslehm, Hauptlage) über Lehmtön (Mittellage). | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Jahr | pH CaCl ₂ | pH BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | KAK _{eff} BaCl ₂ | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | | | [cmol +/kg] | | | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | 4,01 | 4,07 | 7,51 | 9,26 | 2,52 | 1,19 | 0,56 | 0,09 | 4,00 | 0,50 | 0,04 | 0,35 | | | |
| -40 | Sw | 2019 | 3,96 | 4,21 | 5,69 | 6,66 | 1,03 | 1,15 | 0,23 | 0,10 | 3,67 | 0,22 | 0,02 | 0,24 | | | |
| -100 | Sd | 2019 | 4,56 | 4,37 | 15,90 | 16,83 | 6,02 | 8,47 | 0,45 | 0,17 | 1,44 | 0,10 | 0,01 | 0,17 | | | |
| | | | pH | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | |
| | | | | el.Leitf. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | 5,31 | 48,5 | 1,33 | 1,14 | 2,66 | 3,83 | 47,1 | 27,3 | 12,8 | 6,0 | 1,0 | 43,2 | 5,4 | 0,5 | 3,8 |
| -40 | Sw | 2019 | 6,31 | 23,5 | 1,05 | 0,61 | 1,39 | 4,29 | 37,7 | 15,4 | 17,2 | 3,5 | 1,6 | 55,1 | 3,2 | 0,3 | 3,6 |
| -100 | Sd | 2019 | 7,63 | 35,0 | 2,31 | 0,72 | 1,39 | 7,99 | 89,8 | 35,8 | 50,3 | 2,7 | 1,0 | 8,6 | 0,6 | 0,1 | 1,0 |
| keine Salzsäuren zu erwarten | | | | | <5 | | <5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | magnesian properties (Mg>Ca) | | | | | 6,0 | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | natric | | | |

¹ BS = Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------|-------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|-------|------------|-------------|
| Tiefe [cm] | Horizont | Jahr | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | 14,2 | 47,0 | <0,10 | 26,6 | 9,8 | 15,1 | <0,40 | 56,1 | 0,14 |
| -40 | Sw | 2019 | 17,2 | 32,5 | <0,10 | 31,8 | 9,9 | 19,0 | <0,40 | 61,1 | <0,05 |
| -100 | Sd | 2019 | 34,4 | 35,8 | 0,14 | 60,7 | 29,2 | 42,6 | 0,65 | 99,8 | <0,05 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | | 13 | 41 | 0,50 | 51 | 22 | 63 | 0,25 | 89 | 0,08 |
| Hintergrundwerte Unterboden ³ | | | 14 | 54 | 0,50 | 60 | 28 | 68 | 0,32 | 110 | 0,08 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | <100 | 43 | 38 | <40 | <100 | 250 | <40 | 2090 | <2,0 |
| -40 | Sw | 2019 | <100 | 210 | 24 | <40 | <100 | 250 | <40 | 830 | <2,0 |
| -100 | Sd | 2019 | <100 | 74 | <15 | <40 | 110 | 370 | <40 | 470 | <2,0 |
| Tiefe [cm] | Horizont | | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [mg/kg] | | | | | | | | | | | |
| -10 | Ah | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -40 | Sw | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -100 | Sd | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁵ | | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberboden Wald und ²Unterboden aus Lösssubstraten, ³Unterboden lössreiche Substrate mit Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse

Bestandsaufnahme 2019

Auf der Fläche FFH16 besteht die periglaziale Hauptlage größtenteils aus Lösslehm (Ut4). Der Skelettanteil liegt bei 3-5 Vol.-%. Unterhalb der Hauptlage, ab 40 cm unter GOF, ist die durch Lösslehmreinigungen geprägte Mittellage zu finden. Diese hat die Bodenart Tu2 (schwach schluffiger Ton) und ist skelettfrei. Die

Tone stammen aus dem oberen Buntsandstein. Durch die stauende Wirkung der tonigen Schicht, haben hydromorphe Merkmale den Boden überprägt.

Der pH-Wert steigt, wie auch bei Fläche FFH15, mit zunehmender Tiefe. In der tonigen Schicht ist der pH-Wert mit 4,56 aber saurer als bei FFH15. Die Basensättigung ist mit 89,8 % dennoch sehr hoch. Es liegen magnesic properties vor, da die Mg-Sättigung mit 50,3 % die von Ca deutlich übersteigt. Im Eluat sind die Mg-Gehalte nicht erhöht.

Austauschbare Kationen und die Gehalte im Eluat zeigen keine auffälligen Natrium- und Chloridgehalte. Die elektrische Leitfähigkeit ist gering. Dagegen sind die Sulfatgehalte im Eluat schwach erhöht. Insgesamt ist im Boden aber von keinen Salzeinflüsse auszugehen.

Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) zeigen im Bereich des tonigen Unterbodens (Sd) Überschreitungen der Hintergrundwerte bei As, Cr, Cu und Tl. Arsen liegt zudem in allen drei beprobten Horizonten über den Hintergrundwerten. Die Schwermetallgehalte sind in diesen Horizonten geogen erhöht. PAK-Gehalte und Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar.

Am Standort sind keine Anzeichen für Bodenbelastungen aus Salzeinträgen festzustellen.

In 0-40 cm Tiefe werden die Vorsorgewerte für Ni und Zn wegen des niedrigen pH-Wertes überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei pH < 5 herabgesetzt: Für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend denen von Sand und für Ton entsprechend dem für Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann nicht von einer anthropogenen Schwermetallanreicherung ausgegangen werden.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------|---------------------|------------|-----------|-----------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| FFH16 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | | | | |
| | Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | |
| B1 (bis 30 m Höhe): 2018 – 2021: 30 m/ 45 %; | | | | | | | | | | | | | |
| B2 (bis 20 m Höhe): 2018 – 2021: 20 m/ 40 %; | | | | | | | | | | | | | |
| B3 (bis 10 m Höhe): 2018 – 2021: 10 m/ 5 %; | | | | | | | | | | | | | |
| Str. (bis 2 m Höhe): 2018 – 2021: 2 m/ 0,5 %; | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2018, 2021: 2%, 2019-2020: 3%; | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2018 – 2021: 2 % | | | | | | | | | | | | | |
| P: 2018, 2020-2021: 0%; 2019: 0.1% | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | |
| | | | 19.10.2018 | 21.11.2019 | 24.4.2020 | 23.4.2021 | | | | | | | |
| B1 | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 30 | 30 | 30 | 30 | | | | | | | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 15 | 15 | 15 | 15 | | | | | | | |
| B2 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 40 | 40 | 40 | 40 | | | | | | | |
| B3 | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | |
| Str. | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | - | 0.1 | 0.1 | | | | | | | |
| F. | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | |
| | (F) <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne | 0.5 | - | - | - | | | | | | | |
| | S <i>Carex pilulifera</i> | Pillensegge | 0.1 | - | - | - | | | | | | | |
| | S <i>Luzula luzuloides</i> | Weißer Hainsimse | 0.1 | - | 0.1 | 0.5 | | | | | | | |
| | (S) <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | - | 1 | 0.1 | - | | | | | | | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | - | 1 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | - | - | 2 | 0.5 | | | | | | | |
| | <i>Anemone nemorosa</i> | Buschwindröschen | - | - | 0.1 | - | | | | | | | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | - | - | 0.1 | 0.1 | | | | | | | |
| M. | S <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressenschlafmoos | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | |
| | S <i>Polytrichum formosum</i> | Frauenhaarmoos | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | | | | |
| | S <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos | 0.5 | 0.5 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | S <i>Hylocomium splendens</i> | Etagenmoos | - | 0.1 | 0.5 | - | | | | | | | |
| | <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Katharinenmoos | - | - | 0.5 | 0.5 | | | | | | | |
| | F <i>Mnium undulatum</i> | Welliges Sternmoos | - | - | - | 0.1 | | | | | | | |
| P | S <i>Russola fageticola</i> | Buchen-Heringstäubling | - | 0.1 | - | - | | | | | | | |

Vegetationsanalyse:

Bei diesem Waldbestand handelt es sich um einen relativ alten Stieleichen-Hainbuchenwald mit einer oberen Kronenhöhe von etwa 30 m. Es dominieren Stieleichen im starken Baumholz-Stadium. Im Südosten der Dauerbeobachtungsfläche ist auch eine alte, großkronige Rotbuche an der oberen Baumschicht beteiligt. Der Unterbau ist mehrschichtig aufgebaut und wird in der 2. Baumschicht nur aus verschiedenen hohen Hainbuchen gebildet. Die dritte Baumschicht und die Strauchschicht sind nur schwach ausgebildet. Dort dominiert die Hainbuche. In der Strauchschicht kommen mehrere Exemplare der Rotbuche vor. In der Feld-

schicht konnten im ersten Aufnahmejahr keine Gehölze nachgewiesen werden.

Im Unterwuchs dominiert die auf wechselfeuchte bis wechsellasse Bodenverhältnisse hindeutende Rasenschmiele (Feuchtezeiger, F). Der Männliche Wurmfarne zeigt mittlere Waldbodenstandorte an, ist jedoch zum einen auf Luftfeuchtigkeit angewiesen, zum anderen eine Schattenpflanze. Insgesamt ist die Feldschicht nur schwach ausgebildet und eine Strauchschicht so gut wie nicht vorhanden. Die mittlere Baumschicht aus Hainbuche füllt die Lücken zwischen den Stieleichen und der Rotbuche in der oberen Baumschicht weitgehend. Die Baumschichten überschatten den Waldboden stark. Es kommt im belaubten Zustand während der Vegetationsperiode nur wenig Licht bis zum Erdboden. Der Schattenwurf der Baumkronen ist so stark, dass die Feldschicht mit 2 % Deckungsgrad nur schwach ausgeprägt ist. In der Mooschicht sind nur Säurezeiger vertreten. Auch die in der Krautschicht mit Einzelexemplaren vertretene Pilsensegge und die Weiße Hainsimse sind Bodensäurezeiger (S). Sie zeigen die natürlichen Bodenstandortverhältnisse an.

Vegetationsprognose zur Erstaufnahme 2018:

Bei einer Auflichtung ist die Förderung von Lichtzeigern in Kraut- und Strauchschicht zu erwarten. Diese müsste jedoch in der mittleren Baumschicht stattfinden, um eine nennenswerte Ausbreitung dieser Arten in der Strauch- und Feldschicht zu bewirken.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

In 2019 blieb der Gehölzbestand erhalten, im Norden der Dauerbeobachtungsfläche kam allerdings liegendes Totholz hinzu. Es stammt jedoch nicht aus der Fläche selbst, sondern es handelt sich dabei um Stieleichen mit Stammdurchmessern zwischen 30 und 40 cm, die im Grenzsäum außerhalb geschlagen wurden. Eine weitere Auflichtung des Waldbestandes im Norden der Dauerbeobachtungsfläche konnte trotzdem nicht festgestellt werden. In der Feldschicht fand eine Fluktuation der Arten statt. Während der Männliche Wurmfarne verschwand, trat das Hain-Rispengras neu auf. Außerdem war eine hohe Anzahl an Stieleichen-Keimlingen feststellbar. Das Hain-Rispengras zeigt halbschattige, mäßig saure Wald-Standorte an, ist also typisch für Buntsandstein-Böden. Der Farne benötigt ein hohes Maß an Luftfeuchtigkeit. Sein Verschwinden ist mit der lange anhaltenden Trockenheit im Sommer 2019 in Verbindung zu bringen. Ebenso das Auftreten der Stieleichen-Keimlinge. Im Vergleich zur Rotbuche ist die Stieleiche Trockenheits-resistenter. Der neu aufgetretene Buchen-Heringstäubling in der Pilzschicht ist ein Bodensäurezeiger (S) und zeigt die naturgegebenen bodensauereren Standortverhältnisse an.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Der Aufnahmeterrain wurde in das Frühjahr verlegt, so konnte auch das Buschwindröschen, ein Frühblüher, mit erfasst werden, das im Herbst der Vorjahresaufnahmen nicht auftrat. In 2020 konnte ebenso wie in Dauerbeobachtungsfläche D9 und D11 und FFH 15 ein starkes Auftreten von Hainbuchen-Keimlingen festgestellt werden, was auf ein Hainbuchen-Mastjahr 2019 schließen lässt. Die Anzahl an Stieleichen-Keimlingen war im Vergleich zum Vorjahr in etwa gleich geblieben. Der mehrschichtige Gehölzbestand sorgt für halbschattige Lichtverhältnisse am Boden, die eine Bodenvegetation hemmen. Der wechselfeuchte Bodenstandort wird vom relativ starken Vorkommen des Wechselfeuchtezeigers Rasenschmiele in der Fläche wieder gegeben.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In 2021 war in der Monitoringfläche eine deutliche Laubstreuaufgabe festzustellen. Zu signifikanten Veränderungen der Vegetation kam es jedoch nicht.

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

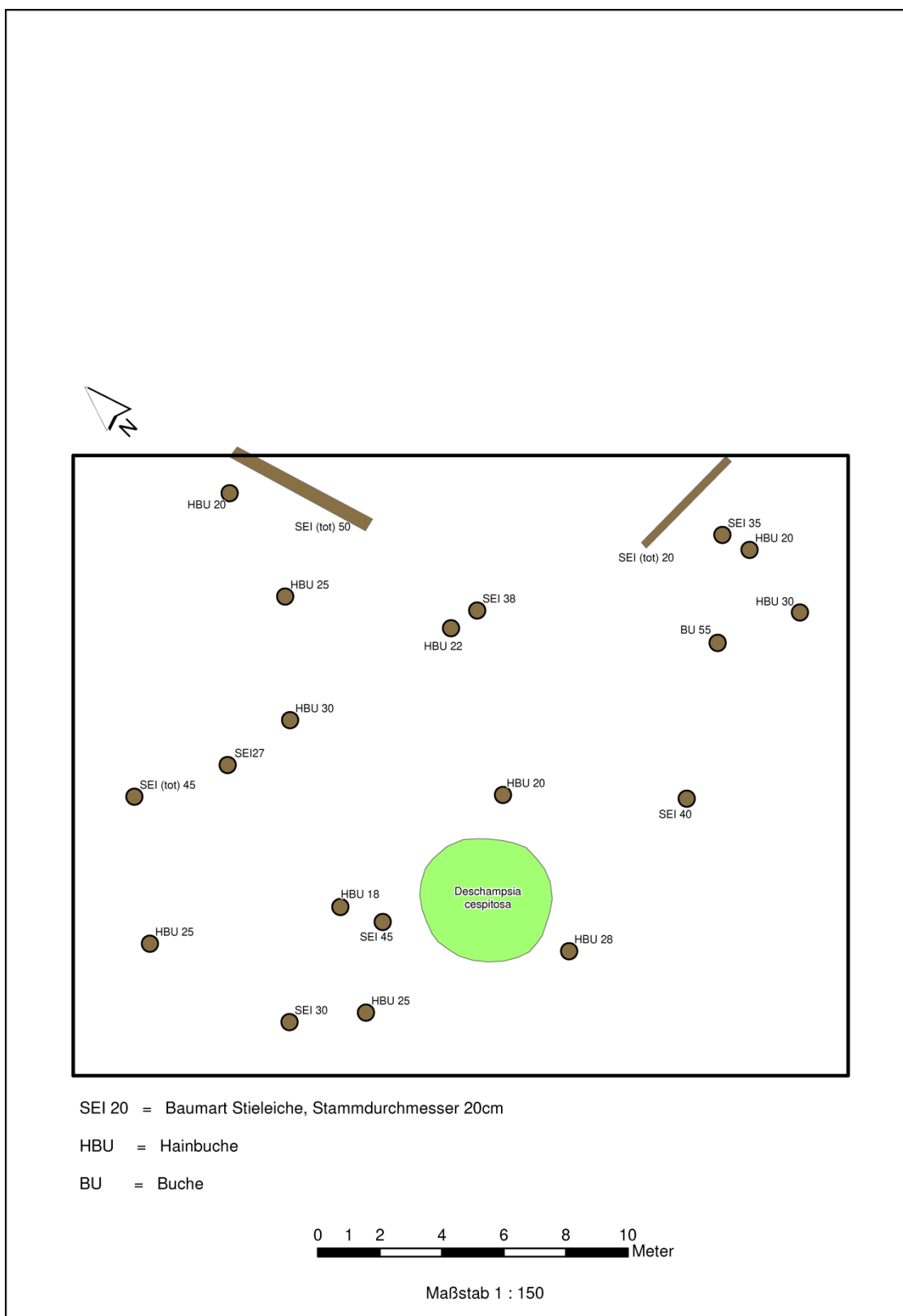
FFH16

VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018

Blatt 3.2-2018

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

Seite 1



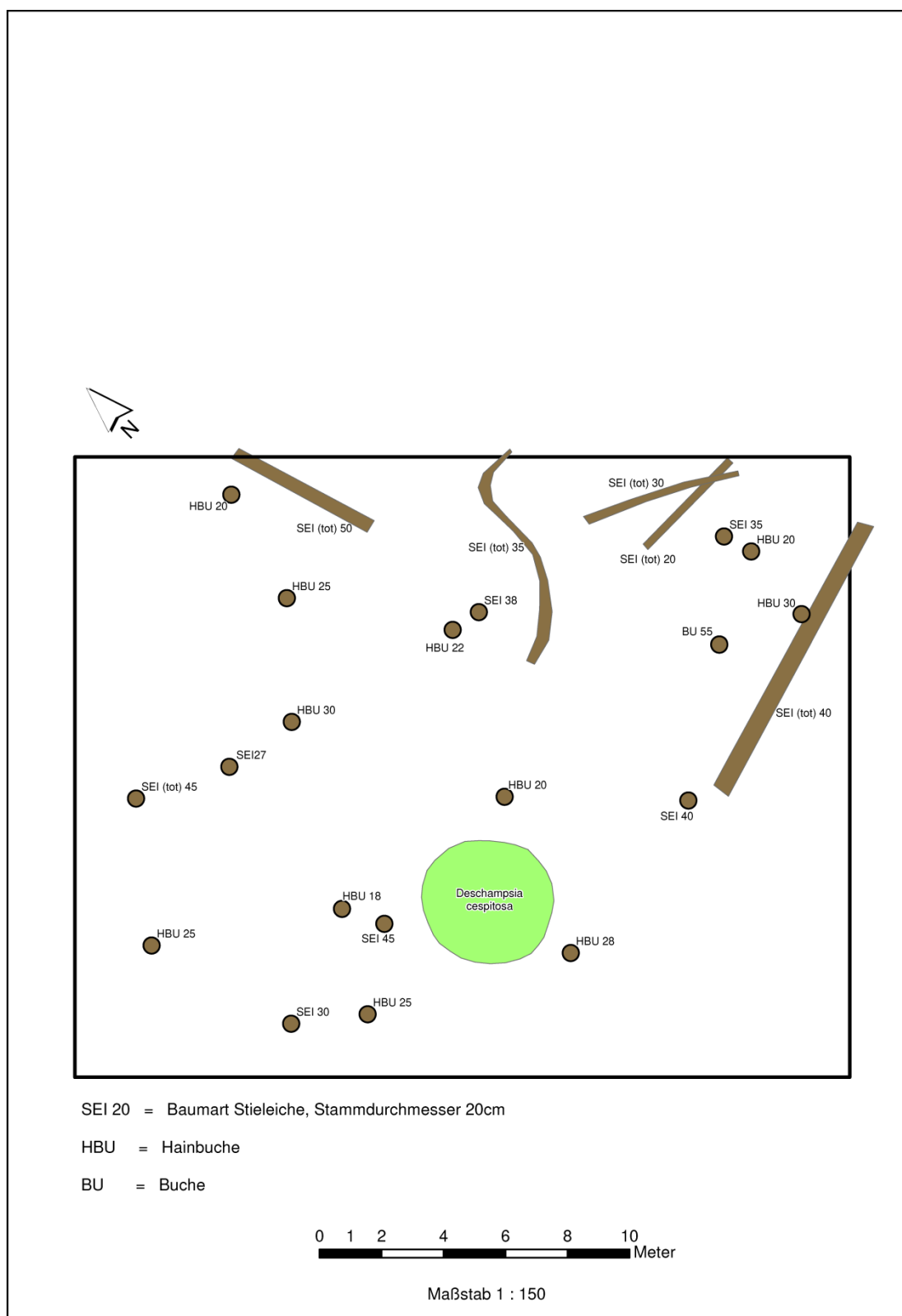
Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen



FFH16**VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2019**

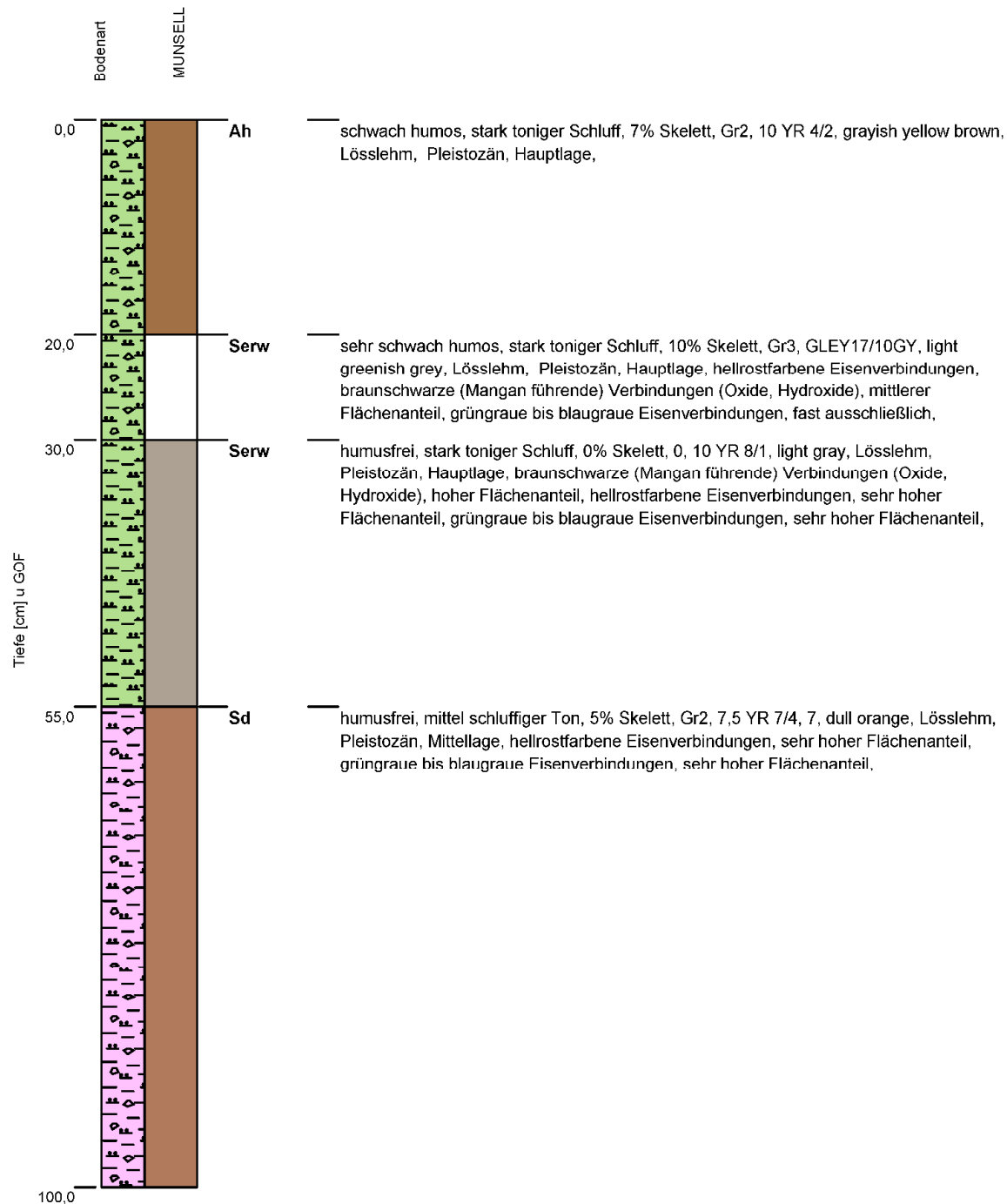
Blatt 3.2-2019

Stieleichen-Hainbuchenwald im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

Seite 2



| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | |
|--|-------------------|---|
| FFH17 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| Birken-Pionierwald am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Südwestlich am Haldenrand der ESTA-Rückstandshalde Hattorf liegt die Untersuchungsfläche FFH17 in einem geschlossenen Laubwaldbestand innerhalb ausgewiesener Schutzgebietsgrenzen (NSG, FFH) <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Hohenroda <u>Gemarkung:</u> Ransbach <u>Flur:</u> <u>Flurstück:</u> <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567514, 5632631 <u>Flächengröße:</u> <u>Höhe ü.NN:</u> <u>Neigung /Ausrichtung:</u> <u>Anmerkung:</u> Im Jahr 2013 kam es in Nähe der Monitoringfläche nach einem Starkregenereignis am Haldenrand zu einem Übertritt von salzbelasteten Haldenwasser in den Untergrund | | Untersuchungsfläche im Orthophoto  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte. <u>Boden:</u> Beprobung von drei Horizonte | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2019  | | |

Bodenprofil: FFH17**Pseudogley aus Skelett führendem Lösslehm (Hauptlage) über Skelett führendem Schluffton (Mittellage).**

Bodensystematische Einheit: SSn

Substratsystematische Einheit: p-(zz2)tu(Lol)/pfl-(zz2)ut(Lol)

Humusform:

Bearbeiter:

Anna-Lena Löffler

Rechtswert / Hochwert: 3567200 / 5632600

Aufnahmedatum:

29.08.2019

Monitoring im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach

| Titeldaten | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|---|--------------------------|--|----------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|---|------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|-------------------------|
| TK-Nr. 1 | Projekt-Nr. 2 | Profil-Nr. 3 | Datum der Aufnahme Jahr Monat Tag 4 | | | Bearbeiter 5 | Rechtswert 6 | Hochwert 7 | Höhe über NN 8 | Aufschlussart/Aufnahme- intensität/Probenahme 9 | Bemerkungen 10 | | | | | | | |
| 5125 | Monitoring FFH | FFH17 | 2019 | 08 | 29 | Anna-Lena Löffler | 3567200,00 | 5632600,00 | | BP | N, P | | | | | | | |
| Aufnahmesituation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neigung 11 | | Exposition 12 | Wölbung 13 | Relief- formtyp 14 | metrische Angaben zum Reliefformtyp 15 | | Mikrorelief 16 | Lage im Relief 17 | Bodenab- trag/-auf- trag 18 | Nutzungs- art/Versie- gelung 19 | Vegetation und Bede- ckungsgrad 20 | Witterung 21 | anthrop. Veränd./ bautechn. Maßn. 22 | Boden- organis- men 23 | Bemerkungen 24 | | | |
| | | | | | | | | | | | LW | | | | | | | |
| Horizontbezogene Daten I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lfd. Nr. | Horizontgrenzen | | Horizont- symbol 27 | Boden- farbe 28 | Humus- gehalt 29 | Hydromorphiemerkmale | | Boden- feuchte 32 | Kon- sistenz 33 | sonstige pedogene Merkmale 34 | Bodengefüge | | Risse 37 | Poren 38 | Röhren u Gänge 39 | Lagerungs- dichte/ Substanz- vol./Zers. stufe 40 | Durchwurzelungs- intensität | |
| | Unter-/ Ober- grenze (cm) 25 | Form, Scharfe u. Lage 26 | | | | oxidativ 30 | reduktiv 31 | | | | Gef. form u. Aggr.- größe 35 | Lage- rungs- art 36 | | | | | Fein- wurzeln 41a | Grob- wurzeln 41b |
| 1 | 0,0 - 20,0 | | Ah | 10 YR 4/2 | h2 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 2 | 20,0 - 30,0 | | Serw | GLE17/10GY | h1 | eh, es, f3 | rg, f9 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 30,0 - 55,0 | | Serw | 10 YR 8/1 | h0 | es, f4, eh, f5 | rg, f5 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 4 | 55,0 - 100,0 | | Sd | 7,5 YR 7/4 | h0 | eh, f5 | rg, f5 | feu2 | | | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 1

| Horizontbezogene Daten II | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Lfd. Nr. | Substratart | Sub- strat- genese 42 | Merkmale der Substratzusammensetzung | | | | | | | | | | Strati- gra- fie 48 | Bemer- kungen 49 | Proben | | | |
| | | | Gesamtbodenart | | | | Kohlen- stoff- gehalt 45 | Carbo- nat- gehalt 46 | Gesteinskennzeichnung | | | | | | Ent- nahme- art 52 | Ent- nahme- tiefe (cm) 53 | Nummern gestörter Proben 54 | Nummern ungestörter Proben 55 |
| | | | Bodenart/ Torfart/ Muddeart 43 | Anteil am Gesamtboden 44a | Grobbodenfrak- tionen und An- teilklassen 44b | Summe Skelett (%) 44c | | | Boden- ausgangs- gestein 47a | perigla- ziäre Lagen 47b | Grobboden- komponenten 47c | Substratinhomogenitäten substanzielle 47d | | | | | | |
| 1 | p-(zz2)tu(Lol) | p | Ut4 | Gr2 | 7 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | qp | | | | | |
| 2 | p-(zz4)tu(Lol) | p | Ut4 | Gr3 | 10 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | qp | | | | | |
| 3 | p-tu(Lol) | p | Ut4 | 0 | 0 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | qp | | | | | |
| 4 | pfl-(zz2)ut(Lol) | pfl | Tu3 | Gr2 | 5 | n.a. | n.a. | Lol | LM | | | | qp | | | | | |

| Profilkennzeichnung | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-----------|--------------------|----------------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------|----|
| Bodenform | | Humusform | Wasserstand u. GOF | Vermässungs- grad | Erosions- grad | Bodenschätzung | weitere Unterlagen | Bemerkungen | |
| Bodensystematische Einheit 50 | Substratsystematische Einheit 51 | 52 | GWS53a | Stand53b | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 |
| Subtyp: SSn | Klasse: (v)u(Lol)/(v)l(Lol) | | | | | | | | |
| Varietät: SSn | Typ: p-(z)u(Lol)/p-(z)l(Lol) | | | | | | | | |
| Subvariätät: SSn | Subtyp: p-(zz2)tu(Lol)/pfl-(zz2) ut(Lol) | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 2

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|-------------------------|-------------------------|--|---------------------------------|------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------|------|------|--------------------------|------------------|-----------|-----|----------------|
| FFH17 | Analyseergebnisse Beprobung 2019 | | | | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | |
| | Birken-Pionierwald am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 29.08.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus Skelett führendem Lösslehm (Hauptlage) über Skelett führendem Schluffton (Mittellage) | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tie -fe | Ho- ri- zont | Jahr | pH CaCl ₂ | pH BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | KAK _{eff} BaCl ₂ | KAK _{eff} ΣKationen | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | | |
| [cm] | | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | |
| -20 | Ah | 2019 | 4,04 | 4,09 | 7,28 | 9,18 | 3,71 | 0,53 | 0,29 | 0,14 | 3,66 | 0,44 | 0,07 | 0,34 | | | |
| -55 | Serw | 2019 | 3,96 | 4,33 | 4,12 | 5,02 | 0,78 | 0,32 | 0,20 | 0,12 | 3,09 | 0,32 | 0,02 | 0,17 | | | |
| -100 | Sd | 2019 | 3,99 | 4,19 | 8,47 | 9,10 | 1,70 | 2,86 | 0,29 | 0,19 | 3,54 | 0,26 | 0,01 | 0,26 | | | |
| | | | Eluat | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | |
| | | | pH | el.Leitf. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | | [%] | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | | |
| -20 | Ah | 2019 | 5,73 | 56,8 | 1,94 | 0,80 | 1,46 | 3,47 | 50,9 | 40,5 | 5,8 | 3,2 | 1,5 | 39,9 | 4,7 | 0,7 | 3,7 |
| -55 | Serw | 2019 | 6,08 | 33,6 | 1,40 | 0,38 | 0,54 | 5,55 | 28,4 | 15,6 | 6,3 | 4,1 | 2,4 | 61,6 | 6,3 | 0,3 | 3,4 |
| -100 | Sd | 2019 | 6,39 | 51,7 | 2,97 | 1,33 | 6,25 | 8,13 | 55,3 | 18,6 | 31,4 | 3,2 | 2,1 | 38,9 | 2,8 | 0,2 | 2,9 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | <5 | | <5 | | | | | 3,0 | >natürlicher Hintergrund | | | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | magnesian proper- ties(Mg>Ca) | | | | | 6,0 | sodic properties | | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | | 15,0 | natric | | | |

¹ BS = Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|------|--------------------------------|-------------------|-------------|------------------|----------|----------|-------|------------|-------------|
| Tiefe | Hori- zont | Jahr | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| -20 | Ah | 2019 | 10,8 | 49,2 | 0,13 | 22,9 | 16,7 | 12,5 | <0,40 | 44,4 | 0,17 |
| -55 | Serw | 2019 | 9,1 | 24,9 | <0,10 | 26,0 | 16,9 | 15,1 | <0,40 | 43,8 | <0,05 |
| -100 | Sd | 2019 | 11,2 | 23,6 | <0,10 | 39,5 | 46,8 | 25,3 | <0,40 | 51,1 | <0,05 |
| Hintergrundwerte Oberbo- den ¹ | | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unter- boden ² | | | 13 | 41 | 0,50 | 51 | 22 | 63 | 0,25 | 89 | 0,08 |
| Hintergrundwerte Unter- boden ³ | | | 14 | 54 | 0,50 | 60 | 28 | 68 | 0,32 | 110 | 0,08 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | | | |
| -20 | Ah | 2019 | <100 | 65 | 31 | <40 | <100 | 310 | <40 | 2550 | <2,0 |
| -55 | Serw | 2019 | <100 | 110 | <15 | <40 | 160 | 180 | <40 | 700 | <2,0 |
| -100 | Sd | 2019 | <100 | 470 | <15 | 41 | 1610 | 510 | <40 | 760 | <2,0 |
| Tiefe | Hori- zont | Jahr | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| -20 | Ah | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -55 | Serw | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -100 | Sd | 2019 | 0,115 | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberbo- den ⁵ | | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberboden Wald und ²Unterboden aus Lösssubstraten, ³Unterboden lössreiche Substrate mit Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberboden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

¹ Oberboden Wald und ² Unterboden aus Lösssubstraten, ³ Unterboden lössreiche Substrate mit Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴ Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵ Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶ Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse

Bestandsaufnahme 2019

Die Fläche FFH17 liegt innerhalb des Chirotheriensandsteins. Die periglaziale Hauptlage besteht größtenteils aus Lösslehm (Ut4). Der Skelettanteil liegt bei max. 10 Vol.-%. Unterhalb der Hauptlage, ab 55 cm unter GOF, ist die ebenfalls deutlich durch Lösseinwehungen geprägte Mittellage zu finden. Diese hat die Bodenart Tu3 (mittel schluffiger Ton) und 5 Vol.-% Skelettanteil. Durch die stauende Wirkung der tonigen Schicht, haben hydromorphe Merkmale den Boden überprägt.

Im Jahr 2013 kam es in Nähe der Monitoringfläche nach einem Starkregenereignis am Haldenrand zu einem Übertritt von salzbelasteten Haldenwasser in den begrünten Schutzstreifen. Im NE der Monitoringfläche hat sich das übergetretene Haldenwasser im begrünten Schutzstreifen in einer leichten Geländedepression in einem flachen, abflusslosen Tümpel aufgestaut und ist langsam versickert. Im Rahmen dieses Ereignisses kam es an den benachbarten Sickerwassermessstellen SWM 1 – SWM 4 zum Teil zu deutlichen Anstiegen der Salinitäten/Leitfähigkeiten (K+S KALI GmbH, 2014).

Senkrecht zum Verlauf des Haldenrandes konzentrieren sich Bereiche niedriger elektrischer Widerstände oberflächennah auf einen ca. 30 m breiten Streifen, der im Untergrund bis unter das FFH-Gebiet reicht. Die Ausdehnung des Schadensfalles wurde durch geoelektrische Messungen und geologische / bodenkundliche Aufnahmen von Transekten (Das Baugrund Institut & regioplus, 2017) untersucht. Mit zunehmender Entfernung zum Haldenrand liegen - in Übereinstimmung zu den Messungen der Längsprofile - die auffälligen Bereiche in jeweils größer werdender Tiefe. Im Bereich des FFH-Gebietes konzentrierte sich der Abschnitt niedriger Widerstände / erhöhter Salzgehalte auf einen ca. 40 m breiten Streifen im Umfeld der Bohrungen SDB 223 / SDB 295 - allerdings in Tiefen unterhalb 2 m u GOK und nicht oberflächennah. Die Ausbreitung der salzhaltigen Sickerwässer fand über die Schichten der Basislage bzw. der Verwitterungszone statt. Dabei sinkt die Belastungsfahne an kleinräumigen, nicht auflösbaren Wegsamkeiten (sandige, durchlässige Schichtabschnitte im Lockermaterial, Trennflächen im Buntsandstein) in die Tiefe ab. Diese salzhaltigen Wässer lagen unterhalb der feinkörnigen Fließerde/Mittellage und damit unterhalb des durchwurzelten Bodens, so dass ein Einfluss auf die Vegetation nicht zu erwarten war. Die Monitoringfläche FFH17 dient damit der Überwachung nicht auszuschließender Salzeinträge vom Haldenrand.

Der pH-Wert liegt im Aluminium-Pufferbereich und zeigt einen sehr stark sauren Standort an. Im Oberboden (Ah) sowie im Sd-Horizont ist die Basensättigung höher und die Al-Belegung niedriger als im Sw-Horizont. Die prozentuale Ca-Belegung ist im Oberboden deutlich höher als in den Unterbodenhorizonten. Im Stauhorizont (Sd) sind die Cl-Werte des Eluates schwach erhöht. In den tonreicheren Horizonten ist die hohe Mg-Belegung der Austausch (magnesium Properties) auffällig.

In benachbarten Böden wurden mineralogische Untersuchungen in 2 Horizonten mit hoher Mg-Sättigung durchgeführt. Die Ergebnisse weisen auf einen Einfluss des Salzeintrages für die hohe Mg-Belegung der tonigen Mittellage hin. Bei Smectiten können die zweiwertigen Kationen Ca und/oder Mg in den Zwischenschichten ein- bzw. ausgetauscht werden. Eine Aufweitung nach Ethylenglycol-Behandlung erfolgt nur bei ausreichender Belegung der Zwischenschichten mit Mg- und/oder Ca-Ionen. Da eine Aufweitung nach Ethylenglycol-Behandlung bereits ohne Kationenbelegung der Tonfraktion durch $MgCl_2$ -Behandlung erfolgte, müssen die Zwischenschichten der Smectite bei SDB 223 und SDB 224.2 bereits zuvor mit Mg über einen Salzeintrag gesättigt gewesen sein.

Die Gesamtgehalte an Mg waren bei beiden Proben nicht besonders hoch. Die hohen austauschbaren Mg-Gehalte sind somit nicht geogen auf das Ausgangssubstrat zurückzuführen.

Die Kationenbelegung und Gehalte im Eluat zeigen keine auffälligen Na- und Mg-Gehalte. Die elektrische Leitfähigkeit ist gering. Eine Bodenversalzung liegt demnach nicht vor.

Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) zeigen im Bereich des tonigen Unterbodens (Sd) Überschreitungen der Hintergrundwerte bei Cu. Diese sind geogen. PAK-Gehalte und Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind gering bzw. nicht nachweisbar.

Vereinzelte werden die Vorsorgewerte für Ni und Pb überschritten. Da sich die Löslichkeit für Metalle in sauren Böden erhöht, werden die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei pH < 5 herabgesetzt: Für Lehm/Schluff liegen dann die Vorsorgewerte entsprechend Sand und für Ton entsprechend Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann hier nicht von einer anthropogenen Schwermetallanreicherung ausgegangen werden.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------|---------------------|------------|----------|-----------|--|--|--|--|----------------|--|--|--|
| FFH17 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | |
| | Birken-Pionierwald am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | | |
| B1 (bis 20 m Höhe): 2018 - 2021: 55 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| B2 (8 bis 15 m Höhe): 2018 – 2021: 80 %; | | | | | | | | | | | | | | |
| Str. (1 bis 2 m Höhe): 2018 – 2021: 1%; | | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2018: 4 %, 2019: 5%; 2020: 10%; 2021: 7% | | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2018: 8%, 2019: 10%; 2020: 7%; 2021: 10% | | | | | | | | | | | | | | |
| P: 2018, 2020: 0%; 2019, 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | | |
| | | | 17.10.2018 | 21.11.2019 | 9.9.2020 | 17.9.2021 | | | | | | | | |
| B1 | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | 55 | 55 | 55 | 55 | | | | | | | | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | |
| B2 | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | 40 | 40 | 40 | 40 | | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 40 | 40 | 40 | 40 | | | | | | | | |
| | <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | |
| Str. | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | |
| | <i>Frangula alnus</i> | Faulbaum | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | |
| | <i>Crataegus laevigata</i> | Zweiggriffliger Weißdorn | - | - | - | 0.1 | | | | | | | | |
| F. | S <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | 2 | 3 | 5 | 1 | | | | | | | | |
| | S <i>Dryopteris carthusiana</i> | Gewöhnlicher Dornfarn | 0.5 | 1 | 2 | 2 | | | | | | | | |
| | S <i>Luzula luzuloides</i> | Weiße Hainsimse | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | | | | | | | | |
| | (S) <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | | | | | |
| | <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | |
| | <i>Crataegus laevigata</i> | Zweiggriffliger Weißdorn | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | | | | | | | | |
| | S <i>Vaccinium myrtillus</i> | Heidelbeere | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | | | | | | | | |
| | S <i>Carex pilulifera</i> | Pillensegge | - | 0.1 | 0.1 | 0.5 | | | | | | | | |
| | F <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | - | 0.1 | 1 | 1 | | | | | | | | |
| | N <i>Lapsana communis</i> | Rainkohl | - | 0.1 | - | - | | | | | | | | |
| | N <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | | |
| | N <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel | - | 0.1 | - | - | | | | | | | | |
| | <i>Frangula alnus</i> | Faulbaum | - | - | 0.1 | - | | | | | | | | |
| | N <i>Taraxacum officinale</i> | Wiesen-Löwenzahn | - | - | 0.1 | - | | | | | | | | |
| | N <i>Torilis japonica</i> | Japanischer Klettenkerbel | - | - | 0.1 | - | | | | | | | | |
| | <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen | - | - | 0.1 | - | | | | | | | | |
| | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | - | - | - | 0.1 | | | | | | | | |
| | <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne | - | - | - | 0.1 | | | | | | | | |
| | S, F <i>Hypericum humifusum</i> | Liegendes Johanniskraut | - | - | - | 0.1 | | | | | | | | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | - | - | - | 0.1 | | | | | | | | |
| M. | S <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos | 5 | 2 | 2 | 7 | | | | | | | | |
| | S <i>Hypnum cupres-</i> | Zypressenschlafmoos | 2 | 2 | 2 | 0.5 | | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------------|---------------------|------------|----------|-----------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| FFH17 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | | | | |
| | Birken-Pionierwald am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | |
| B1 (bis 20 m Höhe): 2018 - 2021: 55 %; | | | | | | | | | | | | | |
| B2 (8 bis 15 m Höhe): 2018 – 2021: 80 %; | | | | | | | | | | | | | |
| Str. (1 bis 2 m Höhe): 2018 – 2021: 1%; | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2018: 4 %, 2019: 5%; 2020: 10%; 2021: 7% | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2018: 8%, 2019: 10%; 2020: 7%; 2021: 10% | | | | | | | | | | | | | |
| P: 2018, 2020: 0%; 2019, 2021: 0.1% | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | |
| | | | 17.10.2018 | 21.11.2019 | 9.9.2020 | 17.9.2021 | | | | | | | |
| | siforme | | | | | | | | | | | | |
| S | Dicranum scoparium | Besen-Gabelzahnmoos | 0.5 | 0.1 | - | 0.5 | | | | | | | |
| S | Hylocomium splendens | Etagenmoos | 0.5 | 5 | 3 | 0.5 | | | | | | | |
| S | Polytrichum formosum | Frauenhaarmooos | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | | | | |
| S, F | Atrichum undulatum | Welliges Katharinenmoos | - | 0.1 | - | - | | | | | | | |
| S, F | Mnium hornum | Schwanenhals-Sternmoos | - | 0.1 | - | - | | | | | | | |
| P. | S Amanita muscaria | Roter Fliegenpilz | - | 0.1 | - | - | | | | | | | |
| | S Amanita phalloides | Grüner Knollenblät-terpilz | - | - | - | 0.1 | | | | | | | |

Vegetationsanalyse:

Die Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche ist ein Birken-Pionierwald im schwachen bis mittleren Baumholz-Stadium. Auf Grund der forstlichen Nutzung des Standortes ist von einer Gehölzfreiheit bzw. Gehölzarmut zu Beginn auszugehen und der sukzessiv erfolgenden Gehölzentwicklung auf dem anthropogen gebildeten Standort, nachdem die Nutzung aufhörte. Diese erfolgt unter den gegebenen Klimaverhältnissen hin zur Klimax-Waldgesellschaft auf saurem, nährstoffarmem Bodenstandort über Buntsandstein hin zum Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum). Der Gehölzbestand ist mehrschichtig aufgebaut. Zitterpappel und Eberesche unterstreichen den Pionierwaldcharakter. In der zweiten Baumschicht sind auch viele Hainbuchen vorhanden. Traubeneiche in beiden Baumschichten und Rotbuche in der Strauchschicht deuten das Entwicklungspotential des Waldbestandes bereits an. Säurezeiger (S) in der Feld- und Mooschicht dominieren bereits jetzt den Unterwuchs. Störungszeiger bzw. Zeigerarten, die für die Beeinflussung durch Einträge von der Reststoffhalde sprächen, sind nicht vorhanden.

Vegetationsprognose zur Erstaufnahme 2018:

Weitere Nutzungsfreiheit vorausgesetzt, ist von einer Entwicklung hin zum Klimax-Wald auszugehen.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Veränderungen der Gehölzschichten sind 2019 nicht festzustellen. In der Bodenvegetation tauchen als weitere, für den Bodenstandort charakteristische Säurezeiger auf: Pillensegge in der Feldschicht, Schwanenhals-Sternmoos in der Mooschicht und Roter Fliegenpilz in der Pilzschicht. Etagenmoos hat sich in der Mooschicht deutlich ausgebreitet, Rotstengelmooos etwas zurückgezogen. Beide sind Säurezeiger. Es handelt sich um natürliche Fluktuationen der genannten Arten am Standort.

Am Nordostrand treten erstmals mit Einzelexemplaren von Brennessel, Kratzbeere und Rainkohl in der

Feldschicht auf Stickstoffeintrag hindeutende Störungszeiger auf. Schwache Feuchtezeiger sind das Wellige Katharinenmoos und das Schwanenhals-Sternmoos. Sie sind jedoch allenfalls mit Einzelexemplaren in der Fläche vertreten. Ihr Zeigerwert ist zu diesem Moment daher noch als gering zu einzustufen.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Während sich die Zusammensetzung der Gehölzschichten in 2020 nicht änderte und die Mooschicht nur etwa ein Drittel weniger ausgeprägt war als 2019, war der Gesamtdeckungsgrad der Feldschicht doppelt so hoch. Mit Einzelexemplaren von Japanischem Klettenkerbel und Wiesen-Löwenzahn traten dort weitere Nährstoff- bzw. Störzeiger in der Dauerbeobachtungsfläche auf, insgesamt blieb die Artenzusammensetzung bezüglich ihres Aussagewertes über den Standort jedoch in etwa gleich.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

In dem niederschlagsnormalen Jahr war die Feldschicht gut ausgebildet, standörtliche Veränderungen ließen sich an der Vegetation jedoch nicht ablesen. Der Säurezeiger Drahtschmiele nahm zwar stark ab, mit dem Liegenden Johanniskraut und der Eberesche kamen jedoch neue Bodensäurezeiger hinzu. Auch der neu auftretende Grüne Knollenblätterpilz gilt als Säurezeiger. Mit den guten Bodenfeuchtebedingungen ist auch die gute Ausprägung der Mooschicht in Verbindung zu bringen.

Ein Einfluss von Salzeinträgen auf das Wachstum des Vegetationsbestandes war seit 2018 nicht nachweisbar.

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

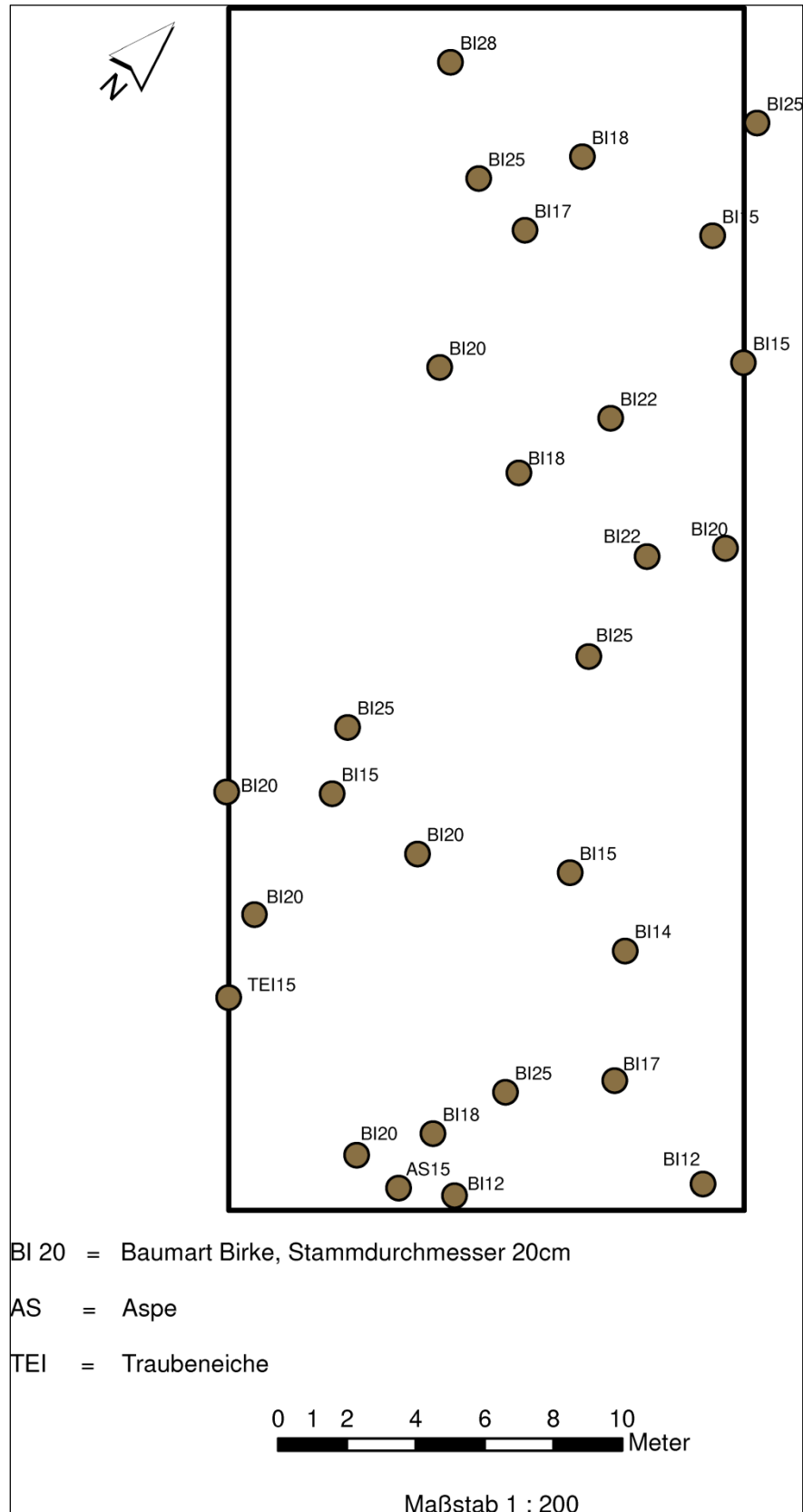
VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018



Blatt 3.2-2018

FFH17

Birken-Pionierwald am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

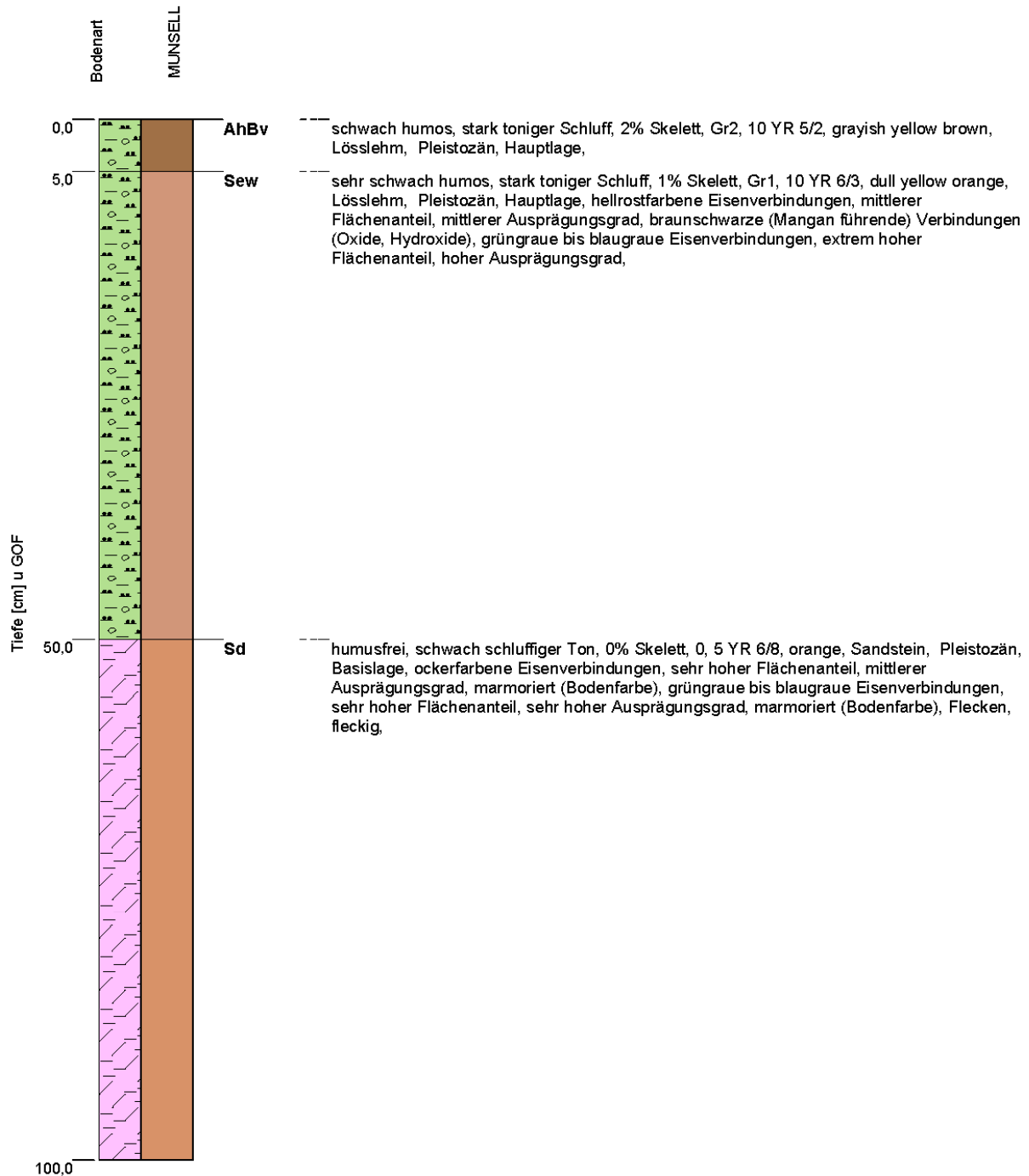
Seite 1



| Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen | | |
|--|---|--|
| FFH18 | GRUNDBOGEN | Blatt 1 |
| | Birken-Pionierwald in alter Tongrube am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | |
| Standortinformationen <u>Lagebeschreibung:</u> Südwestlich der ESTA-Rückstandshalde Hattorf befindet sich Untersuchungsfläche FFH18 in einem geschlossenen Laubwaldbestand innerhalb ausgewiesener Schutzgebietsgrenzen (NSG, FFH) <u>Landkreis:</u> Hersfeld-Rotenburg <u>Gemeinde:</u> Hohenroda <u>Gemarkung:</u> Ransbach <u>Flur:</u> <u>Flurstück:</u> <u>Geokoordinaten (GK3):</u> 3567244, 5632764 <u>Flächengröße:</u> <u>Höhe ü.NN:</u> <u>Neigung /Ausrichtung:</u> <u>Anmerkung:</u> | | Untersuchungsfläche im Orthophoto  |
| Details zum Untersuchungsumfang <u>Vegetation:</u> Bestandsaufnahme der Wald-Vegetation im Bereich der Dauerbeobachtungsfläche und Darstellung ihrer zeitlich-räumlichen Entwicklung. Anwendung von Prozent-Schätzskala in Anlehnung an SCHMIDT, W. (1974) für Flächenanteile bzw. Kronenschlussgrad. Einzeldarstellung größerer Gehölze (Stammsymbole). Darstellung in Text und Detailkarte. <u>Boden:</u> Beprobung von drei Horizonte | | |
| Foto der Untersuchungsfläche aus dem Jahr 2021  | | |

Bodenprofil: FFH18

Pseudogley aus Tonschluff (lössreiche Hauptlage) über Lehmtun (Basislage).



| | | |
|--------------------------------|----------------------|--|
| Bodensystematische Einheit: | SSn | |
| Substratsystematische Einheit: | p-tu(Lol)/pfl-lt(^s) | |
| Humusform: | F-Mull (Of-Mull) | |
| Bearbeiter: | Anna-Lena Löffler | Rechtswert / Hochwert: 3567200 / 5632800 |
| Aufnahmedatum: | 29.08.2019 | |

Monitoring im Umfeld der Standorte Hattorf und Unterbreizbach

| Titeldaten | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|--|--|---------------------------|--|------------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
| TK-Nr. 1 | Projekt-Nr. 2 | Profil-Nr. 3 | Datum der Aufnahme Jahr Monat Tag 4 | | | Bearbeiter 5 | Rechtswert 6 | Hochwert 7 | Hohe über NN 8 | Aufschlussart/Aufnahme- intensität/Probenahme 9 | Bemerkungen 10 | | | | | | | |
| 5125 | Monitoring FFH | FFH18 | 2019 | 08 | 29 | Anna-Lena Löffler | 3567200,00 | 5632800,00 | | BP | N, P | | | | | | | |
| Aufnahmesituation | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neigung 11 | | Exposition 12 | Wölbung 13 | Relief- formtyp 14 | metrische Angaben zum Relief 15 | | Mikrorelief 16 | Lage im Relief 17 | Bodenab- trag/auf- trag 18 | Nutzungs- art/Versie- gelung 19 | Vegetation und Bede- ckungsgrad 20 | Witterung 21 | anthrop. Veränd./ bautechn. Maßn. 22 | Boden- organis- men 23 | Bemerkungen 24 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horizontbezogene Daten I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lfd. Nr. | Horizontgrenzen | | Horizont- symbol 27 | Boden- farbe 28 | Humus- gehalt 29 | Hydromorphie merkmale | | Boden- feuchte 32 | Kon- sistenz 33 | sonstige pedogene Merkmale 34 | Bodengefüge | | Risse 37 | Poren 38 | Röhren u Gänge 39 | Lagerungs- dichte/ Substanz- vol./Zers. stufe 40 | Durchwurzelungs- intensität | |
| | Unter-/ Ober- grenze (cm) 25 | Form, Scharfe u. Lage 26 | | | | oxidativ 30 | reduktiv 31 | | | | Gef. form u. Aggr.- größe 35 | Lage- rungs- art 36 | | | | | Fein- wurzeln 41a | Grob- wurzeln 41b |
| 1 | -2,0 - -1,0 | | L | 10 YR 2/3 | h7 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 2 | -1,0 - 0,0 | | Of | 10 YR 2/3 | h7 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,0 - 5,0 | | AhBv | 10 YR 5/2 | h2 | e0 | r0 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 4 | 5,0 - 50,0 | | Sew | 10 YR 6/3 | h1 | eh, f3, g3, es | rg, f6, g4 | feu2 | | | | | | | | | | |
| 5 | 50,0 - 100,0 | | Sd | 5 YR 6/8 | h0 | eo, f5, g3, mr | rg, f5, g5, mr, fl | feu2 | | | | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 1

| Horizontbezogene Daten II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------|--|---|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|------------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Lfd. Nr. | Substratart 42 | Sub- strat- genese 43 | Merkmale der Substratzusammensetzung | | | | | | | | | | Strati- gra- fie 48 | Bemer- kungen 49 | Proben | | | | |
| | | | Gesamtbodenart | | | | Kohlen- stoff- gehalt 45 | Carbo- nat- gehalt 46 | Gesteinskennzeichnung | | | Substratinhomogenität substanzielle 47d | | | strukturelle 47e | Ent- nahme- art 50 | Ent- nahme- tiefe (cm) 51 | Nummern gestörter Proben 52 | Nummern ungestörter Proben 53 |
| | | | Bodenart/ Torfart/ Muddeart 44a | Anteil am Gesamtboden/ Grobodenfrak- tionen und An- teilsklassen 44b | Summe Skelett (%) 44c | Boden- ausgangs- gestein 47a | | | perigla- ziäre Lagen 47b | Grobboden- komponenten 47c | | | | | | | | | |
| 1 | og-(O) | og | O | 0 | 0 | n.a. | c0 | O | | | | | | qh | | | | | |
| 2 | og-(O) | og | O | 0 | 0 | n.a. | c0 | O | | | | | | qh | | | | | |
| 3 | p-(zz2)(tu)(Lol) | p | Ut4 | Gr2 | 2 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | | qp | | | | | |
| 4 | p-tu(Lol) | p | Ut4 | Gr1 | 1 | n.a. | c0 | Lol | LH | | | | | qp | | | | | |
| 5 | pfl-lt(^s) | pfl | Tu2 | 0 | 0 | n.a. | n.a. | ^s | LB | | | | | qp | MV | 100 | | | |

| Profilkennzeichnung | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|
| Bodenform | | Humusform 52 | Wasserstand u. GOF GWS 53a | Stand 53b | Vernässungs- grad 54 | Erosions- grad 55 | Bodenschätzung 56 | weitere Unterlagen 57 | Bemerkungen 58 |
| Bodensystematische Einheit 50 | Substratsystematische Einheit 51 | | | | | | | | |
| Subtyp: SSn | Klasse: u(Lol)/t(^s) | | | | | | | | Tongrube |
| Varietät: SSn | Typ: p-u(Lol)/p-t(^s) | | | | | | | | |
| Subvarietät: SSn | Subtyp: p-tu(Lol)/pfl-lt(^s) | F-Mull (Of-Mull) | | | | | | | |

Formblatt für die bodenkundliche Profilaufnahme Seite 2

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|-------------------------|-------------------------|---|---------------------------------|------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------|------|------|-----------|--------------------------|-----|----------------|
| FFH18 | Analyseergebnisse Beprobung 2019 | | | | | | | | | | | | | Blatt 2.2 | | | |
| | Birken-Pionierwald in alter Tongrube am Haldenrand im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beprobungsdatum: 29.08.2019 | | | | | Bodenform: Pseudogley aus Tonschluff (lössreiche Hauptlage) über Lehmton (Basislage). | | | | | | | | | | | | |
| Parameter Versalzung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefe | Horizont | Jahr | pH CaCl ₂ | pH BaCl ₂ | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | KAK _{eff} BaCl ₂ | KAK _{eff} ΣKationen | | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | |
| [cm] | | | | | [cmol +/-kg] | | | | | | | | | | | | |
| -5 | Ah | 2019 | 3,74 | 3,88 | 8,39 | 10,05 | | 3,18 | 0,56 | 0,31 | 0,06 | 4,80 | 0,46 | 0,09 | 0,57 | | |
| -50 | Sew | 2019 | 3,79 | 4,13 | 6,52 | 7,41 | | 1,09 | 0,59 | 0,29 | 0,05 | 4,80 | 0,25 | 0,02 | 0,30 | | |
| -100 | Sd | 2019 | 4,12 | 4,14 | 13,16 | 14,49 | | 4,73 | 5,15 | 0,45 | 0,12 | 3,51 | 0,21 | 0,01 | 0,30 | | |
| | | | pH | Eluat | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | |
| | | | | el.Leitf. | Na | Mg | Cl | SO ₄ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ |
| | | | [µS/cm] | [mg/l] | | | [%] | | | [% von KAK _{eff} ΣKationen] | | | | | | | |
| -5 | Ah | 2019 | 4,78 | 52,4 | 0,75 | 1,01 | 1,48 | 4,30 | 41,0 | 31,7 | 5,6 | 3,1 | 0,6 | 47,8 | 4,6 | 0,9 | 5,7 |
| -50 | Sew | 2019 | 5,69 | 32,9 | 0,78 | 0,69 | 1,21 | 8,00 | 27,5 | 14,8 | 8,0 | 4,0 | 0,7 | 64,8 | 3,4 | 0,3 | 4,0 |
| -100 | Sd | 2019 | 6,64 | 28,7 | 2,05 | 1,14 | 1,60 | 11,9 | 72,1 | 32,6 | 35,5 | 3,1 | 0,8 | 24,2 | 1,5 | 0,1 | 2,0 |
| keine Salzschäden zu erwarten | | | | | <5 | | <5 | | | | | 3,0 | | | >natürlicher Hintergrund | | |
| Baumschäden können bei ungünstigen Bedingungen auftreten | | | | | 10 | | 10 | magnesic properties(Mg>Ca) | | | | 6,0 | | | sodic properties | | |
| bei den meisten Bäumen treten Schäden auf (GALK, 2010) | | | | | 15 | | 15 | natric (Mg+Na) > (Ca+Al+Fe+H+Mn) | | | | 15,0 | | | natric | | |

¹ BS = Basensättigung: (Ca + Mg + K + Na)/Σ Kationen

| Schwermetalle und organische Schadstoffe | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------|----------------------------------|----------------|-------------|------------------|----------|----------|-------|------------|-------------|
| Tiefe | Horizont | Jahr | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| [cm] | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| -5 | Ah | 2019 | 15,6 | 53,1 | 0,17 | 25,2 | 10,5 | 14,1 | <0,40 | 49,5 | 0,16 |
| -50 | Sew | 2019 | 14,7 | 29,0 | <0,10 | 34,7 | 10,8 | 20,0 | <0,40 | 56,8 | 0,07 |
| -100 | Sd | 2019 | 16,5 | 24,4 | <0,10 | 55,0 | 20,9 | 34,7 | 0,44 | 71,1 | 0,06 |
| Hintergrundwerte Oberboden ¹ | | | 11 | 105 | 0,66 | 48 | 19 | 43 | - | 102 | 0,34 |
| Hintergrundwerte Unterboden ² | | | 13 | 41 | 0,50 | 51 | 22 | 63 | 0,25 | 89 | 0,08 |
| Hintergrundwerte Untergrund ³ | | | 18 | 46 | 0,59 | 64 | 33 | 89 | 0,41 | 107 | 0,07 |
| Vorsorgewerte ⁴ | | | - | 40 70 100 | 0,4 1,0 1,5 | 30 60 100 | 20 40 60 | 15 50 70 | - | 60 150 200 | 0,1 0,5 1,0 |
| | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | |
| -5 | Ah | 2019 | <100 | 200 | 45 | <40 | <100 | 320 | <40 | 3220 | <2,0 |
| -50 | Sew | 2019 | <100 | 230 | <15 | <40 | <100 | 210 | <40 | 610 | <2,0 |
| -100 | Sd | 2019 | <100 | 150 | <15 | <40 | 200 | 420 | <40 | 440 | <2,0 |
| Tiefe | Horizont | Jahr | PAK ₁₆ | Benzo (a)pyren | | PCB ₆ | | | | | |
| [cm] | | | [mg/kg] | | | | | | | | |
| -5 | Ah | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -50 | Sew | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| -100 | Sd | 2019 | n.n. | <0,025 | | n.n. | | | | | |
| Hintergrundwerte Oberboden ⁵ | | | 1,03 1,25 | 0,06 0,10 | | 0,008 0,02 | | | | | |
| Vorsorgewerte ⁶ | | | 3 10 | 0,3 1 | | 0,05 0,1 | | | | | |

¹Oberboden Wald und ²Unterboden aus Lösssubstraten, ³Untergrund lössarme Substrate ausPeliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberböden Laubwald (bundesweit I Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: < 8% | > 8% (BBodSchV)

¹Oberboden Wald und ²Unterboden aus Lösssubstraten, ³Untergrund lössarme Substrate aus Peliten (Hessen) (HLUG 2011), ⁴Vorsorgewerte nach Bodenart: Sand | Lehm/Schluff | Ton und pH-Wert (BBodSchV), ⁵Oberböden Laubwald (bundesweit | Hessen) (LABO 2017) ⁶Vorsorgewerte nach Humusgehalt: ≤ 8% | > 8% (BBodSchV)

Erläuterung der Untersuchungsergebnisse

Bestandsaufnahme 2019

Auf der Fläche FFH18 besteht die periglaziale Hauptlage größtenteils aus Lösslehm (Ut4). Der Skelettanteil liegt zwischen 1 und 2 Vol.-%. Unterhalb der Hauptlage, ab 50 cm unter GOF, ist die skelettfreie, tonige Basislage (Tu2 – schwach schluffiger Ton) zu finden. Durch die stauende Wirkung der tonigen Schicht, haben hydromorphe Merkmale den Boden überprägt. Die tonige Lage wurde während der Eiszeiten aus dem hang-

aufwärts auf der Ruppertshöhe anstehendem Röt verlagert. Darauf weist der beim Bohrpunkt SDB 216 am benachbarten Weg in 180 cm Tiefe vorgefundene Niedermoortorf über fossilen tonigen Gleyboden hin (Das Baugrund Institut & regioplus, 2017).

Der pH-Wert liegt überwiegend im Aluminium-Pufferbereich und zeigt einen sehr stark bis stark sauren Standort an. Die prozentuale Ca-Belegung ist im Ah- und Sd-Horizont deutlich höher als im Sew-Horizont. Entsprechend ist die Basensättigung im Oberboden (Ah) sowie im Sd-Horizont höher und die Al-Belegung niedriger. Auffällig ist die im Stauhorizont (Sd) erhöhte Mg-Belegung der Austauscher (magnesian Properties), was auch bei den tonigen Lagen bei den Monitoringflächen FFH16 und FFH17 beobachtet wurde. Auch die Sulfat-Gehalte des Eluats sind in diesem tonigen Horizont etwas höher als in den darüber liegenden Bodenschichten.

Die Kationenbelegung zeigt keine auffälligen Na-Werte. Die elektrische Leitfähigkeit ist gering. Eine Salzbelastung liegt somit nicht vor.

Die Schwermetallgesamtgehalte (Königswasser) zeigen Überschreitungen der Hintergrundwerte von As in den beiden ersten Beprobungshorizonten. Im Bereich des tonigen Unterbodens (Sd) werden die Hintergrundwerte von TI überschritten. Die Pb-Gehalte sind im Oberboden relativ hoch. Hintergrundwerte werden aber nicht überschritten. PAK und Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind nicht nachweisbar.

Vereinzelt werden die für saure Böden geltenden Vorsorgewerte für Ni und Pb überschritten. Dies ist aber mit dem Hintergrund zu betrachten, dass die Vorsorgewerte laut BBodSchV für Böden mit pH-Werten < 6 für Cd, Ni, Zn und zusätzlich Pb bei pH < 5 wegen der bei niedrigen pH-Werten höheren Löslichkeit der Schwermetalle herabgesetzt sind: Bei Lehm/Schluff gelten dann die Vorsorgewerte von Sand und für Ton entsprechend die von Lehm/Schluff. Da die Ni-Gehalte im Oberboden allerdings im Bereich der hessischen Hintergrundwerte liegen, kann trotz Überschreitung dieser Vorsorgewerte nicht von einer anthropogenen Schwermetallanreicherung ausgegangen werden. Im tonigen Untergrund wurde außerdem der Hintergrundwert für TI knapp überschritten.

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------|---------------------|------------|----------|-----------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| FFH18 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | | | | |
| | Birken-Pionierwald in alter Tongrube im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | |
| B1 (15 – 20 m Höhe): 2018 – 2019: 70 %; 2020-2021: 65% | | | | | | | | | | | | | |
| B2 (5 – 15 m Höhe): 2018 – 2019: 30 %; 2020-2021: 25% | | | | | | | | | | | | | |
| Str. (0,5 – 2 m Höhe): 2018 – 2019: 1%; 2020: 0.1%; 2021: 0% | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2018: 50 %, 2019-2021: 40% | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2018 – 2019: 15 %; 2020: 5%; 2021: 18% | | | | | | | | | | | | | |
| P: 2019: 0.5%; 2020: 0%; 2021: 1% | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | |
| | | | 17.10.2018 | 21.11.2019 | 9.9.2020 | 17.9.2021 | | | | | | | |
| B1 | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | 65 | 65 | 65 | 65 | | | | | | | |
| | <i>Salix caprea</i> | Salweide | 5 | 5 | - | - | | | | | | | |
| B2 | <i>Betula pendula</i> | Hänge-Birke | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 10 | 10 | 15 | 15 | | | | | | | |
| | <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | 5 | 5 | - | - | | | | | | | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 0.5 | 0.5 | - | - | | | | | | | |
| Str. | <i>Picea abies</i> | Gewöhnliche Fichte | 1 | 1 | - | - | | | | | | | |
| | <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | - | - | 0.1 | - | | | | | | | |
| F. (S) | <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | 25 | 25 | 25 | 25 | | | | | | | |
| S | <i>Dryopteris carthusiana</i> | Gewöhnlicher Dornfarn | 20 | 15 | 10 | 10 | | | | | | | |
| St | <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere | 3 | 0.5 | - | 0.5 | | | | | | | |
| | <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | 1 | - | 1 | 0.1 | | | | | | | |
| S | <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | | | | | | | |
| F, (N) | <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | 0.5 | 0.1 | 1 | 0.5 | | | | | | | |
| | <i>Picea abies</i> | Gewöhnliche Fichte | 0.5 | - | - | - | | | | | | | |
| | <i>Stellaria holostea</i> | Echte Sternmiere | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | | | | | | | |
| S | <i>Vaccinium myrtillus</i> | Heidelbeere | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | |
| S | <i>Carex pilulifera</i> | Pillensegge | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | | | | | | | |
| N | <i>Juncus effusus</i> | Flatterbinse | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | | | | | | | |
| | <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | 0.1 | - | - | - | | | | | | | |
| St | <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere | 0.1 | 0.5 | 1 | 1 | | | | | | | |
| F, N | <i>Scrophularia nodosa</i> | Knoten-Braunwurz | 0.1 | - | - | - | | | | | | | |
| | <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen | 0.1 | - | - | 0.5 | | | | | | | |
| S | <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee | - | 0.1 | 0.1 | - | | | | | | | |
| S | <i>Luzula luzuloides</i> | Weißer Hainsimse | - | - | 0.5 | 0.5 | | | | | | | |
| St | <i>Stachys sylvatica</i> | Wald-Ziest | - | - | 0.5 | - | | | | | | | |
| St | <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel | - | - | 0.5 | 0.1 | | | | | | | |
| F, N | <i>Athyrium filix-femina</i> | Frauenfarn | - | - | 0.1 | 0.1 | | | | | | | |
| St | <i>Fragaria vesca</i> | Wald-Erdbeere | - | - | 0.1 | - | | | | | | | |
| N | <i>Lysimachia nummularia</i> | Pfennigkraut | - | - | 0.1 | - | | | | | | | |
| F | <i>Ajuga reptans</i> | Kriechender Günsel | - | - | - | 0.1 | | | | | | | |
| F | <i>Cardamine flexuosa</i> | Wald-Schaumkraut | - | - | - | 0.1 | | | | | | | |
| F | <i>Circaea lutetiana</i> | Gewöhnliches Hexenkraut | - | - | - | 0.1 | | | | | | | |
| M. | S <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos | 10 | 15 | 1 | 15 | | | | | | | |
| | S <i>Hypnum cupres-</i> | Zypressenschlafmoos | 5 | 5 | 3 | 1 | | | | | | | |

| DATENBLATT DER DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------|---------------------|------------|----------|-----------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| FFH18 | VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018-2021 | | | | | | Blatt 3.1-2021 | | | | | | |
| | Birken-Pionierwald in alter Tongrube im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe | | | | | | | | | | | | |
| Höhe und Gesamtdeckungsgrad je Vegetationsschicht: | | | | | | | | | | | | | |
| B1 (15 – 20 m Höhe): 2018 – 2019: 70 %; 2020-2021: 65% | | | | | | | | | | | | | |
| B2 (5 – 15 m Höhe): 2018 – 2019: 30 %; 2020-2021: 25% | | | | | | | | | | | | | |
| Str. (0,5 – 2 m Höhe): 2018 – 2019: 1%; 2020: 0.1%; 2021: 0% | | | | | | | | | | | | | |
| F: 2018: 50 %, 2019-2021: 40% | | | | | | | | | | | | | |
| M: 2018 – 2019: 15 %; 2020: 5%; 2021: 18% | | | | | | | | | | | | | |
| P: 2019: 0.5%; 2020: 0%; 2021: 1% | | | | | | | | | | | | | |
| Schicht | Wissensch. Name | Deutscher Name | Deckungsanteile (%) | | | | | | | | | | |
| | | | 17.10.2018 | 21.11.2019 | 9.9.2020 | 17.9.2021 | | | | | | | |
| | siforme | | | | | | | | | | | | |
| S | Atrichum undulatum | Welliges Katharinenmoos | 1 | 1 | - | - | | | | | | | |
| S | Polytrichum formosum | Frauenhaarmoos | 1 | 2 | 1 | 0.5 | | | | | | | |
| N | Campylium stellatum | Stern-Goldschlafrmoos | 0.5 | - | 0.5 | 0.5 | | | | | | | |
| N | Plagiomnium undulatum | Gewelltes Sternmoos | 0.1 | - | - | 0.1 | | | | | | | |
| S | Dicranum scoparium | Besen-Gabelzahnmoos | - | 1 | - | 0.5 | | | | | | | |
| | Hylocomium splendens | Etagenmoos | - | 0.5 | 0.5 | 1 | | | | | | | |
| P | S Tricholoma columbetta | Seidiger Ritterling | - | 0.5 | - | 0.5 | | | | | | | |

Vegetationsanalyse:

Die Vegetation der Dauerbeobachtungsfläche ist ein Birken-Pionierwald im schwachen bis mittleren Baumholz-Stadium. Auf Grund der ehemaligen Nutzung des Standortes als Tongrube und der damit verbundenen, starken Veränderung ist zum Ende der Nutzung von einer Gehölzfreiheit bzw. Gehölzarmut und einer sukzessiv erfolgenden Gehölzentwicklung auf dem anthropogen gebildeten Standort auszugehen. Diese erfolgt unter den gegebenen Klimaverhältnissen hin zur Klimax-Waldgesellschaft auf saurem, nährstoffarmem Bodenstandort über Buntsandstein hin zum Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum). Der Gehölzbestand ist mehrschichtig aufgebaut. Salweide und Eberesche unterstreichen den Pionierwaldcharakter. In der zweiten Baumschicht ist relativ viel Hainbuche vorhanden. Stieleiche in der unteren Baumschicht deutet das Entwicklungspotential des Waldbestandes bereits an. Rotbuche, die Hauptbaumart des Klimaxwaldes ist noch nicht vertreten. Säurezeiger (S) in der Feld- und Mooschicht dominieren bereits jetzt den Unterwuchs. Störungszeiger (St) dokumentieren die durch die ehemalige intensive Nutzung hervorgerufene Standortveränderung. Nässezeiger (N) sprechen für eine stellenweise Verdichtung. Randeffekte spiegeln das Vorkommen der Echten Sternmiere wieder. Hinweise auf eine Beeinflussung der Vegetation durch Einträge von der ESTA-Rückstandshalde sind nicht vorhanden.

Vegetationsprognose zur Erstaufnahme 2018:

Weitere Nutzungsfreiheit vorausgesetzt, ist von einer Entwicklung hin zum Klimax-Wald auszugehen.

Veränderungen zwischen 2018 und 2019:

Veränderungen der Gehölzschichten sind 2019 nicht festzustellen. Insgesamt ist in der Feldschicht ein leichter Rückgang der Deckungsanteile zu beobachten sowie nicht signifikante Veränderungen der Artenzusammensetzung.

Als weitere, für den Bodenstandort charakteristische Säurezeiger treten auf: Wald-Sauerklee in der Feldschicht, Besen-Gabelzahnmoos und Etagenmoos in der Mooschicht und Seidiger Ritterling in der Pilzschicht.

Veränderungen zwischen 2019 und 2020:

Durch Windwurf kam es in 2020 zu einer Auflichtung des Gehölzbestandes der Dauerbeobachtungsfläche im Osten. Dort kam es dann zu einem vermehrten Auftreten von Arten der Lichtungen und Waldschläge in der Feldschicht. Vermutlich trockenheitsbedingt fiel die Fichte in der Strauchschicht vollkommen aus.

Veränderungen zwischen 2020 und 2021:

Im regennormalen Jahr 2021 werden die wechselfeuchten Standortverhältnisse durch gut ausgebildete Feld- und Mooschicht gestützt, sowie durch das zum Teil neue Auftreten von Feuchtezeigern (Wald-Schaumkraut, Kriechender Günsel, Gewöhnliches Hexenkraut). Salzpflanzen treten nicht auf.

Datenblatt der Dauerbeobachtungsflächen

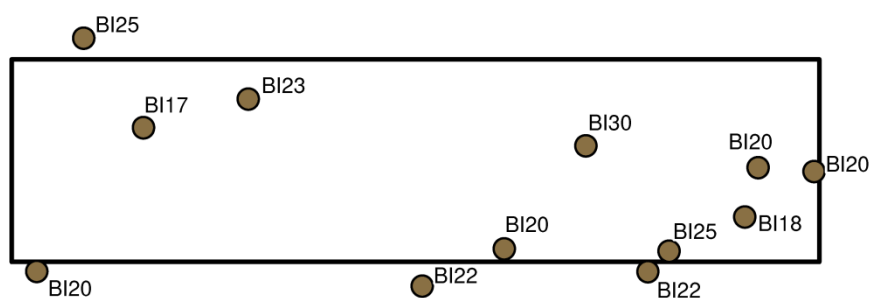
VEGETATIONSKUNDLICHE ERFASSUNG 2018

Blatt 3.2-2018

FFH18

Birken-Pionierwald in alter Tongrube im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe

Seite 1



BI 20 = Baumart Birke, Stammdurchmesser 20cm

0 1 2 4 6 8 10 Meter

Maßstab 1 : 150

2.3 Diskussion

2.3.1 Messfehler

Schwermetallgehalte 2010

Im Oberboden der Standorte D12 (45 mg/kg) und D11 (39 mg/kg) wurde 2010 der Vorsorgewert der BBodSchV bei Kupfer überschritten (D12) bzw. fast erreicht. Bei den nach 2010 folgenden Beprobungen waren die Cu-Gehalte auf diesen beiden Standorten um fast eine 10er Potenz niedriger, so dass hier von einem Messfehler in 2010 auszugehen ist.

Schwermetallgehalte 2019

Bei den Untersuchungen der Schwermetallgehalte im Königswasserextrakt lagen bei den Untersuchungen der Proben des Jahres 2019 die Gehalte bei den Elementen Cr, Cu, Ni und Zn vielfach deutlich über denen der Vorjahre. Dies galt für alle beprobten Tiefenlagen. Da die Schwermetalle im Boden stark gebunden werden, findet keine schnelle Verlagerung im Boden statt, so dass bei atmogenen Einträgen lediglich eine Anreicherung über den Oberboden zu erwarten wäre.

Als Ursache der hohen Schwermetallgehalte wurden von daher Analysenfehler vermutet und die Ergebnisse reklamiert. Die Laborinterne Kontrolle erbrachte keine noch detektierbaren Fehlerquellen. Da die Laborproben leider schon entsorgt wurden, war keine Nachanalyse mehr möglich. Es lagen lediglich noch vier Rückstellproben (R-Pr.) bei regioplus vor, die zur Überprüfung an das Analyselabor versendet und neu analysiert wurden. Die Ergebnisse bestätigen den Verdacht auf fehlerhafte Analyse der Cr-, Cu-, Ni- und Zn-Gehalte. Bei den anderen Elementen (As, Pb, Cd, Tl und Hg) wurden die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bestätigt. Bei hohen Abweichungen von den Vorjahresergebnissen wurden die Cr-, Cu-, Ni- und Zn-Gehalte des Jahres 2019 bei der Interpretation der Ergebnisse nicht berücksichtigt.

Tabelle 2: Vergleich des Erstergebnisses der Schwermetallgehalte (Königswasser) mit der nachträglich untersuchten Rückstellprobe.

| Schwermetalle (Königswasser) Proben 2019 | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------------------------------|------|--------|------|------|------|--------|------|--------|
| | Probe | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg |
| | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | |
| R-Pr. | D 3-3 | 4,4 | 5,2 | < 0,10 | 27,3 | 7,8 | 21,7 | 0,21 | 36,5 | < 0,05 |
| | D 3-3 | 3,2 | 4,0 | < 0,10 | 18,9 | 4,1 | 12,6 | < 0,20 | 25,0 | 0,08 |
| R-Pr. | D 9-1 | 6,1 | 21,6 | 0,12 | 13,8 | 29,4 | 11,1 | < 0,20 | 37,6 | 0,11 |
| | D 9-1 | 6,2 | 20,5 | 0,14 | 11,6 | 12,7 | 6,3 | < 0,20 | 26,6 | 0,17 |
| R-Pr. | D 9-2 | 11,2 | 18,1 | < 0,10 | 15,4 | 38,2 | 13,2 | < 0,20 | 46,8 | < 0,05 |
| | D 9-2 | 7,2 | 13,8 | < 0,10 | 10,4 | 17,9 | 7,3 | < 0,20 | 29,2 | 0,07 |
| R-Pr. | D 11-2 | 7,8 | 22,8 | 0,13 | 20,9 | 8,6 | 16,8 | < 0,20 | 43,6 | < 0,05 |
| | D 11-2 | 6,7 | 18,1 | 0,11 | 14,5 | 5,2 | 9,7 | < 0,20 | 33,3 | 0,10 |

3 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet sind unter Wald überwiegend stark saure Braunerden und podsolige Braunerden des Mittleren Buntsandsteins vorzufinden. Die oberen Bodenschichten sind meist etwas schluffreicher als die tieferen Lagen, da zum Ende der Eiszeit Lösslehm eingeweht und vermengt wurde. Die zumeist lehmig sandigen bis sandig lehmigen Ober- und Unterbodenschichten sind häufig von Tonen unterlagert.

Bei mächtigeren Lösslehmdecken sind bei schwächerer Hangneigung Parabraunerden (D5, D8) anzutreffen. In annähernd ebener bis schwach hängiger Lage, wie im Stöckig, sind staunasse Pseudogleye (D9, D11) vorzufinden. Als Stauschicht wirken Tonschichten, tonreiche Mittellagen und/oder Tonanreicherungshorizonte (Bt-Horizont) im Lösslehm.

Die Böden sind nährstoffarm und meist stark versauert. Aufgrund gehemmter Zersetzung und mangelnder Einmischung der organischen Substanz bilden sich oft mächtige Moderhumusaufgaben. Die effektive Kationenaustauschkapazität der Waldböden ist meist gering. In Folge der niedrigen pH-Werte ist ein Großteil der Austauschplätze mit Aluminium belegt.

Auf den Dauerbeobachtungsflächen sind überwiegend artenarme bodensaure Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo Fagenion*, D3, D4, D5, D8, D9) und Stieleichen-Hainbuchenwälder (*Carpinion Betuli*, D9, D11, D12) vorzufinden. Standort D13 ist ein von der Waldkiefer dominierter Mischwald, D6 ein Pionierwald und D14 eine Aufforstungsfläche. Unter Grünlandnutzung findet sich ein Silikatmagerrasen (D10).

Seit 2018 wurden neben den bereits seit 2010 untersuchten Flächen D9 und D11 vier weitere Dauerbeobachtungsflächen im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppershöhe angelegt und untersucht. Am unmittelbaren Haldenrand sind hier im Bereich einer ehemaligen Tongrube (FFH18) und südöstlich davon (FFH17) Birken-Pionierwälder und im zentralen Bereich des FFH-Gebietes Stieleichen-Hainbuchenwälder (FFH15, FFH16) vorzufinden. Die Stieleichen-Hainbuchenwäldern befinden sich auf stark vernässten Bodenformen (D9, D11, FFH15, FFH16) und sind aus früherer Mittelwald-Nutzung hervorgegangen.

In der Werraau (Standorte D2 und D7) sind humushaltige Auenlehme bodenbildend, die während periodischer Überschwemmungen abgelagert wurden. Die an der Ulstermündung liegende Vega (D2) ist carbonathaltig und ohne Grundwassereinfluss. Der zwischen Philippsthal und Vacha liegende Vega-Gley D7 ist dagegen carbonatfrei und zeigt saure Bodenreaktion. Die Kapillaraufstiegszone des Grundwassers reicht bei diesem Boden bis zum Oberboden in 15 cm unter GOK. Die Auenböden weisen wegen der höheren pH-Werte bei lehmiger Bodenart im Vergleich zu den Waldböden höhere Austauschkapazitäten auf. Auf beiden Standorten findet sich eine Hochstaudenflur.

Zum Bodenmonitoring werden die Böden auf Schadstoffgehalte und Parameter, die auf Beeinträchtigungen durch Salzeinträge hinweisen, im 3-jährigen Abstand fortlaufend untersucht. Die vegetationskundliche Untersuchung der Referenzflächen erfolgt jährlich und umfasst eine Einschätzung des Gesamtdeckungsgrades jeder Art. Miterfasst und kartographisch dargestellt werden die Vegetationsgrenzen flächig ausgeprägter Vorkommen einzelner Pflanzen bzw. charakteristischer Pflanzengesellschaften sowie Lage, Höhe und Stammumfänge, der in der jeweiligen Fläche vorkommenden Gehölze ab 10 cm Brusthöhendurchmesser.

Die Bodengehalte der untersuchten organischen und anorganischen Schadstoffe sind gering und liegen in der Regel im Hintergrundbereich. Polychlorierte Biphenyle (PCB₆) waren in keinem Fall nachzuweisen. Die Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK₁₆) sowie die Gesamtgehalte der Schwermetalle (Königswasserextrakt) liegen im Allgemeinen im oder in Nähe des Hintergrundbereichs. Bei den PAK war nur der im Überschwemmungsbereich der Werraue gelegene Standort D2 auffällig. Dort wurden die Vorsorgewerte im Oberboden im Jahr 2012 und 2013 mit 3,6 - 5,1 mg/kg überschritten. Das Kongenerenmuster weist auf pyrogene Belastungsursachen hin. Im Jahr 2016 und 2019 wurden nur noch 0,98 bzw. 1,07 mg/kg PAK vorgefunden.

Bei Wiederholungsbeprobung stark schwankende Messergebnisse persistenter Schadstoffe können auch in Folge der im Wesentlichen durch räumliche Variabilität, Messfehler und Probenahmeeffekte verursachten Varianz auftreten. So wird durch Mitbeprobung von 'hot-spots' mit stark erhöhten Schadstoffgehalten das Analysenergebnis in der Art beeinflusst, dass bei Wiederholungsbeprobungen starke Schwankungen in den Messergebnissen auftreten, ohne dass sich in Wirklichkeit der wahre Wert verändert hat. Bei Unkenntnis der statistischen Varianz der Untersuchungsergebnisse sind die nur auf einzelnen Flächen vorgefundenen Veränderungen einzelner Messwerte nur mit Vorsicht zu interpretieren. Die PAK-Anreicherung am Standort D2 ist wahrscheinlich durch Ablagerung kontaminierter Sedimente nach Hochwasser verursacht worden.

Die Schwermetallgehalte (Königswasser) sind meist gering. Hintergrundwerte wurden bei einzelnen Standorten nur in einzelnen Jahren und dann meistens nur bei Hg überschritten. Beim Außenstandort D7 sind dagegen die Hintergrundgehalte beim Hg über alle Jahre überschritten worden und beim Pb häufig. Hierfür sind Sedimenteinträge über die Werra als Ursache anzunehmen.

Im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe sind die Vorsorgewerte bei 2 Standorten bei Pb im Oberboden und bei 3 Standorten bei Ni vorallem im Unterboden knapp überschritten worden. In je einem Fall traten auch Überschreitungen bei Cu und Zn auf. Die Vorsorgewertüberschreitungen sind dabei auf die wegen geringem pH niedrigeren Vorsorgewerte und nicht auf hohe Anreicherungen durch anthropogene Ursachen zurückzuführen. Überschreitungen von Hintergrundwerten sind dort teils bei Cu und As zu finden. Zum tonigen Untergrund nehmen die Schwermetallgehalte zu. Dort sind auf einzelnen Flächen die Hintergrundwerte für Tl, Cr, As und Zn überschritten worden. Hierfür werden geogene Ursachen angenommen.

Im Untersuchungsgebiet sind geringe elektrische Leitfähigkeiten und geringe wasserlösliche Sulfat- und Chloridgehalte charakteristisch. Erhöhte Salzgehalte wurden nur beim Standort D1 und dem in der Werraau gelegenen Standort D7 festgestellt.

Standort D1 ist ein Sonderfall. Er liegt im Abflussbereich der alten Teufhalde Hera und ist stark versalzt. Es handelt sich um einen Salzkalkaliboden mit hoher bis sehr hoher Salzbelastung und hoher bis sehr hoher Natriumsättigung. Dieser ursprünglich stark saure Boden ist durch Salzeinträge aus Haldenablauf- bzw. Haldensickerwasser versalzt und alkalisiert worden. Die pH-Werte liegen in 0,1 m CaCl₂-Lösung zwischen 7,4 und 7,7. Am Standort hat sich eine extrem angepasste Salzflora mit Vorkommen seltener und geschützter Arten entwickelt. Im Haldenumfeld wechseln kleinräumig verschiedene Vegetationszonen ohne bzw. mit mehr oder weniger hohem Anteil von Salzpflanzen. Dabei ist anzunehmen, dass die nur von Ruderalvegetation bestandenen Flächen zumindest im Oberboden bereits stark entsalzt sind.

In der Werraau wurden beim Grundwasserboden (Vega-Gley) am Standort D7 im Unterboden Versalzungsanzeichen festgestellt. Der ausschließlich durch gelegentliche Überschwemmung geprägte Standort D2 wies keine Versalzungsmerkmale auf. Beide Standorte liegen in ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten. Bei beiden Böden gibt es keine Anzeichen, die auf eine Anreicherung von Salzen bzw. Natriumionen durch Überschwemmungen hinweisen. Kurzfristige Salzeinträge bei Überschwemmungen scheinen damit keinen Einfluss auf die Stoffgehalte dieser Böden zu haben. Dies ist mit dem Verdünnungseffekt der Salzkonzentrationen im Wasser der Werra bei Überschwemmungen begründet.

Beim Boden D7 wurden im durch kapillaren Grundwasseraufstieg geprägten Unterboden gegenüber Hintergrundwerten deutlich erhöhte elektrische Leitfähigkeiten, Chlorid- und Sulfatgehalte sowie erhöhte Anteile an austauschbarem Natrium im aGo-Horizont und aMGo-Horizont gefunden. In aGo-Horizont (50-100 cm Tiefe) liegt die Na-Sättigung meist über 6 % (sodic properties). Im aM-Go-Horizont (15-50 cm Tiefe) wurden erstmals 2019 sodic properties vorgefunden. Dagegen weist der Oberboden (Ah-Horizont) nur geringere Anzeichen eines Salzeinflusses auf.

Die Werra weist in diesem Bereich bereits erhöhte Salzgehalte aus diffusen Einträgen und geogenen Salzwässern aus der Grube Springen auf. Bis Ende 2012 wurden außerdem Prozessabwässer aus dem Standort Unterbreizbach bei Dorndorf eingeleitet (Runder Tisch Werra/Weser und Kaliproduktion, 2008). Da das Grundwasser in der Werraau mit dem Flusswasser in Verbindung steht, kann bei Gleyen (Grundwasserböden) das im Grundwasser gelöste Salz von unten in den Bodenkörper eindringen und sich in der kapillaren Aufstiegszone in den Go-Horizonten anreichern. Die elektrische Leitfähigkeit des Bodensättigungsextraktes liegt am Standort D7 zeitweise auch im Oberboden in Höhe der Gehalte, bei denen bei empfindlichen Pflanzen Wachstumsbeeinträchtigungen auftreten können. Im Eluat ist der nach GALK für Baumschäden gelten-

de Richtwert für Cl nicht aber für Na im Regelfall überschritten. Die Salzbelastung scheint nach bisherigen Ergebnissen seit 2010 eher zuzunehmen, wobei an diesem Standort bei schwankenden Grundwasserständen eine hohe zeitliche Variabilität bei den Salzparametern zu erwarten ist. Es finden sich aber weder Salzzeigerpflanzen, noch waren bisher Wachstumsbeeinträchtigungen oder Salzschäden an Pflanzen sichtbar.

Die Chlorid- und Sulfatgehalte im Eluat der ausschließlich durch vermutete atmogene Einträge belasteten Böden des Haldenumfelds sind gering. Diese Böden weisen keine nennenswerte Anreicherung von Salzen auf. Sie sind meist stark sauer und zeigen keine Alkalisierung. Die Na-Sättigung der Austauscher und das mit dem Bodensättigungsextrakt bestimmte Natriumadsorptionsverhältnis (SAR) ist gering. Es sind damit keine schädlichen Beeinflussungen durch atmogene Salzeinträge (durch Salzkügelchen und Verwehungen) festzustellen.

Im Jahr 2016 zeigt sich bei den Waldböden meist die Wirkung der Waldkalkung auf den Kationenbelag. Bei den meisten Standorten hat die Basensättigung durch Abnahme der Al-Belegung und Zunahme der Ca- und vereinzelt auch der Mg-Belegung zugenommen. Bei Kalium ist meistens eine Abnahme der prozentualen K-Belegung festzustellen. Die zunehmende Basensättigung korreliert nicht mit zunehmenden pH-Werten (0,01 M CaCl₂). Trotz zunehmender Basensättigung wurden oft geringere pH-Werte als im Vorjahr gemessen. Nach Waldkalkung lagen die Böden an allen Standorten noch im selben Pufferbereich. Da die pH-Werte sich innerhalb eines Pufferbereiches auch bei fortlaufender Bodenversauerung bzw. Alkalisierung nur wenig verändern, sind vermutlich andere zeitlich variable Faktoren für die pH-Wertveränderungen maßgeblicher als die Kalkung (z. B. Kationenüberschussentnahme durch Vegetationsaufnahme, Mineralisierung/Humifizierung in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse und Beschattung). Bei den Untersuchungen von 2018 (D8, D9 und D11) und 2019 sinkt die Basensättigung bzw. Aluminiumbelegung in den oberen Horizonten meist wieder auf bzw. unter das Niveau vor der Kalkung. Durch die Kalkung wurde damit kein nachhaltiger Effekt erzielt.

Bei dem unmittelbar am Haldenrand gelegenen Standort D8 ist die Na-Sättigung des Al – Horizontes im Regelfall gegenüber dem natürlichen Hintergrund (< 2-3 %) mit 4,8 % im Jahr 2016 und 4,0 % im Trockenjahr 2018 schwach erhöht. Dies weist auf Staubeinträge von der Halde hin. Im Untergrund (Bt, P-Horizont) fällt außerdem die im Vergleich zu Ca-, hohe Mg-Sättigung bei allerdings relativ geringer Basensättigung auf (magnesian properties). Bei den vorgefundenen Stoffgehalten sind keine negativen Auswirkungen auf die Vegetation zu erwarten. Der Vegetationsbestand wies dementsprechend auch keine Blattschäden bzw. Auffälligkeiten in der Artenzusammensetzung auf.

Eine bei hoher Basensättigung sehr hohe Mg-Sättigung mit magnesian properties wurde zudem in den tonigen Horizonten im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe unmittelbar am Haldenrand bei den Flächen FFH17 und FFH18 sowie im Innern des FFH-Gebietes bei FFH16 vorgefunden. Bei FFH17 kam es im Jahr 2013 in Nähe der Monitoringfläche nach einem Starkregenereignis am Haldenrand zu einem Übertritt von salzreichen Haldenwasser in den Untergrund. Die Fläche liegt im Bereich des Chirotheriensandsteins. Nach tonmineralogischen Untersuchungen ist der damalige Salzeintrag hier für die hohe Mg-Belegung verantwortlich. Bei den beiden anderen Standorten stammt das Bodenmaterial aus Formationen des oberen Buntsandsteins. Als Ursache für die hohe Mg-Sättigung kommt hier auch eine Beeinflussung durch die Ionenzusammensetzung in Folge der teils salinären Bildungsbedingungen des Röt in Frage. Eine akute Salzbelastung liegt in den Böden im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe jedenfalls nicht vor. Die Na-Sättigung ist gering. Im Eluat wurden keine hohen löslichen Salzgehalte vorgefunden.

Bei den Vegetationsuntersuchungen wurde mit Ausnahme der durch Oberflächenabfluss und Sickerwasser der Teufhalde Hera versalzten Fläche D1 keine Hinweise auf Versalzungseinflüsse oder sonstige schädliche Einwirkungen vorgefunden. Teils wurden Veränderungen beim Bedeckungsgrad einzelner Arten und der Artenzusammensetzung nachgewiesen. Diese Bestandesdynamik ist auf natürliche Ursachen, Bewirtschaftungsmaßnahmen und teils auf anthropogene Störungen (BMX-Strecke oder Rückwege) zurückzuführen. Ein Einfluss des Kaliberbaus ist nicht erkennbar.

Im Jahr 2015 ist auf den Dauerbeobachtungsflächen D10 und D14 im Offenland eine Ausbreitung des salztoleranten *Wolligen Honiggras* und in D10 zusätzlich noch des ebenfalls salztoleranten *Gewöhnlichen Ruchgras* zu beobachten. Für das zeitweise verbreitete Auftreten dieser Arten sind Veränderungen von Faktoren maßgeblich, die in der Vegetationsgesellschaft des Grünlandes zu Konkurrenzvorteilen gegenüber anderen Arten geführt haben. Mittlerweile sind diese salztoleranten Arten auf beiden Standorten nicht mehr nachweisbar. Salztolerante Arten

sind meist typische Wirtschaftsgrünlandarten, die auf leicht salzhaltigen Böden noch gut wachsen können und weit verbreitet sind. Ein Salzeinfluss ist für diese beiden Standorte nicht anzunehmen, da keine erhöhten Salzgehalte im Boden vorgefunden wurden. Das Vorkommen salztoleranter Arten muß von klassischen Salzzeigern mit einer Hauptverbreitung auf salzhaltigen Böden und damit echten Zeigerfunktion unterschieden werden.

In den untersuchten Waldbeständen sind Änderungen in der Vegetation vorrangig auf Veränderung der Konkurrenzverhältnisse innerhalb des Pflanzenbestandes die z. B. durch forstliche Bewirtschaftungsmaßnahmen bzw. Windwurf verursacht sein können, zurückzuführen. Eine Zunahme salztoleranter Arten wurde hier nicht festgestellt. Dies gilt auch für die im FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe untersuchten Flächen.

ABROL I.P., YADAV J.S.P. & F.I. MASSOUD (1988): Salt-Affected Soils and their Management. FAO Soils Bulletin 39, Hrsg.: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. verbesserte und erweiterte Auflage (KA5), 438 S., Hannover.

AKVO GmbH (2021): Geologisches, Hydrogeologisches und Numerisches Modell für das Umfeld der Produktions- und Haldenstandorte des Werkes Werra Teilgebiet 1: Hattorf/Unterbreizbach, Anlage 6 Quartär-abgedeckte Karte.

Das BAUGRUNDINSTITUT Dipl.-Ing. Knierim GmbH & regioplus Ingenieurgesellschaft (2017): Erkundung des Untergrundes im NSG- und FFH-Gebiet „Stöckig Ruppershöhe“ an der Grenze zur ESTA-Rückstandshalde der K+S KALI GmbH – Geologisch / Bodenkundliches Gutachten -, im Auftrag der K+S KALI GmbH.

DIERßEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). 241 S., Darmstadt.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage, 1096 S., Stuttgart.

ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W. und PAULIßEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. = Scripta Geobotanica, Volume 18, 248 S., Göttingen.

EUROFINS GFA GmbH (2009): Vorbelastungsmessungen für die K+S KALI GmbH, Werk Werra mit den 3 Betriebsstandorten Wintershall in 36226 Heringen, Hattorf in 36269 Philippsthal und Unterbreizbach in 36414 Unterbreizbach. 38 S.

EZLIT Y. D., SMITH R. J. & S.R. RAINE (2010): A Review of Salinity and Sodicity in Irrigation, CRC for Irrigation Futures, Irrigation Matters Series No. 01/10 January 2010.

ESSUMANG D.K., ADOKOH C.K. AFRIYIE J. & E. MENSAH (2009): Source assessment and analysis of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH's) in the Oblogo waste disposal sites and some water bodies in and around the Accra Metropolis of Ghana.

FAO - Food and Agricultural Organization of the United Nations (2006): Guidelines for Soil Description, Fourth Edition.

GALK - Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (2010): Tausalz - Baumschäden durch Winterdienst. http://galk.de/projekte/akstb_tausalz.htm.

GLAVAC V. (1983): Über die Rotschwingel-Rotstraußgras-Pflanzengesellschaft (*Festuca rubra*-*Agrostis tenuis*-Ges. im Landschafts- und Naturschutzgebiet „Dönche“ in Kassel. Tuxenia: Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft Bd. 3.

GRYSCHKO, R., KUHNLE, R., TERYTZE, K., BREUER, J., STAHR, K., 2005. Soil extraction of readily soluble heavy metals and As with 1M NH_4NO_3 -solution evaluation of DIN 19730. J. Soils Sediments 5, 101–106.

Isbell, Raymond F. (2002): *The Australian Soil Classification* (Revised ed.). Collingwood, Victoria: CSIRO Publishing. ISBN 0-643-06898-8.

ISRIC (2013): http://www.isric.org/isric/webdocs/docs//major_soils_of_the_world/set7/sc/soloncha.pdf.

IUSS Working Group WRB (2014): World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, World Soil Resources Repots No. 106. FAO, Rome.

JENKINS B.& D. MORANDT (2004): An overview of acid-sodic soils in two regions of New South Wales, Australia. SuperSoil 2004: 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5 – 9 December 2004, University of Sydney, Australia.

KAHLERT, M. (1993): Auswirkungen der Werraversalzung auf die ökologischen Verhältnisse der Auenlandschaft des Werratales. Gesamthochschule Kassel, Ökologie und Umweltsicherung 2/1993.

KLAPP E. & W. OPITZ VON BOBERFELD (2013): Taschenbuch der Gräser – Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 14. Auflage Verlag Eugen Ulmer KG, ISBN 978-3-8001-7984-8.

LABO – Länderarbeitsgemeinschaft Boden (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe im Boden. In: Bodenschutz ergänzbares Handbuch, Beitrag 9006, Hrsg.: Rosenkranz, Einsele, Harreß.

LABO – Länderarbeitsgemeinschaft Boden (2017): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe im Boden. 4. Aufl. Berlin.

OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 1050 S., Stuttgart-Hohenheim.

PIES, C. (2009): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in River bank soils - Source identification and a risk assessment. Dissertation, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

PRENZEL, J. & H. SCHULTE-BISPING (1991): Ionenbindung in deutschen Waldböden – Eine Auswertung von 2500 Bodenuntersuchungen aus 25 Jahren. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe B, Bd. 29, 47 S..

PRÜß, A. (1992): Vorsorgewerte und Prüfwerte für mobile und mobilisierbare potentiell ökotoxische Spurenelemente in Böden. 145 S., Verlag Ulrich E. Grauer.

RAHMAN W.A. & D.L. ROWELL (1979): The influence of magnesium in saline and sodic soils: a Specific effect or a problem of cation exchange? Journal of Soil Science 30, 535-546.

REGIOPLUS (2016): Bestandserfassung Schutzgut Boden und Pflanzen auf Dauerbeobachtungsflächen im Umfeld der Halde IV am Standort Wintershall des Werkes Werra - Ergebnisse der Untersuchungen von 2012 bis 2015.

RICHARDS et al. (1954): Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No. 60, United States Department of Agriculture. 159 S.

Roth M. (2013): Beurteilung und Vergleich der Schutzwürdigkeit von Pflanzenbeständen an der Teufhalde Hera der K+S KALI GmbH, Werk Werra, Philippsthal. Diplomarbeit. Universität Kassel. Fachbereich 10 Mathematik und Naturwissenschaften.

Runder Tisch Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion (2008): Infobrief September 2008.

SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1998): Lehrbuch der Bodenkunde, 14. Auflage, 494 S., Enke Verlag.

HOFMANN H. & T. SCHEER (1996): Waldbauliche, botanische und bodenkundliche Untersuchungen im Umfeld der Halde Hera. Zustandserfassung 1996. Unveröff. Gutachten, 90 S., Witzenhausen.

SCHLICHTING E., BLUME H.-P. & K. STAHR (1995): Bodenkundliches Praktikum - Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler. 2. neubearbeitete Auflage, Pareys Studentexte 81. 295 S..

SCHMIDT, W. (1974): Die vegetationskundliche Untersuchung von Dauerprobeflächen. In: Mitt. d. flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft Heft 17, S. 103 - 106.

STRASBURGER, E. (Begr.; 1991): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 33. Auflage, 1030 S., Stuttgart, Jena, New York.

TRÜBY P. & H.W. ZÖTTL (1990): Schwermetallbelastung und Gesundheitszustand von Waldbäumen, Kernforschungszentrum Karlsruhe PEF 61, S.257-269.

THÜRINGER MINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESPLANUNG/ THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT (Hrsg.; 1993): Die Pflanzengesellschaften Thüringens – Gefährdung und Schutz. 257 S., Jena.

UNGER, H.J. & D. PRINZ (1992): Verkehrsbedingte Immissionen in Baden-Württemberg -Schwermetalle und organische Fremdstoffe in naturnahen Böden und Aufwuchs - Hrsg.: Umweltministerium Baden-Württemberg, Reihe Luft Boden Abfall Heft 19.

ZHANG X.C. & L.D. NORTON (2002): Effect of exchangeable Mg on saturated hydraulic conductivity, disaggregation and clay dispersion of disturbed soils. Journal of Hydrology 260, S. 194 – 205.

ZÜNDORF, H.-J.; GÜNTHER, K.-F., KORSCH, H. & WESTHUS, W. (2006): Flora von Thüringen, 764 S., Jena.

Tabelle 3: Gesamtartenliste der im Rahmen der Vegetationsaufnahmen erfassten Pflanzenarten und Pilze (Standorte D1 bis D8; D10; D12 bis D14)

| Wissensch. Name | Deutscher Name |
|--------------------------------|----------------------------|
| Farn- und Gefäßpflanzen | |
| <i>Acer campestre</i> | Feldahorn |
| <i>Acer platanoides</i> | Spitz-Ahorn |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | Berg-Ahorn |
| <i>Achillea millefolium</i> | Wiesen-Schafgarbe |
| <i>Achillea ptarmica</i> | Sumpf-Schafgarbe |
| <i>Agrostis capillaris</i> | Rot-Straußgras |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | Weißes Straußgras |
| <i>Ajuga reptans</i> | Kriechender Günsel |
| <i>Alliaria petiolata</i> | Knoblauchsrauke |
| <i>Allium oleraceum</i> | Gemüselauch |
| <i>Alnus incana</i> | Grauerle |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | Wiesen-Fuchsschwanz |
| <i>Anemone nemorosa</i> | Buschwindröschen |
| <i>Angelica archangelica</i> | Erzengelwurz |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | Gewöhnliches Ruchgras |
| <i>Apera spica-venti</i> | Windhalm |
| <i>Arctium lappa</i> | Große Klette |
| <i>Arctium mnus</i> | Kleine Klette |
| <i>Arctium tomentosum</i> | Filzklette |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | Glatthafer |
| <i>Aster tripolium</i> | Salz-Aster |
| <i>Athyrium filix-femina</i> | Wald-Frauenfarn |
| <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele |
| <i>Barbarea vulgaris</i> | Echtes Barbarakraut |
| <i>Betula pendula</i> | Warzen-Birke |
| <i>Bistorta officinalis</i> | Schlangenknoterich |
| <i>Bromus hordeaceus</i> | Weiche Trespe |
| <i>Bromus inermis</i> | Wehrlose Trespe |
| <i>Bromus ramosus</i> | Späte Wald-Trespe |
| <i>Bromus sterilis</i> | Taube Trespe |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> | Landschilf |
| <i>Calystegia sepium</i> | Zaunwinde |
| <i>Campanula patula</i> | Wiesen-Glockenblume |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | Rundblättrige Glockenblume |
| <i>Carex acuta</i> | Schlank-Segge |
| <i>Carex digitata</i> | Finger-Segge |
| <i>Carex pilulifera</i> | Pillensegge |

| Wissensch. Name | Deutscher Name |
|---------------------------------|----------------------------|
| <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge |
| <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche |
| <i>Centaurea jacea</i> | Wiesen-Flockenblume |
| <i>Centaureum erythraea</i> | Tausendgüldenkrout |
| <i>Cephalanthera damasonium</i> | Weißes Waldvöglein |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | Gewöhnliches Hornkraut |
| <i>Cerastium pumilum</i> | Dunkles Hornkraut |
| <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche |
| <i>Chaerophyllum bulbosum</i> | Knotiger Kälberkropf |
| <i>Chaerophyllum temulum</i> | Taumel-Kälberkropf |
| <i>Cirsium arvense</i> | Acker-Kratzdistel |
| <i>Cirsium vulgare</i> | Lanzett-Kratzdistel |
| <i>Colchicum autumnalis</i> | Herbstzeitlose |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | Ackerwinde |
| <i>Corylus avellana</i> | Gemeine Hasel |
| <i>Crataegus laevigata</i> | Zweigrieffliger Weißdorn |
| <i>Crataegus macrocarpa</i> | Großfrüchtiger Weißdorn |
| <i>Crataegus monogyna</i> | Eingrieffliger Weißdorn |
| <i>Crepis biennis</i> | Zweijähriger Pippau |
| <i>Crepis capillaris</i> | Kleinköpfiger Pippau |
| <i>Cynosurus cristatus</i> | Kammgras |
| <i>Cytisus scoparius</i> | Besenginster |
| <i>Dactylis glomerata</i> | Gewöhnliches Knäulgras |
| <i>Daucus carota</i> | Wilde Möhre |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dorniger Wurmfarne |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Breitblättriger Wurmfarne |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne |
| <i>Elytrigia repens</i> | Gemeine Quecke |
| <i>Epilobium ciliatum</i> | Drüsiges Weidenröschen |
| <i>Epilobium montanum</i> | Berg-Weidenröschen |
| <i>Epilobium obscurum</i> | Dunkelgrünes Weidenröschen |
| <i>Equisetum arvense</i> | Acker-Schachtelhalm |
| <i>Erigeron annuus</i> | Einjähriges Berufkraut |
| <i>Euphrasia stricta</i> | Steifer Augentrost |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche |
| <i>Festuca arundinacea</i> | Sumpf-Schwingel |
| <i>Festuca pratensis</i> | Wiesen-Schwingel |
| <i>Festuca rubra</i> | Rot-Schwingel |
| <i>Filipendula ulmaria</i> | Echtes Mädesüß |

| Wissensch. Name | Deutscher Name |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>Fragaria vesca</i> | Wald-Erdbeere |
| <i>Frangula alnus</i> | Faulbaum |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn |
| <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut |
| <i>Galium album</i> | Wiesen-Labkraut |
| <i>Geranium columbinum</i> | Tauben-Storchschnabel |
| <i>Geranium robertianum</i> | Stink-Storchschnabel |
| <i>Geum urbanum</i> | Echte Nelkenwurz |
| <i>Glechoma hederacea</i> | Gundermann |
| <i>Gymnocarpium dryopteris</i> | Eichenfarn |
| <i>Gypsophila perfoliata</i> | Durchwachsenblättriges Gipskraut |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | Wiesen-Bärenklau |
| <i>Hieracium lachenalii</i> | Gemeines Labkraut |
| <i>Hieracium laevigatum</i> | Glattes Habichtskraut |
| <i>Hieracium sabaudum</i> | Savoyer Habichtskraut |
| <i>Holcus lanatus</i> | Wolliges Honiggras |
| <i>Hordelymus europaeus</i> | Wald-Haargerste |
| <i>Hordeum secalinum</i> | Roggen-Gerste |
| <i>Humulus lupulus</i> | Gewöhnlicher Hopfen |
| <i>Hymenolobus procumbens</i> | Salztäschel |
| <i>Hypericum maculatum</i> | Geflecktes Johanniskraut |
| <i>Hypericum perforatum</i> | Tüpfel-Hartheu |
| <i>Hypericum tetrapterum</i> | Geflügeltes Johanniskraut |
| <i>Hypochaeris radicata</i> | Gewöhnliches Ferkelkraut |
| <i>Impatiens glandulifera</i> | Drüsiges Springkraut |
| <i>Juncus effusus</i> | Flatterbinse |
| <i>Juncus inflexus</i> | Blaugrüne Binse |
| <i>Lactuca serriola</i> | Kompass-Lattich |
| <i>Lathyrus linifolius</i> | Berg-Platterbse |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | Wiesen-Wicke |
| <i>Leontodon autumnalis</i> | Herbst-Löwenzahn |
| <i>Leontodon hispidus</i> | Behaarter Löwenzahn |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> | Wiesen-Margerite |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | Gewöhnlicher Liguster |
| <i>Lotus corniculatus</i> | Gewöhnlicher Hornklee |
| <i>Luzula campestris</i> | Feld-Hainsimse |
| <i>Luzula luzuloides</i> | Schmalblättrige Hainsimse |
| <i>Lycopus europaeus</i> | Wolfstrapp |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | Gewöhnlicher Gilbweiderich |

| Wissensch. Name | Deutscher Name |
|--------------------------------|---------------------------|
| <i>Lythrum salicaria</i> | Blut-Weiderich |
| <i>Medicago lupulina</i> | Kleiner Schneckenklee |
| <i>Melampyrum sylvaticum</i> | Wald-Wachtelweizen |
| <i>Melilotus albus</i> | Weißer Steinklee |
| <i>Mentha longifolia</i> | Rossminze |
| <i>Moehringia trinervia</i> | Dreinervige Nabelmiere |
| <i>Myosotis arvensis</i> | Acker-Vergissmeinnicht |
| <i>Myosotis sylvatica</i> | Wald-Vergissmeinnicht |
| <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee |
| <i>Pastinaca sativa</i> | Pastinak |
| <i>Petasites hybridus</i> | Gemeine Pestwurz |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | Rohrglanzgras |
| <i>Phleum pratense</i> | Wiesen-Lieschgras |
| <i>Phyteuma nigrum</i> | Schwarze Teufelskralle |
| <i>Picea abies</i> | Gemeine Fichte |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | Kleine Pimpinelle |
| <i>Pinus sylvestris</i> | Waldkiefer |
| <i>Plantago intermedia</i> | Kleiner Wegerich |
| <i>Plantago lanceolata</i> | Spitzwegerich |
| <i>Plantago media</i> | Mittlerer Wegerich |
| <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras |
| <i>Poa pratensis</i> | Wiesen-Rispengras |
| <i>Poa trivialis</i> | Gewöhnliches Rispengras |
| <i>Polygonum lapathifolium</i> | Ampfer-Knöterich |
| <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel |
| <i>Potentilla anserina</i> | Gänsefingerkraut |
| <i>Potentilla reptans</i> | Kriechendes Fingerkraut |
| <i>Prunus serotina</i> | Späte Traubenkirsche |
| <i>Prunus domestica</i> | Pflaume |
| <i>Prunus spinosa</i> | Schlehe |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglasie |
| <i>Puccinellia distans</i> | Gewöhnlicher Salzschwaden |
| <i>Pyrus communis</i> | Kulturbirne |
| <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche |
| <i>Quercus robur</i> | Stieleiche |
| <i>Ranunculus acris</i> | Scharfer Hahnenfuß |
| <i>Ranunculus auricomus</i> | Goldschopf-Hahnenfuß |
| <i>Ranunculus ficaria</i> | Scharbockskraut |
| <i>Ranunculus repens</i> | Kriechender Hahnenfuß |
| <i>Ribes uva-crispa</i> | Stachelbeere |

| Wissensch. Name | Deutscher Name |
|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Robinia pseudoacacia</i> | Robinie |
| <i>Rosa canina</i> | Hundsrose |
| <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere |
| <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere |
| <i>Rumex acetosa</i> | Sauerampfer |
| <i>Rumex aquaticus</i> | Wasser-Ampfer |
| <i>Rumex crispus</i> | Krauser Ampfer |
| <i>Sagina procumbens</i> | Niederliegendes Mastkraut |
| <i>Salicornia europaea</i> | Kurzzähren-Queller |
| <i>Salix caprea</i> | Salweide |
| <i>Sambucus nigra</i> | Schwarzer Holunder |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | Großer Wiesenknopf |
| <i>Saxifraga granulata</i> | Knöllchen-Steinbrech |
| <i>Scrophularia nodosa</i> | Knoten-Braunwurz |
| <i>Scrophularia umbrosa</i> | Geflügelte Braunwurz |
| <i>Senecio erucifolius</i> | Raukenblättriges Greiskraut |
| <i>Senecio jacobaea</i> | Jakobs-Greiskraut |
| <i>Solanum tuberosum</i> | Kartoffel |
| <i>Solidago gigantea</i> | Späte Goldrute |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche |
| <i>Spergularia media</i> | Flügelsamige Schuppenmiere |
| <i>Stellaria graminea</i> | Gras-Sternmiere |
| <i>Stellaria holostea</i> | Echte Sternmiere |
| <i>Suaeda maritima</i> | Strandsode |
| <i>Symphoricarpos albus</i> | Knallerbse |
| <i>Symphytum officinale</i> | Gewöhnlicher Beinwell |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn |
| <i>Taraxacum officinale</i> | Wiesen-Löwenzahn |
| <i>Tilia platyphyllos</i> | Sommerlinde |
| <i>Tragopogon pratensis</i> | Wiesen-Bocksbart |
| <i>Trifolium campestre</i> | Feldklee |
| <i>Trifolium dubium</i> | Kleiner Klee |
| <i>Trifolium hybridum</i> | Schweden-Klee |
| <i>Trifolium pratense</i> | Rotklee |
| <i>Trifolium repens</i> | Weißklee |
| <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | Heidelbeere |
| <i>Valeriana officinalis</i> | Echter Baldrian |
| <i>Valeriana repens</i> | Kriechender Baldrian |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | Gamander-Ehrenpreis |

| Wissensch. Name | Deutscher Name |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| <i>Veronica hederifolia</i> | Efeublättriger Ehrenpreis |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> | Quendel-Ehrenpreis |
| <i>Vicia angustifolia</i> | Schmalblättr. Wicke |
| <i>Vicia cracca</i> | Vogel-Wicke |
| <i>Vicia grandiflora</i> | Großblütige Wicke |
| <i>Vicia hirsuta</i> | Behaarte Wicke |
| <i>Vicia sativa</i> | Saat-Wicke |
| <i>Vicia sepium</i> | Zaunwicke |
| <i>Vicia tenuifolia</i> | Dünnblättrige Wicke |
| <i>Vicia tetrasperma</i> | Viersamige Wicke |
| <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen |
| <i>Viola riviniana</i> | Hain-Veilchen |
| | |
| Laubmoose | |
| <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Katharinenmoos |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> | Krücken-Kegelmoos |
| <i>Brachythecium velutinum</i> | Samt-Kegelmoos |
| <i>Campylium stellatum</i> | Stern-Goldschlafmoos |
| <i>Ceratodon purpureus</i> | Gemeines Hornzahnmoos |
| <i>Dicranum scoparium</i> | Besen-Gabelzahnmoos |
| <i>Hylocomium splendens</i> | Etagenmoos |
| <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressenschlafmoos |
| <i>Mnium punctatum</i> | Punktiertes Sternmoos |
| <i>Orthotrichum striatum</i> | Glattkapsliges Steifblattmoos |
| <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos |
| <i>Polytrichum formosum</i> | Wald-Frauenhaarmoos |
| <i>Ptilium crista-castrensis</i> | Federmoos |
| <i>Plagiothecium denticulatum</i> | Zahn-Plattmoos |
| <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoos |
| <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | Großes Kranzmoos |
| <i>Scleropodium purum</i> | Grünstengelmoos |
| | |
| Flechten | |
| <i>Lepraria incana</i> | Graue Lepraflechte |
| | |
| Pilze | |
| <i>Amanites phalloides</i> | Grüner Knollenblätterpilz |
| <i>Psathyrella lacrymabunda</i> | Tränender Saumpilz |

Tabelle 4: Gesamtartenliste der im Rahmen der Vegetationsaufnahmen erfassten Pflanzenarten und Pilze im NSG/FFH-Gebiet Stöckig-Ruppertshöhe (Standorte D9, D11 und FFH15 bis FFH18)

| Wissensch. Name | Deutscher Name | Vorkommen (Flächen-Nr.) |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Farn- und Gefäßpflanzen | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | Berg-Ahorn | D9, D11, FFH15 |
| <i>Ajuga reptans</i> | Kriechender Günsel | FFH15 |
| <i>Anemone nemorosa</i> | Buschwindröschen | D9, FFH15, FFH16 |
| <i>Athyrium filix-femina</i> | Frauenfarn | FFH18 |
| <i>Avenella flexuosa</i> | Drahtschmiele | FFH17, FFH18 |
| <i>Betula pendula</i> | Warzen-Birke | FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Bromus ramosus</i> | Späte Wald-Trespe | D11 |
| <i>Carex pilulifera</i> | Pillensegge | FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Carex sylvatica</i> | Wald-Segge | D9, D11, FFH15 |
| <i>Carpinus betulus</i> | Hainbuche | D9, D11, FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Cerasus avium</i> | Vogelkirsche | D9 |
| <i>Crataegus laevigata</i> | Zweiggriffliger Weißdorn | FFH15, FFH17 |
| <i>Crataegus species</i> | Weißdorn | D9 |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> | Rasenschmiele | D9, D11, FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dorniger Wurmfarne | D11, FFH17, FFH18 |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Breitblättriger Wurmfarne | D9 |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Männlicher Wurmfarne | FFH16 |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Rotbuche | D9, D11, FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Festuca gigantea</i> | Riesen-Schwingel | D9 |
| <i>Fragaria vesca</i> | Wald-Erdbeere | FFH18 |
| <i>Frangula alnus</i> | Faulbaum | FFH17 |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Gemeine Esche | D9, D11 |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> | Stechender Hohlzahn | D9 |
| <i>Galium aparine</i> | Klett-Labkraut | D9 |
| <i>Hordelymus europaeus</i> | Wald-Haargerste | FFH15 |
| <i>Juncus effusus</i> | Flatterbinse | FFH18 |
| <i>Lapsana communis</i> | Rainkohl | FFH17 |
| <i>Luzula luzuloides</i> | Schmalblättrige Hainsimse | D9, D11, FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Lysimachia nummularia</i> | Pfennigkraut | FFH18 |
| <i>Oxalis acetosella</i> | Wald-Sauerklee | D9, D11, FFH15, FFH18 |
| <i>Picea abies</i> | Gemeine Fichte | FFH15, FFH18 |
| <i>Poa nemoralis</i> | Hain-Rispengras | FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Populus tremula</i> | Zitterpappel | FFH17 |

| Wissensch. Name | Deutscher Name | Vorkommen (Flächen-Nr.) |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| <i>Quercus petraea</i> | Traubeneiche | FFH17 |
| <i>Quercus robur</i> | Stieleiche | D9, D11, FFH15, FFH16, FFH18 |
| <i>Ranunculus ficaria</i> | Scharbockskraut | D9 |
| <i>Rubus caesius</i> | Kratzbeere | FFH18 |
| <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere | FFH17, FFH18 |
| <i>Salix caprea</i> | Salweide | FFH18 |
| <i>Scophularia nodosa</i> | Knoten-Braunwurz | FFH18 |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | Eberesche | FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Stachys sylvatica</i> | Wald-Ziest | FFH18 |
| <i>Stellaria holostea</i> | Echte Sternmiere | FFH18 |
| <i>Taraxacum officinalis</i> | Wiesen-Löwenzahn | FFH17 |
| <i>Torilis japonica</i> | Japanischer Klettenkerbel | FFH17 |
| <i>Urtica dioica</i> | Große Brennnessel | FFH17, FFH18 |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | Heidelbeere | FFH17, FFH18 |
| <i>Viola reichenbachiana</i> | Wald-Veilchen | D9, FFH15, FFH17, FFH18 |
| | | |
| Laubmoose | | |
| <i>Atrichum undulatum</i> | Welliges Katharinenmoos | D9, D11, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> | Krücken-Kegelmoss | D11 |
| <i>Campylium stellatum</i> | Stern-Goldschlafmoos | FFH15, FFH18 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | Besen-Gabelzahnmoos | D11, FFH17, FFH18 |
| <i>Hylocomium splendens</i> | Etagenmoos | FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Hypnum cupressiforme</i> | Zypressenschlafmoos | D9, D11, FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Mnium hornum</i> | Schwanenhals-Sternmoos | FFH17 |
| <i>Mnium punctatum</i> | Punktirtes Sternmoos | FFH18 |
| <i>Pleurozium schreberi</i> | Rotstengelmoss | FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Polytrichum formosum</i> | Wald-Frauenhaarmoss | D11, FFH15, FFH16, FFH17, FFH18 |
| <i>Ptilium crista-castrensis</i> | Federmoss | D11 |
| | | |
| Pilze | | |
| <i>Amanita muscaria</i> | Roter Fliegenpilz | FFH17 |
| <i>Russola fageticola</i> | Buchen-Heringstäubling | FFH16 |
| <i>Tricholoma columbetta</i> | Seidiger Ritterling | FFH18 |

Tabelle 5: Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Versalzungsparameter, Eluat, austauschbare Kationen D1 bis D14)

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | Eluat | | | | | | pH | pH | austauschbare Kationen | | | | | | | | Σ Kationen | KAK _{eff} BaCl ₂ | BS ¹ | Kationenbelegung | | | | | | | |
|-------|------|-------|------------------|---------------|--------|-----------------|-------|------|------|------|------|------------------------|-------------------------|------------|-------|-------|------|-------|----------------|------------|---|-----------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | Na | Mg | pH | | | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | | | | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ |
| | | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | | | | 0,1m BaCl ₂ | 0,01m CaCl ₂ | [cmol+/kg] | | | | | | | | | [% v. Σ Kationen] bzw. [% v.KAKeff] | | | | | | | |
| D1.1 | 2010 | -10 | Aczi | 710 | 80 | 100 | n.b. | n.b. | 7,40 | n.b. | 7,74 | 2,20 | 2,60 | 1,00 | 3,10 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 8,9 | 7,3 | n.b. | 24,7 | 29,2 | 11,2 | 34,8 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 2820 | 536 | 172 | n.b. | n.b. | 7,35 | 6,5 | 7,51 | 1,60 | 4,76 | 1,29 | 22,30 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 30,0 | 5,4 | 99,9 | 5,3 | 15,9 | 4,3 | 74,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2016 | | | 2295 | 568 | 253 | 85,6 | n.b. | 8,17 | 6,74 | 7,35 | 2,91 | 4,35 | 0,95 | 18,60 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 26,8 | 6,2 | 99,9 | 10,8 | 16,2 | 3,5 | 69,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2019 | | | 1193 | 265 | 94,4 | 253 | 3,79 | 8,39 | 6,43 | 7,49 | 2,64 | 2,92 | 0,90 | 11,41 | 0,05 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 17,9 | 6,7 | 99,6 | 14,7 | 16,3 | 5,0 | 63,6 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| D1.2 | 2010 | -33 | Bzv ₁ | 680 | 100 | 95 | n.b. | n.b. | 7,60 | n.b. | 7,75 | 1,10 | 2,20 | 1,30 | 6,80 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 11,4 | 3,3 | n.b. | 9,6 | 19,3 | 11,4 | 59,6 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 1972 | 374 | 135 | n.b. | n.b. | 7,22 | 6,4 | 7,67 | 0,65 | 3,15 | 1,15 | 16,64 | 0,03 | 0,01 | <0,01 | 0,00 | 21,6 | 4,1 | 99,8 | 3,0 | 14,6 | 5,3 | 76,9 | 0,1 | 0,0 | n.b. | 0,0 |
| | 2016 | | | 1643 | 399 | 173 | 68,3 | n.b. | 7,93 | 6,65 | 7,58 | 0,91 | 2,67 | 0,92 | 13,45 | 0,01 | 0,00 | <0,01 | 0,00 | 18,0 | 3,8 | 99,9 | 5,1 | 14,9 | 5,1 | 74,9 | 0,1 | 0,0 | n.b. | 0,0 |
| | 2019 | | | 1339 | 310 | 116 | 293 | 3,16 | 8,29 | 6,09 | 7,58 | 0,81 | 2,03 | 0,82 | 11,29 | 0,05 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 15,0 | 4,3 | 99,6 | 5,4 | 13,5 | 5,5 | 75,2 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| D1.3 | 2010 | -100 | Bzv ₂ | 1390 | 320 | 130 | n.b. | n.b. | 7,70 | n.b. | 7,75 | 0,47 | 2,10 | 2,00 | 15,00 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 19,6 | 4,6 | n.b. | 2,4 | 10,7 | 10,2 | 76,6 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 1932 | 350 | 161 | n.b. | n.b. | 6,94 | 6,3 | 7,64 | 0,56 | 2,38 | 1,46 | 17,49 | 0,02 | 0,00 | <0,01 | 0,00 | 21,9 | 4,4 | 99,9 | 2,6 | 10,9 | 6,7 | 79,8 | 0,1 | 0,0 | n.b. | 0,0 |
| | 2016 | | | 2150 | 533 | 221 | 86 | n.b. | 8,21 | 6,64 | 7,71 | 0,68 | 2,62 | 1,24 | 17,35 | <0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 22,0 | 4,2 | 99,6 | 3,1 | 11,9 | 5,6 | 79,0 | n.b. | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| | 2019 | | | 1925 | 448 | 184 | 426 | 3,42 | 7,91 | 6,00 | 7,59 | 0,48 | 2,30 | 1,33 | 18,09 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 22,3 | 4,6 | 99,8 | 2,2 | 10,3 | 6,0 | 81,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| D2.1 | 2010 | -30 | Ah | 163 | < 2 | 8,3 | n.b. | n.b. | 7,00 | n.b. | 7,23 | 15,00 | 3,60 | 2,00 | 0,08 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 20,7 | 23,0 | n.b. | 72,5 | 17,4 | 9,7 | 0,4 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2012 | | | 145 | 2,7 | 4,9 | n.b. | n.b. | 9,50 | n.b. | 7,19 | 17,90 | 4,01 | 1,45 | 0,10 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 23,5 | 19,4 | 99,9 | 76,2 | 17,1 | 6,2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2013 | | | 154 | 2,71 | 4,17 | n.b. | n.b. | 7,67 | 7,0 | 7,14 | 20,20 | 4,39 | 1,59 | 0,20 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 26,4 | 19,5 | 99,8 | 76,5 | 16,6 | 6,0 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2016 | | | 174 | 2,52 | 2,77 | 1,4 | n.b. | 7,74 | 7,08 | 7,14 | 20,90 | 3,67 | 1,14 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 25,9 | 18,0 | 99,8 | 80,7 | 14,2 | 4,4 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| | 2019 | | | 216 | 2,95 | 4,11 | 1,01 | 4,38 | 8,04 | 6,86 | 7,26 | 19,68 | 3,39 | 1,58 | 0,09 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 24,8 | 20,0 | 99,8 | 79,4 | 13,7 | 6,4 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| D2.2 | 2010 | -50 | aM | 152 | 8,5 | 2,4 | n.b. | n.b. | 7,30 | n.b. | 7,43 | 15,00 | 3,00 | 1,40 | 0,09 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 19,5 | 19,0 | n.b. | 76,9 | 15,4 | 7,2 | 0,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2012 | | | 139 | 3,0 | 3,3 | n.b. | n.b. | 8,80 | n.b. | 7,29 | 10,10 | 2,02 | 0,76 | 0,07 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 13,0 | 10,4 | 99,8 | 77,9 | 15,6 | 5,9 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 2013 | | | 121 | 1,46 | 3,15 | n.b. | n.b. | 7,85 | 7,1 | 7,67 | 17,60 | 3,56 | 1,11 | 0,18 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 22,5 | 16,5 | 99,8 | 78,3 | 15,8 | 4,9 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2016 | | | 133 | 2,26 | 2,53 | 1,8 | n.b. | 8,03 | 7,36 | 7,32 | 18,90 | 3,24 | 0,88 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 23,1 | 15,7 | 100 | 81,7 | 14,0 | 3,8 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2019 | | | 168 | 2,96 | 4,89 | 1,42 | 3,51 | 7,30 | 7,10 | 7,54 | 18,38 | 2,90 | 1,06 | 0,11 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 22,5 | 16,4 | 99,8 | 81,7 | 12,9 | 4,7 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| D2.3 | 2010 | -100 | aM | 146 | 7,8 | 2,6 | n.b. | n.b. | 7,50 | n.b. | 7,48 | 15,00 | 2,90 | 0,91 | 0,03 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 18,8 | 19,0 | n.b. | 79,6 | 15,4 | 4,8 | 0,1 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2012 | | | 127 | 2,2 | 4,2 | n.b. | n.b. | 8,50 | n.b. | 7,35 | 12,90 | 2,53 | 0,70 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 16,3 | 14,7 | 99,9 | 79,0 | 15,5 | 4,3 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 2013 | | | 107 | 1,52 | 2,61 | n.b. | n.b. | 7,62 | 7,3 | 7,41 | 16,20 | 3,30 | 0,74 | 0,22 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 20,5 | 14,8 | 99,9 | 79,1 | 16,1 | 3,6 | 1,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2016 | | | 105 | 1,56 | 2,24 | 1,3 | n.b. | 8,11 | 7,51 | 7,46 | 16,90 | 2,99 | 0,53 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 20,6 | 13,8 | 99,8 | 82,1 | 14,5 | 2,6 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| | 2019 | | | 139 | 5,33 | 5 | 3,11 | 3,17 | 7,82 | 7,08 | 7,37 | 14,71 | 2,64 | 0,60 | 0,18 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 18,2 | 15,2 | 99,7 | 80,9 | 14,5 | 3,3 | 1,0 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| D3.1 | 2010 | -5 | Oh, Ahe | 71 | 7,7 | 7,3 | n.b. | n.b. | 6,10 | 3,97 | 3,91 | 5,27 | 1,30 | 0,59 | 0,11 | 1,77 | 0,08 | 0,31 | 0,54 | 10,0 | 9,2 | 72,9 | 52,9 | 13,0 | 5,9 | 1,1 | 17,8 | 0,8 | 3,1 | 5,4 |
| | 2013 | | | 65,3 | 2,57 | 3,75 | n.b. | n.b. | 5,27 | 3,9 | 4,00 | 5,95 | 1,72 | 0,65 | 0,11 | 3,41 | 0,12 | 0,26 | 0,55 | 12,8 | 10,3 | 66,0 | 46,6 | 13,5 | 5,1 | 0,9 | 26,7 | 0,9 | 2,0 | 4,3 |
| | 2016 | | | 73,7 | 2,96 | 4,5 | 1,4 | n.b. | 5,27 | 3,97 | 3,95 | 5,89 | 1,54 | 0,48 | 0,11 | 1,24 | 0,05 | 0,29 | 0,48 | 10,1 | 7,7 | 79,6 | 58,4 | 15,3 | 4,8 | 1,1 | 12,3 | 0,5 | 2,9 | 4,8 |
| | 2019 | | | 57,4 | 1,95 | 3,72 | 0,863 | 1,40 | 5,34 | 3,91 | 4,04 | 4,10 | 1,08 | 0,49 | 0,06 | 2,33 | 0,09 | 0,19 | 0,55 | 8,9 | 9,0 | 64,5 | 46,1 | 12,1 | 5,5 | 0,7 | 26,2 | 1,0 | 2,1 | 6,2 |
| D3.2 | 2010 | -50 | Bv ₁ | 45,0 | 2,7 | 3,8 | n.b. | n.b. | 5,40 | 4,33 | 3,88 | 0,74 | 0,28 | 0,36 | 0,05 | 1,57 | 0,08 | 0,03 | 0,22 | 3,3 | 2,9 | 42,9 | 22,2 | 8,4 | 10,8 | 1,5 | 47,1 | 2,4 | 0,9 | 6,6 |

| | | | | Eluat | | | | | | | | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | | |
|---------|------|-------|----------------------|---------------|--------|-----------------|-------|-------|------|------------------------|-------------------------|------------------------|------|------|------|-------|-------|------|----------------|------------|---|-----------------|-------------------------------------|------|------|-----|------|------|-----|----------------|--|--|
| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | Na | Mg | pH | pH | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | Σ Kationen | KAK _{eff} BaCl ₂ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | | |
| [cm] | | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | | 0,1m BaCl ₂ | 0,01m CaCl ₂ | [cmol+/kg] | | | | | | | | | | | [% v. Σ Kationen] bzw. [% v.KAKeff] | | | | | | | | | |
| | 2013 | | | 32,8 | 1,25 | 2,17 | n.b. | n.b. | 5,31 | 4,2 | 3,86 | 1,12 | 0,45 | 0,44 | 0,09 | 2,26 | 0,18 | 0,05 | 0,30 | 4,9 | 3,8 | 42,9 | 22,9 | 9,2 | 9,0 | 1,8 | 46,2 | 3,7 | 1,0 | 6,1 | | |
| | 2016 | | | 39,7 | 1,45 | 2,87 | 0,73 | n.b. | 5,49 | 4,05 | 3,73 | 1,05 | 0,42 | 0,30 | 0,07 | 1,35 | 0,06 | 0,04 | 0,40 | 3,7 | 2,8 | 49,9 | 28,5 | 11,4 | 8,1 | 1,9 | 36,6 | 1,6 | 1,1 | 10,8 | | |
| | 2019 | | | 74,8 | 1,34 | 3,63 | 0,570 | 1,34 | 6,82 | 5,27 | 5,79 | 3,01 | 0,46 | 0,37 | 0,06 | 0,18 | 0,04 | 0,03 | 0,00 | 4,2 | 4,2 | 94,0 | 72,5 | 11,1 | 8,9 | 1,4 | 4,3 | 1,0 | 0,7 | 0,0 | | |
| D3.3 | 2010 | -100 | Bv ₂₊₃ | 50,0 | 5,1 | 4,9 | n.b. | n.b. | 5,50 | 4,27 | 3,69 | 1,21 | 0,68 | 0,79 | 0,10 | 3,15 | 0,06 | 0,01 | 0,25 | 6,3 | 5,7 | 44,5 | 19,4 | 10,9 | 12,6 | 1,6 | 50,4 | 1,0 | 0,2 | 4,0 | | |
| | 2013 | | | 39,5 | 2,73 | 3,65 | n.b. | n.b. | 5,64 | 4,2 | 4,20 | 1,37 | 0,75 | 0,80 | 0,12 | 1,54 | 0,19 | 0,02 | 0,27 | 5,1 | 5,2 | 60,1 | 27,1 | 14,8 | 15,8 | 2,4 | 30,4 | 3,8 | 0,4 | 5,3 | | |
| | 2016 | | | 30,8 | 2,19 | 4,34 | 1,5 | n.b. | 6,37 | 4,13 | 3,72 | 1,53 | 0,74 | 0,54 | 0,11 | 1,60 | 0,06 | 0,02 | 0,32 | 4,9 | 3,9 | 59,3 | 31,1 | 15,0 | 11,0 | 2,2 | 32,5 | 1,2 | 0,4 | 6,5 | | |
| | 2019 | | | 91,5 | 1,73 | 4,82 | 1,31 | 1,47 | 7,17 | 5,72 | 5,80 | 3,94 | 0,76 | 0,72 | 0,09 | 0,10 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 5,7 | 5,6 | 97,3 | 69,6 | 13,4 | 12,7 | 1,6 | 1,8 | 0,5 | 0,4 | 0,0 | | |
| D4.1 | 2010 | -8 | Oh, Ah | 90 | 4,4 | 8,1 | n.b. | n.b. | 5,30 | n.b. | 3,87 | 2,40 | 1,30 | 1,60 | 0,00 | 2,50 | 0,33 | 0,24 | 0,22 | 8,6 | 6,1 | 61,7 | 27,9 | 15,1 | 18,6 | 0,0 | 29,1 | 3,8 | 2,8 | 2,6 | | |
| | 2013 | | | 95,8 | 3,61 | 4,54 | n.b. | n.b. | 4,89 | 3,8 | 3,75 | 2,48 | 1,29 | 0,67 | 0,14 | 4,13 | 0,09 | 0,55 | 0,70 | 10,1 | 8,1 | 45,6 | 24,7 | 12,8 | 6,7 | 1,4 | 41,1 | 0,9 | 5,5 | 7,0 | | |
| D4.2 | 2010 | -40 | Bv ₁ | 67 | 4,0 | 8,8 | n.b. | n.b. | 5,50 | n.b. | 3,97 | 0,18 | 0,46 | 1,00 | 0,00 | 1,80 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 3,6 | 5,5 | 45,0 | 4,9 | 12,6 | 27,4 | 0,0 | 49,4 | 1,4 | 1,6 | 2,6 | | |
| | 2013 | | | 45 | 2,07 | 4,96 | n.b. | n.b. | 5,41 | 4,3 | 3,92 | 0,52 | 0,62 | 0,67 | 0,10 | 2,36 | 0,04 | 0,08 | 0,20 | 4,6 | 3,7 | 41,6 | 11,3 | 13,5 | 14,6 | 2,2 | 51,4 | 0,9 | 1,7 | 4,4 | | |
| D4.1neu | 2016 | | Ah | 40,3 | 0,69 | 1,41 | 3,46 | n.b. | 5,19 | 4,02 | 3,79 | 1,38 | 0,44 | 0,33 | 0,07 | 1,42 | 0,03 | 0,35 | 0,42 | 4,4 | 3,5 | 50,0 | 31,1 | 9,9 | 7,4 | 1,6 | 32,0 | 0,7 | 7,9 | 9,5 | | |
| | 2019 | | | 54,0 | 3,01 | 3,66 | 1,02 | 0,834 | 5,13 | 4,13 | 3,83 | 1,30 | 0,40 | 0,45 | 0,07 | 2,66 | 0,03 | 0,31 | 0,31 | 5,5 | 4,6 | 40,1 | 23,5 | 7,2 | 8,1 | 1,3 | 48,1 | 0,5 | 5,6 | 5,6 | | |
| D4.2neu | 2016 | | Btv | 26,1 | 0,39 | 1,84 | 3 | n.b. | 5,75 | 4,30 | 3,90 | 0,32 | 0,19 | 0,26 | 0,08 | 1,28 | 0,02 | 0,08 | 0,21 | 2,4 | 1,8 | 34,8 | 13,1 | 7,8 | 10,7 | 3,3 | 52,5 | 0,8 | 3,3 | 8,6 | | |
| | 2019 | | | 36,5 | 1,85 | 4,12 | 0,710 | 0,542 | 5,58 | 4,42 | 4,04 | 0,40 | 0,19 | 0,32 | 0,04 | 1,76 | 0,02 | 0,08 | 0,14 | 3,0 | 2,4 | 32,2 | 13,6 | 6,4 | 10,8 | 1,4 | 59,7 | 0,7 | 2,7 | 4,7 | | |
| D5.1 | 2010 | -12 | Oh,Ah ₁₊₂ | 58 | 2,6 | 2,4 | n.b. | n.b. | 5,70 | n.b. | 4,43 | 2,00 | 1,10 | 0,64 | 0,00 | 1,10 | 0,09 | 0,40 | 0,10 | 5,4 | 6,1 | 68,9 | 36,8 | 20,3 | 11,8 | 0,0 | 20,3 | 1,7 | 7,4 | 1,8 | | |
| | 2013 | | | 56,2 | 3,53 | 4,16 | n.b. | n.b. | 5,68 | 4,3 | 4,40 | 2,56 | 1,31 | 0,41 | 0,17 | 1,45 | 0,02 | 0,56 | 0,20 | 6,7 | 6,0 | 66,6 | 38,3 | 19,6 | 6,1 | 2,5 | 21,7 | 0,3 | 8,4 | 3,0 | | |
| | 2016 | | | 48,5 | 1,3 | 1,13 | 3,09 | n.b. | 5,78 | 4,43 | 4,47 | 3,49 | 1,69 | 0,36 | 0,08 | 0,36 | 0,02 | 0,59 | 0,16 | 6,8 | 5,2 | 83,3 | 51,7 | 25,0 | 5,3 | 1,2 | 5,3 | 0,3 | 8,7 | 2,4 | | |
| | 2019 | | | 50,1 | 1,91 | 2,87 | 0,614 | 2,14 | 5,47 | 4,22 | 4,39 | 2,30 | 1,19 | 0,30 | 0,05 | 1,42 | 0,03 | 0,36 | 0,25 | 5,9 | 6,4 | 65,1 | 39,0 | 20,2 | 5,1 | 0,8 | 24,1 | 0,5 | 6,1 | 4,2 | | |
| D5.2 | 2010 | -40 | Al | 40 | 2,0 | < 2 | n.b. | n.b. | 5,70 | n.b. | 4,02 | 0,10 | 0,23 | 0,18 | 0,00 | 1,80 | 0,07 | 0,12 | 0,09 | 2,6 | 1,4 | 19,7 | 3,9 | 8,9 | 7,0 | 0,0 | 69,6 | 2,7 | 4,6 | 3,3 | | |
| | 2013 | | | 23,8 | 1,3 | 3,63 | n.b. | n.b. | 5,58 | 4,4 | 4,01 | 0,22 | 0,25 | 0,16 | 0,04 | 2,43 | 0,02 | 0,12 | 0,14 | 3,4 | 2,9 | 19,8 | 6,5 | 7,4 | 4,7 | 1,2 | 71,9 | 0,6 | 3,6 | 4,1 | | |
| | 2016 | | | 21,1 | 0,53 | 1,42 | 3,18 | n.b. | 5,58 | 4,26 | 3,88 | 0,34 | 0,31 | 0,15 | 0,06 | 1,64 | 0,02 | 0,12 | 0,23 | 2,9 | 2,3 | 30,0 | 11,8 | 10,8 | 5,2 | 2,1 | 57,1 | 0,7 | 4,2 | 8,0 | | |
| | 2019 | | | 23,1 | 1,24 | 2,75 | 0,397 | 0,601 | 5,57 | 4,30 | 3,90 | 0,25 | 0,24 | 0,15 | 0,04 | 2,47 | 0,03 | 0,08 | 0,20 | 3,5 | 3,3 | 19,7 | 7,2 | 6,9 | 4,3 | 1,2 | 71,4 | 0,9 | 2,3 | 5,8 | | |
| D6.1 | 2010 | -20 | Ah, rAp | 87 | < 2 | 2,9 | n.b. | n.b. | 6,10 | 5,08 | 5,61 | 6,62 | 1,95 | 1,00 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,16 | 0,03 | 9,9 | 9,3 | 97,2 | 66,7 | 19,6 | 10,1 | 0,8 | 0,8 | 0,1 | 1,6 | 0,3 | | |
| | 2013 | | | 83,4 | 2,51 | 2,23 | n.b. | n.b. | 6,54 | 5,3 | 5,84 | 9,06 | 2,47 | 1,14 | 0,10 | 0,05 | 0,01 | 0,10 | 0,01 | 12,9 | 11,2 | 98,7 | 70,0 | 19,1 | 8,8 | 0,8 | 0,4 | 0,1 | 0,8 | 0,1 | | |
| | 2016 | | | 86,1 | 1,3 | 0,86 | 3,18 | n.b. | 6,69 | 5,46 | 5,81 | 10,15 | 2,53 | 1,04 | 0,10 | <0,01 | <0,01 | 0,11 | 0,00 | 13,9 | 10,6 | 99,2 | 72,9 | 18,2 | 7,5 | 0,7 | n.b. | n.b. | 0,8 | 0,0 | | |
| | 2019 | | | 121 | 2,61 | 3,3 | 1,84 | 2,81 | 6,94 | 5,68 | 6,21 | 11,15 | 2,72 | 1,36 | 0,11 | 0,05 | 0,01 | 0,07 | 0,00 | 15,5 | 13,0 | 99,2 | 72,1 | 17,6 | 8,8 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,0 | | |
| D6.2 | 2010 | -60 | Bv | 49,0 | < 2 | < 2 | n.b. | n.b. | 6,30 | 4,68 | 4,38 | 1,56 | 0,74 | 0,65 | 0,09 | 0,52 | 0,02 | 0,07 | 0,09 | 3,7 | 3,2 | 81,3 | 41,7 | 19,8 | 17,4 | 2,4 | 13,9 | 0,5 | 1,9 | 2,4 | | |
| | 2013 | | | 26,9 | 1,42 | 1,59 | n.b. | n.b. | 6,46 | 4,7 | 4,60 | 1,82 | 0,96 | 0,80 | 0,08 | 0,57 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 4,4 | 3,8 | 83,2 | 41,4 | 21,8 | 18,2 | 1,8 | 13,0 | 0,9 | 1,4 | 1,6 | | |
| | 2016 | | | 30,3 | 0,85 | 1,07 | 3,15 | n.b. | 6,81 | 4,57 | 4,46 | 2,18 | 0,97 | 0,63 | 0,08 | 0,34 | 0,01 | 0,08 | 0,11 | 4,4 | 3,5 | 87,7 | 49,5 | 22,0 | 14,3 | 1,8 | 7,7 | 0,2 | 1,8 | 2,5 | | |
| | 2019 | | | 38,5 | 1,6 | 2,81 | 1,08 | 0,414 | 6,31 | 4,74 | 4,80 | 2,41 | 1,10 | 0,87 | 0,07 | 0,50 | 0,02 | 0,07 | 0,06 | 5,1 | 4,2 | 87,3 | 47,3 | 21,6 | 17,1 | 1,4 | 9,8 | 0,4 | 1,4 | 1,2 | | |
| D6.3 | 2010 | -100 | ICv | 38,0 | < 2 | < 2 | n.b. | n.b. | 6,10 | 4,69 | 4,22 | 1,09 | 0,66 | 0,67 | 0,09 | 0,61 | 0,08 | 0,05 | 0,08 | 3,3 | 3,1 | 75,4 | 32,7 | 19,8 | 20,1 | 2,7 | 18,3 | 2,4 | 1,5 | 2,4 | | |
| | 2013 | | | 22,0 | 1,54 | 1,66 | n.b. | n.b. | 6,09 | 4,6 | 4,32 | 1,26 | 0,75 | 0,74 | 0,10 | 0,82 | 0,10 | 0,04 | 0,09 | 3,9 | 3,2 | 73,1 | 32,3 | 19,2 | 19,0 | 2,6 | 21,0 | 2,6 | 1,0 | 2,3 | | |
| | 2016 | | | 20,7 | 0,84 | 0,76 | 3,15 | n.b. | 6,78 | 4,42 | 4,14 | 1,21 | 0,74 | 0,59 | 0,09 | 0,70 | 0,05 | 0,05 | 0,16 | 3,6 | 3,0 | 73,3 | 33,7 | 20,6 | 16,4 | 2,5 | 19,5 | 1,4 | 1,4 | 4,5 | | |

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | Eluat | | | | | | pH | pH | austauschbare Kationen | | | | | | | | | Σ Kationen | KAK _{eff} BaCl ₂ | BS ¹ | Kationenbelegung | | | | | | | | | |
|-------|------|-------|----------|---------------|--------|-----------------|-------|-------|------|------|------|------------------------|-------------------------|------------|------|-------|-------|------|----------------|------|------------|---|-----------------|-------------------------------------|------|-----|------|------|------|----------------|--|--|--|
| | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | Na | Mg | pH | | | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | Ca | | | | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | | | |
| | | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | | | | 0,1m BaCl ₂ | 0,01m CaCl ₂ | [cmol+/kg] | | | | | | | | | | [% v. Σ Kationen] bzw. [% v.KAKeff] | | | | | | | | | |
| | 2019 | | | 29,6 | 1,46 | 2,61 | 1,01 | 0,081 | 7,19 | 4,61 | 4,30 | 1,12 | 0,70 | 0,66 | 0,07 | 0,64 | 0,14 | 0,04 | 0,09 | 3,5 | 3,2 | 73,7 | 32,4 | 20,2 | 19,1 | 2,0 | 18,5 | 4,0 | 1,2 | 2,6 | | | |
| D7.1 | 2010 | -15 | aAh | 138 | 7,3 | 8,0 | n.b. | n.b. | 6,2 | n.b. | 5,90 | 17,0 | 2,00 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 19,2 | 22,0 | n.b. | 88,7 | 10,4 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | 2012 | | | 128 | 16,0 | 8,1 | n.b. | n.b. | 6,5 | n.b. | 5,67 | 17,6 | 2,39 | 0,24 | 0,59 | 0,05 | 0,01 | 0,37 | 0,03 | 21,3 | 17,4 | 97,8 | 82,7 | 11,2 | 1,1 | 2,8 | 0,2 | 0,0 | 1,7 | 0,1 | | | |
| | 2013 | | | 167 | 23,7 | 11,2 | n.b. | n.b. | 6,61 | 5,2 | 6,61 | 18,5 | 2,55 | 0,27 | 0,54 | 0,04 | <0,01 | 0,37 | 0,02 | 22,3 | 17,8 | 98,1 | 83,0 | 11,4 | 1,2 | 2,4 | 0,2 | n.b. | 1,7 | 0,1 | | | |
| | 2016 | | | 200 | 28,8 | 8,2 | 4,49 | n.b. | 7,11 | 5,30 | 5,43 | 20,0 | 2,57 | 0,21 | 0,39 | 0,01 | <0,01 | 0,46 | 0,01 | 23,7 | 17,0 | 98,0 | 84,6 | 10,9 | 0,9 | 1,6 | 0,0 | n.b. | 1,9 | 0,0 | | | |
| D7.2 | 2019 | | | 151 | 22,8 | 11,7 | 9,82 | 2,11 | 6,87 | 5,16 | 5,55 | 15,37 | 1,94 | 0,15 | 0,58 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,02 | 18,2 | 15,1 | 99,3 | 84,6 | 10,7 | 0,8 | 3,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | | | |
| | 2010 | -50 | aMGo | 134 | 9,3 | 9,7 | n.b. | n.b. | 6,4 | n.b. | 5,82 | 10,0 | 1,30 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | n.b. | n.b. | n.b. | 11,3 | 17,0 | n.b. | 88,2 | 11,5 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | 2012 | | | 120 | 14,0 | 14,0 | n.b. | n.b. | 6,6 | n.b. | 5,80 | 12,1 | 1,69 | 0,14 | 0,67 | 0,02 | 0,01 | 0,25 | 0,01 | 14,9 | 12,2 | 98,1 | 81,3 | 11,3 | 0,9 | 4,5 | 0,1 | 0,1 | 1,7 | 0,1 | | | |
| | 2013 | | | 120 | 19,2 | 11,2 | n.b. | n.b. | 6,58 | 5,2 | 5,65 | 11,3 | 1,62 | 0,17 | 0,57 | 0,05 | <0,01 | 0,28 | 0,01 | 14,0 | 11,2 | 97,6 | 80,7 | 11,6 | 1,2 | 4,1 | 0,4 | n.b. | 2,0 | 0,1 | | | |
| D7.3 | 2016 | | | 198 | 32,7 | 9,7 | 5,84 | n.b. | 6,89 | 5,37 | 5,46 | 14,8 | 1,91 | 0,11 | 0,59 | <0,01 | <0,01 | 0,36 | 0,01 | 17,8 | 12,5 | 97,9 | 83,2 | 10,7 | 0,6 | 3,3 | n.b. | n.b. | 2,0 | 0,1 | | | |
| | 2019 | | | 244 | 49,5 | 15,3 | 16,4 | 3,09 | 6,79 | 5,12 | 5,65 | 11,92 | 1,63 | 0,17 | 0,91 | 0,03 | 0,01 | 0,15 | 0,02 | 14,8 | 11,9 | 98,6 | 80,3 | 11,0 | 1,1 | 6,1 | 0,2 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | | | |
| | 2010 | -100 | aGo | 147 | 17,0 | 11,0 | n.b. | n.b. | 6,2 | n.b. | 5,83 | 7,7 | 1,00 | 0,15 | 0,66 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | 9,5 | 12,0 | n.b. | 81,0 | 10,5 | 1,6 | 6,9 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | 2012 | | | 129 | 21,0 | 13,0 | n.b. | n.b. | 6,6 | n.b. | 5,76 | 7,54 | 1,08 | 0,11 | 0,67 | 0,02 | 0,01 | 0,16 | 0,01 | 9,6 | 7,9 | 97,9 | 78,5 | 11,3 | 1,1 | 7,0 | 0,2 | 0,1 | 1,7 | 0,1 | | | |
| | 2013 | | | 136 | 26,2 | 12,6 | n.b. | n.b. | 6,31 | 5,1 | 5,57 | 6,63 | 1,00 | 0,13 | 0,60 | 0,06 | <0,01 | 0,16 | 0,03 | 8,6 | 7,3 | 97,1 | 77,0 | 11,6 | 1,5 | 7,0 | 0,7 | n.b. | 1,9 | 0,3 | | | |
| | 2016 | | | 172 | 32,2 | 11,2 | 5,5 | n.b. | 6,74 | 5,30 | 5,35 | 9,77 | 1,30 | 0,09 | 0,69 | <0,01 | <0,01 | 0,23 | 0,01 | 12,1 | 8,5 | 98,0 | 80,8 | 10,8 | 0,7 | 5,7 | n.b. | n.b. | 1,9 | 0,1 | | | |
| D8.1 | 2019 | | | 284 | 66,5 | 16,7 | 20,2 | 3,25 | 6,60 | 5,05 | 5,45 | 8,69 | 1,25 | 0,11 | 1,07 | 0,03 | 0,01 | 0,10 | 0,03 | 11,3 | 8,7 | 98,5 | 77,0 | 11,1 | 1,0 | 9,5 | 0,3 | 0,1 | 0,9 | 0,3 | | | |
| | 2010 | -2 | Oh, Ahe | 72,0 | 5,8 | 6,5 | n.b. | n.b. | 5,10 | n.b. | 3,68 | 2,20 | 0,79 | 0,40 | 0,00 | 3,20 | 0,32 | 0,26 | 0,36 | 7,5 | 8,1 | 45,0 | 29,2 | 10,5 | 5,3 | 0,0 | 42,5 | 4,2 | 3,5 | 4,8 | | | |
| | 2013 | | | 56,6 | 3,19 | 3,94 | n.b. | n.b. | 5,43 | 4,1 | 4,24 | 5,43 | 1,13 | 0,30 | 0,20 | 2,93 | 0,05 | 0,37 | 0,33 | 10,7 | 9,1 | 65,7 | 50,6 | 10,5 | 2,8 | 1,9 | 27,3 | 0,5 | 3,4 | 3,1 | | | |
| | 2016 | | | 84,6 | 4,1 | 3,55 | 5,7 | n.b. | 5,26 | 4,03 | 4,08 | 9,78 | 1,67 | 0,31 | 0,41 | 0,93 | 0,04 | 0,86 | 0,41 | 14,4 | 10,7 | 84,5 | 67,9 | 11,6 | 2,2 | 2,8 | 6,5 | 0,3 | 6,0 | 2,8 | | | |
| D8.2 | 2018 | | | 76,6 | 4,53 | 4,16 | 4,87 | 1,2 | 5,56 | 4,03 | 4,10 | 8,53 | 1,41 | 0,39 | 0,33 | 3,00 | 0,05 | 0,73 | 0,40 | 14,8 | 11,4 | 71,9 | 57,5 | 9,5 | 2,6 | 2,2 | 20,2 | 0,3 | 4,9 | 2,7 | | | |
| | 2010 | -43 | Al | 45,0 | 2,2 | 5,3 | n.b. | n.b. | 5,40 | 4,36 | 3,91 | 0,49 | 0,36 | 0,27 | 0,12 | 2,42 | 0,03 | 0,15 | 0,19 | 4,0 | 3,5 | 30,8 | 12,2 | 8,9 | 6,7 | 3,0 | 60,0 | 0,7 | 3,7 | 4,7 | | | |
| | 2013 | | | 39,4 | 2,35 | 7,07 | n.b. | n.b. | 5,31 | 4,2 | 3,99 | 1,10 | 0,49 | 0,24 | 0,17 | 3,40 | 0,03 | 0,27 | 0,25 | 6,0 | 4,7 | 33,6 | 18,5 | 8,2 | 4,0 | 2,9 | 57,1 | 0,5 | 4,5 | 4,2 | | | |
| | 2016 | | | 42,7 | 2,35 | 5,23 | 2,7 | n.b. | 6,01 | 4,09 | 3,80 | 0,81 | 0,37 | 0,17 | 0,23 | 2,56 | 0,02 | 0,26 | 0,35 | 4,8 | 3,6 | 33,1 | 17,0 | 7,8 | 3,6 | 4,8 | 53,7 | 0,4 | 5,5 | 7,3 | | | |
| D8.3 | 2018 | | | 35,9 | 2,17 | 4,56 | 3,64 | 0,35 | 6,08 | 4,24 | 3,91 | 0,88 | 0,34 | 0,18 | 0,22 | 3,43 | 0,03 | 0,26 | 0,22 | 5,6 | 4,4 | 29,1 | 15,8 | 6,1 | 3,2 | 4,0 | 61,7 | 0,5 | 4,7 | 4,0 | | | |
| | 2010 | -100 | Bt, P | 45,0 | 2,5 | 6,5 | n.b. | n.b. | 5,60 | n.b. | 3,67 | 0,69 | 0,87 | 0,55 | 0,00 | 4,40 | 0,09 | 0,08 | 0,18 | 6,9 | 7,9 | 30,8 | 10,1 | 12,7 | 8,0 | 0,0 | 64,1 | 1,3 | 1,2 | 2,6 | | | |
| | 2013 | | | 44,9 | 3,28 | 10,8 | n.b. | n.b. | 5,28 | 4,2 | 3,82 | 1,54 | 1,62 | 0,55 | 0,28 | 5,34 | 0,04 | 0,23 | 0,24 | 9,8 | 9,0 | 40,5 | 15,7 | 16,5 | 5,6 | 2,8 | 54,3 | 0,4 | 2,3 | 2,4 | | | |
| | 2016 | | | 45,7 | 2,92 | 7,72 | 3 | n.b. | 6,44 | 3,95 | 3,69 | 1,41 | 1,55 | 0,37 | 0,27 | 3,92 | 0,05 | 0,19 | 0,48 | 8,2 | 6,9 | 43,7 | 17,1 | 18,8 | 4,5 | 3,3 | 47,6 | 0,6 | 2,3 | 5,8 | | | |
| D9.1 | 2018 | | | 37,8 | 3,16 | 7,09 | 3,91 | 0,245 | 6,12 | 4,11 | 3,84 | 1,55 | 1,74 | 0,41 | 0,27 | 5,40 | 0,03 | 0,19 | 0,31 | 9,9 | 9,0 | 40,1 | 15,7 | 17,6 | 4,1 | 2,7 | 54,5 | 0,3 | 1,9 | 3,1 | | | |
| | 2010 | -9 | Oh, Ah | 63,0 | < 2 | 4,0 | n.b. | n.b. | 5,30 | n.b. | 3,96 | 2,10 | 0,72 | 0,30 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 3,12 | 6,1 | n.b. | 67,3 | 23,1 | 9,6 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |
| | 2013 | | | 37,4 | 1,68 | 1,77 | n.b. | n.b. | 5,37 | 4,1 | 4,07 | 2,50 | 0,88 | 0,26 | 0,06 | 2,59 | 0,04 | 0,24 | 0,33 | 6,90 | 6,0 | 53,6 | 36,2 | 12,8 | 3,8 | 0,9 | 37,5 | 0,6 | 3,5 | 4,8 | | | |
| | 2016 | | | 40,7 | 0,84 | 0,87 | <0,5 | n.b. | 4,97 | 3,97 | 3,83 | 2,57 | 0,80 | 0,29 | 0,07 | 1,50 | 0,05 | 0,29 | 0,48 | 6,05 | 4,8 | 61,7 | 42,5 | 13,2 | 4,8 | 1,2 | 24,8 | 0,8 | 4,8 | 7,9 | | | |
| D9.2 | 2018 | | | 33,7 | 1,16 | 1,7 | 0,45 | 0,76 | 5,04 | 4,05 | 3,87 | 1,69 | 0,59 | 0,28 | 0,04 | 3,05 | 0,07 | 0,16 | 0,38 | 6,26 | 5,2 | 41,5 | 27,0 | 9,4 | 4,5 | 0,6 | 48,7 | 1,1 | 2,6 | 6,1 | | | |
| | 2019 | | | 41,5 | 1,36 | 2,7 | 0,621 | 0,024 | 5,92 | 4,01 | 3,95 | 1,59 | 0,51 | 0,27 | 0,04 | 3,13 | 0,10 | 0,16 | 0,42 | 6,22 | 5,3 | 38,7 | 25,6 | 8,2 | 4,3 | 0,6 | 50,3 | 1,6 | 2,6 | 6,8 | | | |
| D9.2 | 2010 | -30 | BvSw | 36,0 | < 2 | 5,3 | n.b. | n.b. | 5,40 | n.b. | 4,02 | 0,48 | 0,41 | 0,08 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,97 | 7,0 | n.b. | 49,3 | 42,1 | 8,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | | |

| | | | | Eluat | | | | | | | | austauschbare Kationen | | | | | | | | | | | Kationenbelegung | | | | | | | | | |
|-------|------|-------|-----------------|---------------|--------|-----------------|-------|-------|------|------------------------|-------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|----------------|------------|---|-----------------|-------------------------------------|------|------|-----|------|------|------|----------------|--|--|
| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | Na | Mg | pH | pH | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | Σ Kationen | KAK _{eff} BaCl ₂ | BS ¹ | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | | |
| [cm] | | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | | 0,1m BaCl ₂ | 0,01m CaCl ₂ | [cmol+/kg] | | | | | | | | | | | [% v. Σ Kationen] bzw. [% v.KAKeff] | | | | | | | | | |
| | 2013 | | | 18,3 | <1,0 | 1,81 | n.b. | n.b. | 5,41 | 4,4 | 4,02 | 0,57 | 0,43 | 0,13 | 0,05 | 2,42 | 0,02 | 0,12 | 0,18 | 3,92 | 3,3 | 30,1 | 14,5 | 11,0 | 3,3 | 1,3 | 61,7 | 0,5 | 3,1 | 4,6 | | |
| | 2016 | | | 18,1 | 0,34 | 0,99 | 0,39 | n.b. | 5,52 | 4,20 | 3,86 | 0,49 | 0,33 | 0,11 | 0,06 | 1,69 | 0,02 | 0,13 | 0,27 | 3,10 | 2,5 | 31,9 | 15,8 | 10,6 | 3,5 | 1,9 | 54,5 | 0,6 | 4,2 | 8,7 | | |
| | 2018 | | | 16,4 | 0,94 | 1,59 | 0,4 | 0,4 | 5,59 | 4,33 | 3,99 | 0,58 | 0,42 | 0,14 | 0,05 | 2,46 | 0,02 | 0,10 | 0,18 | 3,95 | 3,0 | 30,1 | 14,7 | 10,6 | 3,5 | 1,3 | 62,3 | 0,5 | 2,5 | 4,6 | | |
| | 2019 | | | 18,6 | 0,93 | 2,63 | 0,359 | 0,406 | 5,88 | 4,38 | 4,03 | 0,58 | 0,39 | 0,13 | 0,04 | 2,11 | 0,02 | 0,09 | 0,16 | 3,52 | 3,1 | 32,4 | 16,5 | 11,1 | 3,7 | 1,1 | 59,9 | 0,6 | 2,6 | 4,5 | | |
| D10.1 | 2011 | -10 | Ah | 86,0 | 2,5 | 7,3 | n.b. | n.b. | 7,10 | n.b. | 4,45 | 3,60 | 0,78 | 0,55 | 0,00 | 0,44 | 0,05 | 0,11 | 0,02 | 5,55 | 3,8 | 88,8 | 64,9 | 14,1 | 9,9 | 0,0 | 7,9 | 0,9 | 2,0 | 0,4 | | |
| | 2013 | | | 32,6 | 1,82 | 1,12 | n.b. | n.b. | 5,96 | 4,6 | 4,77 | 3,24 | 0,83 | 0,54 | 0,11 | 0,54 | 0,01 | 0,23 | 0,09 | 5,59 | 5,0 | 84,4 | 58,0 | 14,8 | 9,7 | 2,0 | 9,7 | 0,2 | 4,1 | 1,6 | | |
| | 2016 | | | 45,6 | 1,24 | 0,97 | 1,2 | n.b. | 6,37 | 4,55 | 4,56 | 3,60 | 0,90 | 0,34 | 0,12 | 0,27 | 0,01 | 0,26 | 0,12 | 5,62 | 4,5 | 88,3 | 64,1 | 16,0 | 6,0 | 2,1 | 4,8 | 0,2 | 4,6 | 2,1 | | |
| | 2019 | | | 40,7 | 1,62 | 2,06 | 1,41 | 0,465 | 6,37 | 4,53 | 4,69 | 3,01 | 0,78 | 0,38 | 0,08 | 0,62 | 0,01 | 0,11 | 0,11 | 5,10 | 4,8 | 83,3 | 59,0 | 15,3 | 7,5 | 1,6 | 12,2 | 0,2 | 2,2 | 2,2 | | |
| D10.2 | 2011 | -43 | Bv | 77,0 | < 2 | 5,4 | n.b. | n.b. | 7,40 | n.b. | 4,51 | 2,80 | 0,50 | 0,68 | 0,00 | 0,12 | 0,04 | 0,06 | 0,02 | 4,22 | 4,4 | 94,3 | 66,4 | 11,8 | 16,1 | 0,0 | 2,8 | 0,9 | 1,4 | 0,5 | | |
| | 2013 | | | 19,7 | 1,16 | < 1,00 | n.b. | n.b. | 5,90 | 4,8 | 4,81 | 3,14 | 0,62 | 0,38 | 0,10 | 0,35 | 0,03 | 0,10 | 0,06 | 4,78 | 4,3 | 88,7 | 65,7 | 13,0 | 7,9 | 2,1 | 7,3 | 0,6 | 2,1 | 1,3 | | |
| | 2016 | | | 24,2 | 1,0 | 0,74 | 2,3 | n.b. | 6,75 | 4,64 | 4,56 | 3,30 | 0,64 | 0,28 | 0,11 | 0,25 | 0,01 | 0,09 | 0,09 | 4,77 | 3,8 | 90,8 | 69,2 | 13,4 | 5,9 | 2,3 | 5,2 | 0,2 | 1,9 | 1,9 | | |
| | 2019 | | | 18,8 | 1,25 | 1,65 | 1,39 | 0,136 | 6,47 | 4,61 | 4,65 | 3,02 | 0,64 | 0,30 | 0,09 | 0,52 | 0,01 | 0,05 | 0,09 | 4,72 | 4,2 | 85,8 | 64,0 | 13,6 | 6,4 | 1,9 | 11,0 | 0,2 | 1,1 | 1,9 | | |
| D10.3 | 2011 | -100 | IIP | 61,0 | < 2 | 7,8 | n.b. | n.b. | 7,70 | n.b. | 4,32 | 3,80 | 0,87 | 0,94 | 0,00 | 0,43 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 6,13 | 5,7 | 91,5 | 62,0 | 14,2 | 15,3 | 0,0 | 7,0 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | | |
| | 2013 | | | 16,8 | 1,43 | 1,02 | n.b. | n.b. | 5,89 | 4,5 | 4,28 | 3,49 | 1,11 | 0,60 | 0,12 | 1,21 | 0,03 | 0,02 | 0,12 | 6,70 | 5,7 | 79,4 | 52,1 | 16,6 | 9,0 | 1,8 | 18,1 | 0,4 | 0,3 | 1,8 | | |
| | 2016 | | | 15,8 | 0,67 | < 0,50 | 1 | n.b. | 6,52 | 4,33 | 4,15 | 4,15 | 0,96 | 0,38 | 0,12 | 0,92 | 0,01 | 0,02 | 0,20 | 6,76 | 5,5 | 83,0 | 61,4 | 14,2 | 5,6 | 1,8 | 13,6 | 0,1 | 0,3 | 3,0 | | |
| | 2019 | | | 13,5 | 1,00 | 1,83 | 1,05 | 0,07 | 6,59 | 4,47 | 4,26 | 3,34 | 0,82 | 0,34 | 0,10 | 1,03 | 0,03 | 0,02 | 0,13 | 5,81 | 5,6 | 79,2 | 57,5 | 14,1 | 5,9 | 1,7 | 17,7 | 0,5 | 0,3 | 2,2 | | |
| D11.1 | 2010 | -10 | Ah | 60,0 | 2,8 | 4,0 | n.b. | n.b. | 5,60 | n.b. | 4,39 | 3,40 | 1,20 | 0,68 | 0,00 | 0,92 | 0,05 | 0,51 | 0,10 | 6,86 | 6,1 | 77,0 | 49,6 | 17,5 | 9,9 | 0,0 | 13,4 | 0,7 | 7,4 | 1,5 | | |
| | 2013 | | | 44,3 | 2,58 | 3,7 | n.b. | n.b. | 5,56 | 4,2 | 4,28 | 2,57 | 0,99 | 0,36 | 0,08 | 2,17 | 0,02 | 0,63 | 0,26 | 7,08 | 6,2 | 56,5 | 36,3 | 14,0 | 5,1 | 1,1 | 30,6 | 0,3 | 8,9 | 3,7 | | |
| | 2016 | | | 51,5 | 1,7 | 1,73 | 1,00 | n.b. | 5,66 | 4,35 | 4,37 | 3,75 | 1,18 | 0,33 | 0,10 | 0,55 | 0,01 | 0,68 | 0,19 | 6,79 | 5,3 | 78,9 | 55,2 | 17,4 | 4,9 | 1,5 | 8,1 | 0,1 | 10,0 | 2,8 | | |
| | 2018 | | | 38 | 1,85 | 2,23 | 0,82 | 0,92 | 5,47 | 4,14 | 4,08 | 2,30 | 0,93 | 0,39 | 0,06 | 2,89 | 0,03 | 0,55 | 0,30 | 7,45 | 5,7 | 49,4 | 30,9 | 12,5 | 5,2 | 0,8 | 38,8 | 0,4 | 7,4 | 4,0 | | |
| | 2019 | | | 44,3 | 1,69 | 2,84 | 0,788 | 1,04 | 5,74 | 4,24 | 4,26 | 2,65 | 1,04 | 0,38 | 0,07 | 1,99 | 0,02 | 0,61 | 0,23 | 6,99 | 5,9 | 59,2 | 37,9 | 14,9 | 5,4 | 1,0 | 28,5 | 0,3 | 8,7 | 3,3 | | |
| D11.2 | 2010 | -30 | Sw ₁ | 39,0 | <2,0 | 3,2 | n.b. | n.b. | 5,60 | n.b. | 4,13 | 0,68 | 0,45 | 0,25 | 0,00 | 2,10 | 0,05 | 0,23 | 0,11 | 3,87 | 4,4 | 35,7 | 17,6 | 11,6 | 6,5 | 0,0 | 54,3 | 1,3 | 5,9 | 2,8 | | |
| | 2013 | | | 30,2 | 4,85 | 4,47 | n.b. | n.b. | 5,61 | 4,3 | 4,08 | 0,80 | 0,51 | 0,17 | 0,09 | 2,74 | 0,01 | 0,22 | 0,19 | 4,73 | 3,9 | 33,2 | 16,9 | 10,8 | 3,6 | 1,9 | 57,9 | 0,2 | 4,7 | 4,0 | | |
| | 2016 | | | 23,4 | 0,58 | 2,78 | 0,70 | n.b. | 5,65 | 4,23 | 4,01 | 1,11 | 0,56 | 0,13 | 0,08 | 1,62 | 0,01 | 0,24 | 0,25 | 4,00 | 3,2 | 47,0 | 27,8 | 14,0 | 3,3 | 2,0 | 40,5 | 0,3 | 6,0 | 6,3 | | |
| | 2018 | | | 21,2 | 1,17 | 2,57 | 0,67 | 0,49 | 5,59 | 4,26 | 3,95 | 0,78 | 0,50 | 0,15 | 0,05 | 3,21 | 0,02 | 0,20 | 0,21 | 5,12 | 4,0 | 28,9 | 15,2 | 9,8 | 2,9 | 1,0 | 62,7 | 0,4 | 3,9 | 4,1 | | |
| | 2019 | | | 21,1 | 1,12 | 3,4 | 0,794 | 0,443 | 6,12 | 4,33 | 4,05 | 1,04 | 0,60 | 0,15 | 0,05 | 2,52 | 0,01 | 0,19 | 0,18 | 4,74 | 4,2 | 38,8 | 21,9 | 12,7 | 3,2 | 1,1 | 53,2 | 0,2 | 4,0 | 3,8 | | |
| D12.1 | 2010 | -12 | Oh, Ah | 58 | < 2 | 3,9 | n.b. | n.b. | 5,40 | n.b. | 4,39 | 2,90 | 0,39 | 0,41 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 3,70 | 6,2 | n.b. | 78,4 | 10,5 | 11,1 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | |
| | 2013 | | | 50,6 | 4,43 | 3,48 | n.b. | n.b. | 5,41 | 4,1 | 4,07 | 2,58 | 0,48 | 0,45 | 0,08 | 2,30 | 0,02 | 0,42 | 0,34 | 6,67 | 5,7 | 53,8 | 38,7 | 7,2 | 6,7 | 1,2 | 34,5 | 0,3 | 6,3 | 5,1 | | |
| | 2016 | | | 47,9 | 0,61 | 0,91 | 0,38 | n.b. | 5,26 | 4,06 | 3,88 | 2,52 | 0,37 | 0,35 | 0,06 | 1,19 | 0,03 | 0,43 | 0,39 | 5,34 | 4,1 | 61,8 | 47,2 | 6,9 | 6,6 | 1,1 | 22,3 | 0,6 | 8,1 | 7,3 | | |
| | 2019 | | | 31,1 | 0,96 | 0,96 | 0,273 | 0,658 | 4,92 | 3,94 | 3,79 | 1,33 | 0,22 | 0,30 | 0,02 | 2,28 | 0,05 | 0,20 | 0,50 | 4,90 | 5,3 | 38,2 | 27,1 | 4,5 | 6,1 | 0,4 | 46,5 | 1,0 | 4,1 | 10,2 | | |
| D12.2 | 2010 | -32 | Bv ₁ | 42 | 2,0 | < 2 | n.b. | n.b. | 5,60 | n.b. | 4,13 | 0,38 | 0,10 | 0,19 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,67 | 2,9 | n.b. | 56,7 | 14,9 | 28,4 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | | |
| | 2013 | | | 24,8 | 2,36 | 1,46 | n.b. | n.b. | 5,45 | 4,3 | 4,01 | 0,49 | 0,13 | 0,22 | 0,03 | 2,03 | 0,05 | 0,08 | 0,20 | 3,23 | 2,8 | 26,9 | 15,2 | 4,0 | 6,8 | 0,9 | 62,8 | 1,5 | 2,5 | 6,2 | | |
| | 2016 | | | 18,8 | <0,5 | 0,91 | 0,35 | n.b. | 5,48 | 4,20 | 3,75 | 0,38 | 0,10 | 0,18 | 0,05 | 1,58 | 0,02 | 0,09 | 0,27 | 2,67 | 2,1 | 26,6 | 14,2 | 3,7 | 6,7 | 1,9 | 59,2 | 0,7 | 3,4 | 10,1 | | |
| | 2019 | | | 31,3 | 0,95 | 2,25 | 0,199 | 0,288 | 5,35 | 4,28 | 3,92 | 0,30 | 0,08 | 0,19 | 0,03 | 2,14 | 0,05 | 0,06 | 0,21 | 3,06 | 2,9 | 19,6 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 1,0 | 69,9 | 1,6 | 2,0 | 6,9 | | |

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | Eluat | | | | | | pH | pH | austauschbare Kationen | | | | | | | | Σ Kationen | KAK _{eff} BaCl ₂ | BS ¹ | Kationenbelegung | | | | | | | |
|-------|------|-------|-----------------|---------------|--------|-----------------|-------|-------|------|------|------|------------------------|-------------------------|------------|------|------|-------|------|----------------|------------|---|-----------------|-------------------------------------|------|------|-----|------|------|------|----------------|
| | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | Na | Mg | pH | | | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ | | | | Ca | Mg | K | Na | Al | Fe | Mn | H ⁺ |
| | | | | [μS/cm] | [mg/l] | | | | | | | 0,1m BaCl ₂ | 0,01m CaCl ₂ | [cmol+/kg] | | | | | | | | | [% v. Σ Kationen] bzw. [% v.KAKeff] | | | | | | | |
| D13.1 | 2010 | -4 | Oh, Aeh | 64 | < 2 | 5,2 | n.b. | n.b. | 5,30 | n.b. | 4,08 | 5,50 | 0,58 | 0,42 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 10,0 | n.b. | 84,6 | 8,9 | 6,5 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 59,6 | 3,87 | 3,33 | n.b. | n.b. | 5,67 | 4,3 | 4,59 | 9,97 | 1,08 | 0,48 | 0,08 | 2,19 | 0,04 | 0,22 | 0,20 | 14,26 | 11,1 | 81,4 | 69,9 | 7,6 | 3,4 | 0,6 | 15,4 | 0,3 | 1,5 | 1,4 |
| | 2016 | | | 54,8 | 1,26 | 2,24 | 0,67 | n.b. | 5,26 | 4,16 | 4,13 | 7,23 | 0,72 | 0,41 | 0,08 | 1,13 | 0,03 | 0,35 | 0,30 | 10,25 | 7,6 | 82,3 | 70,5 | 7,0 | 4,0 | 0,8 | 11,0 | 0,3 | 3,4 | 2,9 |
| | 2019 | | | 57,8 | 1,38 | 3,58 | 0,599 | 1,13 | 5,41 | 4,16 | 4,29 | 6,80 | 0,67 | 0,37 | 0,05 | 3,25 | 0,11 | 0,21 | 0,28 | 11,74 | 9,3 | 67,2 | 57,9 | 5,7 | 3,2 | 0,4 | 27,7 | 0,9 | 1,8 | 2,4 |
| D13.2 | 2010 | -38 | Bv ₁ | 40 | < 2 | < 2 | n.b. | n.b. | 5,50 | n.b. | 4,06 | 1,30 | 0,19 | 0,28 | 0,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,6 | n.b. | 73,4 | 10,7 | 15,8 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 29,4 | 5,93 | 2,99 | n.b. | n.b. | 5,68 | 4,5 | 4,22 | 0,93 | 0,20 | 0,30 | 0,05 | 1,60 | 0,06 | 0,04 | 0,13 | 3,31 | 2,5 | 44,7 | 28,1 | 6,0 | 9,1 | 1,5 | 48,3 | 1,8 | 1,2 | 3,9 |
| | 2016 | | | 21,9 | <0,5 | 1,04 | 0,3 | n.b. | 5,24 | 4,23 | 3,98 | 1,02 | 0,16 | 0,21 | 0,06 | 1,42 | 0,04 | 0,05 | 0,25 | 3,21 | 2,4 | 45,2 | 31,8 | 5,0 | 6,5 | 1,9 | 44,2 | 1,2 | 1,6 | 7,8 |
| | 2019 | | | 21,2 | 1,08 | 2,40 | 0,347 | 0,360 | 5,49 | 4,41 | 3,99 | 0,79 | 0,17 | 0,21 | 0,06 | 1,95 | 0,12 | 0,04 | 0,14 | 3,48 | 2,8 | 35,3 | 22,7 | 4,9 | 6,0 | 1,7 | 56,0 | 3,4 | 1,1 | 4,0 |
| D14.1 | 2013 | -30 | Ap | 31,6 | 1,72 | 1,01 | n.b. | n.b. | 6,25 | n.b. | 5,53 | 3,24 | 1,20 | 0,43 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 5,03 | 4,56 | 97,2 | 64,4 | 23,9 | 8,5 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 1,6 | 0,2 |
| | 2016 | | | 30,5 | 0,66 | < 0,5 | 0,66 | n.b. | 6,69 | 5,21 | 5,37 | 3,65 | 1,17 | 0,40 | 0,07 | 0,03 | <0,01 | 0,10 | 0,02 | 5,44 | 4,22 | 97,2 | 67,1 | 21,5 | 7,4 | 1,3 | 0,6 | n.b. | 1,8 | 0,4 |
| | 2019 | | | 34,1 | 1,16 | 2,16 | 1,02 | 0,980 | 6,31 | 4,95 | 5,25 | 3,52 | 1,18 | 0,54 | 0,05 | 0,15 | 0,01 | 0,13 | 0,03 | 5,61 | 4,65 | 94,3 | 62,7 | 21,0 | 9,6 | 0,9 | 2,7 | 0,2 | 2,3 | 0,5 |
| D14.2 | 2013 | -50 | Sw | 21,8 | 1,34 | 2,4 | n.b. | n.b. | 5,77 | n.b. | 4,59 | 3,07 | 1,11 | 0,46 | 0,03 | 0,44 | 0,01 | 0,05 | 0,07 | 5,24 | 5,25 | 89,1 | 58,6 | 21,2 | 8,8 | 0,6 | 8,4 | 0,2 | 1,0 | 1,3 |
| | 2016 | | | 15,6 | 0,53 | 1,56 | 0,63 | n.b. | 6,35 | 5,08 | 5,10 | 3,31 | 1,18 | 0,32 | 0,08 | 0,05 | <0,01 | 0,07 | 0,03 | 5,04 | 3,87 | 97,0 | 65,7 | 23,4 | 6,3 | 1,6 | 1,0 | n.b. | 1,4 | 0,6 |
| | 2019 | | | 19,6 | 1,49 | 2,64 | 1,10 | 0,441 | 6,60 | 4,88 | 5,17 | 3,30 | 1,22 | 0,40 | 0,05 | 0,19 | 0,01 | 0,06 | 0,04 | 5,27 | 4,87 | 94,3 | 62,6 | 23,1 | 7,6 | 0,9 | 3,6 | 0,2 | 1,1 | 0,8 |
| D14.3 | 2013 | -100 | Sd/lCv | 18,8 | 1,54 | 2,54 | n.b. | n.b. | 5,35 | n.b. | 3,71 | 2,34 | 1,06 | 0,44 | 0,04 | 2,54 | 0,01 | 0,03 | 0,26 | 6,72 | 6,72 | 57,7 | 34,8 | 15,8 | 6,5 | 0,6 | 37,8 | 0,1 | 0,4 | 3,9 |
| | 2016 | | | 14,0 | <0,5 | 1,39 | 0,56 | n.b. | 6,55 | 4,26 | 4,07 | 2,96 | 1,13 | 0,40 | 0,08 | 1,49 | 0,01 | 0,04 | 0,23 | 6,34 | 5,21 | 72,1 | 46,7 | 17,8 | 6,3 | 1,3 | 23,5 | 0,2 | 0,6 | 3,6 |
| | 2019 | | | 13,3 | 1,12 | 3,18 | 0,742 | 0,156 | 6,62 | 4,25 | 3,99 | 2,42 | 1,21 | 0,47 | 0,04 | 2,19 | 0,06 | 0,02 | 0,23 | 6,64 | 6,55 | 62,3 | 36,4 | 18,2 | 7,1 | 0,6 | 33,0 | 0,9 | 0,3 | 3,5 |

Tabelle 6: Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Versalzungsparameter, Bodensättigungsextrakt D1 bis D14)

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | pH | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-------|------------------|------|------------------------|-------------------|-----------------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR |
| | | | | | [cm] | CaCl ₂ | [µS/cm] | [mg/l] | mg/l | | | | | | [mmol+/l] | | | | | | | | |
| D1.1 | 2010 | -10 | Aczi | 7,74 | 2300 | 540 | 330 | 7,8 | 22 | 30 | 23 | 450 | 0,026 | 0,025 | <0,01 | 1,10 | 2,47 | 0,59 | 19,6 | 0,003 | 0,001 | n.b. | 14,7 |
| | 2013 | | | 7,51 | 57900 | 18000 | 5650 | 6,98 | 444 | 1000 | 570 | 13000 | 0,22 | 0,5 | <0,05 | 22,16 | 82,29 | 14,58 | 565,5 | 0,024 | 0,018 | n.b. | 78,2 |
| | 2016 | | | 7,35 | 48350 | 15600 | 6590 | 6,75 | 40,5 | 440 | 340 | 7500 | 0,1 | 0,57 | <0,05 | 2,02 | 36,21 | 8,70 | 326,2 | 0,011 | 0,021 | n.b. | 74,6 |
| | 2019 | | | 7,49 | 25000 | 7600 | 2350 | 7,88 | 178 | 297 | 163 | 5160 | 0,05 | 0,21 | <0,05 | 8,88 | 24,44 | 4,17 | 224,4 | 0,006 | 0,008 | n.b. | 55,0 |
| D1.2 | 2010 | -33 | Bzv ₁ | 7,75 | 2130 | 410 | 270 | 7,6 | 10 | 21 | 22 | 450 | 0,016 | 0,003 | <0,01 | 0,50 | 1,73 | 0,56 | 19,6 | 0,002 | 0,000 | n.b. | 18,5 |
| | 2013 | | | 7,67 | 44600 | 13300 | 4240 | 6,49 | 171 | 590 | 400 | 9700 | <0,1 | 0,16 | <0,05 | 8,53 | 48,55 | 10,23 | 421,9 | n.b. | 0,006 | n.b. | 79,0 |
| | 2016 | | | 7,58 | 36350 | 11500 | 4350 | 7,07 | 186 | 460 | 200 | 7800 | 0,05 | 0,63 | <0,05 | 9,28 | 37,85 | 5,12 | 339,3 | 0,006 | 0,023 | n.b. | 69,9 |
| | 2019 | | | 7,58 | 36800 | 11500 | 4410 | 7,44 | 126 | 367 | 289 | 8710 | <0,05 | 0,056 | <0,05 | 6,29 | 30,20 | 7,39 | 378,9 | n.b. | 0,002 | n.b. | 88,7 |
| D1.3 | 2010 | -100 | Bzv ₂ | 7,75 | 4500 | 990 | 580 | 7,3 | 17 | 35 | 47 | 1000 | 0,008 | 0,013 | <0,01 | 0,85 | 2,88 | 1,20 | 43,5 | 0,001 | 0,000 | n.b. | 31,9 |
| | 2013 | | | 7,64 | 31730 | 9090 | 3910 | 6,72 | 197 | 350 | 310 | 7400 | 0,15 | 0,62 | <0,05 | 9,83 | 28,80 | 7,93 | 321,9 | 0,017 | 0,023 | n.b. | 73,2 |
| | 2016 | | | 7,71 | 39950 | 12900 | 5140 | 6,9 | 167 | 460 | 270 | 8900 | <0,05 | 0,1 | <0,05 | 8,33 | 37,85 | 6,91 | 387,1 | n.b. | 0,004 | n.b. | 80,6 |
| | 2019 | | | 7,59 | 32800 | 10600 | 3530 | 7,47 | 176 | 376 | 218 | 7360 | 0,05 | 0,081 | <0,05 | 8,78 | 30,94 | 5,58 | 320,1 | 0,006 | 0,003 | n.b. | 71,8 |
| D2.1 | 2010 | -30 | Ah | 7,23 | 131 | 6,4 | 7,3 | 7,7 | 14 | 4,4 | 2,8 | 3,5 | 0,014 | 0,05 | <0,01 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2012 | | | 7,19 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 7,14 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 7,14 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 7,26 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D2.2 | 2010 | -50 | aM | 7,43 | 85 | 3,5 | 4,7 | 7,5 | 9,4 | 2,4 | 1 | 2,5 | 0,006 | 0,01 | < 0,01 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2012 | | | 7,29 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 7,67 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 7,32 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 7,54 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D2.3 | 2010 | -100 | aM | 7,48 | 87 | 6,1 | 6,9 | 7,5 | 8,9 | 2,2 | 0,49 | 4,7 | 0,007 | 0,01 | < 0,01 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,4 |
| | 2012 | | | 7,35 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2013 | | | 7,41 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 7,46 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 7,37 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D3.1 | 2010 | -5 | Oh, Ahe | 3,91 | 15,4 | 0,8 | 2,5 | 7,3 | 0,42 | 0,17 | 0,72 | 0,43 | 0,16 | 0,07 | 0,072 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 4,00 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 3,95 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 4,04 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | pH | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-------|-----------------------|------|------------------------|-------------------|-----------------|--------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----|
| | | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR | |
| | | | | | [cm] | CaCl ₂ | [µS/cm] | [mg/l] | mg/l | | | | | | | | | | [mmol+/l] | | | | | |
| D3.2 | 2010 | -50 | Bv ₁ | 3,88 | 38 | 3,6 | 4,5 | 6,5 | 1,6 | 0,66 | 1,4 | 1,6 | 6,3 | 0,17 | 0,33 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,3 |
| | 2013 | | | 3,86 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 3,73 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 5,79 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D3.3 | 2010 | -100 | BV ₂₊₃ | 3,69 | 67 | 7,5 | 7,8 | 5,9 | 2,5 | 1,1 | 2,6 | 2,8 | 0,22 | 0,062 | 0,08 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,4 |
| | 2013 | | | 4,20 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 3,72 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 5,80 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D4.1 | 2010 | -8 | Oh, Ah | 3,87 | 62 | 6 | 5,1 | 5,4 | 1,5 | 1,3 | 2,5 | 3,3 | 0,53 | 0,74 | 0,27 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,5 |
| | 2013 | | | 3,75 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D4.2 | 2010 | -40 | Bv ₁ | 3,97 | 102 | 13 | 11 | 5,1 | 2 | 2,8 | 4,2 | 5,4 | 0,43 | 0,81 | 0,092 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,6 |
| | 2013 | | | 3,92 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D4.1 neu | 2016 | | Ah | 3,79 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 3,83 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D4.2 neu | 2016 | | Btv | 3,90 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 4,04 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D5.1 | 2010 | -12 | Oh, Ah ₁₊₂ | 4,43 | 48 | 4,2 | 6,6 | 5,5 | 2,6 | 1,8 | 1,1 | 0,96 | 0,53 | 1,4 | 0,32 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 4,40 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 4,47 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 4,39 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D5.2 | 2010 | -40 | Al | 4,02 | 27 | 2,7 | 1,3 | 5,2 | 0,58 | 0,69 | 0,38 | 0,75 | 0,18 | 0,96 | 0,037 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2013 | | | 4,01 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 3,88 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 3,90 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D6.1 | 2010 | -20 | Ah, rAp | 5,61 | 62 | 3 | 5,3 | 6,5 | 4,1 | 1,7 | 4 | 1,3 | 0,18 | 0,25 | 0,087 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 5,84 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 5,81 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 6,21 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D6.2 | 2010 | -60 | Bv | 4,38 | 31 | 3,7 | 5,6 | 5,9 | 0,99 | 0,48 | 1,8 | 2 | 1,1 | 0,11 | 0,69 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,4 |
| | 2013 | | | 4,60 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 4,46 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 4,80 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D6.3 | 2010 | -100 | ICv | 4,22 | 31 | 7,6 | 5 | 5,8 | 0,58 | 0,28 | 1,7 | 2,1 | 0,082 | 0,037 | 0,045 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,6 |
| | 2013 | | | 4,32 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 4,14 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | pH | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-------|----------|------|------------------------|-------------------|-----------------|--------|------|------|-------|------|-------|------|--------|-----------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| | | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR |
| | | | | | [cm] | CaCl ₂ | [µS/cm] | [mg/l] | mg/l | | | | | | | [mmol+/l] | | | | | | | |
| | 2019 | | | 4,30 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D7.1 | 2010 | -15 | aAh | 5,90 | 123 | 14 | 5,1 | 6,6 | 13 | 2,1 | 0,33 | 6 | 0,16 | 0,46 | 0,09 | 0,65 | 0,17 | 0,01 | 0,26 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,4 |
| | 2012 | | | 5,67 | 1410 | 270 | 83 | 7,2 | 220 | 39 | <0,01 | 110 | <0,01 | 4,6 | <0,01 | 10,98 | 3,21 | n.b. | 4,78 | n.b. | 0,17 | n.b. | 1,8 |
| | 2013 | | | 5,61 | 1688 | 329 | 101 | 5,7 | 204 | 42 | 3,6 | 75 | 0,47 | 3,8 | 0,21 | 10,18 | 3,46 | 0,09 | 3,26 | 0,05 | 0,14 | 0,01 | 1,2 |
| | 2016 | | | 5,43 | 7715 | 1940 | 694 | 6,47 | 203 | 87 | 53 | 1250 | 0,07 | 5,3 | 0,05 | 10,13 | 7,16 | 1,36 | 54,37 | 0,01 | 0,19 | 0,003 | 18,5 |
| D7.2 | 2019 | | | 5,55 | 3450 | 1000 | 148 | 6,24 | 374 | 52,7 | 1,68 | 212 | 0,10 | 3,9 | 0,07 | 18,66 | 4,34 | 0,04 | 9,22 | 0,01 | 0,14 | 0,004 | 2,7 |
| | 2010 | -50 | aMGo | 5,82 | 153 | 33 | 9,2 | 6,5 | 14 | 2,1 | 0,2 | 10 | 0,064 | 0,67 | 0,02 | 0,70 | 0,17 | 0,01 | 0,43 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,7 |
| | 2012 | | | 5,80 | 1470 | 290 | 97 | 7,2 | 210 | 31 | <0,01 | 140 | <0,01 | 3,7 | <0,01 | 10,48 | 2,55 | n.b. | 6,09 | n.b. | 0,13 | n.b. | 2,4 |
| | 2013 | | | 5,65 | 1898 | 380 | 84,7 | 5,51 | 209 | 32 | 2,7 | 120 | 0,28 | 4,1 | 0,08 | 10,43 | 2,63 | 0,07 | 5,22 | 0,03 | 0,15 | 0,004 | 2,0 |
| D7.3 | 2016 | | | 5,46 | 2580 | 680 | 106 | 6,53 | 274 | 47 | 3,3 | 150 | 0,12 | 8,4 | 0,05 | 13,67 | 3,87 | 0,08 | 6,52 | 0,01 | 0,31 | 0,003 | 2,2 |
| | 2019 | | | 5,65 | 5130 | 1600 | 179 | 5,78 | 549 | 85,5 | 1,78 | 336 | 0,20 | 5,3 | < 0,05 | 27,40 | 7,04 | 0,05 | 14,62 | 0,02 | 0,19 | n.b. | 3,5 |
| | 2010 | -100 | aGo | 5,83 | 275 | 72 | 13 | 6,3 | 23 | 3,5 | 0,19 | 19 | 0,022 | 1,1 | <0,01 | 1,15 | 0,29 | 0,00 | 0,83 | 0,00 | 0,04 | n.b. | 1,0 |
| | 2012 | | | 5,76 | 2140 | 490 | 110 | 7,1 | 260 | 37 | <0,01 | 200 | <0,01 | 3,9 | <0,01 | 12,97 | 3,04 | n.b. | 8,70 | n.b. | 0,14 | n.b. | 3,1 |
| | 2013 | | | 5,57 | 2243 | 547 | 132 | 5,07 | 243 | 35 | 7,6 | 170 | 0,2 | 5,2 | <0,05 | 12,13 | 2,88 | 0,19 | 7,39 | 0,02 | 0,19 | n.b. | 2,7 |
| | 2016 | | | 5,35 | 2930 | 901 | 153 | 6,83 | 303 | 47 | 1,6 | 190 | 0,11 | 7,8 | <0,05 | 15,12 | 3,87 | 0,04 | 8,26 | 0,01 | 0,28 | n.b. | 2,7 |
| | 2019 | | | 5,45 | 1606 | 396 | < 10,0 | 6,57 | 160 | 27,0 | 2,23 | 93,1 | 0,17 | 0,26 | 0,15 | 7,98 | 2,22 | 0,06 | 4,05 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 1,8 |
| D8.1 | 2010 | -2 | Oh, Ahe | 3,68 | 50 | 6,7 | 2,7 | 5,3 | 1,8 | 0,93 | 0,93 | 3,4 | 0,43 | 0,64 | 0,21 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,5 |
| | 2013 | | | 4,24 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 4,08 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | | | 4,10 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D8.2 | 2010 | -43 | Al | 3,91 | 53 | 5,4 | 7 | 5,1 | 1,1 | 0,8 | 0,83 | 4,2 | 6,5 | 0,72 | 0,1 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,7 |
| | 2013 | | | 3,99 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 3,80 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | | | 3,91 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D8.3 | 2010 | -100 | Bt, P | 3,67 | 24 | 5,3 | 5,6 | 4,8 | 0,98 | 0,98 | 1 | 3,8 | 0,15 | 0,28 | 0,048 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,6 |
| | 2013 | | | 3,82 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 3,69 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | | | 3,84 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D9.1 | 2010 | -9 | Oh, Ah | 3,96 | 24 | 4,5 | 4,2 | 5,4 | 1,1 | 0,47 | 0,5 | 0,75 | 0,17 | 0,32 | 0,083 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2013 | | | 4,07 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 3,83 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | | | 3,87 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 3,95 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D9.2 | 2010 | -30 | BvSw | 4,02 | 29 | 6,3 | 3,3 | 5,1 | 1,2 | 0,8 | 0,33 | 0,92 | 0,28 | 0,57 | 0,13 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2013 | | | 4,02 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

| ProbeJahrTiefeHorizont | | | | pH | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|------|-----------------|-------------------|------------------------|--------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| [cm] | | | | CaCl ₂ | [µS/cm] | [mg/l] | | | mg/l | | | | | | | [mmol+/l] | | | | | | | |
| | 2016 | | | 3,86 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | | | 3,99 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 4,03 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D10.1 | 2010 | -10 | Ah | 4,45 | n.b. | <20,0 | <20,0 | n.b. | 29 | 8,8 | 12 | 4,4 | 12 | 4 | 12 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2013 | | | 4,77 | 354 | 24,4 | 12,7 | 4,68 | 23 | 6,9 | 22 | 31 | 6,3 | 1,8 | 6,1 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 1,5 |
| | 2016 | | | 4,56 | 438 | 80,7 | 25,6 | 6,77 | 44,4 | 11 | 14 | 27 | 3 | 3,4 | 1,2 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,9 |
| D10.2 | 2019 | | | 4,69 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2010 | -43 | Bv | 4,51 | 437 | 23,7 | 16 | 7 | 58,6 | 7,8 | 12,5 | 17 | 3,1 | 1,8 | 1,9 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,6 |
| | 2013 | | | 4,81 | 437 | 127 | 26,3 | 5,64 | 28,3 | 6,2 | 7,5 | 39,5 | 4,1 | 0,97 | 3,6 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 1,8 |
| D10.3 | 2016 | | | 4,56 | 208 | 47 | 19,3 | 6,03 | 24,6 | 6,6 | 20 | 32 | 24 | 1,3 | 19 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 1,5 |
| | 2019 | | | 4,65 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2010 | -100 | IIP | 4,32 | 204 | 17,8 | 15,6 | 6,91 | 21 | 2,9 | 7,4 | 11 | 1 | 0,6 | 1 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,6 |
| | 2013 | | | 4,28 | 204 | 40,5 | 14,5 | 5,76 | 13,3 | 2,9 | 12 | 14 | 0,98 | 0,22 | 0,98 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,9 |
| | 2016 | | | 4,15 | 156 | 31,5 | 16,3 | 6,75 | 10 | 2,4 | 13 | 16 | 7,7 | 0,24 | 6,7 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 1,2 |
| | 2019 | | | 4,26 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D11.1 | 2010 | -10 | Ah | 4,39 | 43 | 4,6 | 4,2 | 5,3 | 2,4 | 0,95 | 0,71 | 1,6 | 0,21 | 0,99 | 0,09 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2013 | | | 4,28 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 4,37 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D11.2 | 2018 | | | 4,08 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 4,26 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2010 | -30 | Sw ₁ | 4,13 | 31 | 2,7 | 4,4 | 4,9 | 1,2 | 0,65 | 0,29 | 1 | 7,3 | 0,9 | 0,074 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,2 |
| | 2013 | | | 4,08 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 4,01 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2018 | | | 3,95 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 4,05 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D12.1 | 2010 | -12 | Oh, Ah | 4,39 | 26 | 1,6 | 6,6 | 5,2 | 1,3 | 0,27 | 0,82 | 0,52 | 0,15 | 0,41 | 0,07 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 4,07 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 3,88 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| D12.2 | 2019 | | | 3,79 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2010 | -32 | Bv ₁ | 4,13 | 34 | 1,3 | 2,6 | 4,9 | 1,7 | 0,45 | 0,92 | 0,76 | 0,34 | 0,92 | 0,11 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 4,01 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2016 | | | 3,75 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | 2019 | | | 3,92 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| | D13.1 | 2010 | -4 | Oh, Aeh | 4,08 | 21 | 1,3 | 2,7 | 5,3 | 1,1 | 0,24 | 0,74 | 0,27 | 0,7 | 0,12 | 0,35 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 4,59 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | pH | Bodensättigungsextrakt | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-------|-----------------|------|------------------------|-------------------|-----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | pH | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | SAR |
| | | | | | [cm] | CaCl ₂ | [μS/cm] | [mg/l] | mg/l | | | | | | | [mmol+/l] | | | | | | | |
| | 2016 | | | 4,13 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 4,29 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D13.2 | 2010 | -38 | Bv ₁ | 4,06 | 30 | 1,8 | 3,1 | 5 | 2,5 | 0,51 | 0,82 | 0,46 | 0,41 | 0,26 | 0,16 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,1 |
| | 2013 | | | 4,22 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 3,98 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 3,99 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D14.1 | 2013 | -30 | Ap | 5,53 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 5,37 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 5,25 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D14.2 | 2013 | -50 | Sw | 4,59 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 5,10 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 5,17 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| D14.3 | 2013 | -100 | Sd/ICv | 3,71 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2016 | | | 4,07 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | 2019 | | | 3,99 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |

Tabelle 7: Analyseergebnisse der Bodenuntersuchungen (Schwermetalle D1 bis D14)

| Probe | Jahr | Tiefe [cm] | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | PCB ₆ | PAK ₁₆ | Benzo[a] pyren |
|-------|------|---------------|------------------|--------------------------------|------|--------|------|------|-------|--------|------|--------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | [mg/kg] | | |
| D1.1 | 2010 | -10 | Aczi | < 3,0 | 6,3 | < 0,3 | 5,2 | 3,2 | < 2,0 | < 0,5 | 8 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 0,07 | < 0,1 |
| | 2013 | | | 2,51 | 8,3 | < 0,2 | 12,2 | 5,1 | 8,7 | < 0,40 | 23,6 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 26 | < 10,0 | < 10 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,8 | 8,7 | < 0,2 | 12,8 | 6 | 7,4 | < 0,40 | 26,1 | 0,14 | < 5,0 | < 20 | 4,6 | < 10 | < 10,0 | < 10 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,4 | 11,4 | < 0,10 | 16,3 | 22,6 | 15,7 | < 0,20 | 44,4 | 0,06 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D1.2 | 2010 | -33 | Bzv ₁ | 3,1 | 12 | < 0,3 | 13 | 6,4 | 7,8 | < 0,5 | 26 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,1 |
| | 2013 | | | 2,38 | 5,7 | < 0,2 | 14,5 | 3,9 | 10 | < 0,40 | 24,2 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 24 | < 10,0 | < 10 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,29 | 6 | < 0,2 | 12,7 | 4,3 | 10,6 | < 0,40 | 25,7 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 5,5 | < 10 | < 10,0 | < 10 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,4 | 8,9 | < 0,10 | 19,5 | 21,3 | 17,8 | < 0,20 | 44,4 | 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D1.3 | 2010 | -100 | Bzv ₂ | 4,7 | 6,5 | < 0,3 | 10 | 4 | 6,8 | < 0,5 | 19 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,1 |
| | 2013 | | | 1,92 | 4,3 | < 0,2 | 15,8 | 3,7 | 12,2 | < 0,40 | 26,3 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 24 | < 10,0 | 14 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,24 | 3,5 | < 0,2 | 14,6 | 3,9 | 12,6 | < 0,40 | 26,7 | 0,06 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | < 10 | < 10,0 | < 10 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 2,5 | 4,8 | < 0,10 | 21,3 | 20,7 | 20,4 | < 0,20 | 45,3 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D2.1 | 2010 | -30 | Ah | 3,5 | 21 | < 0,3 | 33 | 27 | 23 | < 0,5 | 54 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 1,3 | 0,11 |
| | 2012 | | | 3,3 | 25 | < 0,3 | 34 | 20 | 25 | < 0,5 | 56 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 0,93 | 0,09 |
| | 2013 | | | 4,99 | 39,8 | 0,32 | 32,8 | 19,1 | 27 | < 0,40 | 63,2 | 0,09 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 18 | 62,4 | 21 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 | n.n. | 4,5 | 0,28 |
| | 2016 | | | 5,38 | 31,1 | 0,29 | 37,2 | 22,4 | 28,9 | < 0,40 | 66,7 | 0,14 | < 5,0 | < 20 | 2,9 | < 10 | 29,3 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 5,1 | 0,29 |
| | 2019 | | | 9,3 | 47,2 | 0,43 | 53,3 | 55,0 | 46,7 | < 0,20 | 124 | 0,17 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | 170 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 1,07 | 0,06 |
| D2.2 | 2010 | -50 | aM | 5,1 | 25 | < 0,3 | 34 | 17 | 24 | < 0,5 | 58 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 3,56 | 0,11 |
| | 2012 | | | 3,1 | 21 | < 0,30 | 21 | 16 | 16 | < 0,5 | 35 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 0,98 | 0,07 |
| | 2013 | | | 5,23 | 22,3 | 0,26 | 33,2 | 19,3 | 26,3 | < 0,40 | 54,5 | 0,07 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 14 | 47,8 | 16 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 | n.n. | 1,1 | 0,09 |
| | 2016 | | | 5,17 | 26,8 | 0,23 | 34,6 | 18,4 | 26,1 | < 0,40 | 55,7 | 0,11 | < 5,0 | < 20 | 5,4 | < 10 | 22,5 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 1,5 | 0,08 |
| | 2019 | | | 8,1 | 35,2 | 0,33 | 50,3 | 40,6 | 44,1 | < 0,20 | 97,2 | 0,13 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | 110 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 0,054 | 0,03 |
| D2.3 | 2010 | -100 | aM | 5,2 | 22 | < 0,3 | 34 | 15 | 24 | < 0,5 | 49 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 1,53 | 0,08 |
| | 2012 | | | 3,1 | 15 | 0,37 | 21 | 15 | 16 | < 0,5 | 32 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | 0,82 | 0,05 |
| | 2013 | | | 4,93 | 16 | < 0,20 | 29,2 | 13,9 | 23,1 | < 0,40 | 44,8 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | < 2,0 | 13 | 56 | 13 | < 2,0 | < 20,0 | < 100 | n.n. | 0,77 | 0,06 |
| | 2016 | | | 6,05 | 18,7 | < 0,2 | 32,2 | 15,6 | 24,1 | < 0,40 | 47,4 | 0,08 | < 5,0 | < 20 | 5,4 | < 10 | 13,4 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 1,2 | 0,06 |
| | 2019 | | | 7,8 | 25,7 | 0,26 | 48,7 | 23,8 | 43,4 | 0,21 | 74,7 | 0,07 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 0,29 | < 0,025 |
| D3.1 | 2010 | -5 | Oh, Ahe | 5,9 | 21 | < 0,3 | 40 | 15 | 27 | < 0,5 | 50 | < 0,1 | < 100 | 250 | < 40 | < 100 | < 100 | 130 | < 100 | 2600 | < 100 | n.n. | 0,26 | 0,01 |
| | 2013 | | | 5,04 | 25,9 | < 0,20 | 10,8 | 5,9 | 7,8 | < 0,40 | 24,5 | 0,12 | 11 | 270 | 55,4 | 25 | 67,5 | 251 | < 20,0 | 3580 | < 2,0 | n.n. | 0,18 | < 0,05 |
| | 2016 | | | 5,31 | 27,9 | < 0,2 | 9,6 | 6,2 | 7,5 | < 0,40 | 24,3 | 0,16 | < 5,0 | 125 | 25,7 | < 10 | 29,8 | 82 | < 10 | 608 | < 2,0 | n.n. | 0,23 | < 0,05 |
| | 2019 | | | 6,6 | 32,3 | 0,21 | 13,6 | 9,3 | 13,3 | < 0,20 | 32,4 | 0,16 | < 100 | 69 | 50 | < 40 | < 100 | 340 | < 40 | 3420 | < 2,0 | n.n. | 0,09 | < 0,025 |
| D3.2 | 2010 | -50 | Bv ₁ | 4,3 | 22 | < 0,3 | 8,9 | 4,1 | 4,9 | < 0,5 | 19 | < 0,1 | < 100 | 280 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 580 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 1,92 | 8,6 | < 0,20 | 10,6 | 2,4 | 6,4 | < 0,40 | 17,5 | < 0,05 | < 5,0 | 275 | 20,4 | 24 | 65 | 216 | < 20,0 | 956 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,31 | 7,9 | < 0,2 | 9,3 | 2,4 | 6,1 | < 0,40 | 17,8 | < 0,05 | < 5,0 | 163 | 11,5 | < 10 | 30,2 | 71 | < 10 | 298 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |

| Probe | Jahr | Tiefe [cm] | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | PCB ₆ | PAK ₁₆ | Benzo[a] pyren |
|----------|------|---------------|----------------------|--------------------------------|------|--------|------|-------|------|--------|------|--------|----------------------------------|-------|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | [mg/kg] | | |
| D3.3 | 2019 | | | 2,6 | 8,9 | < 0,10 | 14,2 | 5,7 | 12,1 | < 0,20 | 24,6 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 110 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| | 2010 | -100 | BV ₂₊₃ | < 3,0 | 5,7 | < 0,3 | 13 | < 2,0 | 7,2 | < 0,5 | 19 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 170 | < 100 | 280 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 2,47 | 5,1 | < 0,20 | 19,8 | 3,4 | 12,7 | < 0,40 | 26,2 | < 0,05 | < 5,0 | 100 | 14,3 | 56 | 96 | 335 | < 20,0 | 352 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,97 | 2,7 | < 0,2 | 15,4 | 2,8 | 11,4 | < 0,40 | 23,9 | < 0,05 | < 5,0 | 42 | 5,9 | < 10 | 27,7 | 70 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,2 | 4,0 | < 0,10 | 18,9 | 4,1 | 12,6 | 0,21 | 25,0 | 0,08 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 180 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D4.1 | 2010 | -8 | Oh, Ah | 3,5 | 3,8 | < 0,3 | 21 | 8,4 | 13 | < 0,5 | 27 | < 0,1 | < 100 | 380 | < 40 | < 100 | < 100 | 180 | < 100 | 2600 | < 100 | n.n. | 0,28 | 0,01 |
| | 2013 | | | 7,1 | 36,4 | < 0,20 | 12,1 | 7,6 | 8,9 | < 0,40 | 25,7 | 0,18 | < 5,0 | 373 | 56,3 | 30 | 68,5 | 328 | < 20,0 | 4140 | < 2,0 | n.n. | 0,52 | < 0,05 |
| D4.2 | 2010 | -40 | Bv ₁ | 5,6 | 31 | < 0,3 | 13 | 5,3 | 7,9 | < 0,5 | 25 | 0,19 | < 100 | 210 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 620 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 2,96 | 9,8 | < 0,20 | 13,2 | 2,9 | 9,4 | < 0,40 | 23 | < 0,05 | < 5,0 | 216 | 18,7 | 32 | 62 | 177 | < 20,0 | 650 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| D4.1 neu | 2016 | | Ah | 3,82 | 19,8 | < 0,2 | 6,6 | 3,8 | 6 | < 0,40 | 18,8 | 0,22 | < 5,0 | 61 | 9,1 | < 10 | 20,9 | 36 | < 10,0 | 396 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,1 | 25,7 | < 0,10 | 11,0 | 8,0 | 12,0 | < 0,20 | 27,4 | 0,11 | < 100 | 88 | 33 | < 40 | < 100 | 230 | < 40 | 2160 | < 2,0 | n.n. | 0,03 | < 0,025 |
| D4.2 neu | 2016 | | Btv | 2,03 | 6,3 | < 0,2 | 7,7 | 2,4 | 6,8 | < 0,40 | 18,2 | 0,06 | < 5,0 | 57 | 4,9 | < 10 | 18,8 | 28 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 2,8 | 9,6 | < 0,10 | 11,6 | 5,6 | 12,7 | < 0,20 | 25,9 | < 0,05 | < 100 | 46 | 15 | < 40 | < 100 | 170 | < 40 | 620 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D5.1 | 2010 | -12 | Oh,Ah ₁₊₂ | 3,6 | 11 | < 0,3 | 15 | 2,7 | 8,2 | < 0,5 | 21 | < 0,1 | < 100 | 190 | < 40 | < 100 | < 100 | 100 | < 100 | 1300 | < 100 | n.n. | 0,06 | < 0,01 |
| | 2013 | | | 4,1 | 25,5 | < 0,20 | 9,8 | 3,5 | 6,5 | < 0,40 | 20,2 | 0,09 | < 5,0 | 109 | 29,7 | 18 | 38,5 | 165 | < 20,0 | 1460 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 5,05 | 29 | < 0,2 | 13 | 4,3 | 7,1 | < 0,40 | 23,3 | 0,14 | < 5,0 | 27 | 7,5 | < 10 | 10,7 | 27 | < 10,0 | 109 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 7,3 | 37,8 | 0,13 | 14,6 | 8,4 | 13,7 | < 0,20 | 34,5 | 0,13 | < 100 | < 40 | 36 | < 40 | < 100 | 190 | < 40 | 1850 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D5.2 | 2010 | -40 | Al | 3,6 | 20 | < 0,3 | 9 | 2,8 | 5,0 | < 0,5 | 17 | < 0,1 | < 100 | 250 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 570 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 3,05 | 11,3 | < 0,20 | 13,8 | 3,8 | 8,9 | < 0,40 | 25,7 | < 0,05 | < 5,0 | 172 | 20,7 | 24 | 103 | 144 | < 20,0 | 436 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 3,71 | 10,6 | < 0,2 | 11,4 | 4,0 | 8,2 | < 0,40 | 23,3 | 0,06 | < 5,0 | 124 | 7,9 | < 10 | 39,5 | 34 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,0 | 15,2 | < 0,10 | 17,6 | 8,4 | 15,4 | < 0,20 | 35,7 | < 0,05 | < 100 | 90 | 21 | 41 | < 100 | 150 | < 40 | 910 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D6.1 | 2010 | -20 | Ah, rAp | 3,4 | 12 | < 0,3 | 12 | 3,1 | 6,4 | < 0,5 | 21 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 240 | < 100 | n.n. | 0,24 | 0,01 |
| | 2013 | | | 3,12 | 12,1 | < 0,20 | 15,1 | 6 | 10,9 | < 0,40 | 33,2 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 2,6 | < 10 | 43,2 | 22 | < 20,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | 0,14 | < 0,05 |
| | 2016 | | | 3,52 | 12,2 | < 0,2 | 13 | 6,6 | 10,4 | < 0,40 | 32,3 | 0,08 | < 5,0 | < 20 | 4,7 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,2 | 29,5 | 0,22 | 20,8 | 13 | 18,6 | < 0,20 | 56,0 | 0,11 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 130 | < 2,0 | n.n. | 0,30 | 0,03 |
| D6.2 | 2010 | -60 | Bv | 4,1 | 15 | < 0,3 | 17 | 5,7 | 11 | < 0,5 | 32 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 140 | < 100 | 370 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 2,36 | 6,8 | < 0,20 | 15,3 | 3,5 | 10,9 | < 0,40 | 23,4 | < 0,05 | < 5,0 | 33 | 11,5 | < 10 | 37,1 | 202 | < 20,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 3,08 | 6 | < 0,2 | 12,3 | 3,9 | 10 | < 0,40 | 24,1 | < 0,05 | < 5,0 | 27 | 9,6 | < 10 | 26 | 114 | < 10,0 | 231 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,8 | 9,4 | < 0,10 | 19,1 | 8,6 | 16,9 | < 0,20 | 34,2 | 0,06 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 170 | < 40 | 480 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D6.3 | 2010 | -100 | ICv | < 3,0 | 5,5 | < 0,3 | 12 | 2,7 | 7,5 | < 0,5 | 17 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 240 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 2,29 | 3,9 | < 0,20 | 15 | 2,8 | 10,5 | < 0,40 | 20,6 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 2,5 | 14 | 19 | 238 | < 20,0 | 171 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,76 | 3,4 | < 0,2 | 11,4 | 2,9 | 8,8 | < 0,40 | 18,6 | < 0,05 | < 5,0 | 36 | 5,2 | 17 | 45,7 | 141 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 4,0 | 4,7 | < 0,10 | 18,6 | 7,2 | 15,9 | 0,21 | 28,7 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 260 | < 40 | 300 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D7.1 | 2010 | -15 | aAh | 2,9 | 35 | < 0,30 | 23 | 26 | 15 | < 0,5 | 55 | < 0,10 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 310 | 310 | n.n. | 0,8 | 0,06 |
| | 2012 | | | 3,2 | 27 | 0,35 | 17 | 22 | 12 | < 0,5 | 42 | < 0,10 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 920 | < 100 | n.n. | 0,78 | 0,04 |
| | 2013 | | | 5,02 | 39,1 | 0,47 | 24,3 | 17,7 | 18,9 | < 0,40 | 67,8 | 0,18 | < 5,0 | < 20 | 5,8 | < 10 | 20,5 | 79 | < 20,0 | 679 | < 2,0 | n.n. | 0,56 | < 0,05 |
| | 2016 | | | 6,25 | 39 | 0,41 | 23,4 | 20,6 | 18,2 | < 0,40 | 66,6 | 0,19 | < 5,0 | < 20 | 11,8 | < 10 | 39,2 | 73 | < 10,0 | 484 | < 2,0 | n.n. | 1,37 | 0,1 |

| Probe | Jahr | Tiefe [cm] | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | PCB ₆ | PAK ₁₆ | Benzo[a] pyren |
|-------|------|---------------|----------|--------------------------------|------|--------|------|------|------|--------|------|--------|----------------------------------|-------|------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | [mg/kg] | | |
| D7.2 | 2019 | | | 7,6 | 50,1 | 0,45 | 31,0 | 37,5 | 26,0 | < 0,20 | 87,8 | 0,22 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 540 | < 2,0 | n.n. | 0,54 | 0,04 |
| | 2010 | -50 | aMGo | 5,7 | 41 | 0,32 | 25 | 18 | 16 | < 0,5 | 58 | 0,17 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 370 | < 100 | n.n. | 0,39 | 0,03 |
| | 2012 | | | 2,6 | 29 | < 0,30 | 18 | 16 | 12 | < 0,5 | 40 | < 0,10 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | 300 | < 100 | n.n. | 0,33 | 0,02 |
| | 2013 | | | 4,82 | 42,9 | 0,23 | 21,9 | 13,7 | 16,6 | < 0,40 | 47,8 | 0,14 | < 5,0 | < 20 | 5,9 | < 10 | < 20,0 | 105 | < 20,0 | 507 | < 2,0 | n.n. | 0,16 | < 0,05 |
| D7.3 | 2016 | | | 5,76 | 35,1 | 0,26 | 21,4 | 15 | 16,3 | < 0,40 | 49,8 | 0,18 | < 5,0 | < 20 | 13,6 | < 10 | 25,4 | 102 | < 10,0 | 335 | < 2,0 | n.n. | 1,05 | 0,06 |
| | 2019 | | | 7,3 | 40,6 | 0,25 | 30,9 | 34,0 | 26,3 | < 0,20 | 69,2 | 0,18 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 120 | < 40 | 510 | < 2,0 | n.n. | 0,25 | < 0,025 |
| | 2010 | -100 | aGo | 5,4 | 42 | < 0,30 | 20 | 14 | 14 | < 0,5 | 42 | 0,18 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 310 | < 100 | n.n. | 0,14 | 0,02 |
| | 2012 | | | 5,7 | 18 | < 0,30 | 11 | 16 | 7,7 | < 0,5 | 23 | < 0,10 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 430 | < 100 | n.n. | 0,17 | 0,01 |
| | 2013 | | | 3,67 | 21 | < 0,20 | 17,4 | 9,4 | 12,4 | < 0,40 | 30,8 | 0,09 | < 5,0 | < 20 | 5,2 | < 10 | < 20,0 | 130 | < 20,0 | 427 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 4,73 | 22,1 | < 0,2 | 16,9 | 11 | 13 | < 0,40 | 34,5 | 0,15 | < 5,0 | < 20 | 9,7 | < 10 | 12,4 | 109 | < 10,0 | 276 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,5 | 38,8 | 0,15 | 23,6 | 30,2 | 20,5 | < 0,20 | 52,3 | 0,11 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 340 | < 2,0 | n.n. | 0,35 | < 0,025 |
| D8.1 | 2010 | -2 | Oh, Ahe | 4,1 | 22 | < 0,3 | 15 | 9,3 | 11 | < 0,5 | 32 | 0,13 | < 100 | 760 | < 40 | < 100 | < 100 | 200 | < 100 | 2100 | < 100 | n.n. | 0,17 | 0,01 |
| | 2013 | | | 5,81 | 34,1 | < 0,20 | 13 | 4,8 | 7,4 | < 0,40 | 27,6 | 0,1 | < 5,0 | 279 | 39,5 | 18 | 302 | 253 | < 20,0 | 3310 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 8,03 | 56,9 | 0,22 | 13,6 | 7,8 | 8 | < 0,40 | 33,7 | 0,23 | < 5,0 | 370 | 44,6 | 15 | 49,4 | 141 | < 10,0 | 3040 | < 2,0 | n.n. | 0,39 | < 0,05 |
| | 2018 | | | 5,7 | 42 | 0,2 | 10,9 | 6,7 | 7,1 | < 0,40 | 30,3 | 0,15 | < 100 | 43 | 28 | < 40 | < 100 | 140 | < 40 | 2250 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| D8.2 | 2010 | -43 | Al | 4 | 25 | < 0,3 | 9,3 | 3,6 | 5 | < 0,5 | 18 | < 0,10 | < 100 | 370 | < 40 | < 100 | < 100 | 130 | < 100 | 540 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 5,61 | 16,2 | < 0,20 | 16,3 | 4,6 | 9,7 | < 0,40 | 27,8 | < 0,05 | < 5,0 | 276 | 13,5 | 35 | 58,3 | 309 | < 20,0 | 1030 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 6,12 | 13,3 | < 0,2 | 16 | 5,0 | 9,4 | < 0,40 | 27,3 | 0,07 | < 5,0 | 340 | 11,9 | 27 | 79,9 | 140 | < 10,0 | 593 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2018 | | | 4,7 | 13,4 | < 0,2 | 15,8 | 4,5 | 9,3 | < 0,40 | 25 | 0,06 | < 100 | 110 | < 25 | < 40 | < 100 | 120 | < 40 | 510 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| D8.3 | 2010 | -100 | Bt, P | 3,1 | 9,8 | < 0,3 | 12 | 2,6 | 6,8 | < 0,5 | 20 | < 0,10 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | 150 | < 100 | 310 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 5,04 | 7,2 | < 0,20 | 26,2 | 9,7 | 19,5 | < 0,40 | 39,2 | < 0,05 | < 5,0 | 376 | 21,4 | 79 | 267 | 978 | < 20,0 | 1110 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 4,72 | 5,4 | < 0,2 | 32,5 | 8,4 | 18,6 | < 0,40 | 35,6 | < 0,05 | < 5,0 | 259 | 9,1 | 55 | 217 | 494 | < 10,0 | 769 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2018 | | | 3,7 | 6,2 | < 0,2 | 21,3 | 8,7 | 15,1 | < 0,40 | 33,7 | < 0,05 | < 100 | 59 | < 25 | < 40 | < 100 | 280 | < 40 | 330 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| D9.1 | 2010 | -9 | Oh, Ah | 3,8 | 6,7 | < 0,3 | 24 | 6 | 16 | < 0,5 | 36 | < 0,1 | < 100 | 560 | 46 | < 100 | < 100 | 200 | < 100 | 2500 | < 100 | n.n. | 0,1 | 0,01 |
| | 2013 | | | 6,03 | 27,8 | < 0,20 | 9,4 | 12,5 | 6,6 | < 0,40 | 26,5 | 0,07 | < 5,0 | 353 | 49,5 | 12 | 54,5 | 254 | < 20,0 | 2770 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 7,15 | 26 | < 0,2 | 11,2 | 13,7 | 6,3 | < 0,40 | 26,3 | 0,11 | < 5,0 | 496 | 36,9 | 12 | 80,7 | 168 | < 10,0 | 1920 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2018 | | | 7,2 | 25,9 | < 0,2 | 8,9 | 13,8 | 6 | < 0,40 | 25,8 | 0,09 | < 100 | 150 | < 25 | < 40 | < 100 | 130 | < 40 | 1160 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 6,2 | 20,5 | 0,14 | 11,6 | 12,7 | 6,3 | < 0,20 | 26,6 | 0,17 | < 100 | 54 | 33 | < 40 | < 100 | 300 | < 40 | 1560 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D9.2 | 2010 | -30 | BvSw | 4,6 | 22 | < 0,3 | 8,9 | 11 | 4,8 | < 0,5 | 22 | < 0,1 | < 100 | 620 | 44 | < 100 | 330 | 180 | < 100 | 1200 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 7,43 | 16,1 | < 0,20 | 12,3 | 19,1 | 8,5 | < 0,40 | 30,8 | < 0,05 | < 5,0 | 360 | 34,9 | 14 | 400 | 156 | < 20,0 | 952 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 7,05 | 15,4 | < 0,2 | 13,1 | 18,6 | 7,3 | < 0,40 | 28,8 | 0,05 | < 5,0 | 305 | 18,1 | 12 | 240 | 92 | 10,4 | 580 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2018 | | | 6,2 | 14,4 | < 0,2 | 10,7 | 19,5 | 7,3 | < 0,40 | 29,7 | < 0,05 | < 100 | 140 | < 25 | < 40 | < 100 | 130 | < 40 | 540 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 7,2 | 13,8 | < 0,10 | 10,4 | 17,9 | 7,3 | < 0,20 | 29,2 | 0,07 | < 100 | 100 | 23 | < 40 | 330 | 140 | < 40 | 730 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D10.1 | 2010 | -10 | Ah | 5,2 | 14 | < 0,3 | 21 | 5,7 | 9 | < 0,5 | 34 | < 0,1 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | n.n. | n.n. | n.n. |
| | 2013 | | | 3,1 | 14,6 | < 0,20 | 17,9 | 5,5 | 8,8 | < 0,40 | 26,9 | < 0,05 | < 5,0 | 74 | 15,2 | < 10 | 267 | 154 | < 20,0 | 1310 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 4,11 | 13 | < 0,2 | 18,2 | 6,6 | 8,9 | < 0,40 | 28,9 | 0,07 | < 5,0 | 25 | 22,2 | < 10 | 21,3 | 98 | < 10,0 | 875 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 4,7 | 16,0 | < 0,10 | 24,0 | 29,5 | 15,4 | < 0,20 | 46,2 | 0,08 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 160 | < 40 | 980 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |

| Probe | Jahr | Tiefe [cm] | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | PCB ₆ | PAK ₁₆ | Benzo[a] pyren |
|-------|------|---------------|-----------------|--------------------------------|------|--------|------|-------|------|--------|------|--------|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | [mg/kg] | | |
| D10.2 | 2010 | -43 | Bv | 4,2 | 11 | < 0,3 | 20 | 4,7 | 10 | < 0,5 | 28 | < 0,1 | <100 | <100 | <40 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | n.n. | n.n. | n.n. |
| | 2013 | | | 2,98 | 8,9 | < 0,20 | 17,6 | 5,1 | 10,2 | < 0,40 | 24,7 | < 0,05 | < 5,0 | 89 | 12,6 | <10 | 184 | 216 | < 20,0 | 613 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 4,3 | 7,8 | < 0,2 | 18,5 | 5,8 | 13,4 | < 0,40 | 25,4 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 9,8 | < 10 | 11,3 | 66 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,5 | 10,2 | < 0,10 | 25,7 | 26,2 | 18,7 | < 0,20 | 42,2 | 0,09 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 150 | < 40 | 440 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D10.3 | 2010 | -100 | IIP | 5,7 | 4,9 | < 0,3 | 26 | 4,4 | 15 | < 0,5 | 29 | < 0,1 | <100 | <100 | <40 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | n.n. | n.n. | n.n. |
| | 2013 | | | 2,8 | 4,1 | < 0,20 | 20,9 | 5,3 | 14,5 | < 0,40 | 27,1 | < 0,05 | < 5,0 | 63 | 5 | 13 | 65,2 | 245 | < 20,0 | 264 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 3,86 | 3,1 | < 0,2 | 18,5 | 5,7 | 13,9 | < 0,40 | 25,8 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 4,1 | < 10 | 25 | 40 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 4,0 | 5,1 | < 0,10 | 27,4 | 22,5 | 21,3 | 0,22 | 41,0 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 150 | < 40 | 180 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D11.1 | 2010 | -10 | Ah | 9,9 | 23 | < 0,3 | 13 | 39 | 8,4 | < 0,5 | 34 | < 0,10 | < 100 | 140 | < 40 | < 100 | < 100 | 180 | < 100 | 1300 | < 100 | n.n. | 0,03 | 0,01 |
| | 2013 | | | 6,03 | 28,1 | < 0,20 | 17,4 | 5,4 | 12,1 | < 0,40 | 33,8 | 0,09 | < 5,0 | 120 | 56,5 | 11 | 18,1 | 397 | < 20,0 | 2410 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 6,53 | 26,9 | 0,2 | 20,3 | 6,1 | 10,1 | < 0,40 | 37 | 0,27 | < 5,0 | 125 | 15,2 | < 10 | 31,6 | 62 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2018 | | | 6,0 | 25,3 | < 0,2 | 12,9 | 5,7 | 8,5 | < 0,40 | 32,5 | 0,1 | <100 | < 40 | 30 | < 40 | < 100 | 190 | < 40 | 1380 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 9,4 | 36,1 | 0,18 | 19,1 | 9,2 | 17,7 | < 0,20 | 43,0 | 0,11 | < 100 | < 40 | 27 | < 40 | < 100 | 220 | < 40 | 1380 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D11.2 | 2010 | -30 | Sw ₁ | 6,1 | 28 | < 0,3 | 16 | 5,4 | 8,2 | < 0,5 | 32 | 0,11 | < 100 | 410 | < 40 | < 100 | < 100 | 140 | < 100 | 830 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 5,49 | 18,8 | < 0,20 | 18,9 | 4,7 | 12,4 | < 0,40 | 34,5 | < 0,05 | < 5,0 | 311 | 34,2 | 22 | 85,1 | 306 | < 20,0 | 1100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 5,69 | 18,1 | < 0,2 | 18,1 | 5,1 | 9,9 | < 0,40 | 33,8 | 0,11 | < 5,0 | 134 | 15 | 12 | 30,3 | 68 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2018 | | | 4,0 | 15,1 | < 0,2 | 12,6 | 4,8 | 8,5 | < 0,40 | 30,4 | < 0,05 | < 100 | 100 | < 25 | < 40 | < 100 | 120 | < 40 | 620 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 6,7 | 18,1 | 0,11 | 14,5 | 5,2 | 9,7 | < 0,20 | 33,3 | 0,10 | < 100 | 47 | < 15 | < 40 | < 100 | 110 | < 40 | 450 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D12.1 | 2010 | -12 | Oh, Ah | < 3,0 | 17 | < 0,3 | 14 | 45 | 8,4 | < 0,5 | 29 | < 0,1 | < 100 | 110 | < 40 | < 100 | < 100 | 140 | < 100 | 2600 | < 100 | n.n. | 0,09 | < 0,01 |
| | 2013 | | | 3,2 | 17,9 | < 0,20 | 13,4 | 7,2 | 10,3 | < 0,40 | 20,5 | 0,07 | < 5,0 | 113 | 18,5 | 11 | 51,6 | 340 | < 20,0 | 2360 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 2,9 | 22,8 | < 0,2 | 9,7 | 4,8 | 6,7 | < 0,40 | 19,8 | 0,1 | < 5,0 | 67 | 12,5 | < 10 | 18,4 | 73 | < 10,0 | 395 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,7 | 24,3 | < 0,10 | 13,3 | 7,8 | 12,6 | < 0,20 | 24,5 | 0,07 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 500 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D12.2 | 2010 | -32 | Bv ₁ | 4,3 | 24 | < 0,3 | 11 | 5,6 | 6,6 | < 0,5 | 27 | < 0,1 | < 100 | 340 | < 40 | < 100 | < 100 | 210 | < 100 | 130 | < 100 | n.n. | 0,01 | < 0,01 |
| | 2013 | | | 2,18 | 8,3 | < 0,20 | 10,6 | 2,4 | 7,6 | < 0,40 | 14,6 | < 0,05 | < 5,0 | 189 | 10 | 22 | 42 | 220 | < 20,0 | 674 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | < 2,0 | 8,6 | < 0,2 | 9,6 | 2,7 | 6,5 | < 0,40 | 15,9 | 0,06 | < 5,0 | 124 | 9,1 | < 10 | 31,1 | 70 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,2 | 10,0 | < 0,10 | 13,0 | 5,2 | 11,8 | < 0,20 | 20,5 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 310 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D13.1 | 2010 | -4 | Oh, Aeh | < 3,0 | 11 | < 0,3 | 7,7 | < 2,0 | 4,6 | < 0,5 | 14 | < 0,10 | <100 | 210 | < 40 | < 100 | < 100 | 120 | < 100 | 3100 | < 100 | n.n. | 0,17 | 0,01 |
| | 2013 | | | 7,24 | 31 | 0,26 | 22,7 | 7,1 | 23 | < 0,40 | 30,4 | 0,14 | < 5,0 | 67 | 15,8 | <10 | 40,3 | 155 | < 20,0 | 2650 | < 2,0 | n.n. | 0,1 | < 0,05 |
| | 2016 | | | 6,02 | 26,7 | < 0,2 | 10,8 | 6,5 | 6,9 | < 0,40 | 27 | 0,16 | < 5,0 | 32 | 13,9 | < 10 | 16,1 | 31 | < 10,0 | 539 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 8,9 | 33,5 | 0,21 | 12,6 | 9,6 | 11,8 | < 0,20 | 33,4 | 0,15 | < 100 | < 40 | 50 | < 40 | < 100 | 260 | < 40 | 4830 | < 2,0 | n.n. | 0,03 | < 0,025 |
| D13.2 | 2010 | -38 | Bv ₁ | 6,9 | 29 | < 0,3 | 11 | 5,7 | 6,2 | < 0,5 | 27 | 0,13 | <100 | 230 | < 40 | < 100 | < 100 | 100 | < 100 | 730 | < 100 | n.n. | n.n. | < 0,01 |
| | 2013 | | | 2,01 | 7,5 | < 0,20 | 11,2 | 2,3 | 11,1 | < 0,40 | 19,9 | < 0,05 | < 5,0 | 100 | 7,4 | 12 | 28,6 | 95 | < 20,0 | 272 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | < 2 | 7,5 | < 0,2 | 8,3 | 2,7 | 6,7 | < 0,40 | 19,2 | < 0,05 | < 5,0 | 38 | 8,1 | < 10 | 19,7 | 36 | < 10,0 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,0 | 9,8 | < 0,10 | 12,9 | 5,1 | 12,3 | < 0,20 | 23,4 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | 150 | < 40 | 670 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D14.1 | 2013 | -30 | Ap | 4,8 | 15,9 | < 0,20 | 14,1 | 3,5 | 7,3 | < 0,2 | 24,8 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 23 | < 10 | < 10 | < 20 | < 20 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 3,46 | 15,1 | < 0,2 | 12,1 | 3,9 | 6,6 | < 0,40 | 24,5 | 0,08 | < 5,0 | < 20 | 59 | < 10 | 13,9 | < 10 | < 10 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,8 | 18,6 | < 0,10 | 15,8 | 6,6 | 11,8 | < 0,20 | 29,5 | 0,07 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 250 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |

| Probe | Jahr | Tiefe [cm] | Horizont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | PCB ₆ | PAK ₁₆ | Benzo[a] pyren |
|-------|------|---------------|----------|--------------------------------|------|--------|------|-----|------|--------|------|--------|----------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | [mg/kg] | | |
| D14.2 | 2013 | -50 | Sw | 4,8 | 9,5 | < 0,20 | 18 | 4,2 | 11,2 | < 0,2 | 25,5 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 37 | < 10 | < 10 | 34 | < 20 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 4,42 | 10,5 | < 0,2 | 15,6 | 3,9 | 9,1 | < 0,40 | 24,8 | 0,05 | < 5,0 | < 20 | 52 | < 10 | < 10 | 15 | < 10 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 5,8 | 14,3 | < 0,10 | 18,9 | 6,9 | 14,4 | < 0,20 | 29,2 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | 270 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| D14.3 | 2013 | -100 | Sd/ICv | 2,7 | 3,9 | < 0,20 | 18,1 | 5,2 | 5,2 | < 0,2 | 25,5 | < 0,05 | < 5,0 | 74 | 18 | 18 | 36 | 112 | < 20 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2016 | | | 3,61 | 4,1 | < 0,2 | 28,4 | 5,2 | 13,2 | < 0,40 | 24,8 | < 0,05 | < 5,0 | < 20 | 33 | < 10 | 29 | 63 | < 10 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,05 |
| | 2019 | | | 3,9 | 5,0 | < 0,10 | 24,7 | 8,9 | 21,3 | 0,22 | 31,9 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | 79 | 180 | 510 | < 40 | 580 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |

Mit roter Schrift eingetragene Daten wurden als Analysenfehler markiert

Tabelle 8: Analysergebnisse der Bodenuntersuchungen (Versalzungsparameter, Eluat, austauschbare Kationen FFH15 bis FFH18)

| Probe | Jahr | Tiefe | Horizont | Eluat | | | | | | pH | pH | austauschbare Kationen | | | | | | | | | Σ Kationen | KAK _{eff} BaCl ₂ | BS ¹ | Kationenbelegung | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|----------|---------------|--------|-------------------|-------------------|------------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|-------------------|------|----------------|-------|------------|---|-----------------|------------------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|--|--|
| | | | | elekt. Leitf. | Cl | SO ₄ | Na | Mg | pH | | | Ca | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | Ca | | | | Mg | K | Na | Al | Mn | Fe | H ⁺ | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| [cm] | [µS/cm] | [mg/l] | | | | CaCl ₂ | BaCl ₂ | [cmol+/kg] | | | | | | | | | [% v. Σ Kationen] | | | | | | | | | | | | | | | |
| FFH15-1 | 2019 | -10 | Ah | 36,5 | < 0,50 | 1,35 | 0,42 | 0,916 | 4,94 | 3,83 | 4,00 | 1,58 | 0,52 | 0,28 | 0,04 | 3,29 | 0,16 | 0,11 | 0,43 | 6,40 | 5,26 | 37,7 | 24,6 | 8,1 | 4,4 | 0,6 | 51,4 | 2,5 | 1,7 | 6,7 | | |
| FFH15-2 | 2019 | -25 | Sw | 18,4 | < 0,50 | 2,60 | 0,519 | 0,372 | 5,92 | 4,20 | 4,46 | 1,00 | 0,50 | 0,18 | 0,04 | 1,71 | 0,26 | 0,02 | 0,13 | 3,85 | 3,29 | 44,9 | 26,1 | 13,1 | 4,6 | 1,0 | 44,4 | 6,9 | 0,6 | 3,3 | | |
| FFH15-3 | 2019 | -100 | Sd | 147,0 | < 0,50 | 4,63 | 0,839 | 3,110 | 8,08 | 6,79 | 6,91 | 7,37 | 1,32 | 0,25 | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 9,08 | 6,41 | 99,1 | 81,1 | 14,5 | 2,8 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | |
| FFH16-1 | 2019 | -10 | Ah | 48,5 | 2,66 | 3,83 | 1,33 | 1,140 | 5,31 | 4,01 | 4,07 | 2,52 | 1,19 | 0,56 | 0,09 | 4,00 | 0,50 | 0,04 | 0,35 | 9,26 | 7,51 | 47,1 | 27,3 | 12,8 | 6,0 | 1,0 | 43,2 | 5,4 | 0,5 | 3,8 | | |
| FFH16-2 | 2019 | -40 | Sw | 23,5 | 1,39 | 4,29 | 1,05 | 0,609 | 6,31 | 3,96 | 4,21 | 1,03 | 1,15 | 0,23 | 0,10 | 3,67 | 0,22 | 0,02 | 0,24 | 6,66 | 5,69 | 37,7 | 15,4 | 17,2 | 3,5 | 1,6 | 55,1 | 3,2 | 0,3 | 3,6 | | |
| FFH16-3 | 2019 | -100 | Sd | 35,0 | 1,39 | 7,99 | 2,31 | 0,719 | 7,63 | 4,56 | 4,37 | 6,02 | 8,47 | 0,45 | 0,17 | 1,44 | 0,10 | 0,01 | 0,17 | 16,83 | 15,90 | 89,8 | 35,8 | 50,3 | 2,7 | 1,0 | 8,6 | 0,6 | 0,1 | 1,0 | | |
| FFH17-1 | 2019 | -20 | Ah | 56,8 | 1,46 | 3,47 | 1,940 | 0,802 | 5,73 | 4,04 | 4,09 | 3,71 | 0,53 | 0,29 | 0,14 | 3,66 | 0,44 | 0,07 | 0,34 | 9,18 | 7,28 | 50,9 | 40,5 | 5,8 | 3,2 | 1,5 | 39,9 | 4,7 | 0,7 | 3,7 | | |
| FFH17-2 | 2019 | -55 | Serw | 33,6 | 0,54 | 5,55 | 1,400 | 0,379 | 6,08 | 3,96 | 4,33 | 0,78 | 0,32 | 0,20 | 0,12 | 3,09 | 0,32 | 0,02 | 0,17 | 5,02 | 4,12 | 28,4 | 15,6 | 6,3 | 4,1 | 2,4 | 61,6 | 6,3 | 0,3 | 3,4 | | |
| FFH17-3 | 2019 | -100 | Sd | 51,7 | 6,25 | 8,13 | 2,970 | 1,330 | 6,39 | 3,99 | 4,19 | 1,70 | 2,86 | 0,29 | 0,19 | 3,54 | 0,26 | 0,01 | 0,26 | 9,10 | 8,47 | 55,3 | 18,6 | 31,4 | 3,2 | 2,1 | 38,9 | 2,8 | 0,2 | 2,9 | | |
| FFH18-1 | 2019 | -5 | Ah | 52,4 | 1,48 | 4,30 | 0,751 | 1,010 | 4,78 | 3,74 | 3,88 | 3,18 | 0,56 | 0,31 | 0,06 | 4,80 | 0,46 | 0,09 | 0,57 | 10,05 | 8,39 | 41,0 | 31,7 | 5,6 | 3,1 | 0,6 | 47,8 | 4,6 | 0,9 | 5,7 | | |
| FFH18-2 | 2019 | -50 | Sew | 32,9 | 1,21 | 8,00 | 0,780 | 0,691 | 5,69 | 3,79 | 4,13 | 1,09 | 0,59 | 0,29 | 0,05 | 4,80 | 0,25 | 0,02 | 0,30 | 7,41 | 6,52 | 27,5 | 14,8 | 8,0 | 4,0 | 0,7 | 64,8 | 3,4 | 0,3 | 4,0 | | |
| FFH18-3 | 2019 | -100 | Sd | 28,7 | 1,60 | 11,9 | 2,050 | 1,140 | 6,64 | 4,12 | 4,14 | 4,73 | 5,15 | 0,45 | 0,12 | 3,51 | 0,21 | 0,01 | 0,30 | 14,49 | 13,16 | 72,1 | 32,6 | 35,5 | 3,1 | 0,8 | 24,2 | 1,5 | 0,1 | 2,0 | | |

Tabelle 9: Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen (Schwermetalle FFH15 bis FFH18)

| Probe | Jahr | Tiefe [cm] | Hori- zont | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | As | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Tl | Zn | Hg | PCB ₆ | PAK ₁₆ | Ben- zo[a] pyren |
|---------|------|---------------|---------------|--------------------------------|------|--------|------|------|------|--------|------|--------|----------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|-------------------|------------------------|
| | | | | im Königswasserextrakt [mg/kg] | | | | | | | | | im Ammoniumnitratextrakt [µg/kg] | | | | | | | | | [mg/kg] | | |
| FFH15-1 | 2019 | -10 | Ah | 9,7 | 34,0 | 0,13 | 14,6 | 19,7 | 9,2 | < 0,40 | 38,6 | 0,07 | < 100 | 78 | 21 | < 40 | < 100 | 140 | < 40 | 1280 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH15-2 | 2019 | -25 | Sw | 13,9 | 23,5 | 0,16 | 19,8 | 27,8 | 12,0 | < 0,40 | 37,6 | < 0,05 | < 100 | 64 | 20 | < 40 | 120 | 200 | < 40 | 510 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH15-3 | 2019 | -100 | Sd | 15,4 | 21,5 | 0,15 | 29,8 | 88,1 | 18,7 | < 0,40 | 45,5 | < 0,05 | < 100 | < 40 | < 15 | < 40 | < 100 | < 100 | < 40 | < 100 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH16-1 | 2019 | -10 | Ah | 14,2 | 47,0 | < 0,10 | 26,6 | 9,8 | 15,1 | < 0,40 | 56,1 | 0,14 | < 100 | 43 | 38 | < 40 | < 100 | 250 | < 40 | 2090 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH16-2 | 2019 | -40 | Sw | 17,2 | 32,5 | < 0,10 | 31,8 | 9,9 | 19,0 | < 0,40 | 61,1 | < 0,05 | < 100 | 210 | 24 | < 40 | < 100 | 250 | < 40 | 830 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH16-3 | 2019 | -100 | Sd | 34,4 | 35,8 | 0,14 | 60,7 | 29,2 | 42,6 | 0,65 | 99,8 | < 0,05 | < 100 | 74 | < 15 | < 40 | 110 | 370 | < 40 | 470 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH17-1 | 2019 | -20 | Ah | 10,8 | 49,2 | 0,13 | 22,9 | 16,7 | 12,5 | < 0,40 | 44,4 | 0,17 | < 100 | 65 | 31 | < 40 | < 100 | 310 | < 40 | 2550 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH17-2 | 2019 | -55 | Serw | 9,1 | 24,9 | < 0,10 | 26,0 | 16,9 | 15,1 | < 0,40 | 43,8 | < 0,05 | < 100 | 110 | < 15 | < 40 | 160 | 180 | < 40 | 700 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH17-3 | 2019 | -100 | Sd | 11,2 | 23,6 | < 0,10 | 39,5 | 46,8 | 25,3 | < 0,40 | 51,1 | < 0,05 | < 100 | 470 | < 15 | 41 | 1610 | 510 | < 40 | 760 | < 2,0 | n.n. | 0,115 | < 0,025 |
| FFH18-1 | 2019 | -5 | Ah | 15,6 | 53,1 | 0,17 | 25,2 | 10,5 | 14,1 | < 0,40 | 49,5 | 0,16 | < 100 | 200 | 45 | < 40 | < 100 | 320 | < 40 | 3220 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH18-2 | 2019 | -50 | Sew | 14,7 | 29,0 | < 0,10 | 34,7 | 10,8 | 20,0 | < 0,40 | 56,8 | 0,07 | < 100 | 230 | < 15 | < 40 | < 100 | 210 | < 40 | 610 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |
| FFH18-3 | 2019 | -100 | Sd | 16,5 | 24,4 | < 0,10 | 55,0 | 20,9 | 34,7 | 0,44 | 71,1 | 0,06 | < 100 | 150 | < 15 | < 40 | 200 | 420 | < 40 | 440 | < 2,0 | n.n. | n.n. | < 0,025 |