



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

## 4. Jahresbericht

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

Projektnummer 52552  
Hildesheim, im Dezember 2022

Ausfertigung 1 von 7

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>VORGANG</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>DATENGRUNDLAGEN</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>PUMPVERSUCHSDURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>AUSWERTEZEITPUNKTE UND JAHRESBERICHTE</b> .....	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>METEOROLOGISCHE ÜBERWACHUNG</b> .....	<b>20</b>
5.1	NIEDERSCHLAGSENTWICKLUNG 2006 BIS OKTOBER 2022 .....	20
5.2	VERGLEICH DER NIEDERSCHLAGSDATEN DER DWD-STATIONEN LINGEN, FÜRSTENAU, HASELÜNNE, BERGE UND ALFHAUSEN .....	30
5.3	VERDUNSTUNG UND KLIMABILANZ 2006 BIS OKTOBER 2022 .....	31
<b>6</b>	<b>GRUNDWASSERÜBERWACHUNG (QUANTITATIV)</b> .....	<b>37</b>
6.1	GRUNDWASSERENTNAHMEN IM RAHMEN DES 3-JÄHRIGEN PUMPVERSUCHS .....	37
6.2	GRUNDWASSERENTNAHMEN ZUR BEREGNUNG, VIEHTRÄNKE, STALLVERSORGUNG .....	38
6.3	GRUNDWASSERMESSNETZ .....	39
6.4	STANDROHRSPIEGELHÖHEN UND GRUNDWASSERREAKTIONEN .....	41
6.4.1	<i>Generelle Grundwasserreaktionen</i> .....	44
6.4.2	<i>Entwicklung der Standrohrspiegelhöhen und Grundwasserflurabstände im näheren und weiteren Brunnenumfeld</i> .....	54
6.4.3	<i>Hydrogeologische Besonderheiten</i> .....	58
<b>7</b>	<b>ÜBERWACHUNG DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER</b> .....	<b>63</b>
7.1	PEGELMESSNETZ .....	63
7.2	WASSERSTÄNDE UND ABFLÜSSE .....	64
<b>8</b>	<b>GRUNDWASSERÜBERWACHUNG (QUALITATIV)</b> .....	<b>74</b>
8.1	UMFANG DER GRUNDWASSERANALYTIK GEMÄß DURCHFÜHRUNGSPLAN .....	74
8.2	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH (PROBENAHME AUS DEM FÖRDERSTROM IM FEBRUAR 2022) .....	76
8.3	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH (PROBENAHME AUS DEM FÖRDERSTROM IM AUGUST 2022) .....	80
8.4	ENTWICKLUNG DER ROHWASSERBESCHAFFENHEIT IM VERLAUF DER DURCHFÜHRUNG DES PUMPVERSUCHS (PROBENAHMEN AUS DEM FÖRDERSTROM) .....	84
8.5	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH, PEILROHRE (FEBRUAR 2022) .....	88
8.6	ROHWASSERBESCHAFFENHEIT DER BRUNNEN LENGERICH, PEILROHRE (AUGUST 2022) .....	94
8.7	ENTWICKLUNG DER ROHWASSERBESCHAFFENHEIT IM VERLAUF DER DURCHFÜHRUNG DES PUMPVERSUCHS (BEPROBUNG DER BRUNNENPEILROHRE) .....	99
8.8	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT DER VORFELDMESSSTELLEN (FEBRUAR 2022) .....	104
8.9	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT DER VORFELDMESSSTELLEN (AUGUST 2022) .....	107
8.10	TRENDENTWICKLUNG DER GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT .....	109
<b>9</b>	<b>AUSWIRKUNGEN DER ENTNAHMEN</b> .....	<b>114</b>
9.1	GRUNDWASSERGANGLINIEN .....	114
9.2	GRUNDWASSERGLEICHENPLÄNE .....	114
9.2.1	<i>Methodik</i> .....	114
9.2.2	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, März 2022</i> .....	115

9.2.3	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (März 2022)</i> .....	116
9.2.4	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, August 2022</i> .....	117
9.2.5	<i>Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (August 2022)</i> .....	117
9.3	GRUNDWASSERFLURABSTÄNDE.....	118
9.3.1	<i>Methodik</i> .....	118
9.3.2	<i>Grundwasserflurabstandspläne</i> .....	118
9.4	FÖRDERBEDINGTE GRUNDWASSERABSSENKUNGEN (NUM. GRUNDWASSERMODELL) .....	118
9.4.1	<i>Methodik</i> .....	118
9.4.2	<i>Reichweiten und Beträge der förderbedingten Absenkungen</i> .....	121
9.5	GRUNDWASSERBILANZEN.....	130
9.5.1	<i>Grundwasserneubildung</i> .....	130
9.5.2	<i>Grundwasserentnahmen</i> .....	132
9.5.3	<i>Grundwasserstrom über die Modellränder</i> .....	132
9.5.4	<i>Grundwasserbürtiger Abfluss über die Vorfluter</i> .....	133
9.5.5	<i>Gesamt-Gundwasserhaushaltsbilanz im Aquifersystem und Änderung des gespeicherten Gesamtvolumens</i> .....	135
9.6	ZEITREIHENANALYSE MIT DEM PROGRAMM MENYANTHES .....	137
<b>10</b>	<b>OPTIMIERUNG DER GRUNDWASSERÜBERWACHUNG</b> .....	<b>144</b>

## 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 2022, 1. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.1.2	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, März 2022, 2. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.1.3	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, März 2022, 3. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.2	Grundwasserflurabstände, Messwerte März 2022	M 1 : 60.000
Anlage 4.3.1	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, August 2022, 1. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.3.2	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, August 2022, 2. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.3.3	Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Messwerte, August 2022, 3. GW-Leiter	M 1 : 60.000
Anlage 4.4	Grundwasserflurabstände, Messwerte August 2022	M 1 : 60.000
<u>Anlage 5</u>	<u>Förderbedingte Absenkung der Standrohrspiegelhöhen, Pumpversuch - <b>Ist-Situation</b> (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 5.2.1.2	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe II - Ist, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 6)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.2.1	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe II - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 5)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.2.2	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe II - Ist-, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 6)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.3.1	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe II - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 5)	M 1 : 25.000
Anlage 5.2.3.2	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe II - Ist, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 6)	M 1 : 25.000
Anlage 5.3.1	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe III - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 7)	M 1 : 25.000
Anlage 5.3.2	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe III, - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 7)	M 1 : 25.000
Anlage 5.3.3	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe III - Ist, Mitte der Pumpstufe (Zeitpunkt 7)	M 1 : 25.000

<u>Anlage 6</u>	<u>Prognostizierte förderbedingte Absenkung der Standrohrspiegelhöhen (PreRun August 2022)</u>	
Anlage 6.1.1	Grundwasserstockwerk 1, Pumpstufe III, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 8)	M 1 : 25.000
Anlage 6.1.2	Grundwasserstockwerk 2, Pumpstufe III, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 8)	M 1 : 25.000
Anlage 6.1.3	Grundwasserstockwerk 3, Pumpstufe III, Ende der Pumpstufe (Zeitpunkt 8)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.1	Grundwasserstockwerk 1, Wiederanstieg (Zeitpunkt 9)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.2	Grundwasserstockwerk 2, Wiederanstieg (Zeitpunkt 9)	M 1 : 25.000
Anlage 6.2.3	Grundwasserstockwerk 3, Wiederanstieg (Zeitpunkt 9)	M 1 : 25.000
<u>Anlage 7</u>	<u>Zusätzliche Grundwassermessstellen</u>	
Anlage 7.1	Bohr- und Ausbauezeichnung der Messstelle ML 1 290 (Lengerich)	
Anlage 7.2	Bohr- und Ausbauezeichnung der Messstelle ML 1 291 (Handrup)	

## 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**                    **Fachthema Naturschutz (alw)**

**Anhang 3.2**                    **Beweissicherung Stillgewässer (Planungsbüro Rötker)**

### Durchführungsplan Teil D

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

### 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 m<sup>3</sup> / Monat und bis zu 0,5 Mio. m<sup>3</sup> / Jahr (1. Förderstufe – 1. Förderjahr)

bis zu 100.000 m<sup>3</sup> / Monat und bis zu 1,0 Mio. m<sup>3</sup> / Jahr (2. Förderstufe – 2. Förderjahr)

bis zu 150.000 m<sup>3</sup> / Monat und bis zu 1,5 Mio. m<sup>3</sup> / Jahr (3. Förderstufe – 3. Förderjahr)

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

Die Erlaubnis<sup>1</sup> 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 Durchführungsplan<sup>2</sup> 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 15<sup>3</sup> und Geofakten 19<sup>4</sup> veröffentlichten fachlichen Empfehlungen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und gliedert sich in die in Tabelle 1 aufgeführten Teilberichte bzw. Fachthemen.

---

<sup>1</sup> 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)

<sup>2</sup> 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

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

<sup>4</sup> 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**):

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

**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](http://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), 12.10.2022 (2021 – März 2022)

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

Abstichsdaten der Datenlogger im Bereich des Untersuchungsgebiets Lengerich-Handrup vom 08.09.2022

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

Digitale Daten der naturschutzrelevanten Schutzgebiete ([www.umwelt.niedersachsen.de](http://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: Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers; 5 Anl. - Hannover.

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

WMS-Dienste des Kartenservers ([www.umwelt.niedersachsen.de](http://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 Rüstungsaltpasten.

Unterlagen zu Grundwassermessstellen (zu Altlastverdachtsflächen).

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

Unterlagen zu Wasserrechten Dritter (Grund- und Oberflächenwasserentnahmen zur Feldberegnung) vom September 2022.

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 02.11.2022, Grundwasserstände und hydrochemische Analysen.

Fördermengen aus den Brunnen I, II und IV, Lengerich Handrup, 17.11.2022

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 - Oktober 2022) sowie der Station Lengerich Br. II (Monats- und Jahreswerte 2014 - Oktober 2022).

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 der Messstellen der 3. Bohrkampagne (zusätzliche Messstellen), Mai 2018.

Bohr- und Ausbaudaten sowie Vermessungsdaten der Messstellen ML 1 290 und ML 1 291 sowie Daten des Pegel LAP 1 282, März 2022.

**[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 – 2022 (Einzelbrunnen).

Digitale Daten (Einzugsgebiet, Grundwassergleichen Wasserwerk Ohrte).

Aquainfo-Datenbank (u.a. Wasserstände); Datenlieferung vom 11.11.2022.

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

Messdaten über das Onlineportal Climate Data Center des DWD (Tages- und Monatsniederschläge bis Oktober 2022) von den Klimastationen Fürstenau (Stations-ID 4683), Haselünne (Stations-ID 2049), Lingen (Stations-ID 3023, Daten nur bis Anfang Juni 2020), Lingen Baccum (Stations-ID 15813, Daten ab Anfang März 2022) Berge/Niedersachsen (Stations-ID 5826) und Alfhausen (Stations-ID 78); Download vom 24.11.2022; <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/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/derived_germany/soil/daily/).

Messdaten über den FTP-Server des DWD (Tagesverdunstung nach HAUDE 01.01.1991 - 24.11.2022; Monatsverdunstung ab 1991) von der Klimastation Alfhausen (Stations-ID 78); Download vom 25.11.2022; [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/derived\\_germany/soil/daily/](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.

Durchführungsplan zur Beweissicherung des geplanten 3-jährigen Dauerpumpversuchs in den Brunnen I, II und IV (Lengerich-Handrup) des Wasserverbandes Lingener Land – 3. Jahresbericht; Dezember 2021.

#### **[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 Grundwasserbeschaffungsdaten.- 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. m<sup>3</sup>/a Gesamt-Förderung, Dauer ein Jahr von März 2020 – Februar 2021)
- Phase C** Pumpversuch Stufe II (1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a Gesamt-Förderung, Dauer ein Jahr von März 2021 – Februar 2022)
- Phase D** Pumpversuch Stufe III (1,5 Mio. m<sup>3</sup>/a Gesamt-Förderung, Dauer ein Jahr von 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, Feb/März 2022)
Zeitpunkt (7)	2½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase D, August 2022)
Zeitpunkt (8)	3 Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Ende Phase D, Feb/März 2023)
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.

Den dritten Fachbericht (3. Jahresbericht, Zeitpunkt (5)), Mitte der Pumpversuchsstufe I, reichte der Wasserverband 17.12.2021 beim Landkreis Emsland zur Prüfung ein **[U15]**.

Der Landkreis hat daraufhin die entsprechenden Fachbehörden beteiligt. Der dritte Fachbericht wurde am 24.02.2022 erörtert. Mit dem Schreiben vom 28.02.2021 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 3 des Pumpversuches hiermit zugestimmt“.*

Die Förderstufe III hat am 09. März 2022 begonnen.

Der hiermit vorliegende Bericht entspricht dem **4. Jahresbericht** zum Zeitpunkt (7), 2½ Jahre nach Pumpversuchsbeginn (Mitte Phase D).

## – Teilbericht A – Hydrogeologie und Wasserwirtschaft

### 5 Meteorologische Überwachung

#### 5.1 Niederschlagsentwicklung 2006 bis Oktober 2022

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 Oktober 2022 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 wurde seitens des DWD aufgegeben, und an einen neuen Standort verlegt. Bis zur Inbetriebnahme der neuen Station veröffentlichte der DWD keine meteorologischen Daten für Lingen mehr. Eine neue Station wurde in Baccum errichtet. Seit dem 01. März 2022 läuft die neue Wetterstation Lingen-Baccum des DWD im operationellen Betrieb. Tägliche und monatliche Niederschlagsdaten liegen für die Station Lingen-Baccum ab dem 01. März 2022 vor **[U 11]**. Der Grund für die Verlegung war, 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 war. Im Hinblick auf die Ermittlung der Klimabilanz für den Zeitraum von Juni 2020 bis Februar 2022 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]**.

Bei dem vorangegangenen 3. Jahresbericht wurden die Niederschläge noch mit dem langjährigen Mittel des Bezugszeitraumes 1981 - 2010 verglichen. Mittlerweile hat der DWD die Mittelwerte für den 30-jährigen Bezugszeitraum 1991 - 2020 zur Verfügung gestellt. In Tabelle 4 werden die 30-jährigen Mittelwerte dieser beiden Zeiträume vergleichend gegenübergestellt:

**Tabelle 4: Langjährige Mittelwerte der Niederschläge der DWD-Stationen für die Bezugszeiträume 1991 - 2020 und 1981 - 2010**

DWD-Station	langjähriges Mittel 1991 - 2020 [mm/a]	langjähriges Mittel 1981 - 2010 [mm/a]	Differenz der langjährigen Mittel 1991 - 2020 und 1981 - 2020 [mm/a]
Lingen	772	800	-28
Lingen-Baccum	791*	-	-
Fürstenau	821	820	1
Haselünne	788	808	-20
Berge/Niedersachsen	785	804	-19
Alfhausen	843	862	-19

\* Beschreibung der Datenquelle: Da nicht ausreichend viele Werte (< 25 Jahre) am aktuellen Standort vorliegen, wurde aus geeigneten Rasterzellen der langjährigen Mittelwerte selektiert oder anderen geeigneten Verfahren berechnet.

Aus dem Vergleich der beiden langjährigen Mittel ist ersichtlich, dass die Mittelwerte des Zeitraumes 1991 - 2020 um rd. 19 - 28 mm/a niedriger ausfallen als die Mittelwerte des vorangegangenen Bezugszeitraumes 1981 - 2010. Nur bei der Station Fürstenau liegen die Mittelwerte beider Zeiträume auf einem vergleichbaren Niveau. Die neue Referenzperiode von 1991 - 2020 wird fortan als Bezugszeitraum zu Vergleichszwecken herangezogen.

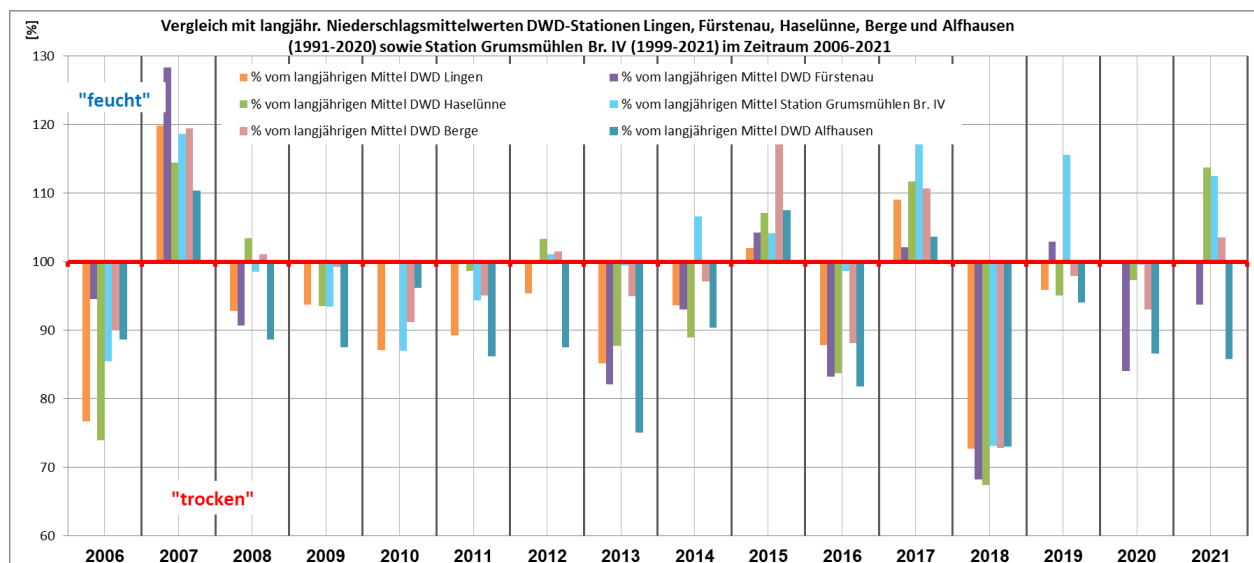
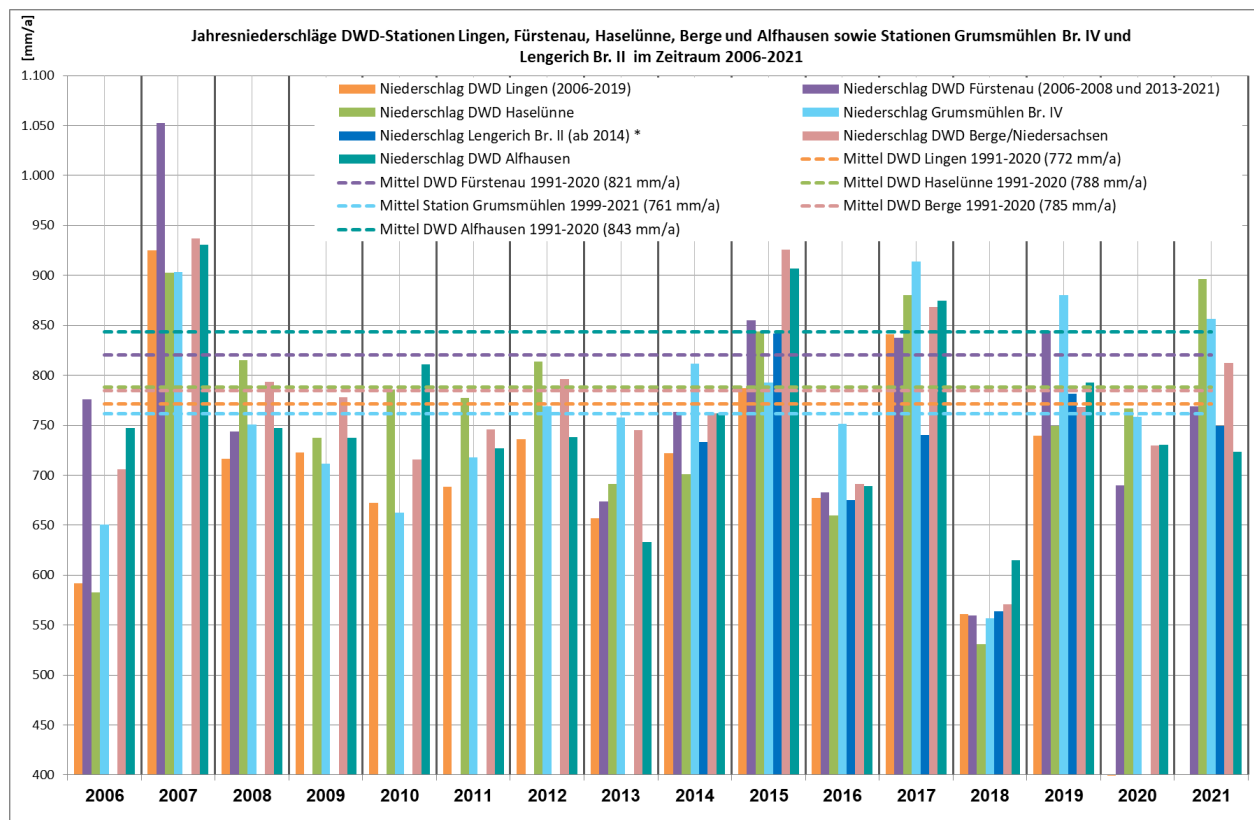
Für die Station Grumsmühlen Br. IV lässt sich für den Zeitraum 1999 - 2021 ein langjähriges Mittel von 761 mm/a berechnen.

In der Abbildung 1, oberes Diagramm, werden die Jahresniederschlagshöhen der genannten Messstationen für den Zeitraum 2006 bis 2021 dargestellt, die im unteren Diagramm in prozentualen Bezug zu den langjährigen Mittelwerten des Zeitraumes 1991 - 2020 gesetzt werden. An Hand dieser Darstellung können gut niederschlagsreiche von trockeneren Jahren unterschieden werden.

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.



**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 2021 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Niederschlagsmittelwerten 1991 - 2020 (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.**

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, 2016 und 2018 stechen als Trockenjahre heraus mit Niederschlägen  $< 700$  mm/a ( $< 90$  % im Vergleich zum langjährigen Mittel). Die Jahre 2008 bis 2012 sowie die Jahre 2014 und 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. 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. 50 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 - 97 % im Vergleich zum langjährigen Mittel). Damit war im Jahr 2020 ein Niederschlagsdefizit zu verzeichnen. Im Jahr 2021 war bei den Stationen Alfhausen und Fürstenau erneut ein Niederschlagsdefizit zu verzeichnen (86 - 94 % im Vergleich zum langjährigen Mittel). Bei den Stationen Berge, Grumsmühlen und Haselünne wurde dagegen ein Niederschlagsüberschuss festgestellt (104 - 114 % zum langjährigen Mittel).

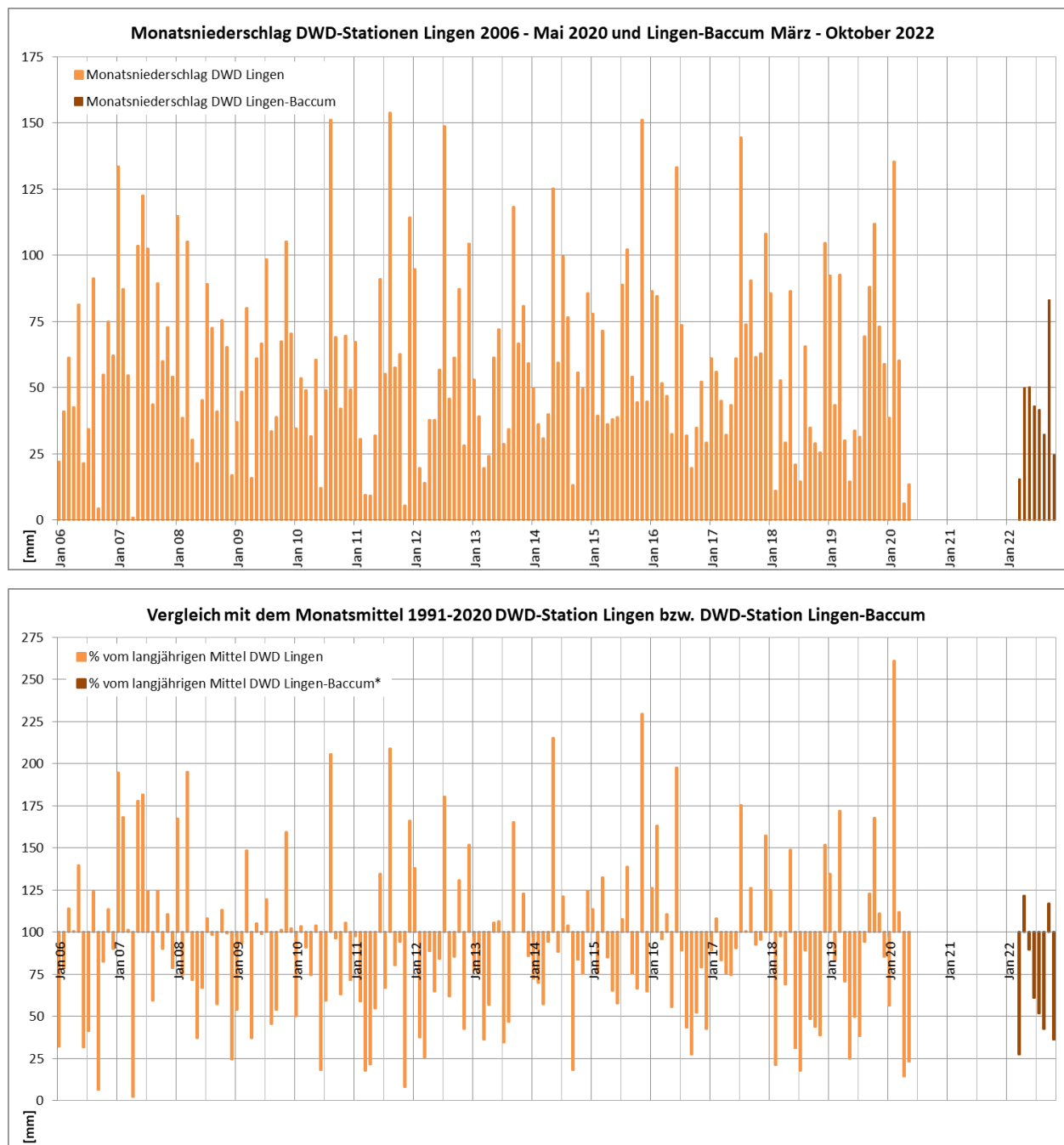
Für den Betrachtungszeitraum von 2006 bis 2021 ergeben sich folgende Mittelwerte:

- DWD-Station Lingen: 717 mm/a,
- DWD-Station Haselünne: 758 mm/a,
- DWD-Station Fürstenau: 771 mm/a,
- DWD-Station Berge: 772 mm/a,
- DWD-Station Alfhausen: 760 mm/a,
- Station Grumsmühlen Br. IV: 765 mm/a.

Bei den DWD-Stationen Lingen (keine Jahreswerte in 2020 und 2021), Haselünne, Berge, Alfhausen und Fürstenau (keine Jahreswerte 2009 bis 2012) liegen die mittleren Niederschlagshöhen des Betrachtungszeitraums 2006 bis 2021 auf Grund der mehrjährigen Trockenphase von 2008 bis 2014, der trockenen Jahre 2016 und 2018 sowie des Niederschlagsdefizits im Jahr 2020 um ca. 13 - 83 mm/a unter den langjährigen Mittelwerten der Jahre 1991 - 2020. Für die Station Grumsmühlen Br. IV liegen die mittleren Niederschlagshöhen des Betrachtungszeitraums auf Höhe des langjährigen Mittelwertes 1999 - 2021 (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. Seit März 2022 existieren dafür Monatsniederschläge an der neuen DWD-Station Lingen-Baccum. Die aufgezeichneten Monatsniederschläge werden ebenfalls in prozentualen Bezug zu den langjährigen Monatsmittelwerten (1991 - 2020 bzw. 1999 - 2021) gesetzt.

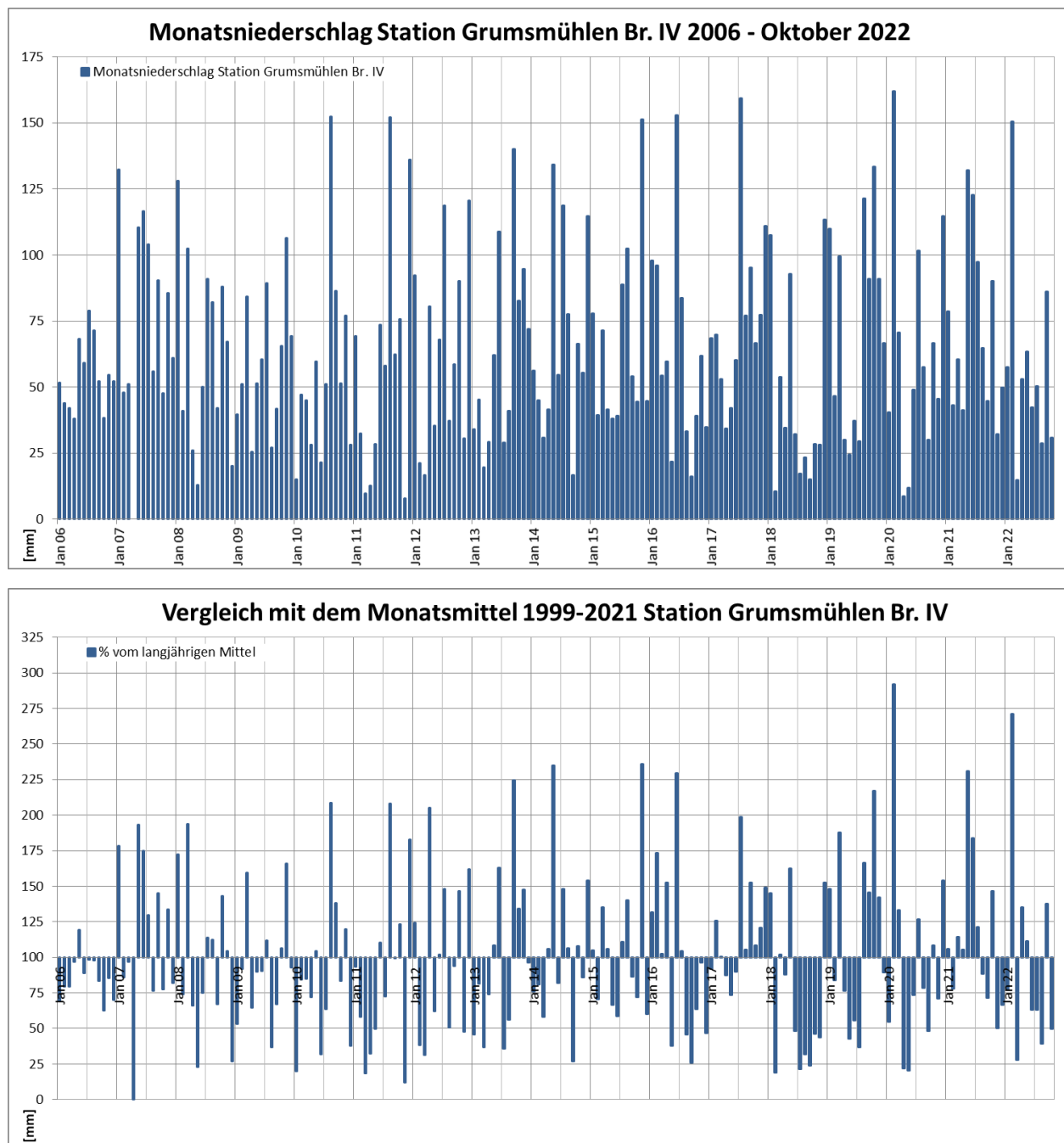




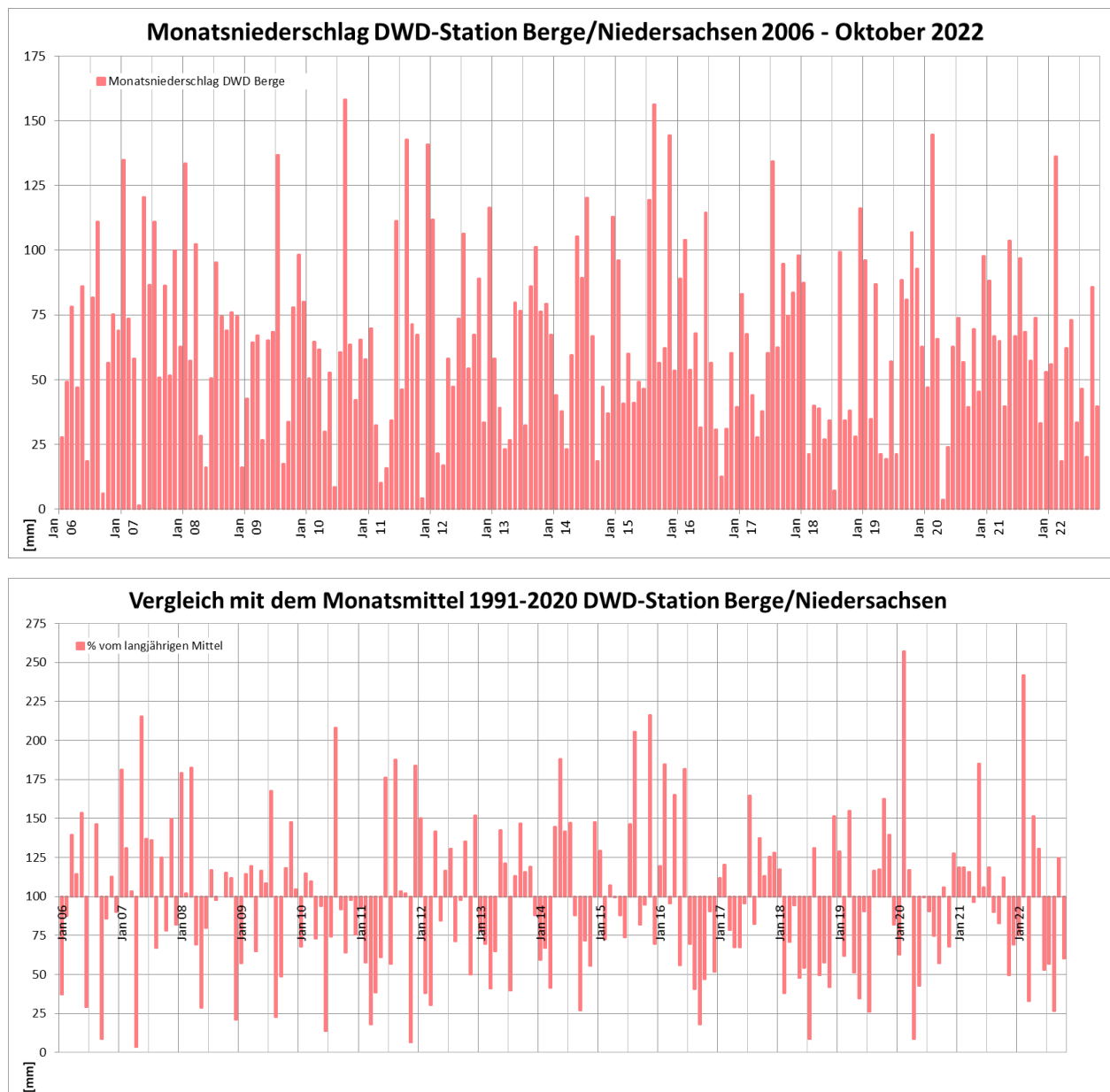
**Abbildung 2:** Monatsniederschläge der DWD-Stationen Lingen im Zeitraum 2006 bis Mai 2020 sowie Lingen-Baccum im Zeitraum März bis Oktober 2022 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1991-2020 (Abbildung unten); von Juni 2020 - Februar 2022 keine Veröffentlichung der Monatsniederschläge aufgrund der Verlegung der Station Lingen [U 11]; \*: langjährige Monatsmittelwerte der DWD-Station Baccum wurden durch den DWD aus geeigneten Rasterzellen der langjährigen Mittelwerte selektiert oder durch den DWD mit anderen geeigneten Verfahren berechnet.



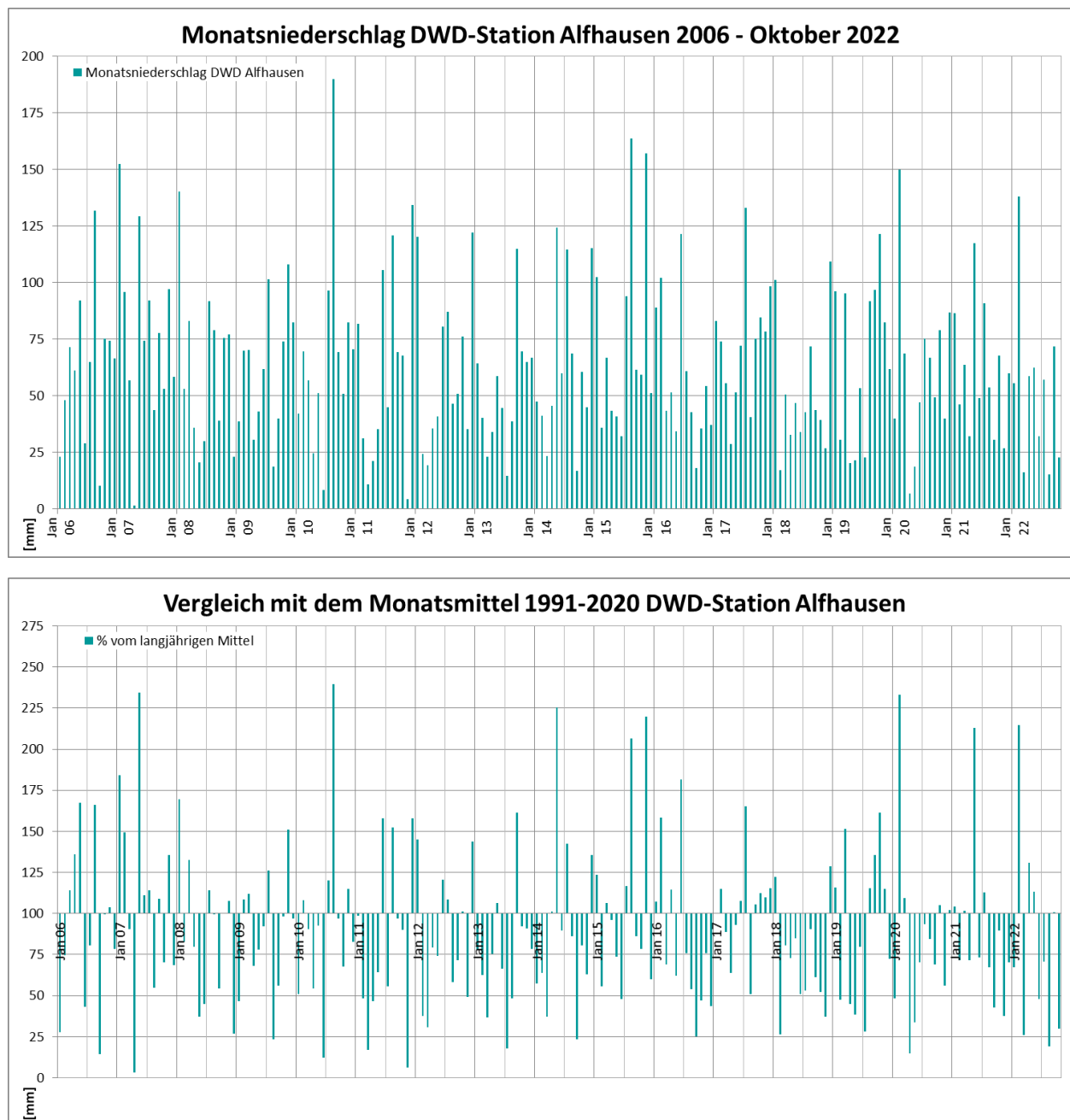
**Abbildung 3: Monatsniederschläge der DWD-Station Haselünne im Zeitraum 2006 bis Oktober 2022 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1991-2020 (Abbildung unten) [U 11]**



**Abbildung 4: Monatsniederschläge der Station Grumsmühlen Br. IV im Zeitraum 2006 bis Oktober 2022 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1999-2021 (Abbildung unten) [U 9]**



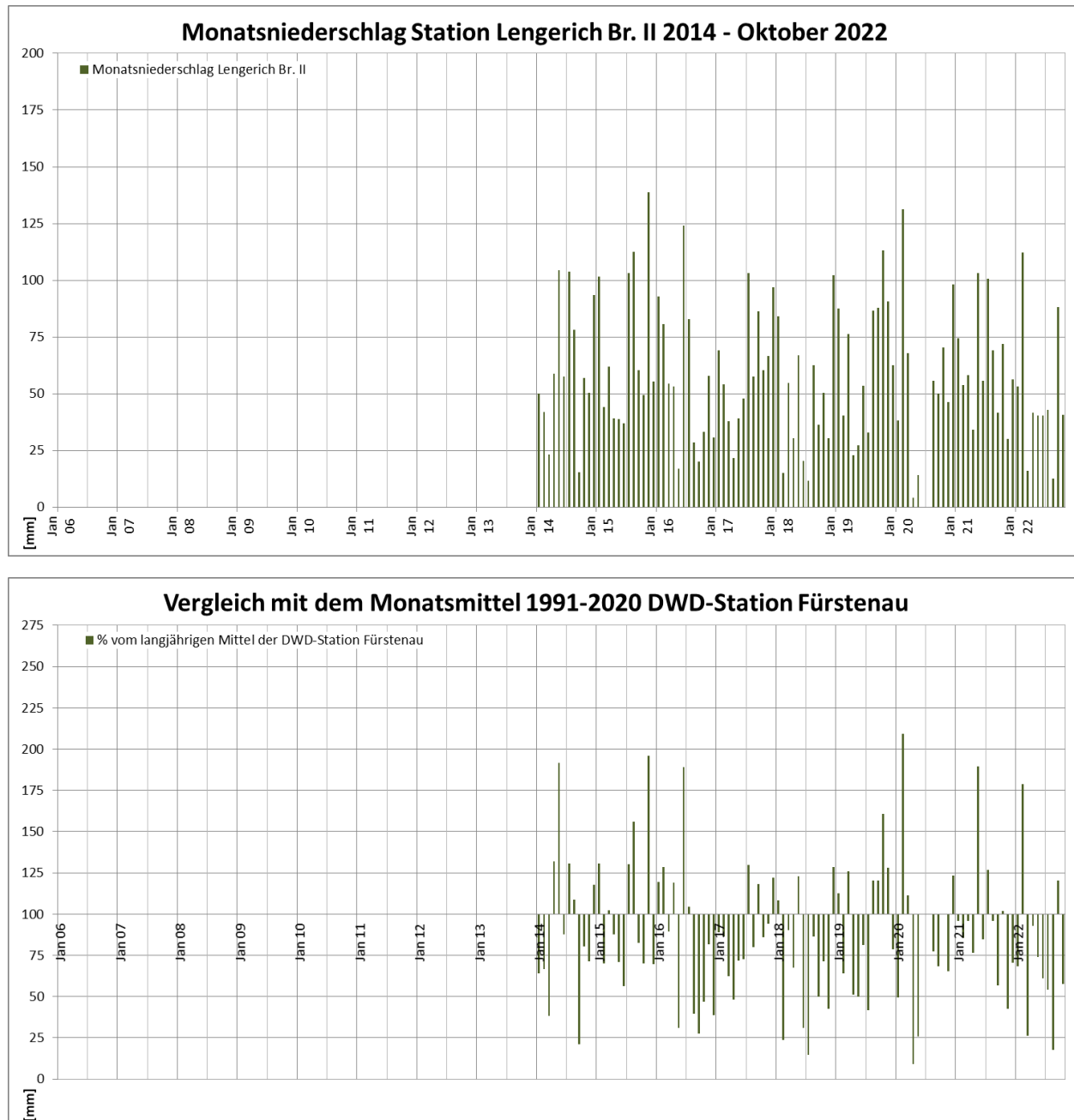
**Abbildung 5: Monatsniederschläge der DWD-Station Berge/Niedersachsen im Zeitraum 2006 bis Oktober 2022 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1991-2020 (Abbildung unten) [U 11]**



**Abbildung 6: Monatsniederschläge der DWD Station Alfhausen im Zeitraum 2006 bis Oktober 2022 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1991-2020 (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 2021 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, Mai 2021 und Februar 2022. Viele der übrigen Monate sind dagegen als sehr trocken einzustufen, wie z. B. März und August 2022.

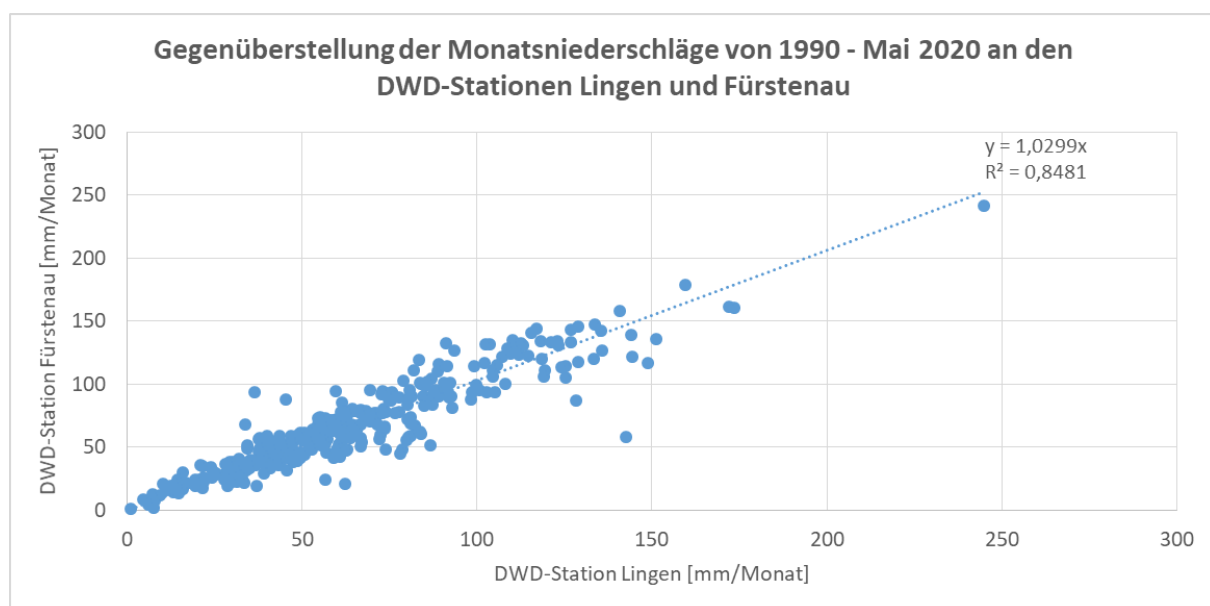
Die an der Station Lengerich Br. II seit dem Jahr 2014 aufgezeichneten Monatsniederschläge sind als ergänzende Betrachtung in Abbildung 7 dargestellt. Da die Monatsmittelwerte der Station Lengerich Br. II aktuell nur einen relativ kurzen Zeitraum von acht Jahren repräsentieren, wurden die aufgezeichneten Monatsniederschläge in prozentualen Bezug zu den langjährigen Monatsmittelwerten der DWD-Station Fürstenau (1991 - 2020) 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 Oktober 2022 (Abbildung oben) sowie Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten 1991-2020 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**

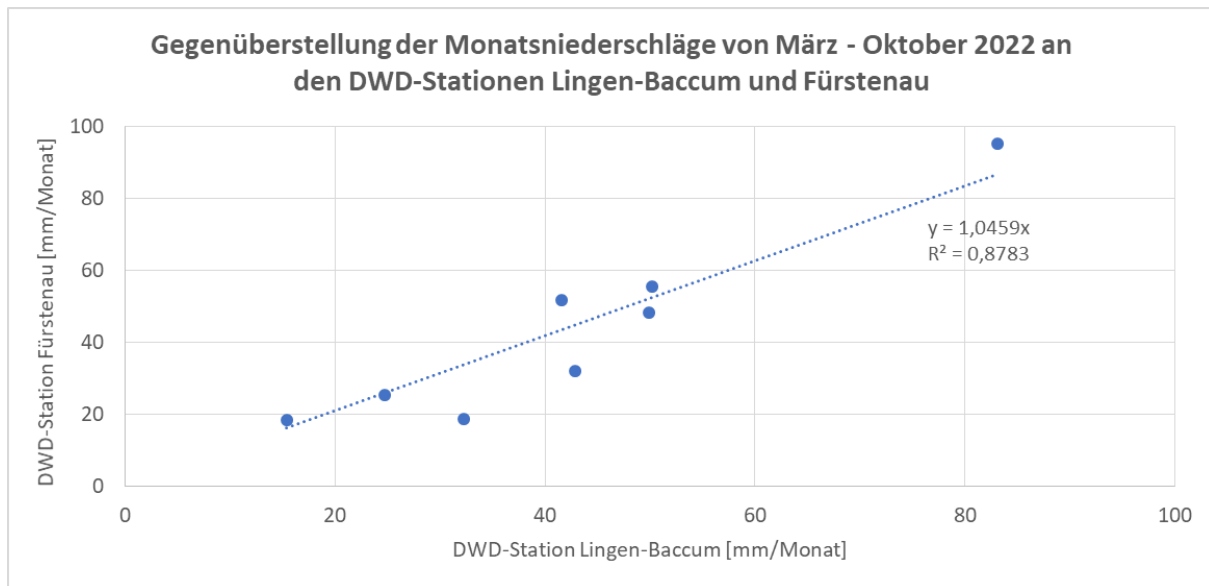
Da wie im vorherigen Kapitel beschrieben, die DWD-Station Lingen seit Anfang Juni 2020 nicht mehr zu Verfügung steht und die neue DWD-Station Lingen-Baccum erst im März 2022 in Betrieb genommen wurde, musste ein Ersatz für die langjährigen Niederschlagsaufzeichnungen und den daraus abgeleiteten langfristigen meteorologischen Trendentwicklungen gefunden werden. Im Rahmen der Ausarbeitung des 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**

Als ergänzende Betrachtung sind in Abbildung 9 die Monatsniederschläge der neuen DWD-Station Lingen-Baccum und der DWD-Station Fürstenau gegenübergestellt. Die Korrelation der beiden Stationen basiert bisher lediglich auf acht Messwerten, da die Station Lingen-Baccum erst im März 2022 in Betrieb genommen wurde. Aber auch hier zeichnet sich mit einem Bestimmtheitsmaß von 87,83 % eine vergleichsweise gute Übereinstimmung ab.

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.



**Abbildung 9: Gegenüberstellung der Monatsniederschläge von März bis Oktober 2022 an den DWD-Stationen Lingen-Baccum und Fürstenau**

### 5.3 Verdunstung und Klimabilanz 2006 bis Oktober 2022

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

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),

$\varphi$  = rel. Luftfeuchte um 14 Uhr (1),

$x$  = Monatskoeffizient (mm/(d·hPa))

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

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

$\vartheta$  = 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 [ET<sub>p</sub>] 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. Oktober 2022 vor. Hinzu kommen die Evapotranspirationshöhen der neuen DWD-Station Lingen-Baccum, für die seit Januar 2022 ermittelte Werte vorhanden sind [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 10 ist das Verhältnis zwischen der monatliche Evapotranspiration (ET<sub>p</sub>) 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 ( $R^2$ ) von 99,14 %.

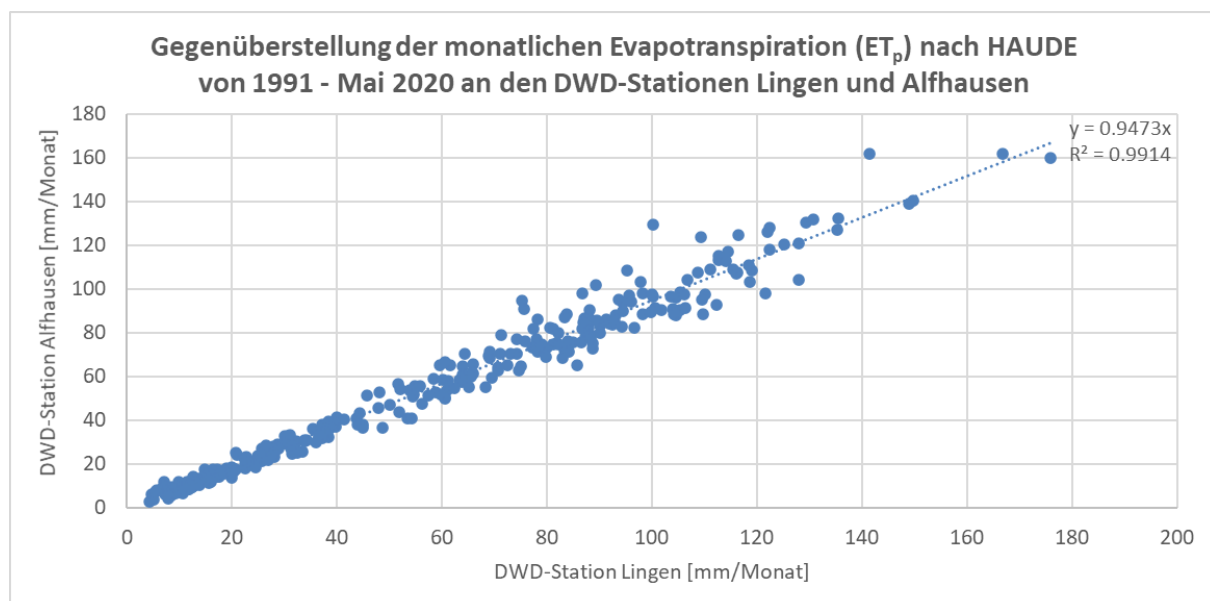
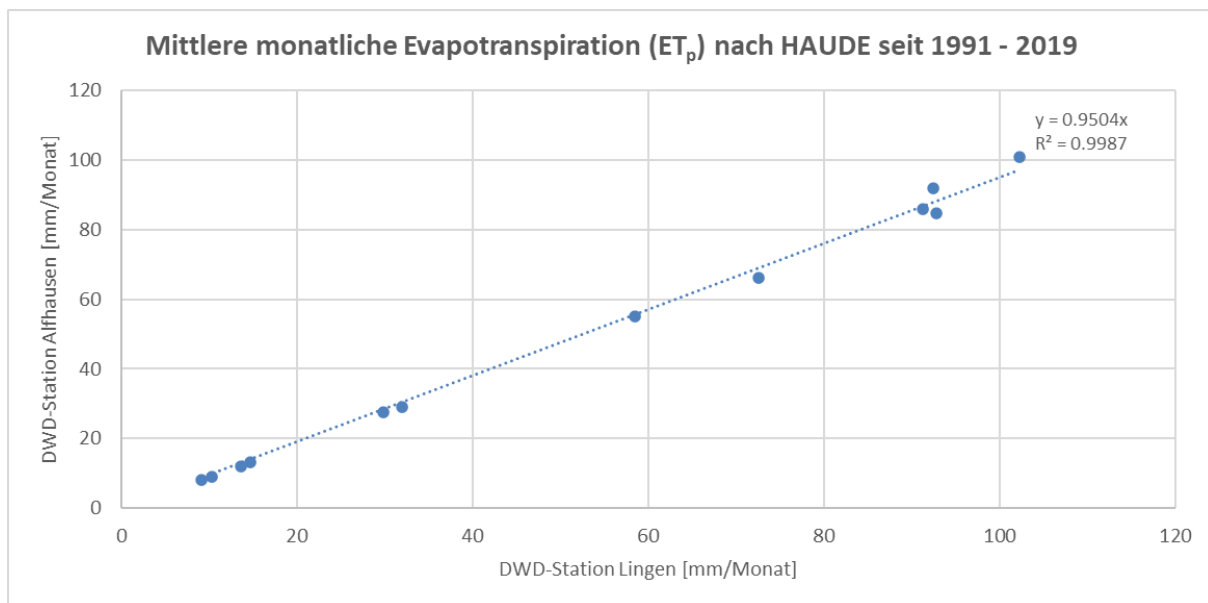


Abbildung 10: Korrelation pot. Evapotranspiration Lingen / Alfhausen (Monatswerte 1991 – Mai 2020)

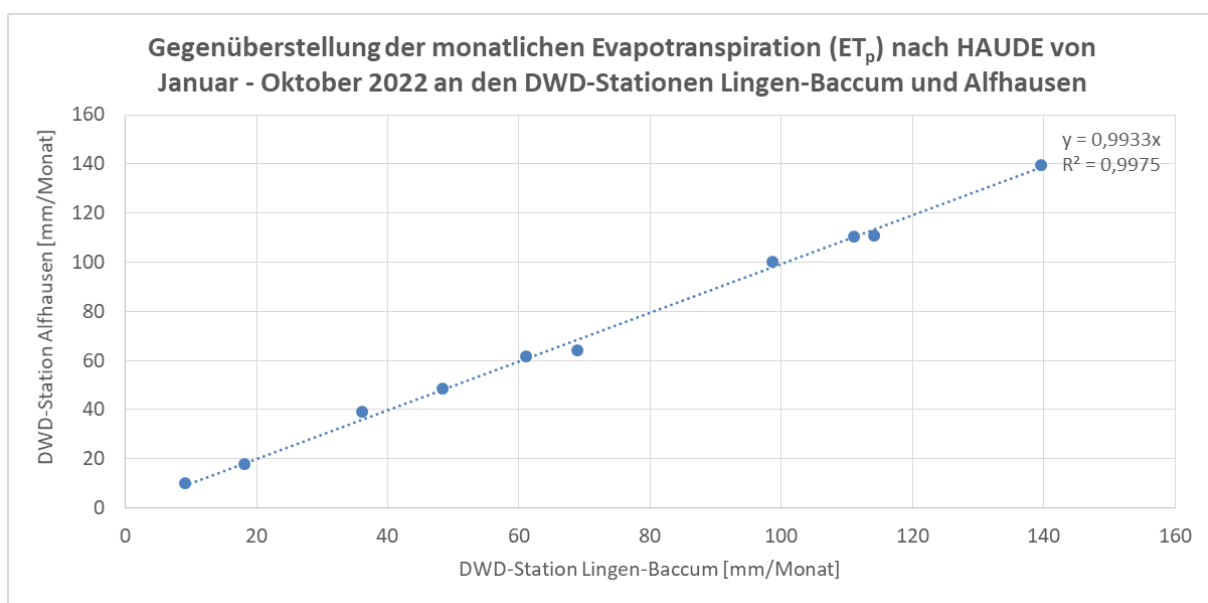
Werden die mittleren Monatswerte des Zeitraums 1991 bis Mai 2020 miteinander korreliert (Abbildung 11), ergibt die Trendgerade bei einer Steigung von nahezu 1 (0,95) sogar ein Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) von ca. 100 %.



**Abbildung 11: 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.

Ergänzend zu den Vergleichen der ehemaligen DWD-Station Lingen und der DWD-Station Alfhausen ist Abbildung 12 eine Gegenüberstellung der bisher erfassten monatlichen Evapotranspirationshöhen der neuen DWD-Station Lingen-Baccum und der DWD-Station Alfhausen zu entnehmen. Die Korrelation basiert bisher nur auf 10 Werten, die für die Station Lingen im Zeitraum von Januar bis Oktober 2022 ermittelt wurden. Auch hier zeichnet sich mit einem Bestimmtheitsmaß von ca. 100 % eine gute Übereinstimmung ab.



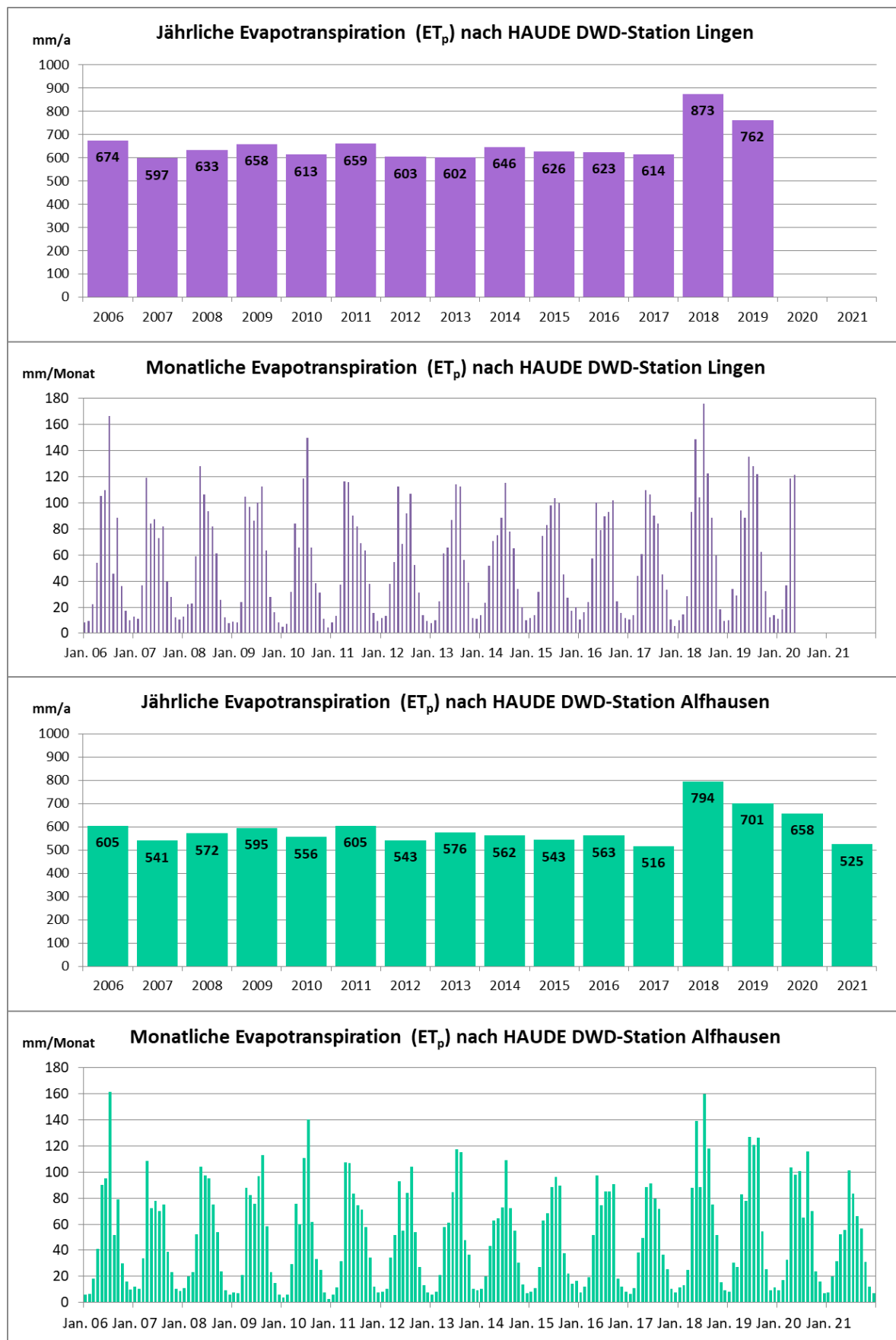
**Abbildung 12: Korrelation pot. Evapotranspiration Lingen-Baccum / Alfhausen (Monatswerte Jan. - Okt. 2022)**

In der Abbildung 13 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.

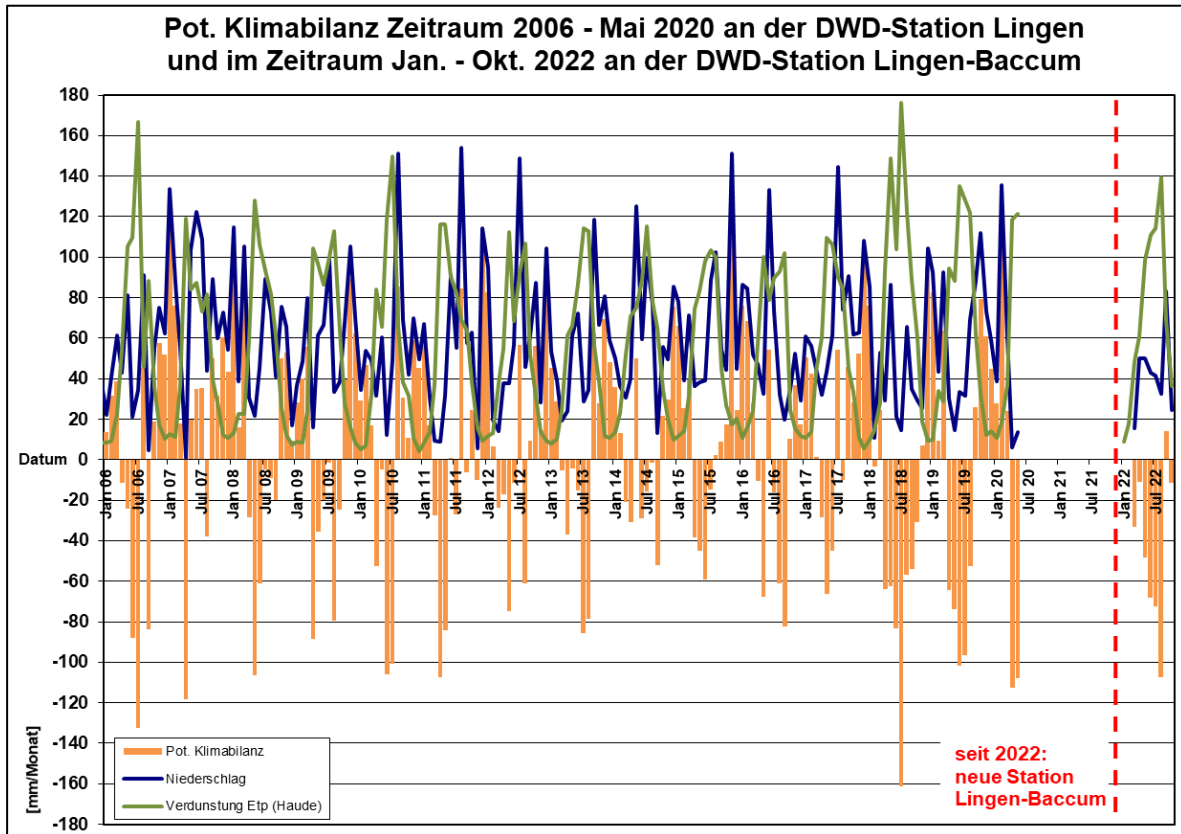
Werden anhand der vorliegenden Daten die meteorologischen Klimabilanzen (Klimabilanz hier = Niederschlag - potentielle Evapotranspiration) separat für die Station Lingen und einer Kombination aus Fürstenau (Niederschlag) und Alfhausen (Evapotranspiration) errechnet, ergeben sich jeweils für den Zeitraum 2006 bis Mai 2020 bzw. Oktober 2022 die in Abbildung 14 und Abbildung 15 dargestellten Bilanzsummen. In Abbildung 14 sind zusätzlich die Verdunstungs- und Niederschlagsdaten der neuen DWD-Station Lingen-Baccum dargestellt, die ab Januar 2022 bzw. März 2022 vorliegen. Auch aus diesen Daten wurden für die Monate von März bis Oktober 2022 die meteorologischen Klimabilanzen für die Station Lingen-Baccum errechnet und abgebildet. Abbildung 15

Beide Abbildungen zeigen ein sehr ähnliches Verhalten von Niederschlag, Evapotranspiration und Klimabilanz. Da aber einerseits die Daten der DWD-Station Lingen von Juni 2020 bis Februar 2022 nicht zur Verfügung standen (seit März 2022: Betrieb der neuen DWD-Station Lingen-Baccum), 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 zu den beiden vorangegangenen Jahresberichten auf die Datenkombination.

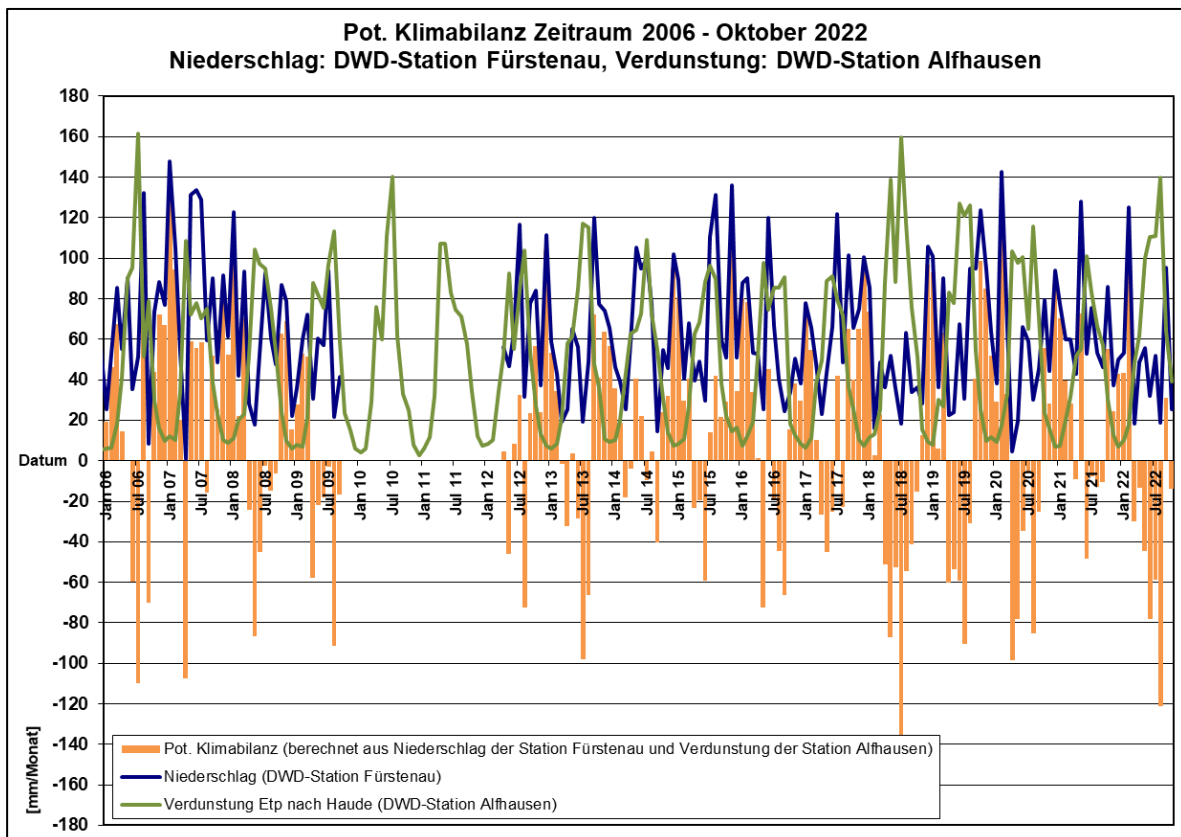
In Sommermonaten kommt es regelmäßig zu Defiziten in der meteorologischen Klimabilanz (Abbildung 15, negative Werte der Klimabilanz). In der 2. Jahreshälfte 2017 ist bedingt durch die hohen Niederschläge ein deutlicher Bilanzüberschuss zu verzeichnen. Aufgrund der hohen Niederschläge dieses Zeitraums 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, die im Vergleich zu den Vorjahren aber geringer ausfallen. Von Oktober 2021 bis Februar 2022 treten wieder Bilanzüberschüsse auf. Im Anschluss sind von März bis August 2022 deutliche Bilanzdefizite vorhanden. Während im September 2022 ein kurzzeitiger Bilanzüberschuss verzeichnet wird, ist im Oktober 2022 die Bilanz erneut negativ.



**Abbildung 13: Jährliche und monatliche potentielle Evapotranspiration ET<sub>p</sub> DWD-Stationen Lingen und Alfhausen (2006-2021) [U 11]**



**Abbildung 14: Potentielle Klimabilanz DWD-Station Lingen (2006 - Mai 2020) und DWD-Station Lingen-Baccum (Januar - Oktober 2022)**



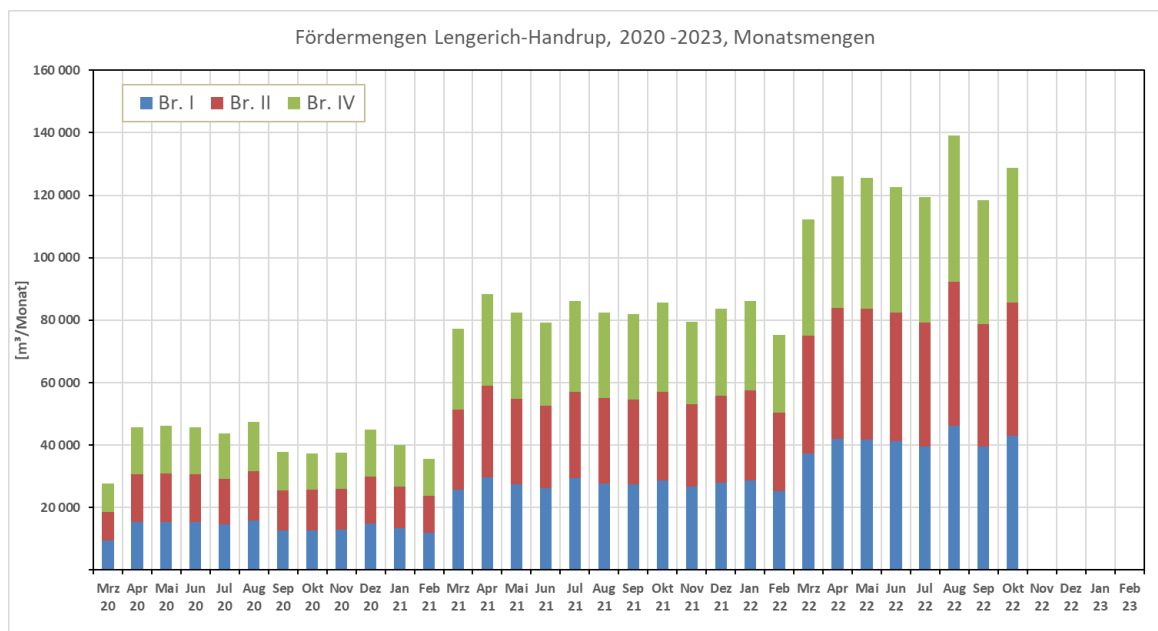
**Abbildung 15: Meteorologische Klimabilanz berechnet aus Niederschlag der DWD-Station Fürstenuau und Verdunstung der DWD-Station Alfhausen (2006 - Oktober 2022)**

## 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. m<sup>3</sup>/a gestartet. Mit dem Beginn der Stufe II am 09.03.2021 wurde die Jahres-Entnahme auf 1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a und mit Beginn der Stufe 3 am 09.03.2022 wurde die Jahres-Entnahme auf die angestrebten 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/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 35.485 und 47.395 m<sup>3</sup>/Monat, in der Stufe II (ohne März 2021) zwischen 75.224 und 88.409 m<sup>3</sup>/Monat und in der Stufe III (ohne März 2022) bisher zwischen 118.386 und 139.005 m<sup>3</sup>/Monat (siehe Abbildung 16)



**Abbildung 16: Monatliche Fördermengen Lengerich-Handrup**

- Während der **Stufe I** wurden insgesamt 499.659 m<sup>3</sup> entnommen. Die Förderrate ist in allen drei Brunnen nahezu gleich. Bei einer mittleren Betriebszeit von 17,8 Stunden/Tag je Brunnen betrug die Förderrate zwischen 25,5 und 25,7 m<sup>3</sup>/h je Brunnen.
- Während der **Stufe II** wurden insgesamt 998.315 m<sup>3</sup> entnommen. Die Förderrate ist auch in der Stufe II in allen drei Brunnen nahezu gleich. Bei einer mittleren Betriebszeit von 18,3 Stunden/Tag je Brunnen betrug die Förderrate zwischen 49,8 und 50,1 m<sup>3</sup>/h je Brunnen.
- Während der **Stufe III** wurden bis Ende Oktober insgesamt 971.545 m<sup>3</sup> entnommen. Kumuliert mit der Entnahme aus den Stufe I und II ergibt sich bis Ende Oktober 2022 eine

Gesamtentnahme von 2.469.519 m<sup>3</sup>. Die Förderrate ist auch in der Stufe III in allen drei Brunnen nahezu gleich. Bei einer mittleren Betriebszeit von 18,4 Stunden/Tag je Brunnen betrug die Förderrate zwischen 74,3 und 74,5 m<sup>3</sup>/h je Brunnen.

Stufe I	Br. I	Br. II	Br. IV	Gesamt
<b>Gesamtförderung [m<sup>3</sup>]</b>	<b>167 978</b>	<b>167 569</b>	<b>164 112</b>	<b>499 659</b>
<b>Mittel [m<sup>3</sup>/d]</b>	<b>460</b>	<b>459</b>	<b>450</b>	<b>1 369</b>
<b>Mittel [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>25,7</b>	<b>25,7</b>	<b>25,5</b>	<b>76,9</b>
Stufe II	Br. I	Br. II	Br. IV	Gesamt
<b>Gesamtförderung [m<sup>3</sup>]</b>	<b>334 142</b>	<b>331 127</b>	<b>333 046</b>	<b>998 315</b>
<b>Mittel [m<sup>3</sup>/d]</b>	<b>915</b>	<b>907</b>	<b>912</b>	<b>2 735</b>
<b>Mittel [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>50,1</b>	<b>49,9</b>	<b>49,8</b>	<b>149,7</b>
Stufe III	Br. I	Br. II	Br. IV	Gesamt
<b>Gesamtförderung [m<sup>3</sup>]</b>	<b>323 625</b>	<b>323 382</b>	<b>324 538</b>	<b>971 545</b>
<b>Mittel [m<sup>3</sup>/d]</b>	<b>1 366</b>	<b>1 364</b>	<b>1 369</b>	<b>4 099</b>
<b>Mittel [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>74,5</b>	<b>74,3</b>	<b>74,5</b>	<b>223,3</b>

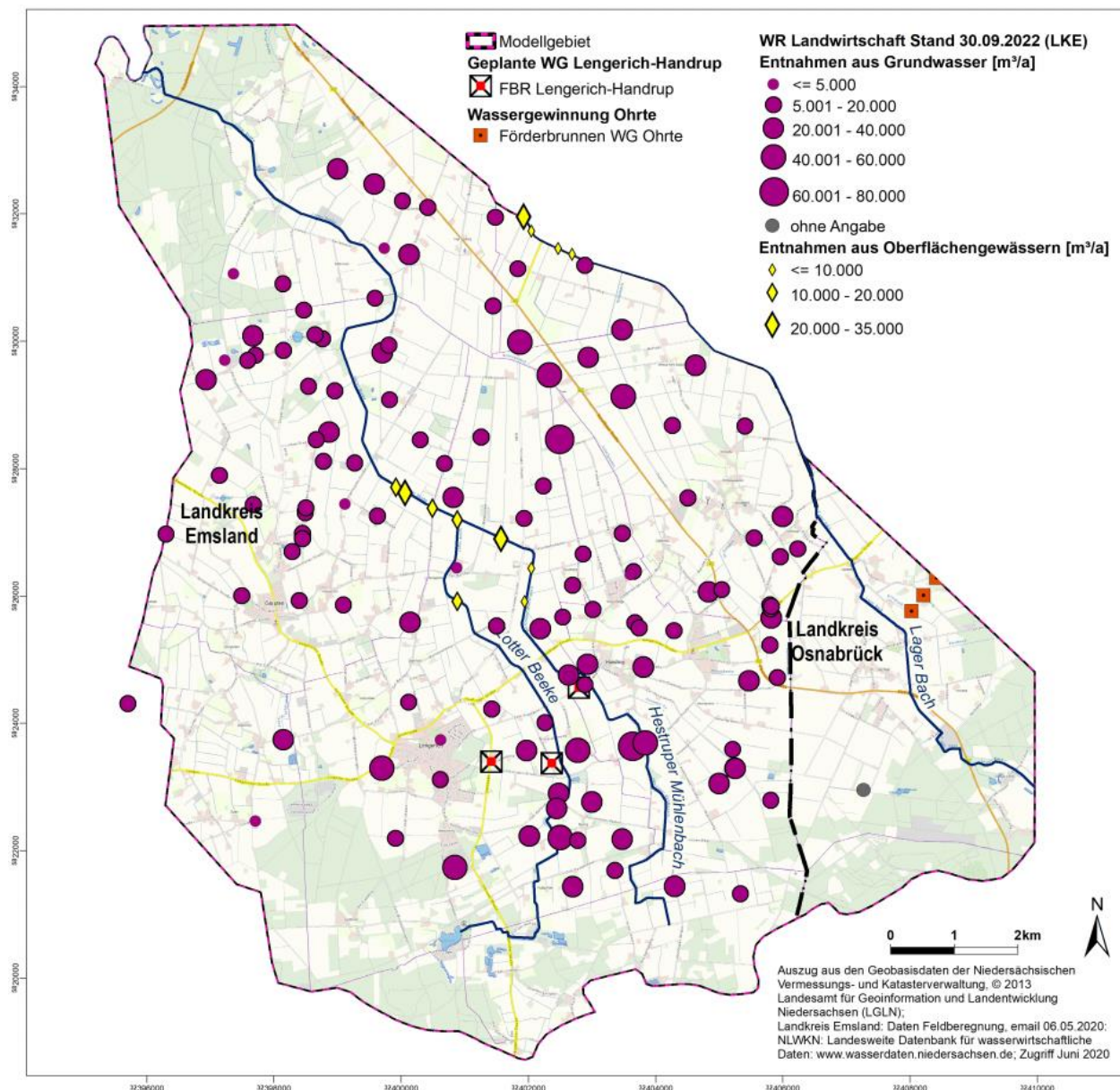
Tabelle 5 Entnahmemengen und -raten aus den Brunnen Lengerich-Handrup bis Oktober 2022

## 6.2 Grundwasserentnahmen zur Beregnung, Viehtränke, Stallversorgung

Nach den vorliegenden Daten des LK Emsland, Stand September 2022 [U6], liegen Informationen über 124 Brunnen mit wasserrechtlichen Erlaubnissen für die Entnahmen von Grundwasser sowie über 12 Stellen zur Entnahme von Oberflächenwasser zu Zwecken der Beregnung, Bewässerung, Viehtränke, Stallreinigung etc. vor (siehe Abbildung 17).

Insgesamt ist innerhalb des Untersuchungsgebiets derzeit eine Grundwasserentnahme zu den o. g. Zwecken von ca. 2,6 Mio. m<sup>3</sup>/a und eine Oberflächenwasserentnahme von ca. 0,18 Mio. m<sup>3</sup>/a genehmigt (Zum Vergleich: Daten mit Stand Juni 2020: Grundwasserentnahme 2,0 Mio. m<sup>3</sup>/a, Oberflächengewässer 0,12 Mio. m<sup>3</sup>/a).

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. Für das Jahr 2022 wird auf Grund der trockenen Verhältnisse im Frühjahr und Sommer wieder von einer vollständigen Ausschöpfung der Wasserechte ausgegangen.



**Abbildung 17:** Lage und wasserrechtlich genehmigte Entnahmemengen von Brunnen und Oberflächenwasser-Entnahmestellen Zwecken der Beregnung, Bewässerung, Viehtränke, Stallreinigung etc. Stand: 30.09.2022 [U6]

### 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.

Im März 2022 wurden gemäß Ergebnis der Erörterung des 3. Jahresberichts am 24.02.2022 zwei weitere Messstellen eingerichtet, die den GWL1 erschließen, eine in der Ortslage Handrup (monatliche Messung ab März 2022) und eine in der Ortslage Lengerich (Sportplatz, Datenlogger-Aufzeichnung ab März 2022). Eine Dokumentation der neuen Messstellen befindet sich in Kapitel 10, bzw. in Anlage 7.

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 254 Grundwassermessstellen von folgenden Betreibern zur Verfügung:

**Tabelle 6: 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
	Messnetzergänzung 2022	2
	Messstellen WG Grumsmühlen	33
WV Bersenbrück	Messstellen WG Ohrte	42
NLWKN	Messstellen Meppen und Cloppenburg	35
sonstige	Messstelle Dep. Öings Sand	1
<b>Summe</b>		<b>254</b>

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 und im März 2022 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. Im März 2022 ist eine Messstellen hinzugekommen. Weiterhin befinden sich in 12 Messstellen des NLWKN Datenlogger. Somit sind 75 Grundwassermessstellen mit Datenloggern ausgerüstet. Der überwiegende Anteil (43) 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 2.1.19 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 7.

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. In den beiden vorangegangenen Jahresberichten sowie auch im vorliegenden 4. 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 wurde. Daher liegen für Lingen Niederschlags- und Verdunstungsdaten nur noch bis zum 04. Juni 2020 vor. Für die neue DWD-Station Lingen-Baccum existieren erst ab März 2022 Niederschlagsdaten und ab Januar 2022 Verdunstungsdaten. Somit liegen für Lingen keine meteorologischen Daten für den Zeitraum von Juni 2020 bis Februar 2022 (Niederschlag) bzw. Dezember 2021 (Verdunstung) vor. In Kapitel 5 wurden die bisherigen Messwerte der neuen DWD-Station Lingen-Baccum vorgestellt und mit den in diesem Zeitraum aufgezeichneten Niederschlagswerten der Station Fürstenau bzw. den Verdunstungswerten der Station Alfhausen verglichen. Hierbei zeigte sich für den bisher nur kurzen Zeitraum seit Inbetriebnahme der Station Lingen-Baccum eine gute Übereinstimmung der Niederschlags- und Verdunstungsdaten (s. Kapitel 5).

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 14 und Abbildung 15).

**Tabelle 7 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 / 2.1.14	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 / 2.1.18	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 / 2.1.23	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 / 2.1.24	ML 1 268	GWL 1	2.1.10 / 2.1.13	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	2.1.12	ML 1 263	GWL 1
2.1.4	ML 3 112 P3	GWL 2	2.1.15	ML 1 219	GWL 1
2.1.4	ML 2 138 P2	GWL 3	2.1.16	NLWKN 1025	GWL 2
2.1.5 / 2.1.21	ML 1 168 P1	GWL 1	2.1.17	ML 1 139 P1	GWL 1
2.1.5	ML 1 211	GWL 1	2.1.19	ML 1 164 P1	GWL 1
2.1.5 / 2.1.25	ML 1 215	GWL 1	2.1.20	ML 1 165 P1	GWL 1
2.1.5	ML 2 218	GWL 2	2.1.12	ML 1 169 P1	GWL 1
2.1.5	ML 3 218	GWL 3	2.1.26	ML 1 216	GWL 1
2.1.5	ML 2 219	GWL 2	2.1.27	ML 1 223	GWL 1
2.1.5	ML 3 219	GWL 3	2.1.28	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. Die Förderstufe III hat am 09. März 2022 begonnen. 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, bzw. nach Abschluss des Pumpversuchs, inkl. Wiederanstieg) sowie nach weiterem Pumpversuchsfortschritt zur modellunabhängigen Prüfung durch statistische Auswertungsverfahren (siehe Kapitel 9.6).

#### **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 05. Oktober 2022 (1032 und 1033) bzw. bis 02. August 2022 (MG 2 622), 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 (1991-2020) der DWD-Station Fürstenau (820,5 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 2021 (s. auch Abbildung 1, DWD-Station Lingen von 2008 - 2019: 10 von 12 Jahren mit defizitären Niederschlagssummen, DWD-Station Fürstenau 2008 und 2013 - 2021: 7 von 10 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 - 2021 liegen die Standrohrspiegelhöhen mehrere Dezimeter unter den Mittelwerten. Im Frühjahr 2022 steigen die Standrohrspiegelhöhen wieder bis März/April an. Das Frühjahrsmaximum liegt im März/April 2022 auf der Höhe des Mittelwerts. Anschließend sinken die Standrohrspiegelhöhen ab April/Mai analog zu den Vorjahren ab. Im September 2022 liegen die Standrohrspiegelhöhen auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau wie im Trockenjahr 2018, teilweise auch tiefer. Im Oktober 2022 ist ein leichter Anstieg der Standrohrspiegelhöhen zu beobachten.

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 Standrohrspiegelhöhen liegen aber nach wie vor unterhalb des Mittelwertes. Das Frühjahrsmaximum ist im Jahr 2022 leicht niedriger als das Frühjahrsmaximum des Vorjahres.

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. Im Oktober 2021 wurde dann ein neuer Tiefststand erreicht. Diese Entwicklung setzt sich im Jahr 2022 weiter fort. Das im März 2022 erfasste Frühjahrsmaximum fällt geringer aus als im Vorjahr und liegt damit unterhalb des Mittelwerts. Anschließend sinken die Standrohrspiegelhöhen wieder ab und erreichen im August 2022 einen neuen Tiefststand. Bis Oktober 2022 steigen die Standrohrspiegelhöhen bei der tiefen Messstelle ML 2 137 P2 dann wieder an. 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 in den Jahren 2020 und 2021 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. Im September 2022 liegen die Standrohrspiegelhöhen dagegen rd. 0,3 m unterhalb der Jahresminima der Vorjahre. Somit wird auch bei dieser Messstelle ein neuer Tiefststand erreicht. Die im September 2022 erreichten Herbstminima aller dargestellten Grundwassermessstellen liegen aufgrund der trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau, so dass auch der Tiefststand der Messstelle ML 1 137 P1 hierdurch beeinflusst ist. An der flachen Messstelle ML 1 137 P1 ist zusätzlich ein geringfügiger Fördereinfluss von ein bis zwei Dezimetern in der Stufe III des Pumpversuchs nicht auszuschließen. Im Oktober 2022 ist wieder ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhe zu erkennen. Bei allen anderen in Anlage 2.1.2 dargestellten Messstellen ist kein Fördereinfluss erkennbar.

### Detallierung 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 Reaktions-

zeiten 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 05. Oktober 2022 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 - 2022 kurzzeitige Schwankungen von einigen Dezimetern erkennbar. Sie sind vermutlich auf Grundwasserentnahmen zu Berechnungszwecken etc. zurückzuführen. Bei den in Anlage 2.1.3 dargestellten Messstellen ML 1 202, ML 1 218, ML 1 112 P1, ML 1 144 P1 und ML 2 216 liegen die Standrohrspiegelhöhen im September 2022 auf einem leicht niedrigeren Niveau als in den Vorjahren. Die im September 2022 erreichten Herbstminima der Grundwassermessstellen liegen aufgrund der trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 generell auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau, sodass diese Tiefststände durch die Witterungsbedingungen beeinflusst sind. Geringfügige Beeinflussungen durch den Pumpversuch sind bei einzelnen der zuvor genannten Messstellen zwar nicht auszuschließen, diese bewegen sich aber im Bereich von wenigen Zentimetern. Lediglich in der unmittelbar am Brunnen II gelegenen Messstelle ML 1 202 liegt der mögliche Fördereinfluss in der Größenordnung von ca. zwei bis drei Dezimetern. Im Oktober 2022 ist wieder ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhen zu erkennen.

### **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), Ende Dezember 2020 (Station Fürstenau: 21. - 27.12.2020: 55,4 mm), Ende Oktober 2021 (Station Fürstenau: 20. - 22.10.2021: 55,0 mm) sowie Mitte Februar 2022 (Station Fürstenau: 15. - 21.02.2022: 62,8 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, März/April 2020 sowie Ende Februar/März 2022. 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 die Frühjahrsmaxima im Februar 2021 und Februar 2022 fielen entsprechend geringer als im jeweiligen Vorjahr aus. In den Sommermonaten des Jahres 2021 waren die kurzzeitigen Schwankungen der Standrohrspiegelhöhe bei den Messstellen ML 2 112 P2 und ML 3 112 P 3 weniger stark ausgeprägt als im Vorjahr. Dies war vermutlich auf einer gegenüber dem Vorjahr verringerten Grundwasserentnahme zu Beregnungszwecken zurückzuführen. Über die Sommermonate des Jahres 2022 sind die kurzzeitigen Schwankungen vergleichbar mit dem Jahr 2020. Ab März 2022 macht sich zusätzlich der Einfluss durch die dritte Pumpversuchsstufe in den Ganglinien der Messstellen ML 2 112 P2 und ML 3 112 P3 bemerkbar. Durch die Entnahmemenge sinken die Standrohrspiegelhöhen in einer Größenordnung von ca. 1,8 bis 2,0 m unter das Sommer-Niveau der Jahre vor Beginn des Pumpversuchs. Bei der flachen Messstelle ML 1 112 P1 liegen die Standrohrspiegelhöhen im Herbst 2022 rd. 0,1 m unterhalb des Sommer-Niveaus der Jahre vor Beginn des Pumpversuchs. Bei dieser Messstelle machen sich vermutlich die trockenen Witterungsbedingungen in den Sommer- und Herbstmonaten des Jahres 2022 bemerkbar. Ein geringfügiger Fördereinfluss von wenigen Zentimetern ist allerdings nicht auszuschließen. Im Oktober 2022 ist wieder ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhe zu erkennen.

### **„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 Pumpversuchsauswertung angestrebt.

Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: An den in der Anlage 2.1.5 dargestellten Grundwasserganglinien der Messstellen ML 2 218 und ML 3 218 liegen die Standrohrspiegelhöhen im September 2022 rd. 0,2 - 0,3 m tiefer als in den Jahren vor Beginn des Pumpversuches. Auch diese Tiefststände sind vermutlich durch die trockenen Witterungsbedingungen im Verlauf des Jahres 2022 beeinflusst. Eine geringfügige Förderbeeinflussung von wenigen Zentimetern ist aber nicht auszuschließen.

### **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 sowie nach Beginn der Pumpstufen II und III im März 2021 bzw. im März 2022 fällt die Ganglinie der Messstelle ML 2 151 P2 verhältnismäßig stark 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. Im September 2022 wird zwar auch bei der Messstelle ML 1 151 P1 ein neuer Tiefststand erreicht, der um rd. 0,2 m niedriger ist als in den Vorjahren, dieser Tiefststand ist jedoch durch überwiegend durch die trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 bedingt.

Eine geringfügige Förderbeeinflussung von wenigen Zentimetern ist allerdings nicht auszuschließen. Im Oktober 2022 ist wieder ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhe zu erkennen.

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.

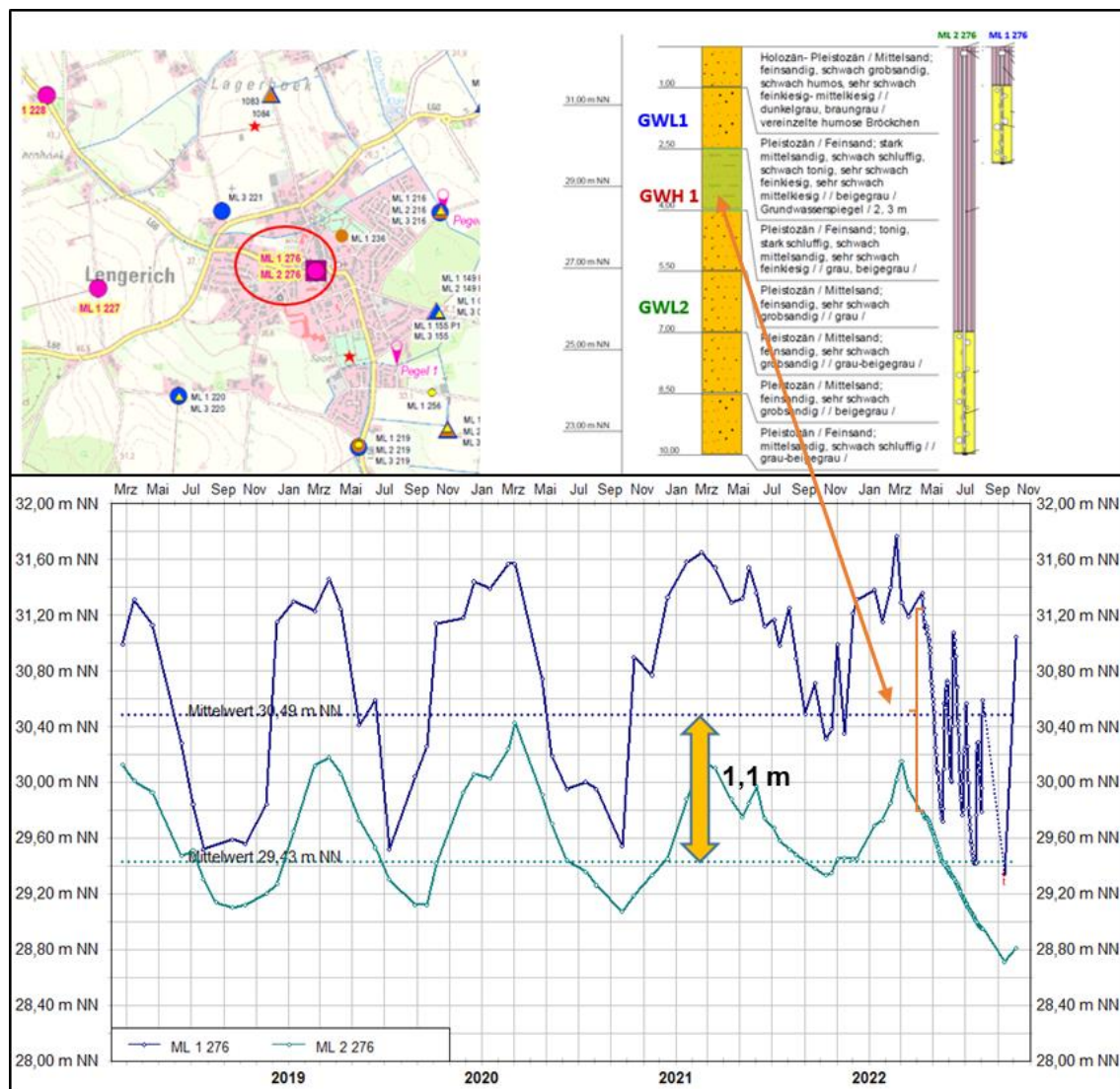
Da im Bereich der Messstellen 1018 und 1019 kein Grundwasserhemmer H1 ausgebildet ist und beide Grundwasserleiter somit in hydraulischem Kontakt stehen, verlaufen beide Ganglinien deckungsgleich auf einem Niveau ohne Druckdifferenz.

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. Nach Beginn der dritten Pumpstufe sinkt die Standrohrspiegelhöhe um ca. 1,9 m im Mai gegenüber dem Vorjahresminimum, so dass sich an dieser Messstelle insgesamt eine förderbedingte Absenkung von ca. 3,5 m zeigt. Aufgrund der hydraulisch trennenden Wirksamkeit des Hemmers ist bei der flachen Messstelle ML 1 151 P1 kein derartiges Absinken zu verzeichnen. Im September 2022 wird zwar eine um ca. 0,2 m niedrigere Standrohrspiegelhöhe gegenüber den Tiefstständen vor Beginn des Pumpversuchs erfasst, dieser Tiefststand ist aber zumindest anteilig durch die trockenen Witterungsbedingungen beeinflusst, sodass eine Förderbeeinflussung, wenn überhaupt, nur sehr geringfügig im Bereich weniger Zentimeter ausgeprägt ist. Im Oktober 2022 ist wieder ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhe zu erkennen.

Die Messstelle ML 3 204 (GWL3) zeigt im Vergleich zur Messstelle ML 1 204 (GWL1) ebenfalls ein ungewöhnlich starkes Absinken der Standrohrspiegelhöhe, verbunden mit starken Schwankungen im Sommer 2022. Dieses Absinken ist jedoch in erster Linie auf Entnahmen aus den in unmittelbarer Nähe gelegenen Beregnungsbrunnen und nicht auf den Pumpversuch.

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 Grundwasserhemmers H1 liefern die Standrohrspiegel-Messungen (März 2018 bis Oktober 2022) der im Rahmen der 3. Bohrkampagne (Optimierung des Beweissicherungsmessnetzes) im Ortskern Lengerich errichteten Doppelmessstelle ML 1 276 / ML 2 276 (Abbildung 18).



**Abbildung 18: Lage, Ausbau und Grundwasserganglinie der Messstelle ML 1 276 / ML 2 276**

Die Ganglinien zeigen insgesamt von 2018 - 2021 die für den Sommer typische Grundwasserdepression mit einem Wiederanstieg im Winter 2018/19, 2019/20, 2020/21 und 2021/22. 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 1,1 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.

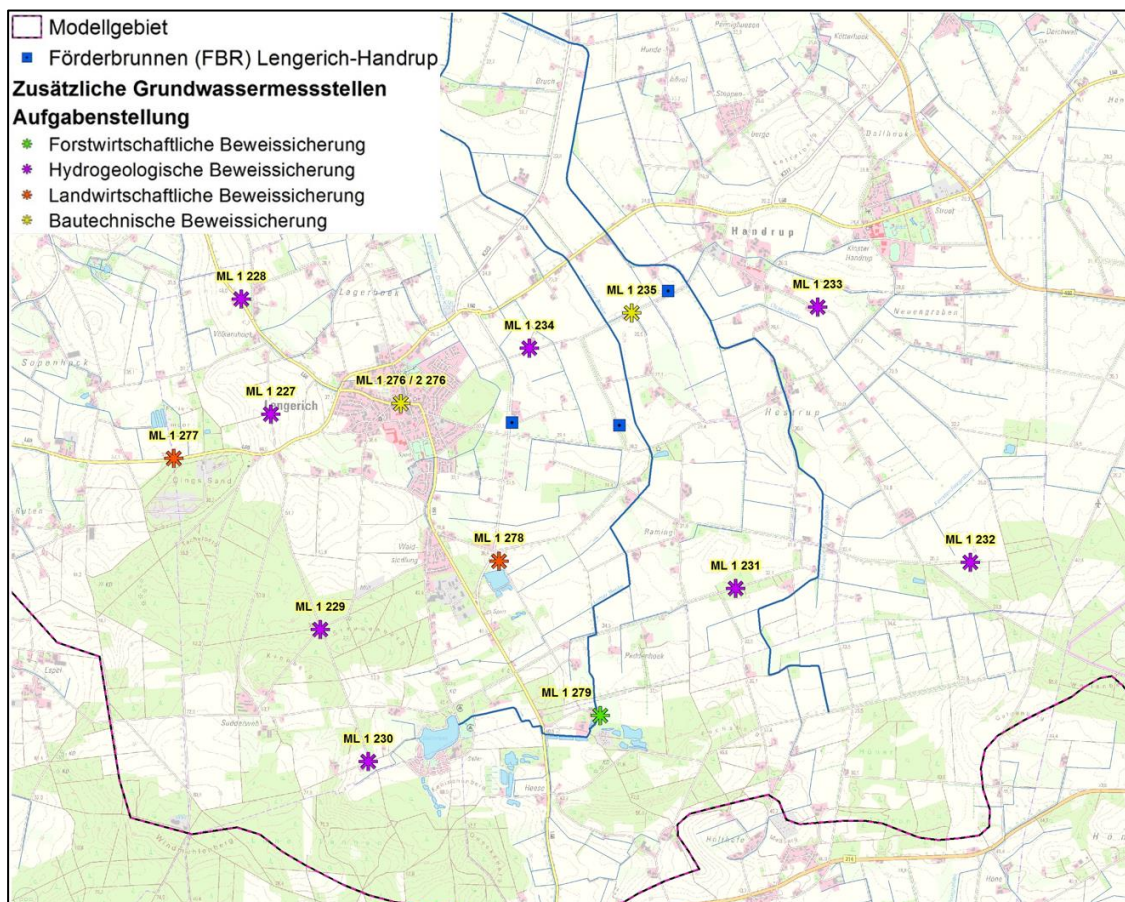
Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: Bei der tiefen Messstelle ML 2 276 fällt das Herbstminimum im September 2022 um rd. 0,4 m niedriger aus als in den Jahren vor Beginn des Pumpversuches. Bei dieser Messstelle ist sehr wahrscheinlich eine Förderbeeinflussung vorhanden. In der Doppelmessstelle sind seit dem 11.04.2022 Datenlogger mit täglicher Taktung zur Aufzeichnung der Standrohrspiegelhöhen installiert. Während die täglich aufgezeichneten Standrohrspiegelhöhen bei der tiefen Messstelle ML 2 276 kontinuierlich absinken, sind bei

der flachen Messstelle tägliche Schwankungen von bis zu rd. 0,5 m aufgetreten, die mit Niederschlagsereignissen in Verbindung gebracht werden können. Im September 2022 ist die flache Messstelle ML 1 276 erstmalig trocken gefallen. Dieser Tiefststand der Standrohrspiegelhöhen der Messstelle ML 1 276 ist durch die trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 beeinflusst, aber auch eine geringe Förderbeeinflussung ist bei dieser Messstelle nicht auszuschließen. Die modellberechnete förderbedingte Absenkung für August 2022 (Mitte Pumpstufe III) beträgt für den 1. Grundwasserleiter am Standort der Messstelle ML 1 276 ca. 0,25 - 0,35 m (vgl. Kapitel 9.4). Nach den Messergebnissen ist sie aber kleiner und liegt bei ca. einem Dezimeter.

Im Oktober 2022 ist wieder ein t. T. deutlicher Anstieg der Standrohrspiegelhöhen in beiden Messstellen zu erkennen.

### 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 19: 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 19 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:

An den in **Anlage 2.1.7** dargestellten Ganglinie ist keine Förderbeeinflussung durch den Pumpversuch erkennbar.

**Anlage 2.1.8:** Wie zuvor beschrieben ist bei der tiefen Messstelle ML 2 276 im Jahr 2022 eine Förderbeeinflussung von ca. 0,4 m auszumachen. Bei der flachen Messstelle ML 1 276, ist ebenfalls eine geringe Beeinflussung (ca. 0,1 m) durch den Pumpversuch auszumachen.

An der flachen Messstelle ML 1 278 wird im Oktober 2022 ebenfalls ein neuer Tiefststand erreicht. Dieser ist rd. 0,2 m niedriger als die Tiefststände vor Beginn des Pumpversuchs. Dieser Tiefststand ist zwar durch die trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 beeinflusst, eine geringfügige Förderbeeinflussung von einigen Zentimetern ist aber nicht auszuschließen. Die Ganglinien der übrigen dargestellten Messstellen zeigen keine Förderbeeinflussung.

**Anlage 2.1.9:** Bei der Messstelle ML 1 235 (ca. 380 m von Brunnen IV entfernt) liegt die Standrohrspiegelhöhe im September 2022 rd. 0,4 m niedriger als vor Beginn des Pumpversuches. Hier ist könnte eine geringfügige Beeinflussung in der Größenordnung von wenigen Dezimetern durch den Pumpversuch vorhanden sein, der in 2022 erreichte Tiefststand ist aber auch bei dieser flachen Messstelle durch die Witterungssituation im Jahr 2022 beeinflusst. Für alle übrigen in dieser Anlage dargestellten Ganglinien gilt: Es sind keine Beeinflussungen durch den Pumpversuch 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. und 3. Pumpstufe im März 2021 bzw. im März 2022 ist ein weiteres Absinken der Ganglinien zu beobachten (ca. 0,7 - 1,0 m im Juli 2021 gegenüber August 2020 und ca. 1,8 - 2,1 m im August 2022 gegenüber Juli 2021). Die Ganglinien der flachen Messstellen ML 1 149 P1 und ML 1 136 P1 bleiben jedoch von dieser Entwicklung in 2020 und 2021 gänzlich unbeeinflusst. Sie verlaufen in 2020 und 2021 trotz der Grundwasserentnahmen in unmittelbarer Nähe auf dem Niveau der Vorjahre. Lediglich im Jahr 2022 sinken die Standrohrspiegelhöhen im Anschluss an das Frühjahrsmaximum, das im Februar 2022 auf dem Niveau des Vorjahres liegt, bis September 2022 auf ein niedrigeres Niveau als in den Vorjahren ab. Diese Entwicklung ist durch die trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 beeinflusst. Die Herbstminima der Standrohrspiegelhöhen liegen im September 2022 um rd. 0,2 m niedriger als vor Beginn des Pumpversuchs. Sofern überhaupt vorhanden, sind folglich nur geringfügige Beeinflussungen durch den Pumpversuch von ein bis drei Dezimetern in den beiden flachen Messstellen auszumachen. 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. und 3. Pumpversuchsstufe im März 2021 bzw. im März 2022 ist ein weiteres Absinken der Ganglinie von ca. 0,6 m (Juli 2021 gegenüber August 2020) bzw. 2,3 m (August 2022 gegenüber Juli 2021) zu erkennen. Wegen des sehr starken Abfalls im April 2020 und im August 2022 ist aber eine Überlagerung von Absenkeeffekten durch die Feldberegnung 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 in den Jahren 2021 und 2022 bedingt durch die 2. und 3. Pumpstufe eine weitere Absenkung von rd. 0,3 m bzw. 1,0 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 2.1.28** 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 8. Für diese Messstellenstandorte wird bewertet, ob sich unter Berücksichtigung des trockenen Frühjahrs 2020 bzw. des trockenen Frühjahrs/Sommers 2022 und dem Beginn der Feldberegnung pumpversuchsbedingte Grundwasserstands-Entwicklungen in den Jahren 2020 - 2022 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 8 Übersicht der in den Anlagen 2.1.11 bis 2.1.28 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
ML 1 263	Br. I	ca. 600 m südöstlich Br. I	Anlage 2.1.12
	Br. II	ca. 860 m südwestlich Br. II	
ML 1 236	Br. I	ca. 930 m nordwestlich Br. I	Anlage 2.1.13
ML 1 276	Br. I	ca. 1.000 m westlich Br. I (Zentrum Lengerich)	Anlage 2.1.14
ML 1 219	Br. I	ca. 1.060 m südwestlich Br. I	Anlage 2.1.15
NLWKN 1025	Br. I	ca. 1.130 m südlich Br. I	Anlage 2.1.16
ML 1 139 P1	Br. II	ca. 140 m südlich Br. II	Anlage 2.1.17
ML 1 112 P1	Br. II	ca. 490 m nordwestlich Br. II	Anlage 2.1.18
	Br. I	ca. 500 m nordöstlich Br. I	
ML 1 164 P1	Br. II	ca. 660 m südöstlich Br. II	Anlage 2.1.19
ML 1 165 P1	Br. IV	ca. 50 m nordwestlich Br. IV	Anlage 2.1.20
ML 1 168 P1	Br. IV	ca. 210 m östlich Br. IV	Anlage 2.1.21
ML 1 169 P1	Br. IV	ca. 300 m westlich Br. IV	Anlage 2.1.22
ML 1 235	Br. IV	ca. 380 m westlich Br. IV	Anlage 2.1.23
ML 1 268	Br. IV	ca. 1.900 m nordwestlich Br. IV	Anlage 2.1.24
	Br. I	ca. 2.000 m nördlich Br. I	
ML 1 215	Br. I	ca. 1.000 m nördlich Br. I	Anlage 2.1.25
	Br. IV	ca. 1.500 m westlich Br. IV	
ML 1 216	Br. I	ca. 600 m nordwestlich Br. I	Anlage 2.1.26
	Br. IV	ca. 1.800 m südwestlich Br. IV	
ML 1 223	Br. IV	ca. 2.200 m nordwestlich Br. IV	Anlage 2.1.27
ML 1 224	Br. IV	ca. 1.900 m nördlich Br. IV	Anlage 2.1.28

In den Gangliniendarstellungen der Anlagen 2.1.11 bis 2.1.28 gibt es für jede Messstelle vier Diagramme:

- a) Im oberen Diagramm werden die gemessenen Standrohrspiegelhöhen als Ganglinien ab Januar 2014 bzw. ab Aufzeichnungsbeginn bis einschließlich Oktober 2022 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 in den Jahren 2020, 2021 bzw. 2022 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 drei unteren Diagrammen werden die Grundwasserflurabstände (Abstand zwischen der Geländeoberkante und der Grundwasseroberfläche im 1. Grundwasserleiter) an der jeweiligen Messstelle für das Jahr 2020 (mittleres linkes Diagramm), für das Jahr 2021 (mittleres rechtes Diagramm) bzw. für das Jahr 2022 bis einschließlich Oktober 2022 (unteres Diagramm) dargestellt (jeweils schwarze Linie). Diese Flurabstände der Betrachtungsjahre 2020 - 2022 werden den monatlichen Minimalwerten (MHGW, blaue Linie) bzw. den Maximalwerten (MNGW, orange 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 orange 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. Anschließend sinken die Standrohrspiegelhöhen bis Oktober 2021 wieder

ab. Die Herbstminima liegen aufgrund der im Gegensatz zum Vorjahr feuchteren Witterungsbedingungen im Jahr 2021 auf einem höheren Niveau. Der ab November 2021 einsetzende Anstieg der Standrohrspiegelhöhen setzt sich bis Februar/März 2022 fort, so dass in diesen Monaten die Frühjahrsmaxima des Jahres 2022 erreicht werden. Die Frühjahrsmaxima liegen auf einem vergleichbaren, teilweise leicht niedrigeren Niveau als im Vorjahr. Die ab Februar/März 2022 einsetzende Abnahme der Standrohrspiegelhöhen ist aufgrund der trockenen Witterungsbedingungen steiler als im Vorjahr. Die geringen Niederschläge von März - August 2022 führen dazu, dass innerhalb dieser sechs Monate die klimatische Wasserbilanz stets negativ ist. Erst im September 2022 ist eine hohe Niederschlagsmenge zu verzeichnen, die in Kombination mit der niedrigeren Verdunstung dazu führt, dass eine positive klimatische Wasserbilanz vorliegt. Infolge der langanhaltenden Trockenperiode sinken die Standrohrspiegelhöhen bis September 2022 steil ab.

- Im September 2022 werden bei mehreren Messstellen neue Tiefststände der Standrohrspiegelhöhen erreicht. Diese Tiefststände sind durch die zuvor beschriebenen trockenen Witterungsbedingungen von März bis August 2022 beeinflusst. Ein geringfügiger Fördererfluss von wenigen Zentimetern bis Dezimetern ist bei den Messstellen ML 1 151 P1, ML 1 263, ML 1 236, 1025, ML 1 139 P1 und ML 1 112 P1 wahrscheinlich. Im Oktober 2022 ist als Folge des niederschlagsreicheren Septembers und aufgrund der Abnahme der Verdunstung überwiegend ein Anstieg der Standrohrspiegelhöhen und damit eine Trendumkehr zu erkennen.

An der Messstelle ML 1 276 (ca. 1.000 m westlich Br. I, Zentrum Lengerich, Anlage 2.1.14) ist geringe Beeinflussung durch den Pumpversuch festzustellen. Die modellberechnete förderbedingte Absenkung für August 2022 (Mitte Pumpstufe III) liegt für den 1. Grundwasserleiter am Standort der Messstelle ML 1 276 im Bereich von 0,25 - 0,35 m (vgl. Kapitel 9.4) nach den Messungen ist der Absenkbetrag mit ca. einem Dezimeter aber eher kleiner. Insgesamt bestätigt das Modell die aus der Entwicklung der Standrohrspiegelhöhe abzulesende geringe Förderbeeinflussung. Im Oktober 2022 ist wieder ein deutlicher Anstieg der Standrohrspiegelhöhe dieser Messstelle zu erkennen.

- Ein ungewöhnlich starkes Absinken der Standrohrspiegelhöhen in den Jahren 2020 - 2022 ist lediglich an der Messstelle ML 1 165 P1 (Anlage 2.1.20) 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 Oktober 2022) ca. 2 bis 2,4 m tiefer als in den vergleichbaren Zeiträumen der Jahre vor dem Pumpversuch.

Diese förderbedingten Absenkungen bleiben aber auf die unmittelbare Brunnennähe beschränkt. Bei den benachbarten Messstellen ML 1 169 P1 (300 m westlich Br. IV, Anlage 2.1.22) sowie ML 1 235 (380 m westlich Br. IV, Anlage 2.1.23) liegen die Standrohrspiegelhöhen derzeit (Ende Oktober 2022) ca. 0,6 - 0,7 m tiefer als in den vergleichbaren Zeiträumen der Jahre vor dem Pumpversuch. In der benachbarten Messstelle ML 1 168 P1 (210 m östlich von Br. IV, Anlage 2.1.21) bewegen sich die Standrohrspiegelhöhen bzw. die Grundwasserflurabstände 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. Die modellberechnete förderbedingte Absenkung der Standrohrspiegelhöhen für August 2022 (Mitte Pumpstufe

III) bestätigt die aus den Ganglinien überschlägig abgegriffene Förderbeeinflussung im 1. GWL im Umfeld des Brunnens IV (vgl. Kapitel 9.4). Hierbei ist allerdings zu beachten, dass sich der modellierte Zustand auf den Monat August 2022 (Mitte Pumpstufe III) bezieht, wohingegen die Auswertung der Ganglinienverläufe bis einschließlich Oktober 2022 erfolgte.

- In allen übrigen Messstellen sind im Vergleich zu den Vorjahren keine außergewöhnlich niedrigen Standrohrspiegelhöhen bzw. hohe Flurabstände zu erkennen, die sich auf eine Beeinflussung durch die Förderung des Pumpversuch zurückführen lassen.

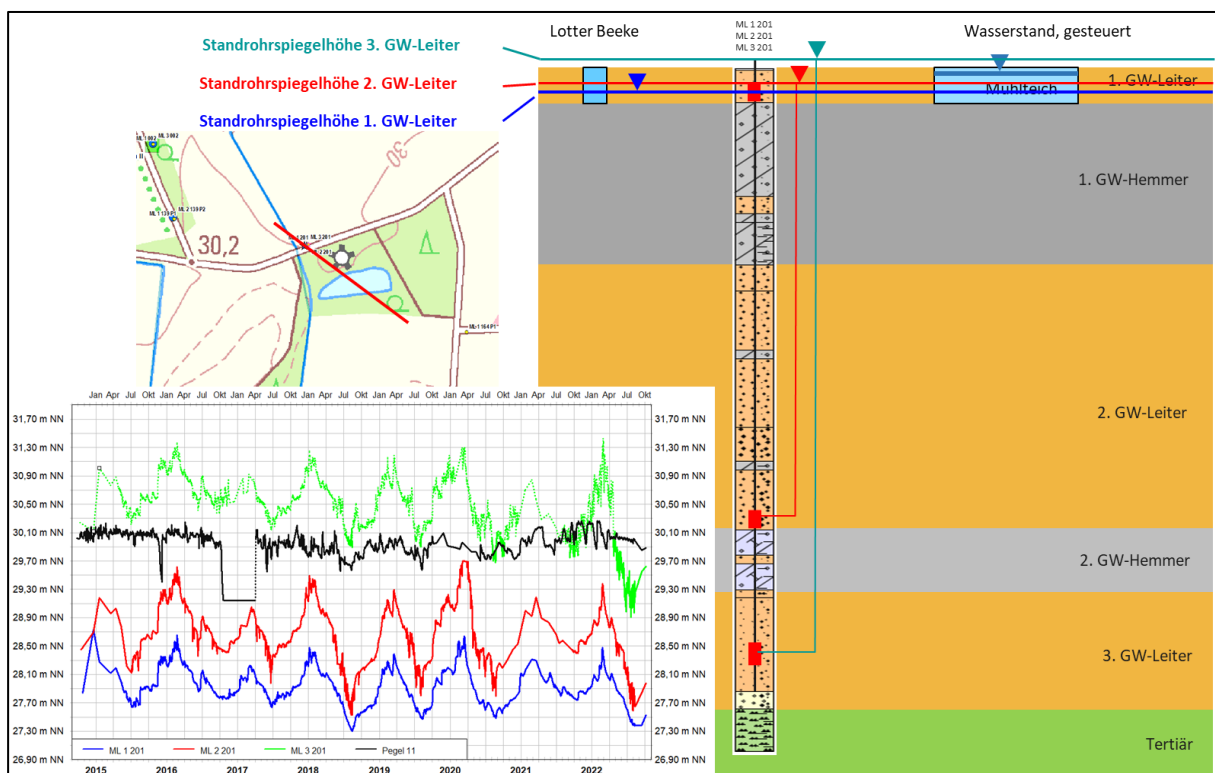
### 6.4.3 Hydrogeologische Besonderheiten

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

Wie aus dem Bohrergebnis 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 20 sowie in **Anlage 2.2** in Verbindung mit Niederschlagsdaten und Klimabilanz.



**Abbildung 20: 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.

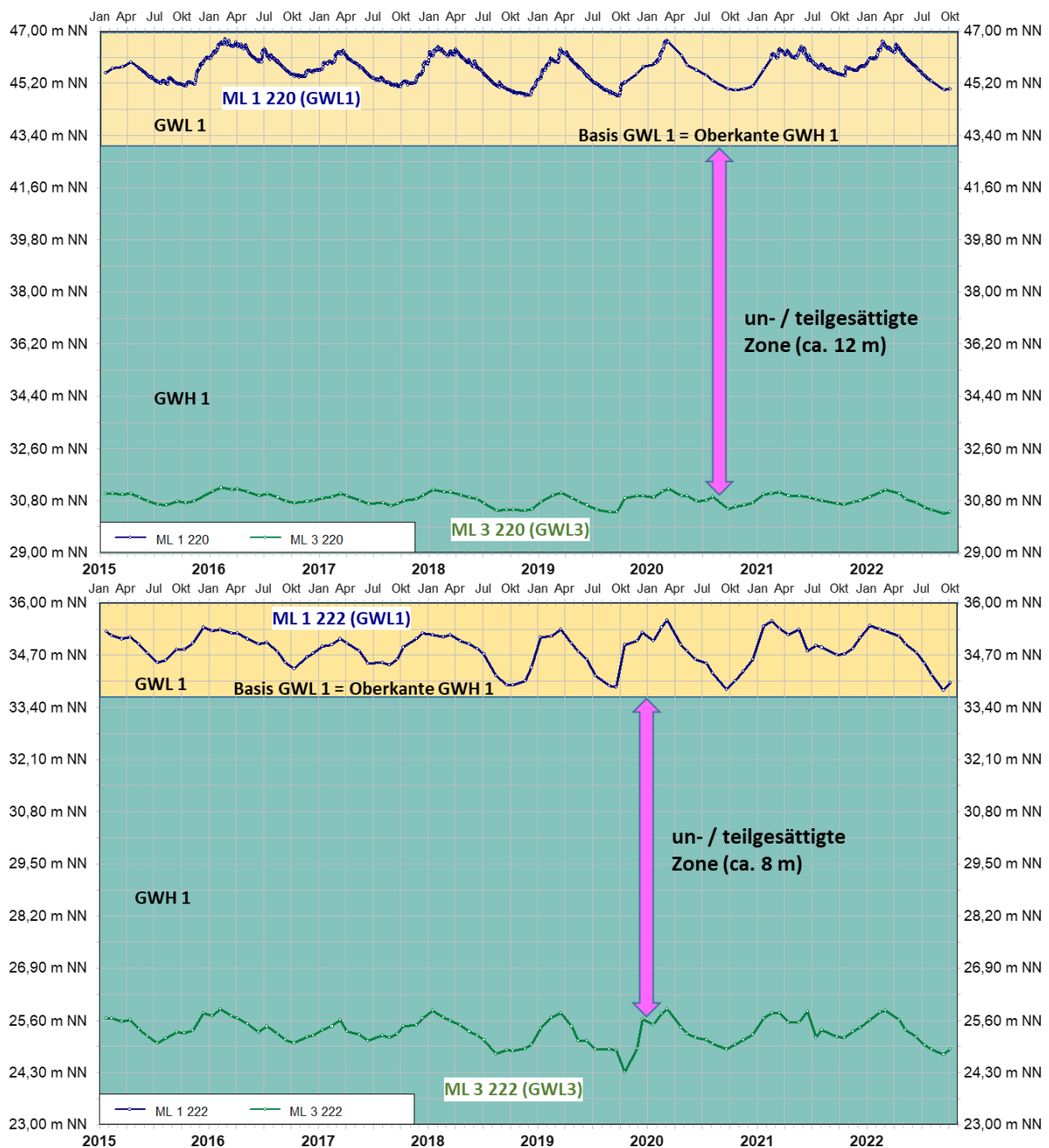
Die Ganglinie des Pegels 11 im Mühlteich verläuft dagegen, abgesehen von einer kurzzeitigen Absenkung (Baumaßnahmen), nahezu auf einem konstanten Höheniveau, ca. 1,5 bis 2,5 Meter über dem Grundwasserniveau des 1. GWL, und reagiert wegen der bereits erwähnten Steuerung des Wasserstandes nicht unmittelbar 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 und im Sommer 2022 in Höhe von ca. 1,0 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 schwebendes 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 21 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 21 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 21: Ganglinien der Standrohrspiegelhöhen ML 1 220 / ML 3 220 (oben) und L 1 222 / ML 3 222 (unten)**

In Abbildung 21 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 in 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.

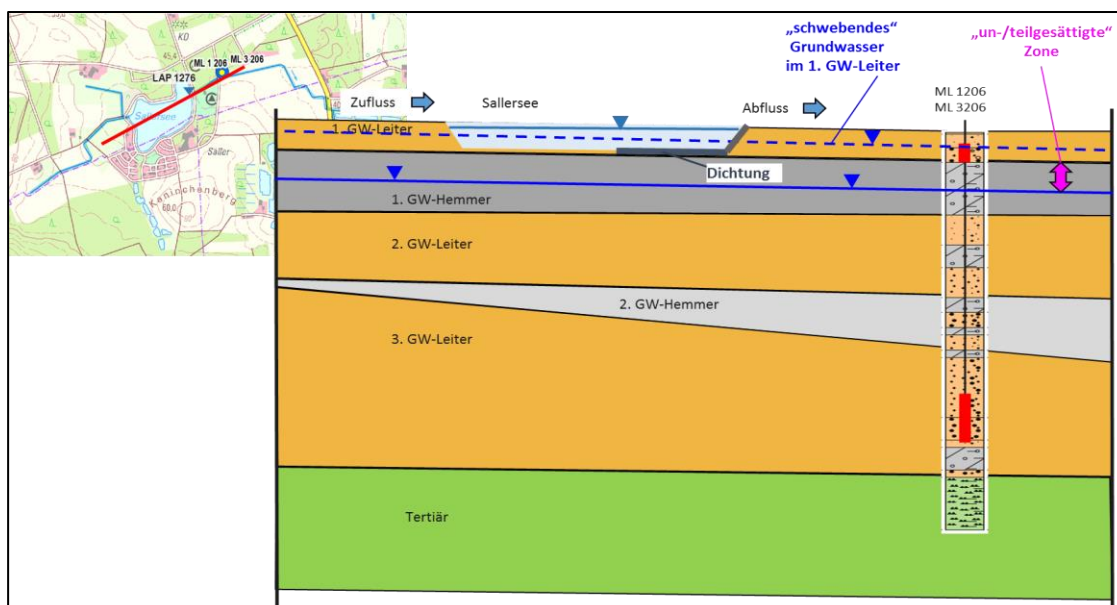
Erkennbare Beeinflussungen durch Grundwasserentnahmen: keine

### **Bereich Sallersee**

In der Abbildung 22 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 39,85 m NHN (Zeitraum April 2015 bis Oktober 2022), und damit knapp 4 m höher als im tieferen Grundwasserleiter im gleichen Zeitraum (35,96 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.

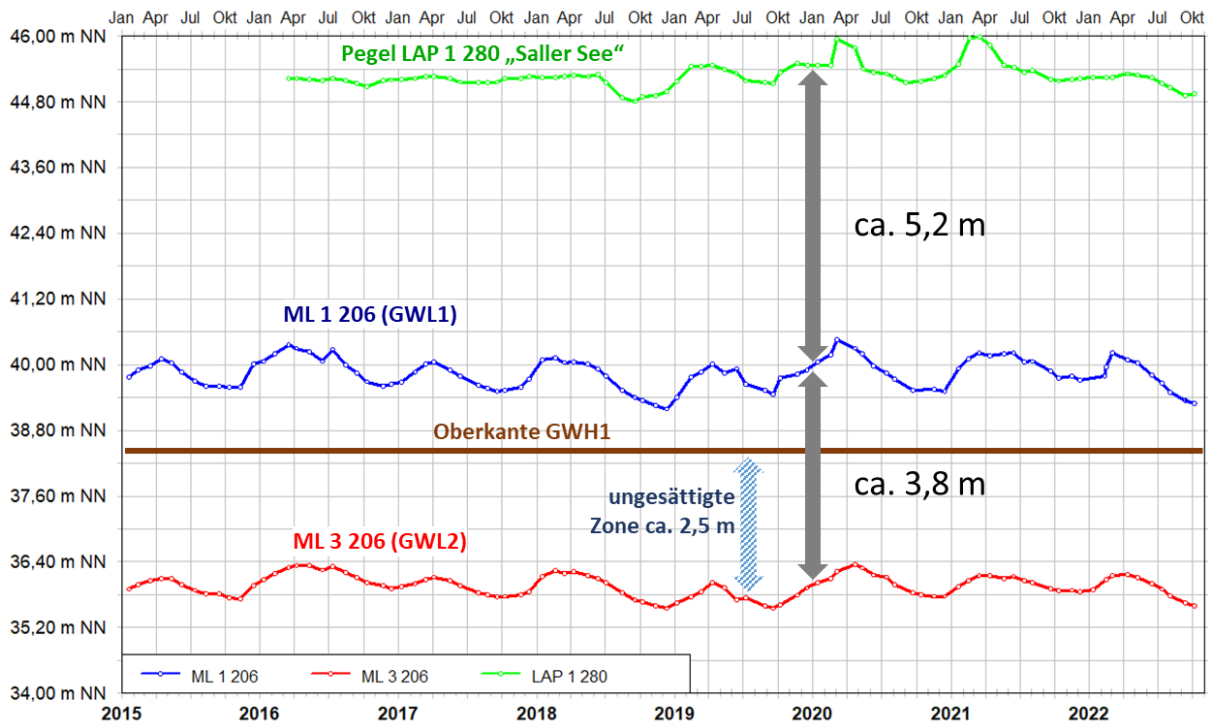


**Abbildung 22: Hydrogeologische Gegebenheiten im Bereich Sallersee**

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 23 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 23: 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 24 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)

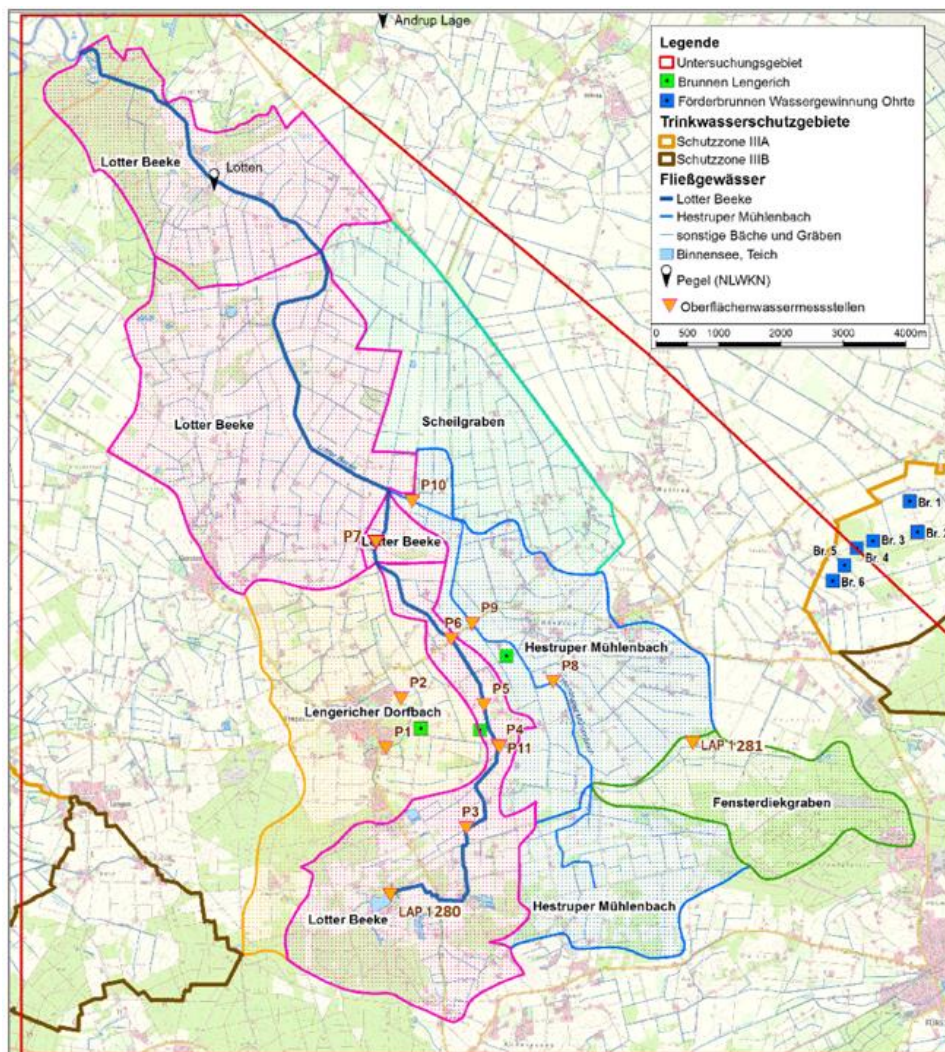


Abbildung 24: (Teil-)Einzugsgebiete der Lotter Beeke (farbige Flächen) und Pegel im Untersuchungsgebiet



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.

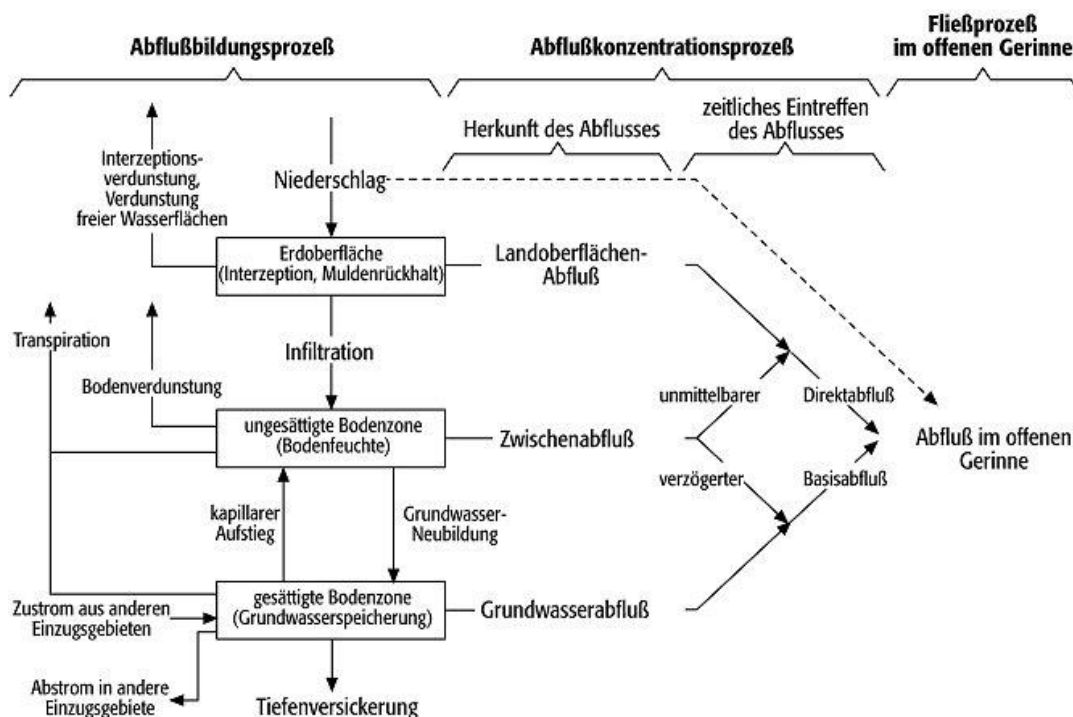
Der derzeitige Messrhythmus wird in Kombination von Handmessungen (monatlich) und Datenloggeraufzeichnungen (täglich) sowohl für die Feststellung des Ausgangszustands (Phase A) als auch für sämtliche Phasen des Pumpversuchs sowie die Phase E (Wiederanstieg) fortgeführt.

## **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 24 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 km<sup>2</sup>, das vollständig innerhalb des Untersuchungsgebiets liegt. Somit regeneriert sich die gesamte an diesem Pegel registrierte Abflussmenge innerhalb des Untersuchungsgebiets. Die Pegeldata 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 25 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 25). 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 25: 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.

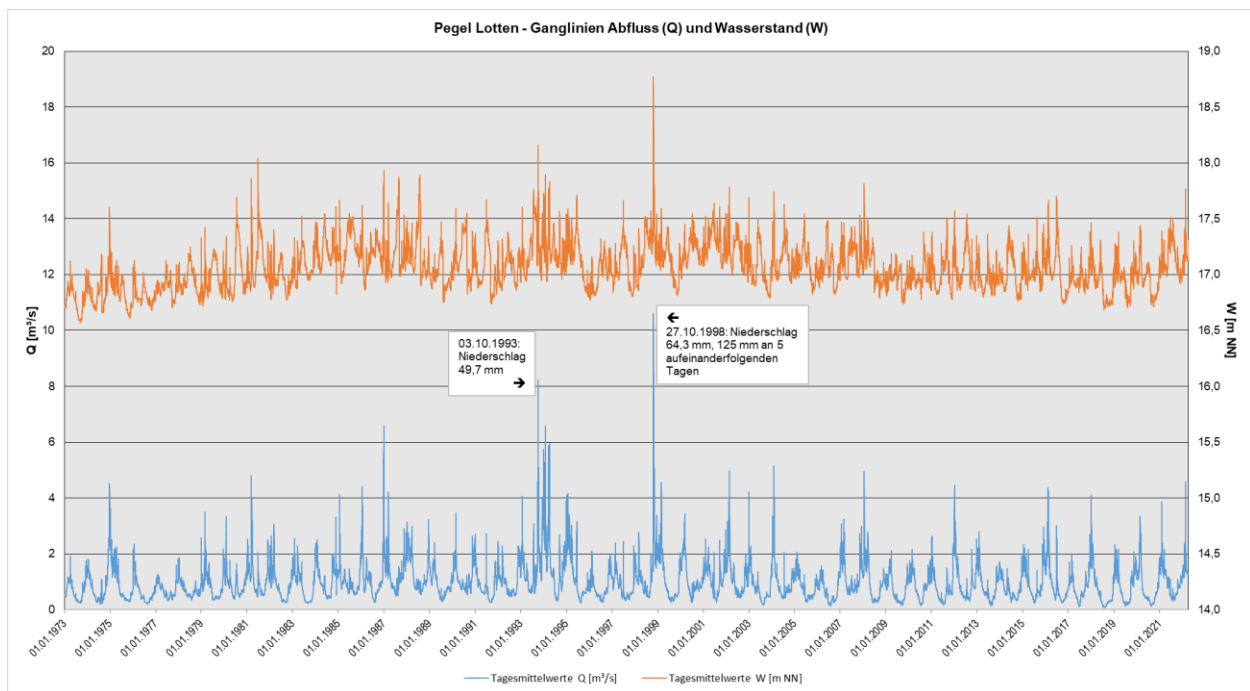
Die nachfolgende Tabelle 9 zeigt die ermittelten Hauptwerte und deren Bedeutung.

**Tabelle 9: Gewässerkundliche Hauptwerte**

Hauptwert	Bedeutung
NQ	Niedrigwasserabfluss [m <sup>3</sup> /s]
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss [m <sup>3</sup> /s]
MQ	Mittlerer Abfluss [m <sup>3</sup> /s]
MN7Q	Das niedrigste arithmetische Mittel von 7 aufeinanderfolgenden Tageswerten in einem Niedrigwasserzeitabschnitt [m <sup>3</sup> /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 26) zeigen einen typischen Jahrgang 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 27) durch generell geringere Amplituden wider. Ein signifikanter Trend zu fallenden bzw. steigenden Wasserständen und Abflussmengen ist innerhalb des abgebildeten Zeitraums allerdings nicht erkennbar.



**Abbildung 26: Ganglinien von Wasserstand und Abfluss (Tagesmittelwerte) am Pegel Lotten 1973 bis März 2022**

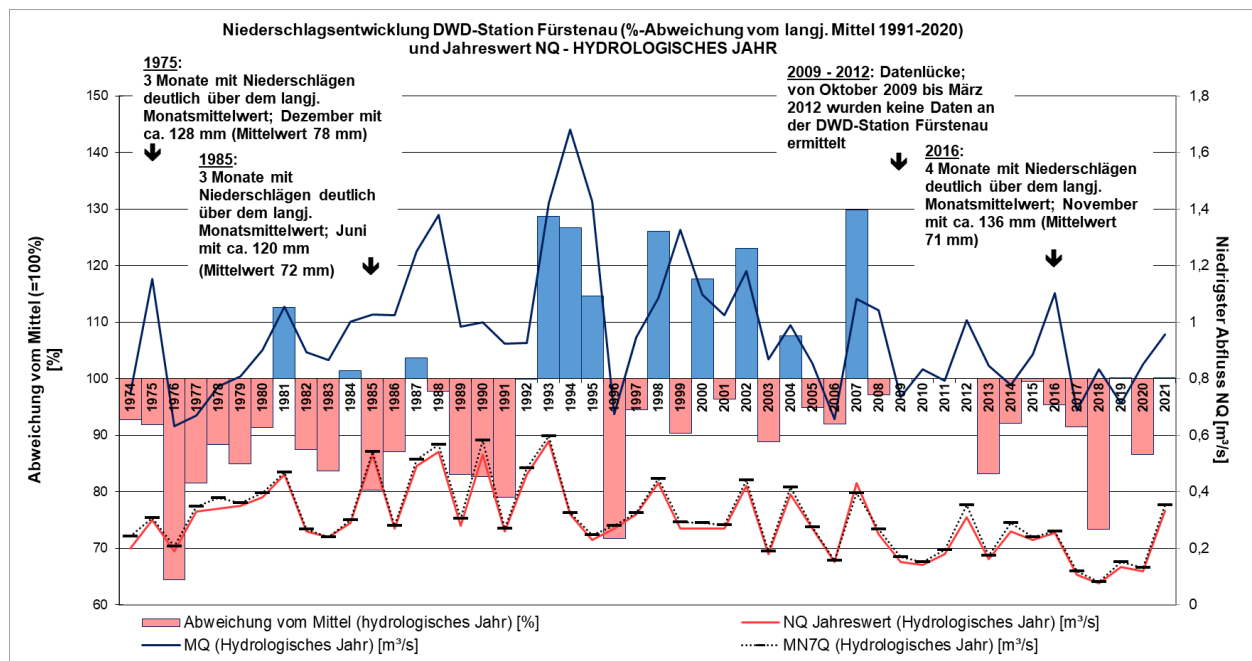
Für die Analyse der Veränderungen des Abflussverhaltens, insbesondere des Abflusses mit hohem Grundwasseranteil, eignen sich Niedrigwasserabflüsse besonders gut. In vielen Auswertungen wird hierfür der MN7Q-Wert verwendet. Der MN7Q beschreibt den niedrigsten Mittelwert von sieben aufeinanderfolgenden 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 27 und in Abbildung 28 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 (Abbildung 27)

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). Im Jahr 2021 ist mit  $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$  der höchste MN7Q seit dem Jahr 2012 zu verzeichnen.

Als langjähriger Mittelwert für MN7Q (1974 - 2021) ergibt sich eine Abflussmenge von  $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Abbildung 27 Niederschlagswerte DWD-Station Fürstenau und Abflusskenngrößen Pegel Lotten**

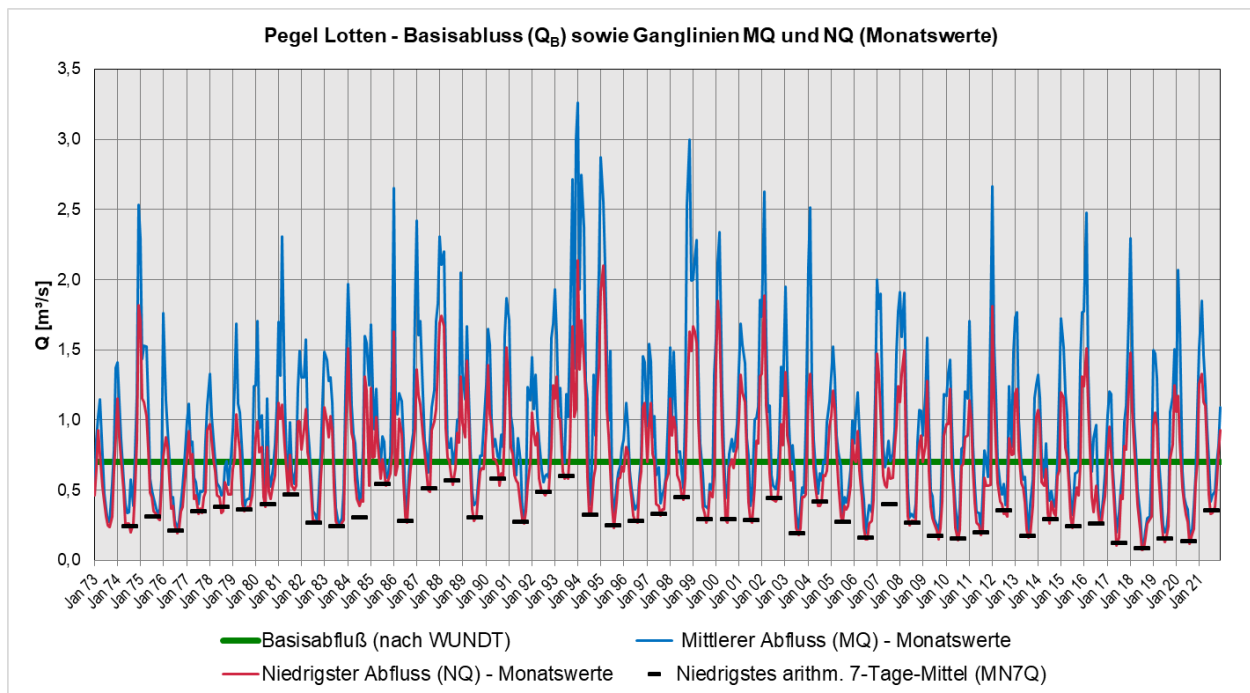
In Abbildung 27 sind die Niederschlagssummen hydrologischer Jahre als Abweichung vom langjährigen Mittel dargestellt. Da wie im Kapitel 5.2 beschrieben, die DWD-Station Lingen seit Anfang Juni 2020 nicht mehr zur Verfügung steht und die neue DWD-Station Lingen-Baccum erst im März 2022 in Betrieb genommen wurde, 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<sup>5</sup>. 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.

<sup>5</sup> Insgesamt erscheinen die Abflusswerte des Jahres 2021 am Pegel Lotten, verglichen mit den meteorologischen Bedingungen des Jahres 2021, ungewöhnlich hoch. Bei den verwendete Abflusswerten handelt es sich aber lt. Hinweis den NLWKN und „ungeprüfte Werte“. Die Werte gilt es im Rahmen der abschließenden Auswertung des Pumpversuchs zu verifizieren

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 28: Abflusskenndaten Pegel Lotten einschließlich MN7Q und Basisabfluss**

In Abbildung 28 wird als rote Linie die Zeitreihe des monatlichen Niedrigwasserabflusses dargestellt. Als Mittelwert dieser Ganglinie ergibt sich ein Basisabfluss von **0,700 m³/s**, entsprechend ca. 22,1 Mio. m³/a, eingetragen als durchgehende grüne Linie.

Zum Vergleich ist in Abbildung 28 zusätzlich die Zeitreihe des monatlichen mittleren Abflusses (MQ, blaue Linie) eingetragen. Als langjähriger mittlerer Abfluss (1973 - 2021) 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. 0,688 m³/s**, entsprechend **21,7 Mio. m³/a**.

Das Einzugsgebiet der Lotter Beeke ist ca. 86,9 km<sup>2</sup> groß. Somit ergibt sich eine grundwasserbürtige Abflussspende von ca. 7,92 [l/(s\*km<sup>2</sup>)]. 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 250 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 03.08.2022 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 Verkräutung, 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 Messsonden der weiter stromabwärts gelegenen **Pegel P6 und P7** sind im Aufzeichnungszeitraum vor dem Pumpversuch über mehrere Monate trocken gefallen, allerdings nicht seit Beginn des Pumpversuchs. 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), Ende Dezember 2020 (21. - 27.10.2020: 55,4 mm), Ende Oktober 2021 (Station Fürstenau: 20. - 22.10.2021: 55,0 mm), Anfang Februar 2022 (Station Fürstenau: 05. - 06.02.2022: 32,8 mm) sowie Mitte Februar 2022 (Station Fürstenau: 15. - 21.02.2022: 62,8 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), März/April 2020 (14.03. - 27.04.2020: 4,2 mm) sowie Ende Februar/März 2022 (26.02 - 12.03.2022: 0 mm).

Insgesamt ist festzustellen, dass im Sommer 2022 nahezu alles Wasser der Lotter Beeke oberhalb des Pegel 4 in den Teich Ramings Mühle abgeleitet wurde (siehe auch Anhang 4), dass aber in allen Pegeln der Lotte Beeke (P3 – P7) trotz der trockenen Witterung und der Durchführung der Förderstufe III des Pumpversuchs die Minimalwasserstände aus dem Jahr 2018 nicht unterschritten wurden.

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. Ausgehend davon steigen die Wasserstände bis Oktober 2021 an. Die Wasserstände liegen im Oktober 2021 auf einem höheren Niveau als im Vorjahr und verbleiben bis Februar 2022, mit Ausnahme kurzfristiger Schwankungen, auf diesem vergleichsweise hohen Niveau. Infolge der ausgebliebenen Niederschläge von Ende Februar bis Mitte März 2022 fallen die Wasserstände wieder ab. Gegen Ende März 2022 ist mit dem erneuten Einsetzen der Niederschläge ein steiler Anstieg zu erkennen. Anschließend sinken die Wasserstände bis September 2022 ab, verbleiben aber auf einem höheren Niveau als in den Vorjahren. Im Oktober 2022 steigen die Wasserstände erneut an.



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, Dezember 2020 sowie Anfang/Mitte Februar 2022 zu beobachten.

Somit ist auch an den Pegeln des Hestruper Mühlenbachs im Sommer 2022 eine deutlicher witterungsbedingter Abfall der Wasserstände festzustellen, allerdings werden, analog zur Lotter Beeke, die Minimalwerte aus dem Jahr 2018 trotz der Durchführung der Förderstufe III des Pumpversuchs nicht unterschritten.

Der Lengericher Dorfbach 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, Dezember 2020 sowie Februar 2022 sind ebenfalls geringer.

Abflussmessungen wurden am Lengericher Dorfbach, der Lotter Beeke und dem Hestruper Mühlenbach an 58 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 10. 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 10: Auswertung der Abflussmessungen September 2014 bis Oktober 2022 (Hauptwerte)**

Abflussmessungen Sept. 2014 bis Okt. 2022		Mittlerer Abfluss (MQ) [l/s]	Niedrigster Abfluss (NQ) [l/s]	Höchster Abfluss (HQ) [l/s]
Lottter Beeke	Pegel P3	11	0	38
	Pegel P4	25	0	100
	Pegel P5	34	0	107
	Pegel P6	34	5	100
	Pegel P7	99	14	266
Hestruper Mühlenbach	Pegel P8	107	32	245
	Pegel P9	174	58	378
	Pegel P10	187	45	387

Insgesamt ergibt sich ein plausibles Gesamtbild der Abflussmengen. Der Zusammenhang zwischen Abflusswerten und Wasserständen an den Pegeln ist eindeutig erkennbar (**Anlage 3.3**), allerdings werden Einzelwerte häufig durch Verkräutung und Fließhindernisse in den Gewässern beeinflusst (rel. hoher Wasserstand durch „Aufstau“, aber nur geringe Abflussmengen). Eine statistische Auswertung der Abflusswerte ist nach Ende des Pumpversuchs, inkl. Wiederanstieg, vorgesehen. Eine Beeinflussung der Abflusswerte durch den Pumpversuch lässt sich aus den bisher vorliegenden Daten nicht unmittelbar ablesen.

## 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 Vorfeldmessstellen<sup>6</sup>, (siehe Abbildung 29):
  - 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.

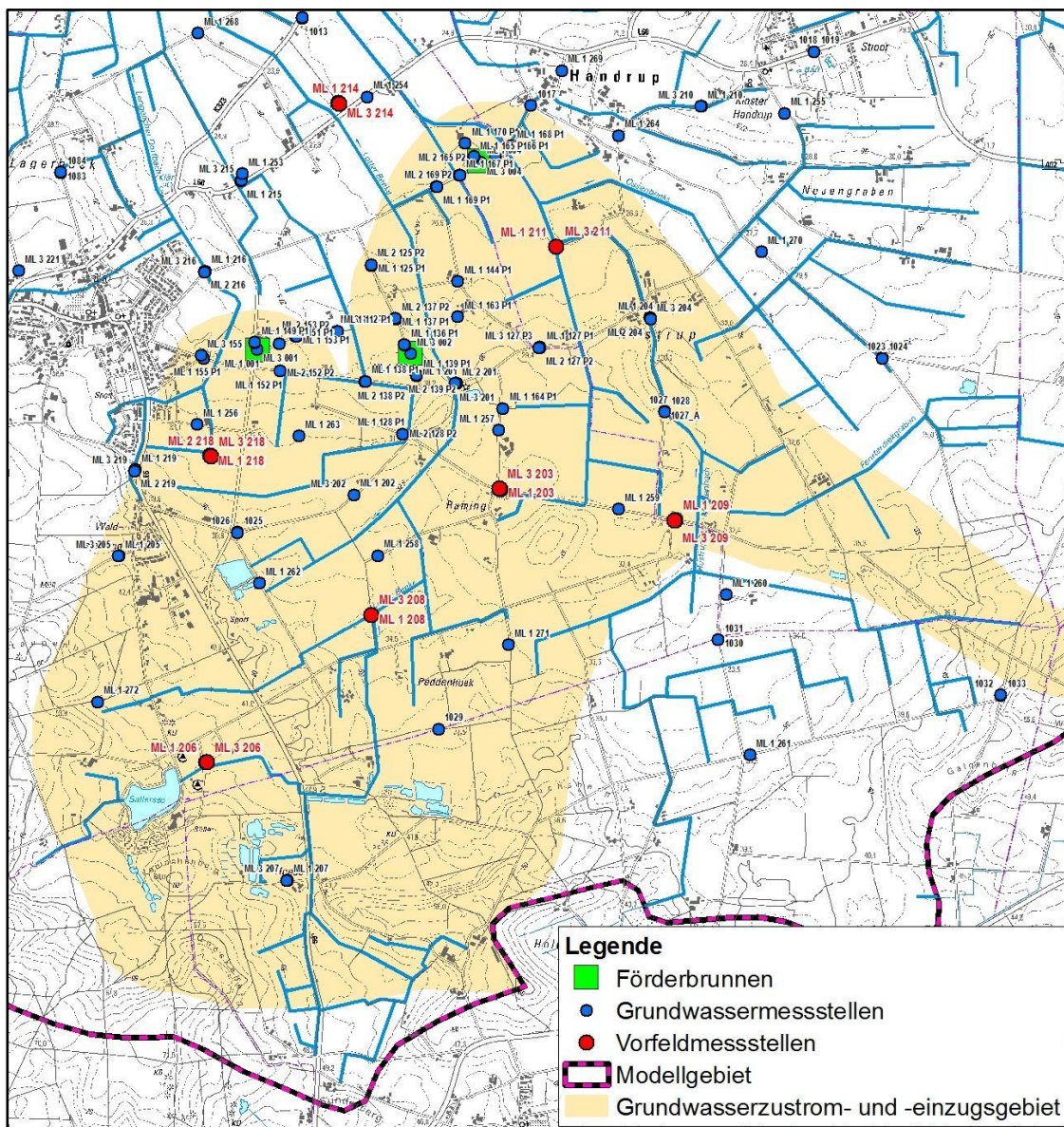
Der Umfang der Analytik entspricht der bisherigen Standardanalytik des WVLL (Vor-Ort-Parameter, Hauptkationen und –anionen einschl. Eisen (gesamt), Mangan (gesamt) und Ammonium).

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 – 23-62003/051<sup>7</sup> – analysiert - **Zeitpunkte (4), (6), (8)**.

---

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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 29: 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. Die Ergebnisse dieser Analysen wurden im 3. Jahresbericht zum Durchführungsplan vorgestellt [U 15].

Die vierte Grundwasserprobenahme wurde dann im Februar 2022 (Ende Phase C) und die fünfte Grundwasserprobenahme im August 2022 (Mitte Phase D) durchgeführt. Der Förderstrom der Brunnen wurde ebenfalls im Februar 2022 (Ende Phase C) und August 2022 (Mitte Phase D) analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen werden in den folgenden Kapiteln vorgestellt.

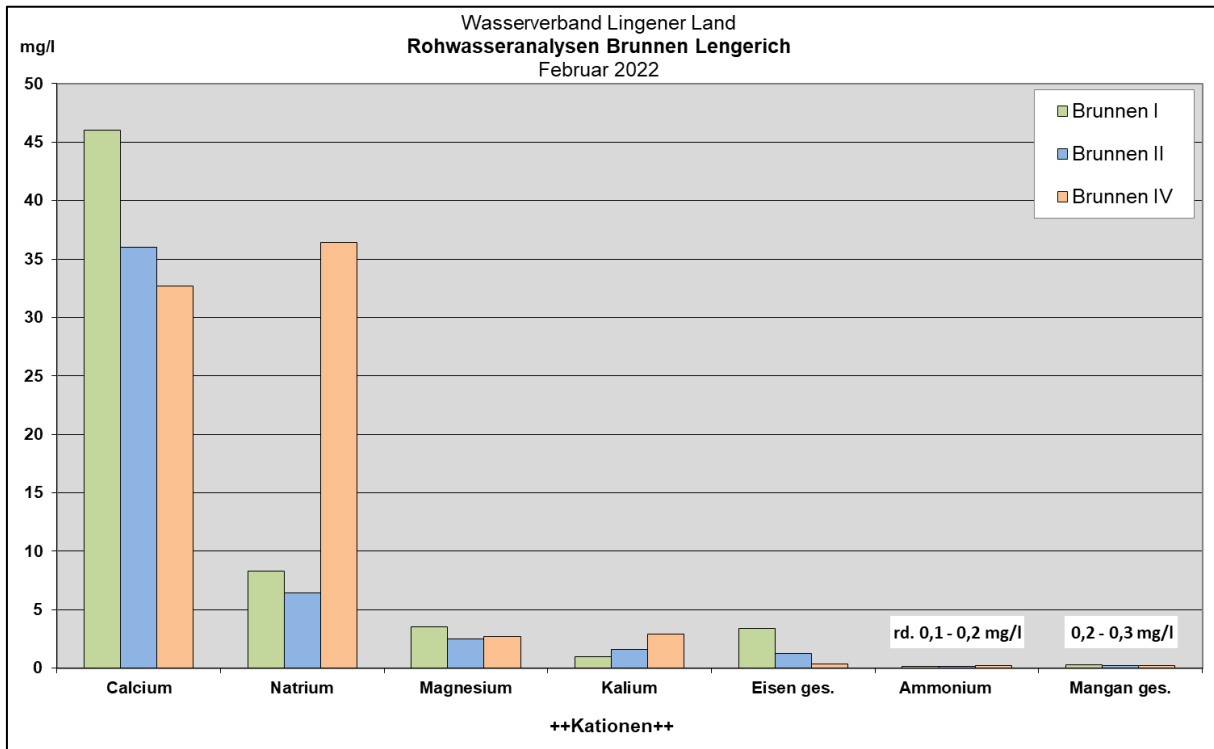
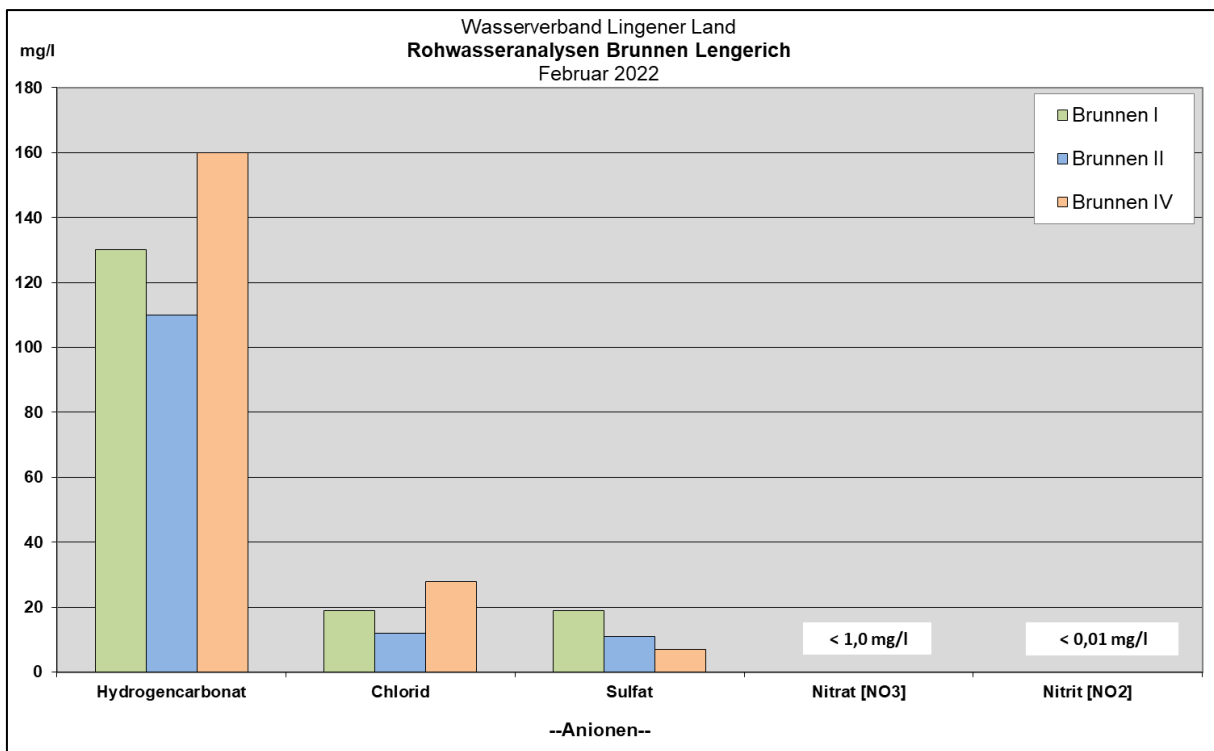
Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie erfolgt die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Deutschland auf Grundlage der Grundwasserverordnung (GrwV) **[U 28]**. Deshalb werden die Ergebnisse der Grund- und Rohwasseruntersuchungen mit den Schwellenwerten der Grundwasserverordnung verglichen. 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 Roh- und Grundwasseranalysen 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.

## **8.2 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich (Probenahme aus dem Förderstrom im Februar 2022)**

Am 23.02.2022 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 – 23-62003/051<sup>8</sup> – analysiert (entspricht Zeitpunkt (6)). Die Analysen entsprechen der Probenahme aus dem Förderstrom der Brunnen ca. 2 Jahre nach Pumpversuchsbeginn, d.h. zum Ende der zweiten Phase des Pumpversuchs (Ende Phase C). Der Förderstrom wurde erstmalig im August 2020 (Mitte Phase B, Zeitpunkt (3)), zum zweiten Mal im Februar 2021 (Ende Phase B, Zeitpunkt (4)) und zum dritten Mal im August 2021 (Mitte Phase C, Zeitpunkt (5)) analysiert. Die Ergebnisse wurden im 2. und 3. Jahresbericht zum Durchführungsplan dokumentiert **[U 15]**. Der Förderstrom der Brunnen wurde im Februar 2022 folglich zum vierten Mal beprobt und analysiert. In Abbildung 30 und Abbildung 31 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und -anionen im Rohwasser der Brunnen im Februar 2022 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter der Rohwasseranalysen sind in Tabelle 11 aufgelistet.

---

<sup>8</sup> 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 30: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im Februar 2022.**

**Abbildung 31: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im Februar 2022.**

**Tabelle 11: Übersicht der Rohwasseranalysen der Förderbrunnen im Februar 2022; 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
<b>Probenahme am 23.02.2022 (Zapf-/Schöpfprobe)</b>						
Wassertemperatur	[°C]			10,5	10,0	10,2
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,19	7,83	7,86
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	290	217	312
Sauerstoff	[mg/l]			2,4	4,6	1,8
Gesamthärte	[°dH]			7,24	5,61	5,20
Calcium	[mg/l]			46,0	36,0	32,7
Magnesium	[mg/l]			3,5	2,5	2,7
Kalium	[mg/l]			1,0	1,6	2,9
Natrium	[mg/l]		200	8,3	6,4	36,4
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	<b>3,39</b>	<b>1,27</b>	<b>0,371</b>
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	<b>0,278</b>	<b>0,217</b>	<b>0,189</b>
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,16	0,14	0,20
Aluminium	[mg/l]		0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chlorid	[mg/l]	250	250	19	12	28
Sulfat	[mg/l]	250	250	19	11	7,1
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			2,1	1,8	2,6
Hydrogencarbonat	[mg/l]			130	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,015	<b>0,544</b>	<b>1,06</b>
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			1,8	< 1	1,2
AOX	[mg/l]			0,03	0,03	0,05
Koloniezahl bei 22°C	KBE/1 ml			0	0	0
Koloniezahl bei 36°C	KBE/1 ml			0	0	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 Februar 2022 lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem neutralen Niveau mit pH-Werten zwischen 7,19 (Br. I) und 7,86 (Br. IV).

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 217 µS/cm (Br. II) und 312 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 46,0 mg/l bzw. 36,0 mg/l. Die Natriumkonzentrationen sind dagegen mit 8,3 mg/l bzw. 6,4 mg/l deutlich geringer. Beim Brunnen IV ist die Natriumkonzentration im Vergleich dazu mit 36,4 mg/l deutlich höher und damit sogar etwas höher als die Calciumkonzentration von 32,7 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 - 3,5 mg/l Magnesium bzw. 1,0 - 2,9 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 0,371 mg/l (Br. IV) bis 3,39 mg/l (Br. I). Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,189 mg/l (Br. IV) bis 0,278 mg/l (Br. I). Damit stammen die höchste Eisen- und Mangankonzentrationen aus Brunnen I.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,14 mg/l (Br. II) bis 0,20 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 7,1 mg/l (Br. IV) und 19 mg/l (Br. I). Die Chloridkonzentrationen variieren von 12 mg/l (Br. II) bis 28 mg/l (Br. IV).

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) bei den Brunnen II und Brunnen IV mit 0,544 mg/l bzw. 1,06 mg/l überschritten. Bei Brunnen I ist die ortho-Phosphatkonzentration mit 0,015 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 5,20 °dH (Br. IV) und 7,24 °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 1,8 mg/l ermittelt.

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) beträgt bei den Brunnen 0,03 mg/l (Br. I, Br. II) bzw. 0,05 mg/l (Br. IV).

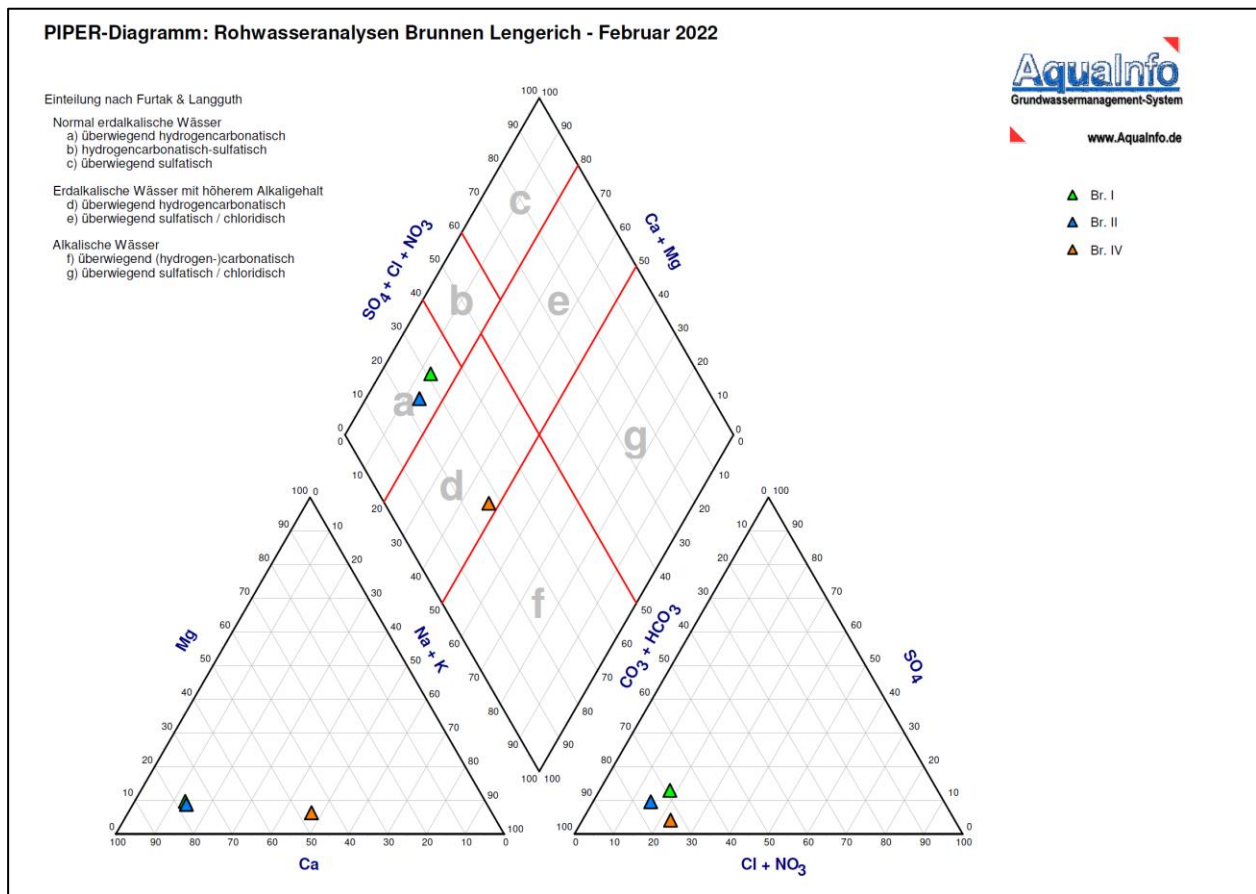
Im Rahmen der Rohwasseranalytik wurden mikrobiologische Parameter untersucht. Coliforme Keime, Escherichia Coli und Koloniezahlen bei 22 °C bzw. 36 °C wurden nicht nachgewiesen.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 32 können die analysierten Wässer nach FURTA & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im Februar 2022 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 32: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der Brunnen Lengerich im Februar 2022**

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.

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.

Für eine weiterführende Bewertung der Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf der bisherigen Phasen des Pumpversuchs wurde die im August 2022 erfolgte fünfte 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 2022)**

Die fünfte Zapf-/Schöpfprobe aus den drei Brunnen wurde am 03.08.2022 entnommen und vom Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH* analysiert (entspricht Zeitpunkt (7)). Die Analysen entsprechen der Probenahme aus dem Förderstrom der Brunnen ca. 2,5 Jahre nach Pumpversuchsbeginn, d.h. zur Mitte der dritten Phase des Pumpversuchs (Mitte Phase D). In Abbildung 33 und Abbildung 34 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und Hauptanionen im Rohwasser der

Brunnen im August 2022 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter der Rohwasseranalysen sind in Tabelle 12 aufgelistet.

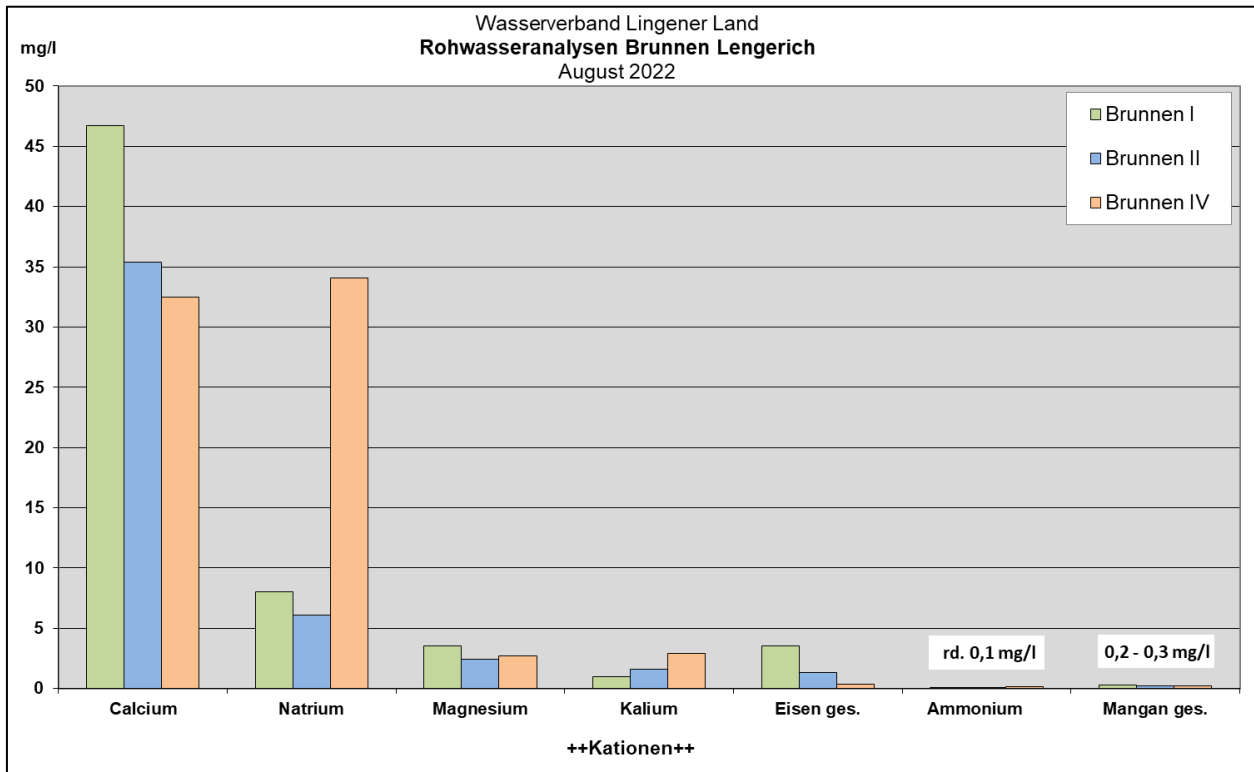


Abbildung 33: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im August 2022.

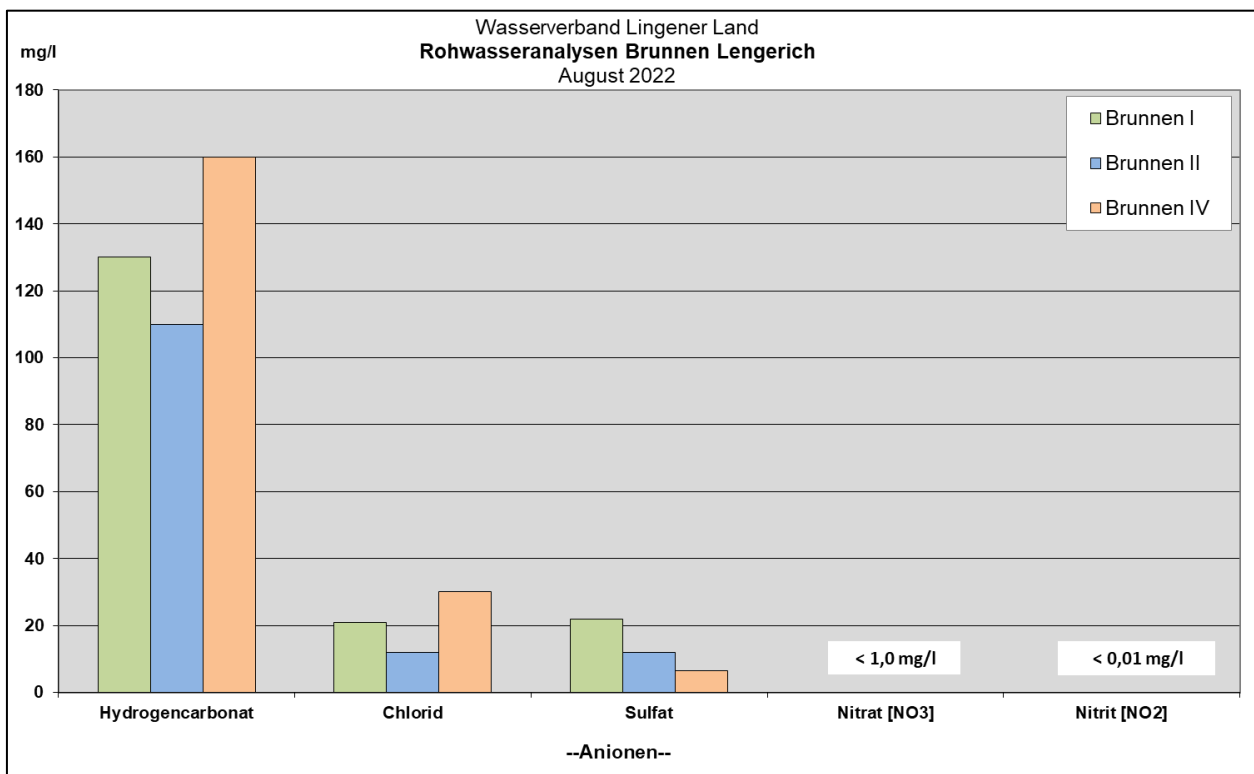


Abbildung 34: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnen Lengerich im August 2022.

**Tabelle 12: Übersicht der Rohwasseranalysen der Förderbrunnen im August 2022; 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
<b>Probenahme am 03.08.2022 (Zapf-/Schöpfprobe)</b>						
Wassertemperatur	[°C]			10,7	10,8	11,1
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,38	7,56	7,77
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	295	221	323
Sauerstoff	[mg/l]			2,1	1,6	1,1
Gesamthärte	[°dH]			7,34	5,51	5,17
Calcium	[mg/l]			46,7	35,4	32,5
Magnesium	[mg/l]			3,5	2,4	2,7
Kalium	[mg/l]			1,0	1,6	2,9
Natrium	[mg/l]		200	8,0	6,1	34,1
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	<b>3,53</b>	<b>1,29</b>	<b>0,366</b>
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	<b>0,272</b>	<b>0,207</b>	<b>0,183</b>
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,09	0,06	0,13
Aluminium	[mg/l]		0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chlorid	[mg/l]	250	250	21	12	30
Sulfat	[mg/l]	250	250	22	12	6,5
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			2,1	1,8	2,7
Hydrogencarbonat	[mg/l]			130	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,013	<b>0,57</b>	<b>1,07</b>
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			1,5	< 1	1,3
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	2
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 2022 lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem neutralen Niveau mit pH-Werten zwischen 7,38 (Br. I) und 7,77 (Br. IV).

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 221 µS/cm (Br. II) und 323 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 46,7 mg/l bzw. 35,4 mg/l. Die Natriumkonzentrationen sind dagegen mit 8,0 mg/l bzw. 6,1 mg/l deutlich geringer. Beim Brunnen IV ist die Natriumkonzentration im Vergleich dazu mit 34,1 mg/l deutlich höher und damit sogar etwas höher als die Calciumkonzentration von 32,5 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 2,4 - 3,5 mg/l Magnesium bzw. 1,0 - 2,9 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 0,366 mg/l (Br. IV) bis 3,53 mg/l (Br. I). Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,183 mg/l (Br. IV) bis 0,272 mg/l (Br. I). Damit stammen die höchste Eisen- und Mangankonzentrationen aus Brunnen I.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,06 mg/l (Br. II) bis 0,13 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 6,5 mg/l (Br. IV) und 22 mg/l (Br. I). Die Chloridkonzentrationen variieren von 12 mg/l (Br. II) bis 30 mg/l (Br. IV).

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) bei den Brunnen II und Brunnen IV mit 0,57 mg/l bzw. 1,07 mg/l überschritten. Bei Brunnen I ist die ortho-Phosphatkonzentration mit 0,013 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 5,17 °dH (Br. IV) und 7,34 °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 1,5 mg/l ermittelt.

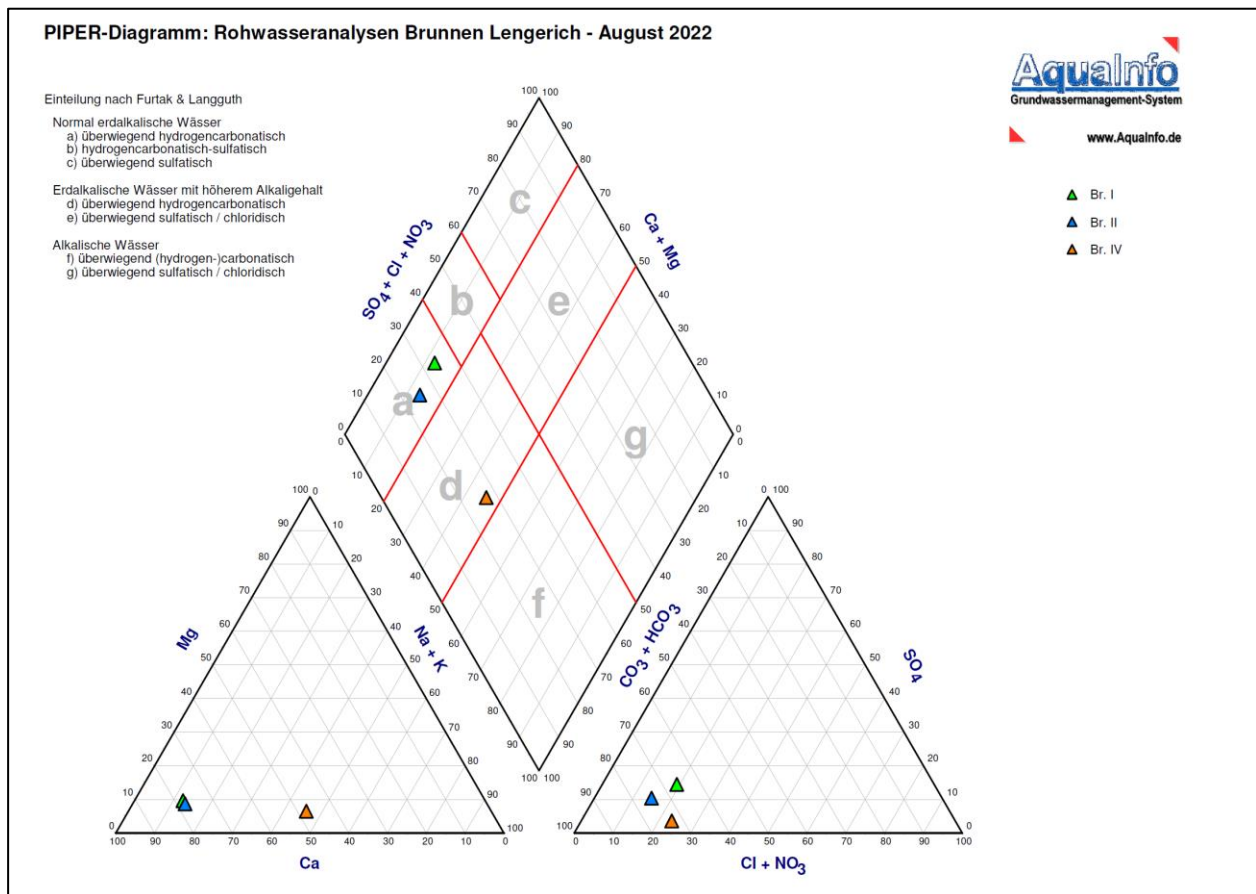
Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) liegt bei allen Brunnen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/l.

Im Rahmen der Rohwasseranalytik wurden mikrobiologische Parameter untersucht. Coliforme Keime und Escherichia Coli wurden nicht nachgewiesen. Beim Brunnen IV wurde mit 2 KBE/ml ein geringer Befund bei dem Parameter Koloniezahl bei 36 °C festgestellt.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 35 können die analysierten Wässer nach FURTAK & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im August 2022 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 35: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der Brunnen Lengerich im August 2022**

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)**

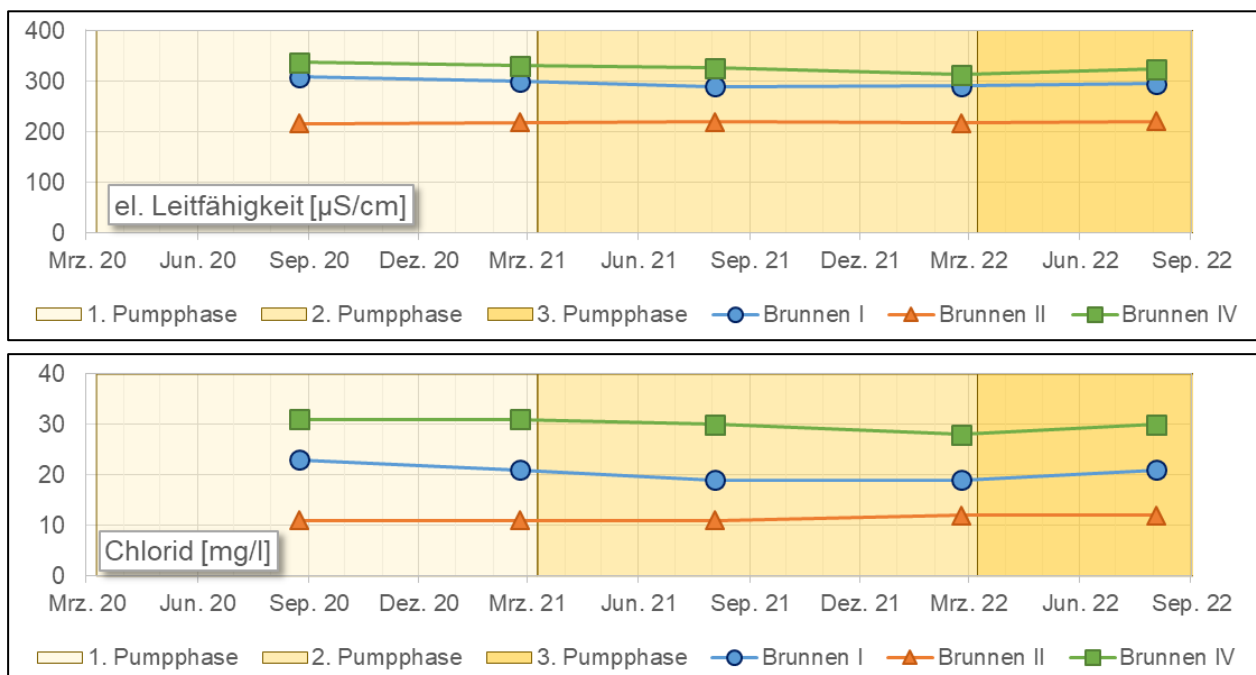
Der Förderstrom der Brunnen wurde während des Pumpversuchs bisher fünfmal beprobt und analysiert. Die Probenahme erfolgt stets halbjährlich jeweils ca. sechs Monate nach Beginn und zum Ende einer Pumpversuchsphase. Die Ergebnisse der ersten Beprobung des Förderstroms zur Mitte der ersten Phase des Pumpversuchs wurden im 2. Jahresbericht zum Durchführungsplan ausführlich beschrieben [U 15]. Die Ergebnisse der zweiten und dritten Beprobung zum Ende der ersten Phase und zur Mitte der zweiten Phase des Pumpversuchs wurden im 3. Jahresbericht zum Durchführungsplan dargelegt [U 15]. In den vorangegangenen Kapiteln 8.2 und 8.3 wurden die Ergebnisse der vierten und fünften Beprobung des Förderstroms der einzelnen Brunnen zum Ende der zweiten Phase bzw. zur Mitte der dritten Phase des Pumpversuchs vorgestellt. In diesem Kapitel wird nun die Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit des Förderstroms im Verlauf des Pumpversuchs beschrieben und bewertet. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass sich die Aussagen aktuell lediglich auf einen Zeitraum von rd. zwei Jahren beziehen (Probenahmen: August 2020 – Februar 2021 – August 2021 – Februar 2022 – August 2022). Zum Ende des Pumpversuchs wird noch jeweils eine weitere Probe aus dem Förderstrom der Brunnen

entnommen und gemäß dem in Kapitel 8.1 vorgestellten Umfang analysiert. Auf diese Weise werden die im Folgenden vorgestellten Konzentrationsganglinien sukzessive um weitere Daten, die im Rahmen der Pumpversuchsdurchführung erhoben werden, ergänzt.

In Abbildung 36 bis Abbildung 40 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:

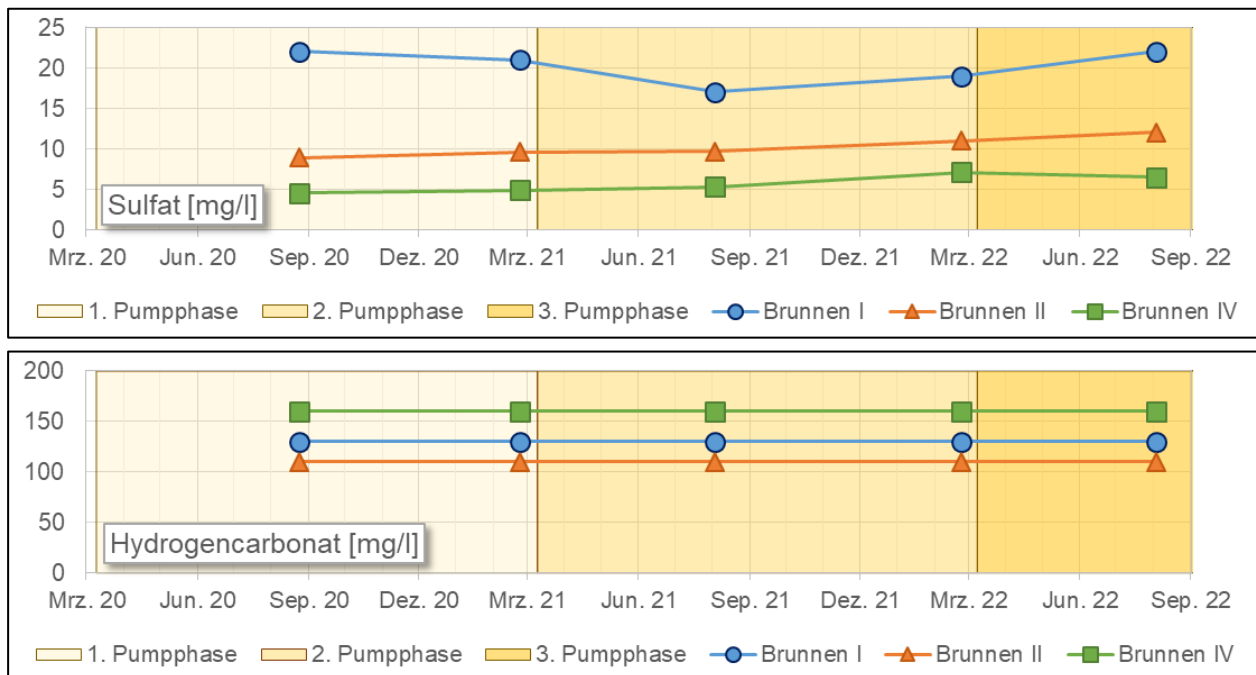
Die Rohwässer weisen mit elektrischen Leitfähigkeiten (20 °C) zwischen 216  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und 338  $\mu\text{S}/\text{cm}$  eine geringe und überwiegend konstante Gesamtmineralisation auf (Abbildung 36). Bei Brunnen II sind die niedrigsten elektrischen Leitfähigkeiten zu verzeichnen. Die elektrischen Leitfähigkeiten der Brunnen I und IV liegen auf einem leicht höheren Niveau.

Die Chloridkonzentrationen der Brunnen zeigen ebenfalls ein relativ konstantes Niveau (Abbildung 36). Die höchsten Chloridkonzentrationen treten mit rd. 30 mg/l beim Brunnen IV auf. Die Chloridkonzentrationen des Brunnens II sind mit rd. 10 - 12 mg/l vergleichsweise gering. Beim Brunnen I nehmen die Chloridkonzentrationen leicht von 23 mg/l im August 2020 auf 19 mg/l im August 2021 ab und nehmen anschließend wieder leicht zu auf 21 mg/l im August 2022.



**Abbildung 36: Entwicklung der elektrischen Leitfähigkeit und der Chloridkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020**

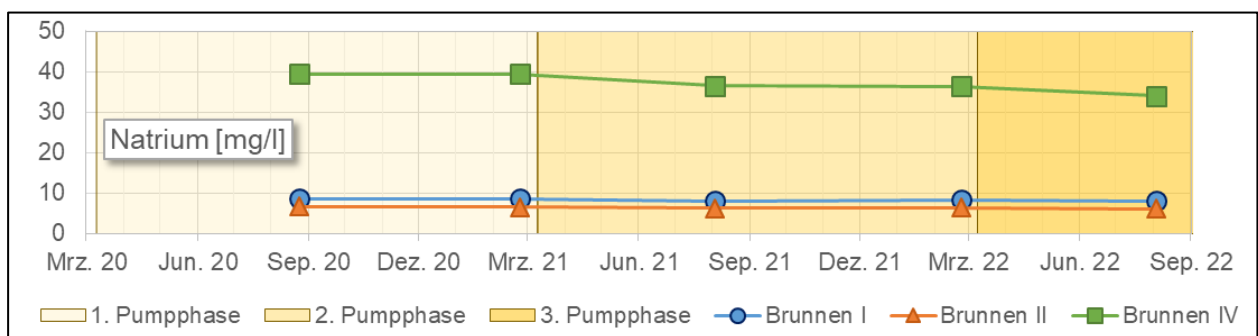
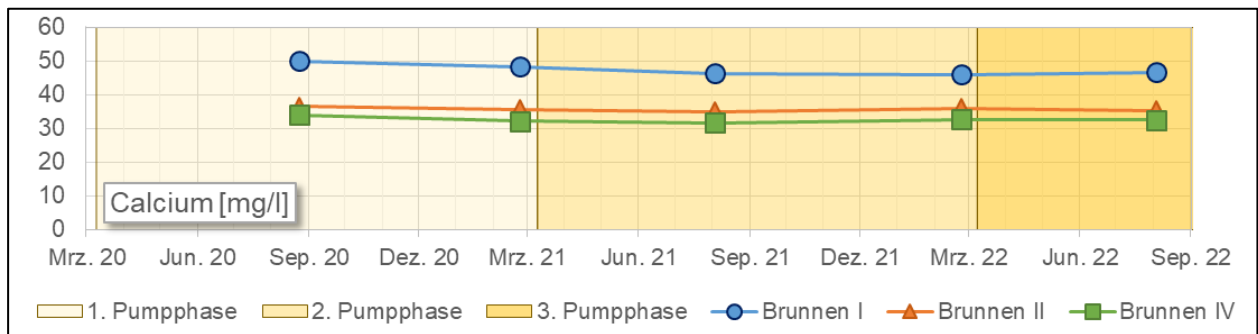
Die Entwicklung der Sulfat- und Hydrogencarbonatkonzentrationen der Brunnen ist ebenfalls relativ konstant (Abbildung 37). Beim Brunnen I ist eine leichte Abnahme der Sulfatkonzentrationen von 22 mg/l im August 2020 auf 17 mg/l im August 2021 und anschließend wieder eine leichte Zunahme auf 22 mg/l im August 2022 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 - 7 mg/l sehr gering. Die Hydrogencarbonatkonzentrationen liegen mit 110 - 160 mg/l bei allen drei Brunnen auf einem deutlich höheren Niveau.



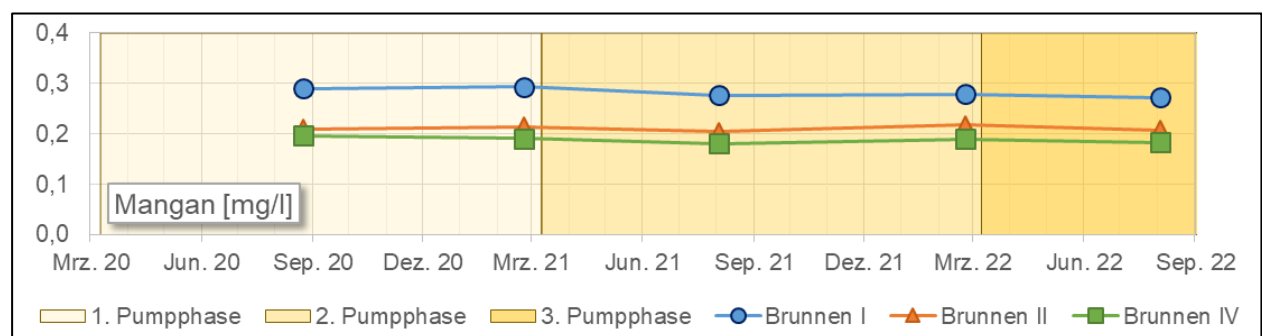
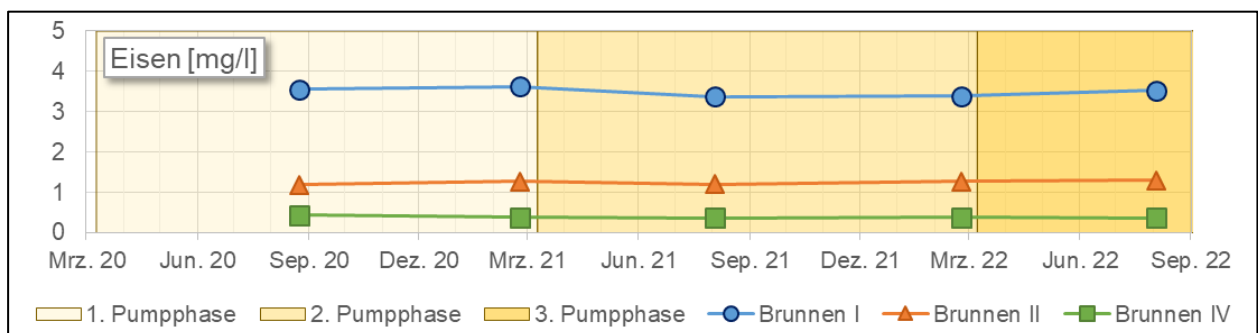
**Abbildung 37: Entwicklung der Sulfat- und Hydrogencarbonatkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020**

Auch bei den Kationen Calcium und Natrium sind seit Beginn des Pumpversuchs relativ konstante Konzentrationen aufgetreten (Abbildung 38). 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 und anschließend eine geringfügige Zunahme auf 47 mg/l im August 2022. Die Natriumkonzentrationen sind dagegen beim Brunnen IV am höchsten. Die Natriumkonzentrationen des Brunnen IV nehmen im bisherigen Verlauf des Pumpversuchs leicht ab von 39 mg/l im August 2020 auf 34 mg/l im August 2022. 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 39). Brunnen I zeigt mit rd. 3,37 - 3,62 mg/l die höchsten Eisenkonzentrationen und mit 0,272 - 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 bei allen Brunnen überschritten (in der GrwV sind keine Schwellenwerte für Eisen und Mangan festgelegt).



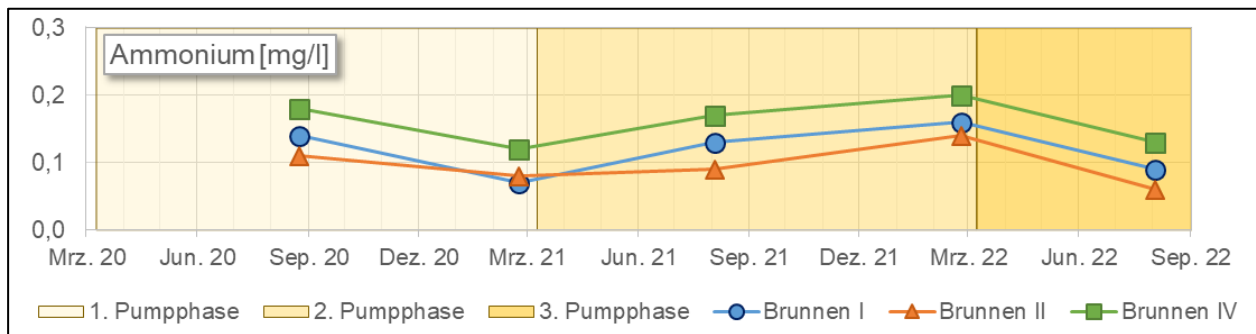
**Abbildung 38: Entwicklung der Calcium- und Natriumkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020**



**Abbildung 39: 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, bis Februar 2022 steigen die Ammoniumkonzentrationen dann leicht an und nehmen bis August 2022 wieder ab (Abbildung 40). Generell liegen die Ammoniumkonzentrationen mit rd. 0,1 - 0,2 mg/l auf einem niedrigen Niveau. Die Nitrat- und Nitritkonzentrationen der Brunnen liegen stets unterhalb der Bestimmungsgrenze.



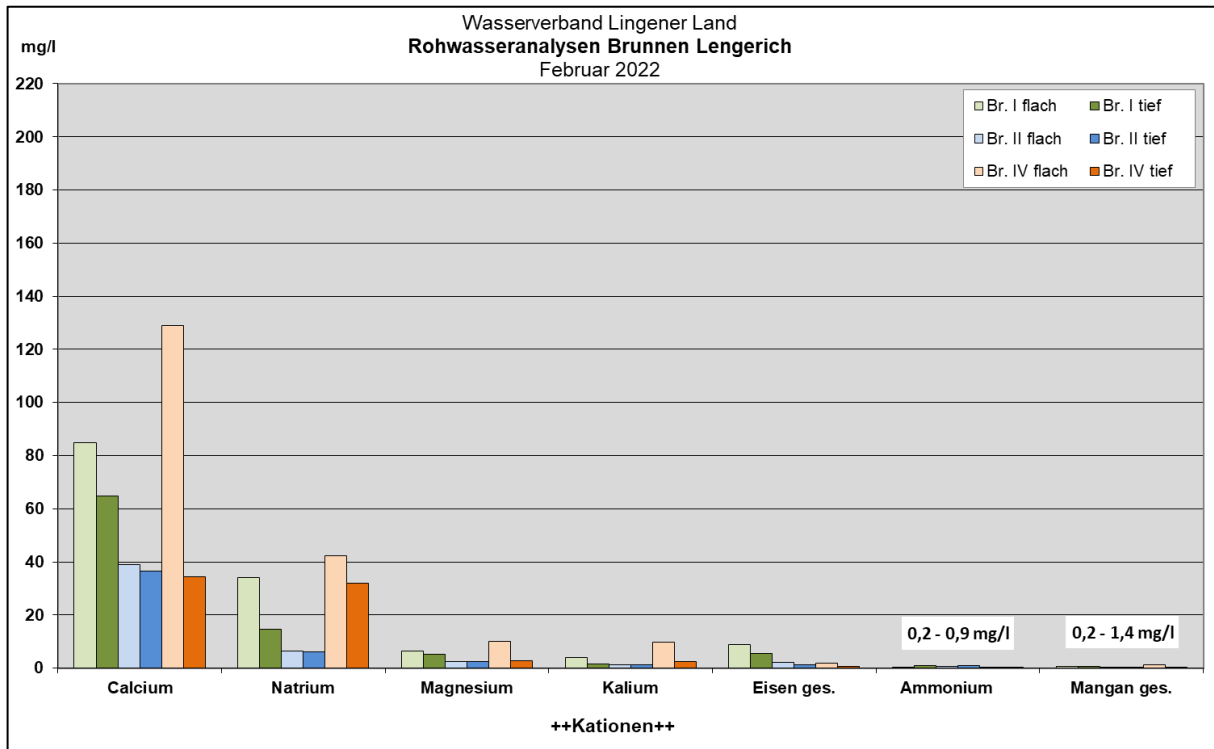


**Abbildung 40: Entwicklung der Ammoniumkonzentration im Rohwasser der Brunnen I, II und IV seit Beginn des Pumpversuchs im März 2020**

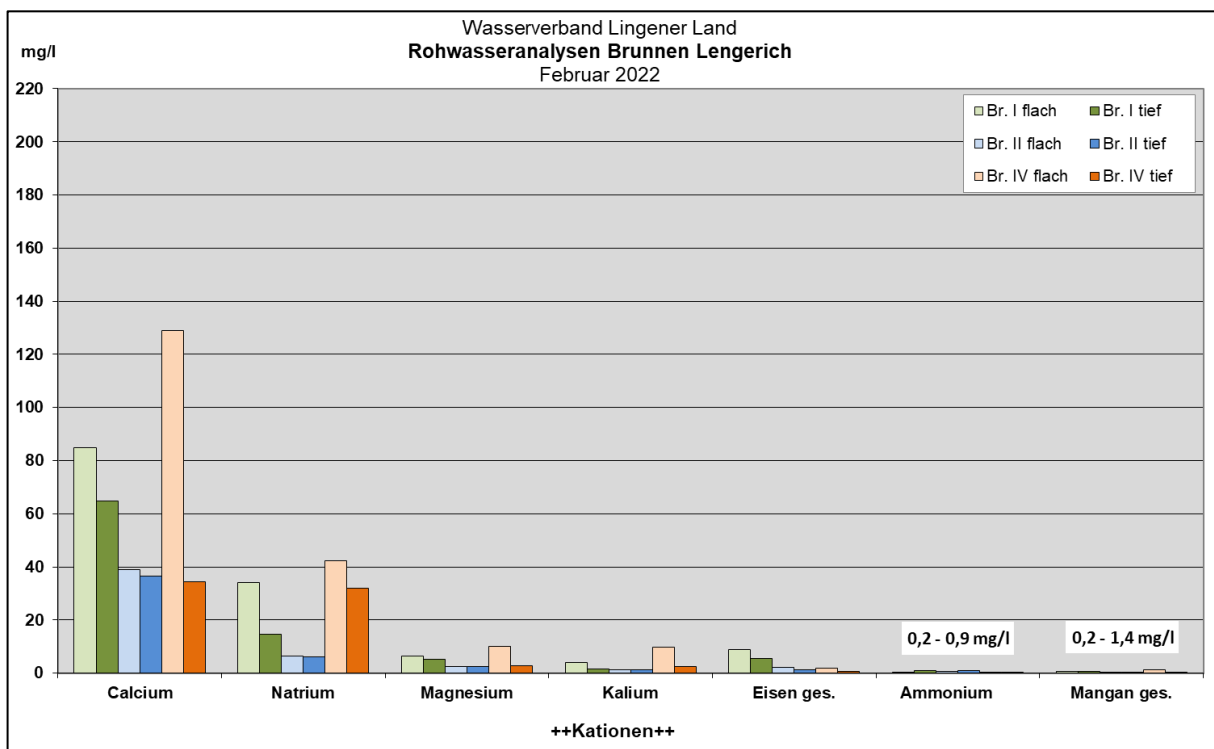
Anhand des analysierten Förderstroms der Brunnen im Zeitraum von August 2020 bis August 2022 sind keine hydrochemischen Auffälligkeiten festzustellen, welche auf Veränderungen als Folge des Pumpversuchs hindeuten. Vielmehr zeigen die Analyseergebnisse weitestgehend konstante Konzentrationen, die zudem auf einem generell niedrigen Niveau liegen.

### 8.5 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich, Peilrohre (Februar 2022)

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, Februar 2021 und August 2021 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 23.02.2022 erfolgte die vierte 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 C 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 41 und Abbildung 42 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre im Februar 2022 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter dieser Rohwasseranalysen sind zudem in Tabelle 13 aufgelistet.



**Abbildung 41: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im Februar 2022.**



**Abbildung 42: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im Februar 2021.**

**Tabelle 13: Übersicht der Rohwasseranalysen der Brunnenpeilrohre im Februar 2022; 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
<b>Probenahme</b>				<b>23.02.2022</b>	<b>23.02.2022</b>	<b>23.02.2022</b>	<b>23.02.2022</b>	<b>23.02.2022</b>	<b>23.02.2022</b>
Wassertemperatur	[°C]			11,8	11,2	10,9	12,8	11,8	11,3
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,13	7,62	6,73	7,47	7,68	7,78
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	604	212	818	392	206	304
Sauerstoff	[mg/l]			6,3	6,9	1,3	7,9	3,0	2,5
Gesamthärte	[°dH]			13,3	5,98	20,4	10,2	5,7	5,45
Calcium	[mg/l]			84,8	38,8	129	64,8	36,6	34,3
Magnesium	[mg/l]			6,4	2,4	10,0	5,1	2,5	2,8
Kalium	[mg/l]			4,1	1,1	9,7	1,5	1,1	2,6
Natrium	[mg/l]		200	34,1	6,3	42,2	14,5	6,2	31,8
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	<b>8,89</b>	<b>2,25</b>	<b>1,78</b>	<b>5,41</b>	<b>1,21</b>	<b>0,704</b>
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	<b>0,725</b>	<b>0,355</b>	<b>1,38</b>	<b>0,701</b>	<b>0,244</b>	<b>0,176</b>
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,44	<b>0,63</b>	0,43	<b>0,92</b>	<b>0,80</b>	0,24
Aluminium	[mg/l]		0,2	0,075	0,160	<b>0,327</b>	0,019	< 0,005	0,012
Chlorid	[mg/l]	250	250	56	8,7	61	22	11	24
Sulfat	[mg/l]	250	250	85	6,4	180	15	12	7,1
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			3,1	2,1	4,2	3,5	1,8	2,6
Hydrogencarbonat	[mg/l]			190	130	260	210	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,012	<b>0,511</b>	0,311	0,044	0,067	<b>0,943</b>
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	5,0	< 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]			6,7	1,3	9,5	6,1	1,1	1,3
AOX	[mg/l]			0,06	0,03	0,08	0,06	0,05	0,06

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

Der pH-Wert der Rohwasserproben liegt auf einem sehr schwach sauren bis basischen Niveau mit pH-Werten zwischen 6,73 (Br. IV flach) und 7,78 (Br. IV tief). Der pH-Wert des flachen Peilrohrs vom Brunnen IV ist mit 6,73 auf einem vergleichbar niedrigen Niveau wie im August 2021, als ein pH-Wert von 6,67 festgestellt wurde. Der Grenzwertbereich der zur Orientierung herangezogenen TrinkwV (6,5 - 9,5) wird eingehalten.

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 206 µS/cm (Br. II tief) und 818 µS/cm (Br. IV flach). Analog zum August 2021 (1.044 µS/cm bei 20 °C) besitzt der Brunnen IV flach die höchste Gesamtmineralisation. Der Grenzwert der TrinkwV (2.500 µS/cm) wird aber noch deutlich unterschritten. Die elektrischen Leitfähigkeiten der anderen Peilrohre liegen mit bis zu 604 µS/cm nach wie vor auf einem niedrigeren Niveau.

Das dominierende Kation ist bei den Brunnen Calcium mit Konzentrationen von 34,3 - 129 mg/l. Der Brunnen IV flach zeigt mit 129 mg/l die höchste Calciumkonzentration. Beim Brunnen IV tief ist dagegen mit 34,3 mg/l eine deutlich niedrigere Calciumkonzentration zu beobachten. Die Calciumkonzentrationen der beiden Peilrohre des Brunnens IV weichen damit stark voneinander ab. Die Natriumkonzentration ist mit 42,2 mg/l ebenfalls beim Brunnen IV flach am höchsten, liegt aber auf einem deutlich niedrigeren Niveau als an diesem Peilrohr erfasste Calciumkonzentration. Beim Brunnen IV tief liegt die Natriumkonzentration mit 31,8 mg/l dagegen auf einem vergleichbaren Niveau wie die Calciumkonzentration in diesem Peilrohr. Neben Calcium tritt folglich auch Natrium beim Brunnen IV tief als dominierendes Kation auf. In den Peilrohren des Brunnens II liegen die Natriumkonzentrationen mit 6,3 mg/l bzw. 6,2 mg/l auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen sind in allen drei Brunnen mit 2,4 - 10,0 mg/l Magnesium bzw. 1,1 - 9,7 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 Gesamtlösungsinhalt 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 0,704 mg/l (Br. IV tief) bis 8,89 mg/l (Br. I flach). Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,176 mg/l (Br. IV tief) bis 1,38 mg/l (Br. IV flach). Damit ist die höchste Eisenkonzentration nach wie vor im flachen Peilrohr des Brunnens I aufgetreten. Die höchste Mangankonzentration stammt dagegen aus dem flachen Peilrohr des Brunnens IV.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,24 mg/l (Br. IV tief) bis 0,92 mg/l (Br. I tief). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird im tiefen Peilrohr des Brunnens I sowie im flachen und tiefen Peilrohr des Brunnens II überschritten. Bei der vorangegangenen Beprobung im August 2021 wurde der Schwellenwert der GrwV noch in allen Brunnenpeilrohren unterschritten. Bei der Probenahme im Mai 2018 wurde der Schwellenwert am Br. IV flach mit einer Konzentration von 1,4 mg/l überschritten. Folglich waren bisher nur bei den flachen Peilrohren mit zeitweise erhöhten Ammoniumkonzentrationen zu rechnen. Im Förderstrom der Brunnen wird der Schwellenwert der GrwV aber noch deutlich unterschritten.

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 - 260 mg/l. Im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist die Hydrogencarbonatkonzentration mit 260 mg/l auf einem vergleichbaren Niveau wie im August 2021 (270 mg/l). Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich zwischen 6,4 mg/l (Br. II flach) und 180 mg/l (Br. IV flach). Die Sulfatkonzentration liegt im flachen Peilrohr des Brunnens IV auf einem vergleichbaren Niveau wie im August 2021 (170 mg/l). 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 mit 7,1 mg/l von untergeordneter Bedeutung ist, prägt Sulfat beim flachen Peilrohr des Brunnens IV neben Hydrogencarbonat die Rohwasserbeschaffenheit. Die Chloridkonzentrationen variieren von 8,7 mg/l (Br. II flach) bis 61 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 0,943 mg/l analog zur vorangegangenen Beprobung überschritten. Beim flachen Peilrohr des Brunnens II wurde der Schwellenwert im Februar 2022 ebenfalls mit 0,511 mg/l leicht überschritten. Im August 2021 (0,490 mg/l) wurde der Schwellenwert noch knapp unterschritten. Die übrigen Peilrohre zeigen mit 0,012 - 0,311 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 Nitrat-Konzentration von 5 mg/l bzw. eine Nitrit-Konzentration von 0,03 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 5,45 °dH (Br. IV tief) und 20,4 °dH (Br. IV flach). Mit den höchsten Calcium- und Magnesiumkonzentrationen geht beim flachen Peilrohr des Brunnens IV auch die höchste Gesamthärte einher. Zieht man das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz **[U 29]** zur Orientierung heran, ist der Härtebereich des flachen Peilrohrs des Brunnens IV analog zum August 2021 als „hart“ (> 14 °dH) einzustufen. Das flache Peilrohr des Brunnens I kann mit einer Gesamthärte von 13,3 °dH nach wie vor dem Härtebereich „mittel“ zugeordnet werden. Das tiefe Peilrohr des Brunnens I fällt im Februar 2022 mit 10,2 °dH in den Härtebereich „mittel“. Während dieses im August 2021 mit 7,51 °dH in den Härtebereich „weich“ (< 8,4 °dH) fiel, wurde im Februar 2021 mit 10,5 °dH ebenfalls ein „mittlerer“ Härtebereich festgestellt. Die beiden Peilrohre des Brunnens II sowie das tiefe Peilrohr des Brunnens IV können wie im August 2021 dem Härtebereich „weich“ (< 8,4 °dH) zugeordnet werden.

Die Konzentrationen des Parameters Aluminium variieren von < 0,005 - 0,327 mg/l. Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,2 mg/l; in der GrwV ist kein Schwellenwert für Aluminium festgelegt) wurde mit 0,327 mg/l beim Brunnen IV flach überschritten. Im August 2021 lag die Aluminiumkonzentration beim Brunnen IV flach mit 0,074 mg/l auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Erstmals erhöhte Aluminiumkonzentrationen waren bei der Beprobung im Februar 2021 aufgetreten. Diese lagen mit bis zu 0,950 mg/l teilweise oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwerts der TrinkwV. Beim Brunnen IV flach wurde im Februar 2021 mit 0,950 mg/l die höchste Aluminiumkonzentration verzeichnet. Die Aluminiumkonzentration des Brunnens IV flach vom Februar 2022 beträgt mit 0,327 mg/l nur rd. ein Drittel dieses Maximalwerts.

Beim Parameter DOC wurden Gehalte von 1,1 - 9,5 mg/l ermittelt. Der DOC-Gehalt des Brunnens IV flach liegt mit 9,5 mg/l auf demselben Niveau wie im August 2021 (9,6 mg/l).

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) lag in den Peilrohren der Brunnen zwischen 0,03 mg/l (Br. II flach) und 0,08 mg/l (Br. IV flach).

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 43 können die analysierten Wässer nach FURTA & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im Februar 2022 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)

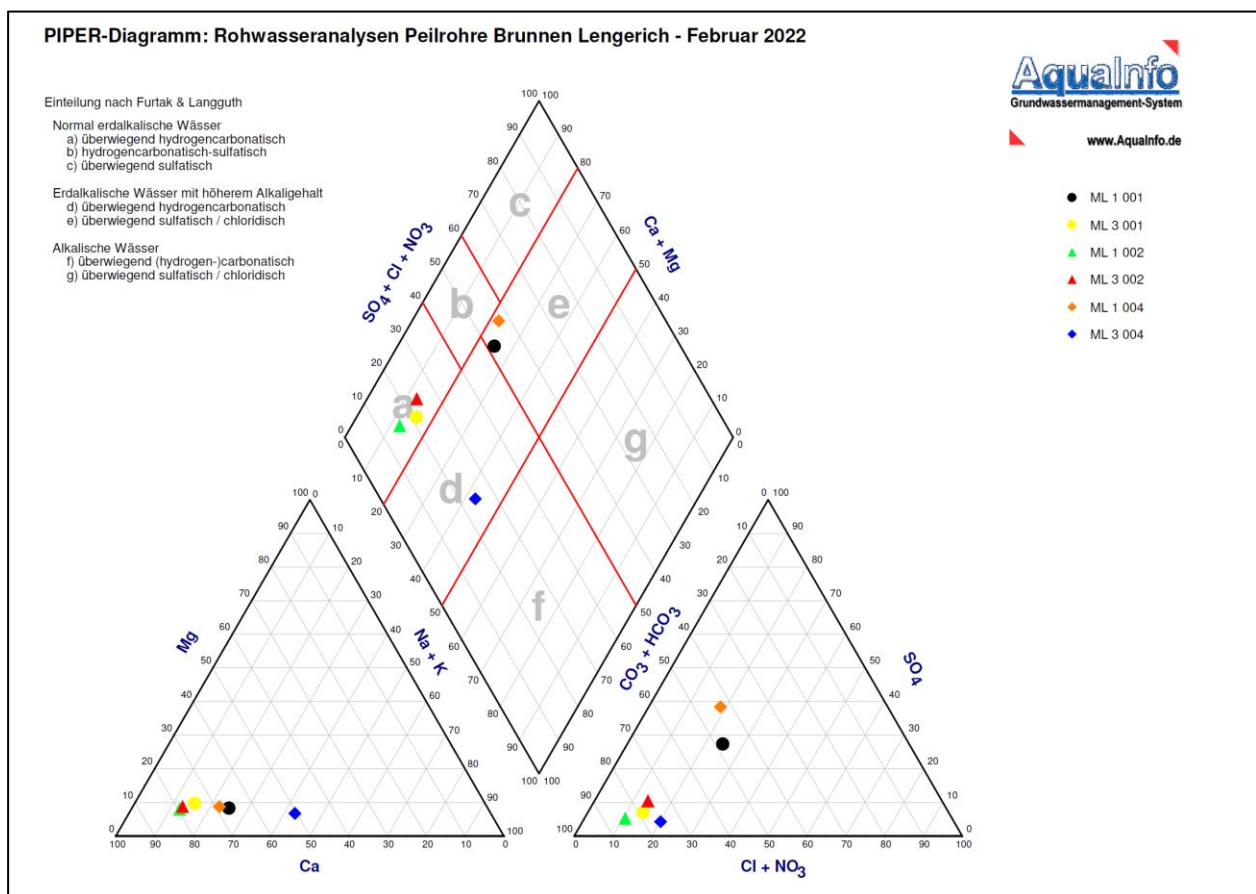
Die Feldgrenzen der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm orientieren sich an festgelegten Ionenkonzentrationen, sodass selbst kleine, im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite auftretende und somit nicht relevante Konzentrationsänderungen zu einer Verlagerung und ggf. Neuzuordnung der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm führen können. Im Vergleich zum PIPER-Diagramm der Grundwasserproben vom August 2021 ergeben

sich nun für das PIPER-Diagramm der Rohwasserproben im Februar 2022 folgende Veränderungen:

- Brunnen IV (flach) im August 2021: Normal erdalkalische Wässer – hydrogencarbonat-sulfatisch (Feld b im PIPER-Diagramm)

Beim flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich die Natriumkonzentration leicht erhöht (Februar 2022: 42,2 mg/l, August 2021: 37,1 mg/l), sodass der Anteil „Natrium + Kalium“ im PIPER-Diagramm gestiegen ist und folglich ein etwas höherer Alkaliegehalt vorliegt.

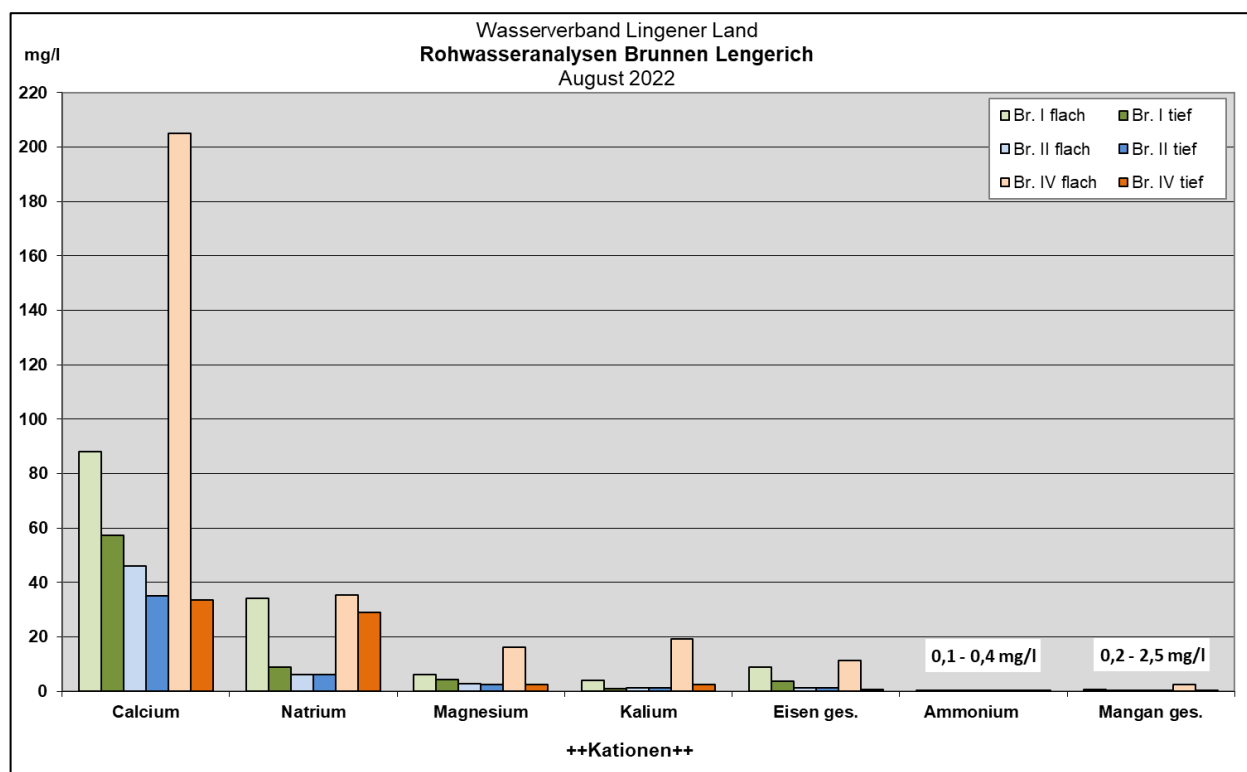
Die Veränderung der hydrochemischen Beschaffenheit im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist im Februar 2022 im Wesentlichen auf die natürliche Schwankungsbreite der Konzentrationen zurückzuführen. Zur Mitte der zweiten Pumpphase im August 2021 und zum Ende der zweiten Pumpphase im Februar 2022 liegen die ermittelten Konzentrationen auf einem vergleichbaren Niveau.



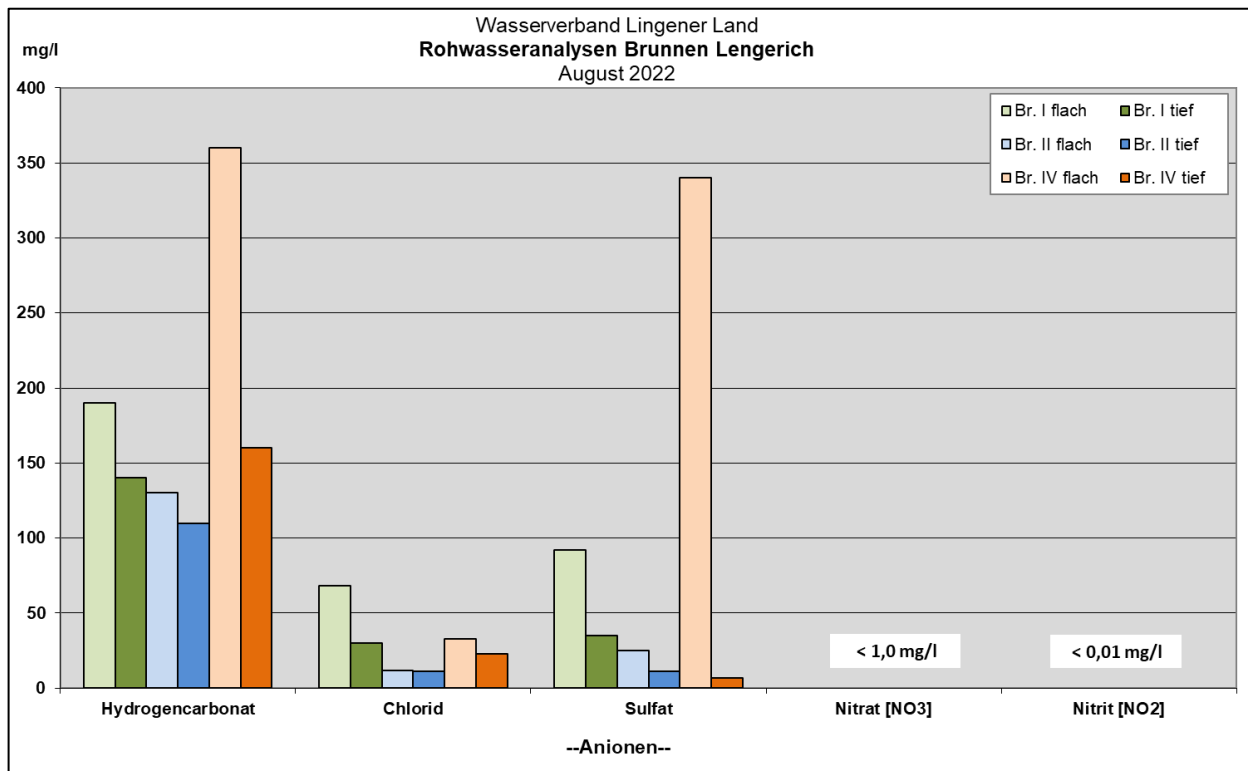
**Abbildung 43: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der flachen bzw. tiefen Peilrohre der Brunnen Lengerich im Februar 2022**

## 8.6 Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen Lengerich, Peilrohre (August 2022)

Am 03.08.2022 erfolgte die fünfte Probenahme und Analytik der Brunnenpeilrohre während der Durchführung des Pumpversuchs durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH*. Analog zu den vier vorangegangenen Beprobungen wurde auch diese Untersuchung der Rohwasser in den Peilrohren der Brunnen (jeweils flach und tief) zur Mitte der Phase D 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 44 und Abbildung 45 sind die Konzentrationen der Hauptkationen und Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre im August 2022 graphisch gegenübergestellt. Die wichtigsten Parameter dieser Rohwasseranalysen sind zudem in Tabelle 14 aufgelistet.



**Abbildung 44: Konzentrationen der Hauptkationen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im August 2022.**



**Abbildung 45: Konzentrationen der Hauptanionen im Rohwasser der Brunnenpeilrohre (flach und tief) der Brunnen Lengerich im August 2022.**

**Tabelle 14: Übersicht der Rohwasseranalysen der Brunnenpeilrohre im August 2022; 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 03.08.2022	Br. II flach 03.08.2022	Br. IV flach 03.08.2022	Br. I tief 03.08.2022	Br. II tief 03.08.2022	Br. IV tief 03.08.2022
Wassertemperatur	[°C]			10,9	11,2	12,7	10,7	11,1	11,7
pH-Wert	(gemessen)		6,5 - 9,5	7,08	7,50	6,59	7,28	7,49	7,68
Leitfähigkeit (bei 20 °C)	[µS/cm]		2500 (bei 20 °C)	657	263	1143	366	220	302
Sauerstoff	[mg/l]			4,4	1,2	0,2	4,5	1,0	0,2
Gesamthärte	[°dH]			13,7	7,07	32,4	9,01	5,45	5,30
Calcium	[mg/l]			88,1	45,9	205	57,3	35,0	33,6
Magnesium	[mg/l]			6,1	2,8	16,1	4,3	2,4	2,6
Kalium	[mg/l]			4,0	1,2	19,3	1,0	1,4	2,6
Natrium	[mg/l]		200	34,2	6,2	35,4	8,9	6,3	29,0
Eisen, gesamt	[mg/l]		0,2	<b>9,04</b>	<b>1,39</b>	<b>11,2</b>	<b>3,79</b>	<b>1,14</b>	<b>0,650</b>
Mangan, gesamt	[mg/l]		0,05	<b>0,695</b>	<b>0,447</b>	<b>2,50</b>	<b>0,250</b>	<b>0,217</b>	<b>0,196</b>
Ammonium	[mg/l]	0,5	0,5	0,38	0,15	0,10	0,09	0,31	0,13
Aluminium	[mg/l]		0,2	0,081	0,033	0,078	< 0,005	< 0,005	0,008
Chlorid	[mg/l]	250	250	68	12	33	30	11	23
Sulfat	[mg/l]	250	250	92	25	<b>340</b>	35	11	6,7
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]			3,2	2,1	5,8	2,2	1,9	2,6
Hydrogencarbonat	[mg/l]			190	130	360	140	110	160
ortho-Phosphat	[mg/l]	0,5		0,011	0,300	0,011	0,024	0,133	<b>1,26</b>
Nitrat	[mg/l]	50	50	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Nitrit	[mg/l]	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DOC	[mg/l]			5,6	2,1	9,7	2,1	1,0	1,2
AOX	[mg/l]			0,02	0,02	0,02	< 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 6,59 (Br. IV flach) und 7,68 (Br. IV tief). Der pH-Wert des flachen Peilrohrs vom Brunnen IV ist mit 6,59 auf einem leicht niedrigeren Niveau als im Februar 2022



(6,73). Der Grenzwertbereich der zur Orientierung herangezogenen TrinkwV (6,5 - 9,5) wird noch eingehalten.

Die elektrische Leitfähigkeit (bei 20 °C) schwankt zwischen 220 µS/cm (Br. II tief) und 1.143 µS/cm (Br. IV flach). Der Brunnen IV flach besitzt nach wie vor die höchste Gesamtminalisation. Diese ist gegenüber den vorangegangenen Analysen weiter angestiegen (Februar 2022: 818 µS/cm bei 20 °C, August 2021: 1.044 µS/cm bei 20 °C). Der Grenzwert der TrinkwV (2.500 µS/cm) wird aber noch deutlich unterschritten. Die elektrischen Leitfähigkeiten der anderen Peilrohre liegen mit bis zu 657 µS/cm nach wie vor auf einem niedrigeren Niveau.

Das dominierende Kation ist bei den Brunnen Calcium mit Konzentrationen von 33,6 - 205 mg/l. Der Brunnen IV flach zeigt mit 205 mg/l die höchste Calciumkonzentration. Diese hat sich gegenüber der vorangegangenen Beprobung erhöht (Februar 2022: 129 mg/l). Beim Brunnen IV tief ist dagegen mit 33,6 mg/l nach wie vor eine deutlich niedrigere Calciumkonzentration zu beobachten, die zudem auf einem vergleichbaren Niveau wie im Februar 2022 (34,3 mg/l) liegt. Die Calciumkonzentrationen der beiden Peilrohre des Brunnens IV weichen damit stark voneinander ab. Die Natriumkonzentration ist mit 35,4 mg/l ebenfalls beim Brunnen IV flach am höchsten, liegt aber auf einem deutlich niedrigeren Niveau als die erfasste Calciumkonzentration. Die Natriumkonzentration ist im Vergleich zur Beprobung im Februar 2022 leicht gesunken (42,2 mg/l). Beim Brunnen IV tief liegt die Natriumkonzentration mit 29,0 mg/l dagegen auf einem vergleichbaren Niveau wie die Calciumkonzentration von 33,6 mg/l. Neben Calcium tritt folglich auch Natrium beim Brunnen IV tief als dominierendes Kation auf. In den Peilrohren des Brunnens II liegen die Natriumkonzentrationen mit 6,2 mg/l bzw. 6,3 mg/l auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen sind analog zu Calcium beim Brunnen IV flach angestiegen. Diese liegen im August 2022 bei 16,1 mg/l Magnesium bzw. 19,1 mg/l Kalium. Der Brunnen IV flach weist einen höheren Gesamtlösungsinhalt auf als die übrigen Peilrohre. Bei den anderen Peilrohren der Brunnen sind die Konzentrationen mit 2,4 - 6,1 mg/l Magnesium bzw. 1,0 - 4,0 mg/l deutlich geringer.

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 0,650 mg/l (Br. IV tief) bis 11,2 mg/l (Br. IV flach). Hinsichtlich Mangan betragen die Konzentrationen von 0,196 mg/l (Br. IV tief) bis 2,50 mg/l (Br. IV flach). Damit sind die höchsten Eisen- und Mangankonzentration im flachen Peilrohr des Brunnens IV aufgetreten. Auffällig ist auch hier, dass beim Brunnen IV tief deutlich geringere Konzentrationen zu verzeichnen sind.

Die Konzentrationen an Ammonium reichen von 0,09 mg/l (Br. I tief) bis 0,38 mg/l (Br. I flach). Der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l; entspricht dem Grenzwert der TrinkwV) wird stets eingehalten. Die im Februar 2022 aufgetretenen Überschreitungen des Schwellenwertes im tiefen Peilrohr des Brunnens I sowie im flachen und tiefen Peilrohr des Brunnens II sind nicht erneut aufgetreten. Im Förderstrom der Brunnen wird der Schwellenwert der GrwV ebenfalls weiterhin deutlich unterschritten.

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 - 360 mg/l. Im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist die Hydrogencarbonatkonzentration mit 360 mg/l auf einem höheren Niveau als im Februar 2022 (260 mg/l). Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich zwischen 6,7 mg/l (Br. IV tief) und 340 mg/l (Br. IV flach). Die Sulfatkonzentration liegt im flachen Peilrohr des Brunnens IV mit 340 mg/l auf einem deutlich höheren Niveau als im Februar 2022 (180 mg/l). 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 mit 6,7 mg/l von untergeordneter Bedeutung ist, prägt Sulfat beim flachen Peilrohr des Brunnens IV neben Hydrogencarbonat die Rohwasserbeschaffenheit. Mit einer Sulfatkonzentration von 340 mg/l im flachen Peilrohr des Brunnens IV wurde der Schwellenwert der GrwV für Sulfat (250 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) im August 2022 erstmalig in diesem Peilrohr überschritten. Die Chloridkonzentrationen variieren von 11 mg/l (Br. II tief) bis 68 mg/l (Br. I flach). Der Schwellenwert der GrwV für Chlorid (250 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) wurde eingehalten. Die Chloridkonzentration des flachen Peilrohres des Brunnens IV ist mit 33 mg/l anders als die Sulfatkonzentration nach wie vor unauffällig.

Hinsichtlich des Parameters ortho-Phosphat wurde der Schwellenwert der GrwV (0,5 mg/l) beim tiefen Peilrohr des Brunnens IV mit 1,26 mg/l analog zur vorangegangenen Beprobung überschritten. Beim flachen Peilrohr des Brunnens II wurde der Schwellenwert im August 2022 mit 0,30 mg/l anders als im Februar 2022 (0,511 mg/l) wieder unterschritten. Die weiteren Peilrohre zeigen mit 0,011 - 0,133 mg/l niedrige ortho-Phosphat-Konzentrationen.

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 5,30 °dH (Br. IV tief) und 32,4 °dH (Br. IV flach). Mit den höchsten Calcium- und Magnesiumkonzentrationen geht beim flachen Peilrohr des Brunnens IV auch die höchste Gesamthärte einher. Zieht man das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz [**U 29**] zur Orientierung heran, ist der Härtebereich des flachen Peilrohres des Brunnens IV analog zum Februar 2022 als „hart“ (> 14 °dH) einzustufen. Das flache Peilrohr des Brunnens I kann mit einer Gesamthärte von 13,7 °dH nach wie vor dem Härtebereich „mittel“ zugeordnet werden. Das tiefe Peilrohr des Brunnens I fällt im August 2022 mit 9,01 °dH erneut in den Härtebereich „mittel“. Die beiden Peilrohre des Brunnens II sowie das tiefe Peilrohr des Brunnens IV können wie im Februar 2022 dem Härtebereich „weich“ (< 8,4 °dH) zugeordnet werden.

Die Konzentrationen des Parameters Aluminium variieren von < 0,005 - 0,081 mg/l. Im Februar 2022 wurde der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,2 mg/l; in der GrwV ist kein Schwellenwert für Aluminium festgelegt) mit 0,327 mg/l beim Brunnen IV flach überschritten. Erstmals erhöhte Aluminiumkonzentrationen waren bei der Beprobung im Februar 2021 aufgetreten. Diese lagen mit bis zu 0,950 mg/l teilweise oberhalb des zur Orientierung herangezogenen Grenzwerts der TrinkwV. Beim Brunnen IV flach wurde im Februar 2021 mit 0,950 mg/l die höchste Aluminiumkonzentration verzeichnet. Aktuell sind die Aluminiumkonzentrationen wieder unauffällig.

Beim Parameter DOC wurden Gehalte von 1,0 - 9,7 mg/l ermittelt. Der DOC-Gehalt des Brunnens IV flach liegt mit 9,7 mg/l auf demselben Niveau wie im Februar 2022 (9,5 mg/l).

Der Parameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) betrug in den Peilrohren der Brunnen < 0,01 mg/l bei Br. I tief, Br. II tief und 0,02 mg/l bei den restlichen Peilrohren.

Anhand des PIPER-Diagrammes in Abbildung 46 können die analysierten Wässer nach FURTA & LANGGUTH verschiedenen Wassertypen zugeordnet werden. Bei den analysierten Rohwässern handelt es sich im August 2022 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), 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. Neuordnung 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)

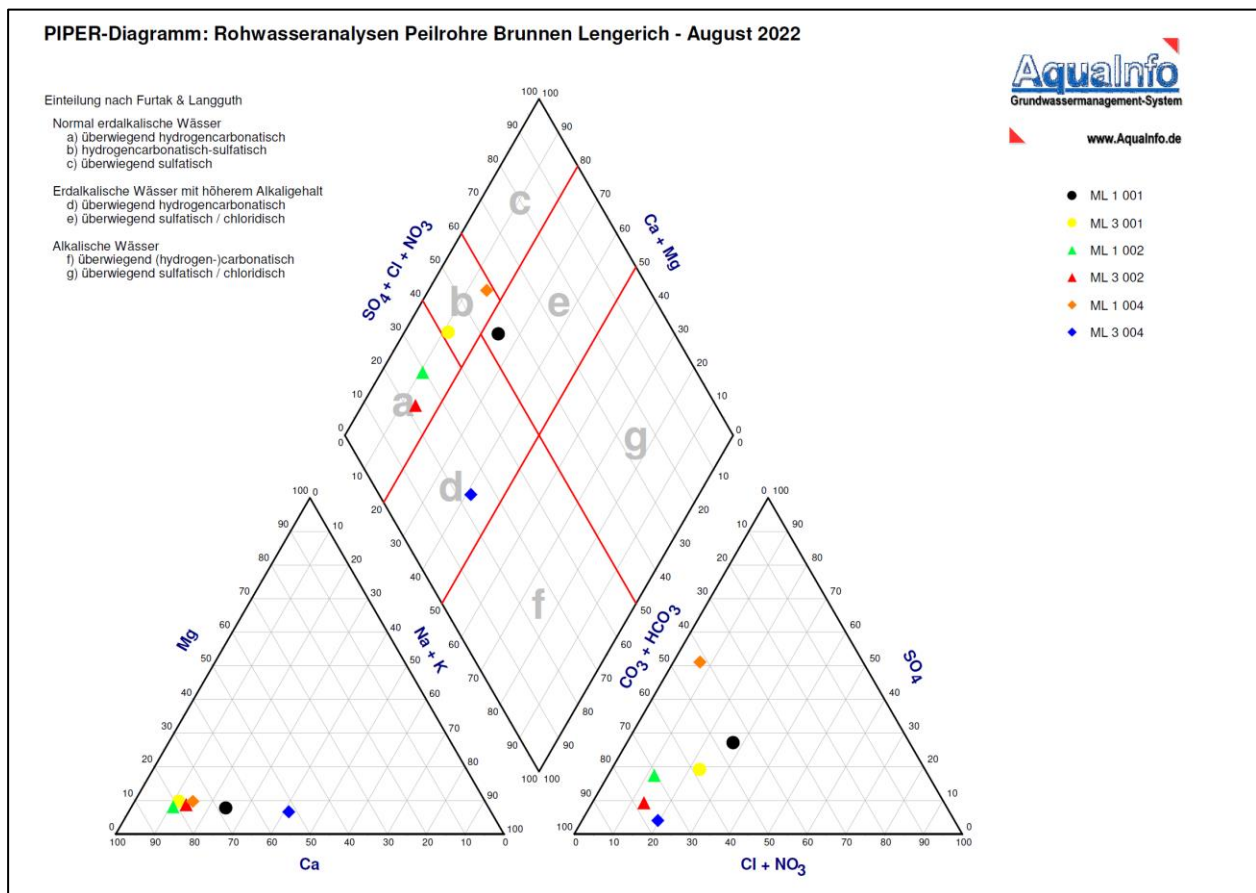
Die Feldgrenzen der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm orientieren sich an festgelegten Ionenkonzentrationen, sodass selbst kleine, im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite auftretende und somit nicht relevante Konzentrationsänderungen zu einer Verlagerung und ggf. Neuordnung der hydrochemischen Klassifizierung im PIPER-Diagramm führen können. Aufgrund der im März 2022 begonnenen 3. Pumpphase hat sich zudem der Grundwasserzustrom zu den Brunnen gegenüber dem Zustand im Februar 2022 verändert. Im Vergleich zum PIPER-Diagramm der Grundwasserproben vom Februar 2022 ergeben sich nun für das PIPER-Diagramm der Rohwasserproben im August 2022 folgende Veränderungen:

- Brunnen I (tief) im Februar 2022: Normal erdalkalische Wässer – überwiegend hydrogencarbonatisch (Feld a im PIPER-Diagramm)
- Brunnen IV (flach) im Februar 2022: Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt (Feld e im PIPER-Diagramm)

Beim tiefen Peilrohr des Brunnens I haben sich die Sulfat- und Chloridkonzentrationen leicht erhöht (August 2022: 35 mg/l Sulfat, 30 mg/l Chlorid; Februar 2022: 15 mg/l Sulfat, 22 mg/l Chlorid), wohingegen die Hydrogencarbonatkonzentration gesunken ist (August: 2022: 140 mg/l, Februar

2022: 210 mg/l). Folglich ist der Anteil „Sulfat + Chlorid + Nitrat“ im PIPER-Diagramm angestiegen. Beim flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich wie zuvor beschrieben insbesondere die Calciumkonzentration erhöht, während die Natriumkonzentration gesunken ist, sodass der Anteil „Calcium + Magnesium“ im PIPER-Diagramm gestiegen ist und folglich ein höherer Erdalkaligehalt vorliegt.

Die Veränderung der hydrochemischen Beschaffenheit in den zwei Peilrohren ist im August 2022 ist neben der natürlichen Schwankungsbreite der Konzentrationen auf den zum Zeitpunkt der Beprobung im August 2022 knapp 2,5 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 46: PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der flachen bzw. tiefen Peilrohre der Brunnen Lengerich im August 2022**

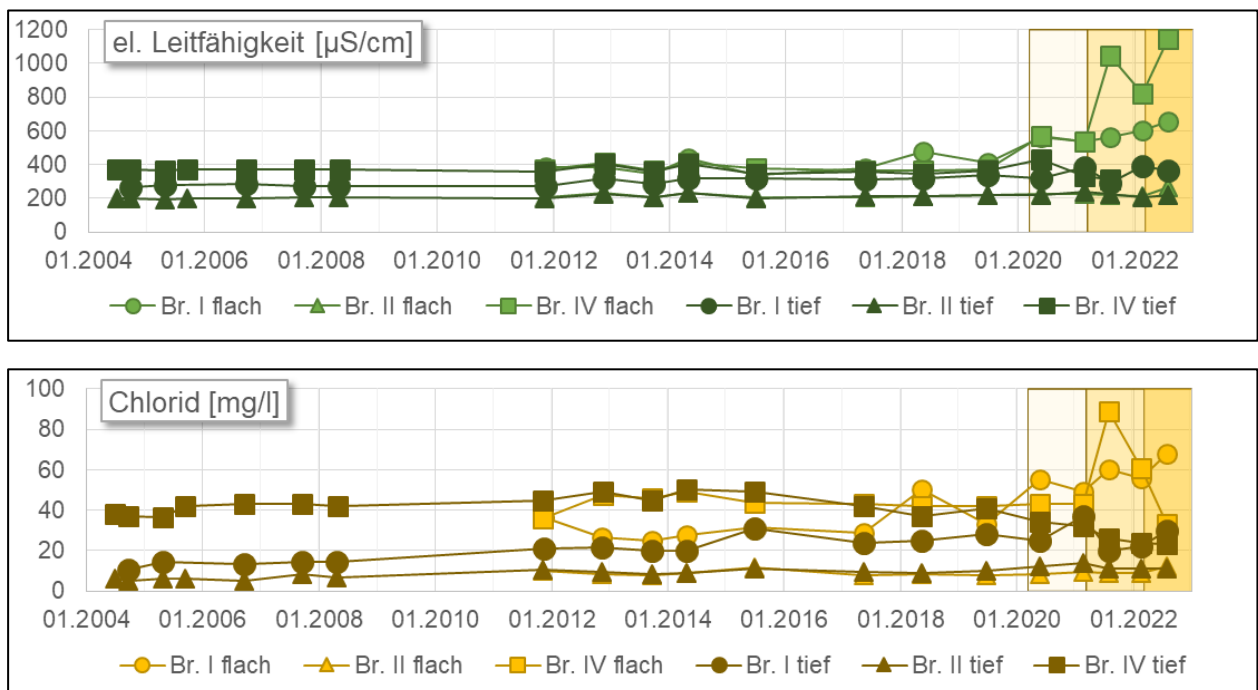
## **8.7 Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf der Durchführung des Pumpversuchs (Beprobung der Brunnenpeilrohre)**

Die Peilrohre der Brunnen wurden bereits vor Beginn des Pumpversuchs beprobt und analysiert. In Abbildung 47 bis Abbildung 50 sind die Ganglinien ausgewählter Parameter für den Zeitraum von 2004 bis August 2022 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 elektrischen Leitfähigkeiten (20 °C) der Wässer lagen vor Beginn des Pumpversuchs im März 2020 im Bereich von rd. 200 - 470  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Bei den tiefen Peilrohren der drei Brunnen sowie beim flachen Peilrohr des Brunnens II liegen die elektrischen Leitfähigkeiten weiterhin konstant auf diesem Niveau. Anstiege der elektrischen Leitfähigkeit sind dagegen bei den flachen Peilrohren der Brunnen I und IV zu beobachten. Insbesondere beim Brunnen IV flach ist die elektrische Leitfähigkeit vergleichsweise stark bis auf rd. 1.100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  angestiegen. Beim Brunnen I flach ist die elektrische Leitfähigkeit mit bis zu rd. 660  $\mu\text{S}/\text{cm}$  weniger stark angestiegen. Bei den übrigen Peilrohren hat sich das Niveau der elektrischen Leitfähigkeit gegenüber dem Zustand ohne Förderung nicht verändert.

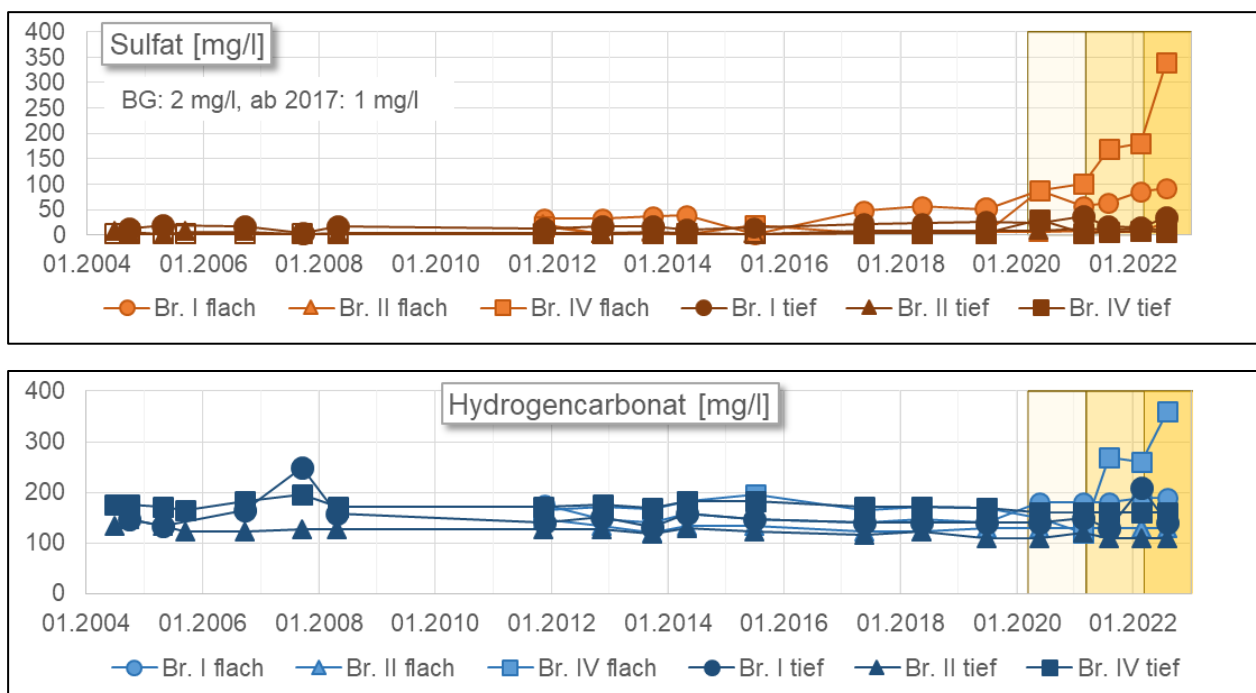
Die Chloridkonzentration ist beim flachen Peilrohr des Brunnens IV im August 2021 zwischenzeitig auf 89 mg/l angestiegen. (Abbildung 47). Seither sind die Chloridkonzentrationen im flachen Peilrohr des Brunnens IV rückläufig. Im August 2022 lag die Chloridkonzentration mit 30 mg/l auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Die höchste Chloridkonzentration zur Mitte der 3. Pumpphase wurde beim flachen Peilrohr des Brunnens I mit 68 mg/l erfasst. Beim flachen Peilrohr des Brunnens I ist eine leicht ansteigende Tendenz der Chloridkonzentrationen zu erkennen, diese bewegen sich aber weiterhin auf einem moderaten Niveau. Die geringsten Chloridkonzentrationen besitzt nach wie vor der Brunnen II.



**Abbildung 47: 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**

Beim flachen Peilrohr des Brunnens IV ist ein deutlicher Anstieg der Sulfatkonzentrationen zu erkennen (Abbildung 48). Während die Sulfatkonzentrationen vor Beginn des Pumpversuches unterhalb von 20 mg/l lagen, steigen diese seither kontinuierlich an. Im August 2022, zur Mitte der dritten Pumpstufe, wurde mit 340 mg/l ein neuer Maximalwert erreicht. Zuvor lag die Sulfatkonzentration im Februar 2022, d.h. zum Ende der zweiten Pumpstufe, bei 180 mg/l. Der Schwellenwert der GrwV (250 mg/l; entspricht den Grenzwerten der TrinkwV) wurde damit im August 2022 erstmalig überschritten. Beim tiefen Peilrohr des Brunnens IV hat sich das Niveau der Sulfatkonzentrationen gegenüber dem Niveau vor Beginn des Pumpversuchs nicht verändert. Die Sulfatkonzentrationen liegen mit i.d.R. < 10 mg/l auf einem sehr niedrigen Niveau. Eine leicht ansteigende Tendenz ist beim flachen Peilrohr des Brunnens I festzustellen. Die im August 2022 erfasste Konzentration von 92 mg/l Sulfat ist aber deutlich niedriger als beim flachen Peilrohr des Brunnens IV. Beim tiefen Peilrohr des Brunnens I sind die Sulfatkonzentrationen seit Beginn des Pumpversuchs zwar zeitweise leicht gestiegen, verbleiben aber mit < 40 mg/l auf einem eher niedrigen Niveau. Ein Anstieg der Sulfatkonzentration ist im August 2022 auch beim flachen Peilrohr des Brunnens II auszumachen. Während die Sulfatkonzentrationen bis Februar 2022 noch < 10 mg/l betragen, liegt diese im August 2022 bei 25 mg/l und damit trotz des Anstiegs nach wie vor auf einem niedrigen Niveau. Beim tiefen Peilrohr des Brunnens II sind nach wie vor geringe Sulfatkonzentrationen < 20 mg/l zu verzeichnen.

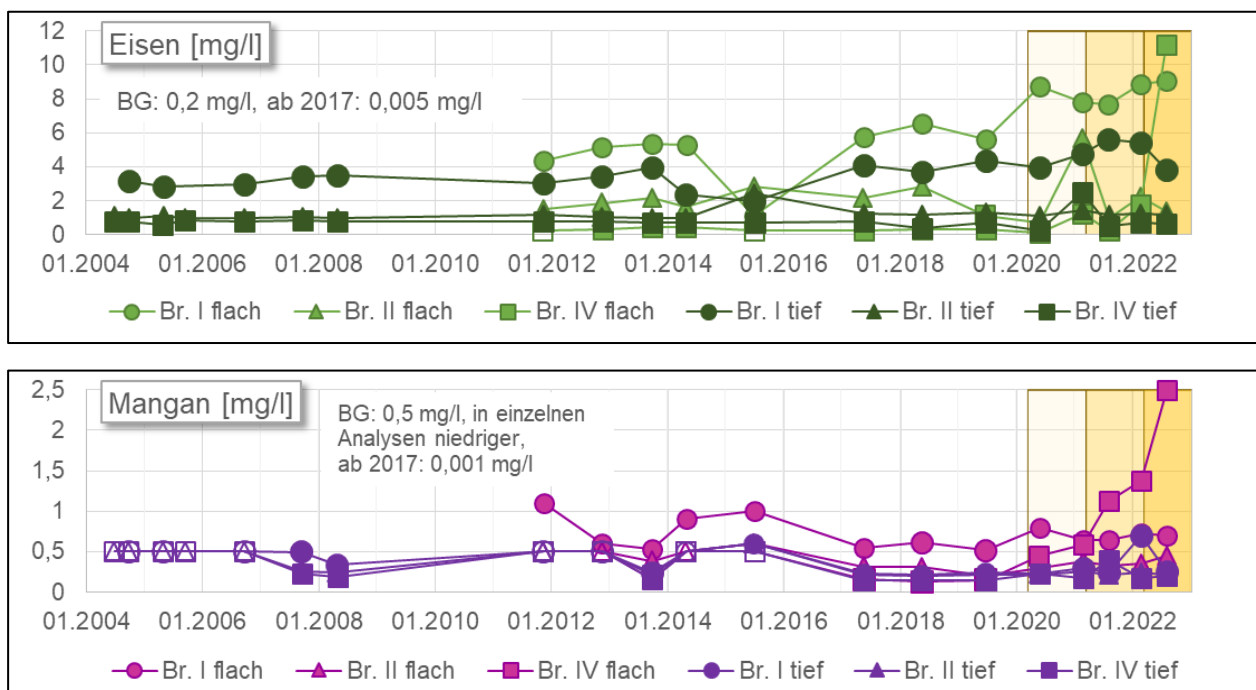
Die Hydrogencarbonatkonzentrationen liegen bei den Brunnen generell zwischen 100 mg/l und 200 mg/l (Abbildung 48). Im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist im August 2022 analog zu Sulfat auch ein deutlicher Anstieg der Hydrogencarbonatkonzentration auf 360 mg/l zu beobachten. Abgesehen vom Brunnen IV flach liegen die Hydrogencarbonatkonzentrationen auf demselben Niveau wie vor Beginn des Pumpversuchs.



**Abbildung 48: 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 49). Hier liegt Eisen im flachen Peilrohr mit bis zu 9,04 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. Im August 2022 ist die Eisenkonzentration im flachen Peilrohr des Brunnens IV überdurchschnittlich stark angestiegen. Während die Eisenkonzentration im Februar 2022 mit 1,78 mg/l noch nicht auffällig hoch war, steigt diese im August 2022 auf 11,2 mg/l an und entspricht damit einem neuen Maximalwert. Im tiefen Peilrohr des Brunnens IV hat sich das Niveau der Eisenkonzentrationen dagegen nicht verändert.

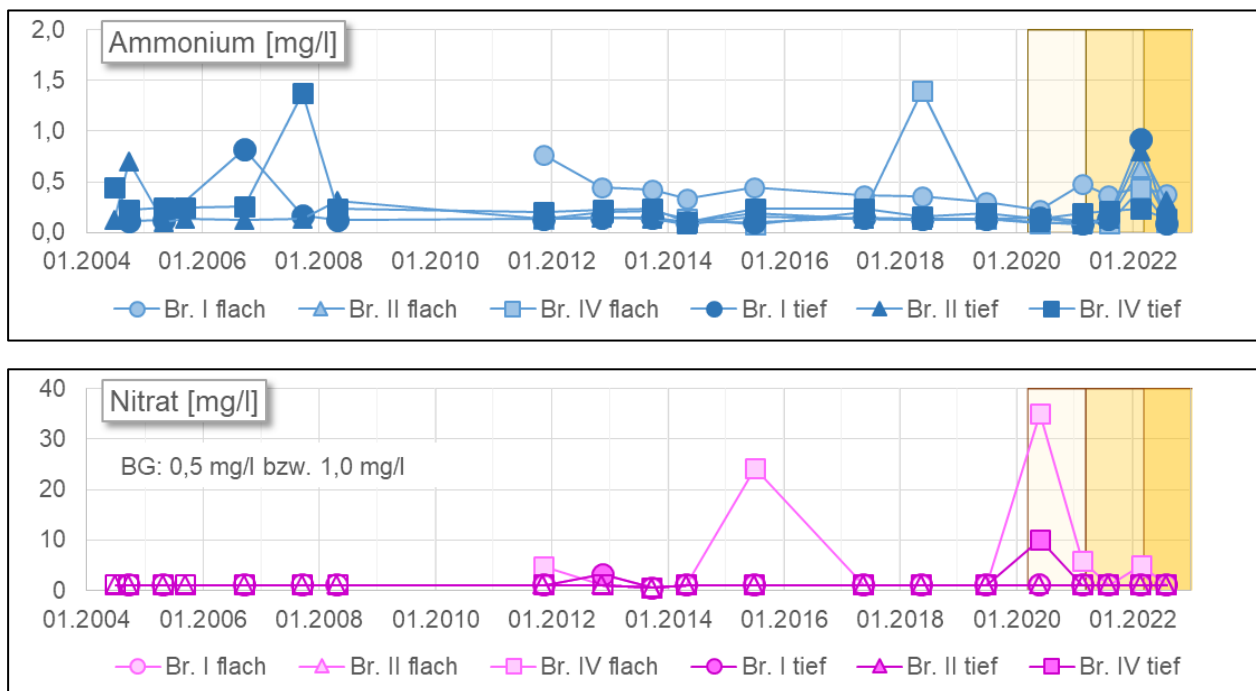
Im flachen Peilrohr des Brunnens IV ist im August 2022 neben der Eisenkonzentration auch die Mangankonzentration angestiegen. Seit August 2021 sind die höchsten Mangankonzentrationen beim flachen Peilrohr des Brunnens IV aufgetreten. Diese haben sich bis August 2022 kontinuierlich bis auf 2,5 mg/l erhöht. Auch beim Parameter Mangan sind die Konzentrationen im tiefen Peilrohr des Brunnens IV hiervon unberührt und liegen auf dem Niveau vor Beginn des Pumpversuches. Abgesehen vom flachen Peilrohr des Brunnens IV hat sich das Niveau der Mangankonzentrationen in den Peilrohren der Brunnen nicht verändert. Im flachen Peilrohr des Brunnens I waren bereits vor Beginn des Pumpversuches Mangankonzentrationen von bis zu 1,1 mg/l anzutreffen. In den übrigen Peilrohren liegen sie meist im Bereich oder unterhalb von 0,5 mg/l. 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. 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.



**Abbildung 49: 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 50). 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. Im Februar 2022 wurden in den Peilrohren aller Brunnen höhere Ammoniumkonzentrationen als bei der vorangegangenen Beprobung im August 2021 festgestellt. Dieses Niveau hat sich allerdings im August 2022 nicht bestätigt, die Konzentrationen liegen zur Mitte der 3. Pumpstufe wieder auf dem Niveau vor Februar 2022.

Die Wässer in den Brunnen-Peilrohren 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 Peilrohr betrug die Nitratkonzentration im Mai 2020 35 mg/l, am tiefen Peilrohr 10 mg/l. Bei den darauffolgenden Beprobungen sind die Nitratkonzentrationen im Brunnen IV wieder deutlich gesunken und liegen im August 2022, wie auch die Nitratkonzentrationen der anderen Peilrohre, unterhalb der Bestimmungsgrenze.



**Abbildung 50: 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 ist vor allem auf einen Anstieg der Calcium-, Hydrogencarbonat- und Sulfatkonzentrationen zurückzuführen. Zudem steigen die Eisen- und Mangankonzentrationen beim flachen Peilrohr des Brunnens IV an. Da die vorliegenden Untersuchungen der Peilrohre erst die fünfte 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, deren Untersuchungen während des Pumpversuchs zusätzlich zu dem in Kapitel 8.1 beschriebenen Untersuchungsumfang durchgeführt werden, 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 2022 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 höhere elektrische Leitfähigkeit sowie das höhere Niveau der Calcium-, Hydrogencarbonat- und Sulfatkonzentrationen im flachen Peilrohr des Brunnens IV sind bei der Beprobung des Förderstroms des Brunnens IV nicht festzustellen. Analog ist die Situation bei den leichten Anstiegen der elektrischen Leitfähigkeit sowie der Chlorid- und Sulfatkonzentrationen beim flachen Peilrohr des Brunnens I. Auch diese sind im Förderstrom des Brunnens I nicht festzustellen. Der Grund für die angestiegene elektrische Leitfähigkeit in den flachen Peilrohren der Brunnen I und IV ist aktuell noch nicht bekannt. Es sollte zunächst abgewartet werden, ob sich das Niveau bei der nächsten Analytik bestätigt. Die Eisen- und Mangankonzentrationen im Förderstrom liegen ebenfalls auf dem Niveau der tiefen Peilrohre und nicht auf dem teilweise erhöhten Niveau der flachen Peilrohre.

Bisher wurde der Förderstrom der Brunnen fünfmal beprobt. Der Förderstrom wird gemäß dem in Kapitel 8.1 vorgestellten Umfang noch einmal zum Pumpversuchsende beprobt. Eine zusammenfassende Bewertung der Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit im Verlauf des Pumpversuchs wird im Abschlussbericht des Pumpversuchs erfolgen.

## **8.8 Grundwasserbeschaffenheit der Vorfeldmessstellen (Februar 2022)**

Gemäß des Durchführungsplans (Kapitel 8.1) [U 15] werden „Vorfeldmessstellen“ aus dem prognostizierten Einzugsgebiet hydrochemisch untersucht (Lage siehe Abbildung 29). Die Untersuchung der Grundwässer in den Vorfeldmessstellen ist während des Pumpversuchs jährlich, jeweils zum Ende einer Pumpversuchsphase durchzuführen. Zudem waren die Grundwässer vor Beginn des Pumpversuches (Ausgangszustand, Phase A), ohne Betrieb der Förderbrunnen zu untersuchen. In Ergänzung zum Untersuchungsumfang gemäß Durchführungsplan wurden die Vorfeldmessstellen nach ca. drei Monaten der ersten Pumpversuchsphase sowie nach ca. sechs Monaten der zweiten Pumpversuchsphase analysiert. Die Ergebnisse sämtlicher durchgeführter hydrochemischer Untersuchungen sind den vorangegangenen Jahresberichten zu entnehmen [U 15].

Die vierte Beprobung und Analytik der Vorfeldmessstellen während der Durchführung des Pumpversuchs erfolgte am 22./23.02.2022 durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH* (entspricht Zeitpunkt (6)). Die Analysen entsprechen der Beprobung der Vorfeldmessstellen ca. 2 Jahre nach Pumpversuchsbeginn, d.h. zum Ende der zweiten Phase des Pumpversuchs (Ende Phase C). In Tabelle 15 sind die wichtigsten Parameter der Grundwasseranalysen aufgelistet.

**Tabelle 15: Ergebnisse der Grundwasserbeprobung (22. - 23.02.2022); 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 <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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	
<b>Schwellenwert GrwV</b>			0,5		250				2500		0,05		50	0,5	0,5		250
<b>Grenzwert TrinkwV</b>		0,2	0,5		250	0,2					200		50	0,5		6,5 - 9,5	250
<b>Vorfeldmessstelle</b>	<b>Datum</b>	<b>"flach" verfilterte Messstellen</b>															
ML 1 203	23.02.2022	0,039	0,27	28,7	42	<b>17,5</b>	29	19,7	409	8,9	<b>0,448</b>	16,3	12	< 0,01	0,055	<b>5,99</b>	110
ML 1 206	23.02.2022	0,109	0,25	31,5	26	<b>0,215</b>	54	11,9	284	5,0	0,030	11,7	<b>51</b>	< 0,01	0,018	<b>6,39</b>	18
ML 1 208	22.02.2022	0,011	< 0,06	68,9	31	<b>3,81</b>	140	2,1	428	5,0	<b>0,503</b>	15,2	< 1	< 0,01	0,019	7,66	68
ML 1 209	22.02.2022	<b>0,431</b>	< 0,06	10,8	18	0,101	6	11,1	186	3,7	<b>0,136</b>	10,8	8,2	< 0,01	0,006	<b>4,91</b>	43
ML 1 211	22.02.2022	0,016	0,09	45,0	7,0	0,152	160	1,3	251	3,4	<b>0,074</b>	6,9	< 1	< 0,01	<b>0,509</b>	7,87	6,1
ML 1 214	22.02.2022	0,095	< 0,06	89,1	21	<b>3,14</b>	160	42,0	630	8,0	<b>0,296</b>	12,1	49	0,15	0,009	6,86	140
ML 1 218	22.02.2022	0,128	0,13	38,8	8,1	<b>2,75</b>	120	3,3	237	5,9	<b>0,104</b>	3,7	2,5	0,03	0,027	<b>6,29</b>	24
		<b>"tief" verfilterte Messstellen</b>															
ML 2 218	22.02.2022	0,010	0,11	59,9	55	<b>7,09</b>	120	1,4	424	6,0	<b>0,578</b>	15,9	< 1	< 0,01	0,022	7,48	43
ML 3 203	23.02.2022	0,101	0,17	36,8	35	<b>23,4</b>	100	1,8	405	2,9	<b>0,381</b>	24,9	< 1	< 0,01	0,008	7,29	64
ML 3 206	23.02.2022	< 0,005	< 0,06	71,5	22	<b>10,8</b>	110	2,1	464	6,8	<b>0,881</b>	13,9	< 1	< 0,01	< 0,005	7,31	130
ML 3 208	22.02.2022	< 0,005	< 0,06	71,1	31	<b>5,82</b>	150	2,4	438	5,1	<b>0,379</b>	13,7	< 1	< 0,01	0,015	7,56	69
ML 3 209	22.02.2022	0,009	< 0,06	33,0	9,1	<b>0,938</b>	120	1,6	208	2,6	<b>0,221</b>	8,9	< 1	< 0,01	0,300	7,74	6,3
ML 3 211	22.02.2022	< 0,005	0,07	30,5	20	<b>3,44</b>	140	2,4	272	2,1	<b>0,375</b>	26,4	< 1	< 0,01	0,012	7,68	8,9
ML 3 214	22.02.2022	0,084	0,17	42,9	14	<b>1,63</b>	150	2,5	275	3,4	<b>0,285</b>	13,5	< 1	< 0,01	0,055	7,63	11
ML 3 218	22.02.2022	0,015	< 0,06	30,0	19	<b>9,39</b>	63	1,1	239	2,3	<b>0,601</b>	10,2	< 1	< 0,01	0,018	7,56	37

Die hydrochemische Grundwasserbeschaffenheit in den Vorfeldmessstellen (Beprobung Februar 2022) wird im Folgenden vorgestellt:

Die elektrische Leitfähigkeit (20 °C) variiert in den flachen Messstellen von 186 µS/cm (ML 1 209) bis 630 µS/cm (ML 1 214), in den tiefen Messstellen von 208 µS/cm (ML 3 209) bis 464 µS/cm (ML 3 206). Damit weisen die „flach“ und die „tief“ verfilterten Messstellen generell niedrige elektrische Leitfähigkeiten auf.

Die flach verfilterten Messstellen zeigen ein leicht saures bis basisches Niveau mit pH-Werten von 4,91 (ML 1 209) bis 7,87 (ML 1 211). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (pH 6,5) wird bei den Messstellen ML 1 203 mit pH 5,99, ML 1 206 mit pH 6,39, ML 1 209 mit pH 4,91 und ML 1 218 mit pH 6,29 unterschritten. Bei den tief verfilterten Messstellen wurde durchweg ein neutrales bis basisches Milieu mit pH-Werten von 7,29 (ML 3 203) bis 7,74 (ML 3 209) festgestellt.

Die Calciumkonzentrationen betragen bei den flachen Messstellen zwischen 10,8 mg/l (ML 1 209) und 89,1 mg/l (ML 1 214), bei den tiefen Messstellen zwischen 30,0 mg/l (ML 3 218) und 71,5 mg/l (ML 3 206). Das Niveau der Calciumkonzentrationen ist somit in den flachen und tiefen Messstellen vergleichbar.

Die Natriumkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen mit 3,7 mg/l (ML 1 218) bis 16,3 mg/l (ML 1 203) ebenso wie bei den tiefen Messstellen mit 8,9 mg/l (ML 3 209) bis 26,4 mg/l (ML 3 211) auf einem relativ geringen Niveau.

Die Kaliumkonzentrationen variieren bei den flachen Messstellen zwischen 1,3 mg/l (ML 1 211) und 42,0 mg/l (ML 1 214), bei den tiefen Messstellen zwischen 1,1 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 2,1 - 8,9 mg/l von untergeordneter Bedeutung.

Die Eisenkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen zwischen 0,101 mg/l (ML 1 209) und 17,5 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 0,938 mg/l (ML 3 209) und 23,4 mg/l (ML 3 203). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (0,2 mg/l) wird mit Ausnahme der flachen Messstellen ML 1 209 (0,101 mg/l) und ML 1 211 (0,152 mg/l) 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 nur bei der flachen Messstelle ML 1 206 mit einer Konzentration von 0,030 mg/l eingehalten. Unter den flachen Messstellen wurde die höchste Mangankonzentration mit 0,503 mg/l an der Messstelle ML 1 208 und unter den tiefen Messstellen mit 0,881 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 1 214) und 0,27 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 3 206, ML 3 208, ML 3 209, ML 3 218) und 0,17 mg/l (ML 3 203, ML 3 214). 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, ML 1 214), bei den tiefen Messstellen zwischen 63 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 7,0 mg/l (ML 1 211) und 42 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 9,1 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 6,1 mg/l (ML 1 211) und 140 mg/l (ML 1 214), bei den tiefen Messstellen von 6,3 mg/l (ML 3 209) bis 130 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 nur bei der flachen Messstelle ML 1 206 mit 51 mg/l knapp überschritten. In der flachen Messstelle ML 1 2014 wird der Schwellenwert der GrwV mit 49 mg/l nur knapp unterschritten. Messbare Nitratkonzentrationen traten zudem bei den flachen Messstellen ML 1 203 (12 mg/l), ML 1 209 (8,2 mg/l) und ML 1 218 (2,5 mg/l) 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 den flachen Messstellen ML 1 214 (0,15 mg/l) und ML 1 218 (0,03 mg/l) wurden geringe Konzentrationen 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 der flachen Messstelle ML 1 209 mit 0,431 mg/l auf. Bei dieser Messstelle ist einhergehend mit der hohen Aluminiumkonzentration ein leicht saures Milieu mit einem pH-Wert von 4,91 zu verzeichnen. 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 0,509 mg/l knapp überschritten. Bei den übrigen Messstellen wurden niedrige Konzentrationen von < 0,005 - 0,30 mg/l erfasst.

Die Gesamthärten der untersuchten Grundwässer bewegen sich mit rd. 2,4 - 14,3 °dH überwiegend im „weichen“, teilweise im „mittleren“ und bei einer flachen Messstelle (ML 1 214) im „harten“ Härtebereich [U 29].

## 8.9 Grundwasserbeschaffenheit der Vorfeldmessstellen (August 2022)

Am 01./02.08.2022 erfolgte zur Mitte der Phase D (Zeitpunkt (7)) zusätzlich zu den Bestimmungen des Durchführungsplans (Kapitel 8.1) eine Grundwasserprobenahme und Analytik der Vorfeldmessstellen durch das Labor *Eurofins Umwelt Nord GmbH*. In Tabelle 16 sind die wichtigsten Parameter dieser fünften Grundwasseranalytik, die im Verlauf des Pumpversuchs durchgeführt wurde, zusammengestellt.

**Tabelle 16: Ergebnisse der Grundwasserbeprobung (03. - 04.08.2022); 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 <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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		mg/l
<b>Schwellenwert GrwV</b>			0,5		250				2500				50	0,5	0,5		250
<b>Grenzwert TrinkwV</b>		0,2	0,5		250	0,2					0,05	200	50	0,5		6,5 - 9,5	250
<b>Vorfeldmessstelle</b>	<b>Datum</b>	<b>"flach" verfilterte Messstellen</b>															
ML 1 203	02.08.2022	0,018	0,23	27,0	41	<b>19,8</b>	35	19	408	8,4	<b>0,456</b>	14,7	< 1	< 0,01	0,009	<b>6,10</b>	110
ML 1 206	02.08.2022	<b>10,9</b>	0,28	30,3	33	<b>7,05</b>	93	10,4	365	4,8	<b>0,183</b>	30,2	<b>53</b>	0,18	0,013	<b>6,48</b>	18
ML 1 208	02.08.2022	0,009	< 0,06	64,5	28	<b>3,26</b>	140	2,1	421	4,3	<b>0,569</b>	13,6	< 1	< 0,01	<b>0,020</b>	7,43	69
ML 1 211	02.08.2022	0,056	0,12	44,1	8,6	<b>0,286</b>	160	1,2	252	3,3	<b>0,172</b>	6,6	< 1	< 0,01	<b>0,617</b>	7,72	5,5
ML 1 214	01.08.2022	0,053	0,06	94,5	21	<b>3,89</b>	160	43,1	641	8,6	<b>0,458</b>	10,6	8,5	0,07	0,010	6,93	180
ML 1 218	01.08.2022	<b>0,239</b>	0,08	41,1	8,2	<b>1,81</b>	110	4,3	221	4,7	0,045	3,6	2,8	0,02	< 0,005	6,53	26
		<b>"tief" verfilterte Messstellen</b>															
ML 2 218	01.08.2022	0,006	0,08	61,6	51	<b>6,88</b>	130	1,5	428	5,9	<b>0,568</b>	15,8	< 1	< 0,01	0,005	7,53	48
ML 3 203	02.08.2022	< 0,005	0,18	33,7	27	<b>25,5</b>	110	1,3	354	2,6	<b>0,356</b>	20,1	< 1	< 0,01	0,008	7,23	48
ML 3 206	02.08.2022	< 0,005	< 0,06	70,1	21	<b>10,4</b>	110	2,0	484	6,1	<b>0,864</b>	12,9	< 1	< 0,01	0,009	7,23	140
ML 3 208	02.08.2022	< 0,005	0,06	69,1	29	<b>5,89</b>	150	2,3	446	4,6	<b>0,352</b>	12,8	< 1	< 0,01	0,016	7,47	68
ML 3 209	02.08.2022	< 0,005	< 0,06	32,3	8,6	<b>0,930</b>	120	1,6	210	2,5	<b>0,214</b>	8,0	< 1	< 0,01	<b>0,869</b>	7,53	6,1
ML 3 211	02.08.2022	< 0,005	0,08	28,2	17	<b>3,03</b>	140	2,4	266	2,0	<b>0,319</b>	24,2	< 1	< 0,01	0,031	7,68	8,6
ML 3 214	01.08.2022	0,015	0,15	41,7	15	<b>1,60</b>	150	2,5	278	3,3	<b>0,279</b>	13,6	< 1	< 0,01	0,086	7,64	11
ML 3 218	01.08.2022	< 0,005	0,09	29,5	19	<b>9,50</b>	67	1,2	238	2,3	<b>0,591</b>	10,0	< 1	< 0,01	0,006	7,51	38

Die hydrochemische Grundwasserbeschaffenheit in den Vorfeldmessstellen (Beprobung August 2022) wird im Folgenden vorgestellt:

Die elektrische Leitfähigkeit (20 °C) variiert in den flachen Messstellen von 221 µS/cm (ML 1 218) bis 641 µS/cm (ML 1 214), in den tiefen Messstellen von 210 µS/cm (ML 3 209) bis 484 µS/cm (ML 3 206). Damit weisen die „flach“ und die „tief“ verfilterten Messstellen generell niedrige elektrische Leitfähigkeiten auf.

Die flach verfilterten Messstellen zeigen ein leicht saures bis basisches Niveau mit pH-Werten von 6,10 (ML 1 203) bis 7,72 (ML 1 211). Der zur Orientierung herangezogene Grenzwert der TrinkwV (pH 6,5) wird bei den Messstellen ML 1 203 mit pH 6,10 und ML 1 206 mit pH 6,48

unterschritten. Bei den tief verfilterten Messstellen wurde durchweg ein neutrales bis basisches Milieu mit pH-Werten von 7,22 (ML 3 203) bis 7,68 (ML 3 211) festgestellt.

Die Calciumkonzentrationen betragen bei den flachen Messstellen zwischen 27,0 mg/l (ML 1 203) und 94,5 mg/l (ML 1 214), bei den tiefen Messstellen zwischen 28,2 mg/l (ML 3 211) und 70,1 mg/l (ML 3 206). Das Niveau der Calciumkonzentrationen ist somit in den flachen und tiefen Messstellen vergleichbar.

Die Natriumkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen mit 3,6 mg/l (ML 1 218) bis 30,2 mg/l (ML 1 206) ebenso wie bei den tiefen Messstellen mit 8,0 mg/l (ML 3 209) bis 24,2 mg/l (ML 3 211) auf einem relativ geringen Niveau.

Die Kaliumkonzentrationen variieren bei den flachen Messstellen zwischen 1,2 mg/l (ML 1 208) und 43,1 mg/l (ML 1 214), bei den tiefen Messstellen zwischen 1,2 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 2,0 - 8,6 mg/l von untergeordneter Bedeutung.

Die Eisenkonzentrationen liegen bei den flachen Messstellen zwischen 0,286 mg/l (ML 1 211) und 19,8 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 0,930 mg/l (ML 3 209) und 25,5 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 nur in der Messstelle ML 1 218 mit 0,045 mg/l unterschritten. Unter den flachen Messstellen wurde die höchste Mangankonzentration mit 0,569 mg/l an der Messstelle ML 1 208 und unter den tiefen Messstellen mit 0,864 mg/l an der Messstelle ML 3 206 festgestellt.

Die Ammoniumkonzentrationen schwanken bei den flachen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 1 208) und 0,23 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen < 0,06 mg/l (ML 3 206, ML 3 209) 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 35 mg/l (ML 1 203) und 160 mg/l (ML 1 211, ML 1 214), bei den tiefen Messstellen zwischen 67 mg/l (ML 3 218) und 150 mg/l (ML 3 208, ML 3 214). In der flachen Messstelle ML 1 203 ist eine vergleichsweise 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 8,2 mg/l (ML 1 218) und 41 mg/l (ML 1 203), bei den tiefen Messstellen zwischen 8,6 mg/l (ML 3 209) und 51 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 5,5 mg/l (ML 1 211) und 180 mg/l (ML 1 214), bei den tiefen Messstellen von 6,1 mg/l (ML 3 209) bis 140 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) nur bei der flachen Messstelle ML 1 206 mit 53 mg/l knapp überschritten. Messbarte Nitratkonzentrationen traten zudem bei den flachen Messstellen ML 1 214 (8,5 mg/l) und ML 1 218 (2,8 mg/l) 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 den flachen Messstellen ML 1 206 (0,18 mg/l), ML 1 214 (0,07 mg/l) und ML 1 218 (0,02 mg/l) wurden geringe Konzentrationen 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 1 206 mit 10,9 mg/l und ML 1 218 mit 0,239 mg/l auf. Damit sind lediglich bei zwei flachen Messstellen erhöhte Aluminiumkonzentrationen zu verzeichnen. Bei den anderen flachen Messstellen und allen tiefen Messstellen sind die Aluminiumkonzentrationen mit < 0,005 - 0,056 mg/l auf einem niedrigeren Niveau. Bei der Messstelle ML 1 206 lag die Aluminiumkonzentration im Februar 2022 mit 0,109 mg/l auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Ein Mess-/Übertragungsfehler ist bei dieser Messstelle nicht auszuschließen. Um dies zu verifizieren, sollte die kommende Beprobungskampagne im Februar 2023 abgewartet werden. Bei den zwei flachen Messstellen ML 1 206 und ML 1 218 ist einhergehend mit den erhöhten Aluminiumkonzentrationen ein leicht saures Milieu mit pH-Werten von 6,48 bzw. 6,53 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 0,617 mg/l und bei der tiefen Messstelle ML 3 209 mit 0,869 mg/l überschritten. Bei den übrigen Messstellen wurden niedrige Konzentrationen von < 0,005 - 0,086 mg/l erfasst.

Die Gesamthärten der untersuchten Grundwässer bewegen sich mit rd. 4,41 - 11,2 °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 2022 in Abbildung 51 bis Abbildung 55 dargestellt.

Mit Chloridkonzentrationen zwischen < 10 mg/l und rd. 60 mg/l („flach“) bzw. 70 mg/l („tief“) liegen diese im Bereich der in den Brunnen gemessenen Werte (Abbildung 51). Beim Parameter Chlorid hat sich das Niveau der Konzentrationen im Verlauf des Pumpversuchs gegenüber dem Niveau vor Beginn des Pumpversuches nicht verändert.

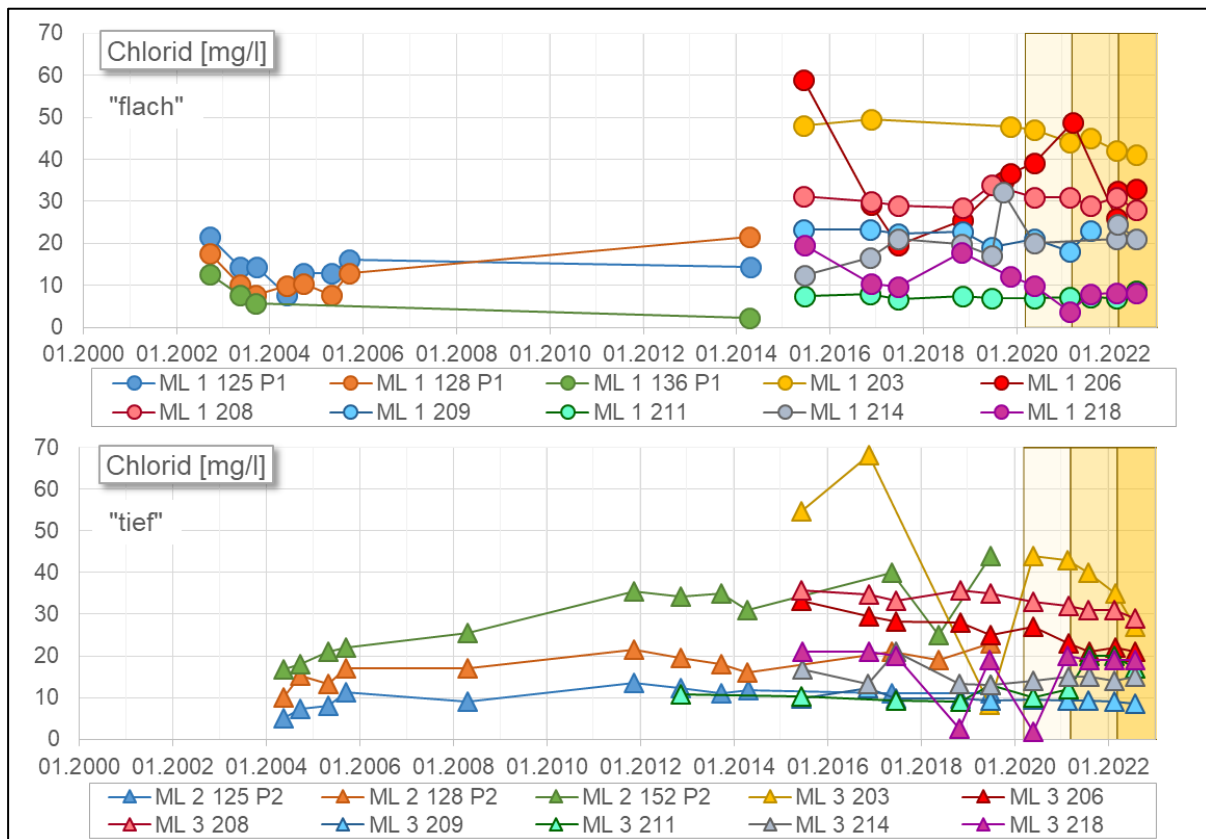
Die Sulfatkonzentrationen schwanken zwischen  $< 2$  mg/l und rd. 180 mg/l (Abbildung 52). Die Sulfatkonzentrationen in den „flach“ und „tief“ verfilterten Messstellen liegen auf einem vergleichbaren Niveau. Bei der flachen Messstelle ML 1 214 hat sich das Niveau der Sulfatkonzentration von maximal 130 mg/l vor Beginn des Pumpversuchs auf 180 mg/l im August 2022 erhöht. Auch bei der Messstelle ML 1 203 ist eine leicht ansteigende Tendenz zu erkennen. Diese begann allerdings schon im Jahr 2016 und damit deutlich vor Beginn des Pumpversuchs. Bei der tiefen Messstelle ML 3 206 ist eine leichte Zunahme von 120 mg/l vor Beginn des Pumpversuchs auf 140 mg/l im August 2022 zu beobachten. Die Schwankungsbreite der Sulfatkonzentration der übrigen Messstellen liegt seit Beginn des Pumpversuchs 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 53). Deutliche Unterschiede zwischen „flach“ und „tief“ verfilterten Messstellen ergeben sich auch hier nicht. Die Hydrogencarbonatkonzentrationen bewegen sich bei den Beprobungen, die während des Pumpversuchs entnommen wurden, auf demselben Niveau wie vor Beginn des Pumpversuchs.

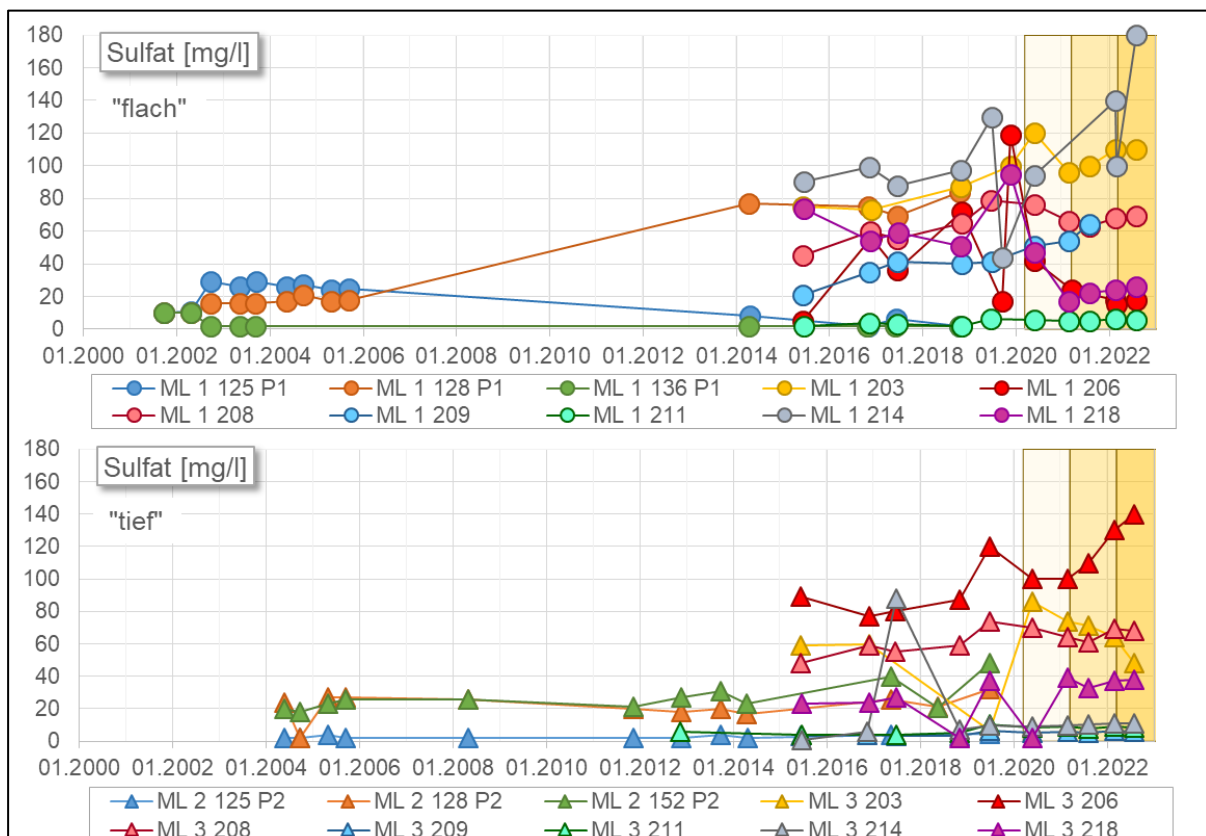
Die Eisenkonzentrationen betragen i.d.R.  $< 10$  mg/l. Lediglich bei der flachen Messstelle ML 1 203 sowie der tiefen Messstelle ML 3 203 sind Eisenkonzentrationen deutlich über 10 mg/l zu beobachten. Insbesondere bei der tiefen Messstelle ML 3 203 sind die Eisenkonzentrationen mit bis zu 36,4 mg/l 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 im Allgemeinen nicht verändert. Lediglich bei der flachen Messstelle ML 1 203 ist eine leicht ansteigende Tendenz zu erkennen.

Die Nitratkonzentrationen der tiefen Messstellen sind meist  $< 1$  mg/l und damit sehr gering (Abbildung 55). 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 den Messstellen ML 1 206 und ML 1 214 festgestellt. Die höchste Nitratkonzentration wurde mit 160 mg/l im Mai 2020 an der Messstelle ML 1 206 festgestellt. Seit Beginn der Messungen im Jahr 2015 ist die Nitratkonzentration dieser Messstelle starken Schwankungen unterworfen.

Anhand der Analytik der Vorfeldmessstellen im Zeitraum von Mai 2020 bis August 2022 sind keine hydrochemischen Auffälligkeiten festzustellen, welche auf Veränderungen als Folge des Pumpversuches hindeuten.

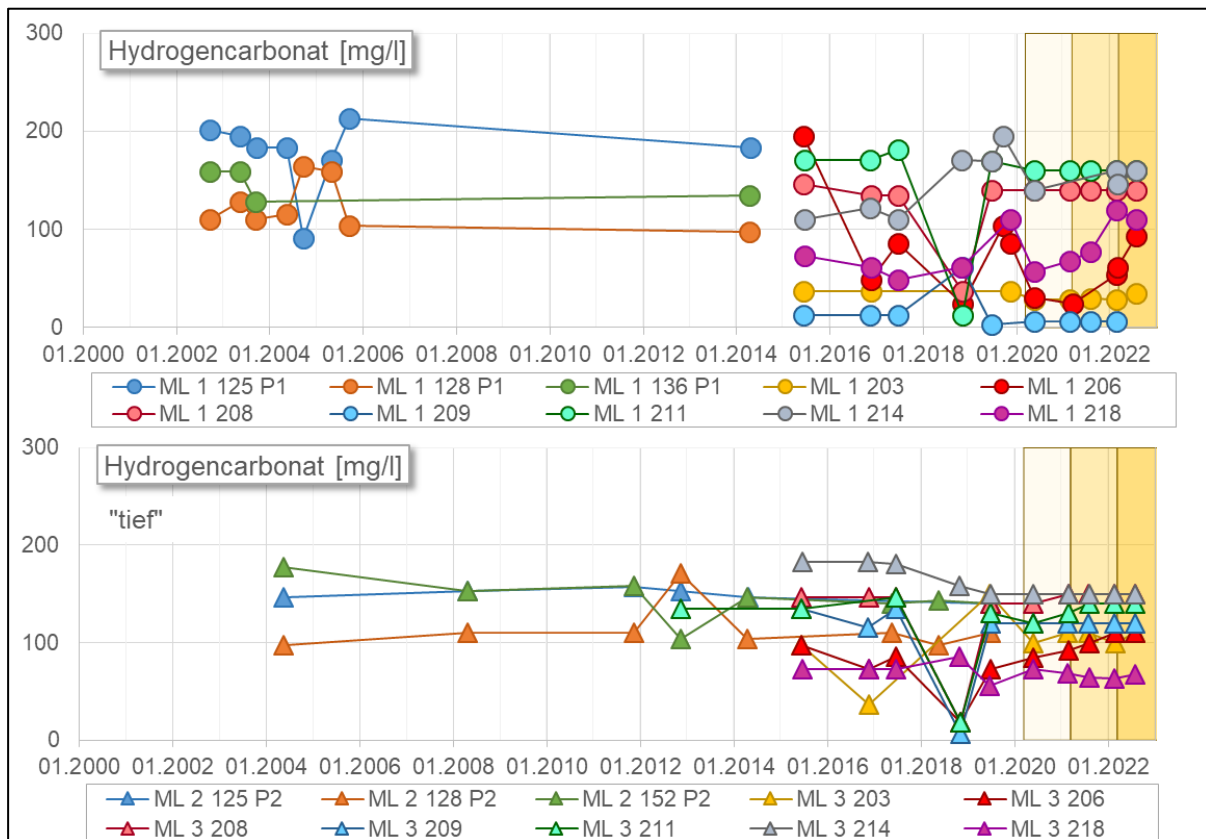


**Abbildung 51: Entwicklung der Chloridkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen**

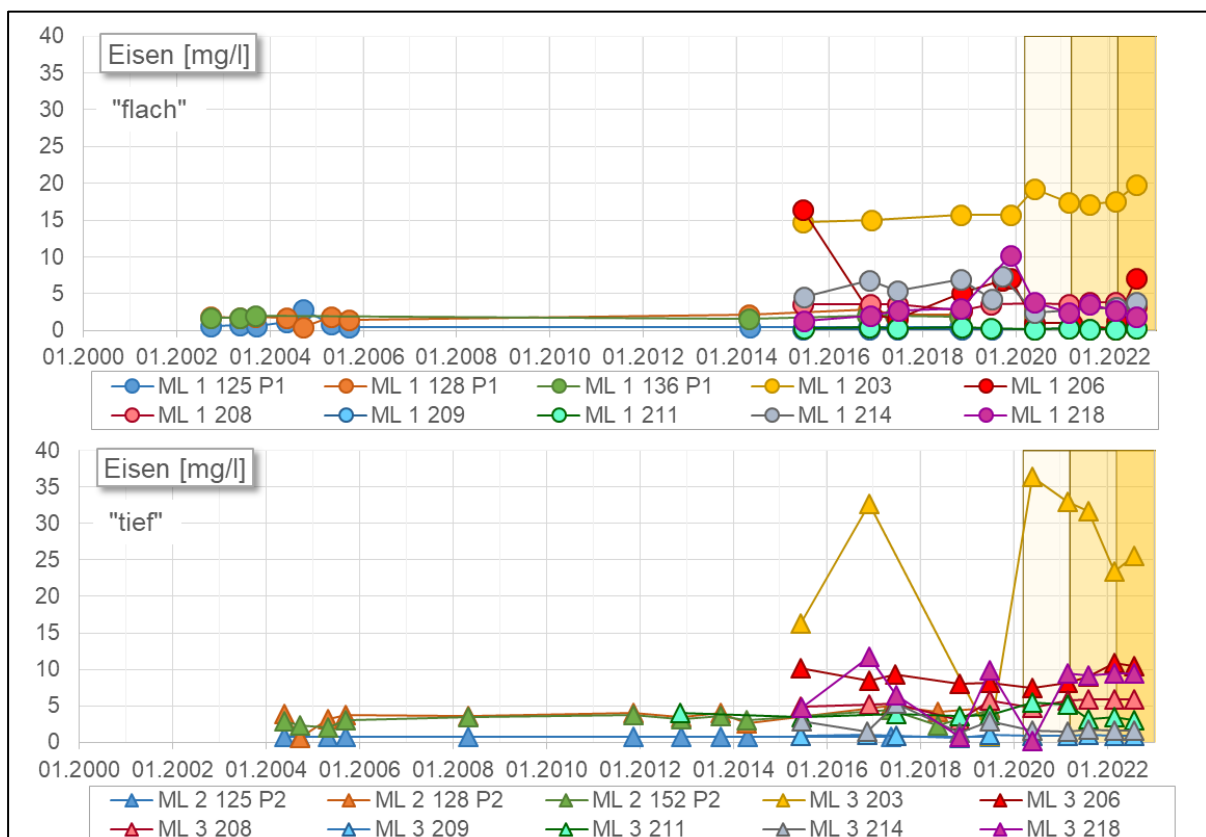


**Abbildung 52: Entwicklung der Sulfatkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen**

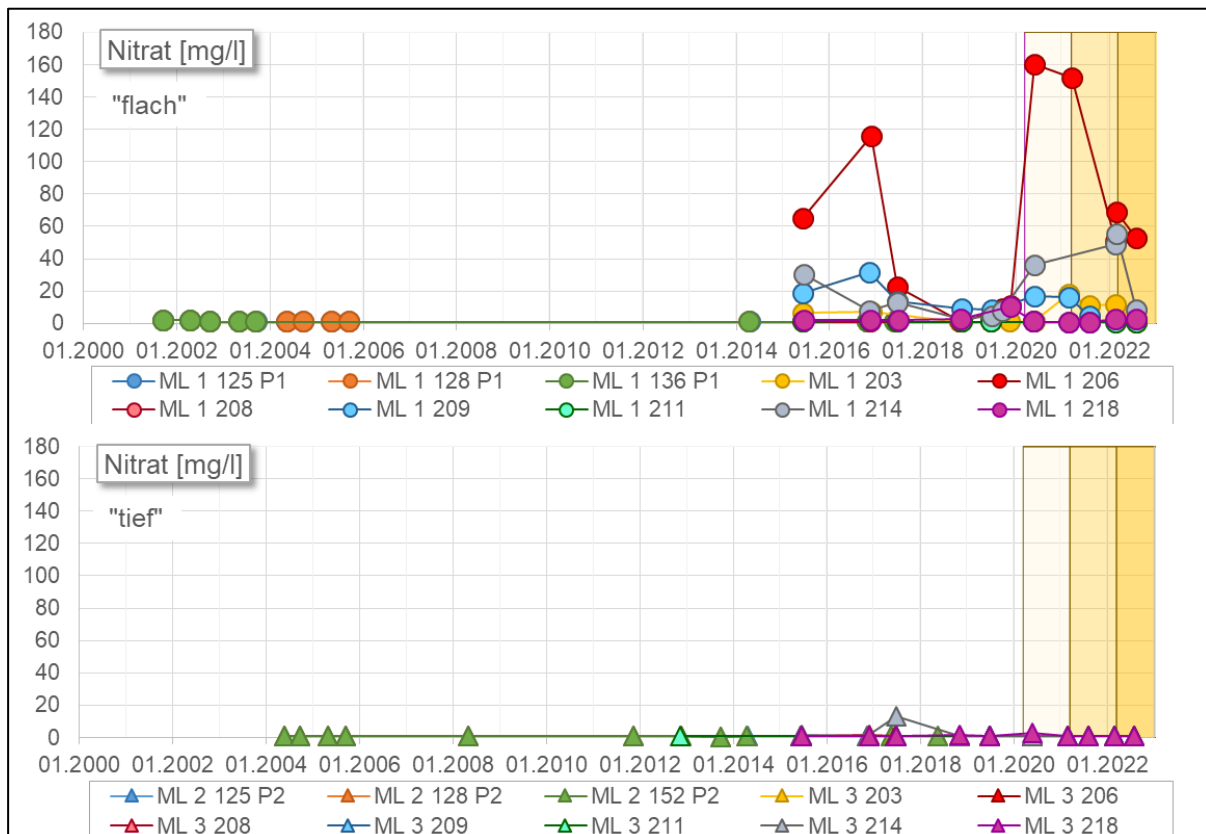




**Abbildung 53: Entwicklung der Hydrogencarbonatkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen**



**Abbildung 54: Entwicklung der Eisenkonzentration im Grundwasser ausgewählter Messstellen; gelbe Flächen: Pumpphasen**



**Abbildung 55: 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 2022 im 1. GLW in jeweiliger unmittelbarer Nähe (wenige 10er-Meter Radius) der Brunnen I und II sehr geringfügige und im Umfeld des Brunnens IV (Radius wenige 100 m) eindeutige pumpversuchsbedingte Absenkungen 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 z. T. 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, nach Abschluss des Pumpversuchs (inkl. Wiederanstieg) 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 17).

**Tabelle 17 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 4. Jahresberichts wurden Grundwassergleichen und -flurabstandspläne auf Grundlage von Stichtagsmessungen unmittelbar vor Beginn der Pumpstufe III im März 2022 (Zeitpunkt (6)) und Mitte der Pumpstufe III im August 2021 (Zeitpunkt (7)) erstellt. In die Pläne (GWL1) gehen bereits Daten der im März 2022 neu errichteten Messstellen ML 1 290 und ML 1 291 ein.

### 9.2.2 Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 1. Grundwasserleiter, März 2022

Der Plan mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 1. Grundwasserleiter Stichtag März 2022 (Zeitpunkt (6)) 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 ca. 57 m NHN gemessen. Im Bereich der Hase betragen sie dagegen nur ca. 15 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“ Grundwasservorkommen<sup>9</sup>.

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 2022)**

Die jeweiligen Pläne mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 2. und 3. Grundwasserleiter (Stichtag März 2022, (Zeitpunkt (6))) 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. 6.4.1 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.

---

<sup>9</sup> 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 2. GWL sehr ähnlich. Die insgesamt geringfügigen Unterschiede der Isolinienverläufe 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 2022**

Der Plan mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 1. Grundwasserleiter Stichtag August 2022 (Zeitpunkt (7)) befindet sich in **Anlage 4.3.1**.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung läuft der Pumpversuch ca. zwei Jahre und 5 Monate. Im gesamten Untersuchungsgebiet sind gegenüber März 2022 jahreszeitlich- und witterungsbedingt im Gebietsmittel ca. 0,9 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 Isolinienverläufe und Grundwasserfließrichtungen erkennen lassen, ist am Brunnen IV eine lokal sehr begrenzte Grundwasserdepression vorhanden, die sich in Abhängigkeit von der gesteigerten Entnahmerate gegenüber dem März 2022 um mehrere Dezimeter eingetieft hat (erkennbar durch die geschlossenen 22-m-Isolinie). Somit zeigt ein Vergleich der Grundwassergleichenpläne von März 2020 (vor Beginn des Pumpversuchs, 2. Jahresbericht **[U15]**), August 2021 und August 2022 im 1. GWL an den Brunnen I und II keine und am Brunnen IV eine deutliche, aber lokal eng begrenzte Beeinflussungen durch den Pumpversuch.

#### **9.2.5 Grundwassergleichen und -fließrichtungen für den 2. und den 3. Grundwasserleiter (August 2022)**

Die jeweiligen Pläne mit den Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen für den 2. und 3. Grundwasserleiter (Stichtag August 2022, (Zeitpunkt (7))) befinden sich in den **Anlagen 4.3.2** und **4.3.3**.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung läuft der Pumpversuch ca. zwei Jahre und 5 Monate. Im gesamten Untersuchungsgebiet sind gegenüber März 2022 überwiegend jahreszeitlich- und witterungsbedingt im Gebietsmittel im 2. GWL ca. 1,0 m und im 3. GWL ebenfalls ca. 1,0 m niedrigere Standrohrspiegelhöhen zu verzeichnen. Das generelle Strömungsbild hat sich dadurch nicht wesentlich verändert.

**2. GWL:** die Grundwasserabsenkung gegenüber März 2022 am Brunnen IV hat sich deutlich stärker eingetieft und auch am Brunnen I ist am Isolinienverlauf eine Grundwasserabsenkung zu erkennen. Am Brunnen II ist vermutlich nur eine sehr geringe Absenkung im 2. GWL vorhanden.

**3. GWL:** Die im August 2022 an den Förderbrunnen festgestellten Absenkungen haben sich auf Grund der gesteigerten Entnahme gegenüber dem März 2022 weiter eingetieft. Sie sind an den geschlossenen Isolinien Bereich der Brunnen I und IV deutlich zu erkennen. Aber auch Brunnen II kommt es jetzt zu Absenkungen, die allerdings geringer ausfallen als am den beiden übrigen

Brunnen. 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 5 - 7 m. Der Bereich, in dem die Veränderungen der Isolinenverläufe auf förderbedingte Absenkungen hinweisen könnten, reicht im Radius maximal 1,5 bis 2 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 Isolinen 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 17 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 2022 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 2022 führen die geringe Niederschlagstätigkeit, die natürlicherweise höhere Verdunstung und damit die ausbleibende Grundwasserneubildung zu Absinken der Standrohrspiegelhöhen und damit zu größeren Grundwasserflurabständen im August 2022 (**Anlage 4.4**) und zwar in einem in einem wesentlich stärkeren Maß als vergleichsweise im Sommer 2021. Jetzt überwiegen in den Niederungen Beträge zwischen 1,6 und 3 m. Eine pumpversuchsbedingte Vergrößerung der Flurabstände lässt sich bis auf den Nahbereich des Brunnen IV nicht ablesen.

### 9.4 Förderbedingte Grundwasserabsenkungen (num. Grundwassermodell)

#### 9.4.1 Methodik

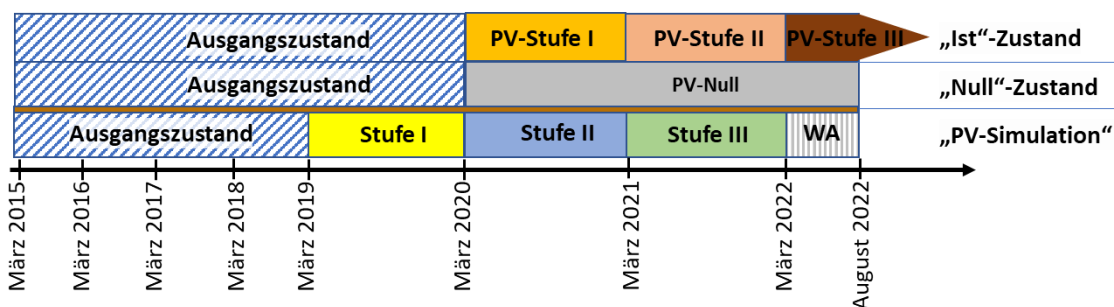
Wesentlicher Bestandteil der Beweissicherung Teil A (Hydrogeologie / Wasserwirtschaft) ist ein kalibriertes numerisches Grundwasserströmungsmodell, das im hydrogeologischen Gutachten

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 bis Anfang März 2023 (Förderende) sowie zur Durchführung des Wiederanstiegs im Rahmen der vier vorgesehenen Besprechungstermine.

Die Abbildung 56 zeigt die bis zum Zeitpunkt (7) für diesen 4. Jahresbericht durchgeführten Modellauswertungen und Berechnungen mit ihrem zeitlichen Bezug. Die Begrifflichkeiten werden anschließend erläutert:



**Abbildung 56: Mit dem numerischen Grundwassermodell durchgeführte Berechnungen**

- A) Ausgangszustand: der „Ausgangszustand“<sup>10</sup> 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

<sup>10</sup> 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.



31.08.2022 im zeitlichen Ablauf (instationär) anhand der tatsächlichen Messdaten mit hoher 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 31.08.2022 wiederholt, aber es wird modelltechnisch die Förderung aus den Brunnen Lengerich-Handrup im Zeitraum 09.03. bis 31.08.2022 abgeschaltet („Null-Förderung“). Dieser „Null-Zustand“ entspricht somit einer Situation, wie sich die unter identischen meteorologischen Verhältnissen sowie den identischen übrigen Randbedingungen (Berechnungsentnahmen, 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. 2,5 Jahren nach Pumpversuchsbeginn (August 2022). 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. + 3. 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 (Berechnungsentnahmen, Flächenbewirtschaftung etc.). Basis hierfür bildet der „Null-Zustand“ (siehe Punkt C). Es wird simuliert, dass der Pumpversuch im März 2019 mit der Stufe I (Förderung 0,5 Mio. m<sup>3</sup>/a) gestartet und ab März 2020 mit der Stufe II (Förderung 1,0 m<sup>3</sup>/a) sowie ab März 2021 mit der Stufe III (Förderung 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/a) fortgesetzt worden wäre. Ab März 2022 wurden für die Simulation die Förderbrunnen abgeschaltet und bis August 2022 der Wiederanstieg (WA) berechnet (vgl. Abbildung 56).

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 18).

**Da das Grundwassermodell zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschließend kalibriert ist bzw. sein kann (das ist erst auf Datenbasis des komplett durchgeführten Pumpversuchs, inkl Wiederanstieg möglich bzw. sinnvoll) und damit die Modellaussagen noch gewisse Unsicherheiten enthalten können, handelt es sich bei den Pumpversuchssimulationen um sogenannte PreRuns. Die auf Basis der PreRuns getroffenen Aussagen zu den Pumpversuchsauswirkungen können sich nach der abschließenden Pumpversuchsauswertung noch verändern.**

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 der Pumpversuch wie geplant im März 2023 (Förderphase) bzw. im Herbst 2023 (Wiederanstieg) abgeschlossen 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 vorherigen 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 Abbildungstreue und die Prognosefähigkeit mit Fortschreiten des Pumpversuchs und dem damit verbundenen Daten- und Erkenntnisgewinn laufend verbessern wird, werden sämtliche Differenzenpläne 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 18 Übersicht der Erstellung der Grundwasser-Differenzenpläne**

Zeitpunkt der Auswertung (n)	Erstellung der Differenzenpläne Auswertzeitpunkte (n)		Darstellung der Differenzenpläne 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)	<b>4. Jahresbericht</b>
(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 des Pumpversuchs 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 km<sup>2</sup>
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,18 km
  - von Brunnen IV nach Westen: ca. 0,25 km
  - von Brunnen IV nach Süden: ca. 0,13 km
  - von Brunnen IV nach Osten: ca. 0,05 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 km<sup>2</sup>
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,18 km
  - von Brunnen IV nach Westen: ca. 0,29 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 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,2 km, Nordwest-Südost: ca. 2,7 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: 5,5 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,2 km, Nordwest-Südost: ca. 2,7 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. 0,3 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 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,2 km, Nordwest-Südost: ca. 2,7 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. 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 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 3,2 km, Nordwest-Südost: ca. 2,8 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

## **Nachschau (Ist-Zustand) Pumpstufe II (Mitte und Ende Phase C, Zeitpunkte (5) und (6))**

### **GWL1 (Anlagen 5.2.1.1 und 5.2.1.2)**

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 (**Anlage 5.2.1.1**). 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 1,4 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. 0,4 km<sup>2</sup>.

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (6)) hat sich die Fläche der förderbedingten Absenkung in den Bereichen der Ortslage Lengerich und im südlichen Modellgebiet vergrößert (**Anlage 5.2.1.2**). Die Absenkbeträge liegen überwiegend im Bereich zwischen 0,25 – 0,50 m. Um die Brunnen I und II sind weiterhin keine oder nur geringfügige Absenkungen <0,25 m festzustellen. Die deutlichste Absenkung entsteht, wie auch zum Zeitpunkt (5), im Bereich des Brunnen IV mit einem maximalen Absenkbetrag von 1,5 m. Die Fläche der Absenkungen mit mehr als 0,25 m beträgt in der Summe ca. 2,4 km<sup>2</sup>.

### **GWL2 (Anlagen 5.2.2.1 und 5.2.2.2)**

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 (**Anlage 5.2.2.1**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 1,5 m
- Fläche: 12,5 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,3 km, Nordwest-Südost: ca. 4,3 km
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen I nach Norden: 1,4 km
  - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,6 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

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (6)) hat der Absenktrichter im GWL2, bis auf eine Vergrößerung im Südosten, nahezu die gleichen Ausmaße wie nach einem halben Jahr Förderzeit (**Anlage 5.2.2.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 1,9 m
- Fläche: 14,3 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,1 km, Nordwest-Südost: ca. 4,5 km
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen I nach Norden: 1,4 km
  - von Brunnen I nach Westen: ca. 1,6 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 und 5.2.3.2)**

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 (**Anlage 5.2.3.1**). Er unterscheidet sich aber nicht wesentlich von dem im GWL2 zum gleichen Zeitpunkt. Der Absenktrichter weist folgende Ausmaße auf:

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 5,8 m
- Fläche: 13,0 km<sup>2</sup>

- 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

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe II (Zeitpunkt (6)) hat sich der Absenktrichter im GWL3 bei ähnlicher Geometrie vergrößert (**Anlage 5.2.3.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 6,2 m
- Fläche: 14,8 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 4,4 km, Nordwest-Südost: ca. 4,4 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. 2,4 km
  - von Brunnen II nach Osten: ca. 1,8 km
  - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,5 km
  - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,7 km

### **Nachschau (Ist-Zustand) Pumpstufe III (Mitte Phase D, Zeitpunkt (7))**

#### **GWL1 (Anlage 5.3.1)**

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (7)) hat sich im GWL1 der Absenktrichter im Bereich des Brunnens IV weiter insbesondere in Richtung Norden ausgedehnt und vertieft (**Anlage 5.3.1**). Im südlichen Modellgebiet treten 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 1,95 m. Im Umfeld der übrigen Brunnen sind bei den Modellberechnungen keine Absenkungen zu verzeichnen, die mehr als 0,25 m betragen. Die Fläche der Absenkungen mit mehr als 0,25 m beträgt in der Summe ca. 4,1 km<sup>2</sup>. Zwischen diesen Absenkflächen gibt es weitere Bereiche, in denen keine Absenkungen (>0,25 m) im 1. GWL zu verzeichnen sind.

### **GWL2 (Anlagen 5.3.2)**

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 5.3.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 2,8 m
- Fläche: 18,9 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,2 km, Nordwest-Südost: ca. 5,3 km
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen I nach Norden: 1,8 km
  - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,2 km
  - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,7 km
  - von Brunnen II nach Osten: ca. 2,2 km
  - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,9 km
  - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,9 km

### **GWL3 (Anlagen 5.3.3)**

Nach einem halben Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (7)) hat sich der Absenkt-richter 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 Absenkt-richter weist folgende Ausmaße auf (**Anlage 5.3.3**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 7,0 m
- Fläche: 20,3 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,0 km, Nordwest-Südost: ca. 5,2 km
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen I nach Norden: 1,9 km
  - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,4 km
  - von Brunnen I nach Süden: ca. 2,8 km
  - von Brunnen II nach Osten: ca. 2,2 km
  - von Brunnen II nach Süden: ca. 2,9 km
  - von Brunnen IV nach Norden: ca. 1,0 km



### **Abweichungen gegenüber der Pumpversuchsprognose des 3. Jahresberichts (August 2021 [U15]) zum Zeitpunkt (6) und (7):**

- Für den Zeitpunkt (6) (Ende Stufe II) sind nur sehr geringe Abweichungen gegenüber der Pumpversuchsprognose des 3. Jahresberichts festzustellen. Die Flächen der förderbedingten Absenkung in GWL1 haben sich insbesondere in der Ortslage Lengerich und im südlichen Modellgebiet leicht reduziert. Die förderbedingten Absenkungen in GWL2 und GWL 3 sind nahezu identisch.
- Am Zeitpunkt (7) (Mitte Stufe III) hat sich die Fläche der geringen Absenkung in der Ortslage Lengerich im GWL 1 im Verhältnis zur Pumpversuchsprognose ebenfalls etwas verringert. Auch die Fläche der förderbedingten Absenkung südlich der Ortslage Lengerich hat sich geringfügig reduziert.
- In den tieferen Grundwasserleitern ist die Fläche der förderbedingten Absenkung annähernd gleichgeblieben.
- Unterschiede der Zeitpunkte (6) und (7) zwischen der Prognoserechnung des 3. Jahresberichts und der Berechnung des Ist-Zustandes im 4. Jahresbericht liegen in erster Linie in den unterschiedlichen Witterungsverhältnissen der Betrachtungszeitpunkte begründet. Zudem führen im Rahmen der Versuchsdurchführung und der Modellkalibrierung gewonnene neue Erkenntnisse zu veränderten Ergebnissen

In den wesentlichen Aussagen wurde die Prognose aus dem 3. Jahresbericht aber vollauf bestätigt. Die förderbedingten Absenkungen in den GWL1, GWL2 und GWL3 (>0,25 m) wurden im Rahmen der Prognoserechnungen für die Zeitpunkte (6) und (7) (3. Jahresbericht) in sehr ähnlichen Größenordnungen wie im Ist-Zustand berechnet.

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 III (Ende Phase D, Zeitpunkt (8))**

#### **GWL1 (Anlage 6.1.1)**

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (8)) hat im GWL1 eine weitere Ausdehnung und Vertiefung der Absenkbereiche stattgefunden. Lokal gibt es Bereiche, in denen die Absenkung etwas geringer ist als zum Zeitpunkt (7), was an der Witterungsabhängigkeit des GWL1 und den jeweiligen Auswertzeitpunkten liegt. Der Zeitpunkt (7) ist im August 2022 nach einer Trockenperiode und der Zeitpunkt (8) im Februar 2022 am Ende eines niederschlagsreichen Winters. 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 2,3 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. 6,1 km<sup>2</sup>.

### **GWL2 (Anlage 6.1.2)**

Nach einem Jahr Förderzeit der Stufe III (Zeitpunkt (8)) hat sich der Absenktrichter im GWL2 geringfügig gegenüber dem zum Zeitpunkt (7) vergrößert und hat folgende Ausmaße (**Anlage 6.1.2**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 2,7 m
- Fläche: 22,1 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,6 km, Nordwest-Südost: ca. 6,1 km
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen I nach Norden: 1,9 km
  - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,7 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. 3,2 km
  - von Brunnen IV nach Norden: ca. 0,9 km

### **GWL3 (Anlage 6.1.3)**

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 6.1.3**):

- Maximale Absenkung in Brunnennähe: 7,0 m
- Fläche: 23,7 km<sup>2</sup>
- Maximale diagonale Ausdehnung: Südwest-Nordost: ca. 5,6 km, Nordwest-Südost: ca. 6,0 km
- Abstand des Randes:
  - von Brunnen I nach Norden: 2,0 km
  - von Brunnen I nach Westen: ca. 2,7 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 6.2.1)** nur noch 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 6.2.2 und 6.2.3)** hat sich, bis auf zwei kleine Bereiche im GWL2 im südlichen Modellgebiet, 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 31.08.2022 wurde mit dem vorläufig kalibrierten instationären Grundwassermodell berechnet (Stand August 2022). 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 km<sup>2</sup>)

- für das Jahr 2016: 21,9 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 149 mm/a
- für das Jahr 2017: 29,9 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 204 mm/a
- für das Jahr 2018: 22,0 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 150 mm/a
- für das Jahr 2019: 35,4 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 242 mm/a
- für das Jahr 2020: 23,7 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 162 mm/a
- für das Jahr 2021: 26,8 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 183 mm/a.

Die mittlere Grundwasserneubildungshöhe nach mGROWA beträgt für das Modellgebiet 206 mm/a. Somit sind die Neubildungshöhen der Jahre 2016, 2018, 2020 und 2021 als unterdurchschnittlich, die der Jahre 2017 und 2019 als durchschnittlich bis überdurchschnittlich zu bezeichnen. Insgesamt ergeben sich für den gesamten modellierten Zeitraum März 2015 bis August 2022 gegenüber den Mittelwerten hinsichtlich der Grundwasserneubildung defizitäre Verhältnisse.

Die folgende Abbildung 57 zeigt die Grundwasserneubildung des Zeitraums März 2015 bis August 2022 als Monatswerte.

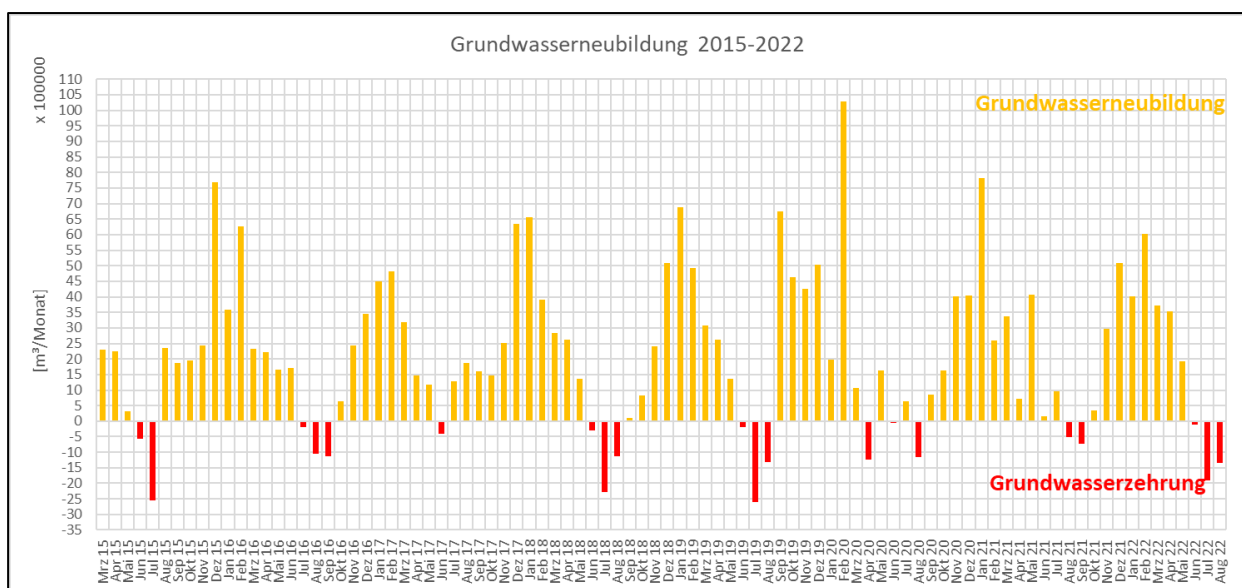
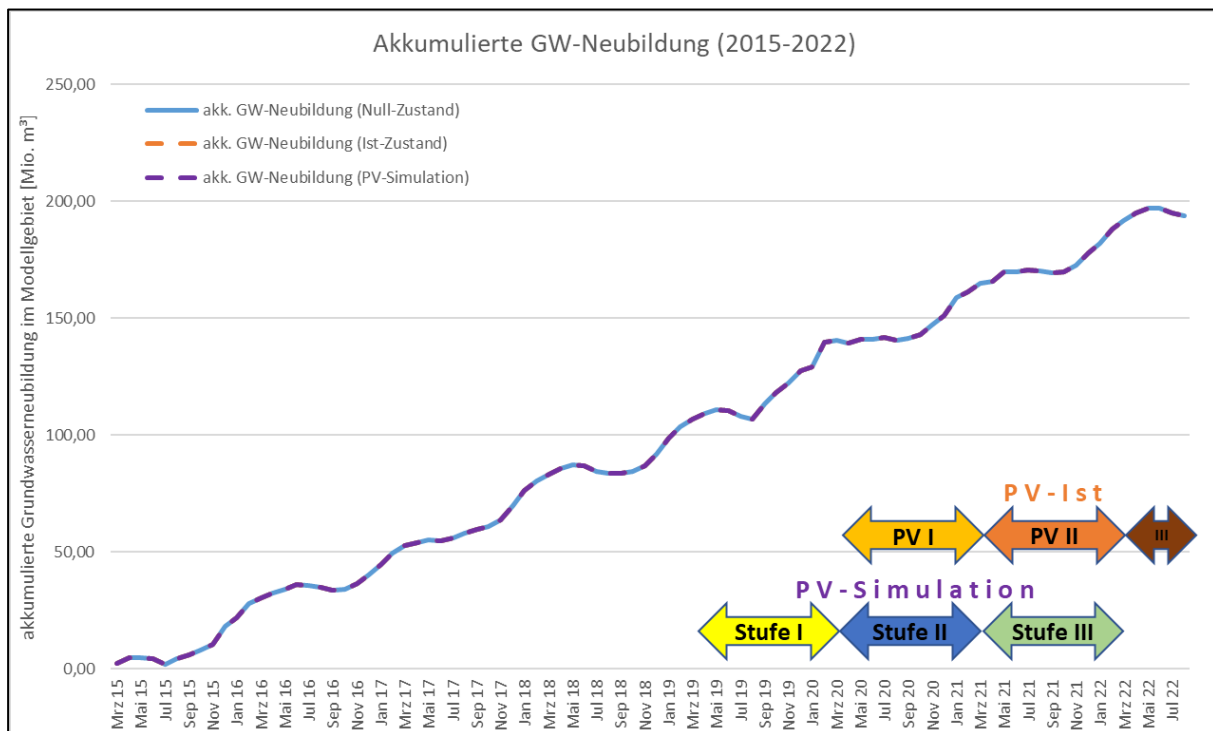


Abbildung 57: Modellberechnete Grundwasserneubildung für der Zeitraum 03/2015 – 08/2022

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 relativ starke Grundwasserzehrung in den Sommermonaten der Jahre 2018, 2019 und 2022.

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 58 wird die Grundwasserneubildung über den Zeitraum März 2015 bis August 2022 aufsummiert (akkumuliert), und zwar für die drei mit dem Modell durchgeführten Berechnungen (Ist-Zustand, Null-Zustand und Pumpversuchs-Simulation).



**Abbildung 58: Akkumulierte Grundwasserneubildung März 2015 bis August 2022**

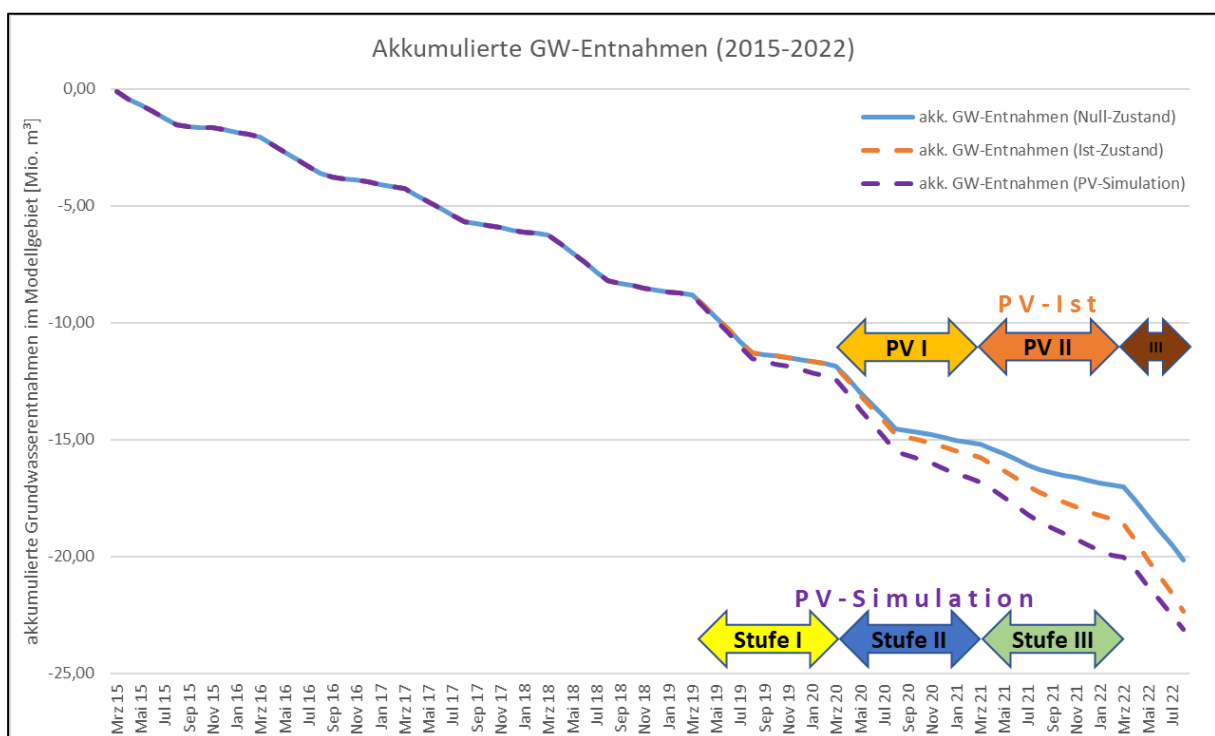
Bei allen drei Berechnungen liegen die akkumulierten Summenkurven deckungsgleich übereinander. Sie sind deckungsgleich, weil sich die Grundwasserneubildung durch den Pumpversuch bzw. die Pumpversuchssimulation gegenüber dem Null-Zustand nicht verändert.

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. 193,7 Mio. m<sup>3</sup> 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 (drei Brunnen liegen im Modellgebiet) mit einer zeitabhängigen realen Entnahme der Jahre 2015 bis 2021 berücksichtigt. Für das Jahr 2022 bzw. die Prognose wurde ein mittlerer Jahrgang der Entnahme (Mittel 2015 bis 2021) angesetzt. Des Weiteren wurden die Entnahmefrüher (Feldberegnung etc.) gem. Angaben des LK Emsland (Stand Sept. 2022, [U6]) aktualisiert.

Die akkumulierten Grundwasserentnahmen des Zeitraumes März 2015 bis August 2022 werden in Abbildung 59 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.



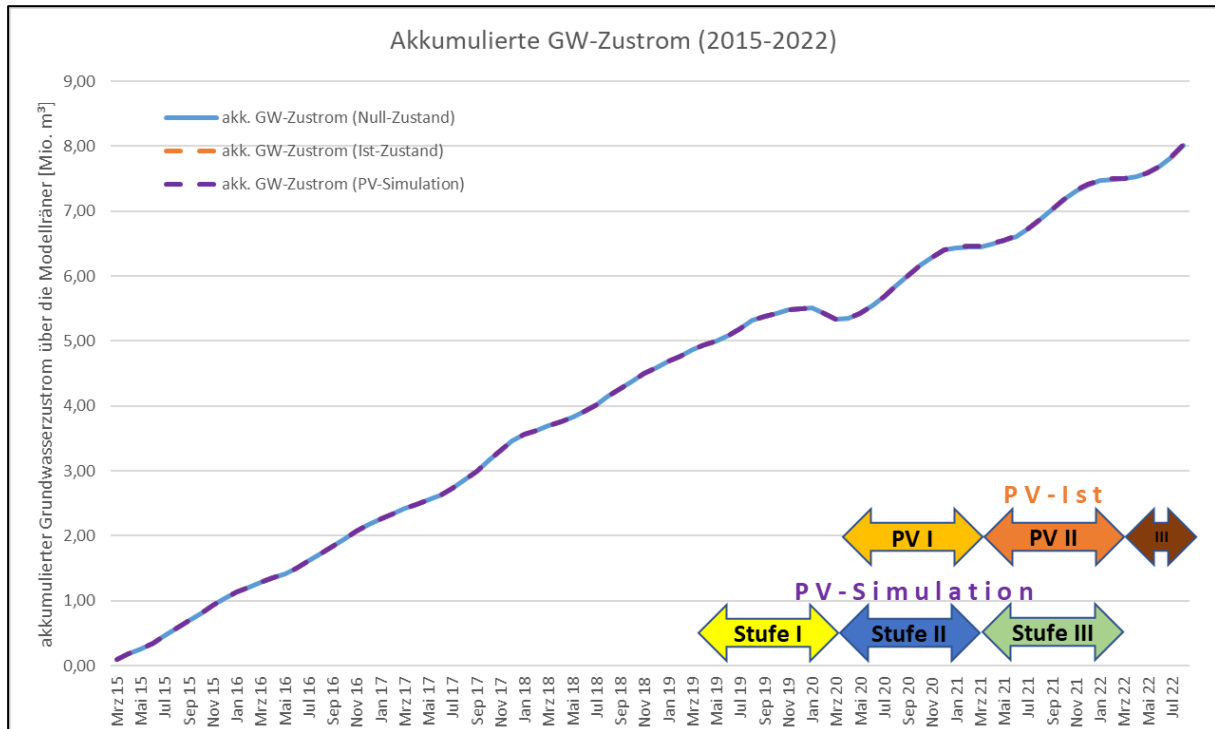
**Abbildung 59: Akkumulierte Grundwasserentnahmen des Zeitraums Mär. 2015 bis Aug. 2022**

Im Ist-Zustand summieren sich die Entnahmen für den betrachteten Zeitraum auf ca. 22,4 Mio. m³. Im Null-Zustand, ohne Pumpversuch reduzieren sich die Entnahmen auf ca. 20,1 Mio. m³. Im Fall der Simulation des 3-jährigen Pumpversuchs betragen die Entnahmen in der Summe ca. 23,1 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 60 werden akkumulierten Zustrommengen des Zeitraumes März 2015 bis August 2022 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 60: Grundwasserzustrom über die Modellränder des Zeitraums Mär. 2015 bis Aug. 2022**

Der Grundwasserzustrom summiert sich für den betrachteten Zeitraum auf ca. 8,0 Mio. m<sup>3</sup>. 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.).

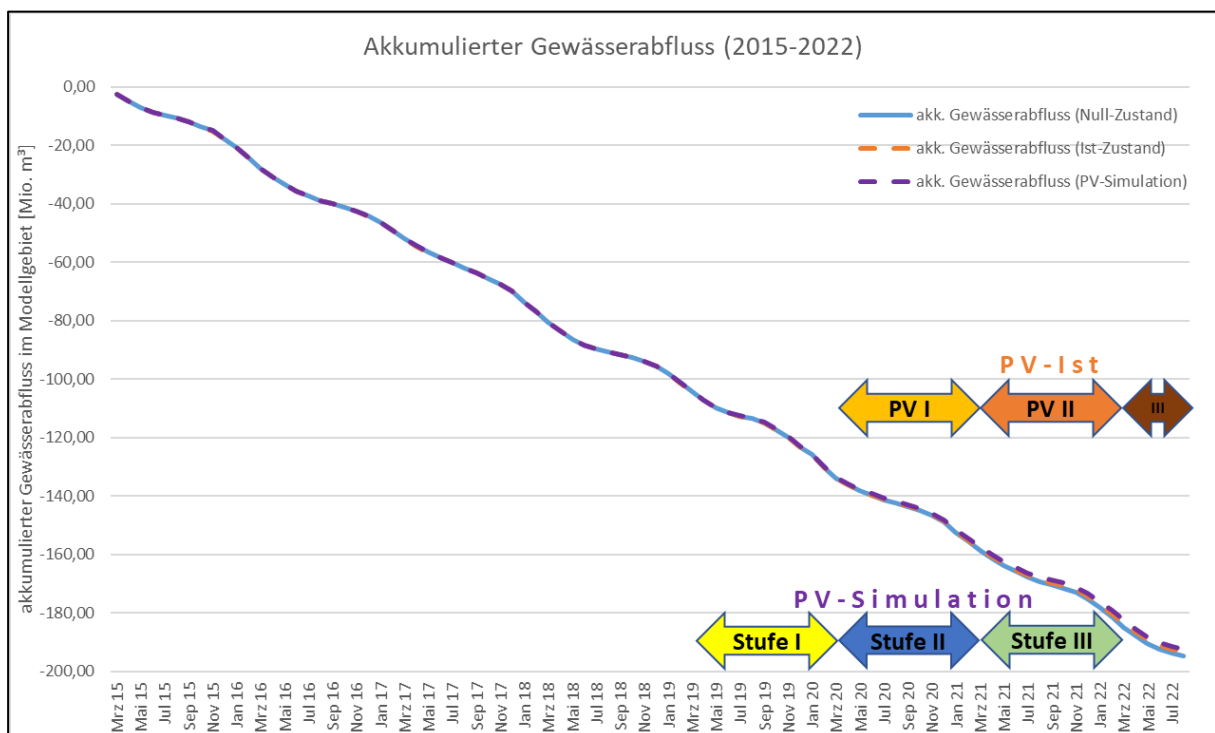
#### 9.5.4 Grundwasserbürtiger Abfluss über die Vorfluter

Mit dem vorläufig kalibrierten instationären Grundwassermodell (Stand August 2022) 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 m<sup>3</sup>/s, entsprechend 22,1 Mio. m<sup>3</sup>/a (siehe Kapitel 7.2). Allerdings liegen die tatsächlichen monatlichen Niedrigwasserabflüsse (Basisabflüsse) des Zeitraumes März 2015 bis Dezember 2021 im Mittel bei 0,595 m<sup>3</sup>/d, entsprechend einer grundwasserbürtigen Abflusssumme von ca. **128 Mio. m<sup>3</sup>**. Für den gleichen Zeitraum wird mit dem Grundwassermodell eine Abflusssumme von ca. **111 Mio. m<sup>3</sup>** für den Pegel Lotten errechnet. Die Abweichung liegt bei ca. 13,8 % und damit etwas über dem avisierten „Sollwert“ von 10 %. Mögliche Gründe für die Abweichungen sind, dass die Auswertung der vom NLWKN gelieferten Abflussdaten **[U4]** nach WUNDT hat für das Jahr 2021 einen im Verhältnis zu den Vorjahren ab 2015 einen ungewöhnlich hohen Basisabflüsse ergeben, die noch zu plausibilisieren und mit dem Modell nicht nachzuvollziehen sind. Laut NLWKN handelt es sich derzeit

noch um „ungeprüfte“ Abflusswerte. Weiterhin sind die Einleitmengen der Kläranlage Lengerich, die derzeit aus den Jahren 2014 und 2015 abgeleitet werden, für das relativ feuchte Jahr 2021 noch zu überprüfen.

In Abbildung 61 wird der Gesamtabfluss aller in das Modell integrierter Vorfluter als akkumulierte Summenkurve<sup>11</sup> für den Zeitraum März 2015 bis August 2022 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: Grundwasserbürtiger Gesamtabfluss über alle Vorfluter im Modellgebiet**

Im Ist-Zustand summieren sich die Abflussmengen auf ca. 193,3 Mio. m<sup>3</sup>. Im Null-Zustand ist anhand der Summenkurve erwartungsgemäß kaum ein Mengenunterschied zu erkennen, die Gesamtsumme erhöht sich ohne den Pumpversuch auf ca. 194,9 Mio. m<sup>3</sup>. Die Simulation des 3-jährigen Pumpversuchs führt zu einer Abflussreduktion von ca. 2,5 Mio. m<sup>3</sup> auf ca. 192,4 Mio. m<sup>3</sup> zur Null-Situation. Das entspricht einer Gesamt-Abflussreduzierung im Betrachtungszeitraum von insgesamt 1,3 %.

In der folgenden Tabelle 19 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 24) 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.

<sup>11</sup> negative Werte, da es sich um Abflüsse aus dem Grundwassersystem handelt

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 19 Abflussmengen und Veränderungen an den einzelnen Pegeln**

Basis-Abflussmengen (kumuliert ab Pumpversuchsbeginn, Simulation März 2019 - Februar 2022)		PV- Stufe I			PV- Stufe II			PV- Stufe III		
Gewässer	Pegel	Null Mio. m <sup>3</sup>	Prognose Mio. m <sup>3</sup>	Differenz [%]	Null Mio. m <sup>3</sup>	Prognose Mio. m <sup>3</sup>	Differenz [%]	Null Mio. m <sup>3</sup>	Prognose Mio. m <sup>3</sup>	Differenz [%]
Hestruper Mühlenbach	Pegel 10	4,71	4,54	3,57	9,20	8,65	6,00	13,22	12,07	8,67
	Pegel 9	3,60	3,49	3,13	7,08	6,71	5,21	10,11	9,34	7,65
	Pegel 8	1,86	1,82	2,13	3,62	3,48	3,88	5,19	4,88	5,91
Lotter Beeke	Pegel Lotten	18,89	18,62	1,41	34,88	33,90	2,81	51,26	49,22	3,98
	Pegel 7	3,07	3,00	2,33	5,72	5,43	5,14	8,47	7,83	7,60
	Pegel 6	0,73	0,71	3,06	1,43	1,30	8,99	2,13	1,83	13,90
	Pegel 5	0,47	0,45	2,69	0,94	0,84	10,46	1,40	1,17	16,72
	Pegel 4	0,35	0,34	2,55	0,72	0,63	12,03	1,07	0,86	19,47
	Pegel 3	0,01	0,01	52,60	0,04	0,02	58,34	0,06	0,01	79,84
Lingener Dorfbach	Pegel 2	0,18	0,17	4,13	0,33	0,30	7,85	0,49	0,44	11,31
	Pegel 1	0,005	0,003	35,99	0,011	0,004	61,64	0,019	0,004	80,34

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 3,98 %. 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<sub>o</sub> = 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 2022 folgende Grundwasserbilanz (Zahlenwerte siehe vorherige Kapitel 9.5.1 bis 9.5.4):

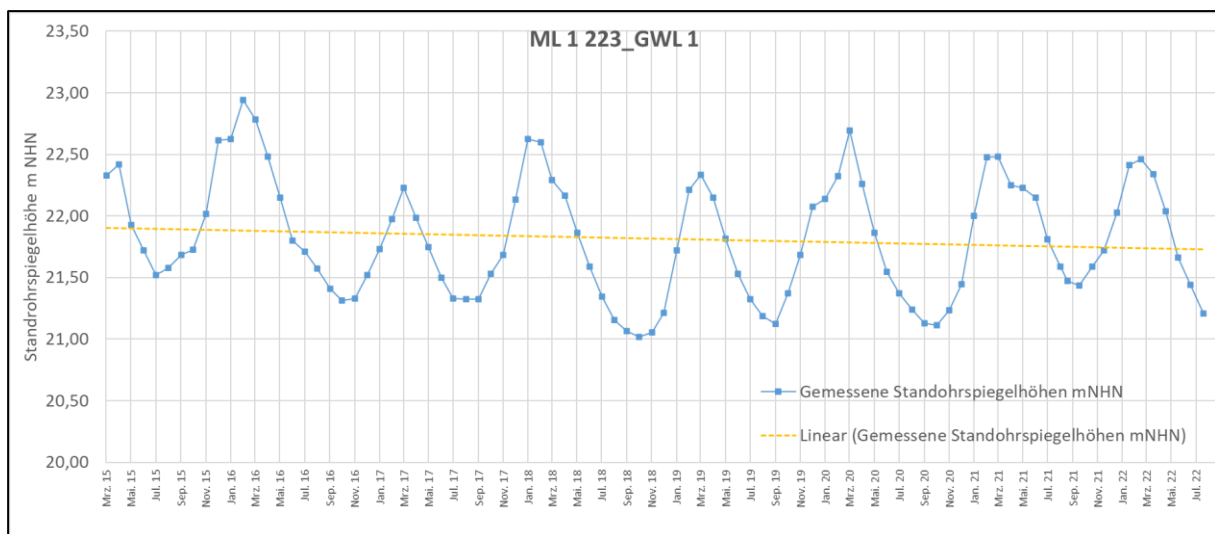
$$GWN (193,7 \text{ Mio. m}^3) + RZ (8,0 \text{ Mio. m}^3) - A_o (194,9 \text{ Mio. m}^3) - Q (20,1 \text{ Mio. m}^3) = \Delta S (-13,3 \text{ Mio. m}^3/a)$$

Für den **Ist-Zustand** ergibt sich für den gesamten Zeitraum März 2015 – August 2022 folgende Grundwasserbilanz (Zahlenwerte siehe vorherige Kapitel 9.5.1 bis 9.5.4):

$$GWN (193,7 \text{ Mio. m}^3) + RZ (8,0 \text{ Mio. m}^3) - A_o (193,3 \text{ Mio. m}^3) - Q (22,4 \text{ Mio. m}^3) = \Delta S (-13,9 \text{ Mio. m}^3/a)$$



Das bedeutet, im Ist-Zustand nimmt das gespeicherte Grundwasservolumen während des Zeitraums März 2015 bis August 2022 innerhalb des Bilanzgebiets um 13,9 Mio. m<sup>3</sup> ab<sup>12</sup>. 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 2022 ab, tendenziell auch im gesamten Betrachtungszeitraum. Als Beispiel hierfür wird in Abbildung 62 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 62: Grundwasserganglinie und Trend der Messstelle ML 1 223**

Für die **Prognose des 3-jährigen Pumpversuchs** ergibt sich für den gesamten Zeitraum März 2015 – August 2022 folgende Grundwasserbilanz (Zahlenwerte siehe Kapitel 9.5.1 bis 9.5.4):

$$\text{GWN (193,7 Mio. m}^3\text{)} + \text{RZ (8,0 Mio. m}^3\text{)} - \text{Ao (192,4 Mio. m}^3\text{)} - \text{Q (23,1 Mio. m}^3\text{)} \\ = \Delta\text{S (-13,8 Mio. m}^3\text{/a)}$$

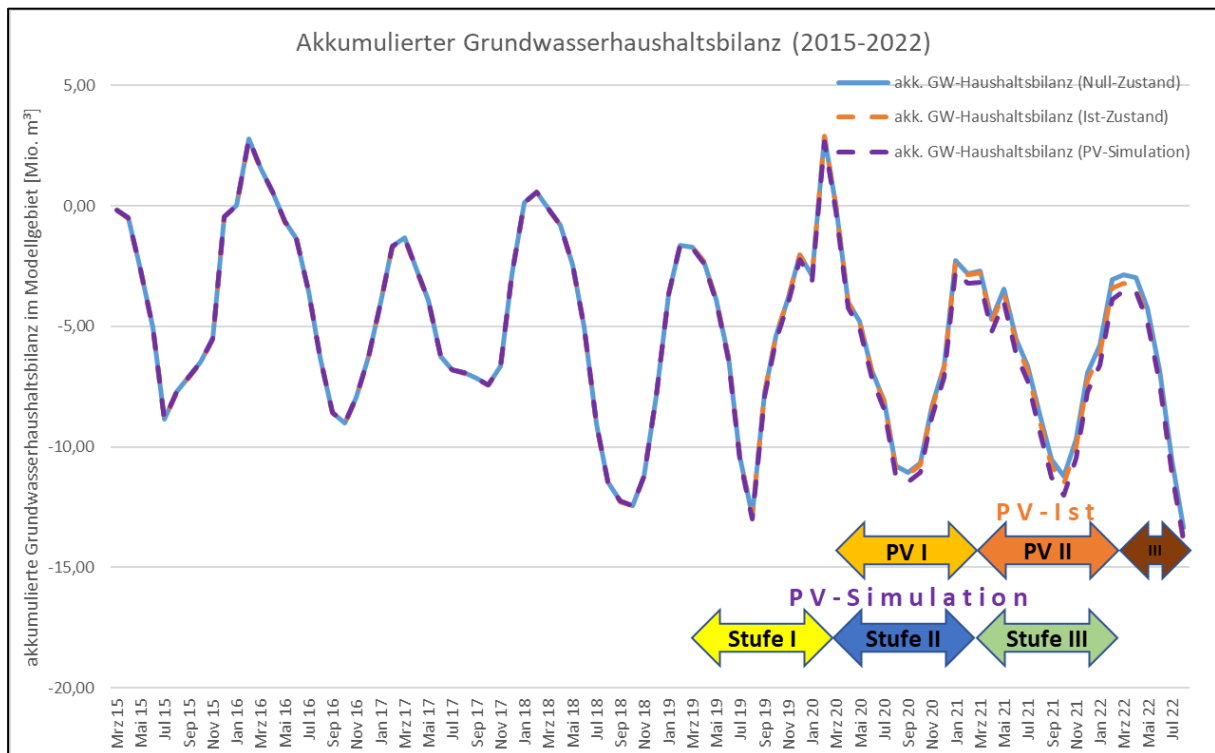
Werden die Bilanzen der Nullsituation mit der Prognose des 3-jährigen Pumpversuchs miteinander verglichen, so bleiben Grundwasserneubildung und Randzuflüsse unverändert, die Entnahme steigt um 3 Mio. m<sup>3</sup> (Simulation Pumpversuch) und die Abflüsse in den Vorflutern verringern sich um 2,5 Mio. m<sup>3</sup>. 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 ( $\Delta\text{S}$ ) der Ist-Situation und der Prognose ergibt, „fehlen“ hierfür 0,5 Mio. m<sup>3</sup> bzw. 16,7% der Pumpversuchsentnahme.

Das Erreichen eines (quasi-)stationären Zustands ist weder Absicht oder Aufgabe des Pumpversuchs noch ist das angesichts der Aquifer-Dimensionen, insbesondere bei einer stufenweisen

<sup>12</sup> Zum Vergleich: Das im durch das Grundwassermodell erfasste Aquifersystem vorhandene Grundwasservolumen beträgt unter Berücksichtigung der effektiven Porositäten ca. 2,2 Milliarden m<sup>3</sup>.

Steigerung der Entnahmen im Pumpversuchszeitraum, zu erwarten. Ein solcher Zustand wird erst bei einer wesentlich längeren Pumpzeit erreicht.

In der folgenden Abbildung 63 wird das zeitliche Verhalten der Grundwasserbilanz bzw. der Speicheränderung über den gesamten Zeitraum März 2015 bis August 2022 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 63: Änderungen in der Grundwasserhaushaltsbilanz im Zeitraum März 2015 bis Aug. 2022**

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 62 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. m<sup>3</sup> 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 und dem Wiederanstieg 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)<sup>13</sup> 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)<sup>14</sup>. Die Anpassung dieser Funktion erfolgte ohne Dateninterpolation in täglicher Auflösung (sample frequency).

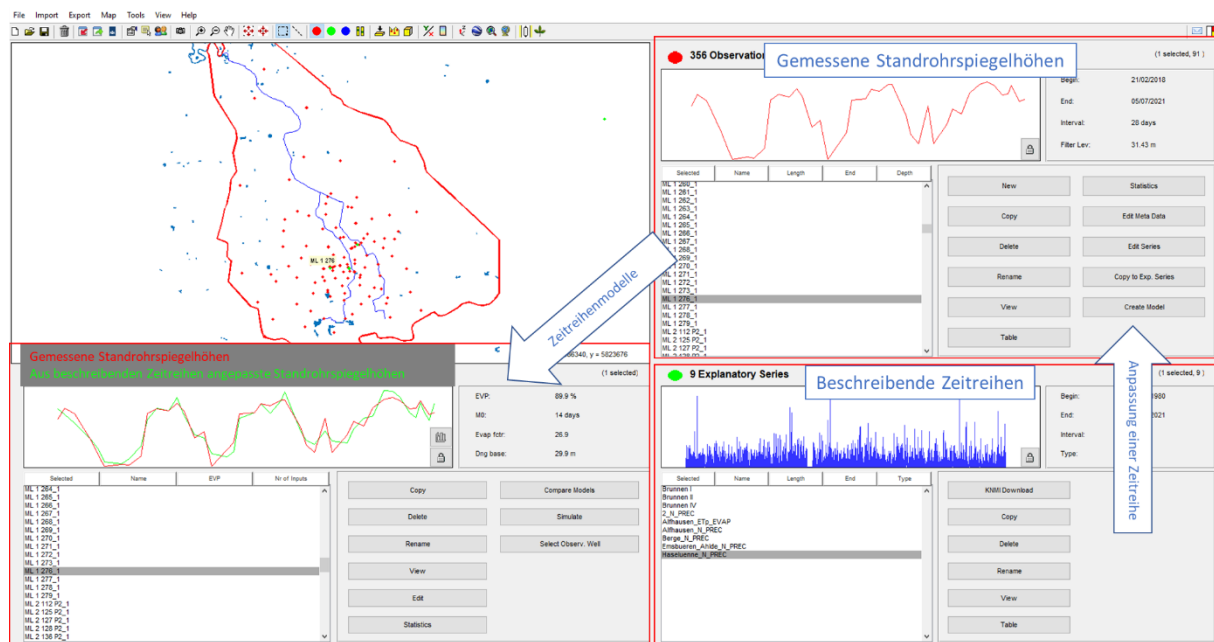
Im ersten Schritt werden auf Basis der beschreibenden Zeitreihen Transferfunktionen angepasst, mit denen sich die Zeitreihen des Grundwasserstandes reproduzieren lassen (vgl. Abbildung 64).

Hauptinflussgrößen 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.

---

<sup>13</sup> *MENYANTHES®*, 2016, KWR Water Research Institute, Nieuwegein, Niederlande

<sup>14</sup> 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 64: Grafische Benutzeroberfläche Menyantes, 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 (01.01.1991-17.10.2022)
- Potentielle Evapotranspiration (nach Haude) der Station Alfhausen
- Niederschlag der Station Berge (01.01.1991-17.10.2022)
- Niederschlag der Station Emsbühren Ahlde (01.01.1991-17.10.2022)
- Niederschlag der Station Haselünne (01.01.1991-17.10.2022)
- Brunnen I (Pumpversuch) (07.03.2015-08.09.2022)
- Brunnen II (Pumpversuch) (07.03.2015-08.09.2022)
- Brunnen IV (Pumpversuch) (07.03.2015-08.09.2022)

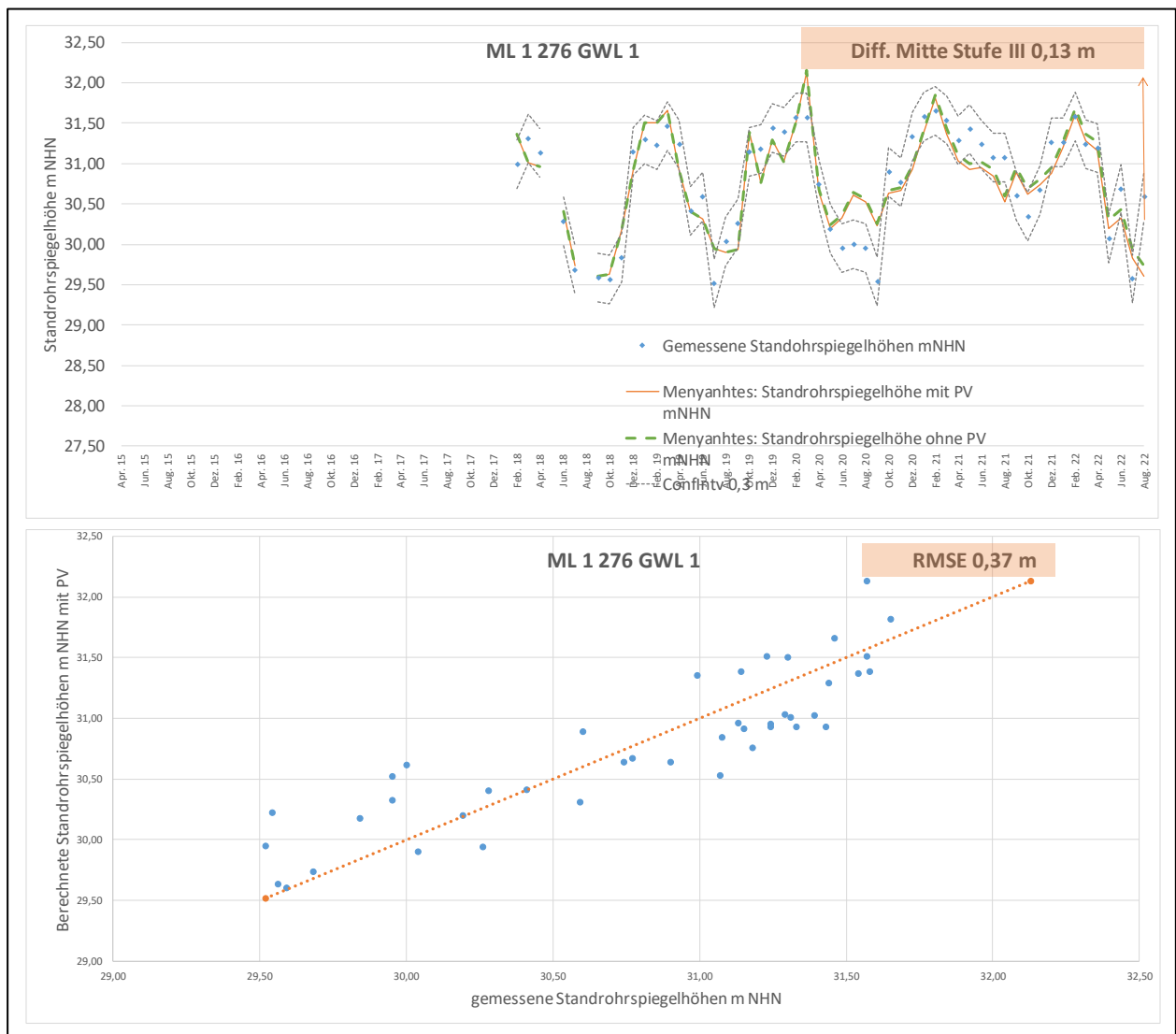
Die DWD-Station Lingen wurde als beschreibende Zeitreihe aufgrund des Fehlens entscheidender Daten nach dem 04.06.2020 nicht berücksichtigt. Weitere Zeitreihen von Niederschlagsstationen im Modellgebiet konnten aufgrund von Datenlücken oder zu geringer zeitlicher Auflösung ebenfalls nicht berücksichtigt 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 Beeinflus-

sungsgrößen 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 65 und der Abbildung 66 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 EVP-Wert von 76,7 % (ML1 276) und 97,1 % (ML2 276) als gut zu bezeichnen.

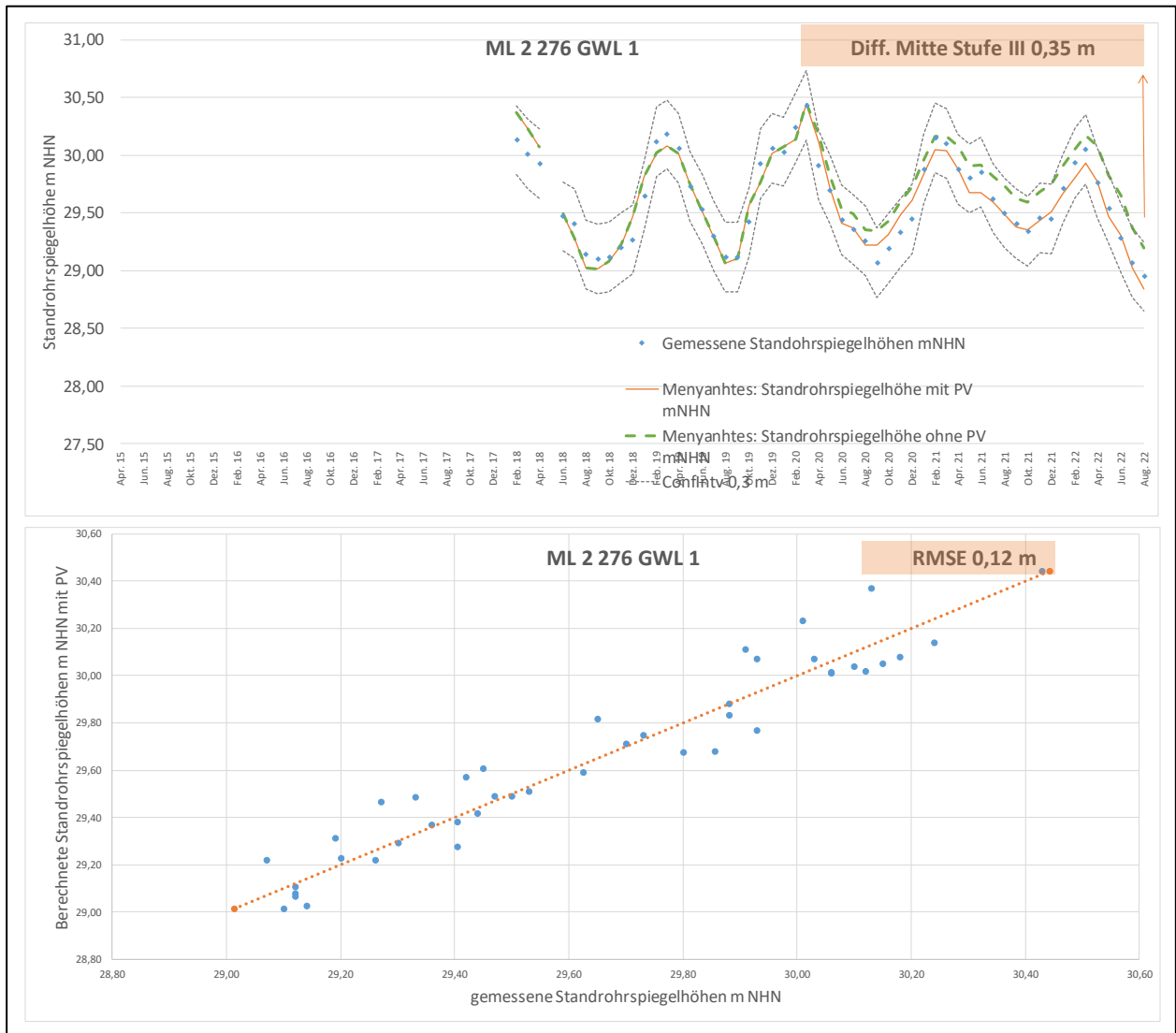
Auf dieser Grundlage wurden anschließend die Standrohrspiegelhöhen für den Zeitraum Mrz. 2015 bis Aug. 2022 mit (gelbe Linie) und ohne den Einfluss des Pumpversuchs (grüne, gestrichelte Linie) berechnet. Verlaufen diese beiden Linien deckungsgleich, ist kein Einfluss durch den Pumpversuch vorhanden, differieren die Linie, ist zu bewerten, ob es sich um einen Einfluss durch den Pumpversuch handelt oder durch eine andere Grundwasserentnahme, z. B. zu Beregnungszwecken.



**Abbildung 65: 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 August 2022 (etwa Mitte Pumpstufe III) im Grundwasserleiter 1 nur eine sehr geringfügige förderbedingte Absenkung von 0,13 m vorhanden ist.

Im Grundwasserleiter 2 ist im Mittel eine Absenkung von etwa 0,35 m (Aug. 2022) zu erkennen.



**Abbildung 66: 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 überwiegend im Bereich weniger Zentimeter und bewegen sich damit im Unsicherheitsbereich beider Verfahren. Eine detaillierte Auswertung unter Berücksichtigung eines möglichen überlagernden Einflusses weiterer Brunnenentnahmen (z.B. Beregnung), die im Menyanthes-Verfahren derzeit noch keine Berücksichtigung finden, erfolgt am Ende des Pumpversuches.

In Tabelle 20 sind die mittels Menyanthes berechneten Standrohrspiegelhöhen im August 2022 (Mitte Stufe III) 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 20 aufgelisteten Messstellen kann der Abbildung 67 entnommen werden.

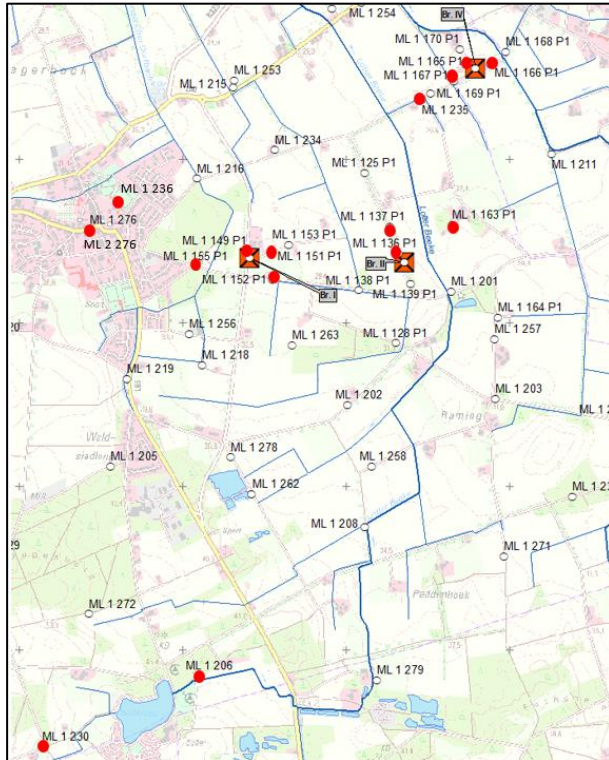


Abbildung 67 Lage der Messstellen in Tabelle 20

Tabelle 20 Mittels Menyanthes berechnete Standrohrspiegelhöhen im August 2022 (Mitte Stufe III) für den Ist-Zustand (mit PV) und den Null-Zustand (ohne PV) sowie die Absenkung ausgewählter Messstellen

Nahbereich	GWL	IST (mit PV) [m NHN]	NULL (ohne PV) [m NHN]	Absenkung [m]
<b>Brunnen I</b>				
ML 1 149 P1	1	27,13	27,43	-0,30
ML 1 155 P1	1	28,39	28,39	0,00
ML 1 152 P1	1	27,38	27,73	-0,34
ML 1 151 P1	1	26,92	26,99	-0,07
<b>Brunnen II</b>				
ML 1 163 P1	1	26,07	26,22	-0,14
ML 1 137 P1	1	26,12	26,31	-0,19
ML 1 136 P1	1	26,56	27,02	-0,46
ML 1 201	1	27,41	27,51	-0,10
<b>Brunnen IV</b>				
ML 1 166 P1	1	22,60	23,03	-0,42
ML 1 167 P1	1	22,48	23,89	-1,41
ML 1 165 P1	1	21,76	23,58	-1,82
ML 1 235	1	23,35	23,85	-0,50
<b>Saller See</b>				
ML 1 206	1	39,50	39,50	0,00

Nach den Menyanthes-Auswertungen ergeben sich unmittelbar an den Brunnen I und II in einigen Messstellen geringfügige Absenkungen im 1. GWL von mehr 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 > 1,5 m auf.

**Fazit:** In vielen Messstellen decken sich die Ergebnisse der Menyanthes-Auswertungen und die der Modellberechnung gut. In einigen Messstellen gibt es Abweichungen, deren Gründe im Rahmen der abschließenden Auswertung des Pumpversuchs nach dem Wiederanstieg detailliert untersucht werden. Das gilt einerseits für das Menyanthes-Verfahren (z. B. sind die Effekte der Beregnungsentnahmen bisher noch nicht ausreichend berücksichtigt), andererseits für das Grundwassermodell, dessen komplette Revision (inkl. Strukturmodell) nach Abschluss des Pumpversuchs ohnehin Aufgabe gemäß Durchführungsplan ist. Die Datengrundlage für diese Revision zu generieren, ist eine der wesentlichen Zielsetzungen des Pumpversuchs. Daher sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass alle dargestellten Auswertungs- und Modellergebnisse einen vorläufigen Charakter besitzen (PreRuns). Die Ergebnisse der abschließenden Pumpversuchsauswertung können möglicherweise von diesen Zwischenergebnissen abweichen.



## 10 Optimierung der Grundwasserüberwachung

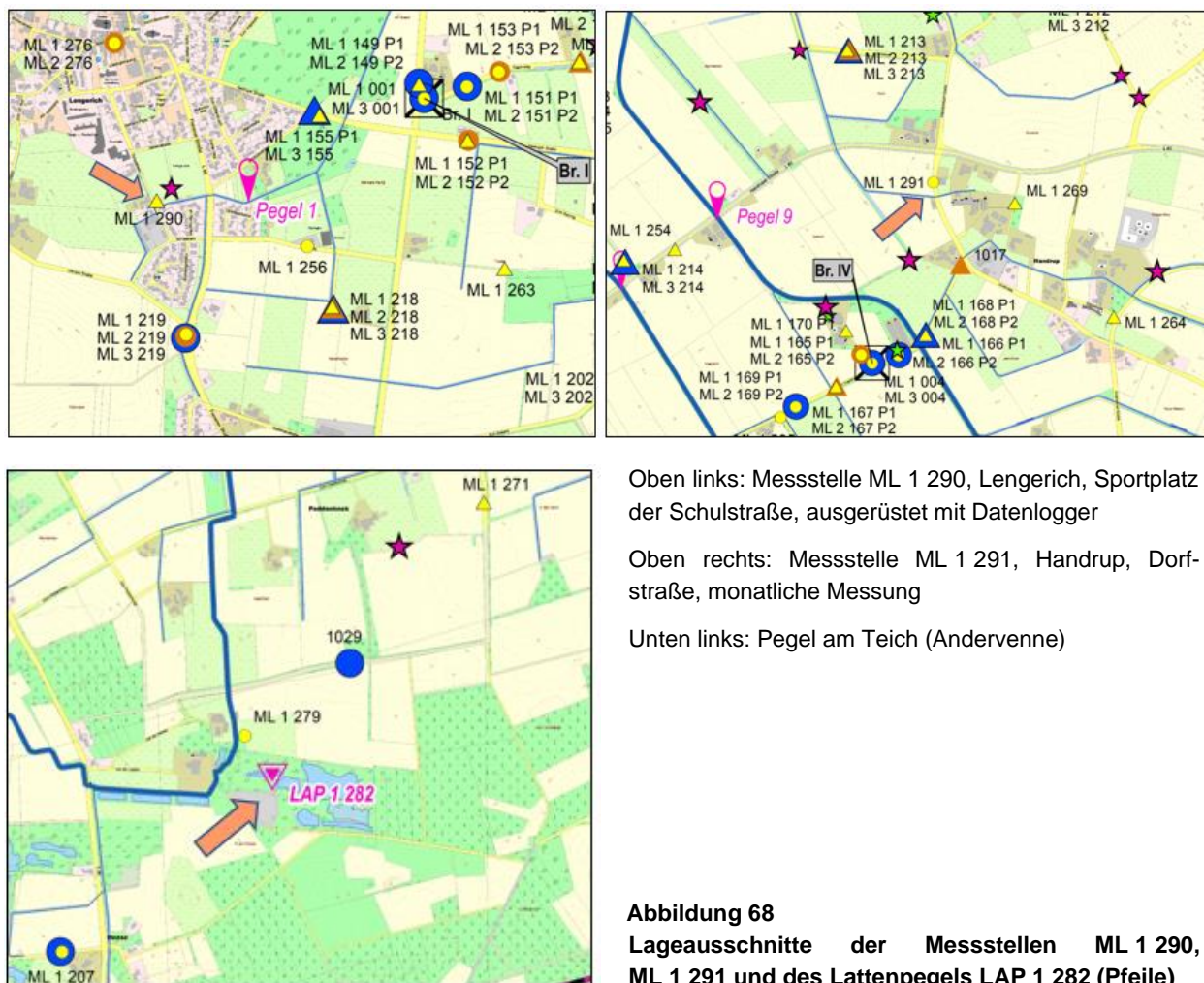
Im März 2022 ist das Grundwassermessnetz als Ergebnis des Fachgesprächs am 24.02.2022 (Erörterung des 3. Jahresberichts) um zwei weitere Grundwassermessstellen (ML 1 290, Ortslage Lengerich, Schulstraße (Sportplatz) und ML 1 291 Ortslage Handrup (Dorfstraße)) sowie einen Pegel LAP 1 282 (Andervernenne) erweitert worden.

Die beiden Grundwassermessstellen erschließen den 1. GWL. Die Messstelle ML 1 290 ist mit einem Datenlogger ausgerüstet (tägliche Messung) die Messstelle ML 1 291 wird monatlich per Handmessung abgelesen.

Die jeweilige Lage kann der Abbildung 68 bzw. der Anlage 1 entnommen werden. Die Bohr- und Ausbauprofile der Grundwassermessstellen befinden sich in den **Anlagen 7.1 und 7.2**.

Die Stammdaten lauten:

Messstelle	Rechtswert	Hochwert	GOK [m NHN]	Ausbau	Messpunkt [m NHN]	Filterlage [m u. GOK]
ML 1 290	32400570	5823076	34,514	DN 50	34,399	1,5 – 2,0
ML 1 291	32403012	5825196	26,188	DN 50	26,108	2,0 – 3,0
LAP 1 282	32402286	5820638	35,3	--	35,602	--



Für dezidierte Auswertungen, insbesondere hinsichtlich eines Einflusses durch die Pumpversuchsentnahmen, ist der Aufzeichnungszeitraum der beiden Messstellen und des Pegels noch zu kurz. Sie erfolgen im Rahmen der abschließenden Auswertungen nach Ende des Pumpversuchs (inkl. Wiederanstieg)

Das vorhandene bzw. ergänzte Messnetz, bestehend aus 254 Grundwassermessstellen, von denen 75 mit Datenloggern ausgerüstet sind, 11 mit Datenloggern ausgerüsteten Pegeln, dem Pegel Lotten des NLWKN sowie drei 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 im Hinblick auf die Fortführung der Pumpstufe III bis Anfang März 2023 sowie auf den Wiederanstieg keine Notwendigkeit gesehen, das Messnetz oder die Vorgehensweise der hydrogeologischen Beweissicherung zu erweitern oder zu optimieren.

Hildesheim, im Dezember 2022

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“*