



Durchführungsplan zur Beweissicherung des geplanten 3-jährigen Dauerpumpversuchs in den Brunnen I, II und IV (Lengerich-Handrup) des Wasserverbandes Lingener Land

3. Jahresbericht

Auftraggeber:	Wasserverband Lingener Land Am Darmer Wasserwerk 1 49809 Lingen (Ems)	
Bearbeiter:	CONSULAQUA Hildesheim Niederlassung der CONSULAQUA Hamburg Beratungsgesellschaft mbH Bördestr. 3 31135 Hildesheim	Teil A
	GEOdEX Ing.-Büro für Umweltplanung Zum Tannenbruch 3 31535 Neustadt	Teil B
	Ingenieur und Sachverständigenbüro Thomas Baum (ISB) Bernhard-Holtmann-Straße 2 48366 Laer	Teil B
	Bernhard Plaggenborg, ö. b. u. v. Sachverständiger Kampstr. 26 49835 Wietmarschen	Teil B
	alw Arbeitsgruppe Land & Wasser Am Amtshof 8 29355 Beedenbostel	Teil C
	Landschaftsplanung Osnabrück Volpers & Mütterlein Jenaer Straße 2 49086 Osnabrück	Teil C
	Planungsbüro Rötter Dipl.-Ing. Schulstrasse 65 49635 Badbergen	Teil D, Teil C
	Dr. Schleicher und Partner, Gronau Düppelstraße 5 48599 Gronau	Teil E
	Andreas Stamm, ö. b. u. v. Sachverständiger Auf der Dille 15b 49326 Melle	Teil E
	Temmen engineering (h. b.) Arnikaweg 20 49740 Haselünne	Teil E

Projektnummer 52552
Hildesheim, im Dezember 2021

Ausfertigung 1 von 8

Inhaltsverzeichnis

1	VORGANG	8
2	DATENGRUNDLAGEN	10
3	PUMPVERSUCHSDURCHFÜHRUNG	17
4	AUSWERTEZEITPUNKTE UND JAHRESBERICHTE	18
5	METEOROLOGISCHE ÜBERWACHUNG	20
5.1	NIEDERSCHLAGSENTWICKLUNG 2006 BIS SEPTEMBER 2021	20
5.2	VERGLEICH DER NIEDERSCHLAGSDATEN DER DWD-STATIONEN LINGEN, FÜRSTENAU, HASELÜNNE, BERGE UND ALFHAUSEN	29
5.3	VERDUNSTUNG UND KLIMABILANZ 2006 BIS SEPTEMBER 2021	29
6	GRUNDWASSERÜBERWACHUNG (QUANTITATIV)	35
6.1	GRUNDWASSERENTNAHMEN IM RAHMEN DES 3-JÄHRIGEN PUMPVERSUCHS	35
6.2	GRUNDWASSERENTNAHMEN ZUR BEREGNUNG, VIEHTRÄNKE, STALLVERSORGUNG	36
6.3	GRUNDWASSERMESSNETZ	37
6.4	STANDROHRSPIEGELHÖHEN UND GRUNDWASSERREAKTIONEN	39
6.4.1	<i>Generelle Grundwasserreaktionen</i>	42
6.4.2	<i>Entwicklung der Standrohrspiegelhöhen und Grundwasserflurabstände im näheren und weiteren Brunnenumfeld</i>	50
6.4.3	<i>Hydrogeologische Besonderheiten</i>	53
7	ÜBERWACHUNG DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER	59
7.1	PEGELMESSNETZ	59
7.2	WASSERSTÄNDE UND ABFLÜSSE	60
8	GRUNDWASSERÜBERWACHUNG (QUALITATIV)	69
8.1	UMFANG DER GRUNDWASSERANALYTIK GEMÄß DURCHFÜHRUNGSPLAN	69
8.2	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH (PROBENAHME AUS DEM FÖRDERSTROM IM FEBRUAR 2021)	71
8.3	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH (PROBENAHME AUS DEM FÖRDERSTROM IM AUGUST 2021)	75
8.4	ENTWICKLUNG DER ROHWASSERBESCHAFFENHEIT IM VERLAUF DER DURCHFÜHRUNG DES PUMPVERSUCHS (PROBENAHMEN AUS DEM FÖRDERSTROM)	80
8.5	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH, PEILROHRE (FEBRUAR 2021)	84
8.6	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH, PEILROHRE (AUGUST 2021)	90
8.7	ENTWICKLUNG DER ROHWASSERBESCHAFFENHEIT IM VERLAUF DER DURCHFÜHRUNG DES PUMPVERSUCHS (BEPROBUNG DER BRUNNENPEILROHRE)	96
8.8	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT DER VORFELDMESSSTELLEN (FEBRUAR 2021)	101
8.9	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT DER VORFELDMESSSTELLEN (AUGUST 2021)	104
8.10	TRENDENTWICKLUNG DER GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT	107
9	AUSWIRKUNGEN DER ENTNAHMEN	111
9.1	GRUNDWASSERGANGLINIEN	111
9.2	GRUNDWASSERGLEICHENPLÄNE	111
9.2.1	<i>Methodik</i>	111
9.2.2	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, März 2021</i>	112

9.2.3	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (März 2021)</i>	113
9.2.4	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, August 2021</i>	114
9.2.5	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (August 2021)</i>	114
9.3	GRUNDWASSERFLURABSTÄNDE	115
9.3.1	<i>Methodik</i>	115
9.3.2	<i>Grundwasserflurabstandspläne</i>	115
9.4	FÖRDERBEDINGTE GRUNDWASSERABSSENKUNGEN (NUM. GRUNDWASSERMODELL)	115
9.4.1	<i>Methodik</i>	115
9.4.2	<i>Reichweiten und Beträge der förderbedingten Absenkungen</i>	118
9.5	GRUNDWASSERBILANZEN	126
9.5.1	<i>Grundwasserneubildung</i>	126
9.5.2	<i>Grundwasserentnahmen</i>	128
9.5.3	<i>Grundwasserstrom über die Modellränder</i>	129
9.5.4	<i>Grundwasserbürtiger Abfluss über die Vorfluter</i>	130
9.5.5	<i>Gesamt-Gundwasserhaushaltsbilanz im Aquifersystem und Änderung des gespeicherten Gesamtvolumens</i>	132
9.6	ZEITREIHENANALYSE MIT DEM PROGRAMM MENYANTHES	135
10	OPTIMIERUNG DER GRUNDWASSERÜBERWACHUNG	140

Anlagenverzeichnis

<u>Anlage 1</u>	<u>Lageplan der Förderbrunnen, Beregnungsbrunnen, Grundwassermessstellen und Pegel</u>	<u>M 1 : 25.000</u>
<u>Anlage 2</u>	<u>Darstellungen ausgewählter Grundwasserganglinien</u>	
Anlage 2.1	Lageplan der Grundwassermessstellen mit Gangliniendarstellungen	M 1 : 35.000
Anlage 2.1.1	GW-Ganglinien „Hochlagen“	
Anlage 2.1.2	GW-Ganglinien „Tieflagen“	
Anlage 2.1.3	GW-Ganglinien „ohne Datenloggeraufzeichnungen“	
Anlage 2.1.4	GW-Ganglinien „mit Datenloggeraufzeichnungen“	
Anlage 2.1.5	GW-Ganglinien „Besonderheiten“	
Anlage 2.1.6	GW-Ganglinien „Druckdifferenzen“	
Anlage 2.1.7	GW-Ganglinien „neue“ Beweissicherungsmessstellen (West)	
Anlage 2.1.8	GW-Ganglinien „neue“ Beweissicherungsmessstellen (Mitte)	
Anlage 2.1.9	GW-Ganglinien „neue“ Beweissicherungsmessstellen (Ost)	
Anlage 2.1.10	GW-Ganglinien „Brunnennähe“	
Anlage 2.1.11	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 151 P1 und ML 1 263	
Anlage 2.1.12	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 236 und ML 1 276	
Anlage 2.1.13	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 219 und NLWKN 1025	
Anlage 2.1.14	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 139 P1 und ML 1 112 P1	
Anlage 2.1.15	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 164 P1 und ML 1 165 P1	
Anlage 2.1.16	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 168 P1 und ML 1 169 P1	
Anlage 2.1.17	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 235 und ML 1 268	
Anlage 2.1.18	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 215 und ML 1 216	
Anlage 2.1.19	GW- und Flurabstands-Ganglinien der Messstellen ML 1 223 und ML 1 224	
Anlage 2.2	GW-Ganglinien „Ramings Mühle“	
Anlage 2.3	Grundwasserganglinien „Beispiele für schwebende Grundwasserstockwerke“	
<u>Anlage 3</u>	<u>Darstellungen von Pegel-Tabellen und -Ganglinien</u>	
Anlage 3.1.1	Pegel Lotten, Tabelle Niedrigwasserstände	
Anlage 3.1.2	Pegel Lotten, Tabelle Niedrigabflüsse	
Anlage 3.2.1	Pegel-Ganglinien Lotter Beeke	
Anlage 3.2.2	Pegel Ganglinien Lengericher Dorfbach und Hestruper Mühlenbach	
Anlage 3.3	Abflussmengen Lotter Beeke und Hestruper Mühlenbach	

<u>Anlage 4</u>	<u>Standrohrspiegelhöhen und Grundwasserflurabstände</u>	
Anlage 4.1.1	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, März 2021, 1. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.1.2	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, März 2021, 2. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.1.3	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, März 2021, 3. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.2	Grundwasserflurabstände, Messwerte März 2021	M 1 : 60.000
Anlage 4.3.1	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, August 2021, 1. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.3.2	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, August 2021, 2. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.3.3	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, August 2021, 3. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.4	Grundwasserflurabstände, Messwerte August 2021	M 1 : 60.000
<u>Anlage 5</u>	<u>Förderbedingte Absenkung der Standrohrspiegelhöhen, Pumpversuch - Ist-Situation (Nachschau)</u>	
Anlage 5.1.1.1	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe I - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 3)	M 1 : 25.000
Anlage 5.1.1.2	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe I - Ist, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 4)	M 1 : 25.000
Anlage 5.1.2.1	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe I - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 3)	M 1 : 25.000
Anlage 5.1.2.2	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe I - Ist, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 4)	M 1 : 25.000
Anlage 5.1.3.1	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe I - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 3)	M 1 : 25.000
Anlage 5.1.3.2	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe I, - Ist Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 4)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.1.1	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe II - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 5)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.2.1	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe II - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 5)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.3.1	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe II - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 5)	M 1 : 25.000
<u>Anlage 6</u>	<u>Prognostizierte förderbedingte Absenkung der Standrohrspiegelhöhen (PreRun August 2020)</u>	
Anlage 6.1.1	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe II, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 6)	M 1 : 25.000
Anlage 6.1.2	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe II, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 6)	M 1 : 25.000
Anlage 6.1.3	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe II, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 6)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.1.1	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe III, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 7)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.1.2	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe III, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 8)	M 1 : 25.000

Anlage 6.2.2.1	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe III, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 7)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.2.2	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe III, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 8)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.3.1	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe III, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 7)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.3.2	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe III, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 8)	M 1 : 25.000
Anlage 6.3.1	Grundwasserstockwerk 1, Wiederanstieg (Zeitpunkt 9)	M 1 : 25.000
Anlage 6.3.2	Grundwasserstockwerk 2, Wiederanstieg (Zeitpunkt 9)	M 1 : 25.000
Anlage 6.3.3	Grundwasserstockwerk 3, Wiederanstieg (Zeitpunkt 9)	M 1 : 25.000

Anhangverzeichnis

Anhang 1 **Maßnahmentabellen der einzelnen Fachthemen (Teile A – E)**

Durchführungsplan Teil B

Anhang 2.1.1 **Fachthema Bodenkunde und Landwirtschaft (Geodex)**

Anhang 2.1.2 **Fachthema Bodenkunde und Landwirtschaft (ISB)**

Anhang 2.2 **Fachthema Forstwirtschaft (B. Plaggenborg)**

Durchführungsplan Teil C

Anhang 3.1.1 **Fachthema Naturschutz (alw)**

Anhang 3.1.2 **Beweissicherungsvorschlag Stillgewässer (Planungsbüro Rötter)**

Anhang 3.2 **Erfassung der Fischbestände (Planungsbüro Rötter)**

Anhang 3.3 **Faunistische Bestandsaufnahme Amphibien und Libellen (Landschaftsplanung Osnabrück)**

Durchführungsplan Teil D

Anhang 4 **Fachthema Gewässerökologie (Planungsbüro Rötter)**

Durchführungsplan Teil E

Anhang 5.1 **Setzungsrisiken an der Bestandsbebauung und Beweissicherung
Denkmalschutz (Dr. Schleicher + Partner, A. Stamm)**

Anhang 5.2 **Beweissicherung von Altbäumen und wichtigen Heckenstrukturen
(Temmen engineering)**

Abkürzungen und Einheiten

BÜK 50	Bodenübersichtskarte auf Basis des 50.000er-Maßstabs
CAH	Consulaqua Hildesheim
DGM 10	Digitales Geländemodell (Höhen der Geländeoberfläche) mit 10-m-Knotenpunkt- abstand
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V.
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
ET	Evapotranspiration
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung einer Ord- nungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpoli- tik
GOW	Gesundheitliche Orientierungswerte
GK 25	Geologische Karte auf Basis des 25.000er-Maßstabs
GLD	Gewässerkundlicher Landesdienst Niedersachsen (fachlicher Zusammen- schluss von NLWKN und LBEG)
GWH	Grundwasserhemmer
GWK	Grundwasserkörper
GWL	Grundwasserleiter
HK 50	Hydrogeologische Karte auf Basis des 50.000er-Maßstabs
k_f -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LGLN	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen
LK	Landkreis
LWK	Landwirtschaftskammer
mGROWA	monatlicher großräumiger Wasserhaushalt (Wasserhaushaltsmodell)
MHGW	mittlerer monatlicher Hochwasserstand
MNGW	mittlerer monatlichen Niedrigwasserstand
NIBIS®	Niedersächsisches Bodeninformationssystem
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Natur- schutz
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
TrinkwV	Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung)
WG	Wassergewinnung
WV	Wasserverband
WVLL	Wasserverband Lingener Land
WW	Wasserwerk

1 Vorgang

Der Wasserverband Lingener Land beabsichtigt langfristig, einen neuen Standort für die öffentliche Wasserversorgung zu erschließen. Es soll geklärt werden, ob hierfür der Raum Lengerich-Handrup geeignet ist. Nach Abstimmung mit den Fach- und Genehmigungsbehörden (LBEG, NLWKN, Untere Wasserbehörde Landkreis Emsland) wurde zur fundierten hydrogeologischen Erkundung zunächst die Durchführung eines 3-jährigen Dauerpumpversuchs mit drei Förderstufen festgelegt.

Zur Durchführung dieses Pumpversuchs wurde vom Wasserverband Lingener Land für sich und seine Rechtsnachfolger beim Landkreis Emsland am 01.09.2016 eine befristete Erlaubnis beantragt im möglichen neuen Wassergewinnungsgebiet Lengerich-Handrup unterirdisches Wasser in einer Menge von insgesamt:

bis zu 50.000 m³ / Monat und bis zu 0,5 Mio. m³ / Jahr (1. Förderstufe – 1. Förderjahr)

bis zu 100.000 m³ / Monat und bis zu 1,0 Mio. m³ / Jahr (2. Förderstufe – 2. Förderjahr)

bis zu 150.000 m³ / Monat und bis zu 1,5 Mio. m³ / Jahr (3. Förderstufe – 3. Förderjahr)

zutage zu fördern und es als Trink- und Brauchwasser in seinem Versorgungsgebiet Lingen (Ems) zu ge- und verbrauchen.

Die Erlaubnis¹ für diesen Antrag wurde am 11.02.2019 durch den Landkreis Emsland erteilt. Sie ist befristet bis zum 31.12.2024.

Zur Beweissicherung der Auswirkungen des Vorhabens wurde ein detaillierter Durchführungsplan² erstellt und mit den Fach- und Genehmigungsbehörden abgestimmt mit dem Ziel, die quantitativen und qualitativen Einflüsse der Grundwasserentnahme auf den Wasserhaushalt und auf die unterschiedlichen Nutz- und Naturflächen sowie auf die Grundwasserbeschaffenheit und den Gewässerzustand zu erfassen und zu bewerten. Dieser Durchführungsplan berücksichtigt die in den GeoBerichten 15³ und Geofakten 19⁴ veröffentlichten fachlichen Empfehlungen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und gliedert sich in die in Tabelle 1 aufgeführten Teilberichte bzw. Fachthemen.

¹ gem. § 12 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) i.V.m. §§ 8 ff. WHG zur befristeten Entnahme von Grundwasser für Pumpversuchszwecke im geplanten Wassergewinnungsgebiet Lengerich-Handrup (WGG Lengerich-Handrup) für die Trink- und Brauchwasserversorgung im Versorgungsgebiet des Wasserverbandes Lingener Land (WVLL)

² CONSULAQUA HILDESHEIM; Antrag des Wasserverbandes Lingener Land auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG zur befristeten Entnahme von Grundwasser aus den Brunnen I, II und IV (Lengerich-Handrup) im Rahmen eines 3-jährigen Dauerpumpversuchs, Durchführungsplan Beweissicherung; Hildesheim, Oktober 2017 mit Ergänzungen Mai 2018

³ LBEG; GeoBerichte 15 - Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren (Bearb.: Eckl, H. & Raissi, F.), 99 S.; Hannover, 2009.

⁴ LBEG; Geofakten 19 – Durchführungspläne für die Beweissicherung zum Bewilligungsbescheid zur Entnahme von Grundwasser (Bearb.: Raissi, F., Weutink, A., Müller, U., Nix, T., Meesenburg, H & Rasper, M.); Hannover 2009

Der **Teilbericht A** (Hydrogeologie / Wasserwirtschaft) folgt im Anschluss ab Kapitel 5 ff. die Teilberichte B bis E befinden sich in den **Anhängen 2 ff** (siehe Tabelle 1).

Die Maßnahmen der Beweissicherung für die Fachthemen der Teile A bis E sind jeweils in **Tabellenform** aufgeführt (siehe **Anhang 1**):

Teilbericht	Fachthemen	Maßnahmentabelle (Anhang 1)	Bericht
Teil A	Hydrogeologie / Wasserwirtschaft	Tabelle A	
Teil B	Bodenkunde / Landwirtschaft / Forstwirtschaft	Tabelle B	Anhang 2.ff
Teil C	Naturschutz / Beweissicherungsvorschlag Stillgewässer / Erfassung der Fischbestände / Faunistische Beweissicherung Libellen und Amphibien	Tabelle C	Anhang 3.ff
Teil D	Fließgewässerökologische Untersuchungen	Tabelle D	Anhang 4
Teil E	Setzungsrisiken an der Bestandsbebauung Beweissicherung Denkmalschutz und Gebäude Beweissicherung von Altbäumen und wichtigen Heckenstrukturen	Tabelle E	Anhang 5.ff

Tabelle 1 Verzeichnis der Maßnahmentabellen und Fachberichte

2 Datengrundlagen

[U 1] Unterlagen der Bezirksregierung Weser-Ems:

EG-WRRL Bericht 2005 – Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG WRRL Oberflächengewässer, Bearbeitungsgebiet Ems / Nordradde; 29.11.2004, Meppen.

EG-WRRL Bericht 2005 – Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG WRRL Oberflächengewässer, Bearbeitungsgebiet Hase; 22.12.2004, Meppen.

EG-WRRL Bericht 2005 – Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG WRRL Oberflächengewässer, Teilbearbeitungsgebiet Obere Ems; 22.12.2004, Meppen.

[U 2] Unterlagen des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (NLfB):

EG-WRRL Bericht 2005 Grundwasser, Betrachtungsraum NI01 – Obere Ems, Ergebnisse der Bestandsaufnahme; 1 Anh.; 15.07.2004, Hannover.

EG-WRRL Bericht 2005 Grundwasser, Betrachtungsraum NI02 – Mittlere Ems, Ergebnisse der Bestandsaufnahme; 1 Anh.; 15.07.2004, Hannover.

EG-WRRL Bericht 2005 Grundwasser, Anhang 2 – Beschreibung der hydrogeologischen Teilräume im Flussgebiet Ems; 15.07.2004, Hannover.

[U 3] Unterlagen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG):

NIBIS-Kartenserver (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>)

WMS-Dienste des Kartenservers (www.lbeg.niedersachsen.de): Daten zu geologischen Karten, hydrogeologischen Karten, Grundwasserneubildung, geologischen Profilschnitten, Bodenkarten, Altlasten; Hannover (Stand April 2015).

Geologischer und hydrostratigrafischer Schnitt „Hase Lockergestein links WE S1“; November 2006, Hannover.

Geologischer und hydrostratigrafischer Schnitt „Mittlere Ems Lockergestein rechts S1“; Februar 2006, Hannover.

Geologischer und hydrostratigrafischer Schnitt „Hase Lockergestein links S3“; September 2006, Hannover.

Geologischer und hydrostratigrafischer Schnitt „Hase Lockergestein links S4“; September 2006, Hannover.

Geologischer und hydrostratigrafischer Schnitt „Große Aa S2“; Juli 2006, Hannover.

Geologischer und hydrostratigrafischer Schnitt „Große Aa S3“; September 2006, Hannover.

Bohrdatenvoranfrage: Übersichtsliste Stammdaten zu Bohrungen; Datenlieferung vom 27.11.2013 (Az.: L3.3/L68600-01/2013-0010/004).

NIBIS-Daten: Geologische Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse im SEP3-Format in Access-Datenbank; Datenlieferung vom 11.02.2014 (Az.: L3.3/L68600-02/2014-0003/002).

Digitale Daten HK50 - Grundwasserneubildung nach GROWA06V2 und Grundwasseroberfläche; Datenlieferung über den WVLL vom 02.01.2014.

Digitale Daten zur Bodenkarte BÜK50 (Blätter L3310 Haselünne, L3510 Freren, L3512 Bramsche) und Access-Datenbank; Datenlieferung über WVLL vom 02.01.2014.

HERMANN et al. (2013): Zeitlich und räumlich hochaufgelöste flächendifferenzierte Simulation des Landschaftswasserhaushalts in Niedersachsen mit dem Modell mGROWA; HW 57.2013, H.5.

GeoBerichte 3 – Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen, Bearbeiter Elbracht, J. & Meyer, R. & Reutter, E.; 107 S., 25 Abb.; Hannover, Oktober 2007.

GeoBerichte 10 – Grundwasserneubildung in Niedersachsen; 61 S., 19 Abb., Anh.; Hannover, März 2009.

GeoBerichte 12 – Mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Grundwasserneubildung in Niedersachsen, Bearbeiter: T. Wixwat; 80 S., 45 Abb., 8 Tab.; Hannover, April 2009.

GeoBerichte 15 – Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen, Bearbeiter Eckl, H. & Raissi, F.; 99 S., 39 Abb., 10 Tab., Anh.; Hannover, September 2009.

GeoFakten 1 – Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme, Bearb. Josopait, V. & Raissi, F., 6 S., 4 Abb.; Hannover 2008.

GeoFakten 8 – Hinweise zur Anwendung numerischer Modelle bei der Beurteilung hydrogeologischer Sachverhalte und Prognosen in Niedersachsen, Bearbeiter Neuß, M. & Dörhöfer, G.; 10 S., Hannover, November 2000.

GeoFakten 19 – Durchführungspläne für die Beweissicherung zum Bewilligungsbescheid zur Entnahme von Grundwasser (Bearb.: Raissi, F, Weutink, A., Müller, U. Nix, T., Meesenburg, H & Rasper, M.; Hannover 2009.

GeoFakten 21 – Hydrostratigrafische Gliederung Niedersachsen, Bearbeiter Reutter, E.; 11 S., Hannover, Oktober 2013.

LBEG: Verfahrensweise zur Abschätzung des Nutzbaren Dargebots von Grundwasserkörpern und seine Aufteilung auf die Teilkörper der unteren Wasserbehörden; 25.11.2014, Hannover.

LEBKÜCHNER, H.: Hydrogeologischer Bericht zur Grundwassergewinnung im Bereich Grums-mühlen östlich von Lingen. Berichtsentwurf mit Anlagen.- NLfB Hannover, 1988 [unveröff.].

[U 4] Unterlagen des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten und Naturschutz (NLWKN):

EG-WRRL Flussgebietseinheit Ems – B-Bericht 2005, Gebiet Mittlere Ems.

EG-WRRL Flussgebietseinheit Ems – B-Bericht 2005, Gebiet Obere Ems.

FGE Ems – Internationaler Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 Wasserrahmenrichtlinie für die Flussgebietseinheit Ems – Bewirtschaftungsplan 2015 – 2021, Dezember 2015.

FGE Ems – Internationaler Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 Wasserrahmenrichtlinie für die Flussgebietseinheit Ems – Bewirtschaftungsplan 2015 – 2021 (Entwurf).

Regionalbericht für das Hase-Einzugsgebiet – Darstellung der Grundwassersituation – Grundwasser Band 12; Bearbeiter: Federolf, Kayser, Kühling; Norden / Cloppenburg; 2012.

Unterlagen zu Grundwassermessstellen: Lageplan, Schichtenverzeichnisse.

Digitale Daten der Gewässereinzugsgebiete Lotter Beeke; Datenlieferung vom 03.12.2013.

Unterlagen, Daten zum Abflusspegel Lotten (Lotter Beeke): Tageswerte Abfluss- und Wasserstandsdaten 1973 - 2019; Haupttabellen Abflüsse und Wasserstände 2012 - 2014 sowie 2016 - 2017; Datenlieferungen vom 10.04.2015 (2001-2013), 13.05.2016 (1973-2015) und 20.05.2020 (2018-2019), 03.06.2021 (2020-April 2021)

Unterlagen zum Abflusspegel Andrup-Lage (Lager Bach): Haupttabellen Abflüsse und Wasserstände 2012.

Digitale Daten zu Sohl- und Querbauwerken; Datenlieferung vom 04.02.2014.

Aquainfo-Datenbank von Landesmessstellen (Stammdaten); Datenlieferungen vom 28.01.2014 (Betriebsstelle Meppen) und 26.02.2014 (Betriebsstelle Cloppenburg).

Landesweite niedersächsische Landesdatenbank für wasserwirtschaftliche Fragen, Online, Datenabfrage Juni 2020.

Abstichsdaten der Datenlogger im Bereich des Untersuchungsgebiets Lengerich-Handrup vom 21.09.2021

[U 5] Unterlagen des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMU):

Digitale Daten der naturschutzrelevanten Schutzgebiete (www.umwelt.niedersachsen.de); Hannover, Stand März 2014.

Runderlass d. MU vom 29.05.2015, zuletzt geändert am 13.11.2018, Az. 23-62011/010: Mengemäßige Bewirtschaftung des Grundwassers; 5 Anl. - Hannover.

Runderlass d. MU vom 25.11.2014 (Entwurf Neufassung), Az. 23-62011/010: Mengemäßige Bewirtschaftung des Grundwassers; 2 Anl. - Hannover.

WMS-Dienste des Kartenservers (www.umwelt.niedersachsen.de): Daten zu Wasserschutz- und Überschwemmungsgebieten, EG-Wasserrahmenrichtlinie (Wasserkörpereinzugsgebiete, Grundwasserkörper), Naturschutz, Basisdaten; Hannover.

[U 6] Unterlagen des Landkreises Emsland:

Unterlagen zu Altablagerungen, Altstandorten und Rüstungsaltslasten.

Unterlagen zu Grundwassermessstellen (zu Altlastverdachtsflächen).

Unterlagen zu Wasserrechten Dritter (Grund- und Oberflächenwasserentnahmen zur Feldberegnung) vom Juni 2020.

Auszüge aus den beim Landkreis Emsland vorliegenden wasserrechtlichen Unterlagen zur Ramings Mühle (Wasserrecht aus dem Jahr 1934), Schreiben vom 11.06.2014 an den WVLL.

Erlaubnis gem. § 12 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) i.V.m. §§ 8 ff. WHG zur befristeten Entnahme von Grundwasser für Pumpversuchszwecke im geplanten Wassergewinnungsgebiet Lengerich-Handrup (WGG Lengerich-Handrup) für die Trink- und Brauchwasserversorgung im Versorgungsgebiet des Wasserverbandes Lingener Land (WVLL).

[U 7] Unterlagen des Landkreises Osnabrück:

Auskunft aus dem Altlastenkataster des Landkreises Osnabrück (Unterlagen zu Altablagerungen und Altstandorten); Datenlieferung vom 28.01.2014.

Unterlagen zu Wasserrechten Dritter.

Unterlagen zum Wasserschutzgebiet Ohrte.

Jahresfördermengen Wasserwerk Ohrte 1996 - 2012; 23.01.2014.

[U 8] Unterlagen des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN):

Basis DLM; Datenlieferungen vom 28.08.2013 (Beleg Nr. V01 119645) und 03.12.2013 (Beleg Nr. V01 121316) sowie über WVLL (VK-Auftrag D00021327) vom 12.12.2013.

Digitales Geländemodell DGM50; Datenlieferung über WVLL (VK-Auftrag D00021327) vom 12.12.2013.

Digitale Topografische Karte DTK25 (blattschnittfrei); Datenlieferungen vom 28.08.2013 (Beleg Nr. V01 119645) und 03.12.2013 (Beleg Nr. V01 121316).

[U 9] Unterlagen des Wasserverbandes Lingener Land (WVLL):

Aquainfo-Datenbank vom 21.10.2021, Grundwasserstände und hydrochemische Analysen.

Fördermengen aus den Brunnen I, II und IV, Lengerich Handrup, 16.11.2021

Unterlagen zu Aufschlussbohrungen und geoelektrischen Sondierungen.

Unterlagen zu Brunnen: Stammdaten, Brunnenausbau, Schichtenverzeichnisse, Pumpversuche, Siebanalysen, Wasseranalysen 2012.

Unterlagen zu Grundwassermessstellen: Stammdaten, Schichtenverzeichnisse, Ausbauezeichnungen.

Unterlagen zu Oberflächenwassermessstellen (Pegel): Stammdaten.

Abflussmessungen der Pegel: Datenlieferung 13.10.2021

Bodenkundliches Gutachten im Gewinnungsgebiet Lengerich; Bearbeiter Prof. Vogt; 1984.

GWE: Bericht über die hydrogeologischen Verhältnisse des Wassergewinnungsgebiets Lengerich-Handrup des WBV LK Lingen; Dez. 1990.

GWE: Auswertung der Pumpversuchsdaten; 1990.

Bieske & Partner: Hydrogeologische Einschätzung für das Reservegebiet „Große Aa“; 1996/1997.

Niederschlagsdaten der Station Grumsmühlen Br. IV (Monats- und Jahreswerte 1999 - September 2021) sowie der Station Lengerich Br. II (Monats- und Jahreswerte 2014 - August 2021).

Einleitmengen der Kläranlage Lengerich in den Lengericher Dorfbach für die Jahre 2014 und 2015 (Daten-Zusammenstellung von der Sozietät Gerling & Partner MBB)

Über den WVLL erhalten: Wasser und Bodenverband „Lotter Beeke“: Bauentwurf Rückhaltebecken Saller See (Pläne aufgestellt am 20.10.1971).

Archivunterlagen des WVLL zum Ausbau des Sallersees.

Bohr- und Ausbaudaten sowie Vermessungsdaten des Messstellen der 3. Bohrkampagne (zusätzliche Messstellen), Mai 2018.

[U 10] Unterlagen des Wasserverbandes Bersenbrück:

Meyer & Bärle Hydrogeologie GbR: Wasserwerk Ohrte – Antrag auf Erteilung einer Bewilligung zur Grundwasserentnahme für die öffentliche Wasserversorgung gemäß § 13 NWG; 9 Anlagen; Okt. 2008.

Access-Datenbank: Stammdaten Förderbrunnen und Grundwassermessstellen.

Monatliche Fördermengen Wasserwerk Ohrte 2004 – 2012 (Einzelbrunnen).

Digitale Daten (Einzugsgebiet, Grundwassergleichen Wasserwerk Ohrte).

Aquainfo-Datenbank (u.a. Wasserstände); Datenlieferung vom 18.11.2021.

[U 11] Unterlagen des Deutschen Wetterdienstes (DWD):

Messdaten über das Onlineportal Climate Data Center des DWD (Tages- und Monatsniederschläge bis September 2021) von den Klimastationen Fürstenu (Stations-ID 4683), Haselünne

(Stations-ID 2049), Lingen (Stations-ID 3023, Daten nur bis Anfang Juni 2020), Berge/Niedersachsen (Stations-ID 5826) und Alfhausen (Stations-ID 78); Download vom 13.10.2021; <https://cdc.dwd.de/portal/>.

Messdaten über den FTP-Server des DWD (Tagesverdunstung nach *HAUDE* 01.01.2014 - 07.06.2020 (Daten nur bis Anfang Juni 2020); Monatsverdunstung ab 2002) von der Klimastation Lingen (Stations-ID 3023); Download vom 28.09.2020; https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/derived_germany/soil/daily/.

Messdaten über den FTP-Server des DWD (Tagesverdunstung nach *HAUDE* 01.01.1991 - 30.09.2021; Monatsverdunstung ab 1991) von der Klimastation Alfhausen (Stations-ID 78); Download vom 13.10.2021; https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/derived_germany/soil/daily/.

[U 12] Unterlagen des DVGW-Regelwerkes:

Technische Regel – Arbeitsblatt W 107: Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten; Bonn, Juni 2004.

Technische Regel, Arbeitsblatt W 108: Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten; Bonn.

Technische Regel, Arbeitsblatt W 150: Beweissicherung für Grundwasserentnahmen der Wasserversorgung; Bonn.

[U 13] Boochs, P.-W.; Mull, R.; Riemeier, B; Tegtbauer, D.(1985): Berücksichtigung der grundwasserstandsabhängigen Neubildung bei mathematischen Grundwassermodellen.- Z. dt. Ges. f. Geowiss., Bd. 136, S. 365-373, 7 Abb.; Stuttgart.

[U 14] Wessolek, G.; Strebel, O.; Sponagel, H. (1985): Einfluß des Grundwasserflurabstandes auf die Grundwasserneubildung unter Acker, Grünland und Nadelwald.- Z. Kulturtechn. u. Flurbe., 26: S. 130-137; Berlin.

[U 15] Unterlagen der CONSULAQUA Hildesheim Geo-Infometric (CAH):

Auswertung der vorhandenen Unterlagen zur möglichen Entwicklung eines Wassergewinnungsgebiets Lengerich; September 2013.

Konzept zur Erweiterung des Messnetzes im Rahmen einer möglichen Entwicklung des Wassergewinnungsgebiets Lengerich-Handrup; April 2014.

Funktionstests an vorhandenen GWM im Rahmen einer möglichen Entwicklung des Wassergewinnungsgebiets Lengerich-Handrup, Juli 2014.

Unterlagen für den Antrag des Wasserverbandes Lingener Land auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG zur befristeten Entnahme von Grundwasser aus den Brunnen I, II und IV im Rahmen eines 3-jährigen Dauerpumpversuchs - Erläuterungsbericht und Hydrogeologisches Gutachten - zur Erschließung eines möglichen neuen Wassergewinnungsgebietes Lengerich, August 2016.

Durchführungsplan zur Beweissicherung im Rahmen des Antrags des Wasserverbandes Lingener Land auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 WHG zur befristeten Entnahme von Grundwasser aus den Brunnen I, II und IV im Rahmen eines 3-jährigen Dauerpumpversuchs, Oktober 2017 mit Ergänzungen Mai 2018.

Durchführungsplan zur Beweissicherung des geplanten 3-jährigen Dauerpumpversuchs in den Brunnen I, II und IV (Lengerich-Handrup) des Wasserverbandes Lingener Land – 1. Jahresbericht; August 2019.

Durchführungsplan zur Beweissicherung des geplanten 3-jährigen Dauerpumpversuchs in den Brunnen I, II und IV (Lengerich-Handrup) des Wasserverbandes Lingener Land – 2. Jahresbericht; Dezember 2020.

[U 16] GEODEX

Duensing, O. (2015): Rahmenbedingungen / Erfordernisse für den Ausbau der flachen Grundwassermessstellen Projekt WW Lengerich; 15.02.2015, Neustadt.

Duensing, O. (2019): Durchführungsplan zur Beweissicherung: Fachgutachterliche Stellungnahme zu den Consulaqua-PreRun-Ergebnissen / Dauerpumpversuchsplanung Lengerich, 12.06.2019 Neustadt.

[U 17] Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (DVWK) (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen - Merkblatt 238: 135 S.; Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft mbH, Bonn.

[U 18] Haude, W. (1955): Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. - Mitt. Dt. Wetterd. 2 (11), Bad Kissingen (Dt. Wetterd.).

[U 19] Hölting, B. & Coldewey, W. G. (2005): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie; 6. Überarbeitete und erweiterte Auflage, München.

[U 20] Unterlagen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Pegelvorschrift Stammtext; 1997.

Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland – Gewässerstruktur in der BRD; 2001.

Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2013 bis 2016; 31.01.2019.

[U 21] Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (DVWK) (1983): DVWK-Regel 120/1983. Niedrigwasseranalyse. Teil I: Statistische Untersuchung des Niedrigwasser-Abflusses.

[U 22] DIN-Normen

DIN 4049-1: Hydrologie, Grundbegriffe. – Berlin (Beuth); 1992.

DIN 4049-3: Hydrologie, Begriffe zur quantitativen Hydrologie – Abschnitt 3: Unterirdisches Wasser. – Berlin (Beuth); 1994.

[U 23] Wundt, W (1958): Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen. In: R. Grahmann (Ed.): Die Grundwässer der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung. 47-54. Remagen.

[U 24] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2013) (Hrsgb.): Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Stand Juni 2013; Braunschweig.

[U 25] Baumgartner, A., & Liebscher, H. J. (1990). Allgemeine Hydrologie: Quantitative Hydrologie. Borntraeger.

[U 26] Furtak, H. & Langguth, H.R. (1967) in: DVWK (1990): Methodensammlung zur Auswertung und Darstellung von Grundwasserbeschaffenheitsdaten.- DVWK Schriften, 89; Hamburg, Berlin (Parey).

[U 27] Der Bundesminister für Gesundheit (2021): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S.4343) geändert worden ist; Bonn.

- [U 28]** Die Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017): Erste Verordnung zur Änderung der Grundwasserverordnung vom 04.05.2017 (BGBl. Jg. 2017, Teil I, Nr. 24, S. 1044-1047, Bonn, 09.05.2017); Bonn.
- [U 29]** Die Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017): Wasch- und Reinigungsmittelgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juli 2013 (BGBl. I S. 2538), zuletzt geändert am 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).

3 Pumpversuchsdurchführung

Grundsätzlich gliedert sich der Pumpversuch in folgende Phasen:

- Phase A** Messung und Feststellung des Ist-Zustands (Ausgangszustand, bis Februar 2020)
- Phase B** Pumpversuch Stufe I (0,5 Mio. m³/a Gesamt-Förderung, Dauer ein Jahr von März 2020 – Februar 2021)
- Phase C** Pumpversuch Stufe II (1,0 Mio. m³/a Gesamt-Förderung, Dauer ein Jahr von März 2021 – Februar 2022)
- Phase D** Pumpversuch Stufe III (1,5 Mio. m³/a Gesamt-Förderung, Dauer ein Jahr, voraussichtlich März 2022 – Februar 2023)
- Phase E** Wiederanstiegsphase nach Ende des Pumpversuchs (Abschalten der Brunnen voraussichtlich ab März 2023)

Da die Wirkradien des Pumpversuchs, insbesondere in den Stufen II und III, nicht exakt festzulegen sind, soll die Gebietskulisse der Beweissicherung in Absprache mit den Fach- und Genehmigungsbehörden sowie den einzelnen Fachgutachtern abhängig von den Förderstufen und dem Erkenntnisgewinn angepasst bzw. erweitert werden. Hierzu sind insgesamt vier Besprechungstermine vorgesehen, die, nach Vorlage der Jahresberichte (siehe Kapitel 4) jeweils ca. ein halbes Jahr vor Beginn der nächsten Förderstufe stattfinden sollen, damit noch genügend Zeit für eine ggf. notwendige Erweiterung der Beweissicherung vorhanden ist. Auf diesen Besprechungsterminen wird entschieden, ob der Pumpversuch wie geplant fortgesetzt oder ob er modifiziert (bis hin zu Abbruch) werden muss (siehe Durchführungsplan **[U15]**).

4 Auswertzeitpunkte und Jahresberichte

Die Auswertung der hydrogeologischen Messdaten und die darauf basierenden Berechnungen, Prognosen und Bewertungen erfolgen zu den in der Tabelle 2 aufgeführten Zeitpunkten.

Auswertzeitpunkt (n)	Beschreibung der Auswertzeitpunkte
Zeitpunkt (1)	½ Jahr vor Pumpversuchsbeginn (Phase A, Ausgangszustand)
Zeitpunkt (2)	unmittelbar vor Pumpversuchsbeginn (Phase A, Ausgangszustand, Anfang März 2020)
Zeitpunkt (3)	½ Jahr nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase B, August 2020)
Zeitpunkt (4)	1 Jahr nach Pumpversuchsbeginn (Ende Phase B, März 2021)
Zeitpunkt (5)	1½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase C, August 2021)
Zeitpunkt (6)	2 Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Ende Phase C, vor. Feb/März 2022)
Zeitpunkt (7)	2½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase D, vor. August 2022)
Zeitpunkt (8)	3 Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Ende Phase D, vor. Feb/März 2022)
Zeitpunkt (9)	½ Jahr nach Pumpversuchsende (Phase E, vor. August 2023)

Tabelle 2 Zeitpunkte der Auswertungen, Berechnungen, Prognosen und Bewertungen

Die sich zu diesen Zeitpunkten ergebenden Prognosen und Auswertungen der Stand-rohrspiegelhöhen, der Grundwasserflurabstände, der förderbedingten Grundwasserabsenkungen, der Reichweiten der Auswirkungen des Pumpversuchs (=Wirkreichweiten), sowie die Grundwasserbilanzen werden den einzelnen Fachgutachtern zur Erstellung der Fachbeiträge B bis E übergeben. Sie bilden die Grundlage für die Festlegung der fachspezifischen Betrachtungsräume (Gebietskulissen) für die Durchführung der Beweissicherungsmaßnahmen (siehe **Anhang 1** Tabellen zum Durchführungsplan A – E).

Die Erstellung der Jahresberichte mit allen Fachbeiträgen erfolgt zu den in Tabelle 3 aufgeführten Zeitpunkten. Die Jahresberichte umfassen nicht nur die jeweils aktuellen Ergebnisse und Prognosen, sondern beinhalten auch die Ergebnisse der vorangegangenen Auswertzeitpunkte. Dadurch wird in jedem Jahresbericht der komplette Pumpversuchsablauf bis zum aktuellen Zeitpunkt dokumentiert.

Jahresbericht	
1. Jahresbericht	Zeitpunkt (1) = ½ Jahr vor Pumpversuchsbeginn (Phase A, Ausgangszustand)
2. Jahresbericht	Zeitpunkt (3) = ½ Jahr nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase B)
3. Jahresbericht	Zeitpunkt (5) = 1½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase C)
4. Jahresbericht	Zeitpunkt (7) = 2½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase D)
5. Jahresbericht (Abschlussbericht des Pumpversuchs)	Zeitpunkt (9) = ½ Jahr nach Pumpversuchsende (Phase E)

Tabelle 3 Zeitplan für die Erstellung der Jahresberichte

Die Jahresberichte stellen die schriftliche Grundlage für die jeweiligen Besprechungstermine zur Fortsetzung des Pumpversuchs dar **[U15]**.

Den ersten Fachbericht (Jahresbericht, Zeitpunkt (1)) vor Beginn des Pumpversuches reichte der Wasserverband am 22.08.2019 beim Landkreis Emsland zur Prüfung ein **[U15]**.

Der Landkreis hat daraufhin die entsprechenden Fachbehörden beteiligt. Der erste Fachbericht wurde am 05.12.2019 erörtert. Mit dem Schreiben vom 16.12.2019 teilte der Landkreis Emsland im letzten Absatz mit: *„Nach Prüfung der vorgelegten Unterlagen und unter Berücksichtigung der vorgelegten Stellungnahmen sowie der seitens der Fachbehörden geäußerten Hinweise im Rahmen des Fachgesprächs wird der Durchführung der Förderstufe 1 des Pumpversuches hiermit zugestimmt. Ich bitte, mir den tatsächlichen Beginn der Maßnahme anzuzeigen.“*

Die Förderstufe I hat am 09. März 2020 begonnen.

Den zweiten Fachbericht (2. Jahresbericht, Zeitpunkt (3)), Mitte der Pumpversuchsstufe I, reichte der Wasserverband 17.12.2020 beim Landkreis Emsland zur Prüfung ein **[U15]**.

Der Landkreis hat daraufhin die entsprechenden Fachbehörden beteiligt. Der zweite Fachbericht wurde am 21.02.2021 erörtert. Mit dem Schreiben vom 25.02.2021 teilte der Landkreis Emsland im letzten Absatz mit: *„Auf Grundlage der vorgelegten Stellungnahmen, der seitens der anwesenden Fachbehörden geäußerten Hinweise und der Zusagen des Wasserverbandes Lingener Land wird der Fortführung des Pumpversuches und damit der Durchführung der Förderstufe 2 des Pumpversuches hiermit zugestimmt“.*

Die Förderstufe II hat am 09. März 2021 begonnen.

Der hiermit vorliegende Bericht entspricht dem **3. Jahresbericht** zum Zeitpunkt (5), 1½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase C).

– Teilbericht A – Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

5 Meteorologische Überwachung

5.1 Niederschlagsentwicklung 2006 bis September 2021

Für die im Umfeld des Untersuchungsgebiets gelegenen Wetter-Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) Haselünne, Fürstenau und Berge/Niedersachsen [U 11] liegen monatliche und tägliche Niederschläge für den Zeitraum 2006 bis September 2021 vor. Allerdings wurden bei der DWD-Station Fürstenau vom Oktober 2009 bis März 2012 keine Daten ermittelt.

Für die DWD-Station Lingen [U 11] liegen monatliche und tägliche Niederschläge für den Zeitraum 1978 bis 04. Juni 2020 vor. Die bisherige Wetterstation Lingen wird seitens des DWD aufgegeben, und an einen neuen Standort verlegt. Bis zur Inbetriebnahme der neuen Station veröffentlicht der DWD keine meteorologischen Daten für Lingen mehr. Eine neue Station wird in Bacum gebaut. Das neue Messfeld wurde allerdings bisher nicht eröffnet. Der Grund für die Verlegung sei, dass die bestehende Station durch Veränderungen im Umfeld nicht mehr optimal den internationalen Vorgaben für Wetterstationen entsprach und für Erweiterungen mit neuer Messtechnik zu klein sei. Im Hinblick auf die Ermittlung der Klimabilanz wird daher eine benachbarte Wetterstation benötigt, für die ebenfalls die potentielle Verdunstung ermittelt wird. Die nächstgelegene Wetterstation, für die eine Ermittlung der potentiellen Verdunstung vorliegt, ist die DWD-Station Alfhausen. Um die Niederschlagsentwicklung der DWD-Station Alfhausen mit den anderen Niederschlagsaufzeichnungen vergleichen zu können, wird diese Station mit in die Auswertungen einbezogen.

Ergänzend gibt es Niederschlagsdaten von zwei Messstationen innerhalb bzw. im Umfeld des Untersuchungsgebiets:

- Messstation des WVLL nahe Br. II, Lengerich: hier wurden die Monatswerte seit Januar 2014 aufgenommen [U 9] und
- Messstation des WVLL nahe Br. IV, Grumsmühlen: hier wurden die Monatswerte seit Januar 1999 aufgenommen [U 9].

Die langjährigen Mittel des Zeitraumes 1981 - 2010 betragen an den DWD-Stationen Lingen 800 mm/a, Haselünne 808 mm/a, Fürstenau 820 mm/a, Berge/Niedersachsen 804 mm/a und Alfhausen 862 mm/a.

Für die Station Grumsmühlen Br. IV lässt sich für den Zeitraum 1999 - 2020 ein langjähriges Mittel von 757 mm/a berechnen.

In der Abbildung 1, oberes Diagramm, werden die Jahresniederschlagshöhen der genannten Messstationen für den Zeitraum 2006 bis 2020 dargestellt, die im unteren Diagramm in prozentualen Bezug zu den langjährigen Mittelwerten gesetzt werden. An Hand dieser Darstellung können gut niederschlagsreiche von trockeneren Jahren unterschieden werden.

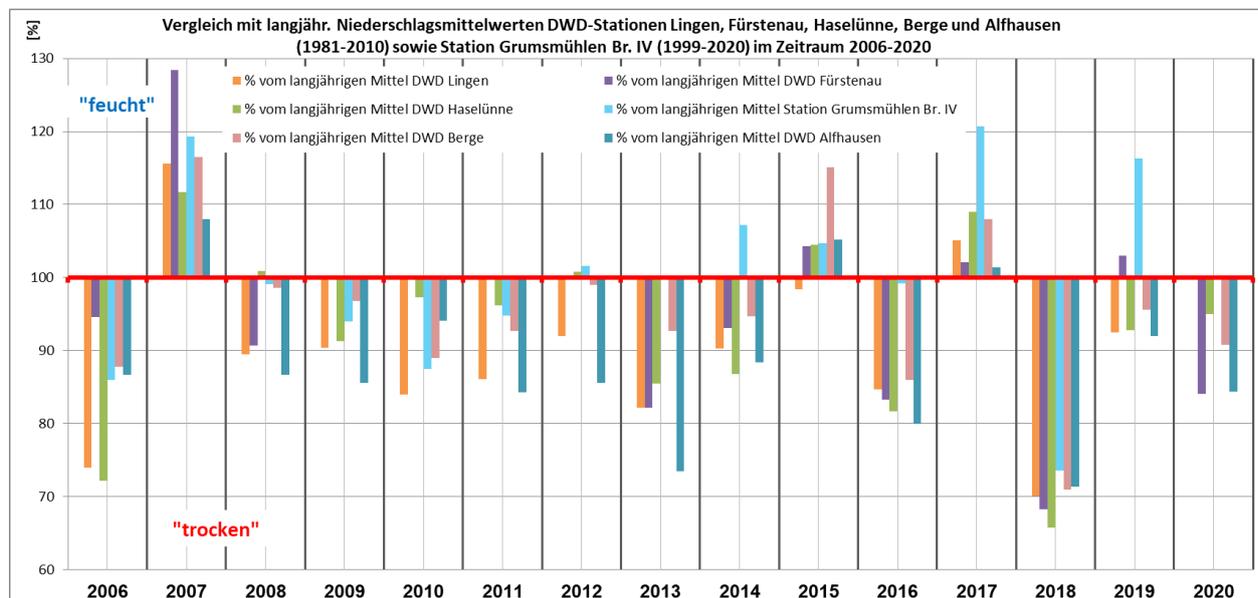
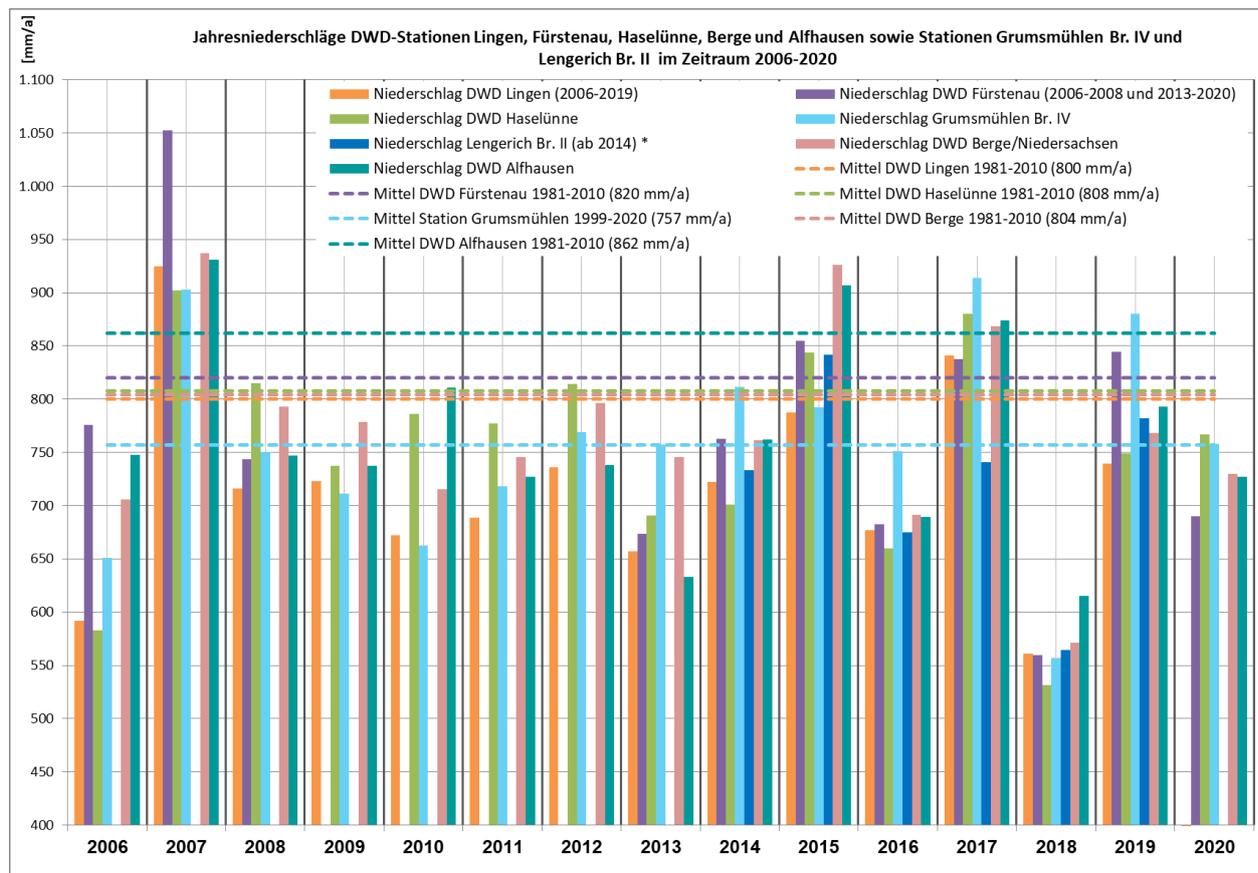


Abbildung 1: Jährliche Niederschlagssummen der DWD-Stationen Lingen, Fürstenau, Haselünne, Berge und Alfhausen [U 11] sowie der Stationen Grumsmühlen Br. IV und Lengerich Br. II [U 9] im Zeitraum 2006 bis 2020 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Niederschlagsmittelwerten (Abbildung unten) [U 11]; *: Regenmesser an der Station Lengerich Br. II ist vom 23.06.2020 bis 25.07.2020 ausgefallen, Jahressumme 2020 ist daher nicht dargestellt.

Im Betrachtungszeitraum schwanken die Jahresniederschläge

- an der DWD-Station Lingen zwischen 561 mm/a (2018) und 925 mm/a (2007),
- an der DWD-Station Haselünne zwischen 531 mm/a (2018) und 902 mm/a (2007),
- an der DWD-Station Fürstenau zwischen 560 mm/a (2018) und 1.053 mm/a (2007),
- an der DWD-Station Berge zwischen 571 mm/a (2018) und 937 mm/a (2007),
- an der DWD-Station Alfhausen zwischen 615 mm/a (2018) und 931 mm/a (2007),
- an der Station Grumsmühlen Br. IV zwischen 557 mm/a (2018) und 914 mm/a (2017) sowie
- an der Station Lengerich Br. II zwischen 564 mm/a (2018) und 842 mm/a (2015).

Der Regenmesser an der Station Lengerich Br. II ist vom 23.06.2020 - 25.07.2020 ausgefallen. Daher ist in Abbildung 1 kein Jahreswert dieser Station für 2020 dargestellt.

Obwohl es zwischen den Messstationen z.T. größere Unterschiede in den Niederschlagshöhen gibt, ist eine generelle Kausalität zu beobachten. Das Jahr 2007 stellt das niederschlagsreichste Jahr im Betrachtungszeitraum dar mit Niederschlagshöhen > 900 mm/a (> 110 % im Vergleich zum langjährigen Mittel).

Vor allem die Jahre 2006, 2013, 2014, 2016 und 2018 stechen als Trockenjahre heraus mit Niederschlägen < 700 mm/a (< 90 % im Vergleich zum langjährigen Mittel). Die Jahre 2008 bis 2012 sowie das Jahr 2020 weisen ebenfalls, wenn auch ein geringeres, Niederschlagsdefizit auf. Im Jahr 2015 wurden die langjährigen Mittelwerte nach einer 7-jährigen Trockenphase (2008 - 2014) wieder erreicht bzw. nur knapp unterschritten (Lingen). Nach dem trockenen Jahr 2016 war im Jahr 2017 erneut ein Niederschlagsüberschuss zu verzeichnen. Das darauffolgende Jahr 2018 war mit Niederschlagshöhen < 600 mm/a als extrem trocken einzustufen. Im Jahr 2019 schwankten die Niederschlagshöhen um die langjährigen Mittelwerte. Während an den Stationen Grumsmühlen und Fürstenau der langjährige Mittelwert erreicht wurde, wurde dieser an den übrigen Stationen um bis zu ca. 60 mm/a unterschritten. Im Jahr 2020 lag die Niederschlagshöhe an der Station Grumsmühlen auf der Höhe des langjährigen Mittels. Bei den weiteren Stationen lagen die Niederschlagshöhen unterhalb des langjährigen Mittelwerts (84 - 95 % im Vergleich zum langjährigen Mittel). Damit ist im Jahr 2020 ein Niederschlagsdefizit zu verzeichnen.

Für den Betrachtungszeitraum von 2006 bis 2020 ergeben sich folgende Mittelwerte:

- DWD-Station Lingen: 717 mm/a,
- DWD-Station Haselünne: 749 mm/a,
- DWD-Station Fürstenau: 771 mm/a,
- DWD-Station Berge: 769 mm/a,
- DWD-Station Alfhausen: 763 mm/a,
- Station Grumsmühlen Br. IV: 759 mm/a.

Bei den DWD-Stationen Lingen (kein Jahreswert in 2020), Haselünne, Berge, Alfhausen und Fürstenau (keine Jahreswerte 2009 bis 2012) liegen die mittleren Niederschlagshöhen des Betrachtungszeitraums 2006 bis 2020 auf Grund der mehrjährigen Trockenphase von 2008 bis 2014, der trockenen Jahre 2016 und 2018 sowie des Niederschlagsdefizits im Jahr 2020 um ca. 35 - 100 mm/a unter den langjährigen Mittelwerten der Jahre 1981 - 2010. Für die Station Grumsmühlen Br. IV liegen die mittleren Niederschlagshöhen des Betrachtungszeitraums auf Höhe des langjährigen Mittelwertes 1999 - 2020 (kürzerer Bezugszeitraum des langjährigen Mittels).

Im Betrachtungszeitraum liegen vollständige Messreihen zu den Monatsniederschlägen der DWD-Stationen Haselünne, Berge, Alfhausen sowie der Station Grumsmühlen Br. IV vor, die in Abbildung 3 bis Abbildung 6 dargestellt werden. Bei der in Abbildung 2 dargestellten DWD-Station Lingen liegen ab Juni 2020 keine Monatsniederschläge mehr vor. Die aufgezeichneten Monatsniederschläge werden ebenfalls in prozentualen Bezug zu den langjährigen Monatsmittelwerten (1981 - 2010 bzw. 1999 - 2020) gesetzt.

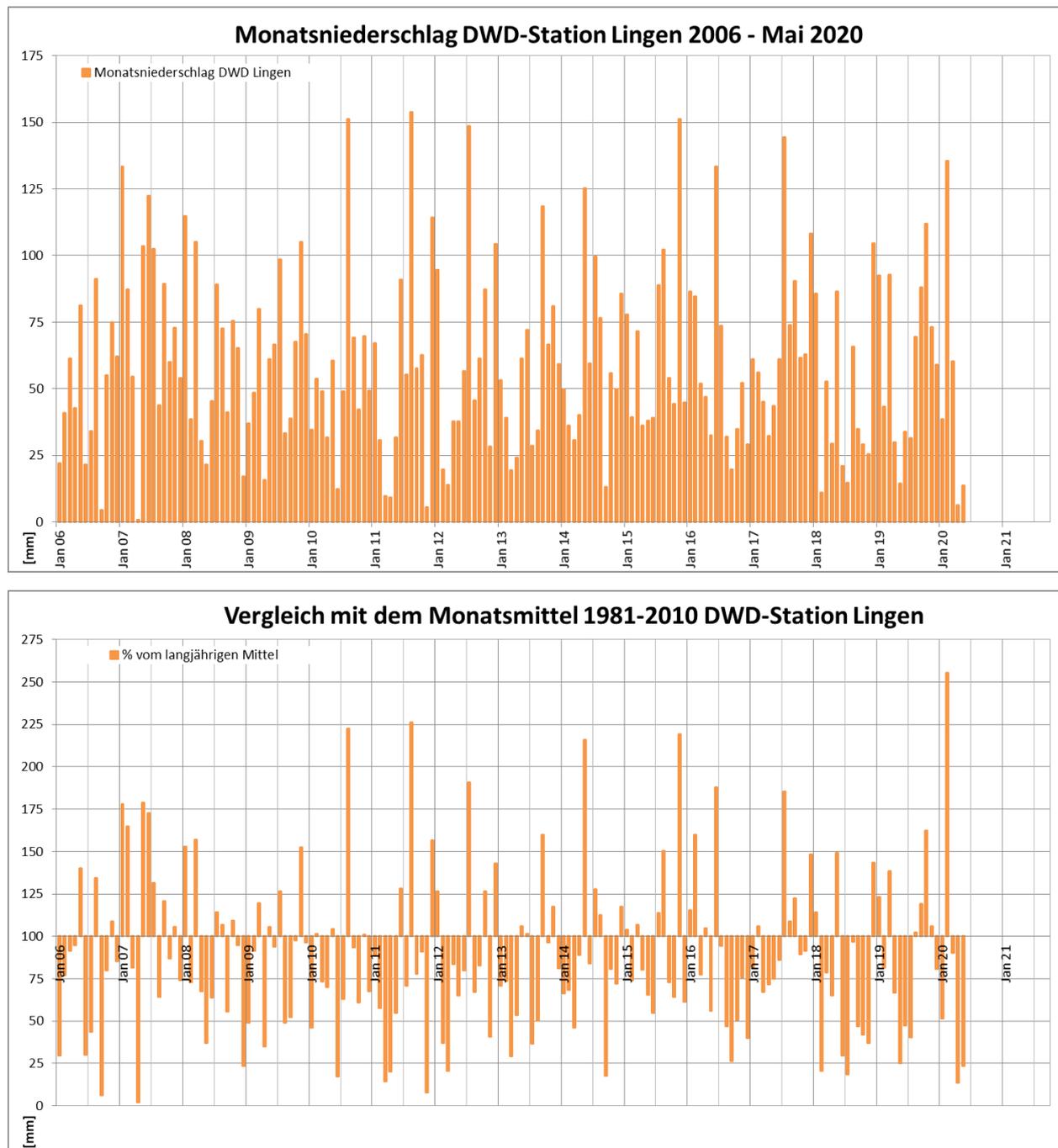


Abbildung 2: Monatsniederschläge der DWD-Station Lingen im Zeitraum 2006 bis Mai 2020 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten (Abbildung unten); ab Juni 2020 keine Veröffentlichung der Monatsniederschläge aufgrund der Verlegung der Station Lingen [U 11]

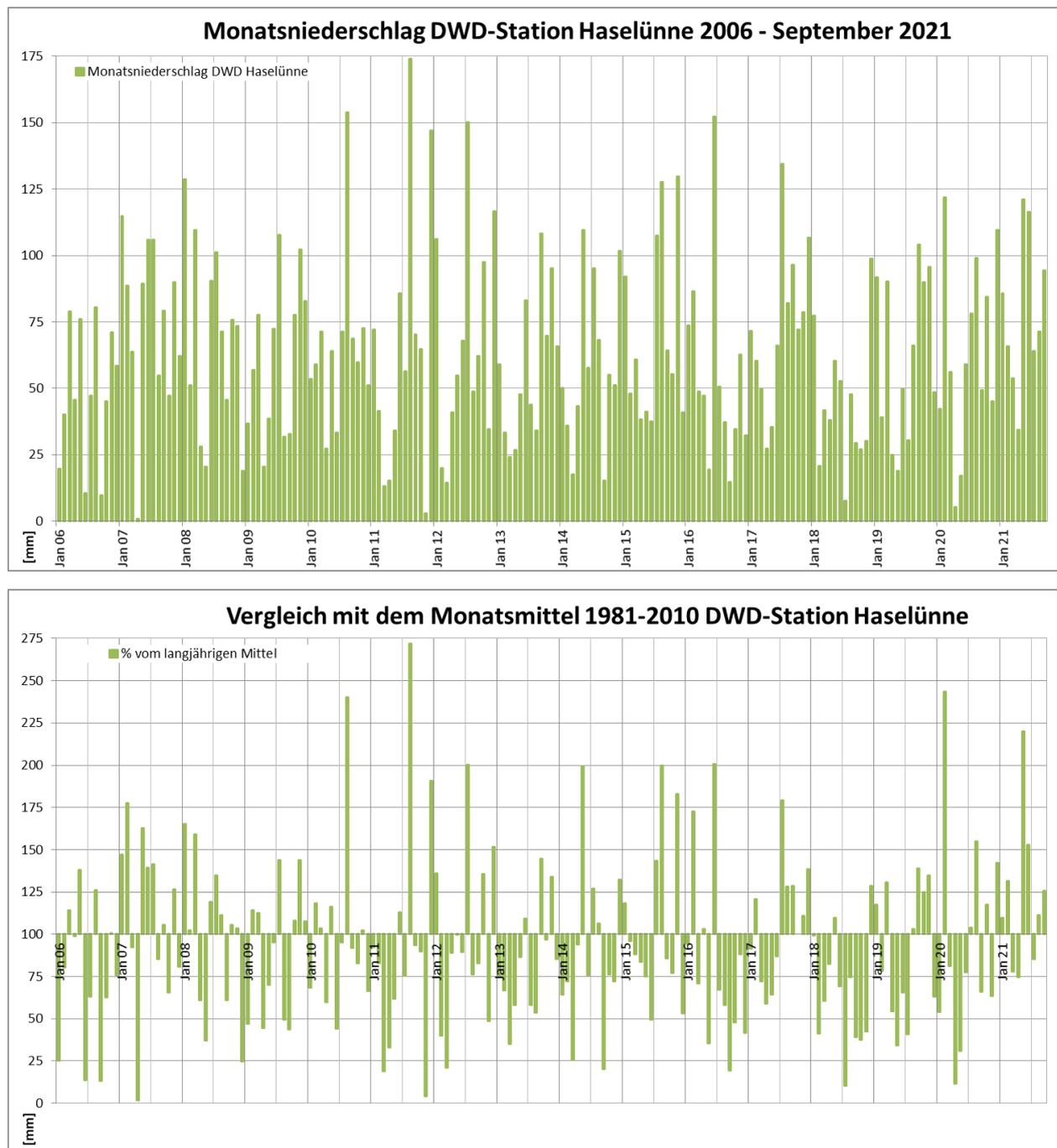


Abbildung 3: Monatsniederschläge der DWD-Station Haselünne im Zeitraum 2006 bis September 2021 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten (Abbildung unten) [U 11]

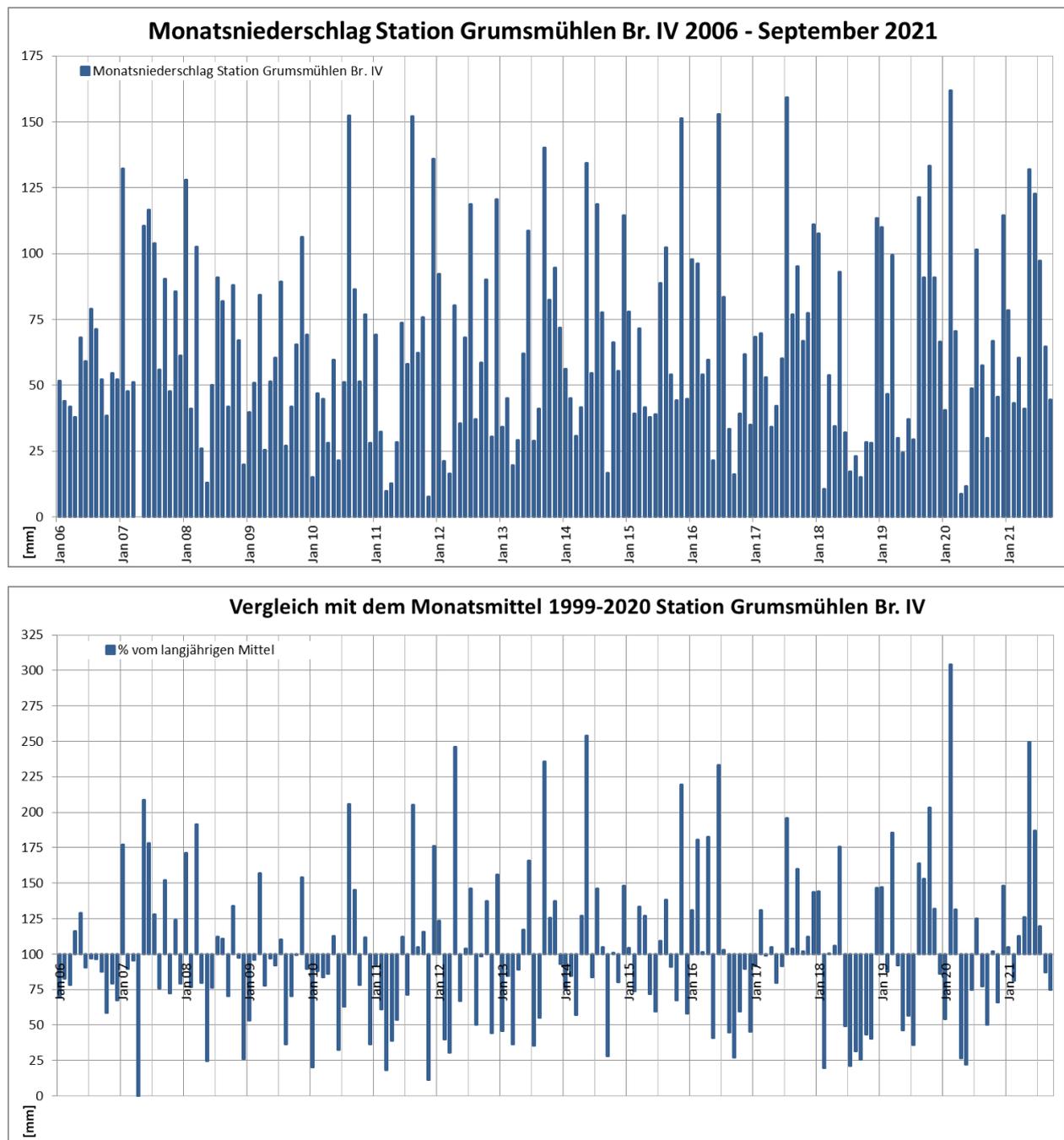


Abbildung 4: Monatsniederschläge der Station Grumsmühlen Br. IV im Zeitraum 2006 bis September 2021 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1999-2020 (Abbildung unten) [U 9]

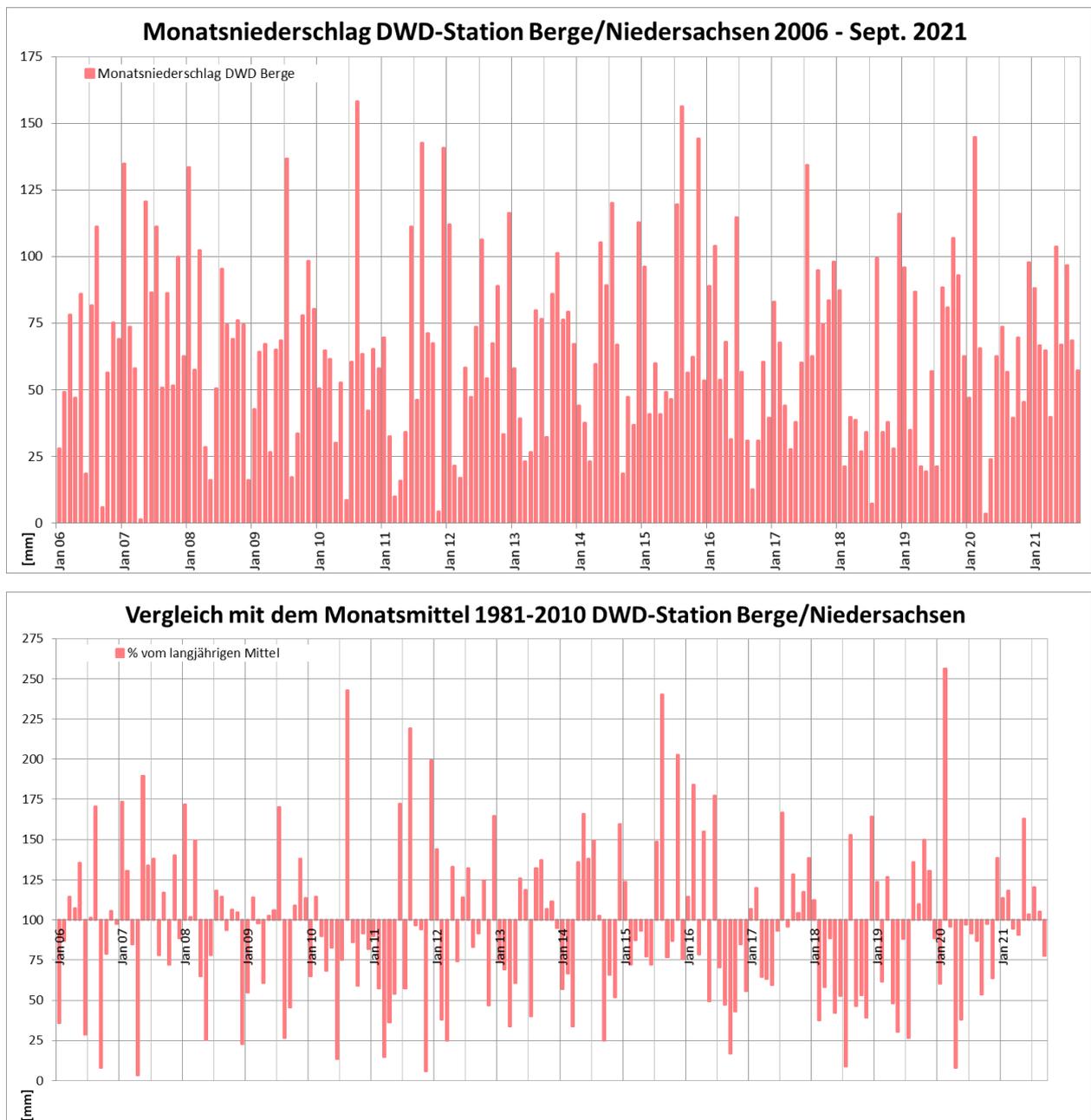


Abbildung 5: Monatsniederschläge der DWD Station Berge/Niedersachsen im Zeitraum 2006 bis September 2021 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1981-2010 (Abbildung unten) [U 11]

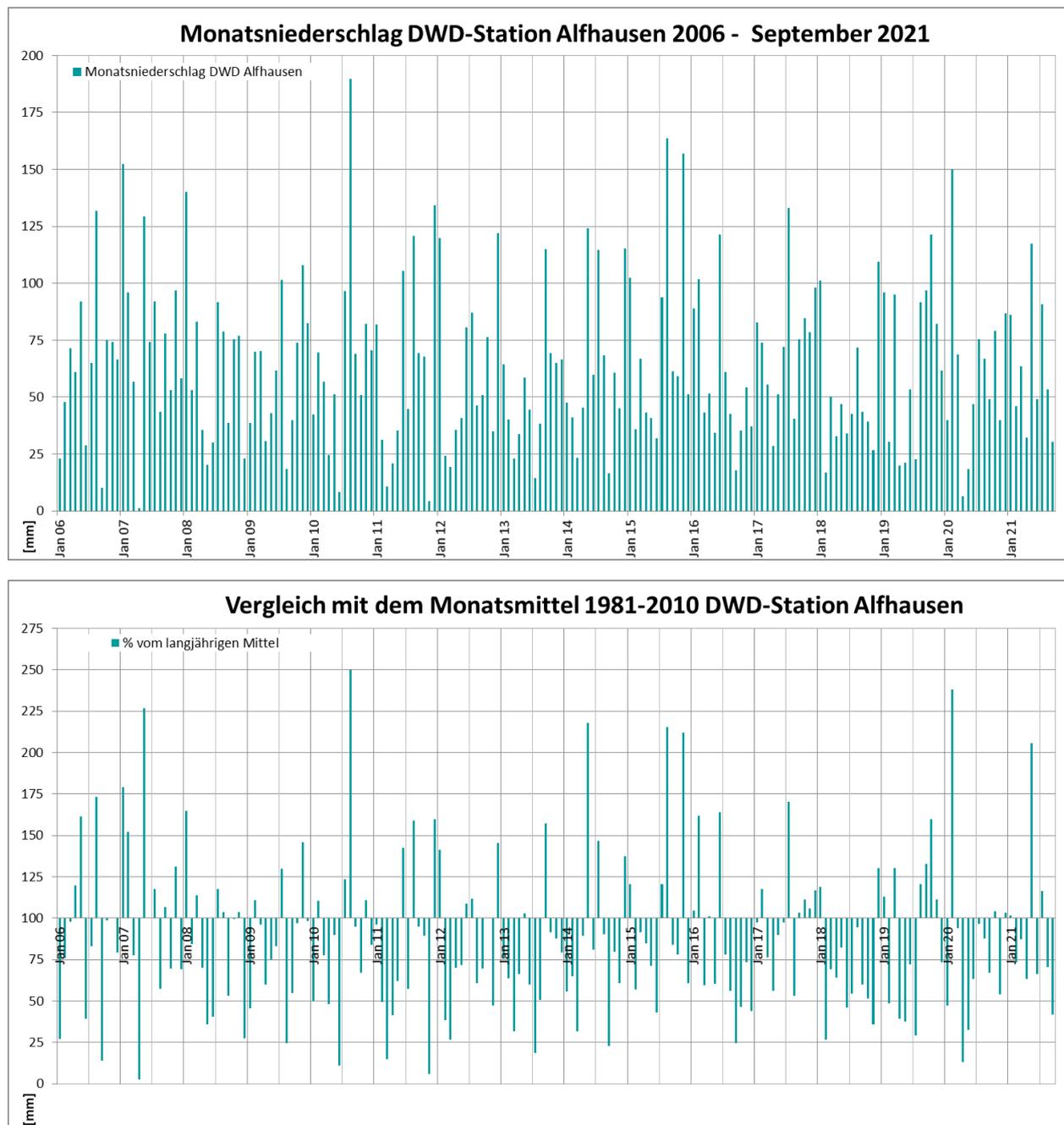


Abbildung 6: Monatsniederschläge der DWD Station Alfhausen im Zeitraum 2006 bis September 2021 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1981-2010 (Abbildung unten) [U 11]

In allen Darstellungen ist die langjährige Trockenphase ab 2008 gut zu erkennen. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums ist die Niederschlagsverteilung über das Jahr gesehen als ausgeglichen zu bewerten. In den Jahren 2008 bis 2020 wurden die jeweiligen Monatsmittelwerte zumeist in nur 2-4 Monaten pro Jahr erreicht. Weiterhin fällt seit dem Jahr 2010 eine Häufung von Monaten mit Starkregenereignissen (> 100 mm/Monat; ca. 200 % vom langjährigen Monatsmittel) auf, die oft mit sommerlichen Unwetterereignissen in Zusammenhang stehen. Auffällig hohe Niederschlagsmengen gab es z. B. im August 2010, August 2011, Juli 2012, September 2013, Mai 2014, November 2015, Juni 2016, Juli 2017, Februar 2020 und Mai 2021. Viele der übrigen Monate sind dagegen als sehr trocken einzustufen, wie z. B. April und Mai 2020.

Die an der Station Lengerich Br. II seit dem Jahr 2014 aufgezeichneten Monatsniederschläge sind als ergänzende Betrachtung in Abbildung 7 dargestellt. Da die Monatsmittelwerte der Station Lengerich Br. II aktuell nur einen relativ kurzen Zeitraum von sieben Jahren repräsentieren, wurden die aufgezeichneten Monatsniederschläge in prozentualen Bezug zu den langjährigen Monatsmittelwerten der DWD-Station Fürstenau (1981 - 2010) gesetzt. Auch bei dieser Station, die innerhalb des Untersuchungsgebiets liegt, sind die zuvor beschriebenen Niederschlagsdefizite und Starkregenereignisse im Aufzeichnungszeitraum seit dem Jahr 2014 zu erkennen.

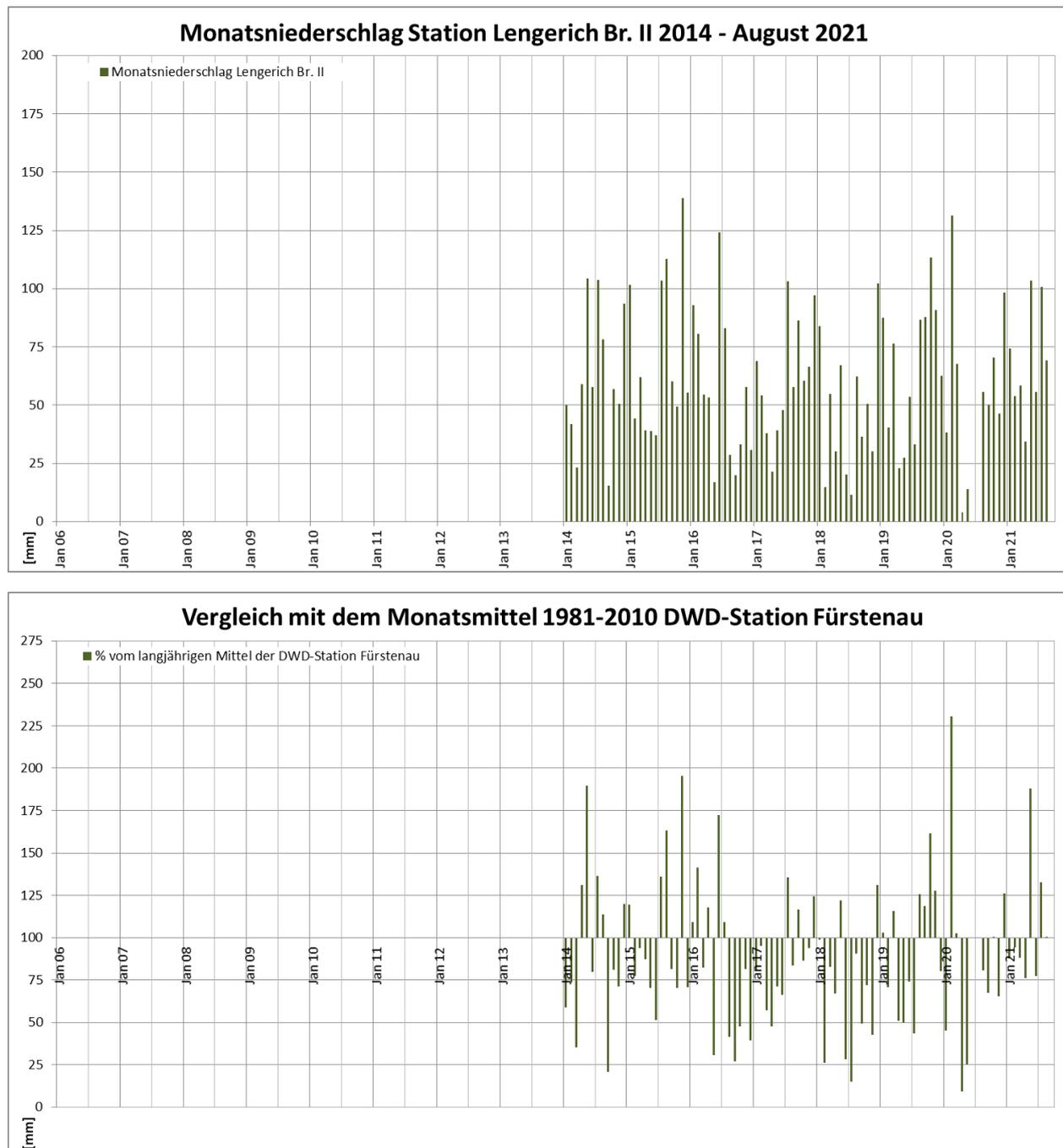


Abbildung 7: Monatsniederschläge der Station Lengerich Br. II im Zeitraum 2014 bis August 2021 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1981-2010 der DWD-Station Fürstenau (Abbildung unten); keine Monatswerte im Juni und Juli 2020 [U 9]

5.2 Vergleich der Niederschlagsdaten der DWD-Stationen Lingen, Fürstenau, Haselünne, Berge und Alfhausen

Da wie im vorherigen Kapitel beschrieben, die DWD-Station Lingen seit Anfang Juni 2020 nicht mehr zu Verfügung steht, musste ein Ersatz für die langjährigen Niederschlagsaufzeichnungen und den daraus abgeleiteten langfristigen meteorologischen Trendentwicklungen gefunden werden. Im Rahmen der Ausarbeitung des vorangegangenen 2. Jahresberichts wurden die monatlichen Niederschlagsdaten der umliegenden Stationen Fürstenau, Haselünne, Berge und Alfhausen miteinander korreliert [U 15]. In der Bewertung der Korrelationsergebnisse zeigte sich die beste Übereinstimmung zwischen den Niederschlagsdaten von Lingen und Fürstenau (siehe Abbildung 8). Die Trendlinie ergab bei einer Steigung von nahezu 1 ein Bestimmtheitsmaß (R^2) von 84,81 %.

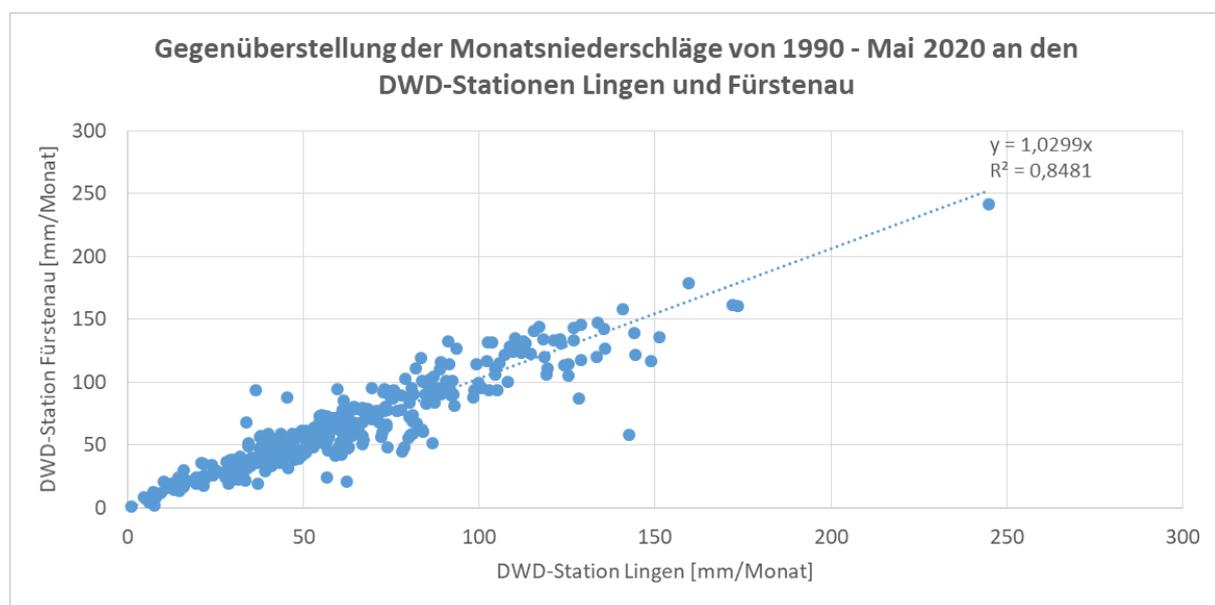


Abbildung 8: Gegenüberstellung der Monatsniederschläge von 1990 bis Mai 2020 an den DWD-Stationen Lingen und Fürstenau

Die an der Station Fürstenau aufgezeichneten Niederschlagsdaten können somit in Fortsetzung der Lingener Niederschlagsdaten für die Beschreibung der meteorologischen Entwicklung und der daraus resultierenden Grund- und Oberflächenwasserreaktionen verwendet werden, wobei sich zusätzlich der Vorteil ergibt, dass die Station Fürstenau näher am Untersuchungsgebiet liegt.

5.3 Verdunstung und Klimabilanz 2006 bis September 2021

Der aus Klimadaten berechnete Wert der potentiellen Evapotranspiration [ET_p] stellt einen Näherungswert für die maximale Verdunstung bewachsener Landflächen dar. In Perioden starker Regenfälle und einer damit verbundenen hohen Bodenfeuchte, ist die ET_p mit der realen Evapotranspiration [ET_a] identisch. Bei Austrocknung des Bodens unter einen Schwellenwert liegt die ET_p über der ET_a.

Die Verdunstung wurde nach dem vom DVWK [U 17] empfohlenen Verfahren nach HAUDE [U 18] ermittelt. Die Formel nach HAUDE berücksichtigt u.a. die relative Luftfeuchte eines Tages um 14 Uhr. Es gilt folgende Formel:

$$\dot{h}_{ETp} = x \cdot p_{14} \cdot (1 - \varphi)$$

Die Abkürzungen der o. g. Formel haben folgende Bedeutung:

- \dot{h}_{ETp} = potenzielle Evapotranspirationsrate
(mm/d),
 p_{14} = Sättigungsdampfdruck der Luft um
14 Uhr (hPa),
 φ = rel. Luftfeuchte um 14 Uhr (1),
 x = Monatskoeffizient (mm/(d·hPa))

Der Sättigungsdampfdruck der Luft errechnet sich aus der MAGNUS-Formel:

$$p_{14} = 6,03 \text{ hPa} \cdot 10^{\frac{7,45 \cdot \vartheta}{235^{\circ}\text{C} + \vartheta}} \quad \text{Gl. 8}$$

- ϑ = Lufttemperatur um 14 Uhr mittlerer
Ortszeit (°C)

Die Monatskoeffizienten gelten unter der Annahme eines unbewachsenen Bodens bei konstantem Grundwasserstand unter 40 cm unter Flur.

Tab. 4: Monatskoeffizienten x zur Berechnung der potenziellen Evapotranspiration nach HAUDE (1955)

x	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
mm/(d·hPa)	0,26	0,26	0,33	0,39	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,26	0,26	0,26

Als Ergebnis erhält man die die Evapotranspirationshöhe in mm/Tag.

Für die Aus- und Bewertungen im Rahmen des Durchführungsplans werden die durch den DWD ermittelten täglichen potentiellen Evapotranspirationshöhen [ETp] verwendet. Sie liegen für die Auswertungen bei der DWD-Station Lingen im Zeitraum von 1991 bis Mai 2020 sowie bei der DWD-Station Alfhausen im Zeitraum von 1991 bis z. Zt. September 2021 vor [U 11].

Da die Station Lingen aufgegeben wurde, musste für die dortigen langjährigen Evapotranspirationsdaten bzw. deren Auswertung Ersatz gefunden werden.

Die Größenordnung der Evapotranspiration ist eher an die regionalen als an die lokalen Verhältnisse gebunden. Daher ist es möglich, dass trotz der über 40 km Entfernung zwischen den Stationen Alfhausen und Lingen die ermittelten Evapotranspirationshöhen gut übereinstimmen, wie die nachfolgenden Korrelationsdiagramme zeigen.

In Abbildung 9 ist das Verhältnis zwischen der monatliche Evapotranspiration (ET_p) nach HAUDE von 1991 bis Mai 2020 an den DWD-Stationen Lingen und Alfhausen dargestellt. Die Daten der beiden DWD-Stationen korrelieren sehr gut. Legt man eine lineare Trendlinie durch die Punktwolke, ergibt sich bei einer Steigung von nahezu 1 (0,95) ein Bestimmtheitsmaß (R²) von 99,14 %.

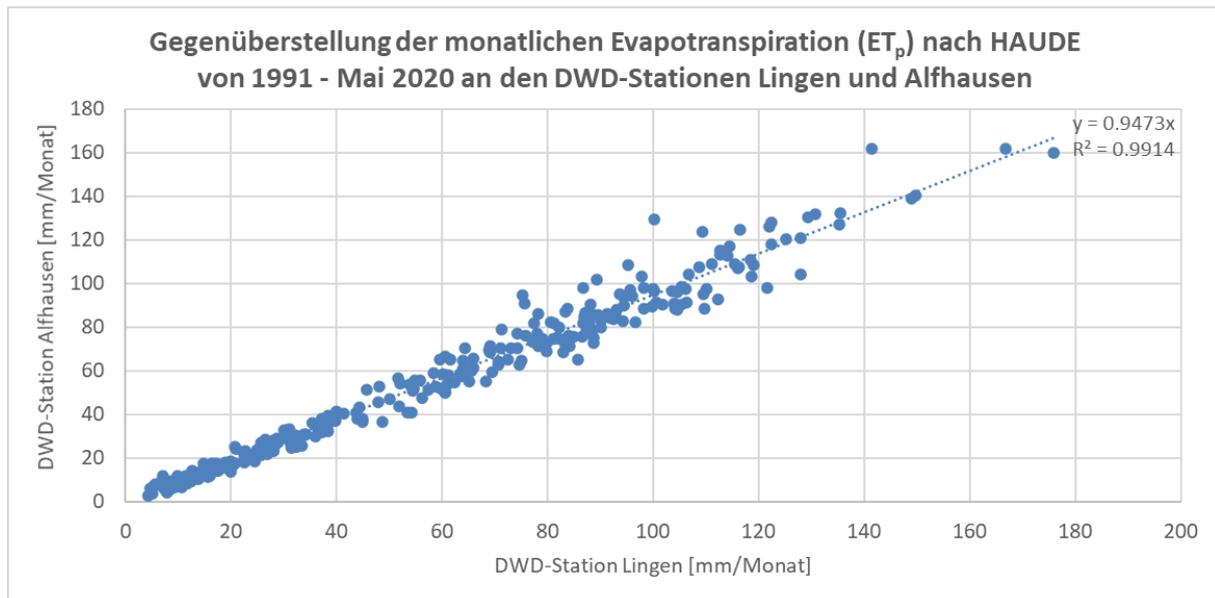


Abbildung 9: Korrelation pot. Evapotranspiration Lingen / Alfhausen (Monatswerte 1991 – Mai 2020)

Werden die mittleren Monatswerte des Zeitraums 1991 bis Mai 2020 miteinander korreliert (Abbildung 10), ergibt die Trendgerade bei einer Steigung von nahezu 1 (0,95) sogar ein Bestimmtheitsmaß (R^2) von ca. 100 %.

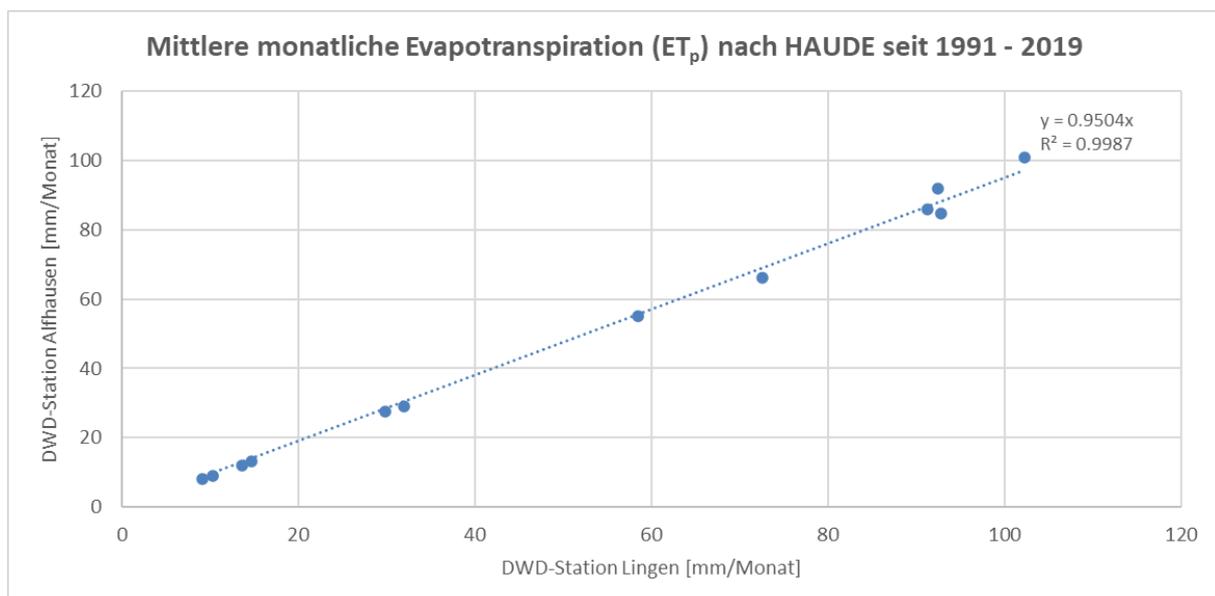


Abbildung 10: Korrelation pot. Evapotranspiration Lingen / Alfhausen (mittlere Monatswerte 1991 – Mai 2020)

Die Evapotranspirationshöhen beider Stationen sind demnach sehr ähnlich (Abweichung im 30-jährigen Mittel ca. 5 %), und somit auch repräsentativ für das Untersuchungsgebiet, das auf ca. halber Strecke zwischen den beiden Stationen liegt.

In der Abbildung 11 werden die monatlichen und die jährlichen Evapotranspirationshöhen der Stationen Lingen und Alfhausen einander als Säulendiagramme gegenübergestellt. Insgesamt sind die Absolutwerte (Jahreswerte) der Evapotranspiration im Zeitraum 2006 - 2019 entsprechend dem Korrelationsergebnis (Steigung der Geraden 0,95) in Alfhausen etwas kleiner als in Lingen, der Trend ist nahezu deckungsgleich.

Werden anhand der vorliegenden Daten die meteorologischen Klimabilanzen (Klimabilanz hier = Niederschlag - potentielle Evapotranspiration) separat für die Station Lingen und einer Kombination aus Fürstenau (Niederschlag) und Alfhausen (Evapotranspiration) errechnet, ergeben sich jeweils für den Zeitraum 2006 bis Mai 2020 bzw. September 2021 die in Abbildung 12 und Abbildung 13 dargestellten Bilanzsummen.

Beide Abbildungen zeigen ein sehr ähnliches Verhalten von Niederschlag, Evapotranspiration und Klimabilanz. Da aber einerseits die Daten der DWD-Station Lingen seit Juni 2020 nicht mehr zu Verfügung stehen, und die Daten-Kombination der Stationen Fürstenau und Alfhausen wegen der deutlich geringeren Entfernung für das Untersuchungsgebiet ohnehin für repräsentativer erachtet wird, beziehen sich die unten folgenden Vergleiche mit den Reaktionen der Standrohrspiegelhöhen analog zum vorangegangenen 2. Jahresbericht auf die Datenkombination.

In Sommermonaten kommt es regelmäßig zu Defiziten in der meteorologischen Klimabilanz (Abbildung 13, negative Werte der Klimabilanz). In der 2. Jahreshälfte 2017 ist bedingt durch die hohen Niederschläge ein deutlicher Bilanzüberschuss zu verzeichnen. Aufgrund der hohen Niederschläge dieses Zeitraums ist im Frühjahr 2018 ebenfalls noch ein hoher Bilanzüberschuss aufgetreten. Im Anschluss daran sind allerdings bedingt durch die extrem trockenen Perioden in den Jahren 2018 und 2019 häufiger Bilanzdefizite zu beobachten. Im Jahr 2020 ist ab April bis September ein sehr deutliches Bilanzdefizit vorhanden. Im Jahr 2021 liegt im April ein leichtes Bilanzdefizit vor. Anschließend trat im Mai 2021 ein kurzzeitiger deutlicher Bilanzüberschuss auf. Von Juni bis September 2021 sind erneut Bilanzdefizite zu verzeichnen.

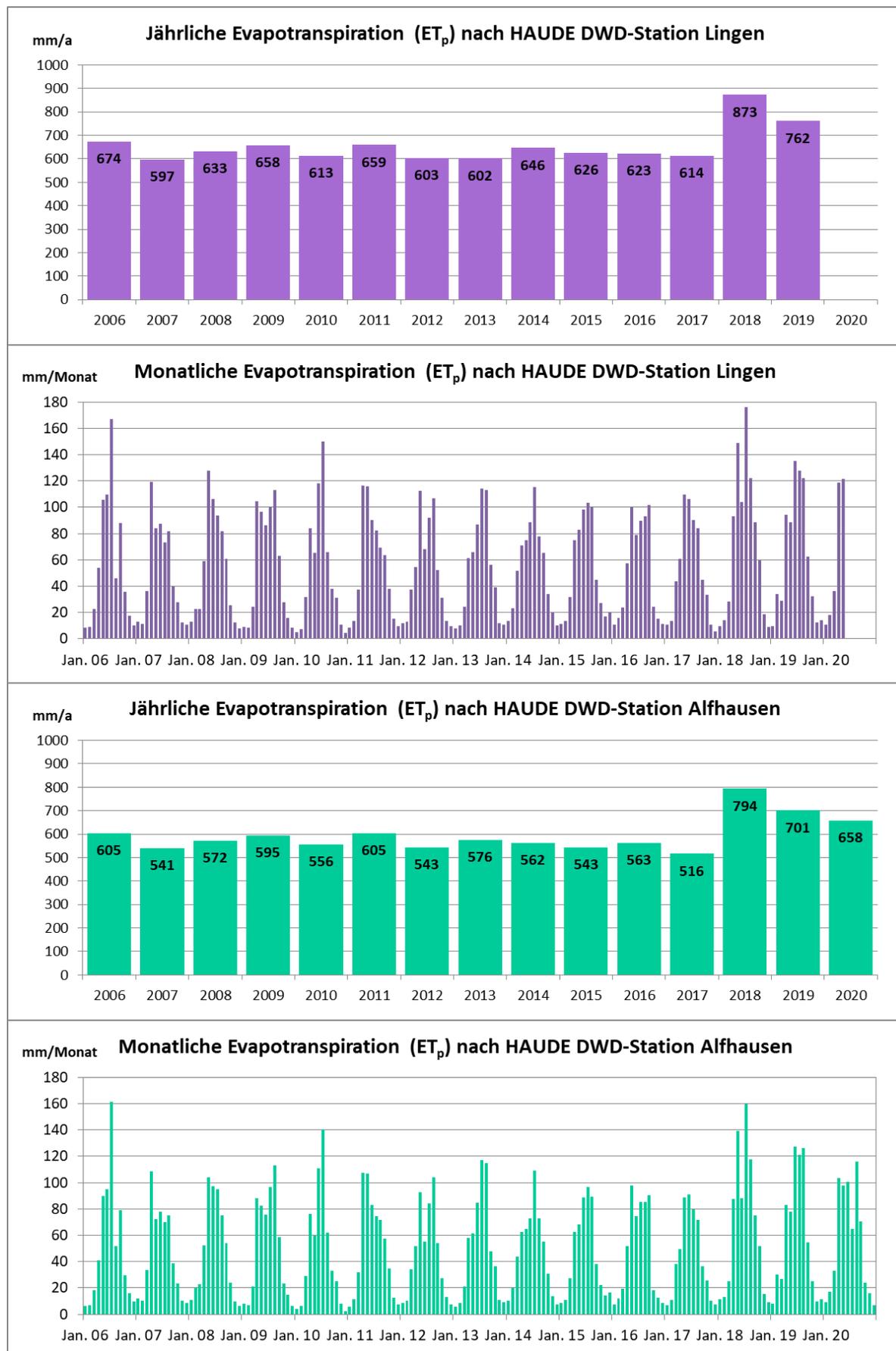


Abbildung 11: Jährliche und monatliche potentielle Evapotranspiration ET_p DWD-Stationen Lingen und Alfhausen (2006-2020) [U 11]

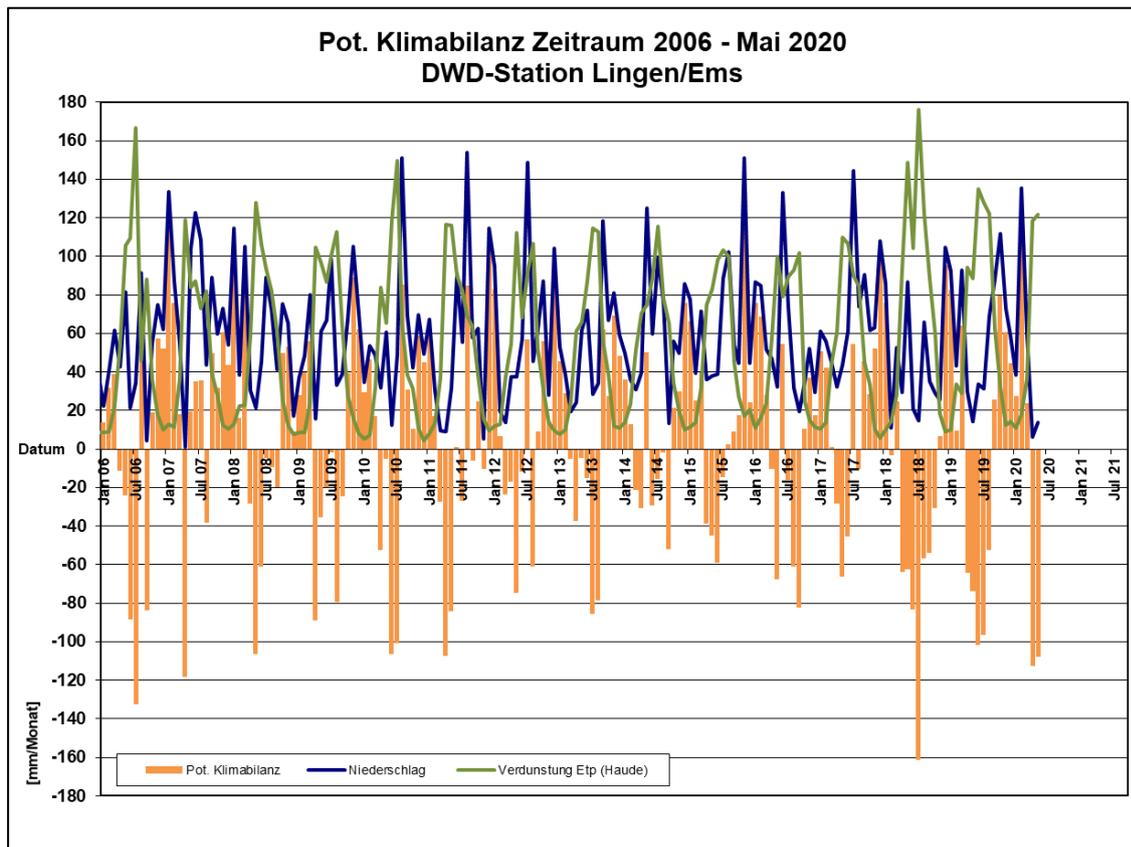


Abbildung 12: Potentielle Klimabilanz DWD-Station Lingen (2006 - Mai 2020)

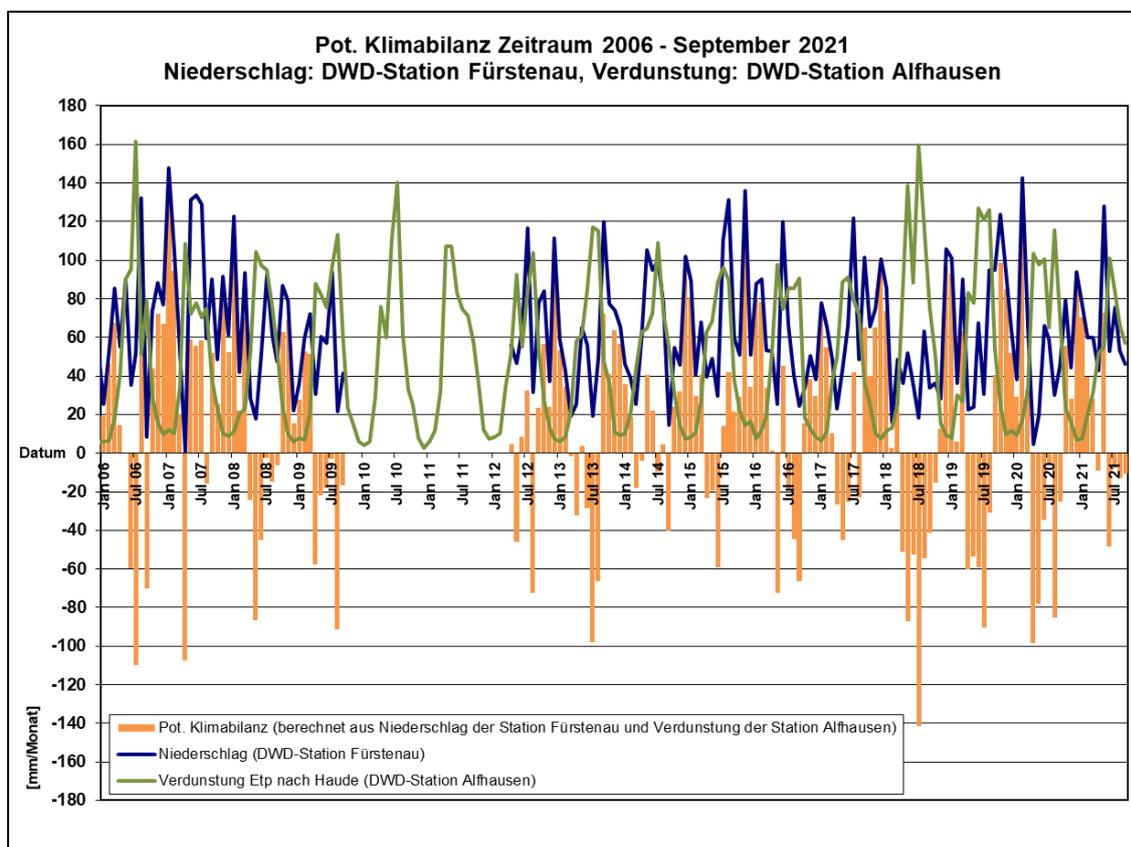


Abbildung 13: Meteorologische Klimabilanz berechnet aus Niederschlag der DWD-Station Fürstenu und Verdunstung der DWD-Station Alfhausen (2006 - September 2021)

6 Grundwasserüberwachung (quantitativ)

6.1 Grundwasserentnahmen im Rahmen des 3-jährigen Pumpversuchs

Am 09.03.2020 wurde der 3-jährige Pumpversuch mit der Stufe I mit einer Jahres-Entnahme von 0,5 Mio. m³/a gestartet. Mit dem Beginn der Stufe II am 09.03.2021 wurde die angestrebte Jahres-Entnahme auf 1,0 Mio. m³/a gesteigert.

- Seit Pumpversuchsbeginn wird aus den Brunnen I, II und IV nahezu kontinuierlich gefördert.
- Die Entnahmemengen werden aufgezeichnet und als Tagesmengen dokumentiert.
- Die monatlichen Gesamt-Entnahmemengen schwanken in der Stufe I (ohne März 2020) zwischen 47.395 und 35.485 m³/Monat und in der Stufe II (ohne März 2021) bisher zwischen 92.820 und 79.320 m³/Monat (siehe Abbildung 14)

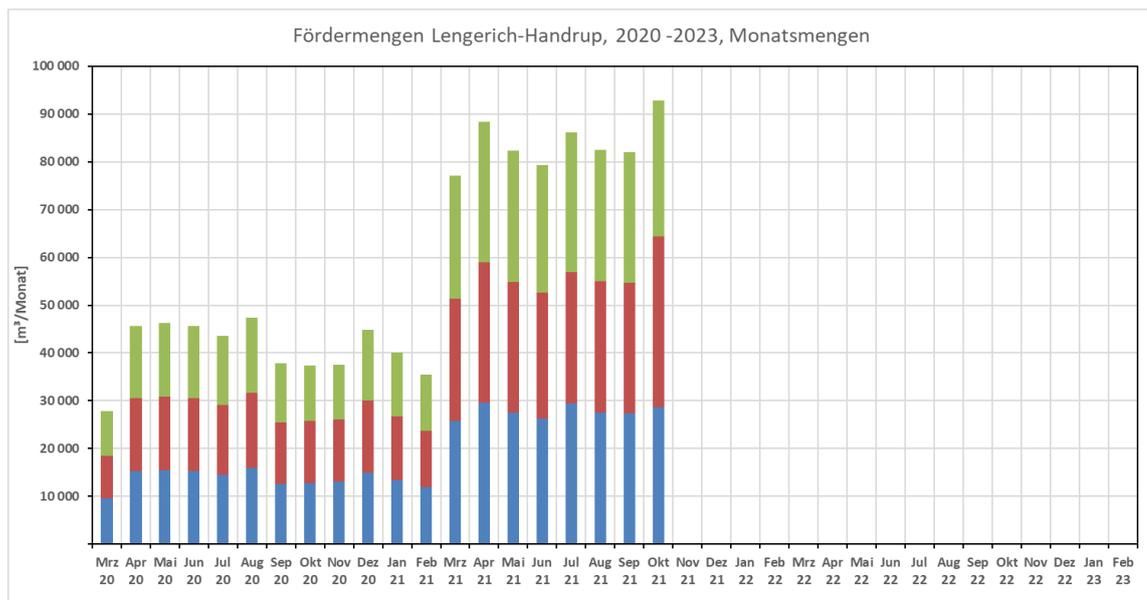


Abbildung 14: Monatliche Fördermengen Lengerich-Handrup

- Während der **Stufe I** wurden insgesamt 499.659 m³ entnommen. Die Förderrate ist in allen drei Brunnen nahezu gleich. Bei einer mittleren Betriebszeit von 17,8 Stunden/Tag je Brunnen liegt die Förderrate bei 25,5 bis 25,7 m³/h je Brunnen.
- Während der **Stufe II** wurden bis Ende Oktober 2021 insgesamt 675.432 m³ entnommen. Kumuliert mit der Entnahme aus der Stufe I ergibt sich bis Ende Oktober 2021 eine Gesamtentnahme von 1.175.091 m³. Die Förderrate ist auch in der Stufe II in allen drei Brunnen nahezu gleich. Bei einer mittleren Betriebszeit von 18,7 Stunden/Tag je Brunnen liegt die Förderrate bei 49,1 bis 49,3 m³/h je Brunnen.

Stufe I	Br. I	Br. II	Br. IV	Gesamt
Gesamtförderung [m³]	167 978	167 569	164 112	499 659
Mittel [m³/d]	460	459	450	1 369
Mittel [m³/h]	25,7	25,7	25,5	76,9

Stufe II	Br. I	Br. II	Br. IV	Gesamt
Gesamtförderung [m³]	226 113	223 405	225 914	675 432
Mittel [m³/d]	923	912	922	2 757
Mittel [m³/h]	49,3	49,1	49,2	147,6

Tabelle 4 Entnahmemengen und -raten aus den Brunnen Lengerich-Handrup bis Oktober 2021

6.2 Grundwasserentnahmen zur Beregnung, Viehtränke, Stallversorgung

Nach den vorliegenden Daten, Stand Juni 2020 [U4, U6], liegen Informationen über 104 Brunnen mit wasserrechtlichen Erlaubnissen für die Entnahmen von Grundwasser sowie über 17 Stellen zur Entnahme von Oberflächenwasser zu Zwecken der Beregnung, Bewässerung, Viehtränke, Stallreinigung etc. vor (siehe Abbildung 15).

Insgesamt ist innerhalb des Untersuchungsgebiets eine Grundwasserentnahme zu den o. g. Zwecken von ca. 2,0 Mio. m³/a und eine Oberflächenwasserentnahme von ca. 0,12 Mio. m³/a genehmigt.

Für die Untersuchungen und Modellberechnungen wird, in Ermangelung konkreter Daten der tatsächlichen Entnahmemengen, angenommen, dass die Beregnung im Zeitraum Mittel April bis Mitte Juli (=91 Tage) stattfindet. Für die Jahre 2015 bis 2017 wird dabei angesetzt, dass die erlaubten Jahres-Mengen zu 70% und in den Jahren 2018 bis 2020 als Folge der trockenen Frühjahres- und Sommermonate zu 100% ausgeschöpft wurden. Im Jahr 2021 herrschten günstigere meteorologische Verhältnisse und offensichtlich damit ein deutlich geringer Beregnungsbedarf, so dass sich anhand der gemessenen Standrohrspiegelhöhen nur eine Grundwasser-Entnahmemenge von ca. 20% der erlaubten Mengen ableiten ließ.

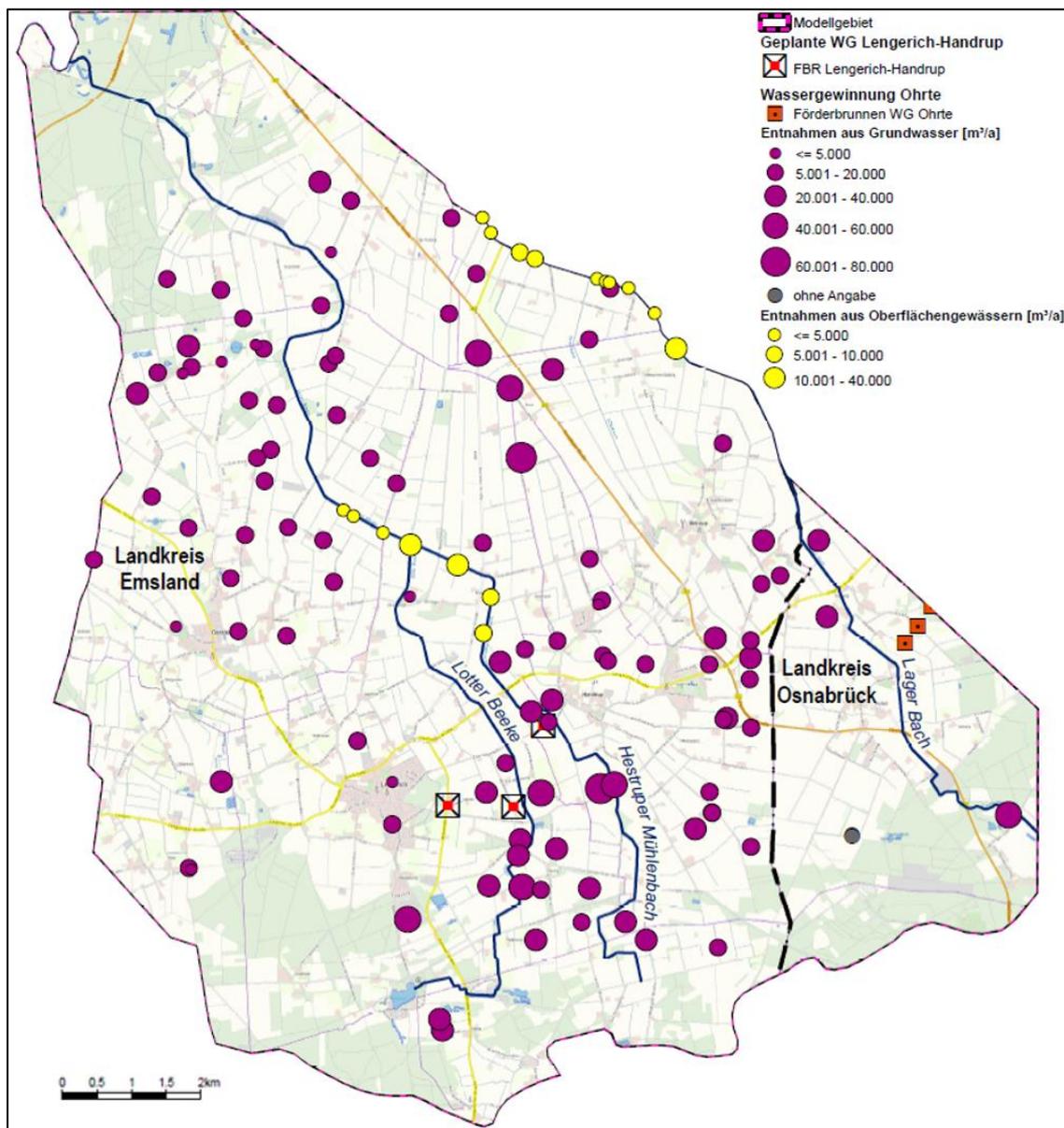


Abbildung 15: Lage und wasserrechtlich genehmigte Entnahmemengen von Brunnen und Oberflächenwasser-Entnahmestellen Zwecken der Beregnung, Bewässerung, Viehtränke, Stallreinigung etc.

6.3 Grundwassermessnetz

Von den Untersuchungen zum potentiellen Wassergewinnungsgebiet Lengerich Anfang / Mitte der 80er Jahre sind beim WVLL noch 47 Grundwassermessstellen, davon 6 Messstellen an den Förderbrunnen im Bestand. Ihre Funktionsfähigkeit wurde durch entsprechende Tests gemäß den Beschreibungen im DVWK Arbeitsblatt W129 und der technischen Regel DIN 4049-3 im April 2014 nachgewiesen. Messdaten der Standrohrspiegelhöhen liegen z. T. seit Anfang der 80er Jahre vor. Bis Ende der 90er Jahre wurden die Messwerte monatlich oder häufiger, anschließend vierteljährlich erfasst. Seit Mitte 2013 erfolgt wieder eine monatliche Messung.

Vom NLWKN (Betriebsstellen Meppen und Cloppenburg) werden im Untersuchungsgebiet 35 Grundwassermessstellen betrieben. Auch in diesen Messstellen (außer in der Messstellengruppe

Vechtel I – IV) wurden im April 2014 Funktionstests durchgeführt und für alle getesteten Messstellen die Funktionsfähigkeit nachgewiesen. Messdaten der Standrohrspiegelhöhen liegen z. T. seit Ende der 70er Jahre vor, bis Mitte der 90er Jahre in der Regel als Monatswerte, anschließend mit teilweise deutlich geringerer Datendichte. Seit Mitte 2013 erfolgt wieder eine monatliche Messung (durch den WVLL). Einige Messstellen sind mit Datenlogger ausgerüstet, so dass z. T. auch Tageswerte vorliegen.

Im Rahmen der Erschließungsuntersuchungen wurde im April 2014 ein Konzept zur Erweiterung des Messnetzes entwickelt und mit den Fach- und Genehmigungsbehörden abgestimmt. Hiernach wurden in einer 1. Bohr- und Messstellenkampagne vom Oktober 2014 bis zum Januar 2015 an 26 Standorten insgesamt 56 Grundwassermessstellen zur wasserwirtschaftlichen Beweissicherung mit unterschiedlichen Filterlagen in den drei Grundwasserleitern errichtet. Die Messstellen werden seit der Errichtung mindestens im monatlichen Abstand gemessen.

Auf Grundlage eines weiteren abgestimmten Konzepts mit dem Fokus auf eine ökologische und bodenkundliche Beweissicherung wurden zu Beginn des Jahres 2015 in einer 2. Bohr- und Messstellenkampagne weitere 24 Grundwassermessstellen errichtet, die ausschließlich oberflächennah im 1. Grundwasserleiter verfiltert wurden. Diese Messstellen werden seit der Errichtung mindestens im monatlichen Abstand gemessen.

Unter Berücksichtigung der im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens eingegangenen fachlichen Hinweise und Einwendungen wurde im Sommer 2018 das zum Zeitpunkt der Antragsstellung (August 2016) bestehende Messnetz in einer 3. Bohr- und Messstellenkampagne ergänzt bzw. optimiert.

Es handelt sich um 12 überwiegend oberflächennahe Grundwassermessstellen (Einzelmessstellen), die das Grundwasser des 1. GWL erschließen. Weiterhin wurde eine Doppel-Messstelle im Ortskern Lengerich errichtet, die sowohl das Grundwasser des 1. GWL als auch das des 2. GWL erschließt.

Vom Messnetz des im Westen anschließenden Gewinnungsgebiets Grumsmühlen (WVLL) liegen 33 Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet. Sie erschließen alle drei quartären Grundwasserleiter und werden mindestens monatlich gemessen.

Vom Messnetz des im Osten anschließenden Gewinnungsgebiets Ohrte (WV Bersenbrück) liegen 42 Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet. Sie erschließen alle drei quartären Grundwasserleiter und werden mindestens monatlich gemessen. Es besteht eine Kooperationsvereinbarung zwischen dem WVLL und dem WV Bersenbrück, so dass jederzeit auf die Messdaten zurückgegriffen werden kann.

Im Bereich der Altlast „Öings Sand“ ist eine Messstelle in das Messnetz integriert worden, die im 1. Grundwasserleiter verfiltert ist. Sie wird monatlich gemessen.

Für die Erfassung der Standrohrspiegelhöhen stehen somit im Untersuchungsgebiet insgesamt 252 Grundwassermessstellen von folgenden Betreibern zur Verfügung:

Tabelle 5: Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet

Betreiber	Merkmal	Anzahl der Grundwassermessstellen
WV Lingener Land	Bestandsmessstellen	41
	Messstellen in den Brunnen	6
	Messnetzerweiterung 2014	56
	Messnetzverdichtung 2015	24
	Messnetzergänzung 2018	14
	Messstellen WG Grumsmühlen	33
WV Bersenbrück	Messstellen WG Ohrte	42
NLWKN	Messstellen Meppen und Cloppenburg	35
sonstige	Messstelle Dep. Öings Sand	1
Summe		252

Die Lage der Messstellen kann der **Anlage 1** entnommen werden.

Die Messstellen des WVLL sowie die des NLWKN sind im Frühjahr 2015 und ergänzend im Sommer 2018 durch das Vermessungsbüro Illguth / Illguth-Karanfil, Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure (Lingen) neu vermessen worden (Lage, Messpunkt- und Geländehöhen).

Seit Mitte des Jahres 2015 sind 62 ausgewählte Grundwassermessstellen des WVLL mit Datenloggern ausgerüstet. Weiterhin befinden sich in 12 Messstellen des NLWKN Datenlogger. Somit sind 74 Grundwassermessstellen mit Datenloggern ausgerüstet. Der überwiegende Anteil (42) ist, auch in Zusammenhang mit der ökologischen und landwirtschaftlichen Beweissicherung, im 1. GW-Leiter verbaut. 16 Datenlogger befinden sich im 2. und ebenfalls 16 im 3. GW-Leiter. Die Lage kann der **Anlage 1** entnommen werden. Die Datenlogger zeichnen im 12- bzw. 24-Stunden-Rhythmus auf.

Der derzeitige Messrhythmus wird in Kombination von Handmessungen (monatlich) und Datenloggeraufzeichnungen (24- bzw. 12-stündlich) sowohl für die Feststellung des Ausgangszustands (Phase A) als auch für sämtliche Phasen des Pumpversuchs sowie die Phase E (Wiederanstieg) fortgeführt.

Sämtliche Messergebnisse werden in das vorhandene Grundwasser-Datenbanksystem (Aqua-Info) eingepflegt. Die Datenbank wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert.

6.4 Standrohrspiegelhöhen und Grundwasserreaktionen

Es werden Grundwasserganglinien von 70 beispielhaft ausgewählten Grundwassermessstellen dargestellt (bevorzugt Messstellen des 1. GWL), die besonders geeignet sind, den Ausgangswasserstand (Phase A) und die Reaktionen des Grundwassersystems auf die Grundwasserentnahmen zu dokumentieren. Um eine Datenkonsistenz zu wahren, werden Gangliniendarstellungen, die Bestandteil der Antragsunterlagen waren, fortgeschrieben.

Die Gangliniendarstellungen beginnen in der Regel mit dem Beginn der Phase A (seit März 2015), sind ältere Datenbestände vorhanden, auch davor. Die Ganglinien werden laufend fortgeschrieben, so dass sie zum Ende des Pumpversuchs sämtliche Phasen abbilden.

In den **Anlagen 2.1.1 bis 2.1.20 und 2.2** werden die ausgewählten Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen thematisch gegliedert für unterschiedliche Zeiträume dargestellt.

Eine Auflistung der Messstellen mit Gangliniendarstellungen befindet sich in Tabelle 6.

Die Lage der Messstellen ist der **Anlage 2.1** zu entnehmen. Zum Teil sind detaillierte Lagepläne in den jeweiligen Anlagen enthalten.

Im 1. Jahresbericht wurden den Ganglinienverläufen die Jahresniederschläge bzw. die monatliche meteorologische Klimabilanz der DWD-Station Lingen gegenübergestellt. Im vorangegangenen 2. Jahresbericht sowie auch im vorliegenden 3. Jahresbericht werden die Ganglinienverläufe mit einer Klimabilanz verglichen, die aus Verdunstungswerten der Station Alfhausen und Niederschlagswerten der Station Fürstenau errechnet wurde. Der Grund hierfür ist, dass die Station Lingen vom DWD aufgegeben und verlagert wird. Daher liegen für Lingen Niederschlags- und Verdunstungsdaten nur noch bis zum 04. Juni 2020 vor.

In den Anlagen 2.1.1 und 2.1.2 werden Ganglinien ab dem Jahr 1978 dargestellt. Bei der DWD-Station Fürstenau wurden vom Oktober 2009 bis März 2012 keine Niederschlagsdaten ermittelt, sodass bei der Gegenüberstellung für diese vier Jahre keine Jahressummen vorliegen. In den beiden Anlagen werden die Jahresniederschläge der DWD-Station Fürstenau herangezogen, da diese Station die beste Übereinstimmung mit den Niederschlagsdaten der DWD-Station Lingen zeigt und auch bei den kürzeren Zeiträumen seit 2014 bzw. 2015 zur Gegenüberstellung herangezogen wird. Die Jahresniederschläge von 2009 bis 2012 der im Umfeld gelegenen Stationen sowie die Vergleiche zu den jeweiligen 30-jährigen Mittelwerten können darüber hinaus Abbildung 1 in Kapitel 5.1 entnommen werden.

Der Nachweis, dass ersatzweise auch die Verdunstungsdaten der DWD-Station Alfhausen verwendet werden können, erfolgt in Kapitel 5, wo auf die klimatischen Verhältnisse ausführlich eingegangen wird (siehe auch Abbildung 12 und Abbildung 13).

Tabelle 6 Übersicht der in den Anlagen 2.1.ff und 2.2 dargestellten Grundwasserganglinien

Ganglinien- darstellung in Anlage	Grundwasser- messstelle	GW-Leiter	Ganglinien- darstellung in Anlage	Grundwasser- messstelle	GW-Leiter
2.1.1	1032	GWL 2	2.1.6	ML 3 204	GWL 3
2.1.1	1033	GWL 3	2.1.6	1018	GWL 2
2.1.1	MG 2 622	GWL 2	2.1.6	1019	GWL 3
2.1.2 / 2.1.3	1013	GWL 1	2.1.7	ML 1 227	GWL 1
2.1.2 / 2.1.3	1014	GWL 2	2.1.7	ML 1 228	GWL 1
2.1.2	1031	GWL 3	2.1.7	ML 1 229	GWL 1
2.1.2	ML 1 137 P1	GWL 1	2.1.7	ML 1 230	GWL 1
2.1.2	ML 2 137 P2	GWL 3	2.1.7	ML 1 277	GWL 1
2.1.3	ML 1 202	GWL 1	2.1.8 / 2.1.12	ML 1 276	GWL 1
2.1.3	ML 1 218	GWL 1	2.1.8	ML 2 276	GWL 1
2.1.3 / 2.1.4 / 2.1.14	ML 1 112 P1	GWL 1	2.1.8	ML 1 278	GWL 1
2.1.3	ML 1 144 P1	GWL 2	2.1.8	ML 1 279	GWL 1
2.1.3	ML 2 216	GWL 2	2.1.8	ML 1 234	GWL 1
2.1.3 / 2.1.4	ML 1 270	GWL 1	2.1.9	ML 1 231	GWL 1
2.1.3 / 2.1.4	ML 2 213	GWL 2	2.1.9	ML 1 232	GWL 1
2.1.3 / 2.1.4	ML 3 214	GWL 3	2.1.9	ML 1 233	GWL 1
2.1.3	ML 3 223	GWL 3	2.1.9 / 2.1.17	ML 1 235	GWL 1
2.1.4	ML 1 251	GWL 1	2.1.10	ML 2 149 P2	GWL 2
2.1.4	ML 1 267	GWL 1	2.1.10	ML 1 136 P1	GWL 1
2.1.4 / 2.1.17	ML 1 268	GWL 1	2.1.10 / 2.1.12	ML 1 236	GWL 2
2.1.4 / 2.1.10	ML 1 149 P1	GWL 1	2.1.10	ML 1 167 P1	GWL 1
2.1.4	ML 3 213	GWL 3	2.1.10	ML 2 167 P2	GWL 2
2.1.4	ML 2 112 P2	GWL 2	2.1.11	ML 1 263	GWL 1
2.1.4	ML 3 112 P3	GWL 2	2.1.13	ML 1 219	GWL 1
2.1.4	ML 2 138 P2	GWL 3	2.1.13	NLWKN 1025	GWL 2
2.1.5 / 2.1.16	ML 1 168 P1	GWL 1	2.1.14	ML 1 139 P1	GWL 1
2.1.5	ML 1 211	GWL 1	2.1.15	ML 1 164 P1	GWL 1
2.1.5 / 2.1.18	ML 1 215	GWL 1	2.1.15	ML 1 165 P1	GWL 1
2.1.5	ML 2 218	GWL 2	2.1.16	ML 1 169 P1	GWL 1
2.1.5	ML 3 218	GWL 3	2.1.18	ML 1 216	GWL 1
2.1.5	ML 2 219	GWL 2	2.1.19	ML 1 223	GWL 1
2.1.5	ML 3 219	GWL 3	2.1.20	ML 1 224	GWL 1
2.1.6 / 2.1.11	ML 1 151 P1	GWL 1	2.2	ML 1 201	GWL 1
2.1.6	ML 2 151 P2	GWL 3	2.2	ML 2 201	GWL 2
2.1.6	ML 1 204	GWL 1	2.2	ML 3 201	GWL 3
2.1.6	ML 2 204	GWL 2			

Bei der folgenden Beschreibung der Ganglinienverläufe wird jeweils Augenmerk darauf gelegt, ob sich Anzeichen auf eine Beeinflussung der Standrohrspiegelhöhen durch Grundwasserentnahmen ergeben. Diese finden einerseits im Rahmen der Feldberegnung bzw. Viehversorgung statt. Beregnungsentnahmen folgen zumeist in kurzzeitigen „Gaben“, entsprechend äußern sie sich durch kurzzeitige Absenkungen („Peaks“) fast ausschließlich in den Monaten der Vegetationsperiode. Die Effekte sind fast ausschließlich durch Datenloggeraufzeichnungen zu identifizieren, für monatlichen Messungen sind sie zu kurzfristig und werden dadurch ggf. nicht erkannt.

Andererseits hat am 9. März 2020 der Pumpversuch in der Stufe I aus den Brunnen Lengerich-Handrup begonnen. Nach einer 1-jährigen Pumpphase in der Stufe I wurde am 9. März 2021 die Stufe II des Pumpversuchs gestartet. Da mit nahezu konstanten Raten gefördert wird, breiten sich die hierdurch bedingten Absenkungen der Standrohrspiegelhöhen langsam und kontinuierlich aus und lassen sich gut auch durch monatliche Messungen identifizieren. In einigen Messstellen ist auch eine Überlagerung von pumpversuchs- und beregnungsbedingten Absenkungen zu erkennen.

Eine Identifizierung der Absenkungen erfolgt hier zunächst nur „optisch“ durch einen Vergleich und eine gutachterliche Einschätzung des aktuellen Ganglinienverhaltens gegenüber dem vorherigen Verhalten unter Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen. Eine nähere Identifizierung der pumpversuchsbedingten Absenkungen der Standrohrspiegelhöhen erfolgt flächendeckend und für alle Grundwasserstockwerke durch die Berechnungen mit dem numerischen Grundwassermodell (siehe Kap. 9.4.ff) sowie nach weiterem Pumpversuchsfortschritt zur modellunabhängigen Prüfung durch statistische Auswertungsverfahren (siehe Kapitel 0).

6.4.1 Generelle Grundwasserreaktionen

Messstellen in „Hochlagen“

In der **Anlage 2.1.1** werden die Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen der Messstellen 1032, 1033 und MG 2 622 für den Zeitraum Mai 1978 bis 30. September 2021, basierend auf Monatswerten, dargestellt. Weiterhin sind die Mittelwerte der Standrohrspiegelhöhen dieses Zeitraumes eingetragen. Die Messstellen befinden sich morphologisch im Bereich der Höhenzüge „Windmühlenberg“ und „Fensterberge“ südöstlich bzw. südwestlich der Brunnen Lengerich („Hochlagen“). Dementsprechend treten hier verbreitet relativ große Grundwasserflurabstände auf.

Den Ganglinienverläufen werden die Jahresniederschläge sowie der prozentuale Vergleich zum 30-jährigen Jahresmittel (1981-2010) der DWD-Station Fürstenau (820 mm/a) gegenübergestellt. Bei den Messstellen 1032 und 1033 (Diagramm 1) handelt es sich um eine sogenannte „Doppelmessstelle“, an der an einem Ort zwei unterschiedliche Grundwasserleiter verfiltert sind (Messstelle 1032 = GWL2, Messstelle 1033 = GWL3). Zudem liegen diese Messstellen im Bereich glazialer Stauchungsprozesse.

Zwischen den Standrohrspiegelhöhen der beiden Messstellen herrscht eine konstante Druckdifferenz von ca. einem Meter, was auf einen wirksamen Grundwasserhemmer zwischen den beiden Grundwasserstockwerken hindeutet. Der vertikale Druckgradient ist nach „unten“ gerichtet, d. h. im höheren GW-Leiter herrscht ein höherer Druck als im tieferen.

Beide Ganglinien verlaufen absolut parallel und zeigen allgemein einen typischen witterungsbedingten Jahresgang mit höheren Standrohrspiegelhöhen zu Beginn des Jahres (Frühjahr) und niedrigeren Niveaus im Herbst. Die jährlichen Amplituden betragen ca. 0,4 m bis 0,6 m. Am Verlauf der Ganglinien ist eine gute Korrelation zur allgemeinen Witterung zu erkennen. So wirken sich sehr niederschlagsreiche Jahre wie z.B. 1993, 1994, 1998 und 2007 in einem markanten Anstieg der Standrohrspiegelhöhen aus. Die Amplituden der Standrohrspiegelhöhen sind demzufolge höher (bis ca. 0,8 m). Dabei bewegen sich die Standrohrspiegelhöhen innerhalb eher niederschlagsreicher Perioden (z.B. Jahre 1993 / 1994, 1998 - 2002) mehrere Dezimeter über den Mittelwerten. Niederschlagsarme Jahre wie 1989, 1991, 1995 bis 1997, 2003, 2005, 2006

und die Trockenperiode 2008 bis 2020 (s. auch Abbildung 1, DWD-Station Lingen von 2008 - 2019: 11 von 12 Jahren mit defizitären Niederschlagssummen, DWD-Station Fürstenau 2008 und 2013 - 2020: 3 von 9 Jahren mit defizitären Niederschlagssummen und nur relativ geringe Niederschlagsüberschüsse in den Jahren 2015, 2017 und 2019) führen zu einem Fallen der Niveaus. Zum Ende der Jahre 2018 - 2020 liegen die Standrohrspiegelhöhen mehrere Dezimeter unter den Mittelwerten. Im Frühjahr 2021 steigen die Standrohrspiegelhöhen wieder bis Februar an. Das Frühjahrsmaximum liegt im Februar 2021 leicht oberhalb des Mittelwerts. Anschließend sinken die Standrohrspiegelhöhen ab März analog zum Vorjahr ab.

Am Ganglinienverlauf der Messstelle MG 2 622 (Diagramm 2) ist von 2009 bis Ende 2019 ein stetig fallender Trend zu beobachten, der eindeutig mit der mehrjährigen Trockenphase zusammenhängt. Die Standrohrspiegelhöhen liegen hier zum Ende der Jahre 2018 und 2019 ebenfalls mehrere Dezimeter unter den Mittelwerten. Seit dem Jahr 2020 ist eine leicht ansteigende Tendenz der Standrohrspiegelhöhen zu erkennen. Die Frühjahrsmaxima der Jahre 2020 und 2021 liegen in etwa auf dem Niveau des Frühjahrsmaximums des Jahres 2018. Das Herbstminimum lag im Jahr 2020 auf einem höheren Niveau als in den beiden Vorjahren und entsprach in etwa der Höhe des Herbstminimums des Jahres 2017.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: An keiner der dargestellten Grundwasserganglinien ist unmittelbar ein Einfluss durch Grundwasserentnahmen (Beregnung, Vieh-/Eigenversorgung bzw. Pumpversuchsdurchführung) zu erkennen.

Messstellen in „Tieflagen“

Analog zur Anlage 2.1.1 werden in der **Anlage 2.1.2** die Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen der Messstellen 1031 (Diagramm 3), ML 1 137 P1, ML 2 137 P2 (Diagramm 4), 1013 und 1014 (Diagramm 5), ebenfalls basierend auf Monatswerten, dargestellt. Diese Messstellen befinden sich in morphologisch tiefer liegenden Bereichen im Umfeld der Brunnen Lengerich („Tieflagen“). Hier liegen geringe Grundwasserflurabstände vor.

Die Grundwasserverhältnisse und damit die Ganglinienverläufe der Messstellen in den „Tieflagen“ werden durch die zahlreichen Gewässer und Drainagen bzw. deren Wasserstände beeinflusst. Die Wasserstände der Gewässer werden z. T. durch Stauwehre reguliert, angepasst an die Bedürfnisse der Landwirtschaft. Dafür wurden die Gewässer, u. a. im Rahmen der Flurbereinigung, mit einer Reihe von Stauwehren und Sohlbauwerken ausgestattet.

Zwar zeigen die Ganglinien der Messstellen ebenfalls den typischen witterungsbedingten Jahresgang mit höheren Standrohrspiegelhöhen zu Beginn des Jahres (Frühjahr) und niedrigeren Niveaus im Herbst, jedoch wirken sich länger anhaltende niederschlagsreiche oder Trockenphasen kaum auf den Ganglinienverlauf aus, da die Gewässer ausgleichend wirken.

Dementsprechend schwanken die Niveaus um die Mittelwerte der Standrohrspiegelhöhen für den Aufzeichnungszeitraum. So ist z.B. im Ergebnis seit der Trockenphase 2008 unter Bezug auf den gesamten dargestellten Aufzeichnungszeitraum (40 Jahre) der Ganglinien kaum ein generell fallender Trend in den Standrohrspiegelhöhen zu erkennen.

Bei den Messstellen ML 1 137 P1, ML 2 137 P2 (Diagramm 4) sowie 1013 und 1014 (Diagramm 5) handelt es sich um Doppelmessstellen, an denen der vertikale Druckgradient abgelesen werden kann. Er beträgt im Diagramm 4 ca. 1,60 m und im Diagramm 5 ca. 0,2 m. Allerdings ist er,

im Gegensatz zu Diagramm 1 in Anlage 2.1.1 nach „oben“ gerichtet, d. h. im tieferen Grundwasserleiter herrscht ein höherer Druck als im höheren bzw. oberflächennahen. Dies ist in den tiefer gelegenen Bereichen mit intensiver Entwässerung sehr verbreitet der Fall, da die Gewässer und Drainage oberflächennah das Grundwasser abführen, und somit druckentlastend wirken. Bei entsprechender Verbreitung der Grundwasserhemmer kann der Überdruck in den tieferen GW-Leitern so groß werden, dass das Druckniveau über der Geländeoberfläche liegt (artesisch gespanntes Grundwasser). Dies kommt in einem Bereich zwischen Lengerich und Handrup verbreitet vor.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Die Messstellegruppe ML 1 137 P1 / ML 2 137 P2 (Diagramm 4) liegt ca. 230 m nördlich des Br. II. Im August 2020 fällt die Standrohrspiegelhöhe der tiefen Messstelle ML 2 137 P2 um rd. 0,4 m gegenüber dem Messwert im Juli 2020 ab. Damit wurde bei dieser tiefen Messstelle im August 2020 ein Tiefststand erreicht. Von September 2020 bis Februar 2021 ist bei der Messstelle ML 2 137 P2 ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhen zu beobachten. Das Frühjahrsmaximum fällt allerdings im Februar 2021 deutlich geringer aus als in den Vorjahren und liegt nur leicht oberhalb des Mittelwerts. Ab März 2021 sinken die Standrohrspiegelhöhen der tiefen Messstelle wieder ab. Bei der Messstelle ML 2 137 P2 erreicht die Standrohrspiegelhöhe im September 2021 erneut einen Tiefststand innerhalb des Betrachtungszeitraums. Das Absinken der Standrohrspiegelhöhe ist zumindest anteilig auf den seit Anfang März 2020 laufenden Pumpversuch zurückzuführen. Bei der flachen Messstelle ML 1 137 P1 ist bedingt durch die Verbreitung des Hemmers dagegen kein derartiges Absinken der Standrohrspiegelhöhen zu verzeichnen. Im August 2020 sowie im September 2021 liegen die Standrohrspiegelhöhen der Messstelle ML 1 137 P1 auf dem Niveau der Jahresminima der Vorjahre. Somit ist in dieser Messstelle, wie auch in allen anderen in Anlage 2.1.2 dargestellten Messstellen kein Fördereinfluss erkennbar.

Detaillierung der Datenaufzeichnung durch Datenloggereinsatz

In der **Anlage 2.1.3** wird prinzipiell dargestellt, dass durch den Datenloggereinsatz in insgesamt 74 Messstellen und die damit verbundene hohe zeitliche Auflösung der Messungen eine deutlich detailliertere Beschreibung der Grundwasserreaktionen ermöglicht wird. Dies wird im Zusammenhang mit dem Pumpversuch zu einem wesentlichen Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Reaktionszeiten im Grundwasserleiter führen. Durch Korrelation mit den Datenloggeraufzeichnungen lassen sich auch die Grundwasserreaktionen aus Messstellen mit monatlicher Aufzeichnungsrate eindeutiger auswerten und interpretieren.

Als Beispiel hierfür werden die Grundwasserganglinien von Messstellen ohne Datenloggeraufzeichnung (1013 und 1014) sowie mit Datenloggeraufzeichnung (ML 1 202, ML 1 218, ML 1 112 P1, ML 1 144 P1, ML 2 216, ML 1 270, ML 2 213, ML 3 214 und ML 3 223) im Zeitraum Januar 2014 bis 30. September 2021 gegenübergestellt. Die Datenloggeraufzeichnung (Taktzeit 24 h) begann im April / Mai 2015. Alle Ganglinien korrelieren insgesamt gut mit der monatlichen potentiellen Klimabilanz und zeigen seit Aufzeichnungsbeginn einen leicht fallenden Trend. Im Gegensatz zu den gleichmäßig verlaufenden Ganglinien mit monatlichen Messwerten der Messstellen 1013 und 1014, sind bei den hochauflösenden Datenloggeraufzeichnungen aber auch tägliche Schwankungen von wenigen Zentimetern bis Dezimetern erkennbar.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Durch die Datenloggeraufzeichnungen werden bei den Messstellen ML 2 213 und ML 3 214 in den Sommermonaten 2018 - 2021

kurzzeitige Schwankungen von einigen Dezimetern erkennbar. Sie sind vermutlich auf Grundwasserentnahmen zu Beregnungszwecken etc. zurückzuführen. Beeinflussungen durch den Pumpversuch sind an allen in der Anlage 2.1.3 dargestellten Ganglinien nicht ablesbar.

Typische „generelle“ Grundwasserreaktionen im Grundwasserleitersystem

Die in **Anlage 2.1.4** dargestellten Datenloggeraufzeichnungen zeigen „generelle, typische“ Reaktionen im Grundwasserleiter-System. Grundsätzlich verlaufen die Ganglinien ähnlich zueinander, unabhängig von der Lage der Messstellen im Untersuchungsgebiet und dem verfilterten Grundwasserstockwerk. Insgesamt ist innerhalb des dargestellten Aufzeichnungszeitraums ein leicht fallender Trend zu beobachten.

Starkregenereignisse können sich im oberen, 1. Grundwasserleiter (Diagramme 1 und 2 von oben) in einem markanten und kurzfristigen Anstieg der Standrohrspiegelhöhen innerhalb weniger Tage um bis zu ca. 0,75 m auswirken; wie z.B. Mitte August 2015 (Station Fürstenau: 16. - 17.08.2015: 72,4 mm), Mitte November 2015 (Station Fürstenau: 13. - 18.11.2015: 70,6 mm), Ende Juni 2016 (Station Fürstenau: 23. - 25.06.2016: 58,9 mm), Ende Juli 2017 (Station Fürstenau: 19. - 25.07.2017: 81,1 mm), Ende Februar 2020 (Station Fürstenau: 22. - 25.02.2020: 47,7 mm) sowie Ende Dezember 2020 (Station Fürstenau: 21. - 27.10.2020: 55,4 mm). Mehrwöchige Trockenphasen mit sehr geringen Niederschlagssummen bewirken ein gleichmäßiges Fallen der Standrohrspiegelhöhen; wie z.B. Ende Oktober 2015, März 2016, Januar 2017, Februar/März 2018, Juli/August 2018, Mai 2019 sowie März/April 2020. In den tieferen Grundwasserleitern (3. und 4. Diagramm von oben) zeigen sich hingegen in der Regel gedämpftere Reaktionen auf die Witterung. Die Schwankungen der Standrohrspiegelhöhen sind geringer als im oberen Grundwasserleiter und betragen max. ca. 0,3 m bis 0,5 m in Zusammenhang mit Starkregenereignissen.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Bei den Ganglinien aus den unteren Grundwasserstockwerken (3. und 4. Diagramm von oben) fallen, jeweils in den Sommermonaten, die kurzzeitigen Schwankungen der Standrohrspiegelhöhen in der Größenordnung von einigen Dezimetern, im Fall der Messstellen ML 2 112 P2 und ML 3 112 P3 sogar bis ca. 2 m, auf. Sie sind vermutlich auf Grundwasserentnahmen zu Beregnungszwecken zurückzuführen. Zusätzlich lässt sich an den Ganglinien im 4. Diagramm ein Einfluss durch die Entnahmen des Pumpversuchs ablesen. Dieser äußerte sich im Jahr 2020 durch ein Absinken der Standrohrspiegelhöhen ab März 2020 in einer Größenordnung von ca. 0,4 bis 0,6 m unter das Sommer-Niveau der Vorjahre. Auch das Frühjahrsmaximum im Februar 2021 fiel entsprechend geringer als im Vorjahr aus. In den Sommermonaten des Jahres 2021 sind die kurzzeitigen Schwankungen der Standrohrspiegelhöhe bei der Messstelle ML 2 112 P2 weniger stark ausgeprägt als im Vorjahr. Dies ist vermutlich auf einer gegenüber dem Vorjahr verringerten Grundwasserentnahme zu Beregnungszwecken zurückzuführen. Bei der Messstelle ML 3 112 P3 liegen ab dem 17.12.2020 keine täglichen Datenloggeraufzeichnungen sondern nur monatliche Messungen vor, sodass die kurzzeitigen Schwankungen in den Sommermonaten des Jahres 2021, anders als im Vorjahr, nicht aus der Ganglinie ablesbar sind. Ab März 2021 macht sich zusätzlich der Einfluss durch die zweite Pumpversuchsstufe in den Ganglinien der Messstellen ML 2 112 P2 und ML 3 112 P3 bemerkbar. Durch die Entnahmemenge sinkt die Standrohrspiegelhöhen in einer Größenordnung von ca. 0,8 bis 1,0 m unter das Sommer-Niveau der Jahre vor Beginn des Pumpversuchs.

„Besondere“ Grundwasserreaktionen im Grundwasserleitersystem

Im Gegensatz zu den „generellen“ Reaktionen im Grundwasser-System werden in der **Anlage 2.1.5** „Besonderheiten“ im Untersuchungsgebiet dargestellt.

Im oberen Diagramm weisen die Ganglinien der Messstellen ML 1 168 P1, ML 1 211 und ML 1 215 auffällig geringere Schwankungen gegenüber den üblichen Reaktionen auf. Hier zeigt sich unmittelbar der Einfluss der Interaktion zwischen dem Grundwasser und den jeweils benachbarten Gewässern, die zu einer Dämpfung der Grundwasserreaktionen führt.

Im unteren Diagramm wird eine ungewöhnliche horizontale Differenz der Standrohrspiegelhöhen zwischen den beiden Messstellenstandorten ML 2 219 / ML 3 219 und ML 2 218 / ML 3 218 innerhalb des 2. und des 3. Grundwasserleiters dargestellt. Obwohl die Standorte weniger als 500 m voneinander entfernt sind, beträgt die Druckdifferenz ca. 5,5 m. Während die Standrohrspiegelhöhen der Messstellen ML 2 218 / ML 3 218 plausibel „in das Bild“ der weiteren umliegenden Messstellen passen, sind die Standrohrspiegelhöhen der Messstellen ML 2 219 / ML 3 219 im Vergleich zur Umgebung deutlich „zu hoch“. Daher werden diese beiden letztgenannten Messstellen in den entsprechenden Grundwassergleichenplänen für die GWL 2 und 3 (Anlagen 4.1.2 / 4.1.3 und 4.3.2 / 4.3.3) nicht berücksichtigt. Eine plausible Erklärung für dieses lokale Phänomen liefert weder das Strukturmodell, noch die weiteren bisherigen hydrogeologischen Kenntnisse. Messfehler können derzeit ausgeschlossen werden. Eine Klärung wird im weiteren Verlauf der Untersuchungen bzw. der Pumpversuchsdurchführung angestrebt.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: An sämtlichen in der Anlage 2.1.5 dargestellten Grundwasserganglinien sind unmittelbar keine Reaktionen auf den Pumpversuch und auf Beregnungsentnahmen zu erkennen.

Wirkung der Grundwasserhemmer

Im Untersuchungsgebiet sind drei Grundwasserleiter ausgebildet, die durch zwei mehr oder weniger mächtige Grundwasserhemmer bereichsweise hydraulisch voneinander getrennt werden. Lokal fehlen diese Hemmer, so dass die Grundwasserleiter in hydraulischem Kontakt zueinander stehen. In der **Anlage 2.1.6** wird dieser Zusammenhang mit Hilfe des Ganglinienverlaufes von drei Messstellengruppen erläutert. Im Bereich der Messstellen ML 1 151 P1 und ML 2 151 P2 (ca. 140 m vom Brunnen I entfernt) ist der 1. Grundwasserhemmer H1 mit einer Mächtigkeit von ca. 40 m ausgebildet. Beide Ganglinien verlaufen zwar ähnlich zueinander, jedoch mit einer vertikalen Druckdifferenz zwischen oberflächennahem und tieferem Grundwasserleiter. Auf Grund des sehr mächtigen Hemmers ist das Grundwasser im tieferen Grundwasserleiter (artesisch) gespannt und weist eine Druckdifferenz von ca. 1,5 m zum oberen auf. Nach Beginn des Pumpversuches Anfang März 2020 fällt die Ganglinie der Messstelle ML 2 151 P2 verhältnismäßig stark um ca. 1,2 m ab, die Ganglinie der Messstelle ML 1 151 P1 verläuft jedoch weiterhin analog zum typischen Jahresgang der Vorjahre. Dieser Effekt bestätigt die hydraulisch trennende Wirksamkeit des Hemmers in diesem Bereich.

Bei der Messstellengruppe ML 1 204, ML 2 204 und ML 3 204 beträgt die Mächtigkeit des Hemmers H1 ca. 20 m. Hier ist die Druckdifferenz mit einem Wert von ca. 0,8 m kleiner. Da im Bereich der Messstellen 1018 und 1019 kein Grundwasserhemmer H1 ausgebildet ist und beide Grundwasserleiter somit in hydraulischem Kontakt stehen, verlaufen beide Ganglinien deckungsgleich auf einem Niveau ohne Druckdifferenz.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: An der Ganglinie der Messstelle ML 2 151 P2 ist eindeutig eine Beeinflussung durch den Pumpversuch in der Größenordnung von ca. 1,2 m im August 2020 zu erkennen. Auch das Frühjahrsmaximum im Jahr 2021 fällt ca. 0,8 - 1,0 m geringer aus als in den Vorjahren. Im Sommer 2021 ist, bedingt durch die zweite Pumpstufe ein weiteres Absinken der Standrohrspiegelhöhe um ca. 0,6 m im Juli 2021 gegenüber dem Vorjahresminimum im August 2020 zu beobachten, so dass sich an dieser Messstelle insgesamt eine förderbedingte Absenkung von ca. 1,6 m zeigt.

Sämtliche übrige in **Anlage 2.1.6** dargestellten Ganglinien zeigen keine erkennbaren Reaktionen auf den Pumpversuch oder auf Beregnungsentnahmen.

Ein weiteres Beispiel für die Wirkung des Grundwasserhemmer H1 liefern die Standrohrspiegel-Messungen (März 2018 bis September 2021) der im Rahmen der 3. Bohrkampagne (Optimierung des Beweissicherungsmessnetzes) im Ortskern Lengerich errichteten Doppelmessstelle ML 1 276 / ML 2 276 (Abbildung 16).

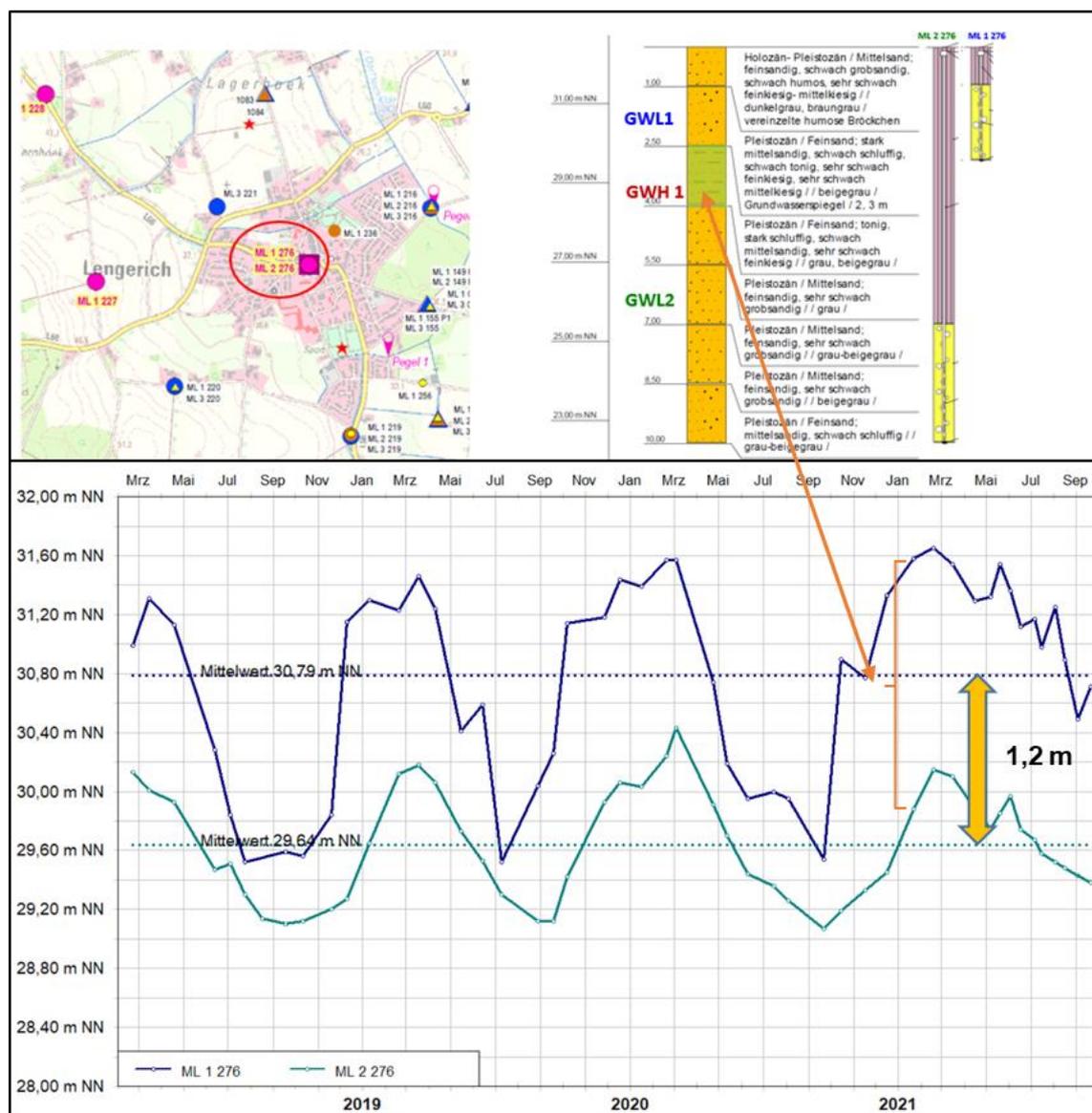


Abbildung 16: Lage, Ausbau und Grundwasserganglinie der Messstelle ML 1 276 / ML 2 276

Die Ganglinien zeigen insgesamt die für den Sommer 2018, 2019 und 2020 typische Grundwasserdepression mit einem Wiederanstieg im Winter 2018/19, 2019/20 und 2020/21. Die Reaktionen fallen dabei im GWL1 (blaue Linie) deutlicher aus als im GWL 2 (grüne Linie).

Trotz eines hier nur relativ geringmächtigen Grundwasserhemmers GWH1 (siehe Bohrprofil rechts oben in der Abbildung) existiert eine Druck-Differenz der Standrohrspiegelhöhen von im Mittel 1,2 m Druckhöhe. Eine solche Druckdifferenz kann sich nur aufbauen, wenn der Grundwasserhemmer wirksam ist. Das bedeutet, auch in der Ortslage Lengerich werden Grundwasserreaktionen in den tieferen Grundwasserleitern nur „gedämpft“ an den oberflächennahen Grundwasserleiter (GWL1) weitergeleitet.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: keine.

Zusätzliche Beweissicherungsmessstellen

Unter Berücksichtigung der im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens eingegangenen fachlichen Hinweise und Einwendungen wurde im Sommer 2018 das zum Zeitpunkt der Antragsstellung (August 2016) bestehende Messnetz in einer dritten Messstellenkampagne ergänzt bzw. optimiert.

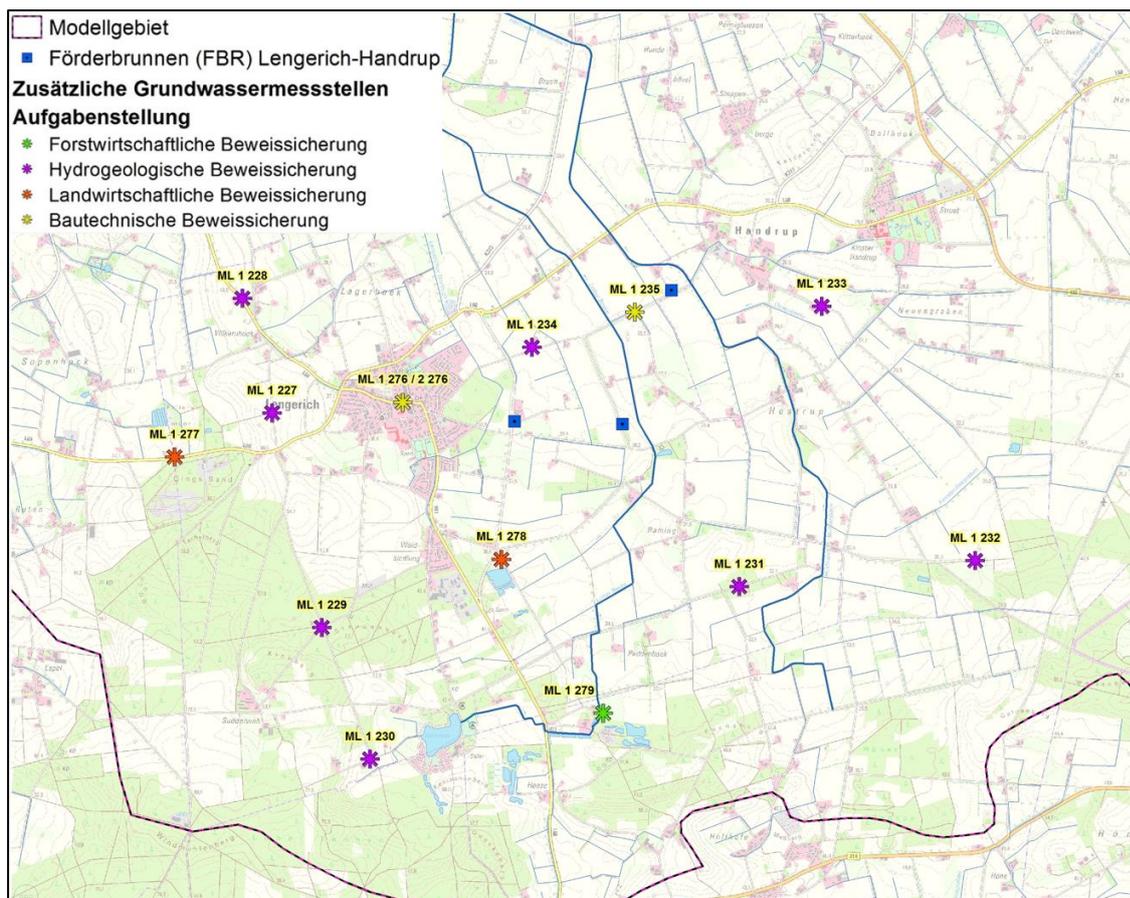


Abbildung 17: Übersichtplan zusätzlicher Beweissicherungsmessstellen

Es handelt sich um 12 überwiegend oberflächennahe Grundwassermessstellen (Einzelmessstellen), die das Grundwasser des 1. GWL erschließen. Weiterhin wurde eine Doppel-Messstelle im Ortskern Lengerich errichtet, die sowohl das Grundwasser des 1. GWL als auch das des 2. GWL

erschließt (siehe vorheriges Kapitel). Die Standorte sind der Übersichtskarte in Abbildung 17 sowie den **Anlagen 1 bzw. 2.1** zu entnehmen.

Die Grundwasserganglinien dieser Messstellen werden dargestellt in

- **Anlage 2.1.7** (ML 1 277, ML 1 227, ML 1 228, ML 1 229 und ML 1 230),
- **Anlage 2.1.8** (ML 1 276, ML 2 276, ML 1 278, ML 1 279 und ML 1 234) und
- **Anlage 2.1.9** (ML 1 231, ML 1 232, ML 1 233 und ML 1 235).

In den meisten Fällen zeigt sich eine sehr gute Korrelation zwischen Ganglinien und meteorologischen Bedingungen (jeweils unteres Diagramm). In einigen Fällen ist dagegen eine „Phasenverschiebung“ von einigen Monaten zu erkennen (z. B. ML 1 230, starke Niederschläge im Februar 2020, Maximum der Standrohrspiegelhöhe im April 2020). Die Messstelle ML 1 229 zeigt ein grundsätzlich abweichendes Verhalten und reagiert offensichtlich nur untergeordnet auf kurzfristig wechselnde meteorologische Bedingungen. Für detaillierte Auswertungen ist der Aufzeichnungszeitraum aber noch zu kurz. Diese erfolgen im Rahmen weiterer Messungen bzw. der abschließenden Pumpversuchsauswertung.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Lediglich aus der Ganglinie der Messstelle ML 1 235 (ca. 380 m von Brunnen IV entfernt) könnte ab Juli 2020 eine geringfügige Beeinflussung durch den Pumpversuch von wenigen Zentimetern interpretiert werden. Für alle übrigen in den Anlagen 2.1.7 bis 2.1.9 dargestellten Ganglinie gilt: Es sind keine Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen erkennbar.

Messstellen in Brunnennähe

Zu Dokumentationszwecken wurde jeweils eine Messstellengruppe in unmittelbarer Nähe der Förderbrunnen ausgewählt (**Anlage 2.1.10, Lage: Anlage 2.1**) und zwar:

- Brunnen I: Messstellen ML 1 149 P1 / ML 2 149 P2 (ca. 50 m nördlich),
- Brunnen II: Messstellen ML 1 136 P1 / ML 2 136 P2 (60 m nördlich) und
- Brunnen IV: Messstellen ML 1 167 P1 / ML 2 167 P2 (ca. 150 m südwestlich).

Die Standrohrspiegelhöhen aller Messstellen reagieren sehr gleichsinnig und es ist eine sehr gute Korrelation zwischen den Ganglinien und den meteorologischen Bedingungen (unteres Diagramm) vorhanden. Insgesamt zeigen alle Messstellen innerhalb des dargestellten Zeitraums einen leicht fallenden Trend. Die z. T. erheblichen Druckunterschiede zwischen dem GWL1 (blaue Linien) und dem GWL2 (rote Linie) belegen die Wirksamkeit des Grundwasserhemmers H1.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Nach Beginn des Pumpversuches Anfang März 2020 fallen die Ganglinien der tiefen Messstellen ML 2 149 P2 und ML 2 136 P2 deutlich ab (ca. 1 - 1,5 m im August 2020). Analog dazu fallen die Frühjahrsmaxima der beiden Messstellen im Jahr 2021 geringer aus als in den Vorjahren. Nach Beginn der 2. Pumpstufe im März 2021 ist ein weiteres Absinken der Ganglinien zu beobachten (ca. 0,7 - 1 m im Juli 2021 gegenüber August 2020). Die Ganglinien der flachen Messstellen ML 1 149 P1 und ML 1 136 P1 bleiben jedoch von dieser Entwicklung unbeeinflusst. Sie verlaufen vom Sommer 2020 bis zum Ende des aktuellen Betrachtungszeitraums im September 2021 trotz der Grundwasserentnahmen in unmittelbarer Nähe auf dem Niveau der Vorjahre. Diese Beobachtungen bestätigen die hydraulisch trennende Wirksamkeit des Hemmers im Umfeld der Br. I und Br. II.

In der Nähe des Brunnens IV zeigt die Ganglinie der tiefen Messstelle ML 2 167 P2 ebenfalls einen Druckabfall in der Größenordnung von ca. 1,5 m (August 2020), überwiegend als Folge des Pumpversuchs. Mit Beginn der 2. Pumpversuchsstufe im März 2021 ist ein weiteres Absinken der Ganglinie von ca. 0,6 m (Juli 2021 gegenüber August 2020) zu erkennen. Wegen des sehr starken Abfalls im April 2020 ist aber eine Überlagerung von Absenkeeffekten durch die Feldberegnung, die in diesem Jahr sehr früh begann, nicht auszuschließen.

Im Gegensatz zu den flachen Messstellen im 1. GWL an den Brunnen I und II bleibt die flache Messstelle ML 1 167 P1 am Brunnen IV von den Absenkungen nicht unbeeinflusst. Die Ganglinie zeigt im Vergleich zu den Vorjahren im Frühjahr 2020 eine stärkere Abnahme der Standrohrspiegelhöhe. Sie fällt zwar deutlich gedämpfter als bei der Messstelle ML 2 167 P2 aus, aber im Vergleich zu den Vorjahren ist im Jahr 2020 eine (förderbedingte) zusätzliche Absenkung in der Größenordnung von 0,5 m abzulesen. Auch bei dieser Messstelle ist im Jahr 2021 bedingt durch die 2. Pumpstufe eine weitere Absenkung von rd. 0,3 m gegenüber dem Vorjahresminimum zu beobachten. Im Umfeld der Br. IV bewirkt der Hemmer folglich eine hydraulische Dämpfung der Grundwasserreaktion im überlagernden Stockwerk, aber es existiert keine vollständige hydraulische Trennung der beiden Grundwasserstockwerke.

6.4.2 Entwicklung der Standrohrspiegelhöhen und Grundwasserflurabstände im näheren und weiteren Brunnumfeld

In den **Anlagen 2.1.11 bis 2.1.19** werden die aktuellen Entwicklungen der Standrohrspiegelhöhen und Grundwasserflurabstände für Messstellen im 1. GWL in unterschiedlichen Entfernungen zu den drei Förderbrunnen Lengerich-Handrup dargestellt. Eine Lageübersicht der verwendeten Messstellen befindet sich in Anlage 2.1. Eine Übersicht mit Entfernungsangaben zu den Brunnen gibt die folgende Tabelle 7. Für diese Messstellenstandorte wird bewertet, ob sich unter Berücksichtigung des trockenen Frühjahrs 2020 und dem Beginn der Feldberegnung pumpversuchsbedingte Grundwasserstands-Entwicklungen in den Jahren 2020/2021 ergeben bzw. identifizieren lassen. Als Vergleichsgrundlagen für „außergewöhnliche (pumpversuchsbedingte) Grundwasserabsenkungen“ dienen hierzu die jeweiligen Aufzeichnungen der Standrohrspiegelhöhen bzw. der Grundwasserflurabstände an den jeweiligen Messstellenstandorten seit dem Jahr 2014 bzw., bei neueren Messstellen, seit Aufzeichnungsbeginn.

Tabelle 7 Übersicht der in den Anlagen 2.1.11 bis 2.1.19 dargestellten Grundwasserganglinien

Messstelle	Brunnen	Entfernung zum nächstgelegenen Brunnen	Darstellung in
ML 1 151 P1	Br. I	ca. 140 m östlich Br. I	Anlage 2.1.11 (oben)
ML 1 263	Br. I	ca. 600 m südöstlich Br. I	Anlage 2.1.11 (unten)
	Br. II	ca. 860 m südwestlich Br. II	
ML 1 236	Br. I	ca. 930 m nordwestlich Br. I	Anlage 2.1.12 (oben)
ML 1 276	Br. I	ca. 1.000 m westlich Br. I (Zentrum Lengerich)	Anlage 2.1.12 (unten)
ML 1 219	Br. I	ca. 1.060 m südwestlich Br. I	Anlage 2.1.13 (oben)
NLWKN 1025	Br. I	ca. 1.130 m südlich Br. I	Anlage 2.1.13 (unten)
ML 1 139 P1	Br. II	ca. 140 m südlich Br. II	Anlage 2.1.14 (oben)
ML 1 112 P1	Br. II	ca. 490 m nordwestlich Br. II	Anlage 2.1.14 (unten)
	Br. I	ca. 500 m nordöstlich Br. I	
ML 1 164 P1	Br. II	ca. 660 m südöstlich Br. II	Anlage 2.1.15 (oben)
ML 1 165 P1	Br. IV	ca. 50 m nordwestlich Br. IV	Anlage 2.1.15 (unten)
ML 1 168 P1	Br. IV	ca. 210 m östlich Br. IV	Anlage 2.1.16 (oben)
ML 1 169 P1	Br. IV	ca. 300 m westlich Br. IV	Anlage 2.1.16 (unten)
ML 1 235	Br. IV	ca. 380 m westlich Br. IV	Anlage 2.1.17 (oben)
ML 1 268	Br. IV	ca. 1.900 m nordwestlich Br. IV	Anlage 2.1.17 (unten)
	Br. I	ca. 2.000 m nördlich Br. I	
ML 1 215	Br. I	ca. 1.000 m nördlich Br. I	Anlage 2.1.18 (oben)
	Br. IV	ca. 1.500 m westlich Br. IV	
ML 1 216	Br. I	ca. 600 m nordwestlich Br. I	Anlage 2.1.18 (unten)
	Br. IV	ca. 1.800 m südwestlich Br. IV	
ML 1 224	Br. IV	ca. 1 900 m nördlich Br. IV	Anlage 2.1.19 (oben)

In den Gangliniendarstellungen der Anlagen 2.1.11 bis 2.1.19 gibt es für jede Messstelle drei Diagramme:

- a) Im oberen Diagramm werden die gemessenen Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien ab Januar 2014 bzw. ab Aufzeichnungsbeginn bis Ende September 2021 dargestellt. Die Daten stammen entweder aus monatlichen „Hand“-Messungen oder aus Datenloggeraufzeichnungen mit täglichen Messdaten. An den Ganglinien lassen sich die Schwankungen (Amplituden) der Standrohrspiegelhöhen direkt erkennen. Durch einen Vergleich der aktuellen Standrohrspiegelhöhenentwicklungen im Jahr 2020 bzw. 2021 mit den Standrohrspiegelhöhen der vorherigen Jahre lässt sich ablesen, ob sich aktuell ungewöhnlich tiefe Standrohrspiegelhöhen eingestellt haben, die deutlich über die Tiefststände (üblicherweise in den Sommermonaten) der vergangenen Jahre hinausgehen. In solchen Fällen ist zu beurteilen, ob die Tiefststände,
- meteorologisch bedingt sind,
 - im Zusammenhang mit den Beregnungsentnahmen stehen,
 - durch den Pumpversuch verursacht werden oder
 - Folge einer Überlagerung mehrerer oder aller Ursachen sind.

Im Falle einer Beeinflussung durch den Pumpversuch ist zu bewerten, ob die Absenkung im Rahmen der Prognosen liegt oder ob sie erheblich darüber hinaus geht, und eine nicht erwartete Gefährdung von Schutzgütern vorliegt.

- b) In den beiden unteren Diagrammen werden die Grundwasserflurabstände (Abstand zwischen der Geländeoberkante und der Grundwasseroberfläche im 1. Grundwasserleiter) an der jeweiligen Messstelle für das Jahr 2020 (linkes Diagramm) bzw. für das Jahr 2021 bis Ende September 2021 (rechtes Diagramm) dargestellt (jeweils schwarze Linie). Diese Flurabstände der Betrachtungsjahre 2020 und 2021 werden den monatlichen Minimalwerten (MHGW, blaue Linie) bzw. den Maximalwerten (MNGW, gelbe Linie) der Flurabstände von 2014 bis 2019 (vor Beginn des Pumpversuchs) gegenübergestellt. Hieraus lässt sich unmittelbar ablesen, ob seit März 2020 lokal ungewöhnlich große Flurabstände (niedrige Standrohrspiegelhöhen) auftreten, die mit dem Pumpversuch in Verbindung zu bringen wären.

Bei den Messstellen ML 1 235, ML 236 und ML 1 276 (Messstellen der 3. Bohrkampagne) stellt die Darstellung der monatlichen Minimal- und Maximalwerte der Flurabstände (blaue und gelbe Linien) nur eine sehr grobe Orientierung dar, da in diesen Messstellen die Grundwassermessungen erst Mitte 2018 begonnen haben und somit nur sehr wenige Daten im Vorlauf des Pumpversuchs zur Auswertung zur Verfügung stehen.

Die dargestellten Ganglinien lassen sich zusammenfassend folgendermaßen bewerten:

- Alle Messstellen, unabhängig von der Lage im Untersuchungsgebiet bzw. von der Entfernung zu den Brunnen, zeigen generell die gleiche Entwicklung: Nach den relativ feuchten Wintermonaten 2019/2020 und den damit verbundenen hohen Standrohrspiegelhöhen ist ab März 2020 ein steil fallender Trend zu verzeichnen. Er ist die Reaktion auf die insbesondere in den Monaten April und Mai des Jahres 2020 herrschende extreme Trockenheit und die damit einhergehenden erheblichen Entnahmen zu Beregnungszwecken. Dieser Trend wird ab Mitte Juni 2020 gebremst und im Juli 2020 überwiegend umgekehrt (einsetzende Niederschläge und dadurch bedingt geringere Beregnungsentnahmen). Im August und September 2020 ist bedingt durch die extreme Trockenheit erneut eine Abnahme der Standrohrspiegelhöhen zu verzeichnen. Ab Oktober 2020 ist mit den einsetzenden Niederschlägen und der Abnahme der Verdunstung ein steiler Anstieg der Standrohrspiegelhöhen zu beobachten. Ab Februar bzw. März 2021 fallen die Standrohrspiegelhöhen erneut ab, im Gegensatz zum Vorjahr erfolgt diese Abnahme aber aufgrund der höheren Niederschläge weniger steil. Insbesondere in den Monaten Mai/Juni und August 2021 tritt bedingt durch die relativ hohen Niederschläge ein kurzfristiger Anstieg der Standrohrspiegelhöhen ein. Zum Ende des aktuellen Betrachtungszeitraums im September 2021 liegen die Standrohrspiegelhöhen, mit Ausnahme der Messstelle ML 1 165 P1, auf einem höheren Niveau als im Vorjahr.

Wäre der stark fallende Trend im Jahr 2020 überwiegend auf den Pumpversuch zurückzuführen, käme es nicht zu einer Trendänderung im Juli, da die Pumpversuchsentnahmen ungemindert fortgesetzt wurden, und zudem würde im Jahr 2021 bedingt durch die 2. Pumpstufe ein weiter fallender Trend auftreten.

- Ein ungewöhnlich starkes Absinken der Standrohrspiegelhöhen in den Jahren 2020 und 2021 ist lediglich an der Messstelle ML 1 165 P1 (Anlage 2.1.15, unten) zu erkennen. Die

Messstelle liegt in unmittelbarer Nähe zum Brunnen IV (ca. 50 m) und zeigt eindeutig Reaktionen auf den Pumpversuch. Die Standrohrspiegelhöhen liegen derzeit (Ende September 2021) ca. 2 m tiefer als in den vergleichbaren Zeiträumen der Jahre vor dem Pumpversuch.

Diese förderbedingten Absenkungen bleiben aber auf die unmittelbare Brunnennähe beschränkt. Schon in den benachbarten Messstellen ML 1 168 P1 (210 m östlich von Br. IV, Anlage 2.1.16, oben), ML 1 169 P1 (300 m westlich Br. IV, Anlage 2.1.16, unten) sowie ML 1 235 (380 m westlich Br. IV, Anlage 2.1.17, oben) bewegen sich die Standrohrspiegelhöhen bzw. die Grundwasserflurabstände wieder auf dem Niveau der Vorjahre, so dass hier, wenn überhaupt, nur eine sehr geringe Beeinflussung im Zentimeterbereich durch den Pumpversuch erfolgt, die aber aus den Ganglinien nicht eindeutig ablesbar ist. Das auffällige, relativ starke Absinken der Standrohrspiegelhöhen im September 2021 tritt in vielen Messstellen der Untersuchungsgebiets auf, ist daher meteorologisch bedingt und steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Pumpversuch, zumal die Förderung im September 2021 gegenüber den Vormonaten nicht wesentlich gesteigert wurde (vgl. Abbildung 14).

- In allen übrigen Messstellen, sei es in unmittelbarer Nähe zu den Brunnen I und II, sei es im Ortszentrum Lengerich (ML 1 276, Anlage 2.1.12, unten) als auch in größerer Entfernung zu den drei Brunnen (z. B. ML 1 219) sind im Vergleich zu den Vorjahren keine außergewöhnlich niedrigen Standrohrspiegelhöhen bzw. hohe Flurabstände zu erkennen.

6.4.3 Hydrogeologische Besonderheiten

Im Untersuchungsgebiet treten mehrere hydrogeologische Besonderheiten auf, die u. a. für die Bewertung der vorhabensbedingten Auswirkungen von Bedeutung sind.

Bereich Ramings Mühle

In der Abbildung 18 werden in einem schematischen hydrogeologischen Schnitt die Verhältnisse im Bereich Ramings Mühle, ca. 400 m südöstlich des Brunnens II dargestellt.

Wie aus dem Bohrerergebnis der Messstellenbohrung ML 3 201 hervorgeht, ist das Aquifersystem, wie im Untersuchungsgebiet weit verbreitet, durch zwei Grundwasserhemmer in drei Grundwasserleiter aufgeteilt, in denen jeweils eine Grundwassermessstelle verfiltert ist (ML 1 201, 1. GWL; ML 2 201, 2. GWL; ML 3 201, 3. GWL). Die hydraulische Wirksamkeit der Grundwasserhemmer spiegelt sich in den unterschiedlichen Druckniveaus der Standrohrspiegelhöhen in den Grundwasserleitern wider. Die entsprechenden Ganglinien befinden sich links unten in der Abbildung 18 sowie in **Anlage 2.2** in Verbindung mit Niederschlagsdaten und Klimabilanz.

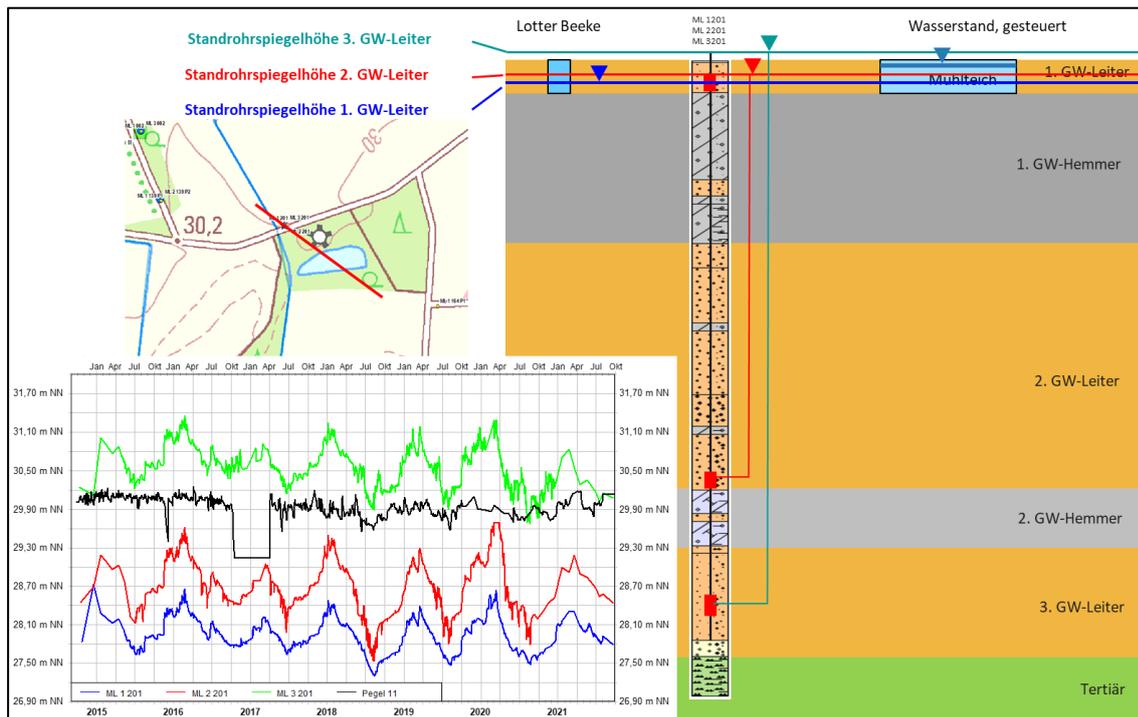


Abbildung 18: Hydrogeologische Gegebenheiten im Bereich Ramings Mühle

Der niedrigste Druck wird im 1. Grundwasserleiter, bei einer „freien“ Grundwasseroberfläche gemessen. Die benachbarte Lotter Beeke entwässert den 1. GWL und erzeugt somit eine Druckminderung. Durch die hemmende Wirkung des 1. Grundwasserhemmers ist ein ca. 0,2 bis 0,4 m höherer Druck im gespannten 2. GWL zu erkennen. Noch höher ist der Druck im 3. GWL. Er ist so hoch, dass er zeitweise das Höhenniveau der Geländeoberfläche übersteigt (artesisch gespanntes Grundwasser).

Alle drei Ganglinien laufen nahezu synchron und zeigen deutliche und zeitnahe Reaktionen auf das Witterungsgeschehen. Wegen der freien Grundwasserverhältnisse und der Nähe zur Lotter Beeke reagiert der 1. GWL aber mit einer etwas gedämpften Amplitude.

Die Ganglinie des Pegels 11 im Mühlteich verläuft dagegen, abgesehen von einer kurzzeitigen Absenkung (Baumaßnahmen), nahezu auf einem konstanten Höheniveau, ca. 1,5 bis 2,5 Meter über dem Grundwasserniveau des 1. GWL, und reagiert wegen der bereits erwähnten Steuerung des Wasserstandes nicht unmittelbar auf Witterungseffekte und Standrohrspiegelschwankungen. Der Teich ist somit vom Grundwasservorkommen entkoppelt.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Möglicherweise deuten die kurzzeitigen Schwankungen in der Ganglinien der ML 2 201 und ML 3 201 in den Sommermonaten auf Entnahmen durch Beregnungsbrunnen hin. In der Messstelle ML 3 201 lässt sich zusätzlich im Sommer 2021 eine pumpversuchsbedingte Absenkung von ca. 0,2 m aus der Ganglinie ableiten.

Schwebende Grundwasservorkommen

Im Bereich des westlich von Lengerich in Nord-Süd-Richtung verlaufenden und über die Ortschaft Gersten hinausragenden Höhenzugs kommt oberflächennah verbreitet sogenanntes schweben-

des Grundwasser vor, der 1. Grundwasserleiter ist als schwebendes Grundwasserstockwerk ausgebildet (vgl. Anlagen 4.1.1 und 4.3.1). Ein schwebendes Grundwasservorkommen liegt (gem. DIN 4049-3) immer dann vor, wenn ein Grundwasserstockwerk von einer ungesättigten Zone unterlagert wird.

Die entsprechenden hydrogeologischen Verhältnisse werden in **Anlage 2.3** und in der Abbildung 19 am Beispiel der Messstellen ML 1 220 / ML 3 220 und ML 1 222 / ML 3 222 verdeutlicht. In **Anlage 2.3** ist zunächst die bekannte Dreiteilung des Aquifersystems mit drei Grundwasserleitern und zwei Grundwasserhemmern zu erkennen (in Abbildung 19 vereinfachte Darstellung), wobei der 2. Grundwasserhemmer nur schwach ausgeprägt ist und nur eine geringe hydraulische Bedeutung hat. Der 1. Grundwasserhemmer ist dagegen relativ mächtig und hydraulisch wirksam ausgeprägt. Die Messstellen sind im 1. und 3. GWL verfiltert, wobei der 1. GWL relativ geringmächtig ist.

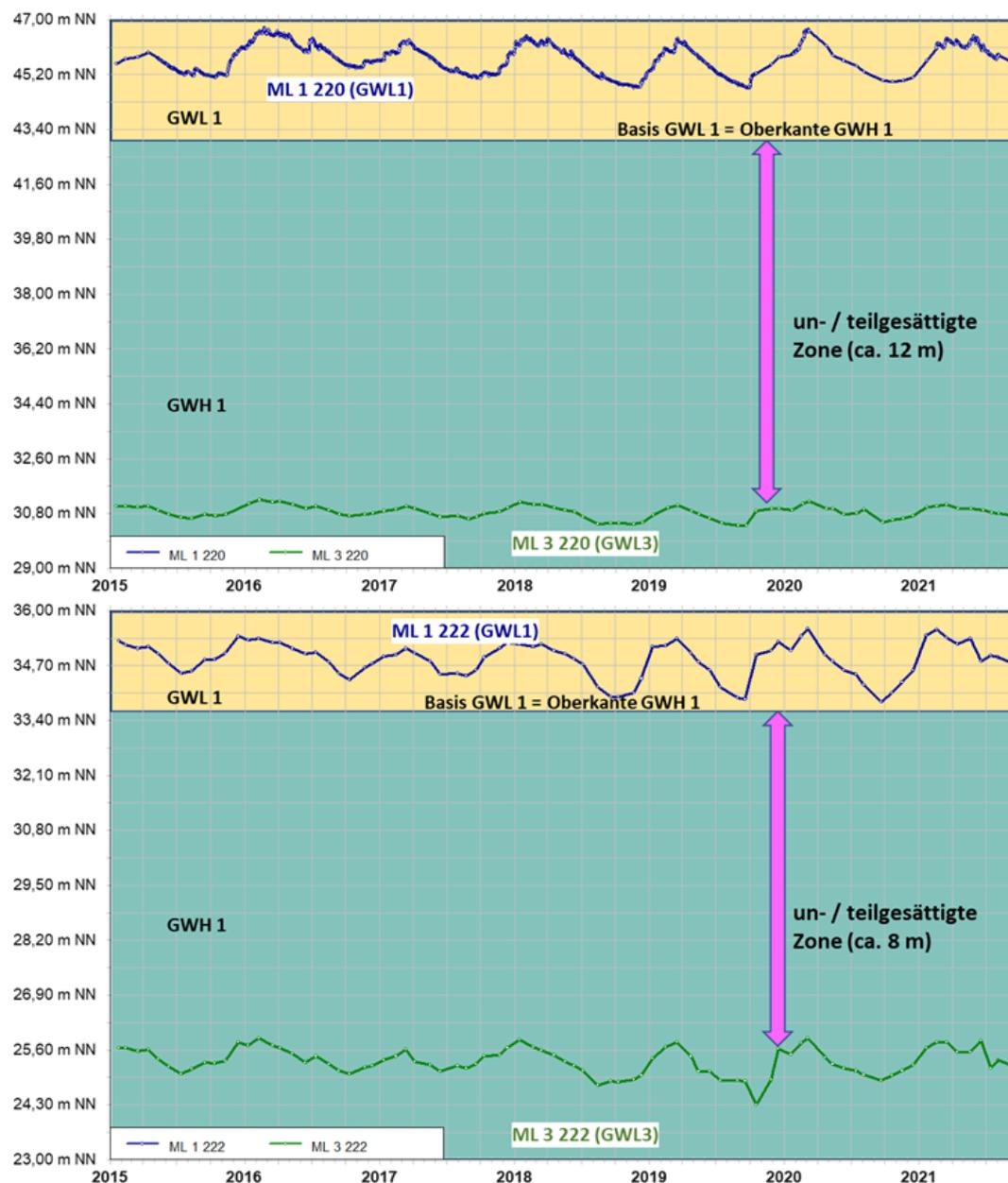


Abbildung 19: Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen ML 1 220 / ML 3 220 (oben) und ML 1 222 / ML 3 222 (unten)

In Abbildung 19 werden die Standrohrspiegelhöhen-Ganglinien der beiden Messstellenstandorte dargestellt. Die Standrohrspiegelhöhen liegen im 1. GWL im Fall der Messstelle ML 1 220 ca. 14 m und im Fall der Messstelle ML 1 222 ca. 10 m über dem Druckniveau des jeweiligen tieferen Grundwasserleiters. Das Druckniveau im tieferen Grundwasserleiter erreicht jeweils nicht die Unterkante des 1. Grundwasserleiters (= Oberkante des 1. GW-Hemmers). Dadurch existiert eine ungesättigte oder nur teilgesättigte Zone unter dem 1. Grundwasserstockwerk (im Fall der Messstelle ML 1 220 von ca. 12 m, im Fall der Messstelle ML 1 222 von ca. 8 m). Demnach handelt es sich beim GWL1 hier um ein schwebendes Grundwasservorkommen.

Hydraulisch bedeutet dies, dass der 1. GWL vom übrigen Grundwasser entkoppelt ist, es besteht keine unmittelbare Beziehung zwischen dem 1. GWL und dem tiefen Grundwasser. So können sich hier z. B. förderbedingte Veränderungen der Grundwasserniveaus im tieferen Grundwasser nicht bis in das oberflächennahe (schwebende) Grundwasser durchpausen.

Ähnliche hydraulische Verhältnisse kommen vor allem im Richtung Windmühlenberg bzw. am Stauchmoränenwall im Süden vor.

Die Bereiche mit flächenhaft verbreitetem schwebendem Grundwasser werden in Anlage 4.1.1 und 4.3.1 dargestellt.

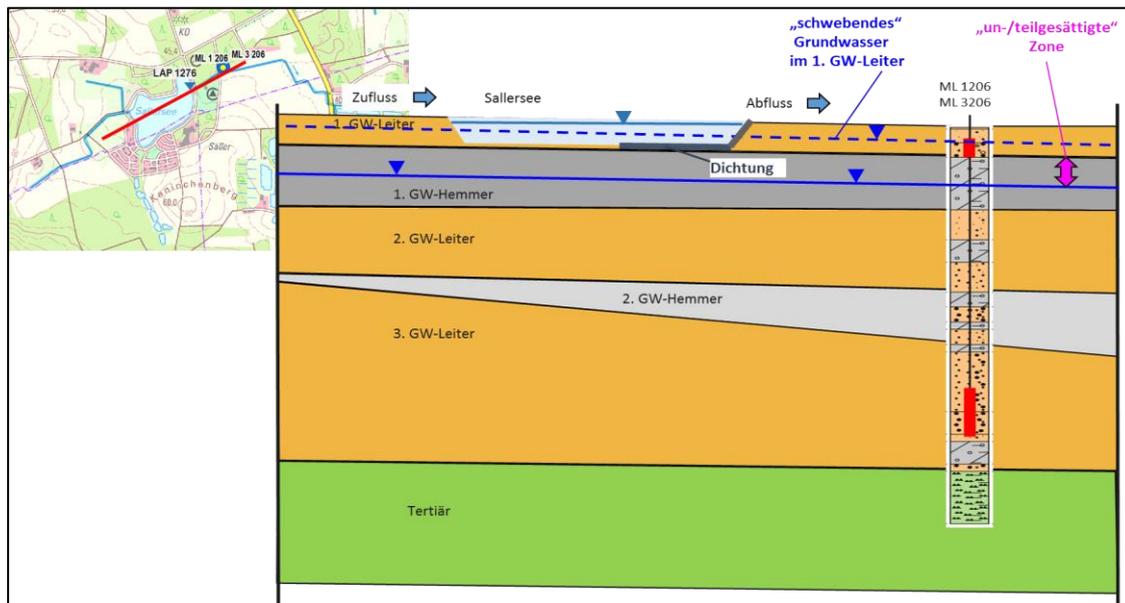
Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: keine

Bereich Sallersee

In der Abbildung 20 werden in einem schematischen hydrogeologischen Schnitt die Verhältnisse im Bereich des Sallersees, ca. 2,7 km südsüdöstlich des Brunnens I dargestellt.

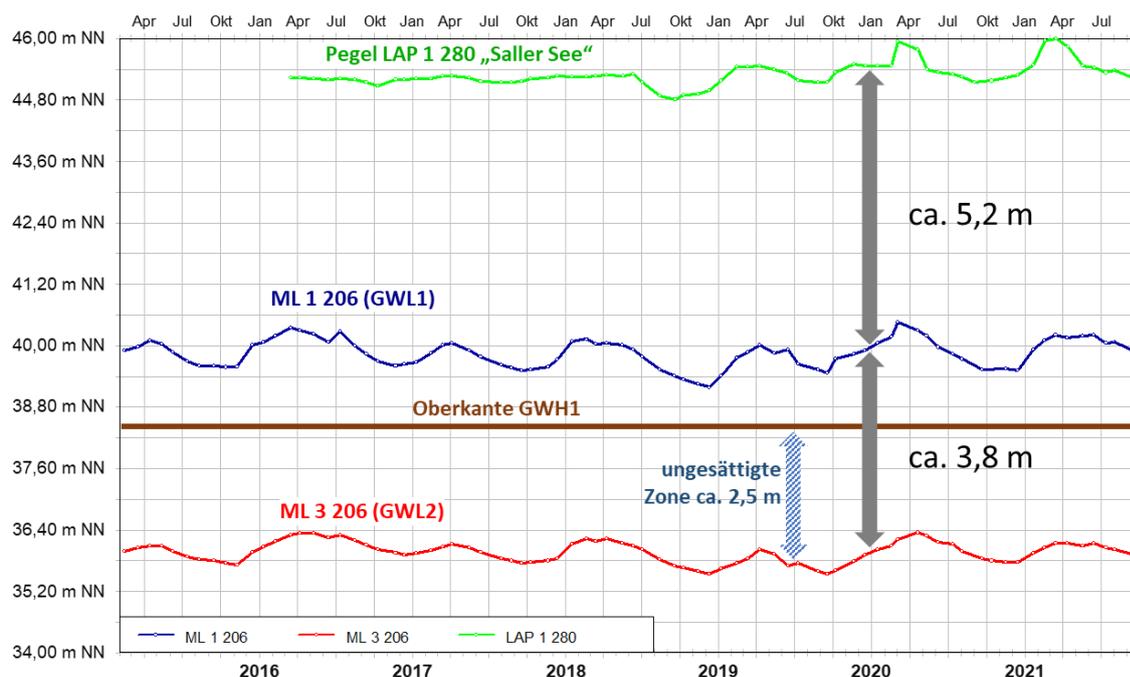
Aus den Bohrergebnissen der Messstelle ML 3 206 lässt sich die verbreitete Dreiteilung des Aquifersystems in drei Grundwasserleiter getrennt durch zwei Grundwasserhemmer ableiten, wobei der 2. Grundwasserhemmer hydraulisch von nur untergeordneter Bedeutung ist.

Die Messstelle ML 1 206 erschließt den 1. GWL, die Messstelle ML 3 206 erschließt den 3. GWL. Die Standrohrspiegelhöhen liegen im 1. GWL im Mittel bei 39,86 m NHN (Zeitraum April 2015 bis September 2021), und damit knapp 4 m höher als im tieferen Grundwasserleiter im gleichen Zeitraum (35,97 m NHN). Die Grundwasserdruckfläche des tieferen Grundwasserleiters erreicht nicht die Basis des 1. GWL. Demnach handelt es sich auch hier beim 1. GWL, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, um ein schwebendes Grundwasservorkommen.


Abbildung 20: Hydrogeologische Gegebenheiten im Bereich Sallersee

Der Sallersee ist als Hochwasser-Rückhaltebecken künstlich durch Bodenabtrag im Westen und Dammaufschüttung im Osten angelegt worden. Der See und die Umgebung werden auch als Naherholungsgebiet genutzt.

Der See wird durch die Lotter Beeke durchflossen ist in der Osthälfte basal sowie am Absperrdamm durch Folie gedichtet. Im Westen (Zulaufgebiet) befand sich vor Anlegung des Sees ein Quellgebiet. Der Wasserstand im See wird durch ein Auslaufbauwerk gesteuert und nahezu konstant gehalten. Die nachfolgende Abbildung 21 mit der Ganglinie des Lattenpegels LAP 1 280 (Saller See) und den Grundwasserganglinien der Messstellen ML 1 206 / ML 3 206 verdeutlicht die hydraulischen Verhältnisse am Saller See.


Abbildung 21: Hydraulische Verhältnisse am Saller See

Der Wasserstand des Sees liegt ca. 5 m über dem Grundwasserstand im GWL1 und zwischen der Oberkante des Grundwasserhemmers H1 und der Standrohrspiegelhöhe im GWL2 besteht eine un- oder teilgesättigte Zone.

Nach diesen Kenntnissen der hydraulischen Situation ist der See, aber auch das Grundwasser im 1. GWL, in diesem Bereich vom übrigen Grundwasser entkoppelt. Es besteht keine unmittelbare Beziehung zwischen dem See bzw. dem 1. GWL und dem tiefen Grundwasser. So können sich hier z. B. förderbedingte Veränderungen der Grundwasserniveaus im tieferen Grundwasser nicht bis in das oberflächennahe (schwebende) Grundwasser und den See durchpausen.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: keine

7 Überwachung der Oberflächengewässer

7.1 Pegelmessnetz

Gemäß dem mit den Fach- und Genehmigungsbehörden abgestimmten Konzept zur Erweiterung des Messstellennetzes durch den WV Lingener Land wurden elf Pegel (P1 bis P11) im Bereich der Förderbrunnen Lengerich-Handrup im Herbst 2014 errichtet. Die Pegel sind mit Datenloggern ausgerüstet (je eine Messung pro Tag) und befinden sich an folgenden Vorflutern (siehe Abbildung 22 und **Anlage 1**):

- P1, P2: Lengericher Dorfbach
- P3 – P7: Lotter Beeke
- P8 – P10: Hestruper Mühlenbach
- P11 Mühlteich, Ramings Mühle

Weiterhin wurden zwei Gewässermesspunkte (Lattenpegel) an Teichen eingerichtet:

- LAP 1 280, Auslauf Sallersee (monatliche Ablesung)
- LAP 1 281, Echelsloot (monatliche Ablesung)

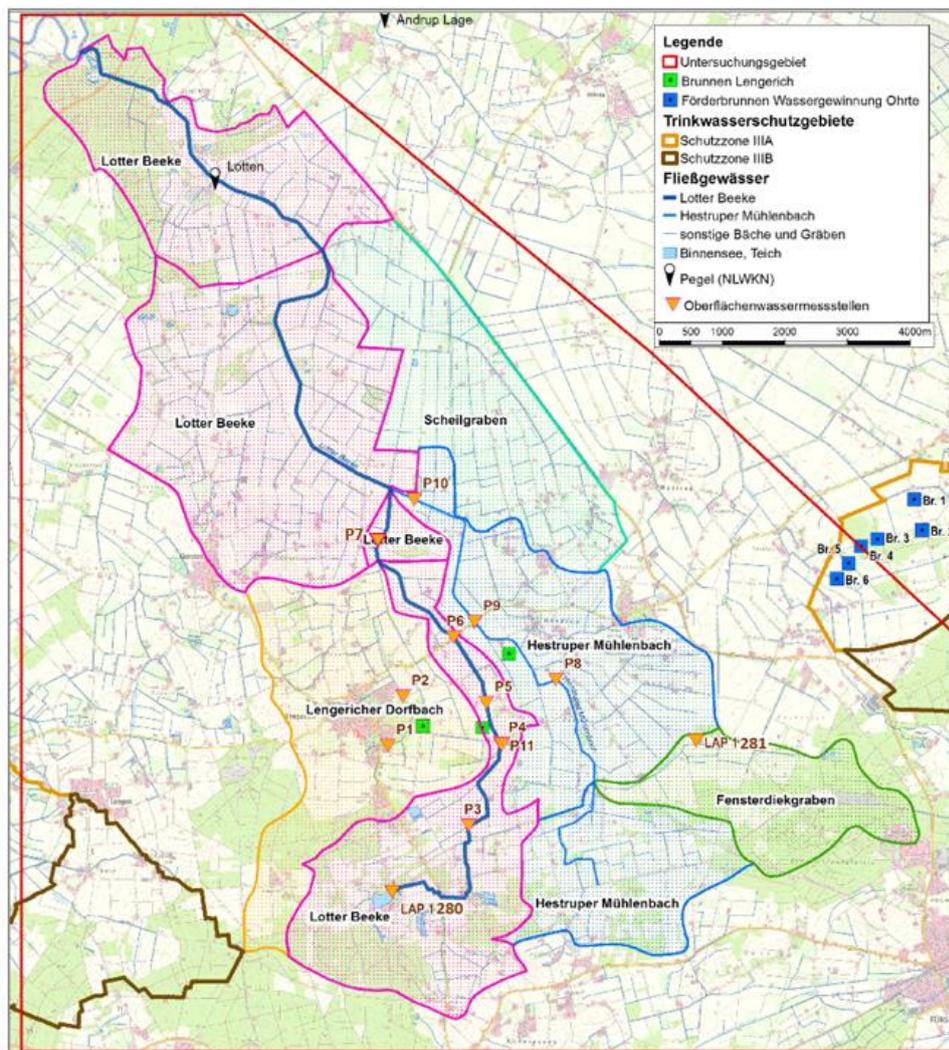


Abbildung 22: (Teil-)Einzugsgebiete der Lotter Beeke (farbige Flächen) und Pegel im Untersuchungsgebiet

An den Pegeln des Lengericher Dorfbachs, des Hestruper Mühlenbachs und der Lotter Beeke werden in unregelmäßigen Abständen Abflussmessungen durchgeführt. Neben der Mengenermittlung ist das Ziel, unter Anwendung der einschlägigen Pegelvorschrift für diese Pegel eine Wasserstands-Abflussbeziehung und eine Abflusskurve zu erstellen.

Der derzeitige Messrhythmus wird in Kombination von Handmessungen (monatlich) und Datenloggeraufzeichnungen (täglich) sowohl für die Feststellung des Ausgangszustands (Phase A) als auch für sämtliche Phasen des Pumpversuchs sowie die Phase E (Wiederanstieg) fortgeführt.

7.2 Wasserstände und Abflüsse

Pegel Lotten (NLWKN)

Der Hauptvorfluter ist die Lotter Beeke. Sie durchquert das Untersuchungsgebiet zentral und entwässert nach Nordwesten in die Hase. In Mündungsnähe befindet sich der Pegel Lotten. Die Lage des Pegels ist in der Abbildung 22 und in der **Anlage 1** dargestellt. Dieser Schreibpegel wird durch das NLWKN Meppen (Messstellennummer 3676106) betrieben und liefert seit dem Jahr 1973 kontinuierliche Wasserstands- (W) und Abflussdaten (Q) für ein oberirdisches Einzugsgebiet von 86,9 km², das vollständig innerhalb des Untersuchungsgebiets liegt. Somit regeneriert sich die gesamte an diesem Pegel registrierte Abflussmenge innerhalb des Untersuchungsgebiets. Die Pegeldaten bzw. deren Auswertung stellen eine wesentliche Prüffunktion zur Bestimmung der Grundwasserneubildung und des Wasserhaushalts dar und ermöglichen die Identifizierung von Trends im Gebiets-Abflussverhalten.

Der Abfluss an einem Pegel kann als integrierte Antwort des oberirdischen und unterirdischen Einzugsgebietes auf den Niederschlag verstanden werden. Die Abflussbildung ist in Abbildung 23 schematisch dargestellt. Allgemein hat alles Wasser, welches sich als Abfluss im Fließgewässer wiederfindet, seinen Ursprung im Niederschlag. Trifft der Niederschlag auf den Boden auf, so fließt ein Teil oberflächlich dem Vorfluter zu (Landoberflächenabfluss), ein Teil versickert und fließt in der ungesättigten Zone in Richtung des Vorfluters (Zwischenabfluss) und ein Teil versickert bis es in der gesättigten Zone angekommen ist und als neugebildetes Grundwasser (Grundwasserabfluss) dem Vorfluter zuströmt (Abbildung 23). Aufgrund der Fließzeitlänge kommt es zu einer verzögerten Ankunft des Niederschlags über den Zwischenabfluss und den Grundwasserabfluss. Bei verzögertem Eintreffen des Wassers im Vorfluter spricht man vom Basisabfluss, bei unmittelbarem oder sehr zeitnahe Eintreffen von direktem Abfluss.

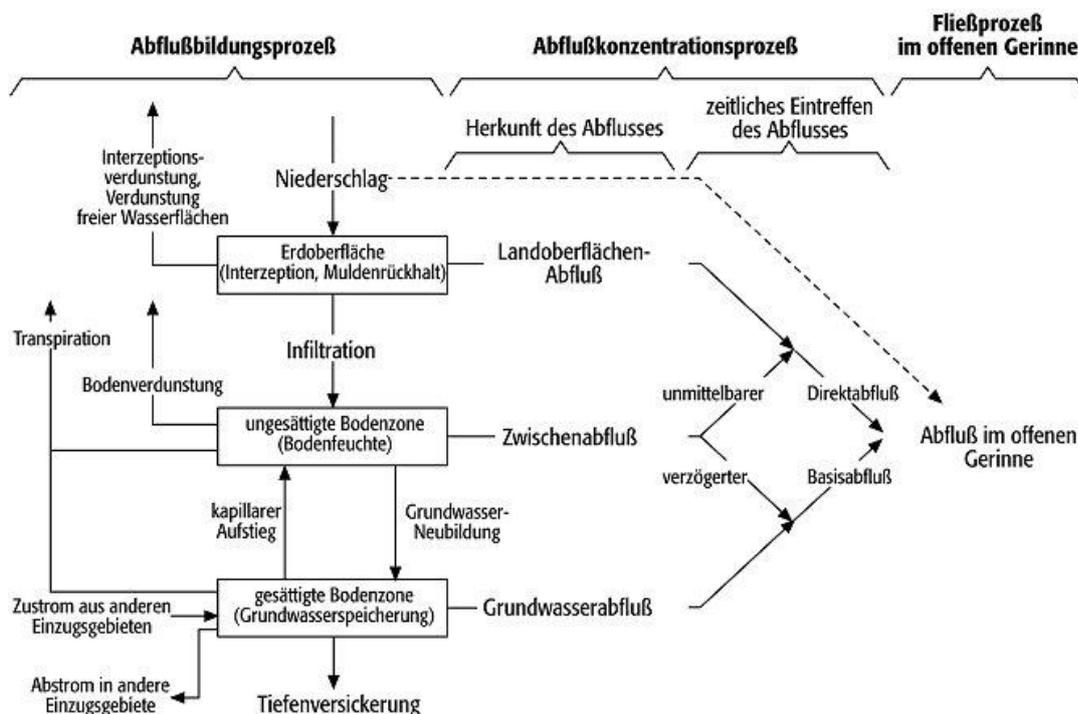


Abbildung 23: Schematische Darstellung der Abflussbildung (Baumgartner & Liebscher, [U 25])

Der Niederschlag ist damit mittelbar und unmittelbar der Faktor, der das Abflussgeschehen am stärksten beeinflusst. Aufgrund des enormen Einflusses kann eine Betrachtung des Abflussregimes nicht erfolgen ohne auch die Niederschlagsentwicklung im gleichen Zeitraum zu berücksichtigen.

Während sich der Niederschlag auf alle Abflussbestandteile auswirkt, hat eine Entnahme von Grundwasser durch Förderung ausschließlich Auswirkung auf den grundwasserbürtigen Anteil des Abflusses, also auf den Basisabfluss.

Es gilt also aus dem Gesamtabfluss die einzelnen Abflusskomponenten Direktabfluss, Zwischenabfluss und Basisabfluss (abzüglich von Einleitungen = grundwasserbürtiger Abfluss) zu separieren, um die Auswirkungen von Grundwasserentnahmen zu analysieren und mit Ergebnissen anderer Berechnungsinstrumente wie z. B. einem Grundwassermodell zu vergleichen.

Für die Separierung der Abflusskomponenten stehen mehrere graphische und statistische Verfahren zur Verfügung, denen allen gemein ist, dass langzeitliche Datenreihen von idealerweise 20 - 30 Jahren und mehr, wie sie hier vorliegen, benötigt werden. In diesem Gutachten werden die Basisabflussmengen nach dem statistischen und allgemein anerkannten Verfahren von WUNDT [U 23] ermittelt.

In der folgenden Auswertung der Pegeldata (Hauptwerte) wird zunächst die langjährige zeitliche Entwicklung dargestellt und im Zusammenhang mit den Niederschlagssummen bewertet.

Die nachfolgende Tabelle 8 zeigt die ermittelten Hauptwerte und deren Bedeutung.

Tabelle 8: Gewässerkundliche Hauptwerte

Hauptwert	Bedeutung
NQ	Niedrigwasserabfluss [m ³ /s]
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss [m ³ /s]
MQ	Mittlerer Abfluss [m ³ /s]
MN7Q	Das niedrigste arithmetische Mittel von 7 aufeinanderfolgenden Tageswerten in einem Niedrigwasserzeitabschnitt [m ³ /s]
NW	Niedrigwasserstand [cm]
MNW	Mittlerer Niedrigwasserstand [cm]
MW	Mittelwasserstand [cm]

In den **Anlagen 3.1.1 und 3.1.2** befinden sich Datenblätter, die unter Berücksichtigung der Vorgaben der LAWA-Pegelvorschrift (Stammtext, **[U 20]**) für die niedrigsten Abflüsse (NQ) und die niedrigsten Wasserstände (NW) zusammengestellt wurden. Auf Datenblätter für die mittleren Abfluss- und Wasserstandsdaten, eine weitere Auswertung der Wasserstandswerte sowie die Ermittlung der Hochwasserabflüsse wird hier verzichtet, da der Fokus im Zusammenhang mit der geplanten Grundwasserentnahme auf dem grundwasserbürtigen Anteil des Abflusses liegt. Für diese Fragestellung liefern neben der Auswertung der Niedrigwasserabflüsse vor allem die MN7Q-Werte und der Basisabfluss wichtige Kenngrößen. Der Bezugszeitraum für diese Werte ist jeweils das hydrologische Jahr, das mit dem 01.11. eines Jahres beginnt und am 31.10. des namensgebenden Folgejahres endet.

Die Ganglinien der Wasserstände (orange Linie) und Abflüsse (blaue Linie) am Pegel Lotten (vgl. Abbildung 24) zeigen einen typischen Jahresgang mit Höchstwerten im hydrologischen Winterhalbjahr (November bis April des Folgejahres) und Tiefstwerten im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober). Besondere Niederschlagsereignisse führen unmittelbar zu entsprechenden Reaktionen bei Wasserstand und Abflussverhalten. Ebenso spiegelt sich z.B. die seit 2008 anhaltende Periode defizitärer Niederschläge (vgl. Abbildung 25) durch generell geringere Amplituden wider. Ein signifikanter Trend zu fallenden bzw. steigenden Wasserständen und Abflussmengen ist innerhalb des abgebildeten Zeitraums allerdings nicht erkennbar.

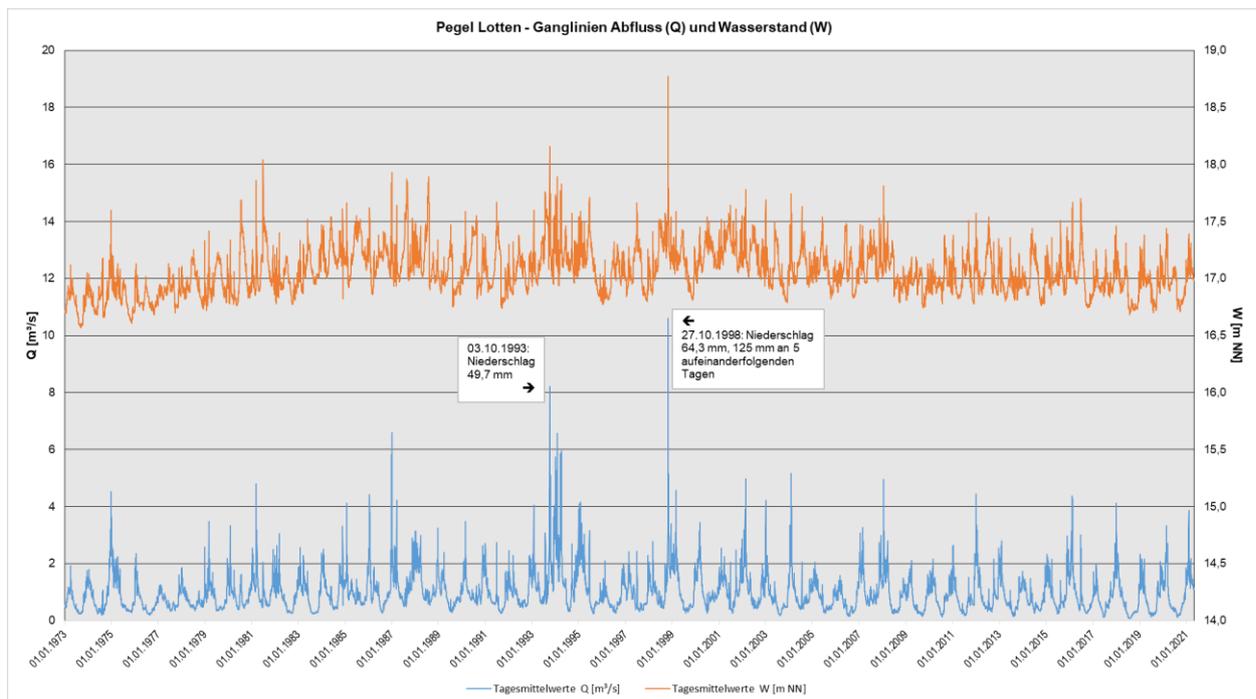


Abbildung 24: Ganglinien von Wasserstand und Abfluss (Tagesmittelwerte) am Pegel Lotten 1973 bis April 2021

Für die Analyse der Veränderungen des Abflussverhaltens, insbesondere des Abflusses mit hohem Grundwasseranteil, eignen sich Niedrigwasserabflüsse besonders gut. In vielen Auswertungen wird hierfür der MN7Q-Wert verwendet. Der MN7Q beschreibt den niedrigsten Mittelwert von sieben aufeinanderfolgenden Tagesabflusswerten innerhalb einer einzelnen Niedrigwasserperiode. Die Dauer von 7 Tagen dient dazu, den Einfluss kurzfristiger Ereignisse wie z.B. Wasserentnahmen oder Ableitungen aus Kläranlagen zu minimieren. Es wird jeweils für ein Wasserwirtschaftsjahr ein MN7Q-Wert bestimmt.

Daraus abgeleitet wird der langjährige mittlere MN7Q als arithmetischer Mittelwert der Jahreswerte innerhalb eines langjährigen Zeitraums (üblicherweise mind. 30 Jahre). Die Jahreswerte werden in Abbildung 25 und in Abbildung 26 als kurze, schwarze Striche abgebildet.

Es ist seit Beginn der Aufzeichnungen Mitte der 70er Jahre bis Mitte der 90er Jahre ein leicht ansteigender Trend zu erkennen. Die Jahre 1993 bis 1995 zeichnen sich durch eine besonders hohe Niederschlagstätigkeit aus (vgl. Abbildung 25). Nach diesem Zeitraum ist ein bis in die heutige Zeit andauernder leicht fallender Trend zu erkennen, der sich insbesondere auf die Phase defizitärerer Niederschlagsmengen seit 2008 gründet. Im Jahr 2018 ist mit $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ der niedrigste MN7Q des Aufzeichnungszeitraums aufgetreten. Dieser geringe Wert ist eine Folge der geringen Niederschläge im Jahr 2018 (vgl. Abbildung 1).

Als langjähriger Mittelwert für MN7Q (1974 - 2020) ergibt sich eine Abflussmenge von $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$.

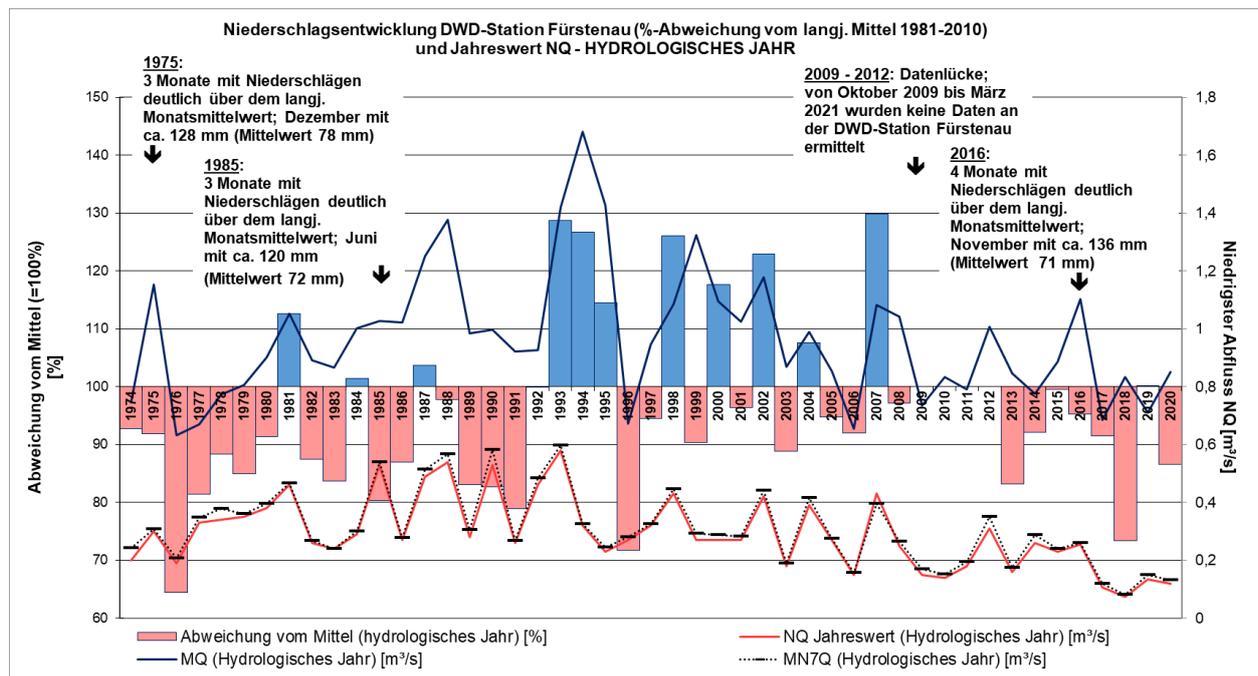


Abbildung 25: Niederschlagswerte DWD-Station Fürstenau und Abflusskenngrößen Pegel Lotten

In Abbildung 25 sind die Niederschlagssummen hydrologischer Jahre als Abweichung vom langjährigen Mittel dargestellt. Da wie im Kapitel 5.2 beschrieben, die DWD-Station Lingen seit Anfang Juni 2020 nicht mehr zur Verfügung steht, wurden als Ersatz die langjährigen Niederschlagsaufzeichnungen der DWD-Station Fürstenau verwendet. Die Korrelation der Niederschlagsdaten der umliegenden DWD-Stationen ergab die beste Übereinstimmung zwischen den Niederschlagsdaten von Lingen und Fürstenau, sodass die Niederschlagsdaten der Station Fürstenau für die Beschreibung der meteorologischen Entwicklung herangezogen werden können.

Zusätzlich sind die Werte für den mittleren Abfluss (MQ), den niedrigsten Abfluss (NQ) sowie, interpoliert, das Wochenmittel des Niedrigabflusses (MN7Q) abgebildet. Sowohl die Ganglinie des MQ als auch die des NQ zeigt deutlich die direkte Abhängigkeit des Abflussgeschehens von den Niederschlagsverhältnissen. In einzelnen Jahren (1975, 1985 und 2016) weisen die Abflüsse Werte auf, die zunächst nicht mit den Jahressummen der Niederschläge in Einklang zu bringen sind. In allen drei Fällen liegen zwar die Jahressummen der Niederschläge deutlich unter dem Durchschnitt, es weisen aber jeweils mehrere Monate, z.T. bedingt durch Starkregenereignisse, Niederschlagssummen auf, die deutlich oberhalb des entsprechenden Monatsmittels liegen, und sich dementsprechend in den Abflusskurven widerspiegeln.

Im Folgenden wird die Separierung des Basisabflusses vom Gesamtabfluss beschrieben. Der Begriff Basisabfluss bezieht sich auf das Wasser, das je nach Druckgefälle zwischen Grundwasserstand und Wasserstand im Fließgewässer entweder das Oberflächengewässer speist oder aus dem Oberflächengewässer in das Grundwasser infiltriert. Als grundwasserbürtiger Abfluss wird dabei der Teil des Basisabflusses bezeichnet, der dem Vorfluter aus dem Grundwasser zufließt (DIN 4049-3, [U 22]). Da durch eine Grundwasserförderung ausschließlich der Grundwasserabfluss betroffen sein kann, ist der Anteil des Basisabflusses am Gesamtabfluss eine wichtige Größe, um die Beeinflussung eines Gewässerabschnittes als Folge absinkender Standrohrspiegelhöhen abschätzen zu können. Vermindert sich der Basisabfluss, kann dies eine Verschlechterung des ökologischen und/oder chemischen Zustandes des betroffenen Gewässers zur Folge

haben. Eine übliche Methode zur Ermittlung dieses Kennwertes ist das statistische Verfahren nach WUNDT. Nach dieser Methode wird aus dem arithmetischen Mittel des monatlichen Niedrigwasserabflusses der mittlere Basisabfluss bestimmt.

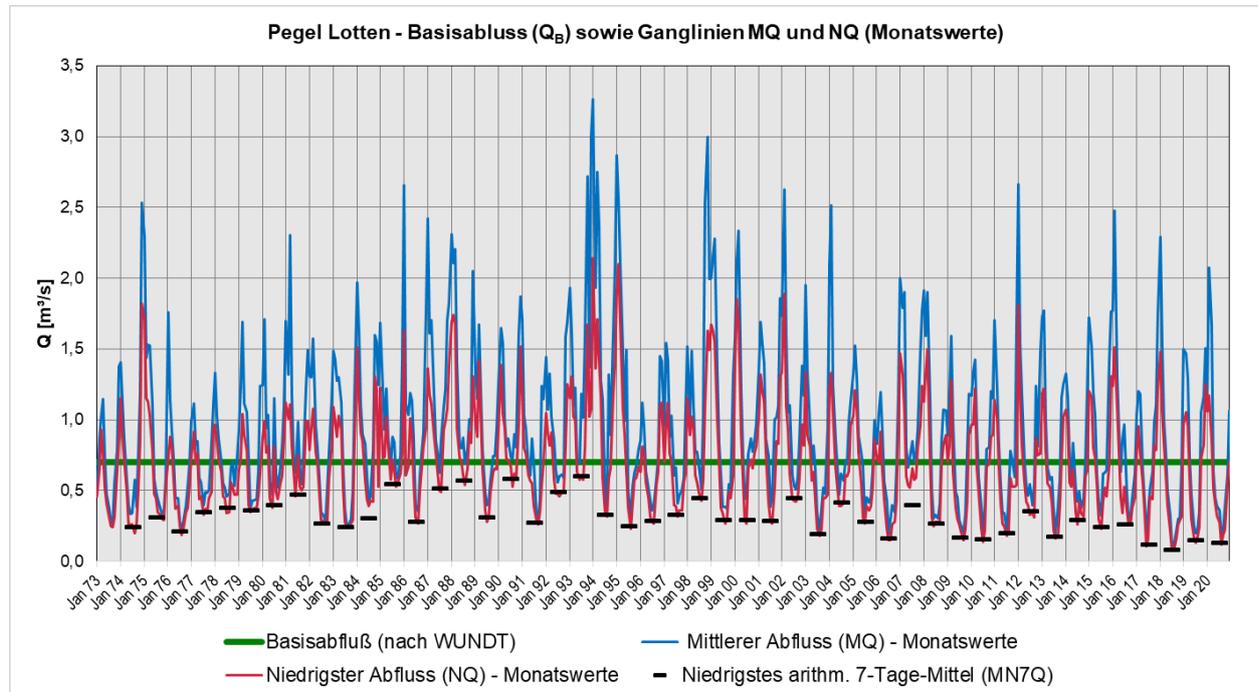


Abbildung 26: Abflusskenndaten Pegel Lotten einschließlich MN7Q und Basisabfluss

In Abbildung 26 wird als rote Line die Zeitreihe des monatlichen Niedrigwasserabflusses dargestellt. Als Mittelwert dieser Ganglinie ergibt sich ein Basisabfluss von **0,698 m³/s**, entsprechend ca. 22,0 Mio. m³/a, eingetragen als durchgehende grüne Linie.

Zum Vergleich ist in Abbildung 26 zusätzlich die Zeitreihe des monatlichen mittleren Abflusses (MQ, blaue Linie) eingetragen. Als langjähriger mittlerer Abfluss (1973 - 2020) ergibt sich hieraus ein Wert von 0,960 m³/s entsprechend ca. 30,3 Mio. m³/a. Der Basisabfluss beträgt demnach ca. 73 % vom mittleren Abfluss.

In die Abflussmessungen des Pegels Lotten gehen auch die Einleitmengen aus der Kläranlage Lengerich, die in den Lengericher Dorfbach einleitet, ein. Nach einer vom WVLL zur Verfügung gestellten Datenzusammenstellung [**U 9**] beträgt die Einleitmenge ca. 0,4 Mio. m³/a (Jahre 2014 und 2015), entsprechend ca. 0,012 m³/s. Diese Menge wurde auch für die aktuellen Berechnungen angesetzt.

Für die Ermittlung des grundwasserbürtigen Abflusses ist diese Einleitmenge noch vom Basisabfluss abzuziehen. Es ergibt sich demnach ein mittlerer grundwasserbürtiger Abfluss von **ca. 0,686 m³/s**, entsprechend **21,6 Mio. m³/a**.

Das Einzugsgebiet der Lotter Beeke ist ca. 86,9 km² groß. Somit ergibt sich eine grundwasserbürtige Abflussspende von ca. 7,90 [l/(s*km²)]. Dieser Wert kann mit der langjährigen mittleren Grundwasserneubildungshöhe im Einzugsgebiet Lotter Beeke gleichgesetzt werden. Es ergibt sich für dieses Einzugsgebiet eine rechnerisch mittlere Grundwasserneubildungshöhe von **249 mm/a**.

Für die insgesamt 11 Pegel (P1 und P2 am Lengericher Dorfbach, P3 bis P7 an der Lotter Beeke, P8 bis P10 am Hestruper Mühlenbach sowie P11 am Teich Ramings Mühle, Lage siehe **Anlage 1**) liegen Wasserstands-Datenloggermessungen für den Zeitraum 25.09.2014 bis 04.08.2021 vor.

Die Ganglinien der Wasserstandsmessungen der **Lotter Beeke** (Pegel P3 - P7) und des nahegelegenen Teiches Ramings Mühle (Pegel P11) werden in der **Anlage 3.2.1** dargestellt und den Monatsniederschlägen der DWD-Station Fürstenau gegenübergestellt. Die Ganglinien verlaufen grundsätzlich ähnlich zueinander. Bei den hochauflösenden Datenloggeraufzeichnungen sind tägliche Schwankungen von wenigen Zentimetern zu beobachten. Grundsätzlich wird der Wasserstand der vielen Gewässer und Gräben im Untersuchungsgebiet, die u. a. im Rahmen der Flurbereinigung mit einer Reihe von Sohlbauwerken ausgestattet wurden, an die Bedürfnisse der Landwirtschaft angepasst und reguliert. Weiterhin werden die Messungen trotz Räum- und Mähmaßnahmen durch unterschiedliche Verkrautung, Verschlammung und, in den Sommermonaten, durch zahlreiche Wasserentnahmen beeinflusst.

Aus den Ganglinienverläufen sind aber dennoch eindeutige jahreszeitlich und meteorologisch bedingte Reaktionsmuster, die insgesamt einen guten Eindruck des Abflussverhaltens vermitteln, abzulesen.

In der Lotter Beeke ist die generelle Schwankungsbreite der Wasserstände bei Pegel P3, der am weitesten stromaufwärts liegt, am geringsten. Die Amplitude liegt im Aufzeichnungszeitraum bei ca. 0,4 m. Bei den stromabwärts befindlichen Pegeln P4 und P5 sind mit einer Amplitude von ca. 0,8 m bzw. 0,6 m deutlich höhere Schwankungsbreiten der Wasserstände vorhanden. Die weiter stromabwärts gelegenen Pegel P6 und P7 sind im Aufzeichnungszeitraum über mehrere Monate trocken gefallen. Die tendenziell größere Schwankungsbreite im Unterstrom resultiert aus dem Zufluss einmündender Gräben und Bäche (wie z.B. Lengericher Dorfbach).

Bei Gegenüberstellung der Monats- bzw. Tagesniederschläge der DWD-Station Fürstenau fällt auf, dass sich Starkregenereignisse, wie z.B. Ende März 2015 (29.03. - 01.04.2015: 55,2 mm), Mitte August 2015 (16. - 17.08.2015: 72,4 mm), Mitte November 2015 (13. - 18.11.2015: 70,6 mm), Ende Juni 2016 (23. - 25.06.2016: 58,9 mm), Ende Juli 2017 (19. - 25.07.2017: 81,1 mm), Ende Februar 2020 (22. - 25.02.2020: 47,7 mm) sowie Ende Dezember 2020 (21. - 27.10.2020: 55,4 mm) in einem markanten und kurzfristigen Anstieg der Wasserstände um bis zu 0,4 m auswirken können. Dagegen führen längere Trockenphasen, in denen wenig Niederschlag fällt, zu einem markanten Abfallen der Wasserstände bzw. Trockenfallen der Messstellen. Beispiele hierfür sind: April 2015 (03. - 24.04.2015: 2,5 mm), Mai 2015 (08. - 27.05.2015: 9,3 mm), März 2016 (05. - 18.03.2016: 1,0 mm), Januar 2017 (15. - 27.01.2017: 0 mm), Februar/März 2018 (13.02 - 06.03.2018: 2,4 mm), Juli/August 2018 (12.07 - 08.08.2018: 11,9 mm), Mai 2019 (10. - 25.05.2019: 2,8 mm) sowie März/April 2020 (14.03. - 27.04.2020: 4,2 mm).

Der Ganglinienverlauf des Pegels P11 am Teich Ramings Mühle wird ebenfalls in der **Anlage 3.2.1** dargestellt. Der Pegel befindet sich ca. 30 m östlich der Lotter Beeke nahe Pegel P4. Der Teich wird durch einen Zulauf, der einige 100 m oberstromig von der Lotter Beeke abzweigt, gespeist. Der Wasserstand wird durch Überlauf und Stauwehr gesteuert. Er ist somit von den Wasserstandsschwankungen der Fließgewässer entkoppelt und zeigt daher ein völlig anderes Reaktionsmuster als die benachbarten Pegel P4 und P5. Der Wasserstand liegt ca. 1 m bzw. 4,5 m über denen der Lotter Beeke an den Pegeln P4 und P5. Bis Oktober 2016 betragen die Schwankungen des Wasserstandes nur wenige Zentimeter. Im November / Dezember 2015

wurde der Teichwasserstand kurzfristig um bis zu 0,7 m abgesenkt, was keine „natürlichen“ Ursachen hatte. Vom 19.10.2016 bis 02.04.2017 wurde der Teich abgesenkt und die Messstelle fiel trocken, was ebenfalls keine „natürlichen“, sondern bautechnische Ursachen hatte. Seither betragen die Wasserstandsschwankungen bis zu ca. 0,7 m. Insbesondere die niederschlagsarme 2. Jahreshälfte 2018 fällt durch einen Abfall der Wasserstände, insbesondere in den Monaten Juni und Juli, auf. Zum Winter 2018/19 stiegen die Wasserstände aber wieder an. Im Jahr 2019 ist in den Monaten von Mai bis Juli bedingt durch die geringen Niederschläge sowie die relativ hohe Verdunstung erneut ein Abfall der Wasserstände zu verzeichnen. Ab Mitte August 2019 steigen die Wasserstände mit der Zunahme der Niederschläge sowie der Abnahme der Verdunstung bis November wieder auf das Niveau des Vorjahres an. Die starken Niederschläge im Februar 2020, die sich in allen Fließgewässer-Pegeln der Lotter Beeke deutlich widerspiegeln, sind an den Teichwasserständen nicht zu erkennen. Vielmehr fallen die Teichwasserstände bis Juni 2020 ab, was aber nicht mit Grundwasserentnahmen in Verbindung gebracht werden kann. Anschließend steigen die Teichwasserstände zunächst bis September 2020 und von Dezember 2020 bis April 2021 weiter an. In den beiden Folgemonaten ist bis Juni 2021 ein Absinken der Wasserstände zu verzeichnen, die Wasserstände verbleiben aber auf einem deutlich höheren Niveau als im Vorjahr zu dieser Zeit. Bis zum Ende des Betrachtungszeitraums ist erneut ein Anstieg der Wasserstände zu beobachten.

In der **Anlage 3.2.2** werden die Wasserstandsmessungen des **Lengericher Dorfbachs** (P1, P2) und des **Hestruper Mühlenbachs** (P8 - P10) dargestellt. Wie in den Oberstrombereichen der Lotter Beeke liegen die Amplituden im Oberstrom des Hestruper Mühlenbachs (P8, P9) bei ca. 0,4 m bzw. 0,5 m. Der unterstromige Pegel P10 reagiert analog mit dem Pegel P7 und weist Amplituden von bis zu 0,7 m auf. Bei diesen drei Pegeln ist ebenfalls ein Fallen der Wasserstände zumeist über die Sommermonate und eine Reaktion auf die Starkregenereignisse im März, August und November 2015, Juni 2016, Juli 2017, Februar 2020 sowie Dezember 2020 zu beobachten.

Die Ganglinienverläufe des Lengericher Dorfbachs weichen davon ab. Er führt insgesamt nur sehr wenig Wasser und fällt in den Sommermonaten sowie in Perioden mit wenig Niederschlag nahezu trocken. Daher weisen die Pegel P1 und P2 insgesamt geringe tägliche Schwankungen und Amplituden im Aufzeichnungszeitraum auf. Die Reaktionen auf die Starkregenereignisse im März, August, November 2015, Juni 2016, Juli 2017, Februar 2020 sowie Dezember 2020 sind ebenfalls geringer.

Abflussmessungen wurden am Lengericher Dorfbach, der Lotter Beeke und dem Hestruper Mühlenbach an 52 Stichtagen durchgeführt. Dabei wurden der Wasserstand, das durchströmte Gewässerprofil und die Strömungsgeschwindigkeit mittels Flügelrad-Messgerät an unterschiedlichen Positionen des Gewässerprofils nach Pegelvorschrift gemessen und mit der Software BIBER (KISTERS AG) ausgewertet.

Die Abflussmessungen dienen auch einer Plausibilisierung der mit dem numerischen Grundwassermodell berechneten Veränderungen der Abflussmengen während des Pumpversuchs.

Eine Auswertung der Messungen am Lengericher Dorfbach ist wegen der sehr geringen Wasserstände für den Pegel P1 nicht, und für den Pegel P2 nur in Einzelfällen (Abfluss zwischen 1 l/s und 16 l/s) möglich gewesen.

Die Ergebnisse der Abflussmessungen für die Lotter Beeke und den Hestruper Mühlenbach werden in graphischer Form in der **Anlage 3.3** dargestellt, aus der die jahreszeitlich bzw. meteorologisch bedingte Schwankung der Abflusswerte zu erkennen ist.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse nach Abfluss-Hauptwerten befindet sich in der folgenden Tabelle 9. Insgesamt ist eine Zunahme der Abflussmengen mit dem Gewässerverlauf zu erkennen, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei der Messung des Pegels P7 die Einleitung der Kläranlage Lengerich mit einbezogen ist.

Tabelle 9: Auswertung der Abflussmessungen September 2014 bis Oktober 2021 (Hauptwerte)

Abflussmessungen Sept. 2014 bis Okt. 2021		Mittlerer Abfluss (MQ) [l/s]	Niedrigster Abfluss (NQ) [l/s]	Höchster Abfluss (HQ) [l/s]
Lotter Beeke	Pegel P3	12	0	38
	Pegel P4	26	1	100
	Pegel P5	36	3	107
	Pegel P6	34	5	100
	Pegel P7	103	27	266
Hestruper Mühlenbach	Pegel P8	110	35	245
	Pegel P9	178	62	378
	Pegel P10	194	69	387

Insgesamt ergibt sich ein plausibles Gesamtbild der Abflussmengen. Für weitergehende statistische Auswertungen, wie z. B. die Auswertung einer Beziehung zwischen Wasserstand und Abflussmessungen, eine Separierung des Basisabflusses vom Gesamtabfluss etc., liegen aber derzeit noch zu wenige Daten für statistische Auswertungen vor. Sie werden im Laufe der weiteren Datenaufzeichnungen im Rahmen des Pumpversuchs und des Wiederanstiegs generiert.

8 Grundwasserüberwachung (qualitativ)

8.1 Umfang der Grundwasseranalytik gemäß Durchführungsplan

Zur Überwachung des qualitativen Zustands des Grundwasservorkommens sowie der Veränderungen im Grundwassersystem soll ein Grundwasser-Monitoring in den Brunnen und Grundwassermessstellen des Gewinnungsgebiets Lengerich-Handrup durchgeführt werden:

- Beprobung und Analytik der Wässer in den Peilrohren der Brunnen (flach und tief) vor Beginn und nach Ende des Pumpversuchs
- Beprobung und Analytik der Wässer in den Brunnen bzw. im Förderstrom während des Pumpversuchs
- Beprobung und Analytik der Wässer in den Vorfeldmessstellen⁵, (siehe Abbildung 27):
 - ML 1 214 (1. GWL) + ML 3 214 (3. GWL)
 - ML 1 211 (1. GWL) + ML 3 211 (3. GWL)
 - ML 1 209 (1. GWL) + ML 3 209 (3. GWL)
 - ML 1 203 (1. GWL) + ML 3 203 (3. GWL)
 - ML 1 208 (1. GWL) + ML 3 208 (3. GWL)
 - ML 1 218 (1. GWL) + ML 2 218 (2. GWL) + ML 3 218 (3. GWL)
 - ML 1 206 (1. GWL) + ML 3 206 (3. GWL)

Die Untersuchung der Rohwässer der Brunnen soll vor Beginn des Pumpversuchs (Phase A) sowie nach Pumpversuchsende (Phase E) in den Peilrohren der Brunnen (jeweils flach und tief) – **Zeitpunkte (1), (2), (9)** erfolgen.

Aus dem Förderstrom der Brunnen soll eine Probenahme halbjährlich, jeweils ca. sechs Monate nach Beginn und zum Ende einer Pumpversuchsphase (Phasen B bis D) sowie nach Ende des Pumpversuchs (Phase E) - **Zeitpunkte (3), (4), (5), (6), (7), (8)** erfolgen.

Die Untersuchung der Grundwässer in den Vorfeldmessstellen vor Beginn des Pumpversuchs (Phase A) sowie jährlich, jeweils zum Ende einer Pumpversuchsphase (Phasen B bis D) sowie nach Ende des Pumpversuchs (Phase E) - **Zeitpunkte (1), (4), (6), (8), (9)** erfolgen.

Der Umfang der Analytik entspricht der bisherigen Standardanalytik des WVLL (Vor-Ort-Parameter, Hauptkationen und –anionen einschl. Eisen (gesamt), Mangan (gesamt) und Ammonium).

Zusätzlich werden die Proben aus den Förderbrunnen jeweils zum Ende der Phasen B bis D gemäß Parameterkatalog im RdErl. d. MU v. 20.03.2019 – 23-62003/051⁶ – analysiert - **Zeitpunkte (4), (6), (8)**.

⁵ Eine Differenzierung der Vorfeldmessstellen in „Vorwarnmessstellen“ und „Eintragsmessstellen“ ist im Rahmen des Pumpversuchs nicht sinnvoll, da die Förderzeit und damit die Fließstrecken des Grundwassers für eine solche Differenzierung zu kurz ist.

⁶ Der RdErl. d. MU v. 12.12.2012 – 23-62003/11 – wurde aktualisiert, sodass die Analytik gemäß des aktuell gültigen RdErl. d. MU v. 20.03.2019 – 23-62003/051 – durchgeführt wurde.

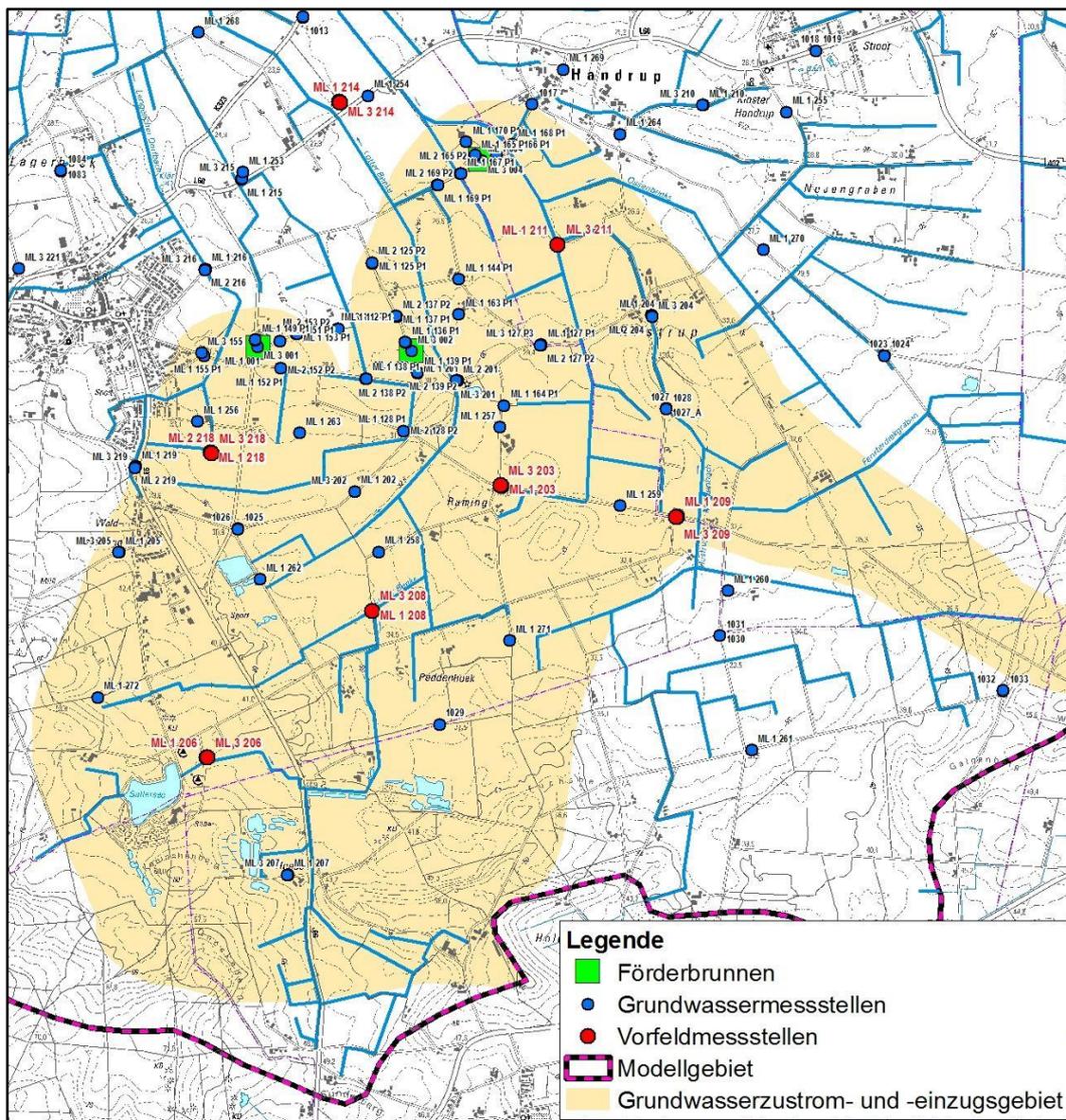


Abbildung 27: Lage der Vorfeldmessstellen

Der hydrochemische Ausgangszustand (Phase A) des Grundwassers zum Zeitpunkt Mai 2018 wurde im 1. Jahresbericht zum Durchführungsplan vorgestellt [U 15].

Der hydrochemische Ausgangszustand (Phase A) des Grundwassers wurde zudem im Juni 2019 untersucht. Nach Beginn des Pumpversuches erfolgte im Mai 2020 die erste Grundwasserprobenahme, die während der Durchführung des Pumpversuches entnommen wurde. Zudem wurde im August 2020 (Mitte Phase B) der Förderstrom der Brunnen analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen wurden im 2. Jahresbericht zum Durchführungsplan vorgestellt [U 15].

Die zweite Grundwasserprobenahme während der Durchführung des Pumpversuchs erfolgte im Februar 2021 (Ende Phase B) und die dritte Grundwasserprobenahme im August 2021 (Mitte Phase C). Der Förderstrom der Brunnen wurde ebenfalls im Februar 2021 (Ende Phase B) und August 2021 (Mitte Phase C) analysiert.

8.2 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich (Probenahme aus dem Förderstrom im Februar 2021)

Am 22.02.2021 wurde jeweils eine Zapf-/Schöpfprobe aus den drei Brunnen entnommen und vom Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH* gemäß Parameterkatalog des RdErl. d. MU v. 20.03.2019 – 23-62003/051⁷ – analysiert (entspricht Zeitpunkt (4)). Die Analysen entsprechen der Probenahme aus dem Förderstrom der Brunnen ca. 1 Jahr nach Pumpversuchsbeginn, d.h. zum Ende der ersten Phase des Pumpversuchs (Ende Phase B). Zuvor wurde der Förderstrom erstmalig im August 2020 (Mitte Phase B, Zeitpunkt (3)) analysiert und die Ergebnisse im 2. Jahresbericht zum Durchführungsplan dokumentiert **[U 15]**. In Abbildung 28 und Abbildung 29 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und -anionen im Rohwasser der Brunnen im Februar 2021 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter der Rohwasseranalysen sind in Tabelle 10 aufgelistet.

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) **[U 28]**. Deshalb werden die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. Da die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nur für ausgewählte Parameter festgelegt wurden, erfolgt für eine weitere Auswertung eine Gegenüberstellung mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung **[U 27]**. Generell können Rohwasseranalysen nicht direkt mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verglichen werden, weil die Trinkwasserverordnung nur für das abgegebene Trinkwasser (= Reinwasser, Reinmischwasser) gilt. Deshalb stellen diese Grenzwerte nur eine Orientierungsgröße dar, die zu Vergleichswecken herangezogen wird, aber nicht rechtlich verbindlich ist.

⁷ Der RdErl. d. MU v. 12.12.2012 – 23-62003/11 – wurde aktualisiert, so dass die Analytik gemäß dem aktuell gültigen RdErl. d. MU v. 20.03.2019 – 23-62003/051 – durchgeführt wurde.

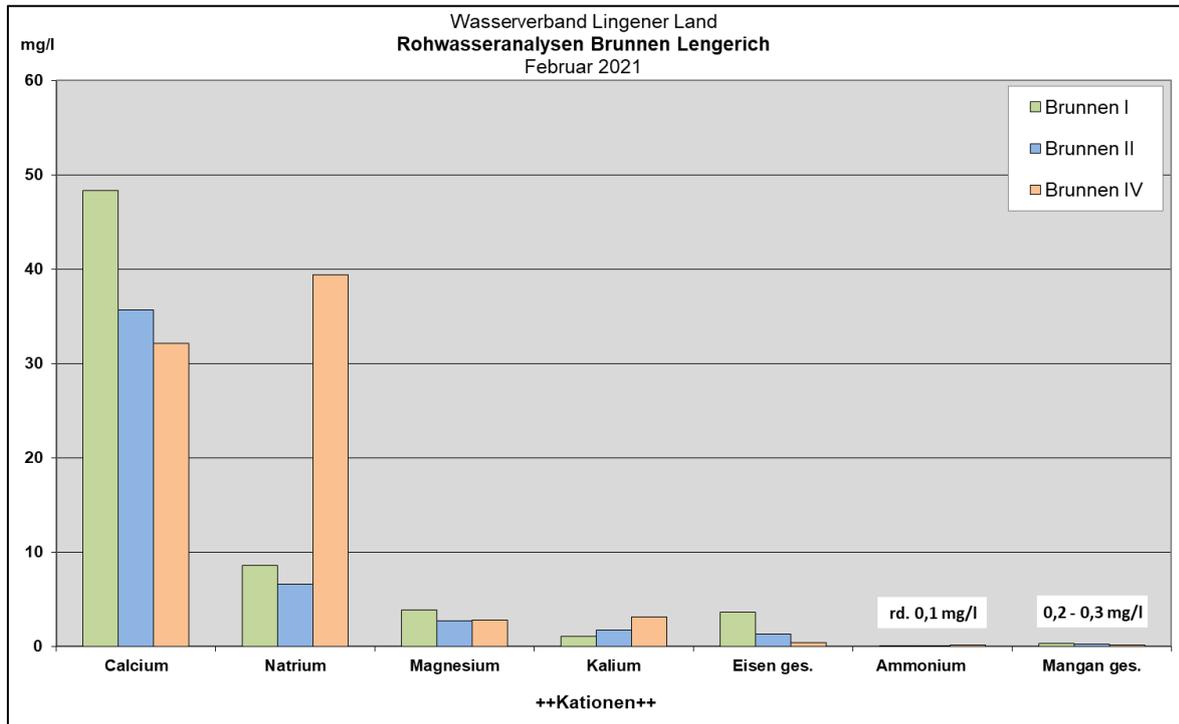
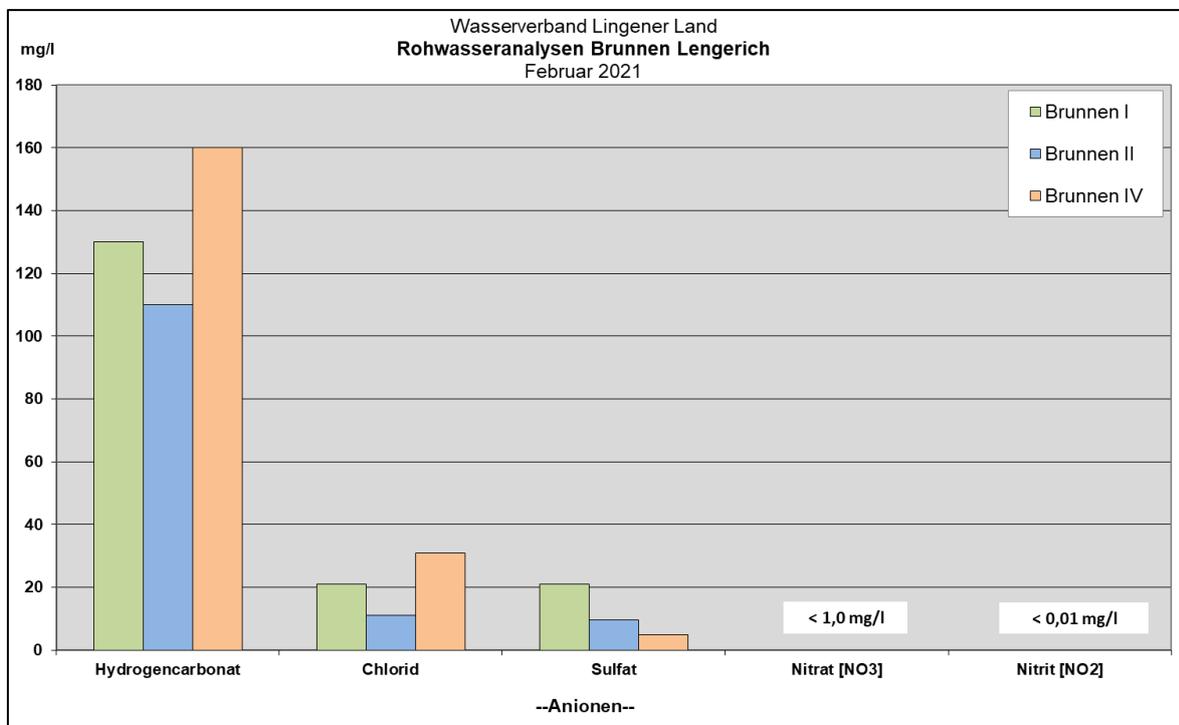

Abbildung 28: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im Februar 2021.

Abbildung 29: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im Februar 2021.

Tabelle 10: Übersicht der Rohwasseranalysen der Förderbrunnen im Februar 2021; fettgedruckte Zahlen: Konzentrationen über dem Schwellenwert der GrwV bzw. über dem Grenzwert der TrinkwV (TrinkwV nur für Reinwasser rechtlich verbindlich, daher nur zur Orientierung angegeben)

Parameter	Einheit	Schwellenwert GrwV	Grenzwert TrinkwV	Brunnen I	Brunnen II	Brunnen IV
Probenahme am 22.02.2021 (Zapf-/Schöpfprobe)						
Wassertemperatur	[°C]			10,8	11,0	11,5
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,43	7,64	7,85
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	300	218	330
Sauerstoff	[mg/l]			1,8	2,8	3,0
Gesamthärte	[°dH]			7,66	5,62	5,14
Calcium	[mg/l]			48,3	35,7	32,1
Magnesium	[mg/l]			3,9	2,7	2,8
Kalium	[mg/l]			1,1	1,7	3,1
Natrium	[mg/l]		200	8,6	6,6	39,4
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	3,62	1,27	0,379
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	0,293	0,214	0,190
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,07	0,08	0,12
Aluminium	[mg/l]		0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chlorid	[mg/l]	250	250	21	11	31
Sulfat	[mg/l]	250	250	21	9,6	4,9
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			2,2	1,9	2,6
Hydrogencarbonat	[mg/l]			130	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,022	0,078	0,833
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			1,9	< 1	1,1
AOX	[mg/l]			< 0,01	< 0,01	< 0,01
Koloniezahl bei 22°C	KBE/1 ml			0	0	0
Koloniezahl bei 36°C	KBE/1 ml			0	0	0
Colliforme Keime	KBE/100 ml		0	0	0	0
Escherichia coli	KBE/100 ml		0	0	0	0

Die Ergebnisse der Rohwasseranalysen der Brunnen aus dem Februar 2021 lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem neutralen Niveau mit pH-Werten zwischen 7,43 (Br. I) und 7,85 (Br. IV).

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 218 µS/cm (Br. II) und 330 µS/cm (Br. IV). Die elektrischen Leitfähigkeiten liegen auf einem niedrigen Niveau.

Das dominierende Kation ist bei den Brunnen I und II Calcium mit Konzentrationen von 48,3 mg/l bzw. 35,7 mg/l. Die Natriumkonzentrationen sind dagegen mit 8,6 mg/l bzw. 6,6 mg/l deutlich geringer. Beim Brunnen IV ist die Natriumkonzentration im Vergleich dazu mit 39,4 mg/l deutlich höher und damit sogar etwas höher als die Calciumkonzentration mit 32,1 mg/l. Beim Brunnen IV sind folglich sowohl Natrium als auch Calcium als dominierende Kationen zu bewerten. Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen sind in allen drei Brunnen mit 2,7 - 3,9 mg/l Magnesium bzw. 1,1 - 3,1 mg/l Kalium von untergeordneter Bedeutung.

Generell zeigen die Rohwässer der Förderbrunnen erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen auf. Die hier zur Orientierung herangezogenen Grenzwerte der TrinkwV (Eisen: 0,2 mg/l, Mangan: 0,05 mg/l) werden überschritten (in der GrwV sind keine Schwellenwerte für Eisen und Mangan festgelegt). Die Schwankungsbreite beträgt für Eisen 0,379 mg/l (Br. IV) bis 3,62 mg/l (Br. I). Die höchsten Eisenkonzentrationen sind im Brunnen I zu verzeichnen. Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,190 mg/l (Br. IV) bis 0,293 mg/l (Br. I). Damit stammt die höchste Mangankonzentration ebenfalls aus Brunnen I.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,07 mg/l (Br. I) bis 0,12 mg/l (Br. IV). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird in allen Proben unterschritten.

Das entnommene Rohwasser bedarf aufgrund der Eisen-, Mangan- und ggf. auch Ammoniumkonzentrationen oberhalb des jeweiligen TrinkwV-Grenzwertes einer Aufbereitung, bevor es als Trinkwasser zu ge- und verbrauchen ist.

Das Hauptanion ist bei den Brunnen Hydrogencarbonat mit Konzentrationen von 110 mg/l (Br. II) bis 160 mg/l (Br. IV). Das Niveau der Sulfatkonzentrationen der Brunnen ist dagegen deutlich niedriger. Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich zwischen 4,9 mg/l (Br. IV) und 21 mg/l (Br. I). Die Chloridkonzentrationen variieren von 11 mg/l (Br. II) bis 31 mg/l (Br. IV).

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) beim Brunnen IV mit 0,833 mg/l überschritten. Bei den Brunnen I und II ist die ortho-Phosphat-Konzentration mit 0,022 mg/l bzw. 0,078 mg/l vergleichsweise gering.

Die Nitrat- und Nitritkonzentrationen liegen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen von 1 mg/l bzw. 0,01 mg/l.

Die Gesamthärte schwankt bei den Brunnen zwischen 5,14 °dH (Br. IV) und 7,66 °dH (Br. I). Zieht man das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz **[U 29]** zur Orientierung heran, können die Rohwässer der Brunnen dem Härtebereich „weich“ (< 8,4 °dH) zugeordnet werden.

Die Konzentration des Parameters Aluminium liegt bei allen drei Brunnen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l.

Für den Parameter DOC wurde die Bestimmungsgrenze von 1,0 mg/l beim Brunnen II unterschritten. Bei Brunnen I und Brunnen IV wurden geringe Gehalte von bis zu 1,9 mg/l ermittelt.

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) lag bei allen drei Brunnen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/l.

Im Rahmen der Rohwasseranalytik wurden mikrobiologische Parameter untersucht. Coliforme Keime, Escherichia Coli und Koloniezahlen bei 22 °C bzw. 36 °C wurden nicht nachgewiesen.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 30 können die analysierten Wässer nach FURTAK & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im Februar 2021 um:

- Normal erdalkalische Wässer – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld a im PIPER-Diagramm): Brunnen I, Brunnen II
- Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld d im PIPER-Diagramm): Brunnen IV

Die Einstufung in zwei verschiedene Wassertypen ist darauf zurückzuführen, dass in den Brunnen I und II Calcium als dominierendes Kation vorkommt. Im Brunnen IV tritt dagegen neben Calcium auch Natrium als dominierendes Kation auf, wodurch beide Kationen den Wassertyp des Brunnens IV prägen.

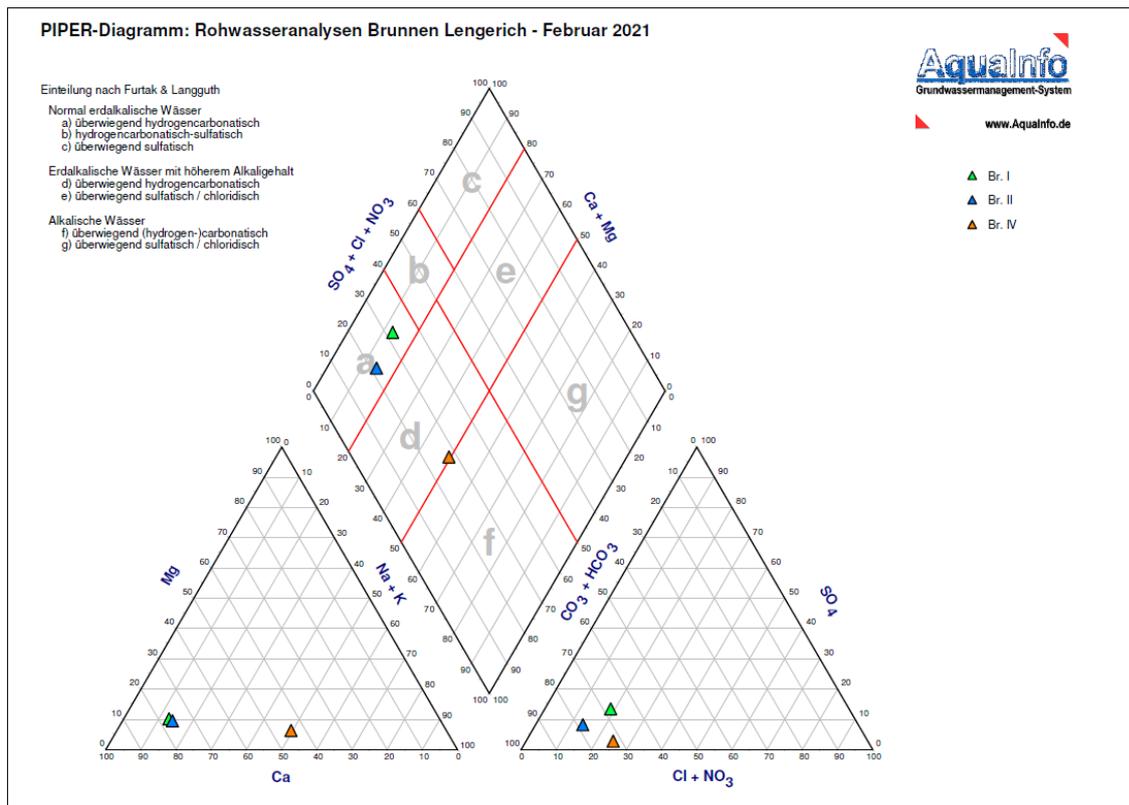


Abbildung 30: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der Brunnen Lengerich im Februar 2021

Insgesamt erfüllt die hydrochemische Beschaffenheit des geförderten Rohwassers weitestgehend die Anforderungen der TrinkwV. Lediglich die Konzentrationen der Parameter Eisen und Mangan überschreiten die jeweiligen Grenzwerte der TrinkwV und deuten damit auf eine erforderliche Aufbereitung hin, um Trinkwasserqualität zu erhalten.

Der Förderstrom der Brunnen wurde im Februar 2021, nach der erstmaligen Beprobung im August 2020, zum zweiten Mal beprobt.

Für eine weiterführende Bewertung der Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf der bisherigen Phasen des Pumpversuchs wurde die im August 2021 erfolgte dritte Beprobung mitberücksichtigt. Diese Ergebnisse werden im folgenden Kapitel 8.3 vorgestellt und anschließend im Kapitel 8.4 im Hinblick auf Entwicklungstendenzen bewertet.

8.3 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich (Probenahme aus dem Förderstrom im August 2021)

Die dritte Zapf-/Schöpfprobe aus den drei Brunnen wurde am 03./04.08.2021 entnommen und vom Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH* analysiert (entspricht Zeitpunkt (5)). Die Analysen entsprechen der Probenahme aus dem Förderstrom der Brunnen ca. 1,5 Jahre nach Pumpversuchsbeginn, d.h. zur Mitte der zweiten Phase des Pumpversuchs (Mitte Phase C). In Abbildung 31 und Abbildung 32 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und Hauptanionen im Rohwasser der Brunnen im August 2021 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter der Rohwasseranalysen sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) [U 28]. Deshalb werden die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. Da die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nur für ausgewählte Parameter festgelegt wurden, erfolgt für eine weitere Auswertung eine Gegenüberstellung mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung [U 27]. Generell können Rohwasseranalysen nicht direkt mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verglichen werden, weil die Trinkwasserverordnung nur für das abgegebene Trinkwasser (= Reinwasser, Reinmischwasser) gilt. Deshalb stellen diese Grenzwerte nur eine Orientierungsgröße dar, die zu Vergleichszwecken herangezogen wird, aber nicht rechtlich verbindlich ist.

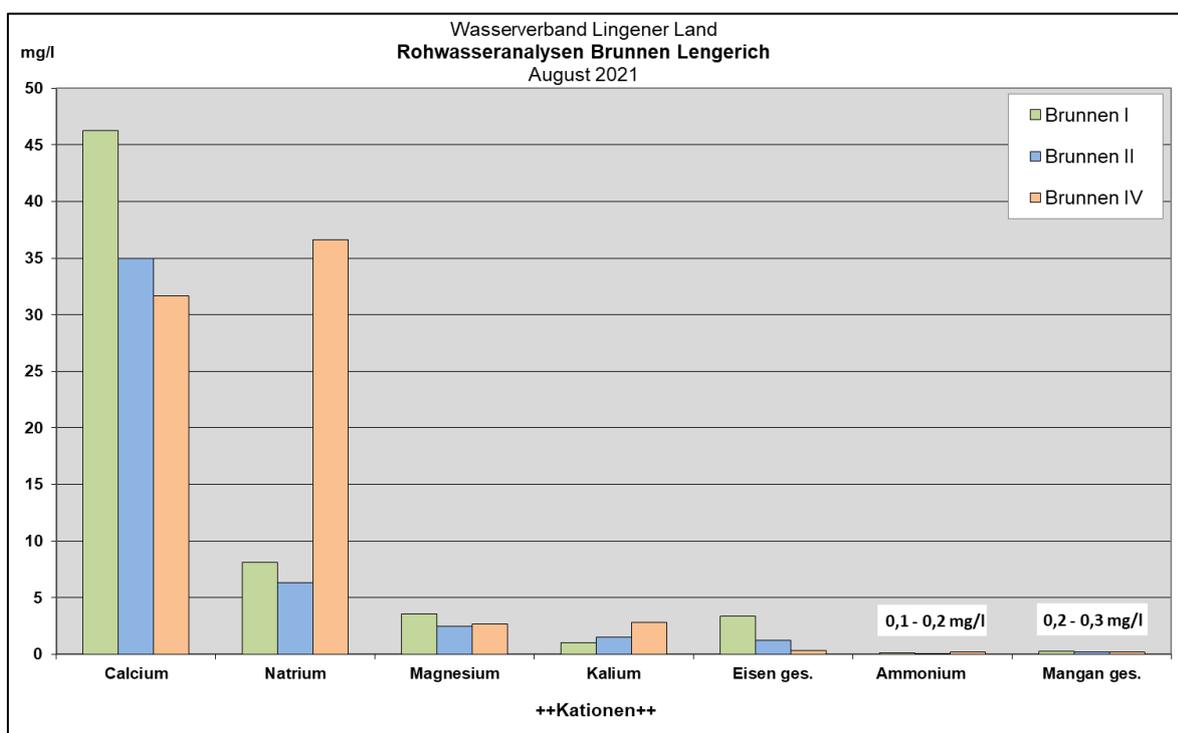
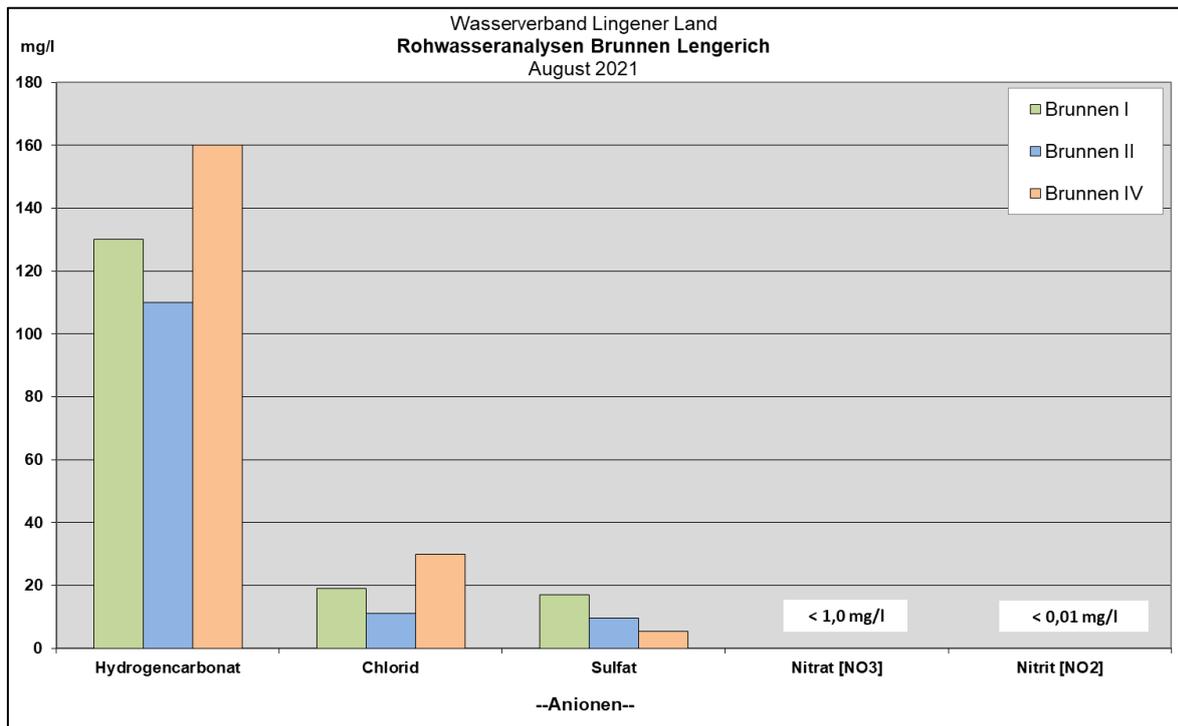


Abbildung 31: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im August 2021.


Abbildung 32: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im August 2021.
Tabelle 11: Übersicht der Rohwasseranalysen der Förderbrunnen im August 2021; fettgedruckte Zahlen: Konzentrationen über dem Schwellenwert der GrwV bzw. über dem Grenzwert der TrinkwV (TrinkwV nur für Reinwasser rechtlich verbindlich, daher nur zur Orientierung angegeben)

Parameter	Einheit	Schwellenwert GrwV	Grenzwert TrinkwV	Brunnen I	Brunnen II	Brunnen IV
Probenahme am 03./04.08.2021 (Zapf-/Schöpfprobe)						
Wassertemperatur	[°C]			12,5	12,0	12,5
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,44	7,68	7,77
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	289	219	326
Sauerstoff	[mg/l]			1,9	3,5	2,8
Gesamthärte	[°dH]			7,31	5,47	5,06
Calcium	[mg/l]			46,3	35,0	31,7
Magnesium	[mg/l]			3,6	2,5	2,7
Kalium	[mg/l]			1,0	1,5	2,8
Natrium	[mg/l]		200	8,1	6,3	36,6
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	3,37	1,20	0,360
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	0,276	0,204	0,180
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,13	0,09	0,17
Aluminium	[mg/l]		0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chlorid	[mg/l]	250	250	19	11	30
Sulfat	[mg/l]	250	250	17	9,7	5,3
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			2,2	1,9	2,6
Hydrogencarbonat	[mg/l]			130	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,037	0,076	0,870
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			1,4	< 1	1,1
AOX	[mg/l]			0,01	< 0,01	0,01
Koloniezahl bei 22°C	KBE/1 ml			0	4	2
Koloniezahl bei 36°C	KBE/1 ml			2	2	0
Coliforme Keime	KBE/100 ml		0	0	0	0
Escherichia coli	KBE/100 ml		0	0	0	0

Die Ergebnisse der Rohwasseranalysen der Brunnen aus dem August 2021 lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem neutralen Niveau mit pH-Werten zwischen 7,44 (Br. I) und 7,77 (Br. IV).

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 219 µS/cm (Br. II) und 326 µS/cm (Br. IV). Die elektrischen Leitfähigkeiten liegen auf einem niedrigen Niveau.

Das dominierende Kation ist bei den Brunnen I und II Calcium mit Konzentrationen von 46,3 mg/l bzw. 35,0 mg/l. Die Natriumkonzentrationen sind dagegen mit 8,1 mg/l bzw. 6,3 mg/l deutlich geringer. Beim Brunnen IV ist die Natriumkonzentration im Vergleich dazu mit 36,6 mg/l deutlich höher und damit sogar etwas höher als die Calciumkonzentration mit 31,7 mg/l. Beim Brunnen IV sind folglich sowohl Natrium als auch Calcium als dominierende Kationen zu bewerten. Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen sind in allen drei Brunnen mit 2,5 - 3,6 mg/l Magnesium bzw. 1,0 - 2,8 mg/l Kalium von untergeordneter Bedeutung.

Generell zeigen die Rohwässer der Förderbrunnen erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen auf. Die hier zur Orientierung herangezogenen Grenzwerte der TrinkwV (Eisen: 0,2 mg/l, Mangan: 0,05 mg/l) werden überschritten (in der GrwV sind keine Schwellenwerte für Eisen und Mangan festgelegt). Die Schwankungsbreite beträgt für Eisen 0,360 mg/l (Br. IV) bis 3,37 mg/l (Br. I). Die höchsten Eisenkonzentrationen sind im Brunnen I zu verzeichnen. Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,180 mg/l (Br. IV) bis 0,276 mg/l (Br. I). Damit stammt die höchste Mangankonzentration ebenfalls aus Brunnen I.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,09 mg/l (Br. II) bis 0,17 mg/l (Br. IV). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird in allen Proben unterschritten.

Das entnommene Rohwasser bedarf aufgrund der Eisen-, Mangan- und ggf. auch Ammoniumkonzentrationen oberhalb des jeweiligen TrinkwV-Grenzwertes einer Aufbereitung, bevor es als Trinkwasser zu ge- und verbrauchen ist.

Das Hauptanion ist bei den Brunnen Hydrogencarbonat mit Konzentrationen von 110 mg/l (Br. II) bis 160 mg/l (Br. IV). Das Niveau der Sulfatkonzentrationen der Brunnen ist dagegen deutlich niedriger. Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich zwischen 5,3 mg/l (Br. IV) und 17 mg/l (Br. I). Die Chloridkonzentrationen variieren von 11 mg/l (Br. II) bis 30 mg/l (Br. IV).

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) beim Brunnen IV mit 0,870 mg/l überschritten. Bei den Brunnen I und II ist die ortho-Phosphat-Konzentration mit 0,037 mg/l bzw. 0,076 mg/l vergleichsweise gering.

Die Nitrat- und Nitritkonzentrationen liegen unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen von 1 mg/l bzw. 0,01 mg/l.

Die Gesamthärte schwankt bei den Brunnen zwischen 5,06 °dH (Br. IV) und 7,31 °dH (Br. I). Zieht man das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz **[U 29]** zur Orientierung heran, können die Rohwässer der Brunnen dem Härtebereich „weich“ (< 8,4 °dH) zugeordnet werden.

Die Konzentration des Parameters Aluminium liegt bei allen drei Brunnen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l.

Für den Parameter DOC wurde die Bestimmungsgrenze von 1,0 mg/l beim Brunnen II unterschritten. Bei Brunnen I und Brunnen IV wurden geringe Gehalte von bis zu 1,4 mg/l ermittelt.

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) lag beim Brunnen II unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/l. Bei den Brunnen I und IV wurde jeweils ein geringer AOX-Gehalt von 0,01 mg/l festgestellt.

Im Rahmen der Rohwasseranalytik wurden mikrobiologische Parameter untersucht. Coliforme Keime und Escherichia Coli wurden nicht nachgewiesen. Bei den Brunnen wurden mit 2 - 4 KBE/ml geringe Befunde bei den Parametern Koloniezahl 22 °C bzw. 26 °C festgestellt.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 33 können die analysierten Wässer nach FURTAK & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im August 2021 um:

- Normal erdalkalische Wässer – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld a im PIPER-Diagramm): Brunnen I, Brunnen II
- Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld d im PIPER-Diagramm): Brunnen IV

Die Einstufung in zwei verschiedene Wassertypen ist darauf zurückzuführen, dass in den Brunnen I und II Calcium als dominierendes Kation vorkommt. Im Brunnen IV tritt dagegen neben Calcium auch Natrium als dominierendes Kation auf, wodurch beide Kationen den Wassertyp des Brunnen IV prägen.

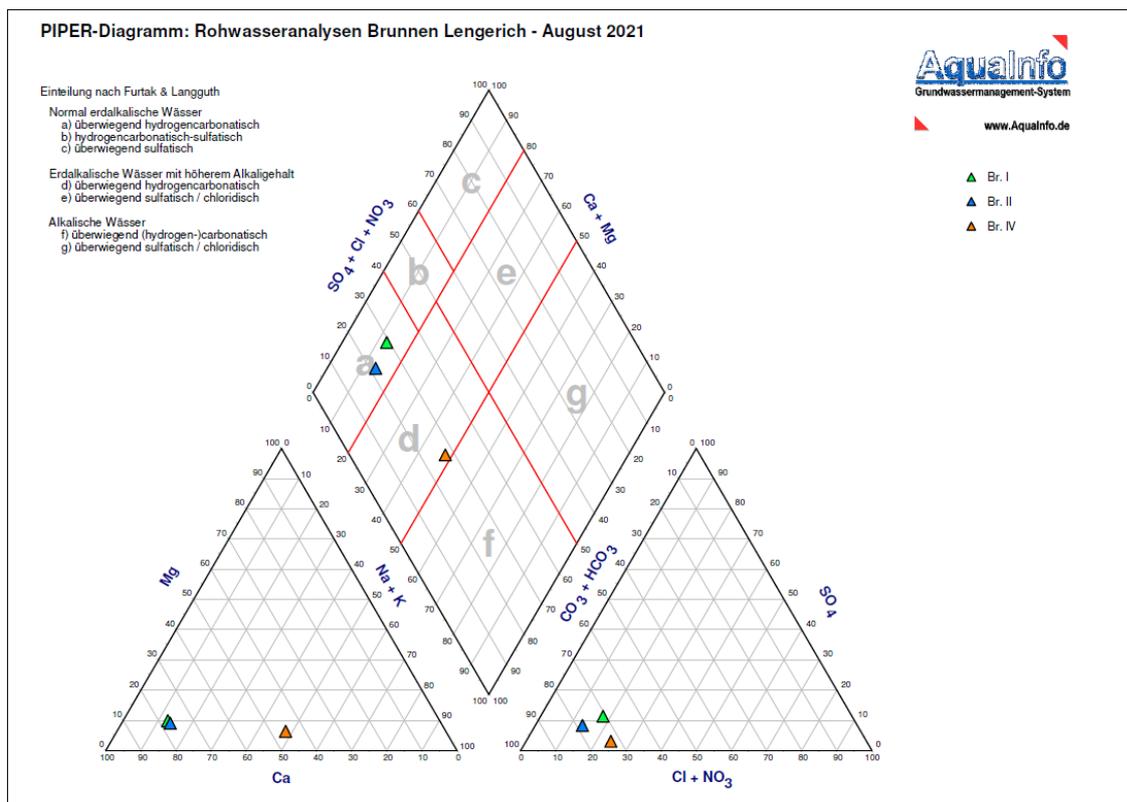


Abbildung 33: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der Brunnen Lengerich im August 2021

Insgesamt erfüllt die hydrochemische Beschaffenheit des geförderten Rohwassers weitestgehend die Anforderungen der TrinkwV. Lediglich die Konzentrationen der Parameter Eisen und Mangan überschreiten die jeweiligen Grenzwerte der TrinkwV und deuten damit auf eine erforderliche Aufbereitung hin, um Trinkwasserqualität zu erhalten.

8.4 Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf der Durchführung des Pumpversuchs (Probenahmen aus dem Förderstrom)

Der Förderstrom der Brunnen wurde während des Pumpversuchs bisher dreimal beprobt und analysiert. Die Probenahme erfolgt stets halbjährlich jeweils ca. sechs Monate nach Beginn und zum Ende einer Pumpversuchsphase. Die Ergebnisse der ersten Beprobung des Förderstroms zur Mitte der ersten Phase des Pumpversuchs wurden im 2. Jahresbericht zum Durchführungsplan ausführlich beschrieben [U 15]. In den vorangegangenen Kapiteln 8.2 und 8.3 wurden die Ergebnisse der zweiten und dritten Beprobung des Förderstroms der einzelnen Brunnen zum Ende der ersten Phase bzw. zur Mitte der zweiten Phase des Pumpversuchs vorgestellt. In diesem Kapitel wird nun die Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit des Förderstroms im Verlauf des Pumpversuchs vorgestellt. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass sich die Aussagen aktuell lediglich auf einen Zeitraum von rd. einem Jahr beziehen (Probenahmen: August 2020 – Februar 2021 – August 2021). Um einen längerfristigen Zeitraum betrachten zu können, sind weitere Probenahmen im Verlauf des Pumpversuchs gemäß dem in Kapitel 8.1 vorgestellten Umfang erforderlich. Auf diese Weise werden die im Folgenden vorgestellten Konzentrationsganglinien sukzessive um weitere Daten, die im Rahmen der Pumpversuchsdurchführung erhoben werden, ergänzt.

In Abbildung 34 bis Abbildung 38 sind die Ganglinien ausgewählter Parameter für den Zeitraum seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020 graphisch dargestellt. Die Entwicklung der ausgewählten Parameter wird im Folgenden ausführlicher beschrieben:

Die Rohwässer weisen mit elektrischen Leitfähigkeiten (20 °C) zwischen 216 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 338 $\mu\text{S}/\text{cm}$ eine geringe und überwiegend konstante Gesamtmineralisation auf (Abbildung 34). Bei Brunnen II sind die niedrigsten elektrischen Leitfähigkeiten zu verzeichnen. Die elektrischen Leitfähigkeiten der Brunnen I und IV liegen auf einem leicht höheren Niveau.

Die Chloridkonzentrationen der Brunnen zeigen ebenfalls ein relativ konstantes Niveau (Abbildung 34). Die höchsten Chloridkonzentrationen treten mit rd. 30 mg/l beim Brunnen IV auf. Die Chloridkonzentrationen des Brunnens II sind mit rd. 10 mg/l vergleichsweise gering. Beim Brunnen I ist eine leichte Abnahme der Chloridkonzentrationen von 23 mg/l im August 2020 auf 19 mg/l im August 2021 zu verzeichnen.

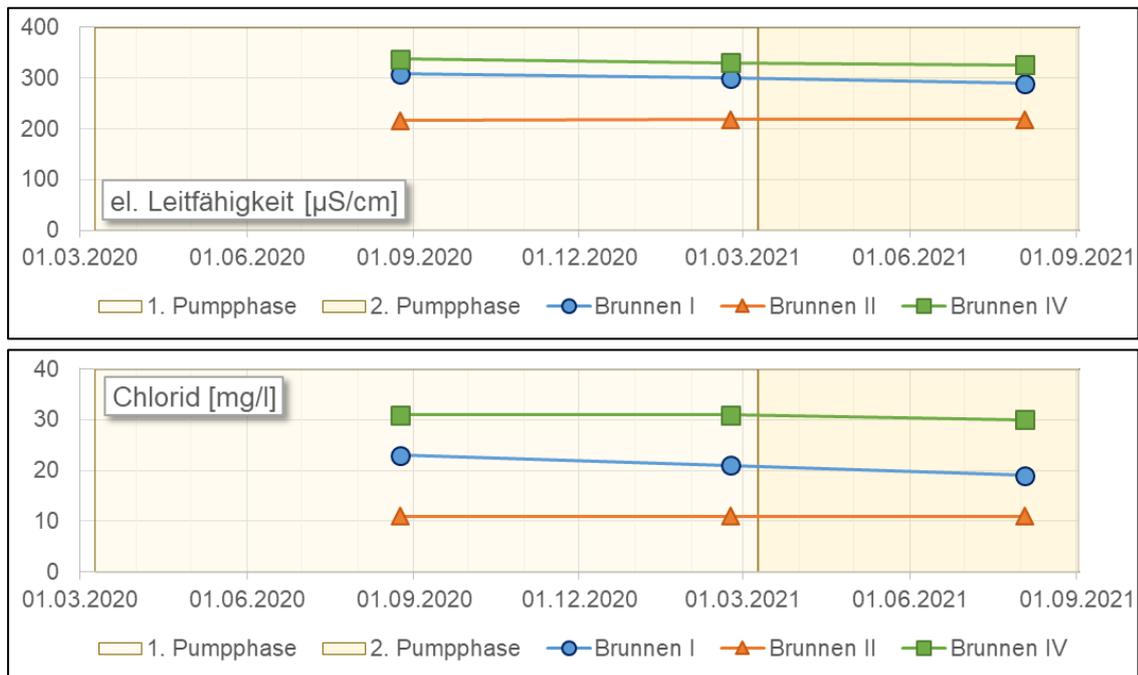


Abbildung 34: Entwicklung der elektrischen Leitfähigkeit und der Chloridkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020

Die Entwicklung der Sulfat- und Hydrogencarbonatkonzentrationen der Brunnen ist relativ konstant (Abbildung 35). Beim Brunnen I ist eine leichte Abnahme der Sulfatkonzentrationen von 22 mg/l im August 2020 auf 17 mg/l im August 2021 zu beobachten. Dieser Brunnen zeigt generell die höchsten Sulfatkonzentrationen der drei Brunnen. Die Sulfatkonzentrationen liegen bei allen drei Brunnen auf einem niedrigen Niveau. Beim Brunnen IV sind die Sulfatkonzentrationen mit rd. 5 mg/l sehr gering. Die Hydrogencarbonatkonzentrationen liegen mit 110 - 160 mg/l bei allen drei Brunnen auf einem deutlich höheren Niveau.

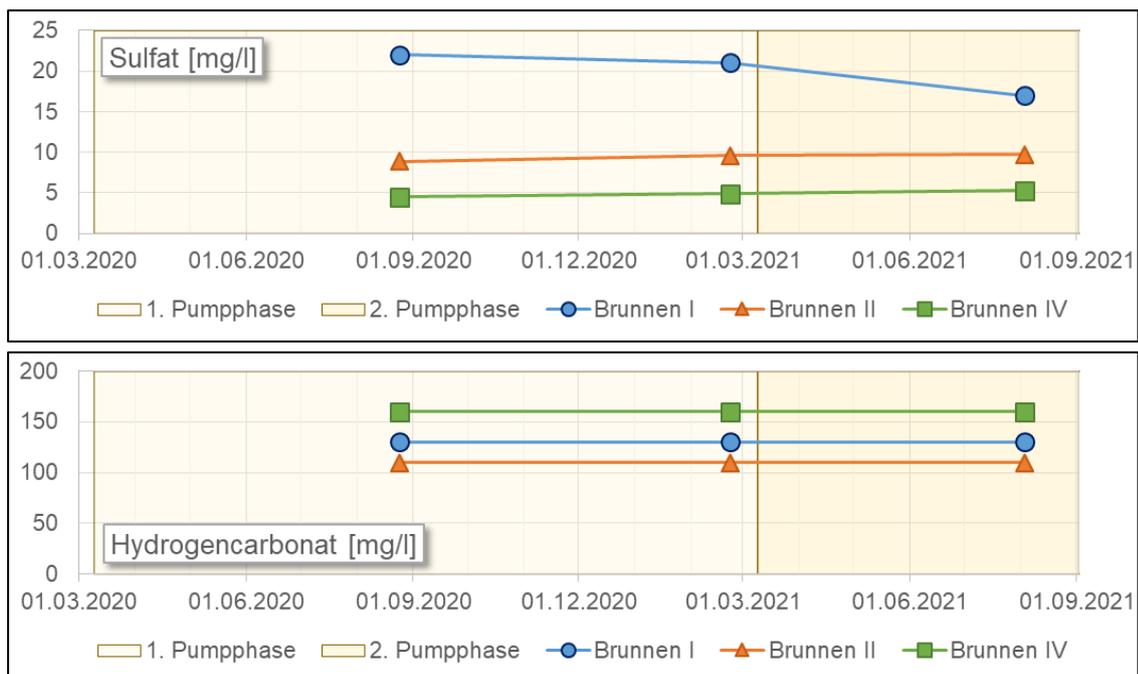


Abbildung 35: Entwicklung der Sulfat- und Hydrogencarbonatkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020

Auch bei den Kationen Calcium und Natrium sind seit Beginn des Pumpversuchs relativ konstante Konzentrationen aufgetreten (Abbildung 36). Bei Brunnen I sind im Vergleich zu den anderen beiden Brunnen die höchsten Calciumkonzentrationen vorhanden. Analog zu Chlorid und Sulfat zeigt Brunnen I auch bei Calcium eine leichte Abnahme von 50 mg/l im August 2020 auf 46 mg/l im August 2021. Die Natriumkonzentrationen sind dagegen beim Brunnen IV mit 37 - 39 mg/l am höchsten. Die Natriumkonzentrationen der Brunnen I und II sind mit 6 - 9 mg/l deutlich geringer.

Die Entwicklung der Eisen- und Mangankonzentrationen ist ebenfalls relativ konstant (Abbildung 37). Brunnen I zeigt mit rd. 3,37 - 3,62 mg/l die höchsten Eisenkonzentrationen und mit 0,276 - 0,293 mg/l zudem die höchsten Mangankonzentrationen. Die zur Orientierung herangezogenen Grenzwerte der TrinkwV (Eisen: 0,2 mg/l, Mangan: 0,05 mg/l) werden stets überschritten (in der GrwV sind keine Schwellenwerte für Eisen und Mangan festgelegt).

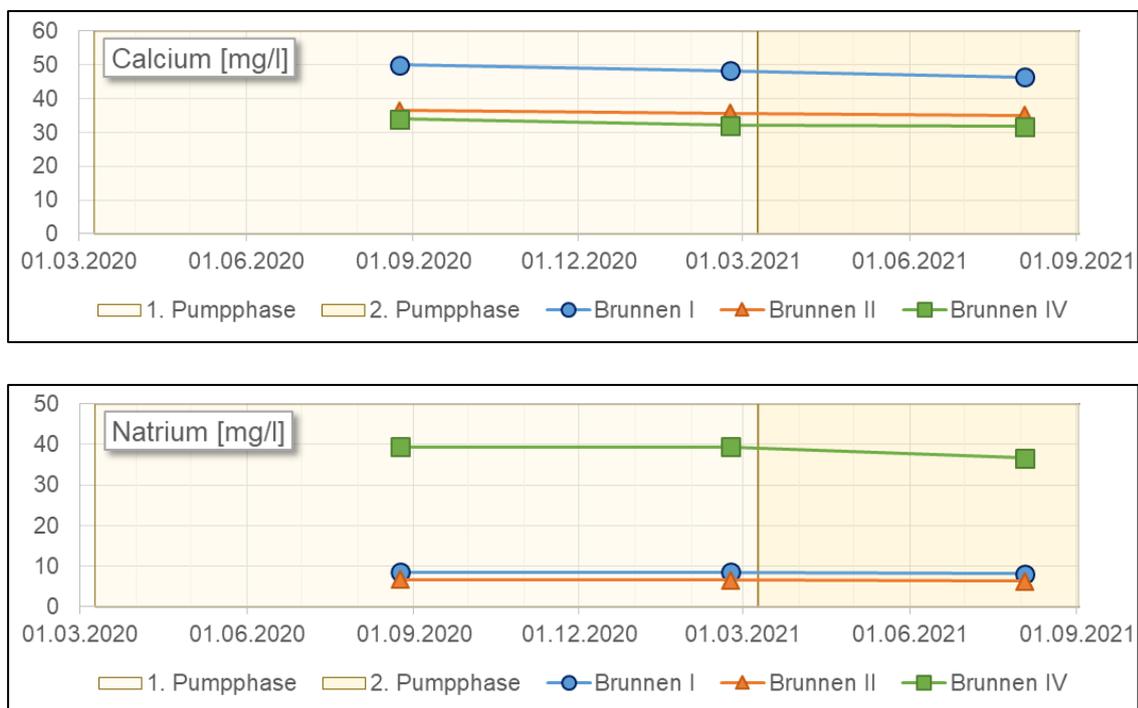


Abbildung 36: Entwicklung der Calcium- und Natriumkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020

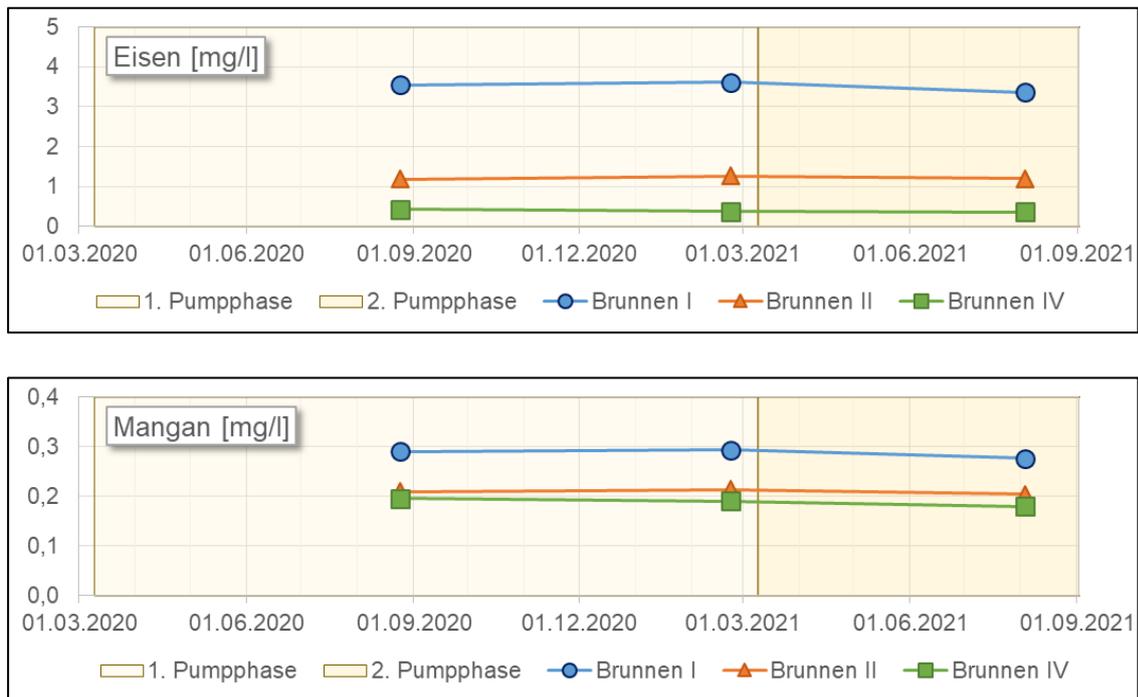


Abbildung 37: Entwicklung der Eisen- und Mangankonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020

Bei den Ammoniumkonzentrationen zeigen die drei Brunnen von August 2020 bis Februar 2021 zunächst eine leichte Abnahme, im August 2021 steigen die Ammoniumkonzentrationen dann wieder leicht an (Abbildung 38). Generell liegen die Ammoniumkonzentrationen mit rd. 0,1 - 0,2 mg/l auf einem niedrigen Niveau. Die Nitratkonzentrationen der Brunnen liegen stets unterhalb der Bestimmungsgrenze.

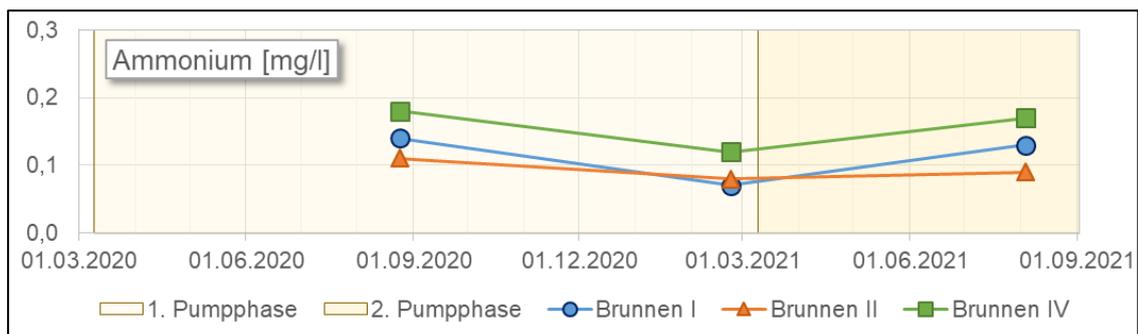


Abbildung 38: Entwicklung der Ammoniumkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020

Anhand des analysierten Förderstroms der Brunnen im August 2020, Februar 2021 sowie August 2021 sind keine hydrochemischen Auffälligkeiten festzustellen, welche auf Veränderungen als Folge des Pumpversuches hindeuten. Vielmehr zeigen die Analyseergebnisse weitestgehend konstante Konzentrationen, die zudem auf einem generell niedrigen Niveau liegen.

8.5 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich, Peilrohre (Februar 2021)

In den Peilrohren der Brunnen wurde das Rohwasser vor Beginn des Pumpversuchs untersucht (Phase A). Gemäß dem Durchführungsplan zur Beweissicherung sollen die Peilrohre der Brunnen erneut nach Ende des Pumpversuchs beprobt und analysiert werden (Phase E). Im Mai 2020 wurden die Rohwässer in den Peilrohren der Brunnen (jeweils flach und tief) zusätzlich zu dem in Kapitel 8.1 beschriebenen Untersuchungsumfang beprobt und analysiert. Am 22.02.2021 erfolgte die zweite Probenahme und Analytik der Brunnenpeilrohre während der Durchführung des Pumpversuchs durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH*. Auch diese Untersuchung der Rohwässer in den Peilrohren der Brunnen zum Ende der Phase B erfolgte zusätzlich zu dem in Kapitel 8.1 beschriebenen Untersuchungsumfang. Die Analysen der flachen sowie der tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV geben jeweils die Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen in den untersuchten Teufen wieder. In Abbildung 39 und Abbildung 40 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre im Februar 2021 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter dieser Rohwasseranalysen sind zudem in Tabelle 12 aufgelistet.

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) **[U 28]**. Deshalb werden die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. Da die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nur für ausgewählte Parameter festgelegt wurden, erfolgt für eine weitere Auswertung eine Gegenüberstellung mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung **[U 27]**. Generell können Rohwasseranalysen nicht direkt mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verglichen werden, weil die Trinkwasserverordnung nur für das abgegebene Trinkwasser (= Reinwasser, Reinmischwasser) gilt. Deshalb stellen diese Grenzwerte nur eine Orientierungsgröße dar, die zu Vergleichszwecken herangezogen wird, aber nicht rechtlich verbindlich ist.

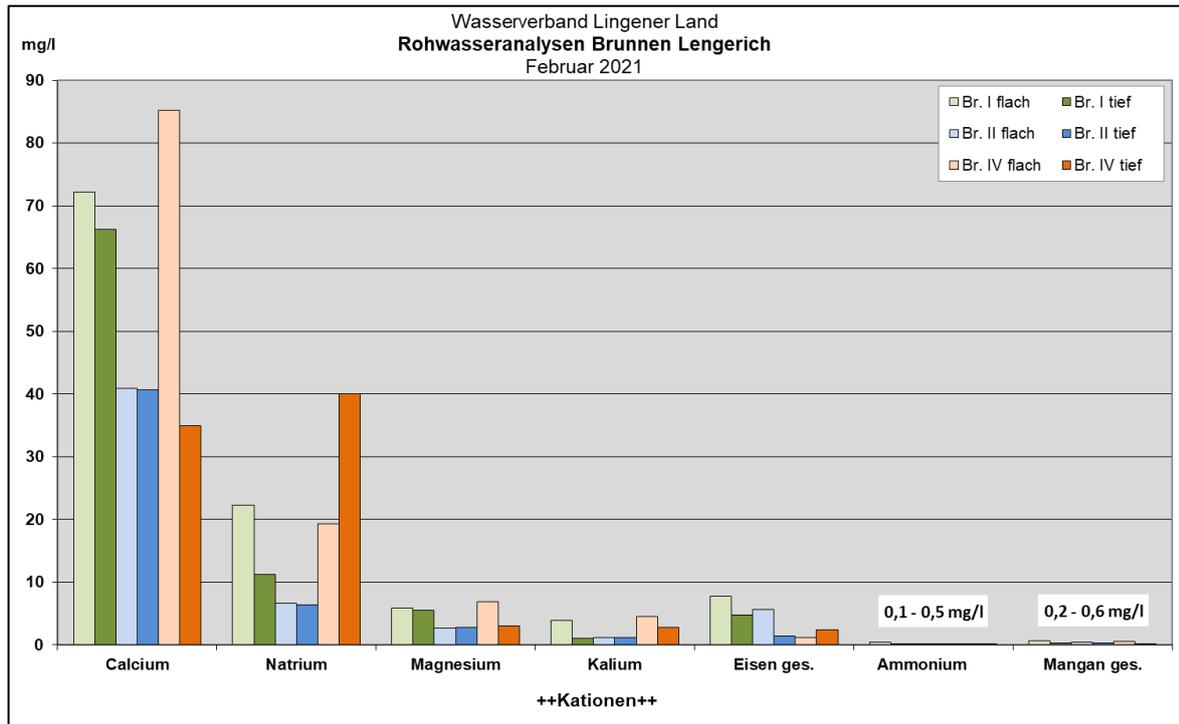


Abbildung 39: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im Februar 2021.

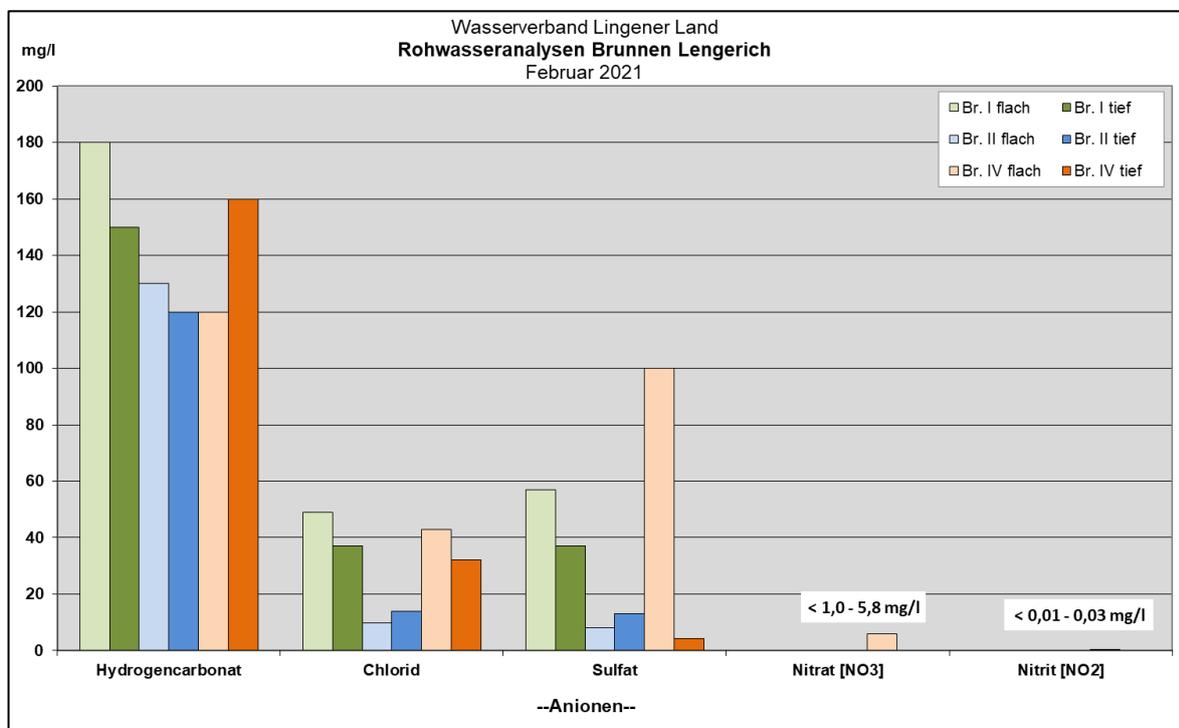


Abbildung 40: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im Februar 2021.

Tabelle 12: Übersicht der Rohwasseranalysen der Brunnenpeilrohre im Februar 2021; fettgedruckte Zahlen: Konzentrationen über dem Schwellenwert der GrwV bzw. über dem Grenzwert der TrinkwV (TrinkwV nur für Reinwasser rechtlich verbindlich, nur zur Orientierung angegeben)

Parameter	Einheit	Schwellenwert GrwV	Grenzwert TrinkwV	Br. I flach	Br. II flach	Br. IV flach	Br. I tief	Br. II tief	Br. IV tief
Probenahme				22.02.2021	22.02.2021	22.02.2021	22.02.2021	22.02.2021	22.02.2021
Wassertemperatur	[°C]			11,2	10,9	11,9	10,7	10,8	11,1
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,13	7,61	7,41	7,33	7,60	7,72
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	537	227	534	384	236	331
Sauerstoff	[mg/l]			0,4	1,8	6,8	0,3	1,6	0,8
Gesamthärte	[°dH]			11,5	6,35	13,5	10,5	6,34	5,58
Calcium	[mg/l]			72,2	40,9	85,2	66,2	40,7	34,9
Magnesium	[mg/l]			5,9	2,7	6,9	5,5	2,8	3,0
Kalium	[mg/l]			3,9	1,2	4,5	1,1	1,2	2,8
Natrium	[mg/l]		200	22,3	6,6	19,3	11,2	6,4	40,0
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	7,78	5,70	1,23	4,75	1,43	2,47
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	0,640	0,385	0,582	0,296	0,261	0,177
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,48	0,11	0,10	0,09	0,08	0,19
Aluminium	[mg/l]		0,2	0,151	0,334	0,950	< 0,005	< 0,005	0,294
Chlorid	[mg/l]	250	250	49	9,7	43	37	14	32
Sulfat	[mg/l]	250	250	57	8,2	100	37	13	4,4
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			2,9	2,1	2,0	2,5	1,9	2,7
Hydrogencarbonat	[mg/l]			180	130	120	150	120	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,023	0,476	0,289	0,011	0,051	0,855
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	5,8	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			4,4	1,3	4,7	3,1	1,3	1,7
AOX	[mg/l]			0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01

Die Ergebnisse der Rohwasseranalysen der Brunnenpeilrohre aus dem Februar 2021 lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem neutralen bis basischen Niveau mit pH-Werten zwischen 7,13 (Br. I flach) und 7,72 (Br. IV tief).

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 227 µS/cm (Br. II flach) und 537 µS/cm (Br. I flach). Die elektrischen Leitfähigkeiten liegen nach wie vor auf einem niedrigen Niveau.

Das dominierende Kation ist bei den Brunnen Calcium mit Konzentrationen von 34,9 - 85,2 mg/l. Der Brunnen IV flach zeigt mit 85,2 mg/l die höchste Calciumkonzentration. Beim Brunnen IV tief ist dagegen mit 34,9 mg/l eine deutlich niedrigere Calciumkonzentration zu beobachten. Die beiden Peilrohre des Brunnens IV zeigen somit deutlich abweichende Calciumkonzentrationen. Beim Brunnen IV tief liegt die Natriumkonzentration mit 40 mg/l auf dem höchsten Niveau der Brunnenpeilrohre. Bei den übrigen Peilrohren sind die Natriumkonzentrationen mit 6,4 - 22,3 mg/l deutlich geringer. Neben Calcium tritt somit auch Natrium beim Brunnen IV tief als dominierendes Kation auf. Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen sind in allen drei Brunnen mit 2,7 - 6,9 mg/l Magnesium bzw. 1,1 - 4,5 mg/l Kalium nach wie vor von untergeordneter Bedeutung.

Generell weisen die Rohwässer der Förderbrunnen erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen auf. Die hier zur Orientierung herangezogenen Grenzwerte der TrinkwV (Eisen: 0,2 mg/l, Mangan: 0,05 mg/l) werden überschritten (in der GrwV sind keine Schwellenwerte für Eisen und Mangan festgelegt). Die Schwankungsbreite beträgt für Eisen 1,23 mg/l (Br. IV flach) bis 7,78 mg/l (Br. I flach). Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,177 mg/l (Br. IV tief) bis 0,640 mg/l (Br. I flach). Damit ist die höchste Eisen- sowie Mangankonzentration im flachen Peilrohr des Brunnens I aufgetreten, analog zur Situation vor Beginn des Pumpversuchs.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,08 mg/l (Br. II tief) bis 0,48 mg/l (Br. I flach). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird in allen Proben analog zu den beiden vorangegangenen Probenahmen unterschritten. Im Brunnen I flach wurde der Schwellenwert mit einem Messwert von 0,48 mg/l allerdings nur knapp unterschritten. Bei der Probenahme im Mai 2018 wurde der Schwellenwert am Br. IV flach mit einer Konzentration von 1,4 mg/l überschritten. Bei den flachen Peilrohren der Brunnen ist folglich mit zeitweise erhöhten Ammoniumkonzentrationen zu rechnen.

Das entnommene Wasser bedarf aufgrund der Eisen-, Mangan- und zeitweise auch Ammoniumkonzentrationen oberhalb des jeweiligen TrinkwV-Grenzwertes einer Aufbereitung, bevor es als Trinkwasser zu ge- und verbrauchen ist.

Das Hauptanion ist bei den Brunnen Hydrogencarbonat mit Konzentrationen von 120 - 180 mg/l. Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich zwischen 4,4 mg/l (Br. IV tief) und 100 mg/l (Br. IV flach). Bei den beiden Peilrohren des Brunnens IV liegt die Sulfatkonzentration auf einem sehr unterschiedlichen Niveau. Während Sulfat beim tiefen Peilrohr des Brunnens IV von untergeordneter Bedeutung ist, prägt Sulfat beim flachen Peilrohr des Brunnens IV neben Hydrogencarbonat die Rohwasserbeschaffenheit. Die Chloridkonzentrationen variieren von 9,7 mg/l (Br. II flach) bis 49 mg/l (Br. I flach). Die Schwellenwerte der GrwV für Sulfat und Chlorid (jeweils 250 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) werden eingehalten.

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) beim tiefen Peilrohr des Brunnens IV mit 0,855 mg/l analog zur vorangegangenen Beprobung überschritten. Beim flachen Peilrohr des Brunnens II wurde der Schwellenwert mit 0,476 mg/l nur knapp unterschritten. Die übrigen Peilrohre zeigen mit 0,011 - 0,289 mg/l niedrigere ortho-Phosphat-Konzentrationen.

Die Nitrat- und Nitritkonzentrationen liegen überwiegend unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen von 1 mg/l bzw. 0,01 mg/l. Nur beim flachen Peilrohr des Brunnens IV wurden geringe Konzentrationen von 5,8 mg/l Nitrat bzw. 0,03 mg/l Nitrit festgestellt. Die Schwellenwerte der GrwV für Nitrat und Nitrit (50 mg/l bzw. 0,5 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) werden eingehalten.

Die Gesamthärte schwankt bei den Brunnen zwischen 5,58 °dH (Br. IV tief) und 13,5 °dH (Br. IV flach). Auch bei der Gesamthärte zeigen die beiden Peilrohre des Brunnens IV analog zu den Calciumkonzentrationen deutliche Abweichungen. Zieht man das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz **[U 29]** zur Orientierung heran, können die beiden Peilrohre des Brunnens II sowie das tiefe Peilrohr des Brunnens IV nach wie vor dem Härtebereich „weich“ (< 8,4 °dH) zugeordnet werden. Die beiden Peilrohre des Brunnens I entsprechen ebenso analog zur vorherigen Beprobung im Mai 2020 dem Härtebereich „mittel“ (≥ 8,4 - 14 °dH). Beim flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich die Gesamthärte gegenüber der letzten Beprobung im Mai 2020 (14,5 °dH) leicht auf 13,5 °dH verringert. Der Härtebereich des flachen Peilrohrs des Brunnens IV hat sich dadurch von „hart“ (> 14 °dH) zu „mittel“ verschoben.

Die Konzentrationen des Parameters Aluminium liegen teilweise oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwerts der TrinkwV (0,2 mg/l; in der GrwV ist kein Schwellenwert für Aluminium festgelegt). Die höchste Aluminiumkonzentration wurde beim Brunnen IV flach mit 0,950 mg/l festgestellt. Die zweithöchste Aluminiumkonzentration stammt mit 0,334 mg/l aus dem Brunnen II flach und die dritthöchste Konzentration mit 0,294 mg/l Aluminium aus dem Brunnen

IV tief. Zudem trat eine messbare Aluminiumkonzentration mit 0,151 mg/l beim Brunnen I flach auf. Bei den beiden tiefen Peilrohren der Brunnen I und II lagen die Aluminiumkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l. Bei den zwei vorangegangenen Beprobungen in 2019 (< 0,005 - 0,028 mg/l) bzw. 2020 (< 0,005 - 0,079 mg/l) wurden ausschließlich geringe Aluminiumkonzentrationen nachgewiesen. Die an demselben Tag im Februar 2021 beprobten Förderströme der Brunnen weisen zudem ausschließlich unauffällige Aluminiumkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze auf. Im Februar 2021 sind erstmalig erhöhte Aluminiumkonzentrationen in den Brunnenpeilrohren aufgetreten. Im August 2021 erfolgte eine erneute Beprobung der Brunnenpeilrohre. Bei einer Bewertung der Befunde sind die Analysenergebnisse vom August 2021 zu berücksichtigen. Da sich die Befunde im August 2021 nicht bestätigt haben (s. Dokumentation in Kapitel 0) und im Förderstrom bisher keine Auffälligkeiten aufgetreten sind (s. Dokumentationen in Kapitel 8.2 und 8.3), sind diese einmaligen Befunde in den genannten Brunnenpeilrohren als Ausreißer einzustufen. Um die Entwicklung der Aluminiumkonzentrationen weiter zu überwachen, sind weitere Probenahmen aus dem Förderstrom im Verlauf des Pumpversuchs gemäß dem in Kapitel 8.1 vorgestellten Umfang erforderlich.

Beim Parameter DOC wurden geringe Gehalte von 1,3 - 4,7 mg/l ermittelt.

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) wurde in den Peilrohren der Brunnen mit einer sehr geringen Konzentration von 0,01 - 0,03 mg/l nachgewiesen.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 41 können die analysierten Wässer nach FURTAK & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im Februar 2021 um:

- Normal erdalkalische Wässer – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld a im PIPER-Diagramm): Brunnen II (flach und tief)
- Normal erdalkalische Wässer – hydrogencarbonatisch-sulfatisch (Feld b im PIPER-Diagramm): Brunnen I (tief)
- Normal erdalkalische Wässer – überwiegend sulfatisch (Feld c im PIPER-Diagramm): Brunnen IV (flach)
- Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld d im PIPER-Diagramm): Brunnen I (flach), Brunnen IV (tief)

Die Feldgrenzen der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm orientieren sich an festgelegten Ionenkonzentrationen, sodass selbst kleine, im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite auftretende und somit nicht relevante Konzentrationsänderungen zu einer Verlagerung und ggf. Neuuzuordnung der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm führen können. Aufgrund des Pumpversuchs hat sich zudem der Grundwasserzustrom zu den Brunnen verändert, aus denen seit März 2020 Rohwasser gefördert wird. Im Vergleich zum PIPER-Diagramm der Grundwasserproben vom Mai 2020 ergeben sich nun für das PIPER-Diagramm der Rohwasserproben im Februar 2021 folgende Veränderungen:

- Brunnen I (flach) im Mai 2020: Normal erdalkalische Wässer –hydrogencarbonatisch-sulfatisch (Feld b im PIPER-Diagramm)
- Brunnen I (tief) im Mai 2020: Normal erdalkalische Wässer – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld a im PIPER-Diagramm)

- Brunnen IV (flach) im Mai 2020: Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend sulfatisch (Feld e im PIPER-Diagramm)

Beim flachen Peilrohr des Brunnens I hat sich sowohl die Natrium- als auch die Kaliumkonzentration geringfügig erhöht, wohingegen die Calciumkonzentration leicht gesunken ist. Infolgedessen ist der Anteil „Natrium + Kalium“ im PIPER-Diagramm gestiegen. Beim tiefen Peilrohr des Brunnens I sind die Chlorid- und Sulfatkonzentrationen angestiegen, sodass sich der Anteil dieser beiden Anionen erhöht hat. Durch die Verringerung der Natrium- und Kaliumkonzentration im flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich der Alkaligehalt gegenüber der vorherigen Beprobung verringert.

Die Veränderungen der hydrochemischen Beschaffenheit in den drei Peilrohren ist neben der natürlichen Schwankungsbreite der Konzentrationen auf den zum Zeitpunkt der Beprobung im Februar 2021 knapp ein Jahr andauernden Pumpversuch und der damit einhergehenden Veränderung der Zustromsituation zurückzuführen.

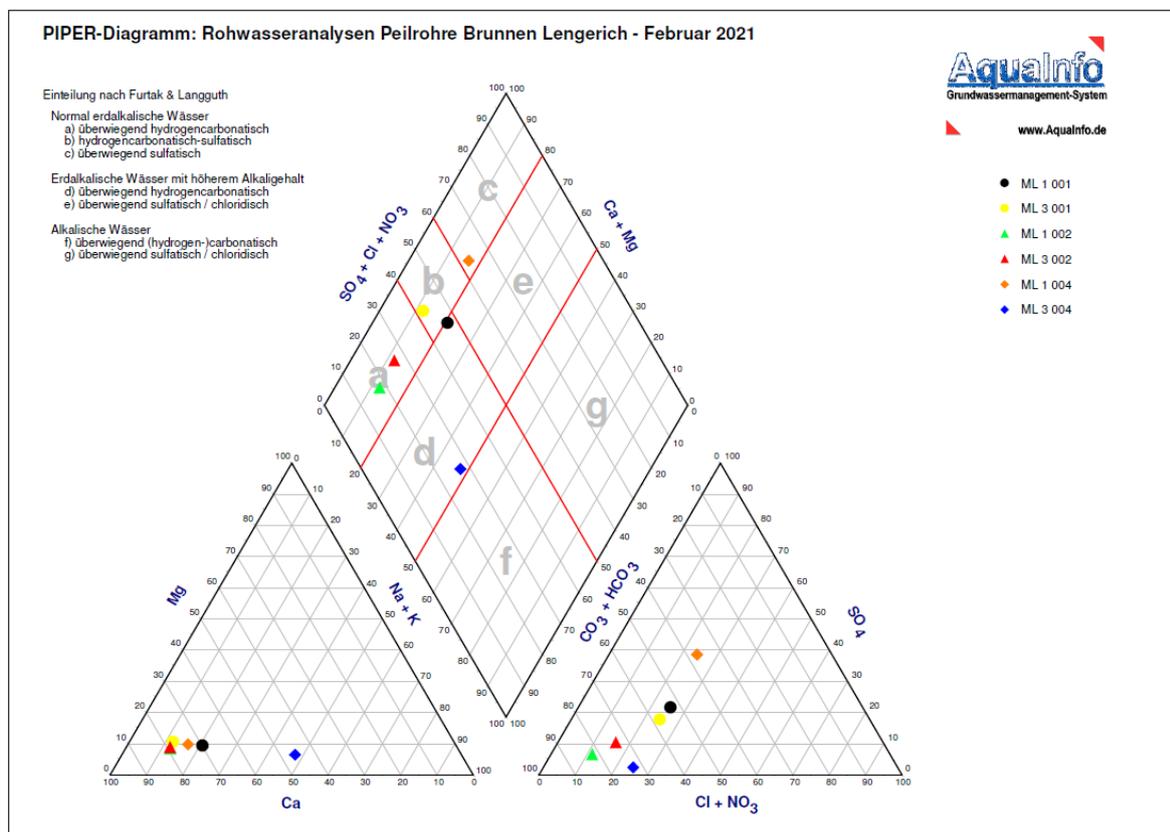


Abbildung 41: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der flachen bzw. tiefen Peilrohre der Brunnen Lengerich im Februar 2021

8.6 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich, Peilrohre (August 2021)

Am 03/04.08.2021 erfolgte die dritte Probenahme und Analytik der Brunnenpeilrohre während der Durchführung des Pumpversuchs durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH*. Analog zu den beiden vorangegangenen Beprobungen wurde auch diese Untersuchung der Rohwasser in den Peilrohren der Brunnen (jeweils flach und tief) zur Mitte der Phase C zusätzlich zu dem in Kapitel 8.1 beschriebenen Untersuchungsumfang durchgeführt. Die Analysen der flachen sowie der tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV geben jeweils die Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen in den untersuchten Teufen wieder. In Abbildung 42 und Abbildung 43 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre im August 2021 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter dieser Rohwasseranalysen sind zudem in Tabelle 13 aufgelistet.

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) **[U 28]**. Deshalb werden die Ergebnisse der Rohwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. Da die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nur für ausgewählte Parameter festgelegt wurden, erfolgt für eine weitere Auswertung eine Gegenüberstellung mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung **[U 27]**. Generell können Rohwasseranalysen nicht direkt mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verglichen werden, weil die Trinkwasserverordnung nur für das abgegebene Trinkwasser (= Reinwasser, Reinmischwasser) gilt. Deshalb stellen diese Grenzwerte nur eine Orientierungsgröße dar, die zu Vergleichswecken herangezogen wird, aber nicht rechtlich verbindlich ist.

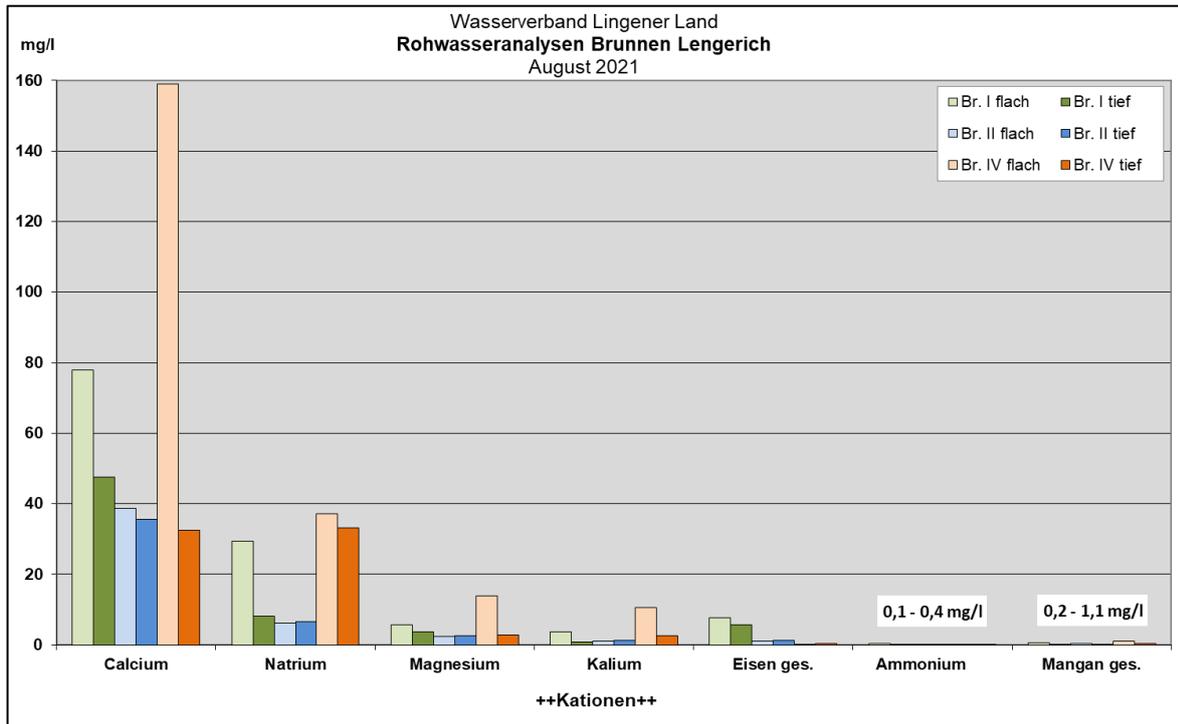


Abbildung 42: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im August 2021.

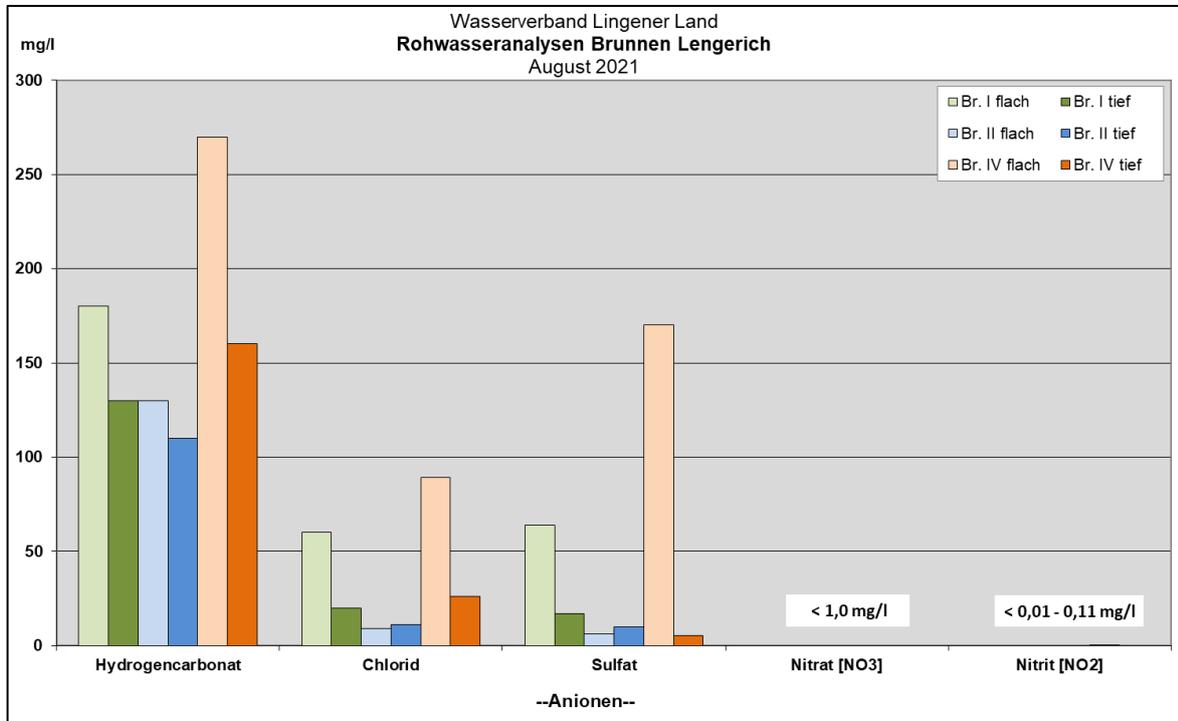


Abbildung 43: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im August 2021.

Tabelle 13: Übersicht der Rohwasseranalysen der Brunnenpeilrohre im August 2021; fettgedruckte Zahlen: Konzentrationen über dem Schwellenwert der GrwV bzw. über dem Grenzwert der TrinkwV (TrinkwV nur für Reinwasser rechtlich verbindlich, nur zur Orientierung angegeben)

Parameter	Einheit	Schwellenwert GrwV	Grenzwert TrinkwV	Br. I flach	Br. II flach	Br. IV flach	Br. I tief	Br. II tief	Br. IV tief
Probenahme				03.08.2021	04.08.2021	04.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	04.08.2021
Wassertemperatur	[°C]			11,5	10,9	12,1	11,0	11,0	11,2
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,14	7,62	6,67	7,31	7,61	7,73
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	561	218	1044	293	222	313
Sauerstoff	[mg/l]			0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	< 0,1
Gesamthärte	[°dH]			12,3	5,95	25,5	7,51	5,54	5,18
Calcium	[mg/l]			78,0	38,6	159	47,6	35,5	32,6
Magnesium	[mg/l]			5,8	2,4	13,9	3,7	2,5	2,7
Kalium	[mg/l]			3,8	1,1	10,6	0,9	1,3	2,5
Natrium	[mg/l]		200	29,4	6,2	37,1	8,2	6,6	33,2
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	7,69	0,975	0,249	5,64	1,18	0,470
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	0,648	0,326	1,13	0,248	0,216	0,391
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,37	0,12	0,09	0,13	0,13	0,21
Aluminium	[mg/l]		0,2	0,137	0,058	0,074	0,096	< 0,005	0,014
Chlorid	[mg/l]	250	250	60	8,9	89	20	11	26
Sulfat	[mg/l]	250	250	64	5,9	170	17	9,7	5,1
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			2,9	2,1	4,4	2,2	1,9	2,7
Hydrogencarbonat	[mg/l]			180	130	270	130	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,023	0,490	0,270	0,043	0,089	0,850
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	0,11	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			4,0	1,2	9,6	1,7	< 1	1,4
AOX	[mg/l]			0,03	0,01	0,04	0,01	< 0,01	0,02

Die Ergebnisse der Rohwasseranalysen der Brunnenpeilrohre aus dem August 2021 lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem sehr schwach sauren bis basischen Niveau mit pH-Werten zwischen 6,67 (Br. IV flach) und 7,73 (Br. IV tief). Während der pH-Wert des flachen Peilrohrs vom Brunnen IV im Februar 2021 noch bei 7,41 lag, hat sich dieser im August 2021 mit 6,67 deutlich verringert. Der Grenzwertbereich der zur Orientierung herangezogenen TrinkwV (6,5 - 9,5) wird allerdings noch eingehalten.

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 218 µS/cm (Br. II flach) und 1.044 µS/cm (Br. IV flach). Gegenüber der Beprobung im Februar 2021 (534 µS/cm bei 20 °C) hat sich die elektrische Leitfähigkeit des flachen Peilrohrs vom Brunnen IV mit 1.044 µS/cm fast verdoppelt. Der Grenzwert der TrinkwV (2.500 µS/cm) wird aber noch deutlich unterschritten. Die elektrischen Leitfähigkeiten der anderen Peilrohre liegen mit bis zu 561 µS/cm nach wie vor auf einem niedrigen Niveau.

Das dominierende Kation ist bei den Brunnen Calcium mit Konzentrationen von 32,6 - 159 mg/l. Der Brunnen IV flach zeigt mit 159 mg/l eine fast doppelt so hohe Calciumkonzentration wie noch im Februar 2021 (85,2 mg/l). Beim Brunnen IV tief ist dagegen mit 32,6 mg/l eine deutlich niedrigere Calciumkonzentration zu beobachten. Die Abweichung der Calciumkonzentrationen der beiden Peilrohre des Brunnens IV hat sich durch den Anstieg im flachen Peilrohr noch weiter verstärkt. Während bei den vorangegangenen Beprobungen stets der Brunnen IV tief die höchste Natriumkonzentration aufwies, zeigt im August 2021 der Brunnen IV flach mit 37,1 mg/l die höchste Natriumkonzentration. Beim Brunnen IV tief liegt die Natriumkonzentration mit 33,2 mg/l auf einem vergleichbaren Niveau. Bei den übrigen Peilrohren sind die Natriumkonzentrationen mit 6,2 - 29,4 mg/l geringer. Neben Calcium tritt auch Natrium beim Brunnen IV tief als dominierendes Kation auf, beim Brunnen IV flach ist durch den stärkeren Anstieg der Calciumkonzentration nach wie vor nur Calcium das dominierende Kation. Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen sind in allen drei Brunnen mit 2,7 - 13,9 mg/l Magnesium bzw. 0,9 - 10,6 mg/l Kalium nach

wie vor von untergeordneter Bedeutung. Analog zu Calcium und Natrium stammen auch die höchsten Magnesium- und Kaliumkonzentrationen aus dem flachen Peilrohr des Brunnens IV, das gegenüber den anderen Peilrohren einen deutlich höheren Gesamtlösungsgehalt aufweist.

Generell weisen die Rohwässer der Förderbrunnen erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen auf. Die hier zur Orientierung herangezogenen Grenzwerte der TrinkwV (Eisen: 0,2 mg/l, Mangan: 0,05 mg/l) werden überschritten (in der GrwV sind keine Schwellenwerte für Eisen und Mangan festgelegt). Die Schwankungsbreite beträgt für Eisen 0,249 mg/l (Br. IV flach) bis 7,69 mg/l (Br. I flach). Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,216 mg/l (Br. II tief) bis 1,13 mg/l (Br. IV flach). Damit ist die höchste Eisenkonzentration wie im Februar 2021 im flachen Peilrohr des Brunnens I aufgetreten. Die höchste Mangankonzentration stammt allerdings bei dieser Beprobung nicht wie zuvor aus dem flachen Peilrohr des Brunnens I sondern aus dem flachen Peilrohr des Brunnens IV. Mit der Zunahme des Gesamtlösungsgehalts ist beim Brunnen IV flach auch die Mangankonzentration von 0,582 mg/l im Februar 2021 auf 1,13 mg/l im August 2021 angestiegen. Die Eisenkonzentration hat sich beim Brunnen IV flach dagegen von 1,23 mg/l auf 0,249 mg/l verringert und liegt damit nur noch knapp oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwerts der TrinkwV von 0,2 mg/l.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,09 mg/l (Br. IV flach) bis 0,37 mg/l (Br. I flach). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird in allen Proben analog zu den vorangegangenen Probenahmen unterschritten. Gegenüber der Beprobung im Februar 2021, als der Schwellenwert im Brunnen I flach mit einem Messwert von 0,48 mg/l nur knapp unterschritten wurde, liegt die Ammoniumkonzentration im August 2021 mit 0,37 mg/l wieder auf einem niedrigeren Niveau. Bei der Probenahme im Mai 2018 wurde der Schwellenwert am Br. IV flach mit einer Konzentration von 1,4 mg/l überschritten. Bei den flachen Peilrohren der Brunnen ist folglich mit zeitweise erhöhten Ammoniumkonzentrationen zu rechnen.

Das entnommene Wasser bedarf aufgrund der Eisen-, Mangan- und zeitweise auch Ammoniumkonzentrationen oberhalb des jeweiligen TrinkwV-Grenzwertes einer Aufbereitung, bevor es als Trinkwasser zu ge- und verbrauchen ist.

Das Hauptanion ist bei den Brunnen Hydrogencarbonat mit Konzentrationen von 110 - 270 mg/l. Im flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich die Hydrogencarbonatkonzentration von 120 mg/l im Februar 2021 auf 270 mg/l im August 2021 erhöht und damit mehr als verdoppelt. Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich zwischen 5,1 mg/l (Br. IV tief) und 170 mg/l (Br. IV flach). Auch die Sulfatkonzentration ist im flachen Peilrohr des Brunnens IV im Vergleich zur letzten Beprobung von 100 mg/l auf 170 mg/l angestiegen. Bei den beiden Peilrohren des Brunnens IV liegt die Sulfatkonzentration nach wie vor auf einem sehr unterschiedlichen Niveau. Während Sulfat beim tiefen Peilrohr des Brunnens IV von untergeordneter Bedeutung ist, prägt Sulfat beim flachen Peilrohr des Brunnens IV neben Hydrogencarbonat die Rohwasserbeschaffenheit. Die Chloridkonzentrationen variieren von 8,9 mg/l (Br. II flach) bis 89 mg/l (Br. IV flach). Die Schwellenwerte der GrwV für Sulfat und Chlorid (jeweils 250 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) werden eingehalten.

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) beim tiefen Peilrohr des Brunnens IV mit 0,850 mg/l analog zur vorangegangenen Beprobung überschritten. Beim flachen Peilrohr des Brunnens II wurde der Schwellenwert mit 0,490 mg/l nur knapp unterschritten. Die übrigen Peilrohre zeigen mit 0,023 - 0,270 mg/l niedrigere ortho-Phosphat-Konzentrationen.

Die Nitrat- und Nitritkonzentrationen liegen überwiegend unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen von 1 mg/l bzw. 0,01 mg/l. Nur beim flachen Peilrohr des Brunnens IV wurde eine Nitrit-Konzentration von 0,11 mg/l festgestellt. Die Schwellenwerte der GrwV für Nitrat und Nitrit (50 mg/l bzw. 0,5 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) werden eingehalten.

Die Gesamthärte schwankt bei den Brunnen zwischen 5,18 °dH (Br. IV tief) und 25,5 °dH (Br. IV flach). Mit dem deutlichen Anstieg der Calciumkonzentration beim flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich auch die Gesamthärte deutlich erhöht. Während die Gesamthärte im Februar 2021 bei 13,5 °C lag, beträgt diese im Brunnen IV flach im August 2021 25,5 °C. Zieht man das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz [U 29] zur Orientierung heran, hat sich der Härtebereich des flachen Peilrohrs des Brunnens IV von „mittel“ ($\geq 8,4 - 14$ °dH) im Februar 2021 zu „hart“ (> 14 °dH) im August 2021 verschoben. Das flache Peilrohr des Brunnens I kann nach wie vor dem Härtebereich „mittel“ zugeordnet werden. Während das tiefe Peilrohr des Brunnens I im Februar 2021 ebenfalls eine „mittlere“ Härte besaß, fällt dieses im August 2021 mit 7,51 °dH in den Härtebereich „weich“. Die beiden Peilrohre des Brunnens II sowie das tiefe Peilrohr des Brunnens IV können wie im Februar 2021 dem Härtebereich „weich“ ($< 8,4$ °dH) zugeordnet werden.

Die Konzentrationen des Parameters Aluminium waren bei der vorangegangenen Beprobung im Februar 2021 erstmalig erhöht. Diese lagen mit bis zu 0,950 mg/l teilweise oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwerts der TrinkwV (0,2 mg/l; in der GrwV ist kein Schwellenwert für Aluminium festgelegt). Im August 2021 liegen die Aluminiumkonzentrationen mit 0,014 - 0,137 mg/l wieder auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Insbesondere beim Brunnen IV flach, der im Februar 2021 mit 0,950 mg/l die höchste Aluminiumkonzentration zeigte, ist ein starker Rückgang auf 0,074 mg/l zu verzeichnen. Die höchste Aluminiumkonzentration stammt im August 2021 mit 0,137 mg/l aus dem Brunnen I flach. Folglich haben sich die Befunde der vorangegangenen Beprobung im August 2021 nicht bestätigt.

Beim Parameter DOC wurden Gehalte von 1,2 - 9,6 mg/l ermittelt. Der DOC-Gehalt des Brunnens IV flach hat sich von 4,7 mg/l im Februar 2021 auf 9,6 mg/l im August 2021 erhöht.

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) lag in den Peilrohren der unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 bzw. wurde mit Gehalten von bis zu 0,04 mg/l nachgewiesen.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 44 können die analysierten Wässer nach FURTAK & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im August 2021 um:

- Normal erdalkalische Wässer – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld a im PIPER-Diagramm): Brunnen I (tief), Brunnen II (flach und tief)
- Normal erdalkalische Wässer – hydrogencarbonatisch-sulfatisch (Feld b im PIPER-Diagramm): Brunnen IV (flach)
- Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld d im PIPER-Diagramm): Brunnen IV (tief)
- Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend sulfatisch/chloridisch (Feld e im PIPER-Diagramm): Brunnen I (flach)

Die Feldgrenzen der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm orientieren sich an festgelegten Ionenkonzentrationen, sodass selbst kleine, im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite auftretende und somit nicht relevante Konzentrationsänderungen zu einer Verlagerung und ggf. Neuuzuordnung der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm führen können. Aufgrund der im März 2021 begonnenen 2. Pumpstufe hat sich zudem der Grundwasserzustrom zu den Brunnen gegenüber dem Zustand im Februar 2021 verändert. Im Vergleich zum PIPER-Diagramm der Grundwasserproben vom Februar 2021 ergeben sich nun für das PIPER-Diagramm der Rohwasserproben im August 2021 folgende Veränderungen:

- Brunnen I (flach) im Februar 2021: Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld d im PIPER-Diagramm)
- Brunnen I (tief) im Februar 2021: Normal erdalkalische Wässer – hydrogencarbonatisch-sulfatisch (Feld b im PIPER-Diagramm)
- Brunnen IV (flach) im Februar 2021: Normal erdalkalische Wässer – überwiegend sulfatisch (Feld c im PIPER-Diagramm)

Beim flachen Peilrohr des Brunnens I hat sich sowohl die Chlorid- als auch die Sulfatkonzentration geringfügig erhöht, sodass der Anteil „Sulfat + Chlorid + Nitrat“ im PIPER-Diagramm gestiegen ist. Beim tiefen Peilrohr des Brunnens I sind die Chlorid- und Sulfatkonzentrationen gesunken, sodass sich der Anteil dieser beiden Anionen verringert hat. Beim flachen Peilrohr des Brunnens IV haben sich die Konzentrationen der Hauptkationen und -anionen deutlich erhöht. Bei der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm ist allerdings nur eine leichte Verschiebung zu verzeichnen. Der Anteil an Hydrogencarbonat hat sich gegenüber der Beprobung im Februar 2021 erhöht, so dass nun kein überwiegend-sulfatisches Wasser mehr vorliegt, sondern ein hydrogencarbonatisch-sulfatisches Wasser.

Die Veränderungen der hydrochemischen Beschaffenheit in den drei Peilrohren ist neben der natürlichen Schwankungsbreite der Konzentrationen auf den zum Zeitpunkt der Beprobung im August 2021 knapp 1,5 Jahre andauernden Pumpversuch zurückzuführen. Da im Rahmen des geplanten 3-jährigen Pumpversuchs die Fördermenge jährlich gesteigert wird, geht mit jeder neuen Pumpstufe eine Veränderung der Zustromsituation zu den Brunnen einher.

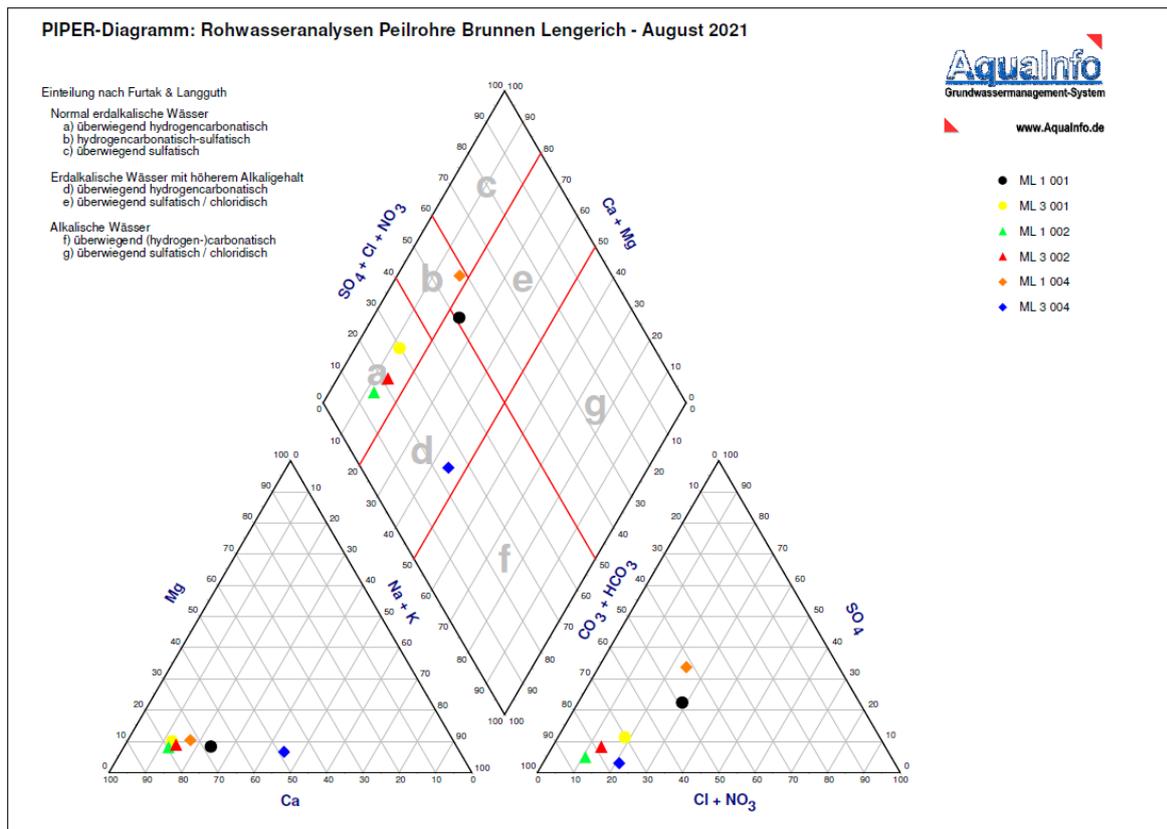


Abbildung 44: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der flachen bzw. tiefen Peilrohre der Brunnen Lengerich im August 2021

8.7 Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf der Durchführung des Pumpversuchs (Beprobung der Brunnenpeilrohre)

Die Peilrohre der Brunnen wurden bereits vor Beginn des Pumpversuchs beprobt und analysiert. In Abbildung 45 bis Abbildung 48 sind die Ganglinien ausgewählter Parameter für den Zeitraum von 2004 August 2021 graphisch dargestellt. Die tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV werden seit September 2004 in jährlichem Abstand hydrochemisch analysiert. Jährliche Analysen der Wässer aus den flachen Peilrohren liegen seit November 2011 vor. Die Analysen geben bis 2019 jeweils die Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Brunnen in den untersuchten Teufen wieder. Seit Beginn des Pumpversuches im März 2020 spiegeln die Analysen die Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen in den untersuchten Teufen wider. Die Entwicklung der ausgewählten Parameter wird im Folgenden ausführlicher beschrieben:

Die Wässer weisen mit elektrischen Leitfähigkeiten (20 °C) zwischen 195 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$ generell eine geringe und überwiegend konstante Gesamtmineralisation auf (Abbildung 45). Eine Ausnahme stellt lediglich der sprunghafte Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit im flachen Peilrohr des Brunnens IV auf 1.044 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im August 2021 dar. Im August 2020 war die elektrische Leitfähigkeit im flachen Peilrohr des Brunnens IV im Vergleich zum Zustand ohne Förderung bereits leicht angestiegen auf 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2019: 368 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Die Zunahme im August 2021 ist allerdings deutlich ausgeprägter. Nach Beginn des Pumpversuchs war die elektrische Leitfähigkeit im flachen Peilrohr des Brunnens I auf 564 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2019: 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$) angestiegen und schwankt seither um dieses Niveau. Bei den übrigen Peilrohren hat sich das Niveau der elektrischen Leitfähigkeit gegenüber dem Zustand ohne Förderung nicht verändert.

Die Chloridkonzentration ist beim flachen Peilrohr des Brunnens IV im August 2021 ebenfalls relativ stark angestiegen auf 89 mg/l (Abbildung 45). Die höchste Chloridkonzentration zur Mitte der 2. Pumpphase wurde somit beim flachen Peilrohr des Brunnens IV erfasst. Beim flachen Peilrohr des Brunnens I steigt die Chloridkonzentration seit Beginn des Pumpversuchs sukzessive an; im August 2021 liegt die Chloridkonzentration mit 60 mg/l auf einem moderaten Niveau. Beim Brunnen I ist generell über den Zeitraum von 2004 bis August 2021 ein leichter Anstieg der Chloridkonzentration zu erkennen. Die geringsten Chloridkonzentrationen besitzt nach wie vor der Brunnen II.

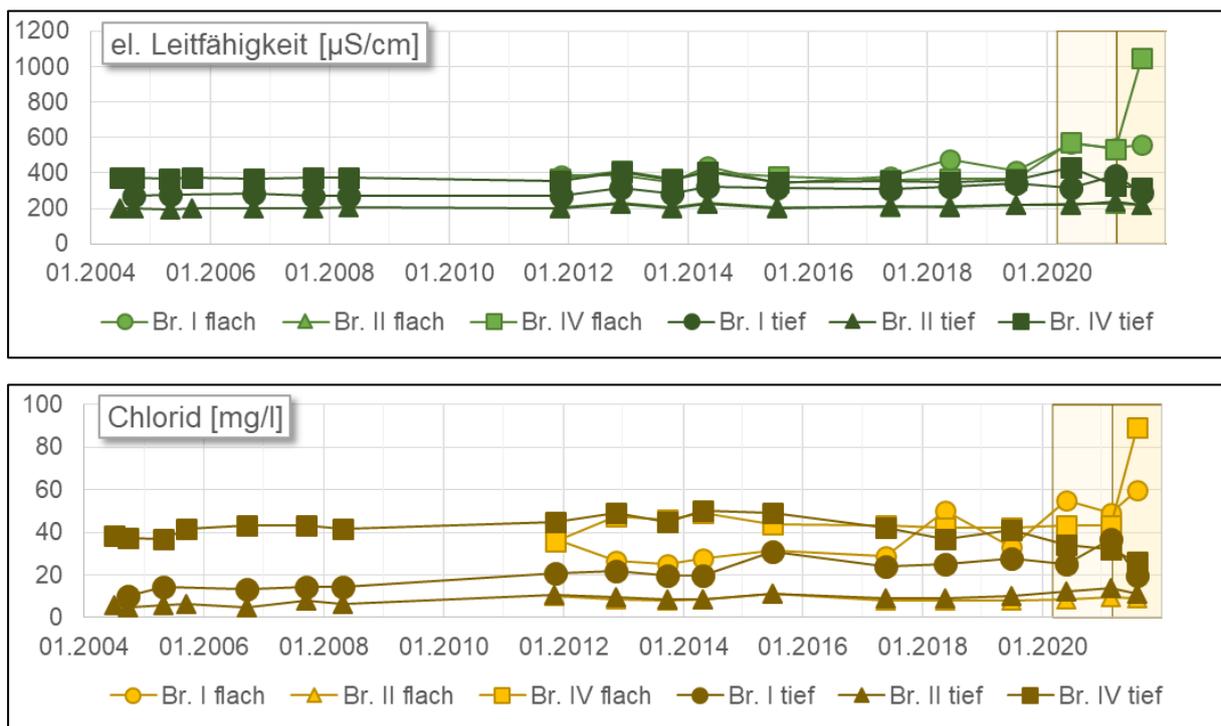


Abbildung 45: Entwicklung der elektrischen Leitfähigkeit (bei 20 °C) und der Chloridkonzentration im Grund- bzw. Rohwasser der flachen und der tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV seit 2004 bzw. 2011; gelbe Flächen: Pumpphasen

Die Sulfatkonzentrationen schwanken von $< 2 - 170 \text{ mg/l}$ (Abbildung 46). Seit Beginn des Pumpversuchs ist die Sulfatkonzentration im flachen Peilrohr des Brunnens IV von $3,5 \text{ mg/l}$ zunächst auf 87 mg/l im Mai 2020 und anschließend bis auf 170 mg/l im August 2021 angestiegen. Bei den tiefen Peilrohren der Brunnen I und IV sind die Sulfatkonzentrationen seit Beginn des Pumpversuchs zeitweise leicht gestiegen, verbleiben aber mit $< 40 \text{ mg/l}$ auf einem relativ niedrigen Niveau.

Die Hydrogencarbonatkonzentrationen liegen bei den Brunnen generell zwischen 100 mg/l und 200 mg/l (Abbildung 46). Im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist im August 2021 analog zu Chlorid und Sulfat auch ein deutlicher Anstieg der Hydrogencarbonatkonzentration auf 270 mg/l zu beobachten. Abgesehen vom Brunnen IV flach liegen die Hydrogencarbonatkonzentrationen auf demselben Niveau wie vor Beginn des Pumpversuchs.

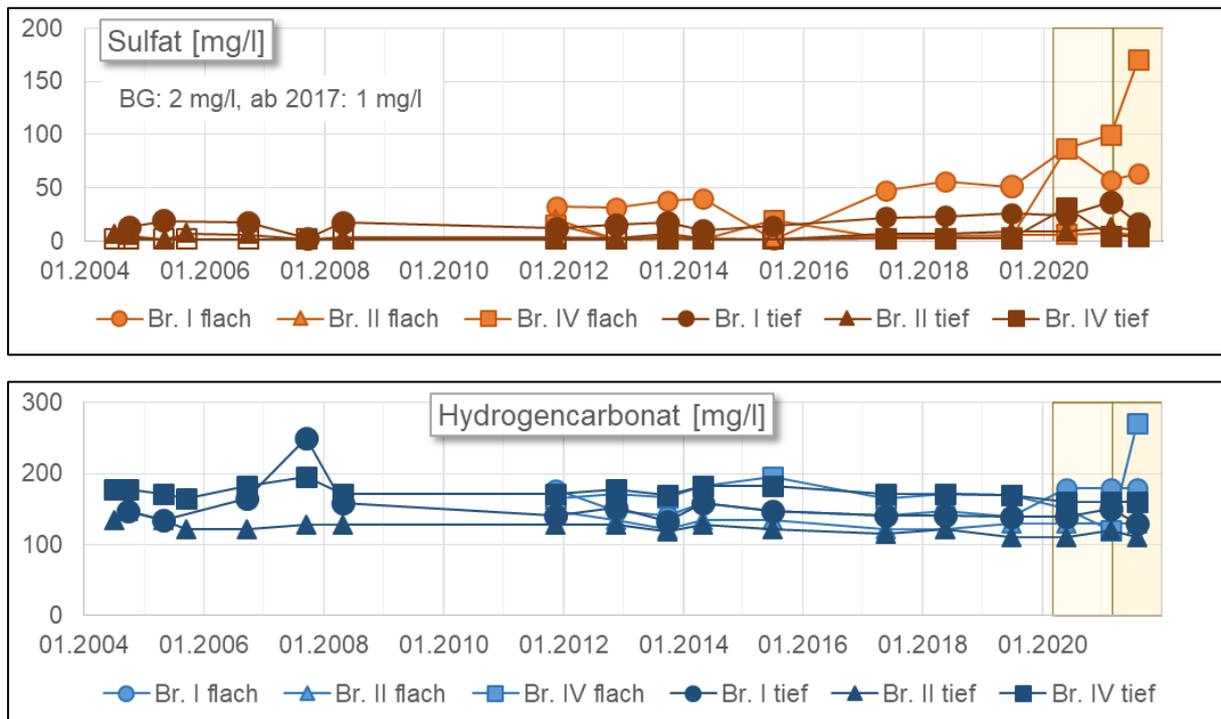


Abbildung 46: Entwicklung der Sulfat- und Hydrogencarbonatkonzentration im Grundwasser der flachen und der tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV seit 2004 bzw. 2011; Symbole ohne Füllung: Bestimmungsgrenze (BG) unterschritten; gelbe Flächen: Pumpphasen

Eisen und Mangan sind innerhalb des Betrachtungszeitraums seit 2004 vor allem im Grundwasser des Brunnens I vorhanden (Abbildung 47). Hier liegt Eisen im flachen Peilrohr mit bis zu 8,74 mg/l vor, im tiefen Peilrohr mit bis zu 5,64 mg/l. In den Brunnen II und IV liegen die Eisenkonzentrationen i.d.R. unterhalb von 3 mg/l, übersteigen jedoch in der Regel den Grenzwert der TrinkwV von 0,2 mg/l. Die Mangankonzentrationen erreichen im oberen Peilrohr des Brunnens I etwa 1,1 mg/l. In den übrigen Peilrohren liegen sie jedoch meist im Bereich oder unterhalb von 0,5 mg/l (Bestimmungsgrenze lag zeitweise bei 0,5 mg/l). Die Analysen mit einer geringen Bestimmungsgrenze (0,001 mg/l) zeigen, dass auch die Mangankonzentrationen oberhalb des TrinkwV-Grenzwerts von 0,05 mg/l liegen. Nach Beginn des Pumpversuchs wurde im Mai 2020 am flachen Peilrohr des Brunnens I mit 8,74 mg/l die höchste Eisenkonzentration des Betrachtungszeitraums beobachtet, seither sind die Eisenkonzentrationen mit rd. 7,7 mg/l wieder leicht gefallen. Beim tiefen Peilrohr des Brunnens I ist ein leichter Anstieg der Eisenkonzentration bis auf 5,64 mg/l im August 2021 zu verzeichnen. Bei den übrigen Peilrohren ist kein Anstieg der Eisenkonzentration nach Beginn des Pumpversuchs zu erkennen. Die Mangankonzentration ist nach Beginn des Pumpversuches ebenfalls im flachen Peilrohr des Brunnens I auf 0,793 mg/l angestiegen und anschließend wieder leicht bis auf rd. 0,6 mg/l gefallen. Damit ist die Mangankonzentration jedoch noch geringer als in früheren Jahren des Betrachtungszeitraumes, als die Mangankonzentration um rd. 1 mg/l betrug. Ein kontinuierlicher Anstieg der Mangankonzentration seit Beginn des Pumpversuchs ist mit beim flachen Peilrohr des Brunnens IV mit bis zu 1,13 mg/l im August 2021 festzustellen. Hinsichtlich Mangan existieren allerdings weniger Vergleichswerte innerhalb des Betrachtungszeitraumes als für die übrigen Parameter, da zeitweise eine relativ hohe Bestimmungsgrenze von 0,5 mg/l existierte.

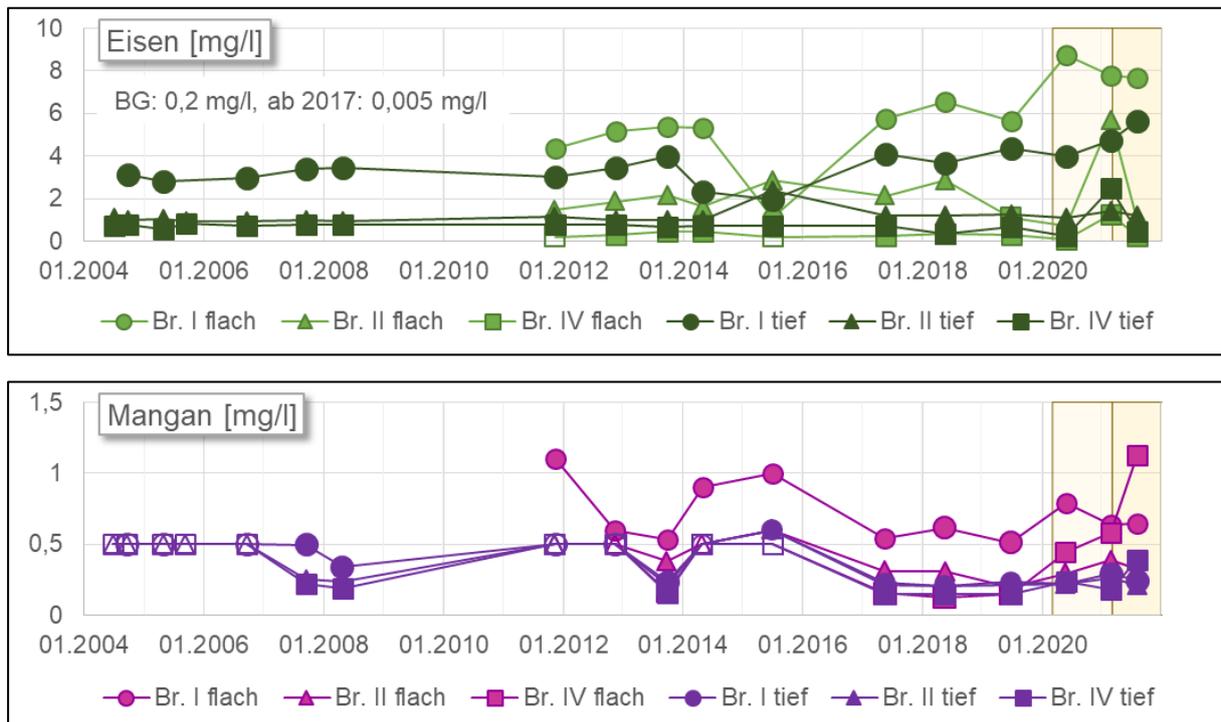


Abbildung 47: Entwicklung der Eisen- und der Mangankonzentration im Grundwasser der flachen und der tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV seit 2004 bzw. 2011; Symbole ohne Füllung: Bestimmungsgrenze (BG) unterschritten; gelbe Flächen: Pumpphasen

Die Ammoniumkonzentrationen in den Grundwässern im Bereich der Brunnen sind weitgehend unauffällig (Abbildung 48). Die höchste Ammoniumkonzentration wurde mit 1,4 mg/l im Frühjahr 2018 im flachen Filter des Brunnen IV aufgezeichnet. Der Grenzwert der TrinkwV (0,5 mg/l) wird in Einzelfällen überschritten. Nach Beginn des Pumpversuches bewegen sich die Ammoniumkonzentrationen auf demselben Niveau wie zuvor.

Die Wässer in den Brunnen-Peilstrohen sind überwiegend nitratfrei, die Konzentrationen liegen i.d.R. unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze von 0,5 mg/l bzw. 1 mg/l (abhängig von der Analyseverfahren). Nach Beginn des Pumpversuches ist die Nitratkonzentrationen am Brunnen IV einmalig angestiegen. Am flachen Peilstrohr betrug die Nitratkonzentration im Mai 2020 35 mg/l, am tiefen Peilstrohr 10 mg/l. Bei den zwei folgenden Beprobungen sind die Nitratkonzentrationen im Brunnen IV wieder deutlich gesunken und liegen im August 2021, wie auch die Nitratkonzentrationen der anderen Peilstrohe, unterhalb der Bestimmungsgrenze.

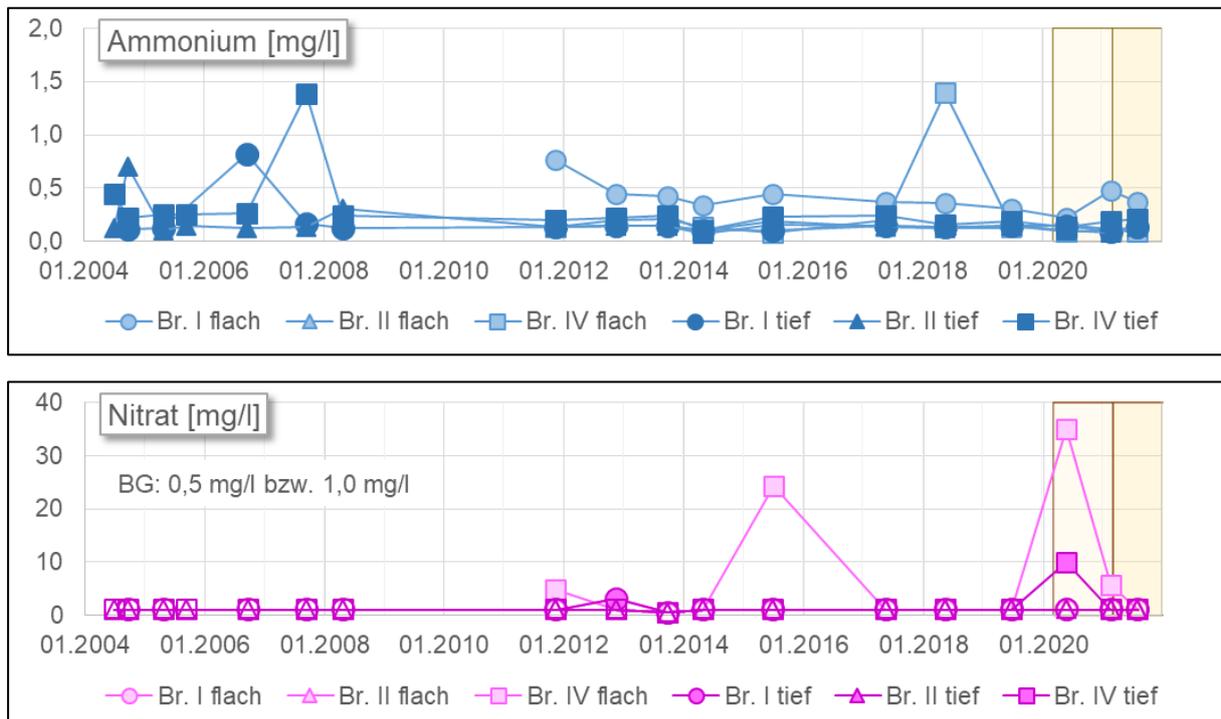


Abbildung 48: Entwicklung der Ammonium- und der Nitratkonzentrationen im Grundwasser der flachen und der tiefen Peilrohre der Brunnen I, II und IV seit 2004 bzw. 2011; Symbole ohne Füllung: Bestimmungsgrenze (BG) unterschritten; gelbe Flächen: Pumpphasen

Die teilweise leicht erhöhten Eisenkonzentrationen und das Auftreten von Ammonium weisen auf ein eher reduzierendes Milieu im Grundwasser hin. Dies betrifft sowohl die oberen Bereiche des Grundwasserleiters („flache“ Peilrohre) als auch die unteren Bereiche („tiefe“ Peilrohre).

Anhand der Untersuchungen zur Rohwasserbeschaffenheit der Peilrohre der Brunnen Lengerich sind nach Beginn des Pumpversuchs bei einzelnen Parametern Anstiege des Konzentrationsniveaus zu beobachten. So ist die Gesamtmineralisation beim flachen Peilrohr des Brunnens I leicht bzw. beim flachen Peilrohr des Brunnens IV stark angestiegen. Der starke Anstieg der Gesamtmineralisation beim flachen Peilrohr des Brunnens IV im August 2021 ist vor allem auf einen Anstieg der Calcium-, Hydrogencarbonat- und Sulfatkonzentrationen zurückzuführen. Zudem steigt die Mangankonzentration beim flachen Peilrohr des Brunnens IV an. Da die vorliegenden Untersuchungen der Peilrohre erst die dritte Beprobung während des Förderbetriebs darstellen, ist anhand der Ergebnisse noch keine Aussage über die mittel- bis langfristige Beschaffenheit des geförderten Rohwassers möglich. Für die Qualitätsbeurteilung des geförderten Rohwassers ist darüber hinaus nicht die Analytik der Peilrohre im Brunnenbauwerk sondern die in Kapitel 8.2 bis 8.4 ausführlich vorgestellte Analytik des Förderstroms der Brunnen maßgeblich. Weitere Untersuchungen zur Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf des Pumpversuches werden diesbezüglich eine fundierte Datengrundlage schaffen.

Neben den Beprobungen der Peilrohre der Brunnen erfolgten zeitgleich im Februar und August 2021 die Probenahmen aus dem Förderstrom der Brunnen (s. Kapitel 8.2 - 8.4). Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene hydrochemische Beschaffenheit des Förderstroms der Brunnen ähnelt stark den Analysen aus den tiefen Peilrohren der Brunnen. Die im August 2021 festgestellte deutlich höhere elektrische Leitfähigkeit sowie das höhere Niveau der Calcium-, Hydrogencarbonat- und Sulfatkonzentrationen im flachen Peilrohr des Brunnens IV sind bei der Beprobung des Förderstroms im August 2021 nicht festzustellen. Der Grund für die im August 2021 angestiegene elektrische Leitfähigkeit im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist aktuell noch nicht bekannt. Es sollte zunächst abgewartet werden, ob sich das Niveau bei der nächsten Analytik bestätigt. Die Eisen- und Mangankonzentrationen liegen ebenfalls auf dem Niveau der tiefen Peilrohre und nicht auf dem teilweise erhöhten Niveau der flachen Peilrohre.

Bisher wurde der Förderstrom der Brunnen dreimal beprobt. Für eine weiterführende Bewertung der Rohwasserbeschaffenheit sind weitere Probenahmen im Verlauf des Pumpversuchs gemäß dem in Kapitel 8.1 vorgestellten Umfang erforderlich.

8.8 Grundwasserbeschaffenheit der Vorfeldmessstellen (Februar 2021)

Gemäß des Durchführungsplans (Kapitel 8.1) **[U 15]** werden „Vorfeldmessstellen“ aus dem prognostizierten Einzugsgebiet hydrochemisch untersucht (Lage siehe Abbildung 27). In den beiden vorangegangenen Jahresberichten wurden die Grundwasseranalysen vorgestellt, die den Ausgangszustand (Phase A), ohne Betrieb der Förderbrunnen, widerspiegeln **[U 15]**. Die Untersuchung der Grundwässer in den Vorfeldmessstellen ist während des Pumpversuchs jährlich, jeweils zum Ende einer Pumpversuchsphase durchzuführen.

In Ergänzung dazu wurden die Vorfeldmessstellen nach ca. drei Monaten der ersten Pumpversuchsphase durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH* analysiert. Die Ergebnisse dieser ergänzenden hydrochemischen Untersuchungen vom Mai 2020 wurden im 2. Jahresbericht vorgestellt **[U 15]**.

Die zweite Beprobung und Analytik der Vorfeldmessstellen während der Durchführung des Pumpversuchs erfolgte am 22./23.02.2021 durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH* (entspricht Zeitpunkt (4)). Die Analysen entsprechen der Beprobung der Vorfeldmessstellen ca. 1 Jahr nach Pumpversuchsbeginn, d.h. zum Ende der ersten Phase des Pumpversuchs (Ende Phase B). In Tabelle 14 sind die wichtigsten Parameter der Grundwasseranalysen aufgelistet⁸.

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) **[U 28]**. Deshalb werden die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. Da die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nur für ausgewählte Parameter festgelegt wurden, erfolgt für eine weitere Auswertung eine Gegenüber-

⁸ Die ebenfalls zur Gruppe der Vorfeldmessstellen gehörigen Messstellen ML 1 206 und ML 1 214 haben einen nur geringen Nachlauf aus dem Aquifer und sind bei der Probenahme trocken gefallen. Bei den künftigen Probenahmen ist durch eine entsprechende Regulierung der Förderrate der Probenahmepumpe sicherzustellen, so dass diese beiden Messstellen zukünftig nicht mehr während der Probenahme trockenfallen.

stellung mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung [U 27]. Generell können Grundwasseranalysen nicht direkt mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verglichen werden, weil die Trinkwasserverordnung nur für das abgegebene Trinkwasser (= Reinwasser, Reimischwasser) gilt. Deshalb stellen diese Grenzwerte nur eine Orientierungsgröße dar, die zu Vergleichswecken herangezogen wird, aber nicht rechtlich verbindlich ist.

Tabelle 14: Ergebnisse der Grundwasserbeprobung (22. - 23.02.2021); fettgedruckte Zahlen: Konzentrationen über dem Schwellenwert der GrwV bzw. über dem Grenzwert der TrinkwV
 (TrinkwV nur für Reinwasser rechtlich verbindlich, nur zur Orientierung angegeben)

		Aluminium	Ammonium	Calcium	Chlorid	Eisen, ges.	HCO ₃ ⁻	Kalium	el. Leitf. (bei 20°C)	Magnesium	Mangan, ges.	Natrium	Nitrat	Nitrit	ortho-Phosphat	pH-Wert	Sulfat
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			mg/l
Schwellenwert GrwV			0,5		250								50	0,5	0,5		250
Grenzwert TrinkwV		0,2	0,5		250	0,2			2500		0,05	200	50	0,5		6,5 - 9,5	250
Vorfeldmessstelle	Datum	"flach" verfilterte Messstellen															
ML 1 203	22.02.2021	0,063	0,14	28,4	44	17,4	29	20,6	429	9,4	0,473	19,4	18	< 0,01	0,011	5,92	96
ML 1 206		geringer Nachlauf, bei Probenahme trockengefallen															
ML 1 208	23.02.2021	0,027	< 0,06	71,1	31	3,61	140	2,1	415	4,8	0,470	15,4	< 1	< 0,01	0,008	7,35	66
ML 1 209	22.02.2021	0,776	< 0,06	15,1	18	0,257	6	14,0	233	5,4	0,192	11,0	16	< 0,01	0,045	4,78	54
ML 1 211	23.02.2021	0,083	< 0,06	48,0	7,2	0,224	160	1,4	254	3,6	0,069	7,3	< 1	0,02	0,515	7,19	5,3
ML 1 214		geringer Nachlauf, bei Probenahme trockengefallen															
ML 1 218	22.02.2021	0,880	0,14	18,5	3,8	2,41	68	2,5	149	3,2	0,116	9,5	< 1	< 0,01	0,034	6,15	17
		"tief" verfilterte Messstellen															
ML 2 218	22.02.2021	0,209	0,07	60,7	50	7,69	130	1,6	435	6,0	0,578	17,6	< 1	< 0,01	0,009	7,34	48
ML 3 203	22.02.2021	0,007	0,18	46,7	43	32,9	110	1,6	461	3,6	0,504	23,5	< 1	< 0,01	0,006	7,25	74
ML 3 206	23.02.2021	0,005	< 0,06	59,5	23	8,13	92	1,9	392	5,3	0,727	13,0	< 1	< 0,01	0,006	6,96	100
ML 3 208	23.02.2021	< 0,005	< 0,06	69,9	32	5,67	150	2,3	425	4,8	0,361	13,9	< 1	< 0,01	0,006	6,96	64
ML 3 209	22.02.2021	0,008	0,06	33,6	9,4	0,943	120	1,7	213	2,8	0,229	9,2	< 1	< 0,01	0,831	7,67	5,6
ML 3 211	23.02.2021	< 0,005	0,08	34,3	12	5,17	130	2,3	232	2,3	0,451	14,2	< 1	< 0,01	0,036	7,12	8,9
ML 3 214	23.02.2021	0,012	0,15	42,0	15	1,48	150	2,5	272	3,4	0,273	13,0	< 1	< 0,01	0,078	7,30	9,6
ML 3 218	22.02.2021	0,033	< 0,06	30,8	20	9,40	69	1,4	245	2,5	0,620	12,0	< 1	< 0,01	0,016	7,44	39

Die hydrochemische Grundwasserbeschaffenheit in den Vorfeldmessstellen (Beprobung Februar 2021) wird im Folgenden vorgestellt:

Die elektrische Leitfähigkeit (20 °C) variiert in den flachen Messstellen von 149 µS/cm (ML 1 218) bis 429 µS/cm (ML 1 203), in den tiefen Messstellen von 213 µS/cm (ML 3 209) bis 461 µS/cm (ML 3 203). Damit weisen die „flach“ und die „tief“ verfilterten Messstellen niedrige elektrische Leitfähigkeiten auf.

Die flach verfilterten Messstellen zeigen ein leicht saures bis basisches Niveau mit pH-Werten von 4,78 (ML 1 209) bis 7,35 (ML 1 208). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (pH 6,5) wird bei den Messstellen ML 1 203 mit pH 5,92 und ML 1 209 mit pH 4,78 unterschritten. Bei den tief verfilterten Messstellen wurde durchweg ein neutrales bis basisches Milieu mit pH-Werten von 6,96 (ML 3 208) bis 7,67 (ML 3 209) festgestellt.

Die Calciumkonzentrationen betragen bei den flachen Messstellen zwischen 15,1 mg/l (ML 1 209) und 71,1 mg/l (ML 1 208), bei den tiefen Messstellen zwischen 30,8 mg/l (ML 3 218) und 69,9 mg/l (ML 3 208). Das Niveau der Calciumkonzentrationen ist somit in den flachen und tiefen Messstellen vergleichbar.

Die Natriumkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen mit 7,3 mg/l (ML 1 211) bis 19,4 mg/l (ML 1 203) ebenso wie bei den tiefen Messstellen mit 9,2 mg/l (ML 3 209) bis 23,5 mg/l (ML 3 203) auf einem relativ geringen Niveau.

Die Kaliumkonzentrationen variieren bei den flachen Messstellen zwischen 1,4 mg/l (ML 1 211) und 20,6 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 1,4 mg/l (ML 3 218) und 2,5 mg/l (ML 3 214). In einigen flachen Messstellen sind relativ hohe Kaliumkonzentrationen von > 10 mg/l

vorhanden. Folglich ist die Schwankungsbreite der Kaliumkonzentrationen in den flachen Messstellen deutlich größer als in den tiefen Messstellen.

Magnesium ist bei den Messstellen mit Konzentrationen von 2,3 - 9,4 mg/l von untergeordneter Bedeutung.

Die Eisenkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen zwischen 0,224 mg/l (ML 1 211) und 17,4 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 0,943 mg/l (ML 3 209) und 32,9 mg/l (ML 3 203). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,2 mg/l) wird stets überschritten (in der GrwV ist kein Schwellenwert für Eisen festgelegt).

Auch für den Parameter Mangan existiert in der GrwV kein festgelegter Schwellenwert. Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,05 mg/l) wird in allen untersuchten Grundwasserproben überschritten. Unter den flachen Messstellen wurde die höchste Mangankonzentration mit 0,473 mg/l an der Messstelle ML 1 203 und unter den tiefen Messstellen mit 0,727 mg/l an der Messstelle ML 3 206 festgestellt.

Die Ammoniumkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 1 208, ML 1 209, ML 1 211) und 0,14 mg/l (ML 1 203, ML 1 218), bei den tiefen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 3 206, ML 3 208, ML 3 218) und 0,18 mg/l (ML 3 203). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird bei allen Messstellen unterschritten.

Die Hydrogencarbonatkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen 6 mg/l (ML 1 209) und 160 mg/l (ML 1 211), bei den tiefen Messstellen zwischen 69 mg/l (ML 3 218) und 150 mg/l (ML 3 208, ML 3 214). In den flachen Messstellen sind vereinzelt sehr geringe Hydrogencarbonatkonzentrationen zu verzeichnen. Ansonsten ist das Niveau der Hydrogencarbonatkonzentrationen in den flachen und tiefen Messstellen vergleichbar.

Die Chloridkonzentrationen betragen bei den flachen Messstellen zwischen 3,8 mg/l (ML 1 218) und 44 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 9,4 mg/l (ML 3 209) und 50 mg/l (ML 2 218). Die flachen und tiefen Messstellen zeigen generell ein vergleichbares Niveau im Hinblick auf die Chloridkonzentrationen.

Die Sulfatkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen 5,3 mg/l (ML 1 211) und 96 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen von 5,6 mg/l (ML 3 209) und 100 mg/l (ML 3 206). Sowohl bei den flachen als auch bei den tiefen Messstellen sind vereinzelt sehr geringe Sulfatkonzentrationen zu beobachten.

Der Schwellenwert der GrwV von Nitrat (50 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird bei allen Messstellen unterschritten. In der flachen Messstelle ML 1 203 wurde mit 18 mg/l die höchste Nitratkonzentration erfasst. Eine messbare Nitratkonzentration trat zudem mit 16 mg/l bei der flachen Messstelle ML 1 209 auf. Ansonsten lagen die Nitratkonzentrationen bei den flachen und tiefen Messstellen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1,0 mg/l.

Die Nitritkonzentrationen liegen bei den meisten Messstellen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/l. Lediglich bei der flachen Messstelle ML 1 211 wurde eine geringe Konzentration von 0,02 mg/l ermittelt.

Erhöhte Aluminiumkonzentrationen, die oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwertes der TrinkwV (0,2 mg/l; in der GrwV ist kein Schwellenwert für Aluminium festgelegt) liegen, treten bei den zwei flachen Messstellen ML 1 209 mit 0,776 mg/l und ML 1 218 mit 0,880 mg/l

sowie der tiefen Messstelle ML 2 218 mit 0,209 mg/l auf. Damit sind bei den zwei flachen Messstellen die höchsten Aluminiumkonzentrationen zu verzeichnen. Bei der tiefen Messstelle ML 2 218 wird der Grenzwert nur knapp überschritten. Bei den zwei flachen Messstellen ist einhergehend mit den hohen Aluminiumkonzentrationen ein leicht saures Milieu mit pH-Werten von 4,78 bzw. 6,15 festzustellen. Durch die leicht sauren Verhältnisse werden Aluminiumhydroxide aufgelöst, wodurch eine Anreicherung von Aluminiumionen erfolgen kann.

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) bei der flachen Messstelle ML 1 211 mit 0,515 mg/l knapp und bei der tiefen Messstelle ML 3 209 mit 0,831 mg/l deutlich überschritten. Bei den übrigen Messstellen wurden ausschließlich niedrige Konzentrationen von 0,006 - 0,078 mg/l erfasst.

Die Gesamthärten der untersuchten Grundwässer bewegen sich mit rd. 3,33 - 11,1 °dH überwiegend im „weichen“, teilweise im „mittleren“ Härtebereich [U 29].

8.9 Grundwasserbeschaffenheit der Vorfeldmessstellen (August 2021)

Am 03./04.08.2021 erfolgte zur Mitte der Phase C (Zeitpunkt (5)) zusätzlich zu den Bestimmungen des Durchführungsplans (Kapitel 8.1) eine Grundwasserprobenahme und Analytik der Vorfeldmessstellen durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH*. In Tabelle 15 sind die wichtigsten Parameter dieser dritten Grundwasseranalytik, die im Verlauf des Pumpversuchs durchgeführt wurde, zusammengestellt. Wie schon bei der Probenahme im Februar sind die Messstellen ML 1 206 und ML 1 214 bei der Probenahme trockengefallen. Bei den künftigen Probenahmen ist durch eine entsprechende Regulierung der Förderrate der Probenahmepumpe sicherzustellen, dass diese beiden Messstellen nicht während der Probenahme erneut trockenfallen.

Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) [U 28]. Deshalb werden die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. Da die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nur für ausgewählte Parameter festgelegt wurden, erfolgt für eine weitere Auswertung eine Gegenüberstellung mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung [U 27]. Generell können Grundwasseranalysen nicht direkt mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verglichen werden, weil die Trinkwasserverordnung nur für das abgegebene Trinkwasser (= Reinwasser, Reimischwasser) gilt. Deshalb stellen diese Grenzwerte nur eine Orientierungsgröße dar, die zu Vergleichswecken herangezogen wird, aber nicht rechtlich verbindlich ist.

Tabelle 15: Ergebnisse der Grundwasserbeprobung (03. - 04.08.2021); fettgedruckte Zahlen: Konzentrationen über dem Schwellenwert der GrwV bzw. über dem Grenzwert der TrinkwV (TrinkwV nur für Reinwasser rechtlich verbindlich, nur zur Orientierung angegeben)

		Alumi- nium	Ammo- nium	Calcium	Chlorid	Eisen, ges.	HCO ₃ ⁻	Kalium	el. Leitf. (bei 20°C)	Magne- sium	Mangan, ges.	Natrium	Nitrat	Nitrit	ortho- Phosphat	pH-Wert	Sulfat
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l
Schwellenwert GrwV			0,5		250								50	0,5	0,5		250
Grenzwert TrinkwV		0,2	0,5		250	0,2			2500		0,05	200	50	0,5		6,5 - 9,5	250
Vorfeldmessstelle	Datum	"flach" verfilterte Messstellen															
ML 1 203	03.08.2021	0,038	0,19	29,1	45	17,1	30	20,6	425	9,2	0,461	17,3	11	< 0,01	0,026	5,95	100
ML 1 206		geringer Nachlauf, bei Probenahme trocken gefallen															
ML 1 208	03.08.2021	0,033	0,07	67,3	29	3,86	140	2,1	427	4,7	0,509	15,1	< 1	< 0,01	0,020	7,61	63
ML 1 209	03.08.2021	0,346	< 0,06	15,9	23	0,167	6	14,3	251	5,5	0,223	13,1	5	< 0,01	0,011	4,84	64
ML 1 211	04.08.2021	0,009	0,12	44,3	7,2	0,177	160	1,2	257	3,4	0,096	6,9	< 1	< 0,01	0,50	7,83	5,1
ML 1 214		geringer Nachlauf, bei Probenahme trocken gefallen															
ML 1 218	04.08.2021	0,236	0,24	25,1	8,0	3,51	77	3,2	186	4,3	0,114	5,2	< 1	< 0,01	0,040	6,10	22
		"tief" verfilterte Messstellen															
ML 2 218	04.08.2021	0,078	0,08	59,4	55	7,52	120	1,4	437	5,6	0,541	16,2	< 1	< 0,01	0,016	7,43	41
ML 3 203	03.08.2021	< 0,005	0,21	44,6	40	31,7	110	1,5	442	3,3	0,466	23,2	< 1	< 0,01	0,016	7,25	71
ML 3 206	04.08.2021	< 0,005	< 0,06	63,8	21	8,98	99	1,9	437	5,9	0,766	13,1	< 1	< 0,01	0,020	7,24	110
ML 3 208	03.08.2021	< 0,005	0,07	70,0	31	5,84	150	2,4	439	4,9	0,369	14,0	< 1	< 0,01	0,023	7,46	61
ML 3 209	03.08.2021	0,006	0,07	33,9	9,4	0,970	120	1,6	213	2,7	0,229	8,6	< 1	< 0,01	0,320	7,68	5,3
ML 3 211	04.08.2021	< 0,005	0,09	29,7	20	3,23	140	2,4	281	2,2	0,362	25,7	< 1	< 0,01	0,030	7,63	7,5
ML 3 214	04.08.2021	0,120	0,18	40,5	15	1,82	150	2,4	282	3,4	0,275	13,2	< 1	< 0,01	0,090	7,54	10
ML 3 218	04.08.2021	0,013	< 0,06	28,4	19	9,19	64	1,1	239	2,2	0,565	10,3	< 1	< 0,01	0,018	7,47	33

Die hydrochemische Grundwasserbeschaffenheit in den Vorfeldmessstellen (Beprobung August 2021) wird im Folgenden vorgestellt:

Die elektrische Leitfähigkeit (20 °C) variiert in den flachen Messstellen von 186 µS/cm (ML 1 218) bis 427 µS/cm (ML 1 208), in den tiefen Messstellen von 213 µS/cm (ML 3 209) bis 442 µS/cm (ML 3 203). Damit weisen die „flach“ und die „tief“ verfilterten Messstellen niedrige elektrische Leitfähigkeiten auf.

Die flach verfilterten Messstellen zeigen ein leicht saures bis basisches Niveau mit pH-Werten von 4,84 (ML 1 209) bis 7,83 (ML 1 211). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (pH 6,5) wird bei den Messstellen ML 1 203 mit pH 5,95, ML 1 209 mit pH 4,84 und ML 1 218 mit pH 6,10 unterschritten. Bei den tief verfilterten Messstellen wurde durchweg ein neutrales bis basisches Milieu mit pH-Werten von 7,24 (ML 3 206) bis 7,68 (ML 3 209) festgestellt.

Die Calciumkonzentrationen betragen bei den flachen Messstellen zwischen 15,9 mg/l (ML 1 209) und 67,3 mg/l (ML 1 208), bei den tiefen Messstellen zwischen 9,4 mg/l (ML 3 209) und 70,0 mg/l (ML 3 208). Das Niveau der Calciumkonzentrationen ist somit in den flachen und tiefen Messstellen vergleichbar.

Die Natriumkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen mit 5,2 mg/l (ML 1 218) bis 17,3 mg/l (ML 1 203) ebenso wie bei den tiefen Messstellen mit 8,6 mg/l (ML 3 209) bis 25,7 mg/l (ML 3 211) auf einem relativ geringen Niveau.

Die Kaliumkonzentrationen variieren bei den flachen Messstellen zwischen 1,2 mg/l (ML 1 211) und 20,6 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 1,1 mg/l (ML 3 218) und 2,4 mg/l (ML 3 208). In einigen flachen Messstellen sind relativ hohe Kaliumkonzentrationen von > 10 mg/l vorhanden. Folglich ist die Schwankungsbreite der Kaliumkonzentrationen in den flachen Messstellen deutlich größer als in den tiefen Messstellen.

Magnesium ist bei den Messstellen mit Konzentrationen von 2,2 - 9,2 mg/l von untergeordneter Bedeutung.

Die Eisenkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen zwischen 0,167 mg/l (ML 1 209) und 17,1 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 0,970 mg/l (ML 3 209) und 31,7 mg/l (ML 3 203). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,2 mg/l) wird in der Regel überschritten (in der GrwV ist kein Schwellenwert für Eisen festgelegt). Lediglich bei den zwei flachen Messstellen ML 1 209 und ML 1 211 wird der Grenzwert mit 0,167 mg/l bzw. 0,177 mg/l unterschritten.

Auch für den Parameter Mangan existiert in der GrwV kein festgelegter Schwellenwert. Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,05 mg/l) wird in allen untersuchten Grundwasserproben überschritten. Unter den flachen Messstellen wurde die höchste Mangankonzentration mit 0,509 mg/l an der Messstelle ML 1 208 und unter den tiefen Messstellen mit 0,766 mg/l an der Messstelle ML 3 206 festgestellt.

Die Ammoniumkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 1 209) und 0,24 mg/l (ML 1 218), bei den tiefen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 3 206, ML 3 218) und 0,21 mg/l (ML 3 203). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird bei allen Messstellen unterschritten.

Die Hydrogencarbonatkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen 6 mg/l (ML 1 209) und 160 mg/l (ML 1 211), bei den tiefen Messstellen zwischen 64 mg/l (ML 3 218) und 150 mg/l (ML 3 208, ML 3 214). In den flachen Messstellen sind vereinzelt sehr geringe Hydrogencarbonatkonzentrationen zu verzeichnen. Ansonsten ist das Niveau der Hydrogencarbonatkonzentrationen in den flachen und tiefen Messstellen vergleichbar.

Die Chloridkonzentrationen betragen bei den flachen Messstellen zwischen 7,2 mg/l (ML 1 211) und 45 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 9,4 mg/l (ML 3 209) und 55 mg/l (ML 2 218). Die flachen und tiefen Messstellen zeigen generell ein vergleichbares Niveau im Hinblick auf die Chloridkonzentrationen.

Die Sulfatkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen 5,1 mg/l (ML 1 211) und 100 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen von 5,3 mg/l (ML 3 209) und 110 mg/l (ML 3 206). Sowohl bei den flachen als auch bei den tiefen Messstellen sind vereinzelt sehr geringe Sulfatkonzentrationen zu beobachten.

Der Schwellenwert der GrwV von Nitrat (50 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird bei allen Messstellen unterschritten. In der flachen Messstelle ML 1 203 wurde mit 11 mg/l die höchste Nitratkonzentration erfasst. Eine messbare Nitratkonzentration trat zudem mit 5 mg/l bei der flachen Messstelle ML 1 209 auf. Ansonsten lagen die Nitratkonzentrationen bei den flachen und tiefen Messstellen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1,0 mg/l.

Die Nitritkonzentrationen liegen bei allen Messstellen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/l.

Erhöhte Aluminiumkonzentrationen, die oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwertes der TrinkwV (0,2 mg/l; in der GrwV ist kein Schwellenwert für Aluminium festgelegt) liegen, treten bei den zwei flachen Messstellen ML 1 209 mit 0,346 mg/l und ML 1 218 mit 0,236 mg/l auf. Damit sind lediglich bei zwei flachen Messstellen leicht erhöhte Aluminiumkonzentrationen zu verzeichnen. Bei den anderen flachen Messstellen und allen tiefen Messstellen sind die Aluminiumkonzentrationen mit < 0,005 - 0,120 mg/l auf einem niedrigeren Niveau. Bei den zwei flachen Messstellen ist einhergehend mit den erhöhten Aluminiumkonzentrationen ein leicht saures

Milieu mit pH-Werten von 4,84 bzw. 6,10 festzustellen. Durch die leicht sauren Verhältnisse werden Aluminiumhydroxide aufgelöst, wodurch eine Anreicherung von Aluminiumionen erfolgen kann.

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) bei allen Messstellen eingehalten. Die höchste ortho-Phosphat-Konzentration wurde mit 0,50 mg/l an der Messstelle ML 1 211 festgestellt. Der Schwellenwert wurde damit nur knapp eingehalten. Im Februar 2021 wurde der Schwellenwert an der flachen Messstelle ML 1 211 mit 0,515 mg/l noch knapp überschritten. Bei den übrigen Messstellen wurden ausschließlich geringere Konzentrationen von 0,011 - 0,320 mg/l erfasst.

Die Gesamthärten der untersuchten Grundwässer bewegen sich mit rd. 3,49 - 10,9 °dH überwiegend im „weichen“, teilweise im „mittleren“ Härtebereich **[U 29]**.

8.10 Trendentwicklung der Grundwasserbeschaffenheit

Zur visuellen Verdeutlichung und Identifikation von Trends werden die Ganglinien der Chlorid-, Sulfat-, Hydrogencarbonat-, Eisen- und Nitratkonzentration ausgewählter „tiefer“ und „flacher“ Messstellen für den Zeitraum von 2001 bis August 2021 in Abbildung 49 bis Abbildung 53 dargestellt.

Mit Chloridkonzentrationen zwischen < 10 und rd. 60 mg/l („flach“) bzw. 70 mg/l („tief“) liegen diese im Bereich der in den Brunnen gemessenen Werte (Abbildung 49). Beim Parameter Chlorid hat sich das Niveau der Konzentrationen im Verlauf des Pumpversuchs gegenüber dem Niveau vor Beginn des Pumpversuches nicht verändert.

Die Sulfatkonzentrationen schwanken zwischen < 2 mg/l und rd. 140 mg/l (Abbildung 50). Die Sulfatkonzentrationen in den „flach“ und „tief“ verfilterten Messstellen liegen auf einem vergleichbaren Niveau. Die Schwankungsbreite der Sulfatkonzentration liegt seit Beginn des Pumpversuchs ebenfalls innerhalb derselben Größenordnung wie zuvor.

Die Hydrogencarbonatkonzentrationen liegen, wie bei den Brunnen auch, weitgehend im Bereich zwischen 100 mg/l und 200 mg/l (Abbildung 51). Deutliche Unterschiede zwischen „flach“ und „tief“ verfilterten Messstellen ergeben sich auch hier nicht. Die Hydrogencarbonatkonzentrationen bewegen sich bei den letzten drei Beprobungen, die während des Pumpversuchs entnommen wurden, auf demselben Niveau wie vor Beginn des Pumpversuches.

Die Eisenkonzentrationen betragen i.d.R. < 10 mg/l. Lediglich bei der flachen Messstelle ML 1 203 sowie der tiefen Messstelle ML 3 203 sind Eisenkonzentrationen über 10 mg/l zu beobachten. Insbesondere bei der tiefen Messstelle ML 3 203 sind die Eisenkonzentrationen mit bis zu 36,4 mg/l stark erhöht. Die höchste Eisenkonzentration von 36,4 mg/l wurde bei dieser Messstelle im Mai 2020 festgestellt. Bereits vor Beginn des Pumpversuchs wurde allerdings im November 2016 ebenfalls eine stark erhöhte Eisenkonzentration von 32,6 mg/l bei der tiefen Messstelle ML 3 203 erfasst. Das Niveau der Eisenkonzentrationen hat sich seit Beginn des Pumpversuchs nicht verändert.

Die Nitratkonzentrationen der tiefen Messstellen sind meist < 1 mg/l und damit sehr gering (Abbildung 53). Bei den flachen Messstellen wurden dagegen vermehrt Konzentrationen nachgewiesen, insbesondere bei den neuen Messstellen. Erhöhte Nitratkonzentrationen, welche den zur Orientierung herangezogenen Schwellenwert der GrwV (50 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) überschreiten, wurden lediglich bei der Messstelle ML 1 206 festgestellt. Diese betragen im Jahr 2015 65,2 mg/l, im Jahr 2016 116 mg/l und im Jahr 2020 160 mg/l. Im Jahr 2021 wurde die Messstelle ML 1 206 wie zuvor beschrieben nicht analysiert. Von 2017 - 2019 wurden dagegen geringe Nitratkonzentrationen < 23 mg/l erfasst. Seit Beginn der Messungen im Jahr 2015 ist die Nitratkonzentration dieser Messstelle starken Schwankungen unterworfen.

Anhand der Analytik der Vorfeldmessstellen im Mai 2020, Februar 2021 und August 2021 sind keine hydrochemischen Auffälligkeiten festzustellen, welche auf Veränderungen als Folge des Pumpversuches hindeuten.

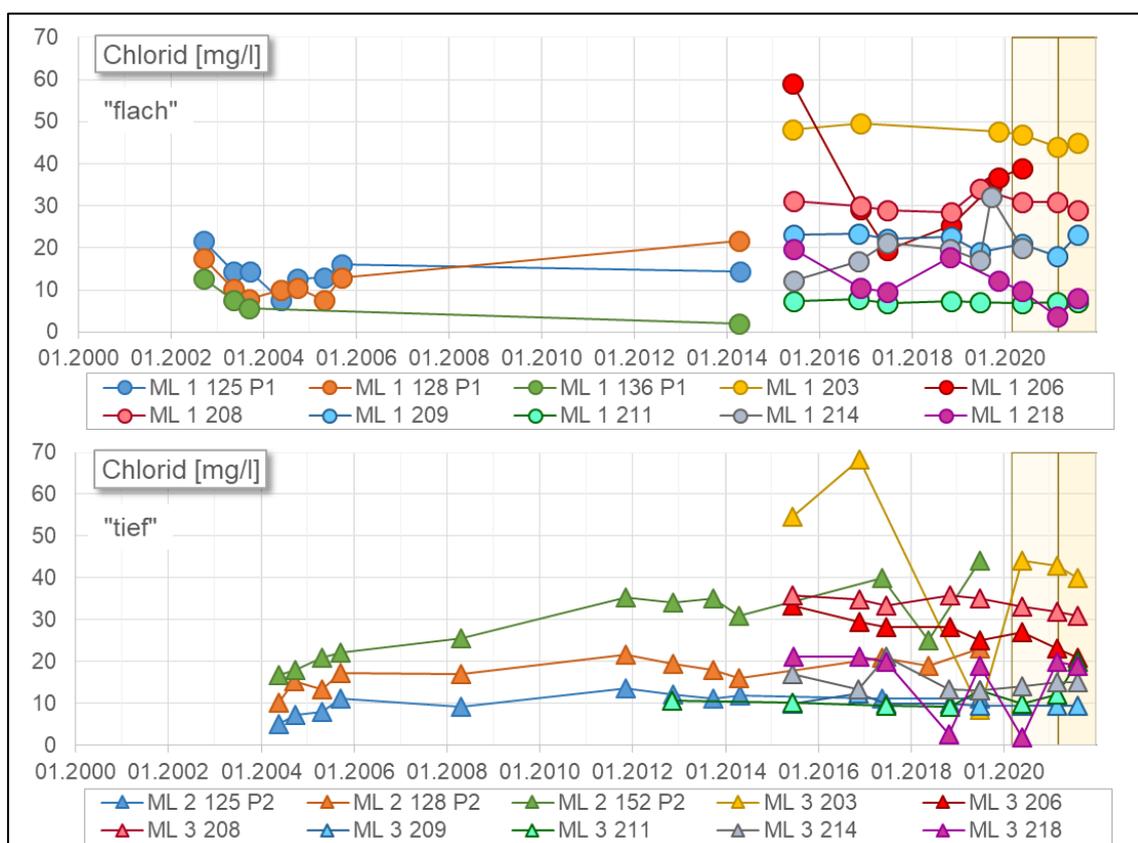


Abbildung 49: Entwicklung der Chloridkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen

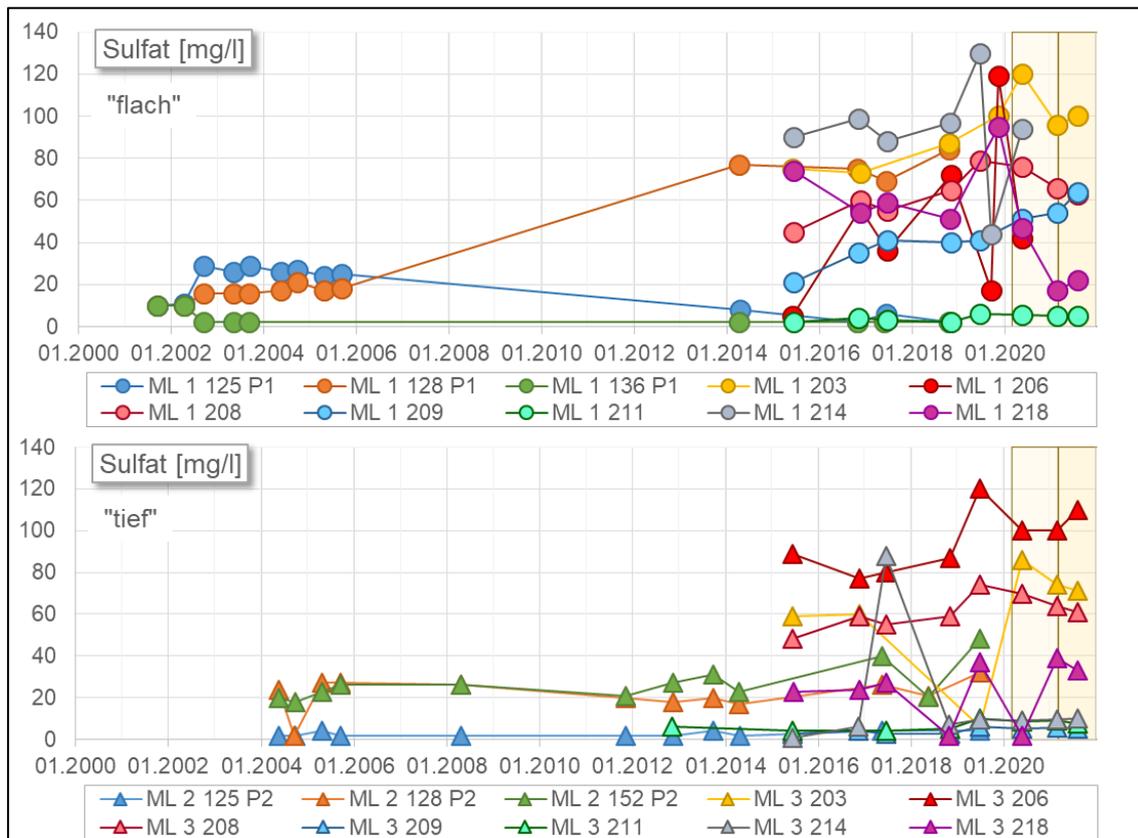


Abbildung 50: Entwicklung der Sulfatkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen

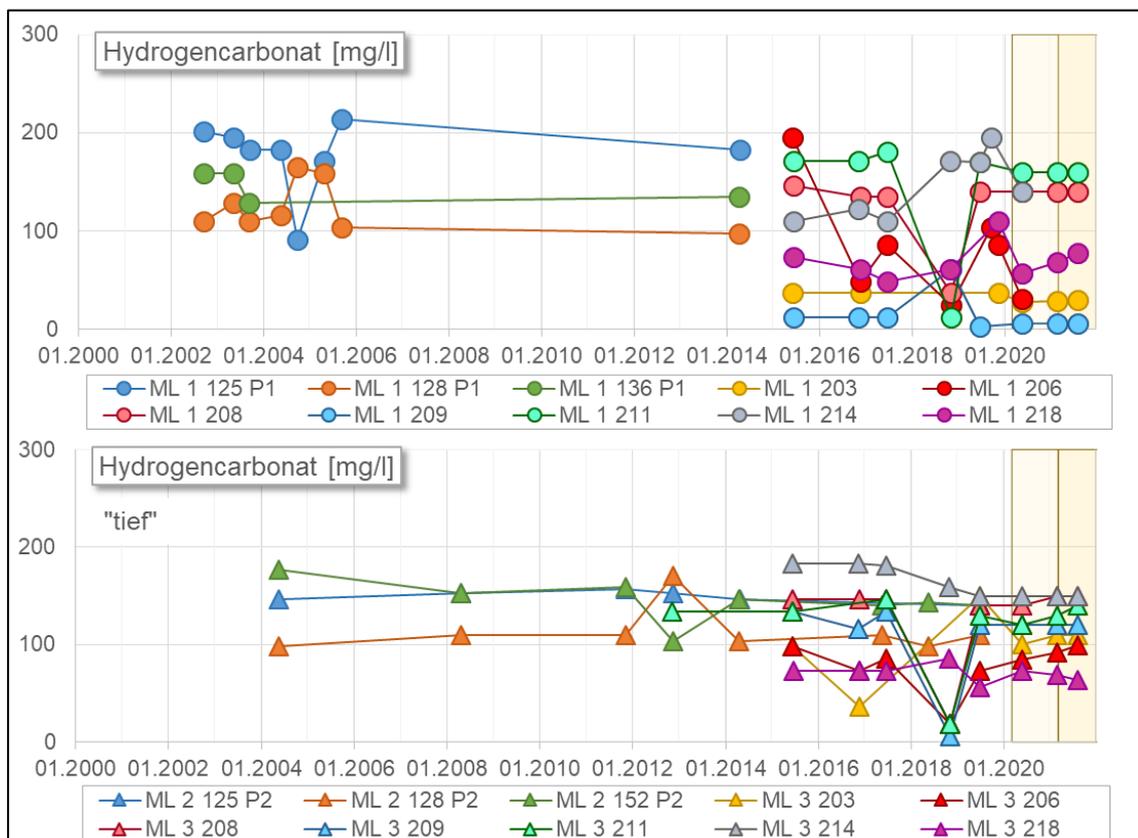


Abbildung 51: Entwicklung der Hydrogencarbonatkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen

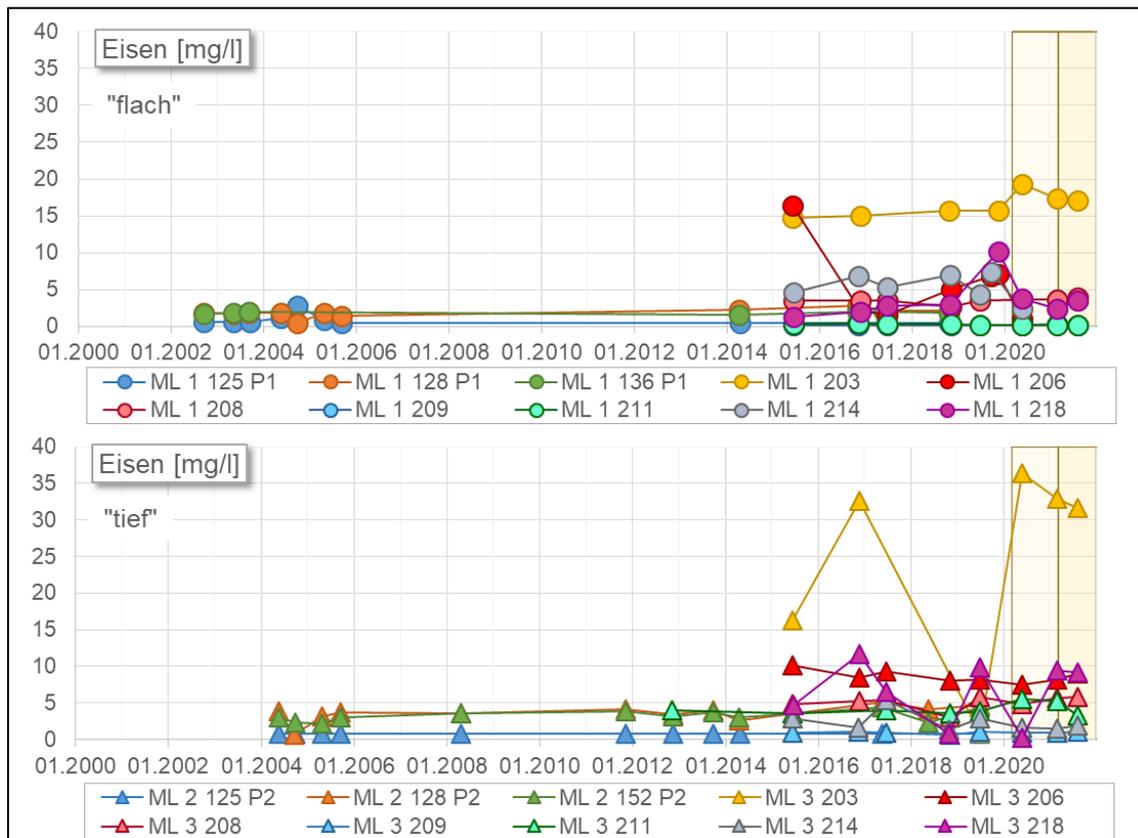


Abbildung 52: Entwicklung der Eisenkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen

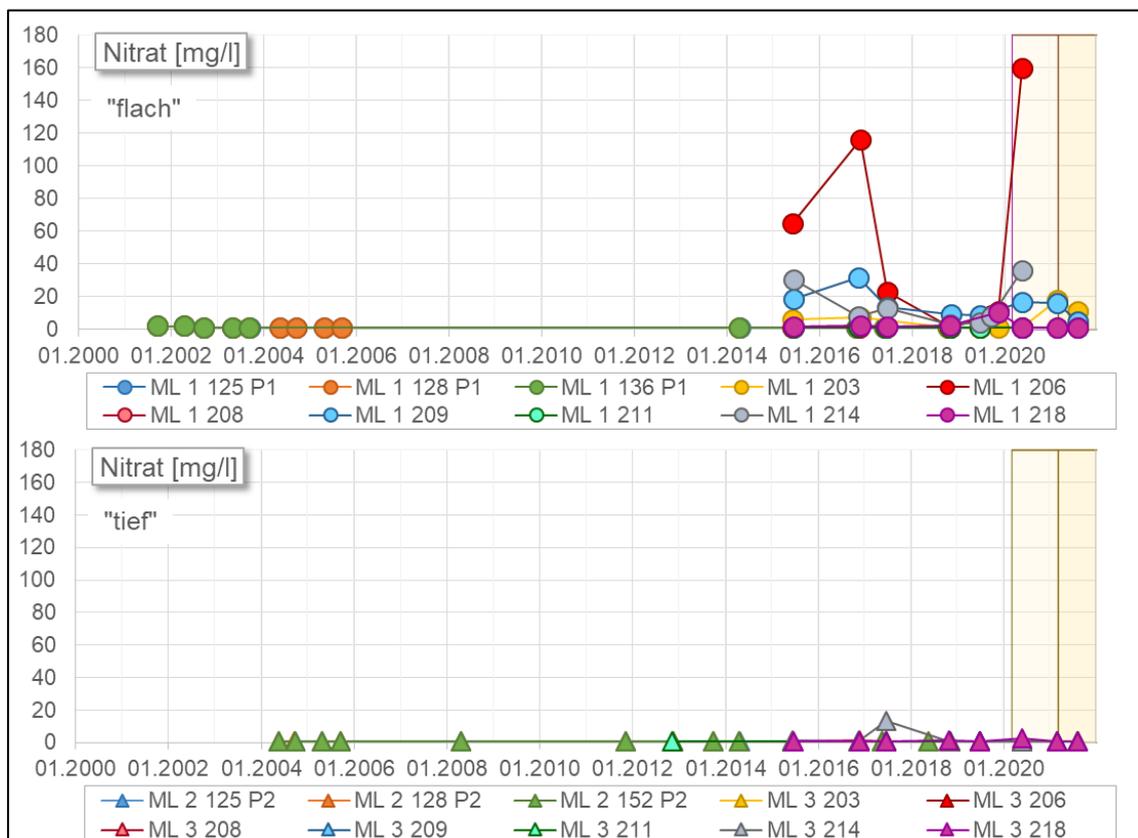


Abbildung 53: Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen

9 Auswirkungen der Entnahmen

9.1 Grundwasserganglinien

In Kapitel 6.4 werden Ganglinienverläufe der Standrohrspiegelhöhen ausgewählter Grundwassermessstellen ausführlich beschrieben. Dabei wird auch auf Beeinflussungen durch den Pumpversuch eingegangen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bis August 2021 im 1. GLW nur im unmittelbaren Umfeld des Brunnens IV (Radius wenige 100 m) pumpversuchsbedingte Absenkungen eindeutig an den Ganglinien identifizierbar sind. In den tieferen GWL, unterhalb des GW-Hemmers H1, reichen die Druck-Absenkungen bei höheren Absenkbeträgen deutlich weiter (Radius z. T. über 1,5 km). Die registrierten pumpversuchsbedingten Absenkungen werden teilweise, allerdings im Jahr 2021 nur geringfügig durch Auswirkungen von Grundwasserentnahmen zu Berechnungszwecken überlagert.

Flächenhafte Darstellungen der pumpversuchsbedingten Absenkungen (ohne die Auswirkungen der Berechnung) erfolgen separiert nach Grundwasserleitern in den Anlagen 5. ff. auf Basis der Ergebnisse der Berechnungen mit dem numerischen Grundwassermodell.

Im Rahmen des Durchführungsplans [U15] ist weiterhin vorgesehen, zum Ende der Pumpstufe III an Ganglinien ausgewählter und abgestimmter Grundwassermessstellen die den Pumpversuch verursachten Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen (Absenkungen) mit statistischen Analyseverfahren, z. B. dem sog. Wiener-Mehrkanal-Filter bzw. dem *MENYANTHES*-Verfahren® (KWR Water Research Institute, Niederlande) auszuwerten. Die Anwendung dieser statistischen Verfahren bietet zudem die Möglichkeit einer modellunabhängigen Prüfung der Berechnungsergebnisse des numerischen Grundwassermodells. Mit der Prüfung der Modellergebnisse ist durch den Aufbau eines Auswertungs-Systems nach dem *MENYANTHES*-Verfahren begonnen worden. Erste Ergebnisse werden in Kap. 9.6 vorgestellt

9.2 Grundwassergleichenpläne

9.2.1 Methodik

Auf Grundlage der Messungen der Standrohrspiegelhöhen (gesamtes Messnetz) und unter Berücksichtigung der Oberflächengewässer und der Geländehöhen (digitales Geländemodell DGM 10) werden jeweils für alle drei Grundwasserleiter (1. GWL, 2. GWL und 3. GWL) Pläne gleicher Standrohrspiegelhöhen (Grundwassergleichenpläne) erstellt. In Bereichen mit einer geringen Messstellendichte (insbesondere in den tieferen Grundwasserleitern), werden die Messwerte durch mit dem numerischen Grundwassermodell (siehe unten) berechneten Standrohrspiegelhöhen ergänzt.

Nach den einschlägigen Empfehlungen des LBEG sollen die Gleichenpläne, abhängig vom betrachteten Grundwasserleiter, Standrohrspiegel-Mittelwerte der Vegetationsperiode (15. April bis 15. Oktober) bzw. Mittelwerte eines Kalenderjahres repräsentieren. Da aber zu erwarten ist, dass sich mit Fortdauer des Pumpversuchs bei wechselnden Entnahmemengen eine dynamische, zeitabhängige Entwicklung und Ausbreitung des Absenktrichters einstellen wird, ist eine Mittelwertbildung der Standrohrspiegelhöhen nur für die Phase A vor Beginn des Pumpversuchs sinnvoll. Während des Pumpversuchs führt eine Mittelwertbildung zu verfälschten Ergebnissen. Daher

werden Gleichenpläne während des Pumpversuchs auf Grundlage von Stichtagsmessungen erstellt (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16 Zeitpunkte für die Erstellung der Grundwassergleichenpläne

Zeitpunkte der Auswertung	Grundlage	Darstellung in
(1) Phase A (ca. ein halbes Jahr vor Pumpversuchsbeginn)	1. GWL: Mittelwert der Vegetationsperiode 2. und 3. GLW Mittelwert des Kalenderjahres	1. Jahresbericht
(2) Ende Phase A (vor Pumpversuchsbeginn)	alle GWL: Stichtagsmessung	2. Jahresbericht
(3) Mitte Phase B	alle GWL: Stichtagsmessung	
(4) Ende Phase B	alle GWL: Stichtagsmessung	3. Jahresbericht
(5) Mitte Phase C	alle GWL: Stichtagsmessung	
(6) Ende Phase C	alle GWL: Stichtagsmessung	4. Jahresbericht
(7) Mitte Phase D	alle GWL: Stichtagsmessung	
(8) Ende Phase D	alle GWL: Stichtagsmessung	5. Jahresbericht (Abschlussbericht)
(9) Phase E (ca. ein halbes Jahr nach Pumpversuchsende)	alle GWL: Stichtagsmessung	

Im Rahmen dieses 3. Jahresberichts wurden Grundwassergleichen und -flurabstandspläne auf Grundlage von Stichtagsmessungen Anfang März 2020, unmittelbar vor Beginn der Pumpstufe II März 2021 (Zeitpunkt (4)) und Anfang August 2021 (Zeitpunkt (5)) erstellt.

9.2.2 Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, März 2021

Der Plan mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 1. Grundwasserleiter Stichtag März 2021 (Zeitpunkt (4)) befindet sich in **Anlage 4.1.1**.

Die generelle Grundwasser-Fließrichtung ist nach Norden auf die Hase zu ausgerichtet. Im Süden im Bereich der Fensterberge werden Standrohrspiegelhöhen bis 40 m NHN am Windmühlenberg sogar über 57 m NHN gemessen. Im Bereich der Hase betragen sie dagegen nur ca. 14 m NHN.

Die Dichte der Isolinien und damit des Grundwassergefälle nimmt von Süden nach Norden deutlich ab. Beträgt der Strömungsgradient im Süden ca. 0,003, so nimmt er nach Norden auf 0,0007 ab.

Die Isolinienverläufe zeigen deutlich den drainierenden Einfluss der Gewässer, insbesondere der Lotter Beeke (besonders im Unterlauf) und des Hestruper Mühlenbachs.

Nahezu deckungsgleich mit dem westlich von Lengerich gelegenen und in Nord-Süd-Richtung vom Windmühlenberg bis über die Ortschaft Gersten hinausreichenden Höhenzug ist auch ein langgestrecktes Hochgebiet der Standrohrspiegelhöhen zu erkennen. Hier werden Grundwasserhöhen von über 45 m NHN erreicht. Von diesem Hochgebiet fließt das Grundwasser einerseits nach Osten und Norden in das Lotter-Beeke-Entwässerungssystem, andererseits nach Nordwesten in das Entwässerungssystem des Bregenbecker Mühlenbachs / Bawinkler Bachs (mündet in

die Hase) ab. Bei diesem Grundwasserhoch handelt es sich in weiten Bereichen um ein sogenanntes „schwebendes“ Grundwasservorkommen⁹.

Einen weiteren Beleg für ein schwebendes Grundwasservorkommen zeigt der Vergleich mit den Grundwassergleichenplänen für den 2. und insbesondere den 3. Grundwasserleiter (Anlagen 4.1.2 und 4.1.3), in denen die Isolinien in diesem Bereich bis über 15 m niedrigere Standrohrspiegelhöhen aufweisen und einen deutlich differierenden Verlauf nehmen.

Zudem ist der 1. Grundwasserleiter in den Randbereichen des Grundwasser-Hochgebiets, insbesondere in Ortsteilen von Lengerich und nördlich davon nur sehr geringmächtig verbreitet.

Ein weiteres, allerdings nur lokales und schwach ausgeprägtes Hochgebiet befindet sich nord-östlich der Ortschaft Handrup am Kettelberg. Hierdurch ist eine lokale Grundwasserscheide ausgebildet, die aber nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Ein Einfluss der Grundwasserentnahmen aus den drei Förderbrunnen ist nur am Brunnen IV in geringfügigem und räumlich stark begrenztem Maße zu erkennen.

9.2.3 Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (März 2021)

Die jeweiligen Pläne mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 2. und 3. Grundwasserleiter (Stichtag März 2021, (Zeitpunkt (4))) befinden sich in den **Anlagen 4.1.2** und **4.1.3**.

Die Isolinienverläufe und Standrohrspiegelhöhen beider Pläne sind sehr ähnlich, unterscheiden sich aber deutlich von denen des GWL 1. Der Grundwasserabstrom erfolgt weiterhin nach Norden und auch der Grundwasserströmungsgradient nimmt von Süden nach Norden ab. Die im GWL 1 zu verzeichnenden Hochgebiete (oftmals schwebende Grundwasservorkommen) sind nicht vorhanden und die Isolinien verlaufen wesentlich „glatter“ und „harmonischer“. Ursache für die Differenzen zum GWL 1 ist der wirksame Grundwasserhemmer GWH1 sowie der nur noch mittelbare Einfluss der Gewässer.

Im Gleichenplan des 2. GWL (**Anlage 4.1.2**) ist die Messstelle ML 2 219 südlich von Lengerich nicht berücksichtigt. Wie bereits in Kap. 6.4.3 beschrieben, passen die Messwerte dieser Messstelle nicht in das Gesamtbild der Grundwasserströmung. Da es sich um ein lokal begrenztes Phänomen handelt, wird diese Messstelle bis zur Klärung der Ursachen für die abweichenden Standrohrspiegelhöhen in den weiteren Darstellungen, auch des 3. GWL, nicht mehr berücksichtigt.

Im Bereich des Brunnen IV ist anhand der Isolinien eine förderbedingte Grundwasserdepression bzw. -absenkung zu erkennen (geschlossene 23-m-Isolinie). Am Brunnen I ist ebenfalls eine Grundwasserdepression vorhanden, aber in deutlich geringerem Ausmaß. An Brunnen II ist eine solche Depression kaum erkennbar, was aber auch damit zusammenhängt, dass hier in unmittelbarer Brunnennähe keine im 2. GWL verfilterten Messtellen vorhanden sind.

⁹ DIN 4049-3: Wird ein Grundwasserleiter von einer ungesättigten Zone unterlagert, spricht man von einem schwebenden Grundwasserstockwerk

Die Bereiche mit schwebenden Grundwasservorkommen sind in der Anlage 4.1.1 entsprechend gekennzeichnet

Der Gleichenplan des **3. GWL (Anlage 4.1.3)** ist dem des GWL2 sehr ähnlich. Die insgesamt geringfügigen Unterschiede der Isolienverläufe im 2. und 3. GWL erklären sich durch die hydraulische Wirkung des 2. Grundwasserhemmers. Sie treten vor allem im Umfeld der Brunnen Lengerich-Handrup auf.

Förderbedingte Grundwasserdepressionen sind an allen drei Förderbrunnen erkennbar. Am Brunnen I sind sie am stärksten, am Brunnen II am geringsten ausgebildet (im Gegensatz zum GWL2 sind hier im GWL 3 ausreichend Grundwassermessstellen vorhanden). An Brunnen IV zeigt sich durch den Verlauf der 24-m-Isolinie ebenfalls eine förderbedingte Grundwasserabsenkung.

9.2.4 Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, August 2021

Der Plan mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 1. Grundwasserleiter Stichtag August 2021 (Zeitpunkt (4)) befindet sich in **Anlage 4.3.1**.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung läuft der Pumpversuch ca. ein Jahr und 5 Monate. Im gesamten Untersuchungsgebiet sind gegenüber März 2021 jahreszeitlich- und witterungsbedingt im Gebietsmittel ca. 0,6 m niedrigere Standrohrspiegelhöhen zu verzeichnen. Das generelle Strömungsbild hat sich dadurch nicht verändert.

Während sich an den Brunnen I und II keine pumpversuchsbedingten Veränderungen der Isolienverläufe und Grundwasserfließrichtungen erkennen lassen, ist am Brunnen IV eine weiterhin lokal sehr begrenzte Grundwasserdepression vorhanden, die sich in Abhängigkeit von der gesteigerten Entnahmerate gegenüber dem März 2021 um einige Dezimeter eingetieft hat (erkennbar durch die geschlossenen 23-m-Isolinie). Somit zeigt ein Vergleich der Grundwassergleichenpläne von März 2020 (vor Beginn des Pumpversuchs, 2. Jahresbericht **[U15]**) und August 2021 im 1. GWL an den Brunnen I und II keine und am Brunnen IV geringe Beeinflussungen durch den Pumpversuch.

9.2.5 Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (August 2021)

Die jeweiligen Pläne mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 2. und 3. Grundwasserleiter (Stichtag August 2021, (Zeitpunkt (5))) befinden sich in den **Anlagen 4.3.2** und **4.3.3**.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung läuft der Pumpversuch ca. ein Jahr und 5 Monate. Im gesamten Untersuchungsgebiet sind gegenüber März 2021 jahreszeitlich- und witterungsbedingt im Gebietsmittel ca. 0,4 m (2. GWL) bzw. 1,0 m (3. GWL) niedrigere Standrohrspiegelhöhen zu verzeichnen. Das generelle Strömungsbild hat sich dadurch nicht verändert.

2. GWL: die Grundwasserabsenkung am Brunnen IV hat sich geringfügig stärker eingetieft und auch am Brunnen I ist am Isolienverlauf eine Grundwasserabsenkung zu erkennen. Am Brunnen II ist vermutlich nur eine sehr geringe Absenkung im 2. GWL vorhanden.

3. GWL: Die im März 2021 an den Förderbrunnen festgestellten Absenkungen haben sich auf Grund der gesteigerten Entnahme gegenüber dem März 2021 etwas weiter eingetieft. Sie sind an den Isolien im Bereich der Brunnen I und IV deutlich zu erkennen. Am Brunnen II kommt es allerdings nur zu relativ geringfügigen Absenkungen, was die nahezu unbeeinflussten Verläufe

der Isolinien zeigen. Mit den Absenkungen gehen lokale Veränderungen der Grundwasserströmungsrichtungen einher, die durch die Grundwasserströmungspfeile angedeutet werden.

Die maximalen Absenkungen liegen im 3. GWL in unmittelbarer Brunnennähe, bereinigt um die jahreszeitlich- und witterungsbedingten Einflüsse, in der Größenordnung von 3 - 4 m. Der Bereich, in dem die Veränderungen der Isolinienverläufe auf förderbedingte Absenkungen hinweisen könnten, reicht im Radius maximal 1 bis 1,5 km um die Brunnenstandorte, quer zur Strömungsrichtung, in Richtung Westen und Osten, sind die Wirkreichweiten deutlich kleiner.

Für detailliertere Auswertungen der Absenkreichweiten ist die Darstellung der Isolinien der Standrohrspiegelhöhen von Stichtagsmessungen nicht ausreichend, insbesondere bei Berücksichtigung der Einflüsse der Witterung und der Feldberegnung. Daher erfolgen die Darstellungen der Absenkbeträge und der Reichweiten unter Einsatz des numerischen Grundwassermodells (siehe Kapitel 9.4).

9.3 Grundwasserflurabstände

9.3.1 Methodik

Die Berechnung der Grundwasserflurabstände (= Differenz zwischen der Geländeoberfläche (DGM 10) und den Standrohrspiegelhöhen des 1. Grundwasserleiters) erfolgt auf Basis der in Tabelle 16 angegebenen Grundwassergleichenplänen und Zeitpunkte. Analog zu der Erstellung der Grundwassergleichenpläne beruhen die Grundwasserflurabstände auf Messwerten der Standrohrspiegelhöhen. Lediglich Bereichen mit einer geringen Messstellendichte, werden die Messwerte durch mit dem numerischen Grundwassermodell (siehe unten) berechneten Standrohrspiegelhöhen ergänzt.

9.3.2 Grundwasserflurabstandspläne

In der **Anlage 4.2** werden die Grundwasserflurabstände für die Stichtagsmessung März 2021 in neun farblichen Abstufungen dargestellt (< 0,8 m; 0,8 – 1,2 m; 1,2 – 1,6 m; 1,6 – 2,0 m; 2,0 – 3,0 m; 3,0 – 4,0 m; 4,0 – 5,0 m; 5,0 – 10,0 m und > 10 m). Flurabstände mit mehr als 5 m sind an die morphologischen Hochgebiete, vor allem im Süden und westlich von Lengerich, gebunden. In Folge der Niederschläge bzw. Grundwasserneubildung im Winter, sind im März relativ hohe Standrohrspiegelhöhen zu verzeichnen. Daher sind in den Niederungen geringe Flurabstände mit 0,8 m und weniger, weit verbreitet.

Im Sommer führt die natürlicherweise höhere Verdunstung und damit die ausbleibende Grundwasserneubildung zu Absinken der Standrohrspiegelhöhen und damit zu größeren Grundwasserflurabständen im August 2021 (**Anlage 4.4**), allerdings in einem wesentlich gemäßigeren Maß als vergleichsweise im Sommer 2020. Jetzt überwiegen in den Niederungen Beträge zwischen 1,6 und 2 m. Eine pumpversuchsbedingte Vergrößerung der Flurabstände lässt sich bis auf den unmittelbaren Nahbereich des Brunnen IV nicht ablesen.

9.4 Förderbedingte Grundwasserabsenkungen (num. Grundwassermodell)

9.4.1 Methodik

Wesentlicher Bestandteil der Beweissicherung Teil A (Hydrogeologie / Wasserwirtschaft) ist ein kalibriertes numerisches Grundwasserströmungsmodell, das im hydrogeologischen Gutachten

der Unterlagen zum wasserrechtlichen Erlaubnis Antrag des Pumpversuchs näher beschrieben bzw. dokumentiert ist.

Das Grundwassermodell wird im instationären Modus (monatliche Zeitschritte) betrieben und anhand der auflaufenden Messdaten im Vorfeld (Phase A), während des Pumpversuchs (Phasen B – D) und nach Pumpversuchsende (Phase E) in kurzen Zeitabständen aktualisiert, kalibriert und weiterentwickelt.

Mit Hilfe dieses Grundwassermodells ist sowohl eine „Nachschau“ der förderbedingten Veränderungen der Standrohrspiegelhöhen und des Wasserhaushalts möglich, als auch eine „Vorschau“ (Prognose) der Auswirkungen der folgenden Phasen des Pumpversuchs. Die Modell-Auswertungen stellen eine wesentliche Basis für die Bewertungen der Pumpversuchsauswirkungen durch die Fachgutachter der Teile B bis E des Durchführungsplanes dar und bilden eine Grundlage für die Entscheidungen zur Fortsetzung des Pumpversuchs im Rahmen der vier vorgesehenen Besprechungstermine.

Die Abbildung 54 zeigt die bis zum Zeitpunkt (5) für diesen 3. Jahresbericht durchgeführten Modellauswertungen und Berechnungen mit ihrem zeitlichen Bezug. Die Begrifflichkeiten werden anschließend erläutert:

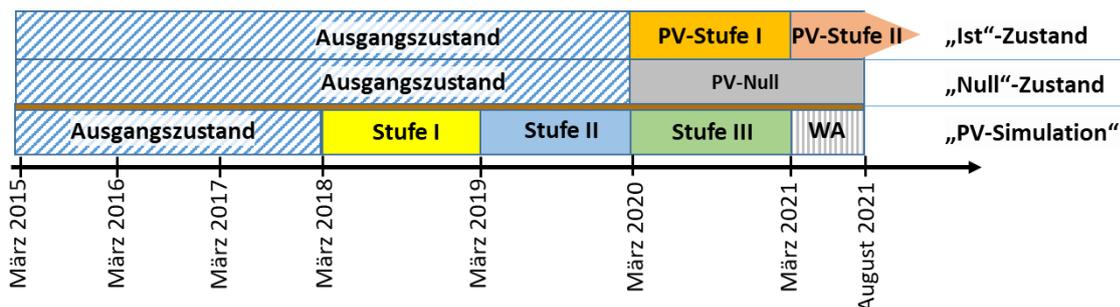


Abbildung 54: Mit dem numerischen Grundwassermodell durchgeführte Berechnungen

- A) Ausgangszustand: der „Ausgangszustand“¹⁰ beschreibt die Phase vor dem Pumpversuch und wird mit all seinen Grundwasserschwan­kungen, Wasserstandsschwankungen in den Gewässern, meteorologischen Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung etc. ab dem 01.03.2015 bis zum 08.03.2020 im zeitlichen Ablauf (instationär) anhand der tatsächlichen Messdaten mit hoher Wiedergabetreue nachgebildet. Da der Ausgangszustand in der Realität gemessen wurde, ist er Teil des „Ist-Zustands“.
- B) Pumpversuch: Seit dem 09. März 2020 läuft der Pumpversuch. Der Pumpversuch wird mit den tatsächlichen Förderungen aus den Brunnen Lengerich-Handrup sowie all seinen Grundwasserschwan­kungen, Wasserstandsschwankungen in den Gewässern, meteorologischen Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung etc. ab dem 09.03.2020 bis zum 31.08.2021 im zeitlichen Ablauf (instationär) anhand der tatsächlichen Messdaten mit ho-

¹⁰ In den Einwendungen zum Wasserrechtsantrag wurden die Grundwassermessung in der Phase A oftmals als „0-Zustand“ bezeichnet. Besser ist, vom „Ausgangs-“ oder „Ist-Zustand“ zu sprechen. Der Begriff „0-Zustand“ wird für eine Modellberechnung mit abgeschalteten Brunnen aus den Brunnen Lengerich-Handrup verwendet.

her Wiedergabetreue nachgebildet“. Im Rahmen dieses Arbeitsschritts wurde die Kalibrierung des Modells (Anpassung der Modellparameter an die Messwerte) weiter geprüft und verfeinert. Da der Pumpversuch in der Realität durchgeführt und gemessen wurde, ist er ebenfalls Teil des „Ist-Zustands“.

- C) „Null“-Zustand: im nächsten Bearbeitungsschritt wird im Modell der Rechenlauf ab 01.03.2015 bis zum 31.08.2021 wiederholt, aber es wird modelltechnisch die Förderung aus den Brunnen Lengerich-Handrup im Zeitraum 09.03. bis 31.08.2021 abgeschaltet („Null-Förderung“). Dieser „Null-Zustand“ entspricht somit einer Situation, wie sich die unter identischen meteorologischen Verhältnissen sowie den identischen übrigen Randbedingungen (Beregnungsentnahmen, Flächenbewirtschaftung etc.) Grundwasserverhältnisse ohne den Pumpversuch eingestellt hätten.
- D) Nachschau (Pumpversuchsauswertung): Zwischen den Berechnungsergebnissen des tatsächlich durchgeführten Pumpversuchs (Punkt B) und dem „Null-Zustand“ (Punkt C) werden die Differenzen der Standrohrspiegelhöhen (je GWL) gebildet sowie auch die Differenzen der Grund- und Oberflächenbilanzen. Hierdurch lassen sich zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Auswirkungen des Pumpversuchs, z. B. die Ausdehnung des Absenktrichters, darstellen (im vorliegenden Fall nach ca. 1,5 Jahren nach Pumpversuchsbeginn (August 2021). Da hierdurch der bisherige Pumpversuchsablauf nachgebildet und ausgewertet wird, handelt es sich um eine Nachschau. Die Ergebnisse der Nachschau werden mit den Prognosen früherer Modellberechnungen (1. + 2. Jahresbericht) verglichen und bewertet.
- E) Vorschau (Simulation des 3-jährigen Pumpversuchs (Prognose / PreRun)): Die Simulation erfolgt auf der Grundlage von tatsächlichen meteorologischen Verhältnisse sowie den übrigen Rahmenbedingungen (Beregnungsentnahmen, Flächenbewirtschaftung etc.). Basis hierfür bildet der „Null-Zustand“ (siehe Punkt C). Es wird simuliert, dass der Pumpversuch im März 2018 mit der Stufe I (Förderung 0,5 Mio. m³/a) gestartet und ab März 2019 mit der Stufe II (Förderung 1,0 m³/a) sowie ab März 2020 mit der Stufe III (Förderung 1,5 Mio. m³/a) fortgesetzt worden wäre. Ab März 2021 wurden für die Simulation die Förderbrunnen abgeschaltet und bis August 2021 der Wiederanstieg (WA) berechnet (vgl. Abbildung 54).

Zwischen den Berechnungsergebnissen der Pumpversuchs-Simulation und dem „Null-Zustand“ (C) werden die Differenzen der Standrohrspiegelhöhen (je GWL) sowie die Differenzen der Grund- und Oberflächenbilanzen gebildet. Hierdurch lassen sich zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Auswirkungen des Pumpversuchs, z. B. die Ausdehnung des Absenktrichters darstellen (Zeitpunkte (n), siehe Tabelle 17).

Da das Grundwassermodell zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschließend kalibriert ist bzw. sein kann (das ist erst auf Datenbasis des komplett durchgeführten **Pumpversuchs** möglich) und damit die Modellaussagen noch gewisse Unsicherheiten enthalten können, handelt es sich bei den Pumpversuchssimulationen um sogenannte PreRuns.

Zur Prüfung und ggf. rechtzeitigen Anpassung / Erweiterung der vorgesehenen Beweissicherungsmaßnahmen insbesondere für die Teile B, C und D des Durchführungsplans sowie für die Entscheidungsfindung, ob und in welcher Form der Pumpversuch fortgesetzt werden kann, ist sowohl eine Nachschau als auch eine Vorschau (Prognose) auf die zukünftige Entwicklung der

förderbedingten Grundwasserabsenkung erforderlich. Daher wird in diesem wie auch in den folgenden Jahresberichten, vom jeweils aktuellen Auswertzeitpunkt (n) ausgehend, für alle zukünftigen Auswertzeitpunkte eine Vorschau (Prognose) erstellt, in denen die förderbedingte Absenkung jeweils für alle drei GWL berechnet wird. Da sich die Abbildungstreuung und die Prognosefähigkeit mit Fortschreiten des Pumpversuchs und dem damit verbundenen Daten- und Erkenntnisgewinn laufend verbessern wird, werden sämtliche Differenzpläne der Nachschau und Vorschau (Prognose) bei jeder Auswertung neu berechnet, so dass die Berechnungen der förderbedingten Absenkungen und damit die Bewertungsgrundlage für die Auswirkungen des Pumpversuchs immer dem aktuellen Wissensstand entsprechen.

Tabelle 17 Übersicht der Erstellung der Grundwasser-Differenzpläne

Zeitpunkt der Auswertung (n)	Erstellung der Differenzpläne Auswertzeitpunkte (n)		Darstellung der Differenzpläne in
	Nachschau <i>Ist</i>	Vorschau <i>Prognose</i>	
(1) Phase A (ca. ein halbes Jahr vor Pumpversuchsbeginn)	--	(3) – (9)	1. Jahresbericht
(2) Ende Phase A (vor Pumpversuchsbeginn, Ausgangszustand)	(3)	(4) – (9)	2. Jahresbericht
(3) Mitte Phase B			
(4) Ende Phase B	(3) – (5)	(6) – (9)	3. Jahresbericht
(5) Mitte Phase C			
(6) Ende Phase C (vor Beginn Phase D)	(3) – (7)	(8) – (9)	4. Jahresbericht
(7) Mitte Phase D			
(8) Ende Phase D	(3) – (9)	--	5. Jahresbericht (Abschlussbericht)
(9) Phase E (ca. ein halbes Jahr nach Pumpversuchsende)			

9.4.2 Reichweiten und Beträge der förderbedingten Absenkungen

Im Folgenden werden die Reichweiten und die Beträge der förderbedingten Absenkungen (= Absenktrichter) dargestellt. Die Absenkungen werden in maximal zehn farblichen Abstufungen dargestellt -0,25 – -0,35 m; -0,35 – -0,5 m; -0,5 – -0,75 m; -0,75 – -1,0 m; -1,0 – -1,5 m; -1,5 – -2,0 m; -2,0 – -3,0 m; -3,0 – -4,0 m, -4,0 – -5,0 m; -5,0 – 6,0 m).

Der Rand der -0,25-m-Absenkungszone ist gleichbedeutend mit dem Rand der Grundwasserabsenkung. Kleinere Beträge als -0,25 m werden nicht dargestellt, da sie sowohl messtechnisch aus den natürlichen Grundwasserschwankungen nicht separierbar sind, als auch die erreichbare Genauigkeit und Signifikanz der Modellberechnungen unterschreiten würden.

Hinweis: In einigen Bereichen ist der GWL1 nicht vorhanden (der GWH1 steht an der Geländeoberfläche an) oder sehr geringmächtig und nicht wasserführend. Dennoch wird mit dem Grundwassermodell im Sinne eine Worst-Case-Betrachtung zum jetzigen Stadium der Untersuchung eine berechnete Differenz der Druckhöhenänderung in diesen Bereichen (z. B. nördlich bzw. im Süden der Ortschaft Lengerich) dargestellt, obwohl sie aus hydrogeologischer Sicht nicht zu einer Änderung des oberflächennahen Bodenwasserhaushalts führen können. Die Bereiche werden also nicht von vornherein ausgeschlossen, sondern sollen durch die landwirtschaftlichen Gutachter weitergehend betrachtet werden. Eine abschließende Bewertung der Auswirkungen in diesen Bereichen erfolgt im Rahmen des Abschlussberichts zum Pumpversuch.

Nachschau (Ist-Zustand) Pumpstufe I (Mitte und Ende Phase B, Zeitpunkte (3) und (4))

Die nachfolgend beschriebenen förderbedingten Absenkungen und Reichweiten sind Resultat des im Zeitraum März 2020 bis August 2021 in der Realität durchgeführten Pumpversuchs.

GWL1 (Anlage 5.1.1.1 und Anlage 5.1.1.2)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe I (Zeitpunkt 3) hat sich im GWL1 nur in unmittelbarer Nähe des Brunnens IV ein Absenktrichter mit folgenden Ausmaßen gebildet (**Anlage 5.1.1.1**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: ca. 1,0 m
- Fläche: 0,1 km²
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,2 km
 - von Brunnen IV nach Westen: ca. 0,25 km
 - von Brunnen IV nach Süden: ca. 0,15 km
 - von Brunnen IV nach Osten: ca. 0,06 km

Im gesamten übrigen Untersuchungsgebiet sind oberflächennah keine oder nur sehr geringe (<0,25 m) förderbedingten Grundwasserabsenkungen zu verzeichnen. Der weit verbreitete Grundwasserhemmer H1, sowie der Wasseraustausch des GWL1 mit den Oberflächengewässern verhindern, dass die Absenkungen in GWL2 und GWL3 bis in den GWL1 weitergegeben werden.

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe I (Zeitpunkt 4) ist der Absenktrichter (> 0,25 m) weiterhin überwiegend auf die unmittelbare Nähe des Brunnens IV beschränkt (**Anlage 5.1.1.2**). Zwei kleinere Absenkungen befinden sich weiterhin 1,2 -1,5 km südlich der Brunnen I und Brunnen II. Die Berechnung der Stufe I erfolgt von März 2020 bis Februar 2021, zu einer Phase ausgesprochener Trockenheit, die sich ohnehin durch stark fallende Standrohrspiegelhöhen auszeichnet. Der Absenktrichter weist nach einem Jahr Förderung folgende Abmessungen auf:

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: ca. 1,0 m
- Fläche: 0,1 km²
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,2 km
 - von Brunnen IV nach Westen: ca. 0,3 km
 - von Brunnen IV nach Süden: ca. 0,15 km
 - von Brunnen IV nach Osten: ca. 0,06 km

GWL2 (Anlagen 5.1.2.1 und 5.1.2.2)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe I (Zeitpunkt 3) hat sich im GWL2 ein Absenktrichter mit folgenden Ausmaßen gebildet (**Anlage 5.1.2.1**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 1,1 m
- Fläche: 5,6 km²

- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,4 km, Nordwest-Südost: ca. 2,6 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: ca. 1,0 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,0 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 1,3 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 0,5 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 1,2 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,35 km

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe I (Zeitpunkt (4)) hat der Absenktrichter im GWL2 nahezu die gleichen Ausmaße wie nach einem halben Jahr Förderzeit (**Anlage 5.1.2.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 1,1 m
- Fläche: 5,6 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,2 km, Nordwest-Südost: ca. 2,5 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: ca. 1,0 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,1 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 1,3 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 0,5 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 1,2 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,35 km

GWL3 (Anlagen 5.1.3.1 und 5.1.3.2)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe I (Zeitpunkt 3) hat sich im GWL3 ein Absenktrichter mit folgenden Ausmaßen gebildet (**5.1.3.1**). Er ist dem des GWL2 sehr ähnlich:

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 2,7 m
- Fläche: 6,4 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,5 km, Nordwest-Südost: ca. 3,2 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: ca. 0,9 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,1 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 1,3 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,3 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 1,4 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,3 km

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe I (Zeitpunkt (4)) hat der Absenktrichter im GWL3 ebenfalls nahezu die gleichen Ausmaße wie nach einem halben Jahr Förderzeit (**5.1.3.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 2,3 m
- Fläche: 6,4 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,5 km, Nordwest-Südost: ca. 3,2 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: ca. 0,9 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,1 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 1,3 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,3 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 1,45 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,3 km

Nachschau (Ist-Zustand) Pumpstufe II (Mitte Phase C, Zeitpunkt (5))

GWL1 (Anlage 5.2.1.1)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (5)) hat sich im GWL1 der Absenktrichter im Bereich des Brunnens IV weiter ausgedehnt und vertieft. Weiterhin treten südlich der Brunnen sowie im südlichen Teil der Ortslage Lengerich lokal geringe Absenkungen in der Größenordnung von 0,25 – 0,50 m auf. Die maximale Absenkung beträgt in der Nähe des Brunnen IV: 1,25 m. Im Umfeld der übrigen Brunnen sind keine Absenkungen zu verzeichnen. Die flächengeringer Absenkung südlich der Brunnen I und II haben sich zur Stufe I ebenfalls vergrößert. Die Fläche der Absenkungen mit mehr als 0,25 m beträgt in der Summe ca. 0,5 km².

GWL2 (Anlagen 5.2.2.1)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (5)) hat sich im GWL2 der Absenktrichter auf Grund der gesteigerten Förderung auf folgende Ausmaße ausgedehnt:

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 1,45 m
- Fläche: 12,5 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,3 km, Nordwest-Südost: ca. 4,3 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 1,5 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,7 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,3 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,7 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,1 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,6 km

GWL3 (Anlagen 5.2.3.1)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (5)) hat sich der Absenktrichter im GWL3 auf Grund der gesteigerten Förderung gegenüber der Vorstufe ausgedehnt. Er unterscheidet sich aber nicht wesentlich von dem im GWL2 zum gleichen Zeitpunkt. Der Absenktrichter weist folgende Ausmaße auf:

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 5,7 m
- Fläche: 13,0 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,2 km, Nordwest-Südost: ca. 4,2 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 1,5 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,6 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,2 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,8 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,1 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,7 km

Abweichungen gegenüber der Pumpversuchsprognose des 2. Jahresberichts (August 2020 [U15]) zum Zeitpunkt (4) und (5):

- Für den Zeitpunkt (4) sind nur sehr geringe Abweichungen gegenüber der Pumpversuchsprognose des 2. Jahresberichts festzustellen.
- Am Zeitpunkt (5) (Mitte Stufe II) hat sich die Fläche der geringen Absenkung im südlichen Modellgebiet im GWL 1 im Verhältnis zur Pumpversuchsprognose verringert. Gleichzeitig ist die Absenkung südlich der Ortslage Lengerich etwas größer als in der Pumpversuchsprognose. Die Absenkung im Kern der Ortslage konnte in der Berechnung des Ist-Zustandes nicht festgestellt werden.
- In den tieferen Grundwasserleitern hat sich die Fläche der förderbedingten Absenkung etwas reduziert, was mit der überdurchschnittlichen Grundwasserneubildung im Sommer 2021 begründet werden kann.
- Zudem führen im Rahmen der Versuchsdurchführung und der Modellkalibrierung gewonnene neue Erkenntnisse zu veränderten Ergebnissen.

In den wesentlichen Aussagen wurde die Prognose aus dem 2. Jahresbericht aber vollauf bestätigt. Im 1. GWL sind bis auf den Bereich am Brunnen IV und kleinste Flächen im südlichen Einzugsgebiet für den Zeitpunkt 5 flächendeckend keine förderbedingten Absenkungen (>0,25 m] vorhanden.

Die Reichweiten der Absenkungen in den tiefen GWL sowie der Absenkbereich im 1. GWL am Brunnen IV sind durch die laufende Beweissicherung erfasst bzw. abgedeckt.

Der Zwischenstand des Pumpversuchs bzw. dessen vorläufige Auswertung liefert keinen Anlass, den vorgesehenen Ablauf des Pumpversuchs abzuändern.

Simulation (Prognose) Pumpstufe II (Ende Phase C, Zeitpunkt (6))

Die nachfolgend beschriebenen förderbedingten Absenkungen und Reichweiten sind Resultat des mit den Rahmenbedingungen des Zeitraums März 2018 bis August 2021 simulierten 3-jährigen Pumpversuchs (inkl. Wiederanstieg).

GWL1 (Anlage 6.1.1)

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (6)) liegen die förderbedingten Absenkungsbereiche im GWL1 gegenüber der Berechnung des Ist-Zustandes (Zeitpunkt (5)) noch nahezu unverändert an den gleichen Stellen (**Anlage 6.1.1**), haben sich aber ausgedehnt und vertieft. In der Ortslage Lengerich treten jetzt Absenkungen bis zu 0,5 m auf. Südlich des Brunnens I kommen bereichsweise Absenkungen von 0,75 bis 1,0 m vor. Die maximale Absenkung beträgt in der Nähe des Brunnen IV 1,45 m. Im Umfeld der übrigen Brunnen sind keine Absenkungen zu verzeichnen. Die Fläche der Absenkungen mit mehr als 0,25 m beträgt in der Summe ca. 2,95 km².

GWL2 (Anlage 6.1.2)

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (6)) hat sich der Absenktrichter im GWL2 gegenüber dem Ist-Zustand (Zeitpunkt (5)) geringfügig vergrößert und hat folgende Ausmaße (**Anlage 6.1.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 1,95 m
- Fläche: 15,0 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,5 km, Nordwest-Südost: ca. 4,5 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 1,5 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,8 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,5 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,9 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,6 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,6 km

GWL3 (Anlage 6.1.3)

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (6)) hat sich der Absenktrichter im GWL3 geringfügig gegenüber dem vorherigen geringfügig vergrößert und hat folgende Ausmaße (**Anlage 6.1.3**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 4,7 m
- Fläche: 15,3 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,6 km, Nordwest-Südost: ca. 4,7 km

- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 1,6 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,8 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,5 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,8 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,6 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,75 km

Simulation (Prognose) Pumpstufe III (Mitte und Ende Phase D, Zeitpunkte (7) und (8))

GWL1 (Anlagen 6.2.1.1 und 6.2.1.2)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (7)) hat sich im GWL1 der Absenkt-richter im Bereich des Brunnens IV weiter insbesondere in Richtung Norden ausgedehnt und vertieft (**Anlage 6.2.1.1**). Weiterhin treten südlich der Brunnen Absenkungen bis 0,5 m sowie in der Ortslage Lengerich und nördlich davon Absenkungen bis 0,75 m auf. Die maximale Absenkung beträgt in der Nähe des Brunnen IV 1,75 m. Im Umfeld der übrigen Brunnen sind keine Absenkungen zu verzeichnen. Die Fläche der Absenkungen mit mehr als 0,25 m beträgt in der Summe ca. 4,3 km². Zwischen diesen Absenkflächen gibt es weitere Bereiche, in denen keine Absenkungen (>0,25 m) im 1. GWL zu verzeichnen sind.

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (8)) hat im GWL1 hat eine weitere Ausdehnung und Vertiefung der Absenkbereiche stattgefunden. Aber weiterhin sind großräumig, auch im Umfeld der Brunnen I und II Gebiete vorhanden, in denen keine Absenkungen (>0,25 m) auftreten. Die maximale Absenkung beträgt in der Nähe des Brunnen IV 2,1 m. Im Umfeld der übrigen Brunnen sind keine Absenkungen zu verzeichnen. Die Fläche der Absenkungen mit mehr als 0,25 m beträgt in der Summe ca. 6,5 km².

GWL2 (Anlagen 6.2.2.1 und 6.2.2.2)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (7)) hat sich im GWL2 der Absenkt-richter auf Grund der nochmals gesteigerten Förderung auf folgende Ausmaße ausgedehnt (**Anlage 6.3.2.1**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 2,8 m
- Fläche: 19,4 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,4 km, Northwest-Südost: ca. 5,6 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 1,9 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,5 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,8 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 2,3 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 3,0 km

- von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,9 km

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (8)) hat sich der Absenktrichter im GWL2 geringfügig gegenüber dem vorherigen vergrößert und hat folgende Ausmaße (**Anlage 6.3.2.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 2,6 m
- Fläche: 22,3 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,3 km, Nordwest-Südost: ca. 6,2 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 2,0 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,8 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,9 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 2,4 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 3,3 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,9 km

GWL3 (Anlagen 6.2.3.1 und 6.2.3.2)

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (7)) hat sich der Absenktrichter im GWL3 auf Grund der nochmals gesteigerten Förderung gegenüber der Vorstufe ausgedehnt. Er unterscheidet sich aber nicht wesentlich von dem im GWL2 zum gleichen Zeitpunkt. Der Absenktrichter weist folgende Ausmaße auf (**Anlage 6.2.3.1**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 7,2 m
- Fläche: 20,9 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,5 km, Nordwest-Südost: ca. 5,3 km
- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 2,0 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,5 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,9 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 2,2 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 3,0 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 1,0 km

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt 8) hat sich der Absenktrichter im GWL3 gegenüber dem vorherigen geringfügig vergrößert und hat folgende Ausmaße (**Anlage 6.2.3.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 7,2 m
- Fläche: 24,1 km²
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,9 km, Nordwest-Südost: ca. 6,0 km

- Abstand des Randes:
 - von Brunnen I nach Norden: 2,0 km
 - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,8 km
 - von Brunnen I nach Süden: ca. 3,1 km
 - von Brunnen II nach Osten: ca. 2,3 km
 - von Brunnen II nach Süden: ca. 3,3 km
 - von Brunnen IV nach Norden: ca. 1,1 km

Simulation (Prognose) Wiederanstieg (Phase E, Zeitpunkt (9))

Ein halbes Jahr nach Abschalten der Förderbrunnen (Zeitpunkt (9)) sind im **1. GWL (Anlage 6.3.1)** nur nach an wenigen Stellen residuale Absenkungen erkennbar. Im Bereich südlich der Ortschaft Lengerich betragen sie lokal noch etwas über 0,35 m. Im übrigen Gebiet haben sich die Absenkungen nahezu überall wieder aufgefüllt.

Im **2. und 3. GWL (Anlage 6.3.2 und 6.3.3)** hat sich ein halbes Jahr nach Ende des Pumpversuchs der Absenktrichter wieder aufgefüllt, so dass keine förderbedingten Absenkungen (>0,25 m) mehr vorhanden sind.

9.5 Grundwasserbilanzen

9.5.1 Grundwasserneubildung

Die tatsächliche Grundwasserneubildung für den Zeitraum 01.03.2015 bis 31.08.2021 wurde mit dem vorläufig kalibrierten instationären Grundwassermodell berechnet (Stand August 2021). Da das Modell anhand der Messwerte aus den Grundwassermessstellen kalibriert wird, entsprechen die Modellergebnisse denjenigen Neubildungswerten und -zeiten, die die gemessenen Standrohrspiegelhöhen bzw. Grundwasserreaktionen verursachen.

Die ermittelten Grundwasserneubildungshöhen werden mit den mittleren Grundwasserneubildungshöhen nach dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA [U3] (Herausgeber LBEG Mai 2015) verglichen.

Aus der Modellrechnung ergeben sich, bezogen auf das Modellgebiet (ca. 146 km²)

- für das Jahr 2016: 22,3 Mio. m³/a entsprechend 152 mm/a
- für das Jahr 2017: 30,0 Mio. m³/a entsprechend 205 mm/a
- für das Jahr 2018: 22,1 Mio. m³/a entsprechend 150 mm/a
- für das Jahr 2019: 35,8 Mio. m³/a entsprechend 244 mm/a
- für das Jahr 2020: 25,5 Mio. m³/a entsprechend 174 mm/a

Die mittlere Grundwasserneubildungshöhe nach mGROWA beträgt für das Modellgebiet 206 mm/a. Somit sind die Neubildungshöhen der Jahre 2016, 2018 und 2020 als unterdurch-

schnittlich, die der Jahre 2017 und 2019 als durchschnittlich bis überdurchschnittlich zu bezeichnen. Insgesamt ergeben sich für den gesamten modellierten Zeitraum März 2015 bis August 2021 gegenüber den Mittelwerten hinsichtlich der Grundwasserneubildung defizitäre Verhältnisse.

Die folgende Abbildung 55 zeigt die Grundwasserneubildung des Zeitraums März 2015 bis August 2021 als Monatswerte.

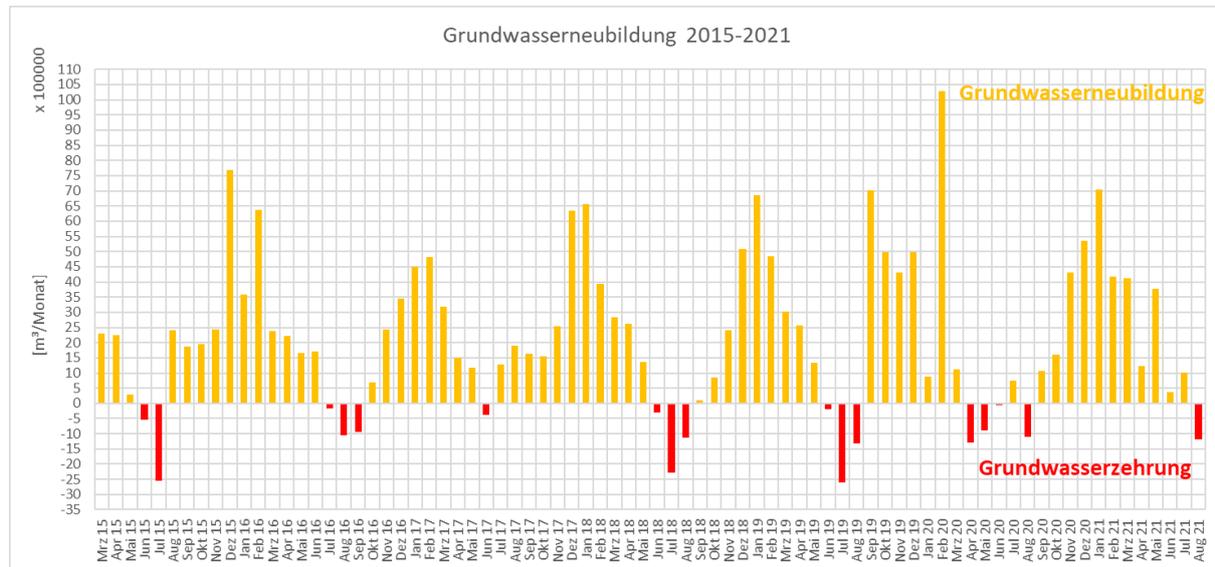


Abbildung 55: Modellberechnete Grundwasserneubildung für der Zeitraum 03/2015 – 08/2021

Anhand der Monatswerte ist die typische jahreszeitenabhängige Verteilung der Grundwasserneubildung zu erkennen, mit hohen Neubildungswerten im Winter und niedrigen bis hin zu negativen Werten im Sommer. Auffällig ist die über mehrere Monate dauernde Phase im Frühjahr/Sommer 2020, in der keine Grundwasserneubildung oder sogar eine Grundwasserzehrung stattgefunden hat sowie die geringen Neubildungsmengen im Jahr 2018. Bei einem Vergleich der klimatischen Wasserbilanz mit der Grundwasserneubildung ist zu beachten, dass die klimatische Wasserbilanz an der Geländeoberkante gebildet wird, die Grundwasserneubildung aber an der Grundwasseroberfläche durch den Übertritt des Sickerwassers in das Grundwasser erfolgt. Durch die Durchsickerung von der Geländeoberkante bis zur Grundwasseroberfläche entsteht, je nach Sickerstrecke (Flurabstand), Durchlässigkeit, Feldkapazität, Porenvolumen, Zwischenspeicherung etc., eine Glättung und eine zeitliche Verzögerung von meteorologischen Ereignissen an der Oberfläche bis zum Erreichen des Grundwassers.

In Abbildung 56 wird die Grundwasserneubildung über den Zeitraum März 2015 bis August 2021 aufsummiert (akkumuliert), und zwar für die drei mit dem Modell durchgeführten Berechnungen (Ist-Zustand, Null-Zustand und Pumpversuchs-Simulation).

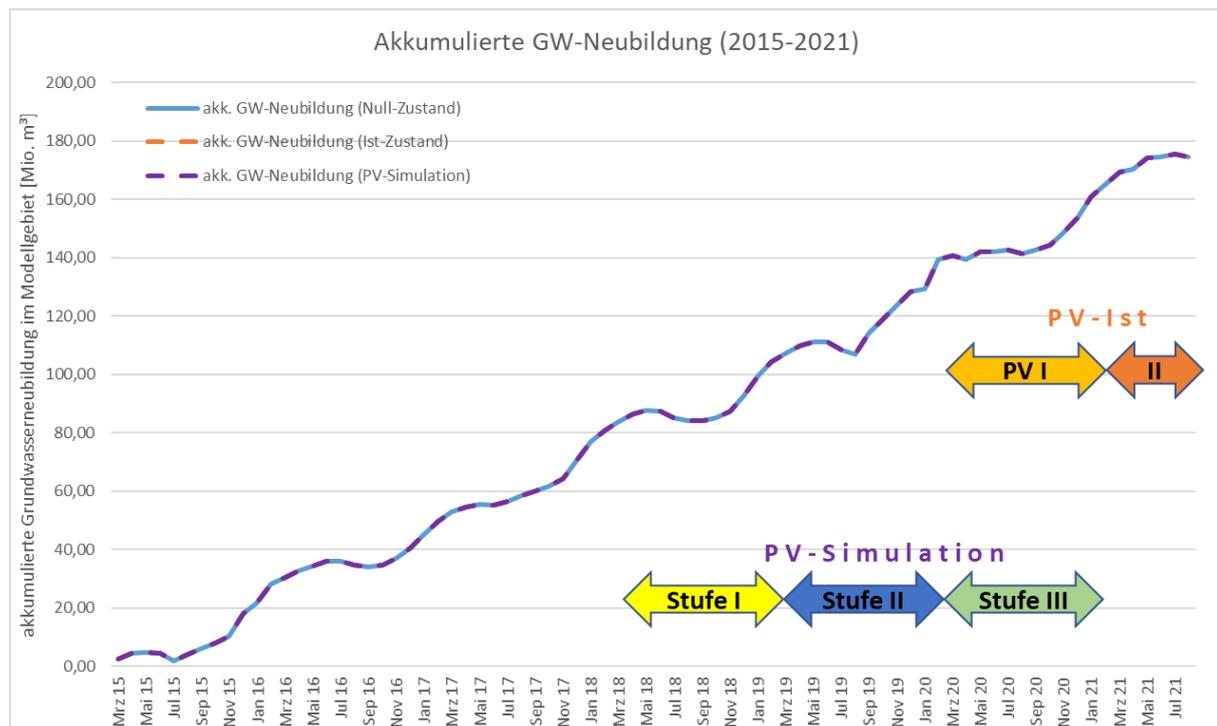


Abbildung 56: Akkumulierte Grundwasserneubildung März 2015 bis August 2020

Bei allen drei Berechnungen liegen die akkumulierten Summenkurven deckungsgleich übereinander. Sie sind deckungsgleich, weil sich die Grundwasserneubildung durch den Pumpversuch bzw. die Pumpversuchssimulation gegenüber dem Null-Zustand nicht verändert.

Die Summenkurven zeigen einen steilen Anstieg bei hohen Grundwasserneubildungsraten und einen fallenden Verlauf bei negativen Grundwasserneubildungsraten. Insgesamt summiert sich die Grundwasserneubildung während des gesamten Zeitraums auf ca. 174,4 Mio. m³ auf.

9.5.2 Grundwasserentnahmen

Die Grundwasserentnahmen werden in Kapitel 6.1 und 6.2 ausführlich beschrieben. Die Brunnen der WG Ohrte werden im Modell anteilig mit einer konstanten Entnahme von 1,0 Mio. m³/a berücksichtigt.

Die akkumulierten Grundwasserentnahmen des Zeitraumes März 2015 bis August 2021 werden in Abbildung 57 dargestellt und zwar für den Ist-Zustand, (gestrichelte orange Linie) für den Null-Zustand (blaue Linie) und für die Pumpversuchs-Prognose (gestrichelte violette Linie). Die Entnahmen haben ein negatives Vorzeichen, weil Grundwasser aus dem System entnommen wird.

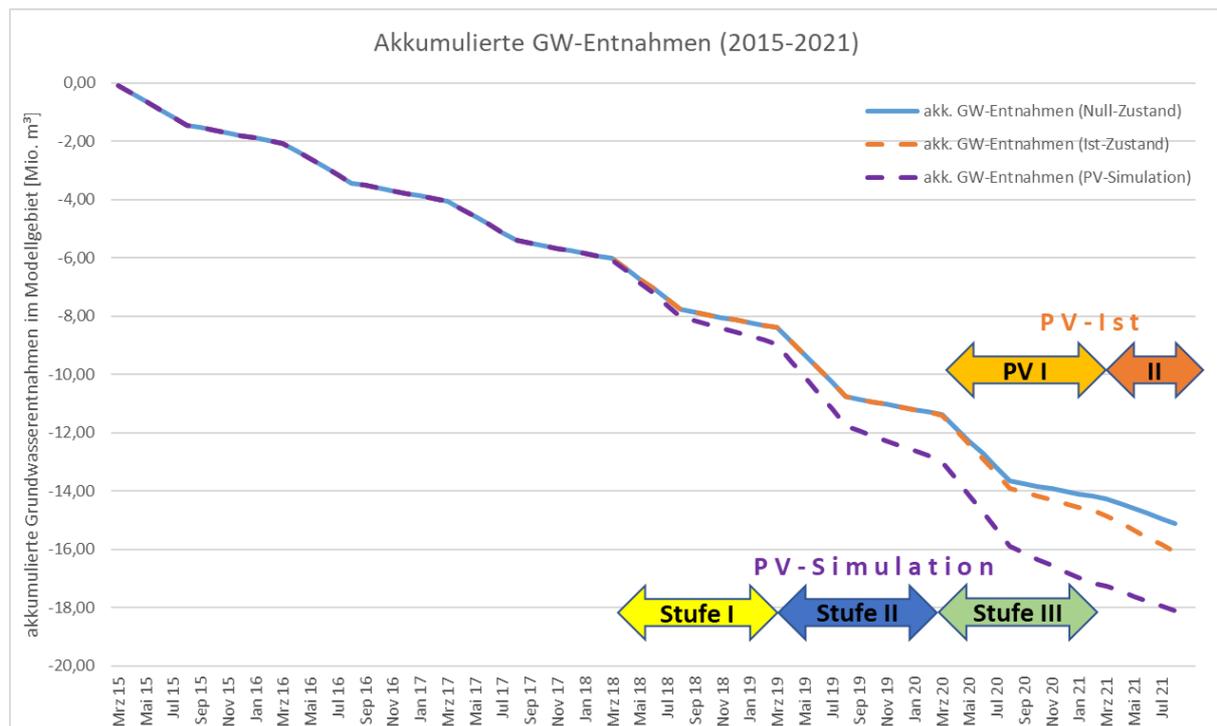


Abbildung 57: Akkumulierte Grundwasserentnahmen des Zeitraums Mär. 2015 bis Aug. 2021

Im Ist-Zustand summieren sich die Entnahmen für den betrachteten Zeitraum auf ca. 16,1 Mio. m³. Im Null-Zustand, ohne Pumpversuch reduzieren sich die Entnahmen auf ca. 15,1 Mio. m³. Im Fall der Simulation des 3-jährigen Pumpversuchs betragen die Entnahmen in der Summe ca. 18,1 Mio. m³/a

9.5.3 Grundwasserstrom über die Modellränder

In einigen wenigen Abschnitten des Modellrandes, insbesondere im Bereich der WG Ohrte, findet ein Grundwasserzustrom über den Modellrand in das Modellgebiet statt. Die entsprechenden Randbedingungen liegen weit entfernt vom eigentlichen Aussagegebiet für die Auswirkungen des Pumpversuchs und beeinflussen dessen Ergebnisse nicht (siehe unten). Die zuströmende Grundwassermenge schwankt und ist abhängig von den jeweils aktuellen Standrohrspiegelhöhen. Im Mittel liegt der Zustrom in einer Größenordnung von 1,0 Mio. m³/a.

In Abbildung 58 werden akkumulierten Zustrommengen des Zeitraumes März 2015 bis August 2021 dargestellt und zwar für den Ist-Zustand, (gestrichelte orange Linie) für den Null-Zustand (blaue Linie) und für die Pumpversuchs-Prognose (gestrichelte violette Linie).

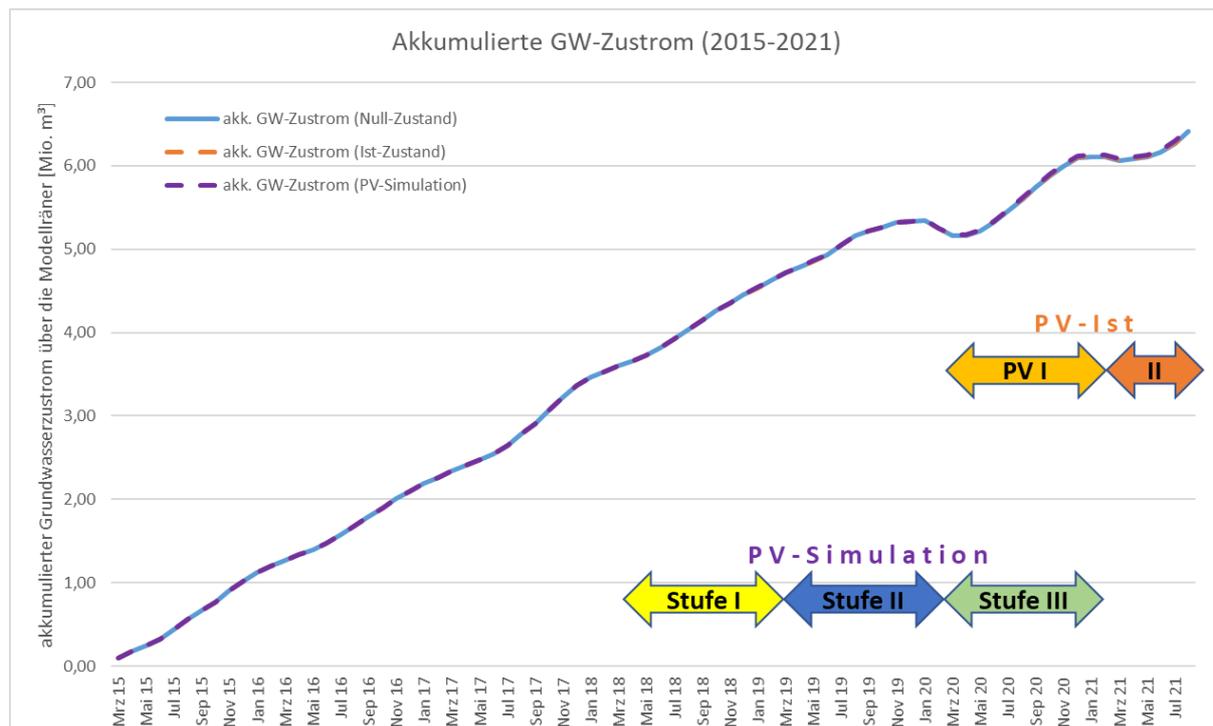


Abbildung 58: Grundwasserzustrom über die Modellränder

Der Grundwasserzustrom summiert sich für den betrachteten Zeitraum auf ca. 6,4 Mio. m³. Die drei Summenkurven verlaufen deckungsgleich. Das bedeutet, der Randzustrom wird durch den tatsächlichen Pumpversuch bzw. die Pumpversuchs-Simulation nicht beeinflusst oder im Umkehrschluss, der Randzustrom hat keinen Einfluss auf die Ergebnisse des Pumpversuchs (Reichweiten, Absenkungsbeträge etc.).

9.5.4 Grundwasserbürtiger Abfluss über die Vorfluter

Mit dem vorläufig kalibrierten instationären Grundwassermodell (Stand August 2021) wurden die grundwasserbürtigen Abflussmengen (Basisabflüsse) über die in das Modell integrierten Vorfluter berechnet. Die Modellberechnungen können über die Abflussmessungen am Pegel Lotten (NLWK) geprüft werden, bzw. es kann ein Vergleich zu den Messwerten (mittlere Basisabfluss nach WUNDT, siehe Kapitel 7.2) angestellt werden.

Der mittlere Basisabfluss (Messwerte) beträgt am Pegel Lotten ca. 0,7 m³/s, entsprechend 22,1 Mio. m³/a (siehe Kapitel 7.2). Allerdings liegen die tatsächlichen monatlichen Niedrigwasserabflüsse (Basisabflüsse) des Zeitraums März 2015 bis Dezember 2020 im Mittel bei 0,58 m³/d, entsprechend einer grundwasserbürtigen Abflusssumme von ca. **106 Mio. m³/a**. Für den gleichen Zeitraum wird mit dem Grundwassermodell eine Abflusssumme von ca. **98,3 Mio. m³** für den Pegel Lotten errechnet. Die Abweichung liegt bei ca. 7,3 % und damit im Rahmen der Messgenauigkeit. Messwerte und Modellberechnungen stimmen also sehr gut überein.

In Abbildung 59 wird der Gesamtabfluss aller in das Modell integrierter Vorfluter als akkumulierte Summenkurve¹¹ für den Zeitraum März 2015 bis August 2021 dargestellt und zwar für den Ist-

¹¹ negative Werte, da es sich um Abflüsse aus dem Grundwassersystem handelt

Zustand (gestrichelte orange Linie) für den Null-Zustand, (blaue Linie und für die Pumpversuchs-Prognose (gestrichelte violette Linie).

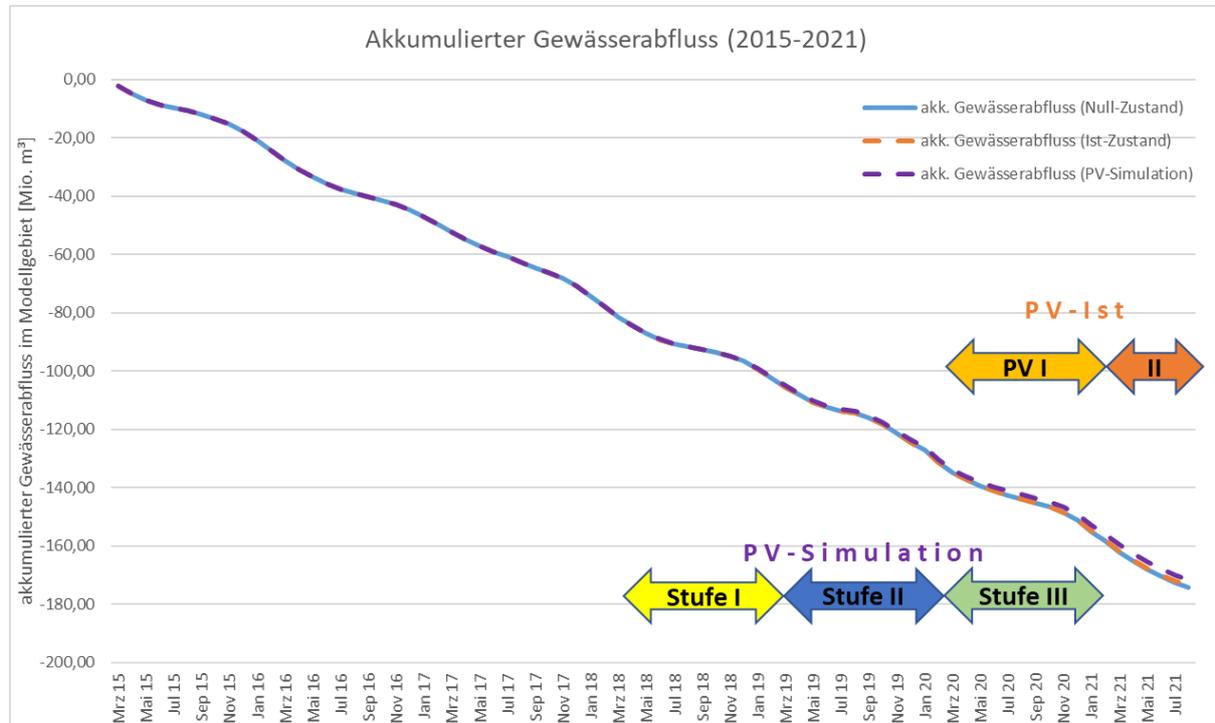


Abbildung 59: Grundwasserbürtiger Gesamtabfluss über alle Vorfluter im Modellgebiet

Im Ist-Zustand summieren sich die Abflussmengen auf ca. 173,7 Mio. m³. Im Null-Zustand ist anhand der Summenkurve erwartungsgemäß kaum ein Mengenunterschied zu erkennen, die Gesamtsumme erhöht sich ohne den Pumpversuch auf ca. 174,4 Mio. m³. Die Simulation des 3-jährigen Pumpversuchs führt zu einer Abflussreduktion von ca. 2,7 Mio. m³ auf ca. 171,7 Mio. m³ zur Null-Situation. Das entspricht einer Gesamt-Abflussreduzierung im Betrachtungszeitraum von insgesamt 1,5 %.

In der folgenden Tabelle 18 werden die modellgestützten Abflussberechnungen (Basisabflüsse) des Null-Zustands und der Simulation des 3-jährigen Pumpversuchs sowie förderbedingten Abflussänderungen, die sich an den einzelnen Pegelstandorten Lotten sowie P1 bis P10 (Lage siehe Abbildung 22) ergeben, differenziert nach den drei Stufen der Pumpversuchssimulation, aufgelistet.

Die Abflusswerte an den einzelnen Pegeln integrieren jeweils die oberstromigen Gewässerabschnitte bzw. deren Einzugsgebiet. Beispiel: Pegel P7 integriert die Pegel 1, 2, 3, 4, 5 und 6 bzw. die zugehörigen Einzugsgebiete. Die angegebenen Abflussmengen werden aufsummiert. So entsprechen die in PV Stufe III angegebenen Abflussmengen denen des gesamten 3-Jahres-Zeitraum der Pumpversuchssimulation.

Tabelle 18 Abflussmengen und Veränderungen an den einzelnen Pegeln

Basis-Abflussmengen (kumuliert ab Pumpversuchsbeginn, Simulation März 2018 - Februar 2021)		PV- Stufe I			PV- Stufe II			PV- Stufe III		
Gewässer	Pegel	Null Mio. m ³	Prognose Mio. m ³	Differenz [%]	Null Mio. m ³	Prognose Mio. m ³	Differenz [%]	Null Mio. m ³	Prognose Mio. m ³	Differenz [%]
Heestruper Mühlenbach	Pegel 10	4,22	4,06	3,88	8,97	8,40	6,30	13,75	12,55	8,72
	Pegel 9	3,30	3,19	3,31	6,93	6,54	5,52	10,62	9,81	7,63
	Pegel 8	1,71	1,67	2,29	3,60	3,45	4,06	5,47	5,15	5,85
Lotter Beeke	Pegel Lotten	15,63	15,36	1,74	34,43	33,44	2,88	51,69	49,59	4,06
	Pegel 7	2,56	2,48	2,83	5,71	5,40	5,29	8,49	7,83	7,77
	Pegel 6	0,64	0,61	3,72	1,40	1,26	9,48	2,16	1,84	14,55
	Pegel 5	0,40	0,38	3,59	0,89	0,79	11,35	1,42	1,17	17,52
	Pegel 4	0,29	0,28	3,66	0,66	0,57	13,39	1,08	0,85	20,55
	Pegel 3	0,01	0,00	60,62	0,01	-0,01	---	0,06	0,00	---
Lingener Dorfbach	Pegel 2	0,13	0,13	5,44	0,32	0,29	8,56	0,47	0,41	12,46
	Pegel 1	0,000	-0,001	---	0,006	-0,001	---	0,014	-0,001	---

Die Differenzen geben in Prozent die förderbedingte Reduktion des Basisabflusses gegenüber der Null-Situation an. So entsteht zum Ende des gesamten Pumpversuchs z. B. am Pegel Lotten eine Reduktion des Basisabflusses von 4,06 %. Dabei ist zu beachten, dass bei Pegeln mit einem sehr geringen Anteil an grundwasserbürtigem Wasser schon eine geringe mengenmäßige Reduktion dazu führt, dass sich hohe Prozentzahlen der Differenzen ergeben.

9.5.5 Gesamt-Grundwasserhaushaltsbilanz im Aquifersystem und Änderung des gespeicherten Gesamtvolumens

Für das Modellgebiet (=Bilanzgebiet) gilt für die Gesamt-Grundwasserbilanz folgende vereinfachte Wasserhaushaltsgleichung:

$$GWN \pm RZ - A_o - Q = \Delta S$$

mit:

GWN = Grundwasserneubildung

RZ = Zu- / Abstrom über die Modellränder

A_o = grundwasserbürtiger Abfluss über die Gewässer (Basisabfluss)

Q = Grundwasserentnahmen (GW-Förderung)

ΔS = Speicheränderung im Aquifersystem (= Grundwasserbilanz)

Für den **Null-Zustand** ergibt sich für den gesamten Zeitraum März 2015 – August 2021 folgende Grundwasserbilanz (Zahlenwerte siehe vorherige Kapitel 9.5.1 bis 9.5.4):

$$GWN (174,4 \text{ Mio. m}^3) + RZ (6,4 \text{ Mio. m}^3) - A_o (174,2 \text{ Mio. m}^3) - Q (15,1 \text{ Mio. m}^3) = \Delta S (-8,71 \text{ Mio. m}^3/a)$$

Für den **Ist-Zustand** ergibt sich für den gesamten Zeitraum März 2015 – August 2021 folgende Grundwasserbilanz (Zahlenwerte siehe vorherige Kapitel 9.5.1 bis 9.5.4):

$$GWN (174,4 \text{ Mio. m}^3) + RZ (6,4 \text{ Mio. m}^3) - A_o (173,7 \text{ Mio. m}^3) - Q (14,6 \text{ Mio. m}^3) = \Delta S (-9,1 \text{ Mio. m}^3/a)$$

Das bedeutet, im Ist-Zustand nimmt das gespeicherte Grundwasservolumen während des Zeitraums März 2015 bis August 2021 innerhalb des Bilanzgebiets um 9,1 Mio. m³ ab¹². Grund dafür ist die gegenüber dem langjährigen Mittel unterdurchschnittliche Grundwasserneubildung im Bilanzzeitraum. Es fließt mehr Wasser aus dem System ab, als über die Grundwasserneubildung und die Randzuflüsse zuströmt. Als Folge fallen die Standrohrspiegelhöhen in den Grundwassermessstellen zwischen dem Beginn der Berechnungen im März 2015 und dem Ende im August 2021 ab, tendenziell auch im gesamten Betrachtungszeitraum. Als Beispiel hierfür wird in Abbildung 60 die Ganglinie der am Brunnen I gelegenen Messstelle ML 1 223 dargestellt (Lage siehe Anlage 2.1), an der der fallende Trend sehr gut zu erkennen ist.

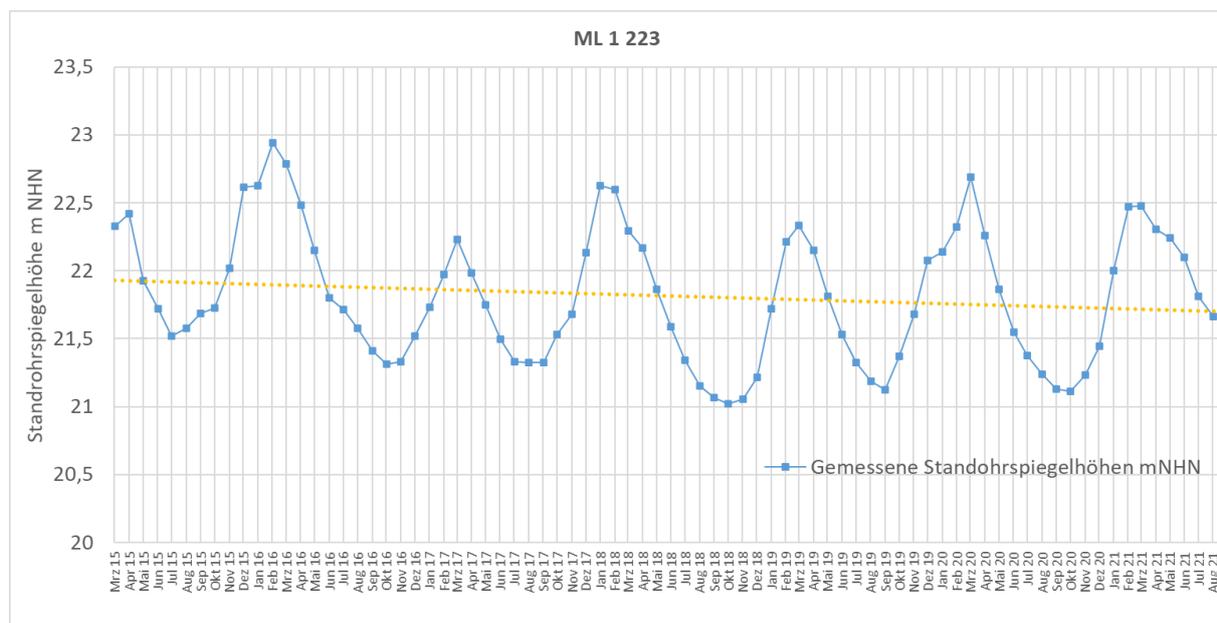


Abbildung 60: Grundwasserganglinie und Trend der Messstelle ML 1 223

Für die **Prognose des 3-jährigen Pumpversuchs** ergibt sich für den gesamten Zeitraum März 2015 – August 2021 folgende Grundwasserbilanz (Zahlenwerte siehe Kapitel 9.5.1 bis 9.5.4):

$$\text{GWN (174,4 Mio. m}^3\text{)} + \text{RZ (6,4 Mio. m}^3\text{)} - \text{Ao (171,7 Mio. m}^3\text{)} - \text{Q (18,1 Mio. m}^3\text{)} = \Delta\text{S (-9,0 Mio. m}^3\text{/a)}$$

Werden die Bilanzen der Nullsituation mit der Prognose des 3-jährigen Pumpversuchs miteinander verglichen, so bleiben Grundwasserneubildung und Randzuflüsse unverändert, die Entnahme steigt um 3 Mio. m³ (Simulation Pumpversuch) und die Abflüsse in den Vorflutern verringern sich um 2,5 Mio. m³. Damit entspricht die Reduktion der Abflussmengen nicht den zusätzlichen Entnahmen des Pumpversuchs. Das bedeutet, die kurze Zeit des Pumpversuchs bzw. der einzelnen Pumpversuchsstufen reicht nicht aus, damit sich ein hydraulisches Gleichgewicht zwischen Entnahme und Abfluss einstellt. Damit hat sich noch kein (quasi-)stationärer Zustand eingestellt. Wie sich aus der Differenz zwischen den Bilanzwerten (ΔS) der Ist-Situation und der Prognose ergibt, „fehlen“ hierfür 0,5 Mio. m³ bzw. 16,7% der Pumpversuchsentnahme.

¹² Zum Vergleich: Das im durch das Grundwassermodell erfasste Aquifersystem vorhandene Grundwasservolumen beträgt unter Berücksichtigung der effektiven Porositäten ca. 2,2 Milliarden m³.

Das Erreichen eines (quasi-)stationären Zustands ist weder Absicht oder Aufgabe des Pumpversuchs noch ist das angesichts der Aquifer-Dimensionen, insbesondere bei einer stufenweisen Steigerung der Entnahmen im Pumpversuchszeitraum, zu erwarten. Ein solcher Zustand wird erst bei einer wesentlich längeren Pumpzeit erreicht.

In der folgenden Abbildung 61 wird das zeitliche Verhalten der Grundwasserbilanz bzw. der Speicheränderung über den gesamten Zeitraum März 2015 bis August 2021 dargestellt und zwar für den Ist-Zustand, (gestrichelte orange Linie) für den Null-Zustand (blaue Linie und für die Pumpversuchs-Prognose (gestrichelte violette Linie).

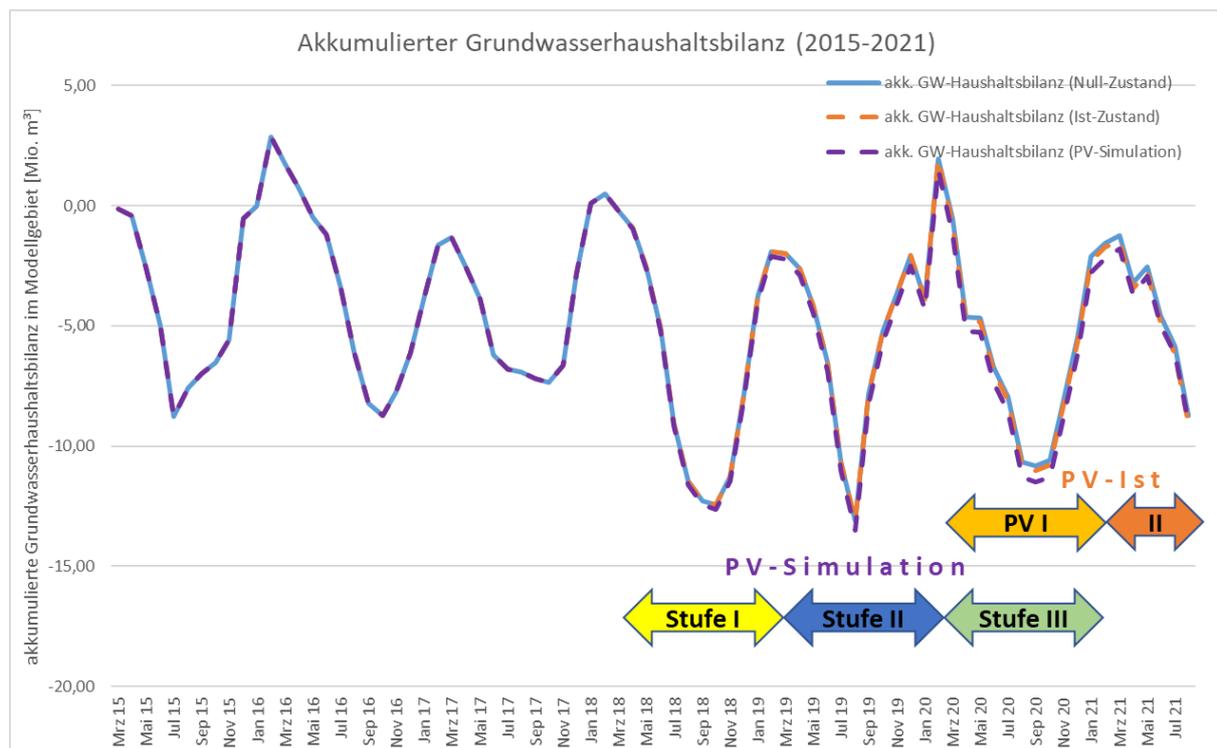


Abbildung 61: Änderungen in der Grundwasserhaushaltsbilanz im Zeitraum März 2015 bis Aug. 2021

An allen Bilanzkurven ist zunächst der insgesamt fallende Trend als Folge der defizitären Grundwasserneubildung zu erkennen. Die Grundwasserneubildung der Wintermonate reicht nicht aus, um die Defizite in den Sommermonaten auszugleichen. Der Verlauf der Bilanzkurven decken sich insgesamt sehr gut mit der Entwicklung Grundwasserganglinien in den Grundwassermessstellen (siehe Abbildung 60 bzw. **Anlagen 2.ff**).

Die Bilanzkurven von Null-Situation und PV-Simulation (Prognose) verlaufen ab der Stufe I nicht mehr deckungsgleich. Der Grund hierfür ist, wie schon beschrieben, dass sich während des Pumpversuchs die Abflussmenge nicht um die Summe reduziert, die während des Pumpversuchs entnommen wird. Die Differenz summiert sich bis zum Ende des Berechnungszeitraum auf 0,5 Mio. m³ auf, die aus dem Speichervorrat des Aquifer-Systems stammen, was aber letztendlich nur ein Effekt des relativ kurzen Berechnungszeitraums ist. Über einen längeren Zeitraum wird sich die Differenz komplett ausgleichen.

9.6 Zeitreihenanalyse mit dem Programm Menyanthes

Gemäß Durchführungsplan ist nach Abschluss der Pumpversuchsstufe III eine modellunabhängige Prüfung der berechneten Grundwasserabsenkungen vorgesehen. Mit dem Aufbau des Prüfsystems wurde schon zum jetzigen Pumpversuchsstadium begonnen. Das Prüf-System wird im weiteren Pumpversuchsverlauf mit zunehmendem Datengewinn weiterentwickelt. Erste Auswertungs-Ergebnisse werden im Folgenden beispielhaft vorgestellt.

Die modellunabhängige Prüfung des förderbedingten Einflusses auf die Standrohrspiegelhöhen wird im Rahmen der Pumpversuchsdurchführung im Modellgebiet Lengerich mit dem Programm *MENYANTHES*® (KWR)¹³ in Form einer Zeitreihenanalyse der Messdaten durchgeführt. Das Programm ermöglicht die Verwaltung, Verarbeitung, Darstellung, Analyse und Modellierung von Beobachtungszeitreihen der Standrohrspiegelhöhen.

Ziel ist es, den Einfluss des Pumpversuches auf die Standrohrspiegelhöhen ausgewählter Grundwassermessstellen auf Basis von „beschreibenden“ Zeitreihen („Explanatory Series“ wie Niederschlag, Evapotranspiration, Grundwasserförderung) zu berechnen und mit den gemessenen Daten zu vergleichen, so dass im Umkehrschluss klimatische Einflüsse und förderbedingte Einflüsse separiert und getrennt voneinander betrachtet und analysiert werden können. Diese Untersuchungen werden für 181 Messstellen im Untersuchungsgebiet durchgeführt.

Für die Anpassung einer berechneten Funktion an die gemessenen Standrohrspiegelhöhen auf Basis der beschreibenden Zeitreihen (Niederschlag, Evapotranspiration, PV) werden sogenannte vordefinierte Impulsantwortfunktionen für kontinuierliche Zeitreihen verwendet, (predefined impulse response function in continuous time, PIRFICT)¹⁴. Die Anpassung dieser Funktion erfolgte ohne Dateninterpolation in täglicher Auflösung (sample frequency).

Im ersten Schritt werden auf Basis der beschreibenden Zeitreihen Transferfunktionen angepasst, mit denen sich die Zeitreihen des Grundwasserstandes reproduzieren lassen (vgl. Abbildung 62). Haupteinflussgrößen der Standrohrspiegelhöhen für unbewirtschaftete Grundwasserleiter sind Zeitreihen des Niederschlags und der Evapotranspiration. In wasserwirtschaftlich beeinflussten Gebieten können zusätzlich Grundwasserentnahmen und Wasserstände in den Oberflächengewässern einen wesentlichen Einfluss auf Standrohrspiegelhöhen haben.

¹³ *MENYANTHES*®, 2016, KWR Water Research Institute, Nieuwegein, Niederlande

¹⁴ Von Asmuth, J.R., M.F.P. Bierkens, and C. Maas. 2002. Transferfunction noise modeling in continuous time using pre-defined impulse response functions. *Water Resources Research* 38, no. 12: 23-1–23-12

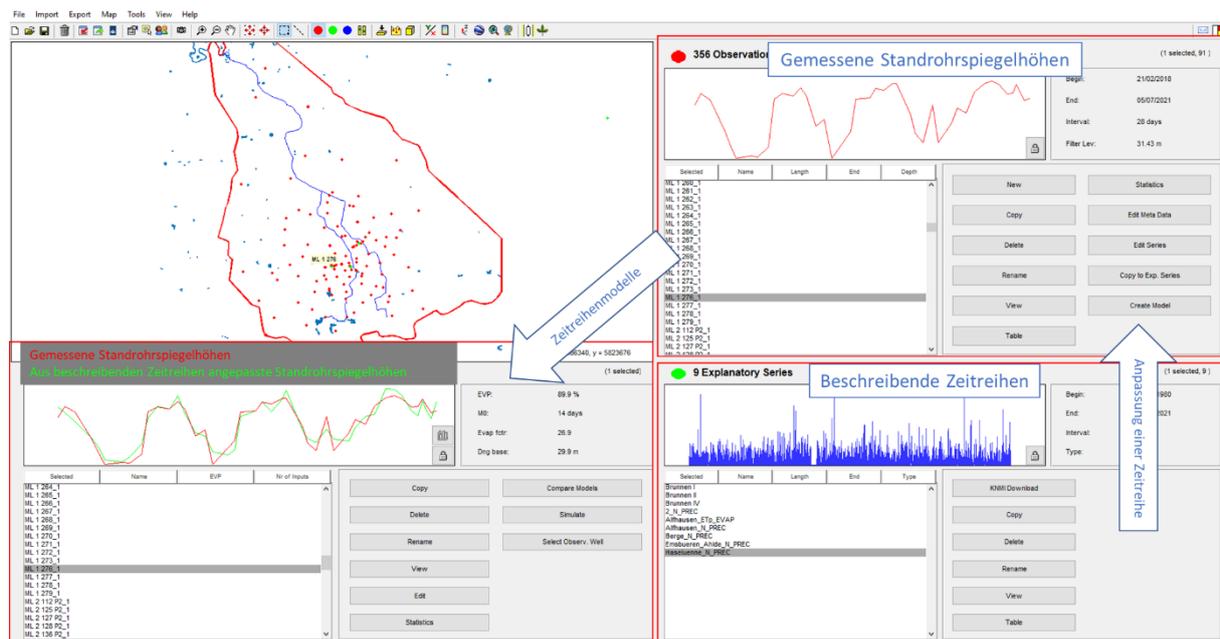


Abbildung 62: Grafische Benutzeroberfläche Menyanthos, Schema: Anpassung einer Zeitreihe an gemessene Standrohrspiegelhöhen aus beschreibenden Zeitreihen des Niederschlages, der potentiellen Evapotranspiration und der Grundwasserförderung (Pumpversuch).

Für das Modellgebiet Lengerich wurden die folgenden Zeitreihen in täglicher Auflösung als beschreibende Zeitreihen ausgewählt:

- Niederschlag der Station Alfhausen (01.01.1991-14.08.2021)
- Potentielle Evapotranspiration (nach Haude) der Station Alfhausen
- Niederschlag der Station Berge (01.01.1991-14.08.2021)
- Niederschlag der Station Emsbühren Ahlde (01.01.1991-14.08.2021)
- Niederschlag der Station Haselünne (01.01.1991-14.08.2021)
- Brunnen I (Pumpversuch) (07.03.2020-31.08.2021)
- Brunnen II (Pumpversuch) (07.03.2020-31.08.2021)
- Brunnen IV (Pumpversuch) (07.03.2020-31.08.2021)

Die DWD-Station Lingen wurde als beschreibende Zeitreihe aufgrund des Fehlens entscheidender Daten nach dem 04.06.2020 nicht berücksichtigt. Weitere Zeitreihen von Niederschlagsstationen im Modellgebiet konnten aufgrund von Datenlücken oder zu geringer zeitlicher Auflösung ebenfalls nicht berücksichtigt werden. Weiterhin konnten die diversen Wasserentnahmen dritter (Beregnungsbrunnen) aufgrund fehlender Informationen über die tatsächliche Entnahmemenge und deren zeitliche Auflösung nicht als beschreibende Zeitreihe verwendet werden.

Die Anpassungsgüte ist unmittelbar nach entsprechender Berechnung durch visuellen Vergleich der Zeitreihen (gemessene Standrohrspiegelhöhe und angepasste Zeitreihe), aber auch durch eine statistische Auswertung überprüfbar. Als globaler Parameter für die Güte der Anpassung wird der „Prozentsatz der erklärten Varianz (explained variance percentage, EVP)“ angegeben, der nicht unterhalb von 70 % liegen sollte. Weiterhin sollte die Anpassung auf hydrologische Plausibilität geprüft werden.

Eine schlechte Anpassung wird erzielt, wenn die beschreibenden Zeitreihen eine ungenügende Datenqualität aufweisen, oder nicht alle wesentlichen Beeinflussungsgrößen bei den beschreibenden Zeitreihen berücksichtigt wurden. Von den 181 untersuchten Messstellen weisen 143 eine hohe Modellgüte auf und können für die Untersuchungen berücksichtigt werden.

Beispielhaft sind in der Abbildung 63 und der Abbildung 64 die mittels Menyanthes berechneten Standrohrspiegelhöhen mit Pumpversuch sowie deren Anpassungsgüte an die gemessenen Standrohrspiegelhöhen für die Messstelle ML1 276 (Grundwasserleiter 1) sowie ML2 276 (Grundwasserleiter 2) dargestellt (Ortslage Lengerich). Die Anpassungen sind für beide Messstellen mit einem Wert von 89,93 % (ML1 276) und 86,22 % (ML2 276) als gut zu bezeichnen.

Auf dieser Grundlage wurden anschließend die Standrohrspiegelhöhen für den Zeitraum Mrz. 2015 bis Jul. 2021 mit (gelbe Linie) und ohne den Einfluss des Pumpversuchs (grüne, gestrichelte Linie) berechnet. Verlaufen diese beiden Linien deckungsgleich, ist kein Einfluss durch den Pumpversuch vorhanden, differieren die Linie, ist zu bewerten, ob es sich um einen Einfluss durch den Pumpversuch handelt oder durch eine andere Grundwasserentnahme, z. B. zu Berechnungszwecken.

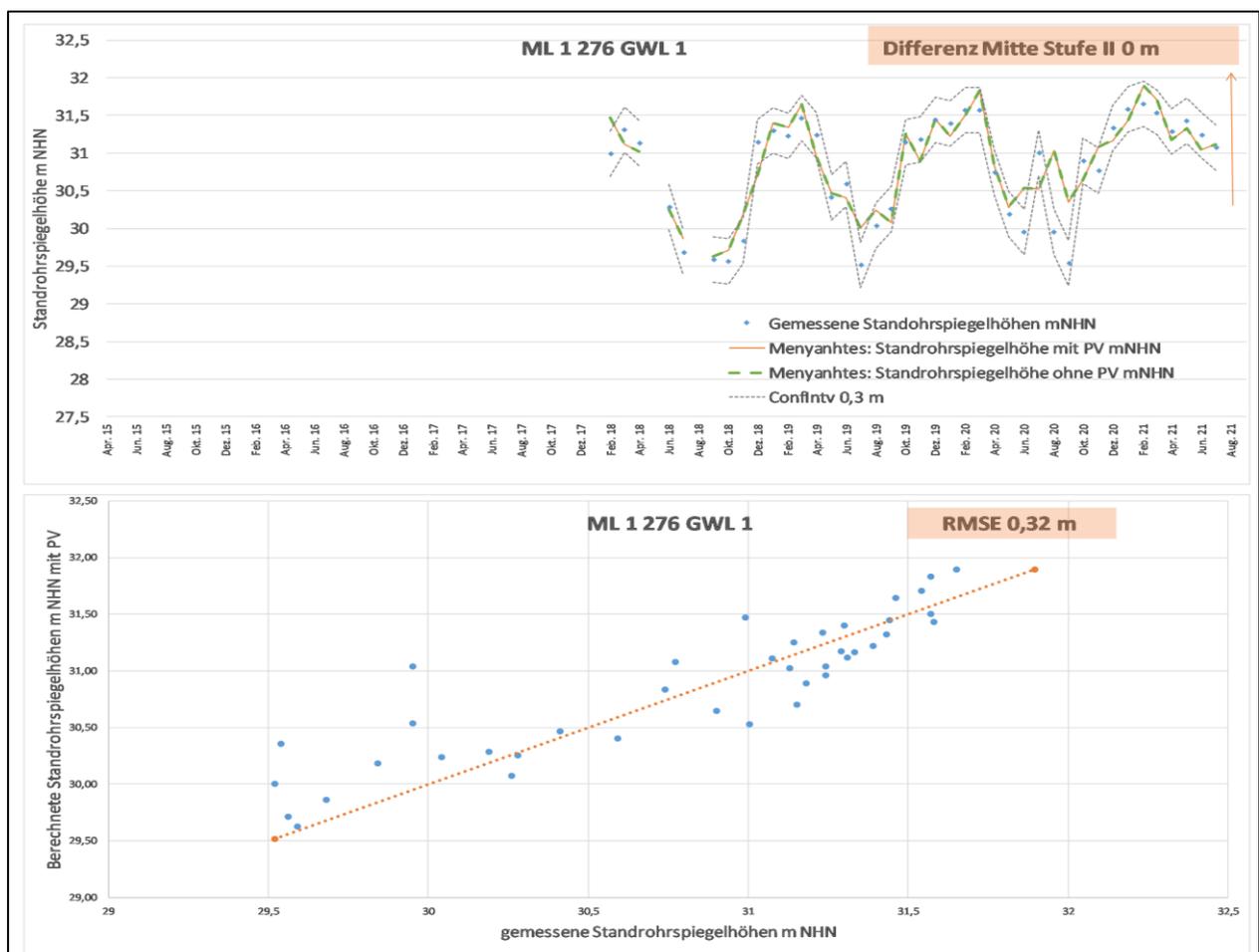


Abbildung 63: Mittels Menyanthes berechnete Standrohrspiegelhöhen mit und ohne Einfluss des Pumpversuches und Vergleich zu gemessenen Standrohrspiegelhöhen (Root Mean Square Error, RMSE) für die Grundwassermessstelle ML 1 276

Am Beispiel der Messstellen ML 1 276 und ML 2 276 ist zu erkennen, dass bis Juli 2021 (etwa Mitte Pumpstufe II) im Grundwasserleiter 1 keine förderbedingte Absenkung vorhanden ist.

Im Grundwasserleiter 2 hingegen ist im Mittel eine geringfügige Absenkung von etwa 17 cm (Jul. 2021) zu erkennen.

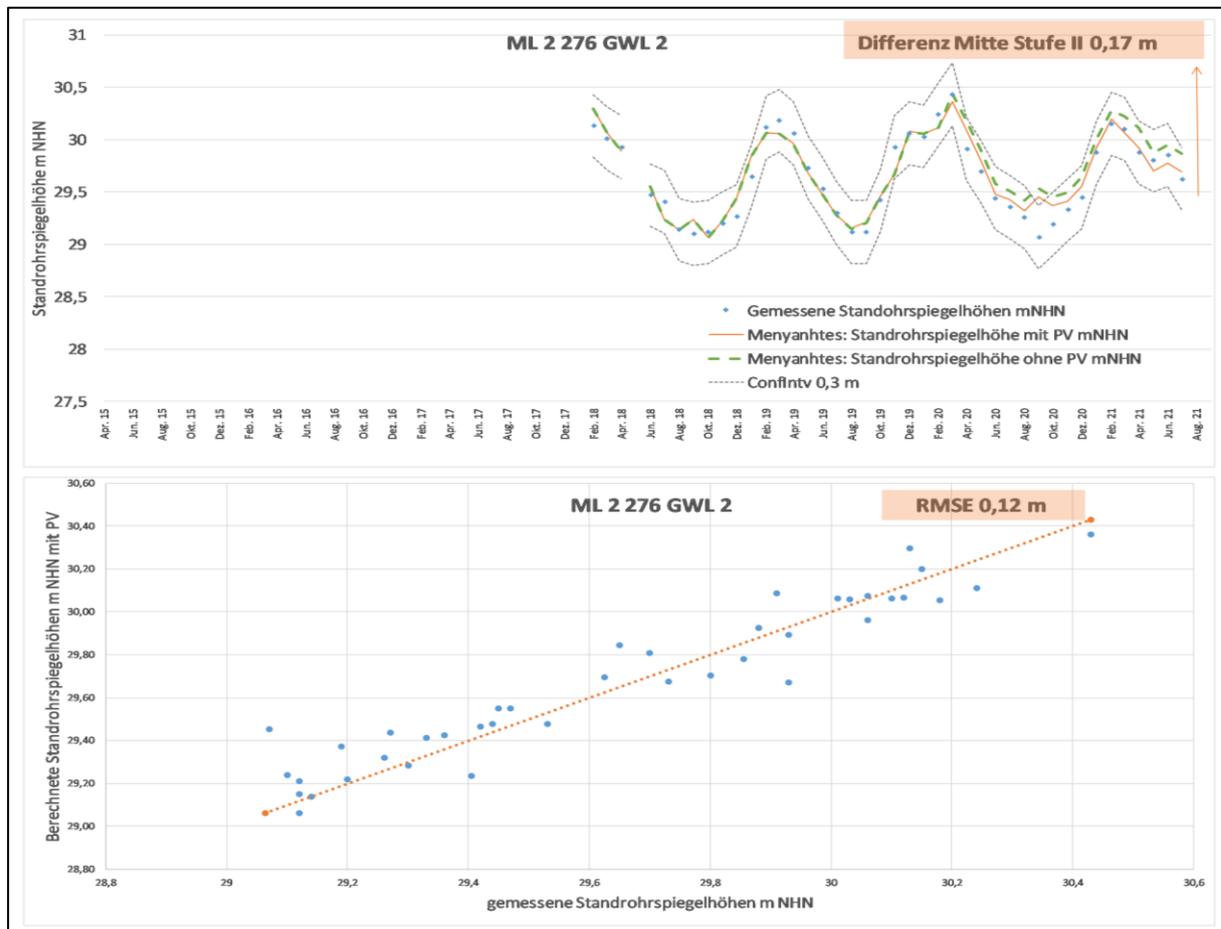


Abbildung 64: Mittels Menyanthes berechnete Standrohrspiegelhöhen mit und ohne Einfluss des Pumpversuches und Vergleich zu gemessenen Standrohrspiegelhöhen (Root Mean Square Error, RMSE) für die Grundwassermessstelle ML 2 276

Insgesamt decken sich nach den bisherigen Menyanthes-Auswertungen die dem Grundwasserströmungsmodell berechneten Absenkungen im 1. GWL weitestgehend mit den Ergebnissen der Zeitreihenanalyse. Die Abweichungen liegen im Bereich weniger Zentimeter und liegen damit im Unsicherheitsbereich beider Verfahren.

In Tabelle 19 sind die mittels Menyanthes berechneten Standrohrspiegelhöhen im Juli 2021 (etwa Mitte Stufe II) für den Ist-Zustand (mit PV) und den Null-Zustand (ohne PV) ausgewählter Messstellen in jeweiliger Brunnennähe, in der Ortslage Lengerich und am Saller See dargestellt. Die Lage der in der Tabelle 19 aufgelisteten Messstellen kann der [Abbildung 65](#) entnommen werden.

Nach den Menyanthes-Auswertungen ergeben sich unmittelbar an den Brunnen I und II geringfügige Absenkungen im 1. GWL $>0,25$ m, die aber, im Gleichklang mit den Ergebnissen der Grundwassermodellierung, nur wenige Meter weit reichen. Am Brunnen IV treten ebenfalls im Gleichklang mit den Ergebnissen der Grundwassermodellierung lokale Absenkungen $> 0,25$ m auf, die nur wenige 100 m weit reichen.

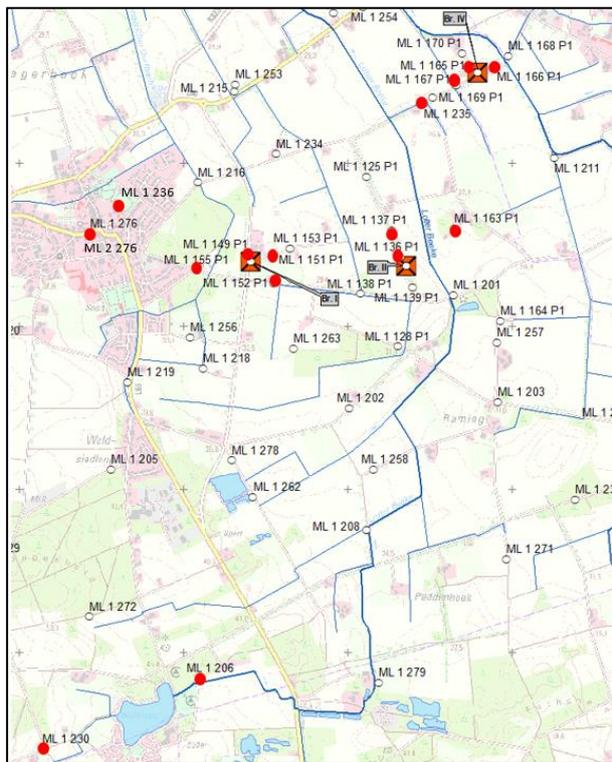

Abbildung 65 Lage der Messstellen in Tabelle 19

Tabelle 19 Mittels Menyanthes berechnete Standrohrspiegelhöhen im Juli 2021 (etwa Mitte Stufe II) für den Ist-Zustand (mit PV) und den Null-Zustand (ohne PV) sowie die Absenkung ausgewählter Messstellen

Nahbereich Brunnen I	GWL	IST (mit PV) [m NHN]	NULL (ohne PV) [m NHN]	Absenkung [m]
ML 1 149 P1	1	27,59	27,93	-0,33
ML 1 155 P1	1	28,86	28,87	0,00
ML 1 152 P1	1	28,07	28,31	-0,24
ML 1 151 P1	1	27,64	27,80	-0,16
Nahbereich Brunnen II	GWL	IST (mit PV) [m NHN]	NULL (ohne PV) [m NHN]	Absenkung [m]
ML 1 163 P1	1	26,75	26,77	-0,01
ML 1 137 P1	1	26,74	26,83	-0,10
ML 1 136 P1	1	27,17	27,45	-0,28
ML 1 201	1	27,75	27,90	-0,16
Nahbereich Brunnen IV	GWL	IST (mit PV) [m NHN]	NULL (ohne PV) [m NHN]	Absenkung [m]
ML 1 166 P1	1	23,22	23,85	-0,63
ML 1 167 P1	1	23,34	24,33	-0,99
ML 1 165 P1	1	22,70	24,31	-1,61
ML 1 235	1	24,27	24,42	-0,16
Saller See	GWL	IST (mit PV) [m NHN]	NULL (ohne PV) [m NHN]	Absenkung [m]
ML 1 206	1	39,92	39,93	0,00
ML 1 230	1	49,28	49,28	0,00
Ortslage Lengerich	GWL	IST (mit PV) [m NHN]	NULL (ohne PV) [m NHN]	Absenkung [m]
ML 1 276	1	31,11	31,11	0,00
ML 2 276	2	29,69	29,87	-0,17
ML 1 236	2	29,57	29,77	-0,20

10 Optimierung der Grundwasserüberwachung

Das vorhandene Messnetz, bestehend aus 252 Grundwassermessstellen, von denen 74 mit Datenloggern ausgerüstet sind, 11 mit Datenloggern ausgerüsteten Pegeln, dem Pegel Lotten des NLWKN sowie zwei Lattenpegeln an Teichen ist, in Verbindung mit dem hydrochemischen Überwachungsprogramm in Vorfeldmessstellen und in den Brunnen hervorragend geeignet, den Pumpversuch hydraulisch und hydrochemisch zu überwachen und die Auswirkungen, in Kombination mit zusätzlichen Fachauswertungen (siehe Anhang), hinsichtlich der Schutzgüter bewerten zu können.

Aus der laufenden Pumpversuchsüberwachung haben sich keine Defizite ergeben. Daher wird derzeit keine Notwendigkeit gesehen, das Messnetz oder die Vorgehensweise der hydrogeologischen Beweissicherung zu erweitern oder zu optimieren.

Hildesheim, im Dezember 2021

CONSULAQUA Hildesheim
Niederlassung der CONSULAQUA Hamburg
Beratungsgesellschaft mbH



i. A. M. Sc. Geoökol. Malte Eley



i. V. Dipl.-Geol. Michael Bruns
Von der IHK Hannover öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für das Sachgebiet
„Hydrogeologie“