

# Zwischenbericht

## Zwischenauswertung von Langzeituntersuchungen

Langzeitbeständigkeit des Durchlässigkeitsbeiwertes der mineralischen Dichtung des Matrialkonzeptes Zielitz

---

erarbeitet für:

K+S Minerals and Agriculture GmbH  
Werk Werra  
Hattorfer Str., 36269 Philippsthal (Röhrigshof)

erarbeitet von:

upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH  
Breite Straße 30 39576 Stendal

Stendal, 14. April 2021



## 1 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Die upi Umweltprojekt Ingenieurgesellschaft mbH hat im Jahre 2008 im Auftrag der K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Zielitz mit den Entwicklungsarbeiten für eine an die Rückstandshalden der Kaliindustrie angepasste mineralische Basisabdichtung begonnen. Dabei wurden die Randbedingungen des Standortes Zielitz u. a. hinsichtlich Materialverfügbarkeit örtlicher Sande und Kiese und der zu erwartenden haldentypischen Belastungen zugrunde gelegt.

Es wurde eine Rezeptur für eine zweilagige gemischtkörnige polymervergütete mineralische Basisabdichtung entwickelt, die aus einem örtlich verfügbaren Sand-Kies-Gemisch (Körnung 0/2 bzw. 0/8), einem Dreischichttonmineral (IBECO Seal 80) und einem Polymer (wahlweise Polymer des Produktes Trisoplast oder Polymer Argipol P) besteht. Bei den Polymeren handelt es sich um Polyacrylamide bzw. Acrylamid-Acrylat-Copolymere, die anhand chemischer Parameter – Viskosität, IR-Spektrum, Elementarzusammensetzung, Korngrößenverteilung – identifiziert werden. Diese ermöglichen bei Nachweis der Gleichwertigkeit den Einsatz vergleichbarer Polymere. Im Folgenden werden die Langzeituntersuchungen zur Durchlässigkeit mit der Polymervergütung des Polymers mit dem Handelsnamen Argipol P (Acrylamid-Acrylat-Copolymer) als Zwischenbericht vorgelegt.

Die zweilagige mineralische Dichtung gem. der vorstehenden Rezeptur wurde im Dezember 2020 durch den Planfeststellungsbeschluss zur Haldenkapazitätserweiterung HKE II planfestgestellt.

Die Untersuchungen dienen dem Langzeitnachweis zur Beständigkeit und zum Nachweis der Einhaltung des geforderten Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f < 5 \times 10^{-10}$  m/s in einem über den Stand der Technik hinausgehenden Dauerversuch und werden in Triaxialzellen gem. DIN 18 130-1 mit einem  $i = 30$  und der Prüfflüssigkeit Haldenwasser des Standortes Zielitz durchgeführt. Im Untersuchungszeitraum seit 2011 bzw. 2014 bis zur aktuellen Zwischenauswertung haben sich an den untersuchten Proben keine Veränderungen gezeigt, die Versuchsdurchführung erfolgte störungsfrei und die Versuchsergebnisse (Durchflussmessungen) sind plausibel. Die Untersuchungen zeigen die Beständigkeit der Proben und eine deutliche Unterschreitung des geforderten Durchlässigkeitsbeiwertes im Mittel um bis zu zwei Zehnerpotenzen. Die Langzeitversuche der nachstehenden Proben werden weitergeführt.



Dipl.-Ing. (FH) Nico Gose  
Geschäftsführer



PD Dr.-Ing. habil. Albrecht Palm  
Beratender Ingenieur

## 2 Untersuchungsergebnisse der Langzeituntersuchungen

### 2.1 Untersuchungsergebnisse an nicht verformten Proben der Basisabdichtung

#### Erläuterung der Versuchsdurchführung der Proben P3.1 und P3.2

Der Einbau der Proben P3.1 und P3.2 in die Triaxialzelle (siehe Abbildung 1) erfolgte mit einer aus dem Eignungsnachweis ermittelten Trockenrohdichte von ca.  $\rho = 1,82 \text{ t/m}^3$  bei ca.  $w_{\text{opt}}$ .

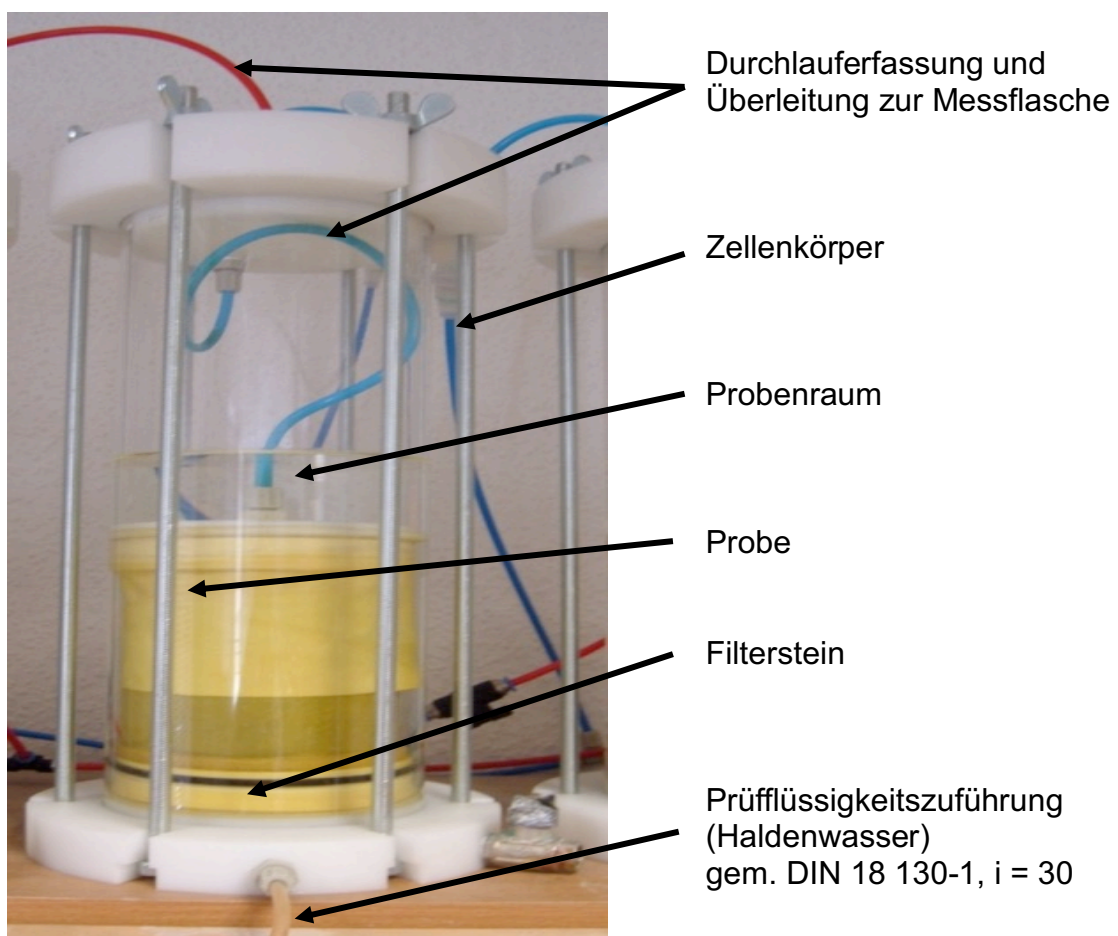


Abbildung 1: Triaxialzelle zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes gem. DIN 18 130-1

Die Triaxialzelle entspricht dem von der DIN 18 130-1 vorgegebenem Aufbau und wurde für die Untersuchungen mit der Prüfflüssigkeit Haldenwasser optimiert, d. h. die Bauteile im Kontaktbereich mit Haldenwasser sind aus haldenwasserresistentem Material (Kunststoff) gefertigt. Die Proben werden regelmäßig (mindestens zweimal pro Woche) auf Auffälligkeiten geprüft. Die Durchlauferfassung erfolgt kontinuierlich. Aufgrund der sehr geringen Durchlaufmengen werden diese über einen längeren Zeitraum gesammelt und ausgewertet.

Im Untersuchungszeitraum haben sich an den Proben P3.1 und P3.2 keine Veränderungen gezeigt, die Versuchsergebnisse (Durchflussmessungen) sind plausibel und die Langzeitversuche werden fortgesetzt.

**Probe: P3.1, uL, oL**

Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	04.11.2011
Zwischenbewertung:	09.12.2020
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$5,91 \times 10^{-12}$ m/s
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10}$ m/s

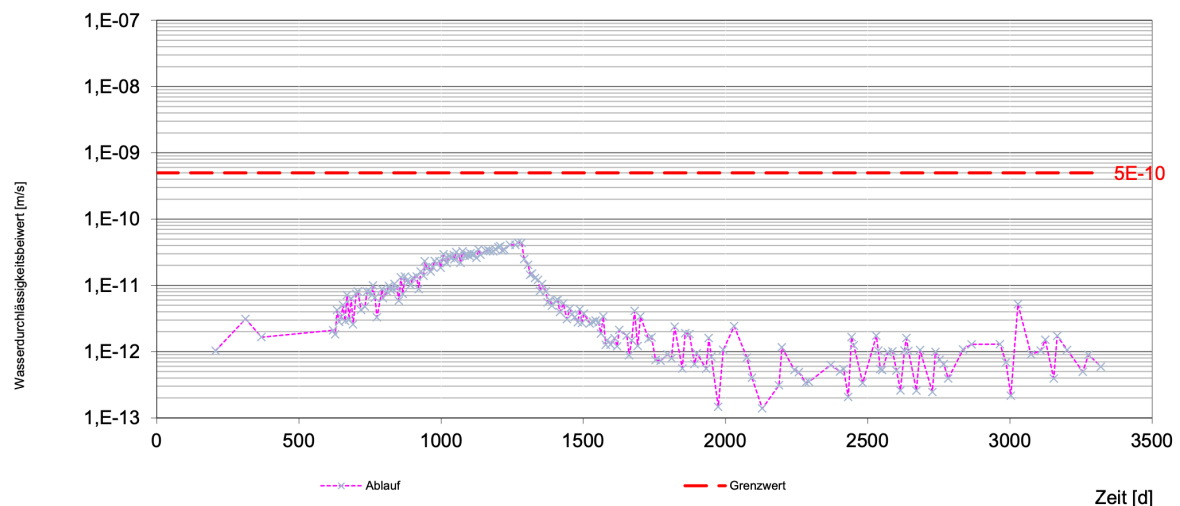


Abbildung 2: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe P3.1 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

**Probe:****P3.2, uL, oL**

Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	04.11.2011
Zwischenbewertung:	04.01.2021
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$5,30 \times 10^{-12} \text{ m/s}$
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

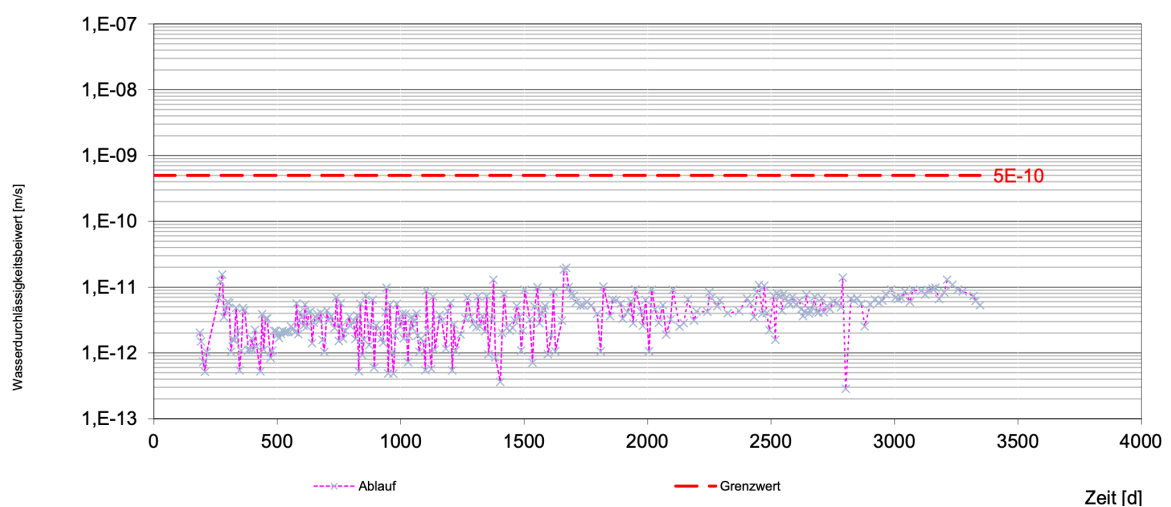


Abbildung 3: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe P3.2 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

## 2.2 Untersuchungsergebnisse an verformten Proben der Basisabdichtung

### Erläuterung der Versuchsdurchführung der Proben P3.4, P3.5 und P3.6

Die Proben P3.4, P3.5 und P3.6 wurden mit einer aus dem Eignungsnachweis ermittelten Trockenrohddichte von ca.  $\rho = 1,82 \text{ t/m}^3$  bei ca.  $w_{\text{opt}}$  hergestellt. Zum Nachweis der Selbstheilung wurden die Proben vor dem Einbau in die Triaxialzelle (siehe Punkt 2.1) durch eine Scherbeanspruchung deutlich horizontal verformt (6,25 %) und anschließend mit einer mittleren Haldenauflast überdrückt.

Im Untersuchungszeitraum haben sich an den Proben P 3.4, P 3.5 und P 3.6 keine Veränderungen gezeigt, die Versuchsergebnisse (Durchflussmessungen) sind plausibel und die Langzeitversuche werden fortgesetzt.

<b>Probe:</b>	<b>P3.4 (verformt), uL, oL</b>
Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	20.11.2011
Zwischenbewertung:	04.01.2021
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$1,02 \times 10^{-12} \text{ m/s}$
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

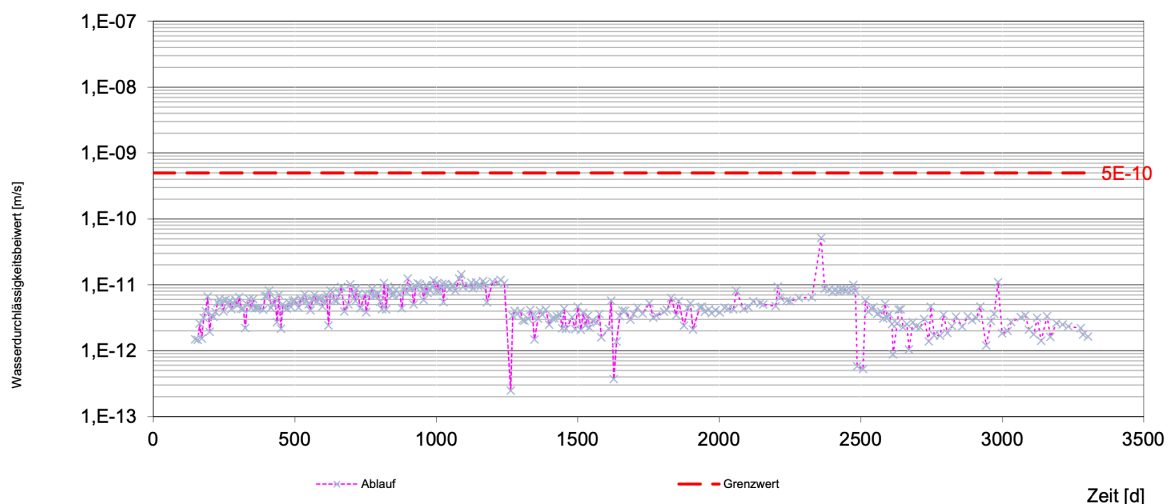


Abbildung 4: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe P3.4 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

**Probe:****P3.5 (verformt), uL, oL**

Untersuchung: Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1,  $i = 30$   
Prüfflüssigkeit: Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l  
Probenhöhe: uL 4 cm, oL 4 cm  
Rezeptur: Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P  
Versuchsbeginn: 20.11.2011  
Zwischenbewertung: 04.01.2021  
 $k_f$ -Wert Zwischenbewertung:  $1,02 \times 10^{-12}$  m/s  
 $k_f$ -Wert Sollwert:  $5,0 \times 10^{-10}$  m/s

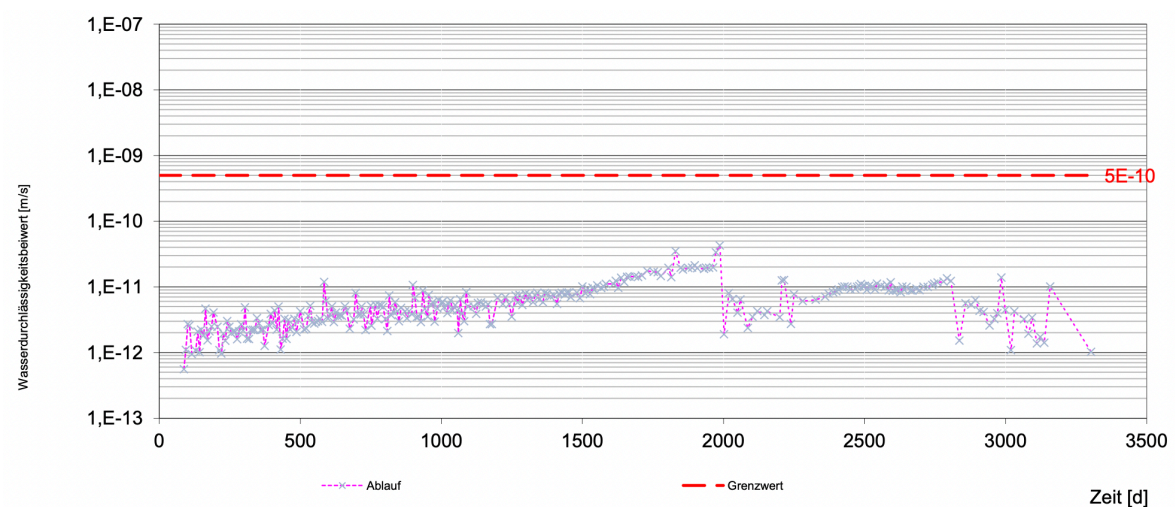


Abbildung 5: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe P3.5 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

**Probe:****P3.6 (verformt), uL, oL**

Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	17.12.2011
Zwischenbewertung:	04.12.2020
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$1,31 \times 10^{-12}$ m/s
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10}$ m/s

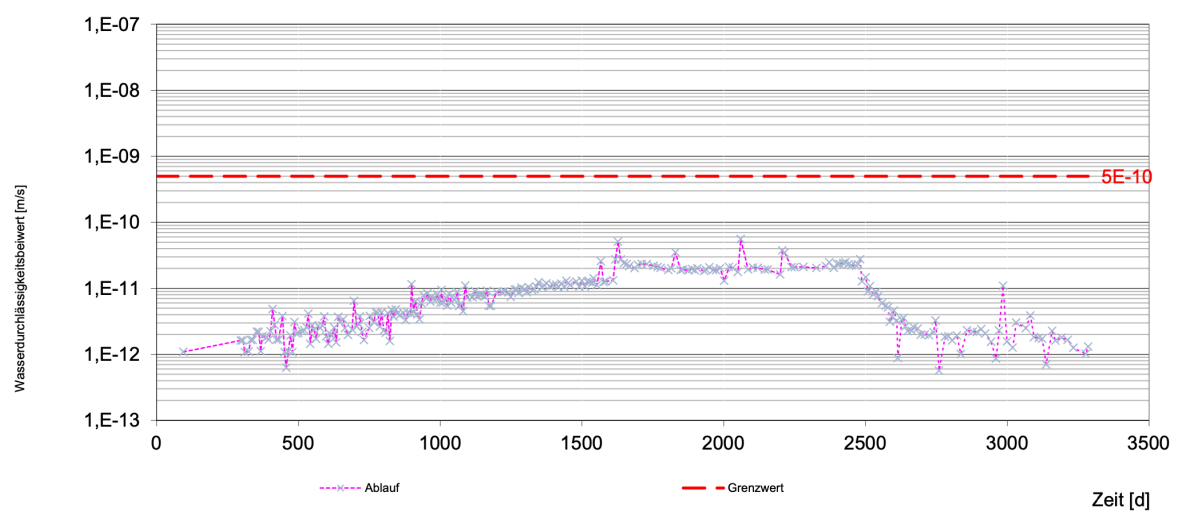


Abbildung 6: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe P3.6 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes



## 2.3 Untersuchungsergebnisse Begleitung Pilothalde

### Erläuterung der Versuchsdurchführung der Proben PA.1, PA.2 und PA.3

Die Proben PA.1, PA.2 und PA.3 wurden als begleitende Untersuchung zur Pilothalde (Erweiterung der Untersuchungen 2014) – Rezeptur: Sand-Kies-Gemisch, Dreischichttonmial IBECO Seal 80, Polymer Argipol P - gem. DIN 18 130-1 (Prüfflüssigkeit Zielitzer Haldenwasser,  $i = 30$ ) durchgeführt und als Langzeitversuche weitergeführt. Die Proben wurden in Triaxialzellen gemäß Punkt 2.1 eingebaut.

Im Untersuchungszeitraum haben sich an den Proben PA.1, PA.2 und PA.3 keine Veränderungen gezeigt, die Versuchsergebnisse (Durchflussmessungen) sind plausibel und die Langzeitversuche werden fortgesetzt.

<b>Probe:</b>	<b>PA.1, Pilotanlage, Erweiterung, uL, oL</b>
Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	04.03.2014
Zwischenbewertung:	05.06.2019
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$6,49 \times 10^{-13} \text{ m/s}$
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

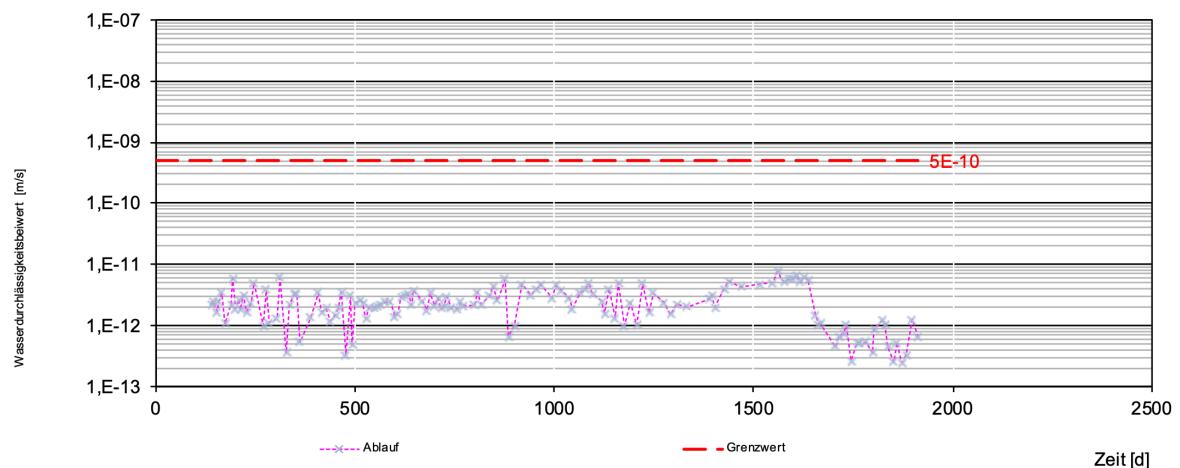


Abbildung 7: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe PA.1 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

**Probe:****PA.2, Pilotanlage, Erweiterung, uL, oL**

Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	04.03.2014
Zwischenbewertung:	04.01.2021
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$1,63 \times 10^{-12} \text{ m/s}$
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

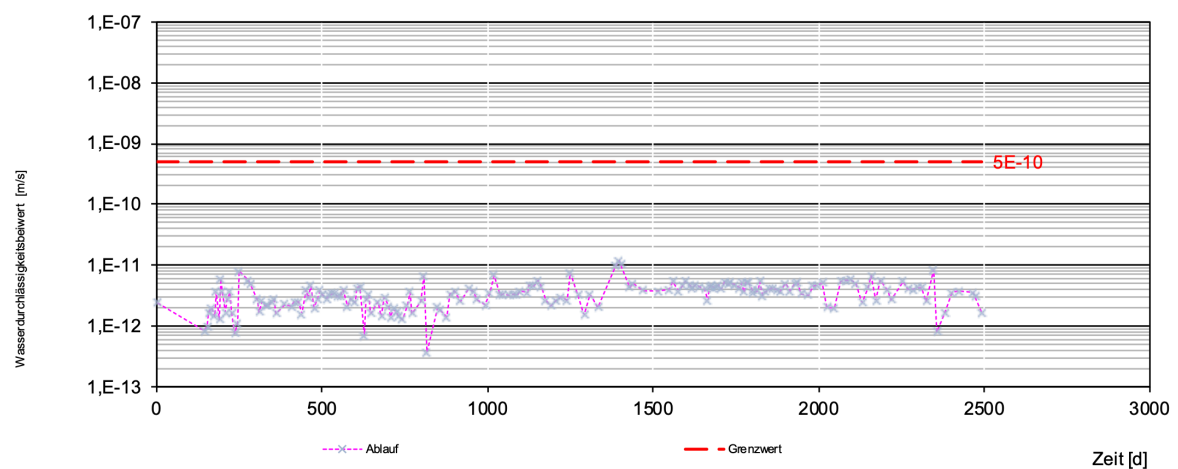


Abbildung 8: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe PA.2 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

**Probe:****PA.3, Pilotanlage, Erweiterung, uL, oL**

Untersuchung:	Durchlässigkeitsbeiwert gem. DIN 18 130-1, $i = 30$
Prüfflüssigkeit:	Haldenwasser, Gesamtsalzgehalt ca. 330 g/l
Probenhöhe:	uL 4 cm, oL 4 cm
Rezeptur:	Sand-Kies-Gemisch, IBECO Seal 80, Argipol P
Versuchsbeginn:	04.03.2014
Zwischenbewertung:	04.01.2021
$k_f$ -Wert Zwischenbewertung:	$2,65 \times 10^{-12} \text{ m/s}$
$k_f$ -Wert Sollwert:	$5,0 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

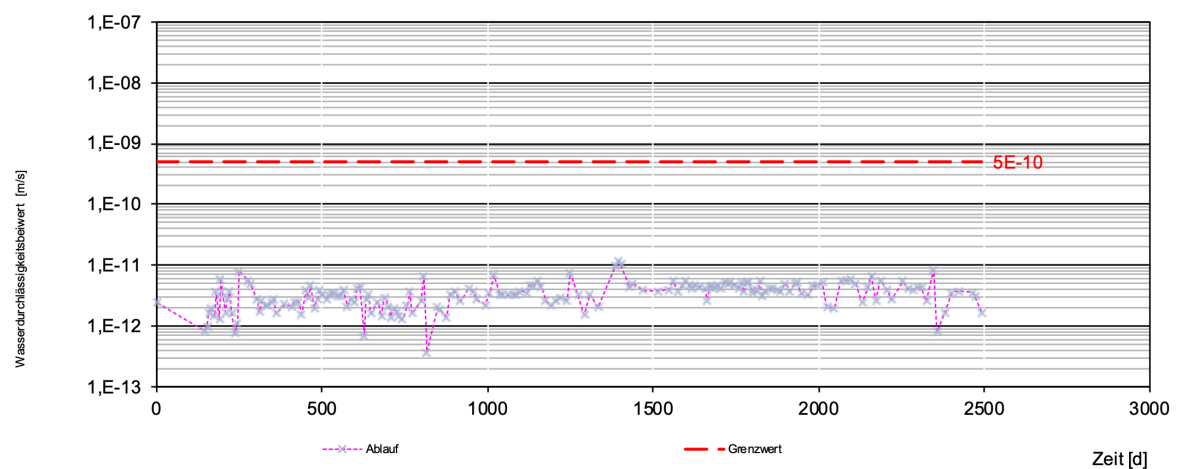


Abbildung 9: Durchlässigkeitsbeiwert der Probe PA.3 in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes