

DEGES

Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

**Autobahn A 44
6-streifiger Ausbau
AK Kassel-West – AD Kassel-Süd
Hydrogeologisches Gutachten**

**FINALER
ERGEBNISBERICHT**

Oktober 2023

INHALT	SEITE
1 VERANLASSUNG	1
2 BETEILIGTE INSTITUTIONEN UND ANSPRECHPARTNER.....	3
3 GEPLANTE MASSNAHME.....	5
4 VORABSTIMMUNGEN	9
5 LAGE UND BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN	10
6 AUSBAU DER MESSSTELLEN	19
6.1 Brunnen.....	19
6.2 Grundwassermessstellen	19
6.3 Fuldapegel.....	22
7 WASSERSPIEGEL	23
8 HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK.....	25
8.1 Geologischer Überblick.....	25
8.1.1 Mittlerer Buntsandstein.....	28
8.1.2 Tertiär	30
8.1.3 Quartär	31
8.2 Schicht- und Kluftrmessungen	31
8.3 Hydrochemischer Überblick.....	34
9 GEPLANTES VORGEHEN ZUR UMSETZUNG DER PUMPVERSUCHE.....	39
9.1 Vorarbeiten.....	39
9.2 Allgemeine Festlegungen	39
9.3 Festlegung Pumpraten und Förderdauer für den Pumpversuch.....	39
9.4 Ableitung des geförderten Wassers	40
9.5 Messprogramme.....	41
9.5.1 Grundwasserstandsmessung.....	41
9.5.2 Pegel am Oberflächengewässer	42
9.5.3 Ablauf der Pumpversuche	42
9.5.4 Protokolle.....	42
10 DURCHFÜHRUNG DER PUMPVERSUCHE	43

11	ERGEBNISSE DER PUMPVERSUCHE	44
11.1	Übermittelte Daten.....	44
11.2	Ergebnisse für die Brunnen	44
11.2.1	Pumpversuch 1 – Förderung TB Bergshausen	45
11.2.2	Pumpversuch 2 – Förderung TB Dennhausen.....	46
11.2.3	Pumpversuch 3 – Förderung TB Wellerode IV.....	48
11.3	Ergebnisse für die Grundwassermessstellen	50
11.3.1	Die Grundwassermessstellen.....	50
11.3.2	PV 1 und die Auswirkungen auf die Grundwassermessstellen	52
11.3.3	PV 2 und die Auswirkungen auf die Grundwassermessstellen	53
11.3.4	PV 3 und die Auswirkungen auf die Grundwassermessstellen	54
11.4	Wechselspiel zwischen Fulda und den Grundwassermessstellen.....	56
11.4.1	Der Fulda-Pegel	56
11.4.2	Ergebnisse der Pumpversuche unter Berücksichtigung des Einflusses der Fulda auf die GWM-Messungen.....	61
11.5	Wechselspiel zwischen Fulda Niederschlägen	65
11.6	Ergebnisse und Zusammenfassung der Pumpversuche	66
12	AUSWIRKUNG AUS DEM BAU	70
13	AUSWIRKUNG AUS DEM BETRIEB	71
14	WEITERE UNTERSUCHUNGEN	78
15	MONITORINGKONZEPT	82
15.1	Allgemeines.....	82
15.2	Tracerversuche im Grundwasser.....	82
15.3	Neue Grundwassermessstellen.....	83
15.4	Untersuchungen in Grundwassermessstellen.....	84
15.5	Baustellenwässer	84
15.6	Hydrogeologische Fremdüberwachung	85
16	ERSATZWASSERBESCHAFFUNG	86
17	SCHLUSSBEMERKUNG / WEITERES VORGEHEN	91
18	ERGEBNISSE UND ZUSAMMENFASSUNG	92
	LITERATURVERZEICHNIS	94

ABKÜRZUNGEN

DEA	Druckerhöhungsanlage
GWK	Grundwasserkörper
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWMs	Grundwassermessstellen
PV	Pumpversuch
SWK	Spundwandkasten
TB	Tiefbrunnen
WSP	Wasserspiegel

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1:	Abstände zwischen den relevanten Bauelementen des Ersatzneubaus Brücke Bergshausen und dem TB Bergshausen.....	8
Tabelle 2:	Lagedaten der Untersuchungsstellen.....	14
Tabelle 3:	Messintervall der Wasserspiegelmessung Brunnen- und Grundwasser- messstellen des Untersuchungsprogramms.....	41
Tabelle 4:	Abgeleitete Leistungsstufen für die Pumpversuche in den Brunnen.....	41
Tabelle 5:	Messintervall der Wasserspiegelmessung Pegel Fulda	42
Tabelle 6:	Ablauf der Pumpversuche.....	42
Tabelle 7:	Details zu den realisierten Pumpversuchen	43
Tabelle 8:	Distanzen (in [m]) zwischen den TBs und GWMs – Luftlinie	43
Tabelle 9:	Übermittelte Daten	44
Tabelle 10:	Einfluss der TBs auf die GWMs	67
Tabelle 11:	Zusammenstellung der Kontrollmessungen	80

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Seite

Abbildung 1:	Geplante Brücke der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim	5
Abbildung 2:	Geplanter Brückenpfeiler (Pfeilerreihe 90) der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim und dessen Gründung.....	6
Abbildung 3:	Geologischer und Bauwerksschnitt durch die geplante Brücke der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim und der Bezug zum TB Bergshausen.....	6
Abbildung 4:	Geplante Brücke der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim und Bohrungen bzw. GWM.....	7
Abbildung 5:	Lage der Grundwassermessstellen, bestehenden Trinkwasserbrunnen und Wasserschutzgebiete	10
Abbildung 6:	TB Bergshausen.....	11
Abbildung 7:	TB Dennhausen	11
Abbildung 8:	TB III Wellerode	12
Abbildung 9:	TB IV Wellerode	12
Abbildung 10:	Grundwassermessstelle GWM 7_4 B	13
Abbildung 11:	Grundwassermessstelle GWM 07H 82_1	13
Abbildung 12:	Fuldapegel.....	14
Abbildung 13:	Ausbauzeichnung und Profil TB Bergshausen.....	15
Abbildung 14:	Ausbauzeichnung und Profil TB Dennhausen.....	16
Abbildung 15:	Ausbauzeichnung und Profil TB Wellerode III.....	17
Abbildung 16:	Ausbauzeichnung und Profil TB Wellerode IV	18
Abbildung 17:	Ausbauzeichnung und Profil GWM 07.H82.1.....	20
Abbildung 18:	Ausbauzeichnung und Profil GWM 7/4 B	21
Abbildung 19:	Ausbauzeichnung Fuldapegel	22
Abbildung 20:	Wasserspiegel in TB Bergshausen und Dennhausen.....	23
Abbildung 21:	Wasserspiegel in GWM 7/4 B (tief), GWM 07.H82.1 (flach) und Pegel Fulda..	23
Abbildung 22:	Ausschnitt aus der hydrogeologischen Raumgliederung des Raums 52 Mitteldeutscher Buntsandstein	25
Abbildung 23:	Hydrogeologische Einheiten der Hydrogeologischen Übersichtskarte [1].....	26
Abbildung 24:	Gebankter und geklüfteter Sandstein der Hardeggen-Formation im nördlichen Geländeeinschnitt des Fulda-Steilhangs	27
Abbildung 25:	Grundwassergleichenplan für den 07.07.2023 um 15:00:00 Uhr.....	27
Abbildung 26:	Grundwasserkörper im Bereich des Untersuchungsgebiets	28
Abbildung 27:	Geologische Übersichtskarte aus [16].....	30
Abbildung 28:	3D-Projektion der Schichtflächen auf die untere Hälfte der Lagenkugel.....	31
Abbildung 29:	Schichtmessungen im „Namenlosen Bach“ und dem Tiefenbach Fulda-brück-Bergshausen	32
Abbildung 30:	Kluftmessungen im „Namenlosen Bach“ und dem Tiefenbach Fulda-brück-Bergshausen	33
Abbildung 31:	Die vier Hauptstreichrichtungen in Deutschland und Mitteleuropa.....	33

Abbildung 32:	Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Wellerode III (Messstellen-ID: 5641)	34
Abbildung 33:	Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Wellerode IV (Messstellen-ID: 5643)	35
Abbildung 34:	Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Bergshausen (Messstellen-ID: 5645)	35
Abbildung 35:	Ionenkonzentrationen des TB Bergshausen (Messstellen-ID: 5645)	36
Abbildung 36:	Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Dennhausen (Messstellen-ID: 5565)	36
Abbildung 37:	Ionenkonzentrationen des TB Dennhausen (Messstellen-ID: 5565).....	37
Abbildung 38:	Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) der Fuldamessstelle (Messstellen-ID: 16691) an der Neuen Mühle.....	37
Abbildung 39:	Ionenkonzentrationen der Fuldamessstelle (Messstellen-ID: 16691) an der Neuen Mühle.....	38
Abbildung 40:	Schema zur Durchführung des Pumpversuchs.....	40
Abbildung 41:	Wasserspiegel in den TBs während der Pumpversuche.....	45
Abbildung 42:	Wasserspiegel in den TBs – PV1	46
Abbildung 43:	Wasserspiegel in den TBs – PV2.....	47
Abbildung 44:	Wasserspiegel in den TBs – PV3.....	48
Abbildung 45:	Grenzwerte WSP-Höhen im Rahmen der PVs	49
Abbildung 46:	WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 1 - 3.....	50
Abbildung 47:	WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 1 (unten Fulda)...	51
Abbildung 48:	WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 2 (unten Fulda)...	53
Abbildung 49:	WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 3 (unten Fulda)...	55
Abbildung 50:	Lage des Fulda-Pegels	56
Abbildung 51:	WSP der GWMs und des Pegels Fulda – PV 1-3	57
Abbildung 52:	WSP-Höhen der GWMs und des Pegels Fulda – PV 1, Förderung im TB Bergshausen	58
Abbildung 53:	WSP-Höhen der GWMs und des Pegel Fulda – PV 2, Förderung im TB Dennhausen	59
Abbildung 54:	WSP-Höhen der GWMs und des Pegel Fulda – PV 3, Förderung im TB Wellerode IV	60
Abbildung 55:	Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – Gesamtübersicht.....	61
Abbildung 56:	Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – PV 1 – Förderbrunnen = TB Bergshausen	63
Abbildung 57:	Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – PV 2 – Förderbrunnen = TB Dennhausen	64
Abbildung 58:	Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – PV 3 – Förderbrunnen = TB Wellerode IV	65
Abbildung 59:	Pegel Fulda und verschiedene Niederschlagsmessungen des Umfelds	66
Abbildung 60:	Pumpversuchsauswertung TB Bergshausen und TB Dennhausen [36].....	68
Abbildung 61:	Pumpversuchsauswertung GWM 7/4 B [2]	69

Abbildung 62:	Blick Richtung Osten auf den Auslauf der Autobahntwässerung der A 7.....	71
Abbildung 63:	Abgerutschte und zerstörte Entwässerungseinrichtung im Bereich des „Namenlosen Bach“	71
Abbildung 64:	Chloridkonzentration im TB Bergshausen (Sommerhalbjahr)	72
Abbildung 65:	Chloridkonzentration im TB Bergshausen (Winterhalbjahr)	72
Abbildung 66:	Chloridkonzentration im TB Wellerode IV	73
Abbildung 67:	Darstellung der Einzugsgebiete der Außengebietsentwässerung der A 7 und A 44	75
Abbildung 68:	Geplanter Retentionsbodenfilter RBFA 03 im Bereich zwischen A 7 und L 3460	76
Abbildung 69:	Windrosen aus dem Bereich des Projektgebiets.....	77
Abbildung 70:	Abflussmessungen	79
Abbildung 71:	Abflussmessungen	79
Abbildung 72:	Mögliche Standorte neuer GWMs	83
Abbildung 73:	Transportleitung zwischen HB Dennhausen und TB Bergshausen	87
Abbildung 74:	Lage der Netzverbindung Städtische Werke / Gemeinde Fuldabrück	88
Abbildung 75:	Anbindung an das Netz der Städtischen Werke Netz + Service aus [30]	88
Abbildung 76:	Ersatzwasserbeschaffung – mögliche Brunnenstandorte [30]	90

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1:	Schichtenprofil Bohrung BK 07/4A [23]
Anlage 2:	Bohrkernfotos von BK 07/4A und BK 07.H82.1 [23]
Anlage 3:	Bohrkernfotos von BK 07/4A [23]
Anlage 4:	Ersatzwasserbeschaffung und Grundwasserschutz für die Baumaßnahme A 44 Brücke [30] inkl. der Bestätigung einer temporären Wasserbereitstellung für den Tiefbrunnen Bergshausen durch die Städtischen Werke Netz + Service.
Anlage 5:	Verordnung zum Schutz der Trinkwassergewinnungsanlage im Ortsteil Bergshausen der Gemeinde Fuldabrück, Kreis Kassel, 04.02.1975

PLANVERZEICHNIS

Plannummer	Planbezeichnung	Maßstab	
23_30816_GP 02_01	Ü-LP+LP-Ausschnitte-MP-TBs+GWM+Pegel	1:	10.000
		1:	2.000
22_30816_GP 01_02	Geologische-Karte	1:	20.000
22_30816_GP 01_03	Grundwassergleichenplan Pegelmessung vom 07.07.2023 / 15:00:00 Uhr	1:	7.500
22_30816_GP 01_04	Trinkwasserschutzgebiete	1:	7.500

1 VERANLASSUNG

Die DEGES plant den 6-streifigen Ausbau der Autobahn A 44 zwischen AK Kassel-West und AD Kassel Süd. Bei diesem Bauvorhaben soll die alte Bergshäuser Brücke der A 44 durch einen Brückenneubau, der bis zu ca. 800 m südlich errichtet werden soll, ersetzt werden.

Die neue Autobahntrasse verläuft vom Autobahnkreuz Kassel West kommend auf der Westseite der Fulda

- durch die quantitative Schutzzone B2-neu WSG- des Heilquellenschutzgebiets TB Wilhelmshöhe 3 (ID 611-009),
- durch die Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets TB Tränkeweg IA, II, III und Brunnengalerie Neue Mühle (WSG-ID 611-003) und
- durch die in Neufestsetzung befindliche Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets TB Tränkeweg IA, II, III, IV und Brunnengalerie (WSG-ID 611-007)

sowie auf der Ostseite der Fulda

- durch die Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets Brunnen Bergshausen (WSG-ID 633-034)
- durch die Schutzzone IIIB des Trinkwasserschutzgebiets TB I+II am Herchenbach und TB III+IV Wellerode der Gemeinde Lohfelden

zum AD Kassel Süd.

Aus diesem Grund sind für den Bau der Brücke und der Eingriffe durch die Trasse die Auflagen an den Grundwasserschutz der Schutzgebietsverordnungen einzuhalten. Aufgrund von diesbezüglichen Vorgesprächen und einer Stellungnahme wird vom HLNUG ein hydrogeologisches Gutachten im Hinblick auf die bauzeitliche Gefährdung des Tiefbrunnens Bergshausen sowie ein Konzept für eine Ersatzwasserversorgung, ein GW-Monitoring sowie eine Fremdüberwachung während der Baumaßnahme gefordert [33].

Im Rahmen von Abstimmungsgesprächen wurde festgestellt, dass durch einen Pumpversuch die Reichweite der Entnahmetrichter der Brunnen Bergshausen, Dennhausen und Lohfelden IV sowie der mögliche Einfluss auf die geplante Baumaßnahme ermittelt werden soll.

Um den prinzipiellen Ablauf des Pumpversuchs und die durchzuführenden Messungen darzulegen wurde ein Planungsbericht [34] vorgelegt, der die Grundlagen, die Messstellen, die durchzuführenden Messungen und den Zeitablauf des Pumpversuchs aufzeigt. Mit dem vorliegenden Erläuterungsbericht sollen die Ergebnisse der Pumpversuche dokumentiert und mögliche Maßnahmen für den geplanten Bau und den späteren Betrieb aufgezeigt werden. Weiterhin wird ein Monitoringkonzept während der Bauzeit, eine hydrogeologische Baubegleitung, die spätere Erarbeitung eines Havariekonzepts sowie ein Konzept zur Ersatzwasserversorgung vorgeschlagen.

Mit der Erstellung des hydrogeologischen Gutachtens wurde das Büro

Weber-Ingenieure GmbH
(vormals UNGER ingenieure)
Waßmuthshäuser Straße 36
34576 Homberg (Efze)

durch die DEGES beauftragt.

2 BETEILIGTE INSTITUTIONEN UND ANSPRECHPARTNER

Auftraggeber: DEGES
Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Ansprechpartner:
Herr Detlef Kopp
Telefon: (030) 202 43-733
E-Mail: kopp@deg.es.de

Genehmigungsbehörde: Regierungspräsidium Kassel
Dezernat 31.1
Am Alten Stadtschloss 1
34117 Kassel

Ansprechpartner:
Herr Reinhard Böckle
Telefon: (0561) 106-4251
E-Mail: reinhard.boeckle@rpks.hessen.de

Wasserversorger: Gemeinde Fuldabrück
Der Gemeindevorstand
Am Rathaus 2
34277 Fuldabrück

Ansprechpartner:
Herr Daniel Rademacher
Telefon: (05665) 9463 - 43
E-Mail: daniel.rademacher@fuldabruueck.de

Städtische Werke Netz + Service GmbH
Fachbereich Wassergewinnung (TWG)
Eisenacher Straße 12
34123 Kassel

Ansprechpartner:
Herr Jörg Boedecker
Telefon: (0561) 5745-2149
E-Mail: Joerg.Boedecker@netzplusservice.de

Gemeindewerke Lohfelden
Eigenbetrieb
Techn. Bereich Wasser und Energie
Dr.-Walter-Lübcke-Platz 1
34253 Lohfelden

Ansprechpartner:

Herr Volker Witzel
Telefon: (0561) 51102-34
E-Mail: volker.witzel@lohfelden.de

Fachbehörde:

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und
Geologie (HLNUG)
Dezernat W4 Hydrogeologie, Grundwasser
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Ansprechpartner:

Frau Inga Schlösser-Kluger
Telefon: (0611) 6939 - 743
E-Mail: inga.schloesser-kluger@hlnug.hessen.de

Hydrogeologischer
Gutachter:

Weber-Ingenieure GmbH
Waßmuthshäuser Straße 36
34576 Homberg (Efze)

Ansprechpartner:

Herr Dr. Reiner Braun
Telefon: (05681) 7702-12
E-Mail: reiner.braun@weber-ing.de

3 GEPLANTE MASSNAHME

Eingriffe in den Untergrund sind in der Zone III des Brunnens Bergshausen geplant. Dabei handelt es sich von Westen nach Osten, um

- die Brückenpfeiler (90 und 100 gemäß Abbildung 1, Abbildung 4),
- eine Zuwegung zum Pfeiler 100,
- dem östlichen Widerlager der Brücke (110 gemäß Abbildung 1, Abbildung 4) und
- sonstigen Bauwerke, die aber überwiegend als Aufschüttungen ausgeführt werden.

Die Brückenpfeiler 70, 80 und H 82 gemäß Abbildung 1 und Abbildung 4 liegen westlich der Fulda außerhalb der Zone III des TB Bergshausen.

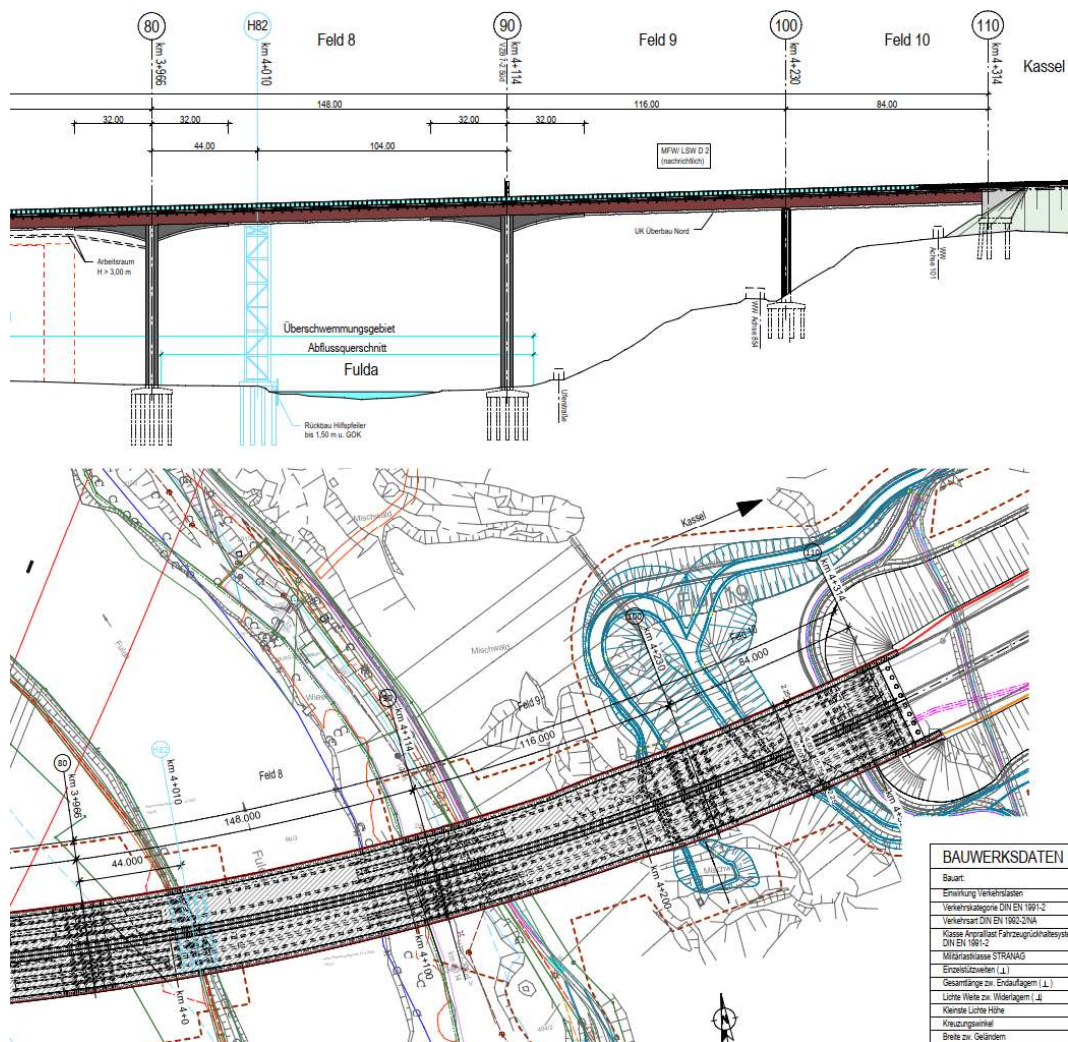


Abbildung 1: Geplante Brücke der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim

Quelle [19] und Unterlage / Blatt-Nr.: 15.7.1/1, Übersichtsplan BW07n, Ersatzneubau Bergshäuser Brücke BW07n, vom 27.06.2023

Gründung Pfeilerreihe 90: Die Baugrube wird mit einem geschlossenen Spundwandkasten bis in den Fels abgesichert und abgedichtet. Die Wasserhaltung erfolgt offen oder ggfs. wird die Baugrubensohle mit Beton abgedichtet. Unter Beachtung der RiStWag, Kap. 9 ist eine Verschmutzung des GW dabei nicht zu erwarten.

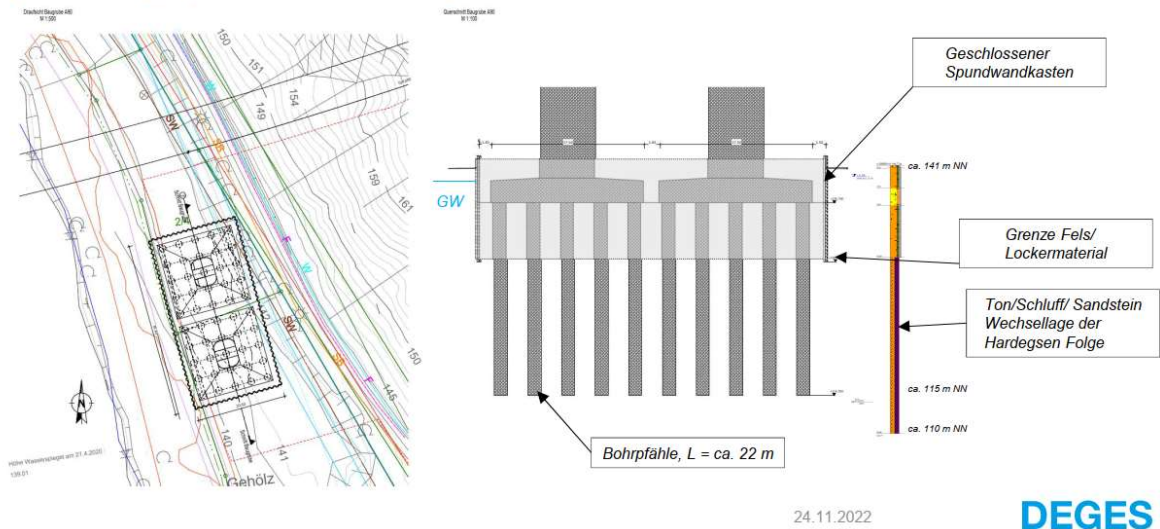


Abbildung 2: Geplanter Brückenpfeiler (Pfeilerreihe 90) der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim und dessen Gründung
 Quelle [19]

Vergleich GW-Stand TB Bergshausen – Pfeilerreihe 90: GW-Stände +/- gleich, d.h. es ist keine nennenswerte GW-Strömung zwischen den beiden Punkten zu erwarten

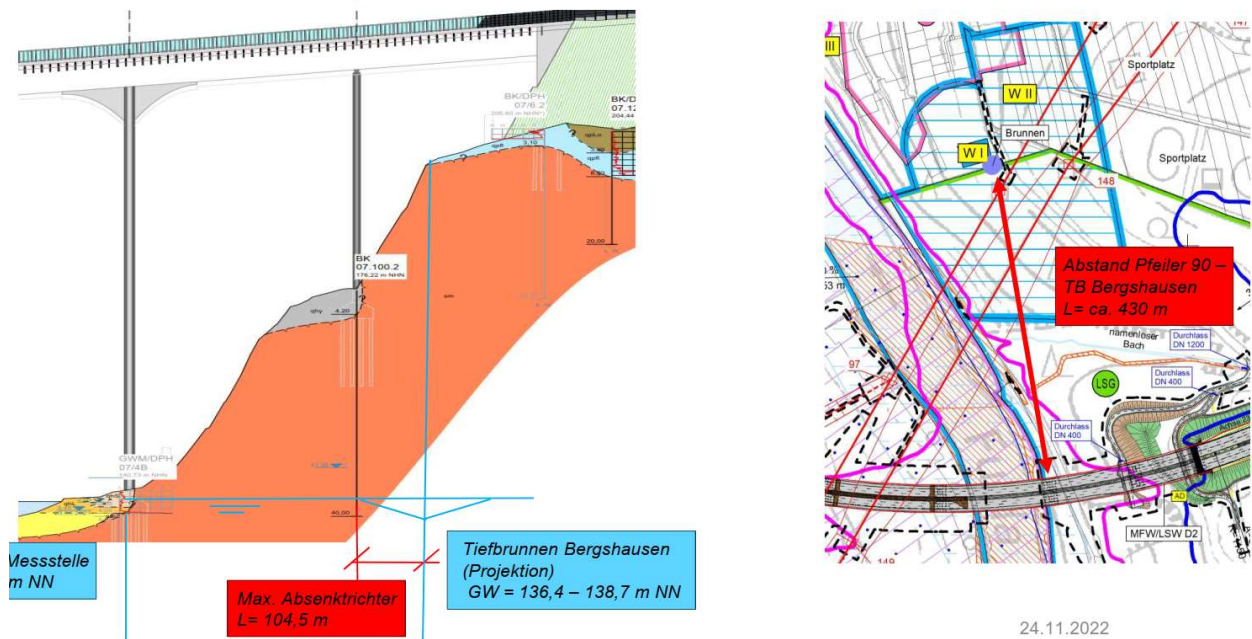


Abbildung 3: Geologischer und Bauwerksschnitt durch die geplante Brücke der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim und der Bezug zum TB Bergshausen
 Quelle [19]

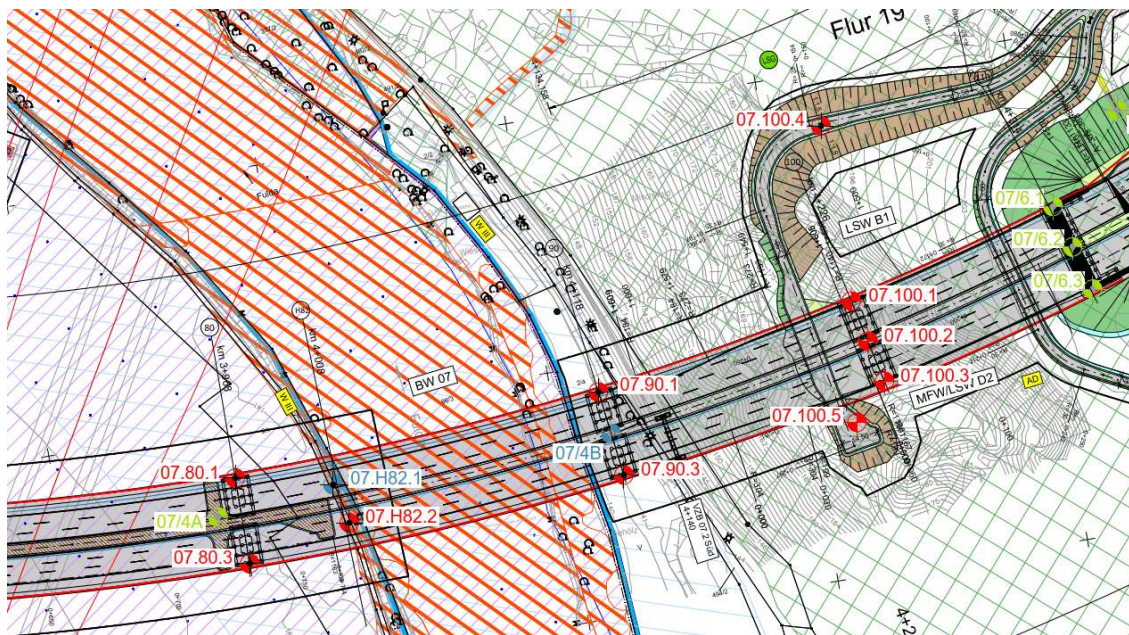


Abbildung 4: Geplante Brücke der A 44 über die Fulda zwischen Sperresiedlung und DLRG-Vereinsheim und Bohrungen bzw. GWM
 Quelle [23]

Die geplante Situation ist in den nachfolgenden Abbildungen 1 bis 4 dargestellt. Die Pfeiler 80, H 82, 90 und 100 und das Brückenwiderlager sollen gemäß Abbildung 1 auf Bohrpfählen gegründet werden. Dazu ist zumindest für den Pfeiler 90 ein geschlossener Spundwandkasten vorgesehen (Abbildung 2), der bis an die Grenze Locker- zu Festgestein reicht. Dieser könnte gemäß Bohrprofil BK 07/4A und Abbildung 2 bis in eine Tiefe von 8,75 m reichen. Die im Spundwandkasten abgeteufte Bohrpfähle sollen bis zu 22 m tief werden.

Baulich ist folgende Vorgehensweise vorgesehen. Hierbei werden sämtliche Bohr- und Rammarbeiten von einem Arbeitsplanum ab OK Gelände ausgeführt, da das Bohrgerät nicht innerhalb des Spundwandkastens arbeiten kann:

- Lockerungs-/Austauschbohrungen Spundwandkasten mit Endlosbohrschnecke bis Felshorizont
- Herstellung geschlossener Spundwandkasten bis in den verwitterten Felsen
- Herstellung Bohrpfähle ($\varnothing = 1,5$ m): Bohrung von Stahlmantelrohren, UK Pfahl ca. 115 m NHN (A90) bzw. 107 m NHN (A70); Einbringen von Bewehrungskorb; Verfüllen mit Beton; Ziehen von Stahlmantelrohren. Im Bereich der Pfahlkopfplatte als Leerbohrung.
- Aushub bis zur Gründungssohle unterhalb des GW-Spiegels mit offener Wasserhaltung bzw. bei größerem Wasserandrang Herstellung einer Unterbetonsohle von $h = 2$ bis 3 m ab Gründungssohle.
- Herstellung der horizontalen Pfahlkopfplatte zur Verbindung der Bohrpfähle
- Abbrennen der Spundbohlen bis ca. 1 m unterhalb GOK
- Wiederverfüllung der restlichen Baugrube

In Tabelle 1 sind die Abstände zwischen dem TB Bergshausen und den relevanten Bauelementen des Ersatzneubaus der Brücke Bergshausen dargestellt.

Entfernungen TB Bergshausen zu Bauelementen Ersatzneubau Brücke Bergshausen	
	TB Bergshausen [m]
Widerlager 110	500
Pfeiler 100	470
Pfeiler 90	450
Pfeiler H82	450
Pfeiler 80	450
Pfeiler 70	480

Tabelle 1: Abstände zwischen den relevanten Bauelementen des Ersatzneubaus Brücke Bergshausen und dem TB Bergshausen

4 VORABSTIMMUNGEN

Aufgrund von Abstimmungsgesprächen im Zuge der Projektbearbeitung und Vorbereitung des Pumpversuchs sollten die nachfolgenden Punkte beachtet werden:

- Die Ausrüstung der beiden projektbezogen errichteten Grundwassermessstellen GWM 07H 82_1 und GWM 7_4 B mit Druckmesssonden zur Grundwasserspiegelmessung erfolgte durch die Städtischen Werke Netz + Service, Kassel.
- Die Errichtung eines Fuldapegels zur Messung des Wasserspiegels der Fulda und Ausrüstung mit einer Druckmesssonde zur Wasserspiegelmessung erfolgte durch die Städtischen Werke Netz + Service, Kassel.
- Die Wasserspiegelmessungen und das Einstellen des Messintervalls in den Brunnen TB Bergshausen und TB Dennhausen erfolgte durch die Städtischen Werke Netz + Service, Kassel.
- Die Wasserspiegelmessungen und das Einstellen des Messintervalls in den Brunnen TB Lohfeld III und TB Lohfelden IV erfolgte durch die Gemeindewerke Lohfelden.

5 LAGE UND BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN

In den nachfolgenden Abbildungen 5 bis 19 sowie Tabelle 2 sind die Lage und Ausbaudaten der Messstellen dargestellt. Die neue Autobahntrasse verläuft vom Autobahnkreuz Kassel-West kommend auf der Westseite der Fulda

- durch die quantitative Schutzzone B2-neu WSG- des Heilquellenschutzgebiets TB Wilhelmshöhe 3 (ID 611-009),
- durch die Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets TB Tränkeweg IA, II, III und Brunnengalerie Neue Mühle (WSG-ID 611-003) und
- durch die in Neufestsetzung befindliche Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets TB Tränkeweg IA, II, III, IV und Brunnengalerie (WSG-ID 611-007)

sowie auf der Ostseite der Fulda

- durch die Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets Brunnen Bergshausen (WSG-ID 633-034)
- durch die Schutzzone IIIB des Trinkwasserschutzgebiets TB I+II am Herchenbach und TB III+IV Wellerode der Gemeinde Lohfelden

zum AD Kassel Süd.

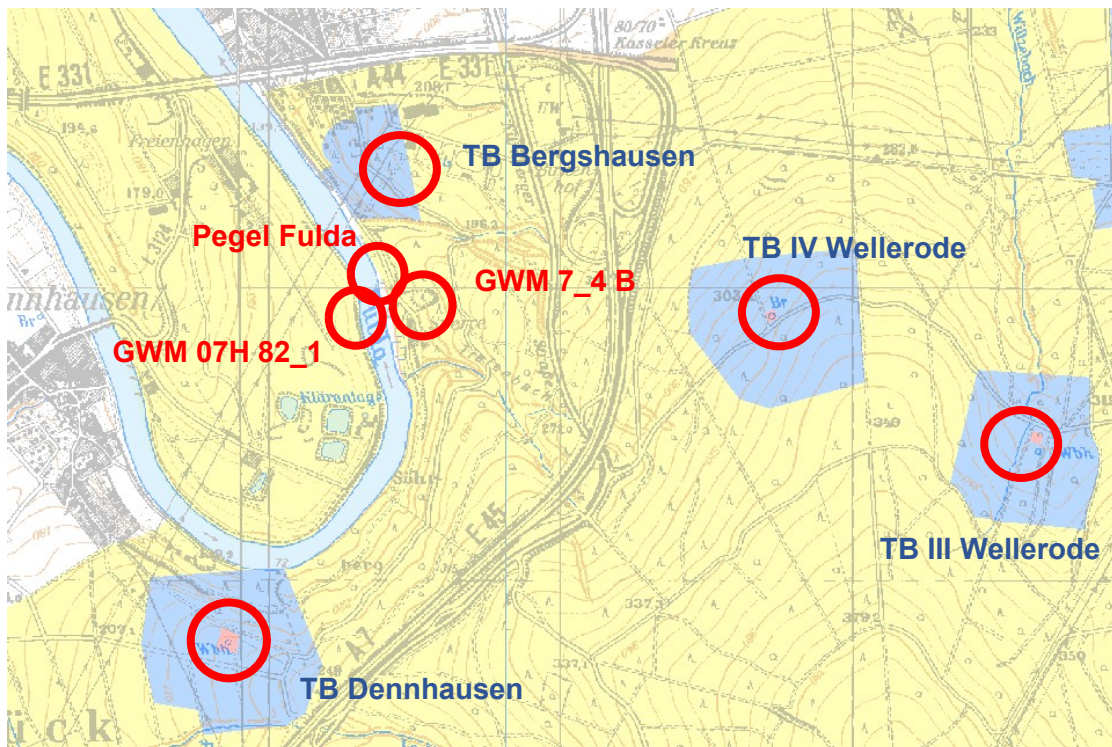


Abbildung 5: Lage der Grundwassermessstellen, bestehenden Trinkwasserbrunnen und Wasserschutzgebiete



Abbildung 6: TB Bergshausen



Abbildung 7: TB Dennhausen



Abbildung 8: TB III Welferode



Abbildung 9: TB IV Wellerode



Abbildung 10: Grundwassermessstelle GWM 7_4 B



Abbildung 11: Grundwassermessstelle GWM 07H 82_1



Abbildung 12: Fuldapegel

Messstellen	Rechtswert	Hochwert	GOK	Höhe Messbezugspunkt
	[UTM]	[UTM]	[m NN]	[m NN]
TB Bergshausen	535213,85	5678631,23	189,02	189,04
TB Dennhausen	534758,94	5676926,58	228,66	228,68
TB Welferode III	537554,70	5677641,11		321,07
TB Welferode IV	536643,42	5678061,24		313,60
GWM 7_4 B	535316,04	5678172,87	140,73	141,78
GWM 07H 82_1	535208,94	5678170,37	141,16	141,96
Fuldapegel	535243,09	5678292,93	138,33	140,03

Tabelle 2: Lagedaten der Untersuchungsstellen
(Brunnen, Grundwassermessstellen und Pegel)

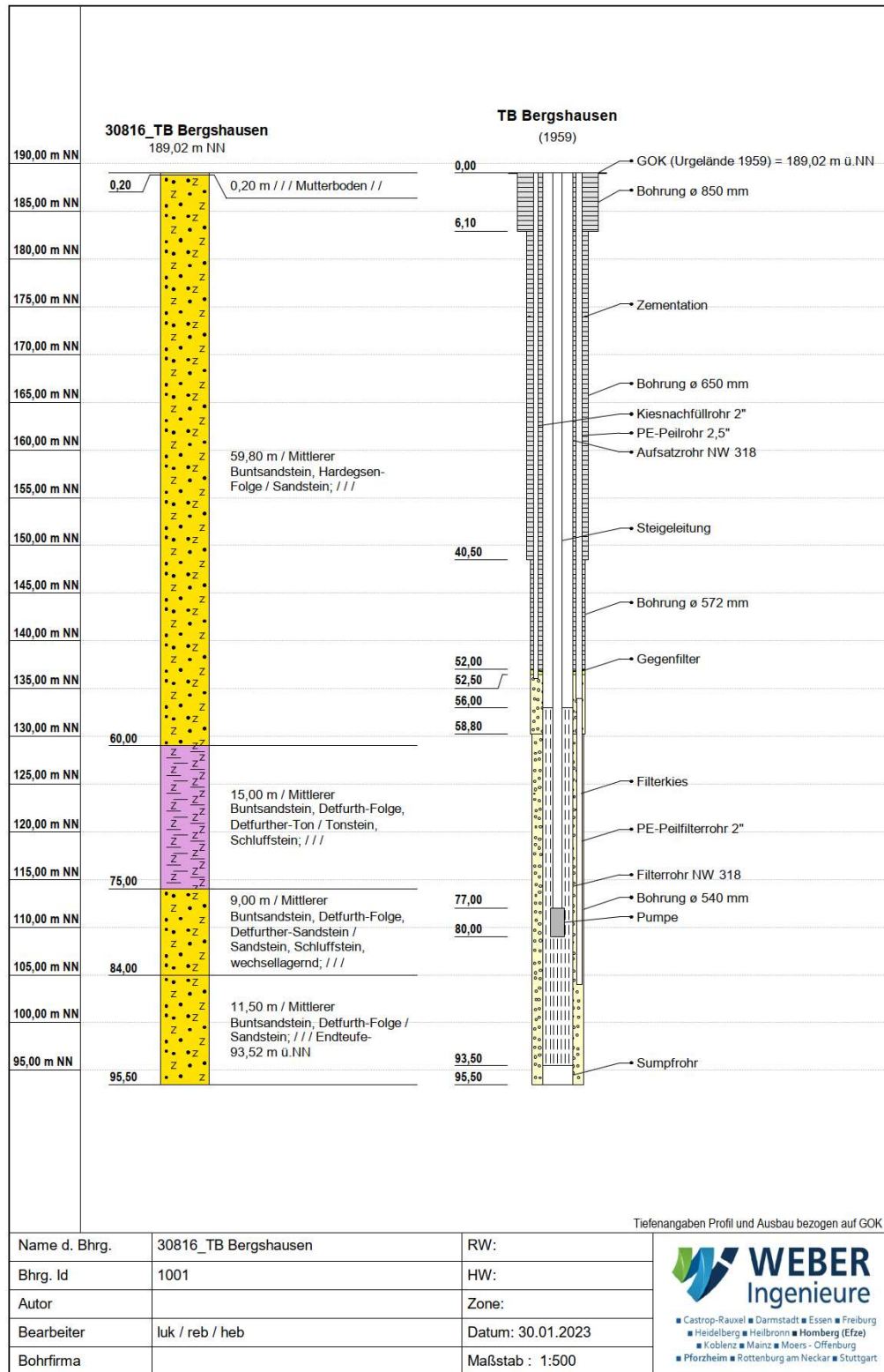


Abbildung 13: Ausbauzeichnung und Profil TB Bergshausen

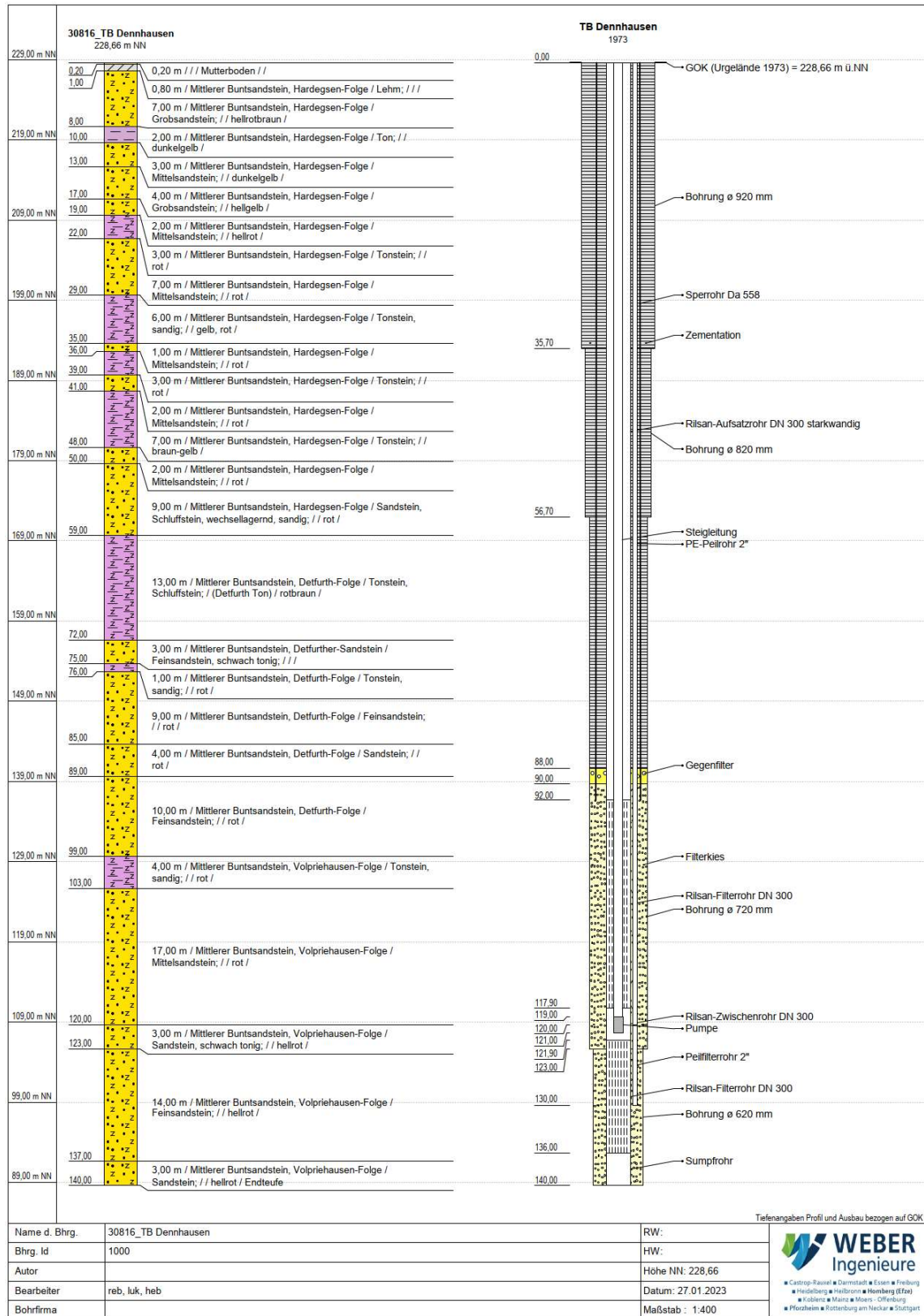


Abbildung 14: Ausbauezeichnung und Profil TB Dennhausen

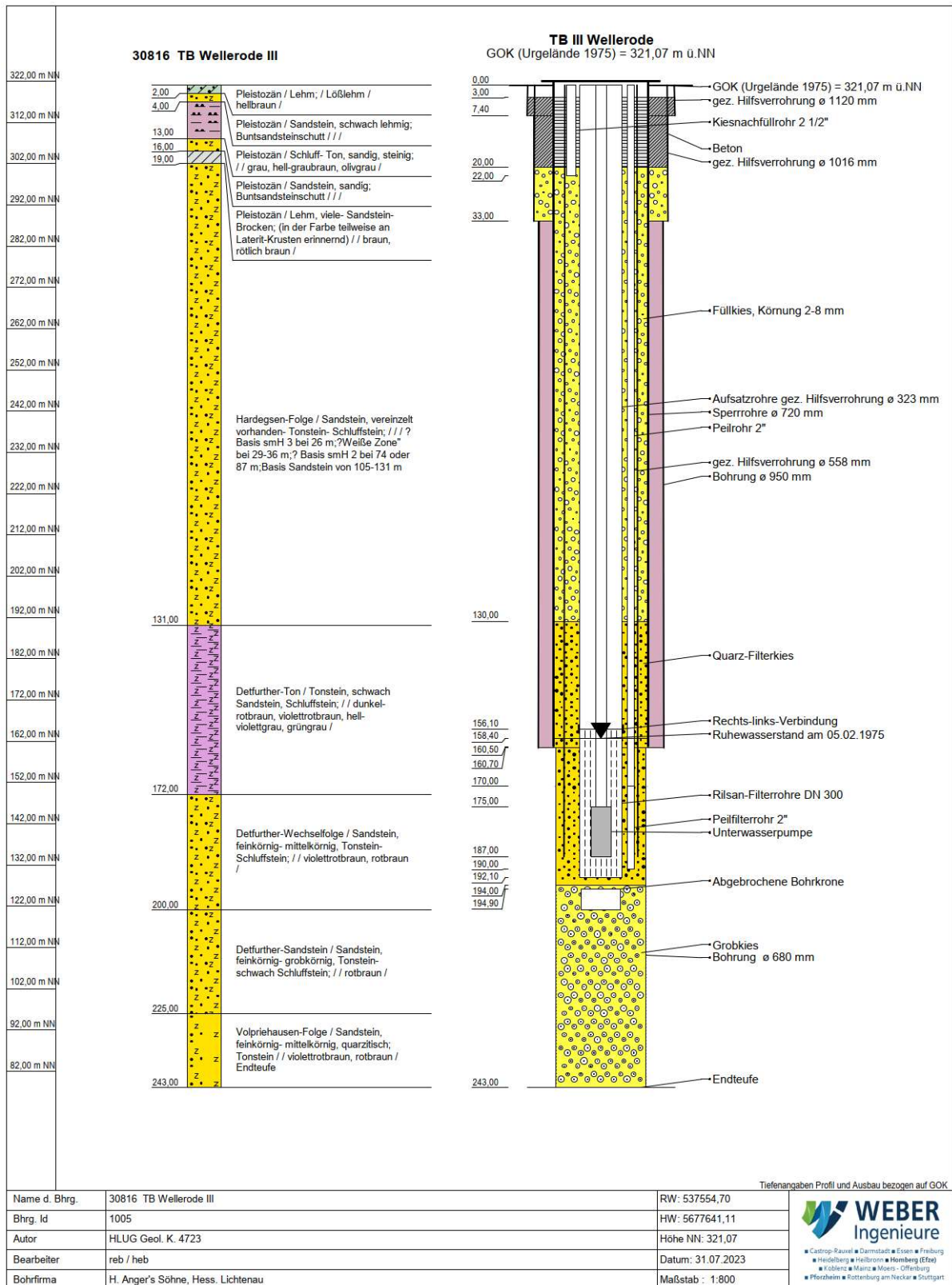


Abbildung 15: Ausbauezeichnung und Profil TB Wellerode III

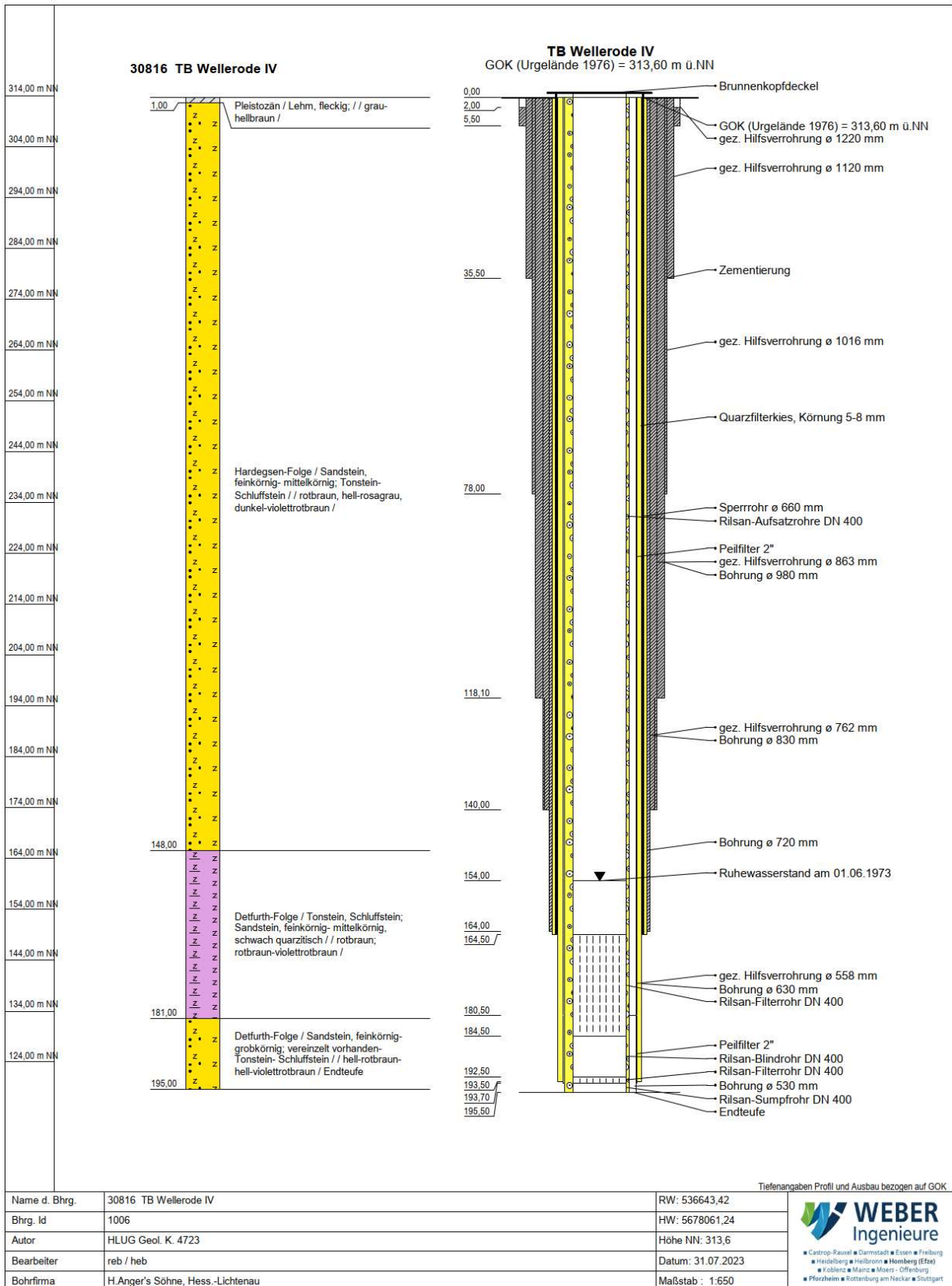


Abbildung 16: Ausbauezeichnung und Profil TB Wellerode IV

6 AUSBAU DER MESSSTELLEN

6.1 Brunnen

Die Brunnen sind fertig ausgebaut. Es wurde vor Aufnahme des Pumpversuchs geprüft, ob die Messtechnik in den Brunnen vorhanden ist, funktioniert und kalibriert ist. Die Ausbauezeichnungen und das geologische Schichtenprofil ergeben sich aus den Abbildung 13 bis Abbildung 16.

6.2 Grundwassermessstellen

Die beiden Grundwassermessstellen sind fertig ausgebaut. Es wurde vor Aufnahme des Pumpversuchs geprüft, ob die Messtechnik in den Grundwassermessstellen funktioniert und kalibriert ist. Die Ausbauezeichnungen und das geologische Schichtenprofil ergeben sich aus Abbildung 17 und Abbildung 18.

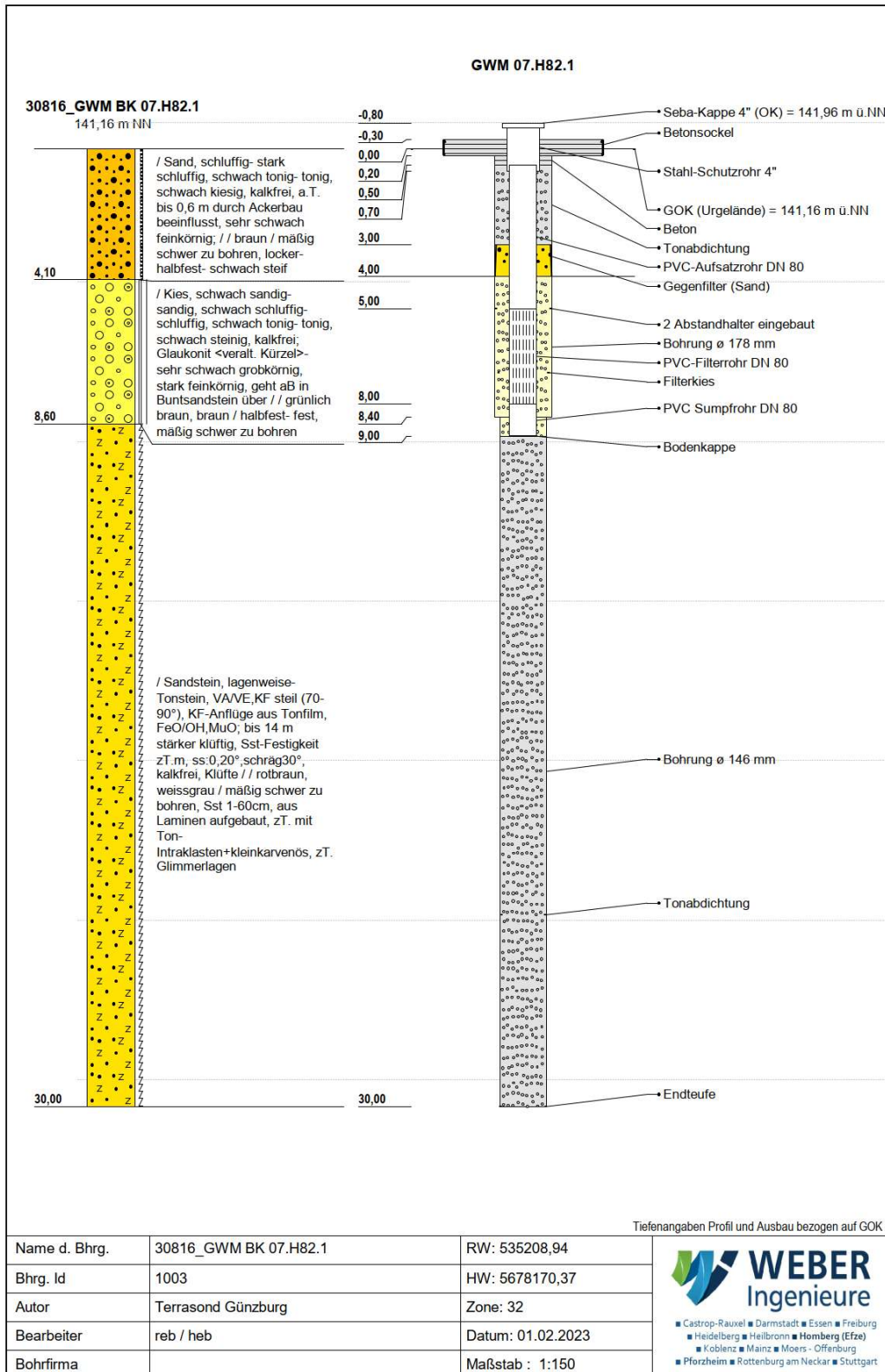


Abbildung 17: Ausbauzeichnung und Profil GWM 07.H82.1

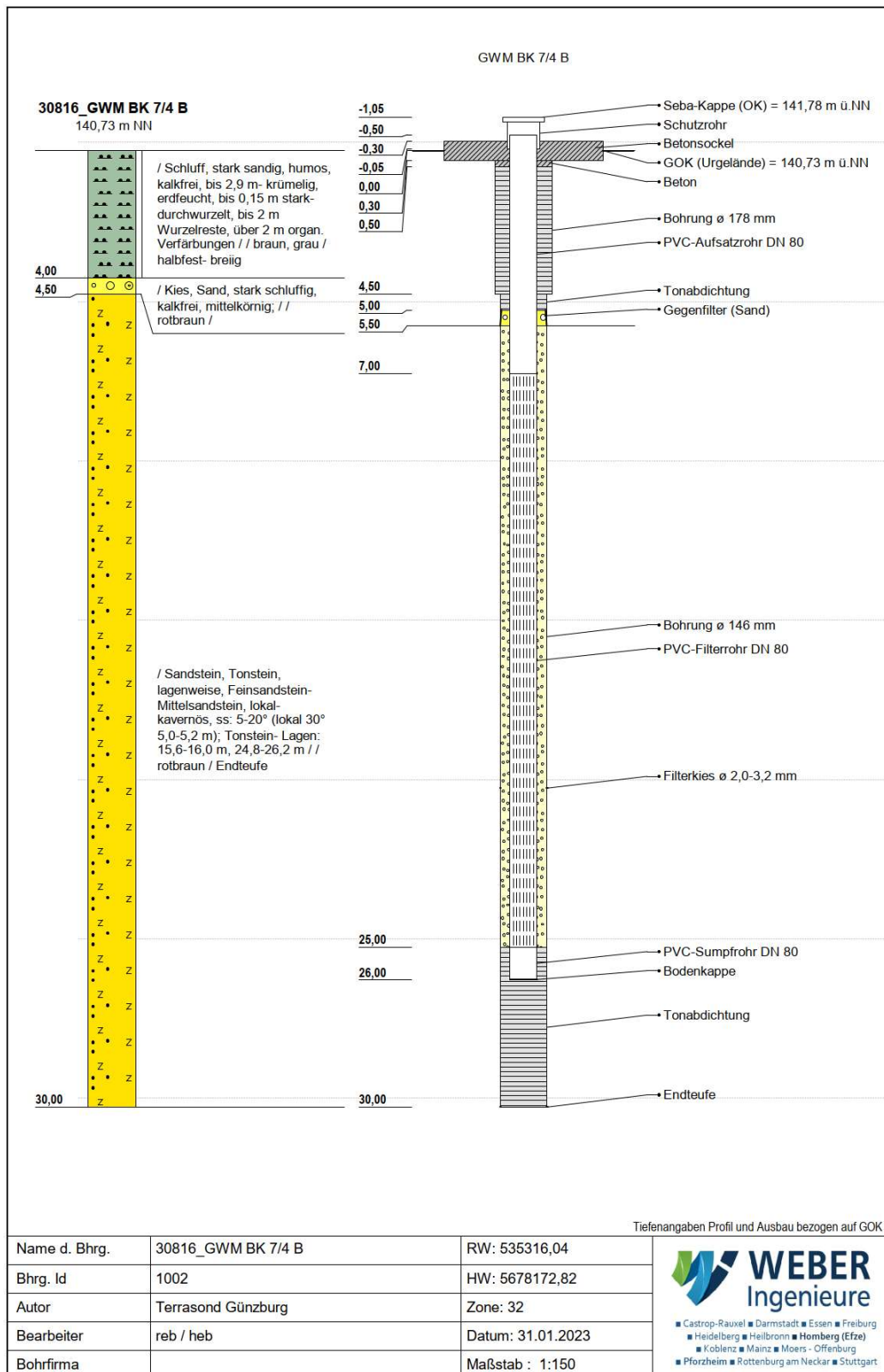


Abbildung 18: Ausbauzzeichnung und Profil GWM 7/4 B

6.3 Fuldapegel

Es wurde am 11. Mai 2023 durch die Städtischen Werke ein Pegel an der Fulda errichtet und mit Messtechnik ausgestattet. Vor der Aufnahme des Pumpversuchs wurde geprüft, ob die Messtechnik in dem Pegel funktioniert und kalibriert ist (Abbildung 12 und Abbildung 19).

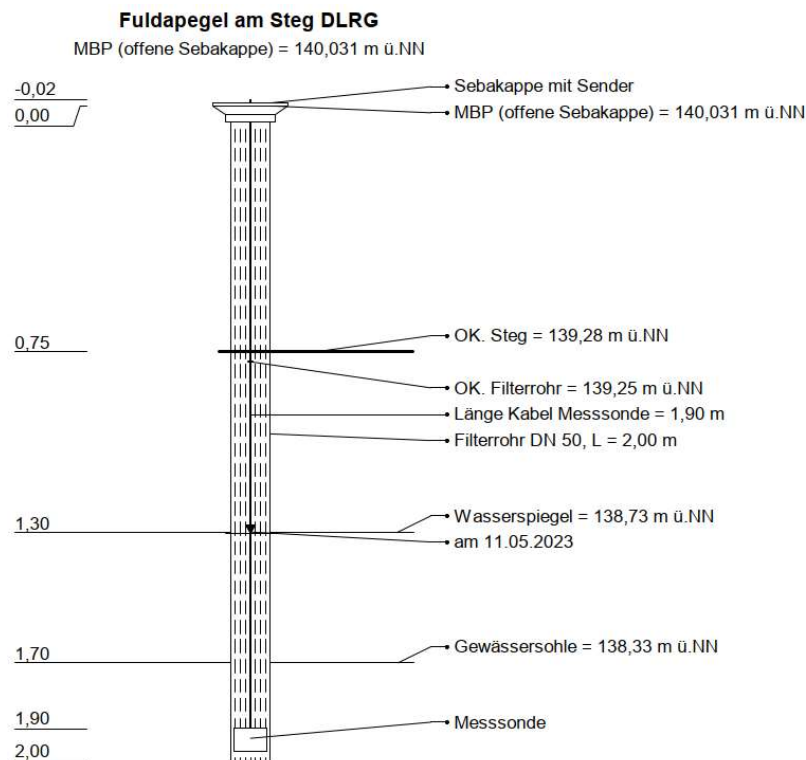


Abbildung 19: Ausbauzeichnung Fuldapegel

7 WASSERSPIEGEL

Folgende Wasserspiegel werden seit dem 27. Februar 2023 (TB Bergshausen, TB Dennhausen, GWM 7/4B und GWM 07.H82.1) bzw. Fuldapegel seit 11.05.2023 gemessen.

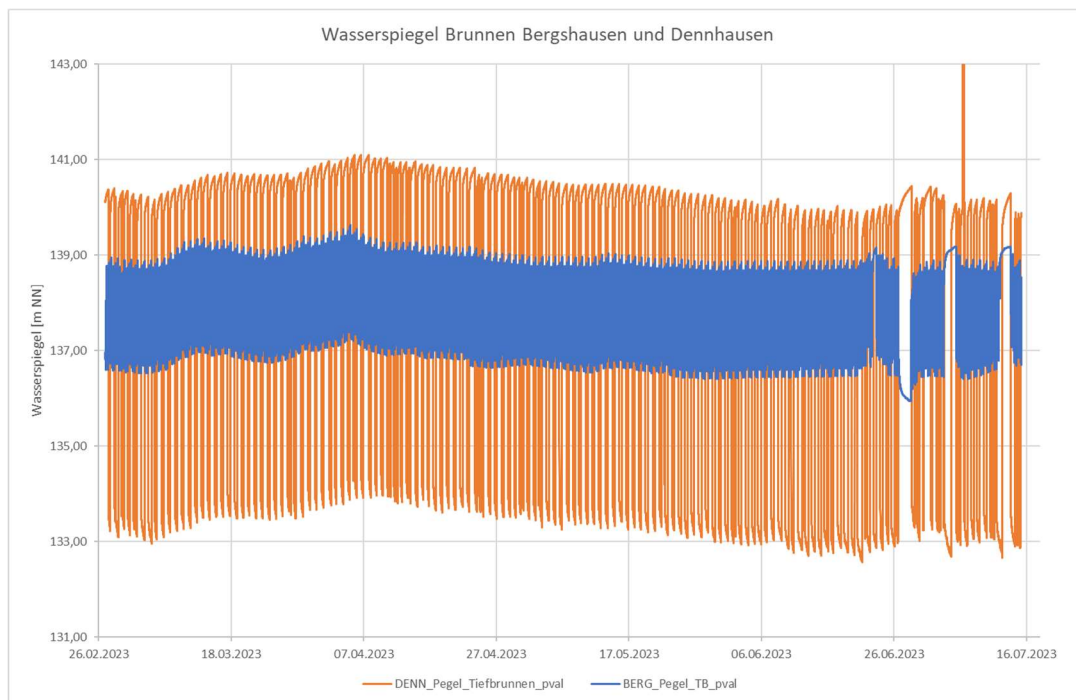


Abbildung 20: Wasserspiegel in TB Bergshausen und Dennhausen

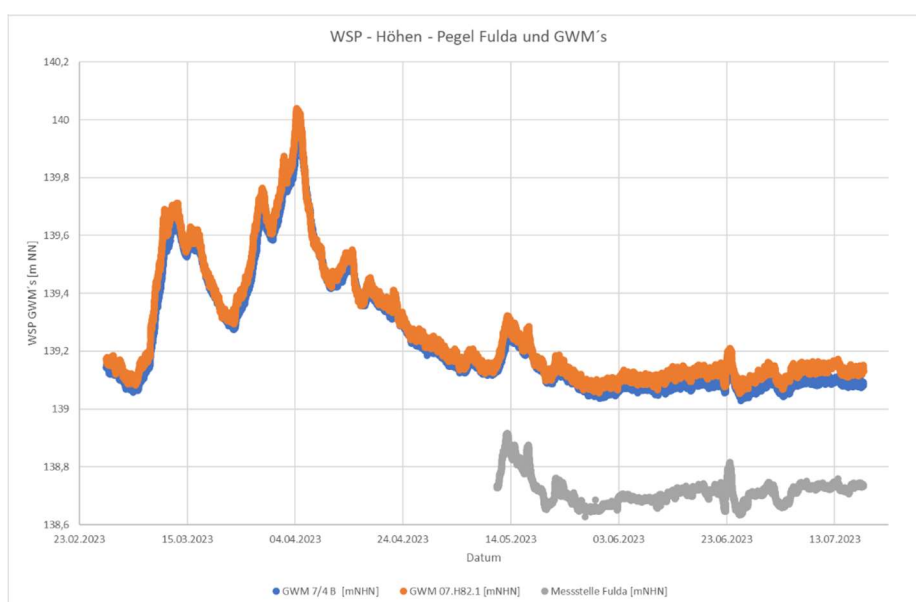


Abbildung 21: Wasserspiegel in GWM 7/4 B (tief), GWM 07.H82.1 (flach) und Pegel Fulda

Der Ruhewasserspiegel im TB Bergshausen schwankt zwischen 141 und 141,5 m NN und im Brunnen TB Dennhausen zwischen 140 und 141 m NN (Abbildung 20). Von der Gemeinde Lohfelden wurden für den Brunnen TB Wellerode III ein Ruhewasserspiegel in 2022 von 149,95 m NN und 150,48 m NN übermittelt. Für den Brunnen Wellerode IV liegen Ruhewasserspiegelmessungen aus dem Jahr 2021 der Gemeinde Lohfelden von 142,67 m NN und 143,20 m NN vor.

Prinzipiell zeigen die Wasserspiegelmessungen grob eine Fließrichtung von Osten nach Westen auf. Genauere Aussagen lassen sich über Stichtagsmessungen treffen.

Die Wasserspiegel in den beiden Grundwassermessstellen GWM 7/4 B (tief) und 07.H82.1 (flach) schwanken zwischen 139,10 m NN und 140 m NN. Da die Ganglinien der Grundwassermessstellen und der Pegel der Fulda fast identisch sind, ist davon auszugehen, dass die Fulda die Wasserspiegel in den beiden Grundwassermessstellen beeinflusst. Dies ist für GWM 07.H82.1 (flach) nicht verwunderlich, da der Ausbau der GWM Fuldakiese erschließt.

Für GWM 7/4 B (tief) bedeutet dies entweder eine Verbindung Fulda => Fuldakies => Buntsandstein => GWM oder eine nicht funktionsfähige Abdichtung.

Der Wasserspiegel der Fulda betrug am 11. August 2023 138,72 m NN und schwankte im Betrachtungszeitraum zwischen ca. 138,6 m NN und 138,9 m NN.

8 HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK

8.1 Geologischer Überblick

Der TB Bergshausen und TB Dennhausen liegen in der hydrogeologischen Einheit 05M 31A „Mittlerer Buntsandstein (außer Solling-Folge)“ im Teilraum 05201 „Fulda-Werra Bergland und Solling“ im Raum 052 „Mitteldeutscher Buntsandstein“ [1] (Abbildung 22). Die sedimentären Festgesteinseinheiten bilden darin trotz der nur mäßig bis geringen hydraulischen Durchlässigkeit (10^{-4} bis 10^{-6} m/s) im gesamten Mitteldeutschen Bruchschollenland wasserwirtschaftlich wichtige Kluffundwasserleiter.

Nach [21] zeichnet sich „der hydrogeologische Großraum Mitteldeutsches Bruchschollenland (Thüringische und Subherzyna Senken) durch das flächenhafte Vorkommen tektonisch beanspruchter sedimentärer mesozoischer Einheiten aus, die mäßig bis teilweise sehr ergiebige Kluff- bzw. Kluff-/Poren- und Kluff-/Karstgrundwasserleiter ausbilden. In tektonischen Störungszonen werden Kluffundwasserleiter mit erhöhter Wasserwegsamkeit beobachtet.“

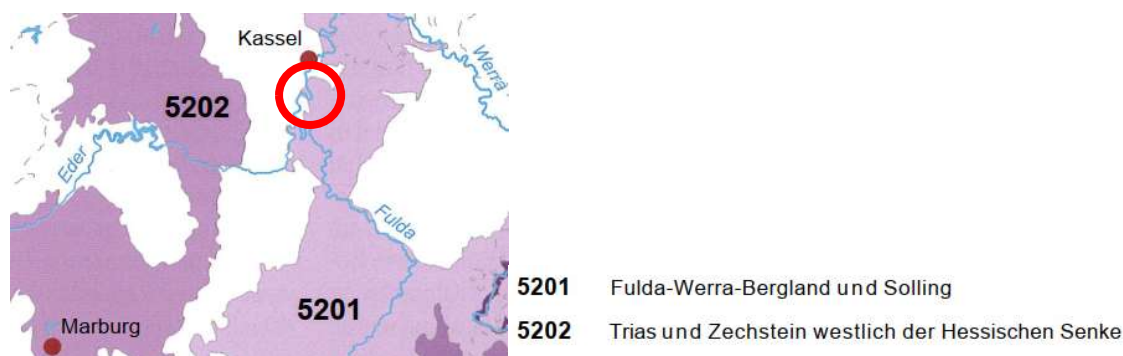


Abbildung 22: Ausschnitt aus der hydrogeologischen Raumgliederung des Raums 52 Mitteldeutscher Buntsandstein
aus [21]

Der Betrachtungsraum ist dem Teilraum 5201 Fulda-Werra-Bergland und Solling zuzuordnen. Gemäß der Beschreibung in [21] wird der Teilraum wie folgt charakterisiert:

„Im Westen von einer Nord-Süd gerichteten Linie von Kassel über Homberg (Efze) bis zum Landrücken südlich Fulda begrenzt, reicht dieser Teilraum bis südwestlich des Thüringer Waldes im Osten. Ein Großteil des Teilraums Fulda-Werra-Bergland und Solling gehört dem geologischen Strukturraum der Osthessischen Buntsandsteinscholle an, ein kleinerer nördlicher Teil dem der Oberweserscholle.“

Der Buntsandstein bildet mit der flächenhaft weitaus größten Verbreitung einen silikatischen Kluff- bzw. Kluff-/Porengrundwasserleiter, wobei der Mittlere Buntsandstein mäßige und der Untere Buntsandstein geringe Durchlässigkeiten besitzt. In Grabenrandzonen und tektonisch bzw. am Salz-

hangrand salinar-tektonisch stark beanspruchten Gebieten können die Durchlässigkeiten erheblich erhöht sein.“

Das Fulda-Werra-Bergland und der Solling werden in weiten Teilen aus Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins aufgebaut. Die ältesten an der Oberfläche vorkommenden Schichten stammen aus dem Zechstein, daneben kommen Gesteine aus dem Muschelkalk und dem Tertiär vor. Die präquartären Gesteine werden - wenn auch lückenhaft - von meist sehr geringmächtigen quartären Ablagerungen aus Löss und/oder Hangschutt bedeckt.

Der Teilraum ist durch zahlreiche tektonische Gräben charakterisiert. Das Bruchschollenmosaik entstand durch zeitlich aufeinander folgende, tief reichende Störungen, die heute in Nordost-Südwest- bzw. Nordnordost-Südsüdwest- sowie Südost-Nordwest- bzw. Ostsüdost-Westnordwest-Richtungsverläufen.

Im Norden des Teilraums haben die silikatischen Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins eine Gesamtmächtigkeit von 700 - 900 m. Die Schichtabfolge des Unteren Buntsandsteins besteht aus einer bis zu 400 m mächtigen Wechselfolge von Schluff- und Tonsteinen sowie feinkörnigem Sandstein. Die in der insgesamt sehr gering durchlässigen Schichtabfolge vorkommenden Sandsteinschichten können lokal und von der tektonischen Beanspruchung abhängig geringe bis mäßige Ergiebigkeiten aufweisen.“

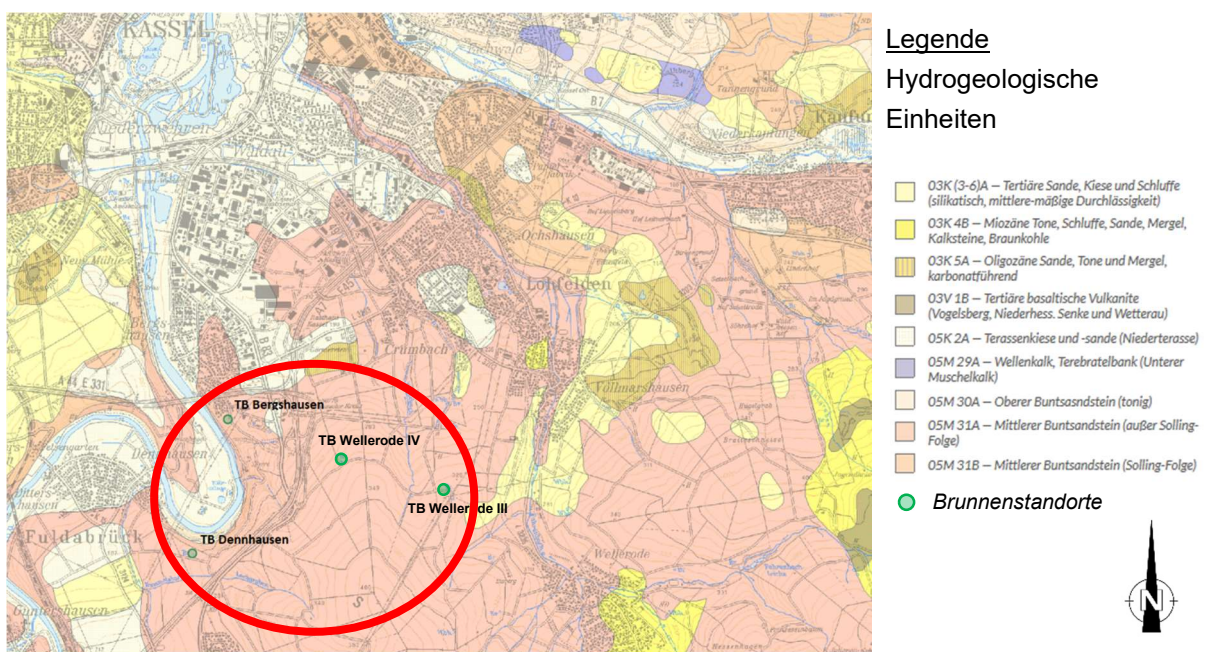


Abbildung 23: Hydrogeologische Einheiten der Hydrogeologischen Übersichtskarte [1]



Abbildung 24: Gebankter und geklüfteter Sandstein der Hardeggen-Formation im nördlichen Geländeeinschnitt des Fulda-Steilhangs

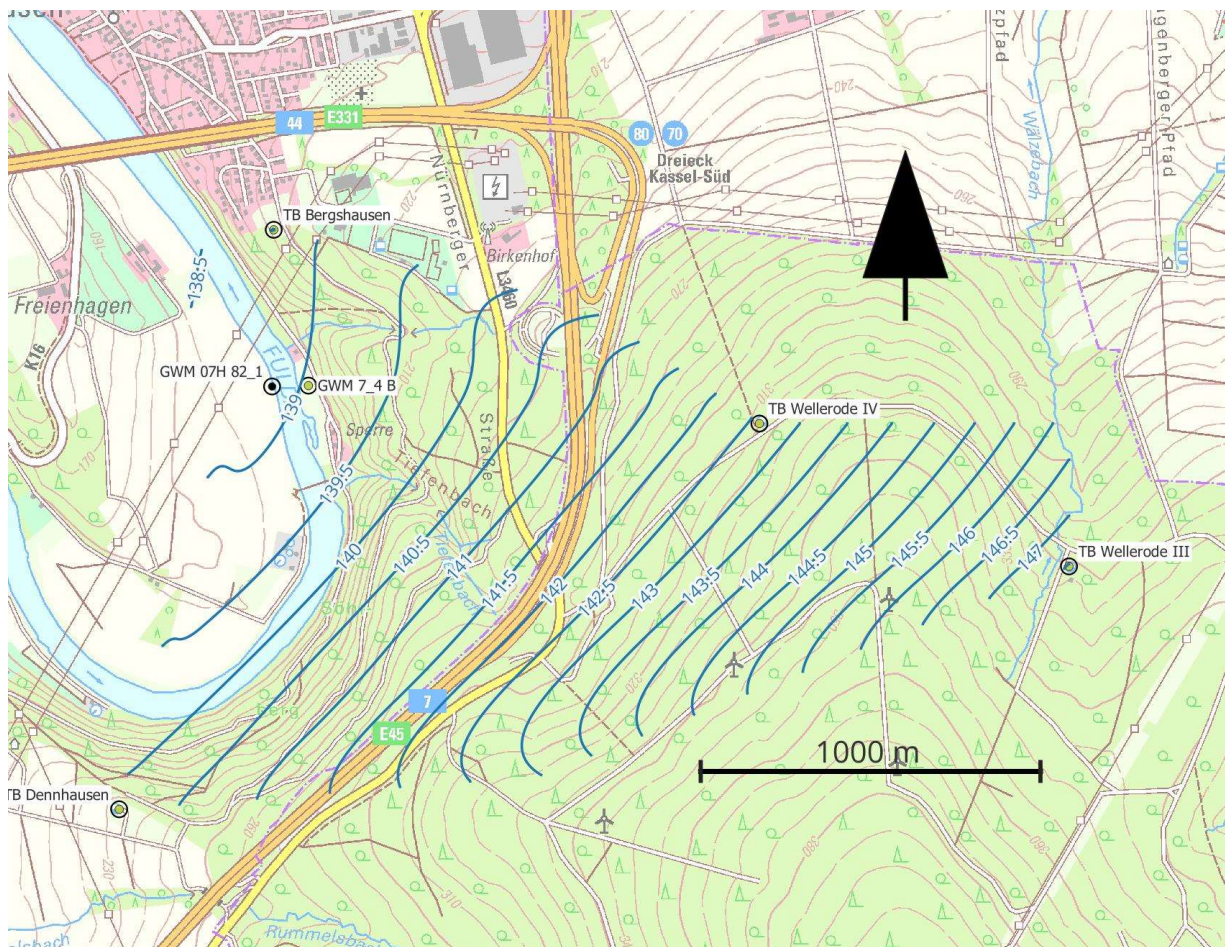


Abbildung 25: Grundwassergleichenplan für den 07.07.2023 um 15:00:00 Uhr

Um einen Eindruck von der Grundwasserfließrichtung zu erhalten, wurde eine Stichtagsmessung ausgewählt (07.07.2023 um 15:00:00 Uhr), bei dem in keinem der integrierten Brunnen eine Förderung stattfand. Aus Abbildung 25 ist eine Grundwasserfließrichtung mit 4 ‰ nach Nordwesten dokumentiert.

Das betreffende Gebiet ist gemäß WRRL-Viewer dem Grundwasserkörper 4290_5201 zuzuordnen (Abbildung 26).

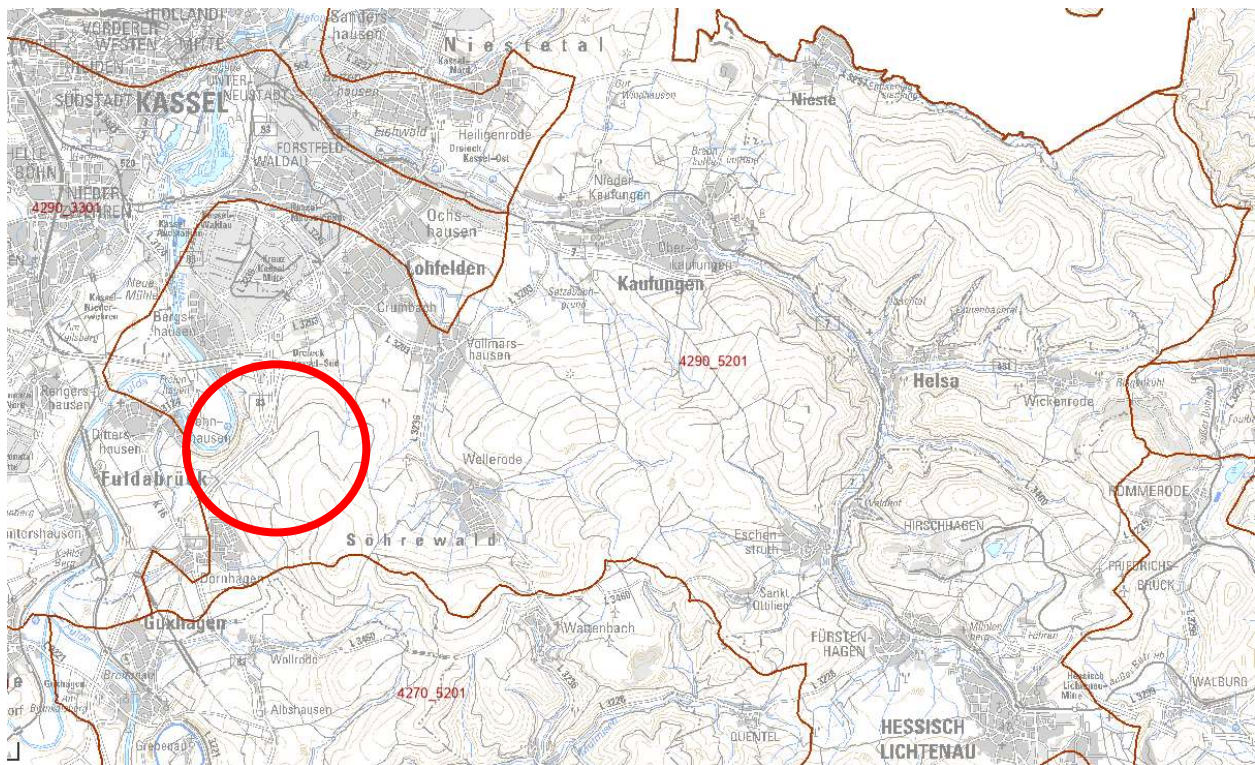


Abbildung 26: Grundwasserkörper im Bereich des Untersuchungsgebiets

8.1.1 Mittlerer Buntsandstein

Im Untersuchungsgebiet tritt als älteste Gesteinseinheit der Mittlere Buntsandstein der Trias zu Tage (Abbildung 23 und 24). Der Mittlere Buntsandstein wird in die vier Formationen (vom Älteren zum Jüngeren) Volpriehausen-Formation, Detfurth-Formation, Hardeggen-Formation und Solling-Formation untergliedert. Die im Bereich der hydrogeologischen Einheit 05M 31A relevanten Formationen Volpriehausen, Detfurth und Hardeggen werden im Folgenden kurz beschrieben.

„Die Sohlbank-Zyklen (fining-upwards cycles) beginnen jeweils mit grobkörnigen Sedimenten an der Basis, die zum Hangenden sukzessive in feinkörnigere Schichten übergehen. Die zuweilen mehr als 100 m mächtigen Sandsteinschichten an der Basis der jeweiligen Zyklen (z. B. Solling-Baustein) bilden ergiebige und wasserwirtschaftlich bedeutsame Kluff- und untergeordnet Porengrundwasserleiter“ [22].

Bei den Gesteinen der Volpriehausen-Formation, als älteste Einheit des Mittleren Buntsandsteins, handelt es sich um rotbraune, häufig plattig-dünnbankige, fein- bis mittelsandige Sand- und Tonsteine, die eine speckig aussehende Oberfläche aufweisen. Häufig sind die Schichtflächen mit Rippeln, Trockenrissen und anderen Sedimentstrukturen versehen. Aufgrund der geringen Bankmächtigkeit und der Verkieselung lässt sich häufig eine engständige Klüftung beobachten. Die in einem Teil der Volpriehausen-Formation auftretenden fossilen Muscheln (*Avicula*) sind bereichsweise namensgebend (*Avicula*-Schichten). Die Volpriehausen-Formation ist im Untersuchungsgebiet nicht oberirdisch aufgeschlossen. Mit der Bohrung von Brunnen Dennhausen wurden die Schichten der Volpriehausen-Formation in 99 m uGOK erbohrt.

Bei den Gesteinen der Detfurth-Formation, als nächst jüngere Einheit, handelt es sich um blass rotbraune, mittel- bis grobsandige, z. T. mürbe Sand- und Tonsteine. Zum Übergang in die jüngere Hardegsen-Formation befinden sich bis 15 m mächtige Ton- und Schluffsteinschichten des sogenannten Detfurth-Tons. Die Detfurth-Formation ist im Untersuchungsgebiet an der unteren Talflanke unmittelbar an der Fulda aufgeschlossen. Mit den Bohrungen der beiden Brunnen Bergshausen und Dennhausen wurden die Schichten der Detfurth-Formation bei rund 60 m uGOK mit einer Mächtigkeit von 40 m (an TB Dennhausen) erbohrt.

Die Gesteine der Hardegsen-Formation sind als jüngste Gesteine des Buntsandsteins im Untersuchungsgebiet oberirdisch von der Fulda Richtung Osten großflächig aufgeschlossen. Es handelt sich gemäß Bohrprofil hierbei um rotbraune fein- bis mittelkörnige Sandsteine mit weißen Komponenten (eventuell Feldspat) und im Bereich des Brunnens Dennhausen auch rötlichem Tonstein. Zwischen den beiden Brunnen im Bereich der Steilhänge entlang der Fuldaschleife befinden sich zahlreiche Aufschlüsse (Abbildung 24). Die Einfallrichtung der Schichten ist in Richtung Nordwesten (Abbildung 29). Die Hardegsen-Formation wurde an beiden Brunnen mit einer Mächtigkeit von 60 m durchbohrt.

Um einen optischen Eindruck über die Gesteinsabfolge zu erhalten, sei exemplarisch auf die in Bohrkernfotos in Anlage 2 verwiesen.

Wie in Abbildung 24 zu erkennen ist, weisen die Gesteine des Buntsandsteins im Untersuchungsgebiet ein offenes Trennflächengefüge auf, ist somit stark wassergängig und als Kluffgrundwasserleiter zu bezeichnen.

8.1.2 Tertiär

Tertiäre sedimentäre oder vulkanische Gesteine treten im direkten Bereich des Brückenbauwerks beziehungsweise der östlich anschließenden Bauwerke der A 44 beziehungsweise A 7 nicht oder nur untergeordnet auf. Laut der geologischen Karte [16] existiert ein ungegliedertes kleines Tertiärvorkommen in der Nähe des Hochbehälters Bergshausen. In der westlich anschließenden Niederhessischen Senke und in lokalen Senkungsgebieten im Bereich der Söhre und des Kaufunger Waldes sind diese jedoch weit vorbereitet (Abbildung 27). Im Bereich der geplanten Autobahntrasse wurden im Bereich des Ersatzneubaus der Bergshäuser Brücke [24] tertiäre Tone und Sande erbohrt. Sie würden hier nicht weiter behandelt, da sie für die Fragestellungen irrelevant sind.



Abbildung 27: Geologische Übersichtskarte aus [16]

8.1.3 Quartär

Überwiegend fluviatile quartäre Sedimente treten als ältere Terrassenablagerungen der Fulda oberhalb des Steilhangs der Fulda sowie als Auenablagerungen in deren Talgrund auf. Darüber hinaus finden sich Solifluktuationsmaßen mit größerer Mächtigkeit im Bereich des oben genannten kleineren Tertiärvorkommens, Östlich der A 7 treten großflächige Löss und Lösslehmüberdeckungen auf. Geringe Bodenüberlagerungen bestehend aus verwittertem Buntsandstein finden sich im östlichen Steilhang der Fulda.

Die projektbezogen durchgeführten Baugrunderkundungsbohrungen ergaben laut Gutachten [24] folgende Erkenntnisse: *„Überlagert werden diese älteren Fest- und Lockergesteine westlich der Fulda von Kiesen und Sanden verschiedener Fulda-Terrassen und von heterogen aufgebauten Fließerden, nur punktuell und geringmächtig ist darüber Lösslehm reliktsch erhalten. Die Mächtigkeit dieser quartären Lockergesteinsdecke beträgt am westlichen Talhang bis > 10 m.*

In der Talaue liegen dem Auekies links und rechts der Fulda bis 4 m mächtige sandig-schluffige Talbodenablagerungen auf. Am steilen Osthang des Fuldatales steht die Achse 100 auf der bis 9 m hoch mit Gesteinsschutt aufgefüllten Sohle eines alten, zur Natursteingewinnung betriebenen Steinbruchs. Am oberen Talhang am Widerlager Ost ist über den Sandsteinen eine bis 5 m mächtige Schicht aus Fließerde-/Solifluktionsschutt ausgebildet, die im Bereich des Anschlussdamms von Lösslehm überlagert wird.“

8.2 Schicht- und Kluftrmessungen

Im Zuge der Geländebegehung wurden Schicht- und Kluftrmessungen ausgeführt. Die Schichtmessungen (Abbildung 29) zeigen, dass diese in Richtung Nordwesten bis Nordnordwesten einfallen. Dabei handelt es sich um die Messungen im Bereich des „Namenlosen Bach“.

Zur Verdeutlichung der Darstellung in Abbildung 29 und Abbildung 30 dient die Abbildung 28.

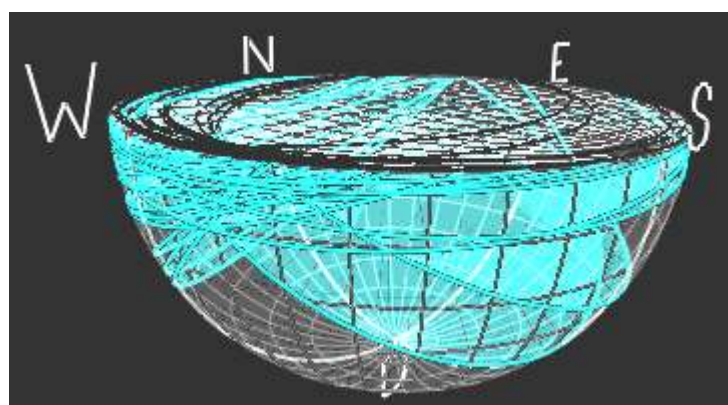


Abbildung 28: 3D-Projektion der Schichtflächen auf die untere Hälfte der Lagenkugel

Die nach Südosten einfallenden Schichtmessungen stammen aus dem Tiefenbach. Das Einfallen der Schichten konnte mit 3° bis 42° bestimmt werden. Schichtmessungen sind auch in der Geologischen Karte Oberkaufungen [16] dargestellt.

Die in Abbildung 30 dargestellten Kluftrichtungen lassen sich drei verschiedenen Streichrichtungen zuordnen und fallen mit 72° bis 90° ein. Die meisten Messungen belegen eine Streichrichtung in Richtung Nord-Süd bis Nordnordwest-Südsüdost. Eine weitere Gruppe von Klüften streicht Westnordwest bis Ostsüdost. Die dritte Gruppe streicht ungefähr Nordost bis Südwest. Aus dem Vergleich der Abbildung 30 und Abbildung 31 wird deutlich, dass die drei wesentlichen Kluftrichtungen den in Deutschland auftretenden Hauptstreichrichtungen herzynisch, erzgebirgisch und eggisch zuzuordnen sind.

Anmerkung: In einem geometrischen Modell wird „Streichen“ definiert als Schnittlinie (Spur) einer geologischen Fläche mit einer gedachten horizontalen Fläche. Diese Schnittlinie wird Streichlinie genannt.

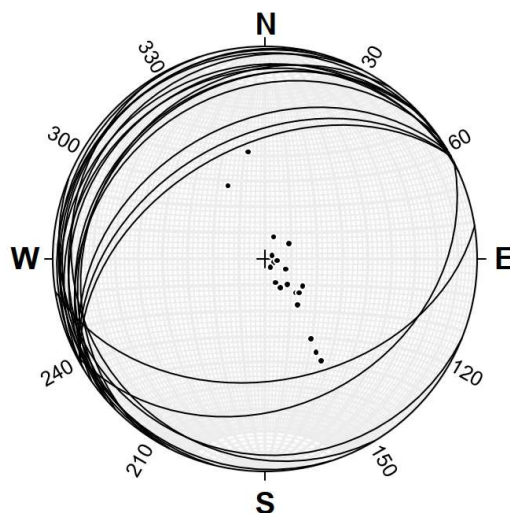


Abbildung 29: Schichtmessungen im „Namenlosen Bach“ und dem Tiefenbach Fuldabrück-Bergshausen

Dargestellt sind die Einfallsrichtung und zugehörigen Flächenpole der Schichtflächen als Projektion auf die untere Halbkugel des Schmidt'schen Netzes von 19 Messungen

Aus diesen Erkenntnissen lässt sich für die Eingriffe in den Baugrund im Zuge der geplanten Baumaßnahmen ableiten, dass versickerndes Wasser auf den Schichtflächen von den Baumaßnahmen weg in Richtung Brunnen Bergshausen fließen kann. Darüber hinaus sind die offenen, annähernd senkrechten Klüfte Hauptbewegungspfad für das Grundwasser – bezogen auf die Baumaßnahme und den Brunnen sind insbesondere die in Nordsüd-Richtung, aber auch die Westnordwest - Ostsüdost Richtung relevant.

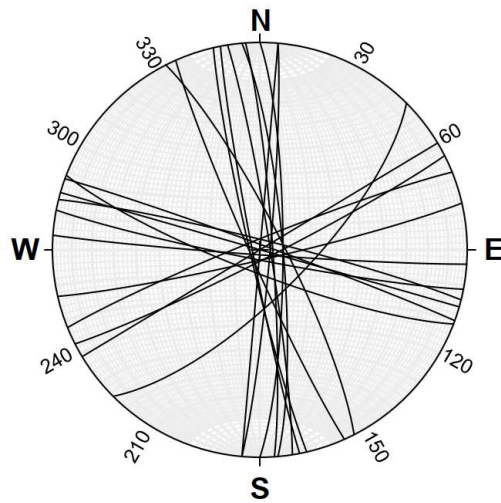


Abbildung 30: Kluftrichtungen im „Namenlosen Bach“ und dem Tiefenbach Fuldabrück-Bergshausen

Dargestellt ist die Einfallrichtung der Klufflächen als Projektion auf die untere Halbkugel des Schmidt'schen Netzes von 21 Messungen



Abbildung 31: Die vier Hauptstreichrichtungen in Deutschland und Mitteleuropa

dargestellt im Zusammenhang mit den jeweils namensgebenden geographischen Objekten: orange = herzynisch, rot = erzgebirgisch, blau = rheinisch, violett = eggisch, Quelle: wikipedia.de

8.3 Hydrochemischer Überblick

Grundlage für das zukünftige Untersuchungsprogramm im Vorfeld der Bauarbeiten kann der Vergleich der Wasseranalysen in Form von Piperdiagrammen mit der Einteilung nach Furtak & Langguth (1967) liefern. Abbildung 32 bis Abbildung 38 zeigen die in <https://gruschu.hessen.de> verfügbaren Analysen für die Brunnen TB Wellerode III, TB Wellerode IV, TB Bergshausen, TB Dennhausen und die Fuldawassermessstelle an der Neuen Mühle und deren Klassifikation. Folgende Einstufungen der Wässer lassen sich über die Diagramme Abbildung 32 bis Abbildung 38 ablesen:

- TB Wellerode III normal erdalkalisches Wasser, a) überwiegend hydrogencarbonatisch
- TB Wellerode IV normal erdalkalisches Wasser, a) überwiegend hydrogencarbonatisch
- TB Bergshausen erdalkalisches Wasser mit höherem Alkaligehalt, d) überwiegend hydrogencarbonatisch, e) überwiegend sulfatisch / chloridisch; alkalisches Wasser, g) überwiegend sulfatisch / chloridisch
- TB Dennhausen normal erdalkalisches Wasser, a) überwiegend hydrogencarbonatisch, b) hydrogencarbonatisch-sulfatisch und die
- Fuldawassermessstelle an der Neuen Mühle erdalkalisches Wasser mit höherem Alkaligehalt, e) überwiegend sulfatisch / chloridisch

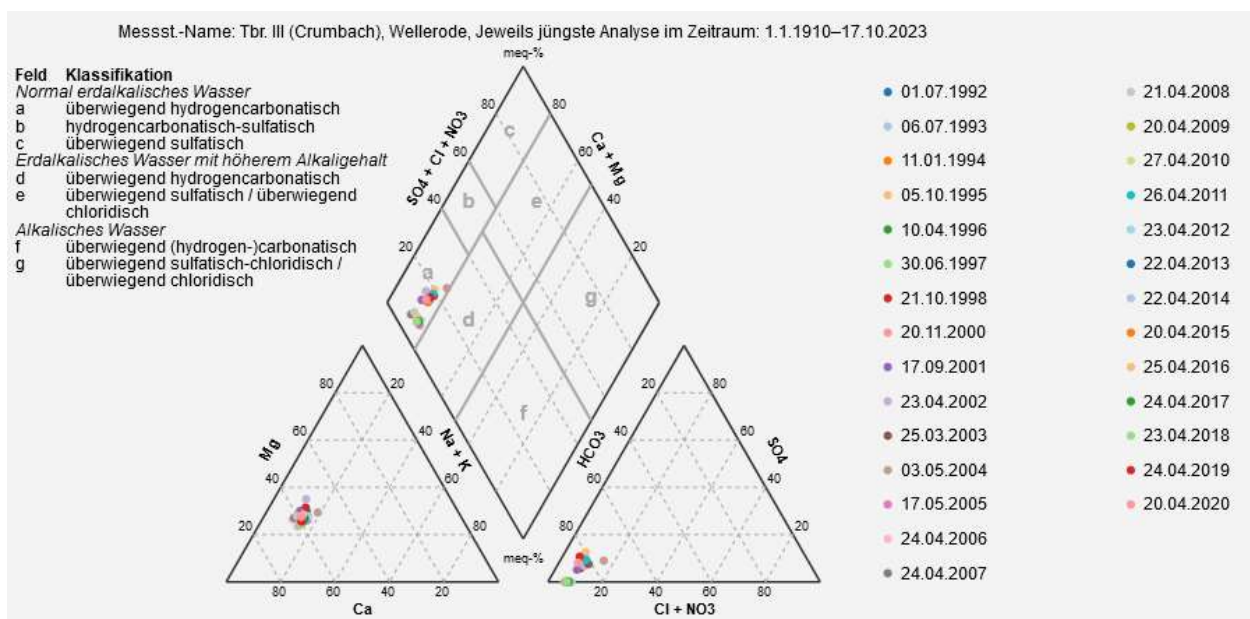


Abbildung 32: Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Wellerode III (Messstellen-ID: 5641)

Datenquelle: zuletzt abgerufen 2023-10-17, <https://gruschu.hessen.de>

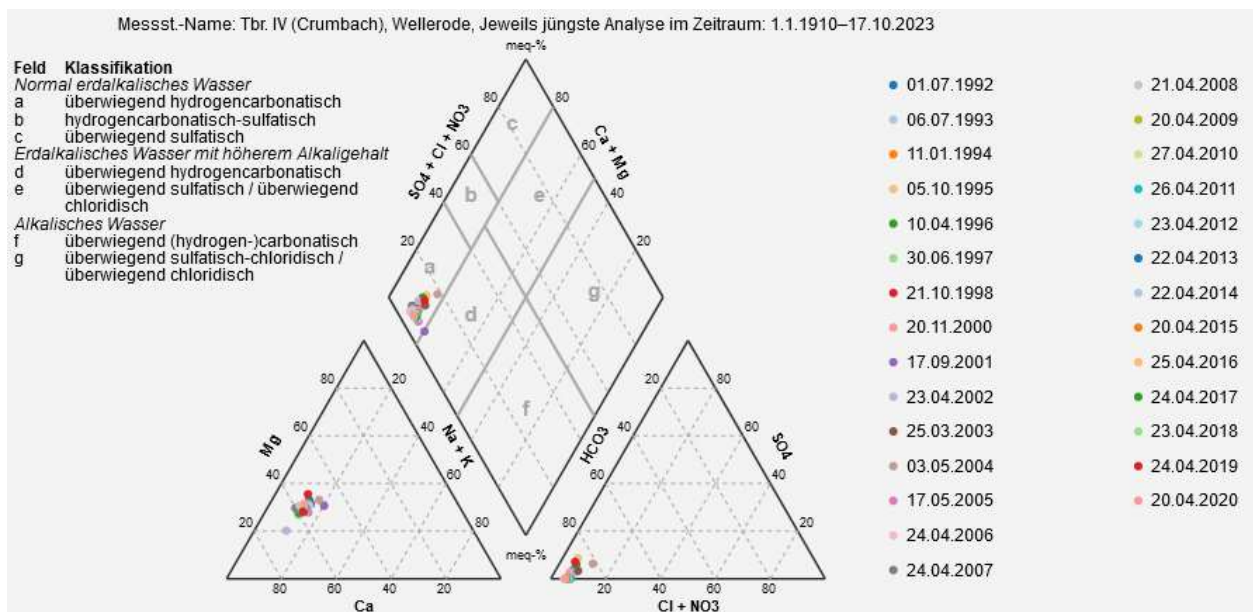


Abbildung 33: Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Wellerode IV (Messstellen-ID: 5643)

Datenquelle: zuletzt abgerufen 2023-10-17, <https://gruschu.hessen.de>

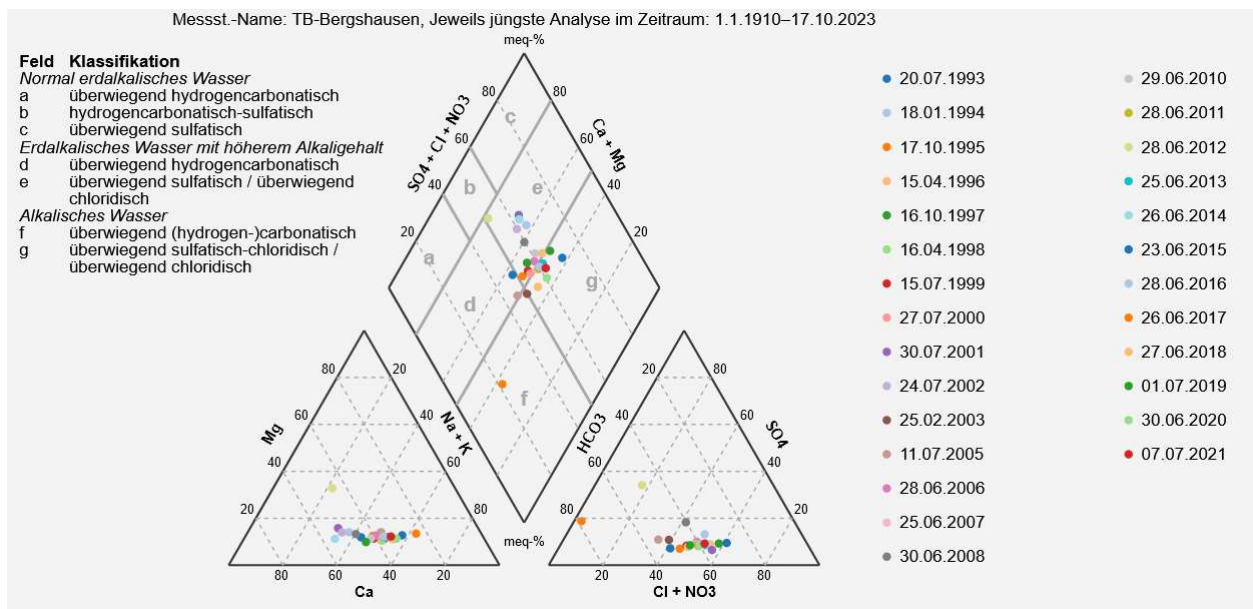


Abbildung 34: Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Bergshausen (Messstellen-ID: 5645)

Datenquelle: zuletzt abgerufen 2023-10-17, <https://gruschu.hessen.de>

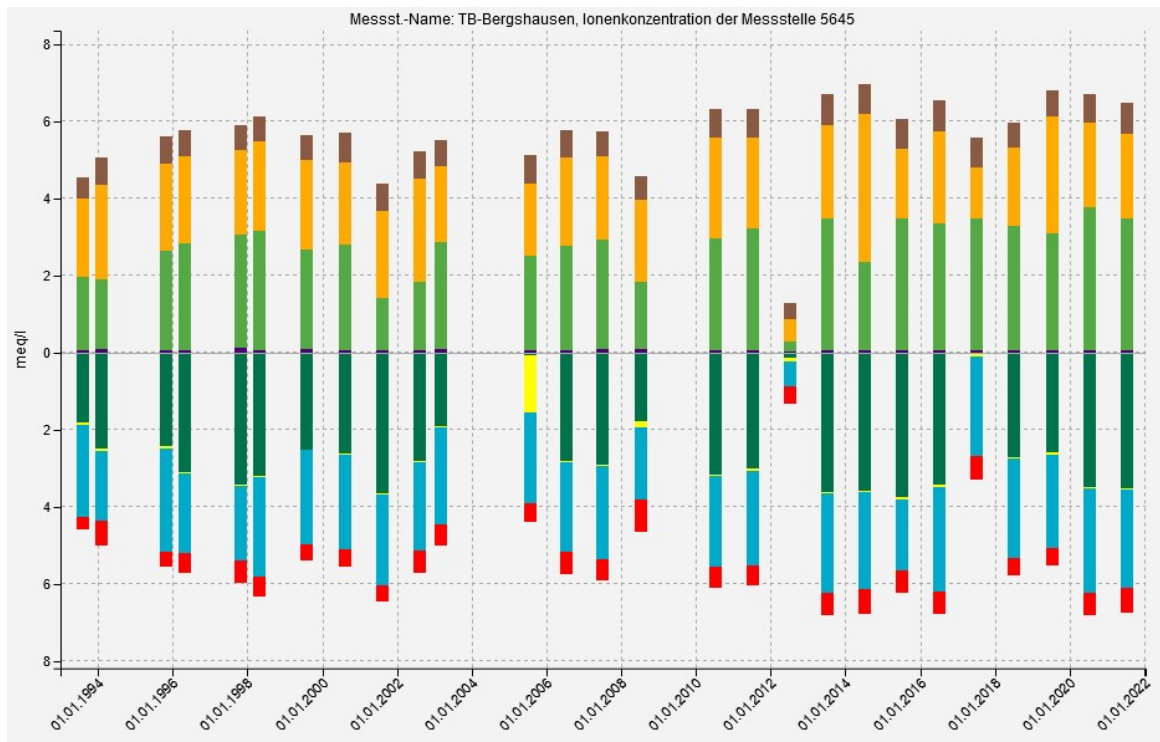


Abbildung 35: Ionenkonzentrationen des TB Bergshausen (Messstellen-ID: 5645)

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de>, zuletzt abgerufen 2023-10-17

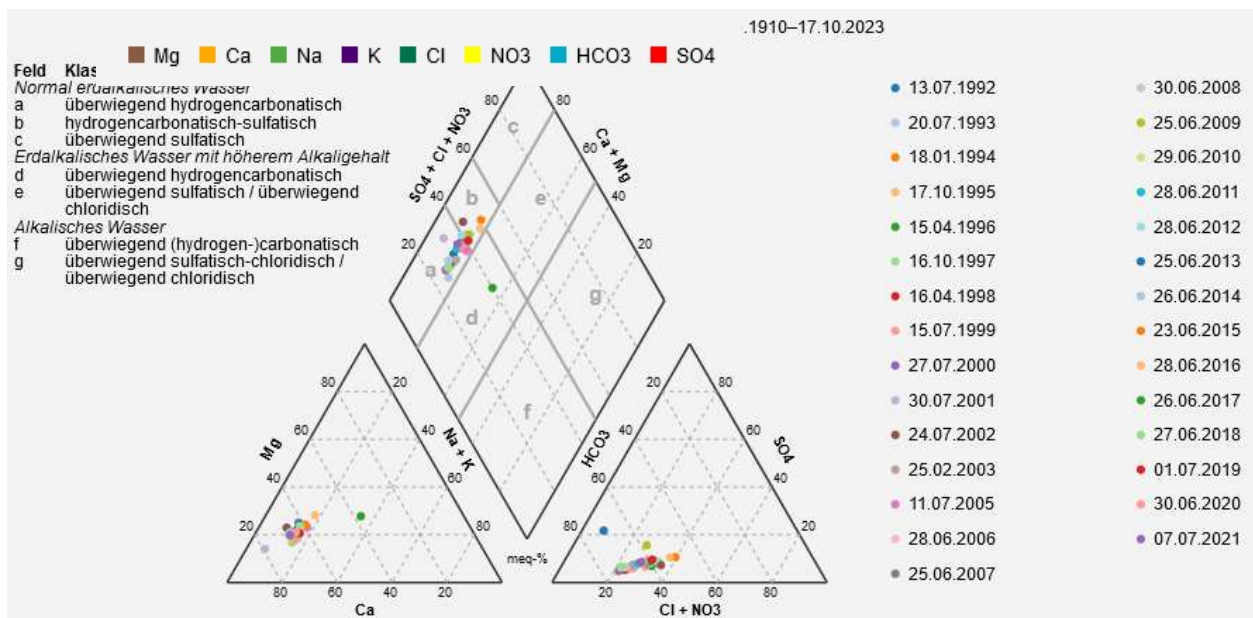


Abbildung 36: Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) des TB Dennhausen (Messstellen-ID: 5565)

Datenquelle: zuletzt abgerufen 2023-10-17, <https://gruschu.hessen.de>

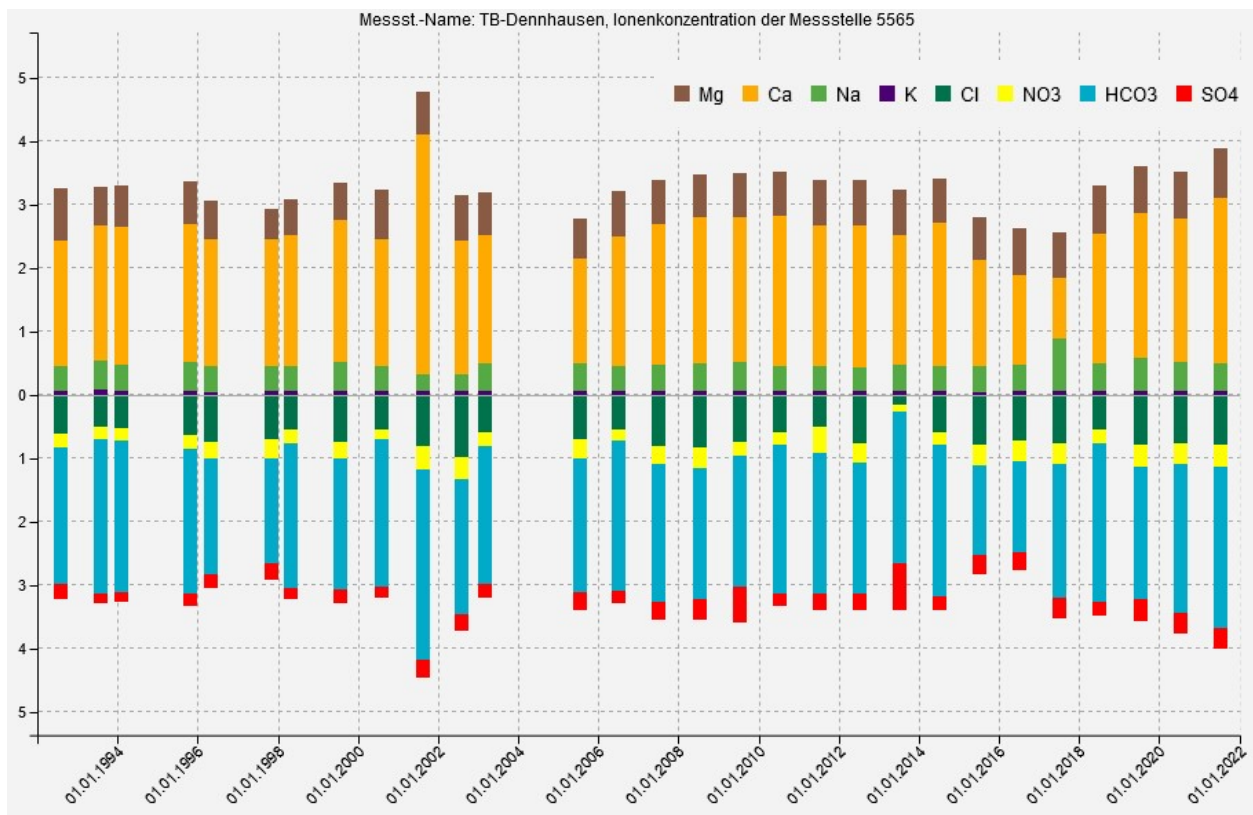


Abbildung 37: Ionenkonzentrationen des TB Dennhausen (Messstellen-ID: 5565)

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de>, zuletzt abgerufen 2023-10-17

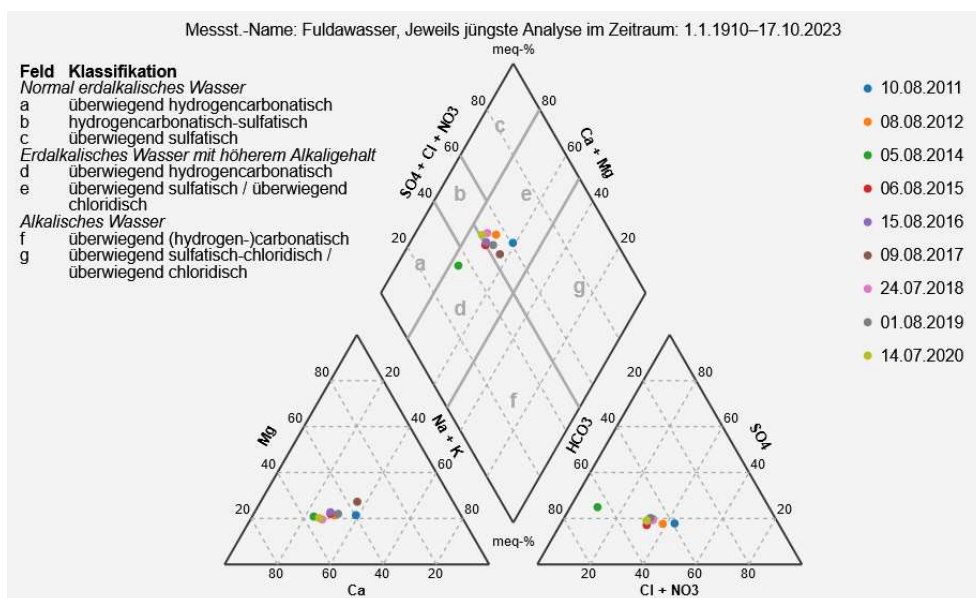


Abbildung 38: Piper-Diagramm und Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) der Fuldamessstelle (Messstellen-ID: 16691) an der Neuen Mühle

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de>, zuletzt abgerufen 2023-10-17

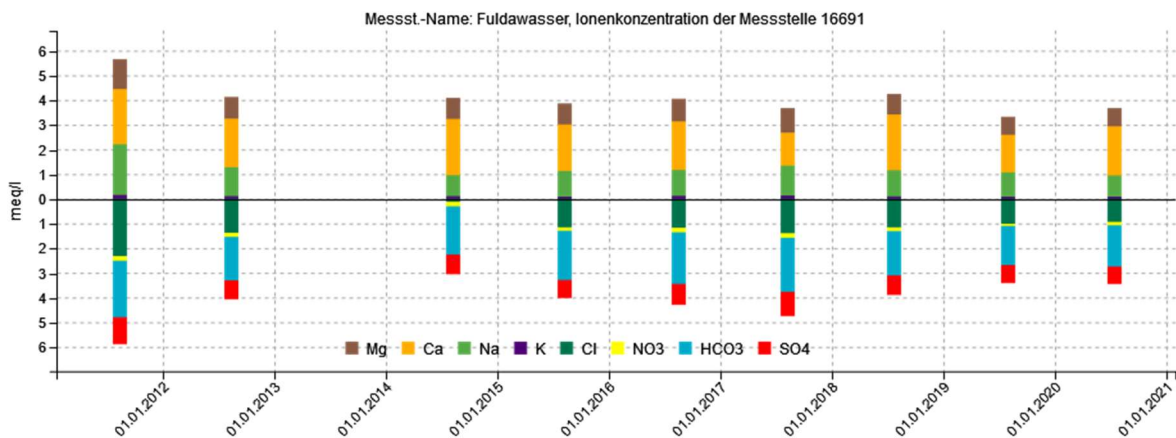


Abbildung 39: Ionenkonzentrationen der Fuldamessstelle (Messstellen-ID: 16691) an der Neuen Mühle

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de>, zuletzt abgerufen 2023-10-17

Aus den Piperdiagrammen der Abbildungen 32 bis 38 lässt sich neben der Klassifikation noch folgendes ableiten: die Analysen der Wässer aus dem Brunnen

- TB Wellerode III und TB Wellerode IV plotten alle in einem eng begrenzten Bereich und sind somit über die Jahre relativ homogen. Die beiden Brunnenwässer repräsentieren den unbeeinflussten natürlichen Anstrom des Grundwasserkörpers 4290_5201 aus der Söhre in Richtung Nordwesten und können als hydrochemische Referenz für die anderen Brunnen dienen.
- TB Bergshausen streuen sehr stark und sind in den unteren beiden Dreiecken linear angeordnet. Die Streuung lässt sich mit der Darstellung in Abbildung 35 auf die Ionen Natrium und Chlorid zurückführen, alle anderen An- und Kationen sind relativ stabil bis auf selten auftretende höhere Konzentrationen von Nitrat. Aus der Abbildung 35 wird auch deutlich, dass die Chlorid- und Natriumkonzentrationen der Analysen ab 2013 überwiegend bei über 3 meq/l liegen, während sie vorher überwiegend darunter lagen.
- TB Dennhausen besitzt, bezogen auf die Kationen, relativ konstante Konzentrationen. Chlorid schwankt leicht zwischen 0,5 und 1 meq/l, deutlicher schwanken Calcium und Hydrogencarbonat.
- Das Fuldawasser weist eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Wasser aus dem TB Bergshausen auf. Die Konzentration der dargestellten Hauptan- und -kationen ist deutlich niedriger als im TB Bergshausen, insbesondere im Hinblick auf das Chlorid.

9 GEPLANTES VORGEHEN ZUR UMSETZUNG DER PUMPVERSUCHE

9.1 Vorarbeiten

Zur Umsetzung des Pumpversuchs sind keine baulichen Vorarbeiten notwendig.

Für den Pumpversuch ist kein Wasserrechtsantrag mit Einleiterlaubnis zu beantragen. Der Pumpversuch findet im Routinebetrieb statt, so dass sich der Versuch im Rahmen der Wasserrechtlichen Genehmigung bewegt. Das geförderte Wasser wurde dem/den Hochbehälter(n) zugeleitet.

Durch die Förderung wird der Wasserspiegel im Brunnen abgesenkt und unter kontrollierten Bedingungen die Förderrate konstant gehalten. Ziel der kontrollierten Bedingungen ist die konstante Förderung; der Wasserstand kann hierbei sowohl konstant (quasi stationär) als auch instationär sein. In den Grundwassermessstellen sind instationäre Wasserstandsverläufe zu erwarten. Da aus Gründen der Versorgungssituation zumindest bei Förderung aus dem Brunnen Dennhausen, der Pumpversuch nur einen Tag dauern kann, wird nach Ablauf der Zeit die Pumpe abgestellt und der Wiederanstieg des Grundwassers gemessen. Während des Pumpversuchs sollten anderweitige Beeinflussungen des Grundwasserregimes möglichst nicht erfolgen. Aufgrund der Vorgespräche mit der Gemeinde Lohfelden werden die Brunnen der umliegenden Wassergewinnung in den Brunnen Wellerode III und TB Wellerode IV für die Dauer der Pumpversuche abgeschaltet.

9.2 Allgemeine Festlegungen

Die Messkampagne sollte möglichst in einem niederschlagsarmen Zeitraum durchgeführt werden.

Die Messintervalle an den einzelnen Beobachtungspunkten wurden auf minütlich (TB Bergshausen und TB Dennhausen) bzw. 10-minütlich (TB Wellerode III, TB Wellerode IV, Grundwassermessstellen und Fuldapegel) eingestellt.

9.3 Festlegung Pumpraten und Förderdauer für den Pumpversuch

Vor Beginn des Pumpversuchs sind die jeweiligen Brunnen soweit möglich rechtzeitig abzuschalten, um den Ruhewasserspiegel sicher zu ermitteln. Aus der projektbezogenen Grundwassermessung während des Pumpversuchs sollen, sofern möglich, für den Zeitraum des Pumpversuchs (Ruhestand, Absenkungsstände) später Grundwassergleichenpläne erstellt werden.

Da die Pumpversuche zeitlich begrenzt im laufenden Betrieb erfolgen müssen und zunächst nur dazu dienen sollen zu erkennen, ob, und wenn ja, wessen Brunnenentnahmetrichter bis in den Bereich der Grundwassermessstellen reicht, können keine Pumpversuche nach den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblatts W 111 [6] ausgeführt werden. Daher wird nur ein eingeschränkter Grundwasserleitertest nach Abbildung 40 ausgeführt.

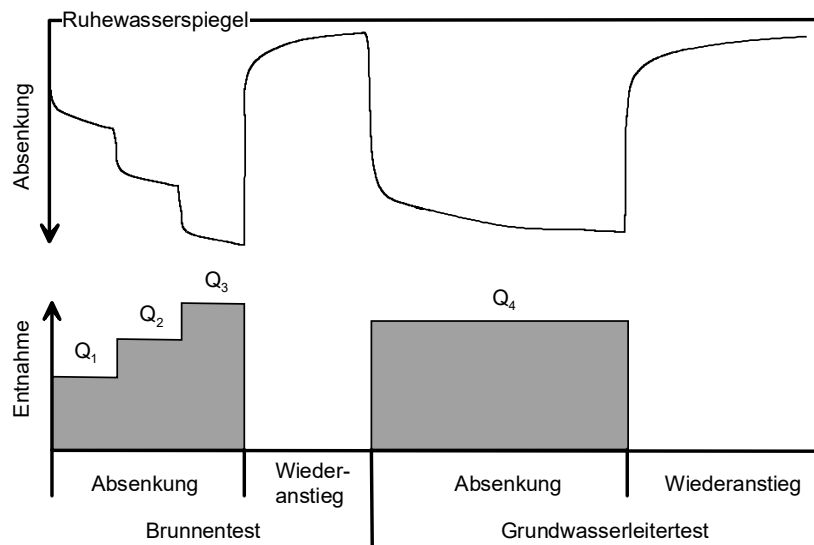


Abbildung 40: Schema zur Durchführung des Pumpversuchs

Der Pumpversuch ist ein relativ aufwendig kontrolliertes Feldexperiment, mit dem man die Leistung eines Brunnens, die wasserleitenden und -speichernden Eigenschaften eines Aquifers in situ bestimmen kann. Um dieses Ziel zu erreichen wird der Pumpversuch zweckmäßigerweise in zwei Phasen, den Brunnen- und den Aquifertest (Grundwasserleiter-), unterteilt (Abbildung 40). Im vorliegenden Fall erfolgt nur der eingeschränkte Aquifertest.

Der Hauptpumpversuch als Grundwasserleiter-/Aquifertest gemäß Abbildung 40 wird mit einer möglichst hohen Leistung in Abhängigkeit der jeweilig eingebauten Pumpe ausgeführt. Die Dauer kann zeitlich mit einem Tag angegeben werden. Die Wiederanstiegsmessung sollte in Bezug zu seiner Dauer so bemessen sein, dass er mindestens $\frac{3}{4}$ der Zeit der vorangegangenen Leistungsstufe beträgt, sofern sich der Ruhewasserspiegel nicht vorher einstellt.

Während des Pumpversuchs sollten anderweitige Beeinflussungen des Grundwasserregimes möglichst nicht erfolgen, sind aber nicht auszuschließen. Hierzu zählen größere Grundwasserentnahmen, -infiltrationen und Niederschläge.

9.4 Ableitung des geförderten Wassers

Es ist vorgesehen, das abgepumpte Wasser in den jeweils angeschlossenen HB zu leiten und zu nutzen. Soweit es einen Überlauf aus dem Hochbehälter während des Pumpversuchs gibt, sollte das Wasser möglichst nicht in Richtung der Förderbrunnen/Grundwassermessstellen geleitet werden, damit dieses Wasser nicht den Wasserspiegel des beeinflusst.

9.5 Messprogramme

9.5.1 Grundwasserstandsmessung

Wasserspiegelmessungen im Grundwasser werden an den folgenden Einrichtungen durchgeführt:

- a) Förderbrunnen
- b) Grundwassermessstellen

Die Grundwasserstandsmessungen an den Förderbrunnen und Grundwassermessstellen erfolgt mittels Druckmesssonde und Datenlogger. Die Anforderungen sind in Tabelle 3 dargestellt und gelten für alle Pumpversuche und die Wiederanstiegsmessung.

Messort	Versuch	Messintervall	
		Soll	Ist
TB Bergshausen und TB Dennhausen	Vor, während und nach Pumpversuch = PV	<10 Min.	minütlich
TB Wellerode III und TB Wellerode IV	Vor, während und nach Pumpversuch = PV	<10 Min.	10 Min.
Grundwassermessstellen	Vor, während und nach Pumpversuch = PV	<10 Min.	10 Min.

Tabelle 3: Messintervall der Wasserspiegelmessung Brunnen- und Grundwassermessstellen des Untersuchungsprogramms

9.5.1.1 Förderbrunnen und -rate

Für die Brunnen werden die vorhandenen Pumpen genutzt:

Brunnen	Eingebaute Pumpe	
	Förderleistung [m ³ /h]	Einbautiefe [m NN]
TB Bergshausen	20	112 - 109
TB Dennhausen	90	110-107
TB Wellerode IV	20	188*

Tabelle 4: Abgeleitete Leistungsstufen für die Pumpversuche in den Brunnen

*E-Mail Gemeinde Lohfelden, 24.05.2023

Die Erfassung der Fördermenge erfolgt mittels elektronischem Durchflussmessgerät und Datenlogger.

Für Pumpversuch in den Brunnen TB Bergshausen, TB Dennhausen und TB Wellerode IV ist ein Grundwasserleitertest mit einer Fördermenge von ca. 20 m³/h, 90 m³/h und 20 m³/h sowie jeweils einer Dauer von bis zu einem Tag geplant.

9.5.2 Pegel am Oberflächengewässer

Zur Überwachung der Wasserspiegel des Vorfluters Fulda wurde an einer geeigneten Stelle ein Pegel errichtet und der Wasserspiegel kontinuierlich gemessen. Das Messintervall wurde auf 10-minütlich eingestellt.

Messort	Versuch	Messintervall	
Fuldapegel	Vor, während und nach Pumpversuch = PV	<10 Min.	10 Min.

Tabelle 5: Messintervall der Wasserspiegelmessung Pegel Fulda

9.5.3 Ablauf der Pumpversuche

Der geplante Ablauf der Pumpversuche ist in Tabelle 6 dargestellt.

Brunnen	1. PV Versuch		2. PV Versuch		3. PV Versuch	
	Pumpe	Dauer exkl. Wiederanstieg	Pumpe	Dauer exkl. Wiederanstieg	Pumpe	Dauer exkl. Wiederanstieg
TB Bergshausen	ein	≥ 1 d	aus		aus	
TB Dennhausen	aus		ein	≥ 1 d	möglichst aus	
TB Wellerode IV	aus		aus		ein	≥ 1 d
TB Wellerode III	aus		aus		aus	

Tabelle 6: Ablauf der Pumpversuche

9.5.4 Protokolle

Die Messdaten der Datenlogger und der Begleitmessungen sind, sofern technisch möglich, arbeits-tätig auszulesen, zu sichern und spätestens zum Ende des Pumpversuchs dem Gutachter als Datei (Excel-, asc-, txt-Format) zu übergeben.

10 DURCHFÜHRUNG DER PUMPVERSUCHE

Nach ausführlicher Planung der Pumpversuche kam es final zu deren Realisierung. In Tabelle 7 sind die Zeiträume dargestellt, in welchen die drei in Tabelle 6 skizzierten Pumpversuche realisiert wurden. Der Pumpversuch stellt das zentrale Experiment für die dem Gutachten zugrundeliegenden hydrogeologischen Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise bezüglich der neuen Brücke und deren Verhältnis zu den Brunnen Bergshausen und Dennhausen dar.

	Förderbrunnen	Start	Ende	Δt [hh:mm]	max. Absenkung	Fördervolumen [m ³ /h]
1. PV	TB Bergshausen	26.06.2023; 15:06:59 Uhr	28.06.2023; 13:11:59 Uhr	46:05	2,81 m	21,05
2. PV	TB Dennhausen	03.07.2023; 14:09:59 Uhr	04.07.2023; 15:22:59 Uhr	25:13	7,44 m	90,57
3. PV	TB Wellerode IV	12.07.2023; 08:40:00 Uhr	13.07.2023; 14:00:00 Uhr	29:20	5,26 m	29,87

Tabelle 7: Details zu den realisierten Pumpversuchen

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, erfüllen alle 3 Pumpversuche das in Tabelle 6 geforderte Kriterium, dass sich diese exklusive des Wiederanstiegs des Wasserspiegels jeweils über einen Zeitraum von > 1d erstrecken.

Die tatsächlichen Fördervolumina im Rahmen der Versuche in Bezug auf die ursprüngliche Planung entsprechen bei den PV 1 und 2 dem avisierten Förderstrom. Bei PV 3 hingegen werden ca. 30 m³/h im Vergleich zu den geplanten 20 m³/h gefördert. Dies stellt kein Problem dar, sondern könnte sich positiv auf einen möglichen Nachweis der Beeinflussungen der beteiligten Brunnen auswirken.

Um das Systemverständnis zu schärfen und die Wirkzusammenhänge zwischen den Brunnen besser nachvollziehen zu können, sind in Tabelle 8 die Distanzen zwischen den einzelnen Brunnen sowie den GWMs aufgeführt. Konkret handelt es sich bei diesen um die direkte Luftlinie zwischen den Einzelobjekten.

	TB Bergshausen	TB Dennhausen	TB III Wellerode	TB IV Wellerode	Pegel Fulda	GWM 7_4 B	GWM 07H 82_1
TB Bergshausen	0	~ 1.765	~ 2.545	~ 1.550	~ 340	~ 470	~ 465
TB Dennhausen	~ 1.765	0	~ 2.890	~ 2.200	~ 1.450	~ 1.365	~ 1.330
TB III Wellerode	~ 2.545	~ 2.890	0	~ 1.005	~ 2.405	~ 2.305	~ 2.405
TB IV Wellerode	~ 1.550	~ 2.200	~ 1.005	0	~ 1.420	~ 1.332	~ 1.440
Pegel Fulda	~ 340	~ 1.450	~ 2.405	~ 1.420	0	~ 140	~ 130
GWM 7_4 B	~ 470	~ 1.365	~ 2.305	~ 1.332	~ 140	0	~ 110
GWM 07H 82_1	~ 465	~ 1.330	~ 2.405	~ 1.440	~ 130	~ 110	0

Tabelle 8: Distanzen (in [m]) zwischen den TBs und GWMs – Luftlinie

11 ERGEBNISSE DER PUMPVERSUCHE

11.1 Übermittelte Daten

Die der Auswertung des Pumpversuchs übermittelten Daten sind in Tabelle 9 dargestellt.

Pumpversuch Fuldabrück - Datengrundlage							
Datum E-mail	E-mail von	Dateiname	Beginn Datenaufzeichnung	Ende Datenaufzeichnung	Messintervall	Messung in	Bemerkung
16.03.2023	Städtische Werke	WASSERA_Pro_20230316.csv	27.02.2023 00:00:00	16.03.2023 06:00:00	minütlich	TB Bergshausen und Dennhausen	
16.03.2023	Städtische Werke	Daten aus dem System bis 15.03.2023.csv	28.02.2023 00:00:00	15.03.2023 23:50:00	10 min	GWM 7/4 B/T2 und GWM 07.H82.1	
04.04.2023	Städtische Werke	Daten aus dem System bis 31.03.2023.csv	16.03.2023 00:00:00	31.03.2023 23:50:00	10 min	GWM 7/4 B/T2 und GWM 07.H82.1	
04.05.2023	Städtische Werke	Daten aus dem System bis 30.04.2023.csv	01.04.2023 00:00:00	30.04.2023 23:50:00	10 min	GWM 7/4 B/T2 und GWM 07.H82.1	
04.05.2023	Städtische Werke	WASSERA_Pro_20230504.csv	16.03.2023 06:00:00	04.05.2023 06:00:00	minütlich	TB Bergshausen und Dennhausen	
25.05.2023	Städtische Werke	Daten aus dem System bis 24.05.2023.csv	01.05.2023 00:00:00	24.05.2023 23:50:00	10 min	GWM 7/4 B/T2 und GWM 07.H82.1 und Pegel Fulda	Fuldapegel ab 11.05.2023 09:50:00
24.07.2023	Städtische Werke	Daten aus dem System bis 18.07.2023.csv	24.05.2023 00:00:00	18.07.2023 08:00:00	10 min	GWM 7/4 B/T2 und GWM 07.H82.1 und Pegel Fulda	
24.07.2023	Städtische Werke	WASSERA_Int1_20230721.csv	22.01.2023 00:00:00	21.07.2023 06:00:00	stündlich	TB Bergshausen und Dennhausen	Höhenfehler 22.01. - 25.06. WSP TB Bergshausen
18.07.2023	Städtische Werke	2023-06-25_Pumpversuch Fuldabrück.xlsx	25.06.2023 06:00:00	15.07.2023 06:00:00	minütlich	TB Bergshausen und Dennhausen	
20.07.2023	Gem. Lohfelden	Brunnen 3 - 23.06.23 - 03.07.23.csv	23.06.2023 00:30:00	03.07.2023 19:40:00	10 min	Wellerode III	
21.07.2023	Gem. Lohfelden	Brunnen 4 - 23.06.23 - 03.07.23.csv	23.06.2023 00:30:00	03.07.2023 19:40:00	10 min	Wellerode IV	
22.07.2023	Gem. Lohfelden	Brunnen 3 - 03.07.23 - 14.07.23.csv	03.07.2023 19:50:00	14.07.2023 23:30:00	10 min	Wellerode III	
23.07.2023	Gem. Lohfelden	Brunnen 4 - 03.07.23 - 14.07.23.csv	03.07.2023 19:50:00	14.07.2023 23:30:00	10 min	Wellerode IV	
29.09.2023	Städtische Werke	WSP TB Bergsh-Dennh-GWMs bis 2023-07-15-Korrektur.xlsx	28.02.2023 00:00:00	15.07.2023 06:00:00	minütlich	TB Bergshausen und Dennhausen	Korrigierter Höhenfehler 22.01. - 25.06. WSP TB Bergshausen

Tabelle 9: Übermittelte Daten

11.2 Ergebnisse für die Brunnen

Der komplette Betrachtungszeitraum für den Pumpversuch erstreckt sich vom 23.06.2023, 00:00 Uhr bis zum 15.07.2023, 06:00 Uhr. In diesem Zeitraum fanden die in Tabelle 7 skizzierten Pumpversuche statt, welche in Abbildung 41 mit allen vier Brunnen dargestellt sind. Die länger andauernden Förder- bzw. Ruhephasen während der Pumpversuche heben sich deutlich vom laufenden Regelbetrieb der Brunnen ab. Jedoch soll sich eine nähere Betrachtung der einzelnen Pumpversuche in den Abbildung 42, Abbildung 43 und Abbildung 44 anschließen, welche eine wesentlich detailliertere Ansicht der PV-Zeiträume offerieren.

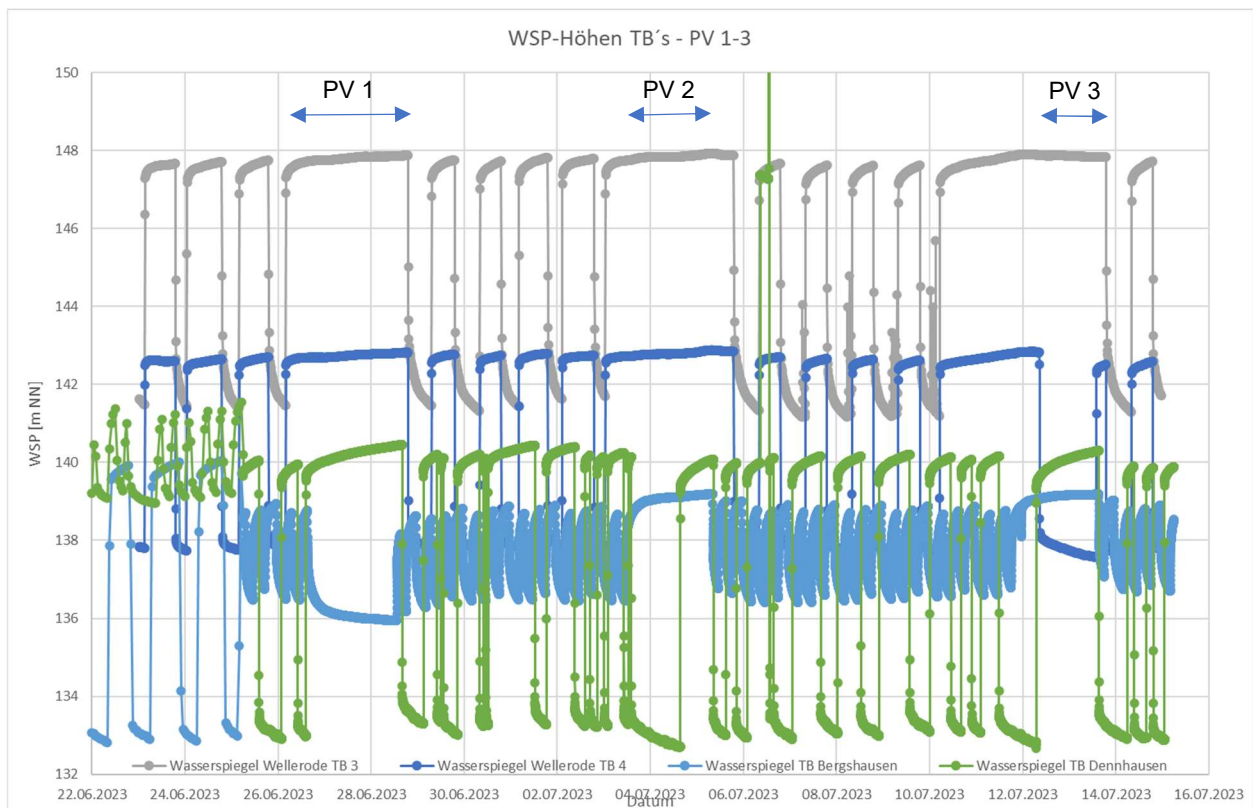


Abbildung 41: Wasserspiegel in den TBs während der Pumpversuche

11.2.1 Pumpversuch 1 – Förderung TB Bergshausen

Beim Pumpversuche 1 diente der Brunnen Bergshausen als Förderbrunnen, die Brunnen Dennhausen, Wellerode III und IV wurden abgeschaltet und fungierten zusammen mit den beiden Grundwassermessstellen und dem Fulda-Pegel als Beobachtungsstellen. Die Details des ca. 46-stündigen Pumpversuchs sind in Tabelle 7 aufgeführt und in Abbildung 42 dargestellt. Der Pumpversuch im TB Bergshausen fand in der Zeit vom 26.06.2023 15:06 Uhr bis 28.06.2023 11:11 Uhr statt.

Während des PV1 mit einer Förderleistung von 21,05 m³/h sinkt der WSP um 2,81 m in dem Brunnen Bergshausen und nähert sich asymptotisch an eine Wasserstandshöhe zum Ende des PVs von 135,95 m NHN an. Ein Beharrungszustand wurde nicht erreicht. Die WSP-Höhen der anderen TBs hingegen steigen stetig an und streben einem entsprechenden Höchstwert gegen Ende des PVs entgegen. Bis auf TB Wellerode III und IV wurden keine Beharrungszustände/Ruhewasserspiegel erreicht. Diese Endwerte belaufen sich auf die nachfolgend aufgeführten WSP-Höhen:

- TB Bergshausen: 135,95 m NHN Förderwasserspiegel zum Ende des PVs 1
- TB Dennhausen: 140,43 m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 1
- TB Wellerode III: 147,86 m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 1
- TB Wellerode IV: 142,80 m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 1

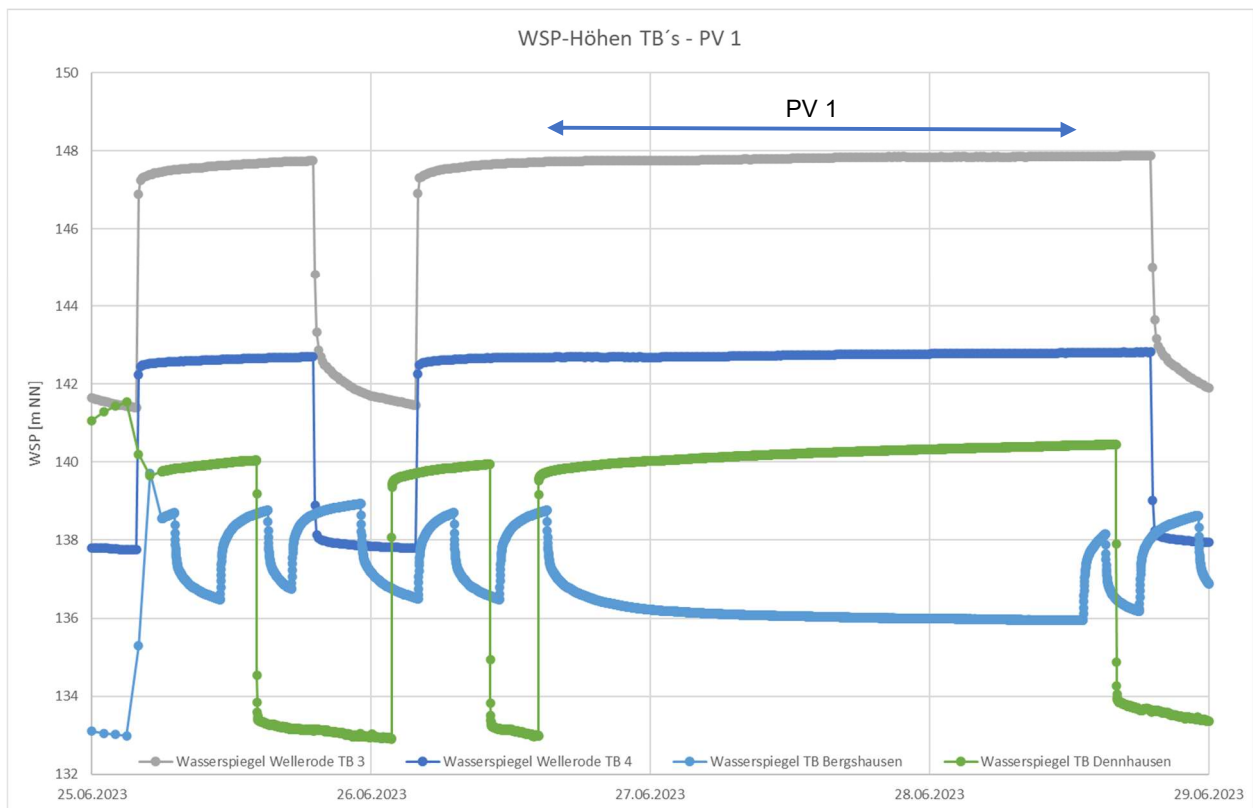


Abbildung 42: Wasserspiegel in den TBs – PV1

Auswirkungen auf die anderen Brunnen ist in den Messwerten nicht zu beobachten.

11.2.2 Pumpversuch 2 – Förderung TB Dennhausen

Beim Pumpversuche 2 diente der Brunnen Dennhausen als Förderbrunnen, die Brunnen Bergshausen, Wellerode III und Wellerode IV wurden abgeschaltet und dienten zusammen mit den beiden Grundwassermessstellen und dem Fulda-Pegel als Beobachtungsstellen. Die Details des ca. 25-stündigen Pumpversuchs sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Der Betrachtungszeitraum der WSP-Höhen in Abbildung 43 während des Pumpversuchs 2 erstreckt sich vom 03.07.2023, 14:09 Uhr bis zum 04.07.2023, 15:23 Uhr. Während des PV 2 mit einer Förderleistung von 90,57 m³/h sinkt der WSP um 7,44 m im Brunnen Dennhausen und nähert sich asymptotisches an eine Wasserstandshöhe gegen Ende des PVs von 132,70 m NHN an. Ein Beharrungszustand wurde nicht erreicht. Die WSP-Höhen der anderen TBs hingegen steigen stetig an und streben einem entsprechenden Höchstwert gegen Ende des PVs entgegen. Alle Brunnen erreichten annähernd einen Beharrungszustand/Ruhewasserspiegel.

Diese Endwerte belaufen sich auf die nachfolgend aufgeführten WSP-Höhen:

- TB Dennhausen: 132,70 m NHN Förderwasserspiegel zum Ende des PVs 2
- TB Bergshausen: 139,11 m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 2
- TB Wellerode III: 147,84 m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 2
- TB Wellerode IV: 142,78 m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 2

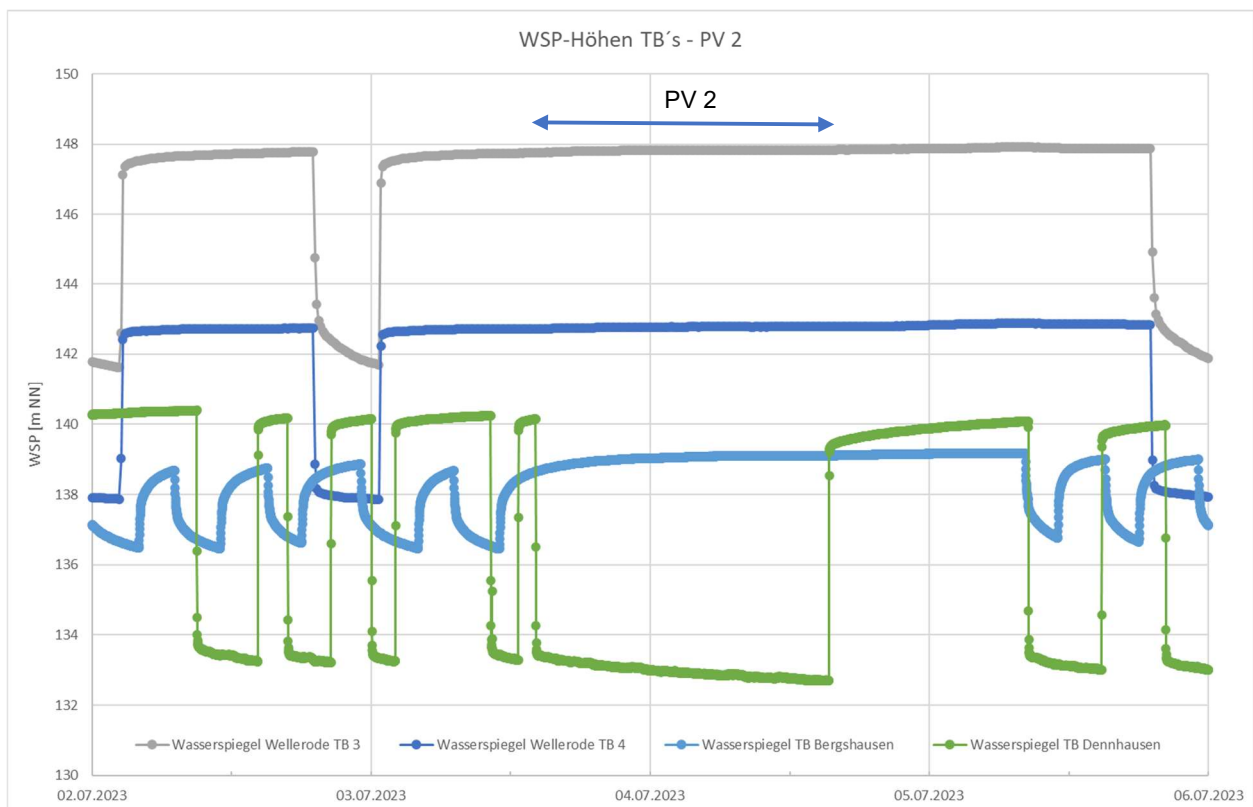


Abbildung 43: Wasserspiegel in den TBs – PV2

Beim Vergleich dieser Werte mit jenen aus dem Graphen aus Abbildung 42, fällt auf, dass bei den Graphen des TB Wellerode III und IV im Verlaufe des 05.07.2023 ein leichtes Absinken der WSP-Höhen zu konstatieren. Ob dieses leichte Absinken auf den Förderbetrieb im TB Dennhausen oder ggf. auf die Brunnen TB IA bzw. II am Herchenbach zurückzuführen ist, ist derzeit unklar, weil die Wasserspiegel- und Förderdaten der letztgenannten beiden Brunnen nicht vorliegen und eine entsprechende Anfrage bislang unbeantwortet blieb.

Auswirkungen auf den Brunnen Bergshausen sind nicht zu beobachten.

11.2.3 Pumpversuch 3 – Förderung TB Wellerode IV

Beim Pumpversuch 3 diente der Brunnen Wellerode IV als Förderbrunnen, die Brunnen Bergshausen, Dennhausen und Wellerode III wurden abgeschaltet und fungierten zusammen mit den beiden Grundwassermessstellen und dem Fulda-Pegel als Beobachtungsstellen.

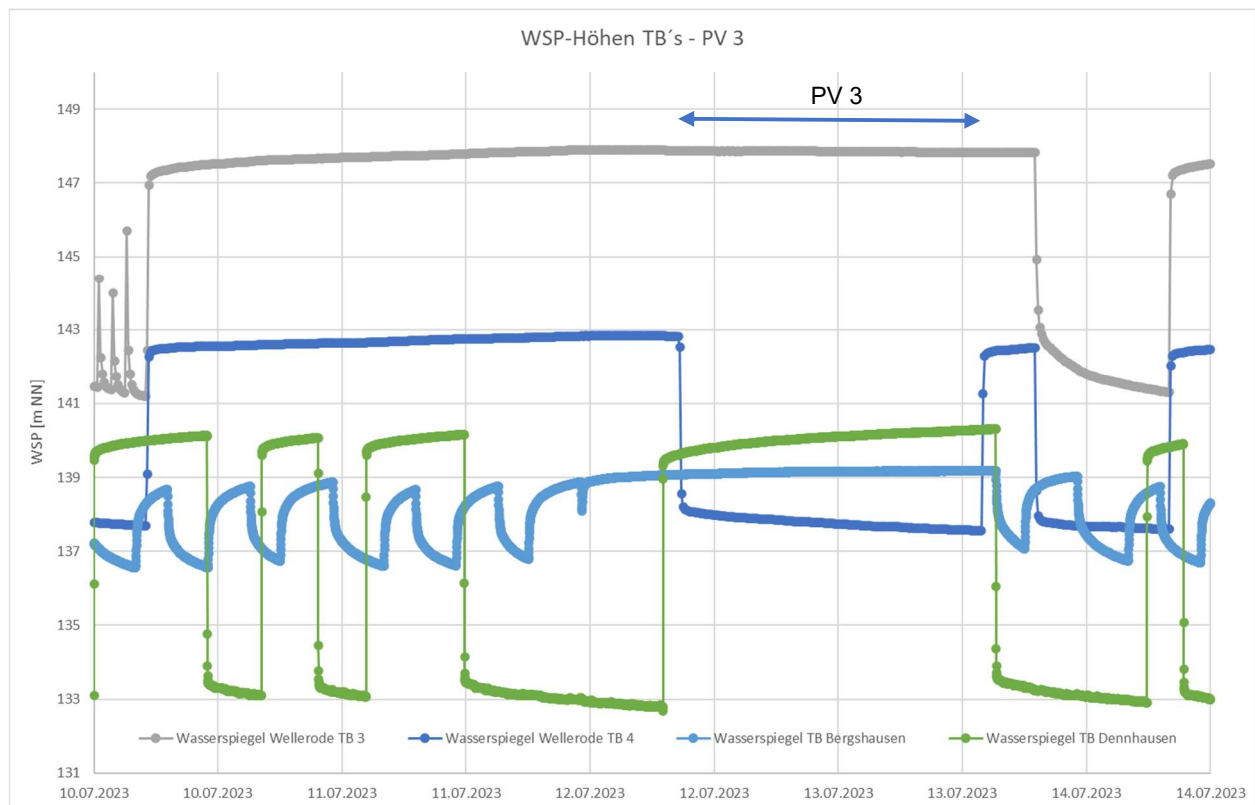


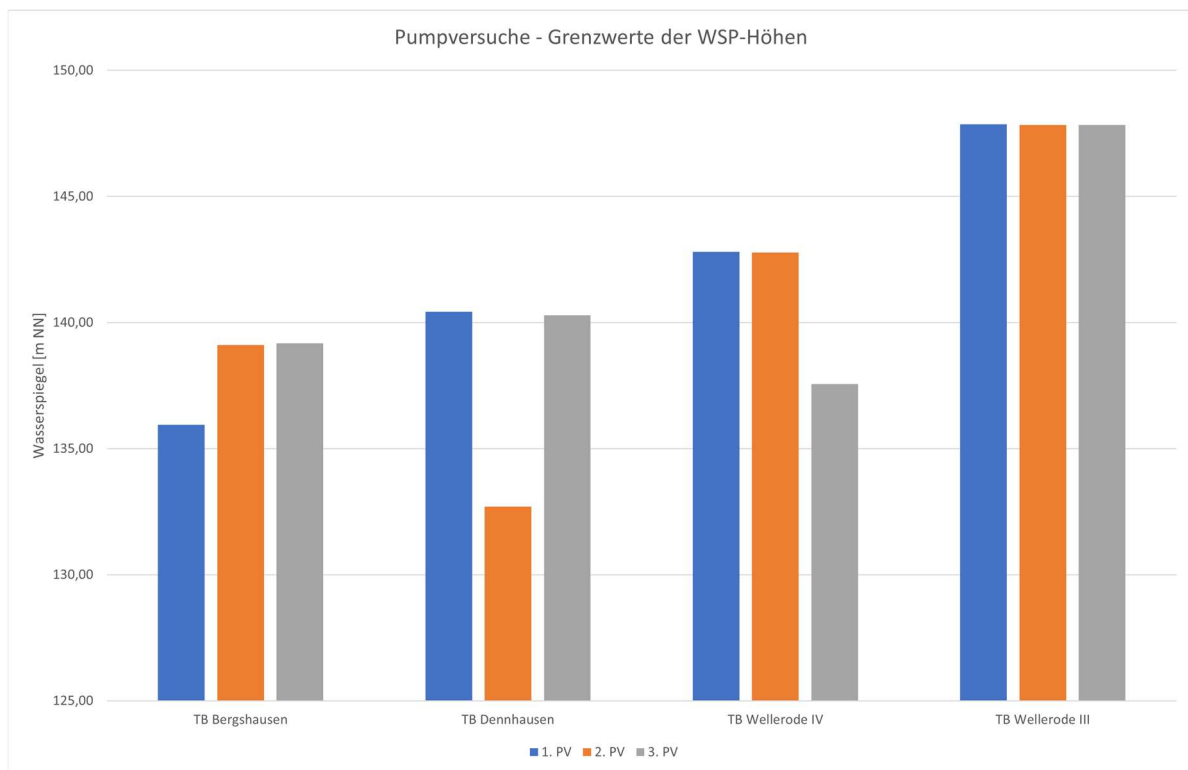
Abbildung 44: Wasserspiegel in den TBs – PV3

Der Betrachtungszeitraum der WSP-Höhen in Abbildung 44 während des Pumpversuchs 3 erstreckt sich vom 12.07.2023, 08:40 Uhr bis zum 12.07.2023, 14:00 Uhr. Während des PV 3 mit einer Förderleistung von 29,87 m³/h sinkt der WSP um 5,26 m im Brunnen Dennhausen und nähert sich asymptotisch an eine Wasserstandshöhe gegen Ende des PVs von 137,56 m NHN an. Ein Beharrungszustand wurde nicht erreicht. Die WSP-Höhen der anderen TBs hingegen steigen stetig an und streben den nachfolgend aufgeführten Höchstwerten gegen Ende des PVs entgegen. Die Brunnen TB Wellerode III und TB Bergshausen erreichten annähernd einen Beharrungszustand/Ruhewasserspiegel.

- | | | |
|---------------------|--------|--|
| ➤ TB Wellerode IV: | 137,56 | m NHN Förderwasserspiegel zum Ende des PVs 3 |
| ➤ TB Bergshausen: | 139,18 | m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 3 |
| ➤ TB Dennhausen: | 140,29 | m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 3 |
| ➤ TB Wellerode III: | 147,83 | m NHN „Ruhewasserspiegel“ zum Ende des PVs 3 |

Eine Beeinflussung des Wasserspiegels durch den Pumpversuch im TB Wellerode IV auf die Brunnen TB Bergshausen oder TB Dennhausen waren nicht zu beobachten. Ferner ist bei dem Graphen der Abbildung 44 des TB Wellerode III im Verlaufe des 12. und 14.07.2023 ein leichtes Absinken der WSP-Höhen zu konstatieren. Ob dieses leichte Absinken auf den Förderbetrieb im TB Wellerode IV oder ggf. auf die Brunnen TB IA bzw. II am Herchenbach zurückzuführen ist, ist derzeit unklar, weil die Wasserspiegel- und Förderdaten der letztgenannten beiden Brunnen nicht vorliegen und eine entsprechende Anfrage bislang unbeantwortet blieb.

Eine Übersicht der Höchst-/Tiefstwerte während der Pumpversuche, welche bei Betrachtung der WSP-Höhen der TB's Bergshausen, Dennhausen, Wellerode III und IV angenähert werden, findet sich in Abbildung 45 wieder. Der jeweilige Tiefstwert der Brunnen TB Bergshausen, TB Dennhausen bzw. TB Wellerode IV geben die Wasserspiegel jeweils am Ende des PVs wieder.



	TB Bergshausen	TB Dennhausen	TB Wellerode IV	TB Wellerode III
1. PV	135,95	140,43	142,80	147,86
2. PV	139,11	132,70	142,78	147,84
3. PV	139,18	140,29	137,56	147,83

Abbildung 45: Grenzwerte WSP-Höhen im Rahmen der PVs

Insgesamt zeigt Abbildung 45 bei Betrachtung der Ruhewasserspiegel ein Absinken der Wasserspiegelhöhe vom Brunnen Wellerode III über den TB Wellerode IV zum Brunnen Dennhausen bzw. Bergshausen an.

11.3 Ergebnisse für die Grundwassermessstellen

11.3.1 Die Grundwassermessstellen

Es liegen zwei Grundwassermessstellen für die Wasserspiegelmessungen vor. Die auf der Ostseite der Fulda zwischen dem DLRG Vereinsheim und der Sperresiedlung gelegene GWM 7/4B erschließt den Grundwasserleiter im Mittleren Buntsandstein und besitzt eine Tiefe von 26 m. Die auf der Westseite der Fulda, zwischen der Kläranlage und dem Gut Freienhagen gelegene GWM 07.H82.1 erschließt den Grundwasserleiter im Flussskies der Fuldaaue und besitzt eine Tiefe von 9 m. Dabei ist die GWM 7/4B von besonderem Interesse für die PVs, da sie nicht durch die Fulda von den Brunnen getrennt ist und den gleichen Grundwasserleiter im Mittleren Buntsandstein erschließt, wie die Förderbrunnen.

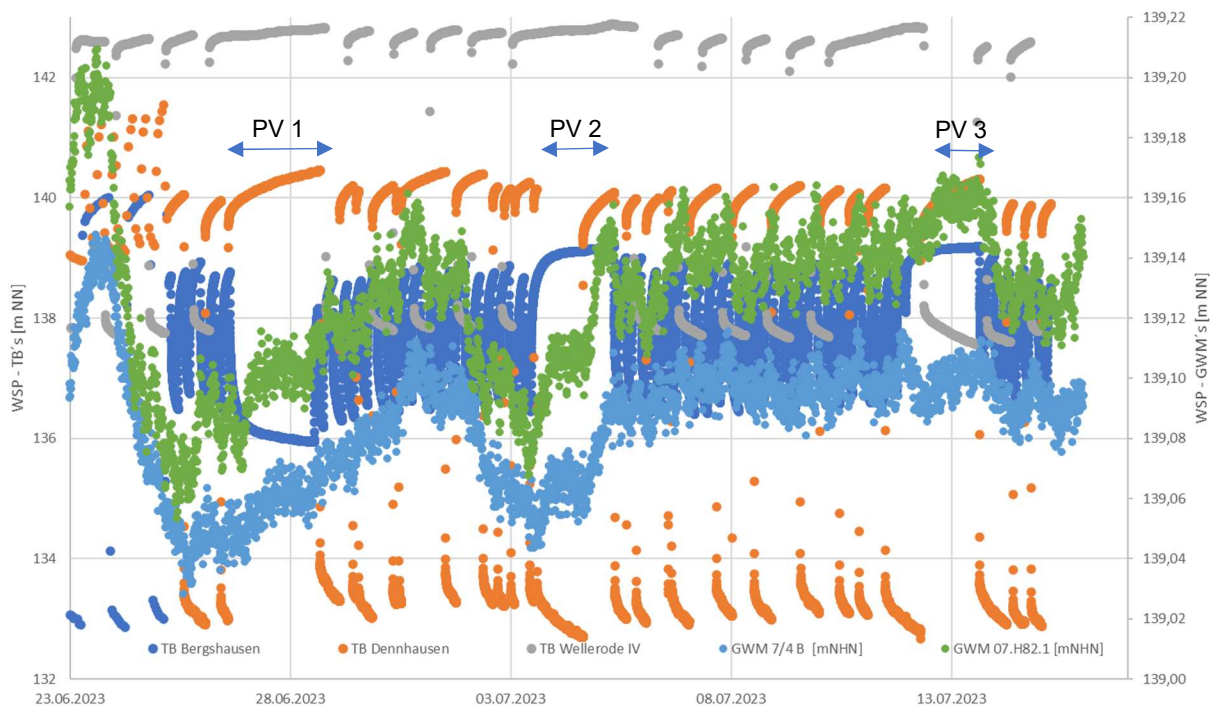


Abbildung 46: WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 1 - 3

In Abbildung 46 finden sich die WSP-Verläufe für die GWMs sowie die Brunnen Bergshausen, Dennhausen und TB Wellerode IV wieder. Auf die Darstellung der Wasserstandsentwicklungen des Brunnens Wellerode III wurde verzichtet, damit die Darstellung als solches nicht zu überladen wirkt. In Abbildung 46 werden die Zeiträume dargestellt, in welchen die Pumpversuche zu verorten sind. Was die WSP-Höhen in den GWMs anbelangt, so ist zunächst zu erkennen, dass jene WSP-Höhen der GWM 07.H82.1 (flach) geringfügig (wenige cm) über jenen der GWM 7/4 B (tief) liegen. Eine nähere Betrachtung schließt sich in den Abbildungen 47 bis 49 an, da die dort dargestellten Ergebnisse eine höhere Detailtreue aufweisen.

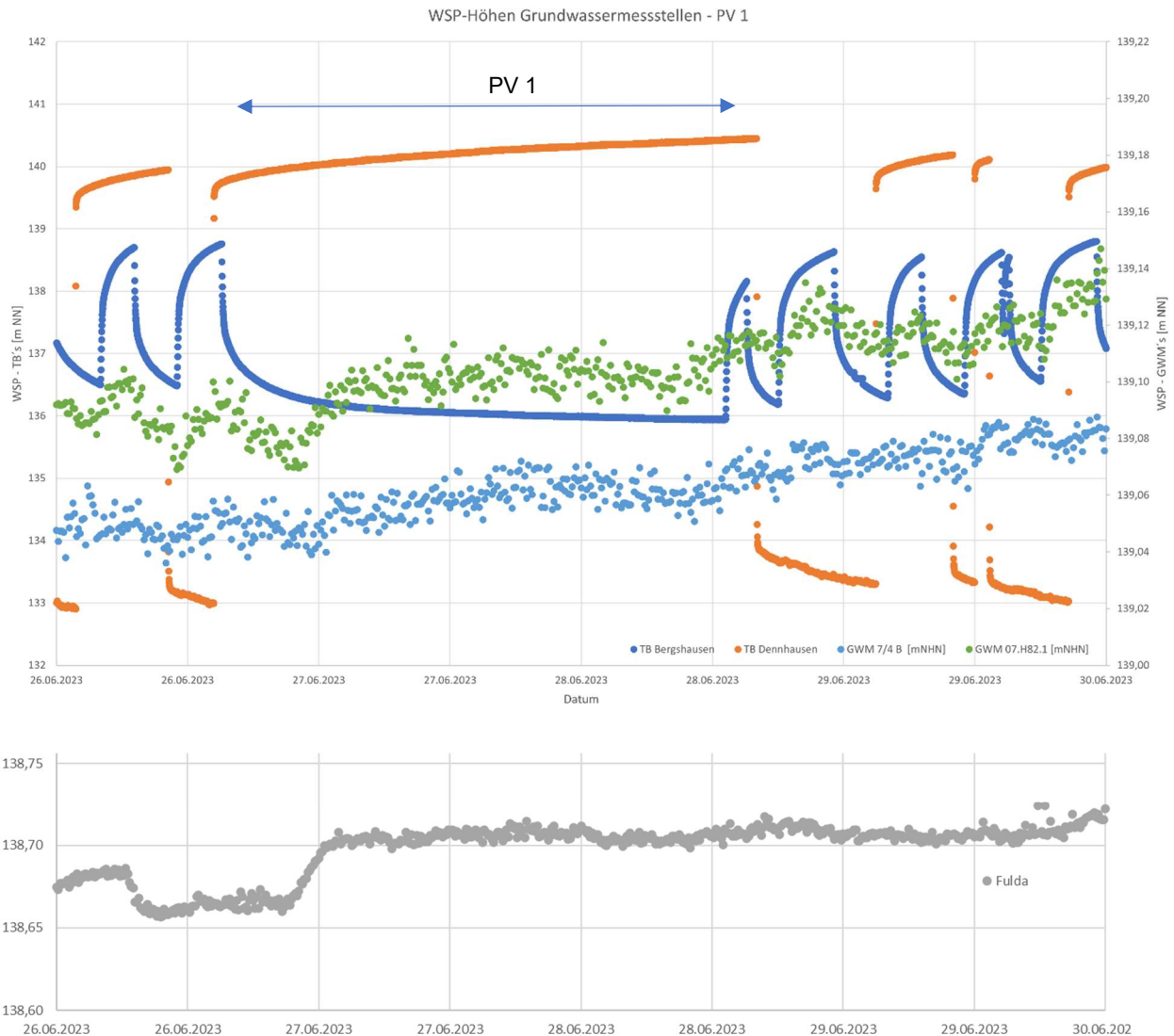


Abbildung 47: WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 1 (unten Fulda)

In dem in Abbildung 46 betrachteten Zeitraum schwanken die Wasserspiegel

- des Brunnens Bergshausen zwischen 140,05 m NN und 132,86 m NN, um 7,19 m,
- des Brunnens Dennhausen zwischen 141,54 m NN und 132,69 m NN, um 8,85 m,
- des Brunnens Wellerode IV zwischen 142,89 m NN und 137,56 m NN, um 5,39 m,
- der GWM 7/4 B zwischen 139,15 m NN und 139,03 m NN, um 0,12 m
- der GWM 07.H82.1 zwischen 139,21 m NN und 139,05 m NN, um 0,16 m und
- der Fulda zwischen 138,82 m NN und 138,63 m NN, um 0,19 m.

11.3.2 PV 1 und die Auswirkungen auf die Grundwassermessstellen

Für PV 1 gilt, dass der TB Bergshausen der Förderbrunnen ist und im Zuge des PV von 138,76 m NN auf 135,85 m NN abfällt, also um 2,81 m. Im Prinzip handelt es sich bei der Darstellung in Abbildung 46 in Bezug auf Abbildung 47 um eine Detailbetrachtung mit Fokussierung auf den PV 1. Die Ergebnisse bezüglich der TB Bergshausen und Dennhausen sind als solches aus dem Kapitel 11.2 bekannt. Was die Verläufe der beiden Graphen der GWMs anbelangt, so können diese als nahezu identisch im Hinblick auf ihre Grundcharakteristik beschrieben werden, wobei die Amplitude des Graphs von GWM 7/4 B gedämpft ist. So kann festgehalten werden, dass im normalen Pumpenbetrieb bei Betrieb der Pumpe im TB Bergshausen der WSP geringfügig (cm-Bereich) absinkt und bei Nicht-Betrieb wieder entsprechend ansteigt. Außerdem lässt sich ein zeitlicher Versatz zwischen dem Absinken der WSPs in den GWMs feststellen. So wird das Minimum des Wasserstands bei der GWM 7/4 B (tief) etwas später im Vergleich zur GWM 07.H82.1 (flach) erreicht.

Während des PV 1 lassen sich für die beiden GWMs drei Teilabschnitte hinsichtlich des Wasserspiegels differenzieren. Im ersten Teilabschnitt sinkt der WSP in den GWMs nach Beginn des PVs zunächst bis auf 139,07 m NHN in GWM 07.H82.1 bzw. 139,04 m NHN in GWM 7/4 B bis zum 26.06.2023, 22:10 Uhr ab. Die 1. Phase wird durch den PV geprägt, da der WSP in der Fulda vergleichsweise konstant ist. Danach aber steigen die Wasserspiegel in der 2. Phase wieder bis zum 27.06.2023, 3:00 Uhr (GWM 07.H82.1) an, um sich anschließend in der 3. Phase auf einem vergleichsweise konstanten WSP-Niveau einzupendeln. Diese beiden Phasen sind geprägt durch einen schnellen Wasserspiegelanstieg in der Fulda, gefolgt von einer Phase mit konstantem WSP der Fulda. Der Wiederanstieg des WSP-Niveaus und das Einpendeln bei einer konstanten WSP-Lage während des Pumpversuchs im TB Bergshausen lässt sich wohl mit der Lage der GWMs in unmittelbarer Nähe zur Fulda begründen. Abbildung 47 und Abbildung 52 geben in diesem Zusammenhang Aufschluss über die Korrespondenz zwischen dem Füllstand der Fulda und der WSP-Höhe in den Pegeln. Die Wasserspiegelschwankungen in der Fulda beeinflussen und überlagern die Wasserspiegel in den GWMs zeitweilig stärker als die Effekte des Pumpversuchs durch den Absenktrichter des Brunnens TB Bergshausen (siehe Kapitel 11.4).

11.3.3 PV 2 und die Auswirkungen auf die Grundwassermessstellen

Für PV 2 gilt, dass der TB Dennhausen der Förderbrunnen ist und im Zuge des PV von 140,14 m NN auf 132,70 m NN abfällt, also um 7,4 m.

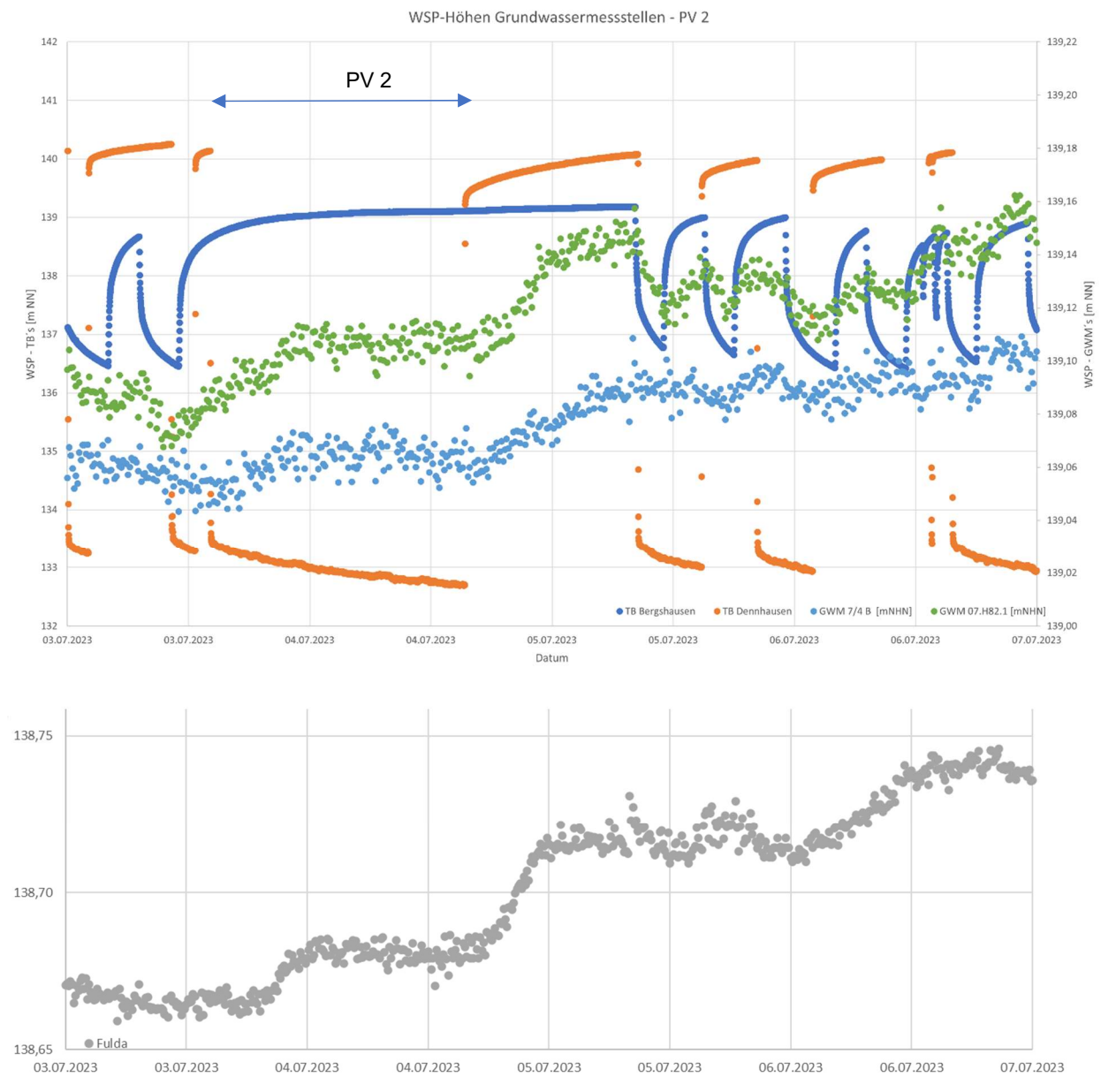


Abbildung 48: WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 2 (unten Fulda)

Für die Wasserspiegelverläufe in den GWMs in Abbildung 48 lässt sich zunächst konstatieren, dass die WSP-Höhen-Charakteristik insbesondere für die flache Messtelle GWM 07.H82.1 eine bessere Korrelation zu dem Normalbetrieb im TB Bergshausen besitzt. Was die Entwicklung während des PV 2 anbelangt, so fällt zunächst auf, dass bei Einsetzen der Pumpe des TB Dennhausen kein Absinken des WSP in der GWM 07.H82.1 (flach) in Erscheinung tritt. Dieser steigt schon kurz vor PV-Beginn auf Grund des Abschaltens der Pumpe in TB Bergshausen (Anmerkung: Der WSP in der Fulda verläuft in dieser Phase des 03.07., bis ca. 18:00 Uhr mehr oder weniger auf einem Niveau.) an. Der Anstieg wird danach überlagert von der ebenfalls ansteigenden der Fulda bis 04.07., ca. 1:00 Uhr. Danach und verharren dann die WSP der GWMs und der Fulda auf einem konstanten Niveau bzw. fallen leicht ab (bis 04.07., ca. 16:30 Uhr. Nachdem die Pumpe im TB Dennhausen abgeschaltet wurde, steigt der WSP in den GWMs wieder deutlich an, allerdings auch zeitgleich in der Fulda. Eine Auswirkung auf den TB Bergshausen hat das Abschalten der Pumpe im TB Dennhausen nicht. Der Verlauf der Ganglinien der GWMs wird in der Phase zwischen Abschalten der Pumpe im TB Dennhausen (04.07., ca. 22:00 Uhr) und dem zeitgleichen Einschalten der Pumpen im TB Bergshausen und TB Dennhausen (05.07.2023, ca. 8:25 Uhr) durch den WSP-Anstieg der Fulda bestimmt. In der nachfolgenden Betriebsphase lässt sich sowohl eine Beeinflussung der GWMs durch die Fulda als auch durch den TB Bergshausen feststellen (Abbildung 48).

11.3.4 PV 3 und die Auswirkungen auf die Grundwassermessstellen

Für PV 3 gilt, dass der TB Wellerode IV der Förderbrunnen ist und im Zuge des PV von 142,82 m NN auf 137,56 m NN abfällt, also um 5,26 m.

Auch bei Abbildung 49 wird ersichtlich, dass die WSP-Entwicklung in den GWMs während des Alltagspumpenbetrieb dem zuvor skizzierten Muster entspricht, das primär vom Wasserspiegelverlauf in der Fulda und dem TB Bergshausen dominiert wird. Beim Einschalten der Pumpe in dem TB Wellerode IV im Rahmen des PV 3 steigen die WSP in den GWMs nach einer Absinkphase an; und zwar die GWM 07.H82.1 früher als GWM 7/4 B. Man könnte mutmaßen, dass dies mit dem Ausschalten der Pumpe im TB Dennhausen (12.07.2023, 7:03 Uhr) korreliert, aber zeitgleich steigt auch der WSP in der Fulda an. Nach dem PV 3 beginnt wieder der Regelbetrieb in TB Bergshausen und Dennhausen und der Wasserspiegel in den beiden GWMs sinkt unter das Niveau vor dem PV 3 (ca. 3 cm), bedingt durch das Sinken des Fuldawasserspiegels. In der nachfolgenden Betriebsphase lässt sich sowohl eine Beeinflussung der GWMs durch die Fulda als auch durch den TB Bergshausen feststellen (Abbildung 49).

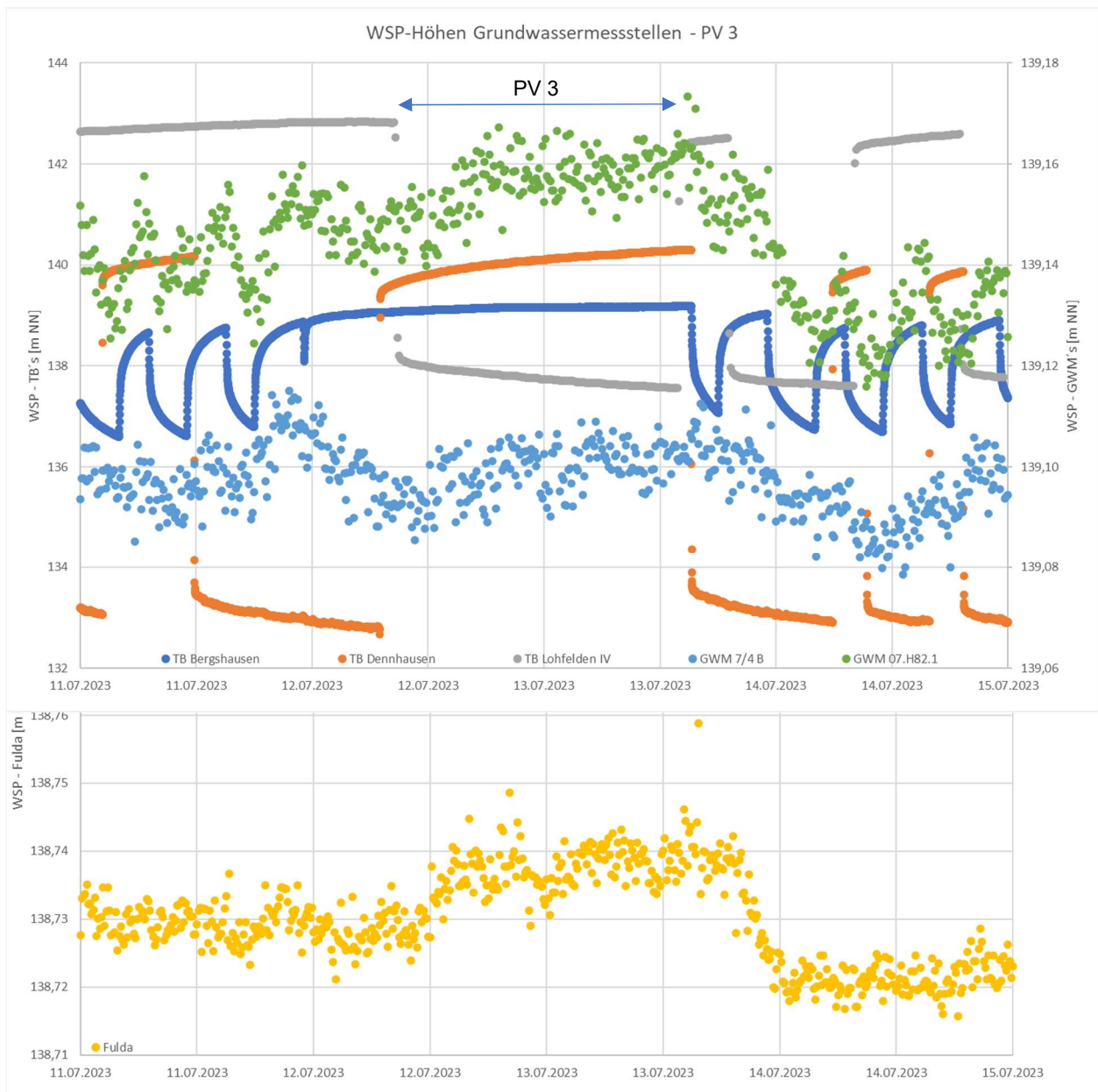


Abbildung 49: WSP-Höhen der Grundwassermessstellen – Pumpversuch 3 (unten Fulda)

11.4 Wechselspiel zwischen Fulda und den Grundwassermessstellen

11.4.1 Der Fulda-Pegel

Um Schwankungen des Wasserspiegels in der Fulda und deren Einfluss auf die GWMs zu ermitteln, wurde am östlichen Fuldaufer ein Pegel im Bereich des Vereinsheims des DLRGs (nördlicher Steg) errichtet (Abbildung 12, Abbildung 19, Abbildung 50).

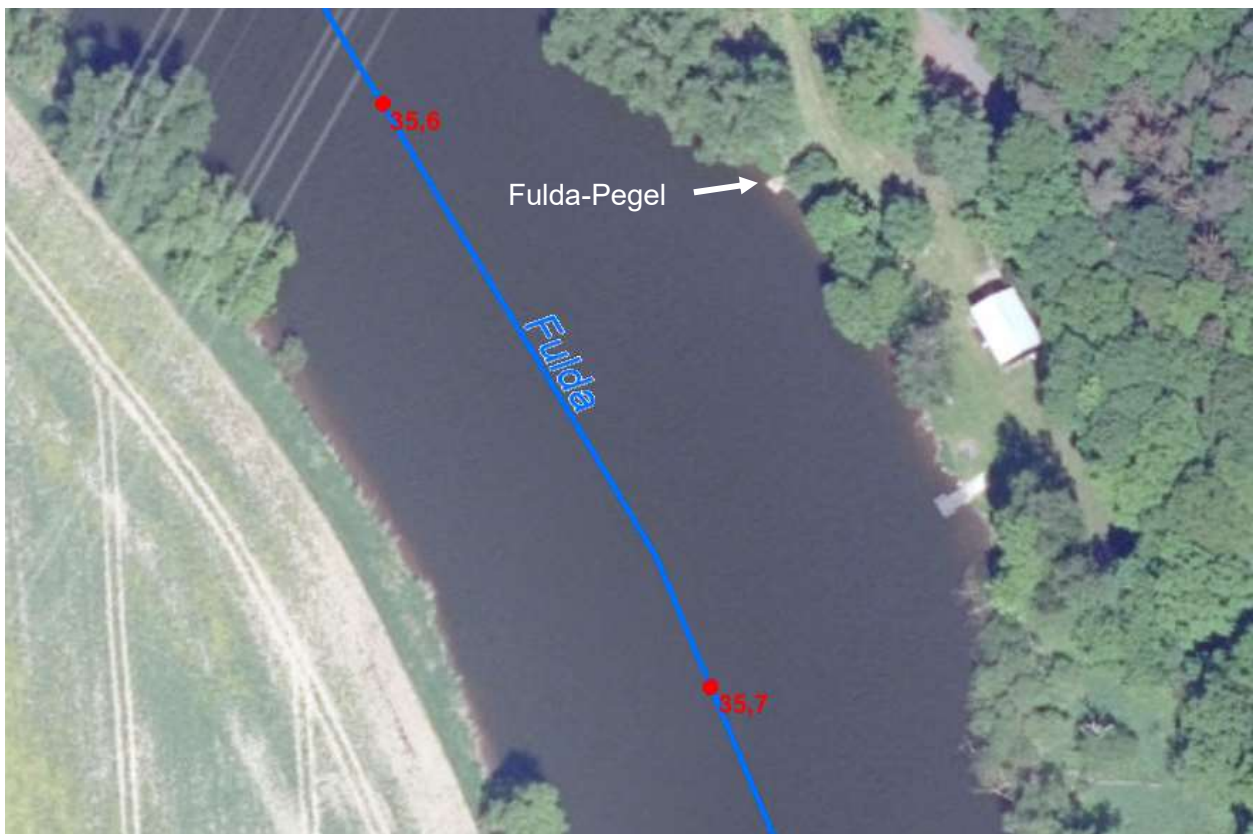


Abbildung 50: Lage des Fulda-Pegels
Quelle Luftbild: wrri.hessen.de

Der neu angelegte Pegel an der Fulda befindet sich bei Fluss-km 35,63 (Abbildung 50), ca. 2,38 km oberwasserseitig des Wehrs der Neuen Mühle (Fluss-km 33,25). Der im WRRL-Viewer angegebene Rückstau des Wehrs der Neuen Mühle von 2.100 m wirkt vermutlich bis in den Bereich des Pegels. Wasserspiegelschwankungen in der Fulda werden durch Niederschläge im oberwasserseitigen Einzugsgebiet der Fulda und deren distributären Nebengewässern bedingt. Zusätzlich können Abgaben aus dem Edersee für Wasserspiegelschwankungen in der Fulda sorgen.

In Abbildung 51 wird die WSP-Entwicklung in den GWMs und des Pegels an der Fulda für den Zeitbereich des Pumpversuchs aufgezeigt. Die Wasserspiegelschwankungen der Fulda betragen in dem Zeitbereich der Pumpversuche ca. 19 cm. Prinzipiell ist festzuhalten, dass der Verlauf der Ganglinien

der beiden GWMs und des Fulda-Pegels sehr ähnlich ist, sodass von einer Beeinflussung der Fulda auf die GWMs auszugehen ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Grundwasserschwankungen in den beiden GWMs über den Betrachtungszeitraum des Pumpversuchs (23.06. bis 19.07.2023) für GWM 7/4 B ca. 12 cm und für GWM 07.H82.1 ca. 16 cm.

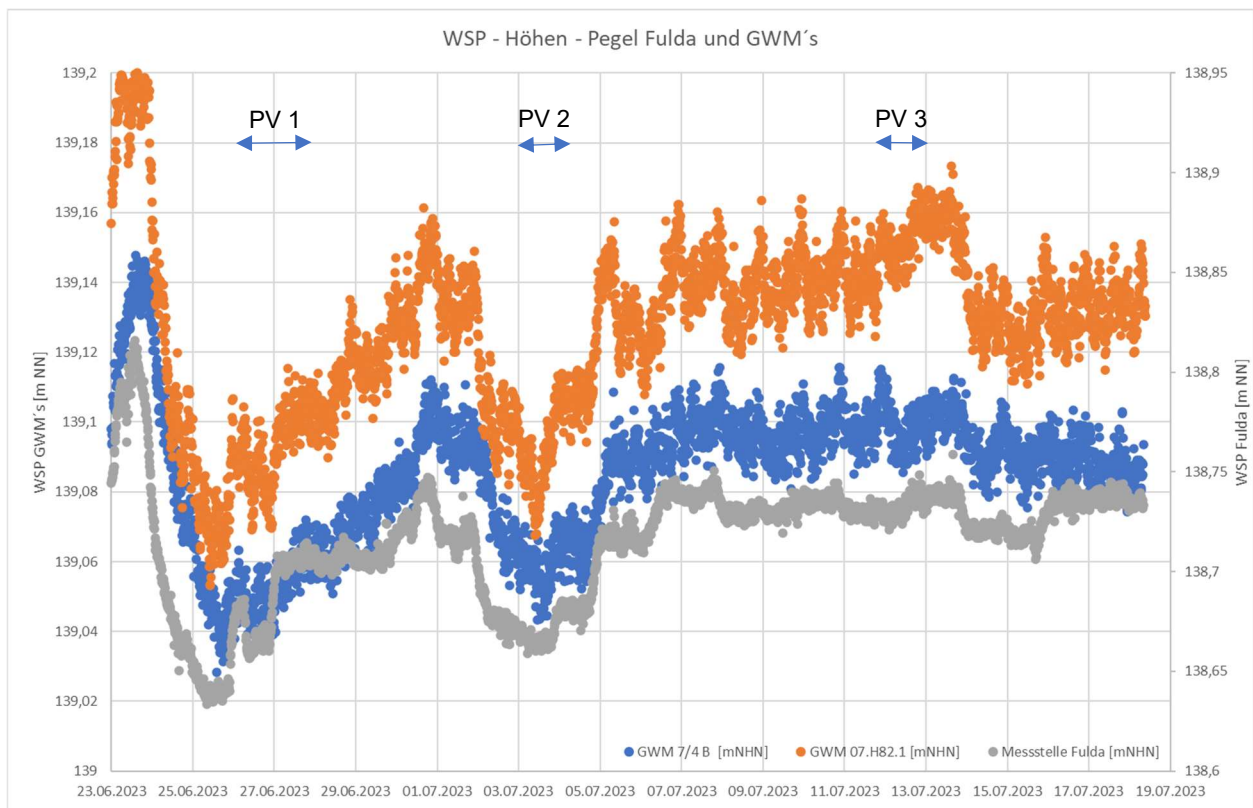


Abbildung 51: WSP der GWMs und des Pegels Fulda – PV 1-3
 beachte die unterschiedlichen Achsmaßstäbe

In Abbildung 51 sind die Intervalle der PV 1, PV 2 und PV 3 dargestellt. Generell kann festgehalten werden, dass die WSP-Höhen der Fulda durchgehend unter denen der GWMs liegen. Der WSP der GWM 7/4 B liegt hingegen fortwährend unter jenen der GWM 07.H82.1.

Generell ist die Darstellung in Abbildung 51 doch als allgemeine Übersicht hinsichtlich der WSP-Höhenentwicklungen anzusehen. Eine detailliertere Betrachtung in Bezug auf die einzelnen PVs schließt sich in den Abbildungen 52 bis 54 an.

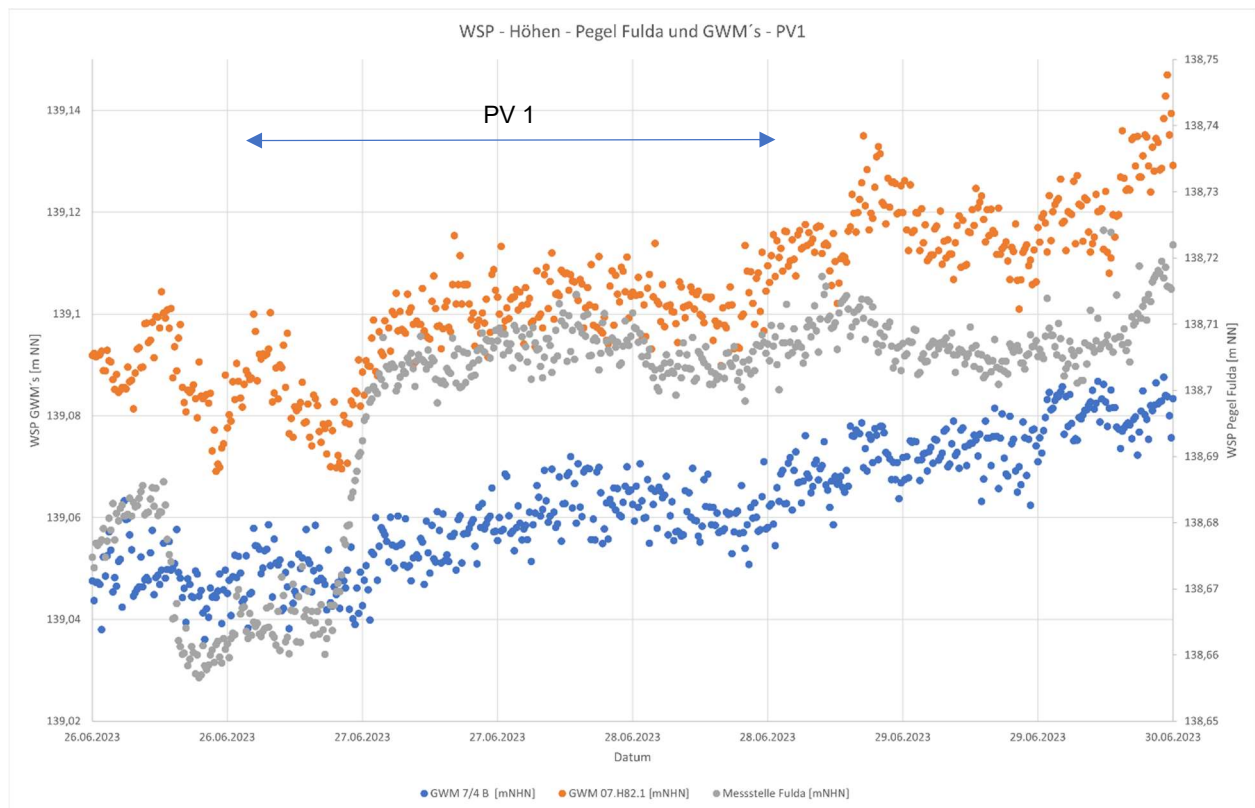


Abbildung 52: WSP-Höhen der GWMs und des Pegels Fulda – PV 1, Förderung im TB Bergshausen

In Abbildung 52 werden die gleichen Werte dargestellt wie in Abbildung 51, wobei es sich jedoch um eine detaillierte Betrachtung des PV 1 handelt. In der ersten Phase des PV 1 fallen die beiden GWMs schwankend zunächst leicht ab, bei ähnlichem Verlauf des Wasserstands in der Fulda. Die zweite Phase des Pumpversuchs ist geprägt von einem schnellen Ansteigen des Wasserspiegels der Fulda um ca. 4 cm bis 5 cm. Allerdings steigt der WSP in der Fulda und in der flachen GWM 07.H82.1 im Rahmen des PV 1 wesentlich schneller an, als dies bei der GWM 7/4 B der Fall ist. Im mittleren Abschnitt des PVs steigt der Wasserspiegel in der Fulda nur noch leicht an und fällt gegen Ende des PV 1 wieder leicht ab. Diesem Verlauf folgen auch die beiden GWMs. Ferner lässt sich in Bezug auf die Fulda eine Zunahme von etwa 4 cm bis 5 cm festhalten. Selbige kann bei dem GWM 7/4 B auf etwa 2,00 cm beziffert werden und bei jenem des GWM 07.H82.1 auf ca. 2,50 cm.

Die Zunahme des Wasserspiegels in der Fulda bzw. den beiden Grundwassermessstellen kann nicht allein ursächlich mit dem Pumpversuch in TB Bergshausen in Zusammenhang stehen. Niederschlagsdaten wären zur genaueren Analyse notwendig. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Schwankungen im cm-Bereich liegen und zumindest für den Pegel Fulda auch der Wellenschlag gemessen worden sein kann.

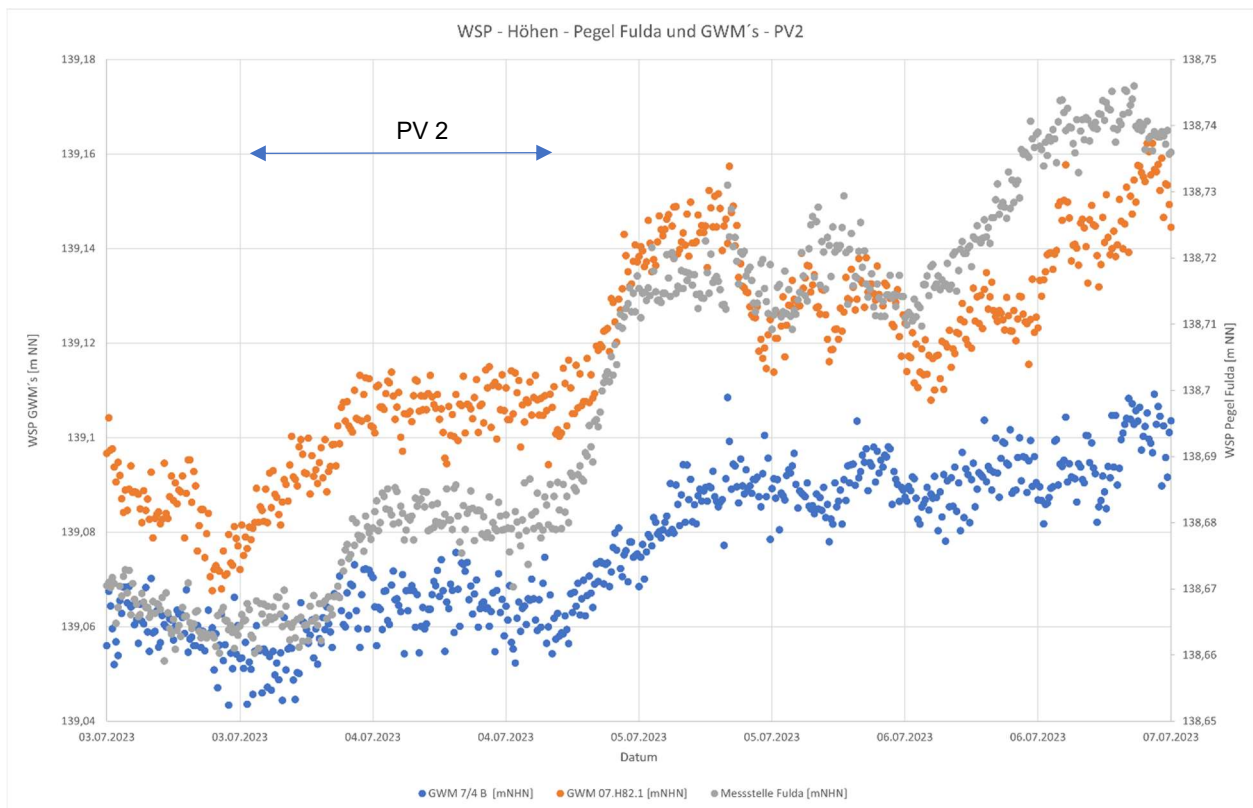


Abbildung 53: WSP-Höhen der GWMs und des Pegel Fulda – PV 2, Förderung im TB Dennhausen

Auch im Rahmen des PV 2 ist ein Anstieg des WSP der Fulda und das Einpendeln auf einem nahezu konstanten Niveau zu konstatieren. Auch hier erfolgt der WSP-Anstieg der Fulda sehr schnell. Allerdings ist er weniger stark ausgeprägt, wie während des PV 1. So lässt sich hier nur eine Zunahme von 1,50 cm festhalten.

In der Anfangsphase des PV 2 steigt der WSP in GWM 07.H82.1 schon vor der Fulda an. Der Anstieg der GWM 7/4 B ist annähernd zeitgleich zum Fuldapegel. Auch sinkt der Wasserspiegel in GWM 7/4 B schneller wieder ab, verglichen mit dem Fuldapegel und insbesondere der GWM 07.H082.1. Nach Beendigung des PV 2 steigen alle in Abbildung 32 dargebotenen Wasserstände gesamtheitlich weiter an.

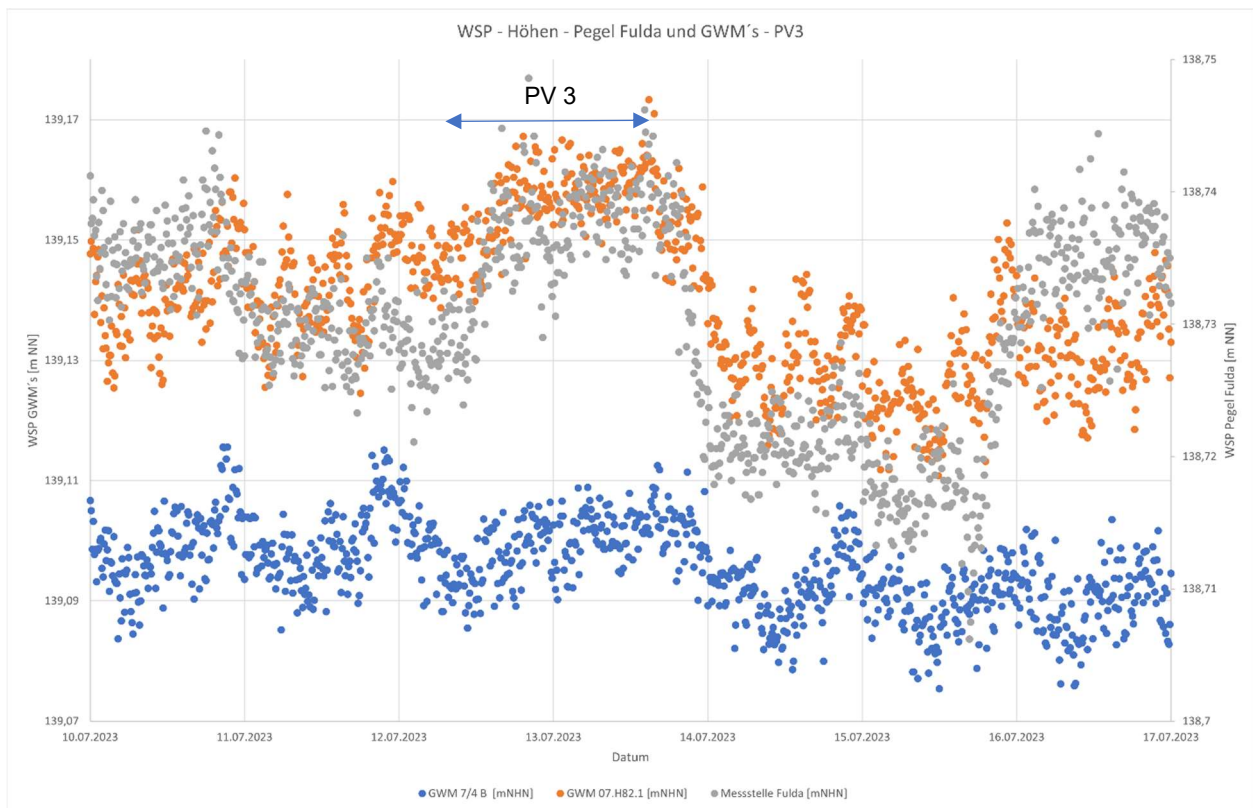


Abbildung 54: WSP-Höhen der GWMs und des Pegel Fulda – PV 3, Förderung im TB Welterode IV

Auch beim PV 3, dessen Auswirkung auf die WSPs der GWMs und des Pegel Fulda in Abbildung 54 dargestellt wird, zeigt eine solche Charakteristik auf, wie sie sich schon bei den PVs 1 und 2 abzeichnete. So ist nach Beginn des PV 3 ein Anstieg der WSP zu verzeichnen, die sich dann auf einem konstanten Niveau einpendeln. Der WSP-Anstieg am Pegel Fulda ist mit ca. 1,50 cm ungefähr genauso groß, wie jene der GWMs.

Im Hinblick auf die Abbildungen 52 bis 54 lässt sich zusammenfassend festhalten, dass die Wasserspiegel der Fulda zweifelsohne in Korrespondenz zu den Wasserspiegeln in den beiden GWMs steht. Die Fulda muss also aus hydrogeologischer Sicht mit den GWMs verbunden sein und ist nicht so stark kolmatiert, dass dieser Austausch nicht oder nur schwach ausgeprägt wäre.

Die Wasserspiegel in den beiden Grundwassermessstellen GWM 7/4 B (tief) und 07.H82.1 (flach) schwanken zwischen 139,10 m NN und 140 m NN. Da die Ganglinien der Grundwassermessstellen und der Pegel der Fulda fast identisch sind, ist davon auszugehen, dass die Fulda die Wasserspiegel in den beiden Grundwassermessstellen beeinflusst. Dies ist für GWM 07.H82.1 (flach) nicht verwunderlich, da der Ausbau der GWM Fuldakiese erschließt.

Für GWM 7/4 B (tief) bedeutet dies entweder eine Verbindung Fulda => Fuldakies => Buntsandstein => GWM oder eine nicht funktionsfähige Abdichtung. Weiterhin ist anzumerken, dass gemäß Schichtenprofil für GWM 07.H82.1 (flach) keine bindigen Schichten zwischen dem quartären Flusskies und dem darunter folgenden Buntsandstein vorhanden ist, sodass aus dem Porengrundwasserleiter ein Übertritt in den Kluftgrundwasserleiter möglich ist.

Ergebnisse der Pumpersuche unter Berücksichtigung des Einflusses der Fulda auf die GWM-Messungen

11.4.2 Ergebnisse der Pumpversuche unter Berücksichtigung des Einflusses der Fulda auf die GWM-Messungen

Bei der bisherigen Auswertung der Ergebnisse der Pumpversuche steht der Einfluss der Fulda und die Wasserspiegelschwankungen durch die Grundwasserentnahme der Brunnen in einer Wechselbeziehung in Bezug auf die GWMs.

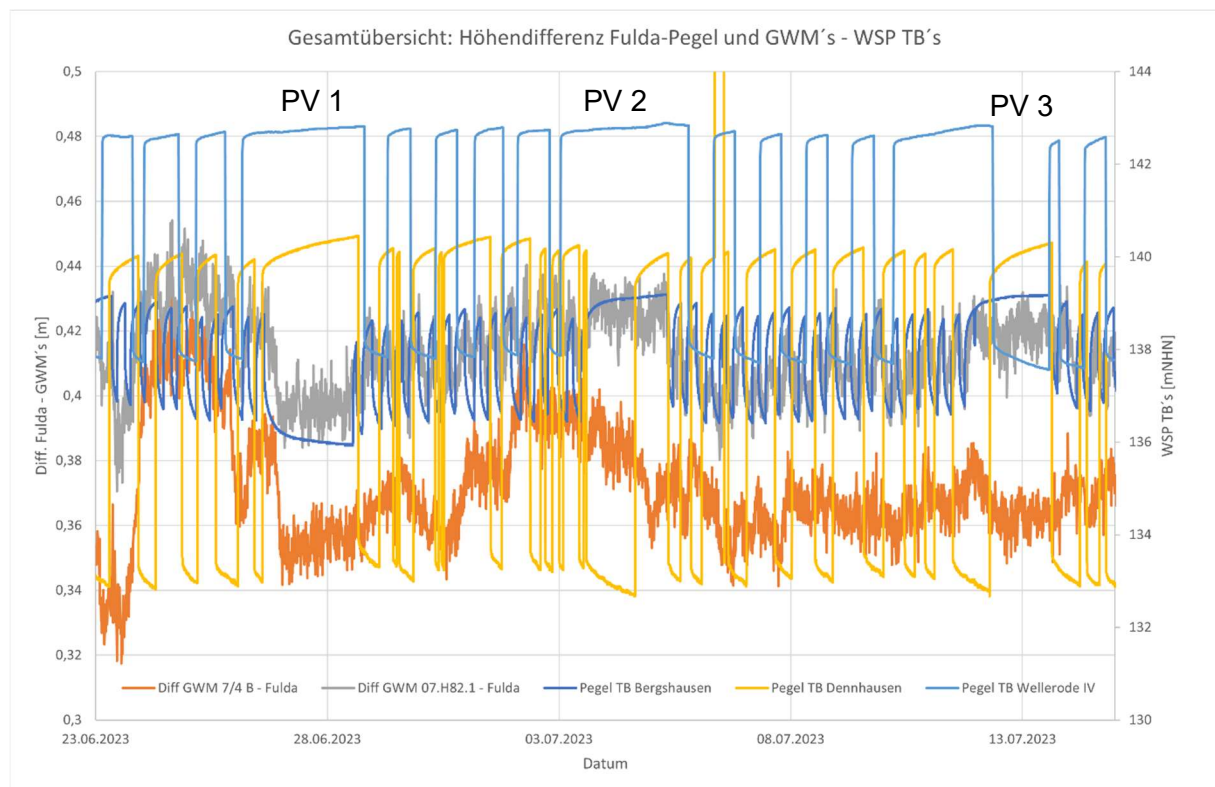


Abbildung 55: Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – Gesamtübersicht

Um die Ergebnisse hinsichtlich der gemessenen WSP-Höhen in den GWMs von der Fulda zu entkoppeln, wurde die Differenz zwischen den WSP-Höhen der Fulda und jenen der GWMs gebildet. Diese Differenz enthält also keinen Einfluss mehr durch die Wasserspiegelschwankungen in der Fulda und würde demnach nur von den anstehenden Grundwasserleitern beeinflusst. Das Verhalten der Grundwasserleiter/-messstellen während der drei Pumpversuche in TB Bergshausen, TB Dennhausen und TB Wellerode IV erfuhr dadurch eine weitere Betrachtung.

In Abbildung 55 sind die WSP-Höhen der Brunnen, in denen die Pumpversuche durchgeführt wurden, und die besagten Differenzen der Wasserspiegel in den GWMs über den Zeitraum der drei Pumpversuche dargestellt.

Eine validere und weiterführende Interpretation der Ergebnisse ermöglicht jedoch eine detaillierte Betrachtung der Ergebnisse der einzelnen Pumpversuche. Zunächst soll sich PV 1 zugewandt werden. Dieser ist in Abbildung 56 dargeboten.

Bei Begutachtung von Abbildung 56 wird erkennbar, dass bei Betrieb des TB Bergshausen ein Absinken der Wasserstände in den GWMs zu verzeichnen ist, wenngleich die zeitliche Verzögerung in GWM 7/4 B größer ist als in GWM 07.H82.1. Hier liegt also eine Korrespondenz zwischen dem Tiefbrunnen Bergshausen und den GWMs vor. Aber auch jenseits des Pumpversuches PV 1 lässt sich dieser Einfluss des TB Bergshausen auf die GWMs verzeichnen, wie durch die Markierung in Abbildung 56 exemplarisch veranschaulicht wird. So sinken bei Förderbetrieb des TB Bergshausen die Wasserstände in den GWMs, während sie sich bei Inaktivität im Brunnen erholen und wieder ansteigen.

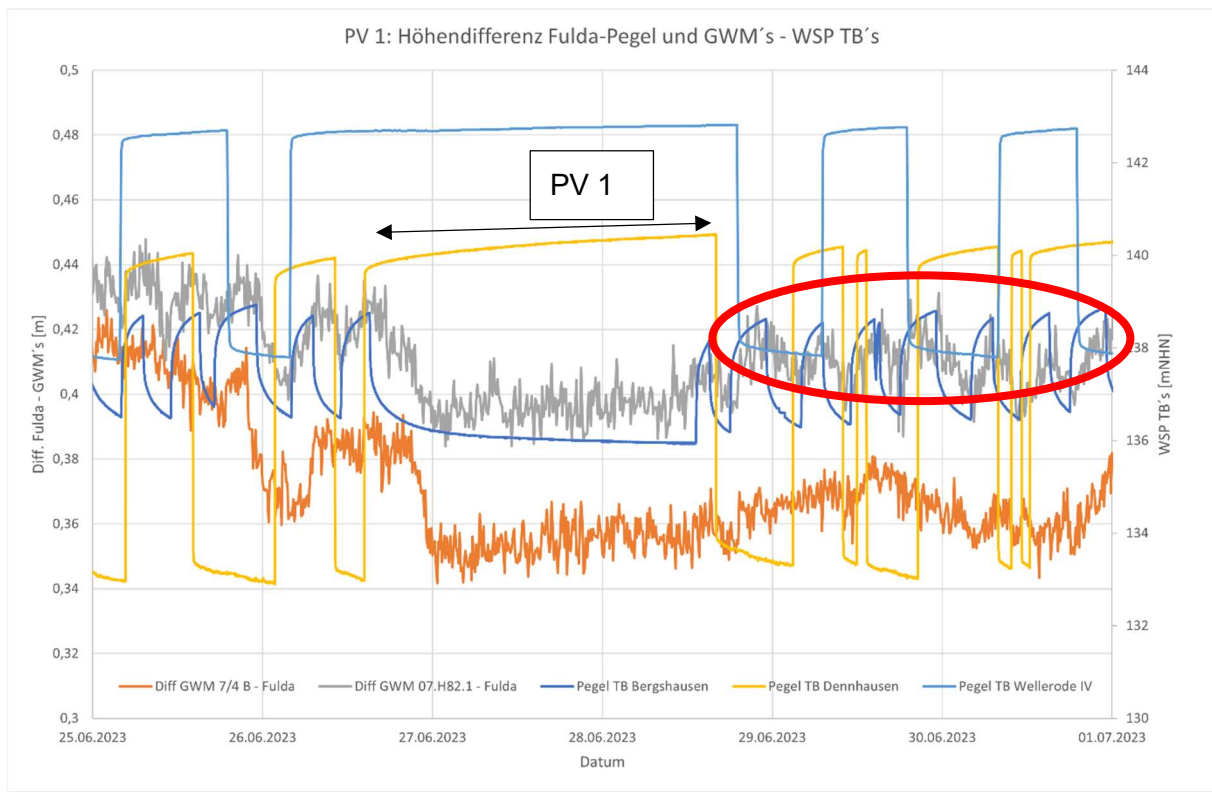


Abbildung 56: Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – PV 1 – Förderbrunnen = TB Bergshausen

Beim Vergleich der Differenzen in Abbildung 56 wird zudem ersichtlich, dass die Reaktionen in der GWM 07.H82.1 auf den Pumpenbetrieb im TB Bergshausen wesentlich klarer und direkter sind, als dies bei der GWM 7/4 B der Fall ist. Bei letzterer lassen sich die Peaks nicht so eindeutig erkennen, wie bei der anderen GWM. Vielmehr liegt bei GWM 7/4 B allein vom Verlauf des Graphen eine Art gedämpfte Form des Graphen der GWM 07.H82.1 vor, ohne die ausgeprägten Peaks. Die Gründe hierfür sind bis auf weiteres noch nicht bekannt.

Die Betrachtung des PVs 2 erfolgt in Abbildung 57. Zunächst lässt sich eindeutig der Einfluss des Pumpenbetriebs im TB Bergshausen auf den Wasserstand in den GWMs erkennen, auch über die Dauer des PV 2 hinaus. Ein Einfluss des TB Dennhausen auf die GWMs ist durch den PV nicht nachzuweisen. Der Verlauf des Graphen des Wasserspiegels für GWM 07.H82.1 erscheint während der Zeit des PV 2 im Vergleich zu dem der GWM 7/4 B gedämpft. Generell zu beachten sind natürliche Grundwasserschwankungen in den verschiedenen Grundwasserleitern, unabhängig von der Fulda, die auf Niederschläge oder sogar auf lunare Phasen zurückgehen können.

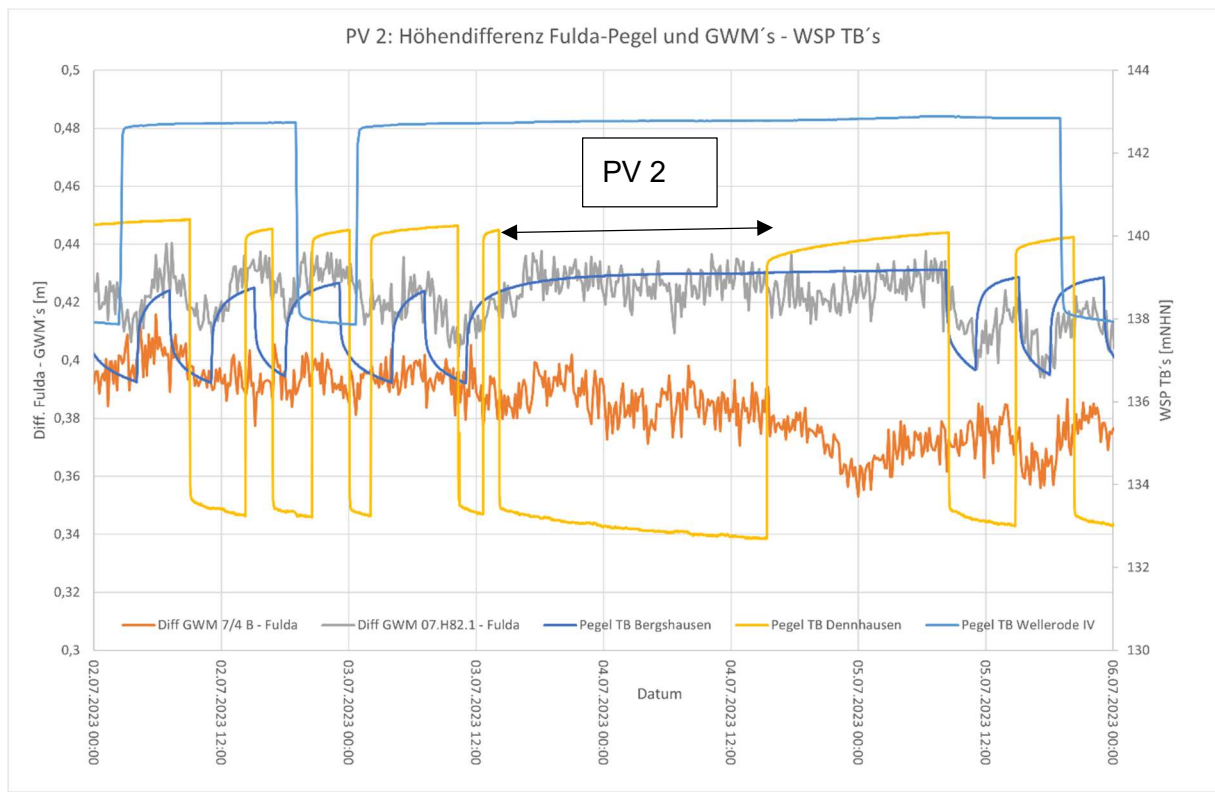


Abbildung 57: Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – PV 2 – Förderbrunnen = TB Dennhausen

Bei PV 3, welcher in Abbildung 58 dargestellt ist, sollten Erkenntnisse zum TB Wellerode IV hinsichtlich dessen Beeinflussung der Wasserstände in den GWMs gewonnen werden. Hier ist es so, dass kein merklicher Einfluss durch den Pumpbetrieb auf den Wasserstand in den GWMs zu verzeichnen ist. Zwar ist im GWM 7/4 B kurz nach Förderbeginn in TB Wellerode IV ein Absinken des Wasserspiegels festzuhalten, jedoch ist dieser nach dem bisherigen Erkenntnisgewinn auf die Förderung im TB Dennhausen, die kurz davor stattfindet, zurückzuführen. Obwohl kein Absinken des Wasserspiegels in den GWMs stattfindet, so lässt sich doch der Effekt verzeichnen, dass sich die Wasserspiegellage in der GWM 7/4 B nicht wieder entspannt, sondern auf einem vergleichsweise niedrigem Niveau verbleibt. Anders gestaltet es sich bei GWM 07.H82.1. Hier entspannt sich der Grundwasserleiter und pendelt sich auf ein nahezu konstantes Level ein.

Zusammenfassend ergibt die Auswertung der Differenzen der Fulda - minus der GWM-Wasserspiegel - zumindest einen eindeutigen Zusammenhang des TB Bergshausen auf die beiden GWMs.

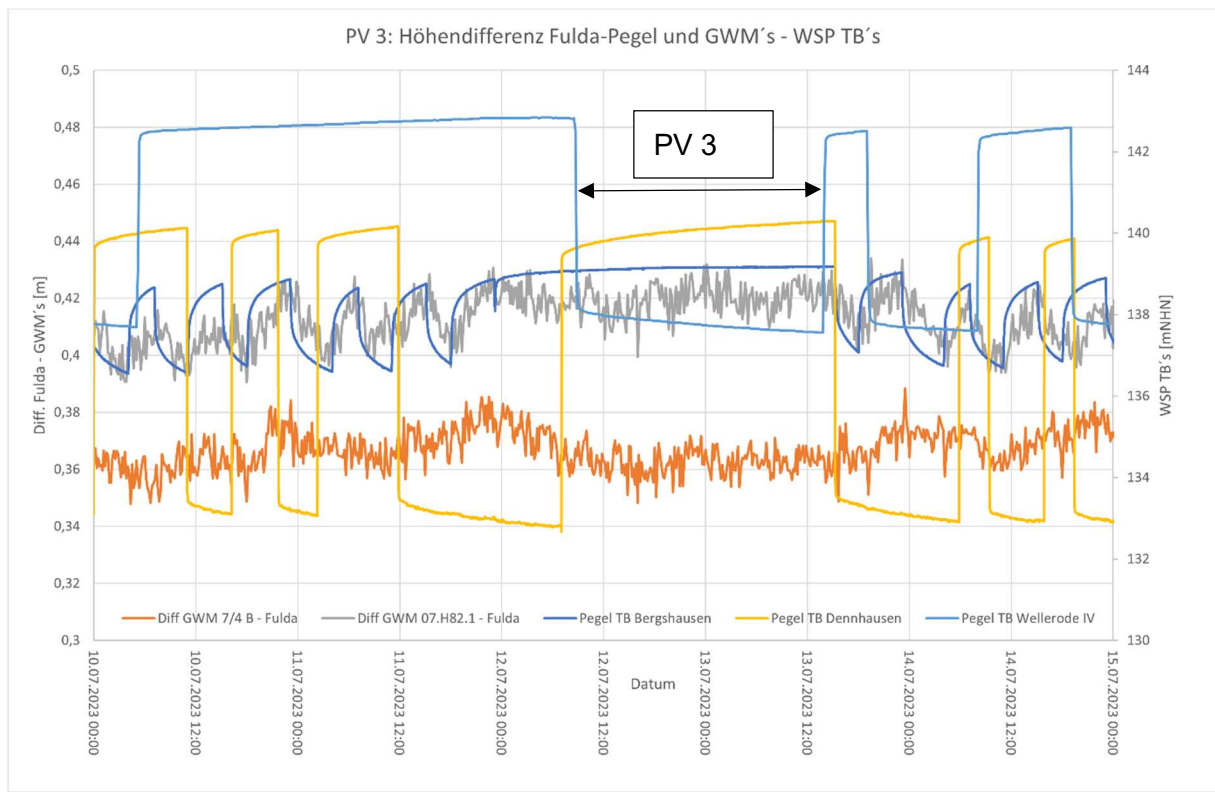


Abbildung 58: Differenz zwischen WSP-Fulda und GWMs gegenüber dem WSP der TBs – PV 3 – Förderbrunnen = TB Wellerode IV

11.5 Wechselspiel zwischen Fulda Niederschlägen

Aufgrund der Wechselwirkung zwischen dem Wasserspiegel in der Fulda und den Wasserspiegelschwankungen in den GWMs wurde deren Zusammenhang durch die Niederschläge geprüft, der in Abbildung 59 dargestellt ist. Einige Niederschlagsereignisse lassen sich gut mit dem Verlauf des Wasserspiegels in der Fulda in Einklang bringen (z. B. am 22. und 23.06.2023), z. T. mit leichter Verzögerung. Einen weiteren Effekt könnten Wasserabgaben aus dem Edersee haben, die sich über die Eder auch in der Fulda auswirken. Dieser Effekt wurde im Rahmen des Gutachtens nicht näher untersucht.

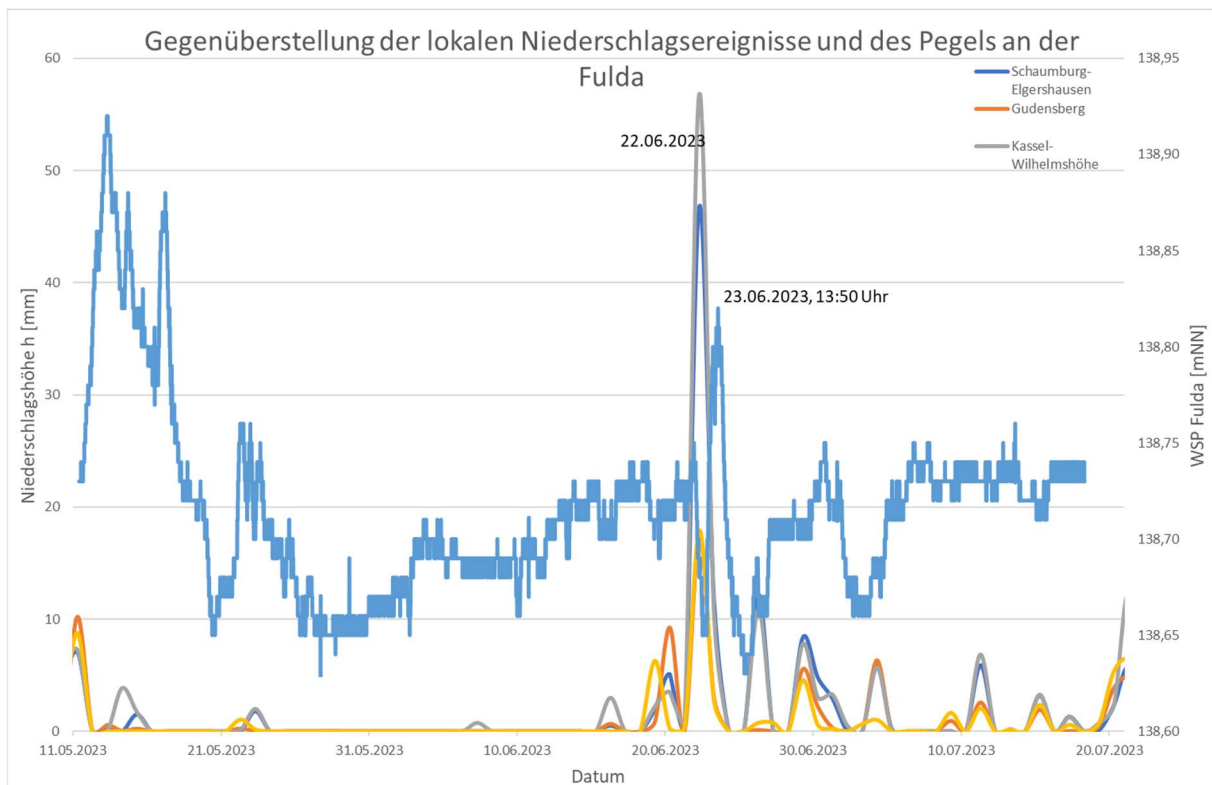


Abbildung 59: Pegel Fulda und verschiedene Niederschlagsmessungen des Umfelds
 Quellen: [26] und [27]

11.6 Ergebnisse und Zusammenfassung der Pumpversuche

Ein Vergleich der Wirkung der Förderung in den verschiedenen TBs, welche aus den beschriebenen Pumpversuchen abgeleitet wurden, findet in Tabelle 10 statt.

Insbesondere die Pumpversuche, aber auch der Regelförderbetrieb haben gezeigt, dass ein Einfluss der Pumpenaktivität

- ein Einfluss der Pumpenaktivität in dem TB Bergshausen auf die GWMs mit unterschiedlicher Ausprägung vorhanden ist.
- ein Einfluss der Pumpenaktivität für den Brunnen Dennhausen nicht nachgewiesen werden kann, da der Einfluss der Wasserspiegelschwankungen in der Fulda und durch den TB Bergshausen größer ist als der Einfluss durch den Pumpbetrieb.
- ein Einfluss der Pumpenaktivität für den Brunnen Wellerode IV nicht nachgewiesen werden konnte.
- die Grundwassermessstellen GWM 7/4 B aufgrund ihrer Nähe zur und des Einflusses der Fulda nur bedingt für die Grundwasserspiegelmessungen im Grundwasserleiter des Buntsandsteins geeignet sind.

Brunnen	GWM 7/4B		GWM 07.H82.1	
	Einfluss	Auswirkung	Einfluss	Auswirkung
TB Bergshausen	ja	gedämpft	ja	stark
TB Dennhausen	nein	--	nein	--
TB Welferode IV	nein	--	nein	--

Tabelle 10: Einfluss der TBs auf die GWMs

Durch die Datenaufbereitung (Abzug der Wasserspiegelschwankungen der Fulda bei den Wasserspiegelmessungen in den GWMs) haben sich die Ergebnisse der nichtverrechneten Messwerte bestätigt. Diesbezüglich erscheint es uns notwendig, für die Zeit vor den weitergehenden Untersuchungen, eine Niederschlagsmessstelle vor Ort (z. B. an der Kläranlage Fuldabrück) zu errichten, um

- die Messungen der Grundwasser- und der Fuldawasserschwankungen genauer verifizieren zu können.
- die Abflussmengenmessungen mit den Niederschlägen zu korrelieren.
- dem Ausführenden der Kontrolluntersuchen einen Hinweis dafür, bei Niederschlägen die entsprechenden Vorortmaßnahmen auszuführen.

Es stellt sich die Frage, warum der Einfluss des TB Bergshausen auf die GWM 07.H 82.1 deutlicher ausfällt als der in GWM 7/4 B. Zunächst wurde geprüft, ob die Daten- bzw. Messstellenzuordnung bei der Messwertaufzeichnung in den Grundwassermessstellen verwechselt wurde. Dies ist nach Auskunft der Städtischen Werke nicht der Fall.

Zwei weitere Möglichkeiten könnten der Grund für dieses Phänomen sein:

- entweder besteht eine deutlich bessere direkte Anbindung des TB Bergshausen an die Fulda und folglich wegen der Nähe zur Fulda an die GWM 07.H82.1, da die Kolmation der Gewässersohle der Fulda gering ist.
- oder es existiert eine Störung bzw. Kluft im Buntsandstein, über die der TB Bergshausen direkt an den Porengrundwasserleiter der GWM 07.H82.1 in der Aue angeschlossen ist (Anmerkung: In der Bohrung zur GWM 7.H82.1 liegt der Fuldakies direkt auf Buntsandstein).

Zu berücksichtigen ist, dass

- der Fuldawasserspiegel (138,63 – 138,82 m NHN) immer niedriger ist als die Wasserspiegel in den beiden GWMs (GWM 7/4B 139,03 – 139,15 m NHN, GWM 07.H82.1 139,05 – 139,21 m NHN) und folglich der hydraulische Gradient zur Fulda geht und
- das Fuldawasser hydrochemisch zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Wasser aus dem TB Bergshausen aufweist, aber die Konzentrationen der Hauptan- und -kationen deutlich niedriger sind als im TB Bergshausen, insbesondere im Hinblick auf das Chlorid.

Weil auch der im Anstrom des TB Bergshausen liegende TB Wellerode IV eine geringe Konzentration der Hauptan- und -kationen aufweist, stammt die Ionenanreicherung nicht aus einem möglichen Zustrom der Fulda.

Hinweise könnten auch ein Vergleich der Pumpversuche, die in den Brunnen TB Bergshausen und TB Dennhausen [36] sowie in der GWM 7/4B [24] ausgeführt wurden, liefern.

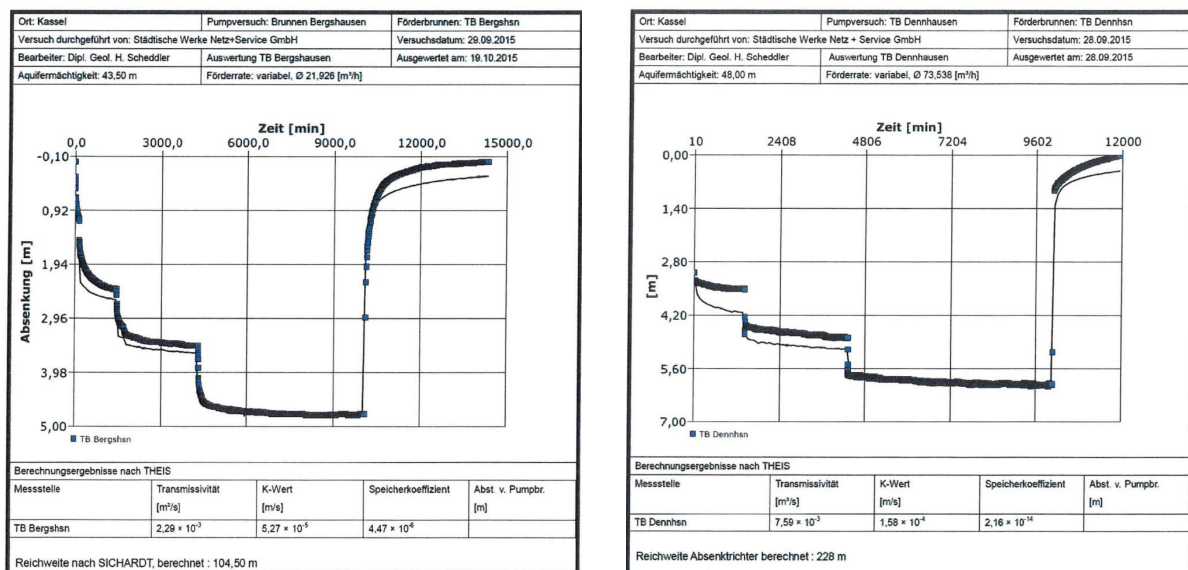


Abbildung 60: Pumpversuchsauswertung TB Bergshausen und TB Dennhausen [36]

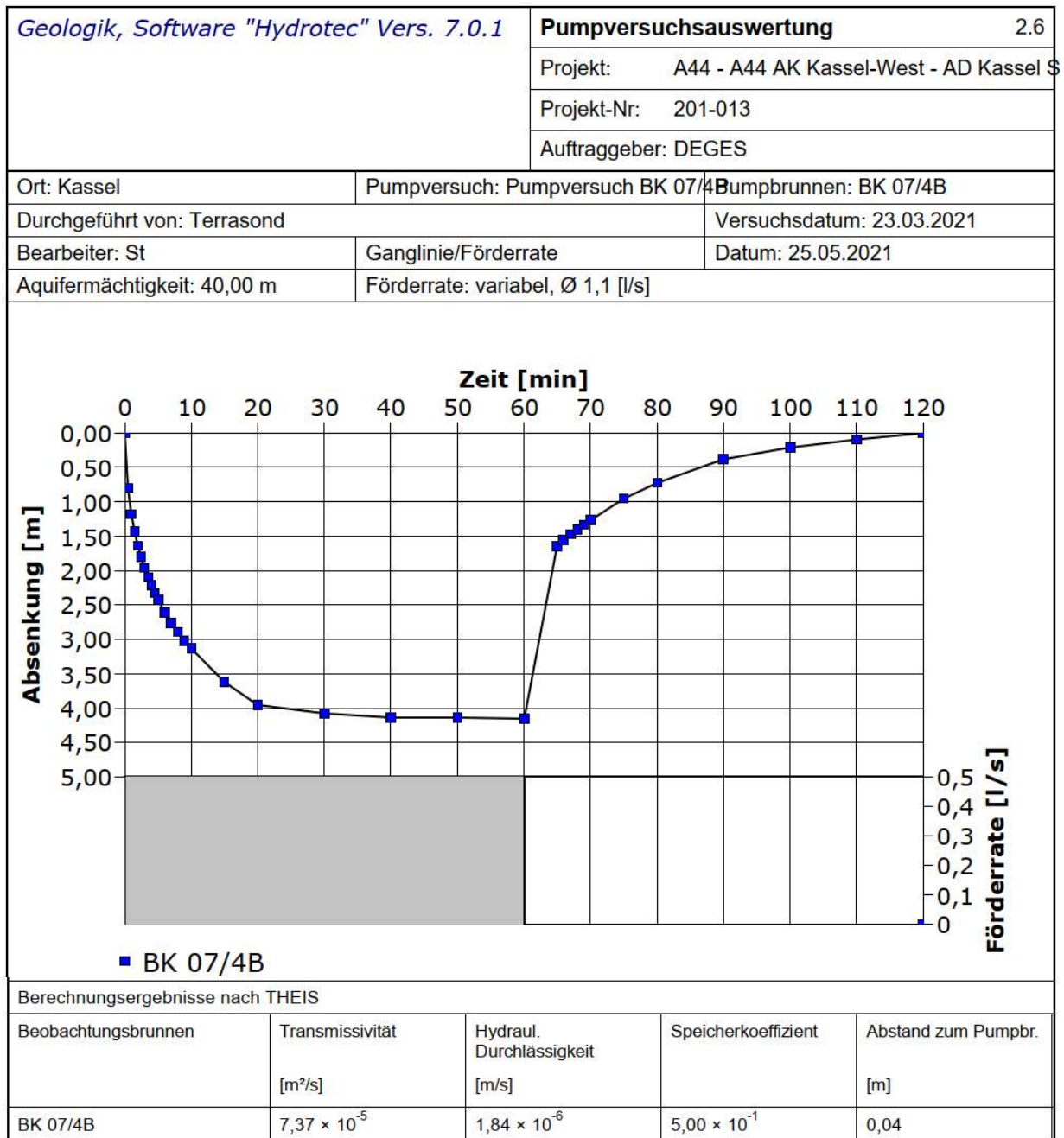


Abbildung 61: Pumpversuchsauswertung GWM 7/4 B [2]

Aus den Pumpversuchsergebnissen wird deutlich, dass die Durchlässigkeit des Kluftgrundwasserleiters im TB Dennhausen mit $k_f = 1,04 \times 10^{-4}$ m/s um ca. 1,5 Zehnerpotenzen höher ist als im TB Bergshausen mit $k_f = 5,27 \times 10^{-5}$ m/s und in der GWM 7/4 B mit $k_f = 1,84 \times 10^{-6}$ m/s um noch eine halbe Zehnerpotenz geringer ausfällt. Die geringe Durchlässigkeit in der Grundwassermessstelle GWM 7/4 B könnte mit ein Grund dafür sein, dass der Einfluss des Pumpversuchs im TB Bergshausen auf die GWM 7/4 B gedämpfter ausfällt, als in der GWM 7.H.82.1.

12 AUSWIRKUNG AUS DEM BAU

Da der Entnahmetrichter des TB Bergshausen bis in den Bereich des Brückenneubaus reicht, sind Auswirkungen auf den Grundwasserleiter und folglich auf den Brunnen Bergshausen während des Baus nicht auszuschließen. Die möglichen Auswirkungen betreffen den GWL durch direkte und indirekte Eingriffe. Einerseits durch die Erdbewegungen, den Aushub, die Bohrarbeiten für die Tiefgründung der neuen Talbrücke Bergshausen (Spülung, Spülmittelzusätze, Bohrklein, Trübstoffe, Betonsuspension für Bohrpfähle), sonstige Zusätze in den verwendeten Baustoffen, andererseits durch mögliche Havarien von eingesetzten Baugeräten (Betriebsstoffe) auch unter Berücksichtigung der Steilhangsituation.

Zu beachten ist dabei, dass Bereiche mit keinem (Fulda), geringem (Aue) und größerem Flurabstand (Hang) vorliegen.

Zu berücksichtigen ist auch, dass verschmutztes Wasser, z. B. aus der Wasserhaltung, nicht ungeeignet ortsnah in die Fulda eingeleitet werden darf, da diese nachweislich im Kontakt zum betroffenen Grundwasserleiter steht. Die Vorschaltung von Absetz- und Neutralisationsbecken ist folglich notwendig.

Versickerndes Hangwasser kann in die Baugrube oder über den freigelegten Baugrund in die Klüfte des GWL gelangen.

Durch entsprechende Maßnahmen wie Spundung oder Schutzverrohrungen können die Auswirkungen reduziert werden. Arbeitsschutz- und Sicherheitsmaßnahmen im Hangbereich verringern ebenfalls die Havarieauswirkungen. Darüber hinaus ist ein Havariekonzept geplant, das zu einem späteren Planungszeitpunkt erstellt und mit den entsprechenden Behörden abgestimmt wird.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass diese Auswirkungen nur während der Bauzeit und nur für eine befristete Zeit davon (Eingriffszeit) überhaupt relevant sind.

13 AUSWIRKUNG AUS DEM BETRIEB

Um die möglichen Auswirkungen des zukünftigen Betriebs der A 44 für den Autobahnabschnitt der A 44 zwischen A 7 und Fulda abzuschätzen, ist es zunächst notwendig die Bestandssituation zu beschreiben. Zunächst ist die Einleitsituation der Abwässer von der A 7 und der L 3460 darzulegen, die über die in Abbildung 62 dargestellte Rinne in den „Namenlosen Bach“ entwässern. Ähnlich ist die Situation am Tiefenbach. Ungeachtet dessen, dass die Entwässerungseinrichtungen an vielen Stellen defekt sind, wie z. B. in Abbildung 63 gezeigt, laufen die Abwässer überwiegend unverrohrt durch die beiden vorgenannten Gewässer in Richtung Einleitstelle zur Fulda.



Abbildung 62: Blick Richtung Osten auf den Auslauf der Autobahntwässerung der A 7



Abbildung 63: Abgerutschte und zerstörte Entwässerungseinrichtung im Bereich des „Namenlosen Bach“

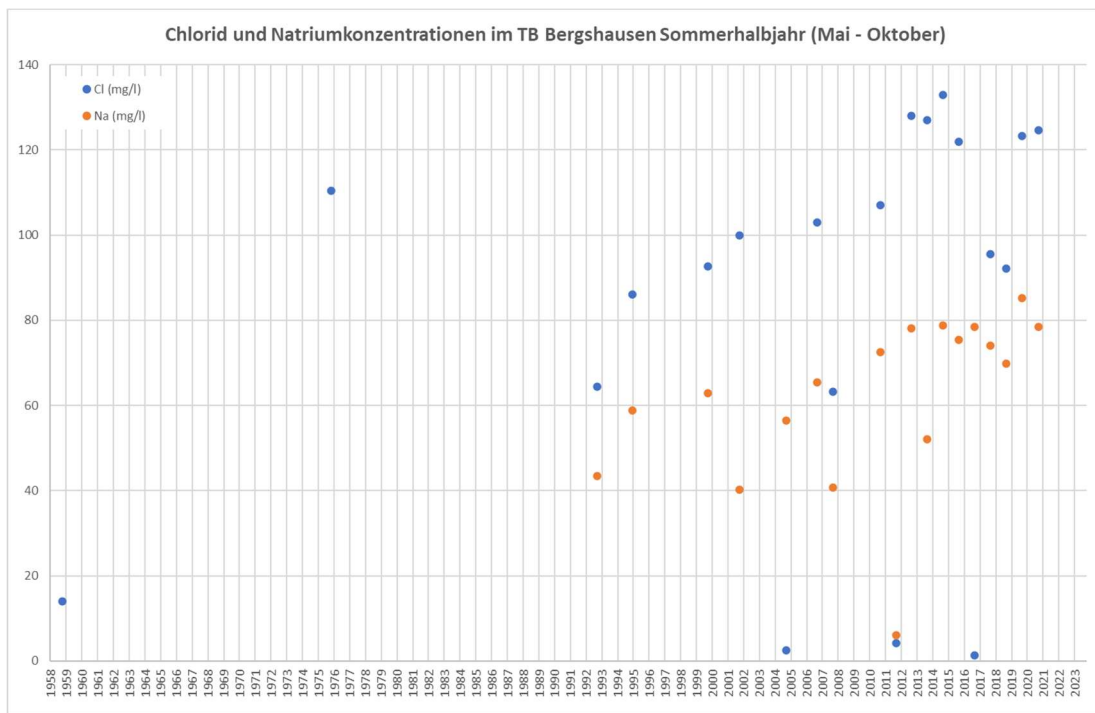


Abbildung 64: Chloridkonzentration im TB Bergshausen (Sommerhalbjahr)

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=en>

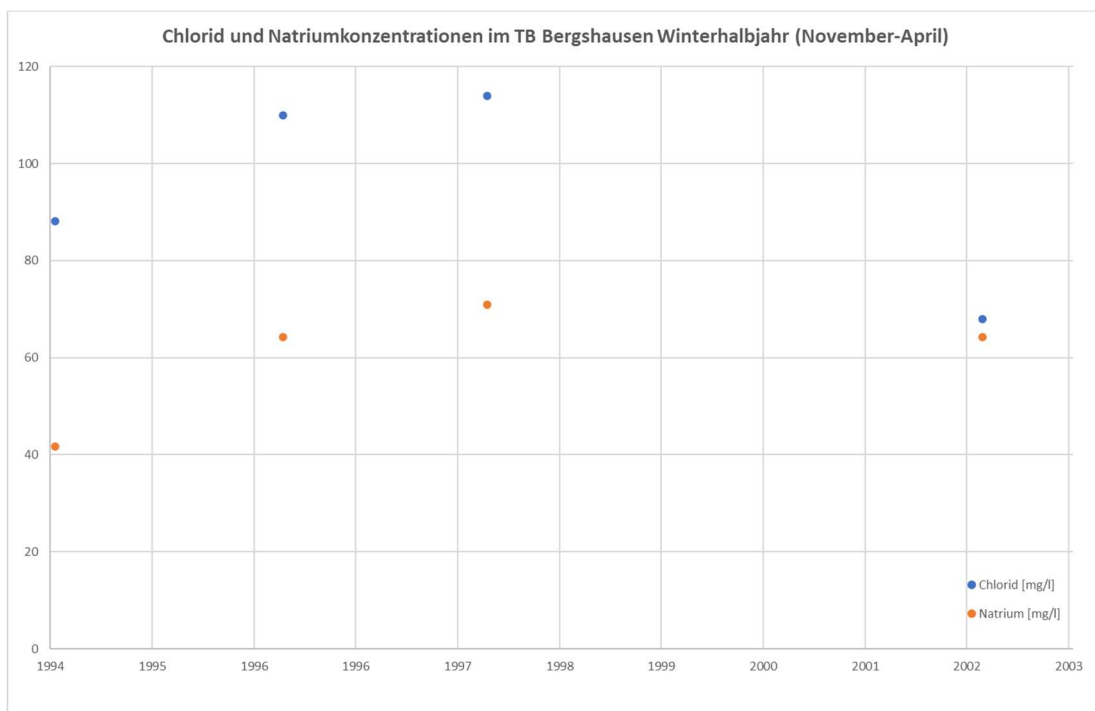


Abbildung 65: Chloridkonzentration im TB Bergshausen (Winterhalbjahr)

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=en>

Wie in Kapitel 8.3 dargelegt, unterscheiden sich die Wasseranalysen aus TB Bergshausen deutlich von denen der Brunnen TB Wellerode III, Wellerode IV und TB Dennhausen. Die Abweichung lässt sich mit der Darstellung in Abbildung 35 auf die Ionen Natrium und Chlorid zurückführen, alle anderen An- und Kationen sind relativ stabil bis auf selten auftretende höhere Konzentrationen von Nitrat. Um diesem Sachverhalt weiter auf den Grund zu gehen, wird nachfolgend für den Parameter Chlorid, der als leicht detektierbaren Stoff den Straßenabwässern zuzuordnen ist, der Konzentrationsverlauf in den Brunnen TB Bergshausen und TB Wellerode IV untersucht. Die untersuchten Daten aus <https://gruschu.hessen.de> stammen originär von Analysen des Betreibers im Rahmen der Rohwasseruntersuchung.

Die in Abbildung 64 für Proben aus dem Sommerhalbjahr dargestellten Analyseergebnisse für Chlorid und Natrium aus Rohwasseranalysen der Jahre 1959 bis 2021 zeigen einen langfristigen Anstieg der Konzentrationen. Bis auf zwei Analysen aus dem August und einer aus dem Oktober entstammen alle anderen Sommerhalbjahresanalysen aus dem Juni und Juli. Die vier sehr niedrigen Ergebnisse könnten auch Mess- oder Übertragungsfehler sein. Gleiches gilt, wenn auch eingeschränkt wegen der geringen Anzahl an Analyseergebnissen, für die Proben aus dem Winterhalbjahr in Abbildung 65.

Nach den vorliegenden Informationen hat sich die Chloridkonzentration im TB Bergshausen zwischen 1959 (14 mg/l) und heute (2021, 120-130 mg/l) verzehnfacht (Abbildung 64).

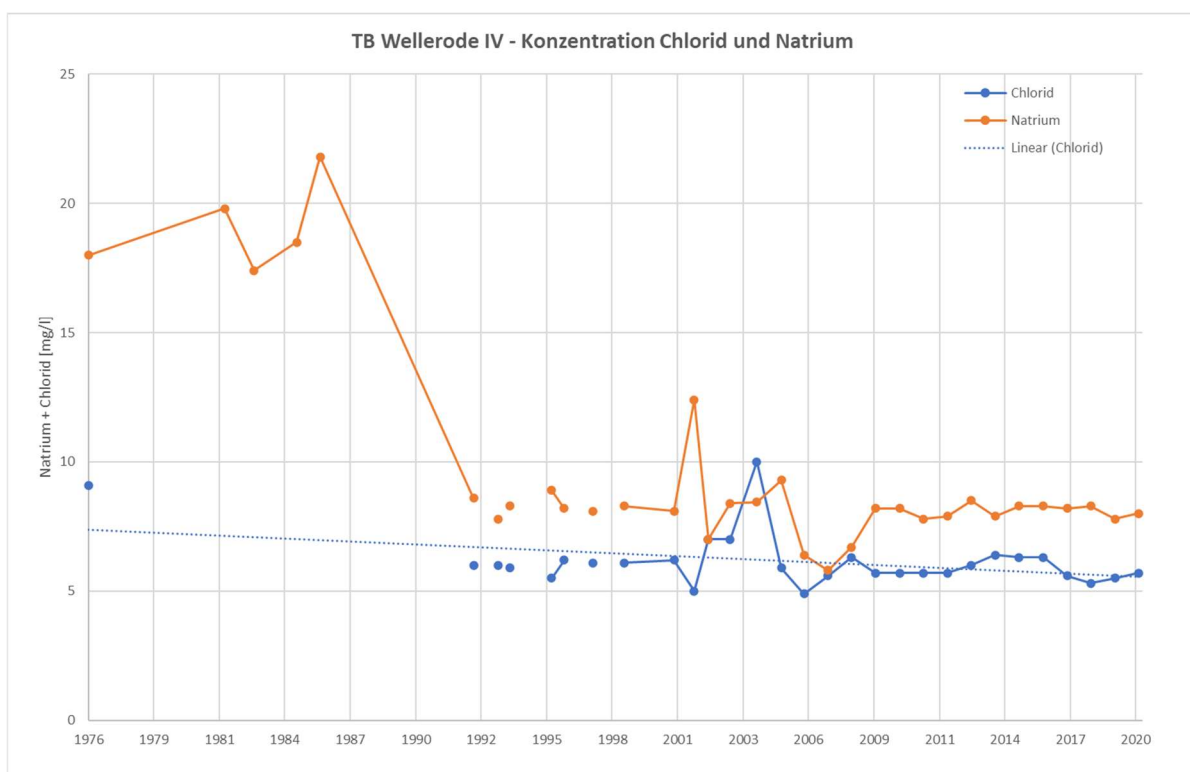


Abbildung 66: Chloridkonzentration im TB Wellerode IV

Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=en>

Im unbelasteten Anstrom (TB IV Wellerode) beträgt die Chloridkonzentration i. M. 6,16 mg/l zwischen 1976 und 2020 gemäß Abbildung 66, sodass daraus folgt, dass sich die Konzentration im TB Bergshausen gegenüber dem unbelasteten Anstrom sogar verzwanzigfacht hat.

Diese im TB Bergshausen dokumentierten Konzentrationen liegen zwar unter dem Grenzwert von 250 mg/l für Chlorid gemäß Trinkwasser- [29] bzw. Grundwasserverordnung [5], es zeichnet sich aber trotzdem aktuell eine deutliche Beeinträchtigung des Grundwassers im Umfeld des TB Bergshausen im relevanten Grundwasserkörper GWK 4290_5201 ab. Daraus lässt sich trotz des großen Flurabstands von über 30 m ([22] Kapitel 3.5) schließen, dass es bisher für streusalzbe-frachtete Wässer, von den in diesem Bereich verlaufenden Straßen (Autobahn A 7, A 44 und L 3460), kein Hindernis war ins Grundwasser zu gelangen.

Gemäß Baugrundgutachten [22] Kapitel 3.5 und Tabelle 20 ist die Schutzwirkung nach RiStWag [24] für die Bauwerke östlich des Widerlagers 110 groß (Abschnitt VI und VII). Daher kommt das Gutachten zu dem Schluss, *„dass generell von einer hohen natürlichen Schutzwirkung auszugehen ist, sodass aus hydrogeologischer Sicht keine zusätzlichen Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers erforderlich sind. Aus dem gleichen Grund kann eine Gefährdung der Trinkwassergewinnung im Tiefbrunnen Bergshausen weitgehend ausgeschlossen werden.“*

Die vorgenannte Aussage sollte jedoch insbesondere für die Planung und den späteren langjäh-rigen Betrieb nicht dazu führen, dass aufgrund der großen Schutzwirkung des Untergrunds in Teil-bereichen einerseits auf Schutzmaßnahmen nach RiStWag [25] verzichtet wird, aber dann ande-rerseits diese Abwässer in Bereiche abgeleitet werden, die diese große Schutzwirkung nicht be-sitzen (z. B. „Namenloser Bach“, Abbildung 62 und Abbildung 63). Um die diesbezüglichen Auswir-kungen zu prüfen, empfehlen wir im Vorfeld der Maßnahme Abflussmessungen und kombinierte Analysen durchzuführen.

Entlang der Bestandsstrecke der A 44 zwischen Bergshäuser Brücke und der A 7 wird zurzeit eine Mischung aus Außengebietsabfluss und Straßenabfluss der A 7 und A 44 zum Teil über einen offenen Graben zur Fulda abgeleitet (Abbildung 67). Der Straßenabfluss mit einer möglichen Ver-sickerung von chloridhaltigem Abwasser im weiteren Einzugsgebiet des Brunnens Bergshausen wird durch den geplanten Rückbau der A 44 und die geplante Umleitung des Abflusses von der A 7 in das RRB 05 der Tank- und Rastanlage Kassel-Ost zukünftig vermieden. Darüber hinaus wird eine Verbesserung der Abwassersituation durch einen Retentionsbodenfilter RBFA 03 erreicht, der zwischen L 3460 und A 7 geplant ist (Abbildung 68). Dieser hält Schwebstoffe weitestgehend zurück, aber die Chloridkonzentration aus Tausalzen wird nicht beseitigt, allerdings wird durch die Rückhaltung und Abflussdrosselung (Absetzwirkung und Verdünnung) im Becken ein hoch-konzentrierter Spülstoß zukünftig vermieden. Es ist auch eine Rückhaltung von Leichtflüssigkei-ten vorgesehen.

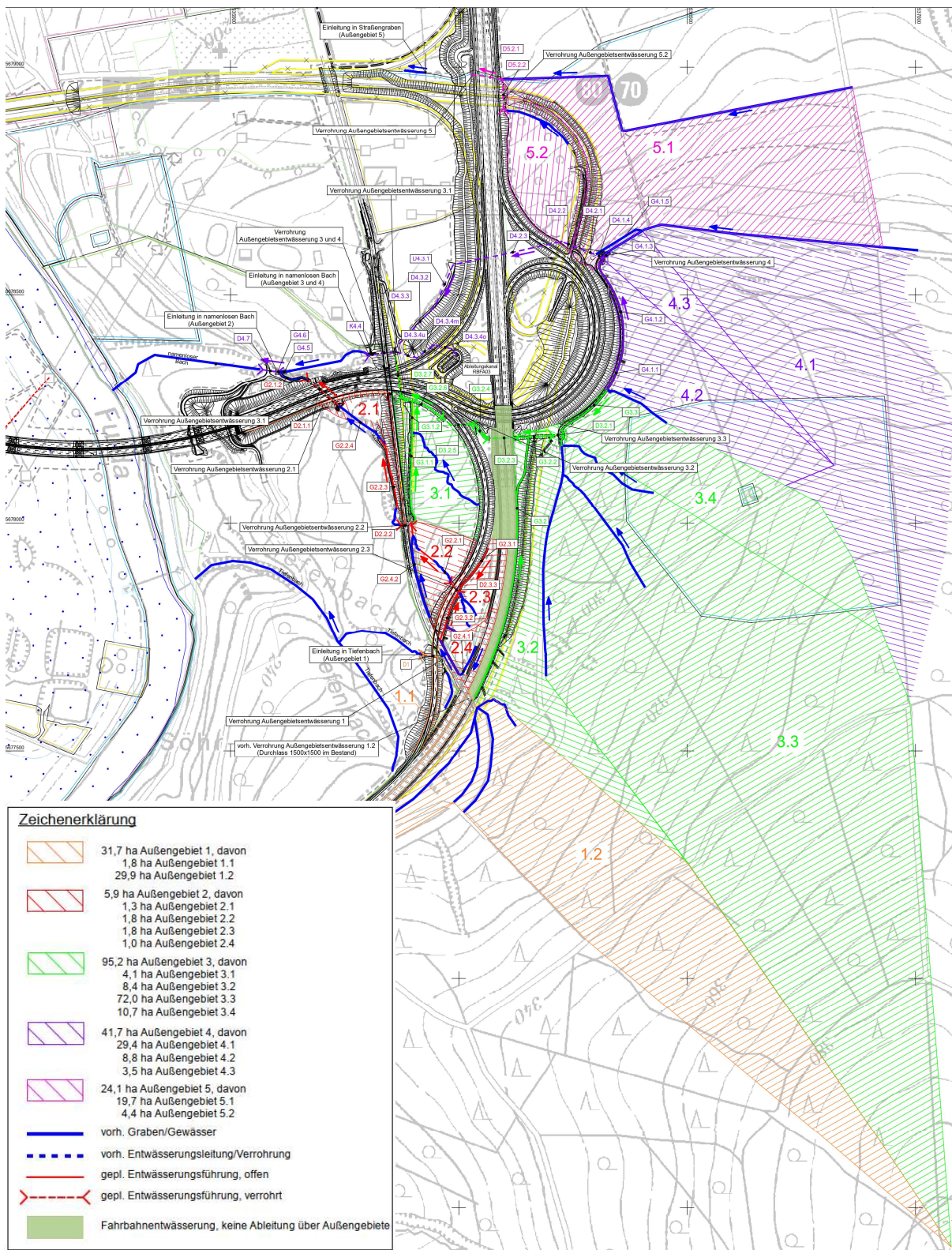


Abbildung 67: Darstellung der Einzugsgebiete der Außengebietsentwässerung der A 7 und A 44

Datenquelle: Unterlage / Blatt-Nr.: 18.6 / 1 Lageplan: Ermittlung Außengebietsentwässerung

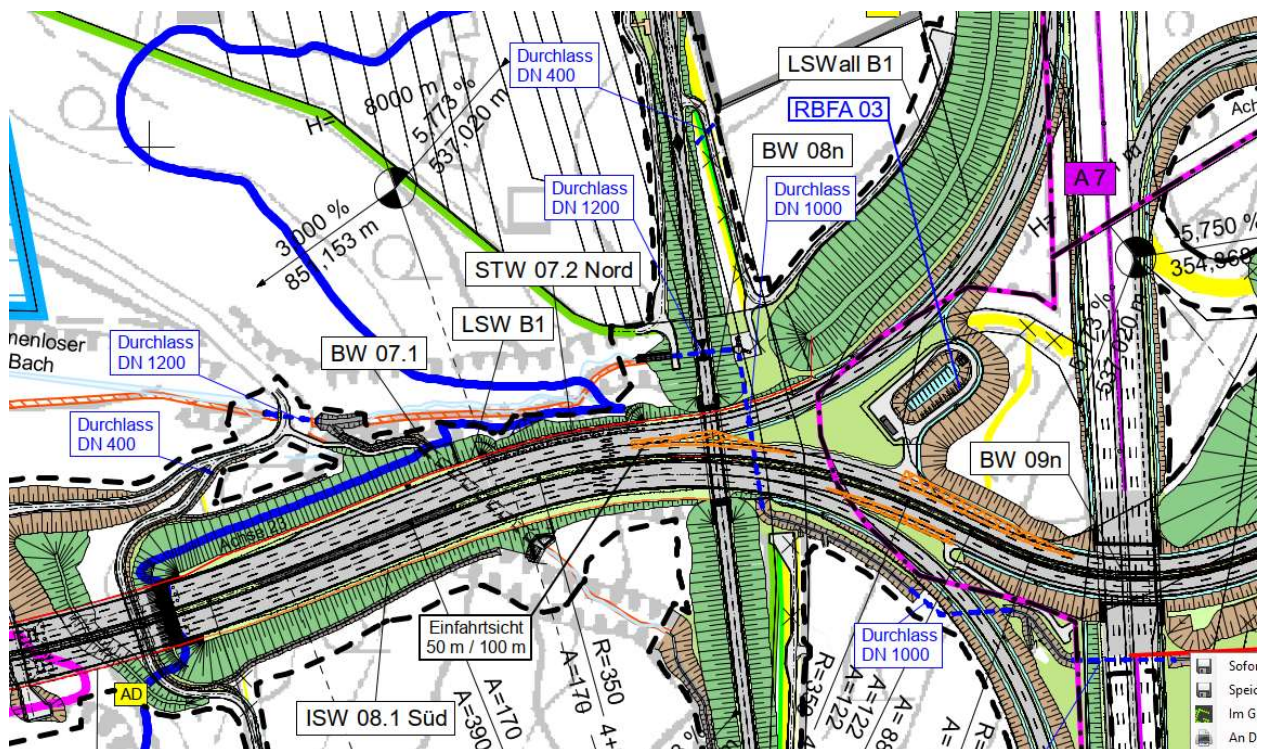


Abbildung 68: Geplanter Retentionsbodenfilter RBFA 03 im Bereich zwischen A 7 und L 3460
 Datenquelle: siehe Plan C32_U5.1

In der Zusammenstellung der Ergebnisse einschließlich Bewertung und Gesamteinschätzung des Fachbeitrags zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [28], Kapitel 9, wurde für den relevanten Grundwasserkörper GWK 4290_5201 folgendes dargelegt: „Aufgrund der hohen Rückhaltung der oberen Bodenschichten, sind die Schadstoffkonzentrationen, die im Grundwasser ankommen, zu gering, um die Schwellenwerte nach Anlage 2 der GrwV [5] (Anmerkung: 250 mg/l) zu überschreiten (vgl. Kocher 2008). Lediglich Chlorid wird gar nicht zurückgehalten und gelangt damit in voller Konzentration ins Grundwasser. Der Großteil des Straßenabflusswassers des Vorhabens wird in Vorfluter eingeleitet. Im Fall der Einleitung in den namenlosen Bach kommt es durch das periodische Trockenfallen des Bachs teilweise zur Versickerung ins Grundwasser in der Wasserschutzzone III im GWK. Nach Berechnung der Versickerung der Chloridfracht nach Worst-Case-Szenario (gesamte Streufläche Entwässerungsabschnitt 3 in GWK) kommt es zu keiner Überschreitung des Schwellenwerts nach Anlage 2 GrwV im Bereich des WSG Tiefbrunnen Bergshausen sowie im gesamten GWK. Damit ist eine Verschlechterung des chemischen Zustandes auszuschließen.“



Abbildung 69: Windrosen aus dem Bereich des Projektgebiets

Datenquelle: <https://windrosen.hessen.de/>, zuletzt abgerufen 2023-10-17

Ein weiterer Aspekt, der sich aus dem Betrieb der neuen Autobahn ergeben könnte, wäre ein Verdriftung von Aerosolen von der Fahrbahn über die Autobahnbrücke hinweg in die Umgebung der Brücke. Die Hauptwindrichtung im Bereich der geplanten Autobahnbrücke ist nach Abbildung 69 einerseits aus SSW und andererseits aus NNO. Die Abbildung 69 entstammt dem Windrosen-Atlas Hessen (WindRAH) mit dem ein Erwartungswert für die Windverteilung in einem feinmaschigen Gitternetz von 500 m für ganz Hessen zur Verfügung gestellt wird. Der Verlauf der Autobahnbrücke ist grob Ost-West. Daraus ergibt sich, dass die Hauptwindrichtung mehr oder weniger rechtwinklig auf die Brücke trifft. Als Lärmschutzmaßnahme und gegen das Verdriften von Aerosolen sind auf der geplanten Brücke 2 – 5 m hohe Lärmschutzwälle vorgesehen, die ein Verdriften des Aerosols über die Brücke hinaus reduzieren (Lageplan C32_U5.1).

14 WEITERE UNTERSUCHUNGEN

Die im vorhergehenden Kapitel dargelegten Feststellungen, dass

- die hohe natürliche Schutzwirkung im Bereich des östlichen Brückenwiderlagers, die gemäß Baugrundgutachten [22] keine Schutzmaßnahme nach RiStWag [25] erforderlich macht,
- die vorgesehene Ableitung des Ablaufs des Retentionsbodenfilters in den „Namenlosen Bach“, die gemäß Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [28] eine Verschlechterung des chemischen Zustands des Grundwassers zukünftig ausschließt,
- die aktuelle Entwässerungssituation der im Anstrom liegenden Straßen (A 7 und L 3460) bereits eine Beeinträchtigung des Grundwassers hervorgerufen hat,

lassen trotz der Verbesserung der zukünftigen Entwässerungssituation Fragen offen. Daher sollen durch ein zeitnahes Untersuchungsprogramm weitere Erkenntnisse gewonnen werden, um einerseits die Bestandsentwässerungssituation und andererseits die geplante Ableitung aus dem Retentionsbodenfilter in den „Namenlosen Bach“ und deren Auswirkungen u. a. auf das Grundwasser besser bewerten zu können.

Um Klarheit über die Herkunft und die Menge des in den „Namenlosen Bach“ eingeleiteten Abwassers zu erhalten, sollen zeitnah vergleichende Abflussmessungen an den Ausläufen der Autobahntwässerung und der L 3460 sowie am Durchlass des „Namenlosen Bach“'s, Quelle Silberbörnchen unter dem Weg zur Sperresiedlung und Fulda ausgeführt werden (Abbildung 70).

Falls es einen natürlichen Zufluss aus der Söhre östlich der A 7 gibt, der dem „Namenlosen Bach“ zufließt, ist dieser Zufluss ebenfalls zu ermitteln, da sich daraus ggf. Hinweise auf den Voreingriffszustand ergeben, die einen Einfluss auf die Interpretation der Gewässerökologie des „Namenlosen Bach“ haben. Dies insbesondere deswegen, weil der namenlose Bach nach Bundesnaturschutzgesetz § 30 ein geschütztes Feuchtbiotop ist und nach Möglichkeit der Abfluss erhalten werden soll, um die dort lebenden Arten nicht zu gefährden. Dabei ist nachfolgende Feststellung aus [16] für die ursprüngliche Ökologie zu beachten: *„Die im allgemeinen hohe Durchlässigkeit des Buntsandsteins führt, insbesondere im W-Teil des Blattgebietes (Söhre und Lindenberg), zu einem tief liegenden Grundwasserspiegel, der die Fulda und nicht die örtlichen kleineren Gewässer zum Vorfluter hat. Im Bereich der Söhre treten daher größere Trockentäler auf; bei Niedrigwasser sind also große Gebiete ohne oberirdischen Abfluss.“* Sofern es sich bei den eingeleiteten Wässern um Wasser aus dem Außengebiet der Autobahn handelt, ist dies aus hydrogeologischer Sicht in Ordnung.



Abbildung 70: Abflussmessungen
(rote Kreise)

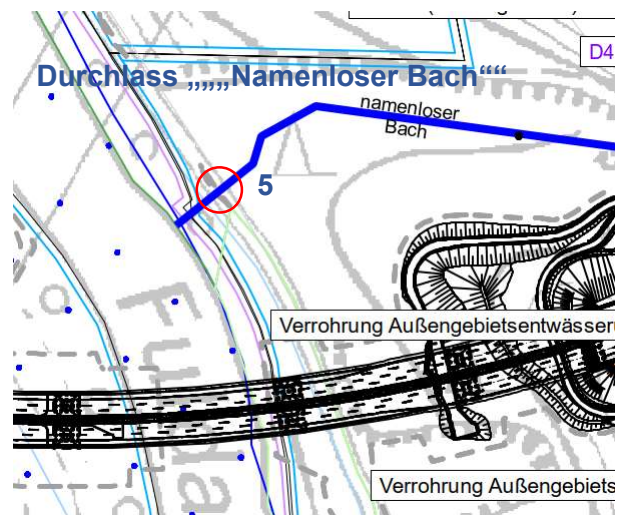
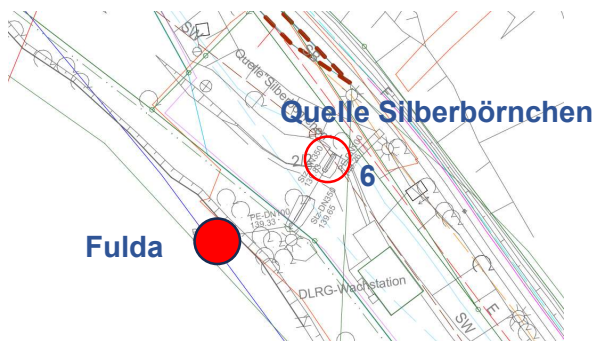


Abbildung 71: Abflussmessungen
(rote Kreise)

Darüber hinaus sollen zeitparallele monatliche Wasserproben am TB Bergshausen, GWM 7/4 B, „Namenloser Bach“, dem Silberbörnchen und der Fulda entnommen und Analysen der Hauptan- und -kationen (Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Sulfat, Nitrat, Chlorid, Hydrogenkarbonat) durchgeführt werden.

Um zu verifizieren, ob der Einfluss der Förderung im TB Bergshausen bis zur Fulda bzw. zu den GWMs reicht, sollen Tracermessung durchgeführt werden (siehe Kapitel 15.2).

15 MONITORINGKONZEPT

15.1 Allgemeines

Aufgrund der Forderung des HLNUGs in [33] *„ist ein Grundwassermonitoring-Konzept vorzulegen, das sowohl die Lage von geeigneten Vorwarnmessstellen, die ggf. auch als Abwehrbrunnen eingesetzt werden könnten, und die Untersuchungsparameter benennt. Die Aufzeichnung des Grundwassermonitorings sollte über 24 Stunden kontinuierliche Messungen angelegt werden, die über eine hydrogeologische Fremdüberwachung und das Wasserversorgungsunternehmen kontrolliert werden. Dieses Grundwassermonitoring-Konzept ist mit dem zuständigen Wasserversorgungsunternehmen (Gemeinde Fuldabrück) abzustimmen.“*

„Für die Planung der Baumaßnahme sind in diesem Gutachten ebenfalls Empfehlungen für die grundwasserschonende Ausführung aufzulisten (z.B. möglichst geringe Bodeneingriffstiefen, Tiefengründung ohne die Schaffung von künstlichen Wasserwegsamkeiten, Abdichtung der Einschnittbereiche von Hängen gegen den Eintrag von Fahrbahnabwässern).

Für die Baumaßnahme ist aus hydrogeologischer Sicht aufgrund der Lage in einem Wasserschutzgebiet eine hydrogeologische Fremdüberwachung zu empfehlen, die wöchentlich Bericht erstattet und an Baubesprechungen teilnehmen kann.“

15.2 Tracerversuche im Grundwasser

Um zu verifizieren, ob der Einfluss der Förderung im TB Bergshausen bis zur Fulda reicht, sollen als eine Art Tracermessung typische anthropogene Parameter in der Fulda und im Brunnen TB Bergshausen analysiert werden. In Abstimmung mit dem HLNUG sind dies die Stoffe Acesulfam-K, Amidotrizoesäure, Benzotriazol, Carbamazepin und Diclofenac. Um einen Vergleich mit dem Anstrom des TB Bergshausen empfiehlt sich auch eine Analyse im TB Wellerode IV.

Die Durchführung von Tracerversuchen zwischen den GWMs und dem Brunnen Bergshausen sollte in Abhängigkeit der Ergebnisse der Analyse der anthropogenen Stoffe in der Fulda und dem TB Bergshausen erfolgen. Für Tracerversuche wäre ein Wasserrechtsantrag zu stellen, da dies eine Benutzung des Grundwassers nach WHG § 9, (1), Abs. 4 darstellt.

Eventuell könnten über Tracerversuche die Abstandsgeschwindigkeit im GW-Leiter ermittelt werden.

15.3 Neue Grundwassermessstellen

Für die Überwachung des späteren Brückenbaus empfehlen wir vor Baubeginn den Neubau von je einer Grundwassermessstelle zwischen dem Brunnen Bergshausen und dem Ersatzneubau Bergshäuser Brücke sowie optional dem Brunnen Dennhausen.

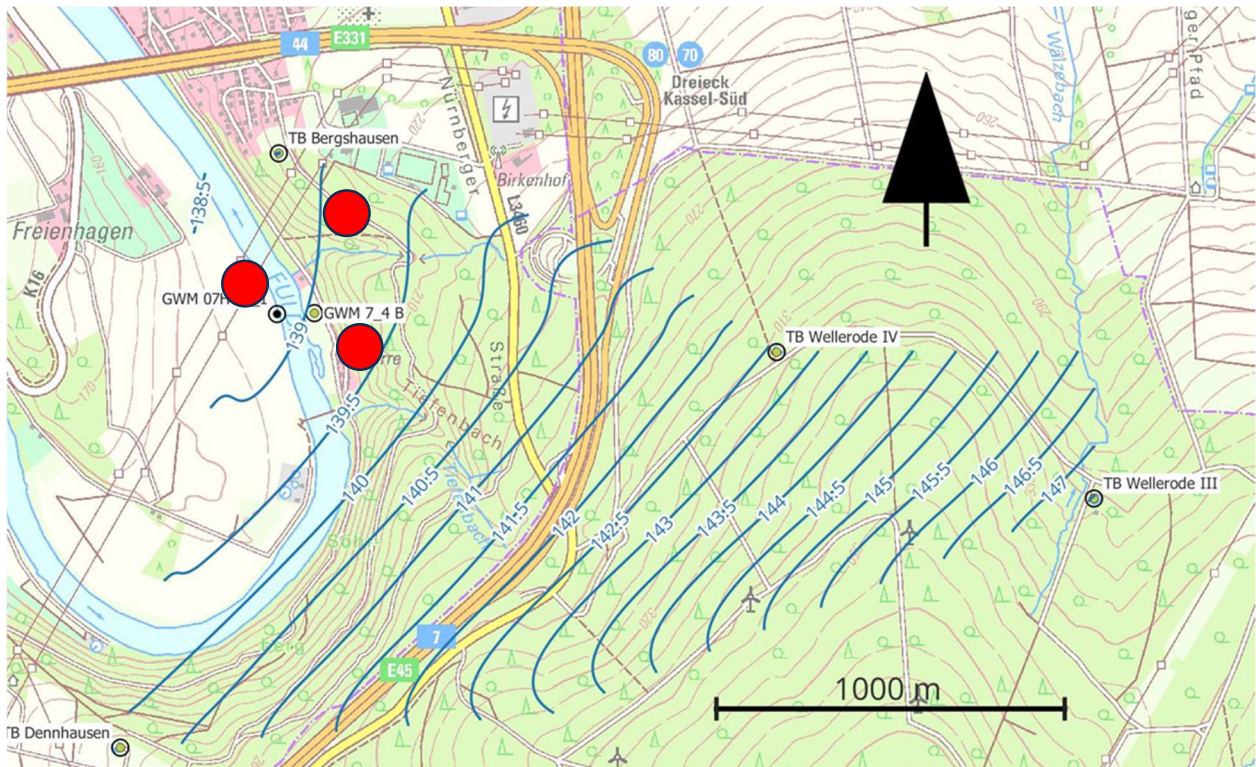


Abbildung 72: Mögliche Standorte neuer GWMs
 (rote Kreise)

Da die bestehenden Grundwassermessstellen GWM 7/4 B und GWM 07H 82_1 direkt im Bereich der zukünftigen Pfeiler stehen, sollten diese vor Baubeginn ersetzt werden. Die beiden neuen Ersatzgrundwassermessstellen könnten später auch als Abwehrbrunnen dienen, daher sollte der Ausbau so gewählt werden, dass sie diese Funktion als Brunnen wahrnehmen können. Die Abwehrbrunnen sollten einen ausreichend großen Durchmesser erhalten und eine Tiefe von mindestens 30 m. Je nach Reichweite des Abwehrbrunnens sollte geprüft werden, wie viele Abwehrbrunnen notwendig sind (auch für die Pfeiler 07.70, 07.80 und 07.100). Beim Pfeiler 07.100 endet die Eingriffstiefe oberhalb des GW-Spiegels. Einflüsse während der Bauzeit sind aufgrund der Klüfte möglich, sodass auch für dieses Bauwerk ein Abwehrbrunnen empfehlenswert wäre. Die tatsächlich notwendige Anzahl an Abwehrbrunnen in der Nähe der Bauwerke werden im Zuge der weiteren Planung mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

Die möglichen Positionen dieser neuen Grundwassermessstellen, die auch über die Bauzeit hinaus erhalten bleiben sollten, sind in Abbildung 72 dargestellt. Die tatsächliche Position ist im Rahmen der Antragsstellung der wasserrechtlichen Genehmigung vor Ort festzulegen.

Diese neuen primär notwendigen Grundwassermessstellen sollten als Kernbohrung mit den gängigen bohrlochgeophysikalischen Untersuchungsmethoden (Gamma-, Widerstands-, Gamma-Gamma, Neutron-Neutron-Log, PVC-FE, akustische Scanner [ABF], optische Scanner [OPTV]- und Flowmetermessung) ausgeführt werden.

15.4 Untersuchungen in Grundwassermessstellen

Die Grundwassermessstellen sollten mit folgenden automatischen Messungen ausgestattet werden:

- Wasserspiegel
- Chlorid
- pH-Wert
- Trübungsmessung
- Leitfähigkeit

Die Messungen sollen die aktuellen Einflüsse zwischen Sommer- und Winterbetrieb der Straßen bezüglich des Chloridzustroms (Indikatorparameter) sowie während des Baus und ggf. Betriebs der Autobahn ermitteln. Es sollten darüber hinaus regelmäßig Wasserproben entnommen und Analysen der Hauptan-/kationen durchgeführt werden.

Wenn die neuen Grundwassermessstellen fertiggestellt sind, soll ein neuer Grundwassergleichplan erstellt werden.

15.5 Baustellenwässer

Zu berücksichtigen ist auch, dass verschmutztes Wasser, z. B. aus der Wasserhaltung, nicht ungereinigt ortsnah in die Fulda eingeleitet werden darf, da diese nachweislich im Kontakt zum betroffenen Grundwasserleiter steht. Die Vorschaltung von Absetz- und Neutralisationsbecken ist folglich notwendig.

Während der Baumaßnahme können Baustellenwässer entstehen bzw. anfallen z. B. durch

- in die Baugrube eintretendes Hangwasser,
- Trübstoffe aus dem Aushub, den Erdbewegungen und den Bohrarbeiten für die Tiefgründung der neuen Talbrücke Bergshausen im und oberhalb des Grundwasserhorizontes,
- Spülung, Bohrklein, Trübstoffe, Betonsuspension für Bohrpfähle,
- sonstige Zusätze in den verwendeten Baustoffen oder
- mögliche Havarien von eingesetzten Baugeräten auch unter Berücksichtigung der Steilhangsituation

die durch Klüfte in den Grundwasserleiter gelangen könnten.

Im Rahmen der Kontrollmessungen vor dem Einleiten in die Fulda sollten folgende Messungen mit mobilen Messinstrumenten ausgeführt werden:

- die Leitfähigkeitsmessungen
- pH-Wert und
- Trübung.

15.6 Hydrogeologische Fremdüberwachung

Aufgrund der Forderung des HLNUGs in [33] ist *„für die Baumaßnahme (...) aus hydrogeologischer Sicht aufgrund der Lage in einem Wasserschutzgebiet eine hydrogeologische Fremdüberwachung zu empfehlen, die wöchentlich Bericht erstattet und an Baubesprechungen teilnehmen kann.“*

Die hydrogeologische Fremdüberwachung kontrolliert zusammen mit dem Wasserversorgungsunternehmen die im Monitoringkonzept beschriebenen Untersuchungen. Die Vorgehensweise sollte später mit den Behörden abgestimmt.

Trinkwasserhygienische Unbedenklichkeitstestate für einzusetzende Baustoffe, die mit dem Grundwasser in Verbindung gelangen, sind ausreichend früh zur Prüfung vorzulegen.

Wesentliche Änderungen der Bauausführung, die hydrogeologische Auswirkungen nach sich ziehen, sind der hydrogeologischen Fremdüberwachung frühzeitig mitzuteilen, damit entsprechende Abstimmungen oder Stellungnahmen erfolgen können.

16 ERSATZWASSERBESCHAFFUNG

Der Bau der BAB 44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd, kreuzt die Zone III des Trinkwasserschutzgebiets des TB Bergshausen. Um den Grundwasserschutz und damit die Wasserversorgung während und nach der Bauphase gewährleisten zu können, wurden gemäß der Forderung des HLNUGs in [33] durch die Gemeinde Fuldabrück entsprechende Ersatzmaßnahmen konzipiert ([30] und Anlage 4), die aus Sicht der Gemeinde behördlich zu beantragen, abzustimmen und umzusetzen sind. Daher lautet die Forderung der Gemeinde Fuldabrück: *„Erfolgt durch die Baumaßnahme A 44 Brücke eine Beeinträchtigung des Trinkwasserbrunnens Bergshausen, muss eine redundante Strategie (n-1) für die Ersatzwasserbeschaffung vorhanden sein, um den Trinkwasserbedarf des Ortsteils Bergshausen respektive der gesamten Gemeinde nach den anerkannten Regeln der Technik sicherzustellen.“*

Der Begriff Ersatzwasserbeschaffung bedeutet, dass für eine bestehende Wasserversorgung (in diesem Fall Trinkwasser), welche durch ein bestehendes Wasserrecht rechtlich abgesichert ist, eine dauerhafte oder temporäre Substitution geschaffen werden muss. Im vorliegenden Fall besitzt die Gemeinde Fuldabrück ein Wasserrecht zur Förderung einer bestimmten Wassermenge für die Brunnen Bergshausen [400 m³/d (146.000 m³/a)] und Dennhausen [1.800 m³/d (657.000 m³/a)], die im Fall des möglichen Wegfalls oder Beeinträchtigungen teilweise oder ganz ersetzt werden muss. Der Grund für die Ersatzwassermaßnahmen ist in diesem Fall der geplante 6-streifige „Ausbau AK Kassel-W - AD Kassel-S der A 44“, insbesondere des Brückenneubaus Bergshäuser Brücke bzw. dem späteren Abriss der bestehenden Brücke.

Bislang wurden folgende mögliche Szenarien für eine Ersatzwasserbeschaffung diskutiert, wobei nur die ersten drei Möglichkeiten auch durch die Gemeinde Fuldabrück in [30] dargelegt wurden, weil die vierte Variante aus Sicht der Gemeinde Lohfelden nicht realisierbar ist:

- a) Ersatzwasserbeschaffung durch Erhöhung der Förderleistung im Brunnen Dennhausen der Gemeinde Fuldabrück
- b) Ersatzwasserbeschaffung durch eine neu zu errichtende Verbindung zum Trinkwassernetz der Städtischen Werke Kassel
- c) Ersatzwasserbeschaffung durch einen Brunnenneubau im Gebiet der Gemeinde Fuldabrück
- d) Ersatzwasserbeschaffung durch eine existierende Verbindung zum Trinkwassernetz der Gemeinde Lohfelden

Zu a): Eine Fördermengenerhöhung im Brunnen Dennhausen wäre prinzipiell möglich, besitzt jedoch verschiedene Nachteile und müsste fachtechnisch geprüft werden. Diese Lösung bietet keine Redundanz bei einem möglichen Ausfall des Brunnens Dennhausen. Darüber hinaus müsste vermutlich gemäß [30] die Verbindungsleitung zwischen dem HB Dennhausen und HB Bergshausen auf ca. 2.200 m erneuert werden. Die Wasserversorgungsleitung DN 200 vom Hochbehälter Dennhausen zu dem Hochbehälter Bergshausen, dargestellt in Abbildung 73, ist die Hauptversorgung von Bergshausen, mit einer täglichen Trinkwassermenge von durchschnittlich 400 m³ und einem maximalen täglichen Durchfluss von 1.300 m³.



Abbildung 73: Transportleitung zwischen HB Dannhausen und TB Bergshausen
blau sanierter Abschnitt, rot unsanierter Abschnitt aus [30]

Zu b): Eine Ersatzwasserbeschaffung über eine neu zu errichtende Anbindung an das Trinkwassernetz der Städtischen Werke Netz + Service wäre technisch prinzipiell möglich. Dazu wäre nach [30] eine Druckerhöhungsanlage zu errichten. *Des Weiteren ist die Verbindungsleitung PVC DN 150 auf einer Strecke von ca. 330 m (bis Straße Ostring) zu erneuern. In der Abbildung 75 ist die Lage der Einspeisung dargestellt. Es bietet sich eine Verbindung zwischen der Zone Lindenkopf (interne Bezeichnung 16.2) und dem Versorgungsnetz von Fuldabrück-Bergshausen an. Da die Druckdifferenz 0,8 bar beträgt, ist eine Druckerhöhungsanlage (DEA) notwendig.*

Die Anlage sollte mit 2 Pumpen, die jeweils 20 m³/h bei 1 bar Druckerhöhung liefern und einem Frequenzumrichter ausgestattet sein. Die DEA kann in einem vorgefertigten Gebäude montiert werden. Die Überwachung der Pumpen wird mit Leittechnik der NSG über ein GSM-Modul zu der Leitwarte realisiert. Mehrkosten bzw. Gewinnverluste dieses Ersatzwasserbeschaffungskomponente sind der Gemeinde zu erstatten.



Abbildung 74: Lage der Netzverbindung Städtische Werke / Gemeinde Fuldabrück

Quelle: Bilder c 2023 AeroWest, GeoBasis-DE/BKG, GeoContent, Landsat / Copernicus, Maxar Technologies, Kartendaten c 2023, 500 m, GeoBasis-DE/BKG (c2009), Google

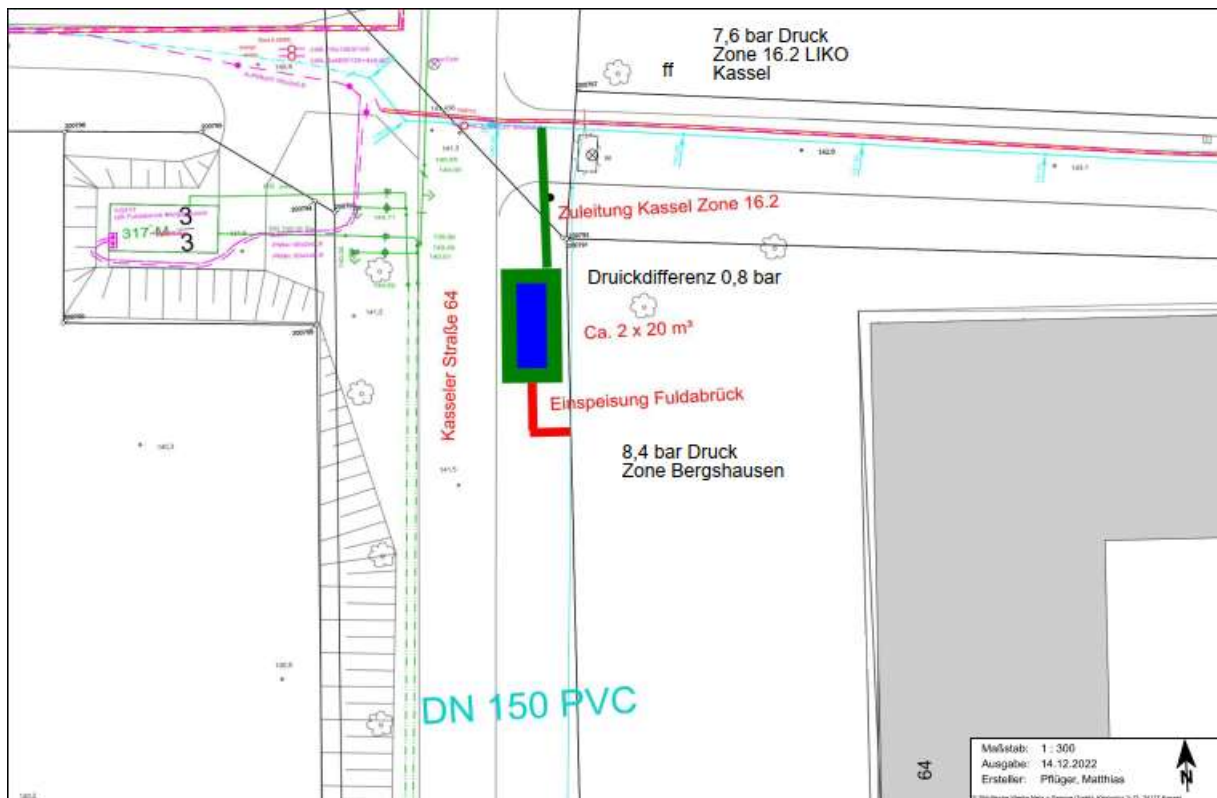


Abbildung 75: Anbindung an das Netz der Städtischen Werke Netz + Service aus [30]

Zu c): Eine Ersatzwasserbeschaffung durch den Neubau eines oder mehrerer Brunnen im Gebiet wäre prinzipiell möglich, jedoch sind die Möglichkeiten eines Standorts, insbesondere hinsichtlich einer späteren Schutzgebietsausweisung (Abbildung 76), eingeschränkt. Es ist eine erhebliche Vorlaufzeit für Planung, Genehmigung und Bau einzukalkulieren. Darüber hinaus sind ggf. Infrastrukturmaßnahmen wie Hochbehälter-, Leitungs- und Aufbereitungsanlagenbau zu berücksichtigen.

Zu d): Eine Ersatzwasserbeschaffung aus Lohfelden hat es in der Vergangenheit über eine bestehende Leitung schon temporär gegeben. Ist jedoch derzeit aus verschiedenen Gründen nach Mitteilung der Gemeinde Lohfelden keine Option.

Gemäß eines Abstimmungsgesprächs [31] und anschließender Klärung der Sachlage hat sich die DEGES für folgende Vorgehensweise bzgl. der Forderungen der Gemeinde entschieden:

- Kein Ersatzbrunnen, da keine dauerhafte Beeinträchtigung des Brunnens TB Bergshausen zu erwarten ist.
- Keine Erneuerung der Verbindungsleitung zwischen den WB – dies ist eine klassische Unterhaltungsmaßnahme des Betreibers.
- Der Anschluss des Versorgungsnetzes Bergshausen an das Netz der Städtischen Werke Netz + Service als Vorsorgemaßnahme wird aus Sicht der DEGES bejaht.

Die DEGES begründet dies mit der Forderung des HLNUG in der Stellungnahme [33] vom letzten Jahr gegenüber der Autobahn GmbH und trägt damit ihrer Sorgfaltspflicht genüge.

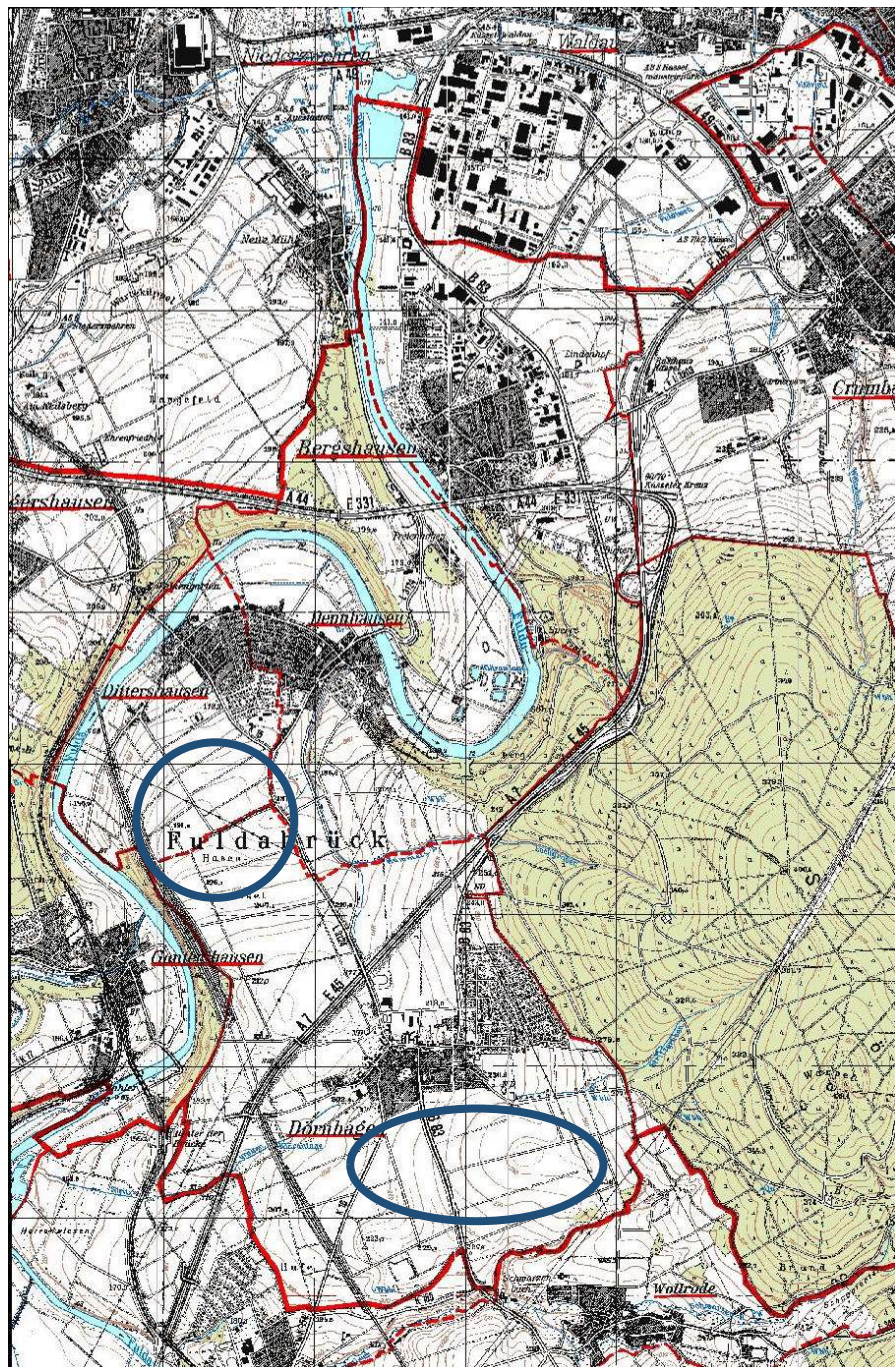


Abbildung 76: Ersatzwasserbeschaffung – mögliche Brunnenstandorte [30]

17 SCHLUSSBEMERKUNG / WEITERES VORGEHEN

Mittels verschiedener Pumpversuche erfolgte der Nachweis, dass für den TB Bergshausen der Entnahmetrichter im Regelbetrieb bis in den Bereich des 450 m entfernt gelegenen Ersatzneubaus Bergshäuser Brücke reicht. Daraus folgt eine potentielle Gefährdung des Trinkwassers der Gemeinde Fuldabrück durch Teile des neuen Bauwerks. Die Gefährdung des Grundwasserleiters während des Ersatzneubaus der Bergshäuser Brücke ist zunächst temporär auf die Bauzeit beschränkt. Es kann aber auch während des Betriebs des hier in Frage stehenden Abschnitts der A 44 zu Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser kommen.

Zur Eingrenzung der Auswirkungen auf den Brunnen Bergshausen während der Bauzeit wurde das in Kapitel 15 dargelegte Monitoringkonzept erarbeitet. Die Grundwassermessstellen GWM 7/4 B und GWM 07.H82.1 oder deren Neubau sollen zeitweilig zusammen mit der Wasserhaltung im Spundwandkasten als Abwehrbrunnen dienen. Dadurch soll ein kleinräumiger Absenktrichter um das Pfeilerfundament entstehen, der dafür sorgt, dass eventuell „verunreinigtes“ Grundwasser in Richtung Süden und nicht nach Norden zum Brunnen fließt. Neben der Ersatzwasserversorgung für den Brunnen Bergshausen wird dadurch eine doppelte Redundanz geschaffen.

Weiterhin ist das bereits beschriebene Ersatzwasserkonzept zu planen und vor Baubeginn umzusetzen.

Zur Chloridproblematik im TB Bergshausen sind zeitnah die im Kapitel 14 erläuterten Untersuchungen vorgesehen, die mit den entsprechenden Behörden abgestimmt werden. Mögliche relevante Erkenntnisse durch diese Untersuchungen sollten bei der weiteren Planung und Baumaßnahme berücksichtigt werden.

Vor und während der Baumaßnahme sind die im Monitoringkonzept (Kapitel 15) erwähnten Überwachungen und Untersuchungen durchzuführen.

18 ERGEBNISSE UND ZUSAMMENFASSUNG

Der örtlich auftretende Kluftgrundwasserleiter im Mittleren Buntsandstein weist ein Schichteinfallen in Richtung Nordwesten auf.

Das Gestein ist intensiv geklüftet, mit Hauptkluftrichtungen die Nord-Süd bis Nordnordwest-Südsüdost, Westnordwest bis Ostsüdost bzw. Nordost bis Südwest verlaufen.

Aus Abbildung 25 ist eine Grundwasserfließrichtung mit ca. 4 ‰ nach Nordwesten dokumentiert.

Aufgrund der Ergebnisse der Wasserspiegelmessungen und des PVs besteht eine Wechselbeziehung zwischen dem Wasserspiegel der Fulda, dem GWL im Fuldakies der Auesedimente, dem GWL im Buntsandstein und dem TB Bergshausen.

Folglich sind von den Schutzmaßnahmen für den Brunnen TB Bergshausen von Westen nach Osten folgende Objekte betroffen, die in den jeweiligen GWL direkt oder indirekt eingreifen:

- die Brückenpfeiler (70, 80, H 82, 90 und 100 gemäß Abbildung 1 und Abbildung 4),
- die Zuwegung zum Pfeiler 100,
- das östliche Widerlager der Brücke (110 gemäß Abbildung 1 und Abbildung 4) sowie
- sonstigen Bauwerke innerhalb der Trinkwasserschutzgebietszone III des TB Bergshausen, die aber überwiegend als Aufschüttungen ausgeführt werden.

Da die Baugruben bzw. die Spundwandkästen für die Pfeiler 70, 80, H82 und 90 u. a. im Fuldakies gründen und bis an die Grenzfläche zum Buntsandstein reichen, könnte gemäß der Bohrung BK 07/4A (Anlage 1) Grundwasser ab ca. 3,5 m u. GOK anstehen. Dadurch könnte sich auch ein Grundwasserzufluss durch die Baugrubensohle innerhalb des Spundwandkastens einstellen, sodass die Baugrube unter Wasser steht. Für die Arbeiten (Planumserstellung Brückenpfeiler und Ansatzpunkte für Bohrpfähle) ist dann eine Wasserhaltung zu betreiben oder eine Sohlabdichtung aus Unterwasserbeton einzubauen.

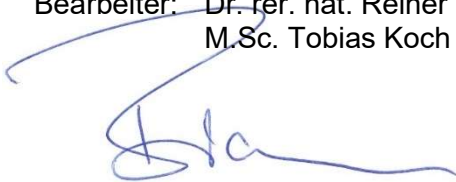
Die im SWK abgeteuften Bohrpfähle sollen bis zu 22 m tief werden. Bei den Pfeilern 70, 80, H 82 und 90 greifen diese in die Grundwasserleiter im Fuldakies und im Buntsandstein ein. Da gemäß den Ergebnissen des PVs der Absenktrichter des Brunnens Bergshausen mindestens bis in den Bereich des ca. 450 m entfernt gelegenen Pfeilers 90 bzw. H 82 reicht – die GWM 7/4B ist in der Mitte des Brückenpfeilers positioniert – könnten trotz aller Vorsichtsmaßnahmen nach RiStWaG und den Vorschriften für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Wassergewinnungsgebieten alle diesbezüglichen Arbeiten einen Einfluss auf den Grundwasserleiter und das Wasserrecht des TB Bergshausen haben.

Sinngemäß gilt das zuvor gesagte auch für die nicht direkt mit dem Grundwasser in Kontakt stehenden Bauwerke (Baustraße zu Pfeiler 100, Pfeiler 100 und Widerlager 110).

Da einerseits versickerndes Hangwasser in die Baugrube eintreten kann und andererseits der Aushub, die Erdbewegungen, die Bohrarbeiten für die Tiefgründung der neuen Talbrücke Bergshausen oberhalb des Grundwasserhorizontes (Spülung, Bohrklein, Trübstoffe, Betonsuspension für Bohrpfähle), sonstige Zusätze in den verwendeten Baustoffen, mögliche Havarien von eingesetzten Baugeräten auch unter Berücksichtigung der Steilhangsituation durch Klüfte in den Grundwasserleiter gelangen könnten.

Die offenen/freigelegten Buntsandsteinbereiche sollten während der Baumaßnahme so weit wie möglich minimiert und gegen Versickerung von Baustellenwasser geschützt werden.

Bearbeiter: Dr. rer. nat. Reiner Braun/cbr
M.Sc. Tobias Koch



Homburg (Efze), Oktober 2023



LITERATURVERZEICHNIS

Geltende Richtlinien, Normen und Gesetze:

- [1] „GruSchu - Hessen“, 02.03.2020 – Online, Zugriff am 04.05.2021
<http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>
- [2] „WRRL-Viewer,“ HLNUG, 17.03.2020 – Online, Zugriff am 04.05.2021
<http://wrrl.hessen.de/mapapps/resources/apps/wrrl/index.html?lang=de>
- [3] WHG - Wasserhaushaltsgesetz, Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009 (BGBl. I Nr. 51 vom 06.08.2009 S. 2585; 11.08.2010 S. 1163; 06.10.2011 S. 1986; 22.12.2011 S. 3044; 24.02.2012 S. 212; 05.12.2012 S. 2449), Gl.-Nr.: 753-1
- [4] HWG - Hessisches Wassergesetz - Hessen - vom 14.12.2010, (GVBl. Nr. 23 vom 23.12.2010 S. 548) Gl.-Nr.: 85-72
- [5] GrwV - Grundwasserverordnung - Verordnung zum Schutz des Grundwassers, vom 9. November 2010, (BGBl. Nr. 59 vom 15.11.2010 S. 1513), zuletzt geändert 12.10.2022 S. 1802 22) Gl.-Nr.: 753-13-2
- [6] DVGW-Arbeitsblatt W 111: Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung, Bonn, 03/1997.
- [7] Hydrogeologisches Kartenwerk Hessen, 1 : 300.000, Band 95, Geologische Abhandlungen Hessen, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1991
- [8] RAMBOW, DIETRICH (1969): Die Höhenlage der Tertiärbasis in der Niederhessischen Senke.- Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., 97, 226-228, Wiesbaden
- [9] SCHAFT, A., FRITSCH, J.-H., HEMFLER, M., MITTELBACH, G., RAMBOW, D. & TANGERMANN, H.; Die hydrogeologischen Einheiten Nordhessens, ihre Grundwasserneubildung und ihr nutzbares Grundwasserdargebot (Ldkrs. Waldeck-Frankenberg, Kassel, Schwalm-Eder, Werra-Meißner, Hersfeld-Rotenburg, Fulda und Stadt Kassel), Geol. Jb. Hessen 129: 27-53, 9 Tab., 1 Anlage; Wiesbaden 2002
- [10] LEPPER, J., RAMBOW, D., UND RÖHLING, H.G., 2005; Der Buntsandstein in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. News. Stratigr. 41(1-3), S.129-142; Berlin. Stuttgart
- [11] HEIM, D., 1966; Petrographische Beiträge zur Paläogeographie des Buntsandsteins. Notizbl. Hess, Landesamt Bodenforsch., 94, s.235-258, 1 Tab, Taf.17, Wiesbaden
- [12] RAMBOW, D., 1967; Die Solling-Folge und der Untere Röt (Buntsandstein) in der Niederhessischen Senke. Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch, 95, S.83-101; 2 Abb., Wiesbaden
- [13] FRITSCH, J.-G. ET AL (2003): Beschreibung der hydrogeologischen Teilräume von Hessen. Geol. Jb. Hessen, 130, 5-19, Wiesbaden
- [14] Übersichtskarte der Grundwasserergiebigkeit in Hessen, Auflage 1, Hess. Landesamt für Umwelt und Geologie, 2008.

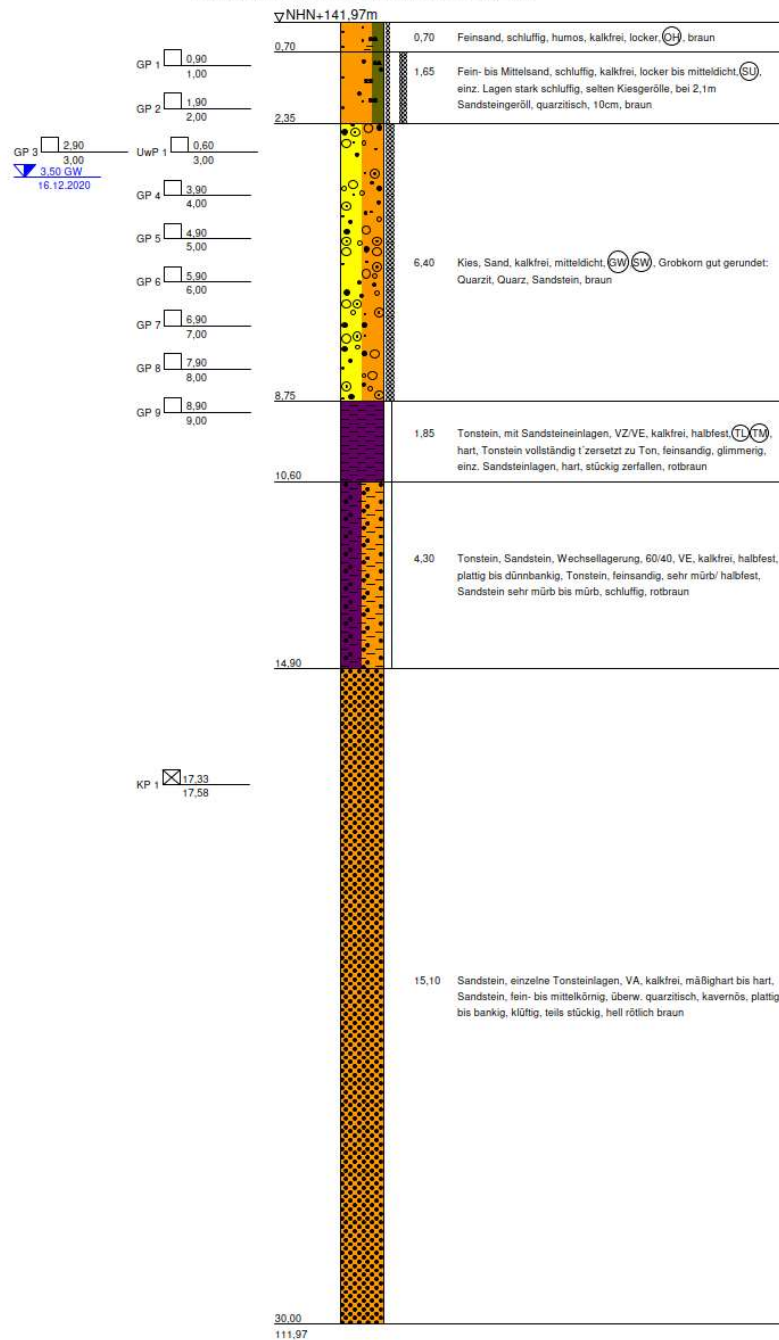
- [15] Gemeinde Fuldaabrück Wassergewinnungsgebiet Fuldaabrück Tiefbrunnen Bergshausen und Dennhausen Wasserrechtlicher Bewilligungsantrag einer Grundwasserentnahme von 400 m³/d (146.000 m³/a) für TB Bergshausen und 1.800 m³/d (657.000 m³/a) für TB Dennhausen, UNGER ingenieure, Homberg, Juni 2020
- [16] KUPFAHL, H.-G. (1981): Erläuterungen zur Geologische Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt Nr. 4723 Oberkaufungen, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1981
- [17] BEYSCHLAG, F.; ZEISE, O. (1901): "Geologische Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten" und Nachfolgewerke; [Neue Nr. 4722]; Besse [Niederzwehren, Kassel-Niederzwehren]; Gradabteilung 55, Blatt 43. Kraatz, Berlin
- [18] BAB 44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd, Talbrücke Bergshausen hier: Abstimmung der Anforderungen zum Grundwasserschutz für die Bauwerke in amtlich festgesetzten Wasserschutzgebieten des Lage: TK 25, Blatt 4723 Oberkaufungen und 4722 Niederzwehren, BW07,neu: im Bereich der Fulda ca. R 35 35 361, H 56 80 034 TB Bergshausen: R 35 35 300, H 56 80 460, GOK-Höhe 189,02 m ü. NN TB Dennhausen: R 35 34 850, H 56 78 770, GOK-Höhe 228,66 m ü. NN, Hydrogeologische Stellungnahme, Geschäftszeichen W4-89f-20-01-22/868 Sk, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden 16.10.2022
- [19] Präsentation zum 6-streifiger Ausbau der A 44 zwischen AK Kassel- West und AD Kassel-Süd, Projektabstimmung GW-Schutz HLNUG/OWB 24.11.2022, die Autobahn, DEGES,
- [20] Dokumentationsunterlagen Untersuchung der Fuldaabrücker Tiefbrunnen Bergshausen und Dennhausen in Vorbereitung der Verlängerung der Wasserrechte Ihre Beauftragung vom Städtische Werke Netz + Service, Kassel, 20.01.2016
- [21] Stratigraphie von Deutschland XI – Buntsandstein Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Heft 69, Hannover, 2013
- [22] Regionale Hydrogeologie von Deutschland, Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung, Geologisches Jahrbuch, Reihe A Allgemeine und regionale Geologie, Bundesrepublik Deutschland und Nachbargebiete, Heft 163, Hannover 2016
- [23] BAB A44 AK Kassel-W – AD Kassel-S Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung Hauptuntersuchung Strecke, witt & partner geoprojekt, Berlin, 23.02.2022
- [24] BAB A44 AK Kassel-W – AD Kassel-S, BW07-Ersatzneubau Bergshäuser Brücke, Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Hauptuntersuchung, Geotechnischer Untersuchungsbericht, witt & partner geoprojekt, Berlin, 30.09.2022
- [25] Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten RiStWag, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, FGSV Verlag GmbH, 2016, Köln
- [26] Die Niederschlagsdaten vom dwd der Messstation „Schaumburg-Elgershausen“ mit einer Auflösung von einem Tag stammen von der Web-Site https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/more_precip/recent/

- [27] Die Niederschlagsdaten vom HLNUG umfassen die Tagesniederschläge der Messstationen:
- „Gudensberg“: <https://www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb3/webpublic/#/overview/Niederschlag6/station/43234/Gudensberg/dlNiederschlag>
 - „Kassel-Wilhelmshöhe“: <https://www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb3/webpublic/#/overview/Niederschlag6/station/43249/Kassel-Wilhelmsh%C3%B6he/dlNiederschlag>
 - „Spangenberg-Mörshausen“: <https://www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb3/webpublic/#/overview/Niederschlag6/station/43068/Spangenberg-M%C3%B6rshausen/dlNiederschlag>
- [28] 6-streifiger Ausbau Bundesautobahn A 44 AK Kassel-West bis AD Kassel-Süd Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Lesefassung, FÖA Landschaftsplanung GmbH, Trier, 22.05.2023
- [29] TrinkwV – Trinkwasserverordnung Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, vom 20. Juni 2023, (BGBl. I vom 23.06.2023 Nr. 159) Gl.-Nr.: 2126-13-42
- [30] Ersatzwasserbeschaffung und Grundwasserschutz für die Baumaßnahme A 44 Brücke, Gemeinde Fuldaabrück, Fuldaabrück, den 13.09.2023
- [31] C32_Abstimmung_HLNUG_OWB_Protokoll_231005_DK_WE Stand 2023-10-17, Protokoll zur Besprechung am 05.10.2023, Weber Ingenieure GmbH, Homberg, 11.10.2023
- [32] C32_Abstimmung_HLNUG_OWB_Protokoll_221124, Protokoll zur Besprechung am 24.11.2022, DEGES, Berlin, 28.11.2022
- [33] BAB 44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd, Talbrücke Bergshausen hier: Abstimmung der Anforderungen zum Grundwasserschutz für die Bauwerke in amtlich festgesetzten Wasserschutzgebieten des Lage: TK 25, Blatt 4723 Oberkaufungen und 4722 Niederzwehren, BW07,neu: im Bereich der Fulda ca. R 35 35 361, H 56 80 034 TB Bergshausen: R 35 35 300, H 56 80 460, GOK-Höhe 189,02 m ü. NN TB Dennhausen: R 35 34 850, H 56 78 770, GOK-Höhe 228,66 m ü. NN, Hydrogeologische Stellungnahme, Hess. Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 16.10.2022
- [34] Autobahn A 44 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd Planungsbericht für einen Pumpversuch zur Absenktrichterbestimmung, Weber Ingenieure, Homberg, Mai 2023
- [35] FURTA, H. & LANGGUTH, H. R. (1967): Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. Mem. IAH-Congress, 1965, 86-96, Hannover.
- [36] Hydrogeologische Untersuchungen Wasserwerk Fuldaabrück, W/T Geoingenieure GbR, Nordhausen, Dez. 2015

Anlage 1: Schichtenprofil Bohrung BK 07/4A [23]

BK 07/4A

Rechtswert: 32535177,12 / Hochwert: 5678164,83


TERRASOND

 Gesellschaft für
 Baugrunduntersuchungen GmbH & Co. KG

 St.-Ulrich-Straße 12-16
 89312 Günzburg-Deffingen
 Tel.: 0 82 21/9 06-0
 Fax.: 0 82 21/9 06-40

 Bauvorhaben:
 A44 AK Kassel-West - AD Kassel Süd

Planbezeichnung:

Bohrprofil

Plan-Nr: 2020-1029

Projekt-Nr: AC 32300104

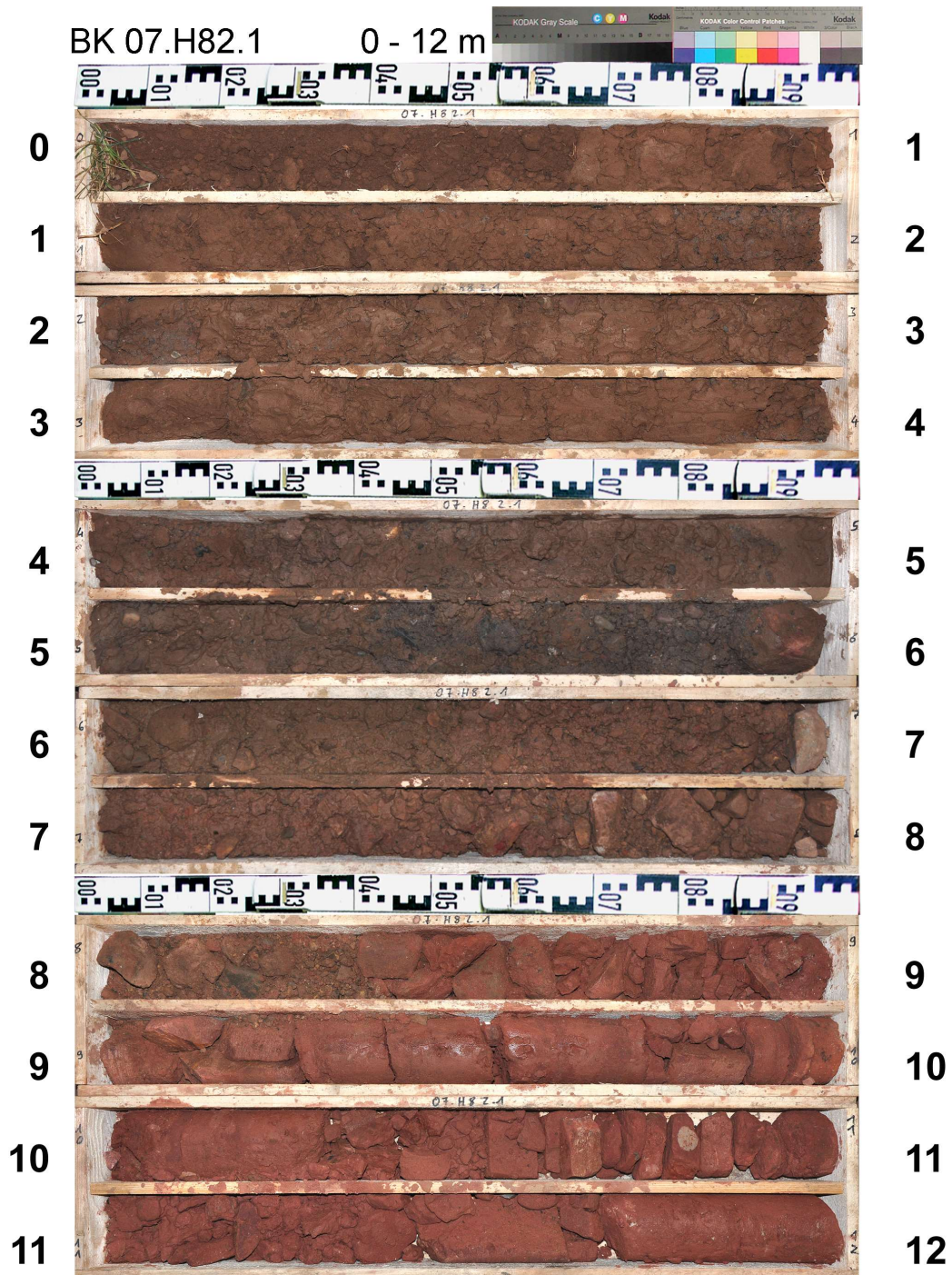
Datum: 14.-16.12.2020

Maßstab: 1 : 100

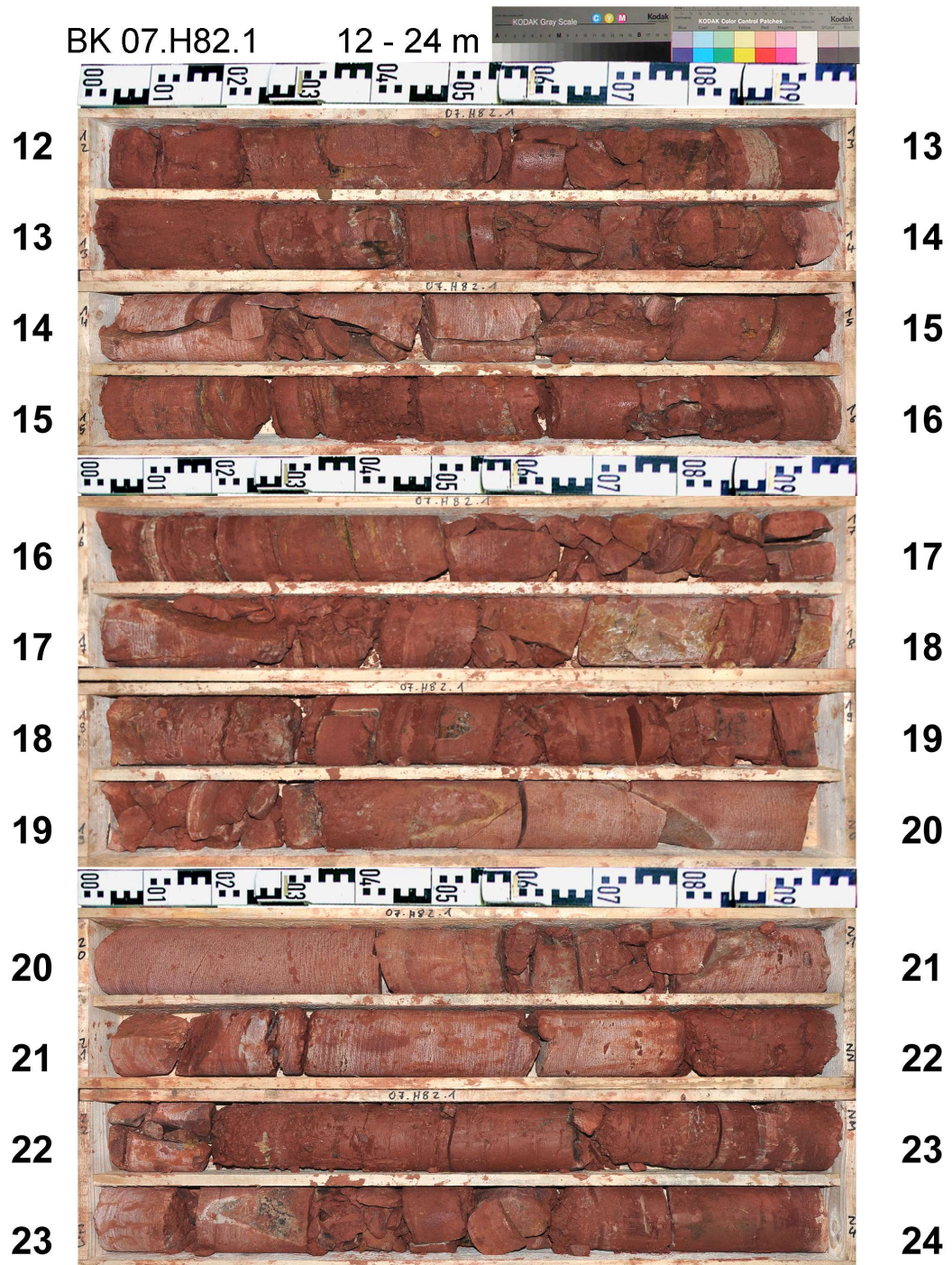
Bearbeiter: Eugen Cretu

Anlage 2: Bohrkernfotos von BK 07/4A und BK 07.H82.1 [23]

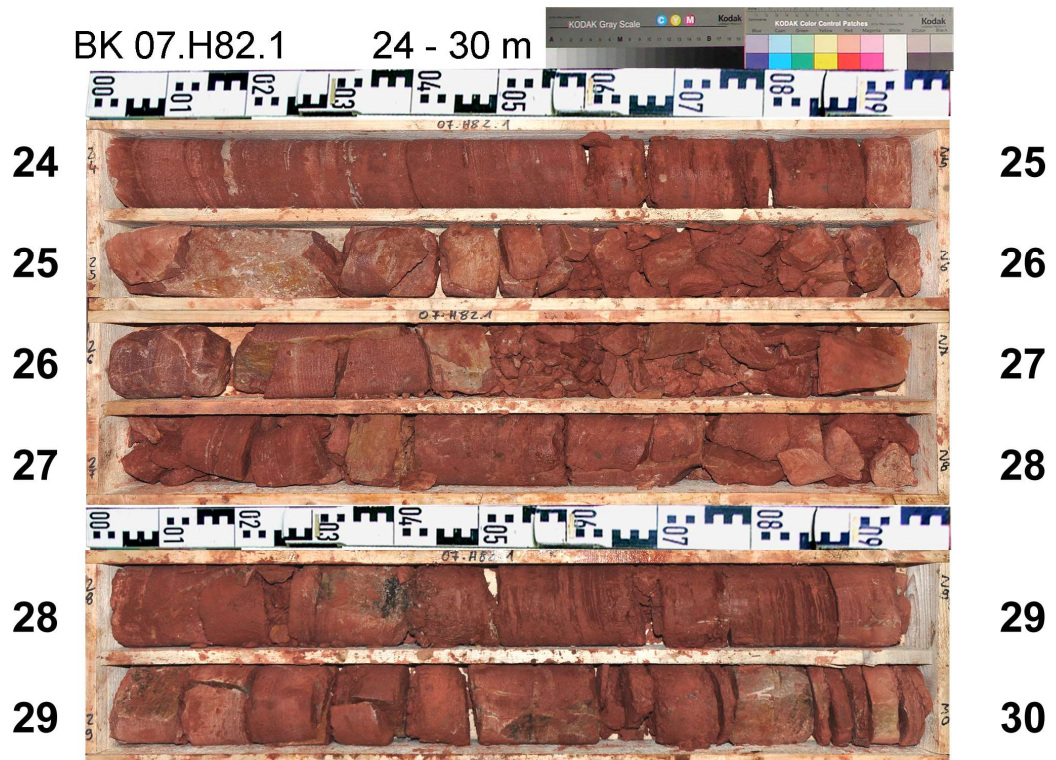
A44 AK Kassel-West - AD Kassel-Süd



A44 AK Kassel-West - AD Kassel-Süd

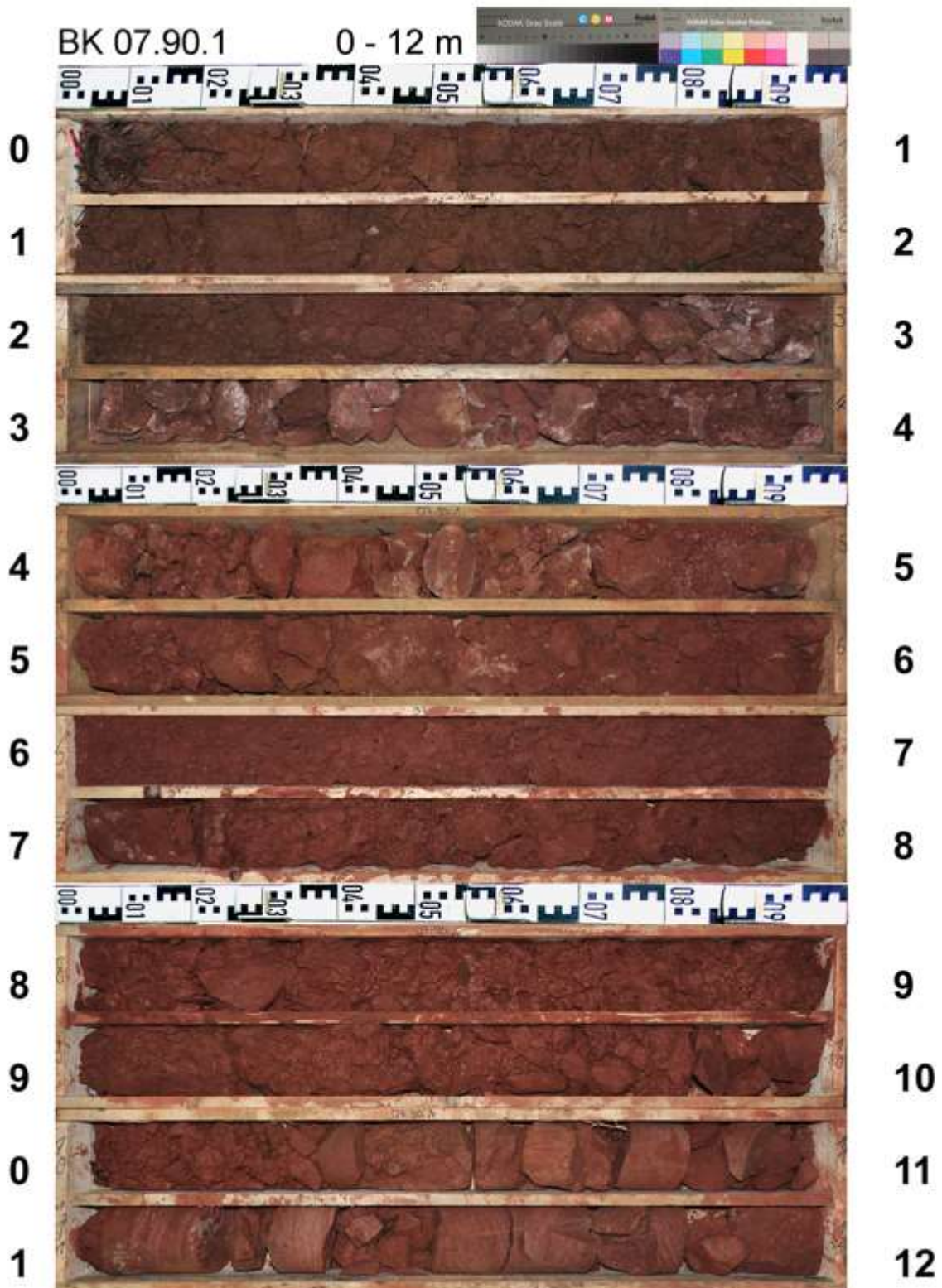


A44 AK Kassel-West - AD Kassel-Süd

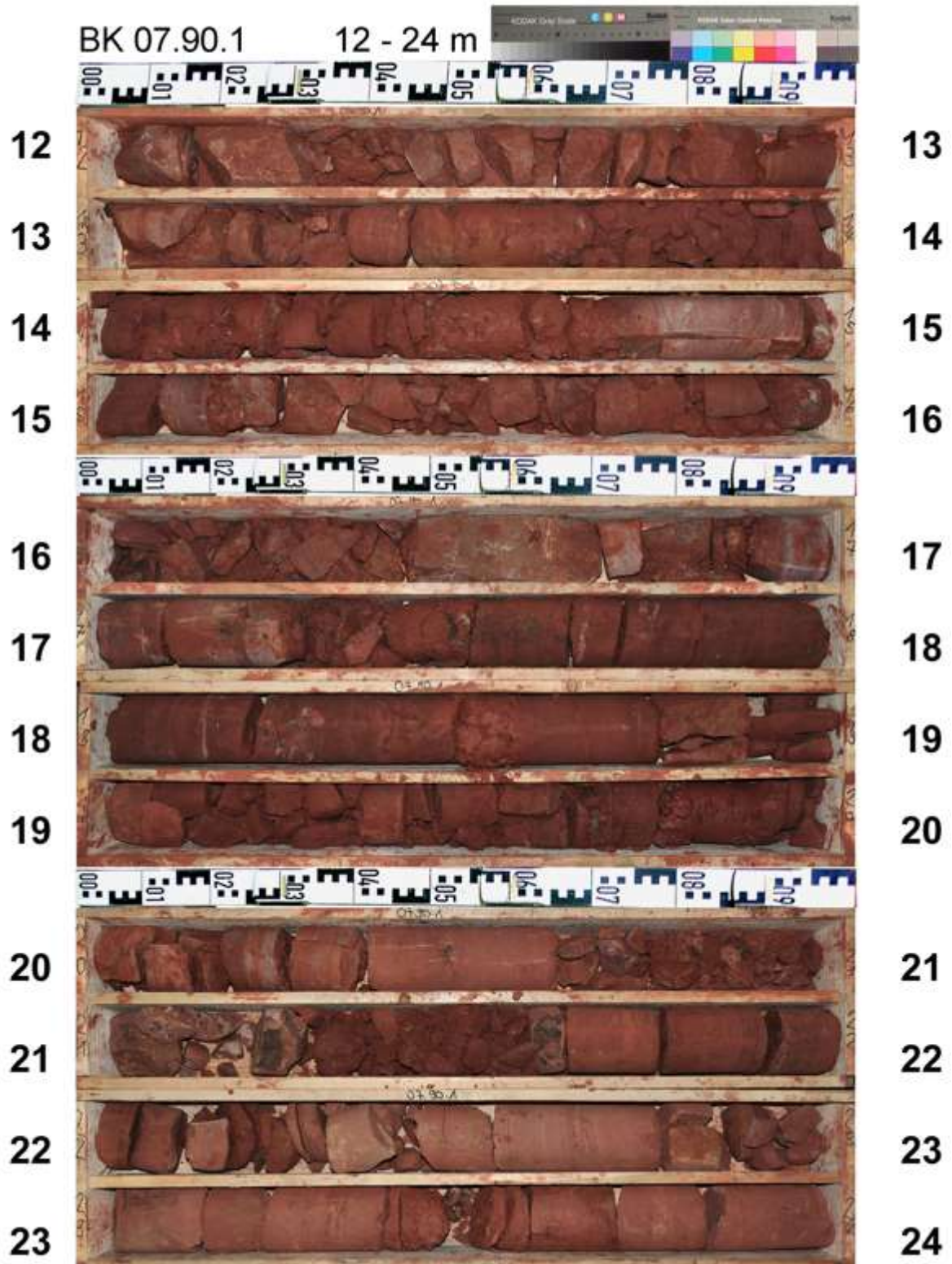


Anlage 3: Bohrkernfotos von BK 07/4A [23]

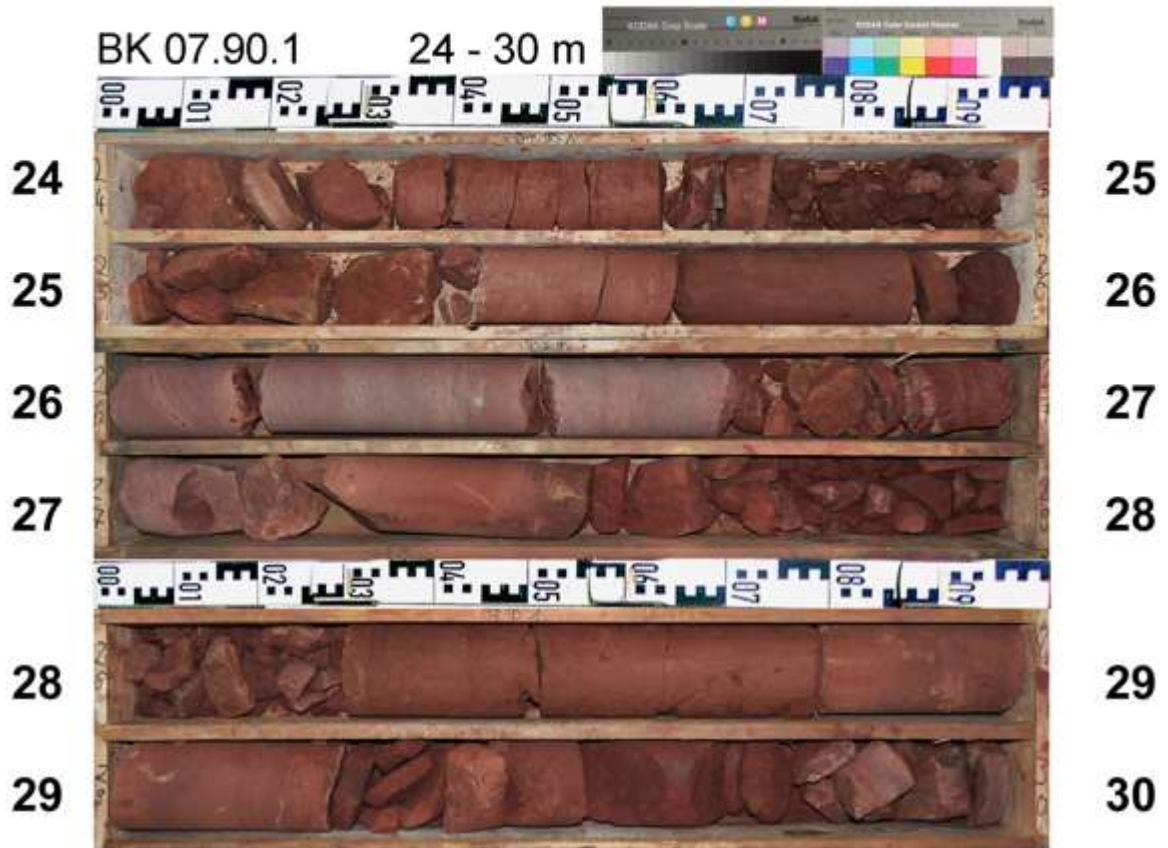
A44 AK Kassel-West - AD Kassel-Süd



A44 AK Kassel-West - AD Kassel-Süd



A44 AK Kassel-West - AD Kassel-Süd



Anlage 4: Ersatzwasserbeschaffung und Grundwasserschutz für die Baumaßnahme A 44 Brücke [30] inkl. der Bestätigung einer temporären Wasserbereitstellung für den Tiefbrunnen Bergshausen durch die Städtischen Werke Netz + Service.

Ersatzwasserbeschaffung und Grundwasserschutz für die Baumaßnahme A 44 Brücke





Allgemeine Beschreibung

Im Süden von Kassel kreuzt die A 44 am Autobahnkreuz Kassel-West die A 49, quert die Fulda und mündet schließlich am Autobahndreieck Kassel-Süd in die A 7. Die DEGES plant in diesem Bereich eine Trassenumlegung und eine Kapazitätserweiterung von vier Fahrstreifen auf sechs Fahrstreifen. Da die Restnutzungsdauer der alten Bergshäuser A 44 Brücke im Jahr 2028 endet, soll diese durch einen Brückenneubau ca. 800 m weiter südlich ersetzt werden.



Abbildung 1: Geplante Trassenführung A44 Brücke

Die geplante Trasse und Brückenfundamente befinden sich in ausgewiesenen Wasserschutzgebieten und können einen erheblichen Einfluss auf diese haben. Um den Grundwasserschutz und damit die Wasserversorgung während und nach der Bauphase gewährleisten zu können, sind entsprechende Ersatzmaßnahmen zu konzipieren, behördlich zu beantragen, abzustimmen und umzusetzen.



Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Beschreibung.....	1
Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
1 Einleitung	4
2 Hauptteil	6
2.1 Gegebenheiten.....	6
2.2 Ersatzwasserbeschaffung	7
2.2.1 Beschreibung der Ersatzwasserbeschaffung	7
2.2.2 Ersatzwasserbeschaffung durch Brunnenneubau	7
2.2.3 Erhöhung der Förderleistung des Brunnens Dennhausen und Erneuerung der Trinkwasserversorgungsleitung.....	10
2.2.4 Anbindung an das Trinkwassernetz der Städtischen Werke Netz + Service.....	12
2.2.5 Hinweise.....	13
3 Fazit.....	14



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geplante Trassenführung A44 Brücke	1
Abbildung 2: Brunnen mit Wasserleitungsverlauf	4
Abbildung 3: Gemeindegebiet Fulda (rote durchgezogene Linie, Kreise potentielle Standorte für Brunnenbohrung)	8
Abbildung 4: Trinkwasserschutzgebiete	9
Abbildung 5: Wasserleitung HB Dennhausen nach HB Bergshausen (blauer Bereich erneuert)	11
Abbildung 6: Druckerhöhungsanlage	12



1 Einleitung

Der Schutz des Grundwassers und der damit verbundenen Trinkwasserversorgung für die Bürger Fuldaabrücks muss während und nach der Baumaßnahme A 44 Brücke durchgängig gewährleistet sein. Dies kann nur durch ein redundantes Konzept erfolgen, in dem die verschiedenen Beeinträchtigungs- bzw. Ausfallszenarien betrachtet, geplant, behördlich genehmigt und umgesetzt werden.

Die Gemeinde Fuldaabrück betreibt im Umfeld der geplanten Brücke die Brunnen TB Bergshausen und TB Dennhausen (Abbildung 2).

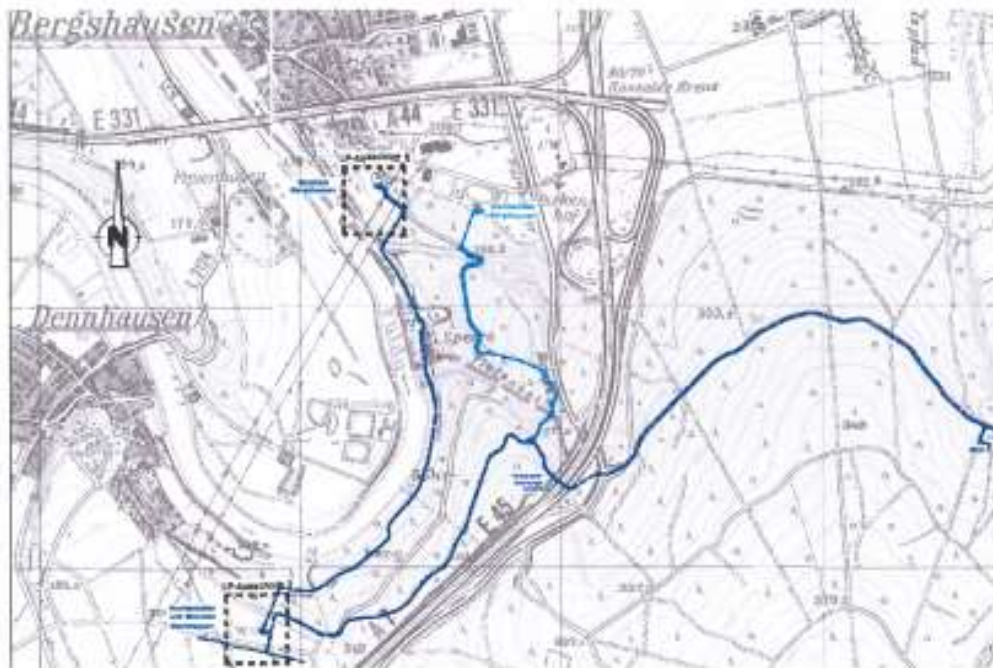


Abbildung 2 Brunnen mit Wasserleitungsverlauf

Erfolgt durch die Baumaßnahme A 44 Brücke eine Beeinträchtigung des Trinkwasserbrunnens Bergshausen, muss eine redundante Strategie (n-1) für die Ersatzwasserbeschaffung vorhanden sein, um den Trinkwasserbedarf des Ortsteils Bergshausen respektive der gesamten Gemeinde nach den anerkannten Regeln der Technik sicherzustellen.

Fraglich ist momentan noch die Reichweite des Absenktrichters des Brunnen Dennhausen.



Ersatzwasserbeschaffung erweitert werden. Nach dem derzeitigen Informationsstand können die Auswirkungen der Baumaßnahmen bis in das Gebiet der Neuen Mühle / Tränkeweg nach Kassel reichen. Gemäß ersten Vorbesprechungen mit Vertretern der DEGES wurde Weber Ingenieure, Homberg, mit der geologischen Bewertung der Baumaßnahme und deren Auswirkungen auf die Wasserversorgung von Fulda beauftragt. Die Ergebnisse liegen noch nicht vor, diese sind jedoch erforderlich, um die erarbeiteten Planungen notwendiger Ersatzmaßnahmen zu validieren.



2 Hauptteil

2.1 Gegebenheiten

Die Betroffenheit der Grundwasserförderung hat zur Folge, dass bei der Baumaßnahme A 44 Brücke und der damit einhergehenden Eingriffe durch die neue Trasse der Grundwasserschutz und die Versorgung der Bürger mit Trinkwasser zu sichern ist.

Da die Auswirkungen auf den Brunnen Dennhausen noch nicht untersucht wurden, stellt sich vorerst nur die Frage nach der Ersatzwasserbeschaffung für den Brunnen Bergshausen. Es ist anzumerken, dass die Gesamtheit der Baumaßnahme der DEGES zu untersuchen und deren Auswirkungen anzuzeigen und Maßnahmen zu planen und respektive umzusetzen sind.

Betroffenes Schutzgebietszonen an der Ostseite der Fulda:

- Schutzzone III des Trinkwasserschubgebiets Brunnen Bergshausen (WSG-ID 633-034)

Weitere Betrachtungen: Schutzgebietszonen westseits der Fulda

- die quantitative Schutzzone B2-neu WSG- des Heilquellenschutzgebiets TB Wilhelmshöhe 3 (ID 611009),
- die Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets TB Tränkeweg IA, II, III und Brunnengalerie Neue Mühle (WSG-ID 611-003) sowie
- die in Neufestsetzung befindliche Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets TB Tränkeweg IA, II, III, IV und Brunnengalerie (WSG-ID 611-007)



2.2 Ersatzwasserbeschaffung

Der Begriff Ersatzwasserbeschaffung bedeutet, dass für eine bestehende Wasserversorgung, in diesem Fall Trinkwasser, welche durch ein bestehendes Wasserrecht rechtlich abgesichert ist, eine dauerhafte oder temporäre Substitution geschaffen werden muss. Im vorliegenden Fall besitzt die Gemeinde Fulda ein Wasserrecht zur Förderung einer bestimmten Wassermenge für die Brunnen Bergshausen [400 m³/d (146.000 m³/a)] und Dennhausen [1.800 m³/d (657.000 m³/a)], die abhängig von den Auswirkungen der Baumaßnahme der DEGES ganz oder teilweise ersetzt werden müssen.

2.2.1 Beschreibung der Ersatzwasserbeschaffung

Damit negative Auswirkungen auf das Grund- und Trinkwasser und damit auf die Trinkwasserversorgung im Bereich Fulda langfristig ausgeschlossen werden können, ist es notwendig, einen oder mehrere Tiefbrunnen in Abhängigkeit von der Ergiebigkeit zu errichten.

Unabhängig davon und um den Bau der neuen Brücke schnellstmöglich voran zu bringen, sollte kurzfristig die Wasserversorgungsleitung zwischen Hochbehälter Dennhausen und Hochbehälter Bergshausen saniert werden. Durch Erhöhung der Fördermenge des Brunnens Dennhausen könnte dann die Versorgung des Ortsteils Bergshausen erfolgen. Vor Umsetzung dieser Maßnahme ist nochmal eine genauere Prüfung notwendig.

Für eine n-1 Strategie muss zusätzlich eine Anbindung an das Wasserversorgungsnetz der Städtischen Werke Netz + Service erfolgen. Hierfür ist die Anbindung an das Netz mit dazugehörigem Fertigteile Gebäude inkl. Druckerhöhungsanlage zu installieren.

2.2.2 Ersatzwasserbeschaffung durch Brunnenneubau

Die Ersatzwasserbeschaffung durch einen Brunnenneubau ist unter mehreren Aspekten anspruchsvoll. Zum einen muss das Gebiet Wasser in entsprechender Qualität und Quantität zur Verfügung stellen, zum anderen sollte ein zukünftiges Trinkwasserschutzgebiet ausgewiesen werden können.

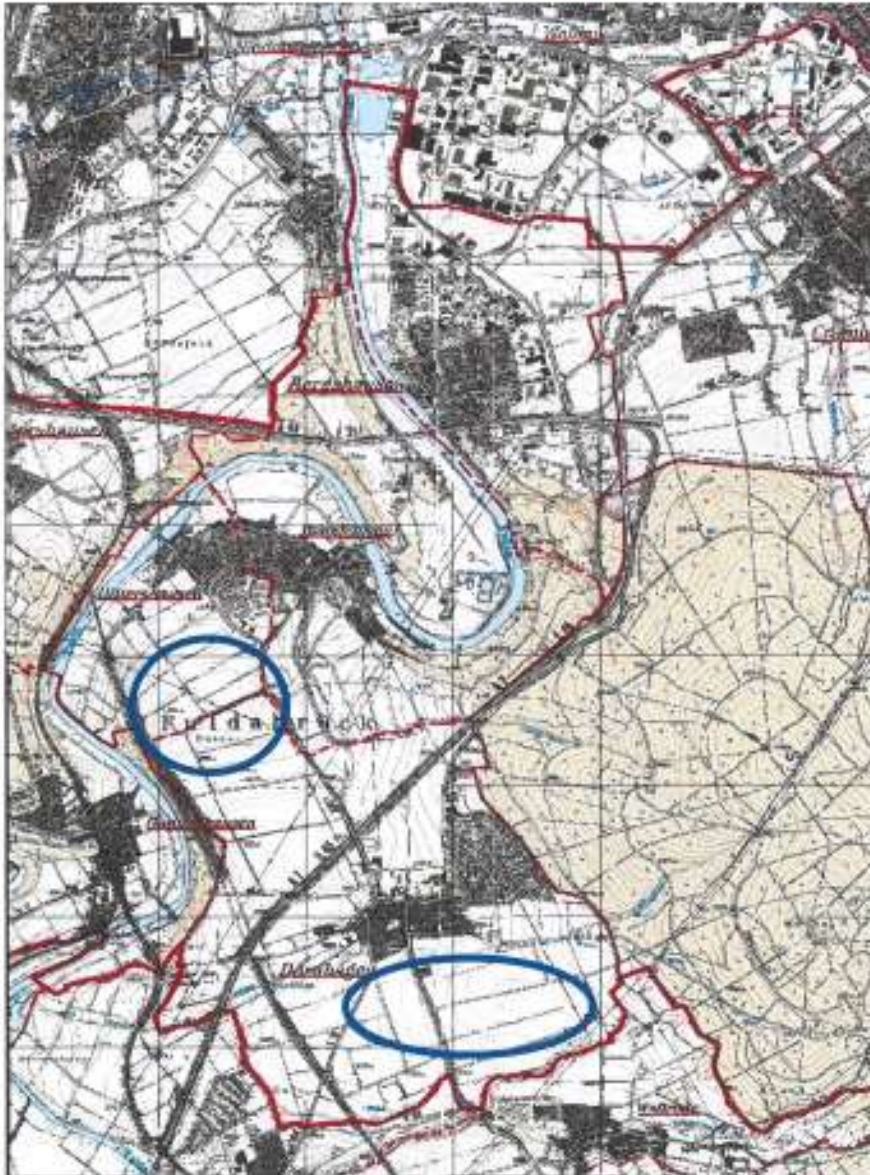


Abbildung 3 Gemeindegebiet Fulda (rote durchgezogene Linie, Kreise potentielle Standorte für Brunnenbohrung)

Bei der Suche nach einem neuen Brunnenstandort ist zu beachten, dass der neue Brunnen später auch ein geeignetes Trinkwasserschutzgebiet bekommen muss. Auf Grund der vorliegenden Infrastruktur (Bebauung, Bahntrasse, Autobahn und sonstiger Straßen) sind die potentiell geeigneten Flächen innerhalb des Gemeindegebiets beschränkt. Gleiches gilt für mögliche Einflüsse auf benachbarte Wassergewinnungsanlagen und Schutzgebiete



(Abbildung 4). Das Gebiet zwischen Dittershausen, Dörnhagen und Guntershausen (genannt Hasenwinkel) liegt vermutlich im Abstrom der A 7, was sich negativ auf ein mögliches Schutzgebiet auswirken kann. Die Geländehöhe beträgt ca. 190 m NN bis 210 m NN, sodass ein Brunnen voraussichtlich 100 m bis 120 m tief werden muss. Das Gebiet zwischen Dörnhagen und Wollrode besitzt eine Geländehöhe von 220 m NN bis 270 m NN, sodass von einer Brunnentiefe von 130 m bis 180 m Tiefe auszugehen ist. Das Areal könnte verschiedene Vorteile gegenüber dem anderen aufweisen. Dies ist durch Versuchsbohrungen zu prüfen. Nach positiver Prüfung müssen dann Brunnenstube, Leitungen, Wasseraufbereitung und sonstige Infrastruktur erstellt werden.



Abbildung 4: Trinkwasserschutzgebiete

Möglicher Ablauf der Standortsuche mit Zeitschätzung:

- Klärung der allgemeinen und raumordnerischen Rahmenbedingungen (1 bis 2 Monate)



- Klärung der hydrogeologischen Rahmenbedingungen (1 Monat)
- Genehmigungsplanung für Versuchsbohrungen (3 Monate)
- Genehmigungsphase für die wasserrechtliche Genehmigung der Versuchsbohrungen (3 Monate)
- Ausführung der Versuchsbohrung(-en) inkl. Ergiebigkeitstest und deren Auswertung (6 Monate)
- Entscheidungsfindung über die weitere Vorgehensweise hinsichtlich der Hauptbohrung(en) (3 - 6 Monate)
- Genehmigungsplanung für Hauptbohrung(-en) (4 Monate)
- Genehmigungsphase für die wasserrechtliche Genehmigung der Hauptbohrung(-en) und der Grundwasserentnahme (6 bis 12 Monate)
- Ausführung der Hauptbohrung(-en) inkl. Errichtung der Brunnenstube und sonstiger Infrastruktur, Anschlussleitung (8 bis 24 Monate)

Die zeitliche Dauer der einzelnen Schritte kann stark variieren, je nach Örtlichkeit oder der Anzahl der Bohrungen sowie der benötigten Infrastruktur zum Anschluss an den Bestand und dient somit nur als Richtwert. Für die Errichtung des Brunnens und die spätere Zone I des Trinkwasserschutzgebiets wird eine Fläche von mindestens 400 m² Größe benötigt.

2.2.3 Erhöhung der Förderleistung des Brunnens Dennhausen und Erneuerung der Trinkwasserversorgungsleitung

Eine Fördermengenerhöhung im Brunnen Dennhausen wäre möglich, besitzt jedoch verschiedene Nachteile und müsste fachtechnisch geprüft werden. Zum einen bietet diese Lösung keine Redundanz bei einem möglichen Ausfall des Brunnens Dennhausen, weshalb dies nur in Kombination mit der Anbindung an das Trinkwassernetz der Städtischen Werke Netz + Service auszuführen ist. Zum anderen könnte der Fall auftreten, dass die Reichweite des Absenktrichters des Brunnens Dennhausen auch im Einflussbereich des neuen Brückenbauwerks liegt. In diesem Fall müsste auch für den Brunnen Dennhausen eine Ersatzwasserbeschaffung erfolgen.



Die Wasserversorgungsleitung DN 300 von dem Hochbehälter Dennhausen zu dem Hochbehälter Bergshausen, dargestellt in Abbildung 5 (blauer Bereich schon erneuert), ist die Hauptversorgung von Bergshausen, mit einer täglichen Trinkwassermenge von durchschnittlich 400 m³ und einem maximalen täglichen Durchfluss von 1300 m³.

Diese Verbindung kann den Ortsteil Bergshausen, auch an Tagen mit der höchsten Abnahme, versorgen. Die Versorgungsleitung hat eine Gesamtlänge von ca. 2600 m. Ein störungsanfälliger Abschnitt von ca. 400 m wurde im Jahr 2021 erneuert. Da die Wasserleitung tief im steinigen Ufergebiet der Fulda und im Waldgebiet verlegt ist, ist die Reparatur von Störungen sehr aufwendig. Aus diesem Grund ist eine Sanierung vor Baubeginn der A 44 Brücke nötig.



Abbildung 5: Wasserleitung HB Dennhausen nach HB Bergshausen (blauer Bereich erneuert)



2.2.4 Anbindung an das Trinkwassernetz der Städtischen Werke Netz + Service

Hier ist eine Druckerhöhungsanlage zu errichten. Des Weiteren ist die Verbindungsleitung PVC DN 150 auf einer Strecke von ca. 330 m (bis Straße Ostring) zu erneuern. In der Abbildung 6 ist die Lage der Einspeisung dargestellt. Es bietet sich eine Verbindung zwischen der Zone Lindenkopf (interne Bezeichnung 16.2) und dem Versorgungsnetz von Fulda Brück-Bergshausen an. Da die Druckdifferenz 0,8 bar beträgt, ist eine Druckerhöhungsanlage (DEA) notwendig.

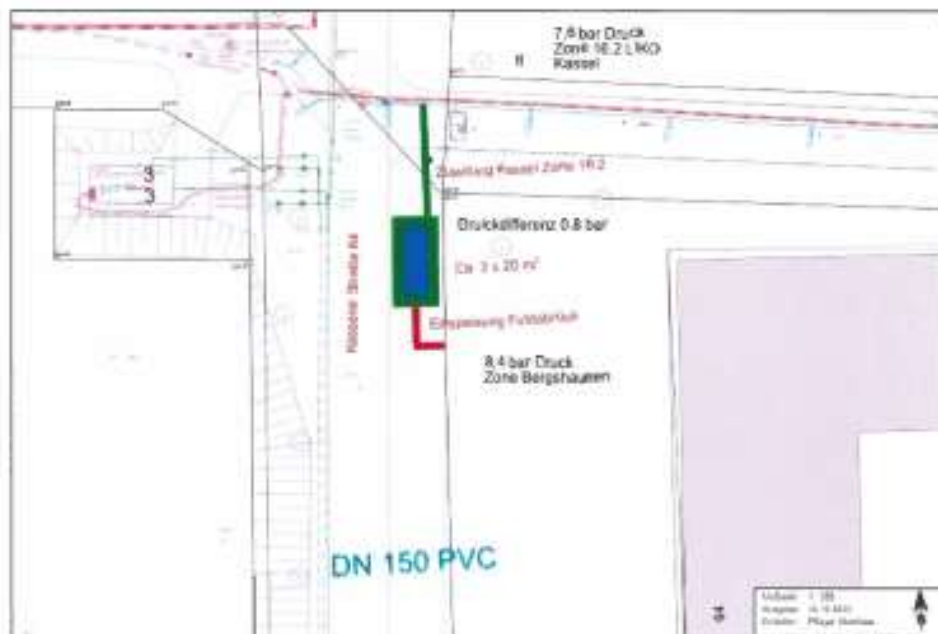


Abbildung 6: Druckerhöhungsanlage

Die Anlage sollte mit 2 Pumpen, die jeweils 20 m³/h bei 1 bar Druckerhöhung liefern und einem Frequenzumrichter ausgestattet sein. Die DEA kann in einem vorgefertigtem Gebäude montiert werden. Die Überwachung der Pumpen wird mit Leittechnik der NSG über ein GSM-Modul zu der Leitwarte realisiert. Mehrkosten bzw. Gewinnverluste dieses Ersatzwasserbeschaffungskomponente sind der Gemeinde zu erstatten.



2.2.5 Hinweise

Im Rahmen der Vorgespräche mit der DEGES sollten in Bezug auf die betroffene Trinkwasser- und sonstige Infrastruktur verschiedene, vertraglich zu regelnde Punkte frühzeitig abgesprochen und fixiert werden. Insbesondere dann, wenn diese wie die Ersatzwasserbeschaffung einen längeren Vorlauf benötigen. Dazu gehören neben der Ersatzwasserproblematik:

- beeinflusste Infrastruktur, z. B. Wasserleitungen (Abbildung 1) und Kanalisation im Bereich der Baumaßnahme (Leitungsumlegung bzw. Sanierung)
- Ableitung der Abwässer von den Autobahnen im Rahmen der Baumaßnahme und im späteren Betrieb



3 Fazit

Die drei Komponenten der Ersatzwasserbeschaffung

- Brunnenneubau,
- Förderleistungserhöhung Brunnen Dennhausen mit dazugehöriger Leitungssanierung und
- Anschluss an das Wassernetz der Städtischen Werke Netz + Service

sind in Kombination umzusetzen, um eine Redundanz für verschiedenste Szenarien zu schaffen. Dies ist nötig, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Für die Umsetzung weiterer Planungs- bzw. Genehmigungsschritte müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Um einen zügigen Projektlauf zu gewährleisten, sollte im nächsten Schritt schnellstmöglich eine Vertragsgrundlage erarbeitet werden, welche die vollständige Kostenübernahme der DEGES gegenüber der Gemeinde Fuldabrück rechtlich absichert. Gleiches gilt auch für Gewinnverluste.

Andreas Damm
Bürgermeister

Städtische Werke
Netz+Service

Städtische Werke
Netz + Service GmbH
Eisenacher Straße 12
34123 Kassel
www.netzplusservice.de

Städtische Werke Netz + Service GmbH | Postfach 10 36 06 | 34036 Kassel

Regierungspräsidium Kassel
Herr Boeckle
Am Alten Stadtschloß 1
34117 Kassel

Datum
22.11.2023
Unser Zeichen
TW
Name
Anika Führer
Telefon
0561 5745-2268
Telefax
0561 5745-1784
E-Mail
anika.fuehrer@netzplusservice.de

Temporäre Wasserbereitstellung Fuldabrück Bergshausen

Sehr geehrter Herr Boeckle,

eine Variante zur Ersatzwasserbeschaffung ist eine Anbindung an das Trinkwassernetz der Städtischen Werke Netz+Service GmbH. Diese Variante beinhaltet eine Druckerhöhungsanlage inkl. einer Verbindungsleitung.

Die Druckerhöhungsanlage muss mit zwei Pumpen, die jeweils 20m³/h bei 1 bar Druckerhöhung liefern und einem Frequenzumformer ausgestattet sein. Die Verbindungsleitung muss über eine Strecke von 330m in DN 150 hergestellt werden.


Die Verbindung der beiden Trinkwasserversorgungszonen erfolgt zwischen der Zone Lindenkopf (interne Bezeichnung 16.2) und dem Versorgungsnetz von Fuldabrück-Bergshausen. Die Wasserversorgungszone 16.2 wird aus den Wassergewinnungsgebieten Eichwald und Forst über das Wasserwerk Lindenberg und den Trinkwasserhochbehälter Lindenkopf versorgt.

Durch diese Variante kann der Tiefbrunnen Bergshausen, der im Normalfall ca. 350-400m³/d liefert, kompensiert werden. Die 400m³/d sind die maximal zur Verfügung stehende Tagesmenge, die aus der Trinkwasserzone 16.2 zur Verfügung gestellt werden kann.

Freundliche Grüße

Städtische Werke
Netz + Service GmbH

i. V. 
Dipl.-Ing. Tobias Krohne
Betrieb Wasser
Bereichsleiter

i. A. 
Dipl.-Ing. Jens Pflüger
Netzführung Wasser
Fachbereichsleiter

Amtsgericht Kassel HRB 15211
Ust.-Ident.-Nr. DE 272748881
Vorsitzender des Aufsichtsrates:
Oberbürgermeister
Dr. Sven Schoeller
Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Andreas Kreher
Dipl.-Ing. Elke Weldner
Bankverbindung:
Kasseler Sparkasse
IBAN DE18 5205 0353 0002 0821 10
BIC-Code HELADEFIKAS

Anlage 5: Verordnung zum Schutz der Trinkwassergewinnungsanlage im Ortsteil Bergshausen der Gemeinde Fuldabrück, Kreis Kassel, 04.02.1975

V e r o r d n u n g

zum Schutze der Trinkwassergewinnungsanlage
im Ortsteil Bergshausen der Gemeinde Fuldabrück, Kreis Kassel

Auf Antrag und zu Gunsten der Gemeinde Fuldabrück wird hiermit nach Maßgabe der vorgelegten und geprüften Unterlagen (Anlagen 1 - 11) für deren Trinkwassergewinnungsanlage gemäß § 19 des Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 27. 7. 1957 (BGBl. I S. 1110 ff) in Verbindung mit § 25 des Hess. Wassergesetzes vom 6. 7. 1960 (GVBl. I S. 69 ff) ein Wasserschutzgebiet festgesetzt und folgendes verordnet:

§ 1

Einteilung des Wasserschutzgebietes

(1) Das Wasserschutzgebiet wird in 3 Zonen unterteilt, und zwar in

Zone I (Fassungsbereich),
Zone II (engere Schutzzone),
Zone III (weitere Schutzzone).

(2) Die Grenzen der einzelnen Zonen ergeben sich aus § 2 und den zugehörigen Plänen (topograph. Übersichtskarte i. M. 1 : 10.000 und Katasterpläne i. M. 1 : 2.000), in denen die Zonen wie folgt dargestellt sind:

Zone I (Fassungsbereich) = rote Umrandung,
Zone II (engere Schutzzone) = blaue Umrandung,
Zone III (weitere Schutzzone) = gelbe Umrandung.

Eine topographische Übersichtskarte i. M. 1 : 25.000 ist als Anlage zu dieser Verordnung im Staatsanzeiger veröffentlicht.

§ 2

Umfang der einzelnen Schutzzonen

(1) Der Fassungsbereich (Zone I) umfaßt das Grundstück Gemarkung Bergshausen, Flur 18, Flurstück 183 teilw.;

oder vorhandene Auffangräume abzufassen. Sollen die wasser-
gefährdenden Flüssigkeiten - 2 - in diesen bis zu 40 m³ Inhalt

- fassenden Behältern nicht gelagert werden. Bei doppelwandigen
Behältern sind Auffangräume erforderlich;
- (2) Die engere Schutzzone (Zone II) umfaßt
die Grundstücke Gemarkung Bergshausen, Flur 18,
Flurstücke 183 teilw., 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112,
113, 114, 115, 116, 138 teilw., 139 teilw.;
Gemarkung Wellerode, Flur 23, Flurstück 1 teilw.
- (3) Die weitere Schutzzone (Zone III) umfaßt Teile der Gemarkungen
Bergshausen und Wellerode.

6.) größere Bodenabdichtung durch ausreichende Sicherung;
7.) die Anlage von nachfolgenden § 3 Verbindungen und gewerblichen Anlagen
des Bereiches ohne entsprechende, druckfeste

§ 3 Verbote

- (1) Im Bereich des gesamten Wasserschutzgebietes sind alle Hand-
lungen untersagt, die die Wasserversorgung gefährden können.
- (2) Alle Verbote für die weitere Schutzzone (Zone III) gelten auch
für die engere Schutzzone (Zone II) und für den Fassungsbereich
(Zone I). Die Verbote für die engere Schutzzone gelten auch
für den Fassungsbereich.
- (3) Weitere Schutzzone (Zone III)
Die weitere Schutzzone soll vor allem den Schutz gegen weit-
reichende chemische und radioaktive Verunreinigungen und
sonstige Beeinträchtigungen des Grundwassers gewährleisten.

Verboten sind insbesondere:

1. die Anlage von Abwassererregungs- und Verrieselungsanlagen,
von Sickergruben, Müllkippen und Halden mit auslaugbaren
Bestandteilen;
2. die Errichtung von Kläranlagen (mit Ausnahme genehmigter
Hauskläranlagen);
3. das Entleeren von Wagen der Fäkalienabfuhr;
4. das Abfüllen von Öl- und Treibstoff ohne zusätzliche Sicher-
ungsmaßnahmen gegen Versickern in den Untergrund;
5. a) das unterirdische Lagern von wassergefährdenden Flüssig-
keiten im Sinne des § 2 der Verordnung über das Lagern
wassergefährdender Flüssigkeiten vom 7. 9. 1967 (GVBl. I
S. 155 ff) in Behältern von mehr als 40 m³ Inhalt. Sofern
keine Leckanzeigergeräte (Kontrollgeräte), die die Un-
dichtheiten selbsttätig optisch und akustisch anzeigen,
keine Auffangräume, die dem Rauminhalt der in ihnen
lagernden Behälter entsprechen, vorhanden sind

b) die Errichtung von Neubauten;
c) die Veränderung von Bauwerken oder die Veränderung in der Bauart
der Bauwerke, sofern dadurch eine schädliche Verunreinigung
Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigen-

- 3 -

- oder vorhandene Auffangräume Abläufe besitzen, dürfen die wasser-
gefährdenden Flüssigkeiten auch in diesen bis zu 40 m³ Inhalt
fassenden Behältern nicht gelagert werden. Bei doppelwandigen
Behältern ist ein Auffangraum nicht erforderlich;
- 5.) b) das oberirdische Lagern von wassergefährdenden Flüssigkeiten im
Sinne des § 2 der Verordnung über das Lagern wassergefährdender
Flüssigkeiten vom 7.9.1967 (GVBl. I S. 155 ff) in Behältern von
mehr als 100 m³ Inhalt. Sofern keine Auffangräume, die mindestens
dem Rauminhalt der in ihnen lagernden Behälter entsprechen, vor-
handen sind oder vorhandene Auffangräume Abläufe besitzen, dürfen
die wassergefährdenden Flüssigkeiten auch in diesen bis zu 100 m³
fassenden Behältern nicht gelagert werden.
Bei doppelwandigen Behältern ist ein Auffangraum nicht erforder-
lich; sie müssen jedoch mit einem Leckanzeiger ausgestattet sein,
der Undichtheiten selbsttätig -mindestens optisch- anzeigt;
 - 6.) größere Erdaufschlüsse ohne ausreichende Sicherung;
 - 7.) die Anlage von geschlossenen Wohnsiedlungen und gewerblichen Anlagen
ohne Kanalisation oder von Wohnbauten ohne wasserdichte, bruchfeste
und korrosionsbeständige Gruben;
 - 8.) die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Gewinnung von radio-
aktivem Material und zur Gewinnung von Kernenergie;
 - 9.) die Errichtung und der Betrieb von Flugplätzen, militärischen Anlagen
und Übungsplätzen;
 - 10.) die Anlage neuer Friedhöfe;
 - 11.) die Abwasserversenkung und die Versenkung radioaktiver Stoffe;
 - 12.) die Ablagerung von Öl, Teer, Phenolen, Giften, Unkraut- und Schäd-
lingsbekämpfungsmitteln in offenen und nicht sorgfältig gedichteten
Gruben;
 - 13.) das Verlegen von Treibstoff- und Ölleitungen;
 - 14.) die Errichtung und der Betrieb abwassergefährlicher Betriebe, wenn
nicht sichergestellt ist, daß deren Abwasser vollständig aus dem
Wasserschutzgebiet herausgeleitet oder ausreichend aufbereitet wird;
 - 15.) die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die aus einem in der Verord-
nung zur Neufassung der Verordnung über Anwendungsverbote und - be-
schränkungen für Pflanzenschutzmittel v. 31.5.1974 (BGBl. I S. 1204)
aufgeführten Stoff bestehen oder einen solchen Stoff enthalten.

(4) Engere Schutzzone (Zone II)

Die engere Schutzzone soll vor allem den Schutz gegen bakteriologische
Verunreinigungen, wie sie von vielen menschlichen Tätigkeiten ausgehen,
gewährleisten.

Verboten sind insbesondere:

1. Eingriffe unter die Erdoberfläche, wie z.B. die Anlage von Kies-,
Ton- und Sandgruben und Steinbrüchen, durch die die belebte Bodenzone
verletzt und die Deckschicht vermindert wird, sowie Abgrabungen mit
aufgedeckter Grundwasser Oberfläche;
2. die Errichtung von Neubauten;
3. die Veränderung von Bauwerken oder die Veränderung in der Benutzungs-
art der Bauwerke, sofern dadurch eine schädliche Verunreinigung des
Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigen-
schaft zu besorgen ist;

- 4 -

- 4 -

4. der Bergbau, wenn er zur Zerreißung guter Deckschichten oder zu Einmuldungen und offenen Wasseransammlungen führt;
5. das Lagern und Ablagern von Schutt und Abfallstoffen;
6. das Vergraben von Tierleichen;
7. die Anlage von Grfuttermieten;
8. das Anlegen und Benutzen von Parkplätzen;
9. das Zelten -auch Benutzen von Wohnwagen-, das Lagern und Baden;
10. das unterirdische und oberirdische Lagern von wassergefhrenden Flüssigkeiten im Sinne des § 2 der Verordnung über das Lagern wassergefhrender Flüssigkeiten vom 7.9.1967 (GVBL. I S. 155 ff);
11. das Waschen von Kraftfahrzeugen;
12. die Durchleitung von Abwasser durch die engere Schutzzone, es sei denn, daß die Abwasserleitungen aus wasserdichten, bruchfesten und korrosionsbeständigen Rohrleitungen bestehen;
13. die animalische Düngung, sofern die Dungstoffe nach der Anfuhr nicht sofort verteilt werden oder die Gefahr ihrer oberirdischen Abschwemmung in den Fassungsbereich besteht;
14. die unsachgemäße Verwendung von Jauche, Kunstdünger, Unkraut- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie aufwuchshemmender Stoffe;
15. das Lagern von Kunstdünger, Unkraut- und Schädlingsbekämpfungsmitteln und aufwuchshemmender Stoffe;
16. die Neuanlage von befestigten, für Kraftfahrzeuge zugelassenen Wegen und Straßen, wenn nicht sichergestellt worden ist, daß das auf ihnen anfallende Wasser mittels dichter Seitengräben und Kanle aus der engeren Schutzzone abgeführt wird;
17. die Verwendung phenolhaltiger Bindemittel bei Wege- und Straßenbauarbeiten.

(5) Fassungsbereich (Zone I) ✓

Der Fassungsbereich soll den Schutz der Fassungsanlage vor unmittelbaren Verunreinigungen und sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten.

Verboten sind insbesondere:

1. das Betreten des Fassungsbereichs durch Unbefugte;
2. jegliche Verletzung der Mutterbodenschicht und der Deckschichten;
3. die Errichtung von Bauwerken und sonstigen Anlagen, die nicht unmittelbar der Wassergewinnung und Wasserversorgung dienen;
4. jegliche Nutzung des Fassungsbereichs, insbesondere Beweidung; eine Heuwerbung ist zulässig, jedoch dürfen Zugtiere hierbei die Fläche nicht betreten und Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren diese nicht befahren;
5. jegliche Anwendung von natürlichem Dünger und stickstoffhaltigen Düngemitteln;

- 5 -

- 5 -

6. die Verwendung von chemischen Mitteln zur Bekämpfung von Schädlingen und Aufwuchs;
7. das Lagern, Ablagern und Abfüllen von Stoffen, die geeignet sind, die Wasserversorgung zu gefährden.

§ 4

Duldungspflichten der Eigentümer und Nutzungsberechtigten von Grundstücken

Die Eigentümer und Nutzungsberechtigten von Grundstücken innerhalb des Wasserschutzgebietes sind verpflichtet zu dulden, daß Beauftragte der **Gemeinde Fulda** und der zuständigen staatlichen Behörden

1. den Fassungsbereich einzäunen und -soweit dieser nicht mit Wald bestanden ist- mit einer zusammenhängenden Grasdecke versehen und stets sorgfältig pflegen;
2. die Flurstücke zur Beobachtung des Wassers und des Bodens betreten;
3. Beobachtungsstellen einrichten;
4. Hinweisschilder zur Kennzeichnung des Wasserschutzgebietes aufstellen;
5. Mulden und Erdaufschlüsse mit einwandfreiem Material auffüllen;
6. schädliche Ablagerungen beseitigen;
7. Anlagen, Straßen und Wege mit den notwendigen Einrichtungen zur sicheren und unschädlichen Ableitung des anfallenden Oberflächenwassers aus dem Fassungsbereich und der engeren Schutzzone versehen;
8. an den im Fassungsbereich und in der engeren Schutzzone liegenden Straßen und Wegen Vorkehrungen zur Verhinderung von Ölunfällen oder zur Minderung der Folgen solcher Unfälle treffen;
9. vorhandene Bauten mit besondere gesicherten, dichten Leitungen an die Kanalisation anschließen.

§ 5

Weitergehende gesetzliche Bestimmungen und deren Ausführungsbestimmungen bleiben unberührt.

- 6 -

- 6 -

§ 6

Zu widerhandlungen gegen diese Verordnung können gemäß § 41 des Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 27.7.1957 mit einer Geldbuße bis zu 10.000,- DM geahndet werden.

§ 7

Über Ausnahmen von den Schutzbestimmungen entscheidet auf Antrag die obere Wasserbehörde. Soweit andere gesetzliche Zuständigkeiten nicht gegeben sind, hat die untere Wasserbehörde die Durchsetzung der Verordnung zu überwachen.

§ 8

Diese Verordnung mit sämtlichen Unterlagen kann eingesehen werden

1. beim Regierungspräsidenten -Wasserbuchbehörde- in Kassel, Steinweg 6;
2. beim Landrat des Landkreises Kassel
- untere Wasserbehörde - in Kassel;
3. beim Wasserwirtschaftsamt in Kassel;
4. beim Hess. Landesamt für Bodenforschung in Wiesbaden, Leberberg 9-11;
5. beim Kreisausschuß des Landkreises Kassel
- Kreisbauamt - in Kassel
6. bei der Gemeindeverwaltung der Gemeinde Fuldaabrück in Fuldaabrück;
7. bei der Hess. Landesanstalt für Umwelt in Wiesbaden, Kranzplatz 4-5;
8. beim Kreisausschuß des Landkreises Kassel
- Kreisgesundheitsamt - in Kassel
9. beim Katasteramt in Kassel.

§ 9

Diese Verordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Staatsanzeiger für das Land Hessen in Kraft

Kassel, den 4. Februar 1975

DER REGIERUNGSPRÄSIDENT
IN KASSEL

In Vertretung:
gez. Dr. Krug



III/5 - 79 b 06/15 (Nr. 308)

(Siegel)

Beglaubigt:

[Handwritten signature]
Angestellter