



**Rahmenbetriebsplan
für den Kiessandtagebau
Pomellen Nord**

- Hydrogeologisches Gutachten -

Auftraggeber **Calculus GmbH**
Mühlenstraße 4
17217 Penzlin



Bearbeiter: **Andreas Buddenbohm *Diplomgeologe***
Julia Gräfenstein *B.Sc. Geographie*

Neubrandenburg, den 28. Juni 2022

.....
Andreas Buddenbohm
Dipl.-Geol.
Geschäftsführer

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Anlass und Aufgabenstellung	6
2 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes	7
2.1 Standortsituation.....	7
2.2 Klima	8
2.3 Geologie des Untersuchungsgebietes	9
2.4 Wasserrecht	11
2.5 Geplanter Gewässerausbau	12
2.6 Abgrenzung des Betrachtungsraums.....	12
3 Hydrologie und Hydrogeologie (Ist-Zustandsanalyse)	14
3.1 Hydrologie	14
3.2 Hydrogeologie	15
3.2.1 Grundwasserlagerstätte.....	15
3.2.2 Grundwasserdynamik	16
3.2.3 Grundwasserneubildung.....	18
3.2.4 Grundwasserschutzfunktion.....	18
3.2.5 Mengenmäßiger Ist-Zustand des Grundwasserkörpers	23
3.2.6 Hydrochemischer Ist-Zustand des Grundwasserkörpers.....	24
3.2.7 Grundwasserbeschaffenheit im Bereich des Tagebaus	30
4 Einfluss des Vorhabens	36
4.1 Einfluss des Vorhabens auf die Wasserbilanz	36
4.1.1 Berechnung der Verdunstung	36
4.1.2 Grundwasserzufluss infolge der Feststoffentnahme.....	37
4.1.3 Zusammenfassung der Grundwasserzehrung	38
4.2 Berechnung des notwendigen Einzugsgebietes des Baggersees	38
4.3 Einfluss des Vorhabens auf die Grundwasserdynamik	39



4.4	Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit.....	42
4.4.1	Bewertung der Probenahmebedingungen.....	42
4.4.2	Ergänzende Untersuchungen	45
4.4.3	Stoffumsätze im Grundwasser	47
4.4.4	Frachtermittlung im Grundwasserstrom	49
4.5	Prüfung auf die Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach § 47 WHG.....	51
4.5.1	Rechtliche Grundlagen	51
4.5.2	Prüfung hinsichtlich des Verschlechterungsverbots	54
4.5.3	Prüfung hinsichtlich des Gebots der Trendumkehr	57
4.5.4	Prüfung hinsichtlich des Erhaltungsgebots	58
5	Schlussfolgerungen.....	59
6	Literatur.....	62

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1	Normalprofil der Kiessandlagerstätte Pomellen (ergänzt) [21].....	10
Tabelle 2	Grundwasserspiegelmhöhen im Tagebaubereich	17
Tabelle 3	Stammdatens von Landesmessstellen im Untersuchungsgebiet.....	25
Tabelle 4	Maximalkonzentrationen ausgewählter Parameter und Messstellen	29
Tabelle 5	Ergebnisse der Laboruntersuchungen An- und Abstrom	31
Tabelle 6	Ergebnisse der Laboruntersuchungen im Entnahmebecken 2017-2021.....	33
Tabelle 7	Probenahmebedingungen an den GWMS 1/20 und 1/21	35
Tabelle 8	Parameter für den geplanten Baggerseen.....	36
Tabelle 9	Ausgangsdaten für die Berechnung der oberstromigen Absenkung	40
Tabelle 10	Probenahmebedingungen an der GWMS 4/95.....	42
Tabelle 11	Ergänzende Untersuchungen von Wasser und Boden hinsichtlich Sulfat.....	46
Tabelle 12	Parameter des Stromröhrenmodells.....	50
Tabelle 13	Schwellenwerte zur Beurteilung des chemischen Zustands des GWK	56
Abbildung 1	Langjährige Klimadaten der Station Grambow-Schwennenz [5].....	8
Abbildung 2	Hydrographie: Oberirdische Einzugsgebiete	14
Abbildung 3	Verbreitung des GWL 3 (Quelle: Hydrogeologische Karte HK50 [39], ergänzt).....	15
Abbildung 4	Langjährige Entwicklung des Grundwasserspiegels der GWMS Hy Ndr 1/2004 (Landesmessstelle Pomellen, 26520101).....	23
Abbildung 5	Zeitliche Entwicklung ausgewählter Parameter in der Messstelle Pomellen (26520101) für den Zeitraum 2007-2020	26
Abbildung 6	Zeitliche Entwicklung ausgewählter Parameter in der Messstelle Nadrensee OP (26510005) für den Zeitraum 1996-2010.....	28
Abbildung 7	Schematische Darstellung der Veränderungen der Grundwasserdynamik, die durch die Anlage eines Baggersees verursacht werden.....	39
Abbildung 8	Niederschlagsgeschehen und Entwicklung der Sulfatkonzentration in ausgewählten Messstellen für den Zeitraum 2015-2021.....	44

Anlagenverzeichnis

Nr.	Inhalt	Maßstab	Blatt
1	Karten		
1.1	Übersichtskarte	1 : 50 000	1
1.2	Übersichtskarte mit Schutzgebieten	1 : 50 000	1
1.3	Hydrogeologische Karte	1 : 25 000	1
1.4	Karte der Grundwasserneubildung	1 : 25 000	1
2	Lagepläne		
2.1	Grundwassergleichenplan	1 : 10 000	1
2.2	Lageplan	1 : 5 000	1
2.3	Luftbild	1 : 5 000	1
3	Profile der Grundwassermessstellen		2
4	Wasserkörpersteckbrief Grundwasserkörper <i>Alte Oder 1</i>		4
5	Hydrochemie		
5.1	Übersicht der Analyseergebnisse		1
5.2	PIPER-Diagramm		1
5.3	Prüfbericht Grundwasser 2021		11
5.4	Weitere Prüfberichte 2021		15
		Summe:	41

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Calculus GmbH betreibt seit 2012 den Tagebau Pomellen Nord in der Gemeinde Nardensee (Gemarkung Pomellen, Flur 4), seit 2016 auch als Inhaberin der Bergbauberechtigungen. Hergestellt werden vor allem Straßenbaustoffe und Betonzuschläge.

Die Gewinnung der Sande und Kiessande erfolgt bislang ausschließlich im Trockenschnitt. Seit 2015 werden die Rohstoffe nass aufbereitet. Dazu wird Grundwasser aus einem auf der Tagebausoehle angelegten Frischwasserbecken entnommen. Das nach der Entwässerung von der Aufbereitungsanlage abgehende Prozesswasser wird in einem offenen Kreislauf geführt: Es wird über Absetz- und Klärbecken vorgeklärt und über einen offenen Grabenüberlauf dem Frischwasserbecken zugeführt.

Den bergbaulichen Arbeiten liegt ein zugelassener Hauptbetriebsplan gemäß § 52 (1) BBergG zugrunde [22]. Für den Komplex der Nassaufbereitung wurden ein Sonderbetriebsplan zugelassen und eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Grundwasserentnahme erteilt [24][37].

Die Gewinnung von Kiessanden war bisher nur auf den Trockenschnitt begrenzt. Der Betreiber des Kiessandtagebaus Pomellen Nord plant die Kiessandgewinnung aus dem Nassschnitt und hat die Zulassung eines Rahmenbetriebsplans nach § 52 Absatz 2a in einem bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren gemäß § 57a BBergG beantragt.

Das vorliegende Gutachten, welches dem Charakter nach als wasserrechtlicher Fachbeitrag anzusehen ist, ist Teil der Antragsunterlagen. Es stellt die hydrogeologische Situation im Vorhabenraum dar und untersucht und bewertet mögliche vorhabenbedingte Auswirkungen auf den mengenmäßigen und chemischen Zustand des Grundwassers.

Es schließt die Prüfung der Konformität des Vorhabens mit den Bewirtschaftungszielen nach § 47 WHG ein [38].

2 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Das Betrachtungsgebiet liegt im Süden des Landkreises Vorpommern-Greifswald unmittelbar westlich der deutsch-polnischen Grenze und ca. 900 m nördlich der Autobahn 11. Pomellen wird von den Orten Nadrensee im Westen und Ladenthin im Norden umgeben. Nach der naturräumlichen Gliederung von Mecklenburg-Vorpommern befindet sich das Untersuchungsgebiet als Teil der Großlandschaft „Uckermärkisches Hügelland“ im Rückland der Mecklenburgischen Seenplatte. Das Untersuchungsgebiet zählt zur Landschaftseinheit „Kuppiges Uckermärkisches Lehmgebiet“ [19].

2.1 Standortsituation

Landkreis	Vorpommern-Greifswald
Amt	Penkun
Gemeinde	Nadrensee
Gemarkung	Pomellen
Lage	Der Tagebau befindet sich unmittelbar nordöstlich der Ortslage Pomellen ca. 400 m südlich bzw. 250 m westlich der Landesgrenze zu Polen (Anlage 1.1).
Erschließung	Der Tagebau ist über einen ca. 2,5 km langen Wirtschaftsweg (wassergebundene Decke) an die Autobahn A 11 angebunden (Anschlussstelle Kolbaskowo/Polen). Über in Bitumenbauweise Gemeinde- und Kreisstraßen (Asphaltdecken) besteht eine Anbindung an die B 113 (Ortslage Krackow).
Kartengrundlagen	Topographische Karte 1 : 50 000 - Blatt L 2752 (Gartz/Oder) Topographische Karte 1 : 25 000 - Blatt 2652 (Nadrensee) Topographische Karte 1 : 10 000 - Blatt N33-89-D-d-3 (Pomellen) Planungsgrundlage ist der Folgeriss 14 des bergmännischen Risswerks für den Tagebau Pomellen Nord, das den Betriebszustand vom August 2021 darstellt.
Morphologie	Die Vorhabenfläche liegt auf einer Grundmoränenhochfläche, die im Planbereich von ca. +65,0 mNHN im Osten auf ca. + 50,0 mNHN im Westen flach abfällt. Im Nordosten fällt das Gelände von der Plangrenze steil bis unterhalb +45,0 mNHN ab.

Bodennutzung	Gegenstand des Rahmenbetriebsplans ist die Gewinnung aus dem Grundwasser innerhalb der bergbaulich bereits in Anspruch genommenen Fläche. Der Aufschluss des Nasschnitts erfolgt auf der trockenen Tagebausohe im Bereich aktiver Betriebsflächen. Die Umgebung der Planfläche prägen Ackerland, Laubgehölze und Waldflächen.
Hydrographie	In der Planfläche liegen keine natürlichen Gewässer. Unmittelbar nördlich berührt ein temporäres Kleingewässer (Soll) die Plangrenze, ca. 100 m nordöstlich existiert unterhalb des Planbereichs ein Flachsee (See bei Pomellen).
Schutzgebiete	Das Vorhabengebiet schließt weder naturschutzrechtlich gesicherte Schutzgebiete ein noch liegen derartige Gebiete in unmittelbarer Umgebung des Vorhabens. Auch andere Schutzgebietskategorien werden vom Vorhaben nicht berührt.
Größe	Die Betriebsplanfläche hat eine Größe von rd. 29,4 ha. Davon entfallen rd. 24,8 ha auf die Fläche der Gewinnung (Abbaufäche).

2.2 Klima

Das Betrachtungsgebiet befindet sich im Bereich des Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklimas. Für die ca. 5 km nördlich des Tagebaus gelegene Wetterstation Grambow-Schwennenz wird eine mittlere Niederschlagshöhe (1991-2020) von 550 mm/a angegeben (Abbildung 1) [5]. Die mittlere Jahrestemperatur (1991-2020) liegt bei 9,1 °C.

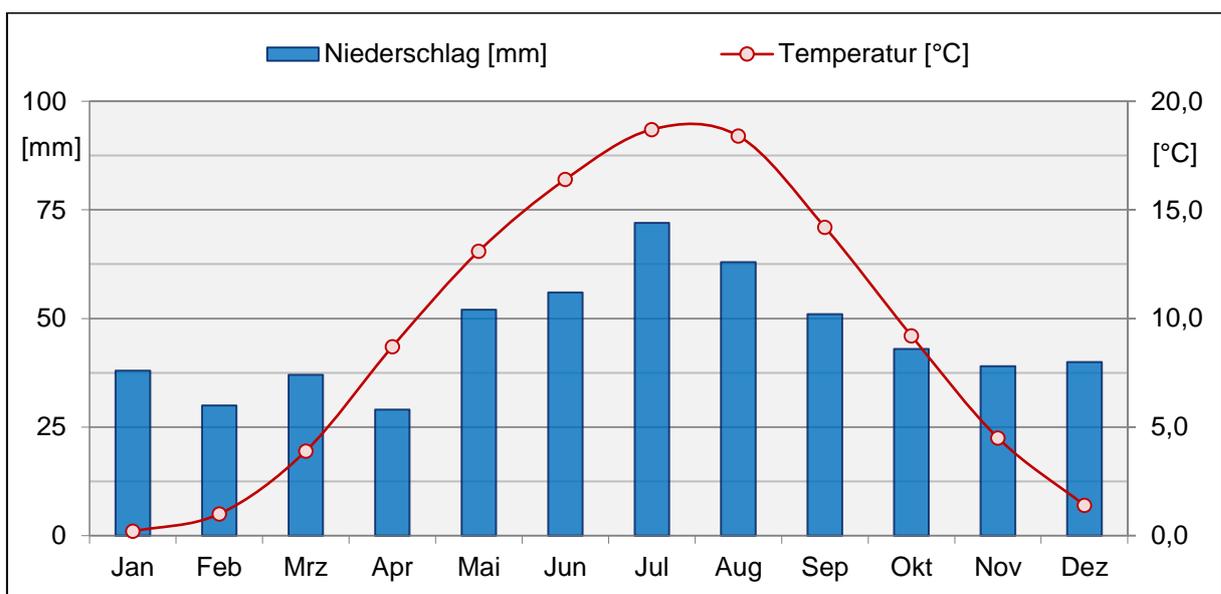


Abbildung 1 Langjährige Klimadaten der Station Grambow-Schwennenz [5]

2.3 Geologie des Untersuchungsgebietes

Zwischen Ladenthin und Pomellen streichen auf der Hochfläche der Grundmoräne glazifluviatile Sande und Kiessande aus, die im geologischen Messtischblatt (2652 Colbitzow) in Form sogenannter „Durchragungszüge“ dargestellt sind. Es handelt sich dabei um teilweise verdeckte ältere Rinnen, deren Entstehung wahrscheinlich in das Warthe-Stadium des Saale-Glazials (S 2) fällt. Ihre Füllung und damit auch die Bildung der Lagerstätte Pomellen erfolgte in mehreren Sedimentationsphasen zwischen dem Warthe-Stadium der Saale-Kaltzeit (S 2) und der Pommern-Phase der Weichselkaltzeit (W 2). Eine genauere zeitliche Eingrenzung der Lagerstättenbildung ist aufgrund der bisherigen Befunde nicht möglich, da kaum chronostratigraphisch verwertbare Sedimentbefunde existieren.

Die Lithofazieskarte Quartär weist für den Raum Ladenthin - Nadrensee - Pomellen einen Hochflächenkomplex aus, der sich aus mächtigen Geschiebemergelkomplexen hauptsächlich pommerschen und mecklenburgischen Alters (Weichsel-2 bis -3) aufbaut. In diesen sind zahlreiche tertiäre Tonschollen eingeschaltet, die sich auch in östliche Richtung (Barnimslaw, Republik Polen) an der Oberfläche fortsetzen.

Die glazifluviatile Rinnenfüllung hat eine Mächtigkeit von 30 bis 60 m. Sie besteht aus einer Wechsellagerung von kiesarmen bis kiesfreien Sanden, Kiessanden und Kiesen. Lokale Einlagerungen von Schluffen weisen auf temporäre Unterbrechungen in der glazifluviatilen Sedimentation hin. Geringmächtige Geschiebemergellagen sind ein Hinweis auf die zeitweise Ausfüllung der Rinne durch Toteis.

Der allgemein geringe Kies- und Geröllinhalt der Sedimente und die lokalen Einlagerungen von Ruhigwasserbildungen lassen auf eine wenig günstige Vorflutsituation und/oder ein zumindest zeitweise eher geringes Schmelzwasserangebot schließen, aus denen eine geringe Transportkraft der Schmelzwässer resultierte.

Eine Wechsellagerung von Sanden, Kiessanden und geringmächtigen Kiesen stellt das Nutzgestein dar. Sie erreicht im Osten der Hauptbetriebsplanfläche (Erweiterungsfläche) ca. Mächtigkeiten bis zu 42 m. Davon entfallen ca. 30 m auf den Trockenschnitt. Im Nassschnitt erreicht die Rohstoffmächtigkeit maximal 20,9 m (Bohrung KiS Ndr 4/95). Die mittlere Mächtigkeit betrug in den Bohrungen 12,5 m.

Das Liegende der nutzbaren Sedimente wird in den Randbereichen vom Geschiebemergel der Saale-2-Vereisung (Warthe-Stadium) gebildet (Bohrungen KiS Ndr 3/92 und 3/95). In den zentralen und nördlichen Teilen fehlt bislang der Nachweis eines bindigen Liegendhorizontes.

Die Lagerstätte wird als Füllung einer ursprünglich subglazial angelegten Rinne angesehen, die über mehrere Vereisungsstadien hinweg mehrfach aktiviert wurde. Der Rinnencharakter wird vor allem für die höheren Teile der Lagerstätte durch Bohrbefunde gestützt (begrenzende Geschiebemergel in randlicher Position), ist aber insgesamt noch nicht hinreichend belegt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass zumindest die tieferen und damit älteren Teile der Schichtenfolge großflächiger verbreitet sind als bislang angenommen. Das Normalprofil der Lagerstätte ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Normalprofil der Kiessandlagerstätte Pomellen (ergänzt) [21]

Stratigraphie	Lithogenetische Einheit	Sediment	Mächtigkeit [m]	
			Randbereich	Zentralbereich
Ho	Oberboden	bindige Sande	0,3 - 0,5	
g W 3	Grundmoräne	Geschiebemergel, sandig-schluffig	0,7 - 5,2	
gf W2n	Pommersche Nachschüttbildungen	Sande und Kiessande	?	ca. 20 - 30m
g W2	Grundmoräne	Geschiebemergel, schluffig-tonig	> 5 m	-
gf W2v bis gf W1n	Pommersche Vor- bis Brandenburger Nachschüttbildungen	kiesarme Sande, bindige Sande	?	ca. 10 - 15 m
g W1	Brandenburger Grundmoräne	Geschiebemergel, sandig-schluffig	?	Erosionsreste
gf S2n	Warthe Nachschüttbildungen	geröllführende Kiessande, kiesarme Sande	?	ca. 15 - 20 m nicht durchteuft
g S2	Warthe-Grundmoräne	Geschiebemergel	> 3,5 m	?

2.4 Wasserrecht

Benutzer	CALCULUS GmbH Mühlenstraße 4 17217 Pomellen
Wasserrecht	Wasserrechtliche Erlaubnis (613/13075/014/15/14) vom 08.10.2014
Ort der Entnahme	Kiessandtagebau Pomellen Nord
Gemarkung	Pomellen
Flur	4
Flurstücke	22/2, 31/2 und 33/3

Lagekoordinaten	Rechts ca.	Hoch ca.
- der Entnahme	334 59 846	59 10 754
- der Einleitung	334 59 861	59 10 739

Verwendungszweck	Gewinnung von Brauchwasser zur Nassaufbereitung von Sanden und Kiessanden Wiedereinleitung von vorgeklärtem Prozesswasser
------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dauer der Entnahme	10 h/d
--------------------	--------

Art und Umfang der Gewässerbenutzung

Entnahme von Grundwasser (§ 9 Absatz 1 Nr. 5 WHG)	max. 150 m³/h
Einleitung von geklärtem Prozesswasser in das Grundwasser (§ 9 Absatz 1 Nr. 4 WHG)	max. 135 m³/h

Dies entspricht bei einer Entnahmedauer von max. 10 h/d einer effektiven Grundwasserentnahme von max. 150 m³/d bzw. 54.750 m³/a [37].

Im Rahmen der 3. Änderung des Sonderbetriebsplans für den Betrieb einer Nassaufbereitungsanlage vom 22.07.2020 wurde die Erhöhung der Entnahmemenge auf 500 m³/d bzw. 182.500 m³/a beantragt. Die Anlagenbeschreibung ist dem Rahmenbetriebsplan zu entnehmen [23].

Weitere Grundwasserentnahmen bestehen im Untersuchungsgebiet nicht.

2.5 Geplanter Gewässerausbau

Gegenstand des Rahmenbetriebsplans ist vor allem die Gewinnung der innerhalb der Planfläche im Grundwasser lagernden Kiessande. Durch ihre Gewinnung (Nassschnitt) entsteht ein See, bei dem es sich um ein Gewässer II. Ordnung im Sinne des § 48 Absatz 1 Nr. 2 LWaG M-V handelt [23]. Das in der Planfläche entstehende Gewässer wird eine Größe von rd. 6,0 ha haben. Die Längsachse streicht in Nordwest-Südost-Richtung. Die maximale Länge des Sees in der Planfläche beträgt rd. 450 m, die maximale Breite rd. 200 m. Das Gewässer wird von Flachwasserzonen eingerahmt sein, die eine Breite von voraussichtlich ca. 6 m haben werden. Die Wassertiefen erreichen in diesen Bereichen maximal 2,0 m. Die Wassertiefe erreicht maximal 20,0 m. Die Gewinnung aus dem Grundwasser wird nach bisherigem Kenntnisstand bis max. 16 m Tiefe und damit bis auf ein Sohlenniveau von ca. +6 mNN geführt. Die Kontur des entstehenden Gewässers ist in der Anlage 2.3 dargestellt.

2.6 Abgrenzung des Betrachtungsraums

Das Untersuchungsgebiet (UG) umfasst einen Umkreis von 1 km um die Planfläche. Abweichend davon wird der Untersuchungsraum im Süden von der Autobahn A11 begrenzt.

Das Regionale Raumentwicklungsprogramm (RREP) weist die Planfläche als Vorbehaltsgebiet für die Rohstoffsicherung aus. In einem Vorbehaltsgebiet für die Rohstoffsicherung ist den Belangen der Rohstoffsicherung bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen. Den weiteren Flächen im Untersuchungsraum kommt keine besondere Freiraumfunktion zu [34].

Der bisherige Tagebau hat eine aktive Abbaufäche von ca. 20,9 ha. Sie erweitert sich nach Zulassung der 3. Änderung des Hauptbetriebsplans auf 24,9 ha.

Der relevanteste Nutzungstyp im Umkreis der Planfläche, sowohl auf deutschem als auch auf polnischem Boden, ist die landwirtschaftliche Nutzung, die primär einen intensiven Charakter hat. Teile der Flächen, im direkten Umkreis des Tagebaus werden aktuell nicht bewirtschaftet. Die Landwirtschaft auf polnischer Seite zeigt tendenziell einen extensiveren Charakter.

Ein Großteil der Waldflächen im UG wird forstwirtschaftlich genutzt. Dabei sind primär die Kiefernbestände von Bedeutung. Der Nordwesten, Norden und Nordosten des UG ist insgesamt waldärmer. Hier ist die landwirtschaftliche Nutzung relevanter. Die Waldflächen innerhalb der Planfläche sowie gewässerbegleitend im Südwesten des UG sind von geringerer forstwirtschaftlicher Bedeutung. Ebenso befinden sich östlich der Planfläche, hauptsächlich auf polnischem Territorium gewässerbegleitende Waldflächen und kleinere Gehölze im landwirtschaftlichen Bereich, die kaum von wirtschaftlicher Bedeutung sind.

Die Gewässer im Südwesten des UG werden ohne gewerbliches Interesse als Freizeit-Angelgewässer genutzt.

Im UG gibt es bis auf Pomellen keine weitere Ortschaft. Lediglich im Südwesten nahe der A11 gibt es darüber hinaus einzelne Wohnhäuser. Die A11 stellt die südliche Begrenzung des UG dar und macht einen nennenswerten Anteil von ca. einem Drittel der Infrastruktur im UG aus. Bei einem nennenswerten Teil der Infrastruktur handelt es sich um nur teils befestigte Wege.

Der Kiessandtagebau Pomellen befindet sich im äußersten Norden des Grundwasserkörpers Alte Oder 1 (DEGB_DEBB_ODR_OD_1-1) erstreckt sich von der Autobahn 11 im Norden bis nach Bernau im Südwesten sowie Wriezen im Südosten. Im Westen hält der Wasserkörper bis zur Schorfheide und im Osten bis zur polnischen Grenze aus.

3 Hydrologie und Hydrogeologie (Ist-Zustandsanalyse)

3.1 Hydrologie

Die Planfläche liegt in der Flussgebietseinheit der Oder. Über das Plangebiet verläuft eine oberirdische Wasserscheide, die das Einzugsgebiet der *Westoder* (LAWA-Gebietskennzahl 6969, Ostteil der Planfläche) von dem des *Grabens aus Lebehnscher See* (LAWA-Gebietskennzahl 9688223, Westteil der Planfläche) trennt, das zum Einzugsgebiet der Randow gehört. Letzteres teilt sich durch eine untergeordnete Wasserscheide, die annähernd West-Ost über die Lagerstätte verläuft, nochmals in das Binneneinzugsgebiet des *Kückensees* (LAWA-Gebietskennzahl 968822364, Südteil) und das des *Sees bei Pomellen* (LAWA-Gebietskennzahl 968822346, Nordteil) (Abbildung 2). Die größten Vorfluter im Betrachtungsgebiet sind die Randow und die Oder.

Die größten Standgewässer im näheren Umfeld sind der See bei Pomellen ca. 300 m östlich und der Kückensee ca. 450 m westlich des Tagebaus. Natürliche stehende oder fließende Gewässer existieren in der Planfläche nicht. Ein Kleingewässer (Soll) befindet sich unmittelbar nördlich der Plangrenze.

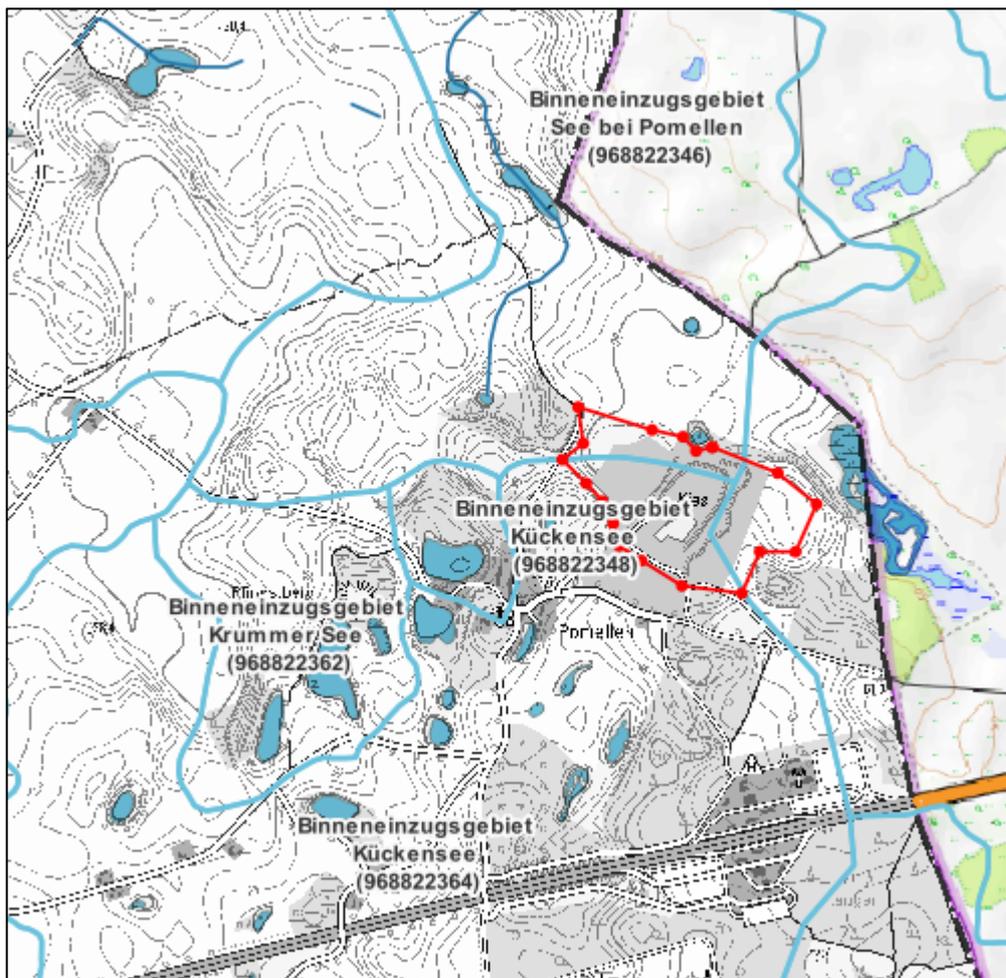


Abbildung 2 Hydrographie: Oberirdische Einzugsgebiete

3.2 Hydrogeologie

3.2.1 Grundwasserlagerstätte

Die oberflächennah anstehenden Sande stellen den nur lokal verbreiteten Grundwasserleiter (GWL) 1 (W2n-W3n) dar, der keine bzw. nur eine saisonabhängige Grundwasserführung aufweist. Die in ihrer Mächtigkeit stark wechselnden Sande des GWL 2 (W1n-W2v) sind nach Norden bis zum Galgenberg südwestlich von Ladenthin und im Süden bis nach Pomellen verbreitet. Die im Tagebau Pomellen anstehenden und lagerstättenbildenden Sande sind Teil des in der Hydrogeologischen Karte (HK50) als GWL 3 bezeichneten Grundwasserleiters, der seine nördliche Verbreitungsgrenze vermutlich nördlich von Pomellen hat (Abbildung 3). Nach Süden und Osten hält er weit aus und verfügt hier auch über eine hydraulische Verbindung zum liegenden GWL 4. Die Liegendfläche des hangenden Grundwasserstauers des GWL 4 wird mit ca. +10...20 mNHN angegeben. Der GWL 5 ist im Betrachtungsraum nicht verbreitet [40].

Die Quartärbasis liegt am Untersuchungsstandort bei ca. -25 mNHN und steigt nach Westen leicht an (Krackow: ca. ± 0 mNHN). Darunter folgen tertiäre Sande.

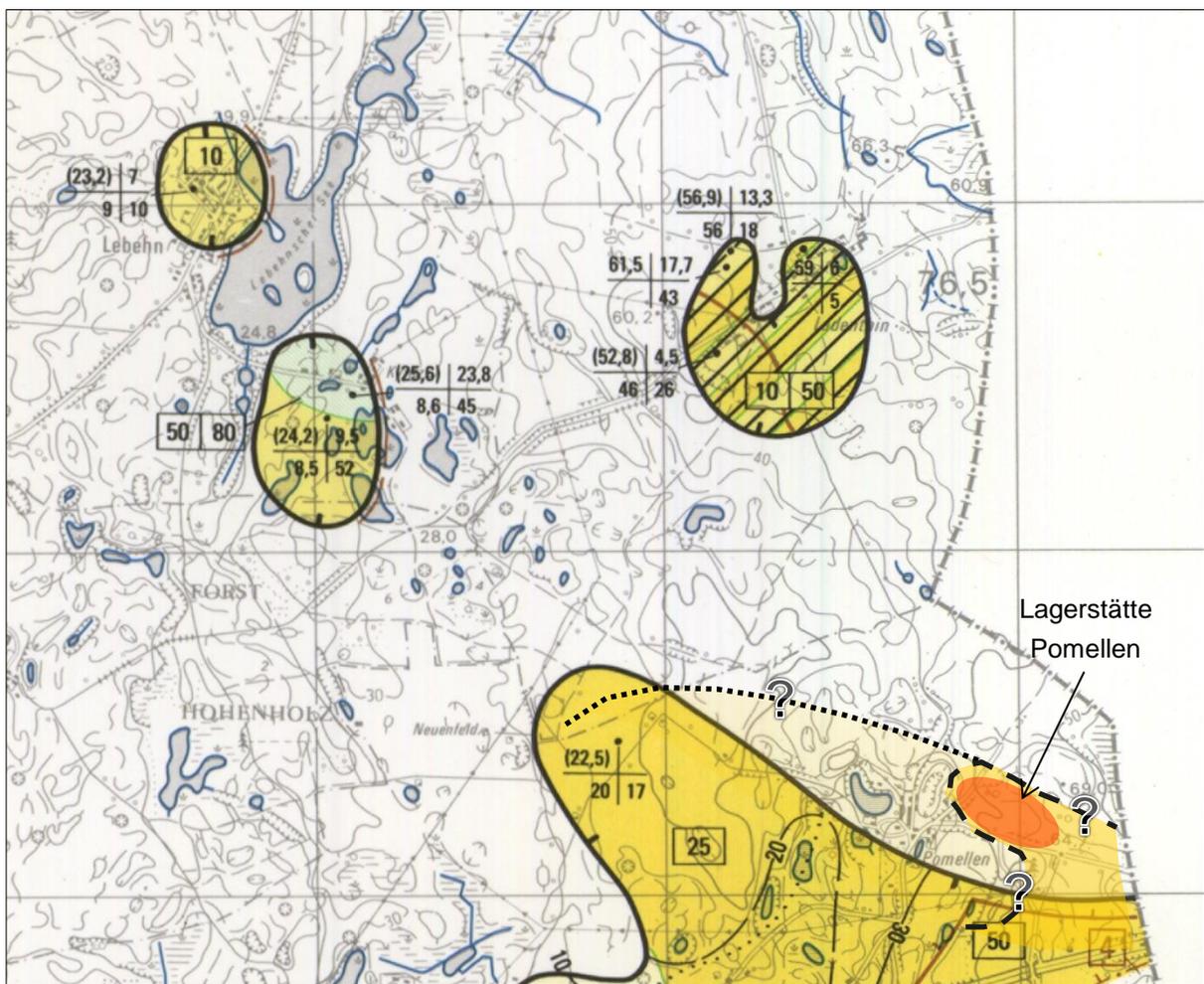


Abbildung 3 Verbreitung des GWL 3 (Quelle: Hydrogeologische Karte HK50 [40], ergänzt)

Der Grundwasserflurabstand beträgt in der unverritzten Planfläche in Abhängigkeit von der Morphologie zwischen 30 und 40 m. Der Flurabstand verringert sich westlich von Pomellen und Neuenfeld bis auf etwa 5 m, wobei die zwei Standgewässer westlich von Pomellen grundwassergespeist sind. Es herrschen ungespannte Verhältnisse.

Die durchschnittliche Permeabilität (Durchlässigkeit) des quartären GWL 3 wird für den Untersuchungsstandort mit $2,5...5,0 \cdot 10^{-4}$ m/s angegeben [40].

Der maßgebliche Grundwasserkörper Alte Oder 1 ist im Rahmen der elektronischen Berichterstattung 2022 zum 3. Bewirtschaftungsplan der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowohl mengenmäßig als auch chemisch als gut bewertet worden. Der Wasserkörpersteckbrief ist der Anlage 4 zu entnehmen.

3.2.2 Grundwasserdynamik

Das Grundwasserfließgeschehen im Hauptgrundwasserleiter wird im Betrachtungsraum durch die Entlastung in Oder und Randow, die beiden Hauptvorfluter der Region, bestimmt. Als Hauptgrundwasserleiter ist der flächenhaft verbreitete, oberflächennahe Grundwasserleiter definiert, über den der mengenmäßig größte Teil des unterirdischen Wassers abströmt [6].

Die lagerstättenbildenden Sedimente sind Teil eines nur teilweise bedeckten Grundwasserleiters, der Spiegelhöhen von ca. +20 mNHN im westlichen und ca. +18...19 mNHN im östlichen Lagerstättenteil und damit einen mit geringem Gefälle nach Osten bzw. Südosten gerichteten Grundwasserstrom aufweist. Das Gefälle beträgt im Betrachtungsgebiet etwa 3,3 ‰. Die Grundwasserströmungsgeschwindigkeit kann mit ca. 1 m/d angegeben werden.

Wahrscheinlich in südöstlicher Fortsetzung der lagerstättenbildenden Rinnenstruktur ist am Grenzübergang Pomellen eine Bohrung aus dem Jahre 1962 gelegen (Hy Ndr -/1962), die eine Folge von mehr als 50 m mächtigen Sanden und Kiessanden nachwies. Der Grundwasserspiegel wurde darin bei ca. +20 mNHN festgestellt.

Die Beurteilung der Grundwassersituation stützt sich auf Stichtagsmessungen an den zu Messstellen ausgebauten Bohrungen Hy Ndr 1/95 bis 4/95 (Tabelle 2). Im Dezember 2019 wurden in den beiden noch vorhandenen Grundwassermessstellen Spiegelhöhen von +19,41 mNHN (GWMS 1/95) bzw. +19,43 mNHN (GWMS 4/95) dokumentiert.

Die GWMS 1/95 bis 3/95 sind mittlerweile infolge des Abbaufortschritt zurückgebaut worden. Es wurden im lokalen Grundwasseranstrom (Hy Ndr 1/20) und im Abstrom (Hy Ndr 1/21) jeweils eine neue Messstelle errichtet. Sie sind nach Lage und Höhe eingemessen, die Stammdaten sind der Tabelle 7 zu entnehmen. Vor Durchführung der Probenahme wurden am 29.04.2021 die Ruhewasserspiegel an beiden Pegeln erfasst. Für die GWMS 1/20 wurde ein Wasserstand von 24,17 m u. ROK bzw. +19,52 mNHN und in der GWMS 1/21 von 47,37 m u. ROK bzw. +17,86 mNHN dokumentiert.

Tabelle 2 Grundwasserspiegelhöhen im Tagebaubereich

Erläuterungen: * - Messstelle wurde durch den voranschreitenden Kiesabbau inzwischen entfernt

Parameter	Einheit	1/95*	2/95*	3/95*	4/95
Rechtswert		5459916,7	5460033,8	5459807,7	5460158,1
Hochwert		5912850,7	5912749,7	5912641,7	5912664,0
Bohrjahr		1995	1995	1995	1995
GOK	mNHN	+43,10 (Stand 01/2019)	(+63,60)	(+43,90)	+45,60 (Stand 08/2021)
GOK bei Errichtung	mNHN	+54,00	+63,60	+43,90	+64,10
ROK	mNHN	+47,35 (Stand 01/2019)	(+64,84)	(+44,80)	+46,35 (Stand 08/2021)
Filter	m u. GOK	37,0 - 39,0	42,5 - 44,5	25,0 - 30,0	58,1 - 66,1
Filter-Ø	mm	50	50	150	150
Ruhewasserspiegel bei Errichtung	mNHN	+19,70	+19,30	+19,50	+18,70

Die Trocken-/Nassschnitt-Grenze wurde bei +21,0 mNHN festgelegt. Maßgeblich sind die Spiegelhöhen in den ausgebauten Grundwassermessstellen sowie die Ruhewasserstände der Trockenbohrungen aus den bisherigen Erkundungen.

Schwebendes Grundwasser tritt in der Planfläche nach bisherigem Kenntnisstand nicht auf.

3.2.3 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung (GWN) wurde für Mecklenburg-Vorpommern nach dem Verfahren von BAGROV-GUGLA ermittelt und vom LUNG-MV zur Verfügung gestellt [19]. Dieses Verfahren berücksichtigt neben dem langjährigen Mittel der realen Verdunstung (ETR), das sich aus den regionalisierten Niederschlägen und der Gras-Referenz- sowie Gewässerverdunstung ergibt, auch die von Bodentypus und Bodennutzung abhängigen, dränungsbedingten Direktabflüsse. Die in weiten Teilen fehlende oder nur geringmächtige bindige Bedeckung und die sandig-kiesige Ausbildung des GWL begünstigen am Untersuchungsstandort eine hohe Versickerungsrate, weshalb der Vorhabenbereich ein Gebiet vergleichsweise hoher Grundwasserneubildung darstellt. Die Verdunstungsrate ist auf den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen (Acker) eher gering. Da der obere, überwiegend unbedeckte Grundwasserleiter betrachtet wird, ist eine Reduzierung der Grundwasserneubildung aufgrund lateraler Abflüsse hier nicht erforderlich [27].

Für das Untersuchungsgebiet kann eine Grundwasserneubildungsrate von 7,1...178,4 mm/a angegeben werden, wobei die Neubildung nördlich und südlich des Tagebaus abnimmt. Für die Planfläche beträgt die mittlere Grundwasserneubildung ca. 154 mm/a.

Im Zuge der 3. Änderung der wasserrechtlichen Erlaubnis wurde eine Erhöhung der Entnahmemenge von 270 auf 500 m³/d beantragt. Für die zugrundeliegende Grundwasserbilanzierung wurde unter Berücksichtigung der Fließrichtung, der Grundwasserneubildung und der geplanten Förderung nach dem Verfahren von HILGERT ein unterirdisches Einzugsgebiet abgegrenzt [11][24]c. Das erforderliche Einzugsgebiet hat eine Größe von 1,32 km² und deckt bei einem Dargebot von 665 m³/d die Entnahme neubildungsseitig vollständig ab. Andere Wasserfassungen werden, bedingt durch die Entfernung und ihre Lage im Grundwasserströmungsfeld (stromseitlich, außerhalb des Einzugsgebietes) nicht beeinträchtigt.

3.2.4 Grundwasserschutzfunktion

Um die Geschütztheit des vom geplanten Vorhaben betroffenen Grundwasserkörpers beurteilen zu können, werden zwei Bohrungen im Umfeld des Plangebiets herangezogen, die den geologischen Aufbau verdeutlichen.

Hy Ndr 1/2004

- 0,90	Feinsand
- 2,50	Geschiebemergel
- 3,60	Feinsand
- 5,30	Schluff
- 23,50	Feinsand
- 24,30	Schluff
- 26,00	Feinsand
- 30,30	Schluff
- 31,20	Feinsand
- 33,10	Schluff
- 41,30	Feinsand

Endteufe

GWMS 1/2021

- 4,20	Feinsand
- 6,70	Schluff
- 7,80	Mittelsand
- 8,40	Schluff
- 22,30	Fein-/Mittel-/Grobsand
- 23,60	Feinkies
- 29,80	Mittel-/Grobsand
- 31,20	Schluff
- 33,10	Grobsand
- 34,00	Feinkies
- 40,30	Mittel-/Grobsand
- 43,20	Fein-/Mittelkies, Steine
- 44,00	Schluff
- 49,00	Feinkies
- 51,30	Grobsand
- 52,20	Geschiebemergel
- 58,30	Mittelsand
- 58,50	Geschiebemergel

Endteufe

Erläuterung: **fett:** (partiell) verfilterter Horizont

In der im westlichen Grundwasseranstrom des Tagebaus gelegenen Landesmessstelle Hy Ndr 1/04 wurde eine Wechsellagerung von Feinsanden und Schluffen erbohrt. Der Ruhewasserspiegel wurde mit 30,15 m u. GOK angegeben.

Die im Abstrom des Tagebaus errichtete Messstelle 1/21 weist hauptsächlich grobes Material (Mittel-/Grobsand, Fein-/Mittelkies und Steine) nach, das von geringmächtigen Lagen Schluffen und Geschiebemergel durchzogen wird. Der Wasserspiegel in Ruhe wurde bei der Errichtung mit 46,51 m u. GOK dokumentiert.

Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach Hölting et al. [12]

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung kann näherungsweise nach dem Verfahren von HÖLTING ET AL. ermittelt werden [12]. Dabei werden die nutzbare Feldkapazität des Bodenhorizonts, die Grundwasserneubildung, die Gesteinsart und die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung sowie die Druckverhältnisse berücksichtigt.

Der Grundwasserkörper Alte Oder 1 besteht aus mehreren, zum Teil sehr mächtigen wasserführenden Horizonten. Die bedeckten quartären sowie die tertiären Grundwasserleiter sind gerade im Hinblick auf die öffentliche Trinkwasserversorgung von besonderer Bedeutung. Im Folgenden wird die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung des GWL 3 im Grundwasseranstrom und -abstrom des Tagebaus ermittelt. Zur Berechnung wird das Gesamtprofil ab 1 m unter Geländeoberkante herangezogen, für unbedeckte GWL bis zur Grundwasseroberfläche, bei gespannten Verhältnissen stellt die Grundwasserdeckfläche den Bezugspunkt dar.

Mit einer bindigen Bedeckung von bis zu 4,3 m (Schluff) Mächtigkeit beträgt die Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung der Grundwassermessstelle 1/04 etwa 25 Jahre. Allerdings befindet sich die Messstelle in einem Bereich mit gestörten Deckschichten - die HK 50 gibt hier die Gefährdungsklasse A 2 (Grundwasser im Lockergestein unter geologisch gestörten Deckschichten) an [40], sodass von einer wesentlich geringeren Verweildauer auszugehen ist.

In der GWMS 1/21 wurde lediglich geringmächtige Schlufflagen erbohrt, die für die Berechnung der Schutzfunktion im Sinne einer konservativen Betrachtung nicht als bindige Grundwasserüberdeckung definiert werden. Insofern bildet die Grundwasseroberfläche (46,51 m u. GOK) den Bezugspunkt der Berechnung. Mit einer Gesamtschutzfunktion von $S_g = 4.524$ liegt im Bereich des Grundwasserabstroms des Tagebaus eine sehr hohe Schutzfunktion vor mit einer Verweildauer des Sickerwassers von etwas mehr als 25 Jahren. Aufgrund des großen Grundwasserflurabstands gibt die HK50 für den Standort der GWMS 1/21 die Gefährdungsklasse C = keine unmittelbare Gefährdung des Grundwassers durch flächenhaft eindringende Schadstoffe an.

► Hy Ndr 1/2004

Bodenart: Parabraunerde mit einer hohen nutzbaren Feldkapazität

(nFK = 200...250 mm)

B = 500

Grundwasserneubildung 178 mm/a

W = 1,50

$$S_1 = B * W$$

$$S_1 = 750$$

Feinsand, schwach schluffig

G = 50

M = 21,00 m

Schluff/Geschiebemergel

G = 160

M = 8,30 m

Schwebendes Grundwasser mit Quellaustritten: nicht vorhanden

Q = 0

Grundwasseroberfläche ungespannt, keine Artesik

D = 0

$$S_2 = (G_1 * M_1 + G_2 * M_2 + \dots + G_n * M_n) * W + Q + D$$

$$S_2 = 3.567$$

$$S_g = S_1 + S_2$$

Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

$$S_g = 4.317$$

► GWMS 1/21

Bodenart: Parabraunerde mit einer hohen nutzbaren Feldkapazität

(nFK = 200...250 mm)

B = 500

Grundwasserneubildung 178 mm/a

W = 1,50

$$S_1 = B * W$$

$$S_1 = 750$$

Fein- bis Grobsand, schwach schluffig

G = 50

M = 32,60 m

Fein- bis Mittelkies, Steine

G = 5

M = 7,61 m

Schluff

G = 160

M = 5,30 m

Schwebendes Grundwasser mit Quellaustritten: nicht vorhanden

Q = 0

Grundwasseroberfläche ungespannt, keine Artesik

D = 0

$$S_2 = (G_1 * M_1 + G_2 * M_2 + \dots + G_n * M_n) * W + Q + D$$

$$S_2 = 3.774$$

$$S_g = S_1 + S_2$$

Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

$$S_g = 4.524$$

Ermittlung der Verweilzeit des Sickerwassers nach DIN 19732

Für Mecklenburg-Vorpommern liegt eine landesweite Ermittlung der Verweilzeit des Sickerwassers in der ungesättigten Zone vor, die auf Grundlage der DIN 19732 erfolgte [15].

Die Ermittlung bezieht folgende Parameter ein:

- die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung bzw. der Flurabstand des Grundwassers im wasserwirtschaftlich genutzten Hauptgrundwasserleiter,
- die Feldkapazität der gesamten Grundwasserüberdeckung,
- die Grundwasserneubildungsrate.

Die Verweilzeit des Sickerwassers wird aus der Verlagerungsgeschwindigkeit des Sickerwassers und der Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung berechnet.

Die Verlagerungsgeschwindigkeit des Sickerwassers ist der Quotient aus der Sickerwasser- bzw. Grundwasserneubildungsrate und dem Volumenanteil an Wasser im Boden bzw. der tieferen Grundwasserüberdeckung. Als Maß für den Wassergehalt wird die Feldkapazität verwendet. Der Einfluss bevorzugter Fließwege, die vor allem in bindigen, gefügereichen Böden eine Rolle spielen, können bei der Ermittlung nicht berücksichtigt werden.

Die nutzbare Feldkapazität liegt im Untersuchungsgebiet bei ca. 17...20 mm/dm [29]. Für die ungesättigte Zone, deren Basis für die Berechnung bei gespanntem Grundwasser durch die Druckhöhe des Grundwasserspiegels definiert wird, werden bei einem Ruhewasserspiegel der GWMS 1/21 von 46,51 m u. GOK die summarischen Feldkapazitäten der ungesättigten Zone mit 7.907...9.302 mm angegeben. Daraus resultiert bei einer Grundwasserneubildungsrate von 178 mm/a für den GWL 3 im Plangebiet eine Verweilzeit des Sickerwassers in der ungesättigten Zone von ca. 45 Jahren.

3.2.5 Mengenmäßiger Ist-Zustand des Grundwasserkörpers

Der mengenmäßige Zustand des maßgeblichen Grundwasserkörpers wurde im Rahmen der elektronischen Berichterstattung 2022 zum 3. Bewirtschaftungsplan der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) als gut bewertet. Demnach wurde keine Überlastung durch die bestehenden Grundwasserentnahmen festgestellt.

Die mehrjährige Entwicklung des Grundwasserspiegels kann repräsentativ mithilfe der ca. 1,7 km westlich des Kiessandtagebaus und damit im entfernten Grundwasseranstrom gelegenen Landesmessstelle Pomellen (26520101) dargestellt werden. Die Abbildung 4 enthält die Ganglinie der im Hauptgrundwasserleiter ausgebauten Messstelle für den Zeitraum 2011 bis 2021. Die Ausbaudaten der Landesmessstelle sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die Messstelle (GOK: +51,51 mNHN) liegt topographisch etwa 30 m über dem Niveau der +21,0-mNHN-Arbeitsebene, ausgebaut ist die Messstelle aber unter dem Niveau der Arbeitsebene (Filter: +11,46 - 13,46 mNHN).

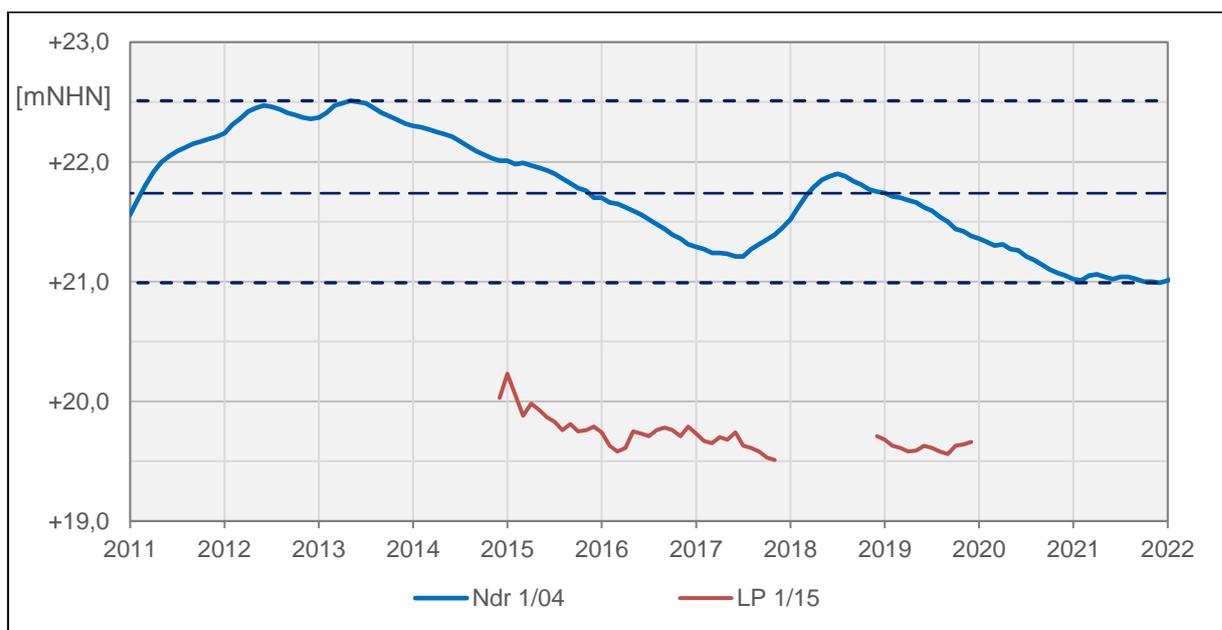


Abbildung 4 Langjährige Entwicklung des Grundwasserspiegels der GWMS Hy Ndr 1/2004 (Landesmessstelle Pomellen, 26520101)

Nach dem höchsten Spiegelniveau in 2012/13 (+22,51 mNHN im Mai 2013) sank der Wasserstand im Sommer 2017 zunächst bis auf +21,21 mNHN ab. Anschließend wurde wieder ein leichter Anstieg dokumentiert, auf den in 2021 die geringsten Grundwasserspiegel im dargestellten Zeitraum folgten (+20,99 mNHN im Dezember 2021). Damit bewegt sich der Grundwasserspiegel gegenwärtig 0,75 m unter dem langjährigen Mittelwert von +21,74 mNHN.

Darüber hinaus enthält die Abbildung 4 die Ganglinie des Wasserspiegels im Frischwasserbecken, der mithilfe eines Lattenpegels (LP 1/15) dokumentiert wird. Für den Zeitraum 2015 bis 2017 sowie 2019 liegen monatliche Messungen vor. Der Wasserspiegel im Frischwasserbecken, das einen künstlichen Grundwasseraufschluss darstellt, bildet im Zeitraum 2015 bis 2018 analog zur Landesmessstelle eine sinkende Entwicklung des Grundwasserspiegels ab, wenngleich die Schwankungen im Oberflächengewässer aufgrund der ausgleichenden Wirkung geringer ausfallen als im bedeckten Grundwasserleiter.

3.2.6 Hydrochemischer Ist-Zustand des Grundwasserkörpers

Der hydrochemische Zustand des maßgeblichen Grundwasserkörpers wurde im Rahmen der elektronischen Berichterstattung 2022 zum 3. Bewirtschaftungsplan der WRRL als gut bewertet. Zur Beurteilung des chemischen Ausgangszustands wurden darüber hinaus die Daten von Landesmessstellen herangezogen, die sich im Grundwasserkörper Alte Oder 1 befinden (DEGB_DEBB_ODR_OD_1-1). Die Stammdaten der Messstellen sind der Tabelle 3 zu entnehmen, die Lage der Messstellen ist in der Anlage 1.3 dargestellt.

Für die ca. 1,7 km westlich von Pomellen und damit im seitlichen Grundwasseranstrom des Tagebaus gelegene Landesmessstelle Pomellen (Hy Ndr 1/2004, 26520101) liegen für den Zeitraum 2007 bis 2020 jährliche Analyseergebnisse vor. Die Messstelle weist von den drei betrachteten Landesmessstellen die größte Filterausbautiefe auf. In der Messstelle wurden knapp 30 m mächtige schluffige Feinsande erbohrt, die geringmächtige bindige Zwischenmittel (Geschiebemergel und Schluff) enthalten (Anlage 4). Das Umfeld der Messstelle ist stark landwirtschaftlich geprägt.

Seit Beginn der hydrochemischen Beobachtung der Messstelle 26520101 wurden in der gesättigten Zone anaerobe Bedingungen dokumentiert, die mit reduzierenden Verhältnissen verbunden sind. Der pH-Wert schwankt zwischen 7,0 und 7,3 und bewegt sich damit im neutralen Bereich. Als Maß der Gesamtmineralisation des Grundwassers dient die elektrische Leitfähigkeit, die vor allem von den im Wasser gelösten Salze abhängt und Aussagen über die Güte des Grundwassers zulässt. Mit Leitfähigkeiten zwischen 789 und 928 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ist ein mittlerer Mineralisationsgrad zu verzeichnen, der seit 2013 eine leicht steigende Tendenz aufweist (Abbildung 5).

Tabelle 3 Stammdaten von Landesmessstellen im Untersuchungsgebiet
Erläuterungen: k.A. - keine Angaben

Parameter	Einheit	Pomellen	Nadrensee OP	Nadrensee UP
Bohrbezeichnung		Hy Ndr 1/2004	Hy Pkn 103/1983	Hy Pkn 103/1983
Landesmessstelle		26520101	26510005	26510006
Koordinaten (ETRS 89 - UTM 33)	<i>Rechtswert</i>	33457796	33454818	33454818
	<i>Hochwert</i>	5911026	5909222	5909222
Bohrjahr		2004	1983	1983
Bohrungs-Ø	<i>mm</i>	273	273	273
Aufsatzrohr-Ø / Filter-Ø	<i>mm</i>	219	k.A.	k.A.
Material		PVC	Stahl	Stahl
Endteufe	<i>m u. GOK</i>	41,3	165,0	165,0
Lottiefe	<i>m u. GOK</i>	40,05	20,50	37,00
Geländeoberkante (GOK)	<i>mNHN</i>	+51,51	+34,69	+34,69
Messpunkthöhe (ROK)	<i>mNHN</i>	+52,42	+35,79	+35,57
Filter	<i>m u. GOK</i>	38,05 - 40,05	18,0 - 20,0	32,0 - 36,0
Grundwasserspiegel bei Errichtung	<i>m u. GOK</i>	30,15	7,55	9,36
	<i>mNHN</i>	+21,36	+28,24	+26,21

Eisen und Mangan sind erhöht und überschreiten die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung. In Abhängigkeit vom hydrochemischen Milieu bilden sich im Sediment aus Verwitterungsprozessen Eisensulfide (z.B. Pyrit), die in sauerstoffhaltigen Grundwässern überwiegend als schwerlösliches dreiwertiges Eisen vorkommen. In einem anaeroben Milieu kann eine bedeutende Freisetzung von löslichem zweiwertigem Eisen (Fe(II)) durch die Oxidation von Eisensulfiden durch Nitrat bzw. durch die Reduktion von Eisen(III)-Verbindungen erfolgen. Auch unter dem Einfluss von Luftsauerstoff in der ungesättigten Zone kommt es im Sediment zu einer Oxidation von Eisensulfiden. Grundsätzlich gilt gleiches für Mangan. Insofern sind die erhöhten Konzentrationen von Eisen und Mangan geogenen Ursprungs und Teil des natürlichen Hintergrundes.

Nitrat und Nitrit schwanken um die Bestimmungsgrenze. Die Ammoniumkonzentration ist gering (0,06...0,10 mg/l). Der Chloridgehalt bewegt sich zwischen 23 und 40 mg/l.

Die Sulfatkonzentration zeigt erhöhte Werte zwischen 126,5 und 186,4 mg/l, wobei ein relativ deutlicher Zusammenhang mit der Entwicklung der Calciumkonzentration (137,6...173,1 mg/l) besteht. Die höchsten Gehalte wurden jeweils im September 2017 dokumentiert. Magnesium (18,2...23,0 mg/l), Natrium (7,9...12,1 mg/l) und Kalium (1,8...3,1 mg/l) sind unauffällig.

Die Konzentrationen von Arsen (0,784...1,580 µg/l) und Uran (0,428...0,842 µg/l) bewegen sich durchgehend oberhalb der Bestimmungsgrenzen, aber deutlich unterhalb der Grenzwerte der TrinkwV.

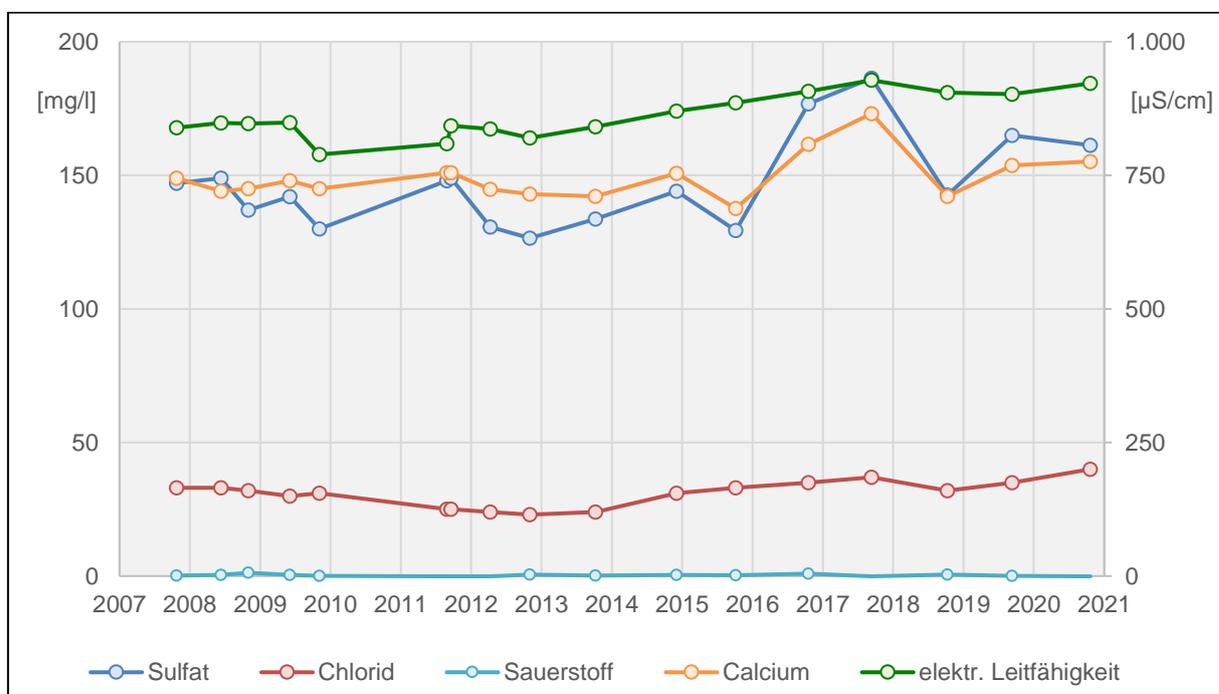


Abbildung 5 Zeitliche Entwicklung ausgewählter Parameter in der Messstelle Pomellen (26520101) für den Zeitraum 2007-2020

Die Landesmessstelle Nadrensee (Hy Pkn 103/1983) befindet sich ca. 5,2 km südwestlich des Tagebaus Pomellen und 1,5 km westlich der Ortslage Nadrensee. Die Messstelle ist auf einer Grünlandfläche in der Nähe des grundwasserbeeinflussten *Karutzenbruchs* gelegen. Die zugrundeliegende Bohrung Hy Pkn 103/1983 wurde im Rahmen der Grundwasservorratserkundung abgeteuft. Das Profil zeigt bis zu einer Teufe von 38,0 m u. GOK überwiegend Geschiebemergel, in dem geringmächtige Sandzwischenmittel (2,0...3,0 m) eingelagert sind. Im Liegenden wurde bis 58,0 m u. GOK zunächst ein tertiärer mittelsandiger bis grobsandiger Schluff und Braunkohlenschluff erbohrt. Bis zur Endteufe von 165,0 m u. GOK wurde Ton (Rupelton) erbohrt. Die Messstelle besteht aus einem Ober- (26510005, Filter: 18,0 - 20,0 m u. GOK) und Unterpegel (26510006, Filter: 32,0 - 36,0 m u. GOK). Während der Unterpegel nur sporadisch (2006 und 2009) hydrochemisch untersucht wurde, liegen für den Oberpegel im Zeitraum 1996-2010 halbjährliche bis jährliche Analysen vor.

Die hydrochemische Beschaffenheit der Messstelle 26510005 bildet bei einer Vielzahl von Parametern deutliche Abweichungen zur natürlichen Hintergrundbelastung in der gesättigten Zone ab. Besonders im Hinblick auf die elektrische Leitfähigkeit (1.160...5.230 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Chlorid (79...1.207 mg/l), Calcium (92,7...907 mg/l) und Sulfat (111...799 mg/l) werden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung zum Teil um ein Vielfaches überschritten. Aufgrund des punktuellen Befunds und der Höhe der Konzentrationen ist eine geogene Ursache auszuschließen. Der trotz der fast 14 m mächtigen bindigen Bedeckung zu beobachtende extreme Anstieg der Salzkonzentrationen ist vermutlich auf die offene Lagerung von Düngesalzen zurückzuführen [9]. Die Messstelle 26510005 wurde im Jahr 2011 zwar aus dem Landesmessnetz entfernt und nicht weiter beprobt, offenbar waren die Höchstkonzentrationen bis dahin aber bereits überschritten.

Im tieferen Bereich der gesättigten Zone (Unterpegel, 26510006), der einen annähernd doppelt so mächtigen Geschiebemergel aufweist, hat sich die Mineralisation im Grundwasser bereits deutlich reduziert. Die zuletzt im November 2009 ermittelten Konzentrationen von Sulfat (188 mg/l), Chlorid (83 mg/l) und Calcium (167 mg/l) sowie einer elektrischen Leitfähigkeit von 985 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sind mit dem hydrochemischen Milieu in der Landesmessstelle Pomellen vergleichbar.

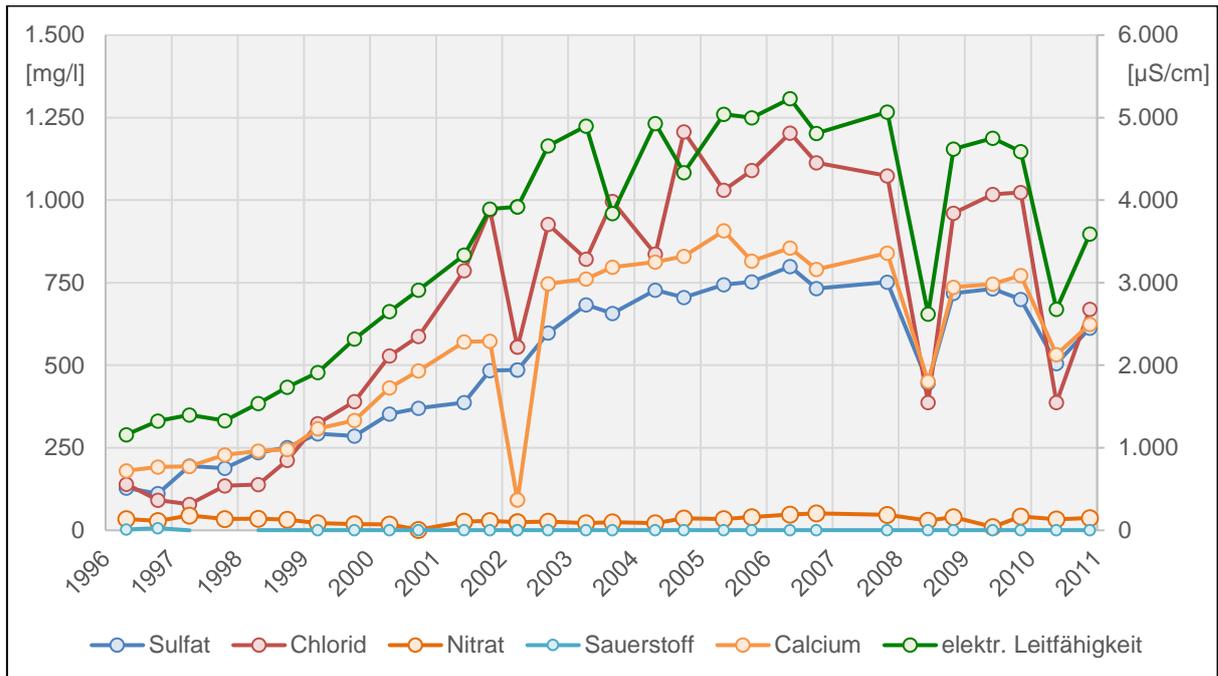


Abbildung 6 Zeitliche Entwicklung ausgewählter Parameter in der Messstelle Nadrensee OP (26510005) für den Zeitraum 1996-2010

Die natürlichen Hintergrundkonzentrationen bewegen sich für Sulfat im norddeutschen Lockergesteinsbereich überwiegend deutlich unterhalb von 240 mg/l. Im oberflächennahen Grundwasser können Sulfatkonzentrationen bis 200 mg/l auftreten, zumeist liegen die Gehalte aber bei maximal 100 mg/l [14]. Ähnlich wie bei Chlorid kann eine lokal begrenzte und sulfatbetonte geogen dominierte Grundwasserversalzung zu deutlich höheren Konzentrationen führen. Während der überwiegende Teil der Landesfläche Mecklenburg-Vorpommerns Sulfatgehalte von <75 mg/l aufweist, sind für den Bereich Penkun-Nadrensee-Pomellen mit 125 bis 240 mg/l wiederholt erhöhte Hintergrundwerte belegt [14]. Auch im Umfeld des Tagebaus Pomellen sind nach Auswertung von historischen und aktuellen Analysen lokal erhöhte Sulfatkonzentrationen festzustellen.

Während bei der Erschließung der ehemaligen Wasserfassung Pomellen (Filteroberkante: ca. -24,0 mNHN) mit 64 mg/l (1962) bzw. 72 mg/l (1979) noch ein vergleichsweise niedriges Niveau dokumentiert wurde, weist die Landesmessstelle in Pomellen mit einem am 21.10.2020 ermittelten Sulfatgehalt von 161,3 mg/l einen höheren Wert nach, wenngleich die Messstelle mit einer Filteroberkante von +13,5 mNHN wesentlich höher verfiltert ist.

In der ca. 3 km nördlich vom Pomellen gelegenen Wasserfassung Ladenthin lag um 1970 ein wesentlich höherer Sulfatgehalt (207...320 mg/l) als etwa zur gleichen Zeit in Pomellen vor. Auch in Hohenholz (Filter: +20,4 - 22,4 mNHN, Sulfat am 11.09.2019: 202,2 mg/l), Glasow (Filter: +0,5 - 1,5 mNHN, Sulfat am 11.09.2019: 293,2 mg/l) und Storkow (Filter: -23,1 - 27,1 mNHN, Sulfat am 03.11.2021: 305 mg/l) bewegen sich die Sulfatkonzentration weit oberhalb des natürlichen Hintergrundwertes, wobei anhand dieser Einzelwerte eine mit der Tiefe zunehmende Sulfatkonzentration erkennbar wird. Die Abstrommesstelle 4/95 im Tagebau Pomellen ist im Teufenbereich von -2,0 - +6,0 mNHN ausgebaut und wies mit zuletzt 285 mg/l einen vergleichbaren Sulfatgehalt auf wie die ca. 9 km nordwestlich gelegenen Landesmessstelle Glasow.

Die Tabelle 4 enthält die Maximalkonzentrationen ausgewählter Parameter und Messstellen im Umfeld des Kiessandtagebaus Pomellen Nord.

Tabelle 4 Maximalkonzentrationen ausgewählter Parameter und Messstellen

Parameter	Einheit	26520101	26510005	26510006	GWMS 1/95	Frischwasser- becken	GWMS 4/95
Zeitraum		2007-2020	1996-2010	2006-2009	2016-2019	2016-2021	2016-2021
Elektrische Leitfähigkeit	$\mu\text{S/cm}$	928 11.09.2017	5.230 11.05.2006	1.059 04.06.2009	716 07.10.2016	1.575 18.12.2019	1.409 18.12.2019
Chlorid	mg/l	40 21.10.2020	1.207 30.09.2004	83 04.06.2009	27 07.10.2016	39 07.10.2016	31 07.10.2016
Nitrat	mg/l	0,14 21.10.2020	51,32 04.10.2006	0,11 11.05.2006	38,20 21.09.2017	9,14 21.09.2017	33,40 21.09.2017
Sulfat	mg/l	186 11.09.2017	799 11.05.2006	242 04.10.2006	107 07.10.2016	710 07.10.2016	753 18.12.2019
Calcium	mg/l	173 11.09.2017	907 10.05.2005	168 11.05.2006	121 07.10.2016	292 18.12.2019	288 18.12.2019
Magnesium	mg/l	23 11.09.2017	127 10.05.2005	34 04.06.2009	15 21.09.2017	41 29.04.2021	64 18.12.2019
Natrium	mg/l	12 25.10.2007	143 06.11.2009	20 06.11.2009	22 07.10.2016	32 07.10.2016	27 07.10.2016

3.2.7 Grundwasserbeschaffenheit im Bereich des Tagebaus

Für die hydrochemische Auswertung der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich des Tagebaus Pomellen liegen Grundwasseranalysen von insgesamt vier Messstellen, dem Frischwasserbecken sowie dem Prozesswasser vor. Für die tagebaueigenen Grundwassermessstellen Hy Ndr 1/95 und 4/95 sowie für das Frischwasserbecken liegen für den Zeitraum 2016-2021 Analyseergebnisse vor, das Prozesswasser wurde erstmals im April 2021 untersucht. Sämtliche Laborarbeiten wurden von der Analysen Service GmbH Penzlin durchgeführt. Eine Übersicht der erhobenen Beschaffenheitsdaten ist den Anlagen 5.1 und 5.2 zu entnehmen sowie in den Tabellen 5 und 6 vergleichend gegenübergestellt.

Der **pH-Wert** schwankt in beiden Messstellen im neutralen bis leicht basischen Milieu (7,22...8,03). Im Frischwasserbecken liegen weitgehend konstante, basische Verhältnisse vor. Der **Sauerstoff**gehalt bewegt sich im Anstrom im aeroben Bereich, im Abstrom herrschen mit 0,6 mg/l anaerobe Bedingungen. Die **Redoxspannung** weist im Allgemeinen auf oxidierende Bedingungen hin, lediglich der geringe Sauerstoffgehalt in der GWMS 4/95 geht mit reduzierenden Verhältnissen einher. Im Grundwasseranstrom ist die **elektrische Leitfähigkeit** leicht rückläufig (716 → 660 µS/cm). Während im Frischwasserbecken eine erhöhte Gesamtmineralisation vorliegt, die im April 2021 auf den geringsten Wert seit 2016 sank (1.073...1.575 µS/cm), bewegt sich die Ionenkonzentration im Grundwasserabstrom leicht über der im Anstrom festzustellen.

Eisen schwankt im Grundwasser um die Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/l. Im Oberflächenwasser wurde der Grenzwert der Trinkwasserverordnung in den Jahren 2016 (11,30 mg/l), 2018 (0,75 mg/l) und 2021 (2,44 mg/l) überschritten, wobei erstmals auch in der GWMS 4/95 mit 0,226 mg/l eine erhöhte Eisenkonzentration festzustellen ist. **Mangan** verbleibt im Anstrom auf einem geringen Niveau, in der GWMS 4/95 und im Frischwasserbecken wurde der Grenzwert in 2016, 2019 (Frischwasserbecken) und 2021 überschritten.

Die **Ammonium**konzentration bewegt sich grundsätzlich unterhalb der Bestimmungsgrenze, lediglich in der GWMS 4/95 wurde in 2021 in Gehalt knapp darüber ermittelt. Der **Nitrat**gehalt schwankt im Grundwasseranstrom recht konstant um 35 mg/l, sinkt im Abstrom auf Werte zwischen 8,27 und 33,40 mg/l ab und befand sich in 2021 unterhalb der Nachweisgrenze. Im Frischwasserbecken liegen Nitratgehalte von <0,25 bis 9,14 mg/l vor.

Chlorid zeigt im Tagebaubereich keine signifikanten Unterschiede und schwankt zwischen 13 und 31 mg/l, mit 39 mg/l werden im Frischwasserbecken die höchsten Konzentrationen erreicht. Die Konzentrationen von ortho-Phosphat und Gesamtphosphor sind gering und erreichen im Grundwasser bis zu 0,053 mg/l, im Frischwasser bis zu 0,217 mg/l.

Tabelle 5 Ergebnisse der Laboruntersuchungen An- und Abstrom

fett - Grenzwert der TrinkwV überschritten

Tendenz ▲ zunehmend, ▼ abnehmend, ◀▶ stabil

Parameter	Einheit	Grenz- wert TrinkwV 2001	GWMS 1/95 (Anstrom)			GWMS 4/95 (Abstrom)
			05.02.19	18.12.19		29.04.21
pH-Wert		6,5 - 9,5	7,31	7,22	◀▶	7,29
Sauerstoffgehalt	mg/l		6,6	7,1	◀▶	0,60
Redoxspannung	mV		370	487	▲	247
Leitfähigkeit	µS/cm	2.790	683	660	◀▶	758
DOC	mg/l		1,2	3,2	▲	1,7
ortho-Phosphat	mg/l		0,009	0,006	▼	0,012
P ges.	mg/l		0,023	0,012	▼	0,052
Calcium	mg/l		102	114	▲	189
Eisen	mg/l	0,2	0,059	< 0,05	▼	0,226
Kalium	mg/l		1,89	1,13	▼	3,32
Magnesium	mg/l		13	14	◀▶	27
Mangan	mg/l	0,05	0,0024	0,0032	▲	0,381
Natrium	mg/l	200	9,34	9,1	◀▶	13
Ammonium	mg/l	0,5	< 0,04	< 0,04	◀▶	0,051
Chlorid	mg/l	250	16	15	◀▶	27
Nitrat	mg/l	50	32,8	32,9	◀▶	< 0,25
Sulfat	mg/l	250	80	69	▼	285
Kupfer	mg/l	2,0	< 0,002	< 0,002	◀▶	< 0,002
Arsen	mg/l	0,010	< 0,001	< 0,001	◀▶	< 0,001
Blei	mg/l	0,010	< 0,002	< 0,002	◀▶	< 0,002
Cadmium	mg/l	0,0030	< 0,0003	< 0,0005	◀▶	< 0,0005
Chrom	mg/l	0,050	0,0025	0,0036	▲	< 0,0005
Nickel	mg/l	0,020	< 0,002	0,0029	▲	< 0,002
Aluminium	mg/l	0,200	0,020	< 0,05	▼	< 0,05
Zink	mg/l		< 0,05	< 0,05	◀▶	< 0,05

Auch im Hinblick auf den gelösten organischen Kohlenstoffs (**DOC**) sind die höchsten Gehalte mit bis zu 4,5 mg/l im Frischwasserbecken zu dokumentieren, im Grundwasseran- und -abstrom bewegen sich die Konzentrationen zwischen 0,91 und 3,20 mg/l. Bor ist nicht nachweisbar bzw. schwankt knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze.

In der GWMS 1/95 ist die **Sulfat**konzentration von 2016 (107 mg/l) bis 2019 (69 mg/l) zurückgegangen und bewegen sich damit auf einem wesentlich geringeren Niveau als in der GWMS 4/95 sowie im Frischwasserbecken. Die Sulfatkonzentration des im April 2021 erstmals untersuchten Prozesswassers zeigt im Vergleich zum Frischwasserbecken mit 758 mg/l einen nochmals höheren Wert an.

Der **Calcium**gehalt repräsentiert im Grundwasseranstrom ein stabiles Niveau um 110 mg/l, im Grundwasserabstrom und Frischwasserbecken ist eine bedeutend größere Schwankungsbreite mit Maximalkonzentrationen von 292 mg/l (Frischwasserbecken, 18.12.2019) ohne eine erkennbare Tendenz zu verzeichnen. **Kalium** zeigt im Anstrom die geringsten Konzentrationen (1,13...2,14 mg/l) und steigt im Abstrom leicht an (2,08...5,58 mg/l), wobei im Frischwasserbecken (4,60...6,98 mg/l) das höchste Niveau vorliegt. Auch im Hinblick auf den **Magnesium**gehalt sind im Anstrom mit bis zu 15 mg/l die geringsten Konzentrationen festzustellen, die vom Frischwasserbecken bis zur GWMS 4/95 ansteigen. Im Jahr 2016 wurden in allen Messstellen die höchsten **Natrium**konzentrationen (32 mg/l im Frischwasserbecken) nachgewiesen, die sich in allen Messstellen inzwischen etwa halbiert hat.

Im Grundwasseranstrom wurden zuletzt die Metalle Nickel und Chrom nachgewiesen, wobei die Chromkonzentration mit 3,6 µg/l den Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA (3,4 µg/l) knapp überschreitet. In der GWMS 4/95 traten in der Vergangenheit Aluminium, Blei, Chrom, Kupfer und Nickel in nachweisbaren Konzentrationen auf, die im Rahmen der Frühjahrsuntersuchung 2021 nicht bestätigt wurden. Im Frischwasserbecken sind zum Teil sehr deutlich schwankende Konzentrationen zu beobachten. Hinsichtlich der Parameter Aluminium, Blei, Kupfer und Nickel sind erhöhte Gehalte zu verzeichnen, die temporär den Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA sowie den entsprechenden Grenzwert der Trinkwasserverordnung überschreiten. Die Aluminiumkonzentration verbleibt seit 2018 auf einem erhöhten Niveau oberhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (0,232...0,306 mg/l).

Tabelle 6 Ergebnisse der Laboruntersuchungen im Entnahmebecken 2017-2021

fett - Grenzwert der TrinkwV überschritten

n.n.: nicht nachweisbar n.u.: nicht untersucht

Tendenz im Vergleich zum Vorjahr ▲ zunehmend, ▼ abnehmend, ◀▶ stabil

Parameter	Einheit	Grenzwert TrinkwV 2001	Frischwasser				Tendenz
			21.09.17	07.12.18	18.12.19	29.04.21	
pH-Wert		6,5 - 9,5	7,88	7,84	7,85	7,92	◀▶
Sauerstoffgehalt	mg/l		9,8	11,3	12,7	10,8	▼
Redoxspannung	mV		393	408	479	447	▼
Leitfähigkeit	µS/cm	2.790	1.508	1.207	1.575	1.073	▼
Bor	mg/l	1,0	0,031	0,026	< 0,020	0,035	▲
DOC	mg/l		< 1,0	1,6	4,5	2,5	▼
Kohlenwasserstoffe	µg/l		< 100	< 300	n.u.	n.u.	-
Phenolindex	mg/l		< 0,010	< 0,010	n.u.	n.u.	-
ortho-Phosphat	mg/l		< 0,005	0,017	< 0,005	0,006	▲
P ges.	mg/l		0,008	0,047	0,055	0,211	▲
Calcium	mg/l		199	173	292	283	◀▶
Eisen	mg/l	0,2	< 0,05	0,750	0,064	2,44	▲
Kalium	mg/l		4,92	4,60	4,94	6,98	▲
Magnesium	mg/l		30	27	33	41	▲
Kupfer	mg/l	2,0	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	◀▶
Mangan	mg/l	0,05	0,037	0,029	0,090	0,073	▼
Natrium	mg/l	200	20	14	15	16	◀▶
Ammonium	mg/l	0,5	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	◀▶
Chlorid	mg/l	250	28	37	30	34	▲
Nitrat	mg/l	50	9,14	7,57	7,67	< 0,25	▼
Sulfat	mg/l	250	470	417	611	646	▲
AOX	mg/l		< 0,010	0,055	n.u.	n.u.	-
Arsen	mg/l	0,010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	0,0019	▲
Blei	mg/l	0,010	< 0,002	< 0,002	0,0067	< 0,002	▼
Cadmium	mg/l	0,0030	< 0,0003	< 0,0010	< 0,0005	< 0,0005	◀▶
Chrom	mg/l	0,050	< 0,002	< 0,002	0,002	< 0,0005	▼
Nickel	mg/l	0,020	0,0031	< 0,002	0,0044	< 0,002	▼
Aluminium	mg/l	0,200	< 0,010	0,232	0,306	0,279	▼
Zink	mg/l		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	◀▶
LHKW	µg/l		n.n.	n.n.	n.u.	n.u.	-
PAK	µg/l	0,1	n.n.	0,04	n.u.	n.u.	-
BTEX	µg/l		n.n.	n.n.	n.u.	n.u.	-

Der organische Summenparameter **AOX** (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) war im Frischwasser seit der Nullmessung nicht nachweisbar. In 2018 wurde eine Konzentration von 55 µg/l festgestellt, die eine natürliche Hintergrundbelastung (<10 µg/l) deutlich überschreitet. Bis etwa 60 µg/l ist von einer deutlichen Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit durch eine schwache, aber punktförmige Emissionsquelle auszugehen. Seither liegen für den Summenparameter keine weiteren Analyseergebnisse zur Auswertung vor. Die weiteren organischen Summenparameter **KW-Index** und **Phenolindex** befanden sich unterhalb der Nachweisgrenze.

Die Untersuchung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (**PAK**) im Frischwasserbecken ergab in 2018 Nachweise der Einzelstoffe Fluoren (0,01 µg/l) und Phenanthren (0,03 µg/l). Für beide Kohlenwasserstoffe wurde kein eigenständiger Grenzwert festgelegt. Der Grenzwert für den Summenparameter PAK von 0,1 µg/l wird mit 0,04 µg/l nicht überschritten. Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (**LHKW**) sowie aromatische Kohlenwasserstoffe (**BTEX**) waren nicht nachweisbar.

An den neu errichteten Grundwassermessstellen 1/20 (lokaler Grundwasseranstrom) und 1/21 (lokaler Grundwasserabstrom) fand im April 2021 die Nullbeprobung statt.

Für die GWMS 1/20 liegen weder ein Schichtenverzeichnis noch ein Ausbauprofil vor. Am Tag der Probenahme wurde in der Messstelle eine 0,61 m hohe Wassersäule ermittelt. Aufgrund des geringen Wasserstands konnte die Messstelle nicht abgepumpt werden. Die Probe wurde mithilfe eines Schöpfers entnommen. Die GWMS 1/21 wurde am 19.04.2021 gebohrt, die Probenahme erfolgte lediglich zehn Tage danach. Die Erstbeprobung sollte für eine repräsentative Probenahme erst drei bis vier Wochen nach der Fertigstellung der Messstelle erfolgen [32], damit sich das hydrochemische Milieu des Grundwasserleiters einstellen kann. Darüber hinaus wurde der Abpumpvorgang nach zehn Minuten abgebrochen, wodurch mit einer Fördermenge von 35 l nur ein sehr geringer Wechselfaktor von 0,42 erzielt wurde. Das Standwasser der Messstelle ist vor der Probengewinnung mindestens vollständig auszutauschen, um die Beschaffenheit des Grundwasserleiters repräsentativ zu ermitteln. Die Probenahmebedingungen sind für beide Messstellen in der Tabelle 7 gegenübergestellt.

Vor dem Hintergrund des unzureichenden Austauschs des Standwassers in den GWMS 1/20 und 1/21 ist die hydrochemische Zusammensetzung der GWMS 1/20 vergleichbar mit der im weiteren Grundwasseranstrom gelegenen GWMS 1/95. Sämtliche in der GWMS 4/95 und im Frischwasserbecken erhöhten Parameter befinden sich in der GWMS 1/20 auf einem unauffälligen Niveau. Die elektrische Leitfähigkeit (521 µS/cm), Calcium (126 mg/l) und Sulfat (93 mg/l) bewegen sich im Rahmen der natürlichen Hintergrundwerte. Nitrat ist aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung im Vorfeld des Tagebaus mit 21 mg/l leicht erhöht. Geogen bedingt übersteigt die Eisenkonzentration den Grenzwert der Trinkwasserverordnung, Mangan ist leicht erhöht.

Im weiteren Grundwasserstrom ist eine Verbesserung der Grundwasserbeschaffenheit zu beobachten. Die im Abstrom gelegene GWMS 1/21 zeigt gegenüber der GWMS 1/20 geringere Konzentrationen hinsichtlich der Parameter Calcium (110 mg/l), Chlorid (20 mg/l) und Sulfat (61 mg/l) sowie eine geringere elektrische Leitfähigkeit (465 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nitrat ist nicht nachweisbar. Lediglich der Mangengehalt ist höher als in der GWMS 1/20 und übersteigt mit 0,272 mg/l den Grenzwert der Trinkwasserverordnung. Die Untersuchung des Parameterpakets B (Metalle) ergab geringe Konzentrationen von Aluminium, Blei, Kupfer und Nickel. Bor ist mit Gehalten von 0,026 bzw. 0,044 mg/l gering.

Tabelle 7 Probenahmebedingungen an den GWMS 1/20 und 1/21
Erläuterungen: k.A. - keine Angaben

Parameter	Einheit	GWMS 1/20	GWMS 1/21
Rechtswert	GK	5459589	5460256
Hochwert	GK	5912908	5912236
GOK	mNHN	+42,70	+64,30
ROK	mNHN	+43,69	+65,23
Endteufe	m u. GOK	k.A.	58,50
Filter	m u. GOK	k.A.	55,0 - 57,0
Filter-Ø	mm	100	100
Material		k.A.	PVC
Probenahme 29.04.2021			
Lottiefe	m u. ROK	24,78	57,93
Grundwasserruhepegel	m u. ROK	24,17	47,37
Entnahmetiefe	m u. ROK	Schöpfprobe (zu geringer Wasserstand)	55,0
Pumpzeit	Min		10
Förderstrom	l/min		3,5
Einfacher Rohrinhalt	l	4,8	82,9
Fördervolumen	l	-	35,0
Wechselfaktor		-	0,42

4 Einfluss des Vorhabens

4.1 Einfluss des Vorhabens auf die Wasserbilanz

4.1.1 Berechnung der Verdunstung

Nach den aktuellen Planungen entsteht im Westen der zugelassenen Hauptbetriebsplanfläche eine Baggerseefläche mit einer Größe von etwa 6 ha. Die Eckdaten des geplanten Baggersees sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8 Parameter für den geplanten Baggerseen

Kenngröße	Einheit	Baggersee
Lage (Mittelpunkt)	<i>Rechtswert</i>	33459665
	<i>Hochwert</i>	5910850
Gewässergröße	<i>ha</i>	6,1
Maximale Wassertiefe	<i>m</i>	20
Volumen des Wasserkörpers	<i>m³</i>	870.000

Durch die Freilegung des Grundwassers entstehen Zehrflächen. Damit verkleinert sich im Untersuchungsraum die Nährgebietsfläche, die zur Grundwasserneubildung zur Verfügung steht. Im Bereich des Untersuchungsgebietes wird eine potentielle Evaporation (Verdunstungsbetrag) über Wasserflächen von 700 mm/a angesetzt [18]. Daraus ergibt sich eine Differenz von 144 mm/a zwischen Verdunstung und der mittleren Niederschlagshöhe 1991/2020 (556 mm/a) [5].

Mit einer perspektivischen Größe von ca. 6,1 ha beträgt das Volumen des Wasserkörpers unter Berücksichtigung der Böschungskanten und einer Wassertiefe von 20 m etwa 0,87 Mio. m³. Daraus ergibt sich eine mittlere tägliche Verdunstungsrate von 24 m³/d (Formel 1). Von der Größe her ist dieser Verdunstungsbetrag als vernachlässigbar gering einzuschätzen.

Formel 1 Berechnung des Verdunstungsbeitrags:

$$ET = \frac{E_w - N}{31,5} \cdot A_{Ew} \text{ l/s}$$

mit	N	=	<i>mittlere Niederschlagshöhe 1991/2020 (556 mm/a)</i>
	A_{Ew}	=	<i>Verdunstungsfläche [km²]</i>
	ET	=	<i>Gesamtverdunstung</i>
	E_w	=	<i>Verdunstung über offenen Wasserflächen (700 mm/a)</i>

4.1.2 Grundwasserzufluss infolge der Feststoffentnahme

Infolge der Feststoffentnahme durch den Rohstoffabbau im Grundwasser, wird mit der Schaffung des Baggersees die Speicherkapazität im Grundwassereinzugsgebiet erhöht. Das geplante Gewässer hat ein Volumen von ca. 0,87 Mio. m³.

Das bisher durch den Rohstoff (Sand und Kiessand) besetzte Volumen wird nach dem Abschluss der Rohstoffgewinnung vollständig von einem Wasserkörper eingenommen. Da sich in der Zeit des Auffüllens des „freien Speichers“ die Abflussspende des Einzugsgebietes verringert¹, geht dieser Grundwasserzustrom in die Wasserhaushaltsbilanz negativ ein, obwohl er keinen Grundwasserverbrauch im eigentlichen Sinne darstellt.

Während des Zeitraums der Nassgewinnung ist von einer Jahresförderleistung von 600.000 t/a Sanden und Kiessanden aus dem Grundwasser auszugehen. Zur Ermittlung des täglichen Grundwasserzuflusses wird die Jahresförderleistung, die in ca. 220 Arbeitstagen erreicht wird, auf 365 Tage bezogen. Als Rohdichte geht ein Wert von 1,7 t/m³ ein.

Der Grundwasserzufluss zur Auffüllung des durch die Feststoffentnahme entstehenden Raumes (freier Speicher) beträgt für den Zeitraum der Rohstoffgewinnung aus dem Grundwasser 967 m³/d. Nach Einstellung der Rohstoffgewinnung tritt diese Grundwasserzehrung nicht mehr auf. Das Massendefizit, welches an die Rohstoffgewinnung gebunden ist, ist dann vollständig mit zugeströmtem Grundwasser aufgefüllt.

¹ Während der Zeit der Rohstoffgewinnung wirken die Baggerseen wie Brunnen. Der entnommene Rohstoff wird durch zuströmendes Grundwasser ausgeglichen.

4.1.3 Zusammenfassung der Grundwasserzehrung

Durch die Rohstoffgewinnung aus dem Grundwasser ergeben sich folgende Grundwasserzehrungen:

- ▶ Zehrung durch Verdunstung über offenen Wasserflächen
- ▶ Zehrung infolge der Feststoffaufnahme aus dem Grundwasser

Ausgehend vom gegenwärtigen Zustand kommt es mit der Aufnahme der Nassgewinnung (Feststoffentnahme aus dem Grundwasser) zu einem Anstieg der Grundwasserzehrung. Die Verdunstung über den offenen Wasserflächen (Baggerseen) nimmt kontinuierlich mit dem Abbaufortschritt zu und erreicht einen Maximalwert unmittelbar vor Abschluss der Nassgewinnung. Mit Erreichen der Endgröße des Gewässers beträgt die tägliche Grundwasserzehrung 991 m³/d. Nach dem Ende der bergbaulichen Nutzung beschränkt sich die Grundwasserzehrung auf einen mittleren täglichen Verdunstungsbetrag von ca. 24 m³/d.

4.2 Berechnung des notwendigen Einzugsgebietes des Baggersees

Aus der Rohstoffgewinnung im Nassschnitt resultiert ein verstärkter Zufluss von Grundwasser in den Vorhabenbereich.

In den Modellvorstellungen zur Berechnung des unterirdischen Einzugsgebietes wird der Baggersee als Brunnen betrachtet, dem Grundwasser zuströmt. In Abhängigkeit von der Höhe der Verdunstung und der Rohstoffentnahme ändert sich das unterirdische Einzugsgebiet des Baggersees. Aufgrund der geringen Zeitspanne bis zum Erreichen der Endgröße des Baggersees von maximal zwei bis drei Jahren wird bei der Berechnung des unterirdischen Einzugsgebietes der Endzustand zugrunde gelegt.

Zum Ausgleich der Grundwasserzehrungen bei der Sand- und Kiesgewinnung aus dem Grundwasser wird unter Zugrundelegung einer Grundwasserneubildung von 154 mm/a bzw. 4,88 l/s*km² ein unterirdisches Einzugsgebiet von max. 2,35 km² benötigt. Ein Einzugsgebiet dieser Größe steht im Untersuchungsraum zur Verfügung. Nach dem Ende der Rohstoffgewinnung reduziert sich das unterirdische Einzugsgebiet des Baggersees auf etwa 0,06 km².

4.3 Einfluss des Vorhabens auf die Grundwasserdynamik

Das Gewässer wird in einem Lagerstättenbereich angelegt, in dem die Grundwasseroberfläche ein Gefälle von etwa 1,2 ‰ aufweist.

Im Baggersee stellt sich anstelle der natürlichen, schwach in Fließrichtung geneigten Grundwasseroberfläche ein horizontaler Wasserspiegel ein. Am oberstromigen Ufer des Baggersees kommt es im Vergleich zur ursprünglichen Wasserspiegelhöhe zu einer geringen Absenkung (s_o), am unterstromigen Ufer zu einer minimalen Aufhöhung (s_u).

Das Ausmaß der Absenkung bzw. der Aufhöhung des Grundwasserspiegels im An- bzw. Abstrombereich und die Höhe des Wasserspiegels hängen im Wesentlichen von der Form des Baggersees, der Lage der sogenannten Kippungslinie, dem Grundwassergefälle und dem Durchlässigkeitsbeiwert im umgebenden Sediment (k_f -Wert) ab.

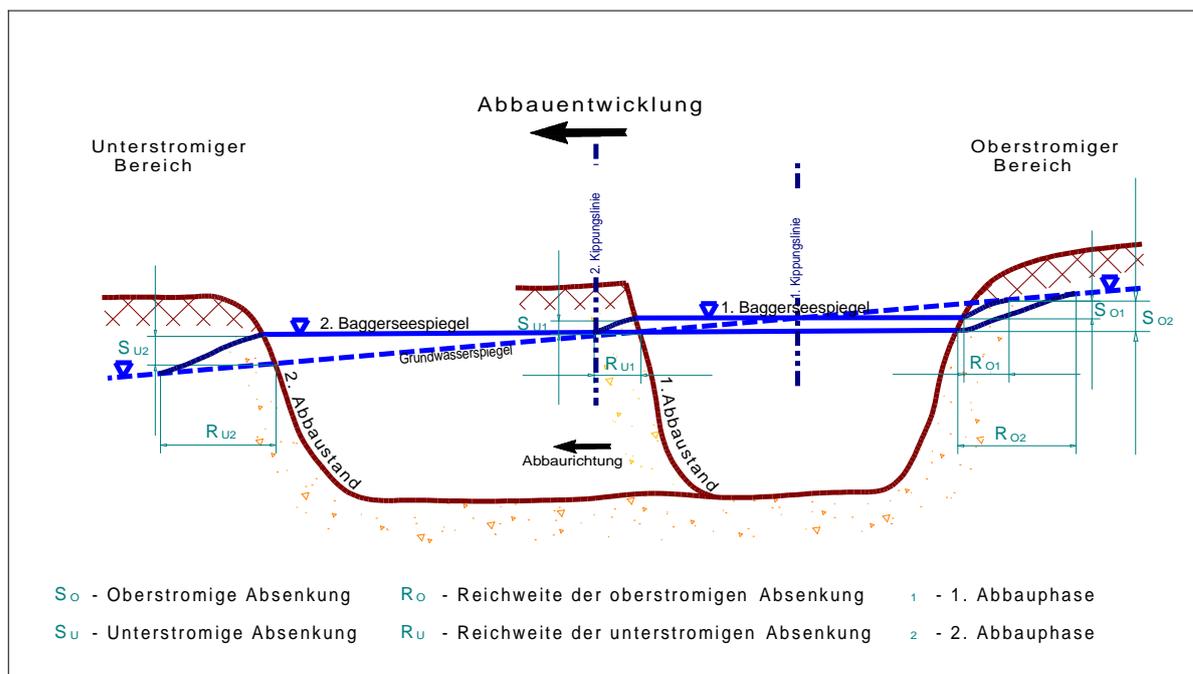


Abbildung 7 Schematische Darstellung der Veränderungen der Grundwasserdynamik, die durch die Anlage eines Baggersees verursacht werden

Reichweite der oberstromigen Absenkung

Die Reichweite der oberstromigen Absenkung R bestimmt sich nach einer modifizierten Formel von WROBEL [39] aus:

- dem Absenkungsbetrag s (Abbildung 7), $s = \frac{1}{2} \cdot (19,52 - 18,78) = 0,37$ m,
- +19,52 mNHN ... oberstromiger Grundwasserstand (GWMS 1/20)
- +18,78 mNHN ... unterstromiger Grundwasserstand (GWMS 4/95)

- dem durchschnittlichen Durchlässigkeitsbeiwert (**k_r-Wert**) im oberstromigen Bereich,
- der größten Breite **B** des Baggersees quer zur Grundwasserfließrichtung.

Formel 2 Reichweite der oberstromigen Absenkung

$$R = 1.500 \cdot s \cdot \sqrt{k_f} \cdot \log_B$$

Tabelle 9 Ausgangsdaten für die Berechnung der oberstromigen Absenkung

Absenkungsbetrag s	k _r -Wert	max. Breite B	Reichweite der oberstromigen Absenkung R
[m]	[m/s]	[m]	[m]
0,37	2,5·10 ⁻⁴	240	20,9

Die Reichweite der oberstromigen Absenkung beträgt maximal 21 m. Die geringe Reichweite der oberstromigen Absenkung resultiert insbesondere aus dem sehr geringen Gefälle der Grundwasseroberfläche.

Reichweite der unterstromigen Aufhöhung

Bei den im Untersuchungsgebiet herrschenden Gefälleunterschieden von weniger als 2 ‰ und den vergleichbaren Durchflussverhältnissen im Anstrom- und Abstrombereich ist der Unterschied zwischen der natürlichen Grundwasserspiegelhöhe im unverritzten Feld und der Aufhöhung auf der unterstromigen Seite des Baggersees annähernd gleich. Die unterstromige Aufhöhung beträgt danach ebenfalls 0,37 m und hat eine Reichweite von maximal 21 m.

Kolmation

Aus Untersuchungen zur Entwicklung von Baggerseen ist bekannt, dass mit der Zeit eine Kolmation (Abdichtung) des Seebodens und der Seeufer eintritt, die mit abgesetztem Feinkorn aus dem aufgewühlten Baggerseewasser bevorzugt an der Sohle und an den unterstromigen Ufern bereits während des Abbaubetriebs beginnt [39]. Dies ist insbesondere auf die natürliche Seealterung, verbunden mit dem Eintrag von organischen und anorganischen Partikeln aus dem Umfeld, zurückzuführen.

Die Reichweite der oberstromigen Absenkung wird mit zunehmender Kolmation zurückgehen. Unterstromig nimmt die Aufhöhung des Seespiegels im Vergleich zum primären Grundwasserniveau bei einer zunächst teilweisen Abdichtung des Seebodens und der Seeufer zu, um bei völliger Abdichtung auf die ursprüngliche Spiegelhöhe bzw. wenig darunter abzufallen.

Da kein Prozesswasser mit Feinkornanteilen aus der Aufbereitung in den Baggersee eingeleitet wird, ist mit einer effektiven Kolmation erst nach Abbauende zu rechnen.

Durch die Entwicklung des Baggersees zu einem naturnahen Gewässer setzt dann nach Abbauende in Abhängigkeit vom Nährstoffangebot und der Seealterung die natürliche Kolmation ein. Damit wird die Durchströmung des Sees durch Grundwasser verringert.

4.4 Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit

4.4.1 Bewertung der Probenahmebedingungen

Die GWMS 4/95 weist in der hydrochemischen Entwicklung deutliche Konzentrationsschwankungen auf. Bei Auswertung der Probenahmebedingungen zeigen sich zum Teil große Diskrepanzen zwischen den einzelnen Kampagnen (Tabelle 10). Von 2016 bis 2019 wurde im Probenahmeprotokoll ein schlechter Zufluss vermerkt, der mit einem recht geringen Förderstrom einhergeht (1,4...3,1 l/min). Um eine repräsentative Probenahme aus dem Pegel zu gewährleisten, wurde die Messstelle in 2020 hydraulisch regeneriert. Dabei wurde zunächst eine druckdichte Armatur installiert, um das Vollrohr unter Hochdruck auszublasen. Mit dem ausgetragenen Wasser wurden die zumeist schluffigen Auflandungen aus der Messstelle entfernt. So konnte im Vergleich zur letztmalig durchgeführten Probenahme (31,17 m u. ROK) eine wesentlich größere Lottiefe (38,77 m u. ROK) erzielt werden.

Tabelle 10 Probenahmebedingungen an der GWMS 4/95

Erläuterung: * - Pegel wurde leer gepumpt und Pumpvorgang abgebrochen

GWMS 4/95	Einheit	2016	2017	02/2019	12/2019	2021
Lottiefe	m u. ROK	30,60	30,60	31,14	31,17	38,77
Grundwasserruhepegel	m u. ROK	27,25	27,45	26,93	27,27	27,60
Förderstrom	l/min	1,7	1,4	3,1	1,9	8,4
Einfacher Rohrinhalt	l	59,2	55,6	74,4	68,9	197,3
Fördervolumen bis PN	l	68,0	63,0	62,0*	38,0	462,0
Wechselfaktor	-	1,15	1,13	0,83	0,55	2,34

Die GWMS 4/95 wurde im Jahr 1995 bis zu einer Endteufe von 68,0 m u. GOK niedergebracht, wobei die Messstelle zum damaligen Zeitpunkt im unverritzten Bereich des Tagebaus (GOK: +64,10 mNHN; ROK: +64,26 mNHN) errichtet wurde. Unter Berücksichtigung der aktuellen Geländeoberkante von +45,60 mNHN ergibt sich eine Sohlteufe von 49,50 m u. GOK und eine Filterlage von 39,6 - 47,6 m u. GOK. Zwar wurden die Auflandungen mit einer Lottiefe von 38,02 m u. GOK (April 2021) nicht bis in den Filterbereich entfernt, dennoch konnte die Messstelle während der Probenahme mit einem größeren Förderstrom (8,4 l/min) abgepumpt werden. Offensichtlich konnte durch die hydraulische Regenerierung eine Verbesserung der Kommunikation zwischen dem Messstellenfilter und dem Grundwasserleiter erzielt werden.

Im Kontext der Analyseergebnisse ist ein Zusammenhang zwischen dem Wechselfaktor und den Parameterkonzentrationen im Allgemeinen bzw. der Sulfatkonzentrationen im Speziellen zu erkennen. Die höchste Sulfatkonzentration wurde im Dezember 2019 bei dem geringsten Austausch der Wassersäule in der Messstelle (Wechselfaktor: 0,55) ermittelt. Folglich gelangte ein hoher Anteil von Standwasser zur Analyse, das nicht den unbeeinflussten Bedingungen im Grundwasserleiter entspricht. Durch die Regenerierung der GWMS 4/95 konnte ein höherer Förderstrom sowie Wechselfaktor erzielt werden und ein besserer Austausch mit dem Grundwasserleiter erreicht werden. Der größere Austausch des Standwassers bewirkte eine repräsentativere Sulfatkonzentration in der gesättigten Zone (285 mg/l).

Von 2016 zu 2017 sank der Sulfatgehalt mit einem vergleichbaren Wechselfaktor von 475 auf 168 mg/l deutlich ab. Als Ursache ist die Niederschlagsituation wenige Monate vor der Probenahme denkbar. Im Zeitraum März bis Juli 2017 wurde eine Niederschlagsmenge von 452 mm dokumentiert, das entspricht im Vergleich zum langjährigen Mittel für den gleichen Zeitraum (1991/2020: 249 mm) einem Überschuss von 167 %. Eine hohe Niederschlagsmenge bewirkt in Verbindung mit einer geringen Verdunstungsrate eine höhere Grundwasserneubildungsrate, die in durchlässigen Sedimenten und vor allem in den verritzten Bereichen des Tagebaus durch die Verringerung der Mächtigkeit der ungesättigten Zone nochmals größer ist und recht schnell wirksam wird.

Das Niederschlagsgeschehen und die klimatische Wasserbilanz sind mit der Entwicklung der Sulfatkonzentration für den Zeitraum 2015-2021 in der Abbildung 8 dargestellt. Die klimatische Wasserbilanz lässt Rückschlüsse auf die Grundwasserneubildung zu. Vor allem in den Monaten mit einer geringen Aktivität der Vegetation und letztlich einer geringen Verdunstungsrate kann ein großer Anteil des Niederschlags im Boden versickern und steht der Grundwasserneubildung zu einem hohen Anteil zur Verfügung. In den vom Tagebaubetrieb unbeeinflussten GWMS 1/95, die das geringste Sulfatniveau der betrachteten Messstellen aufweist, und der Landesmessstelle nordwestlich von Pomellen hat das Niederschlagsgeschehen hingegen keine nennenswerten Auswirkungen auf die Sulfatkonzentration.

Unter der Annahme, dass erst im April 2021 und damit nach der Regenerierung der GWMS 4/95 eine repräsentative Probenahme im unmittelbaren Grundwasserabstrom gewonnen werden konnte, steigt die Sulfatkonzentration vom Anstrom (ca. 90 mg/l) auf 285 mg/l an, womit sowohl der Grenzwert der Trinkwasserverordnung als auch der Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA überschritten werden. Die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) wird definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden [2]. Im weiteren Abstrom (GWMS 1/21) liegt mit 61 mg/l wieder ein bedeutend geringerer Sulfatgehalt vor.

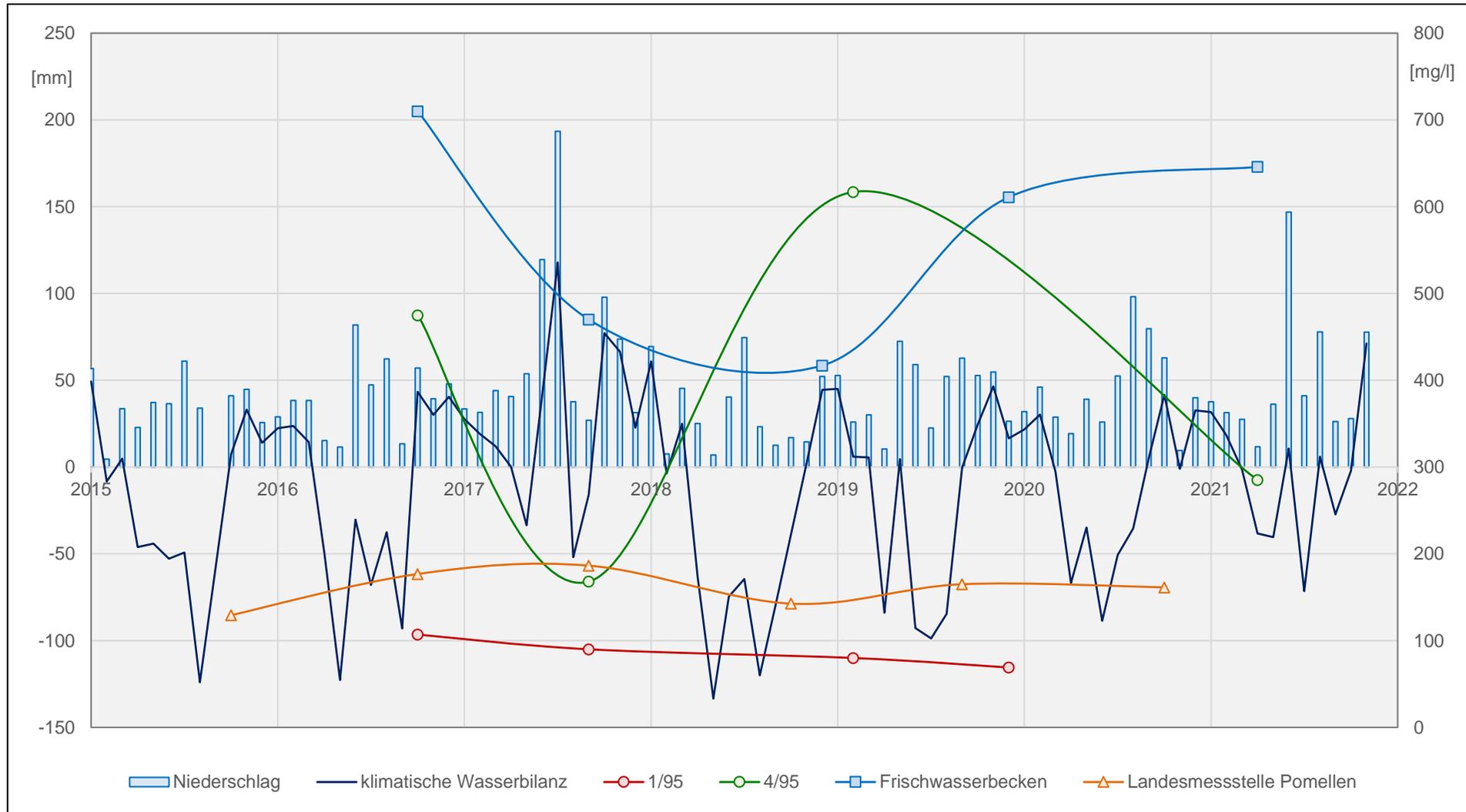


Abbildung 8 Niederschlagsgeschehen und Entwicklung der Sulfatkonzentration in ausgewählten Messstellen für den Zeitraum 2015-2021

4.4.2 Ergänzende Untersuchungen

Um Quellen und Ursachen der erhöhten Sulfatkonzentrationen zu ergründen, wurden ergänzende Untersuchungen durchgeführt (Tabelle 11). Gegenstand war einerseits das Sediment, wobei unaufbereiteter Rohkies und aufbereitete Sande sowie Sedimente der Absetzbecken untersucht wurden. Andererseits wurde das Prozesswasser am Ablauf der Aufbereitungsanlage, im ersten und zweiten Absetzbecken sowie im Frischwasserbecken beprobt.

Die Sedimente wurden hinsichtlich ihrer chemischen Eigenschaften untersucht, wobei der Umfang der Analysen der LAGA M20 - TR Boden Tabelle II.1.2.-2 und II.1.2-5 (Untersuchungsprogramm für Bodenmaterial zur Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen) entsprach. Das zur Aufbereitung gewonnene natürliche Material (Rohkies) sowie die aufbereiteten Sande entsprechen im Wesentlichen den Zuordnungswerten Z 0 gemäß LAGA M 20 TR Boden [25], wie sie hier für unbelastetes, natürliches Bodenmaterial zu erwarten sind. Mit 23 mg/l war lediglich der Sulfatgehalt im Eluat im Sand 0-3 mm leicht erhöht. Das Sediment im Absetzbecken weist mit 183 mg/l im Eluat (Trockensubstanz: 22,2 g/l) eine deutlich höhere Sulfatkonzentration auf. Bereits im Sediment des 1. Klärbeckens lag der Sulfatgehalt mit 59 mg/l deutlich niedriger. Der Sulfatgehalt im Absetzbecken belegt, dass nur ein geringer Teil des im Wasser gelösten Sulfats im Sediment gebunden wird.

Im von der Aufbereitungsanlage abgehenden Prozesswasser wurden bei einem Sulfatgehalt von 758 mg/l gleichzeitig erhöhte Calcium- (310 mg/l) und Eisenkonzentrationen (5,21 mg/l) bestimmt, während die Nitratkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze lag. Die in den Absetzbecken ermittelten Sulfatgehalte liegen geringfügig unter denen des „Maschinenwassers“, wobei die Konzentration im Wasserkreislauf bis zum Frischwasserbecken tendenziell abnimmt, dort mit 642 mg/l aber immer noch weit über der des natürlichen Grundwassers liegt.

Das deutet darauf hin, dass das für die Aufbereitung genutzte Wasser nicht, wie ursprünglich angenommen, in einem offenen, sondern in einem infolge der fortgeschrittenen Kolmation der Becken weitgehend geschlossenen Kreislauf zirkuliert.

Tabelle 11 Ergänzende Untersuchungen von Wasser und Boden hinsichtlich Sulfat

Erläuterung: alle Angaben in mg/l, * - die TR-Boden ist für die Untersuchung des Sediments nicht einschlägig, da hinsichtlich des maximalen Feinkornanteils mehr als 10 Gew.-% unterstellt werden können, **fett** - Überschreitung des Schwellenwertes der GrwV [7]

Probenahmestelle	PN-Datum	Medium	Sulfat	Einstufung nach TR Boden [25]
Rohrauslauf Maschinenwasser (Prozesswasser)	29.04.21	Prozesswasser	758	-
Absetzbecken	14.06.21	Prozesswasser	699	-
1. Klärbecken			673	-
Frischwasserbecken			642	-
Tagebau	11.05.21	Rohkies (Eluat)	2	Z 0
		Sand 0-2 mm (Eluat)	4,9	Z 0
		Sand 0-3 mm (Eluat)	23	Z 1.2
Absetzbecken	14.06.21	Sediment (Eluat)	183	-*
1. Klärbecken			59	-*

Das Prozesswasser wird von der Aufbereitungsanlage über eine Staffel von drei Absetzbecken geklärt. Dabei setzen sich Schwebstoffe (vor allem abschlämmbare Bestandteile <0,063 mm Korngröße) ab und verursachen eine allmähliche Kolmation (Abdichtung) der Sohle und der Wände der Absetzbecken, die den hydraulischen Austausch zwischen den Absetzbecken und dem Grundwasserleiter signifikant verringert. Der sich absetzende Feinanteil wird episodisch aus dem Becken entnommen, um das Aufnahmevermögen der Absetzbecken zu erhalten.

Die Kolmation der Becken der Aufbereitungsanlage verringert den Austauschgrad des Wassers, wodurch es tendenziell zu einer Aufkonzentration kommt. Am geringsten ist die Kolmation im Frischwasserbecken, das das vorgeklärte Prozesswasser aus den Absetzbecken aufnimmt. Hier ist ein Übertritt von Prozesswasser in den Grundwasserkörper möglich, gleichzeitig findet hier aber auch der Zustrom frischen Grundwassers statt. Dabei deuten die über dem Niveau des anströmenden Grundwassers liegenden Sulfatgehalte im Frischwasserbecken darauf hin, dass der Austausch mit dem Grundwasserkörper auch hier signifikant eingeschränkt ist.

Die Schwankungen im Sulfatgehalt des Frischwasserbeckens (Tabelle 6) zeigen weiter, dass die Aufkonzentration kein kontinuierlicher Prozess ist. Detaillierte Daten zum Betriebsregime der Aufbereitungsanlage lagen nicht vor, es ist aber davon auszugehen, dass die Aufbereitungsleistung im Zusammenhang mit der von ihr abhängigen Wasserentnahme und -rückführung einen signifikanten Einfluss auf den Verlauf der Stoffkonzentrationen im Prozesswasserkreislauf hat.

4.4.3 Stoffumsätze im Grundwasser

Im Frischwasserbecken wurden seit Beginn der hydrochemischen Untersuchungen stark erhöhte Sulfat- sowie erhöhte Calciumkonzentration beobachtet, die auf Stoffumsätze im Prozess der Nassaufbereitung hinweisen. Fremdzusätze (z.B. Flockungsmittel) werden bei der Aufbereitung nicht verwendet. Es muss deshalb angenommen werden, dass die im Grundwasser bzw. im ungesättigten Bereich im Porenwasser ablaufenden natürlichen Prozesse der Sulfidoxidation im Prozess der Aufbereitung intensiviert werden und zu einer Zunahme von Sulfat im Prozesswasser führen.

Sulfate sind Salze der Schwefelsäure und stellen in nahezu allen Grundwässern einen Bestandteil der geogenen Hintergrundbelastung dar. In sulfatarmen Gesteine übersteigt die Sulfatkonzentration kaum 30 mg/l. Wesentlich höhere Sulfatgehalte treten in Wässern auf, die in Kontakt mit sulfathaltigen Gesteinen sowie mit Torfen und Mooren stehen. Eine anthropogene Ursache für erhöhte Sulfatgehalte im Boden und Grundwasser ist die landwirtschaftliche Düngung. Die überwiegende Anzahl der Sulfate sind gut wasserlöslich, weshalb sie mit dem Sicker- und Grundwasser gut transportiert werden können. Sie sind reaktiv und in verschiedene natürliche Stoffumsatzprozesse eingebunden. Die im Grundwasser gelösten Sulfate entstammen natürlicherweise der chemischen Zersetzung schwefelhaltiger Minerale, dem Schwefelkreislauf der Organismen als Abbauprodukte von tierischem und pflanzlichem Eiweiß sowie der mikrobiellen Oxidation von Sulfiden). Im sauerstoffhaltigen Milieu können Sulfide wie Pyrit (z.B. Eisensulfide wie Pyrit FeS_2) oxidiert werden. Ist das Grundwasser sauerstofffrei, aber nitrathaltig, können bestimmte Bakterien unter Reduktion des Nitrats vorhandene Sulfidverbindungen oxidieren, was zu einer Erhöhung des Sulfatgehalts und zu einer Verringerung der Nitratkonzentration führt (Denitrifikation). Nitrat fungiert dabei als Sauerstoffdonator, Schwefel als Akzeptor. In der Folge steigen bei abnehmenden Nitratgehalten die Gehalte an Sulfat.

Während in Pomellen der Nitratgehalt im Grundwasseranstrom auf einem konstanten Niveau um 35 mg/l verharrt, ist im Abstrom und im Frischwasserbecken eine seit 2017 sinkende Tendenz zu beobachten. Im Frühjahr 2021 war Nitrat erstmals nicht nachweisbar. Gleichzeitig stiegen auch die Eisenkonzentrationen an (GWMS 4/95: 0,226 mg/l, Frischwasserbecken: 2,44 mg/l). Der Nitratintrag erfolgt grundsätzlich im oxidierenden Milieu, ein nennenswertes Nitratabbauvermögen herrscht dagegen in der reduzierenden Zone. Entlang dieser Redoxfront kehrt sich das Vorhandensein von Nitrat zugunsten von Sulfat um. Tritt Nitrat mit Sulfidmineralen (z.B. Pyrit) im Grundwasserleiter mit reduzierenden Verhältnissen in Kontakt, wird unter Freisetzung von Sulfat und Eisen das Mineral gelöst und Nitrat abgebaut. Als Konsequenz treten geringe Nitratkonzentrationen begleitend mit hohen Sulfat- und Eisengehalten auf.

Ein weiterer Grund für die Nitratreduktion bei gleichzeitiger Aufkonzentration der Sulfate kann die mikrobielle anaerobe Oxidation von anorganischen Schwefelverbindungen (H_2S) bei Anwesenheit von Nitrat sein. Dabei ist wie in der GWMS 4/95 und im Frischwasser eine Erhöhung der Calciumkonzentration zu beobachten, die aus der Lösung des Calciumkarbonats ($CaCO_3$) im Grundwasserleiter resultiert. Als Endprodukt dieses geochemisch ablaufenden Stoffumwandlungsprozesses entsteht Calciumsulfat ($CaSO_4$), das für eine Erhöhung der Sulfatkonzentration sorgt.

4.4.4 Frachtermittlung im Grundwasserstrom

Die Abschätzung von Stofffrachten im Grundwasser erfolgt mittels Grundwassermessstellen im Zu- und Abstrom einer Quelle. Aufgrund der geringen Datendichte sowohl hinsichtlich der Anzahl der Messstellen als auch vorliegender Grundwasseranalysen erfolgte eine überschlägige Berechnung der Schadstofffrachten mithilfe des geostatistischen Stromröhrenmodells [10]. Vor allem bei heterogenen Verhältnissen im Grundwasserleiter können Frachtabeschätzungen mit zum Teil großen Unsicherheiten verbunden sein. Im Kiessandtagebau Pomellen wird eine weitgehend homogene Ausbildung der Sande und Kiessande angenommen. Die zu unterstellende, fortgeschrittene Kolmation der Absatzbecken bleibt bei der Berechnung der Sulfatfrachten im Sinne einer konservativen Herangehensweise unberücksichtigt, womit ein effektiver Austausch zwischen den Becken und dem Grundwasserleiter unterstellt wird.

Das Stromröhrenmodell unterteilt die Schadstofffahne in verschiedene Bereiche, die einen rechteckigen Querschnitt besitzen und parallel zur Grundwasserfließrichtung verlaufen (Transekte). Die Retardierung und der natürliche abiotische und biotische Abbau werden beim Stromröhrenmodell nicht berücksichtigt. Die Fracht jeder Stromröhre ergibt sich nach der Formel 3.

Formel 3 Ermittlung der Fracht je Stromröhre

$$E_{ab/zu} = Q_{ab} \cdot c_{ab} = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{ab}$$

mit	$E_{ab/zu}$	=	Schadstofffracht im GW-Zu- bzw. -Abstrom [g/s]
	Q_{ab}	=	Volumenstrom einer Stromröhre [m ³ /s]
	$c_{ab/zu}$	=	Stoffkonzentration an der zu- bzw. abstromigen Filterstrecke, die eine Stromröhre repräsentiert [g/m ³ oder [mg/l]
	k_f	=	Durchlässigkeitsbeiwert im Bereich der Stromröhre [m/s]
	I	=	hydraulischer Gradient im Bereich einer Stromröhre
	B	=	Breite einer Stromröhre [m]
	H	=	Höhe einer Stromröhre [m]

Zur Berechnung der aus der Nassaufbereitung resultierenden Sulfatfracht wurde das Untersuchungsgebiet in zwei Stromröhren eingeteilt. Stromröhre 1 erfasst die Hintergrundbelastung im näheren Umfeld des Tagebaus ohne die hydrochemische Beeinflussung der Becken. Mithilfe der Stromröhre 2 wird die Stofffracht aus den Becken ermittelt. Maßgeblich für die Sulfatkonzentrationen ist die Probenahme vom 29.04.2021.

Tabelle 12 Parameter des Stromröhrenmodells

Parameter	Einheit	Stromröhre 1	Stromröhre 2
Sulfatkonzentration (Zustrom)	mg/l	93	758
Sulfatkonzentration (Abstrom)	mg/l	61	61
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	m/s	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$
Hydraulischer Gradient I	-	0,0017	0,0017
Breite	m	200	40
Höhe	m	20	3
Stofffracht	g/d	21,86	5,34

Die Sulfatfracht im Grundwasserstrom ohne Einfluss der Nassaufbereitung beträgt 21,9 g/d (Hintergrundbelastung, Tabelle 12). Im Abstrom der Absetzbecken beträgt die Sulfatfracht 5,34 g/d, womit die Sulfatfracht um ca. 24 % ansteigt.

Verdünnungsprozesse im weiteren Grundwasserabstrom bewirken keine Minderung der Sulfatfracht, sondern der -konzentration. Die hohe Sulfatkonzentration im Maschinenwasser und Frischwasserbecken sinkt im weiteren Abstrom (GWMS 1/21, ca. 380 m entfernt vom Absetzbecken, Filter: +7,3 - 9,3 mNHN) bis auf 61 mg/l ab.

4.5 Prüfung auf die Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach § 47 WHG

4.5.1 Rechtliche Grundlagen

In der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (**Europäische Wasserrahmenrichtlinie EU-WRRL**) vom 23.10.2000 - im Folgenden als WRRL bezeichnet - sind Umweltziele für die Bewirtschaftung von Binnenoberflächengewässern, Übergangsgewässern, Küstengewässern und des Grundwassers formuliert.

Ziel der WRRL ist es, einen europaweiten Ordnungsrahmen für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik zu schaffen. Alle Mitgliedstaaten sind verpflichtet, die notwendigen Maßnahmen durchzuführen, um eine Verschlechterung des Zustandes aller Oberflächenwasserkörper als auch Grundwasserkörper zu verhindern, sie zu schützen, zu verbessern und zu sanieren. Im Vordergrund stehen dabei die

„Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt (Artikel 1a WRRL [35]).

Daraus ergeben sich sowohl ein Verschlechterungsverbot sowie ein Verbesserungsgebot, die entkoppelt voneinander zu betrachten sind und eine selbstständige Funktion einnehmen. Das Verschlechterungsverbot bildet folglich nicht nur ein Instrument im Dienst der Pflicht zur Verbesserung des Zustands der Wasserkörper ab.

Im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung führen die Mitgliedstaaten die notwendigen Maßnahmen durch, um eine Zustandsverschlechterung aller Wasserkörper zu verhindern (Art. 4 Abs. 1 a) i und 1 b) i WRRL). Darüber hinaus schützen, verbessern und sanieren die Mitgliedstaaten alle Wasserkörper, um einen guten Zustand zu erreichen. Bei künstlichen und erheblich veränderten Oberflächengewässern soll ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erreicht werden.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie wurde durch das **Wasserhaushaltsgesetz** (WHG) vom 31. Juli 2009 in nationales Recht übernommen. Das WHG regelt die Bewirtschaftung und den Schutz von oberirdischen Gewässern, Küstengewässern, Grundwässern sowie Gewässerabschnitten und enthält zudem Vorschriften über den Ausbau von Gewässern und die wasserrechtliche Planung sowie den Hochwasserschutz [38].

Das Verschlechterungsverbot und das Verbesserungsgebot gelten, vorbehaltlich der Ausnahmen nach Art. 4 Abs. 6 bis 8 WRRL bzw. § 31 WHG.

Die Baggerseen im Kiessandtagebau Pomellen Nord stellen als Grundwasseraufschlüsse kein Oberflächenwasserkörper im Sinne der WRRL dar. Die Nassaufbereitung und -gewinnung der Sande und Kiessande wird entsprechend hinsichtlich der Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen für das Grundwasser gemäß § 47 WHG bewertet.

Ein Grundwasserkörper (GWK) ist „*ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter*“ (Artikel 2 Nr. 12 WRRL [35]).

Gemäß Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b) WRRL führen die Mitgliedsstaaten die erforderlichen Maßnahmen durch, um die Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern oder zu begrenzen und eine Verschlechterung des Zustands aller Grundwasserkörper zu verhindern [35]. Das Ziel für alle Grundwasserkörper ist demnach das Erreichen eines guten Zustandes bzw. die Verhinderung der weiteren Verschlechterung des Zustands aller Grundwasserkörper. Der gute Zustand wird dabei wie folgt definiert:

„*der Zustand eines Grundwasserkörpers, der sich in einem zumindest „guten“ mengenmäßigen und chemischen Zustand befindet*“ (Artikel 2 Nr. 20 WRRL [35])

Das WHG definiert in § 47 folgende Bewirtschaftungsziele für das Grundwasser [38]:

(1) *Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass*

1. *eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird;*
2. *alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden;*
3. *ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden; zu einem guten mengenmäßigen Zustand gehört insbesondere ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung*

Neben dem für Grundwasser allgemein geltenden Verschlechterungsverbot legt das WHG (§ 47 Absatz 1 Nummer 2) ein Trendumkehrgebot fest, das im Rahmen der Verordnung zum Schutz des Grundwassers - **Grundwasserverordnung** (§ 10 GrwV) näher erläutert wird. Alle durch menschliche Tätigkeit hervorgerufenen signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen sind durch entsprechende Bewirtschaftung des Grundwassers umzukehren. Die GrwV definiert ebenfalls die Kriterien für die Beurteilung des mengenmäßigen und chemischen Grundwasserzustands [7].

Der mengenmäßige Zustand eines Grundwasserkörpers ist gut, wenn die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme das nutzbare Grundwasserdargebot nicht übersteigt (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 GrwV). Zudem dürfen anthropogene Änderungen des Grundwasserstandes nicht dazu führen, dass die Bewirtschaftungsziele hydraulisch verbundener Oberflächengewässer verfehlt, der Zustand dieser Oberflächengewässer signifikant verschlechtert, abhängige Landökosysteme signifikant geschädigt und das Grundwasser durch den Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen durch Änderungen der Grundwasserfließrichtung nachteilig verändert werden (§ 4 Abs. 2 Nr. 2 GrwV).

Das Grundwasser befindet sich in einem guten chemischen Zustand, wenn in dem betreffenden Wasserkörper die Schwellenwerte nicht überschritten werden, die in Anlage 2 der GrwV enthalten sind oder die nach Maßgabe von § 5 Abs. 1 S. 2 oder § 5 Abs. 2 GrwV festgelegt wurden (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 1 GrwV). Ein Grundwasserkörper befindet sich auch dann in einem guten Zustand, wenn im Rahmen der Überwachung festgestellt wird, dass es keine Anzeichen für anthropogene Schadstoffeinträge gibt, die Grundwasserbeschaffenheit nicht zu einem Verfehlen der Bewirtschaftungsziele für hydraulisch verbundenen Oberflächengewässer führt und eine Schädigung unmittelbar abhängender Landökosysteme nicht zu befürchten ist (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 2 GrwV).

Für weitere Regelungen, die ausnahmsweise eine Einstufung eines Grundwasserkörpers in einen guten chemischen Zustand ermöglichen, wird auf § 7 Abs. 3 GrwV verwiesen.

Der EuGH formulierte zur Auslegung der WRRL in seinem Urteil vom 1. Juli 2015 die Umweltziele nicht nur als unverbindliche Verpflichtungen der Mitgliedstaaten. Vielmehr handele es sich um konkrete Vorgaben, an denen jedes Vorhaben zu messen sei. Demnach müsse jeder Mitgliedstaat die Zulassung eines gewässerbezogenen Vorhabens untersagen, sobald das Vorhaben eine Verschlechterung des ökologischen, mengenmäßigen oder chemischen Zustands von Oberflächen- und Grundwasserkörpern verursacht oder die Erreichung des guten Zustands gefährdet.

Ausnahmen sind gemäß Artikel 4 Absatz 6 WRRL nur zulässig, wenn es sich um eine vorübergehende Verschlechterung des Zustands von Wasserkörpern bedingt durch natürliche Ursachen oder höhere Gewalt handelt [35]. § 31 WHG regelt Ausnahmen von Bewirtschaftungszielen für oberirdische Gewässer. Für das Grundwasser gelten gemäß § 47 Absatz 3 WHG die Regelungen des § 31 Absatz 1 entsprechend:

(1) Vorübergehende Verschlechterungen des Zustands eines oberirdischen Gewässers verstoßen nicht gegen die Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 und 30, wenn

- 1. sie auf Umständen beruhen, die*
 - a) in natürlichen Ursachen begründet oder durch höhere Gewalt bedingt sind und die außergewöhnlich sind und nicht vorhersehbar waren oder*
 - b) durch Unfälle entstanden sind,*
- 2. alle praktisch geeigneten Maßnahmen ergriffen werden, um eine weitere Verschlechterung des Gewässerzustands und eine Gefährdung der zu erreichenden Bewirtschaftungsziele in anderen, von diesen Umständen nicht betroffenen Gewässern zu verhindern [...].*
- 3. nur solche Maßnahmen ergriffen werden, die eine Wiederherstellung des vorherigen Gewässerzustands nach Wegfall der Umstände nicht gefährden dürfen und die im Maßnahmenprogramm nach § 82 aufgeführt werden und*
- 4. die Auswirkungen der Umstände jährlich überprüft und praktisch geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um den vorherigen Gewässerzustand vorbehaltlich der in § 29 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 bis 3 genannten Gründe so bald wie möglich wiederherzustellen-*

4.5.2 Prüfung hinsichtlich des Verschlechterungsverbots

Das Grundwasser ist gemäß § 47 Absatz 1 Nr. 1 WHG so zu bewirtschaften, dass eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und chemischen Zustands vermieden wird.

Der mengenmäßige Zustand des Grundwasserkörpers Alte Oder 1 ist nach der Berichterstattung 2022 zum 3. Bewirtschaftungsplan WRRL als gut bewertet worden. Ausgehend vom gegenwärtigen Zustand kommt es mit der Aufnahme der Nassgewinnung (Feststoffentnahme aus dem Grundwasser) zu einem Anstieg der Grundwasserzehrung. Die Verdunstung über den offenen Wasserflächen (Baggerseen) nimmt kontinuierlich mit dem Abbaufortschritt zu und erreicht einen Maximalwert unmittelbar vor Abschluss der Nassgewinnung. Mit Erreichen der Endgröße des Gewässers beträgt die tägliche Grundwasserzehrung 991 m³/d. Nach dem Ende der bergbaulichen Nutzung beschränkt sich die Grundwasserzehrung auf einen mittleren täglichen Verdunstungsbetrag von ca. 24 m³/d und ist damit als vernachlässigbar gering zu bewerten.

Für die Nassaufbereitung ist die Entnahme von Grundwasser erforderlich. Das nach der Entwässerung von der Aufbereitungsanlage abgehende Prozesswasser wird in einem offenen Kreislauf geführt, wobei sich die effektive Grundwasserentnahme auf den Bilanzverlust durch die Restfeuchte des aufbereiteten Materials beschränkt. Mengen, die nach der Aufbereitung aus den Produkthalden im gut durchlässigen Untergrund versickern und dabei wieder zur Grundwasserneubildung beitragen, bleiben dabei unberücksichtigt. Insofern wirkt sich die Nassaufbereitung nicht negativ auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwasserkörpers aus.

Grundlage für die Beurteilung des chemischen Zustands des Grundwassers sind die in der Anlage 2 der GrwV aufgeführten Schwellenwerte (Tabelle 13).

Bezugspunkt der Beurteilung ist der gemäß WRRL berichtspflichtige Grundwasserkörper Alte Oder 1, der neben quartären auch den tertiären Grundwasserleiter umfasst. Im Rahmen der Berichterstattung 2022 zum 3. Bewirtschaftungsplan WRRL wird der chemische Zustand des Grundwasserkörpers als gut bewertet.

Oberflächennah stehen im Betrachtungsgebiet die Sande des lokal verbreiteten GWL 1 an, der keine bzw. nur eine saisonabhängige Grundwasserführung aufweist, darunter folgen in ihrer Mächtigkeit stark wechselnden Sande des GWL 2. Die im Tagebau Pomellen anstehenden und lagerstättenbildenden Sande sind Teil des in der Hydrogeologischen Karte (HK50) als GWL 3 bezeichneten Grundwasserleiters. Nach Süden und Osten hält er weit aus und verfügt hier auch über eine hydraulische Verbindung zum liegenden GWL 4.

Die quartären Grundwasserleiter weisen keine nennenswerte bindige Bedeckung auf und sind gegenüber Schadstoffeinträgen von der Oberfläche folglich kaum bzw. nicht geschützt. Die Verweildauer des Sickerwassers in seiner Überdeckung liegt in der Größenordnung von wenigen Jahrzehnten.

Tabelle 13 Schwellenwerte zur Beurteilung des chemischen Zustands des GWK [7]

Stoffe und Stoffgruppen	Schwellenwert	Ableitungskriterium
Nitrat (NO ₃ -)	50 mg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Wirkstoffe in PSM einschließlich der relevanten Metaboliten, Biozid-Wirkstoffe einschließlich relevanter Stoffwechsel- oder Abbau- bzw. Reaktionsprodukte sowie bedenkliche Stoffe in Biozidprodukten	jeweils 0,1 µg/l, insgesamt 0,5 µg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Arsen (As)	10 µg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter
Cadmium (Cd)	0,5 µg/l	Hintergrundwert
Blei (Pb)	10 µg/l	Trinkwassergrenzwert für chemische Parameter
Quecksilber (Hg)	0,2 µg/l	Hintergrundwert
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,5 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Chlorid (Cl ⁻)	250 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Nitrit (NO ₂ -)	0,5 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter (Anlage 2 Teil II der Trinkwasserverordnung)
ortho-Phosphat (PO ₄ ³⁻)	0,5 mg/l	Hintergrundwert
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	250 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Σ Tri- und Tetrachlorethen	10 µg/l	Trinkwassergrenzwert für chemische Parameter

Der chemische Zustand des Grundwasserkörpers Alte Oder 1 ist auch im weiteren Betrachtungsgebiet stark sulfatgeprägt. Der Schwellenwert für Sulfat (250 mg/l) wird lokal deutlich überschritten. Auch im unmittelbaren Bereich des Grundwasseraufschlusses im Kiessandtagebau Pomellen resultiert aus der Nassaufbereitung ein signifikant erhöhtes Sulfatniveau weit oberhalb des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung. Das Prozesswasser wird in einem weitgehend geschlossenen Kreislauf gehalten, sodass die Sulfatbelastung nur lokal begrenzt auftritt. Im Grundwasserabstrom des Frischwasserbeckens bewegt sich die Sulfatkonzentration wieder im Bereich der natürlichen Hintergrundbelastung.

Der Grundwasserkörper Alte Oder 1 hat eine Fläche von ca. 2.284 km², der Grundwasseraufschluss im Tagebau nimmt davon einen Anteil von etwa 0,0003 % ein. Allein aufgrund der Größenverhältnisse ist keine Beeinträchtigung der Grundwasserbeschaffenheit infolge der Nassgewinnung zu besorgen. Sofern mit der Nassgewinnung begonnen wird, vergrößert sich die Fläche des Grundwasseraufschlusses perspektivisch annähernd um das Zehnfache. Mit der Herstellung des Gewässers II. Ordnung im Sinne des § 48 Absatz 1 Nr. 2 LWaG M-V ist ein Rückgang des Sulfatgehalts zu erwarten. Von den in der gesättigten Zone lagernden Sande und Kiessande geht eine im Vergleich zu den im Trockenschnitt gewonnenen Sanden geringere Oxidationsempfindlichkeit des Pyrits aus, sodass weniger Sulfat freigesetzt wird.

Die Prüfung und Bewertung der vorhabenbedingten Auswirkungen ergab für den Grundwasserkörper Alte Oder 1 keine negativen Beeinträchtigungen hinsichtlich seines mengenmäßigen und chemischen Zustands. Damit wird dem Verschlechterungsverbot gemäß § 47 Absatz 1 Nr. 1 WHG entsprochen.

4.5.3 Prüfung hinsichtlich des Gebots der Trendumkehr

Gemäß § 3 Abs.1 GrwV werden von der zuständigen Behörde Grundwasserkörper als gefährdet eingestuft, bei denen das Risiko besteht, dass sie die Bewirtschaftungsziele gemäß § 47 WHG nicht erreichen. Die Einstufung als gefährdet bezieht sich auf den mengenmäßigen (Grundwasserentnahme) und/oder chemischen (Überschreitung von Schwellenwerten Anlage 2 GrwV) Zustand der Grundwasserkörper.

Sofern für einen gefährdeten Grundwasserkörper ein Trend nach Anlage 6 Nummer 1 GrwV vorliegt, der zu einer signifikanten Gefahr für die Qualität der Gewässer oder Landökosysteme, für die menschliche Gesundheit oder die potentiellen oder tatsächlichen legitimen Nutzungen der Gewässer führen kann, veranlasst die zuständige Behörde gemäß § 10 Abs. 2 GrwV die erforderlichen Maßnahmen zur Trendumkehr.

Der zu berücksichtigende Grundwasserkörper weist einen guten mengenmäßigen und chemischen Zustand auf. Der Grundwasserkörper ist als nicht gefährdet eingestuft. Ein signifikanter und anhaltend steigender Trend im Sinne der Anlage 6 GrwV ist für die Messstellen im Grundwasserkörper Alte Oder 1 aktuell nicht festgestellt. Das Gebot der Trendumkehr gemäß § 47 Absatz 1 Nr.2 WHG wird durch das Vorhaben nicht verletzt.

4.5.4 Prüfung hinsichtlich des Erhaltungsgebots

Das Erhaltungsgebot nach § 47 Absatz 1 Nummer 3 WHG verlangt, den guten Zustand eines Grundwasserkörpers zu erhalten. Mit der erfolgten Prüfung hinsichtlich des Verschlechterungsverbots ist auch die Einhaltung des Erhaltungsgebots geprüft.

Die Gewinnung der Kiessande und Sande im Kiessandtagebau Pomellen im Nassschnitt inkl. Nassaufbereitung steht nach Darlegung und Bewertung der vorhabenbedingten Wirkungen den Bewirtschaftungszielen gemäß § 47 WHG nicht entgegen.

Eine Prüfung hinsichtlich der Inanspruchnahme einer Ausnahme von den Bewirtschaftungszielen nach § 31 Absatz 1 WHG sowie nach § 47 Absatz 3 i.V.m. § 31 WHG ist nicht erforderlich.

5 Schlussfolgerungen

Im Kiessandtagebau Pomellen werden Sande und Kiessande gewonnen, die vor allem zur Herstellung von Straßenbaustoffen und Betonzuschlägen genutzt werden. Seit 2015 werden die Rohstoffe nass aufbereitet. Über einen offenen Kreislauf mit mehreren Klär- und Absetzbecken wird das von der Aufbereitungsanlage abgehende Prozesswasser vorgeklärt und über einen offenen Grabenüberlauf dem Frischwasserbecken zugeführt. Der Prozess der Nassaufbereitung wird von einem Grundwassermonitoring begleitet, das die regelmäßige Untersuchung des Grundwassers im An- und Abstrom sowie des Frischwassers vorsieht. Die seit 2016 erhobenen Daten zur Grundwasserbeschaffenheit wurden im vorliegenden Gutachten auch vor dem Hintergrund der geplanten Nassgewinnung dokumentiert und ausgewertet.

Das lokale Grundwasserfließgeschehen im Tagebau Pomellen weist einen von Nordwest nach Südost gerichteten Grundwasserstrom auf. Das Grundwasserfließgeschehen im weiteren Betrachtungsgebiet wird durch die Entlastung in die beiden Hauptvorfluter der Region, der Oder und Randow, bestimmt.

Die hydrochemischen Analyseergebnisse deuten im Grundwasseranstrom des Tagebaus auf eher jüngeres Wasser mit geringen Verweilzeiten im Untergrund hin, dass durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung im Vorfeld des Tagebaus geprägt wird. Daraus resultiert eine erhöhte Nitratkonzentration, die den Grenzwert der Trinkwasserverordnung (50 mg/l) mit bis zu 38 mg/l bislang nicht überschritten hat. Die Sulfatkonzentrationen bewegen sich mit Werten um 90 mg/l im Bereich des geogenen Hintergrundwertes.

Im Grundwasserabstrom und im Frischwasserbecken fallen die erhöhten Konzentrationen der Parameter Calcium, Magnesium und Aluminium, aber vor allem Sulfat auf. Auch die Gesamtmineralisation ist gegenüber dem Vorfeld des Tagebaus deutlich erhöht. Hinsichtlich des Sulfatgehalts wird der Grenzwert der Trinkwasserverordnung sowie der Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA (jeweils 250 mg/l) signifikant überschritten. Die anhaltend hohen Sulfatkonzentrationen deuten im Zusammenhang mit erhöhten Eisengehalten auf Stoffumsätze innerhalb des Kreislaufs der Nassaufbereitung hin.

Das Sulfidmineral Pyrit ist ein häufiger Bestandteil von kieshaltigem Material und in der Regel sehr oxidationsempfindlich, wobei der Pyritoxidation durch denitrifizierende, eisen- und schwefeloxidierende Bakterien mit Nitrat als mittelbares Oxidationsmittel eine große Bedeutung zukommt. Aus diesem Prozess mit mehreren abiotischen und bakteriellen Redoxreaktionen wird der Sulfidschwefel des Pyrits zu Sulfat oxidiert und Nitrat zu elementarem, molekularem Stickstoff reduziert (Denitrifikation durch Pyrit). In der Folge treten erhöhte Sulfatgehalte in Verbindung mit geringen Nitratkonzentrationen und erhöhten Konzentrationen von Eisen und anderen metallischen Begleitelementen wie Mangan und Nickel auf. Die im ca. 40 m mächtigen Trockenschnitt gewonnenen Sande und Kiessande werden zunächst trocken abgeseibt und anschließend einer Nassaufbereitung zugeführt. Im Zuge der Aufbereitung kommt es zur Oxidation des Pyrits und führt im Absetzbecken zu einer Aufkonzentration des Sulfats.

Dem Prozesswasser wird ein großer Anteil von Feinmaterial ($\leq 2,0$ mm) aus der Aufbereitung mithilfe einer nachgeschalteten Entwässerungseinheit entzogen. Das nicht ausgetragene Material mit einem hohen Feinanteil und Schwebstoffen bildet mit dem Prozesswasser eine Suspension, wobei die Feststoffe mit einer größeren Dichte als Wasser in den Absetz- und Klärbecken zu Boden sinken. Die Sedimentation der Feststoffe führt zum einen zwar zur Klärung des Prozesswassers, zum anderen aber auch zur Kolmation der Beckensohle und -böschungen. Durch den verringerten Austausch mit dem Grundwasserleiter kommt es neben den chemischen Stoffumsätzen zur Aufkonzentration der im Prozesswasser gelösten Stoffe, u.a. Sulfat.

Die Sulfatfrachten im unbeeinflussten und durch die Nassaufbereitung beeinflussten Grundwasserstrom zeigen, dass aus der Nassaufbereitung im Vergleich zur geogenen und anthropogenen Hintergrundbelastung keine nennenswerte Erhöhung der Sulfatfracht resultiert. In Verbindung mit dem Verdünnungseffekt liegt mit geringen Calcium-, Magnesium-, Nitrat- und Sulfatkonzentrationen im weiteren Grundwasserabstrom (GWMS 1/21) eine unbelastete Grundwasserbeschaffenheit vor, aus der keine Beeinträchtigungen aus dem Betrieb des Kiessandtagebaus Pomellen Nord zu besorgen sind. Folglich tritt die Veränderung der hydrochemischen Zusammensetzung des Grundwassers lokal nur sehr begrenzt auf, womit auch die Annahme eines weitgehend geschlossenen Kreislaufs der Prozesswassergewinnung gestützt wird.

Der vorliegende hydrochemische Status im Bereich des Kiessandtagebaus ist allerdings vor dem Hintergrund des schlechten Zustands des Messstellennetzes und zum Teil nicht repräsentativer Probenahmen zu bewerten, die die Anzahl aussagekräftiger Analysen vor allem im Grundwasserabstrom deutlich reduzieren. In der GWMS 4/95 wurde von 2016 bis 2019 während des Abpumpens ein schlechter Zufluss festgestellt, sodass für eine repräsentative Probenahme kein ausreichender Austausch des Standwassers im Pegelrohr erfolgte. Nach der hydraulischen Regenerierung konnte die Messstelle ordnungsgemäß abgepumpt werden und auch die laborativen Ergebnisse deuten auf einen besseren Austausch mit dem Grundwasserleiter hin. Der Anstrompegel 1/20 wurde nicht fachgerecht errichtet und sollte ersetzt werden. Die Nullbeprobung der GWMS 1/21 erfolgte ebenfalls nicht entsprechend fachlicher Vorgaben.

Im weiteren Umfeld des Tagebaus sind zum Teil ebenfalls deutlich erhöhte Sulfatkonzentrationen festzustellen. So wurden im Bereich Glasow-Hohenholz-Ladenthin Sulfatgehalte von bis zu 382 mg/l dokumentiert. Im Bereich der ca. 8,5 km südwestlich gelegenen Wasserfassung Storkow schwankte der Sulfatgehalt im Zeitraum 2006 bis 2021 zwischen 172 und 318 mg/l. Insofern ist über das Untersuchungsgebiet hinaus ein erhöhtes Sulfatniveau zu verzeichnen, das aufgrund der räumlichen Verteilung nicht nur anthropogenen Ursprungs ist.

Die Gewinnung der Kiessande und Sande im Kiessandtagebau Pomellen im Nassschnitt inkl. Nassaufbereitung steht nach Darlegung und Bewertung der vorhabenbedingten Wirkungen den Bewirtschaftungszielen gemäß § 47 WHG nicht entgegen.

6 Literatur

- [1] BROSE, D.: GEBAH - Eine Software für die konzentrationsunabhängige Früherkennung von Salzwasserintrusionen in Süßwasser führende Grundwasserleiter und Oberflächengewässer. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. 24 (2017) 1/2: 77-91.
- [2] BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016. Stuttgart, Januar 2017.
- [3] BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden. Oktober 1993.
- [4] CREMER, Dr. Nils: Nitrat im Grundwasser - Eintrag, Verhalten und Entwicklungstrends. DVGW Energie | Wasser-Praxis. 5/2015, S. 32-39.
- [5] DEUTSCHER WETTERDIENST: (Download über www.dwd.de).
- [6] FUGRO CONSULT GMBH & UMWELTPLAN GMBH: Regionalisierung der landesweiten Grundwasserdynamik - Abschlussbericht. Bericht erstellt für das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Güstrow. Schwerin, den 31.05.2016.
- [7] GRWV: Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung) vom 09.11.2010 (BGB. I S. 1513), zuletzt geändert durch den Artikel 1 der Verordnung vom 04.05.2017 (BGBl. I S. 1044).
- [8] HANNAPPEL, S. & H.-J. VOIGT: Bewertung der hydrochemischen Analyseergebnisse aus den hydrogeologischen Ergebnisberichten des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Materialien zur Umwelt, Heft 2/97. Stralsund, 1997.
- [9] HANNAPPEL, S., E. REJMAN-RASINSKA, K.-D. FICHTE und H. MUNDTHAL: Grenzüberschreitendes Gewässer-Monitoring im Anstrombereich des Stettiner Haffs und der Oder in der Euroregion Pomerania. HW 53, 2009 H.1, S. 25-36.
- [10] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten - Ermittlung von Schadstofffrachten im Grund- und Sickerwasser. Band 3, Teil 6. Wiesbaden 2008.
- [11] HILGERT, T.: Vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung eines Brunneneinzugsgebietes.-Fugro Consult GmbH, Geschäftsbereich Wasser, November 2013.
- [12] HÖLTING, B.; HAERTLE, T.; HOHBERGER, K.-H.; ECKL, H.; HAHN, J. & C. KOLDEHOFF: Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. - Geologisches Jahrbuch, Reihe C, Band 63 - Schweizerbart, 1995.
- [13] HOTZAN, G.: Die Formierung und Entwicklung des Chemismus natürlicher Grundwässer, ihre Widerspiegelung in hydrochemischen Genesemodellen sowie ihre Klassifizierung auf hydrogeochemisch-genetischer Grundlage. - Brandenburg. Geowiss. Beitr. 18 (2011) 1/2: 77-91.
- [14] HYDOR CONSULT GMBH: Aktualisierung der Regionalisierung von stofflichen Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern sowie Ableitung eines belastungsorientierten Grundwasserkörperzuschnitts. Berlin, den 31.03.2008.
- [15] HYDOR: Ermittlung der Verweilzeiten des Sickerwassers in der Grundwasser-überdeckung nach der DIN 19732 für Mecklenburg-Vorpommern . - Gutachten der HYDOR Consult GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geo-logie Mecklenburg-Vorpommern - Berlin, den 31.03.2011.
- [16] HYDOR CONSULT GMBH: Geogene Hintergrundwerte für das Grundwasser in Sachsen-Anhalt und Ableitung von Schwellenwerten. Berlin, 30.11.2017.
- [17] JORDAN, H. & WEDER, H.-J.: Hydrogeologie - Grundlagen und Methoden. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1995.
- [18] JORDAN, H. & WEDER, H.-J.: Hydrogeologie. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig, 1988.

- [19] KARTENPORTAL UMWELT MECKLENBURG-VORPOMMERN: Download über www.umweltkarten.mv-regierung.de.
- [20] LAGERSTÄTTENGEOLOGIE GMBH NEUBRANDENBURG: Bericht zum Grundwassermonitoring im Kiessandtagebau Pomellen Nord. Jahresberichte 2016 und 2017. Neubrandenburg, den 30.05.2018.
- [21] LAGERSTÄTTENGEOLOGIE GMBH NEUBRANDENBURG: Ergebnisbericht zur Auswertung der Aufsuchungsarbeiten im Bewilligungsfeld Kiessand Pomellen Nord 1995. Neubrandenburg, den 28.06.1996.
- [22] LAGERSTÄTTENGEOLOGIE GMBH NEUBRANDENBURG: Hauptbetriebsplan für die Führung des Kiessandtagebaus Pomellen 2017-2021 - Calculus GmbH. Penzlin, den 06.03.2017.
- [23] LAGERSTÄTTENGEOLOGIE GMBH NEUBRANDENBURG: Rahmenbetriebsplan für die Gewinnung aus dem Grundwasser im Kiessandtagebau Pomellen Nord. Penzlin, den 01.06.2022.
- [24] LAGERSTÄTTENGEOLOGIE GMBH NEUBRANDENBURG: Sonderbetriebsplan für den Betrieb einer Nassaufbereitungsanlage im Kiessandtagebau Pomellen - Krugsdorfer Baustoffe GmbH. Krugsdorf, den 02.09.2014.
- a. 1. Änderung - Calculus GmbH. Penzlin, den 02.02.2016.
 - b. 2. Änderung - Calculus GmbH. Penzlin, den 24.04.2017.
 - c. 3. Änderung - Calculus GmbH. Penzlin, den 22.07.2020.
- [25] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Teil II: Technische Regeln für die Verwertung. 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). Stand: 05.11.2004.
- [26] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) UND LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN (LABO): Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen. Mainz 2006.
- [27] LANDESAMT FÜR UMWELT, NATUR UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN: Erläuterungen zur Karte der Grundwasserressourcen MV, Oktober 2012.
- [28] LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Grundwasserüberwachungsprogramm. Geogen geprägte Hintergrundbeschaffenheit - Ergebnisse aus dem Basismessnetz. Karlsruhe, August 2001.
- [29] LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (LUA): Bodenhydrologische Kennwerte heterogener Flächeneinheiten. Methodik der Ableitung und Anwendungsbeispiel Norddeutschland. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft Nr. 87 - Bodenschutz 2. Potsdam, April 2004.
- [30] LÖFFLER, H.: Ein Anwendungsbeispiel für hydrochemische Auswertungsverfahren im norddeutschen Raum mit dem Versuch einer Grundwassertypisierung. - unveröff., VEB Hydrogeologie, Schwerin, 1972.
- [31] MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ M-V: Hinweise zum Vollzug des § 50 Absatz 5 Wasserhaushaltsgesetz zur Durchsetzung der Selbstüberwachung (Rohwassererlass). Schwerin, den 23.02.2017.
- [32] MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT MECKLENBURG-VORPOMMERN (LUNG): Grundsätze des Neubaus von Grundwassermessstellen. Stand: Juli 2019.
- [33] OGEV - Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).
- [34] REGIONALER PLANUNGSVERBAND PLANUNGSREGION VORPOMMERN: Zweite Änderung des Regionalen Raumentwicklungsprogramms Vorpommern – Entwurf des Umweltberichts 2018 zur vierten Beteiligung, Greifswald, 25.08.2018.
- [35] RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für die Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL).

- [36] TRINKWV 2001: Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343).
- [37] WASSERRECHTLICHE ERLAUBNIS vom 08.10.2014 für eine Gewässerbenutzung im Rahmen des Betriebes einer Nassaufbereitungsanlage im Kiessandtagebau Pomellen Nord, Aktenzeichen: 613/13075/014/15/14.
- [38] WHG - Wasserhaushaltsgesetz vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 2771).
- [39] WROBEL, J.-P.: Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern. gwf Wasser/Abwasser 121 (1980), Heft 4.
- [40] ZENTRALES GEOLOGISCHES INSTITUT (HRSG.): Hydrogeologisches Kartenwerk der DDR - HK 50, Blatt 0510-3/4 (Löcknitz/Krackow).



Anlagen



Anlage 1

Karten



Anlage 2

Lagepläne



Anlage 3

Profile der Grundwassermessstellen



Anlage 3.1

GWMS 1/21



Anlage 3.2

GWMS Hy Ndr 1/04



Anlage 4

Wasserkörpersteckbrief Grundwasserkörper Alte Oder 1



Anlage 5

Hydrochemie



Anlage 5.1

Übersicht der Analyseergebnisse



Anlage 5.2

PIPER-Diagramm



Anlage 5.3

Prüfbericht Grundwasser 2021



Anlage 5.4

Weitere Prüfberichte 2021