

Für die Lausitz Energie Bergbau AG



Grundwassermonitoring  
im Bereich der Braunkohletagebaue der  
Lausitz Energie Bergbau AG

# Grundwassergütebericht zum Förderraum Jänschwalde 2022

Bestellung E64-4504422828 vom 18.02.2022  
Projektnummer 03/22



Grundwassermessstelle 11931(122) nordwestlich  
des Tagebaus Jänschwalde (Foto: Günther, Mai 2022)

Dresden, am 05.12.2022



Für die Lausitz Energie Bergbau AG



Grundwassermonitoring  
im Bereich der Braunkohletagebaue der  
Lausitz Energie Bergbau AG

## Grundwassergütebericht zum Förderraum Jänschwalde 2022

Auftraggeber: Lausitz Energie Bergbau Aktiengesellschaft  
Hauptverwaltung  
Leagplatz 1, 03050 Cottbus

Bestellnummer: E64-4504422828 vom 18.02.2022

Ansprechpartner: Dr. Detlef Biemelt

Auftragnehmer: Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann  
Lungkwitzer Str. 12, 01259 Dresden

Projektnummer: 03/22

Bearbeiter: Dr. Wilfried Uhlmann  
M. Sc. (Hydrologie) Nicholas Knauf  
Jörn Günther (IWB Possendorf)

Dresden, am 05.12.2022



Dr. Wilfried Uhlmann  
(Verfasser)



## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
<b>Anlagenverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Veranlassung und Aufgabenstellung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Untersuchungsprogramm</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Grundwasserprobennahme</b> .....	<b>7</b>
3.1 Vorbereitung und Technik .....	7
3.2 Probenbehandlung und Probentransport.....	9
3.3 Ergebnisse und Dokumentation.....	9
<b>4 Analytik</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse</b> .....	<b>12</b>
5.1 Milieufaktoren .....	12
5.2 Ionenbilanz .....	13
<b>6 Diskussion</b> .....	<b>16</b>
6.1 Muster der Grundwasserbeschaffenheit.....	16
6.2 Zeitliche Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit .....	19
6.2.1 Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde .....	19
6.2.2 Tranitz-Heinersbrücker Rinne .....	23
6.2.3 Laßzinswiesen .....	24
6.2.4 Grießener Heide .....	27
6.2.5 Nördliche Randbereiche .....	30
6.2.6 Umfeld des Pinnower Sees.....	40
6.2.7 Dubrau-Bohrauer Rinne.....	43
6.3 Genetische Kennzeichnung.....	44
6.4 Kontaminationsbefunde .....	45
6.4.1 Organische Kontaminationen.....	45
6.4.2 Arsen und Schwermetalle .....	45
<b>7 Empfehlungen</b> .....	<b>48</b>
<b>8 Quellenverzeichnis</b> .....	<b>49</b>



## Anlagenverzeichnis

<b>Anlage 1</b>	Übersichtskarte der Grundwassermessstellen .....	2 Blatt
<b>Anlage 2</b>	Räumlich-chronologische Messstellenübersicht des Grundwassergrütemonitorings im Förderraum Jänschwalde.....	3 Blatt
<b>Anlage 3</b>	Technische Daten der Grundwassermessstellen .....	4 Blatt
<b>Anlage 4</b>	Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse und Bewertung.	13 Blatt
<b>Anlage 5</b>	Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit.....	42 Blatt
<b>Anlage 6</b>	Thematische Karten zur Grundwasserbeschaffenheit.....	8 Blatt
<b>Anlage 7</b>	Laborprüfberichte .....	75 Blatt

## Abkürzungsverzeichnis

AOX.....	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
DIN.....	Deutsche Industrienorm
DOC.....	gelöster organischer Kohlenstoff
DWA.....	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EG-WRRL.....	EG-Wasserrahmenrichtlinie
FTR.....	Filtrattrockenrückstand
GrwV.....	Grundwasserverordnung
GWM.....	Grundwassermessstelle
GWL.....	Grundwasserleiter
HDPE.....	Hochdichtes Polyethylen
IB.....	Ionenbilanz
IBF.....	Ionenbilanzfehler (auch: $\Delta IB$ )
IWB.....	Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden
$K_{S4.3}^{OX}$ .....	Acidität/Säurekapazität zum pH-Wert 4,3 nach Belüftung und vollständiger Oxidation
$K_{B4.3}^{OX}$ .....	Alkalinität/Basenkapazität zum pH-Wert 4,3 nach Belüftung und vollständiger Oxidation
$K_{S4.3}$ .....	Acidität/Säurekapazität zum pH-Wert 4,3
$K_{B4.3}$ .....	Alkalinität/Basenkapazität zum pH-Wert 4,3
$K_{B8.2}$ .....	Alkalinität/Basenkapazität zum pH-Wert 8,2
LAWA.....	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LE-B.....	Lausitz Energie Bergbau AG
LMBV.....	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH
MHM.....	Montanhydrologisches Monitoring
MKW.....	Mineralölkohlenwasserstoffe
$pH_{ox}$ .....	pH-Wert nach Belüftung
PVC.....	Polyvinylchlorid
ROK.....	Rohroberkante
SGS.....	SGS Analytics LAG GmbH, Schwarze Pumpe
TIC.....	gesamter anorganischer Kohlenstoff
TrinkwV.....	Trinkwasserverordnung



## Zusammenfassung

- (1) Die Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) führt gemäß den Nebenbestimmungen in den Zulassungsbescheiden zur wasserrechtlichen Erlaubnis ihrer Tagebaue seit 1997 jährlich ein **flächendeckendes Grundwassergütemonitoring** durch. Im Rahmen des Grundwassergütemonitorings 2022 wurden im Förderraum Jänschwalde 78 Grundwassermessstellen aufgesucht. Aus 72 Messstellen konnten Grundwasserproben nach einer einheitlichen Methodik gewonnen und analysiert werden. In sechs Messstellen scheiterte die Probennahme aufgrund fehlender mechanischer Eignung (negativer Dummytest).
- (2) Die **Grundwasserprobennahme** erfolgte meist mit einer Unterwassermotorpumpe MP1 der Fa. GRUNDFOS. Der Abpumpvorgang wurde durch die Leitkennwerte Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert kontinuierlich überwacht. Weiterhin wurden vor Ort die Sauerstoffkonzentration und das Redoxpotential gemessen. Zusätzlich wurde in Messstellen mit einem Innendurchmesser  $\geq$  DN100 der Grundwasserstand digital aufgezeichnet. Die Grundwasserprobennahme erfolgte durch die Ingenieurbüro für Wasser und Boden GmbH Possendorf. Die Grundwasserproben wurden vom Probennehmer arbeitstäglich an das Untersuchungslabor überstellt. An vier Messstellen mit stark abgesunkenem Wasserspiegel erfolgte die Probennahme mit einer 3-Zoll-Unterwassermotorpumpe der Firma JD Technik. Diese Probennahmen wurden von der Fa. Dr. Rolf Runge, Sachverständiger für Umwelt und Chemie aus Berlin, durchgeführt. Die Laboranalytik wurde von der SGS Analytics LAG GmbH in Schwarze Pumpe durchgeführt.
- (3) Die Untersuchungsergebnisse des **Monitorings 2022** bestätigen die bisherigen Beobachtungen, dass das Grundwasser in der Innenkippe sowie im Abstrom der Außenhalde Bärenbrück am stärksten bergbaulich beeinflusst ist. Infolge der Pyritverwitterung zeigte dieses Grundwasser stellenweise sehr hohe Mineralisationsgrade mit erhöhten Konzentrationen insbesondere von Sulfat, Eisen, Calcium, Magnesium sowie Mangan und Ammonium. Gleiches traf auf pleistozäne und tertiäre Grundwasserleiter an der Peripherie des Tagebaus zu, die von der Grundwasserabsenkung durch den Tagebau beeinflusst waren bzw. beeinflusst sind. Ansonsten war das Grundwasser im Förderraum Jänschwalde außerhalb der Innenkippe vergleichsweise gering durch den Bergbau beeinflusst.
- (4) Das originale Grundwasser war in den meisten Fällen anoxisch und wies ein niedriges Redoxpotential auf. Im anoxischen Grundwasser waren Eisen und Stickstoff überwiegend in der reduzierten Form als Eisen(II) bzw. Ammonium gelöst. Das Eisen(II) stellte den maßgeblichen Aciditätsträger des Grundwassers dar. Die Acidität wurde bei Belüftung des Grundwassers durch Oxidation zu Eisen(III) und die anschließende Hydrolyse zu Eisen(III)hydroxid frei. Überschreitet die freiwerdende Acidität die Säurekapazität, versauert das Grundwasser. Man spricht in diesem Fall von einer Versauerungsdisposition.



- (5) Die **Versauerungsdisposition** des Grundwassers war räumlich unterschiedlich. Im Bereich des Tagebaus Jänschwalde war nur das Kippenwasser in der GWM 1338(111) versauerungsdisponiert und außerhalb des Tagebaus in der GWM 11931(122) im Bereich der Laßzinswiesen.
- (6) Im Kippenwasser wurden Arsen, Kobalt, Nickel und Zink in geringen Konzentrationen gemessen. Die **Metalle** sind Nebenbestandteile des Pyrits und werden bei der Pyritverwitterung mit freigesetzt. Mit Ausnahme von Arsen steigt die Löslichkeit der Metalle im Grundwasser mit sinkenden pH-Werten. Erhöhte Konzentrationen finden sich deshalb überwiegend in karbonatarmen Bereichen im Tagebau Jänschwalde. Für weitere Schwermetalle, wie Cadmium, Blei, Chrom und Quecksilber wurde im Förderraum Jänschwalde keine Anreicherung festgestellt, da es hierfür auch keine geochemische Disposition gibt. Die Konzentrationen dieser Schwermetalle lagen meist unter der kennwertespezifischen analytischen Bestimmungsgrenze.
- (7) Im Tagebau Jänschwalde wurden zwölf Grundwasserproben hinsichtlich der **organischen Summenkennwerte** AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen), MKW (Mineralölkohlenwasserstoffe) und Phenolindex untersucht. Die Kontaminationsindikatoren waren unauffällig. Die Befunde der Mineralölkohlenwasserstoffe und des Phenolindex lagen ausnahmslos unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX) wurden im Kippenbereich in niedriger Konzentration bis maximal 0,025 mg/L erfasst.
- (8) Das Grundwassergütemonitoring 2022 dient im Zusammenhang mit dem Grundwassermonitoring der Jahre 1997 bis 2021 der **systematischen Nachweisführung** der Entwicklung der regionalen Grundwasserbeschaffenheit. Der LE-B wird die Fortschreibung des Grundwassermonitorings im jährlichen Turnus empfohlen. Zur Wahrung der Kontinuität sollten die meisten Grundwassermessstellen im Messprogramm beibehalten werden. Im Zusammenhang mit dem Tagebaufortschritt und der Kippenentwicklung werden lokale Anpassungen des Messnetzes empfohlen.

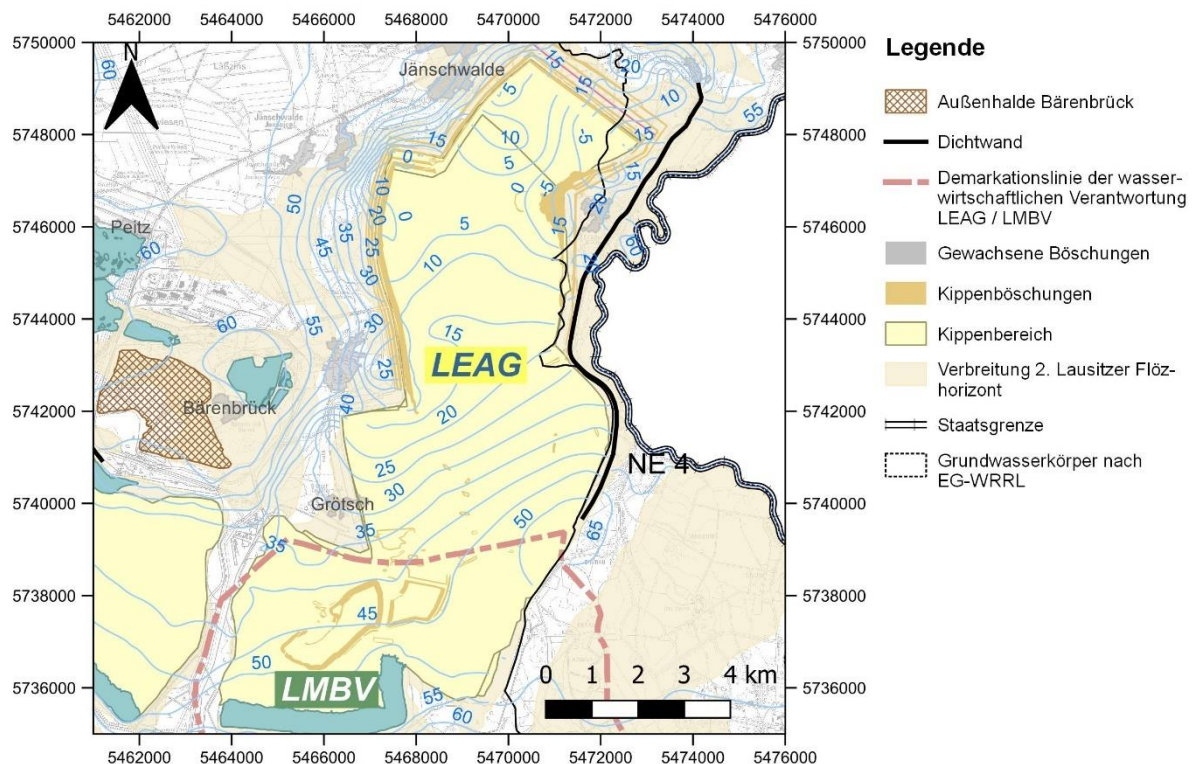


## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Bergamt des Landes Brandenburg hat die Lausitz Energie Bergbau AG (nachfolgend kurz: LE-B) in der Wasserrechtlichen Erlaubnis zum Tagebau Jänschwalde zu einer regelmäßigen Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit im Umfeld der Tagebaue verpflichtet. In jährlichen Berichten ist die bergbauliche Beeinflussung des Grundwassers zu erfassen und zu dokumentieren. Neben der Überwachung und Dokumentation der Grundwasserbeschaffenheit hat das Monitoring vor allem die Früherkennung eventueller Gefährdungen von Wasserfassungen, Fließ- und Standgewässern sowie weiterer Schutzgebiete zum Ziel.

Das Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann wurde mit der Bestellung E64-4504422828 vom 18.02.2022 von der LE-B mit dem Grundwassergütemonitoring 2022 beauftragt. Das Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann hat die Ingenieurbüro für Wasser und Boden GmbH Possendorf im Nachauftrag mit der Grundwasserprobenahme betraut. Die Beprobung von ausgewählten Grundwassermessstellen mit tiefen Grundwasserständen wurde mit adäquater Pumptechnik vom Sachverständigen für Umwelt und Chemie Dr. Runge aus Berlin durchgeführt. Mit der Durchführung der laboranalytischen Untersuchungen wurde die SGS Analytics LAG GmbH Schwarze Pumpe von LE-B direkt beauftragt.

Der vorliegende Text- und Anlagenteil umfasst die Dokumentation und Ergebnisinterpretation für den **Förderraum Jänschwalde im Jahr 2022** (Bild 1).

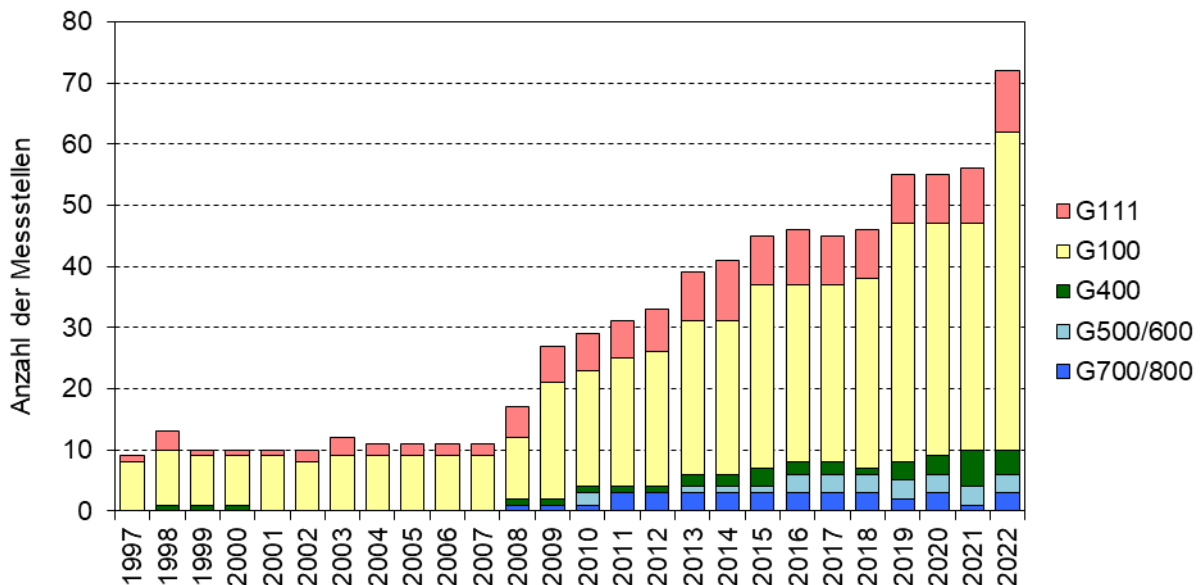


**Bild 1: Übersicht des Förderraums Jänschwalde (Stand: 04/2022).**



## 2 Untersuchungsprogramm

Im Rahmen des Grundwassergütemonitorings 2022 wurden im Förderraum Jämschwalde 78 Grundwassermessstellen aufgesucht und davon 72 Messstellen erfolgreich beprobt. 52 Proben wurden aus pleistozänen Grundwasserleitern, vier Proben aus hangenden tertiären Grundwasserleitern (G400) und zehn Proben aus Kippengrundwasserleitern entnommen. Das Liegendgrundwasser des G500 und G611 wurde in drei Messstellen untersucht. Das tiefere Liegendgrundwasser im G820 wurde in drei Grundwassermessstellen beprobt (Bild 2). Die Lage der Messstellen ist in der Übersichtskarte in der Anlage 1 dargestellt. Alle bislang beprobten Messstellen sind in der Anlage 2, Tabelle 1 aufgelistet und hinsichtlich ihrer Herkunftsräume sortiert. Eine nähere Beschreibung der genannten Herkunftsbereiche erfolgt in der Tabelle 2 der Anlage 2.



**Bild 2:** Entwicklung der Anzahl und geologische Zuordnung der erfolgreich beprobten Messstellen des Grundwassergütemonitorings der LEAG von 1997 bis 2022 im Förderraum Jämschwalde.

Das bisherige Messnetz des Grundwassergütemonitorings wurde im Jahr 2022 weitgehend beibehalten. Die GWM 1439(150) wurde sowohl zum Untersuchungsraum Cottbus-Nord als auch zum Förderraum Jämschwalde gezählt.

Im Jahr 2022 wurde die GWM 11964(111) erstbeprobte, nachdem im Vorjahr die Beprobung mangels Nachlauf gescheitert war. Gleiches gilt für die GWM 23642(111).

An sechs Messstellen scheiterte die Beprobung im Jahr 2022 (Tabelle 1). Ursache dafür war an allen Messstellen die fehlende mechanische Eignung. Der Dummytest war negativ. Ein risikofreier Einbau der Pumpe war nicht möglich. Dabei handelte es sich ausschließlich um Messstellen älterer Bauart mit Ausbau Stahl DN50. Auf die Beprobung solcher Messstellen sollte künftig verzichtet werden.

Die technischen Daten der beprobten Grundwassermessstellen sind in der Anlage 3 zusammengefasst.

**Tabelle 1: Gescheiterte Probennahmen des Grundwassermonitorings 2022 im Förderraum Jänschwalde.**

GWM	GWL	Ursache
4209	160	Stark korrodierte und verockerte Stahlmessstelle DN50. Dummytest bei 17,20 m u. MP negativ. Messstelle mechanisch ungeeignet.
4213	160	Messstelle stark verzogen. Dummytest bei 13,50 m u. MP negativ beim Materialwechsel von PVC auf Stahl. Messstelle mechanisch ungeeignet.
4133	160	Dummytest bei 1,10 m u. MP negativ. Messstelle mechanisch ungeeignet.
4210	160	Stark korrodierte Stahlmessstelle. Dummytest bei 0,90 m u. MP negativ. Messstelle mechanisch ungeeignet.
4070	160	Stark korrodierte Stahlmessstelle. Dummytest bei 0,10 m u. MP negativ. Messstelle mechanisch ungeeignet.
4445	140	Dummytest bei 0,00 m u. MP negativ beim Materialwechsel von PVC auf Stahl. Messstelle mechanisch ungeeignet.

### 3 Grundwasserprobennahme

#### 3.1 Vorbereitung und Technik

Die Messstellen des Grundwassermonitorings sind überwiegend 2-, 4- und 5-Zoll-Messstellen aus PVC bzw. HDPE sowie in Ausnahmefällen 2-Zoll-Grundwasserbeobachtungsrohre älteren Datums aus Stahl. Die Grundwasserprobennahme erfolgte unter Beachtung des Standes der Technik, vgl. [DIN 38402-13], sowie nach den anerkannten Regeln der Technik, vgl. [DWA 2011].

Die Grundwasserprobennahme erfolgte meist mit einer Unterwassermotorpumpe MP1 vom Typ GRUNDFOS mit Steigrohrsystem. Diese Pumpentechnik ist geeignet, auch aus 2-Zoll-Messstellen Wasserproben zu gewinnen.

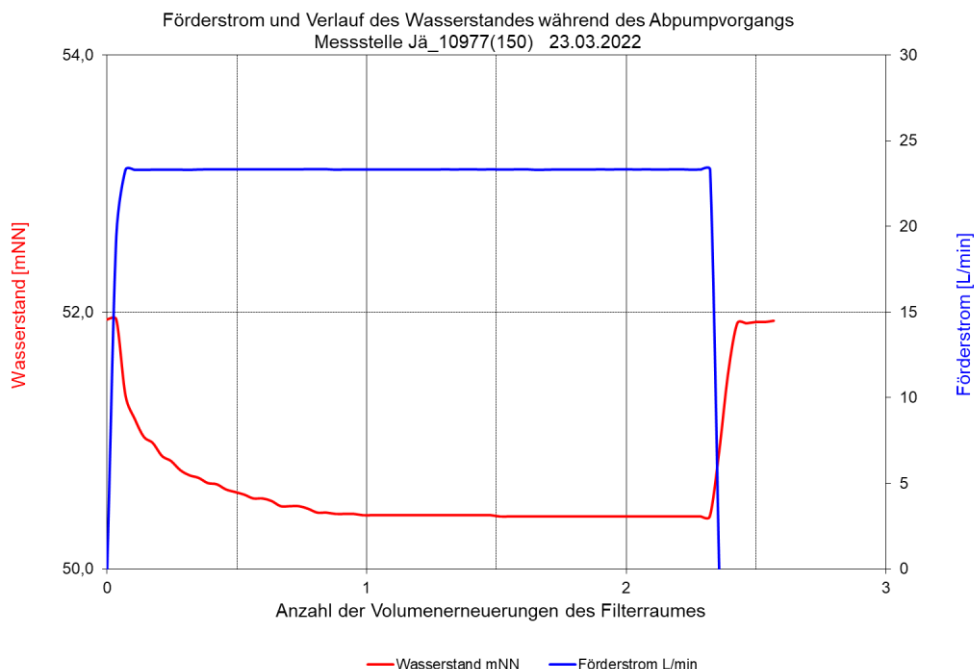
Aus vier Grundwassermessstellen mit tiefen Grundwasserständen konnte mit der oben genannten Pumpentechnik keine Probe gewonnen werden. Die Leistungsgrenze der MP1 liegt bei etwa 70 bis 80 Meter Förderhöhe. Die Probengewinnung aus diesen Messstellen erfolgte mit einer leistungsstärkeren 3-Zoll-Unterwassermotorpumpe der Firma JD Technik. Damit werden Förderhöhen bis 120 Meter erreicht.

Vor dem Einbau der Pumpentechnik wurden alle Grundwassermessstellen mit einem Dummy befahren, um die Gängigkeit der Messstelle zu prüfen. Der Dummy besitzt die Abmessungen der jeweils eingesetzten Probennahmepumpe.

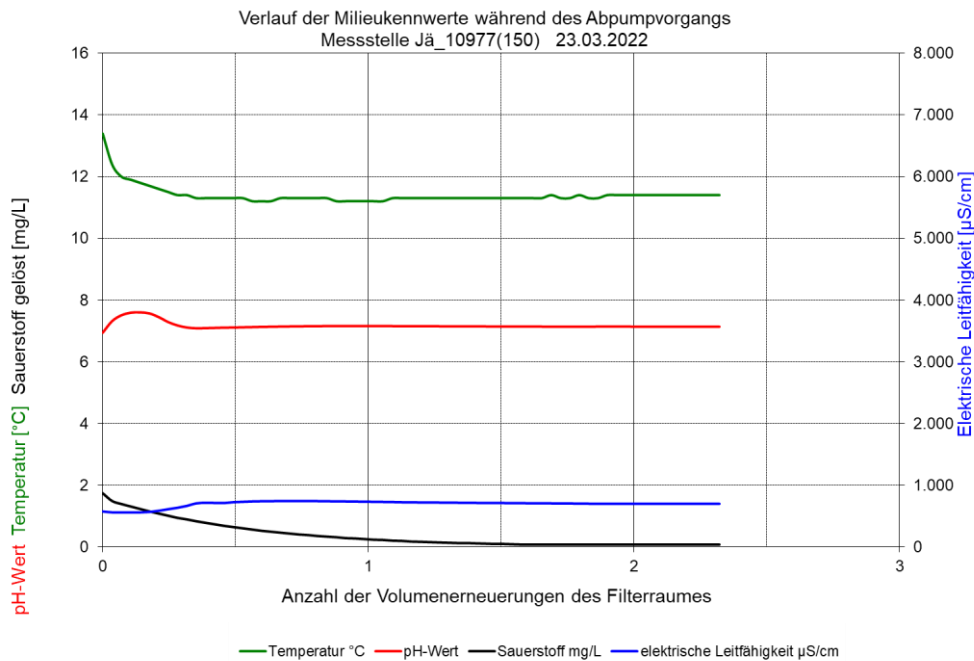
Für jede Grundwassermessstelle muss während des Abpumpvorganges der optimale Zeitpunkt der Probennahme festgestellt werden, um eine tatsächlich repräsentative Grundwasserprobe zu gewinnen. Die methodischen Regelwerke, wie z. B. [DWA 2011], gehen davon aus, dass mindestens einmal das gesamte Filtervolumen der Messstelle (Wasservolumen in der Messstelle + Ringraum des Filterbereiches) ausgetauscht werden muss, wobei als Bezugszeitpunkt die Einstellung quasi-stationärer Verhältnisse beim Abpumpvorgang in der Grundwassermessstelle gilt. Die Ermittlung des Filtervolumens erfolgt anhand der technischen Daten zu den Grundwassermessstellen (Bohrdurchmesser, Filterlänge). Das hydraulische Kriterium beinhaltet eine große Sicherheitsreserve.

Neben dem hydraulischen Abbruchkriterium als notwendige Bedingung findet bei der Grundwasserprobennahme auch das hydrochemische Abbruchkriterium als hinreichende Bedingung Beachtung. Dazu wird der Abpumpvorgang durch die digitale Aufzeichnung der Temperatur, des pH-Wertes, der elektrischen Leitfähigkeit sowie der Sauerstoffkonzentration kontinuierlich überwacht. Zusätzlich wurde in Messstellen, die einen ausreichend großen Innendurchmesser  $\geq$  DN100 aufweisen, der Wasserstand kontinuierlich aufgezeichnet (Bild 3). Die Erfassung der hydrochemischen Leitkennwerte erfolgt in einer Durchflussmesszelle mittels entsprechender Sensoren. Die Aufzeichnung der Leitkennwerte dient der operativen Überwachung des Abpumpvorganges. Da hier lediglich die Änderungen bzw. Stabilität der Leitkennwerte maßgeblich sind, werden an die Messgenauigkeit der Sensoren keine hohen Ansprüche gestellt. Die Ermittlung der zum Zeitpunkt der Probennahme repräsentativen Milieukennwerte erfolgt mit höherwertigen Messgeräten. Zusätzlich zu den o. g. Milieukennwerten werden vor Ort die Sauerstoffkonzentration und die Sauerstoffsättigung sowie das Redoxpotential gemessen. Die Titration der Säure- und Basenkapazität erfolgt im Labor.

Die Darstellung des Verlaufes der Milieukennwerte erfolgt in der Dokumentation zur Grundwasserprobennahme in Bezug zur "Anzahl der Filtervolumenerneuerungen" (Abszisse). In den meisten Fällen werden konstante Leitkennwerte bereits vor einem einfachen Volumenaustausch erreicht. In einzelnen Fällen kann jedoch auch ein mehrfacher Volumenaustausch notwendig werden (Bild 4). Erst ab diesem Zeitpunkt kann eine sachgerechte Probennahme erfolgen.



**Bild 3:** Förderstrom und Wasserstand während des Abpumpvorgangs am Beispiel der GWM 10977(150), Datum: 23.03.2022.



**Bild 4:** Verlauf der hydrochemischen Leitkennwerte während des Abpumpvorganges am Beispiel der GWM 10977(150), Datum: 23.03.2022.

### 3.2 Probenbehandlung und Probentransport

Die Probenbehandlung und die Probenseparation erfolgten vor Ort nach Vorgabe des Untersuchungslabors (Tabelle 2). Die Proben zur Bestimmung von Eisen-gelöst und Eisen(II)-gelöst wurden vor Ort über 0,45 µm Membranfilter feinfiltriert. Die Probenlagerung erfolgte in Kühltaschen. Der Probentransport ins Untersuchungslabor erfolgte grundsätzlich noch am Tag der Probennahme.

**Tabelle 2:** Probengefäße, Vorbehandlung und Konservierung der Grundwasserproben.

Nr.	Gefäß	Volumen	Konservierung	Vorbehandlung	Kennwerte
1	PE	100 mL	HNO <sub>3</sub>		Metalle
2	Glas	100 mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Feinfiltration 0,45 µm	Eisen-gelöst, Eisen(II)-gelöst
3	Glas	250 mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		Ammonium-N
4	PE	250 mL	-		Kieselsäure
5	Glas	1.000 mL	-		pH, Leitfähigkeit, FTR K <sub>S4,3</sub> /K <sub>B4,3</sub> , K <sub>S8,2</sub> /K <sub>B8,2</sub> , DOC, TIC, UV-Absorption, CSV- Mn, Anionen, Kationen, Phosphor, Nitrat-N, N-org
6	Braunglas	250 mL	HNO <sub>3</sub>		AOX
7	Braunglas	1.000 mL	-		MKW
8	Braunglas	1.000 mL	1 g CuSO <sub>4</sub> + HNO <sub>3</sub>		Phenolindex

### 3.3 Ergebnisse und Dokumentation

Die Dokumentation der Grundwasserprobennahme erfolgt messstellenbezogen. Die Dokumentation beinhaltet die Protokolle der Probennahme, grafische Abbildungen

zum Verlauf der Milieukennwerte sowie der Förderrate und ggf. der Absenkung (nur in Messstellen mit Ausbau  $\geq$  DN100) während des Abpumpvorganges, ferner den Prüfbericht des Untersuchungslabors. Die Protokolle, Darstellungen und Prüfberichte werden dem Auftraggeber im pdf-Format übergeben. Der Auftraggeber erhält zusätzlich die aufbereiteten Messdaten im Microsoft EXCEL-Format.

In der Anlage 4 sind die gemessenen und berechneten Daten der aktuellen Grundwasseruntersuchungen zusammengefasst. Die Daten wurden hinsichtlich ihrer Plausibilität (Äquivalentsummen der Kationen und Anionen, Ionenbilanzfehler) geprüft und bezüglich maßgebender hydrogeochemischer Systemzustände (Gaspartialdrücke, Sättigungsindizes, Versauerungsdisposition) bewertet. In der Anlage 5 sind die wichtigsten Kennwerte ausgewählter Messstellen als Ganglinien dargestellt. In der Anlage 7 sind die Laborprüfberichte aller Probennahmestellen für den Förderbereich Jämschwalde 2022 angefügt.

## 4 Analytik

Die Lausitz Energie Bergbau AG bzw. ihre Vorgängerin hatten sich bereits im Jahr 2007 mit dem damaligen Landesumweltamt Brandenburg (jetzt: Landesamt für Umwelt) darauf verständigt, die aus der EG-WRRL resultierenden Verpflichtungen für die Länder bezüglich des Grundwassermonitorings in den Bergbaugebieten zu übernehmen. Da sich die länderspezifischen Anforderungen vom bergrechtlich definierten Untersuchungsprogramm der LE-B unterscheiden, wurden die Beprobungen nach einem messstellenspezifischen Messprogramm durchgeführt, vgl. [IWB 2007] und [IWB 2008]. Das länderspezifische Untersuchungsprogramm des Landesprogrammes nach EG-WRRL (Programm B) wurde im Förderraum Jämschwalde bei vier Grundwassermessstellen angewendet. Die übrigen 68 Grundwasserproben wurden nach dem Basisprogramm der LE-B (Programm A) untersucht.

Für alle Grundwasserproben kam zunächst das analytische Grundprogramm zur Anwendung. Die praktizierte Verfahrensweise, das Grundwasser bei formalen Verdachtsmomenten durch analytische Sonderprogramme zusätzlich auf organische Schadstoffe sowie Schwermetalle und Metalloide zu untersuchen, wurde beibehalten. Die Messstellen mit Versauerungsindikation wurden aus den Befunden vor Ort abgeleitet.

Die Untersuchung nach dem **Sonderprogramm 1** (MKW, AOX, Phenolindex) erfolgt grundsätzlich für das länderspezifische Analytikprogramm B oder bei entsprechendem Verdacht auf mögliche Belastungen mit synthetischen organischen Schadstoffen. Als formale Verdachtsmomente gelten die Lage der Messstellen auf Kippen, auf dem Werksgelände der LE-B sowie in der Nähe von Deponien und Altablagerungen.

Die Untersuchung des Grundwassers nach dem **Sonderprogramm 2** (Arsen, Kobalt, Nickel, Zink) erfolgte gemäß dem Basisuntersuchungsprogramm A in den Fällen, wenn vor Ort ein saures Grundwasser mit  $\text{pH} < 5$  angetroffen wurde. Unabhängig von der Versauerungsindikation sieht das brandenburgische Messprogramm B grundsätzlich die Bestimmung der Metalle vor. Neben den o. g. Metallen ist das Grundwasser dann auch auf Blei, Cadmium, Chrom und Quecksilber zu untersuchen.

Eine Übersicht des analytischen Kennwertespektrums und der entsprechenden Nachweisverfahren enthält die Tabelle 3.



**Tabelle 3: Kennwertespektrum und Nachweisverfahren des GW-Monitorings 2022.**

Kennwert	Besonderheiten	Nachweisverfahren	BG <sup>1)</sup> in mg/L	A	B
<b>Vor-Ort-Kennwerte</b>					
Temperatur	WTW Multiline P4	DIN 38404-C4		X	X
pH-Wert	WTW Multiline P4	DIN 38404-C5		X	X
Elektrische Leitfähigkeit	WTW Multiline P4	DIN EN ISO 27888 (C8)		X	X
Sauerstoff	WTW Oxi 196	DIN EN 25814 (G22)		X	X
Redoxpotential	WTW pH 323 – A	DIN 38404-C6		X	X
<b>Laborkennwerte Grundprogramm</b>					
Elektrische Leitfähigkeit		DIN EN ISO 27888 (C8)		X	X
pH-Wert		DIN 38404-C5		X	X
Alkalinität	K <sub>S4,3</sub> und/oder K <sub>S8,2</sub>	DIN 38409-H7	0,01	X	X
Acidität	K <sub>B4,3</sub> und/oder K <sub>B8,2</sub>	DIN 38409-H7	0,01	X	X
Filtrattrockenrückstand		DIN 38409-H1-2		X	X
UV-Absorption (SAK254)		DIN 38404-C3		X	X
TIC		DIN EN 1484 (H3)	0,5	X	X
DOC		DIN EN 1484 (H3)	0,5	X	X
Abfiltrierbare Stoffe		DIN 34809-2	10	X	X
Permanganatindex		DIN EN ISO 8467		X	X
Natrium		DIN EN ISO 11885 (E22)		X	X
Kalium		DIN EN ISO 11885 (E22)		X	X
Calcium		DIN EN ISO 11885 (E22)		X	X
Magnesium		DIN EN ISO 11885 (E22)		X	X
Eisen-gesamt		DIN EN ISO 11885 (E22)	0,1	X	X
Eisen-gesamt-gelöst	0,45 µm Feinfiltration	DIN EN ISO 11885 (E22)	0,1	X	X
Eisen(II)-gelöst	0,45 µm Feinfiltration	DIN 38406-E1	0,1	X	X
Mangan		DIN EN ISO 11885 (E22)	0,001	X	X
Aluminium		DIN EN ISO 11885 (E22)	0,05	X	X
Silizium		DIN EN ISO 11885 (E22)		X	X
Ammonium-N		DIN EN 11732 (E23)	0,05	X	X
Nitrat-N		DIN EN ISO 10304-1 (D19)	0,5/0,25/ 0,125/ 0,05 <sup>2)</sup>	X	X
Nitrit-N		DIN EN 26777	0,01	X	X
Phosphor-gesamt		DIN EN ISO 6878 (D11)	0,01	X	X
Chlorid		DIN EN ISO 10304-1 (D19)		X	X
Sulfat		DIN EN ISO 10304-1 (D19)		X	X
<b>Sonderprogramm 1 – organische Kontaminanten</b>					
Mineralölkohlenwasserstoffe	* bei Verdacht	DIN EN ISO 9377-2 (H53)	0,1	X*	X
Phenolindex	* bei Verdacht	DIN EN ISO 14402	0,01	X*	X
AOX	* bei Verdacht	DIN EN ISO 9562 (H14)	0,01	X*	X
Trichlorethen	6-jähriger Zyklus	DIN EN ISO 10301 (F4)	0,0001		X
Tetrachlorethen	beginnend ab 2007	DIN EN ISO 10301 (F4)	0,0001		X
<b>Sonderprogramm 2 – Metalle</b>					
Arsen	* bei pH (vor-Ort) < 5	DIN EN ISO 11885 (E22)	0,0005	X*	X
Blei		DIN EN ISO 11885 (E22)	0,001		X
Cadmium		DIN EN ISO 11885 (E22)	0,0003		X
Chrom		DIN EN ISO 11885 (E22)	0,001		X
Kobalt	* bei pH (vor-Ort) < 5	DIN EN ISO 11885 (E22)	0,001	X*	X
Nickel	* bei pH (vor-Ort) < 5	DIN EN ISO 11885 (E22)	0,005	X*	X
Zink	* bei pH (vor-Ort) < 5	DIN EN ISO 11885 (E22)	0,001	X*	X
Quecksilber		DIN EN 1483 (E12)	0,0001		X

1) Bestimmungsgrenze

2) leitfähigkeitsabhängig

A Standardprogramm LE-B

B Standardprogramm mit Ergänzung für das Programm des Landes Brandenburg



## 5 Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse

### 5.1 Milieufaktoren

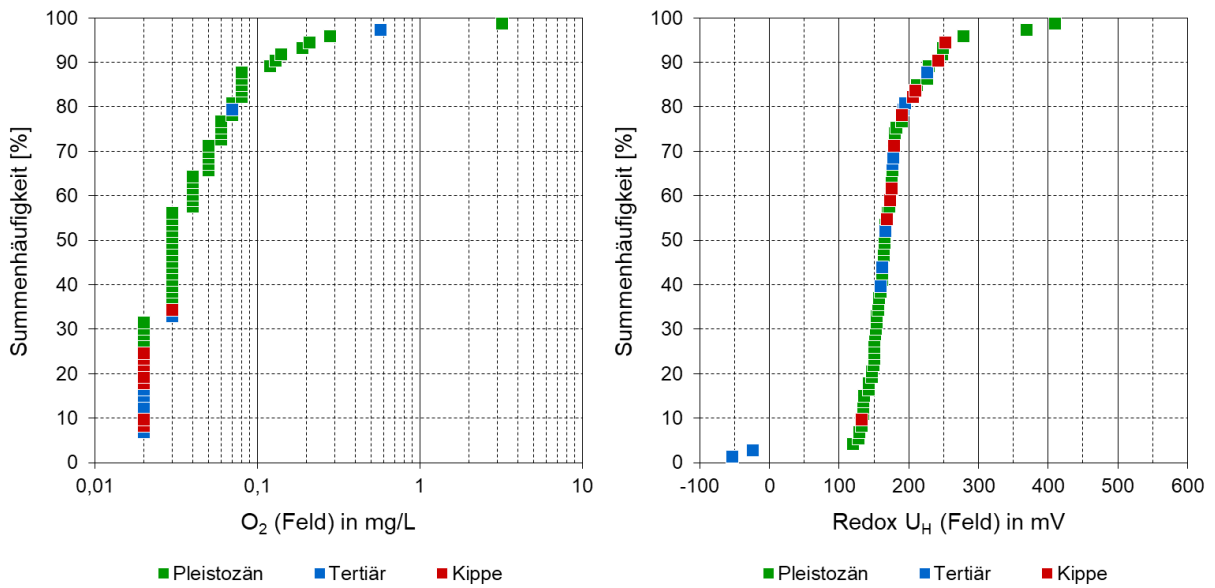
Die Milieufaktoren Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffkonzentration und Redoxspannung sowie die organoleptische Prüfung des Grundwassers können nur vor Ort zuverlässig gemessen bzw. erfasst werden. Ohne Kenntnis der Milieukennwerte ist eine hydrogeochemische Systembeschreibung nicht möglich. Die Erfahrungen zeigen, dass bei sachgerechter Probennahme und bei arbeitstäglichem Transport der Proben ins Untersuchungslabor die Abweichungen zwischen den vor Ort und im Labor gemessenen Kennwerten pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit sowie Säure- und Basenkapazität vernachlässigbar gering sind.

Zur Bewertung eines Einflusses der Entnahme, des Transports und der Lagerung auf die chemische Zusammensetzung der Wasserproben erfolgen redundante Messungen der elektrischen Leitfähigkeit und des pH-Wertes vor Ort und im Labor. Eine Parallelbestimmung der Säurekapazität  $K_{S4.3}$  und der Basenkapazität  $K_{B8.2}$  erfolgt seit längerem nicht mehr. Im Rahmen des Monitorings 2007 [IWB 2007] wurde gezeigt, dass die vor Ort gemessenen Säure- bzw. Basenkapazitäten bei arbeitstäglicher Probenübergabe mit einer sehr hohen Genauigkeit im Labor reproduziert werden können. Die Abweichungen lagen meist im Bereich der Messgenauigkeit des Bestimmungsverfahrens. Es wurde daher empfohlen, auf die Vor-Ort-Titration der Säure- und Basenkapazität zu verzichten. Zumal die groben Arbeits- und Umgebungsbedingungen eigene spezifische Fehlermöglichkeiten beinhalten.

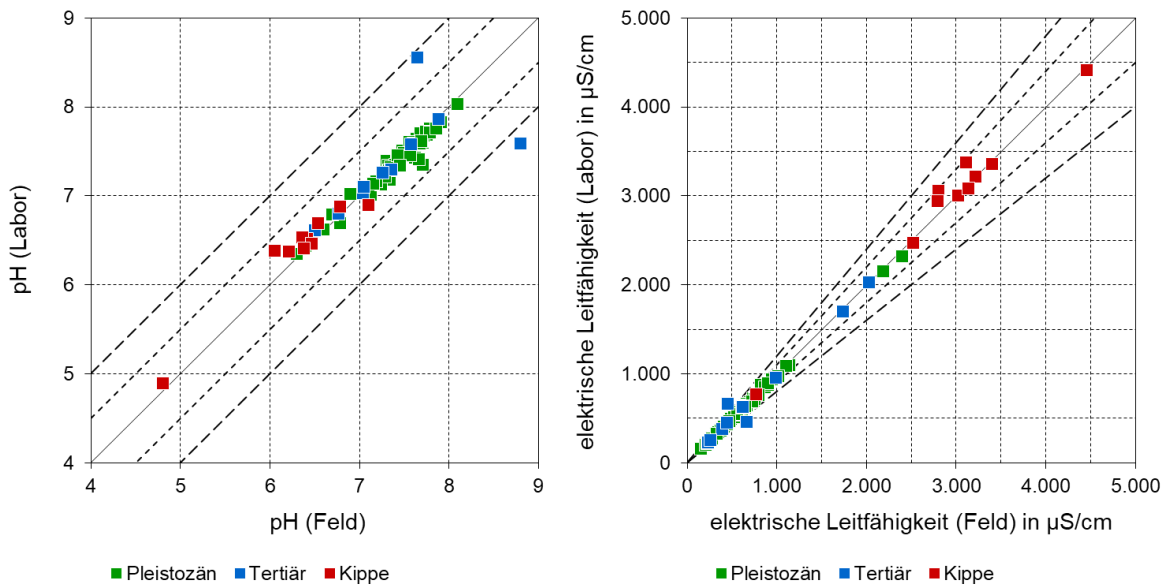
Die Sauerstoffkonzentration lag in 64 von 72 Grundwasserproben unter 0,1 mg/L. Sieben weitere Messwerte lagen unter 0,6 mg/L (Bild 5 links), darunter analog zu den Vorjahren die Sauerstoffkonzentration im Entspannungsbrunnen 2. Das Wasser in der GWM 21064(150) wies eine Sauerstoffkonzentration von 3,2 mg/L auf. Diese Messstelle wurde im Rahmen des Grundwassergütemonitorings 2022 erstmals beprobt. Der ungewöhnlich hohe Wert ist im nächsten Jahr zu plausibilisieren.

Das standardisierte, auf die Wasserstoffelektrode bezogene Redoxpotential der Grundwasserproben lag aktuell zwischen -50 mV und +410 mV (Bild 5 rechts). Der Wertebereich war größer als in den Vorjahren. Auffallend ist das negative Redoxpotential in den GWM 10959(820) sowie 18184(820). In den beiden GWM wird seit 2013 bzw. 2017 ein Sinken des Redoxpotentials beobachtet. Die höchsten Redoxpotentiale von +370 bzw. +410 mV lagen in den erstbeprobten Messstellen 21064(140) und 20247(150).

Der Vergleich der vor Ort und im Labor durchgeführten Messungen des temperaturkorrigierten pH-Wertes und der temperaturkorrigierten elektrischen Leitfähigkeit zeigte eine gute Übereinstimmung (Bild 6). Bei der elektrischen Leitfähigkeit betrug die maximale Abweichung 46 % in der GWM 18184(820). Beim pH-Wert betrug die maximale Abweichung 1,2 pH-Einheiten in der GWM 10959(820). Die Abweichungen lagen überwiegend im akzeptierten Toleranzbereich und waren annähernd normalverteilt.



**Bild 5:** Summenhäufigkeit der Sauerstoffkonzentration und des Redoxpotentials des untersuchten Grundwassers im Förderraum Jämschwalde, 72 Proben des Monitorings 2022.



**Bild 6:** Vergleich der vor Ort (im Feld) und im Labor gemessenen pH-Werte und elektrischen Leitfähigkeiten im Rahmen der Untersuchungen zum Grundwassergütemonitoring 2022 im Förderraum Jämschwalde.

## 5.2 Ionenbilanz

Der Ionenbilanzfehler ( $IBF = \Delta IB$ ) der hydrochemischen Grundwasseranalysen wird mit dem Programm PHREEQC [Parkhurst & Appelo 1999] unter Berücksichtigung von Ionenstärke und Komplexbildungen nach Gleichung 1 berechnet. Als Gütekriterium werden die von der „Länderarbeitsgemeinschaft Wasser“ für die Grundwasseruntersuchung empfohlenen Akzeptanzbereiche angelegt [DWA 2011]. Die Differenz zwischen den Äquivalentsummen der Kationen und Anionen wird hierbei auf die halbe Ionensumme bezogen.

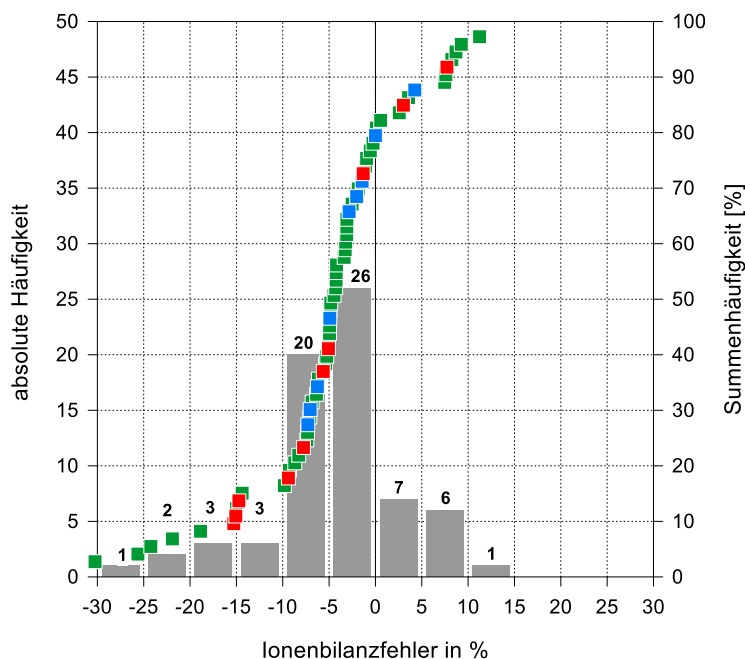
**Gleichung 1: Ermittlung des Ionenbilanzfehlers nach [MHM 2018].**

$$|\text{IBF}| = \frac{\sum \text{Kationen [eq]} - \sum \text{Anionen [eq]}}{\frac{\sum \text{Kationen [eq]} + \sum \text{Anionen [eq]}}{2}} \times 100\%$$

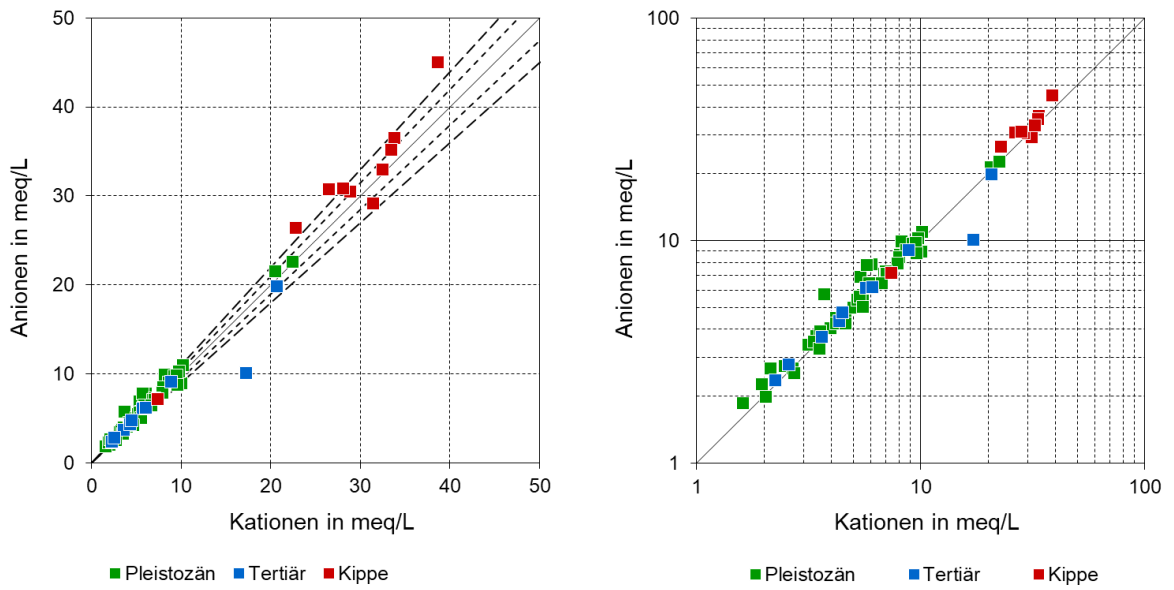
Die Akzeptanzbereiche für den Ionenbilanzfehler werden wie folgt angegeben:  
 $|\text{IBF}| \leq 5 \%$  bei einer Ionensumme  $> 5 \text{ mmol/L}$   
 $|\text{IBF}| \leq 10 \%$  bei einer Ionensumme  $< 5 \text{ mmol/L}$

Die Spannweite des Ionenbilanzfehlers lag zwischen  $-43 \%$  und  $+53 \%$ . Insgesamt 59 von 72 Grundwasseranalysen erfüllten das allgemeine Gütekriterium von  $|\text{IBF}| \leq 10 \%$ . Das strenge Gütekriterium nach [DWA 2011] von  $|\text{IBF}| \leq 5 \%$  wurde von 33 Grundwasseranalysen erfüllt (Anlage 4, Tabelle 2). Für ausgewählte Kennwerte wurden Wiederholungsmessungen durchgeführt, wenn unabhängig von der Ionensumme ein Ionenbilanzfehler von  $|\text{IBF}| = 10 \%$  überschritten wurde.

Die berechneten Ionenbilanzfehler der 72 Grundwasseranalysen sind im Bild 7 als Häufigkeitsverteilung dargestellt. Der Ionenbilanzfehler war annähernd normalverteilt. Der Schwerpunkt der Verteilung bzw. das 50. Perzentil der Summenhäufigkeit lag bei  $\text{IBF} \approx -5\%$ , leicht verschoben in den Anionenüberschuss bzw. in das Kationendefizit (Bild 8).



**Bild 7:** Häufigkeitsverteilung des Ionenbilanzfehlers für die 72 Grundwasseranalysen des Grundwassergütemonitorings 2022 im Förderraum Jämschwalde. Die hohen Werte des Ionenbilanzfehlers von  $-43 \%$  und  $+53 \%$  sind nicht abgebildet.



**Bild 8:** Äquivalentsummen der Anionen und Kationen für die Untersuchungen im Rahmen des Grundwassergütemonitorings 2022 zum Förderraum Jämschwalde in linearer Darstellung (links) und doppeltlogarithmischer Darstellung (rechts).

## 6 Diskussion

### 6.1 Muster der Grundwasserbeschaffenheit

Die zur Bewertung der bergbaulichen Beeinflussung des Grundwassers maßgebenden hydrochemischen Kriterien sind die Stoffkonzentration von Sulfat, Eisen und Ammonium sowie die Versauerungsdisposition. Die Versauerungsdisposition des Grundwassers und das zugehörige Versauerungspotential werden mit dem Programm PHREEQC [Parkhurst & Appelo 1999] berechnet und mit dem Kürzel „ox“ als  $\text{pH}_{\text{ox}}$  bzw. als Säure- bzw. Basenkapazität  $K_{\text{S4.3}}^{\text{ox}}$  bzw.  $K_{\text{B4.3}}^{\text{ox}}$  angegeben.

Aus den beobachteten Zusammenhängen hinsichtlich der Genese und Zusammensetzung des Grundwassers wurden Klassifizierungen der Wasserbeschaffenheit für die Kennwerte Sulfat (Tabelle 4), Eisen-gesamt (Tabelle 5) und den Säure-Basen-Zustand bei Belüftung (die Versauerungsdisposition und das Versauerungspotential) mit  $\text{pH}_{\text{ox}}$  und  $K_{\text{S4.3}}^{\text{ox}}$  (Tabelle 6) abgeleitet, die der Visualisierung der hydrochemischen Befunde in Kartendarstellungen dienen (Anlage 6).

**Tabelle 4: Klassifizierung der Grundwasserbeschaffenheit in Gebieten des Braunkohlenbergbaus für den Kennwert Sulfat, Quelle: [IWB 2013], modifiziert.**

Klasse	Sulfat	Herkunft und Reaktion bei Belüftung	Begründung der oberen Klassengrenze
	[mg/L]		
la	< 20	Gewachsenes, gut gepuffert	„Altes“ Grundwasser: Einfluss der Sulfatreduktion in tiefen Grundwasserleitern
lb	20...100	Gewachsenes, gut gepuffert	Natürliche Hintergrundkonzentration in Oberflächengewässern und oberflächennahen Grundwasserleitern
lc	100...250	Gewachsenes, gepuffert	Schwellenwert der Grundwasserverordnung (GrwV 04.05.2017) und Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 22.09.2021): 250 mg/L
II	250...600	Gewachsenes, schwach gepuffert	Betonaggressivität nach [DIN 4030] (200-600 mg/L Angriffsgrad XA1: schwach angreifend)
III	600...1.400	Gewachsenes, schwach sauer	Betonaggressivität nach [DIN 4030] (600-3.000 mg/L Angriffsgrad XA2: stark angreifend)
IV	1.400...3.000	Kippe, anteilig Liegendes, stark sauer	Gipssättigung in karbonatischen Grundwasserleitern 1.400 mg/L
V	> 3.000	Kippe, sehr stark sauer	Betonaggressivität nach [DIN 4030] (>3.000 mg/L Angriffsgrad XA3: sehr stark angreifend)

Die Klassifizierung für die Sulfatkonzentration wurde vom Gutachter im Rahmen einer Bearbeitung für die FGG Elbe [IWB 2013] zur Begründung weniger strenger Bewirtschaftungsziele in den vom Bergbau betroffenen Grundwasserkörpern vorgeschlagen und hat inzwischen allgemeine Akzeptanz erfahren. Die Klassifizierungen für die Eisenkonzentration (Tabelle 5) und für den Säure-Basen-Status (Tabelle 6) sind vorläufig. Sie dienen lediglich der quantitativen Abstufung (Graduierung) in Tabellen und Bildern.

**Tabelle 5: Kategorisierung der Grundwasserbeschaffenheit in Gebieten des Braunkohlenbergbaus für den Kennwert Eisen-gelöst.**

Klasse	Eisen-gelöst	Herkunft und Reaktion bei Belüftung	Begründung der oberen Klassengrenze
	[mg/L]		
la	< 0,2	Gewachsenes	Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 22.09.2021)
lb	0,2...1,8		Guter ökologischer Zustand in Fließgewässern der Ökoregion 13 und 14 Norddeutsches Tiefland, silikatisch (OGewV 20.06.2016)
lc	1,8...3,0		Einleitwerte aus Grubenwasserbehandlungsanlagen und industriellen Wasserbehandlungsanlagen
II	3,0...10	Gewachsenes	Unterirdische Enteisung mit Luftsauerstoff Keine Versauerungsdisposition
III	10...30	Gewachsenes	Unterirdische Enteisung mit technischem Sauerstoff, i. d. R. keine Versauerungsdisposition
IV	30...100	Gepufferte Kippen und Gewachsenes mit Einfluss durch Pyritverwitterung	Erster Vorschlag zur quantitativen Abgrenzung: indifferente Versauerungsdisposition
Va	> 100	Ungepufferte Kippen und Gewachsenes	Versauerungsdisposition > 3 mmol/L
Vb	> 300		starke Versauerungsdisposition > 10 mmol/L
Vc	> 1.000		extreme Versauerungsdisposition > 30 mmol/L

**Tabelle 6: Kategorisierung der Grundwasserbeschaffenheit in Gebieten des Braunkohlenbergbaus für den potentiellen Säure-Basen-Zustand bei Belüftung ( $\text{pH}_{\text{ox}}$  und  $\text{K}_{\text{S4.3}}^{\text{ox}}$ ).**

Klasse	$\text{pH}_{\text{ox}}$	$\text{K}_{\text{S4.3}}^{\text{ox}}$	Herkunft und Reaktion bei Belüftung	Begründung der oberen Klassengrenze
		[mmol/L]		
la	6,5...8,2	> 2,0	Gewachsenes, gut gepuffert	Hydrogenkarbonatpuffer (circumneutraler Zustand)
lb		1,0...2,0	Gewachsenes, gut gepuffert	
lc		0,5...1,0	Gewachsenes, gepuffert	
II	4,5...6,5	0,0...0,5	Gewachsenes, schwach gepuffert	Schwacher Hydrogencarbonatpuffer (meist huminsauer)
III	3,5...4,5	-1...0	Gewachsenes, schwach sauer	Eisenpuffer (dominante Phase: Eisenhydroxid)
IV	2,8...3,5	-5...-1	Kippe, anteilig Liegendes, stark sauer	Eisenpuffer (dominante Phase: Schwertmannit)
V	< 2,8	< -5	Kippe, sehr stark sauer	Eisenpuffer (dominante Phase: Jarosit)

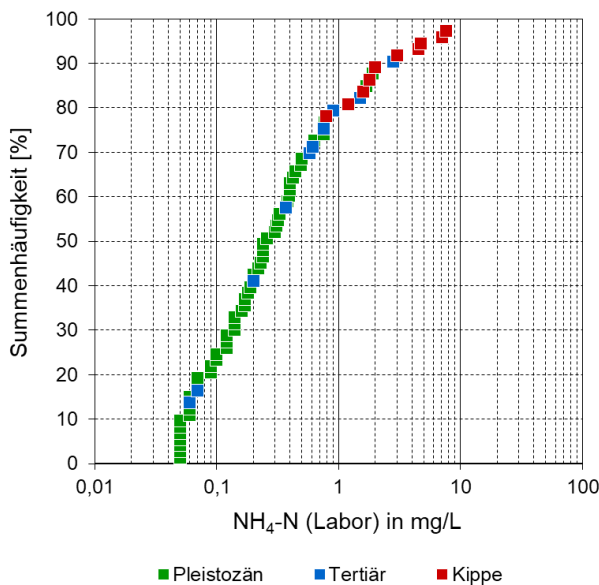


Zur räumlichen Verteilung der Versauerungsdisposition als  $K_{S4,3}^{ox}$  bzw.  $K_{B4,3}^{ox}$  sowie zur Verteilung der Sulfat-, Eisen-gelöst- und Ammoniumkonzentration sind in der Anlage 6 thematische Karten dargestellt. Die Darstellung der hydrochemischen Sachverhalte erfolgt vor dem Hintergrund der Grundwassergleichen vom April 2021.

Die räumlichen Darstellungen der Sulfat-, Eisen- und Ammoniumkonzentration und des Versauerungspotentials zeigen, dass im Förderraum Jämschwalde vor allem das Kippenwasser bergbaulich geprägt ist. Das Grundwasser der gewachsenen pleistozänen und tertiären Grundwasserleiter im Vorfeld und in den Randbereichen des Tagebaus wies i. d. R. niedrige Konzentrationen bergbautypischer Wasserinhaltsstoffe, wie Sulfat, Eisen, Mangan und Ammonium, auf. Die Sulfatkonzentration lag hier meist unter 400 mg/L, mit Ausnahme einzelner Messstellen im Bereich starker Grundwasserstandsänderungen. Im Vergleich zum Kippenwasser enthielt das Grundwasser der gewachsenen Grundwasserleiter vergleichsweise niedrige Eisenkonzentrationen. Das Wasser ist mehrheitlich nicht versauerungsdisponiert.

Im Förderraum Jämschwalde wurde Ammoniumstickstoff im Jahr 2022 in Konzentrationen bis 8 mg/L gemessen (Bild 9). Die höchsten Konzentrationen an Ammoniumstickstoff wurden wiederholt im Kippenwasser des Tagebaues gefunden, wobei im östlichen Bereich der Innenkippe Jämschwalde niedrigere Konzentrationen nachgewiesen wurden als im westlichen.

In den unverritzten pleistozänen und tertiären Grundwasserleitern des Tagebaufeldes enthielt das Grundwasser moderate Ammoniumstickstoffkonzentrationen, i. d. R. weniger als 3 mg/L. Insbesondere an den tagebaufernen Standorten (Laßzinswiesen, Drewitzer Wald und Taubendorfer Heide) und im Bereich der pleistozänen Rinnen (Tranitz-Heinersbrücker und Dubrau-Bohrauer Rinne) wurden niedrige Konzentrationen gemessen.



**Bild 9:** Summenhäufigkeit der Ammoniumstickstoff-Konzentration im Grundwasser der Messstellen des Grundwassergütemonitorings 2022 im Förderraum Jämschwalde.

## 6.2 Zeitliche Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit

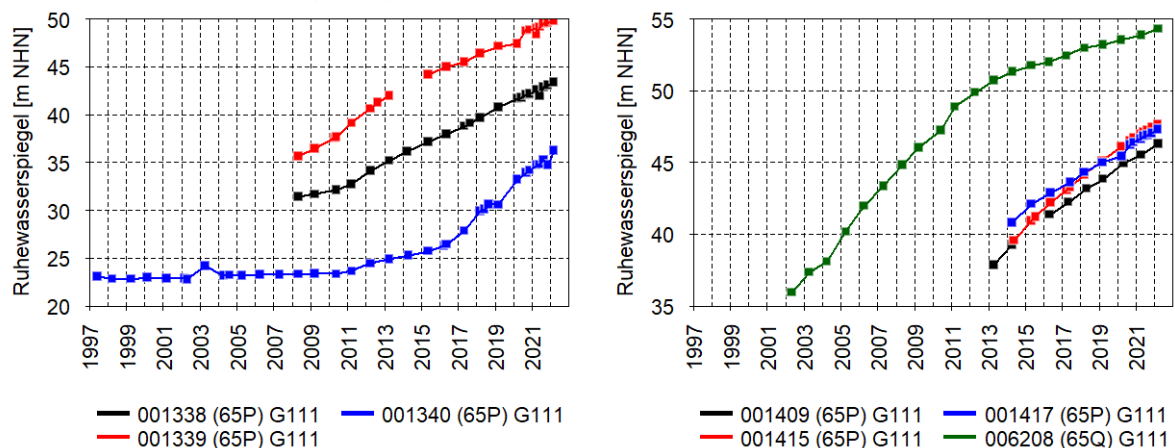
Die zeitliche Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit wird für ausgewählte Kennwerte und Messstellen in Form von Ganglinien dargestellt. Die Gangliniendarstellung ermöglicht die Einschätzung von langjährigen Trends und kann darüber hinaus zur Plausibilitätsprüfung der aktuellen Daten herangezogen werden. Die Darstellungen wurden durch die neuen Daten ergänzt und sind, nach Herkunftsbereichen sortiert, in der Anlage 5 wie folgt zusammengestellt.

- Innenkippe ..... Blatt 1 bis 8
- Tranitz-Heinersbrücker Rinne ..... Blatt 9 bis 10
- Laßzinswiesen ..... Blatt 11 bis 14
- Grießener Heide ..... Blatt 15 bis 16
- Nördliche Randbereiche/Kohlefeld Jänschwalde-Nord ..... Blatt 17 bis 34
- Umfeld des Pinnower Sees ..... Blatt 35 bis 40
- Dubrau-Bohrauer Rinne ..... Blatt 41 bis 42

### 6.2.1 Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde

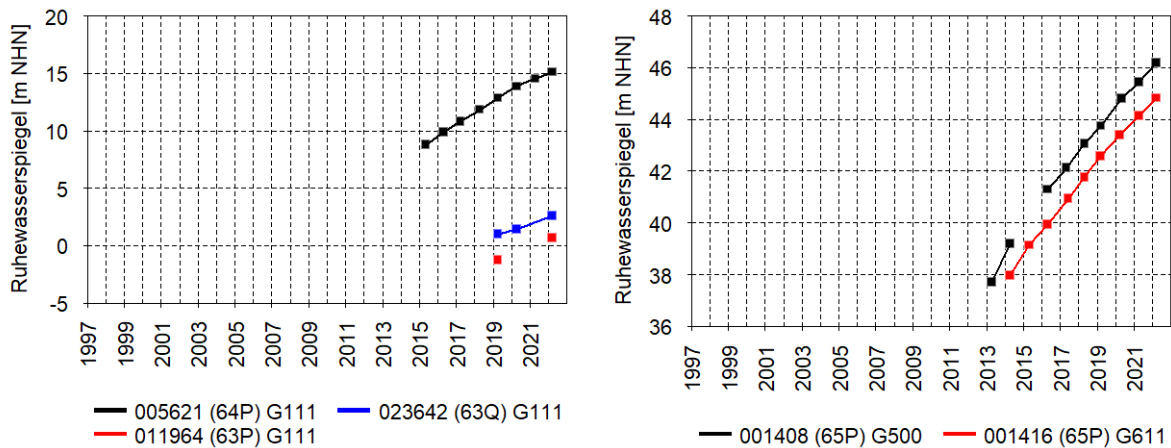
Das Kippenwasser im Tagebau Jänschwalde wurde im Jahr 2022 in zehn Messstellen überwacht. Das Liegendgrundwasser im Bereich der Kippe wurde im Berichtsjahr in den GWM 1408(500) und 1416(511) überwacht (Anlage 2).

Im Bereich der Asche- und Gipsdepots im Süden der Innenkippe Jänschwalde steigt das Grundwasser seit dem Jahr 2008 stetig an. Im südlichen und östlichen Anstrombereich zu den Asche- und Gipsdepots (GWM 1339, 1409 und 1415) lag der Grundwasserstand zwischen +47 und +50 m NHN (Bild 10). Nördlich der Anlagen wurde in der GWM 1340 im Berichtsjahr ein Grundwasserstand von +36 m NHN beobachtet. In den vier Messstellen wurde ein Anstieg gegenüber den Vorjahren beobachtet (Bild 10). Am östlichen Rand der Innenkippe (GWM 6208) stieg das Grundwasser gegenüber dem Vorjahr 2021 nur gering um ca. 0,8 Meter (Bild 10).

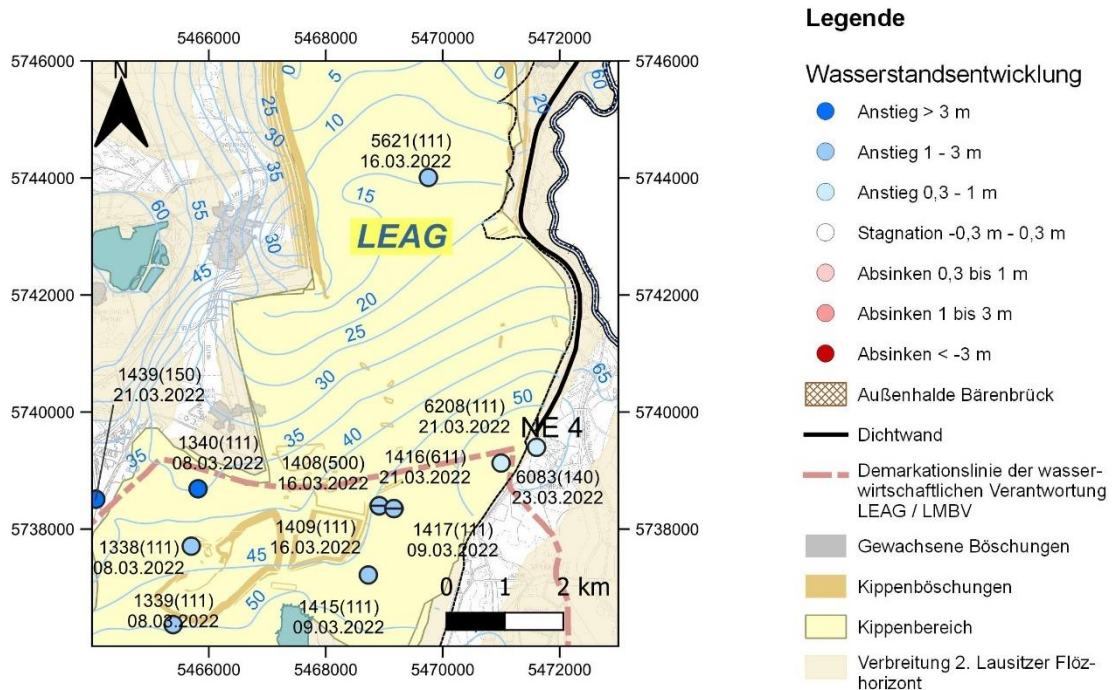


**Bild 10: Entwicklung des Grundwasserstands im Südbereich der Innenkippe (mit den Asche- und Gipsdepots) des Tagebaus Jänschwalde.**

Im nördlichen Bereich der Innenkippe stieg das Grundwasser in der GWM 5621 von 2020 bis 2022 um 1,2 Meter. Im südlichen Bereich der Kippe wurden die liegenden tertiären Grundwasserleiter in den GWM 1408(500) und 1416(611) beprobt. Hier stieg das Wasser im selben Zeitraum jeweils um 1,4 Meter.



**Bild 11: Entwicklung des Grundwasserstands im östlichen und zentralen Bereich sowie im Liegenden der Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde.**



**Bild 12: Grundwasserstandsentwicklung in den letzten zwei Jahren von 2020 bis 2022 in der Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde.**

Gangliniendarstellungen zu den wichtigsten hydrochemischen Kennwerten des Grundwassers in der Innenkippe befinden sich in der Anlage 5, Blatt 1 bis 8.

Im **südwestlichen Bereich** der Innenkippe, im Umfeld des Asche- und Gipsdepots Jänschwalde I (GWM 1338, 1339 und 1340), wurde unverändert eine große Bandbreite der Grundwasserbeschaffenheit beobachtet. Die Wässer waren meist neutral und nur in der GWM 1338 schwach sauer. In dieser GWM war das Grundwasser schwach gepuffert, ansonsten moderat gepuffert. **Sulfat** wurde aktuell in Konzentrationen zwischen 1.400 und 3.000 mg/L erfasst. Die **Eisen**konzentration reichte im Jahr 2022 von 45 bis 220 mg/L. Die höchsten Eisen- und Sulfatkonzentrationen fanden sich analog zu den Vorjahren in der GWM 1338. Die Eisen- und Sulfatkonzentrationen lagen in der Größenordnung der Vorjahre. Erneut war nur das Grundwasser in der

GWM 1338 **versauerungsdisponiert** (Tabelle 7). **Aluminium** wurde aktuell in Konzentrationen zwischen 2 und 12 mg/L erfasst. **Mangan** wurde in Konzentrationen zwischen 1,7 und 4,4 mg/L nachgewiesen. Hier war ein Rückgang zu verzeichnen. Das Grundwasser in den GWM 1338 und 1339 war gipsgesättigt.

Das Kippenwasser war im **südöstlichen und zentralen Bereich** (GWM 1409, 1415, 1417 und 6208) unterschiedlich stark bergbaulich belastet. Alle Grundwasserproben waren neutral, moderat bis stark gepuffert und mineralisiert. **Sulfat** wurde in Konzentrationen zwischen 130 und 1.500 mg/L erfasst. Nur in der GWM 1417 wurde ein leichter Rückgang gegenüber den Vorjahren erfasst, ansonsten blieben die Sulfatkonzentrationen stabil. **Eisen** fand sich zwischen 4 und 100 mg/L. In den GWM 1415 und 6208 blieb Eisen stabil. In der GWM 1409 wurde ein Anstieg der Eisenkonzentration beobachtet, während in der GWM 1417 ein Rückgang verzeichnet wurde. Das Grundwasser war erneut nicht **versauerungsdisponiert**. Die aktuellen Befunde für **Aluminium** und **Mangan** lagen zwischen 0,1 und 3,5 mg/L bzw. 0,4 und 4,1 mg/L. Das Grundwasser in den GWM 1409, 1415 und 1417 war calcitgesättigt, in der GWM 1409 war es zudem gipsgesättigt.

Im **nördlichen Bereich** der Kippe wurden neben der seit 2016 beprobten GWM 5621 erstmals die GWM 11964 und 23642 beprobt. In allen Messstellen wurde aktuell ein schwach saures, stark mineralisiertes und stark gepuffertes Grundwasser angetroffen. **Sulfat** fand sich in Konzentrationen um 1.500 bis 1.600 mg/L. **Eisen** wurde aktuell in Konzentrationen um 20 mg/L (GWM 5621 und 11964) bzw. 50 mg/L (GWM 23642) erfasst. In der GWM 5621 setzte sich der leichte Rückgang der Eisenkonzentration fort, der seit 2017 beobachtet wurde. Das Grundwasser in den drei Messstellen war nicht **versauerungsdisponiert**. **Aluminium** fand sich aktuell in geringen Konzentrationen unter 0,2 mg/L, während **Mangan** in Konzentrationen zwischen 3,0 und 4,4 mg/L nachgewiesen wurde. Das Grundwasser war in allen GWM calcitgesättigt.

Das Grundwasser in den **liegenden tertiären Grundwasserleitern** wurde im Bereich der Kippe in den GWM 1408(500) und 1416(611) untersucht. Das Grundwasser war neutral, wies ansonsten unterschiedliche Beschaffenheiten auf. Das Grundwasser der GWM 1408(500) war stark mineralisiert und stark gepuffert, in der GWM 1416(611) dagegen moderat mineralisiert und moderat gepuffert. **Sulfat** und **Eisen** lagen in der GWM 1408 aktuell bei 860 mg/L bzw. 13 mg/L. In der GWM 1416 waren die Konzentrationen mit 135 bzw. 2 mg/L deutlich niedriger. Die Werte lagen in den Größenordnungen der Vorjahre. Das Grundwasser in beiden Messstellen war nicht **versauerungsdisponiert**. Die **Aluminiumkonzentrationen** lagen jeweils um 0,2 mg/L. **Mangan** fand sich in der GWM 1408 mit 1,5 mg/L und in der GWM 1416 mit 0,2 mg/L.

Die Trends der Grundwasserbeschaffenheit in der Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde sind in der Tabelle 7 zusammengefasst.



**Tabelle 7: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit**  
**Beobachtungsraum: Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde.**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4.3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Kippe Südwest	1338	111	+41,65	+42,55	+43,36	+1,71	4.410	3.020	224	7,1	3,2	5,1	↗↗	↗	↗↗
	1339	111	+47,38	+48,37	+49,79	+2,41	3.360	1.680	113	3,0	7,7	-4,6	↗↗	-	↘
	1340	111	+33,21	+34,74	+36,25	+3,04	3.380	1.390	45	7,6	7,9	-9,2	↗↗	-	↗↗
Kippe Süd/Südost/zentral	1409	111	+44,93	+45,52	+46,28	+1,35	3.000	1.470	100	4,7	7,7	-5,9	↗↗	-	↗↗
	1415	111	+46,09	+46,97	+47,68	+1,59	2.470	811	6	1,6	7,9	-12,6	↗↗	-	↗↗
	1417	111	+45,44	+46,63	+47,30	+1,86	3.080	1.380	42	4,5	7,8	-10,2	↗↗	↘	↗↗
	6208	111	+53,54	+53,89	+54,31	+0,77	770	133	4	0,8	8,1	-3,1	↗	-	-
Kippe Nord	5621	111	+13,87	+14,54	+15,10	+1,23	3.220	1.550	21	1,2	7,8	-14,3	↗↗	-	↘↘
	11964	111			+0,64		2.940	1.540	21	1,8	7,8	-9,3			
	23642	111			+2,57		3.060	1.630	54	2,0	7,8	-10,1			
Kippe Tertiär	1408	500	+44,81	+45,44	+46,18	+1,37	2.030	856	13	2,8	7,9	-6,3	↗↗	↘	↗↗
	1416	611	+43,39	+44,13	+44,82	+1,43	620	135	2	1,5	8,3	-3,0	↗↗	-	-

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4.3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4.3</sub> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der

Grundwasserbeschaffenheit

beeinflusst durch bergbauliche →

Ia
Ib
Ic
II
III
IV
V

Erläuterung im Abschnitt 6.1:

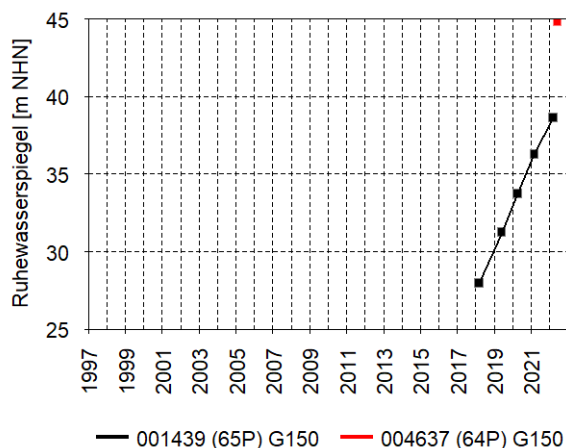
Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>+1	>+200	>+2
↗	steigend	+0,1...+1	+50...+200	+0,5...+2
-	gleichbleibend/indifferent	± 0,1	± 50	± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
	Geringfügigkeitsschwelle	-	5%	5%



## 6.2.2 Tranitz-Heinersbrücker Rinne

Die in Süd-Nord-Richtung verlaufende Tranitz-Heinersbrücker Rinne bildet die geologische Grenze zwischen dem Tagebau Jänschwalde und dem ausgekohlten Tagebau Cottbus-Nord. Im Süden, zwischen dem Klinger See und dem wassergefüllten Randschlauch des ehemaligen Tagebaus Cottbus-Nord, steigt das Grundwasser seit Jahren an. Weiter nördlich, zwischen der Außenhalde Bärenbrück und dem Westrandschlauch des Tagebaus Jänschwalde, steigt das Grundwasser im Zusammenhang mit der Verfüllung und der Außerbetriebnahme von Filterbrunnen im Bereich der Ablassung Heinersbrück ebenfalls an. Gleichzeitig wird dort der Grundwasserwiederanstieg durch die Filterbrunnen zur Freihaltung des sich nördlich anschließenden, noch offenen Westrandschlauchs gebremst.

In der 2018 erstmals beprobten GWM 1439(150) im südlichen Bereich der Tranitz-Heinersbrücker Rinne ist der Grundwasserstand im letzten Jahr um 2,3 Meter (Bild 13 und Bild 14) auf aktuell +38,6 m NHN gestiegen. Die weiter nördlich gelegene GWM 4637 (150) wurde dieses Jahr erstmals beprobt. Dort lag der Grundwasserspiegel bei +44,8 m NHN.

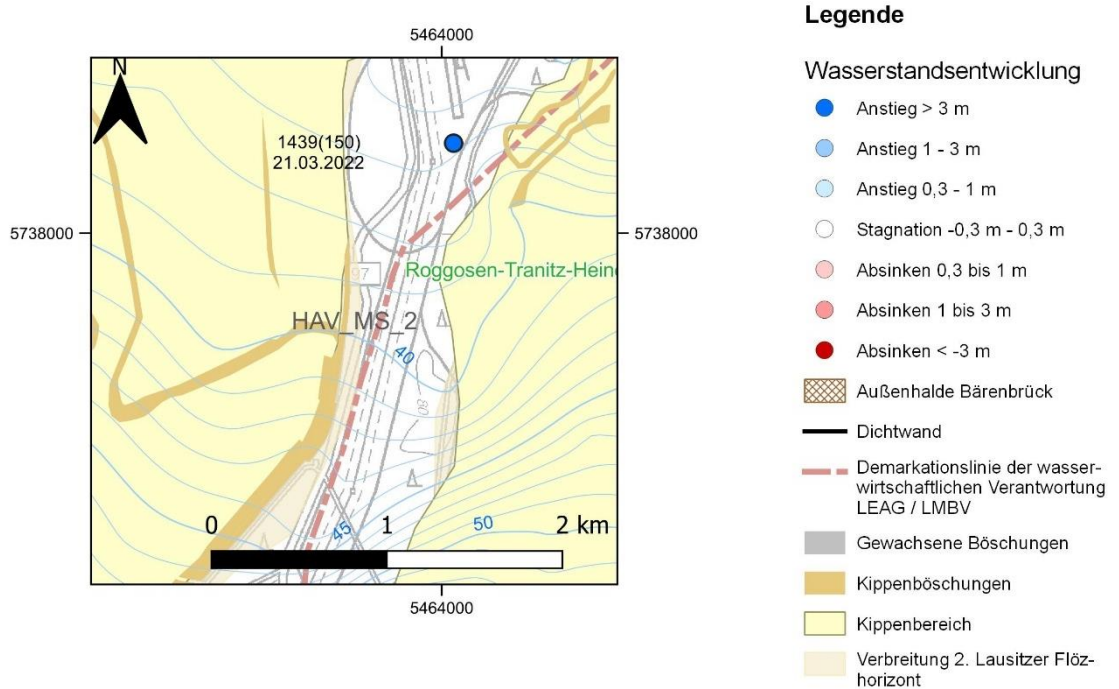


**Bild 13: Entwicklung des Grundwasserstands in der Tranitz-Heinersbrücker Rinne.**

Die fortgeschriebenen Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit in der Tranitz-Heinersbrücker Rinne befinden sich in der Anlage 5, Blatt 9 und 10.

Beide Messstellen wiesen aktuell ein neutrales und moderat gepuffertes Grundwasser auf. Das stark mineralisierte Grundwasser der GWM 1439(150) wies erneut eine **Sulfat**konzentration von knapp 1.200 mg/L auf. Im moderat mineralisierten Grundwasser der GWM 4637(150) fand sich Sulfat zu 60 mg/L. **Eisen** war zu 47 bzw. 4 mg/L vorhanden. Das Grundwasser war in beiden GWM nicht **versauerungsdisponiert**. **Aluminium** war in beiden Messstellen mit 0,2 mg/L vorhanden. Das Grundwasser der GWM 1439 wies 4,2 mg/L **Mangan** auf. Die GWM 4637 enthielt nur 0,2 mg/L Mangan. Die aktuellen Befunde der GWM 1439 bestätigen die Befunde der Vorjahre.



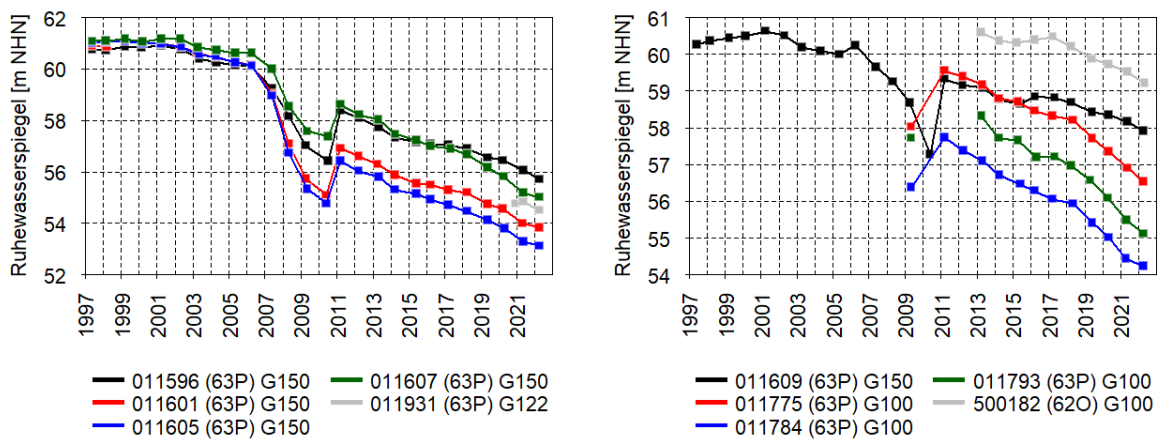


**Bild 14:** Grundwasserstandsentwicklung in den letzten zwei Jahren von 2020 bis 2022 in der Tranitz-Heinersbrücker Rinne.

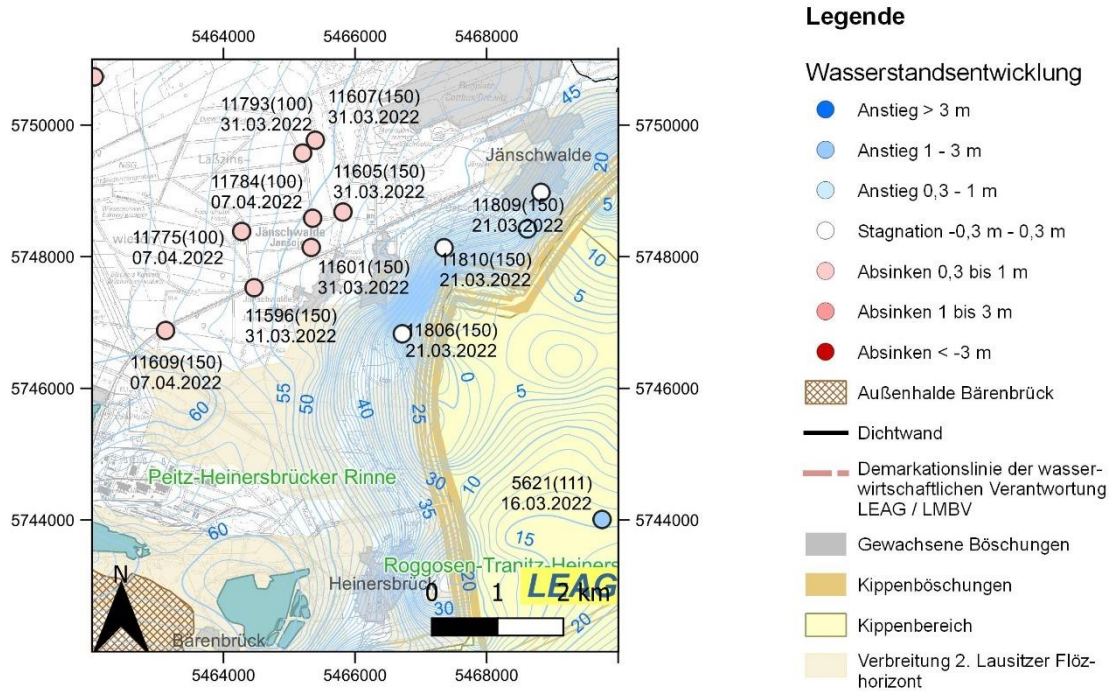
### 6.2.3 Laßzinswiesen

Die Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Laßzinswiesen zwischen den Ortslagen Peitz, Tauer und Jänschwalde wird in insgesamt zehn Grundwassermessstellen überwacht (siehe auch Anlage 2). Neun Messstellen liegen zentral oder am tagebauzugewandten östlichen Rand der Laßzinswiesen. Die GWM 500182(100) liegt südlich der Ortslage Tauer, am nordwestlichen Rand der Laßzinswiesen (Bild 15) und damit in größerer Entfernung zum Tagebau Jänschwalde (Anlage 1).

Erneut wurde in allen Messstellen im Bereich der Laßzinswiesen ein sinkender Grundwasserstand erfasst (Bild 15 und Bild 16 sowie Tabelle 8). Zwischen 2020 und 2022 wurde bislang die stärkste Grundwasserabsenkung in der GWM 11793(150) beobachtet.



**Bild 15:** Entwicklung des Grundwasserstands im Bereich der Laßzinswiesen.



**Bild 16: Grundwasserstandsentwicklung in den letzten zwei Jahren von 2020 bis 2022 im Bereich der Laßzinswiesen.**

Die fortgeschriebenen Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Laßzinswiesen befinden sich in der Anlage 5, Blatt 11 bis Blatt 14.

In den pleistozänen Grundwasserleitern des G100, G122 und G150 im Bereich der Laßzinswiesen wurde erneut ein neutrales, moderat gepuffertes und allgemein niedrig bis moderat mineralisiertes Grundwasser beobachtet. **Sulfat** lag aktuell mehrheitlich in der Spanne zwischen 40 und 300 mg/L. Nur die GWM 11931(122) wies mit 1.200 mg/L eine deutlich höhere Sulfatkonzentration auf. Ein leichter Anstieg der Sulfatkonzentration wurde von 2020 bis 2022 in der GWM 11609(150) beobachtet. Das Grundwasser der meisten Messstellen war mit einer Konzentration unter 2 mg/L nahezu **eisenfrei**. Deutlich mehr Eisen bis 170 mg/L enthielten nur die GWM 11784(150) und 11931(122). Die Konzentrationsniveaus waren mit denen der Vorjahre vergleichbar. Das Grundwasser in den Laßzinswiesen war mit Ausnahme der GWM 11931 nicht **versauerungsdisponiert**. In allen Messstellen außer der GWM 500182(100) stieg die **Mangankonzentration** an. Lag sie bis 2020 bei maximal 1 mg/L [IWB 2020], wurden jetzt maximal 9 mg/L erfasst. Abgesehen von den GWM 11931(122) und 500182(100) war das Grundwasser calcitgesättigt.

Die Trends der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Laßzinswiesen sind in der Tabelle 8 dargestellt.



**Tabelle 8: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit Beobachtungsraum: Laßzinswiesen.**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Pleistozän	500182	100	+59,72	+59,52	+59,21	-0,51	360	41	2	0,2	8,2	-2,0	↘	↘	↗
	11931	122		+54,84	+54,51		2.320	1.170	172	1,7	3,3	1,7			
	11596	150	+56,45	+56,07	+55,72	-0,73	890	238	2	0,1	8,1	-3,4	↘	↘	↘
	11601	150	+54,57	+54,00	+53,83	-0,74	1.090	297	3	0,1	8,1	-3,0	↘	↘	-
	11605	150	+53,80	+53,28	+53,13	-0,67	940	153	2	0,3	8,2	-4,4	↘	-	-
	11607	150	+55,82	+55,19	+55,02	-0,80	570	130	1	0,4	8,1	-2,8	↘	-	-
	11609	150	+58,36	+58,17	+57,92	-0,44	640	137	1	0,3	8,1	-2,8	↘	↗	-
	11775	150	+57,36	+55,19	+56,53	-0,83	970	246	1	0,3	8,1	-4,0	↘	-	-
	11784	150	+55,02	+54,44	+54,24	-0,78	970	198	8	0,2	8,2	-4,2	↘	-	-
11793	150	+56,09	+55,49	+55,12	-0,97	660	148	1	0,4	8,1	-3,1	↘	-	-	

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

Bergbauliche Beeinflussung →	Ia	Erläuterung im Abschnitt 6.1:
	Ib	
	Ic	
	II	
	III	
IV		
V		

Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
	Geringfügigkeitsschwelle	-	5%	5%

#### 6.2.4 Grießener Heide

Die Beschaffenheit des Grundwassers im Bereich der Grießener Heide westlich des Tagebaus Jänschwalde wird seit dem Jahr 2010 in den GWM 11806(150), 11809(150) und 11810(150) untersucht. Die Messstellen befinden sich im nördlichen Teil der Trinitz-Heinersbrücker Rinne bzw. in der quer dazu verlaufenden Jänschwalder Rinne. Seit dem Jahr 2015 wird in der GWM 11817 zusätzlich das Grundwasser im hangenden Tertiärgrundwasserleiter G410 überwacht.

Das Grundwasser war hier bereits vor dem Messbeginn im Jahr 2010 stark abgesenkt, da die Messstellen im Absenkungstrichter des Tagebaus Jänschwalde liegen. In den Messstellen der pleistozänen Grundwasserleiter wurde analog zum Vorjahr ein leichter Anstieg des Grundwasserstands um jeweils +0,3 m beobachtet (Bild 17 und Bild 18). In der Messstelle 11817(410) im hangenden tertiären Grundwasserleiter stagnierte der Grundwasserstand, nachdem er bis 2020 sank.

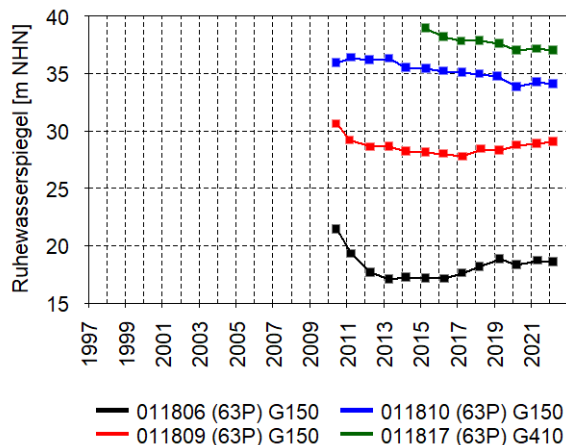


Bild 17: Entwicklung des Grundwasserstands im Bereich der Grießener Heide.

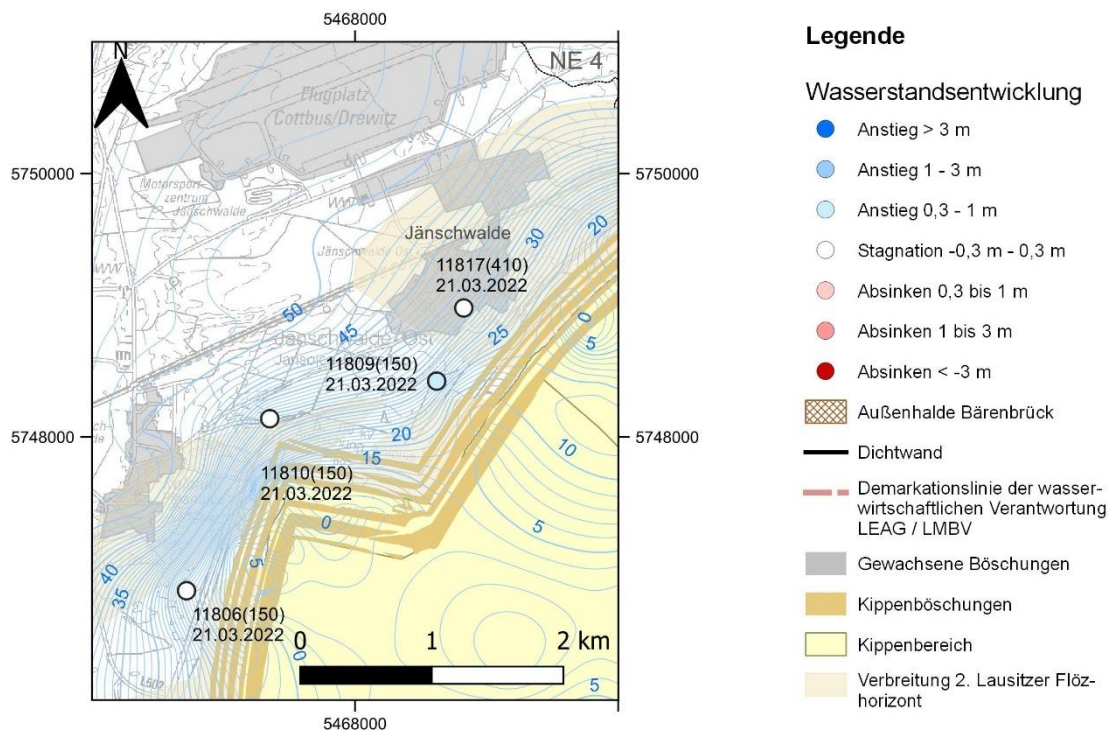
Die fortgeschriebenen Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Grießener Heide sind in der Anlage 5, Blatt 15 und 16, beigelegt.

Das Grundwasser war sowohl in den pleistozänen Rinnen als auch im hangenden tertiären Grundwasserleiter neutral und moderat gepuffert. Das Grundwasser in den GWM 11806(150) und 11810(150) war stark mineralisiert und in den anderen beiden GWM moderat mineralisiert.

Die aktuellen Befunde für **Sulfat** lagen in einer Spanne zwischen 20 und 350 mg/L. Mit einer Konzentration maximal 2 mg/L waren das praktisch **eisenfreie** Grundwasser nicht **versauerungsdisponiert**. **Mangan** fand sich mit maximal 0,8 mg/L in der GWM 11806(150), wobei die Konzentration seit Beprobungsbeginn ansteigt. Das Grundwasser in den GWM 11806(150) und 11817(410) war calcitgesättigt.

Die Trends der Beschaffenheit des Grundwassers sind in der Tabelle 9 dargestellt.





**Bild 18: Grundwasserstandsentwicklung in den Jahren von 2020 bis 2022 im Bereich der Griebener Heide.**

Das Grundwasser im Brunnen Br. 2 am Randschlauch Grieben an der Ostmark-scheide des Tagebaus Jänschwalde wurde im Jahr 2022 zum dritten Mal beprobt. Das Liegendgrundwasser des G820 war erneut neutral ( $\text{pH} \approx 7,3$ ) und moderat gepuffert. Die **Sulfat**konzentration betrug 150 mg/L. Das Grundwasser war wiederholt praktisch **eisenfrei** und nicht **versauerungsdisponiert**. Mit 230 mg/L **Natrium** und 140 mg/L **Chlorid** war der Einfluss salinaren Tiefenwassers nachweisbar. **Aluminium** und **Mangan** lagen jeweils um 0,2 mg/L. Das Grundwasser war calcitgesättigt. Eine bergbauliche Beeinflussung war nicht erkennbar.



**Tabelle 9: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit**  
**Beobachtungsraum: Griefener Heide.**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Pleistozän	11806	150	+18,30	+18,68	+18,56	+0,26	1.100	345	1	0,2	8,0	-3,1	↗	-	↘
	11809	150	+28,73	+28,88	+29,04	+0,31	210	15	2	0,2	8,2	-1,5	↗	-	-
	11810	150	+33,83	+34,25	+34,09	+0,26	850	257	2	0,2	8,0	-2,8	↗	-	-
Tertiär	11817	410	+37,02	+37,14	+37,02	0,00	380	70	<1	0,1	8,1	-2,1	-	-	↗
	Br. 2	820	---	---	---		1.700	148	<1	0,9	8,1	-3,8		-	-

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

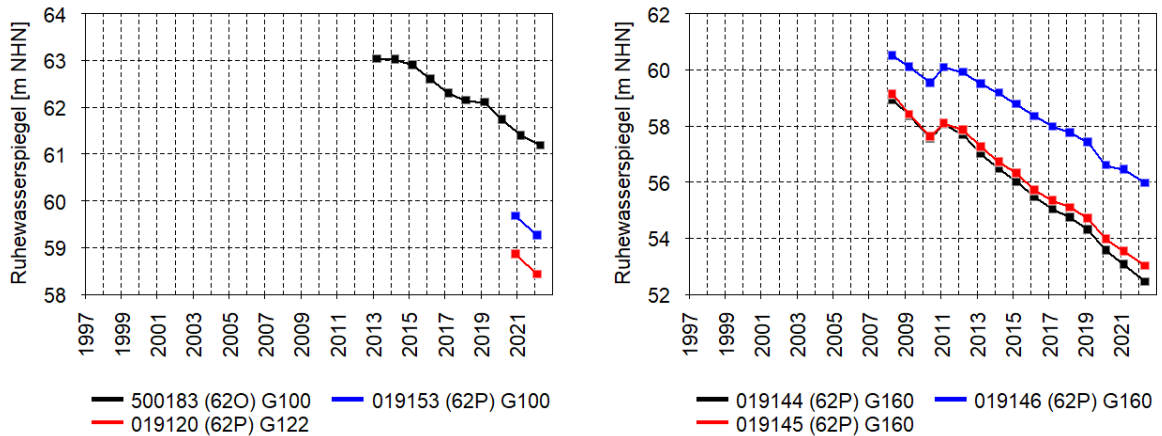
bergbauliche Beeinflussung →	Ia	Erläuterung im Abschnitt 6.1:
	Ib	
	Ic	
	II	
	III	
IV		
V		

Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
Geringfügigkeitsschwelle		-	5%	5%

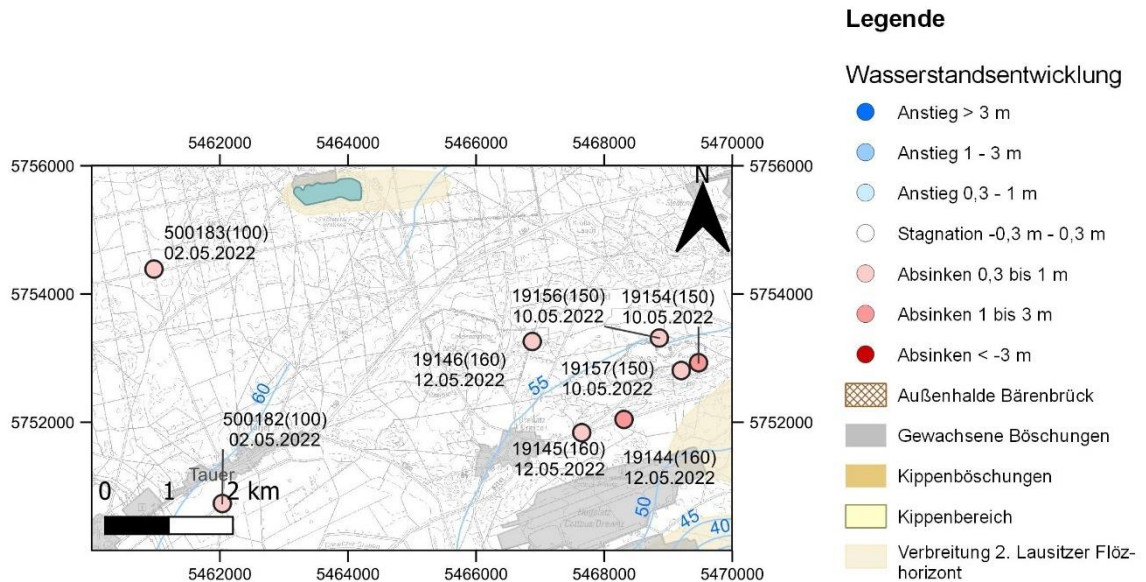


### 6.2.5 Nördliche Randbereiche

Der Förderraum Jänschwalde wird im Norden von der **Burg-Peitzer Hauptrinne** begrenzt. Zwischen Taubendorf und Drewitz trennt die Taubendorfer Rinne die Kohlenfelder Jänschwalde-Neißeßfeld und Jänschwalde-Nord. Das Grundwasser wird in den pleistozänen Rinnen überwacht. Dazu zählen die GWM 500183(100) in der Lieberoser Heide im Nordwesten, die GWM 19120(122) und 19153(100) nahe dem Calpenzmoor sowie die GWM 19144, 19145 und 19146 (alle G160) im Drewitzer Wald. In den Messstellen setzte sich die Grundwasserabsenkung fort (Bild 19 und Bild 20).

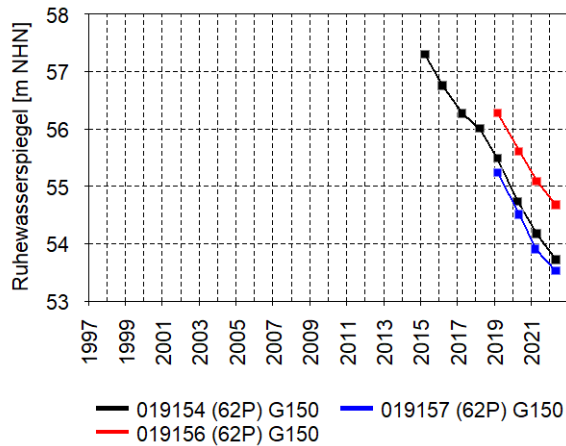


**Bild 19: Entwicklung des Grundwasserstands im Bereich der Burg-Peitzer Hauptrinne.**



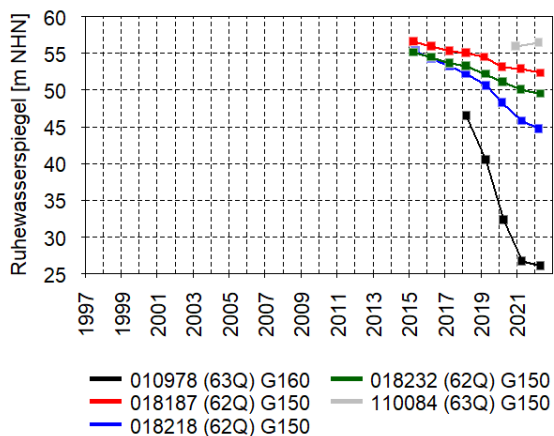
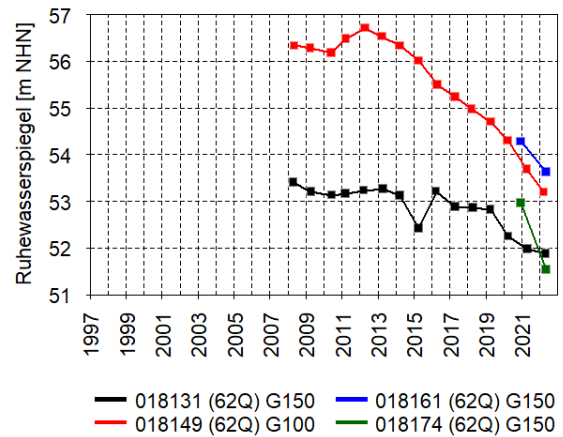
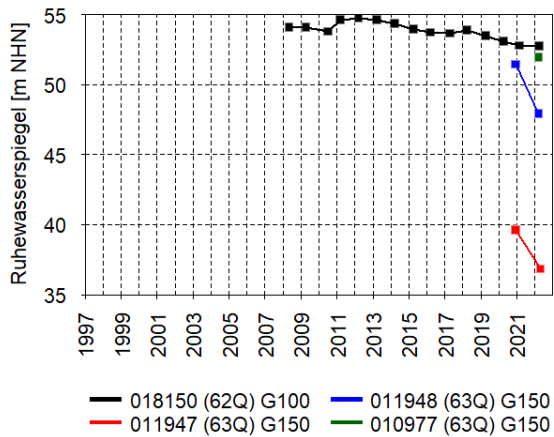
**Bild 20: Grundwasserstandsentwicklung in den letzten zwei Jahren von 2020 bis 2022 im Bereich der Burg-Peitzer Hauptrinne und des Pastlingsees.**

Im Bereich des **Pastlingsees** wird die Grundwasserbeschaffenheit in den drei GWM 19154(150), 19156(150) und 19157(150) untersucht. Von 2020 bis 2022 sank der Grundwasserspiegel um 0,9 bis 1,0 Meter (Bild 20 und Bild 21).

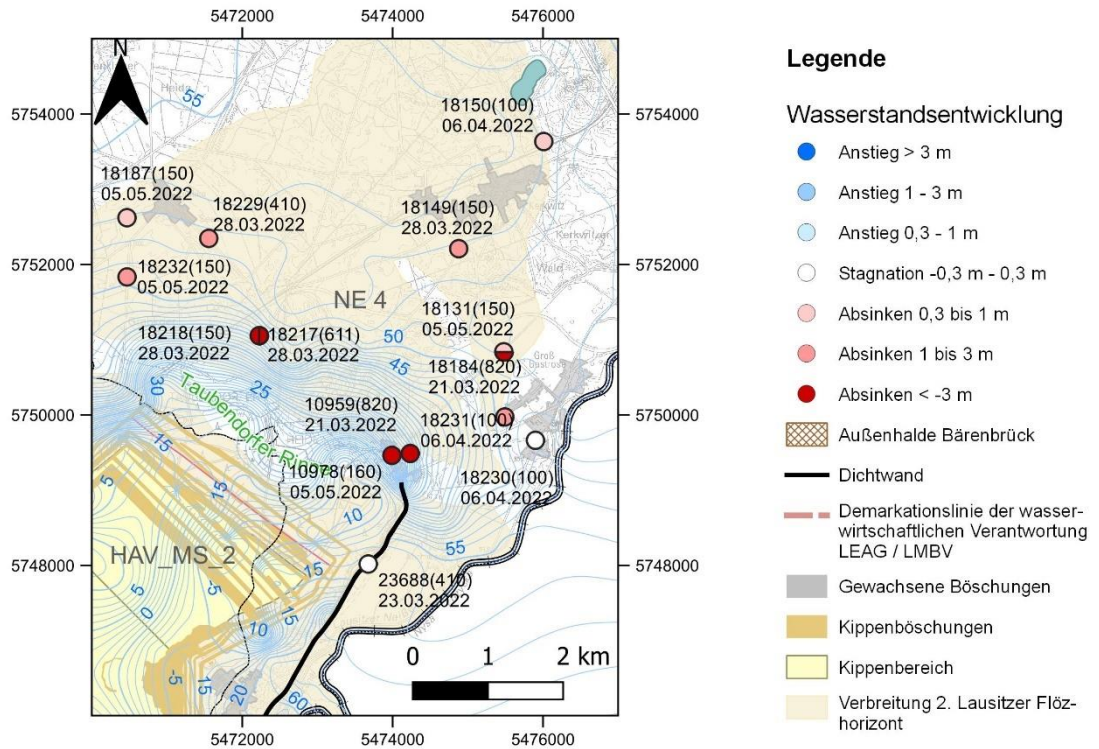


**Bild 21: Entwicklung des Grundwasserstands im Bereich des Pastlingsees.**

Nach Osten begrenzt die Dichtwand die Grundwasserabsenkung. Nach Norden dehnt sich der Absenkungstrichter des Tagebaus über die Taubendorfer Rinne bis in das **Kohlefeld Jämschwalde-Nord** zwischen den Ortslagen Grabko, Taubendorf, Groß Gastrose und Kerkwitz aus. Dort wurde das Grundwasser im Jahr 2022 in den pleistozänen Grundwasserleitern in den Messstellen 18150(100), 10977(150), 11947(150), 11948(150), 18131(150), 18149(150), 18161(150), 18174(150), 18187(150), 18218(150), 18232(150), 110084(150) und 10978(160) untersucht. In allen Messstellen sank von 2020 bis 2022 der Grundwasserspiegel (Bild 22 und Bild 23).

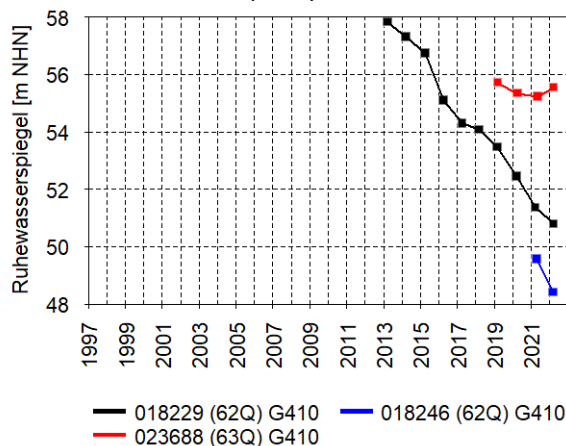


**Bild 22: Entwicklung des Grundwasserstands im Bereich der pleistozänen Grundwasserleiter im Kohlefeld Jämschwalde-Nord.**



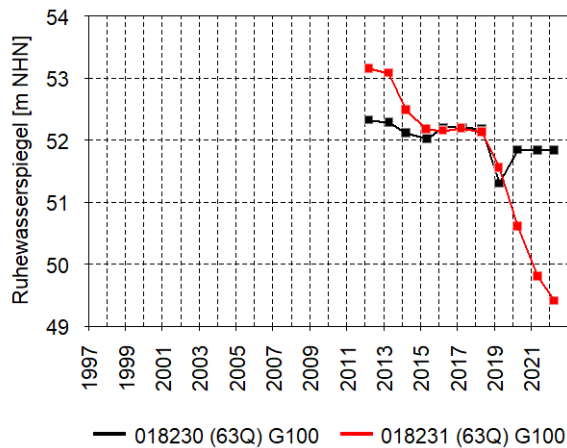
**Bild 23:** Grundwasserstandsentwicklung in den Jahren von 2020 bis 2022 im Bereich des Kohlenfeldes Jänschwalde-Nord und der Kerkwitzer Rinne.

Das Grundwasser im Hangenden des Kohlenfeldes Jänschwalde-Nord wurde in den GWM 18229(410), 18246(410) und 23688(410) untersucht. In der Messstelle 18229(410) sank der Grundwasserspiegel von 2020 bis 2022, während er in der Messstelle 23688(410) im selben Zeitraum leicht stieg (Bild 23 und Bild 24).



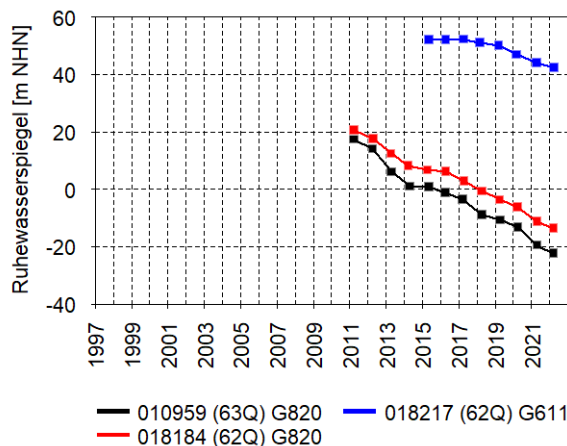
**Bild 24:** Entwicklung des Grundwasserstands in den hangenden tertiären Grundwasserleitern im Bereich des Kohlenfeldes Jänschwalde-Nord.

In der **Kerkwitzer Rinne** wurde das Grundwasser im Jahr 2022 in den Messstellen 18230(100) und 18231(100) untersucht. In der GWM 18230 stagnierte der Grundwasserspiegel von 2020 bis 2022, während er in der GWM 18231 im selben Zeitraum um 1,2 Meter sank (Bild 23 und Bild 25).



**Bild 25: Entwicklung des Grundwasserstands in den pleistozänen Grundwasserleitern im Bereich der Kerkwitzer Rinne.**

Das **Grundwasser** in den Liegendgrundwasserleitern im Vorfeld des Tagebaus wurde im Berichtsjahr in den Messstellen 18217(611), 10959(820) und 18184(820) untersucht. Auch hier senkte die Vorfeldentwässerung seit 2020 den Grundwasserspiegel um 4,7 bis 9,0 Meter ab (Bild 23 und Bild 26).



**Bild 26: Entwicklung des Grundwasserstands in den Liegendgrundwasserleitern im Kohlenfeld Jämschwalde-Nord des Förderraumes Jämschwalde.**

Die fortgeschriebenen Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit in den nördlichen Randbereichen des Tagebaus Jämschwalde sind in der Anlage 5, Blatt 17 bis 34 beigefügt.

In der **Burg-Peitzer Hauptrinne** wurde erneut ein neutrales, moderat mineralisiertes und moderat gepuffertes Grundwasser angetroffen. Dabei war das Grundwasser im Drewitzer Wald praktisch **sulfatfrei**. In den anderen Messstellen im Bereich der Burg-Peitzer Hauptrinne wurde Sulfat in Konzentrationen bis 150 mg/L nachgewiesen (Tabelle 10). Das Grundwasser in der Burg-Peitzer Hauptrinne war erneut durch niedrige **Eisen**konzentrationen bis maximal 6 mg/L gekennzeichnet und damit nicht **versauerungsdisponiert**. Das Grundwasser in den GWM 19120, 19153 und 500183 war calcitgesättigt.



Im pleistozänen Grundwasserleiter im Nahbereich des **Pastlingsees** (GWM 19154, 19156 und 19157) wurde im Berichtsjahr 2022 wiederholt ein neutrales, moderat gepuffertes und moderat mineralisiertes Grundwasser angetroffen. Gegenüber der Burg-Peitzer-Hauptrinne wies es erneut deutlich höhere **Sulfatkonzentrationen** von 130 bis 380 mg/L auf (Tabelle 10). Das Grundwasser enthielt maximal 12 mg/L **Eisen** und war nicht **versauerungsdisponiert**. **Mangan** wurde aktuell mit maximal 1,3 mg/L erfasst. In den Messstellen 19156(150) und 19157(150) war ein leichter Anstieg der Mangankonzentration zu verzeichnen. Das Grundwasser war in allen Messstellen calcitgesättigt.

Im **Kohlenfeld Jänschwalde-Nord** fand sich in den pleistozänen Grundwasserleitern aktuell ein neutrales Grundwasser mit moderater Pufferung und moderater Mineralisation. **Sulfat** lag aktuell in einer großen Bandbreite von 1 bis 330 mg/L. Die Sulfatkonzentration lag in der Größenordnung der Vorjahre. **Eisen** wurde mit maximal 36 mg/L erfasst. Das Grundwasser war nicht **versauerungsdisponiert** (Tabelle 11). **Aluminium** fand sich in Konzentrationen bis 0,3 mg/L, während die **Mangan-**konzentration maximal 0,8 mg/L betrug. Nur das Grundwasser in den GWM 18161, 18174 und 18232 war calcitgesättigt.

Im **Hangenden** des Kohlenfelds Jänschwalde-Nord fand sich im Jahr 2022 erneut ein neutrales, moderat bis stark mineralisiertes und moderat gepuffertes Grundwasser. **Sulfat** lag zwischen < 1 mg/L und 340 mg/L. **Eisen** war bis 10 mg/L vorhanden (Tabelle 13). Das Grundwasser war nicht **versauerungsdisponiert**. Die Befunde entsprechen denen der Vorjahre. Das Grundwasser wies aktuell maximal 0,5 mg/L **Aluminium** und maximal 0,9 mg/L **Mangan** auf.

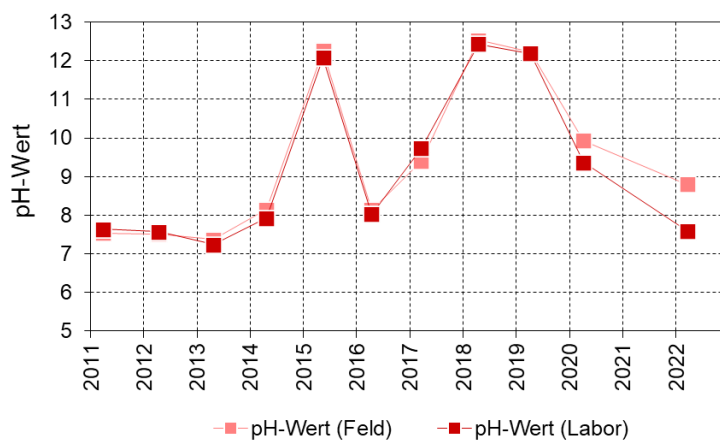
In der **Kerkwitzer Rinne** wird das Grundwasser des pleistozänen Grundwasserleiters G100 in den GWM 18230 und GWM 18231 seit dem Jahr 2012 überwacht. Das Grundwasser war im Jahr 2022 erneut schwach sauer, moderat mineralisiert und moderat gepuffert. Die Befunde für **Sulfat** lagen wie in den Vorjahren bei 110 mg/L (GWM 18230) bzw. 190 mg/L (GWM 18231). Das Grundwasser in der GWM 18231 war praktisch **eisenfrei**. In der GWM 18230 lag die Eisenkonzentration bei 7 mg/L. Das Grundwasser in beiden Messstellen war nicht **versauerungsdisponiert** (Tabelle 12) und erneut praktisch **aluminiumfrei**. **Mangan** fand sich in Konzentrationen um 1 mg/L.

Das **Liegendgrundwasser** des G611 in der GWM 18217 war neutral und moderat gepuffert. Anionenseitig war wiederholt Chlorid (40 mg/L) das Hauptanion. Das Liegendgrundwasser des G611 war mit einer Konzentration von < 1 mg/L praktisch **sulfatfrei**. Calcium und Natrium waren kationenseitig mit 33 bzw. 35 mg/L die Hauptinhaltsstoffe. Das Grundwasser war mit 0,6 mg/L analog zu den Vorjahren praktisch **eisenfrei** und nicht **versauerungsdisponiert**. **Aluminium** lag erneut um 1 mg/L und **Mangan** um 0,2 mg/L.

Das in den GWM 18184 und 10959 untersuchte Liegendgrundwasser in der Cottbuser Folge (G800 bzw. G820) war ebenfalls bergbaulich unbeeinflusst. In den Messstellen wird seit Beprobungsbeginn im Jahr 2011 bis 2022 eine starke Grundwasserabsenkung von 34 bzw. 40 Meter registriert. Nachdem die Beprobung im Jahr 2021 gescheitert war [IWB 2021], wurde sie im Berichtsjahr 2022 mit geeigneter Pumpentechnik durchgeführt. Das Grundwasser war aktuell neutral bzw. schwach basisch, moderat mineralisiert und moderat gepuffert. Das praktisch **eisenfreie** Grundwasser

(Tabelle 13) wies eine **Sulfatkonzentration** zwischen 20 und 40 mg/L auf. Dies entsprach den Größenordnungen der Vorjahre. Das Grundwasser war nicht **versauerungsdisponiert**. In beiden Proben war das Grundwasser **aluminium-** und **manganfrei**. Das Grundwasser in der GWM 18184(800) war mit Calcit übersättigt.

Der ungewöhnlich hohe pH-Wert des Grundwassers in der GWM 10959 (Bild 27) in den Jahren 2015, 2018 und 2019 konnte nachträglich aufgeklärt werden. Im Jahr 2015 wurde die Messstelle vom Probennehmer vertauscht. In den Jahren 2018 und 2019 war die Messstelle durch Kalkdünger verunreinigt, worauf jeweils Protokollvermerke hinweisen. Vor der nächsten Beprobung wird eine Regeneration durch Klarspülen empfohlen (siehe auch Abschnitt 7).



**Bild 27: Ganglinie der pH-Werte in der GWM 10959(820).**





**Tabelle 10: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit**  
**Beobachtungsraum: Nördliche Randbereiche: Burg-Peitzer Hauptrinne und Pastlingsee.**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Burg-Peitzer Hauptrinne	500183	100	+61,73	+61,39	+61,18	-0,55	280	34	<1	0,1	8,2	-1,8	↘	-	-
	19153	100			+59,26		620	146	6	0,1	8,2	-4,9			
	19120	122			+58,42		540	141	4	0,1	8,2	-4,1			
	19144	160	+53,57	+53,05	+52,44	-1,13	150	<1	1	0,2	8,3	-1,7	↘↘	-	-
	19145	160	+53,96	+53,52	+53,01	-0,95	200	<1	1	0,2	8,3	-2,1	↘	-	-
	19146	160	+56,59	+56,44	+55,96	-0,63	220	<1	1	0,2	8,3	-2,5	↘	-	-
Pastlingsee	19154	150	+54,73	+54,17	+53,71	-1,02	470	127	1	0,1	8,1	-1,9	↘↘	-	-
	19156	150	+55,60	+55,08	+54,67	-0,93	970	384	12	0,1	7,9	-2,2	↘	-	-
	19157	150	+54,50	+53,90	+53,52	-0,98	630	137	2	0,8	8,1	-4,1	↘	-	-

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> des Grundwassers unter oxidischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

Bergbauliche Beeinflussung →	Ia	Erläuterung im Abschnitt 6.1:
	Ib	
	Ic	
	II	
	III	
IV		
V		

Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
	Geringfügigkeitsschwelle	-	5%	5%



**Tabelle 11: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit  
 Beobachtungsraum: Nördliche Randbereiche: Kohlenfeld Jänschwalde-Nord (Pleistozäne GWM).**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Kohlenfeld Jänschwalde-Nord	18150	100	+53,08	+52,77	+52,72	-0,36	490	75	1	<0,1	8,2	-2,7	↘	-	-
	18187	150	+53,14	+52,88	+52,30	-0,84	250	1	1	0,5	8,3	-2,4	↘	-	-
	18232	150	+51,11	+50,06	+49,47	-1,64	430	85	1	0,1	8,1	-2,6	↘↘	-	-
	18218	150	+48,30	+45,81	+44,68	-3,62	600	138	2	0,1	8,1	-2,9	↘↘	-	-
	18131	150	+52,25	+51,98	+51,87	-0,38	690	22	5	1,9	8,2	-4,6	↘	-	↘
	18161	150			+53,62		550	82	2	0,3	8,1	-3,4			
	18174	150			+51,94		450	67	<1	0,1	8,2	-2,6			
	18149	150	+53,08	+52,77	+53,19	+0,11	350	67	1	0,1	8,2	-1,9	↗	-	-
	10977	150			+51,94		680	126	15	0,4	8,1	-3,5			
	11948	150			+47,90		520	82	3	0,4	8,2	-3,1			
	11947	150			+36,81		540	114	5	0,1	8,1	-2,7			
	10978	160	+32,35	+26,68	+26,04	-6,31	710	161	3	0,1	8,1	-3,1	↘↘	-	-
110084	160			+56,42		880	330	36	0,8	8,0	-1,0				

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

Bergbauliche Beeinflussung	Ia	Erläuterung im Abschnitt 6.1:
	Ib	
	Ic	
	II	
	III	
IV		
V		

Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
	Geringfügigkeitsschwelle	-	5%	5%



**Tabelle 12: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit**  
**Beobachtungsraum: Kerkwitzer Rinne.**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Kerkwitzer Rinne	18230	100	+51,84	+51,83	+51,83	-0,01	530	111	7	0,2	8,2	-2,2	-	-	-
	18231	100	+50,61	+49,80	+49,41	-1,20	730	187	1	<0,1	8,1	-1,2	↘↘	-	-

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

bergbauliche Beeinflussung →	Ia	Erläuterung im Abschnitt 6.1:
	Ib	
	Ic	
	II	
	III	
IV	V	

Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
Geringfügigkeitsschwelle		-	5%	5%



**Tabelle 13: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit**  
**Beobachtungsraum: Nördliche Randbereiche: Kohlenfeld Jänschwalde-Nord (Tertiäre hangende und liegende GWM).**

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Tertiär Hangendes	18229	410	+52,45	+51,35	+50,79	-1,66	260	<1	2	0,4	8,3	-2,6	↘↘	-	-
	18246	410		+49,56	+48,41		230	12	1	0,1	8,3	-2,1			
	23688	410	+55,34	+55,22	+55,54	+0,20	950	339	10	0,2	8,0	-2,3	↗	-	-
Tertiär Liegendes	18217	611	+46,88	+44,00	+42,23	-4,65	450	2	1	0,6	8,4	-3,4	↘↘	-	-
	18184	800	-6,37	-11,32	-13,58	-7,21	670	44	<1	0,8	8,4	-3,4	↘↘	-	↗↗
	10959	820	-13,41	-19,57	-22,41	-9,00	460	16	<1	0,6	8,5	-3,5	↘↘	-	↘

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

Bergbauliche Beeinflussung →

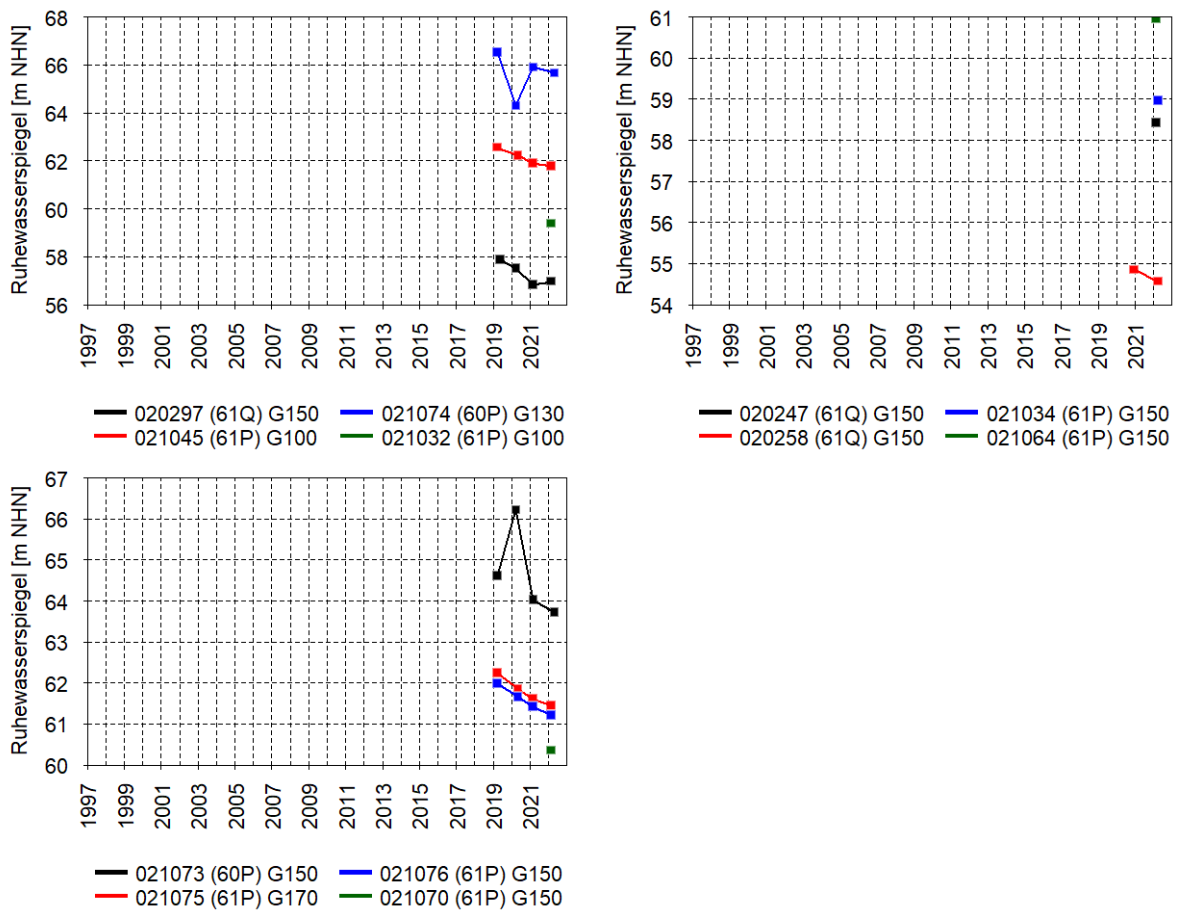
la
lb
lc
II
III
IV
V

Erläuterung im Abschnitt 6.1:

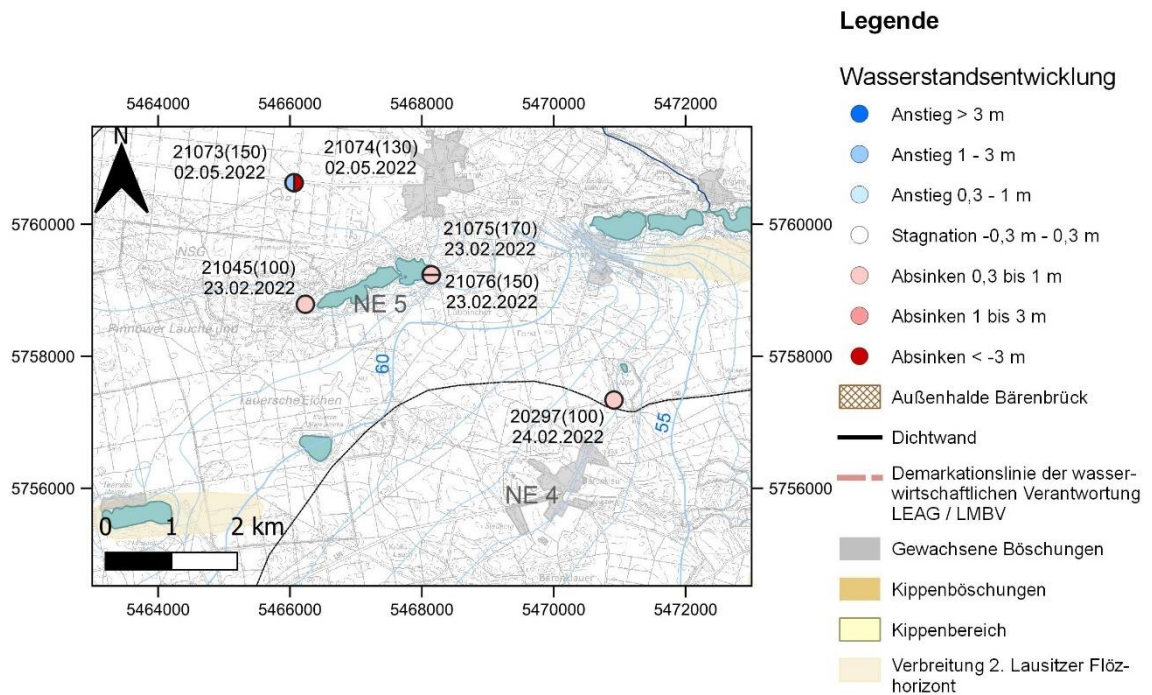
Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
	Geringfügigkeitsschwelle	-	5%	5%

## 6.2.6 Umfeld des Pinnower Sees

Im Umfeld des Pinnower Sees nördlich des Tagebaus Jänschwalde wurden im Jahr 2022 zwölf Messstellen beprobt, davon sechs zum ersten Mal. Dabei handelt es sich um die GWM 21032(100), 20247(150), 20258(150), 20134(150), 21064(150) und 21070(150). Die Lage der Messstellen ist in der Anlage 1, Blatt 2 dargestellt. In den seit 2019 beprobten Messstellen 20297(100), 21045(100), 21074(130), 21073(150), 21076(150) und 21075(170) wurden von 2020 bis 2022 unterschiedlich stark sinkende Grundwasserstände registriert (Bild 28 und Bild 29).



**Bild 28:** Entwicklung des Grundwasserstands im Umfeld des Pinnower Sees.



**Bild 29: Grundwasserstandsentwicklung in den Jahren von 2020 bis 2022 im Umfeld des Pinnower Sees.**

Die fortgeschriebenen Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit im Umfeld des Pinnower Sees sind in der Anlage 5, Blatt 35 bis 40 beigelegt.

Das Grundwasser in den pleistozänen Grundwasserleitern im Umfeld des Pinnower Sees war wiederholt neutral. Das Grundwasser war moderat gepuffert und moderat mineralisiert. **Sulfat** trat in Konzentrationen zwischen 1 und 180 mg/L auf. Die Werte waren meist mit den Vorjahren vergleichbar. In der GWM 21073(150) wurde ein leichter Rückgang von 2020 bis 2022 verzeichnet. Mit Konzentrationen von mehrheitlich 1 mg/L und maximal 5 mg/L war das Grundwasser praktisch **eisenfrei** und nicht **versauerungsdisponiert** (Tabelle 14). **Aluminium** wurde bis 0,2 mg/L und **Mangan** meist unter 0,4 mg/L erfasst. Nur in der GWM 21032(100) lag Mangan um 1,1 mg/L. Sieben von zwölf Grundwasserproben waren calcitgesättigt.



**Tabelle 14: Trends zur Entwicklung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit**  
 Beobachtungsraum: Umfeld des Pinner Sees.

Teilbereich	Messstelle	GWL	Grundwasserstand				Grundwasserbeschaffenheit 2022						Trends		
			2020	2021	2022	Σ	LF	SO <sub>4</sub>	Fe	NH <sub>4</sub> -N	pH <sub>ox</sub>	K <sub>B4,3</sub> <sup>ox</sup>	H <sub>Gw</sub>	SO <sub>4</sub>	Aci
			m NHN	m NHN	m NHN	m	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	-	mmol/L			
Pleistozän	20297	100	+57,52	+56,83	+56,96	-0,56	430	93	1	0,2	8,2	-4,6	↘	-	↘↘
	21032	100			+59,38		880	176	3	0,1	8,1	-5,6			
	21045	100	+62,22	+61,90	+61,77	-0,45	560	97	1	<0,1	8,2	-3,7	↘	-	-
	21074	130	+64,29	+65,90	+65,66	+1,37	760	82	5	0,1	8,1	-5,5	↗↗	-	↘↘
	20247	150			+58,42		420	80	<1	0,6	8,4	-3,5			
	20258	150			+54,56		510	89	1	0,2	8,2	-3,6			
	21034	150			+58,96		410	96	<1	<0,1	8,1	-2,0			
	21064	150			+60,95		280	64	<1	<0,1	8,2	-1,4			
	21070	150			+60,35		610	129	1	0,5	8,2	-4,7			
	21073	150	+66,22	+64,02	+63,72	-2,50	330	16	2	0,1	8,2	-2,7	↘↘	↘	↗↗
	21076	150	+61,66	+61,42	+61,21	-0,45	390	27	1	0,1	8,2	-3,3	↘	-	-
	21075	170	+61,84	+61,61	+61,44	-0,40	320	< 1	1	0,3	8,3	-3,7	↘	-	-

pH<sub>ox</sub> / K<sub>B4,3</sub><sup>ox</sup> pH-Wert und Basenkapazität K<sub>B4,3</sub> des Grundwassers unter oxischen (atmosphärischen) Randbedingungen  
 (logPO<sub>2</sub> = -0.68, logPCO<sub>2</sub> = -3.50, SI-Fe(OH)<sub>3</sub> = 0.0)

H<sub>Gw</sub> – Grundwasserstand, Min – Mineralisation, Aci – Acidität

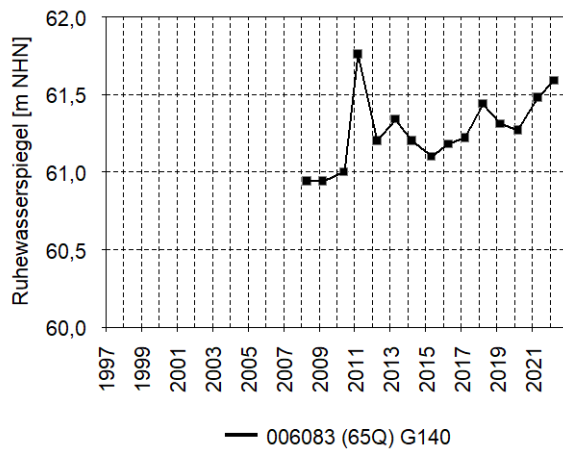
Kennwertespezifische Klasse der Grundwasserbeschaffenheit

bergbauliche Beeinflussung →	la	Erläuterung im Abschnitt 6.1:
	lb	
	lc	
	II	
	III	
IV		
V		

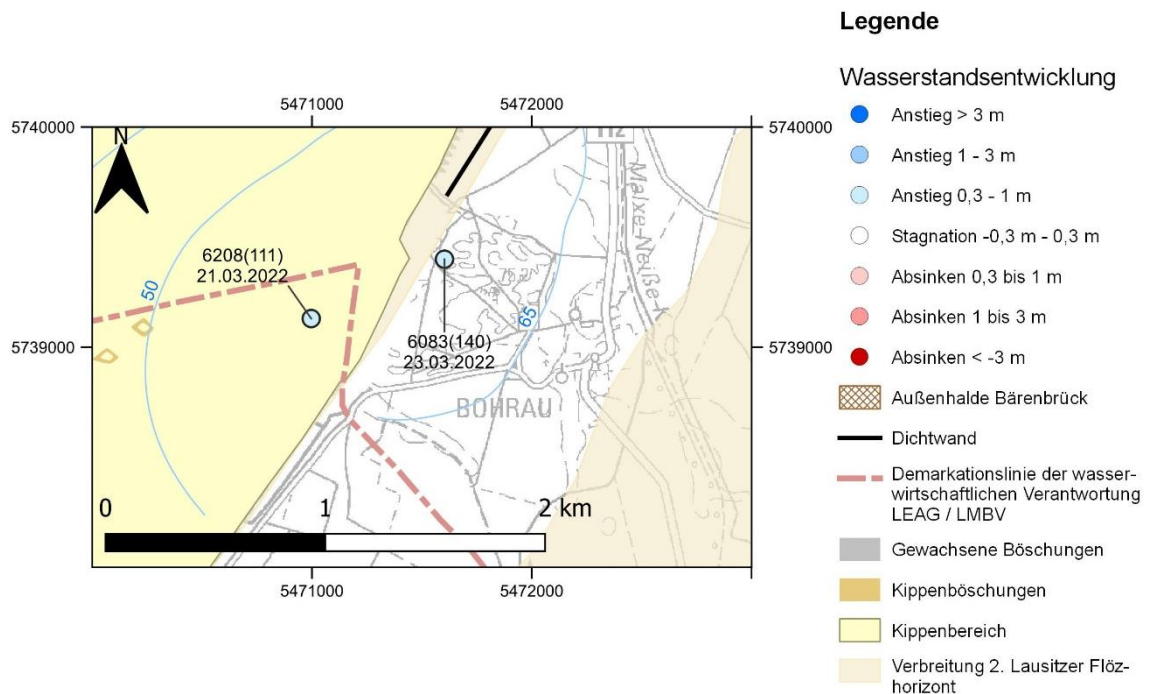
Trend (zurückliegende 2 Jahre)		ΔH <sub>Gw</sub> [m]	ΔSO <sub>4</sub> [mg/L]	ΔAci [mmol/L]
↗↗	stark steigend	>1	>200	>2
↗	steigend	0,1...1	50...200	0,5...2
-	gleichbleibend/indifferent	0 ± 0,1	0 ± 50	0 ± 0,5
↘	sinkend	-1...-0,1	-200...-50	-2...-0,5
↘↘	stark sinkend	<-1	<-200	<-2
	Geringfügigkeitsschwelle	-	5%	5%

## 6.2.7 Dubrau-Bohrauer Rinne

In der Dubrau-Bohrauer Rinne befindet sich die GWM 6083(140). Aufgrund der abschirmenden Wirkung der Dubrau-Bohrauer Rinne und der Dichtwand hat die Grundwasserabsenkung des Tagebaus keinen Einfluss. Seit Messbeginn im Jahr 2008 wird im Trend ein Grundwasseranstieg festgestellt (Bild 31), der durch die hydrometeorologischen Besonderheiten der einzelnen Jahre modifiziert wird. Zur aktuellen Beprobung lag der Grundwasserspiegel bei +61,6 m NHN (Bild 30).



**Bild 30:** Entwicklung des Grundwasserstandes in der GWM 006083(140) auf der tagebauabgewandten Seite der Dichtwand in der Dubrau-Bohrauer Rinne.



**Bild 31:** Grundwasserstandsentwicklung in den Jahren von 2020 bis 2022 in der Dubrau-Bohrauer Rinne.

Die fortgeschriebenen Ganglinien der Grundwasserbeschaffenheit in der Dubrau-Bohrauer Rinne sind in der Anlage 5, Blatt 41 bis 42 beigefügt.

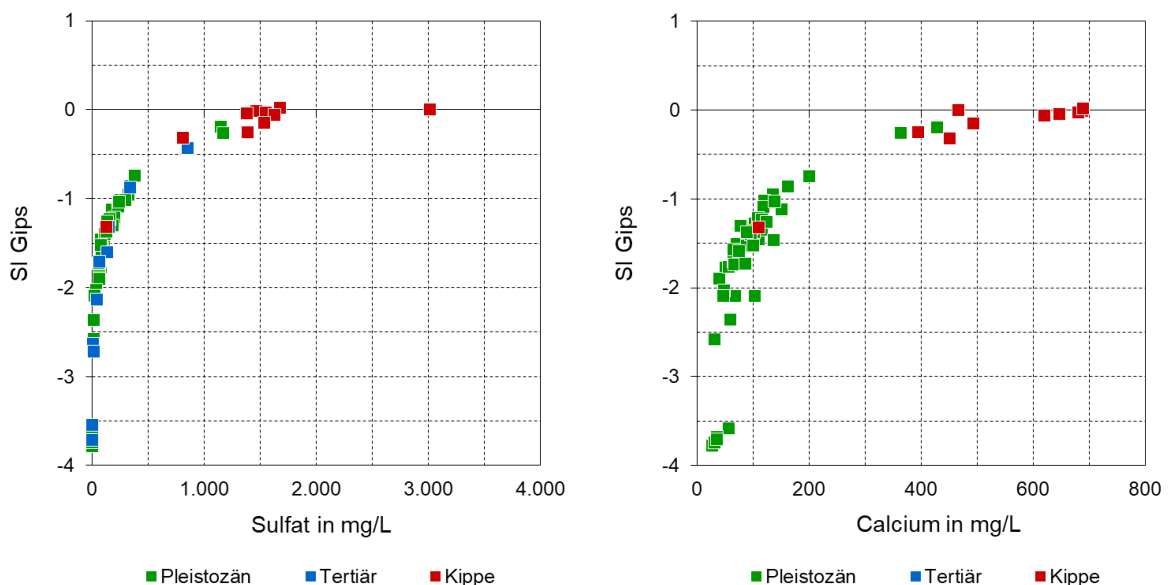
In der GWM 6083(140) wurde erneut ein neutrales, moderat mineralisiertes und gepuffertes Grundwasser angetroffen. Aktuell wurde **Sulfat** mit 130 mg/L und **Eisen** mit 10 mg/L erfasst. **Aluminium** lag um 0,2 mg/L und **Mangan** um 0,8 mg/L. Meist entsprachen die Stoffkonzentrationen den Werten der Vorjahre. Bei Aluminium wurde ein leichter Anstieg verzeichnet. Das Grundwasser war nicht **versauerungsdisponiert**.

### 6.3 Genetische Kennzeichnung

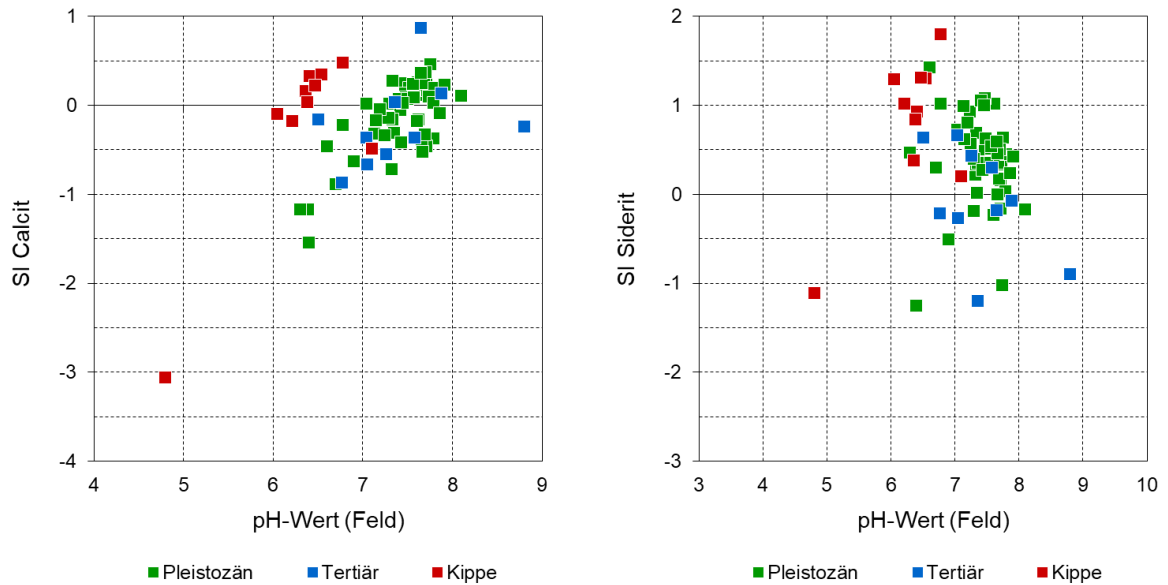
Die hydrochemischen Befunde des Grundwassergütemonitorings 2022 wurden auf die Sättigungsindizes für Gips (Bild 32), Calcit (Bild 33, links) und Siderit (Bild 33, rechts) geprüft.

Das Grundwasser im Förderraum Jänschwalde war ab einer Sulfatkonzentration > 1.400 mg/L und einer Calciumkonzentration > 500 mg/L gipsgesättigt. Das betraf ausschließlich das Kippenwasser des Tagebaus.

Ein beträchtlicher Teil der untersuchten Grundwasserproben stand bei  $\text{pH} > 7$  im Sättigungsgleichgewicht mit Calcit. Das betraf sowohl das Grundwasser in pleistozänen und tertiären Grundwasserleitern als auch das Grundwasser in der Innenkippe. Der überwiegende Anteil des calcitgesättigten Grundwassers wurde in den nördlichen Randbereichen des Tagebaus Jänschwalde (Laßzinswiesen, Taubendorfer Heide, Drewitzer Wald) und in der Innenkippe des Tagebaus Jänschwalde angetroffen. Für die Mehrzahl der untersuchten Grundwasserproben ließ sich auch das Sideritgleichgewicht bzw. eine Übersättigung mit Siderit rechnerisch nachweisen. Im Unterschied zum Calcit und zum Gips, deren thermodynamische Nachweise in der Regel auch mineralogisch gedeckt sind, kann der rechnerische Nachweis der Siderit-sättigung nicht als Beweis für die Existenz des Minerals Siderit verwendet werden.



**Bild 32:** Sättigungsindizes des Grundwassers für Gips vs. der Sulfatkonzentration (links) und vs. der Calciumkonzentration (rechts).



**Bild 33:** Sättigungsindizes des Grundwassers für Calcit vs. dem pH-Wert (links) und für Siderit vs. dem pH-Wert (rechts).

## 6.4 Kontaminationsbefunde

### 6.4.1 Organische Kontaminationen

Das **Sonderprogramm 1** zur Bestimmung der organischen Summenparameter AOX, MKW und Phenolindex kam im Förderraum Jänschwalde zunächst für 13 nach dem Programm A untersuchten Grundwasserproben zur Anwendung. Darüber hinaus wurden die organischen Summenkennwerte AOX, MKW und Phenolindex an den Proben von jeweils zwei Messstellen im Bereich der Innenkippe und zwei Messstellen im pleistozänen Grundwasserleiter G150 bestimmt.

Die organischen Kontaminationsindikatoren MKW und Phenolindex waren in allen 17 nach dem Sonderprogramm 1 untersuchten Messstellen unauffällig.

Die Mineralölkohlenwasserstoffe und der Phenolindex lagen in der Mehrzahl der Proben unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze von 0,1 bzw. 0,01 mg/L. In zwei Proben aus tertiären Grundwasserleitern lag der Phenolindex bei 0,01 mg/L. Die höchste AOX-Konzentration von 0,025 mg/L wurde in der Kippenmessstelle 1409 (111) erfasst. Im Kippenwasser wurden erneut höhere AOX-Konzentrationen als im Grundwasser der pleistozänen und tertiären Grundwasserleiter nachgewiesen.

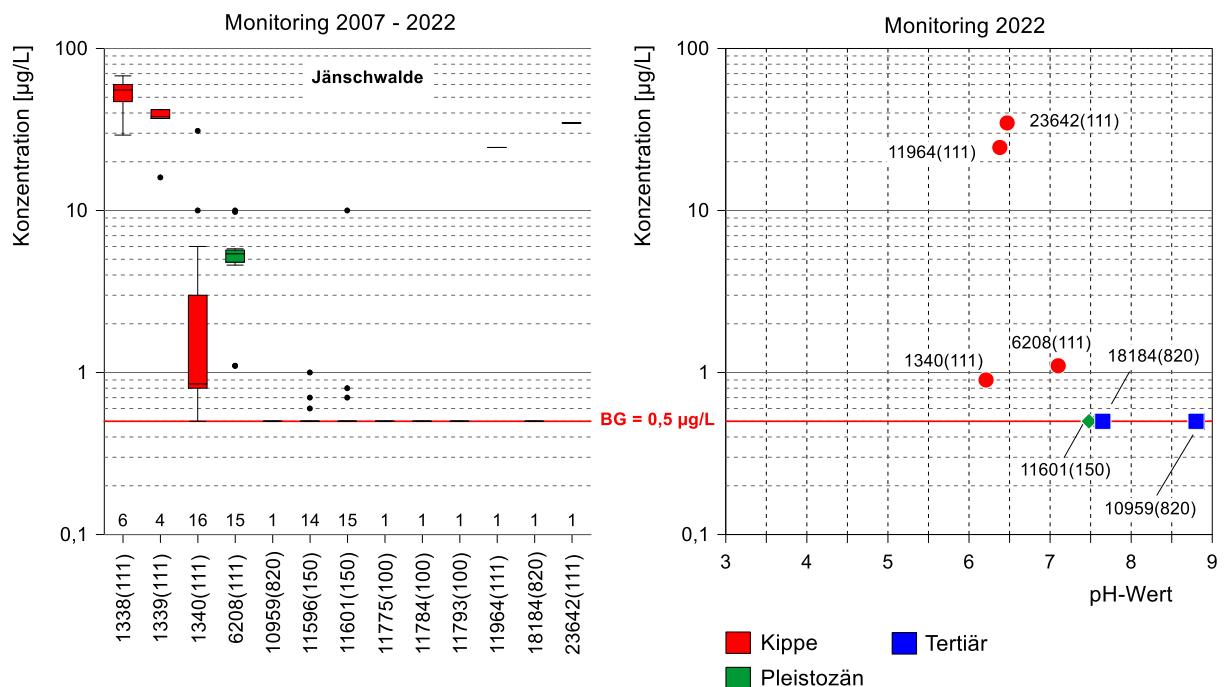
### 6.4.2 Arsen und Schwermetalle

Die Konzentrationen von Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber, Kobalt, Nickel und Zink wurden in vier nach dem länderspezifischen Analytikprogramm untersuchten Grundwassermessstellen bestimmt. Die aktuellen Befunde für Arsen und der Schwermetalle sind in der Tabelle 2 der Anlage 4 aufgeführt.

**Cadmium, Chrom, Blei und Quecksilber** sind in den Deckgebirgssedimenten der Kohlenflöze geogen bedingt nur in geringen Spuren enthalten. Das Vorkommen der Metalle steht in keinem geochemischen Zusammenhang mit der Genese der Eisendisulfide (Pyrite). Die Konzentrationen von Cadmium, Chrom, Blei und Quecksilber liegen deshalb im Grundwasser regelmäßig unter den kennwertespezifischen Bestimmungsgrenzen. Erhöhte Einzelbefunde sind meist auf Messfehler zurückzuführen und werden i. d. R. durch Folgeuntersuchungen nicht bestätigt. Analytisch gesicherte Befunde ausgewählter Metalle waren meist auf Materialeinflüsse der teilweise alten Grundwassermessstellen zurückzuführen. Die Chromkonzentration lag in drei Messstellen unter der Bestimmungsgrenze von 1 µg/L. Der höchste Befund von 1,4 µg/L wurde dieses Jahr in der GWM 1340(111) beobachtet. Der in den Vorjahren in der GWM 6208(111) erfasste Wert bestätigte sich aktuell nicht.

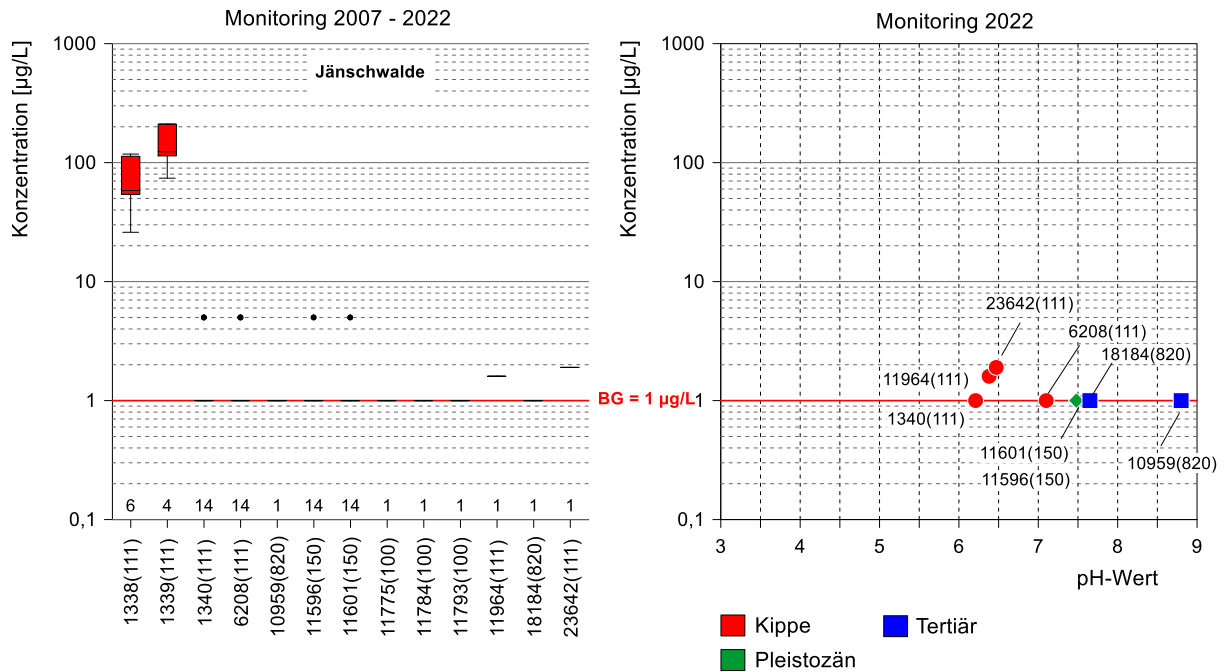
**Arsen, Kobalt, Nickel und Zink** sind geochemisch mit dem Pyrit assoziiert. Sie sind im Kristallgitter des Pyrits als Fremdatome oder als sulfidisches Mischmineral im Pyrit enthalten und werden im Zuge der Pyritverwitterung mit freigesetzt. Im Kippenwasser und in bergbaulich stark beeinflussten hangenden Grundwasserleitern an der Peripherie der Tagebaue werden deshalb meist erhöhte Befunde für Arsen, Kobalt, Nickel und Zink erfasst.

Die aktuellen Befunde für Arsen lagen zwischen 0,5 µg/L (Bestimmungsgrenze) und 34,7 µg/L. Das Maximum fand sich im Jahr 2022 in der GWM 23642(111) mit 34,7 µg/L (Bild 34).



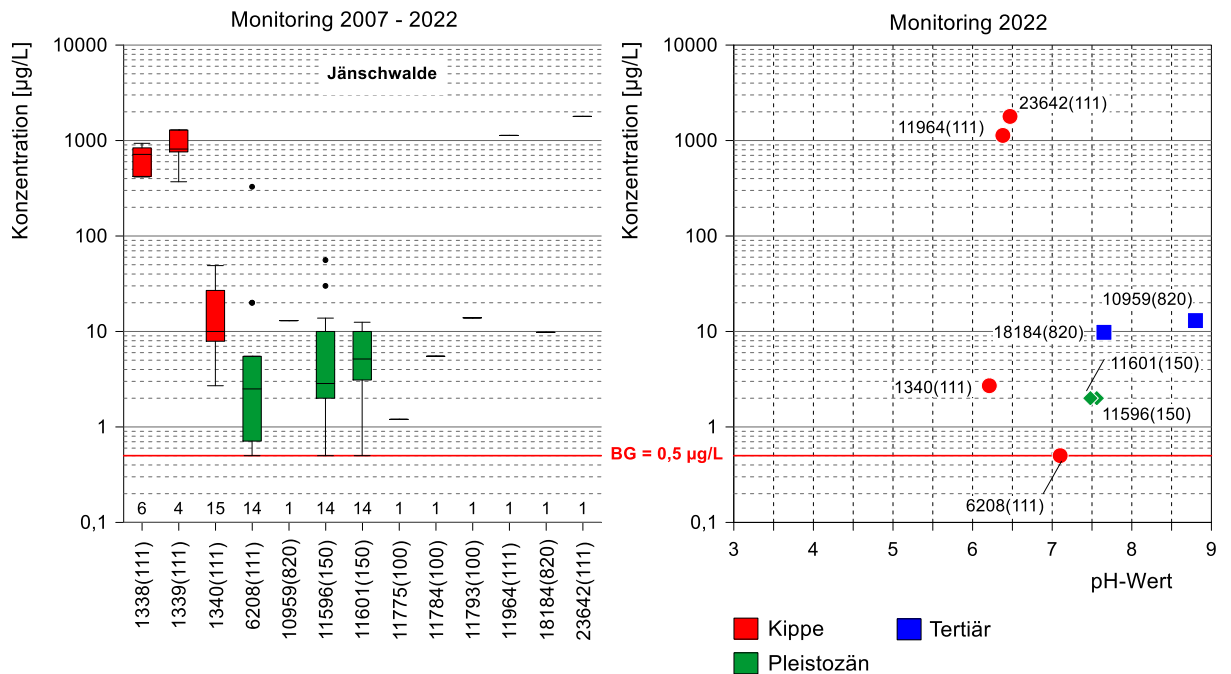
**Bild 34: Arsenkonzentration im Grundwasser des Förderraums Jämschwalde.**

Die **Kobalt**konzentration des Grundwassers war im Förderraum Jämschwalde unauffällig. In den gewachsenen Grundwasserleitern außerhalb der Tagebaue und auch in den Kippenmessstellen lag die Kobaltkonzentration meist unter der Bestimmungsgrenze von 1 µg/L (Bild 35). Analog zu Arsen fand sich das Maximum von 1,9 µg/L in der GWM 23642(111).



**Bild 35: Kobaltkonzentration im Grundwasser des Förderraums Jänschwalde.**

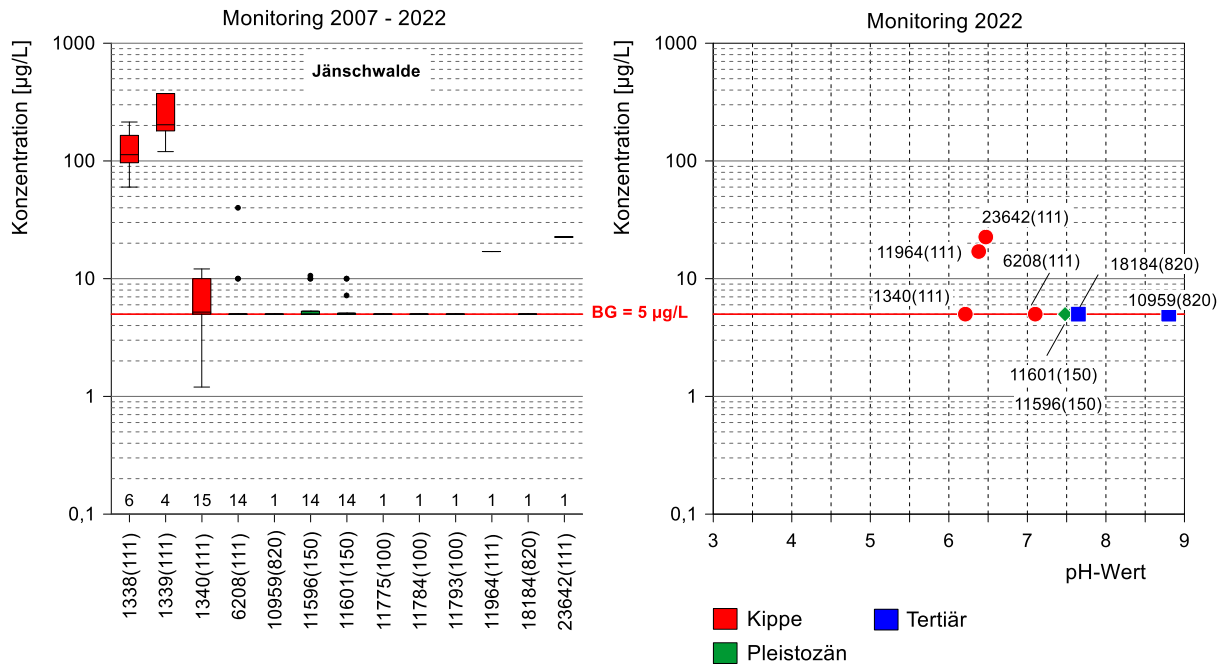
**Zink** wurde im Jahr 2022 in Konzentrationen zwischen der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/L in der GWM 6208(111) und maximal 1.790 µg/L in der Messstelle 23642(111) erfasst (Bild 36).



**Bild 36: Zinkkonzentration im Grundwasser des Förderraums Jänschwalde.**

**Nickel** wurde im Jahr 2022 in Konzentrationen mit maximal 23 µg/L in der GWM 23642(111) nachgewiesen (Bild 37, rechts). In der GWM 1339(111) wurde Nickel bei früheren Beprobungen bis 400 µg/L beobachtet (Bild 37 links).





**Bild 37: Nickelkonzentration im Grundwasser des Förderraums Jänschwalde.**

## 7 Empfehlungen

Der LE-B wird die Fortschreibung des Grundwassergütemonitorings im jährlichen Turnus und nach der vorliegenden Methodik empfohlen. Die Methodik der Grundwasserprobennahme unter Berücksichtigung sowohl des hydraulischen als auch des hydrochemischen Abbruchkriteriums entspricht dem fortgeschrittenen Stand der Technik und gewährleistet die Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben.

Zur Wahrung der Kontinuität sollte das Messstellennetz für das Grundwassergütemonitoring in seiner Grundstruktur beibehalten werden. Im Zusammenhang mit dem Tagebaufortschritt und der Kippenentwicklung werden lokale Anpassungen des Messnetzes empfohlen.

Im Jahr 2018 wurde vom Probennehmer an der GWM 10959(820) eine Verunreinigung durch Kalkdünger festgestellt. Vor der nächsten Beprobung wird dringend eine Regeneration der Messstelle durch ergiebiges Klarspülen empfohlen: Zur Verifizierung der Befunde zur GWM 10959(820) wird empfohlen, den benachbarten Wasserversorgungsbrunnen für die Moaske parallel zu beproben.



## 8 Quellenverzeichnis

- [DIN 4030] DIN 4030-1:2008-06: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte. Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Juni 2008.
- [DIN 38402-13] DIN 38402-13:2021-12: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Allgemeine Angaben (Gruppe A): Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser (A 13). Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Dezember 2021.
- [DWA 2011] DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 909 (2011): Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen. Deutsche Vereinigung für Wasser, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, Dezember 2011.
- [IWB 2007] Grundwassermonitoring im Bereich aktiver Braunkohletagebaue der Vattenfall Europe Mining AG. Grundwassergütebericht 2007. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 20. Juli 2007.
- [IWB 2008] Grundwassermonitoring im Bereich aktiver Braunkohletagebaue der Vattenfall Europe Mining AG. Grundwassergütebericht 2008. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 30. Juni 2008.
- [IWB 2013] Darstellung der Bewirtschaftungsziele für die vom Braunkohlenbergbau beeinflussten Grundwasserkörper der FGG Elbe. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann im Auftrag der FGG Elbe, redaktionelle Fassung vom 13.09.2013.
- [IWB 2020] Grundwassermonitoring im Bereich der Braunkohletagebaue der Lausitz Energie Bergbau AG. Grundwassergütebericht 2020 – Förderraum Jänschwalde. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 27.07.2020.
- [IWB 2021] Grundwassermonitoring im Bereich der Braunkohletagebaue der Lausitz Energie Bergbau AG. Grundwassergütebericht 2021 – Förderraum Jänschwalde. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 27.07.2021.
- [LAWA 2004] Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.). Düsseldorf, Dezember 2004.
- [MHM 2018] Merkblatt Montanhydrologisches Monitoring in der LMBV mbH, Senftenberg, 10.04.2019.
- [Parkhurst & Appelo 1999] Parkhurst, D.L and C.A.J. Appelo: Users guide to PHREEQC (version 2) – a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport and inverse geochemical calculations. U.S.G.S. Water Resources Investigations Report 99-4259, USA, Denver, Colorado 1999.