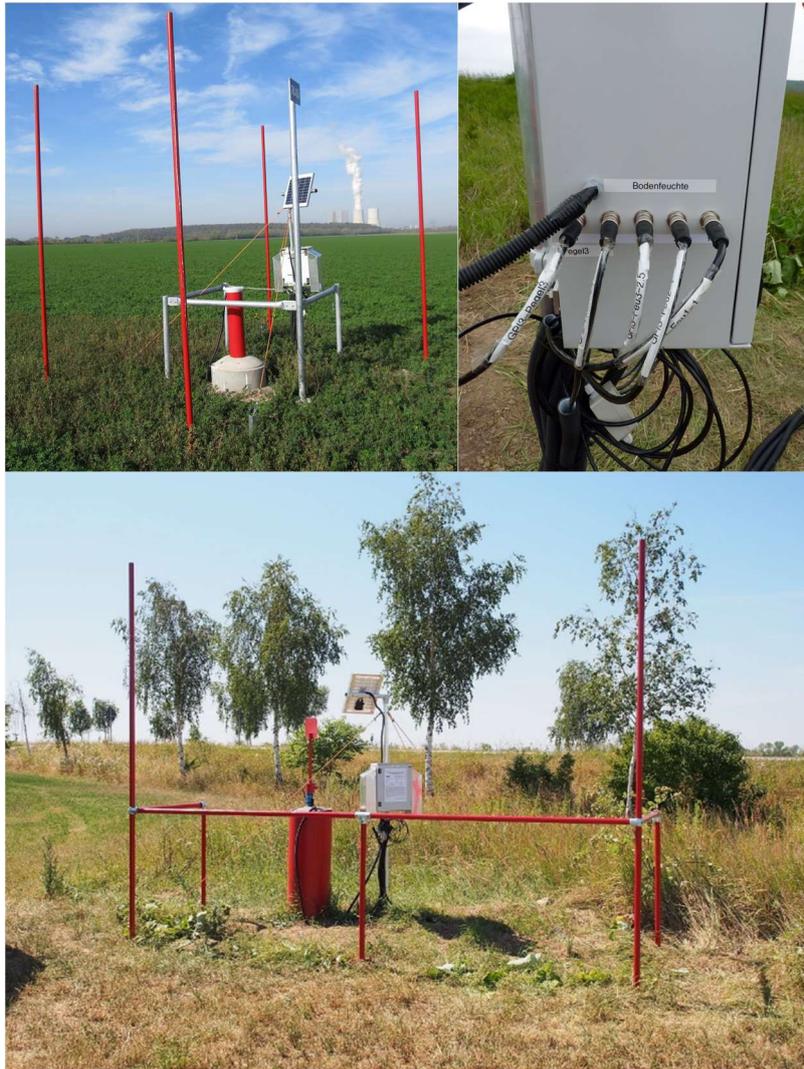


## Dokumentation

### Errichtung eines Sondermessprofils auf der Kippe Witznitz als erweitertes Monitoring



oben links: neu errichtete GWM 7642 am Standort 3; oben rechts: Sondeneingang  
am Messschaltschrank; unten: Standort 1 mit alter GWM 4269

Dresden, den 30.10.2019

**Titel**                                    **Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022)**  
**Dokumentation – Errichtung eines Sondermessprofils auf der Kippe Witznitz als erweitertes Monitoring**

**Auftraggeber**                        **LMBV** Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH  
Knappenstraße 1, 01968 Senftenberg



**Auftragnehmer**                    GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden  
Meraner Str. 10, 01217 Dresden



**Auftragsnummer**                45058342 vom 03.12.2018

**Bearbeiter**                        Dipl.-Ing. M. Rumpel  
Dr.-Ing. R. Giese

**Datum**                                Dresden, den 30.10.2019

---

Dr. R. Giese  
(Projektleiter)

---

Dr. F. Bilek  
(Geschäftsführer)

**Anschrift:**  
GFI Grundwasser-Consulting-  
Institut GmbH Dresden  
Meraner Straße 10  
01217 Dresden

Fon +49.351.4050660  
Fax +49.351.4050669  
info@gfi-dresden.de  
www.gfi-dresden.de

**Bankverbindung:**  
Deutsche Kreditbank AG  
IBAN DE18 1203 0000 1020 0151 43  
SWIFT BIC: BYLADEM1001

**Handelsregister:**  
Amtsgericht Dresden  
HR B 10748  
USt-IdNr. DE 169148266

**Geschäftsführer**  
Dr.-Ing. R. Giese  
Dr.-Ing. habil. Th. Luckner  
Dr.-Ing. habil. F. Bilek



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Errichtung Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz .....</b>	<b>6</b>
1.1	Einführung .....	6
1.2	Grundwassermessstellen 7642 und 7645 .....	7
1.3	Errichtung Bodenwassermessstellen .....	10

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lage der neu errichteten GWM 7642 und 7645 auf der Kippe Witznitz.....	7
Abb. 2	Neu errichtete Sondermessstellen GWM 7642 und GWM 7645 mit Anfahrerschutz und Markierungsstangen am 23.07.2019.....	9
Abb. 3	Standortbezeichnung der Bodenwassermessstellen .....	10
Abb. 4	Bodenspezifische Kalibrierung der Wassergehaltsonden am GFI.....	11
Abb. 5	schematischer Aufbau der Messeinrichtung am Standort 1 (GWM 4259) .....	12
Abb. 6	schematischer Aufbau der Messeinrichtung am Standort 2 (GWM 7642) .....	13

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Bauablauf Errichtung der beiden Grundwassermessstellen 7642 und 7645.....	8
Tab. 2	Ergebnisse der bohrlochgeophysikalischen und optischen Ausbaukontrollmessungen im Soll/Ist Vergleich (BBI) .....	9
Tab. 3	Auszug aus den laborativen Mess- und Analyseergebnissen der Erstbeprobung ...	9
Tab. 4	Ergebnisse der Einmessung durch die Markscheiderei am 12.06.2019.....	10
Tab. 5	Eingebaute Sonden an den Bodenwassermessstellen .....	11
Tab. 6	Auswertung kf-Werte anhand ermittelter Korngrößenverteilung nach Beyer und Kaubisch.....	12

## Anhang

### Anhang A IBGW: Dokumentation zur Errichtung von 2 Grundwassermessstellen Sondermessprofil Kippe Witznitz

Anlage 1 Übersichtskarte Grundwassermessstellen Maßstabe 1:10 000

Anlage 2 Tabellarische Übersicht zu den Grundwassermessstellen

Anlage 3 Messstellenhefter

#### 3.1 GWM 7642/2019

##### *Teil 1 Geologische Fachbetreuung*

Messstellenpass

Fotodokumentation Kernaussage

Ausbauanweisung

Endgültiges Schichtenverzeichnis nach DIN 4022

Bohrprofil und Ausbauzeichnung nach DIN 4023

Baustellenteilabnahmeprotokoll

##### *Teil 2 Dokumentation des Bohrunternehmers*

Kopfblatt, Schichtenverzeichnis, zeichnerische Darstellung des Schichtenverzeichnisses des Bohrzeugführers und des Ausbaus

Dokumentation Klarpumpversuch (Absenk- und Wiederanstiegs-  
messungen) bzw. des Klarspülens (bei zu geringem Nachlauf)

##### *Teil 3 Dokumentation der geophysikalischen Bohrlochmessung und Ausbaukontrolle*

Messkurven der Ausbaukontrollmessung mit Interpretation

Tabelle Soll / Ist – Vergleich Ausbaukontrolle

Fotodokumentation Filterbereich

#### 3.2 GWM 7645/2019

##### *Teil 1 Geologische Fachbetreuung*

Messstellenpass

Fotodokumentation Kernaussage

Ausbauanweisung

Endgültiges Schichtenverzeichnis nach DIN 4022

Bohrprofil und Ausbauzeichnung nach DIN 4023

Baustellenteilabnahmeprotokoll

##### *Teil 2 Dokumentation des Bohrunternehmers*

Kopfblatt, Schichtenverzeichnis, zeichnerische Darstellung des Schichtenverzeichnisses des Bohrzeugführers und des Ausbaus

Dokumentation Klarpumpversuch (Absenk- und Wiederanstiegs-  
messungen) bzw. des Klarspülens (bei zu geringem Nachlauf)

*Teil 3 Dokumentation der geophysikalischen Bohrlochmessung und  
Ausbaukontrolle*

Messkurven der Ausbaukontrollmessung mit Interpretation

Tabelle Soll / Ist – Vergleich Ausbaukontrolle

Fotodokumentation Filterbereich

Anlage 4 Ergebnisbericht zu den durchgeführten bohrlochphysikalischen und optischen  
Ausbaukontrollmessungen/Videoaufzeichnungen der Kamerafahrten

Anlage 5 Einmessergebnisse

**Anhang B Erstbeprobung der GWM 7642 und 7645**

Anlage Ergebnistabelle

Prüfberichte

Probenahmeprotokolle

**Anhang C Auswertung Korngrößenanalyse**

Diagramme zur Korngrößenverteilung

Tabelle zur Auswertung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit (kf-Werte) aus  
der Korngrößenverteilung nach Beyer (Netzker) und Kaubisch

**Anhang D Dokumentation Bau Bodenwassermessstellen**

**Anhang E Messpläne**

Standort 1 (GWM 4269)

Standort 2 (GWM 7642)

Standort 3 (GWM 7645)

**Anhang F Steckbrief**

# 1 Errichtung Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz

## 1.1 Einführung

Im Zeitraum von 2008 bis 2017 wurde das Vorhaben der LMBV „Durchführung eines Pilotversuches zur Reduzierung der Exfiltration von eisenbelastetem Grundwasser aus den Kippen des ehemaligen Tagebaues Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra“ in den Etappen

2008-2011: als **technischer Pilotversuch** zur Machbarkeit der Exfiltrationsminderung und Vorauswahl geeigneter Maßnahmen und

2013-2017: als **Großversuch zur Kippenbewirtschaftung** und Demonstration der Sanierungswirksamkeit

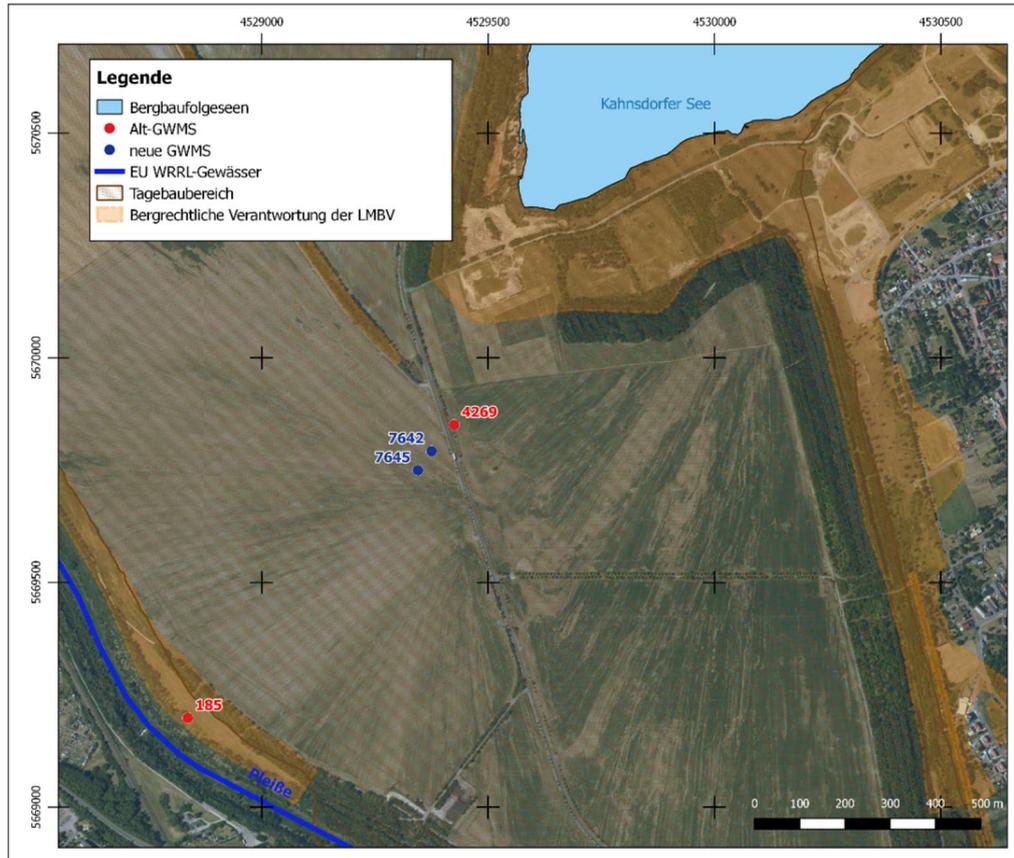
durchgeführt und abgeschlossen.

Der Pilotversuch hat gezeigt, dass mit Dauergrünland aus Luzerne eine Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit der Eisen-, Sulfat- und Aciditätseinträge in Pleiße und Wyhra erreicht werden kann. Der Pilotversuch wurde daher ab 2013 bis 2017 als sanierungswirksamer Großversuch weiter geführt.

Im Rahmen des Pilotversuchs und auch später während des Großversuchs wurden Daten zu Sickerwassermengen in zwei Kippenlysimetern an der Station Brandis gesammelt. Der Luzerne-Aufwuchs auf diesen Lysimetern wies jedoch beim Vergleich mit dem Aufwuchs auf den Bewirtschaftungsflächen eine offensichtliche Unterentwicklung auf. Es liegt daher nahe, dass die realen Sickerwassermengen auf den Bewirtschaftungsflächen geringer sind, als in den Lysimetern gemessen wurden. Daher wurde 2018 u. a. ein „**Erweitertes Monitoringkonzept zur Erfolgskontrolle der Wirkungsprognosen der Minderung der GW-Neubildung (2018 – 2022)**“ beauftragt. Das erweiterte Monitoringkonzept für den Zeitraum 2018 - 2022 dient der Verifizierung der 2016/2017 erstellten Sicker- und Grundwasserprognosen des Regelbetriebes der Kippenbewirtschaftung als Luzerne-Dauergrünland mit Fruchtwechsel durch die Osterland Agrargenossenschaft sowie deren Auswirkungen auf die GW-Abströme zur Pleiße. Für die Wirksamkeit der Luzerne auf der Kippe Witznitz bestand die Fragestellung, inwiefern der vertraglich vereinbarte Fruchtfolgewechsel diese vermindert bzw. wie sich der Fruchtfolgewechsel auf die langfristige Entwicklung der GW-Stände in der Kippe auswirkt. Die Fruchtfolge ist notwendig, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Ziel ist es, die bereits 2016 durchgeführte Wirkungsprognose mit den auf der Kippen gewonnen Daten fortzuschreiben und zu optimieren. Das bestehende Bodenwasserhaushaltsmodell für die Kippe Witznitz wurde anhand der kalibrierten Modellparameter der Lysimeter erstellt. Um ein up-scaling mit Regionalisierung für die Kippe und der darauf befindlichen Bewirtschaftungsflächen zu erreichen, wurde zur Beratung am 10.01.18 festgelegt, ein **Sondermessprofil** einzurichten und über zunächst ca. 4 bis 5 Jahre zu betreiben. Für das erweiterte Monitoringkonzept wurden 2019 zwei neue Grundwassermessstellen (GWM) auf der Kippen Witznitz errichtet. An diesen beiden und an einer bestehenden Alt-GWM wurden des Weiteren Bodenwassermessstellen installiert, welche die Sickerwasserbewegungen in zwei Teufen beobachtet. So entstanden drei Sondermessstellen bestehend aus einer GWM und vier um die GWM angeordneten Bodenwassermessstellen.

## 1.2 Grundwassermessstellen 7642 und 7645

Im Zeitraum vom 08.04. bis 09.05.2019 erfolgte die Errichtung zweier Grundwassermessstellen (7642 und 7645) auf der Kippe Witznitz (s. Abb. 1) als Bestandteile des Sondermessprofils.



**Abb. 1** Lage der neu errichteten GWM 7642 und 7645 auf der Kippe Witznitz

Die Standortwahl der beiden Grundwassermessstellen orientierte sich zum einen an zwei bestehenden GWM auf der Kippe (4269) bzw. in Pleißenähe (185), d. h. die vier GWM liegen auf einer Schnittachse. Zum anderen befindet sich der gewählte Standort auf einer GW-Hochlage, was den Vorteil birgt, dass der Einfluss des Sickerwassers bei langanhaltenden Niederschlagsereignissen auf die Grundwasserstände sensibler zu erkennen ist, als an GW-tieferen (Pleiße-näheren) Standorten. Die ursprüngliche Planung sah vor, dass eine der neu errichteten GWM näher zur Pleiße errichtet werden sollte. Aufgrund der fehlenden Zuwegung und resultierenden Erschwernissen bei Datenerhebung/ Beprobungen sowie einer Kompromissfindung mit der Agrargenossenschaft Osterland wurde die Errichtung jedoch in Straßennähe umgesetzt. Für die Zielstellung der Überwachung der Sickerwassermengen ist die bestehende Lage grundsätzlich geeignet.

Die Errichtung der Bodenwassermessstellen erfolgte an den zwei neuen GWM 7642 und 7645 sowie an der auf der Kippe liegenden GWM 4269. An diesen werden die Sickerwasserbewegungen überwacht. Mithilfe eines 2D-Modells soll dann die Grundwasserneubildung (GWN) abgebildet werden, um die bisher mithilfe der Lysimeter ermittelte GWN zu verifizieren. Die GWM 185 dient der Überwachung der GW-Standsentwicklung in Pleißenähe.

Das bisher vierteljährliche montanhydrologische Monitoring zur Überwachung des Grundwasserstands wurde auf ein monatliches Messintervall ausgeweitet, um eine verbesserte Datendichte zu gewährleisten.

Die Dokumentation der Errichtung der beiden GWM erfolgte durch die Firma IBGW und ist als **Anhang A** dem Bericht beigefügt. Folgende Nachauftragnehmer wurden für die Errichtung des Sondermessprofils gebunden:

Bohrarbeiten	JoanniKling GmbH
Begleitung Bohrarbeiten/Dokumentation	Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH (IBGW)
Ausbaukontrolle	Brunnen- und Bohrlochinspektion GmbH (BBi)

Die folgende Tabelle stellt den dokumentierten Bauablauf (inkl. Bauabnahme und Einmessung) dar.

**Tab. 1 Bauablauf Errichtung der beiden Grundwassermessstellen 7642 und 7645**

Datum	Maßnahme	Beteiligt
08.04.2019	Beginn Bohrarbeiten an der GWM2 (7645)	JoanniKling
09.04.2019	bei 16 m Bohrstopp (Mantelreibung zu groß, da trockenes Kippensubstrat); ab 16 m allerdings feuchter werdendes Substrat, aber keine wasserführende Schicht (nach 2 Stunden Baustopp, konnte kein Wasser im Bohrloch nachgewiesen werden)	JoanniKling/ IBGW
10.04.2019	bis 22 m gebohrt mit kleinerem Durchmesser (noch immer keine wasserführende Schicht angetroffen); IBGW empfiehlt noch tiefer zu bohren	JoanniKling/ IBGW
11.04.2019	bis 30 m gebohrt und ab 25 m u. GOK wasserführende Schicht (Filterausbau 26 – 28 m)	JoanniKling/ IBGW
12.04.-16.04.	Rückbau Verrohrung und Messstellenausbau (am 16.04. konnte ein WST von 9,35 u. POK gemessen werden).	JoanniKling
16.04.2019	Beginn mit Bau von GWM1 (7642)	JoanniKling
17.04.2019	ab 15 m u. GOK wasserführende Schicht (Filterausbau 15-17 m)	JoanniKling/ IBGW
24.04.2019	Entsandung	JoanniKling
09.05.2019	Klarpumpen	JoanniKling
15.05.2019	Ausbaukontrolle	BBi
24.05.2019	Erstprobenahme	GFI
24./25.05.19	Errichtung Anfahrschutz GWM 1 und GWM 2	JoanniKling
05.06.2019	Bauabnahme (fehlende Pegelnummern werden nachträglich eingestanzt)	LMBV (VT5) /GFI IBGW/JoanniKling
07.06.2019	Pegelnummern eingestanzt	JoanniKling
12.06.2019	Einmessung (Abt. Markscheiderei)	LMBV (VT5)

Die Ausbaukontrolle erfolgt am 15.05.2019 durch den Nachauftragnehmer Brunnen- und Bohrlochinspektion GmbH (BBi). Die Ergebnisse der Ausbaukontrolle sind in Anhang A, Anlage 4 dokumentiert.

Die Ergebnisse der Ausbaukontrolle haben folgenden Ausbau nachgewiesen:

**Tab. 2 Ergebnisse der bohrlochgeophysikalischen und optischen Ausbaukontrollmessungen im Soll/Ist Vergleich (BBI)**

GWM	Filter (m)		Tonsperre (m)		WSP (m)	Endteufe (m)		Ausbaumaterial/ Bemerkungen
	Soll	Ist	Soll	Ist		Soll	Ist	
7642/2019	16,0-18,0	16,1-18,1	2,5-5,0* 12,0-15,0*	2,1-5,1* 11,2- 14,7*	8,4	19,0	19,1	DN 115, PVC Wickeldraht Überstand = 1,0 m Freigabe gem. MHM kann erfolgen
7645/2019	27,0-29,0	27,0-29,0	2,5-5,0* 5,0-8,0 18,5-22,0*	2,2-4,4* 4,4-8,5 18,0- 22,1*	9,4	30,0	30,0	DN 115, PVC Wickeldraht Überstand = 1,0 m Freigabe gem. MHM kann erfolgen

\* Tonsperrematerial radioaktiv markiert

Die Grundwasserprobenahme (Erstbeprobung gem. MHM) erfolgte am 24.05.2019 durch das GFI. Die Analyseergebnisse sowie die Probenahmeprotokolle sind in **Anhang B** dargestellt. Die wichtigsten Parameter sind in Tab. 3 dargestellt:

**Tab. 3 Auszug aus den laborativen Mess- und Analyseergebnissen der Erstbeprobung**

Parameter	Einheit	GWM 1 (7642)	GWM 2 (7645)
pH	[-]	4,48	5,98
Leitfähigkeit	mS/cm	6,01	4,06
Sulfat	mg/l	6836	3506
Eisen gesamt	mg/l	2355	736
Eisen (II)	mg/l	2119	717
TIC	mg/l	120	113

Die Bauabnahme der beiden GWM erfolgte am 05.06.2019 durch die LMBV (Herr Bräuer). Die Abnahmeprotokolle liegen dem Messstellenhefter in Anhang A, Anlage 3 bei. Abb. 2 zeigt die neu errichteten GWM 7642 und 7645 am 23.07.2019 mit Anfahrschutz und zusätzlich errichteten Markierungsstangen.



**Abb. 2 Neu errichtete Sondermessstellen am Standort 2 (GWM 7642) und 3 (GWM 7645) mit Anfahrschutz und Markierungsstangen am 23.07.2019**

Die markscheiderische Einmessung erfolgte durch die LMBV (Abteilung VT5) am 12.06.2019. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 dargestellt.

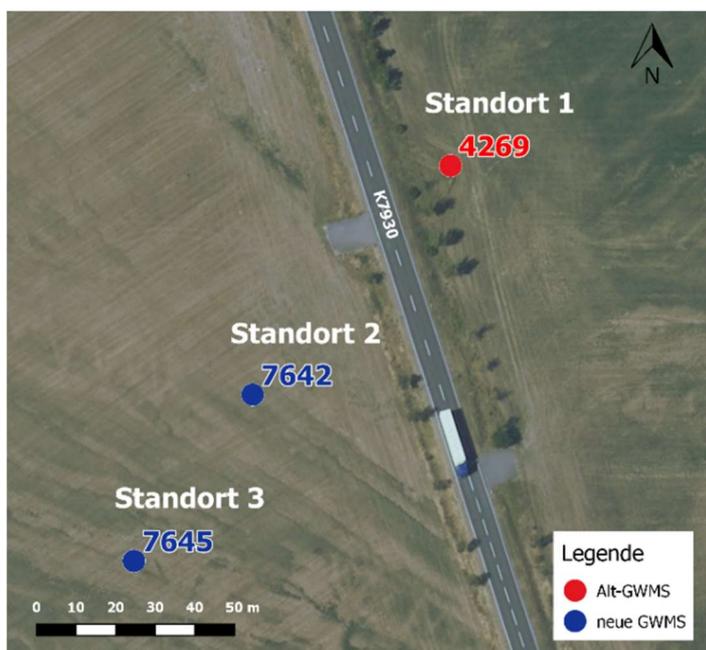
**Tab. 4 Ergebnisse der Einmessung durch die Markscheiderei am 12.06.2019**

Pegelnummer	Rechtswert (LS110)	Hochwert (LS110)	Gelände m NHN	Höhe m NHN
GWM 7642	4529375,3	5669792,16	143,22	144,206 <sup>*)</sup>
				143,57 <sup>**)</sup>
GWM 7645	4529345,28	5669749,718	144,133	145,113 <sup>*)</sup>
				144,426 <sup>**)</sup>

<sup>\*)</sup> OK Schutzkappe offen      <sup>\*\*)</sup> OK Schutzrohr

### 1.3 Errichtung Bodenwassermessstellen

Im Zeitraum vom 20.05. bis 22.05.2019 wurden jeweils vier Bodenwassermessstellen an der bestehenden Alt-GWM 4269 sowie an den zwei neu errichteten GWM 7642 und 7645 installiert. Die so errichteten drei Sondermessstellen bestehen somit jeweils aus einer GWM und den vier um die GWM angeordneten Bodenwassermessstellen.



Standort 1: bestehenden GWM 4269  
 Standort 2: neu errichtete GWM 7642  
 Standort 3: neu errichtete GWM 7645

**Abb. 3 Standortbezeichnung der Sondermessstellen**

An jedem Standort wurden

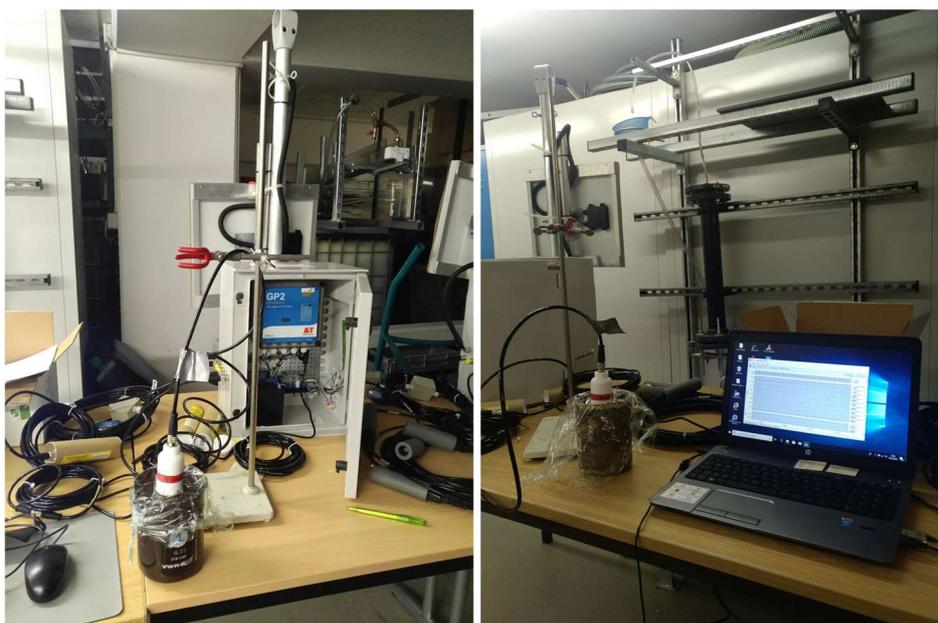
- ✓ 4x Bodenwassergehaltssonden und
- ✓ 4x Tensiometer zur Messung der Saugspannung

in 2x 1,0 m Tiefe und 2x 2,5 m Tiefe sowie jeweils ein Wasserstandsmesser in die GWM eingebaut. Die verwendeten Fabrikate sowie die Herstellerangaben sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tab. 5 Eingebaute Sonden an den Bodenwassermessstellen**

Sonde	Herstellerangaben
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensiomark® der Fa. EcoTech</li> <li>- Sensor deckt kompletten Messbereich (pF 0-7; 1-10.000.000 hPa) ab</li> <li>- Wartungsfrei und frostsicher</li> <li>- uneingeschränkter Messbereich (keine Messlücken im Sommer durch Austrocknung)</li> <li>- Spontane Reaktion auf Feuchteänderungen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kapazitiver Bodenfeuchtesensor der Firma Delta-T Devices</li> <li>- gibt die Bodenfeuchte als Spannungssignal (0 ... 1,0 V <math>\approx</math> 0 ... 60 Vol. %) und die Temperatur als Widerstand aus</li> <li>- geringen Sensibilität gegenüber dem Salzgehalt und Temperaturänderung</li> <li>- Messung der relativen Permittivität (Dielektrizitätszahl, <math>\epsilon_r</math>)</li> <li>- bodenspezifische Kalibrierung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pegelsonde 46X der Fa. Keller</li> <li>- Gehäuse aus rostfreiem Stahl</li> <li>- Messbereich 1 bar</li> </ul>

Die bodenspezifische Kalibrierung der Wassergehaltssonden erfolgte für die Standorte 2 und 3 anhand der teufenorientierten Bodenproben aus dem Bohrgut. Für Standort 1, für den keine Bodenproben für die Kalibrierung vorlagen, wurden die Kalibrierungskoeffizienten vom Standort 2 übernommen, da die am Standort 1 angetroffenen Kornfraktionen aus den Rammkernbohrungen dem des Standorts 2 ähnelte.



**Abb. 4 Bodenspezifische Kalibrierung der Wassergehaltssonden am GFI**

Die aus den Bohrungen gewonnenen Bodenproben (gestört) wurden im Labor des GFI auf Korngrößenverteilung untersucht. Die Ergebnisse beinhaltet **Anhang C**. Die Auswertung der kf-Werte ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

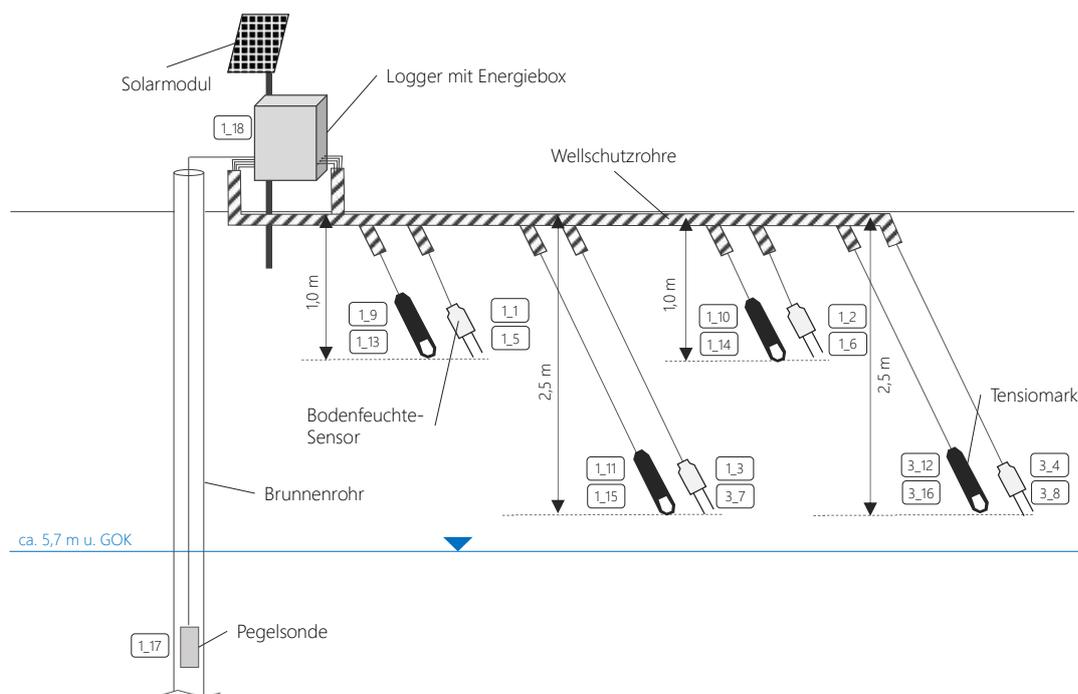
**Tab. 6 Auswertung kf-Werte anhand ermittelter Korngrößenverteilung nach Beyer und Kaubisch**

GWM	Tiefe	kf (nach Beyer)	kf (mit Korrektur nach Netzker)	kf (nach Kaubisch)
	m u. GOK	m/s	m/s	m/s
<b>Standort 2</b>				
GWM 7642	0,5-1,5	7,1E-04	1,8E-04	n. e.
GWM 7642	2,0-3,0	3,6E-04	1,2E-05	3,0E-05
GWM 7642	16,0-18,0 <sup>*)</sup>	5,0E-05	1,6E-06	8,6E-06
<b>Standort 3</b>				
GWM 7645	0,5-1,5	6,3E-06	2,0E-07	6,3E-09
GWM 7645	2,0-3,0	4,6E-04	1,1E-04	n. e.
GWM 7645	27,0-29,0 <sup>*)</sup>	6,6E-06	2,1E-07	2,6E-06

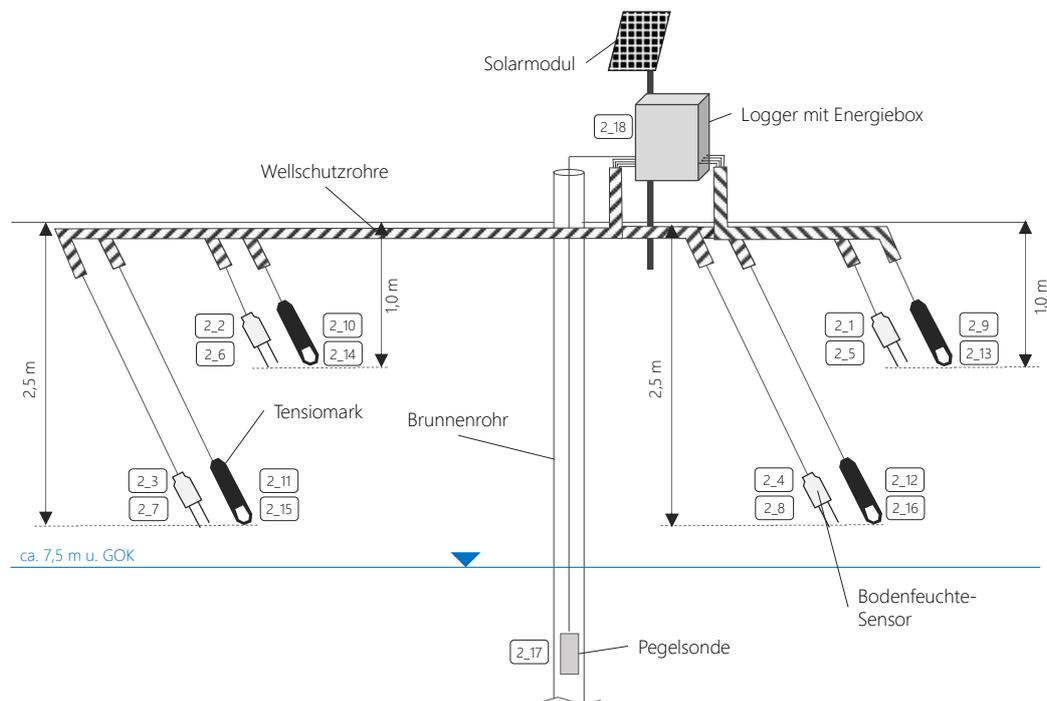
<sup>\*)</sup> Filterbereich

Für die Auswertung der kf-Wert nach Beyer bzw. bei einem erhöhten Feinkornanteil ( $d < 0,06 \text{ mm}$ ) von  $< 10 \%$  mit der Korrektur nach Netzker liegen alle Bodenproben außerhalb der Gültigkeitsgrenzen (orange hinterlegt). Lediglich für drei Bodenproben (grün hinterlegt) konnte der kf-Wert nach Kaubisch ermittelt werden.

Die Dokumentation zum Bau der Bodenwassermessstellen beinhaltet **Anhang D**. Die folgende Abbildungen Abb. 5 und Abb. 6 skizziert die Sondenanordnung am Standort 1 (GWM 4269) und Standort 2 (GWM 7642).



**Abb. 5 schematischer Aufbau der Messeinrichtung am Standort 1 (GWM 4259)**



**Abb. 6** schematischer Aufbau der Messeinrichtung am Standort 2 (GWM 7642)

Der Abstand zwischen der Wassergehaltssonde und dem Tensiomark beträgt etwa 0,5 m. Die Messintervalle sowie der Aufbau der Bodenwassermessstellen sind in **Anhang E** dargestellt. Die Zeitliche Auflösung der Messintervalle beträgt für alle Sonden 15 Minuten.