

Projekt:

Quarkies-/Quarzsandtagebaus Niederweimar: Obligatorischer Rahmenbetriebsplan für die geplante Süderweiterung

Anlage 5.2 Bericht zum Grundwasserströmungsmodell

Auftraggeber:

**Holcim Kies & Splitt GmbH
Tropowitzstraße 5
22529 Hamburg**

**Regionalverwaltung Süd-West
Ludwig-Rinn-Straße 59
35452 Heuchelheim**



I. Inhaltsverzeichnis (Text)

		Seite
1.	Veranlassung, Aufgabenstellung	1
2.	Hydrogeologisches Modell, Modellvorstellung	6
2.1	Abgrenzung des Modellgebietes	7
2.2	Untergrund- und Modellaufbau	7
3.	Kalibrierung des Grundwassermodells	9
3.1	Kalibrierungsansatz	9
3.2	Anpassungsgüte	10
3.3	Berechnete Verteilung der geohydraulischen Parameter	11
3.4	Bewertung der stationären Modellkalibrierung	12
4.	Anwendung des numerischen Grundwassermodells	13
4.1	Berechnungsansätze	13
4.2	Szenario 1 (2028): Abbauphase 1 Erweiterung	15
4.3	Szenario 2 (2028/2029): Abbauphase 2 Erweiterung	15
4.4	Szenario 3 (2029): Abbauphase 3 Erweiterung	16
4.5	Szenario 4.1 (2030/2031): Abbauphase 4.1 Erweiterung	16
4.6	Szenario 4.2 (2032): Abbauphase 4.2 Erweiterung	17
4.7	Szenario 5 (2034): Abbauphase 5 Erweiterung	17
4.8	Szenario 6 (2038): Abbauphase 6 Erweiterung	18
4.9	Szenario 7 (2039): Abbauphase 7 Erweiterung	19
4.10	Szenario 8 (2044): Abbauphase 8 Erweiterung	19
4.11	Szenario 9: Vollständige Verfüllung im Altbereich und Teilverfüllung im Erweiterungsbereich ohne Wasserhaltung	20
4.12	Szenario 10: Kalibrierungszustand ohne Wasserhaltung	20
4.13	Szenario 11: Phase 4.1 bei reduzierter GwNeubildung (-30%)	21
5.	Zusammenfassung	22

➤ Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Voraussichtlicher Zeitplan (Änderungen vorbehalten)	5
Tabelle 2-1:	Modellparameter	6
Tabelle 3-1:	Übersicht der GwStände zur Stichtagsmessung am 15.10.2021	9
Tabelle 3-2:	Übersicht der Abflüsse bei MoMnQ-Verhältnissen am 13.05.2022	10
Tabelle 3-3:	Vergleich der gemessenen und berechneten Abflusswerte	10
Tabelle 3-4:	Hydraulische Kennwerte (aus /2/)	12
Tabelle 4-1:	Übersicht der Modellanwendungsfälle (Szenarien)	13

II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne	
Anlage 1.1	Übersichtslageplan mit Modellgebiet TK	M 1:30.000
Anlage 1.2	Übersichtslageplan mit Modellgebiet GK	M 1:30.000
Anlage 2	TWA-Messungen und Abflussgeschehen Pegel Marburg/Lahn	
Anlage 2.1	Übersicht der TWA-Messpunkte	M 1:20.000
Anlage 2.2	Übersicht der TWA-Messungen innerhalb des Altbereichs	M 1:2.500
Anlage 2.3	Ergebnisse der TWA Messungen	
Anlage 2.4	Darstellung von Abfluss und Niederschlag in Marburg an der Lahn	
Anlage 3	Lagepläne zur Modellerstellung	
Anlage 3.1	Übersichtslageplan mit Modellabgrenzung und geplanter Erweiterungsfläche	M 1:30.000
Anlage 3.2	Detailplan mit Modellabgrenzung und geplanter Erweiterungsfläche	M 1:10.000
Anlage 3.3	3-dimensionale Darstellung des numerischen GwModells	
Anlage 3.4	Diskretisierung des Modellgebietes mit hydraulischen Randbedingungen	M 1:30.000
Anlage 3.5	Darstellung der Abbauphasen	M 1:5.000
Anlage 4	Ergebnisse der stationären Modellkalibrierung	
Anlage 4.1	Vergleich der gemessenen und berechneten GwStände für den stationären Kalibrierungszustand und Budget Output (Wasserbilanz)	
Anlage 4.2	Verteilung der horizontalen Durchlässigkeit für die Modellschicht 1	M 1:30.000
Anlage 4.3	Verteilung der horizontalen Durchlässigkeit für die Modellschicht 3	M 1:30.000
Anlage 4.4	Verteilung der horizontalen Durchlässigkeit für die Modellschicht 5	M 1:30.000
Anlage 4.5	Verteilung der angesetzten GwNeubildung in mm/a	M 1:30.000
Anlage 4.6	Berechneter GwGleichenplan für den stationären Kalibrierungszustand	M 1:30.000
Anlage 4.7	Berechneter GwGleichenplan für den Referenzzustand 2028	M 1:20.000
Anlage 5	Ergebnisse der Szenarienberechnungen	
Anlage 5.1	Szenario 1: Abbauphase 1	M 1:10.000
Anlage 5.2	Szenario 2: Abbauphase 2	M 1:10.000
Anlage 5.3	Szenario 3: Abbauphase 3	M 1:10.000
Anlage 5.4	Szenario 4.1: Abbauphase 4.1	M 1:10.000
Anlage 5.5	Szenario 4.2: Abbauphase 4.2	M 1:10.000

Anlage 5.6	Szenario 5: Abbauphase 5	M 1:10.000
Anlage 5.7	Szenario 6: Abbauphase 6	M 1:10.000
Anlage 5.8	Szenario 7: Abbauphase 7	M 1:10.000
Anlage 5.9	Szenario 8: Abbauphase 8	M 1:10.000
Anlage 5.10	Szenario 9: Vollständige Verfüllung ohne Wasserhaltung	M 1:10.000
Anlage 5.11	Szenario 10: Kalibrierungszustand ohne Wasserhaltung	M 1:10.000
Anlage 5.12	Szenario 11: Abbauphase 4.1 mit reduzierter GwNeubildung	M 1:10.000

III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /1/ Kleiner, Warko KG, Baugrund-Bohrgesellschaft, Frankfurt (09/1968):
Schichtenverzeichnisse der Lagerstättenbohrungen 18 – 26, Auftraggeber: Lahn-Waschkies KG
- /2/ Geowissenschaftliches Büro Dr. Aschenbrenner, Buseck (06/1999):
Hydrogeologische und ingenieurgeologische Begutachtung der Vorhabensauswirkungen einschli. geohydraulischer Prognoserechnung zum bergrechtlichen Rahmenbetriebsplan mit Umweltverträglichkeitsstudie für den Quarzkies-Tagebau Niederweimar
- /3/ Ing.-Büro Dipl.-Ing. Zick-Heßler, Wettenberg (12/1999):
Bergrechtliches Rahmenbetriebsplanverfahren mit Umweltverträglichkeitsstudie für die Erweiterung des Quarzkies-Tagebaus Niederweimar nach Südwesten
- /4/ FBA – Freie Biologische Arbeitsgemeinschaft, Priv.-Doz. Dr. habil. Martin Kraft, Marburg (06/2009):
Natura 2000 Prüfung zur Planung des neuen Werkes im Bereich der Kiesgruben bei Niederweimar, Kernzone innerhalb des EU-Vogelschutzgebietes „Lahntal zwischen Marburg und Gießen“ (Natura 2000-Nr.: 5218-401), Avifaunistisches Gutachten
- /5/ Herbert Mathes & Söhne, Bergtechnisches Vermessungsbüro (01.11.2019):
Koordinaten und NN-Höhen der Grundwassermessstellen im Bereich des Quarzkiestagebau Niederweimar
- /6/ Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Dipl.-Ing. Johannes Müller-Lewinski, Bioplan Marburg Höxter GbR, HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (10/2020):
Übersicht zum geplanten bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren nach § 52 Abs. 2a BbergG für die Süd-Erweiterung des Quarzkiestagebaus Niederweimar über die K 62 der Holcim Kies und Splitt GmbH, Planerische Mitteilung zur Erörterung des Untersuchungsrahmens
- /7/ Regierungspräsidium Gießen, Dezernat 44.1 Bergaufsicht (15.02.2021):
Mitteilung der Stellungnahmen der Verfahrensbeteiligten zum Scoping-Termin
- /8/ Holcim Kies & Splitt GmbH (18.03.2021):
Monatliche Grundwasserstandsdaten GWM B1 bis GWM B10 der Jahre 2000 – 2021, GWM B11 – GWM B 13 ab Juli 2021
- /9/ HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (23.03.2021):
Sonderbetriebsplan zur Errichtung von 3 Grundwassermessstellen im Rahmen des bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren zur Erweiterung des Kiesabbaus Niederweimar südlich der K62
- /10/ Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (18.06.2021):
Sonderbetriebsplan zur Errichtung von drei Grundwassermessstellen der Fa. Holcim Kies & Splitt GmbH im Kiesabbau Niederweimar südlich der K62 in der Gemeinde Weimar (Lahn) - Hydrogeologische Stellungnahme
- /11/ HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (22.01.2024):
Quarzkies-/Quarzsandtagebaus Niederweimar: Obligatorischer Rahmenbetriebsplan für die geplante Süderweiterung, Anlage 5.1, Hydrogeologisches Gutachten
- /12/ HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (22.01.2024):
Quarzkies-/Quarzsandtagebaus Niederweimar: Obligatorischer Rahmenbetriebsplan für die geplante Süderweiterung, Anlage 6.2, Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
- /13/ FEFLOW, Finite-Elemente Simulation System for Subsurface Flow and Transport Processes, v.7.2, DHI-WASY GmbH, Berlin
- /14/ Holcim Kies & Splitt GmbH – Quarzsand- und -kiestagebau Niederweimar – Tage- und Gewinnungsriß, Oktober 2020

- /15/ Geologische Schnittdarstellung zum Vorhaben, Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Zick-Hessler, 35435 Wettenberg-Wissmar, 1999
- /16/ HLNUG Geologie Viewer – Bohrdatenportal, <https://geologie.hessen.de>, 12.08.2022
- /17/ Durchlässigkeiten von Fremdmaterial/Aufschüttungen. E-Mail vom 09.06.2022 von Herrn Orgis/Holcim

IV. Verzeichnis verwendeter Abkürzungen

GOK/POK	Geländeoberkante/Pegeloberkante
Gw...	Grundwasser...
GWM	Grundwasser-Messstelle
MoMNQ	Monats-Mittlerer Niedrigwasserabfluss
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss
N, E, S, W	Himmelsrichtungen
NQ	Niedrigster Abfluss
ne´	nordöstlich
sw´	südwestlich
TEG	Teileinzugsgebiet
qTEG	Abflussspende Teileinzugsgebiet
TWA	Trockenwetterabfluss
UG	Untersuchungsgebiet
WSG	Wasserschutzgebiet
WW	Wasserwerk

1. Veranlassung, Aufgabenstellung

Die Holcim Kies & Splitt GmbH betreibt im Regierungsbezirk Gießen, Landkreis Marburg-Biedenkopf den Quarkies-/Quarzsandtagebau Niederweimar auf dem Gebiet der Gemeinde Weimar (Lahn) in den Gemarkungen Niederweimar, Argenstein und Wenkbach. Der Betrieb steht unter Bergrecht; zuständige Aufsichtsbehörde ist das Regierungspräsidium Gießen, Abteilung IV, Dezernat 44.1 Bergaufsicht.

Der Tagebau ist in seinen heutigen Grenzen durch die Rahmenbetriebsplanzulassung vom 20.10.2000 mit 4 Nachträgen genehmigt und wird auf Grundlage der Hauptbetriebsplanzulassung vom 08.12.2022 (Az.: RBGI-44-76d1000/123-2013/2) geführt, dessen Zulassung bis zum 30.06.2025 befristet ist. Er wird begrenzt von der ehemaligen Bundesstraße B 3 im Osten, der Main-Weser-Bahn im Westen, der B 255 (Ortsumgehung Niederweimar) im Norden sowie der Kreisstraße K 62 im Süden.

Innerhalb der aktuell genehmigten Abbaugrenzen wird in absehbarer Zeit der Endstand der Kiesgewinnung erreicht werden, sodass eine Weiterführung des für die Versorgung des Marktes mit hochwertigen Baurohstoffen sehr bedeutsamen Betriebes nur durch eine Erweiterung des Tagebaus sichergestellt werden kann.

Aufgrund der Festlegungen im aktuell gültigen Regionalplan Mittelhessen (2010) einschließlich dessen im Entwurf vorliegenden Fortschreibung, der geologisch bedingten Lagerstättenverhältnisse im Lahntal und auf der Basis der seit vielen Jahren geführten Abstimmungen ist geplant, die Erweiterung als eigenständigen Tagebau südlich der K62 aufzuschließen (siehe Abbildung 1-1). Das als „Süderweiterung“ bezeichnete Vorhaben dient der weiteren Absicherung der Rohstoffversorgung in Mittelhessen und ist aufgrund der zur Neige gehenden nutzbaren Kieslagerstätten im hiesigen Raum von regionaler Bedeutung und damit auch im öffentlichen Interesse.

Der neu aufzuschließende Tagebau soll in den Gemarkungen Argenstein, Roth und Wenkbach zwischen der K 62 im Norden und Westen, der K 60 im Süden und bestehenden Feld-/Wirtschaftswegen im Osten entstehen. Die geplante Erweiterungsfläche (Fläche des Rahmenbetriebsplans) hat einschließlich der einzuhaltenden Sicherheitsabstände eine Größe von ca. 46,23 ha und wird derzeit intensiv landwirtschaftlich überwiegend als Acker genutzt. Die Abbaufäche beträgt ca. 43,03 ha. Die bereits durchgeführten geologischen Untersuchungen zur Erkundung der Lagerstätte haben gezeigt, dass in der geplanten Süderweiterung qualitativ hochwertige und für die Rohstoffversorgung der Region bedeutsame Vorräte in einem gewinnbaren Umfang von ca. 6,62 Mio. t anstehen. Unter Beibehaltung der derzeitigen Entnahmemenge von ca. 420.000 t ergibt sich eine rechnerische Laufzeit für das Vorhaben von rund 16 Jahren.

Der im Bereich der geplanten Süderweiterung gewonnene Rohkies soll über eine Förderverbindung zum genehmigten Kieswerk nördlich des zugelassenen Tagebaus transportiert und dort zu marktfähigen Produkten aufbereitet werden. Die hierfür notwendigen Verbindungseinrichtungen (Förderbänder mit begleitendem Fahrweg) werden an die künftige Geländetopographie angepasst und haben daher keinen Einfluss auf die weitere Umsetzung der im bestehenden Tagebau zugelassenen Wiedernutzbarmachung.

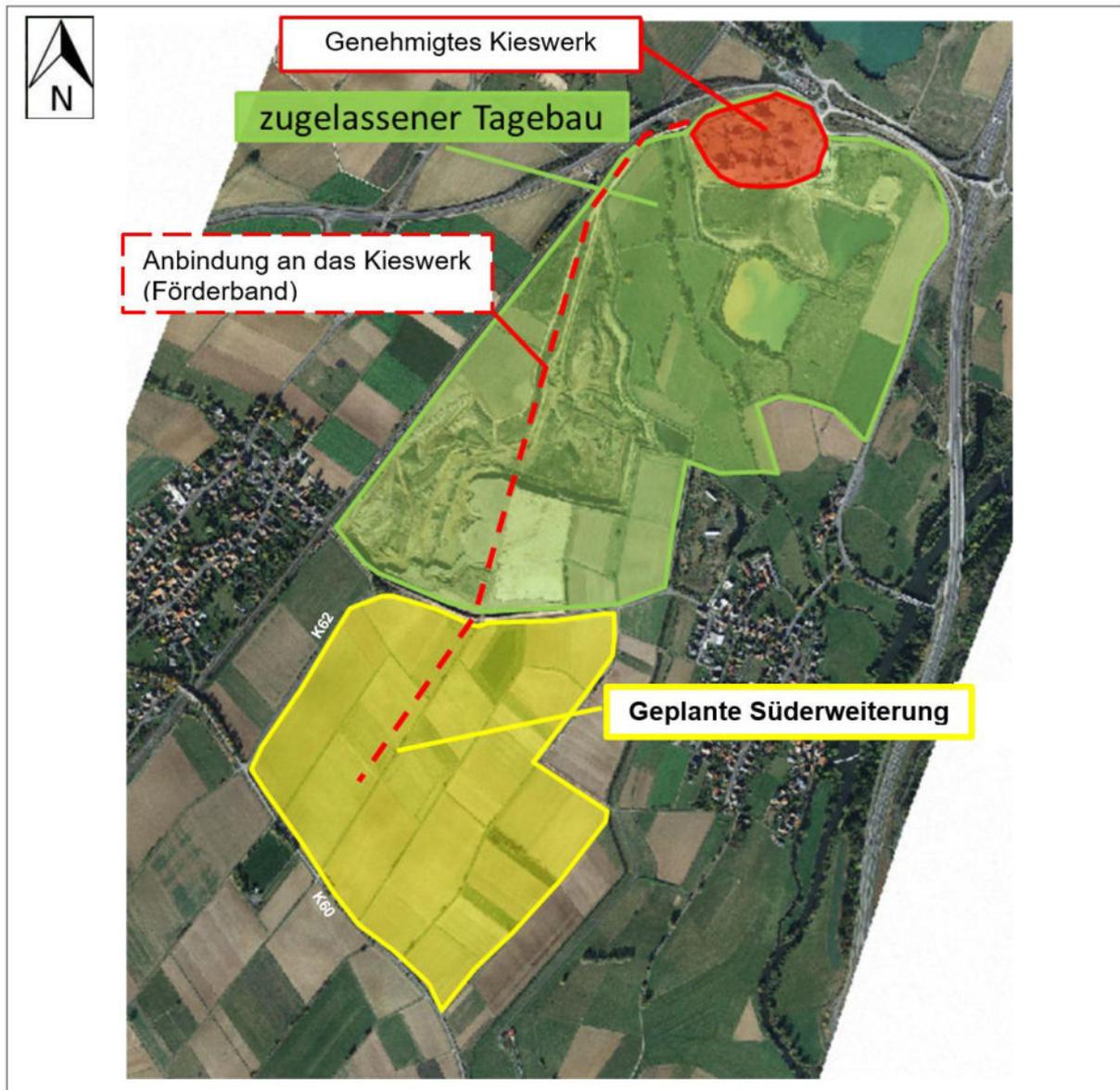


Abbildung 1-1: Übersicht über das Vorhaben

Das Vorhaben umfasst folgende Bestandteile:

- Aufschlussphase im Norden der Erweiterungsfläche und Herstellung der Anbindungsinfrastruktur an das bestehende Kieswerk
- Abbaubetrieb - Gewinnung des Quarkieses / Quarzsandes im Trockenschnitt über weitere 7 Abbauphasen
- Verfüllung des fertig ausgekiesten Tagebaus mit anschließender Wiedernutzbarmachung

Das Abbaukonzept ist in der nachfolgenden Abbildung 1-2 dargestellt. Im ersten Schritt soll eine ausreichend große Aufschlussgrube im Norden der Erweiterungsfläche ausgehoben werden, damit die Förderbandverbindung zum Kieswerk hergestellt werden kann (Abbauphase 1). Die Aufschlussgrube soll zunächst nach Osten und Westen aufgeweitet (Abbauphasen 2 und 3) und anschließend im westlichen Bereich bis zum Erreichen der Südgrenze vergrößert werden (Abbauphasen 4 und 5). Das östliche Abbaufeld

soll in zwei Abschnitten abgebaut werden (Abbauphasen 6 und 8), wobei dazwischen der Kies in einer für Artenschutz Zwecke zeitlich befristet gestalteten und daher vorübergehend vom Abbau verschonten Fläche im Nordwesten gewonnen werden soll (Abbauphase 7).

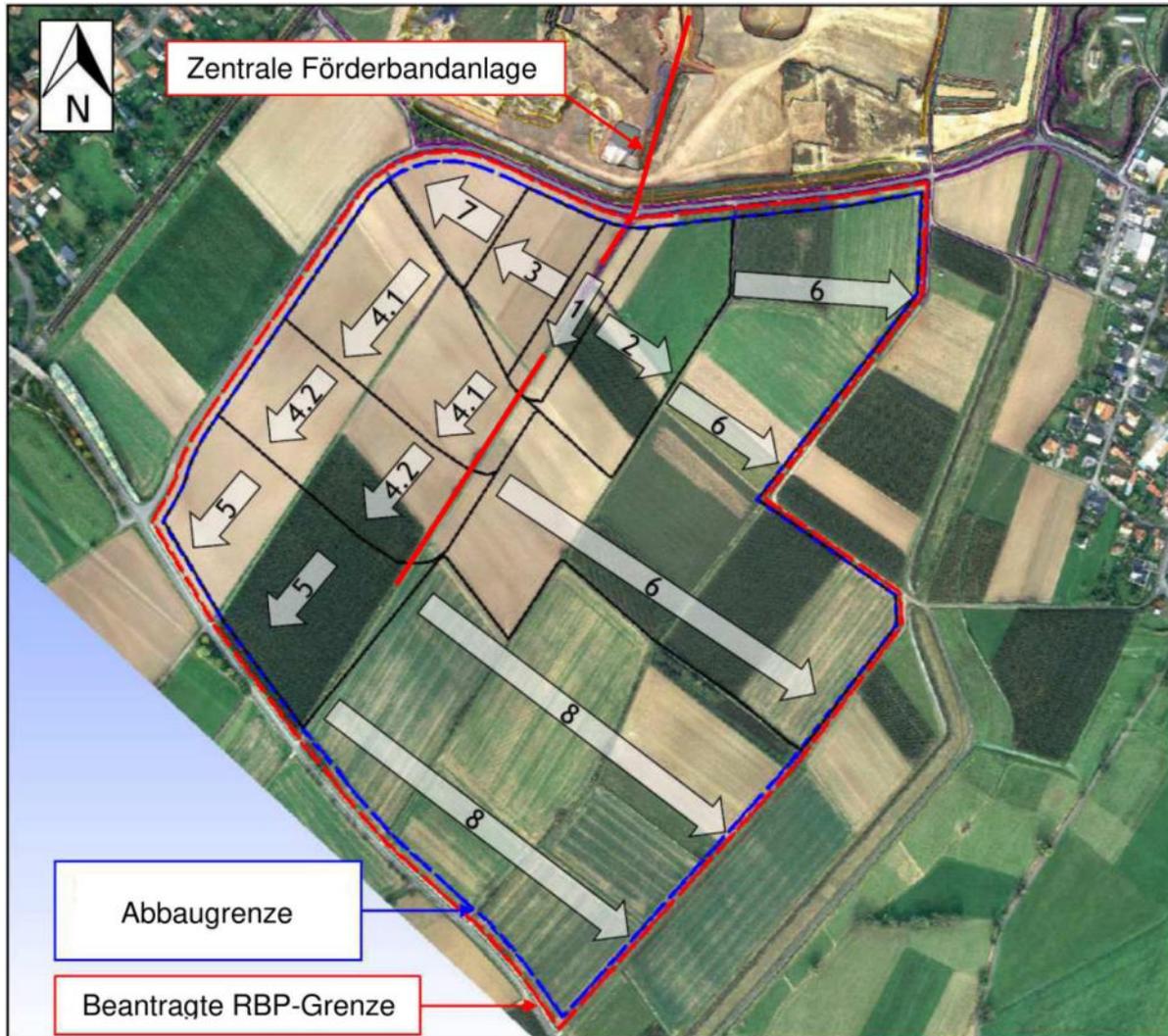


Abbildung 1-2: Abbaukonzept

Die zentrale Förderbandanlage im westlichen Drittel der Erweiterungsfläche bildet einen entscheidenden Planungsparameter für die Abbauführung. In der dabei entstehenden Tagebaustruktur können die anfallenden Abbaumengen ohne Zwischenlagerung endgültig eingebaut werden.

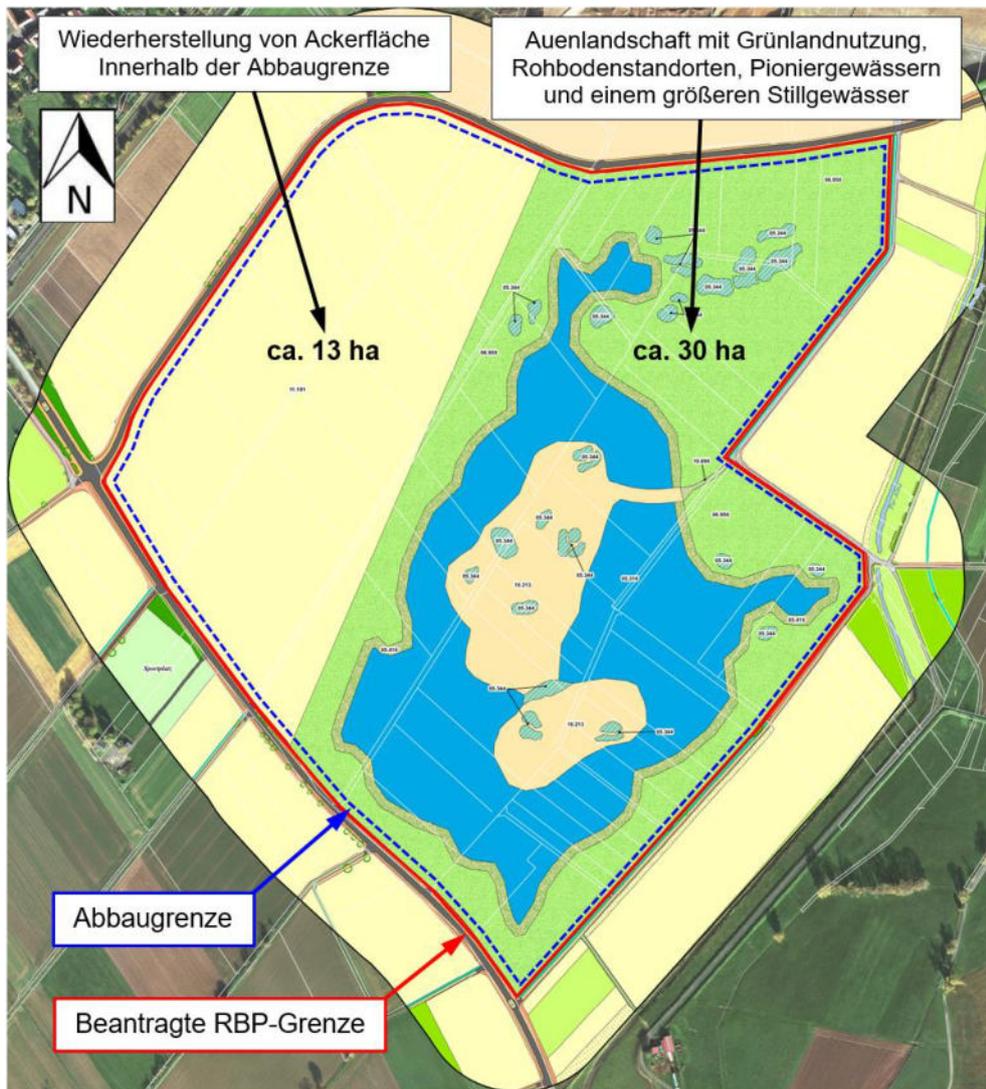


Abbildung 1-3: Wiedernutzbarmachungskonzept

Die Verfüllung der fertig ausgekiesten Bereiche geschieht sukzessive dem Abbau folgend zunächst mit dem eigenen Abraum und den unverwertbaren Anteilen der Lagerstätte, wobei der Schwerpunkt der Verfüllung im Bereich des westlichen Abbaufeldes liegen wird. Dort können bis zum Ende der Kiesgewinnung im Bereich der geplanten Süderweiterung unter Verwertung des anfallenden Oberbodens ca. 13 ha für eine landwirtschaftliche Ackernutzung wiedernutzbar gemacht werden (siehe Abbildung 1-3). Dies entspricht etwa 30 % der durch das Vorhaben beanspruchten Abbaufäche. Für die Verfüllung des östlichen Abbaufeldes ist auch Fremdmaterial erforderlich. Dort soll analog dem bestehenden Wiedernutzbarmachungskonzept das Gelände nicht bis zum ursprünglichen Geländeniveau aufgefüllt werden, sondern eine Auenlandschaft mit Grünlandnutzung, einem größeren Stillgewässer sowie langfristiger Sicherung von Rohbodenstandorten und Pioniergewässern entstehen, u. a. mit dem Ziel mehr Retentionsraum für künftige Lahnhochwässer zu schaffen. Diese stärker an den Zielen des Natur- und Artenschutzes orientierte Art der Wiedernutzbarmachung umfasst ca. 70 % der Vorhabensfläche (ca. 30 ha) und entspricht den gesetzten Planungsvorgaben. Die Endgestaltung der letztgenannten Fläche lässt sich erst nach Beenden des Kiesabbaus realisieren. Hierfür wird eine Nachnutzungsphase von ca. 10 Jahren veranschlagt.

Für die Berechnung der Auswirkungen der jeweiligen Abbau- und Verfüllphasen wurde das auf dem Finite-Elemente-Ansatz beruhende Programm FEFLOW 7.2 /11/ verwendet. Insbesondere die hohe Komplexität der Abbau- und Verfüllungsphasen, konnten durch eine feine Modelldiskretisierung mittels FEFLOW adäquat umgesetzt werden.

Gemäß Angaben der Antragstellerin ergibt sich folgender vsl. Zeitplan:

Tabelle 1-1: Voraussichtlicher Zeitplan (Änderungen vorbehalten)

	Abbauphasen	Laufzeit (a)	Laufzeit Summe (a)
Ca. 2028	Erweiterung Phase 1	0,29	0,29
	Erweiterung Phase 2	1,07	1,36
	Erweiterung Phase 3	0,46	1,82
Ca. 2029/2030	Ende Abbau Mittelbereich		
	Erweiterung Phase 4.1	1,31	3,13
	Erweiterung Phase 4.2	1,24	4,37
	Erweiterung Phase 5	1,42	5,79
	Erweiterung Phase 6	4,68	10,47
	Erweiterung Phase 7	0,46	10,93
Ca. 2040	Ende Wasserhaltung Altbereich		
	Erweiterung Phase 8, Ende Abbau	4,83	15,76

2. Hydrogeologisches Modell, Modellvorstellung

Tabelle 2-1: Modellparameter

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele und fachliche Hinweise
Modellgebiet	Orientierung an natürlichen Randbedingungen (RB)	➤ Naturnahe Ausrichtung der GwStrömungsberechnung.
Modellcharakter	Stationäres Modell	➤ Stationäre Modellierung für MW-Bedingungen
Randbedingungen (RB) (abgeleitet aus hydrogeologisch-geohydraulischen Angaben) sowie Quellen und Senken	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No-Flow- Randbedingungen entlang natürlicher Trennstromlinien ➤ Fluid-Transfer-Randbedingung entlang der Fließgewässer Allna, Wenkbach und Drainagen ➤ Festpotential-RB entlang der Vorfluter Lahn und Walgerbach/Herkerbach ➤ GwNeubildung durch Niederschlag gemäß HLNUG Referenzperiode 1971 – 2000 ➤ Berücksichtigung der Entnahmen und Einleitungen der GwHaltung im Gewinnungsgebiet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sicherstellung einer integren GwBilanz ➤ GwZufluss über GwNeubildung durch Niederschlag; GwNeubildung wirksam in der obersten Modellschicht.
Parametrisierung	<ul style="list-style-type: none"> ➤ k_f-Werte (m/s): <ul style="list-style-type: none"> • Quartäraquifer: $4 \cdot 10^{-3}$ – $5 \cdot 10^{-4}$ m/s • Auffüllungen bindiges Material: $6 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ m/s • Dichte Modellbasis ➤ Offene Gewässer mit $k_f > 0,1$ m/s. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ flächenhafte Ermittlung der geohydraulischen Parameter der quartären Kiese (Quartäraquifer) über Modellkalibrierung (Parameteroptimierung). ➤ Pumpversuche
Vertikaler Modellaufbau	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Umsetzung des Untergrundaufbaus als 6-Schichten-Modell. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Schicht 1 bis 6: Auenlehm, Quartäre Kiese, mittlerer Buntsandstein, Zechstein, Grauwacke ➤ Zwischenschichten zur Erhöhung der vertikalen Diskretisierung ➤ dichte Modellbasis
Kalibrierungsziele (stationär)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachbildung der GwStrömungssituation gemäß des Grubenzustandes in 10/2021 ➤ Nachbildung der Abflussverhältnisse gemäß TWA¹-Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachbildung der GwStrömungsverhältnisse bei Ansatz der MW-Bedingungen ➤ Kalibrierung des GwModells

¹ Trockenwetterabfluss

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele und fachliche Hinweise
Modellanwendungen (stationäre Berechnungen)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ GwStrömungsberechnung für den Referenzzustand 2028 ➤ GwStrömungsberechnung für die Phasen der Erweiterungsflächen 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Szenarienberechnung Erweiterungsfläche 1 bis 8

2.1 Abgrenzung des Modellgebietes

Das Modellgebiet liegt im Süden von Marburg entlang des Vorfluters Lahn. Der Projektbereich des Abbaugebietes und der Erweiterungsfläche liegt südlich von Niederweimar und nordöstlich von Niederwalgern bei Argenstein. Die Ausdehnung der geplanten Erweiterungsfläche des Kiesabbaugebietes umfasst eine Fläche von ca. 0,46 km² und liegt zwischen der Bahntrasse der Main-Weser-Bahn und der Lahn.

Die Modellabgrenzung erfolgte weiträumig um den Projektbereich, so dass ein ausreichend großer Abstand zum Aussagegebiet gewahrt wird.

Auf Basis der Geologischen Karte GK25 Blatt 5218 Niederwalgern, sowie der hydrogeologischen Gegebenheiten wurden die Allna und der Wenkbach als Zufluss- bzw. Abflussrand mittels Fluid-Transfer-Randbedingung definiert. Kleinere Fließgewässer und Drainagen wurden ebenfalls als Fluid-Transfer-RB definiert. Der nw' und nördliche Modellrand wurde, bis auf den Bereich des Cyriaxbachs, aufgrund der Topografie und der daraus resultierenden Trennstromlinien als No-Flow-Randbedingung gesetzt. Die Vorfluter Lahn und Walgerbach wurden als Festpotential-RB umgesetzt. Insgesamt hat das GwModell eine Fläche von 24,6 km² mit 171.179 Zellelementen. Vor dem Hintergrund der Aufgabenstellung und der zu erwartenden starken GwStandsänderung aufgrund von räumlich variablen GwHaltungsmaßnahmen im Bereich der Kiesabbaugebiete, wurde die Auflösung der Modellzellen variiert. Im Kernbereich wurde eine sehr geringe Zellweite mit 1 Meter gewählt und gewährleistet die erforderliche Detailgenauigkeit. Eine Übersicht der Diskretisierung mit den angesetzten hydraulischen Randbedingungen kann aus Anlage 3.4 entnommen werden.

2.2 Untergrund- und Modellaufbau

Der Planungsraum befindet sich im hydrogeologischen Teilraum „Trias und Zechstein westlich der Niederhessischen Senke“, dessen mesozoische und paläozoische Schichten von zahlreichen NW- und SEgerichteten Verwerfungen durchzogen werden. In diesem Randbereich zum Rheinischen Schiefergebirge grenzen Ablagerungen des Zechsteins an den Ostrandabbrüchen des Rheinischen Schiefergebirges direkt an Schichten des älteren Gebirges (Unterkarbon) und an Schichten des Unteren Buntsandsteins.

Der derzeitige und der geplante Abbau liegen im Bereich quartärer (holozäner) Ablagerungen der Lahn (Auenlehm/Löß, Sande und Kiese der Lahnterrasse T1). Diese werden unterlagert von Gesteinen des Oberen Zechsteins (r/z7 bzw. zo, Mächtigkeit ca. 30 – 50 m). Diese Randfazies ist als Breckzie, Sandstein sowie als Knollen und Bänkchen dolomitischen Kalksteins ausgebildet. Die Zechsteinschichten liegen diskordant auf den Schichten des Unterkarbons (Kulm-Grauwacke [cd3,g], Mächtigkeit bis 500 m), die als Grauwacken und Tonschiefer ausgebildet sind.

Auf der östlichen Seite des Lahntals stehen Gesteine des oberen Zechsteins (mürbe, violettrote Breckziesandsteine) sowie des unteren und mittleren Buntsandsteins (feinkörnige, rote Sandsteine und Quarzsandsteine) an. Westlich von Wenkbach stehen Gesteine des oberen Zechsteins an, gefolgt von mittel- und oberkarbonischen Grauwacken und Tonschiefern. Im Hangenden der Festgesteine befinden sich Hangverwitterungslehm und Löss, die ähnliche Mächtigkeiten aufweisen wie der Auenlehm und Löss im Hangenden der Kiese im Lahntal.

In die holozänen Sande und Kiese können örtlich Ton- und Schlufflinsen eingeschaltet sein, die aber lateral nur im Dekameterbereich aushalten und hydrogeologisch keine Bedeutung haben. Eine Sonderstellung nehmen die höhergelegenen Lahnterrassen ein, die nach der Geologischen Karte Blatt Niederwalgern westlich und südwestlich von Wenkbach in einer Höhe von mehr als 200 m NN oberflächennah im Hangenden der paläozoischen Festgesteine vorkommen. Aufgrund ihrer Höhenlage spielen sie hydrogeologisch nur lokal eine Rolle.

Das Lahntal folgt einer rheinisch streichenden (SSW-NNE) tektonischen Schwäche- bzw. Störungszone, die die Gesteine des Karbons gegen die des Zechsteins und Buntsandsteins versetzt hat. Die östlichen Buntsandstein-Schollen sind abgesunken.

Die vertikale Diskretisierung des GwModells wurde in 6 Schichten unterteilt, um die geologischen Verhältnisse und die entsprechenden Grubengeometrien abzubilden. Durch eine feine vertikale Diskretisierung wird die numerische Fehlerbilanz minimiert, sodass GwAbsenkungen durch die erforderlichen GwHaltungsmaßnahmen adäquat berechnet werden können.

Die Geländeoberkante wurde mit einem digitalen Geländemodell (DGM) mit einer Gitterweite von 1 Meter für den Projektbereich erstellt. Zusätzlich stehen Gewinnungsrisse aus den letzten Jahren mit Höhenangaben zur Verfügung /14/.

Die GwNeubildungsrate wurde auf Grundlage der mittleren jährlichen GwNeubildung aus Niederschlag im Zeitraum von 1971 bis 2000 des HLNUG flächendifferenziert umgesetzt (Anlage 4.5).

Für die Berechnungen des GwModells wurde ein ungesättigter bzw. variabel gesättigter Ansatz basierend auf der Richards-Gleichung gewählt. Die Modellberechnungen wurden stationär durchgeführt.

Die Erstellung der Schichtgeometrien wurde auf Basis folgender Datensätze und Unterlagen erstellt:

- Geologische Karten GK 5218 Niederwalgen
- Bohrdaten des HLNUG /16/
- Profilschnitte /15/

3. Kalibrierung des Grundwassermodells

3.1 Kalibrierungsansatz

Die Modellkalibrierung ist nach der Entwicklung der Hydrogeologischen Modellvorstellung (HGM) und der Aufbereitung und Übertragung der vorhandenen Daten in das GwModell der letzte Schritt bei der Erstellung eines GwModells. Unter der Modellkalibrierung versteht man die Anpassung der Rechenergebnisse des Modells (GwStände, GwAbflüsse bzw. GwBilanzdaten) an das durch die realen Daten beschriebene natürliche System. Hierbei werden durch Variation der k_f -Werte im Rahmen hydrogeologisch plausibler Größenordnungen die berechneten GwStände an die gemessenen GwStände angepasst.

Die Kalibrierung des numerischen GwModells erfolgte für den Zeitpunkt der Stichtagsmessung am **15.10.2021**. Hierfür standen für 12 GwMessstellen im Projektbereich Grundwasserstandsdaten zur Verfügung. Des Weiteren wurde eine TWA-Messung am 13.05.2022 zu MoMNQ¹-Verhältnissen (siehe auch Anlage 2.4) an den relevanten Vorflutern (Allna, Par-Allna, Wenkbach) vorgenommen. Wie man der Anlage 2.4 Blatt 1 entnehmen kann, lagen für den Zeitpunkt der Abflussmessungen am 05.07.2022 (großräumig) und 03.08.2022 (Kieswerk) Abflussverhältnisse zwischen MNQ²- und NQ³- Verhältnissen vor.

Innerhalb des derzeitigen Abbaubereichs wird eine GwHaltung betrieben, wobei einzelne kleinere Kanäle Grundwasser zum Pumpensumpf leiten. Mehrere TWA-Messungen wurden zusätzlich an den Kanälen durchgeführt. Förderraten der GwHaltung im Pumpensumpf standen in Form von monatlichen Daten zur Verfügung. Eine Darstellung der TWA-Messpunkte kann der Anlage 2 in Form eines Übersichtplanes entnommen werden.

Tabelle 3-1: Übersicht der GwStände zur Stichtagsmessung am 15.10.2021

Bezeichnung	Wsp in m ü. NN
GWM B2	166,33
GWM B3	167,34
GWM B4	166,86
GWM B5	167,32
GWM B6	167,00
GWM B7	167,92
GWM B8	167,19
GWM B9	168,14
GWM B10	167,18
GWM B11	167,25
GWM B12	167,39
GWM B13	167,74

¹ Monats-Mittlerer Niedrigwasserabfluss, MoMNQ-Verfahren nach WUNDT (1958) und KILLE(1970): Ermittlung des unterirdischen Abflusses. Bei dem MoMNQ-Verfahren nach WUNDT (1958) wird der grundwasserbürtige Abfluß gleich dem Mittelwert aller niedrigsten Monatsabflüsse (Tagesmittelwerte) gesetzt (MoMNQ-Wert).

² Mittlerer Niedrigwasserabfluss

³ Niedrigster Abfluss

Tabelle 3-2: Übersicht der Abflüsse bei MoMnQ-Verhältnissen am 13.05.2022

TWA-Messstelle	Abfluss (l/s)
Allna TWA 1	129
Allna TWA 3 +TWA2	127
TWA 2	46
TWA 4	163
Par-Allna TWA 7	174
Wenkbach TWA 5	5,1
Wenkbach TWA 6	0

3.2 Anpassungsgüte

Das Ergebnis der Modellanpassung ist in der Anlage 4 dokumentiert. Dabei wurden folgende Darstellungsformen gewählt:

- Vergleich der gemessenen und berechneten GwStände für den stationären Kalibrierungszustand und die numerische Wasserbilanz (Anlage 4.1)
- Vergleich der berechneten Abflüsse mit den TWA-Messungen
- k_f -Wert-Verteilung in Kartenform (Anlage 4.2 bis Anlage 4.4)
- GwNeubildung in mm/a (Anlage 4.5)
- GwGleichenplan, stationärer Kalibrierungszustand (Anlage 4.6)

Bei dem vorliegenden GwModell kann man von einer sehr guten Anpassung der berechneten GwStände an die gemessenen GwStände sprechen. Der mittlere Fehler liegt bei 0,005 m, die Standardabweichung bei 0,055 m. Der normalisierte RMS (Root-Mean-Square Error) beträgt 3,5 %. Eine Zusammenfassung der statistischen Ergebnisse ist in der Anlage 4.1 dokumentiert.

Tabelle 3-3: Vergleich der gemessenen und berechneten Abflusswerte

13.05.2022	Abfluss (l/s)	Zuwachs (l/s)	TEG (km ²)	qTEG (l/s*km ²)	EZG Modell km ²	TWA l/s	Modell l/s	Differenz in l/s	Abweichung in %
TWA1	129	129	89,7	1,44	5,78	8,3	8,79	0,48	5,7
TWA1 - (TWA2+TWA3)	127	-2	1	-2,0	1	-2,0	-1,45	0,55	-27,5
TWA 2	46								
TWA4 nach Pumpenteich	163	163	0,9	181,11	0,9	163	152,32	-10,68	-6,4
TWA5	5,1	5,1	5,7	0,89	4,1	3,7	3,85	0,13	3,6
TWA6	0	-5,1	1,6	-3,19	1,6	0	0		0
(TWA 4 + TWA 2) - TWA7	174	-35	1,4	-25,0	1,4	-35	-21	-14	-40,0
03.08.2022									
Kieswerk TWA1						10	9,79	-0,21	-2,1
Kieswerk TWA2						20	20,32	0,32	1,6
Kieswerk TWA3						-	-		
Kieswerk TWA4						48	43,87	-4,13	-8,6
Kieswerk TWA5						0,05	0	-0,05	-100

	Abfluss (l/s)	Zuwachs (l/s)	TEG (km²)	qTEG (l/s*km²)	EZG Modell km²	TWA l/s	Modell l/s	Differenz in l/s	Abweichung in %
13.05.2022									
Kieswerk TWA6 - Kieswerk TWA7						47	44,58	-2,42	-5,1
Kieswerk TWA7						48	43,18	-4,82	-10

Zu dieser Fehlerbetrachtung ist folgende Erläuterung zu geben:

Bezeichnet man mit R_i die Abweichung von der berechneten zu gemessenen Piezometerhöhe der Messstelle GWM_i

$$R_i = H_i^{Modell} - H_i^{Messung} \quad i = 1, \dots, n$$

gibt es neben dem arithmetischen mittleren Modellfehler

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

noch den mittleren absoluten Modellfehler

$$|\bar{R}| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |R_i|$$

bzw. den mittleren quadrierten Modellfehler

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i^2}$$

Hierbei stellt RMS die englische Abkürzung – Root mean square, die Wurzel des mittleren quadrierten Fehlers dar.

Die numerische Wasserbilanz ist in der Anlage 4.1 dargestellt. Der rechnerische Fehler in der Wasserbilanz beträgt für das gesamt Modellgebiet ca. $-1,35 \cdot 10^{-2}$ l/s, was zusammen mit den o. g. statistischen Werten und dem Vergleich der berechneten und gemessenen Abflussdaten ein sehr gutes Ergebnis darstellt.

3.3 Berechnete Verteilung der geohydraulischen Parameter

Für die Frage der Grundwasserbewegung spielen hier nur die quartären Sande und Kiese eine Rolle. Die hangenden Auenlehme weisen Durchlässigkeitsbeiwerte k_f von $<10^{-5}$ m/s auf. Nach Pumpversuchen in GwMessstellen im Bereich des Kieswerkes liegt das geometrische Mittel der Transmissivität der liegenden Sande und Kiese bei $2,4 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Der entsprechende k_f -Wert liegt bei $2,7 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Tabelle 3-4: *Hydraulische Kennwerte (aus /2/)*

Bohrung	Absenkung [m]	Pumprate [m ³ /h]	Pumpdauer [h]	Mächtigkeit des Aquifers [m]	Transmissivität [$\cdot 10^{-3}$ m ² /sec]	k _F -Wert [$\cdot 10^{-4}$ m/sec]
B1	5,7	3,1	2,0	10,25	0,25	0,25
B2	0,08	3,6	2,5	11,7	15,2	13,6
B3	0,22	3,6	2,0	7,4	5,6	7,6
B4	0,04	3,6	2,5	9,7	30,4	31,3
B5	6,0	2,4	2,0	7,1	0,23	0,32
B6	4,7	3,2	2,0	11,7	0,29	0,24
B7	0,13	3,6	2,0	6,0	9,6	13

Die horizontale Durchlässigkeitsverteilung ist in der Anlage 4.2 bis Anlage 4.4 in Kartenform dokumentiert. Die Variation und Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte wurden anhand plausibler hydrogeologischer Größenordnungen vorgenommen. Hierbei wurden im Mittel etwa folgende k_F-Werte angenommen:

- Unterer Buntsandstein $1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Oberer Zechstein $3 \cdot 10^{-6}$ m/s
- Grauwacken $1 \cdot 10^{-7}$ m/s
- Löß $1 \cdot 10^{-6}$ m/s
- Quartäre Kiese $1 \cdot 10^{-2}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
- Die Durchlässigkeit der Auffüllung im Altbereich, sowie im Erweiterungsbereich wird mit ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angegeben /17/.

3.4 Bewertung der stationären Modellkalibrierung

Zusammenfassend kann man von einer guten Anpassung der berechneten GwStände an die gemessenen GwStände sprechen. Auch die berechneten GwAbflüsse passen insgesamt gut zu den gemessenen Abflussdaten. Die Abweichungen und der Modellfehler sind insgesamt als gering einzuschätzen. Das großräumige GwFließregime konnte anhand der zu Verfügung stehenden Daten nachgebildet werden. Insgesamt kann das vorliegende GwModell hinsichtlich der Fragestellung als prognosefähig eingestuft werden.

4. Anwendung des numerischen Grundwassermodells

4.1 Berechnungsansätze

Basierend auf dem stationär kalibrierten numerischen GwModell wurden für die Bewertung der Auswirkungen des geplanten Kiesabbaus und der Verfüllung von Fremdmaterial auf die großräumige Grundwassersituation für die unterschiedlichen Projektphasen insgesamt 10 Szenarienberechnungen durchgeführt. Zusätzlich wurden 6 „Worst-Case-Szenarien“ für die Phase 4.1 bis Phase 8 berechnet, die jeweils die möglichen Auswirkungen zwischen Herstellung der Grubenendwand und Errichtung der entsprechenden ca. 10 m breiten Verfüllkörper und damit einer unvollkommenen Wandabdichtung darstellen. Die Darstellung erfolgt in Form von GwGleichen- und Differenzenplänen. Derzeit wird davon ausgegangen, dass die Phase 1 in der Erweiterungsfläche in 2028 beginnt. In der folgenden Tabelle ist eine Übersicht der verschiedenen Szenarien und Anwendungsfälle zusammen mit dem Ausgangs-/Vergleichszustand dargelegt:

Tabelle 4-1: Übersicht der Modellanwendungsfälle (Szenarien)

Szenario	Ausgangszustand und Anwendungsfälle
Kalibrierung (stationär)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausgangszustand zum Zeitpunkt 10/2021 ➤ Entnahme- und Einleitraten entsprechend der vorhandenen Daten in /11/ ➤ Nachbildung der GwStrömungsverhältnisse zum Stichtag 10/2021 ➤ Nachbildung der Abflüsse zu MoMnQ-Verhältnissen
Szenario 1 (2028)	<p>Maßnahmen bis 2028 (Berechnungsgrundlage für die Differenzenpläne):</p> <p>Altbereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Umlagerung Abraum E-Seite --> W-Seite Altbereich: 48.000 m³ ➤ Umlagerung Mittelbereich --> W-Seite 2026-2028: 180.000 m³ ➤ Umlagerung Erweiterung --> Altbereich 2028: 57.000 m³ ➤ Einbau von Fremdmaterial 2023-2028: 300.000 m³ ➤ Abzüglich Verfüllung E-Wand Altbereich: 84.000 m³ <p>Abbauphase 1 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 2.700 m³ ➤ Abraum: 22.600 m³ ➤ Kies: 127.200 m³
Szenario 2 (2028/2029)	<p>Abbauphase 2 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 8.400 m³ ➤ Abraum: 70.200 m³ ➤ Kies: 261.400 m³
Szenario 3 (2029)	<p>Altbereich:</p> <p>Umlagerung Mittelbereich --> W-Seite: 60.000 m³</p> <p>Umlagerung Erweiterung --> Altbereich 2029: 57.000 m³</p> <p>Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³</p> <p>Abbauphase 3 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 4.300 m³ ➤ Abraum: 35.300 m³ ➤ Kies: 116.400 m³
Szenario 4.1 (2030/2031)	<p>Altbereich 2030:</p> <p>Umlagerung aus Mittelbereich: 60.000 m³</p> <p>Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³</p>

	<p>Abbauphase 4.1 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 11.400 m³ ➤ Abraum: 95.200 m³ ➤ Kies: 324.400 m³ <p>Worst-case-Szenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ w'-Wand nicht abgedichtet
Szenario 4.2 (2032)	<p>Altbereich: Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³ jährlich</p> <p>Abbauphase 4.2 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 10.200 m³ ➤ Abraum: 84.900 m³ ➤ Kies: 306.900 m³ <p>Worst-case-Szenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ nur n' Teil der w' Wand ist abgedichtet
Szenario 5 (2034)	<p>Altbereich: Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³ jährlich</p> <p>Abbauphase 5 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 12.800 m³ ➤ Abraum: 106.500 m³ ➤ Kies: 356.700 m³ <p>Worst-case-Szenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ n' und mittlerer Teil der w' Wand ist abgedichtet
Szenario 6 (2038)	<p>Altbereich: Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³ jährlich</p> <p>Abbauphase 6 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 39.300 m³ ➤ Abraum: 327.700 m³ ➤ Kies: 1.132.000 m³ <p>Worst-case-Szenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ w' und s' Wände sind abgedichtet
Szenario 7 (2039)	<p>Altbereich: Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³ jährlich</p> <p>Abbauphase 7 Erweiterung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 3.200 m³ ➤ Abraum: 26.700 m³ ➤ Kies: 125.100 m³ <p>Worst-case-Szenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ w', e' und s' Wände sind abgedichtet, NW-Ecke: keine Abdichtung
Szenario 8 (2044)	<p>Altbereich: Einbau von Fremdmaterial: 50.000 m³ jährlich Ende der Wasserhaltung: 2040</p> <p>Abbauphase 8 Erweiterung, Ende Abbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterboden: 39.500 m³ ➤ Abraum: 329.600 m³ ➤ Kies: 1.163.900 m³ <p>Worst-case-Szenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ w', e' und s' Wände sind abgedichtet, NW-Ecke: Abdichtung, se' und sw' Wand: keine Abdichtung
Szenario 9	<p>Vollständige Verfüllung im Altbereich und Teilverfüllung im Erweiterungsbereich Ohne Wasserhaltung</p>

Szenario 10	Kalibrierungszustand Ohne Wasserhaltung
--------------------	--

Die Wasserentnahmen aus Grundwasser und Abwassereinleitungen in Gewässer sind als überwiegend gering einzustufen. Die Entnahmemengen der beiden Betriebsbrunnen der Fa. YKK DEUTSCHLAND GmbH, Bahnhofsweg 12, in Wenkbach von im Mittel $21.000 \text{ m}^3/\text{a} = 2,3 \text{ m}^3/\text{h} = 0,7 \text{ l/s}$ haben nur einen geringen Einfluss auf das GwFließregime (vgl. /11/)

4.2 Szenario 1 (2028): Abbauphase 1 Erweiterung

Szenario 1 beschreibt die erste Abbauphase im geplanten Erweiterungsbereich und dient vornehmlich der Unterführung der Landesstraße und der Verlängerung der Bandstraße in den Erweiterungsbereich. Die anfallenden Kippmassen werden in den Altbereich verfahren. Die erste Abbauphase der Erweiterung ist für das Jahr 2028 geplant. Aufgrund des kontinuierlichen Betriebes im Alt-Abbaubereich wurde für die Darstellung der Differenzenpläne der Zustand 2028 als Referenzzustand gewählt und nicht der Kalibrierungszustand 10/2021. Im Altbereich werden zwischen 2022 und 2028 unterschiedliche Bereiche abgebaut, umgelagert und verfüllt. Eine Darstellung der Abbau- und Verfüllungsbereiche erfolgt für jedes Szenario in den Übersichtsplänen für den jeweiligen Zeitpunkt.

Die Ergebnisse von Szenario 1 können der Anlage 5.1 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden. Wie man den GwStandsdifferenzen entnehmen kann, entstehen durch die erste Phase der Erweiterung im direkten Abbaubereich zusätzliche GwAbsenkungen von 1 m bei einer Reichweite von ca. 300 m im Vergleich zum Referenzzustand. Die GwAbsenkung von 0,5 m reicht bis Wenkbach in nw'-Richtung und bis zur Bundesstraße B255. Die Ableitungsrate aus der Erweiterungsfläche wurde mit $18,3 \text{ l/s} (= 65,9 \text{ m}^3/\text{h}, 1.581 \text{ m}^3/\text{d}, 577.109 \text{ m}^3/\text{a})$ berechnet.

4.3 Szenario 2 (2028/2029): Abbauphase 2 Erweiterung

In Szenario 2 wird der se' Mittelteil des Altbereichs ausgekiest und der sw' Teil verfüllt. Im Erweiterungsbereich werden ca. 261.400 m^3 Kies abgebaut. Die anfallenden Kippmassen werden während der Aufschlussphase in den Altbereich verfahren. Die Berechnungen zeigen, dass der Kiesabbau im Altbereich zu einer zusätzlichen GwAbsenkung im anschließenden se' Bereich bis maximal ca. 2 m führt. Der Kiesabbau in der Erweiterungsfläche und die Auffüllungen im Altbereich führen im Bereich der Landesstraße zu einer GwAbsenkung von ca. 0,5 m. Ausgehend vom Rand der Erweiterungsfläche in Phase 2 beträgt die GwAbsenkungsreichweite (1 m) in nw'-Richtung ca. 400 m. Die maximale Absenkung innerhalb der Kiesgrube beträgt ca. 6,5 m. Die Ableitungsrate aus der Erweiterungsfläche wurde mit $24,2 \text{ l/s} (= 87 \text{ m}^3/\text{h}, 2.091 \text{ m}^3/\text{d}, 763.171 \text{ m}^3/\text{a})$ berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 2 können der Anlage 5.2 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.4 Szenario 3 (2029): Abbauphase 3 Erweiterung

In der Abbauphase 3 wird der Kiesabbau im Erweiterungsbereich in westlicher Richtung gegenüberliegend der Bandstraße vorangetrieben. Die anfallenden Kippmassen werden an der Endwand (Kieswand) der Kreisstraße eingebracht. Der Durchlässigkeitsbeiwert der eingebrachten Verfüllungen an den Endwänden wird mit $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen. Insgesamt werden im Erweiterungsbereich ca. 116.400 m³ Sand und Kies entnommen. Der fortschreitende Kiesabbau in der Erweiterungsfläche führt in Phase 3 zu einer Absenkung von 1 m bis nahe Wenkbach und im nw'-Richtung bis an die Bundesstraße B255. Die Ableitungsrate aus der Neuerschließung wurde mit 32,3 l/s (= 116 m³/h, 2.790 m³/d, 1.018.613 m³/a) berechnet.

Die Ergebnisse können der Anlage 5.3 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.5 Szenario 4.1 (2030/2031): Abbauphase 4.1 Erweiterung

In Szenario 4.1 wird im Altbereich ein weiterer Teil des mittleren Bereichs abgebaut. Auffüllungen werden in der sw' Ecke eingebracht. Im Erweiterungsbereich werden ca. 324.400 m³ Kies in sw' Richtung abgebaut, wobei eine Aussparung an der nw' Ecke des Erweiterungsbereichs vorgesehen ist.

Die Berechnungsergebnisse zeigen eine zusätzliche GwAbsenkung zwischen Erweiterungsfläche und Altbereich bis 4 m und eine zusätzliche GwAbsenkung von 2 m an der Westseite, die bis kurz vor die Landestraße L3093 reicht. Ausgehend vom Rand der Erweiterungsfläche beträgt die GwAbsenkungsreichweite (2 m) in nw'-Richtung ca. 380 m. Durch die Auffüllungen in der sw' Ecke im Altbereich wird die GwAbsenkung im Erweiterungsbereich etwas abgemindert. Die GwAbsenkung von 1,5 m erreicht den nw'-Teil von Wenkbach. Die Pumprate aus der Erweiterungsfläche wurde mit 34,1 l/s (= 123 m³/h, 2.946 m³/d, 1.075.378 m³/a) berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 4.1 können der Anlage 5.4 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

Worst-case-Szenario:

Das Worst-case-Szenario in Phase 4.1 beschreibt den Zustand während der Auskiesung und vor einer noch nicht durchgeführten Abdichtung der w'-Endwand. Die fehlende Abdichtung der w'-Wand führt zu einer größeren Absenkreichweite in w'-Richtung. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich der Absenkungsbetrag um ca. 0,5 m in w'-Richtung erhöht, sodass sich die 2,5 m (vormals 2 m) Absenkungsisolinie bei der Landestraße L3093 befindet. Die Pumprate aus der Erweiterungsfläche erhöht sich auf 36,3 l/s (= 130,7 m³/h, 3.136 m³/d, 1.144.757 m³/a).

Die Ergebnisse von Szenario 4.1 können der Anlage 5.4 Blatt 3 und Blatt 4 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.6 Szenario 4.2 (2032): Abbauphase 4.2 Erweiterung

In Phase 4.2 wird im Süden des Altbereichs ein Teil verfüllt. Im Erweiterungsbereich wird der Kiesabbau in südlicher Richtung erweitert. Im w' Mittelbereich entsteht eine Rekultivierungsfläche durch Verfüllung. Insgesamt werden ca. 306.900 m³ Kies abgebaut und anfallendes Kippmaterial im Bereich der Innenkippe (Rekultivierungsfläche) eingebracht. Der angenommene Durchlässigkeitsbeiwert für die Endwand und der Rekultivierungsfläche wurde mit $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass durch den GwAnstieg im Altbereich und die GwAbsenkung im Erweiterungsbereich im Mittel eine zusätzliche GwAbsenkung von 4 m zwischen der Fläche des Altabbaus und der Erweiterung entsteht. Der GwAnstieg im Altbereich und Erweiterungsbereich, der durch die Rekultivierungsfläche entsteht, verschiebt die GwAbsenkung des Erweiterungsbereiches geringfügig in se'-Richtung. Die zusätzliche Absenkung (2 m-Isolinie) erreicht durch die Rekultivierungsmaßnahmen in nw'-Richtung eine Ausdehnung von ca. 230 m und fällt damit geringer aus als in Phase 4.1. Die GwAbsenkung von 1,5 m verbleibt analog zu Phase 4.1 bei Wenkbach und der B 255. Die GwAbsenkungsreichweite fällt in nw'-Richtung etwas geringer und in se'-Richtung etwas stärker aus. Die Ableitungsrate für Phase 4.2 wurde mit 36,1 l/s (= 130 m³/h, 3.119 m³/d, 1.138.450 m³/a) berechnet und ist aufgrund der Rekultivierungsmaßnahmen geringer als in Phase 4.1.

Die Ergebnisse von Szenario 4.2 können der Anlage 5.5 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

Worst-case-Szenario:

Das Worst-case-Szenario in Phase 4.2 beschreibt den Zustand während der Auskiesung in sw'-Richtung und einer noch nicht abgeschlossenen Verfüllung der Rekultivierungsfläche an der w'-Seite. Die nicht vollständige Verfüllung und Abdichtung der w'-Endwand beschreibt damit den Zwischenschritt zwischen dem Beginn und dem Ende der Abdichtungsmaßnahme. Die fehlende Abdichtung bzw. Teilverfüllung der w'-Wand führt zu einer größeren Absenkreichweite in w'-Richtung. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich die Pumprate aus der Erweiterungsfläche auf 37,3 l/s (= 134,3 m³/h, 3.223 m³/d, 1.176.293 m³/a) erhöht.

Die Ergebnisse von Szenario 4.2 können der Anlage 5.5 Blatt 3 und Blatt 4 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.7 Szenario 5 (2034): Abbauphase 5 Erweiterung

In der Phase 5 werden im südlichen Mittelteil weitere Verfüllungen durchgeführt. Im Erweiterungsbereich wird der Kiesabbau in sw' Richtung fortgesetzt. Insgesamt werden ca. 356.700 m³ Kies abgebaut und anfallendes Kippmaterial im Bereich der Innenkippe (Rekultivierungsfläche) eingebracht.

Die Berechnungsergebnisse zeigen einen GwAnstieg im Altbereich vom max. 1,3 m. Im Erweiterungsbereich erreicht der Kiesabbau die sw' Endwand, sodass hierbei von einer verminderten Durchlässigkeit der Randbereiche (Abdichtung der Grubenwand durch Einbau eines ca. 10 m breiten Verfüllkörpers aus

bindigem, gering durchlässigem Abraum) auszugehen ist. Der angenommene Durchlässigkeitsbeiwert für die Endwand und der Rekultivierungsfläche wurde mit $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen.

Ausgehend vom Rand der Erweiterungsfläche beträgt die GwAbsenkungreichweite (2 m) in nw'-Richtung ca. 100. In nw'-Richtung ist demnach eine deutliche Verminderung der GwAbsenkung und in Richtung Vorfluter Lahn eine Erhöhung der GwAbsenkung zu verzeichnen. Dies ist vornehmlich auf die geringeren Durchlässigkeiten der Endwände im nw'-Bereich und zusätzlich auf den GwAnstieg im Altbereich zurückzuführen. Die Ableitungsrate für Phase 5 wurde mit 47,9 l/s (= 172 m³/h, 4.139 m³/d, 1.510.574 m³/a) berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 5 können der Anlage 5.6 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

Worst-case-Szenario:

Das Worst-case-Szenario in Phase 5 beschreibt den Zustand während des Fortschreitens der Auskiesung in sw'-Richtung und einer noch nicht durchgeführten Abdichtung der s'-Endwand. Die fehlende Abdichtung der s'-Wand führt zu einer größeren Absenkreichweite in sw'-Richtung. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass der Absenkungsbetrag bei ca. -3,5 m im Bereich der Bahntrasse liegt. Die Pumprate aus der Erweiterungsfläche erhöht sich auf 54,2 l/s (= 195,1 m³/h, 4.683 m³/d, 1.709.251 m³/a).

Die Ergebnisse von Szenario 5 können der Anlage 5.6 Blatt 3 und Blatt 4 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.8 Szenario 6 (2038): Abbauphase 6 Erweiterung

In Szenario 6 wird der Mittelteil des Altbereichs weiter verfüllt. Die Erweiterungsfläche wird im sw' Teil in Richtung Süden verfüllt. Der aktive Kiesabbau wird in Richtung Südosten fortgesetzt. Die Berechnungsergebnisse zeigen einen flächige GwAnstieg bis 1,5 m im Mittelteil des Altbereichs. Durch den starken GwAnstieg durch Verfüllungen im Altbereich, sowie der Verfüllung in der sw' Ecke der Erweiterungsfläche werden die GwAbsenkungen durch den Abbau in der se' Ecke der Erweiterungsfläche reduziert. Zusätzlich erreicht der Kiesabbau im se'-Teil den Bereich der Endwand, wodurch von einer geringeren Durchlässigkeit an den Grubenrändern in diesem Bereich auszugehen ist (Abdichtung der Grubenwand durch Einbau eines ca. 10 m breiten Verfüllkörpers aus bindigem, gering durchlässigem Abraum).

In nw'-Richtung erreicht die 2 m Absenkungreichweite die Bahntrasse und fällt damit deutlich geringer aus als in den vorherigen Abbauphasen. Die Ableitungsrate für Phase 6 wurde mit 40,3 l/s (= 145 m³/h, 3.482 m³/d, 1.270.901 m³/a) berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 6 können der Anlage 5.7 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

Worst-case-Szenario:

Das Worst-case-Szenario in Phase 6 beschreibt den Zustand während des Fortschreitens der Auskiesung in ne'-Richtung und einer noch nicht durchgeführten Abdichtung der ne' Seite. Die fehlende Abdichtung der ne'-Wand führt zu einer größeren Absenkreichweite in ne'-Richtung. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Pumprate aus der Erweiterungsfläche sich auf 60,9 l/s (= 219,2 m³/h, 5.262 m³/d, 1.920.542 m³/a) erhöht.

Die Ergebnisse von Szenario 6 können der Anlage 5.7 Blatt 3 und Blatt 4 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.9 Szenario 7 (2039): Abbauphase 7 Erweiterung

In Phase 7 wird ein weiterer Teil des Altbereich verfüllt. Die zwischen der Phase 3 und 4.1 verbliebene nw' Ecke der Erweiterungsfläche wird nun abgebaut. Insgesamt werden ca. 125.100 m³ Kies abgebaut. Die Berechnungsergebnisse zeigen einen GwAnstieg im Altbereich im mittleren Teil von ca. 1,5 m. Die zusätzliche Abdichtung der abgebauten „nw' Ecke“, sowie die GwAnstiege im Altbereich führen zu einer deutlichen Verminderung der großräumigen Absenkungsbereiche. In s'-Richtung beträgt die maximale Reichweite der 0,5 m Absenkung ca. 600 m, ausgehend vom Rand des Abbaubereiches aus Phase 7. Die Ableitungsrate für Phase 6 wurde mit 37,3 l/s (= 134 m³/h, 3.223 m³/d, 1.176.293 m³/a) berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 7 können der Anlage 5.8 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

Worst-case-Szenario:

Das Worst-case-Szenario in Phase 7 beschreibt den Zustand während des Kiesabbaus an der bisher verblieben nw'-Ecke und einer nicht durchgeführten Abdichtung der Grubenwand. Die fehlende Abdichtung der ne'-Ecke führt zu einer größeren Absenkreichweite in ne'-Richtung, die sich vornehmlich zwischen Neuaufschluss und Altbereich in nw'-Richtung ausbreitet und zu einer Absenkung von ca. 2 m im Bereich zwischen Bahntrasse und Landesstraße führt. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich die Pumprate aus der Erweiterungsfläche auf 40,6 l/s (= 146,2 m³/h, 3.508 m³/d, 1.280.362 m³/a) erhöht.

Die Ergebnisse von Szenario 7 können der Anlage 5.8 Blatt 3 und Blatt 4 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.10 Szenario 8 (2044): Abbauphase 8 Erweiterung

Szenario 8 beschreibt den Endzustand 2044, wobei die Erweiterungsfläche vollständig abgebaut und der westliche Teil bereits rekultiviert ist. Die GwHaltung im Altbereich ist nicht mehr in Betrieb. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass aufgrund der fehlenden GwHaltung im Altbereich großräumig mit einem GwAnstieg zu rechnen ist. Der GwAnstieg beträgt im Mittelteil des Altbereiches maximal 12 m im Vergleich zum Referenzzustand. In der Umgebung des Kieswerkes kommt es zu einem GwAnstieg im Meterbereich. Weiterhin ist aus den berechneten GwGleichen zu erkennen, dass die berechneten (mittleren) GwStände

in Teilbereichen der Rekultivierungsflächen über dem Gelände stehen, d. h. zukünftig mit bereichsweisen Vernässungen der Rekultivierungsflächen bzw. mit einer offen Wasserfläche/See zu rechnen ist. Die Ableitungsrate für Phase 8 wurde mit 45,9 l/s (= 165,2 m³/h, 3.966 m³/d, 1.447.502 m³/a) berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 8 können der Anlage 5.9 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

Worst-case-Szenario

Das Worst-case-Szenario in Phase 8 beschreibt den Zustand während des Fortschreitens der Auskiesung in s'-Richtung und einer noch nicht durchgeführten Abdichtung der sw'- und se'-Wand. Die fehlende Abdichtung der s'-Ecke führt zu einer größeren Absenkreichweite in s'-Richtung. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass dies an der s'-Ecke zu einer kleinräumigen Absenkung bis 2 m führt (vormals GwAnstieg). Die Pumprate aus der Erweiterungsfläche erhöht sich auf 61,5 l/s (= 221,4 m³/h, 5.314 m³/d, 1.939.464 m³/a) erhöht.

Die Ergebnisse von Szenario 8 können der Anlage 5.9 Blatt 3 und Blatt 4 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.11 Szenario 9: Vollständige Verfüllung im Altbereich und Teilverfüllung im Erweiterungsbereich ohne Wasserhaltung

Szenario 9 beschreibt einen möglichen, zukünftigen Zustand bei einer vollständigen Verfüllung des Altbereichs und der Teilverfüllung in der Erweiterungsfläche. Der GwAnstieg erreicht im Altbereich maximal 14 m im Vergleich zum Referenzzustand. In der näheren Umgebung ist mit einem GwAnstieg von mehreren Metern zu rechnen. Die GwStände erreichen im mittleren Teil des Altbereiches eine Höhe von 173,5 m ü. NN. Aus den berechneten GwGleichen ist weiterhin zu erkennen, dass die berechneten (mittleren) GwStände in größeren Teilbereichen der Rekultivierungsflächen über dem Gelände stehen. Aufgrund der Verfüllung mit bindigem Material werden sich hier teilweise gespannte Grundwasserverhältnisse einstellen.

In der Erweiterungsfläche zeigen die berechneten (mittleren) GwStände im verfüllten westlichen Teil GwStände, die über dem Geländeniveau liegen. Aufgrund der Verfüllung mit bindigem Material werden sich auch hier teilweise gespannte Grundwasserverhältnisse einstellen.

Die Ergebnisse von Szenario 9 können der Anlage 5.10 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden. Der GwGleichenplan zeigt das Fließregime unter natürlichen Gegebenheiten, d. h. ohne anthropogene Abpumpmaßnahmen.

4.12 Szenario 10: Kalibrierungszustand ohne Wasserhaltung

Szenario 10 beschreibt den Kalibrierungszustand ohne eine Wasserhaltung im Altbereich und ist somit ein fiktives Szenario. Die Berechnungsergebnisse zeigen einen maximalen GwAnstieg von 12 m im mittleren Teil des Altbereichs. Die GwStände erreichen im mittleren Teil eine Höhe von 172 m ü. NN. Die Ergebnisse

von Szenario 10 können der Anlage 5.11 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdifferenzen und GwGleichen entnommen werden.

4.13 Szenario 11: Phase 4.1 bei reduzierter GwNeubildung (-30%)

Szenario 11 beschreibt einen Zustand bei einer Reduzierung der GwNeubildung von 30 Prozent, die hinsichtlich der prognostizierten Klimaveränderungen im Rahmen des Erwartbaren liegen können. Die ange-setzte GwNeubildungsrate im Ausgangszustand beträgt $2,36 \text{ (l/s)*km}^2$ im Modellgebiet für die Referenzpe-riode 1971 – 2000. In Szenario 11 wurde die GwNeubildungsrate demnach auf $1,64 \text{ (l/s)*km}^2$ herabgesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass die verminderte GwNeubildung großflächig zu einem niedrigeren GwSpiegel führt. Die GwAbsenkung fällt jedoch im nw'-Teil höher aus als im unmittelbaren Projektbereich. Aufgrund der Nähe des Projektbereichs zum Vorfluter Lahn ist hier mit einer höheren Infiltration aus dem Vorfluter zu rechnen. Die Berechnungen zeigen eine Zunahme der Infiltration von ca. 17 %, sodass der GwSpiegel aus östlicher Richtung gestützt wird.

Die Absenkungsreichweite der 2 m Absenkungslinie verschiebt sich ausgehend der Bundesstraße in Rich-tung Wenkbach. Die Pumprate aus dem Neuaufschluss wurde mit $33,6 \text{ l/s}$ (= $121 \text{ m}^3/\text{h}$, $2.903 \text{ m}^3/\text{d}$, $1.059.610 \text{ m}^3/\text{a}$) berechnet.

Die Ergebnisse von Szenario 11 können der Anlage 5.12 Blatt 1 und Blatt 2 in Form von GwStandsdiffe-renzen und GwGleichen entnommen werden.

5. Zusammenfassung

Für die geplante Erweiterung des Kiesabbaus der Holcim Kies & Splitt GmbH in Niederweimar wurde ein numerisches GwStrömungsmodell erstellt. Insgesamt sind 8 Abbauphasen für die Erweiterung geplant, die hinsichtlich des zeitlichen Rahmens und der Abbau- und Verfüllmengen variieren. Aufgrund der geplanten Abbautiefe und des vorhandenen Ausgangs-GwNiveaus ist eine GwHaltung notwendig.

Parallel zur Erschließung der Erweiterungsfläche werden in dem unmittelbar angrenzenden alten Abbaugelände weitere Abbau- und Verfüllungsmaßnahmen durchgeführt.

Das numerische GwModell wurde für mittlere GwVerhältnisse für den Zeitpunkt Oktober 2021 und auf der Basis von TWA-Messungen im Modellgebiet und innerhalb der Abbaugrube des Altbereichs im Sommer 2022 kalibriert. Entsprechend der verschiedenen Abbauphasen und zeitlichen Rahmenbedingungen wurden die Szenarien gemäß dem geplanten Fortschreiten des Kiesabbaus und der Verfüllung angepasst. Die Darstellungen erfolgen in Form von Differenzenplänen und GwGleichenplänen auf Grundlage des wahrscheinlichen Grubenzustandes im Jahre 2028.

In den Szenarien 1 bis 7 wird von einer aktiven Wasserhaltung im Altbereich und im geplanten Erweiterungsbereich ausgegangen. Für die Erweiterungsphase 8 ist keine Wasserhaltung im Altbereich mehr vorgesehen. Die Berechnungsergebnisse in den Szenarien 1 bis 7 zeigen GwAbsenkungen im Umfeld des Erweiterungsbereiches vornehmlich in nw' Richtung die bis Wenkbach reichen und hier im worst-case-Fall 2,5 bis 3,0 m erreichen können. Lokale GwAnstiege treten durch Verfüllungsarbeiten im Altbereich auf. Verfüllungsmaßnahmen in der sw' Ecke des Altbereiches führen zu einer Abminderung der GwAbsenkung durch Kiesabbau in der Erweiterungsfläche. Maßgeblich für eine Begrenzung der GwAbsenkung in nw'-Richtung ist die stetige Verfüllung und/oder Verdichtung der Endwände an der nw-Seite.

In Szenario 8 ist ein deutlicher GwAnstieg zu verzeichnen, der aufgrund der Einstellung der GwHaltung im Altbereich zu GwAnstiegen bis zu 12 m im mittleren Bereich führt. Die Berechnungsergebnisse für Szenario 9 zeigen einen GwAnstieg bis 13 m nach vollständiger Verfüllung im mittleren Teil des Altbereiches und 4 m bis 7 m GwAnstieg im Erweiterungsbereich im Vergleich zum Referenzzustand 2028.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die durch die GwHaltung und den Kiesabbau resultierende GwAbsenkung maßgeblich von den Durchlässigkeiten der Abbaurandbereiche abhängig ist. Hierbei ist zu beachten, dass eine Durchlässigkeit $> 1 \cdot 10^{-6}$ m/s zu höheren GwAbsenkungsbeträgen außerhalb des (tw. wiederverfüllten) Kiesabbaus führen kann.

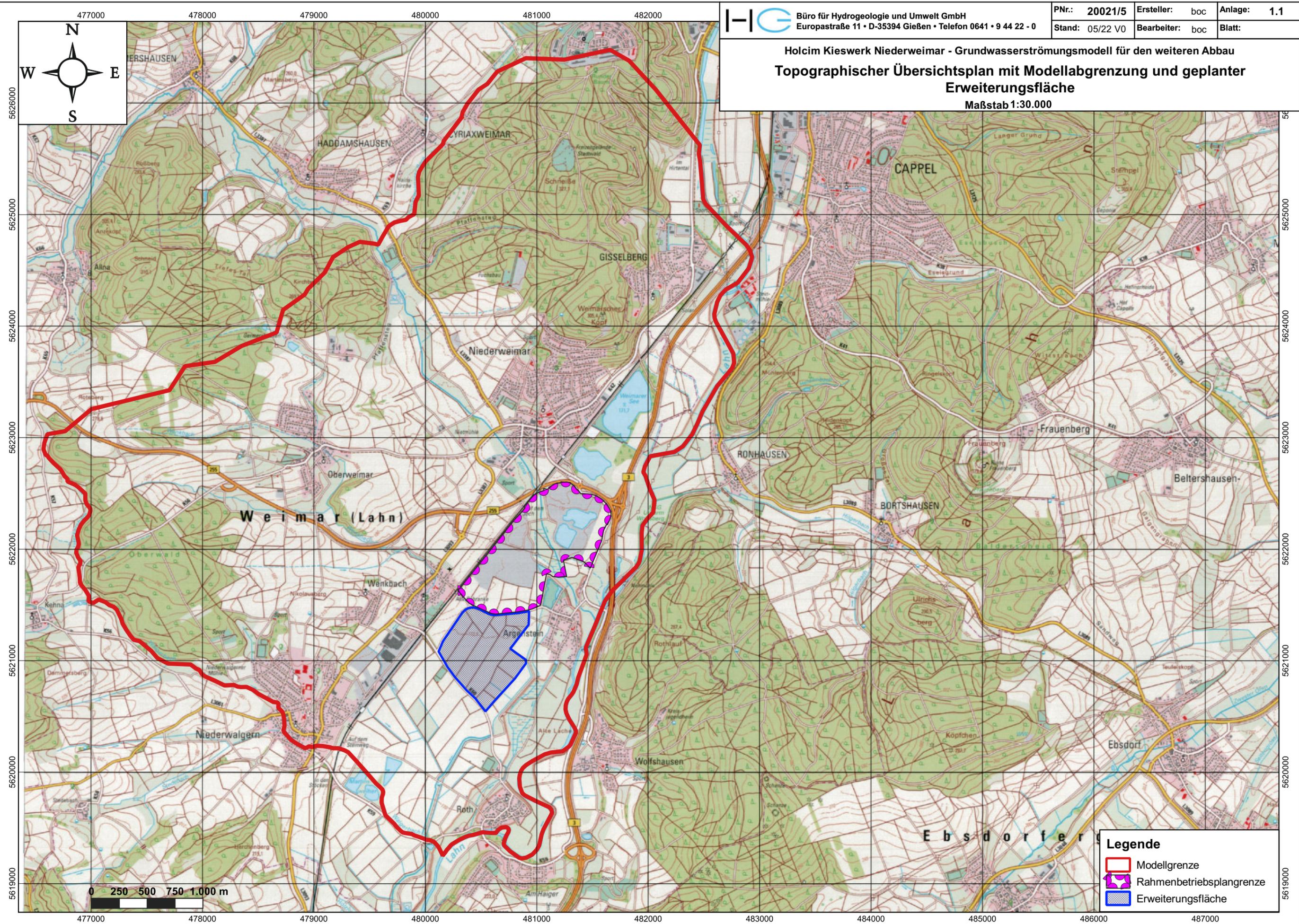
Büro HG GmbH

Gießen, den 22.01.2024

Dipl.-Geol. Dr. Christoph Möbus

Dipl.-Ing. Jan Bockholt

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Topographischer Übersichtsplan mit Modellabgrenzung und geplanter
Erweiterungsfläche
 Maßstab 1:30.000



Legende

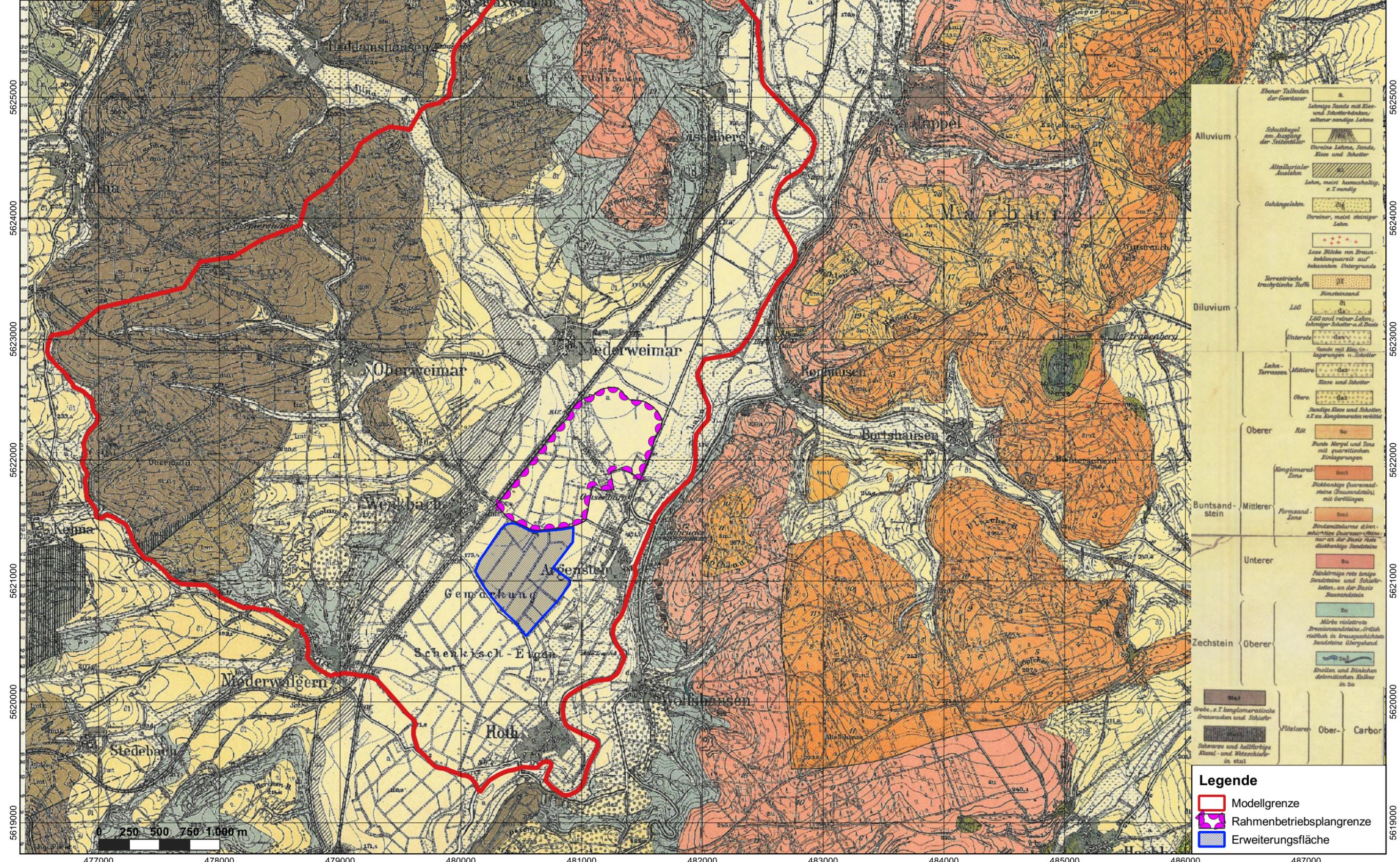
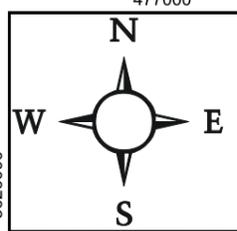
-  Modellgrenze
-  Rahmenbetriebsplangrenze
-  Erweiterungsfläche

477000 478000 479000 480000 481000 482000

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau

Geologischer Übersichtsplan mit Modellabgrenzung und geplanter Erweiterungsfläche

Maßstab 1:30.000



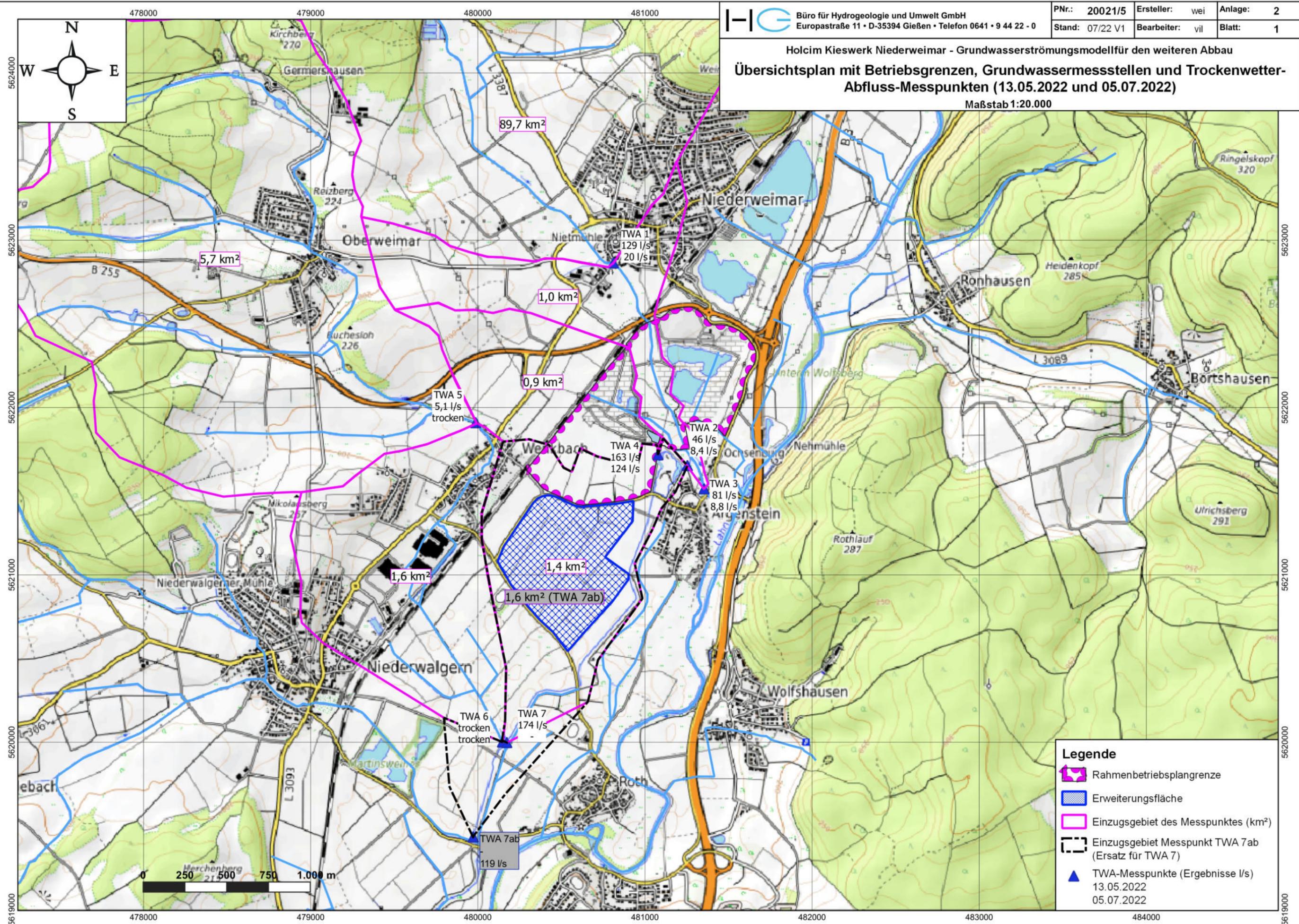
Alluvium		Ebener Talboden der Gewässer
		Lehmige Sande mit Kies- und Schotterbänken, ältere sandige Lehme
		Schuttkegel am Ausgänger der Seitentäler Übrige Lehme, Sande, Kies und Schotter
Diluvium		Altterziärer Auelehm Lehm, meist humusreich, z.T. sandig
		Gehängelehm Übriger, meist steiniger Lehm
		Lose Blöcke von Braunsandsteinen auf bekannten Untergründen
		Terrastische trachytische Tuffe Bimssteinsand
		Löß Löß und reiner Lehm, lehmiger Schotter a.d. Basis
Oberer		Untere Sand mit Kies, in Lagerungen n. Schotter
		Mittlere Kiese und Schotter
		Oberer Sandige Kiese und Schotter, z.T. zu Konglomeraten verfestigt
Mittlerer		Röt Rote Mergel und Tone mit quarziteilen Einlagerungen
		Konglomeratzone Dickbankige Quarzsandsteine (Bausandstein) mit Gerölllagen
Unterer		Formsandzone Bündelartige einwärtsgerichtete Quarzspalten, nur an der Basis sind dickbankige Sandsteine
		Su Feinkörnige rote tonige Sandsteine und Schieferletten, an der Basis Bausandstein
Oberer		Zo Milde violette Brecciasandsteine, örtlich vielfach in braungrünlichen Sandsteinen übergehend
		Zo Bollen- und Bänken dolomitischen Kalkes in Zo
Oberer		Stu Grobe, z.T. konglomeratische Grauwacken und Schiefer
		Flötzler Schwarze und hellfarbige Kiesel- und Wetzschiefer in stu
Oberer		Carbor
		Carbor

Legende

- Modellgrenze
- Rahmenbetriebsplangrenze
- Erweiterungsfläche

0 250 500 750 1.000 m

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Übersichtsplan mit Betriebsgrenzen, Grundwassermessstellen und Trockenwetter-Abfluss-Messpunkten (13.05.2022 und 05.07.2022)
 Maßstab 1:20.000



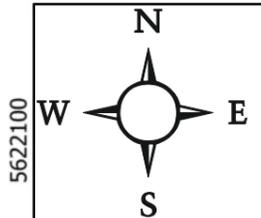
Legende

- Rahmenbetriebsplangrenze
- Erweiterungsfläche
- Einzugsgebiet des Messpunktes (km²)
- Einzugsgebiet Messpunkt TWA 7ab (Ersatz für TWA 7)
- TWA-Messpunkte (Ergebnisse l/s)
 ▲ 13.05.2022
 ▲ 05.07.2022

480400 480500 480600 480700 480800

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Detailluftbildplan zu Trockenwetter-Abflussmessungen im Bereich der Entwässerungsgräben auf der Tagebausohle am 03.08.2022

Maßstab 1:2.500



Kieswerk-TWA 5
geschätzter Abfluss 0,05 l/s

Kieswerk-TWA 4
48 l/s

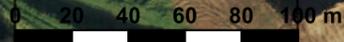
Kieswerk-TWA 3
keine Messung(Wasserstand zu hoch)

Kieswerk-TWA 1
10 l/s

Kieswerk-TWA 2
20 l/s

Kieswerk-TWA 6
95 l/s

Kieswerk-TWA 7
48 l/s



Legende
● TWA-Messpunkte

Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
Abflussmessungen vom 13.05.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 1		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	9:28
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

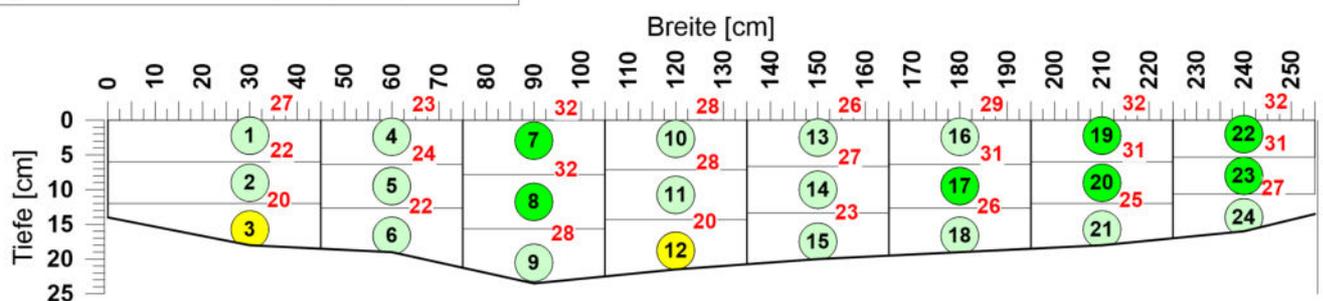
Rechtwert (GPS):	3480879	Hochwert (GPS):	5624676
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	270,00	124	4,13	26,56	7,17
2	270,00	102	3,40	22,39	6,05
3	213,75	89	2,97	19,93	4,26
4	190,00	104	3,47	22,77	4,33
5	190,00	109	3,63	23,72	4,51
6	203,13	98	3,27	21,63	4,39
7	235,00	152	5,07	31,86	7,49
8	235,00	153	5,10	32,05	7,53
9	210,63	130	4,33	27,69	5,83
10	215,00	131	4,37	27,88	5,99
11	215,00	130	4,33	27,69	5,95
12	216,88	89	2,97	19,93	4,32
13	200,00	122	4,07	26,18	5,24
14	200,00	125	4,17	26,75	5,35
15	201,88	105	3,50	22,96	4,64
16	190,00	139	4,63	29,40	5,59
17	190,00	147	4,90	30,91	5,87
18	190,00	122	4,07	26,18	4,97
19	180,00	153	5,10	32,05	5,77
20	180,00	149	4,97	31,29	5,63
21	176,25	118	3,93	25,42	4,48
22	160,00	153	5,10	32,05	5,13
23	160,00	150	5,00	31,48	5,04
24	148,75	124	4,13	26,56	3,95

Gesamtabfluss: 129

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 13.05.2022**

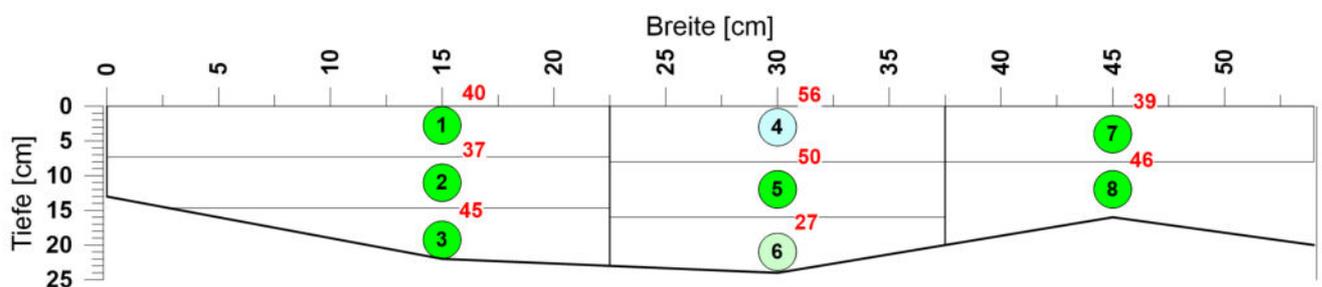
Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 2		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	11:26
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245
Rechtwert (GPS):	3481321	Hochwert (GPS):	5623464
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	165,00	197	6,57	40,38	6,66
2	162,69	180	6,00	37,16	6,05
3	103,56	224	7,47	45,41	4,70
4	120,00	284	9,47	56,13	6,74
5	120,00	247	8,23	49,52	5,94
6	101,25	125	4,17	26,75	2,71
7	132,00	188	6,27	38,67	5,11
8	165,00	228	7,60	46,13	7,61
Gesamtabfluss:					46

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 13.05.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 3		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	10:43
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

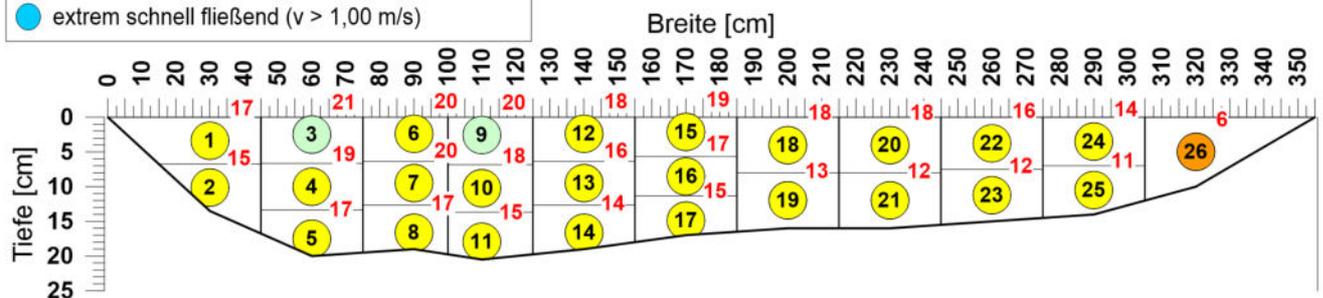
Rechtwert (GPS):	3481421	Hochwert (GPS):	5623325
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	253,13	75	2,50	17,28	4,37
2	125,63	63	2,10	15,01	1,89
3	200,00	97	3,23	21,45	4,29
4	200,00	84	2,80	18,98	3,80
5	171,88	72	2,40	16,71	2,87
6	158,33	88	2,93	19,74	3,13
7	158,33	87	2,90	19,55	3,10
8	165,83	75	2,50	17,28	2,87
9	170,83	92	3,07	20,50	3,50
10	170,83	81	2,70	18,42	3,15
11	161,46	63	2,10	15,01	2,42
12	190,00	80	2,67	18,23	3,46
13	190,00	67	2,23	15,77	3,00
14	188,13	60	2,00	14,38	2,71
15	170,00	83	2,77	18,79	3,20
16	170,00	74	2,47	17,09	2,91
17	173,75	61	2,03	14,59	2,54
18	240,00	80	2,67	18,23	4,37
19	243,75	53	1,77	12,88	3,14
20	240,00	78	2,60	17,85	4,28
21	236,25	50	1,67	12,24	2,89
22	225,00	66	2,20	15,58	3,50
23	225,00	47	1,57	11,60	2,61
24	210,00	57	1,90	13,74	2,88
25	198,75	42	1,40	10,53	2,09
26	340,00	20	0,67	5,82	1,98

Gesamtabfluss: 81

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 13.05.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 4		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	11:55
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

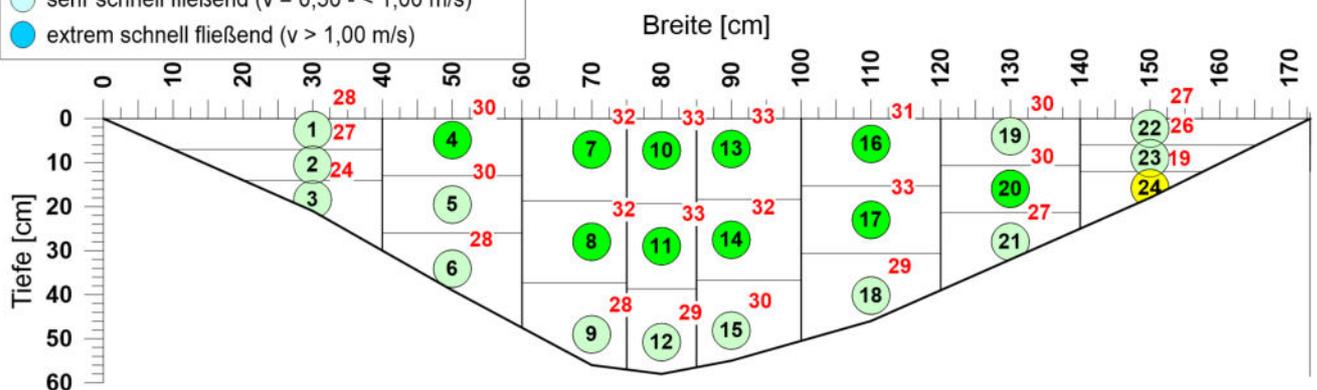
Rechtwert (GPS):	3481146	Hochwert (GPS):	5623529
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	245,00	131	4,37	27,88	6,83
2	175,00	124	4,13	26,56	4,65
3	150,00	110	3,67	23,91	3,59
4	260,00	144	4,80	30,34	7,89
5	260,00	142	4,73	29,97	7,79
6	257,50	132	4,40	28,07	7,23
7	280,00	154	5,13	32,24	9,03
8	280,00	152	5,07	31,86	8,92
9	240,00	129	4,30	27,50	6,60
10	193,33	156	5,20	32,62	6,31
11	193,33	156	5,20	32,62	6,31
12	187,08	135	4,50	28,64	5,36
13	275,00	158	5,27	32,99	9,07
14	275,00	153	5,10	32,05	8,81
15	256,25	141	4,70	29,78	7,63
16	306,67	149	4,97	31,29	9,60
17	306,67	157	5,23	32,81	10,06
18	294,17	136	4,53	28,83	8,48
19	213,33	142	4,73	29,97	6,39
20	213,33	143	4,77	30,15	6,43
21	213,33	127	4,23	27,13	5,79
22	175,00	127	4,23	27,13	4,75
23	129,00	122	4,07	26,18	3,38
24	118,00	85	2,83	19,17	2,26

Gesamtabfluss: 163

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

TWA-Auswertung der Abflussmessungen vom 13.05.2022

Stammdaten Abflussmesspunkt

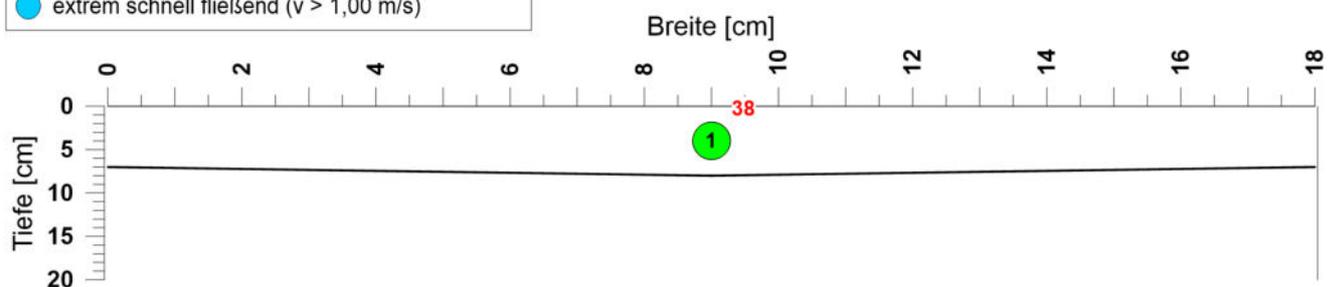
Messstelle:	TWA 5		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	9:07
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

Rechtwert (GPS):	3480054	Hochwert (GPS):	5623721
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	135,00	183	6,10	37,73	5,09
Gesamtabfluss:					5,1

Legende:

- nicht erkennbar fließend ($v < 0,03$ m/s)
- träge fließend ($v = 0,03 - < 0,10$ m/s)
- (sehr) langsam fließend ($v = 0,10 - < 0,20$ m/s)
- langsam fließend ($v = 0,20 - < 0,30$ m/s)
- schnell fließend ($v = 0,30 - < 0,50$ m/s)
- sehr schnell fließend ($v = 0,50 - < 1,00$ m/s)
- extrem schnell fließend ($v > 1,00$ m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 13.05.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 6		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	12:38
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):		Flügel-Nr.:	

Rechtwert (GPS):	3480214	Hochwert (GPS):	5621811
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messstelle trocken

Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 13.05.2022**

Stammdatens Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 7		
Datum:	13.05.2022	Uhrzeit:	12:51
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

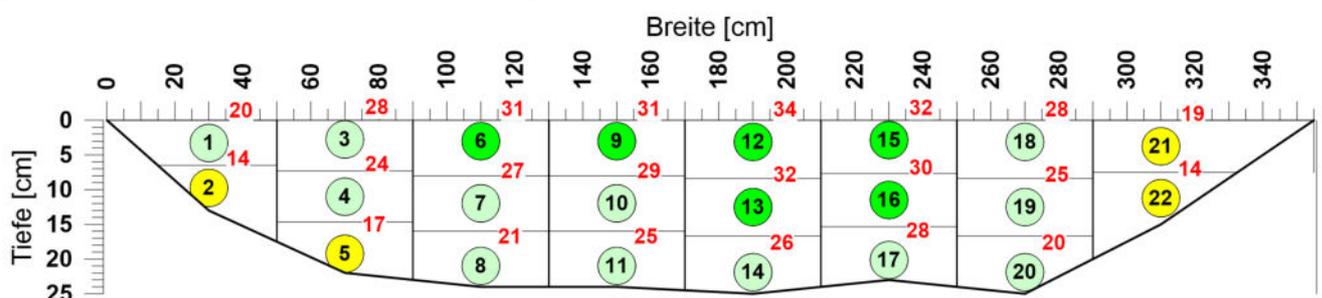
Rechtwert (GPS):	3480240	Hochwert (GPS):	5621808
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	276,25	92	3,07	20,50	5,66
2	175,00	60	2,00	14,38	2,52
3	293,33	132	4,40	28,07	8,23
4	293,33	113	3,77	24,47	7,18
5	258,33	75	2,50	17,28	4,46
6	320,00	147	4,90	30,91	9,89
7	320,00	127	4,23	27,13	8,68
8	310,00	93	3,10	20,69	6,41
9	320,00	149	4,97	31,29	10,01
10	320,00	135	4,50	28,64	9,16
11	325,00	118	3,93	25,42	8,26
12	333,33	163	5,43	33,94	11,31
13	333,33	155	5,17	32,43	10,81
14	318,33	123	4,10	26,37	8,39
15	306,67	154	5,13	32,24	9,89
16	306,67	144	4,80	30,34	9,31
17	326,67	130	4,33	27,69	9,05
18	333,33	131	4,37	27,88	9,29
19	333,33	114	3,80	24,66	8,22
20	273,33	90	3,00	20,12	5,50
21	403,13	83	2,77	18,79	7,58
22	284,38	60	2,00	14,38	4,09

Gesamtabfluss: 174

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
Abflussmessungen vom 05.07.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 1		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	7:36
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.557

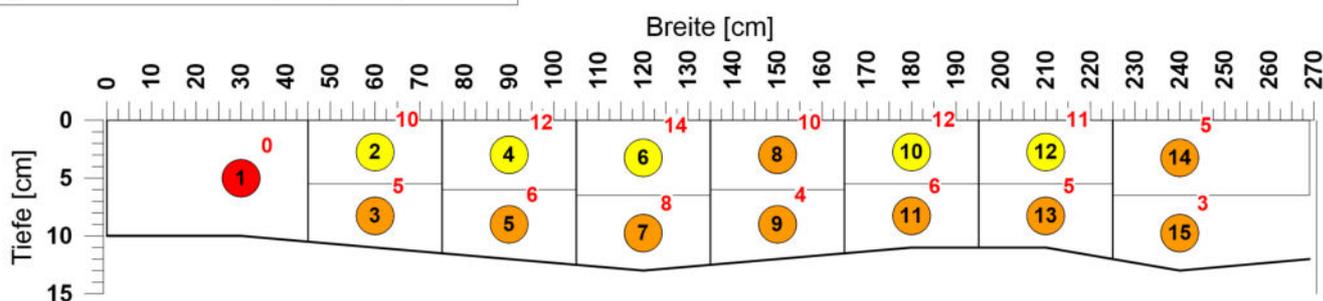
Rechtwert (GPS):	3480879	Hochwert (GPS):	5624676
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	453,75	0	0,00	0,00	0,00
2	165,00	38	1,27	10,11	1,67
3	165,00	13	0,43	5,24	0,86
4	180,00	50	1,67	12,44	2,24
5	180,00	16	0,53	5,82	1,05
6	195,00	60	2,00	14,39	2,81
7	187,50	27	0,90	7,97	1,49
8	180,00	35	1,17	9,52	1,71
9	180,00	9	0,30	4,46	0,80
10	165,00	47	1,57	11,86	1,96
11	168,75	16	0,53	5,82	0,98
12	165,00	43	1,43	11,08	1,83
13	172,50	10	0,33	4,66	0,80
14	286,00	11	0,37	4,85	1,39
15	264,00	3	0,10	3,29	0,87

Gesamtabfluss: 20

Legende:

- nicht erkennbar fließend ($v < 0,03$ m/s)
- träge fließend ($v = 0,03 - < 0,10$ m/s)
- (sehr) langsam fließend ($v = 0,10 - < 0,20$ m/s)
- langsam fließend ($v = 0,20 - < 0,30$ m/s)
- schnell fließend ($v = 0,30 - < 0,50$ m/s)
- sehr schnell fließend ($v = 0,50 - < 1,00$ m/s)
- extrem schnell fließend ($v > 1,00$ m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

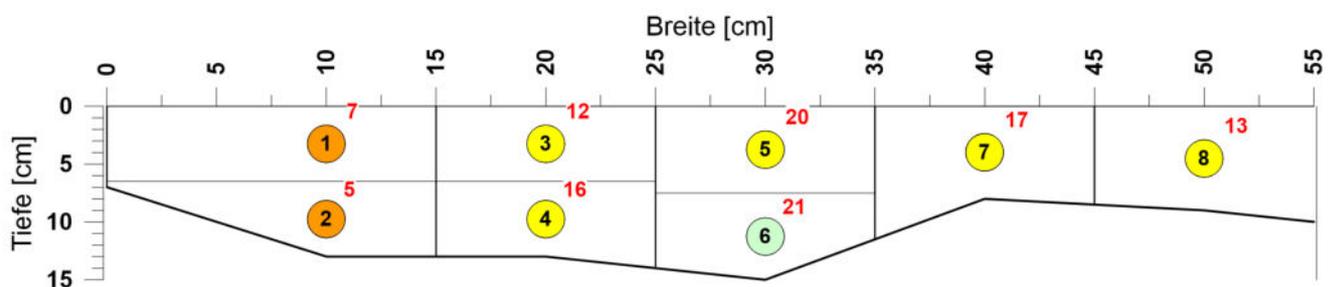
Messstelle:	TWA 2		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	9:55
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

Rechtwert (GPS):	3481321	Hochwert (GPS):	5623464
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	97,50	26	0,87	7,10	0,69
2	67,50	15	0,50	4,75	0,32
3	65,00	47	1,57	11,60	0,75
4	67,50	66	2,20	15,58	1,05
5	75,00	89	2,97	19,93	1,49
6	63,75	95	3,17	21,07	1,34
7	90,00	74	2,47	17,09	1,54
8	91,25	54	1,80	13,10	1,20
Gesamtabfluss:					8,4

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
Abflussmessungen vom 05.07.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 3		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	10:30
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.557

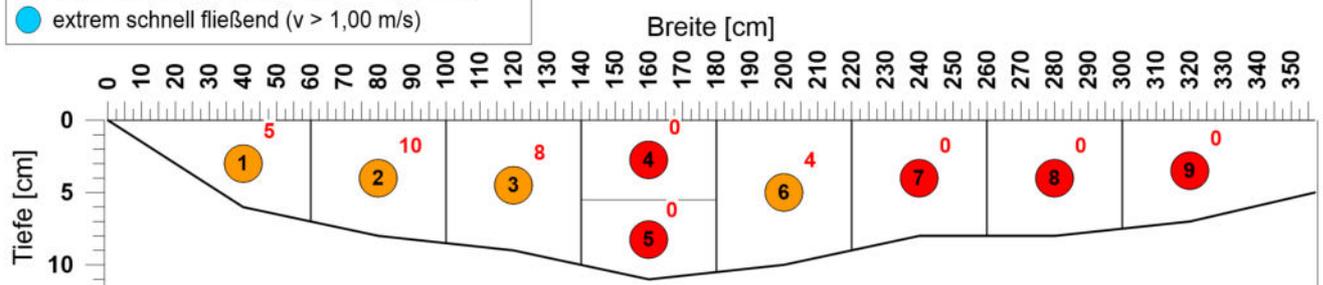
Rechtwert (GPS):	3481421	Hochwert (GPS):	5623325
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	250,00	11	0,37	4,85	1,21
2	315,00	36	1,20	9,72	3,06
3	365,00	28	0,93	8,16	2,98
4	220,00	0	0,00	0,00	0,00
5	205,00	0	0,00	0,00	0,00
6	395,00	6	0,20	3,88	1,53
7	330,00	0	0,00	0,00	0,00
8	315,00	0	0,00	0,00	0,00
9	367,00	0	0,00	0,00	0,00

Gesamtabfluss: 8,8

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

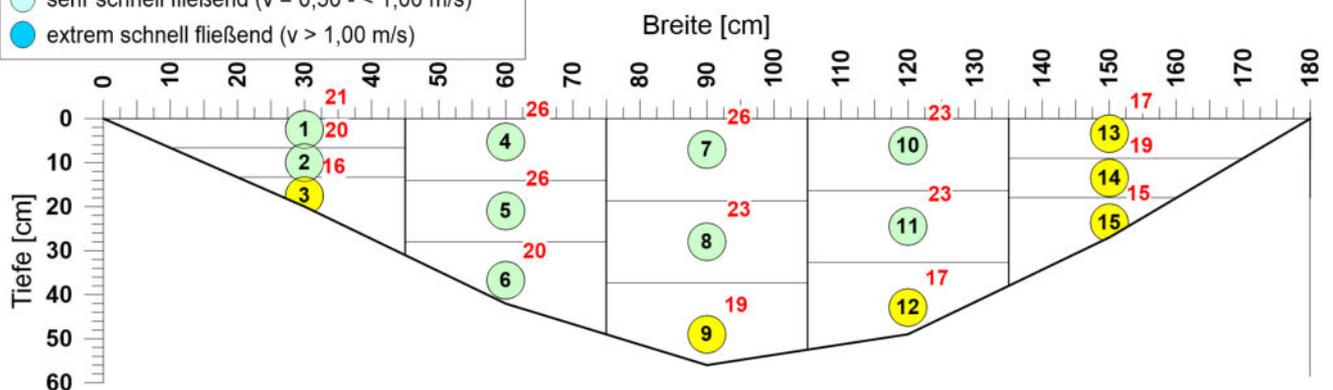
Stammdatens Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 4		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	9:00
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

Rechtwert (GPS):	3481146	Hochwert (GPS):	5623529
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	266,67	94	3,13	20,88	5,57
2	200,00	90	3,00	20,12	4,02
3	215,83	70	2,33	16,33	3,53
4	420,00	123	4,10	26,37	11,07
5	420,00	120	4,00	25,80	10,84
6	390,00	90	3,00	20,12	7,85
7	560,00	119	3,97	25,61	14,34
8	560,00	105	3,50	22,96	12,86
9	481,25	86	2,87	19,36	9,32
10	490,00	107	3,57	23,34	11,44
11	490,00	105	3,50	22,96	11,25
12	433,75	71	2,37	16,52	7,17
13	360,00	71	2,37	16,52	5,95
14	270,00	84	2,80	18,98	5,13
15	262,50	61	2,03	14,59	3,83
Gesamtabfluss:					124

- Legende:**
- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
 - träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
 - (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
 - langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
 - schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
 - sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
 - extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 5		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	8:31
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):		Flügel-Nr.:	
Rechtwert (GPS):	3480054	Hochwert (GPS):	5623721
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messstelle trocken

Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 6		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	
Bearbeiter:	vil	Witterung:	trocken
Messintervall (s):		Flügel-Nr.:	
Rechtwert (GPS):	3480214	Hochwert (GPS):	5621811
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messstelle trocken

Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 7		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):		Flügel-Nr.:	
Rechtwert (GPS):	3480240	Hochwert (GPS):	5621808
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messung an dieser Stelle nicht möglich (Schlamm, Algen)

Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

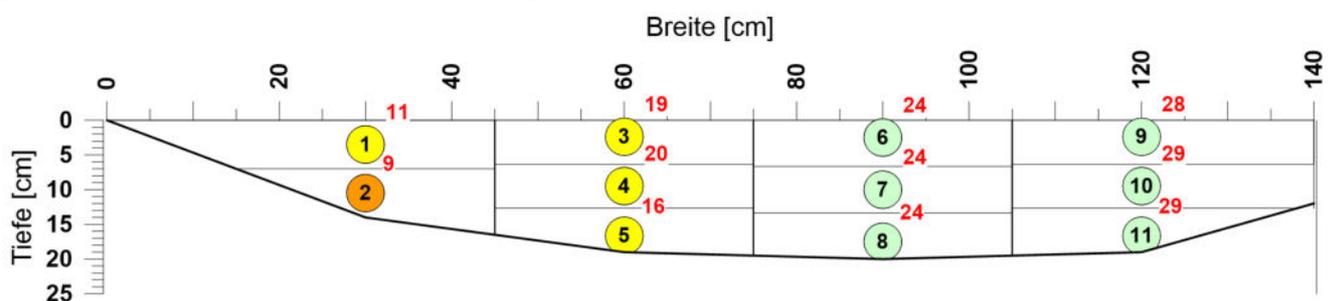
Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 7a		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245
Rechtwert (GPS):	3480039	Hochwert (GPS):	5621244
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	262,50	43	1,43	10,74	2,82
2	123,75	35	1,17	9,03	1,12
3	190,00	85	2,83	19,17	3,64
4	190,00	88	2,93	19,74	3,75
5	175,00	69	2,30	16,14	2,83
6	200,00	110	3,67	23,91	4,78
7	200,00	112	3,73	24,29	4,86
8	192,50	109	3,63	23,72	4,57
9	221,67	131	4,37	27,88	6,18
10	347,70	135	4,50	28,64	9,96
11	156,05	137	4,57	29,02	4,53
Gesamtabfluss:					49

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 05.07.2022**

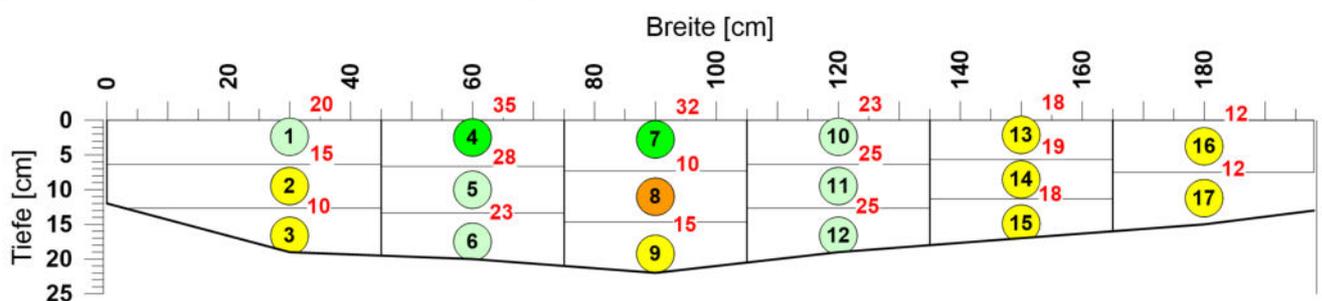
Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	TWA 7b		
Datum:	05.07.2022	Uhrzeit:	
Bearbeiter:	vil/vim	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245
Rechtwert (GPS):	3480039	Hochwert (GPS):	5621244
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	285,00	90	3,00	20,12	5,73
2	284,05	61	2,03	14,59	4,15
3	184,70	41	1,37	10,31	1,91
4	200,00	168	5,60	34,89	6,98
5	200,00	130	4,33	27,69	5,54
6	203,75	107	3,57	23,34	4,76
7	220,00	151	5,03	31,67	6,97
8	220,00	38	1,27	9,67	2,13
9	201,25	63	2,10	15,01	3,02
10	190,00	107	3,57	23,34	4,43
11	190,00	118	3,93	25,42	4,83
12	193,75	115	3,83	24,85	4,82
13	170,00	79	2,63	18,04	3,07
14	170,00	85	2,83	19,17	3,26
15	170,00	78	2,60	17,85	3,03
16	247,50	51	1,70	12,45	3,08
17	237,00	47	1,57	11,60	2,75
Gesamtabfluss:					70

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 03.08.2022**

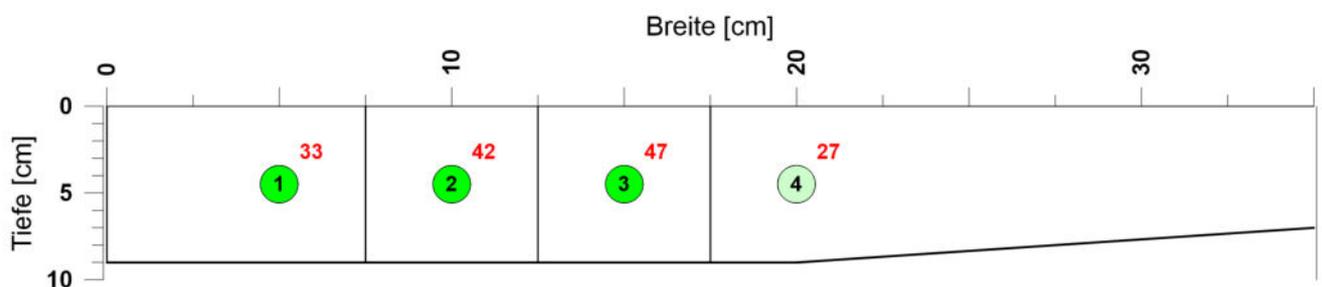
Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	Kieswerk-TWA 1		
Datum:	03.08.2022	Uhrzeit:	10:50
Bearbeiter:	vim/uvi	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	050.557
Rechtwert (GPS):	480964	Hochwert (GPS):	5621846
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	67,50	159	5,30	33,13	2,24
2	45,00	205	6,83	41,74	1,88
3	45,00	232	7,73	46,78	2,11
4	142,50	124	4,13	26,59	3,79
Gesamtabfluss:					10,01

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 03.08.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	Kieswerk-TWA 2		
Datum:	03.08.2022	Uhrzeit:	11:20
Bearbeiter:	vim/uvi	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

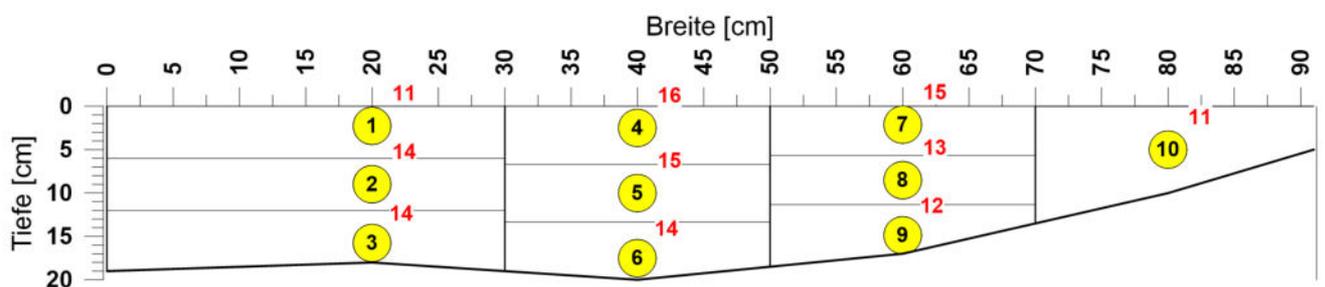
Rechtwert (GPS):	480958	Hochwert (GPS):	5621834
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	180,00	46	1,53	11,38	2,05
2	180,00	58	1,93	13,95	2,51
3	195,00	59	1,97	14,17	2,76
4	133,33	66	2,20	15,58	2,08
5	133,33	65	2,17	15,39	2,05
6	120,83	56	1,87	13,52	1,63
7	113,33	65	2,17	15,39	1,74
8	113,33	55	1,83	13,31	1,51
9	103,33	49	1,63	12,03	1,2
10	200,00	42	1,40	10,53	2,11

Gesamtabfluss: 19,69

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

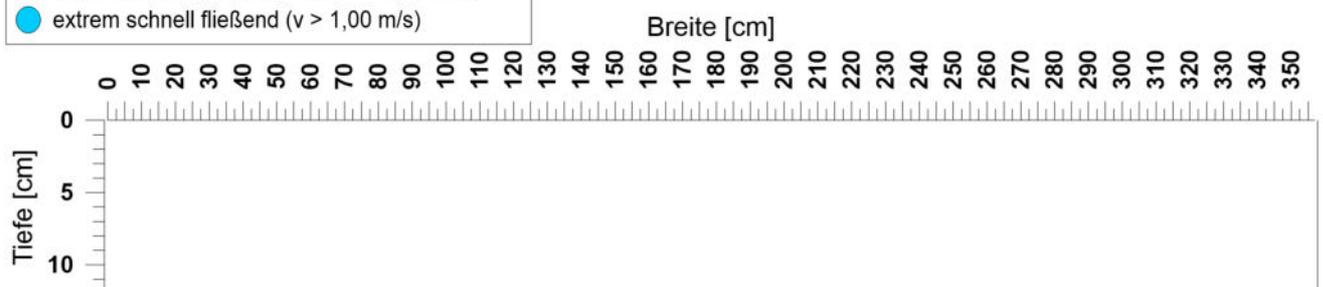
TWA-Auswertung der Abflussmessungen vom 03.08.2022

Kieswerk-TWA 3

**Keine Messung möglich
Wasserstand zu hoch**

Legende:

- nicht erkennbar fließend ($v < 0,03$ m/s)
- träge fließend ($v = 0,03 - < 0,10$ m/s)
- (sehr) langsam fließend ($v = 0,10 - < 0,20$ m/s)
- langsam fließend ($v = 0,20 - < 0,30$ m/s)
- schnell fließend ($v = 0,30 - < 0,50$ m/s)
- sehr schnell fließend ($v = 0,50 - < 1,00$ m/s)
- extrem schnell fließend ($v > 1,00$ m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 03.08.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

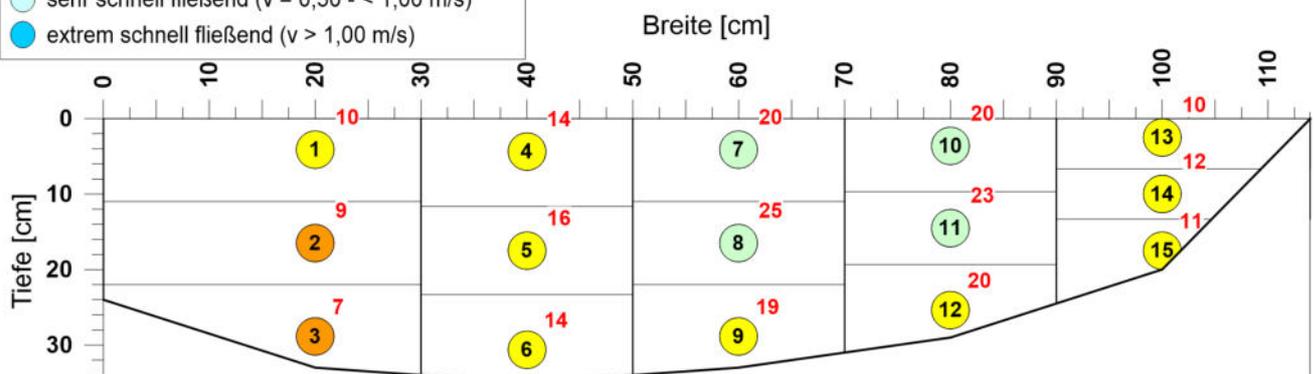
Messstelle:	Kieswerk-TWA 4		
Datum:	03.08.2022	Uhrzeit:	12:10
Bearbeiter:	vim/ui	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

Rechtwert (GPS):	480867	Hochwert (GPS):	5621910
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	330,00	40	1,33	10,10	3,33
2	330,00	36	1,20	9,24	3,05
3	245,00	25	0,83	6,89	1,69
4	233,33	58	1,93	13,95	3,26
5	233,33	67	2,23	15,77	3,68
6	223,33	56	1,87	13,52	3,02
7	220,00	92	3,07	20,50	4,51
8	220,00	114	3,80	24,66	5,43
9	215,00	83	2,77	18,79	4,04
10	193,33	90	3,00	20,12	3,89
11	193,33	107	3,57	23,34	4,51
12	180,83	87	2,90	19,55	3,54
13	144,44	41	1,37	10,31	1,49
14	113,33	47	1,57	11,60	1,31
15	104,72	42	1,40	10,53	1,10

Gesamtabfluss: 48

- Legende:**
- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
 - träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
 - (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
 - langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
 - schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
 - sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
 - extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

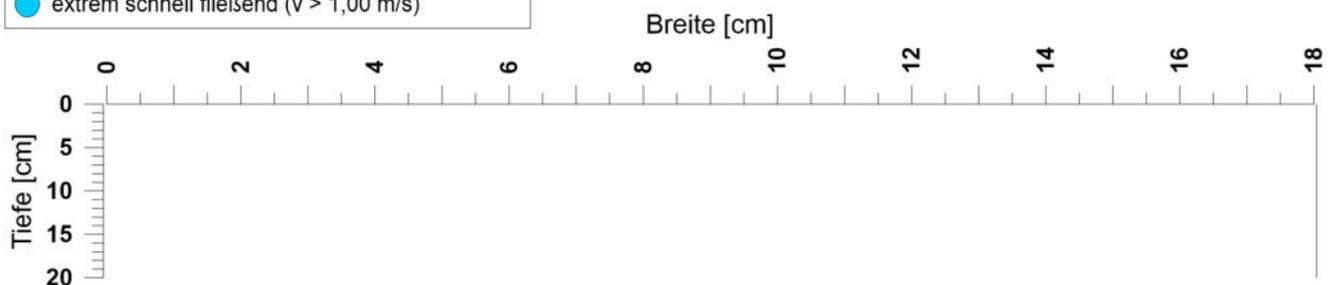
**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 03.08.2022**

Kieswerk-TWA 5

**Kein messbarer Abfluss
 geschätzter Abfluss 0,05 l/s**

Legende:

- nicht erkennbar fließend ($v < 0,03$ m/s)
- träge fließend ($v = 0,03 - < 0,10$ m/s)
- (sehr) langsam fließend ($v = 0,10 - < 0,20$ m/s)
- langsam fließend ($v = 0,20 - < 0,30$ m/s)
- schnell fließend ($v = 0,30 - < 0,50$ m/s)
- sehr schnell fließend ($v = 0,50 - < 1,00$ m/s)
- extrem schnell fließend ($v > 1,00$ m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 03.08.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	Kieswerk-TWA 6		
Datum:	03.08.2022	Uhrzeit:	9:00
Bearbeiter:	vim/umi	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

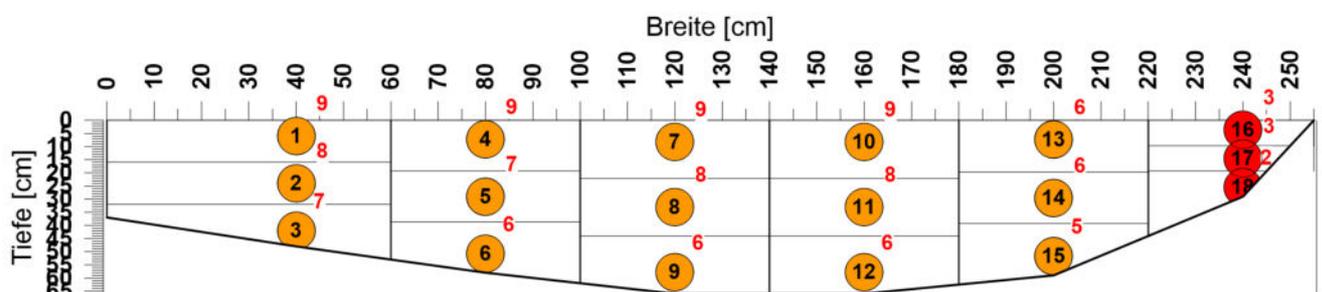
Rechtwert (GPS):	480786	Hochwert (GPS):	5621821
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	960,00	34	1,13	8,82	8,46
2	960,00	31	1,03	8,17	7,85
3	790,00	27	0,90	7,32	5,78
4	773,33	37	1,23	9,46	7,31
5	773,33	25	0,83	6,89	5,33
6	763,33	20	0,67	5,82	4,44
7	880,00	34	1,13	8,82	7,76
8	880,00	29	0,97	7,75	6,82
9	840,00	22	0,73	6,25	5,25
10	880,00	33	1,10	8,60	7,57
11	880,00	32	1,07	8,39	7,38
12	845,00	23	0,77	6,46	5,46
13	786,67	22	0,73	6,25	4,92
14	786,67	19	0,63	5,61	4,41
15	671,67	18	0,60	5,39	3,62
16	314,17	6	0,20	2,82	0,89
17	265,83	6	0,20	2,82	0,75
18	367,50	1	0,03	1,75	0,64

Gesamtabfluss: 94,64

Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Hydrogeologisches Gutachten für den weiteren Abbau

**TWA-Auswertung der
 Abflussmessungen vom 03.08.2022**

Stammdaten Abflussmesspunkt

Messstelle:	Kieswerk-TWA 7		
Datum:	03.08.2022	Uhrzeit:	10:20
Bearbeiter:	vim/uvi	Witterung:	trocken
Messintervall (s):	30	Flügel-Nr.:	50.245

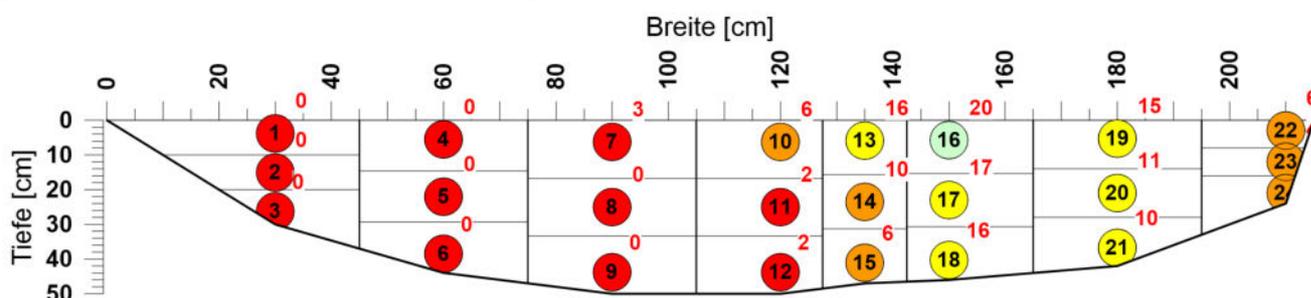
Rechtwert (GPS):	480579	Hochwert (GPS):	5621743
Höhe (mNHN):		Genauigkeit:	n.b.

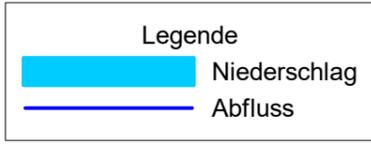
Messpunkt	Fläche (cm ²)	U/30s	U/s	v (cm/s)	Q (l/s)
1	400,00	0	0,00	0,00	0,00
2	300,00	0	0,00	0,00	0,00
3	252,50	0	0,00	0,00	0,00
4	440,00	0	0,00	0,00	0,00
5	440,00	0	0,00	0,00	0,00
6	410,00	0	0,00	0,00	0,00
7	500,00	5	0,17	2,61	1,31
8	500,00	0	0,00	0,00	0,00
9	477,50	0	0,00	0,00	0,00
10	375,00	23	0,77	6,46	2,42
11	375,00	4	0,13	2,40	0,90
12	369,38	2	0,07	1,97	0,73
13	235,00	70	2,33	16,33	3,84
14	235,00	39	1,30	9,89	2,32
15	238,75	20	0,67	5,82	1,39
16	345,00	90	3,00	20,12	6,94
17	345,00	71	2,37	16,52	5,70
18	331,88	66	2,20	15,58	5,17
19	420,00	64	2,13	15,20	6,38
20	420,00	44	1,47	10,96	4,60
21	367,50	40	1,33	10,10	3,71
22	153,33	21	0,70	6,03	0,93
23	140,00	10	0,33	3,68	0,52
24	194,17	12	0,40	4,11	0,80

Gesamtabfluss: 47,65

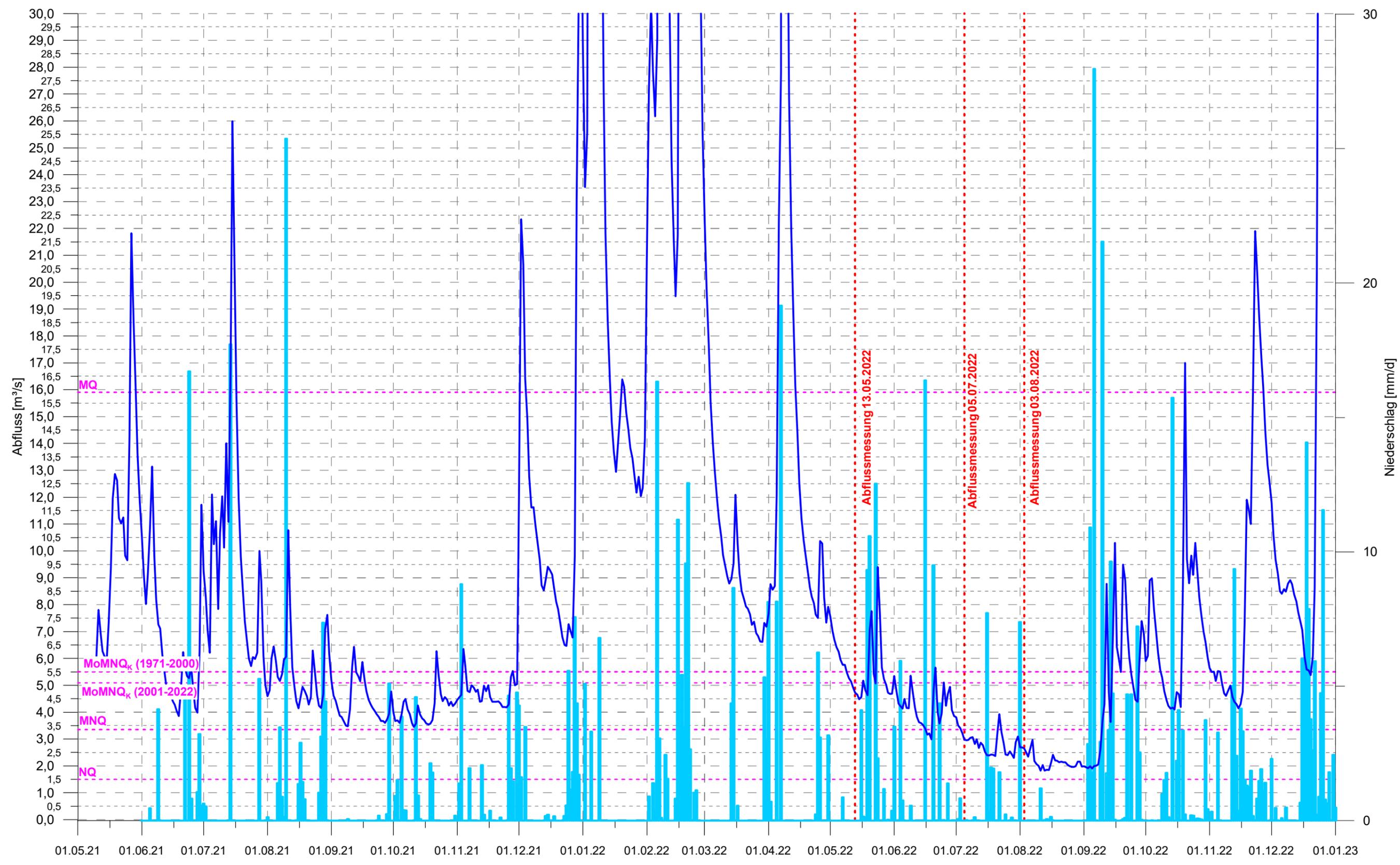
Legende:

- nicht erkennbar fließend (v < 0,03 m/s)
- träge fließend (v = 0,03 - < 0,10 m/s)
- (sehr) langsam fließend (v = 0,10 - < 0,20 m/s)
- langsam fließend (v = 0,20 - < 0,30 m/s)
- schnell fließend (v = 0,30 - < 0,50 m/s)
- sehr schnell fließend (v = 0,50 - < 1,00 m/s)
- extrem schnell fließend (v > 1,00 m/s)



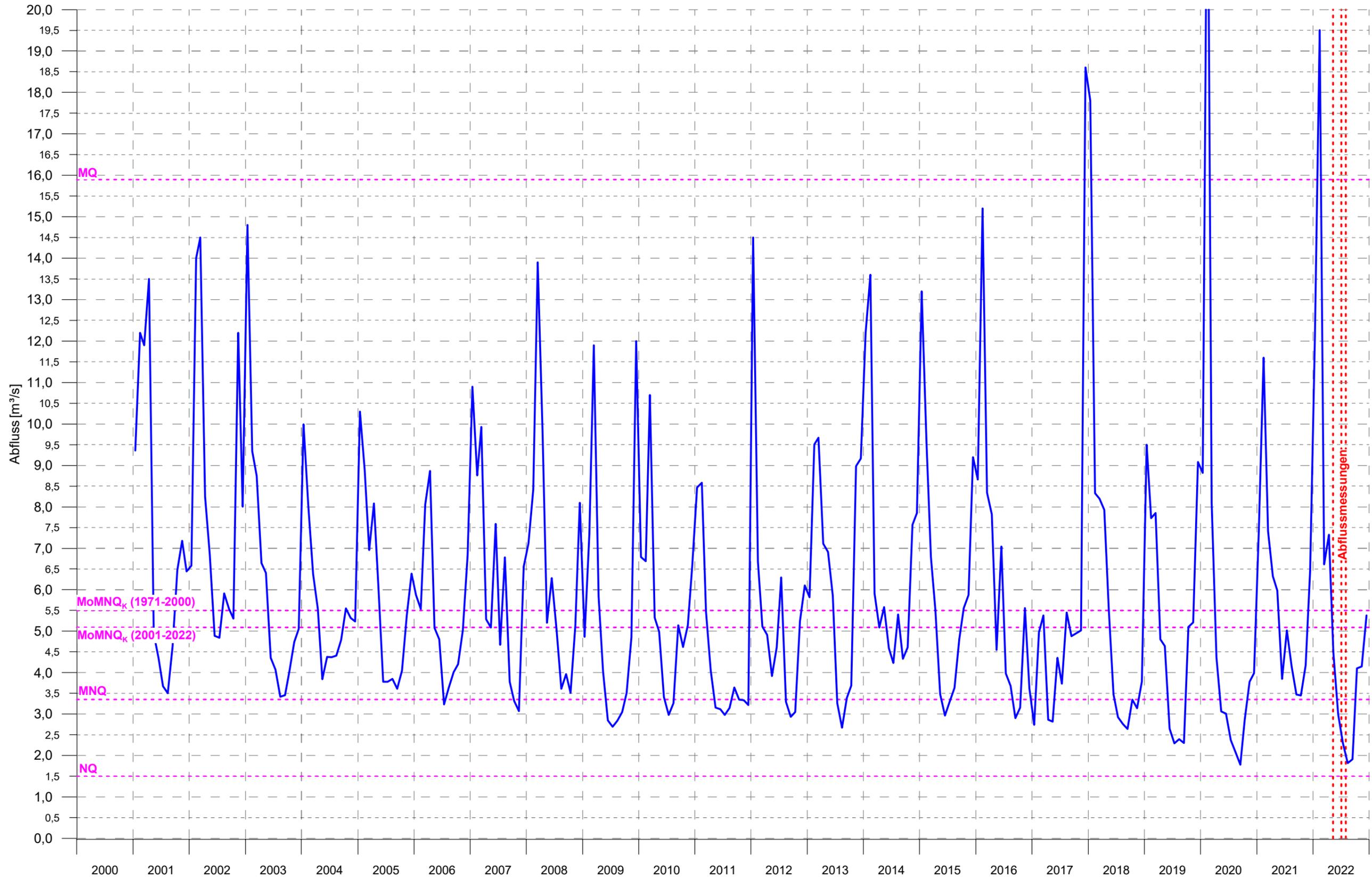


Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Darstellung von Abfluss (Lahn Messstation Marburg) und Niederschlag (Messstation Marburg)



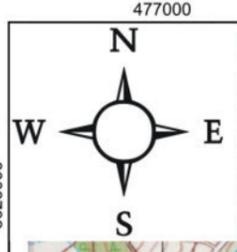
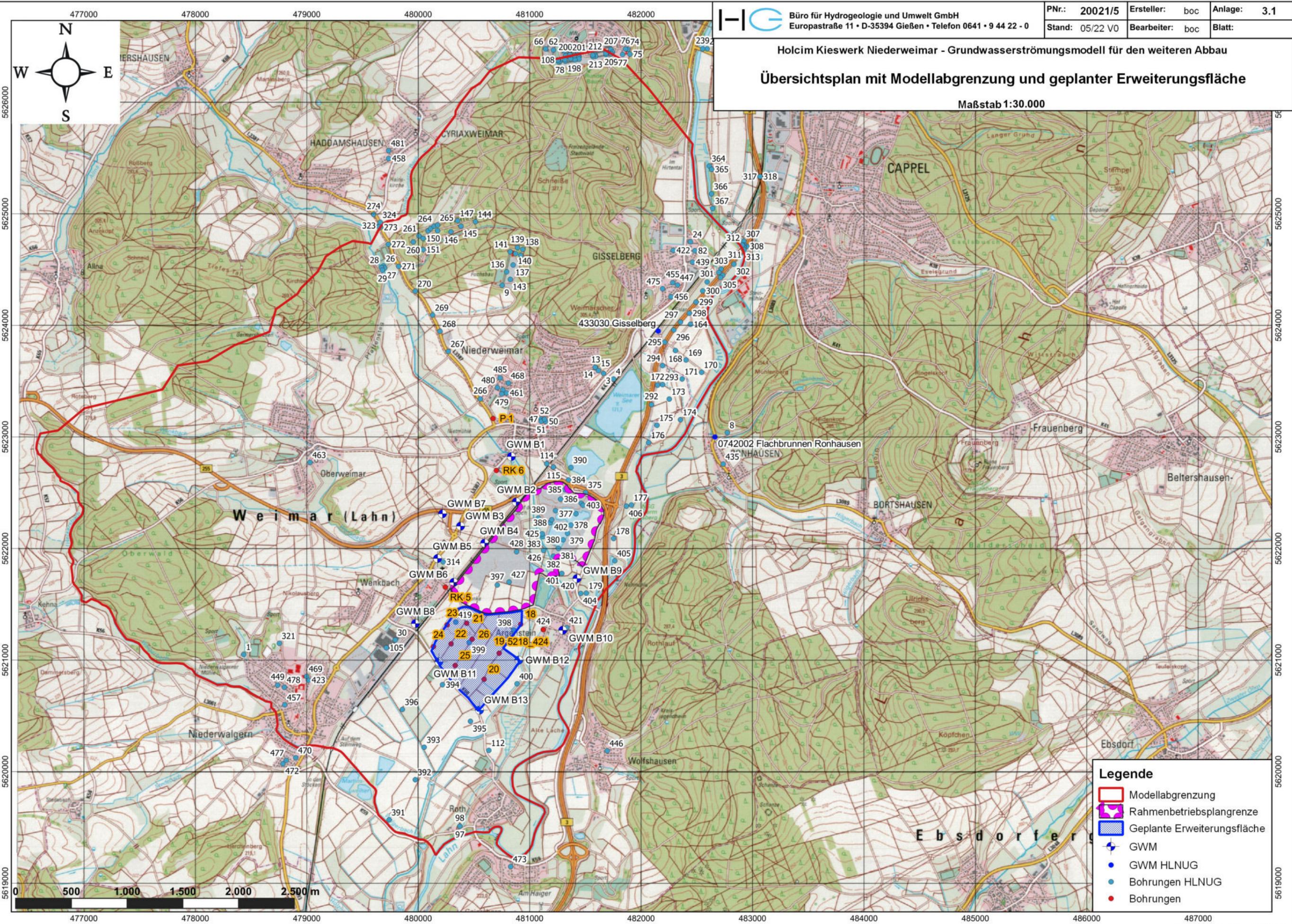
Legende
 — Abfluss NQ

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
**Darstellung vom monatlichen NQ-Abfluss
 (Lahn Messstation Marburg)**

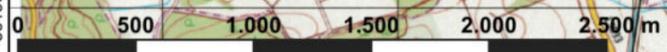


Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Übersichtsplan mit Modellabgrenzung und geplanter Erweiterungsfläche

Maßstab 1:30.000

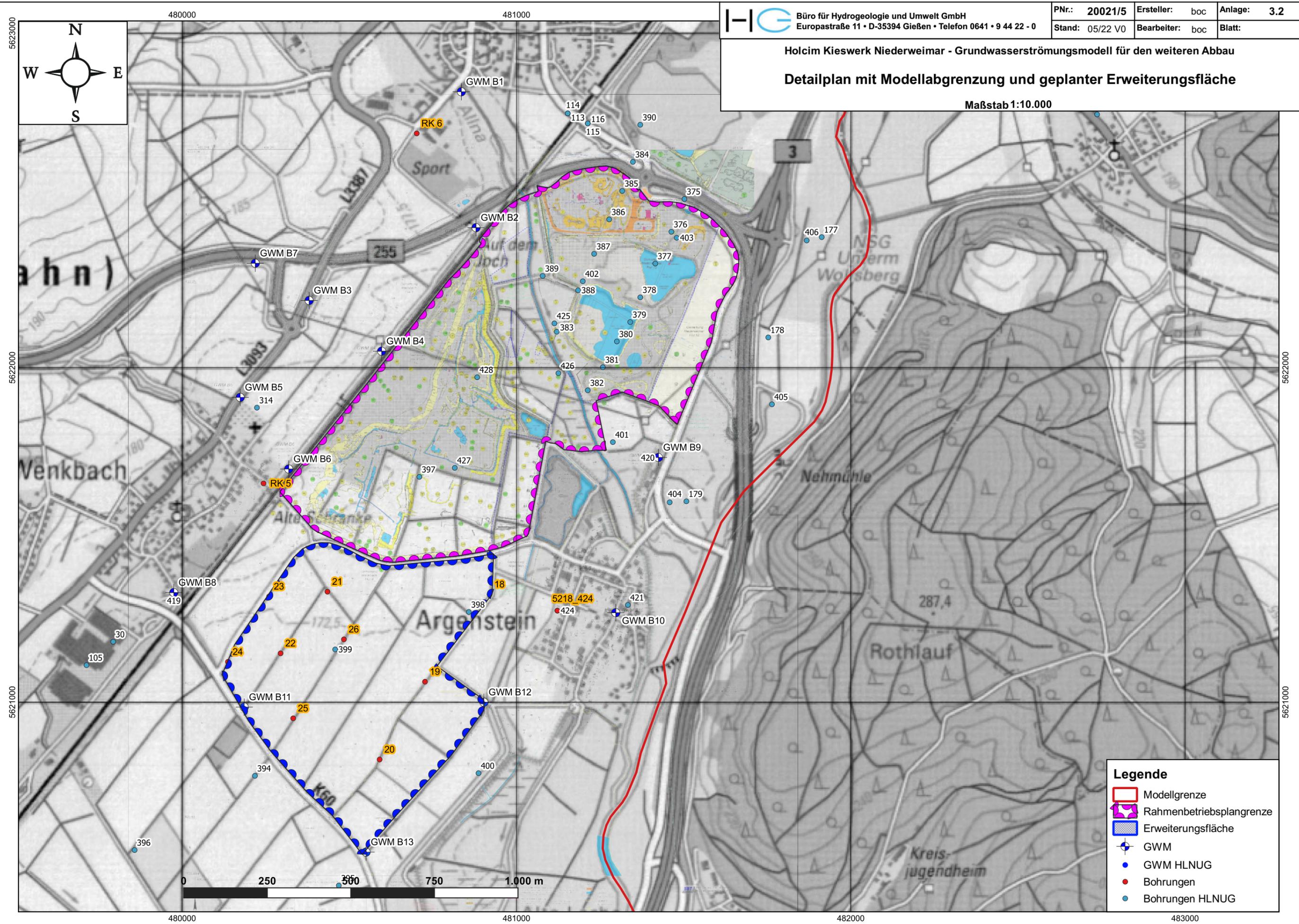


- Legende**
- Modellabgrenzung
 - Rahmenbetriebsplangrenze
 - Geplante Erweiterungsfläche
 - + GWM
 - GWM HLNUG
 - Bohrungen HLNUG
 - Bohrungen



Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
 Detailplan mit Modellabgrenzung und geplanter Erweiterungsfläche

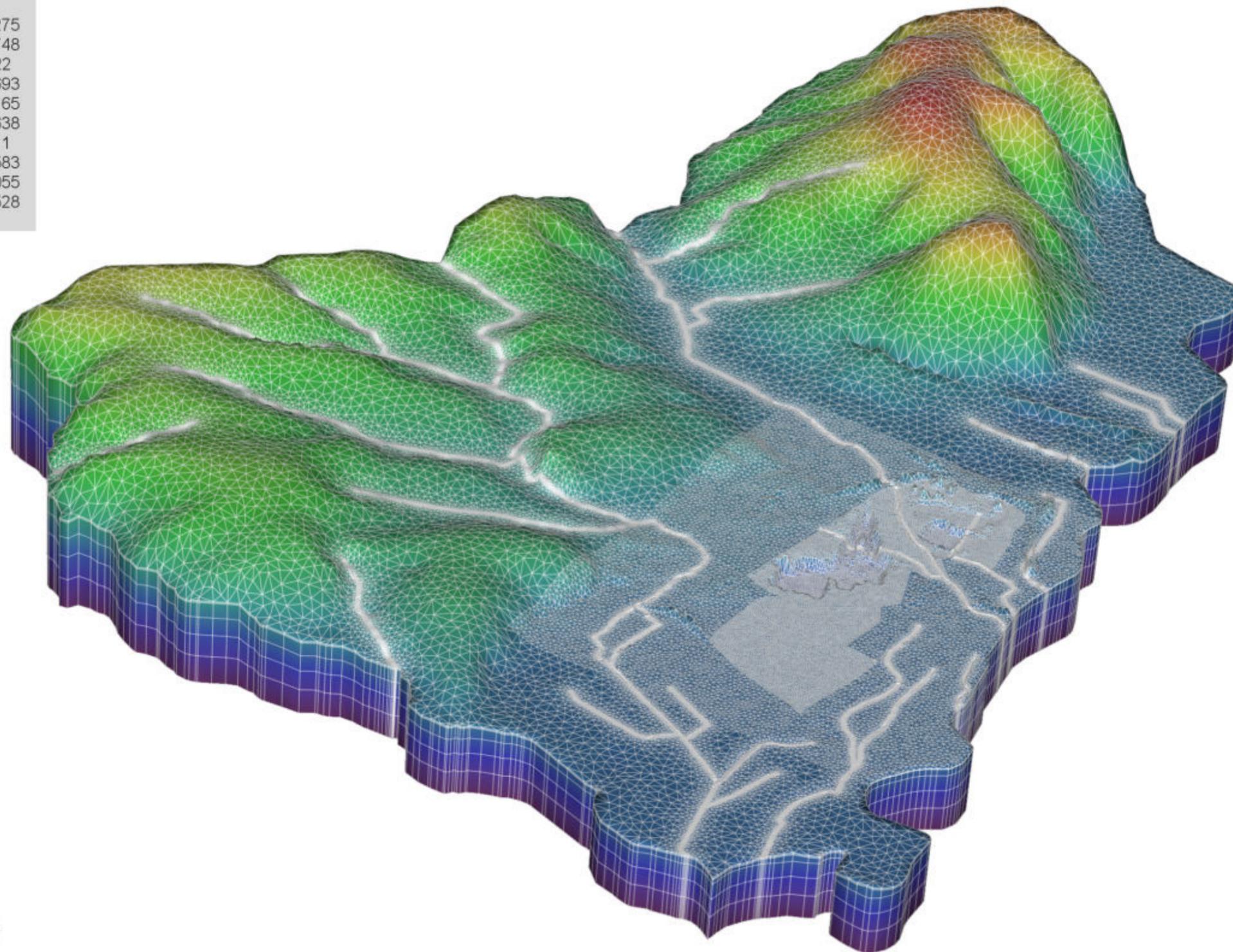
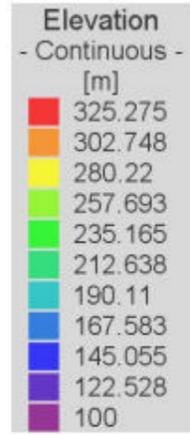
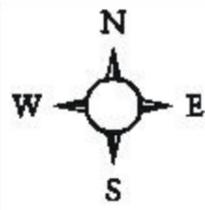
Maßstab 1:10.000



Legende

- Modellgrenze
- - - Rahmenbetriebsplangrenze
- - - Erweiterungsfläche
- GWM
- GWM HLNUG
- Bohrungen
- Bohrungen HLNUG

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
3-dimensionale Darstellung des numerischen GwModells
5-fach überhöht

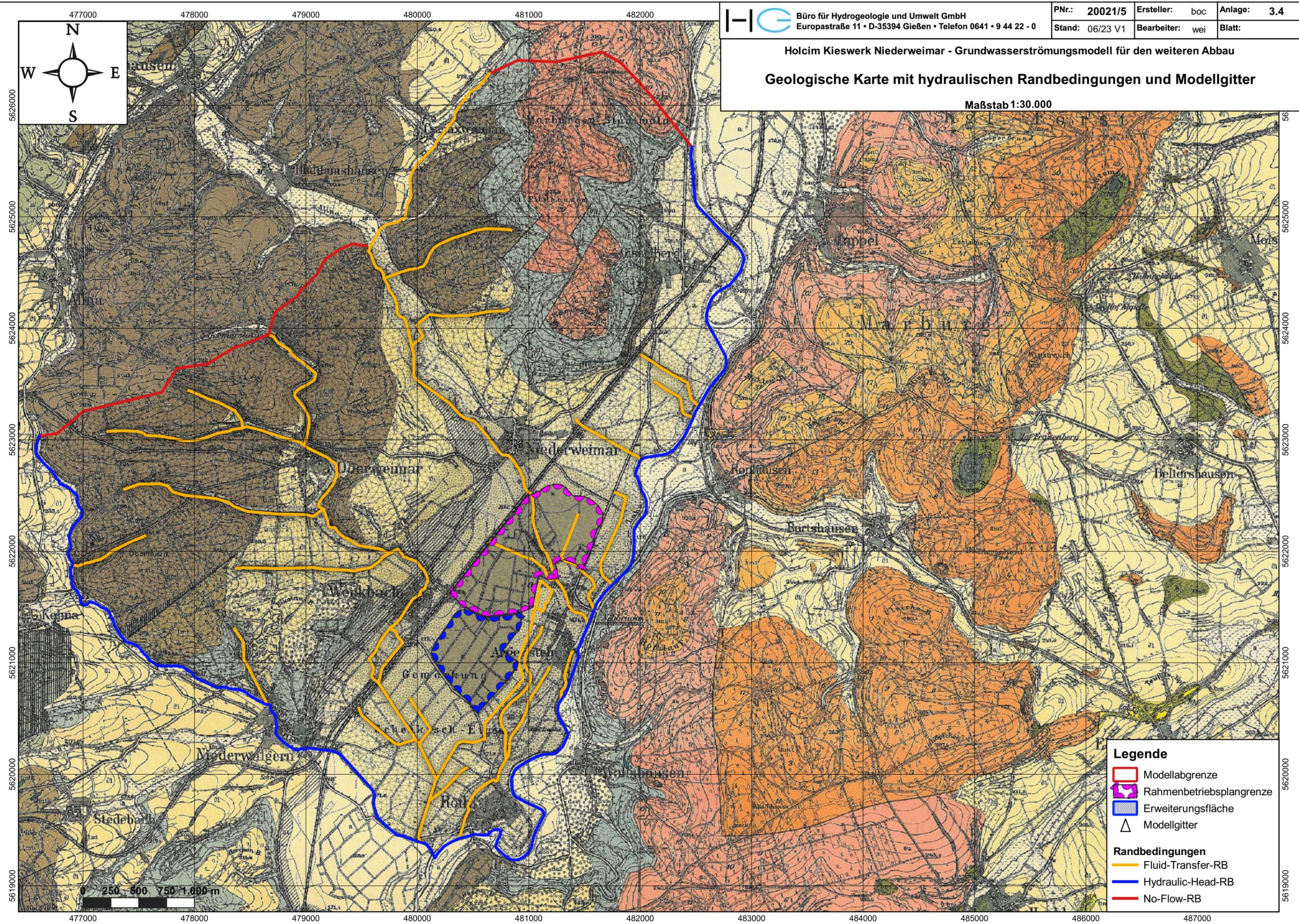


FEFLOW (R)

∞ [d]

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Geologische Karte mit hydraulischen Randbedingungen und Modellgitter

Maßstab 1:30.000



Legende

- Modellabgrenze
- Rahmenbetriebsplangrenze
- Erweiterungsfläche
- Modellgitter

Randbedingungen

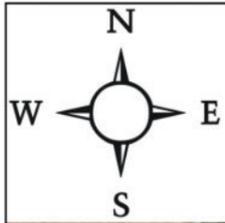
- Fluid-Transfer-RB
- Hydraulic-Head-RB
- No-Flow-RB

480000

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau

Übersichtsplan der verschiedenen Abbauphasen für den Erweiterungsbereich

Maßstab 1:5.000



5621000



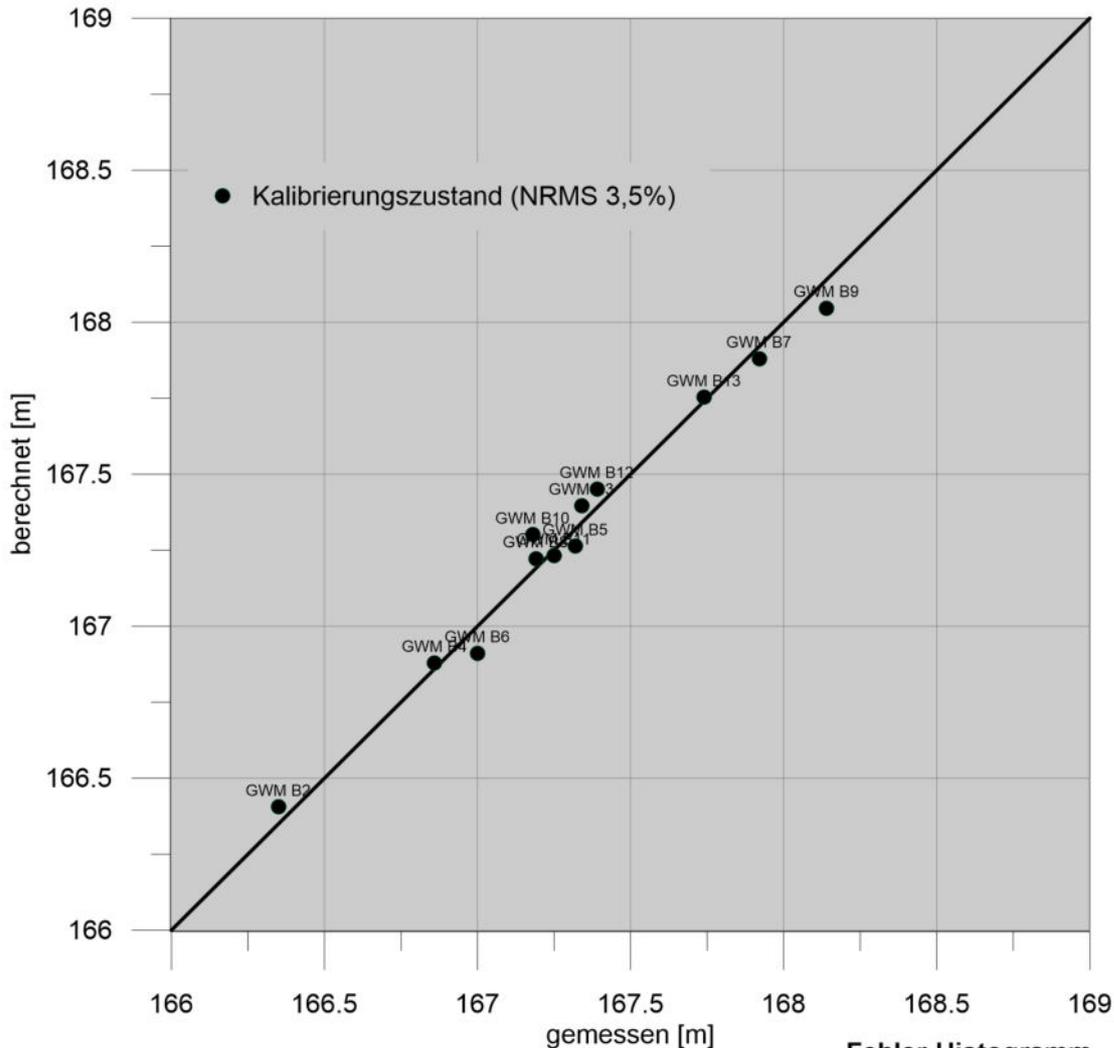
5621000

Legende

- GWM 2021
- Abbauphasen

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau

Vergleich berechneter und gemessener GwStände für den Kalibrierungszustand



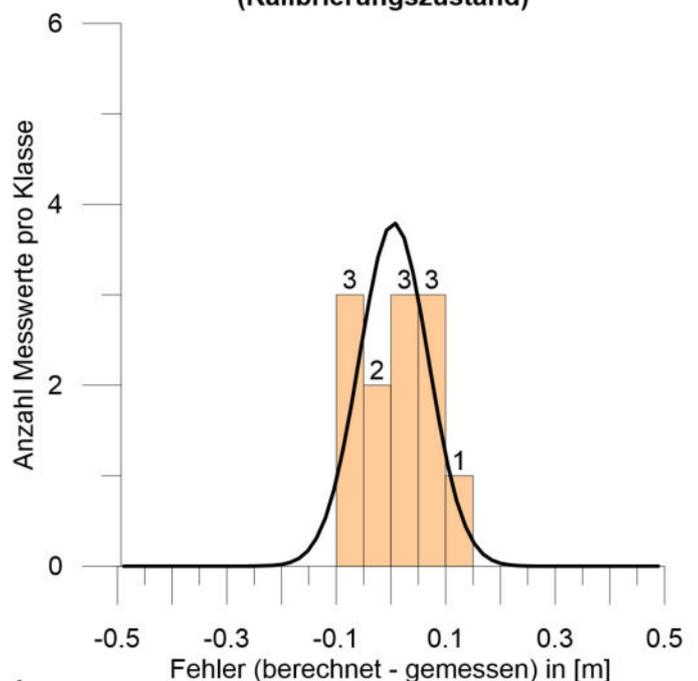
Statistische Zusammenfassung (Kalibrierungszustand)

Mean Error: 0,005 m
 Standard-Abweichung: 0,055 m
 Mean Abs. Error: 0,066 m
 Root Mean Sq. Error: 0,063 m
 Normalized RMS Error: 3,5 %
 Korrelation: ≈ 0,991

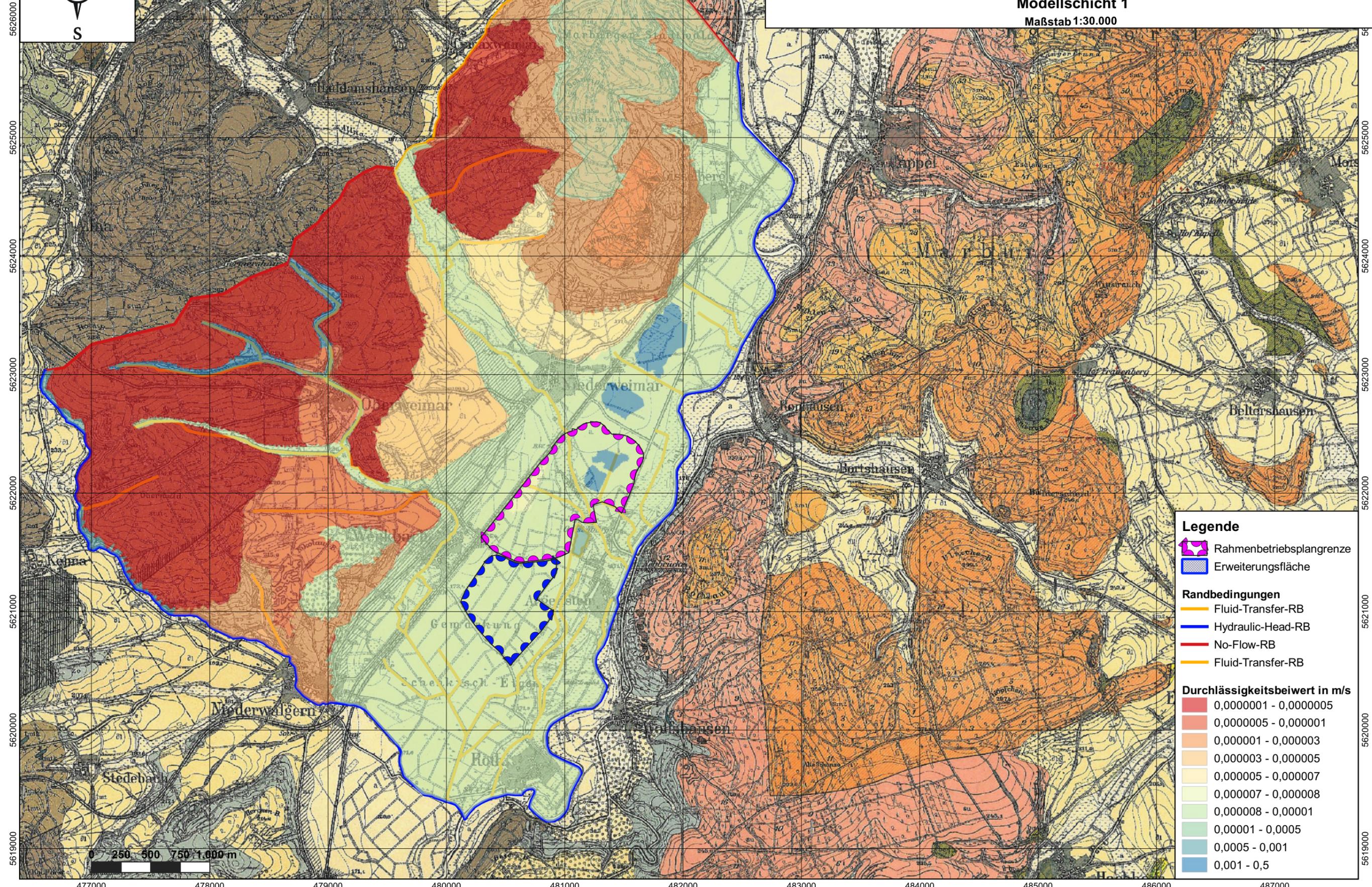
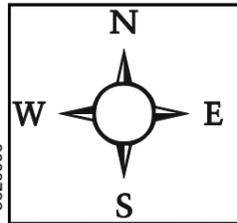
	Flow Out l/s	Flow In l/s
Dirichlet-BC	218.1	154.6
Cauchy-BC	13.8	19.3
Wells	0.0	0.0
GwNeubildung	0.4	58.4
Summe	232.2594	232.2908
Differenz		0.0314
Differenz %	1.35E-02	

GwN ~ 2.35 (l/s)*km²

Fehler-Histogramm (Kalibrierungszustand)



Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Geologische Karte mit Verteilung der horizontalen Durchlässigkeit für die
Modellschicht 1
Maßstab 1:30.000



Legende

- Rahmenbetriebsplangrenze
- Erweiterungsfläche

Randbedingungen

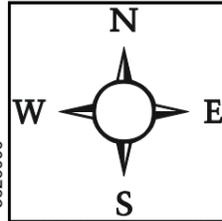
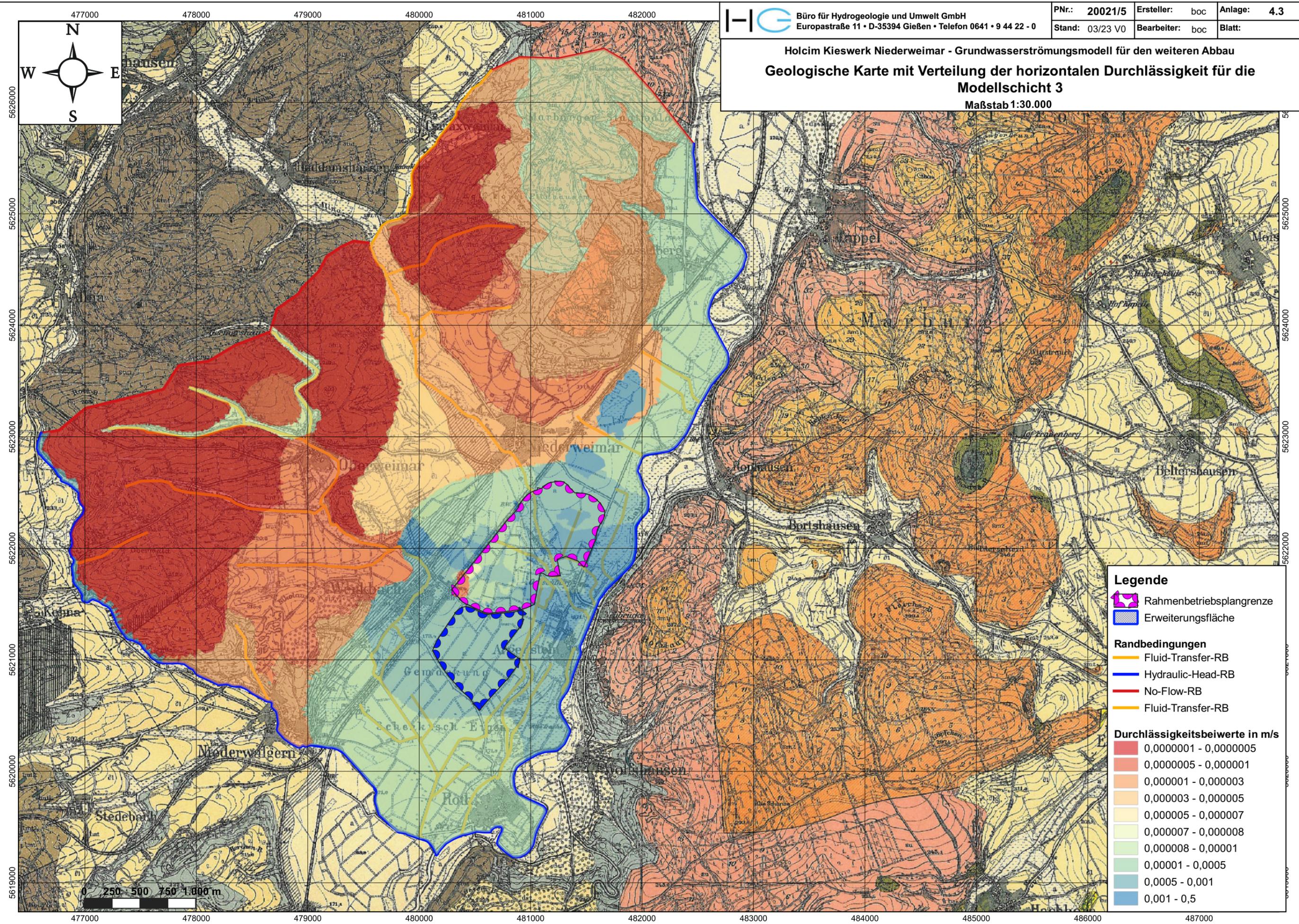
- Fluid-Transfer-RB
- Hydraulic-Head-RB
- No-Flow-RB
- Fluid-Transfer-RB

Durchlässigkeitsbeiwert in m/s

- 0,0000001 - 0,0000005
- 0,0000005 - 0,000001
- 0,000001 - 0,000003
- 0,000003 - 0,000005
- 0,000005 - 0,000007
- 0,000007 - 0,000008
- 0,000008 - 0,00001
- 0,00001 - 0,0005
- 0,0005 - 0,001
- 0,001 - 0,5



Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Geologische Karte mit Verteilung der horizontalen Durchlässigkeit für die Modellschicht 3
 Maßstab 1:30.000



Legende

- Rahmenbetriebsplangrenze
- Erweiterungsfläche

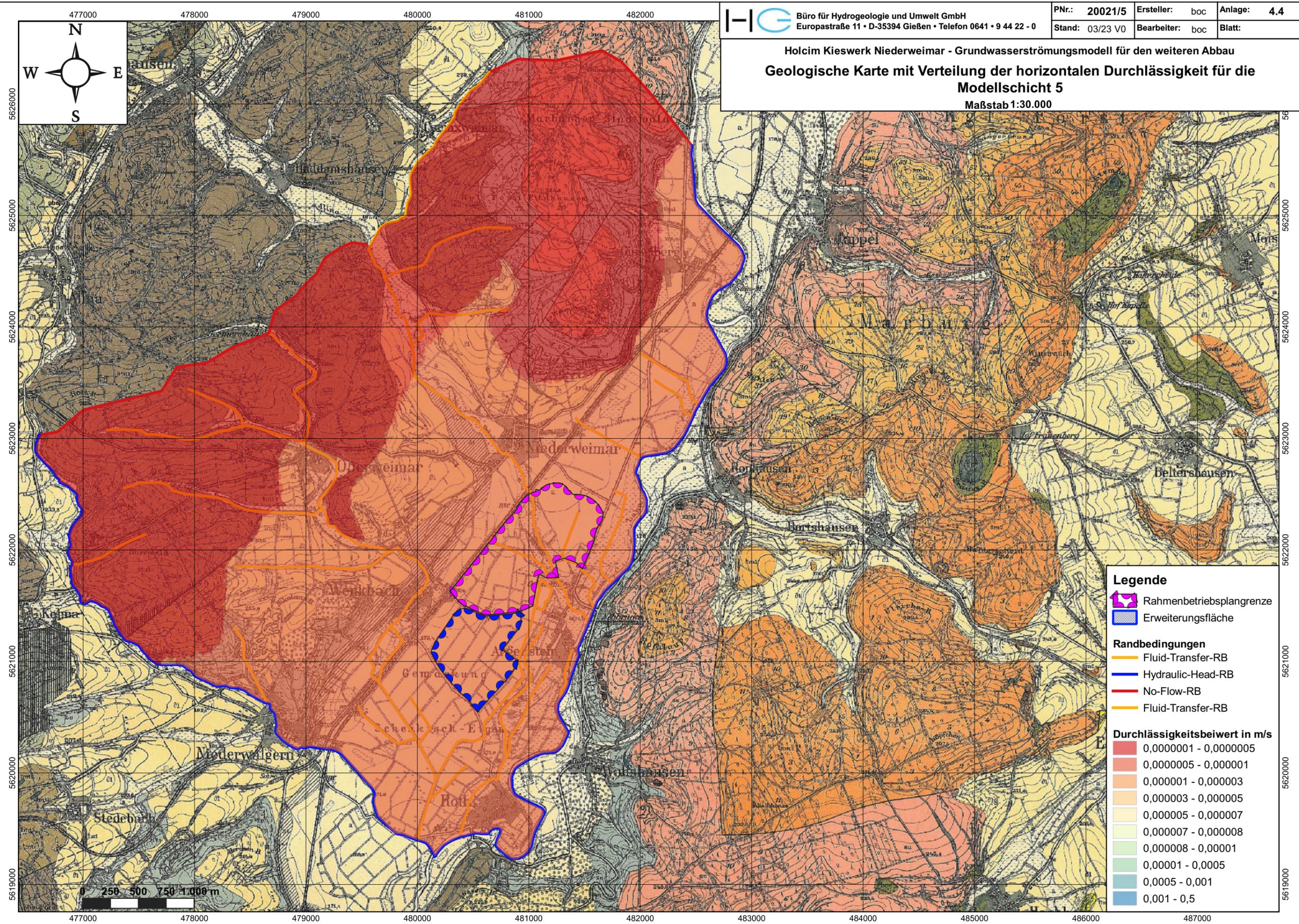
Randbedingungen

- Fluid-Transfer-RB
- Hydraulic-Head-RB
- No-Flow-RB
- Fluid-Transfer-RB

Durchlässigkeitsbeiwerte in m/s

- 0,0000001 - 0,0000005
- 0,0000005 - 0,000001
- 0,000001 - 0,000003
- 0,000003 - 0,000005
- 0,000005 - 0,000007
- 0,000007 - 0,000008
- 0,000008 - 0,00001
- 0,00001 - 0,00005
- 0,00005 - 0,001
- 0,001 - 0,5

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Geologische Karte mit Verteilung der horizontalen Durchlässigkeit für die
Modellschicht 5
 Maßstab 1:30.000



Legende

-  Rahmenbetriebsplangrenze
-  Erweiterungsfläche

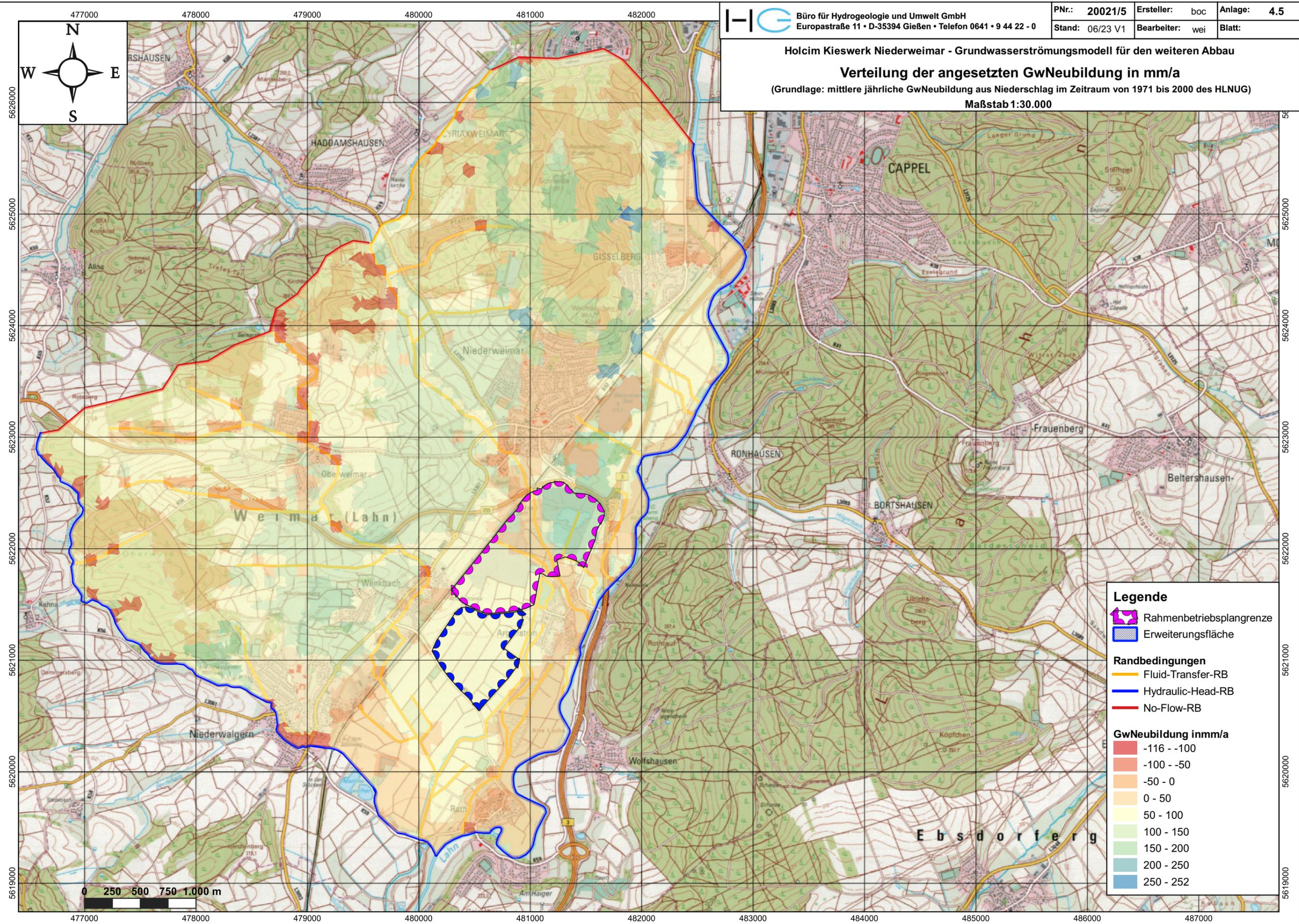
Randbedingungen

-  Fluid-Transfer-RB
-  Hydraulic-Head-RB
-  No-Flow-RB
-  Fluid-Transfer-RB

Durchlässigkeitsbeiwert in m/s

-  0,0000001 - 0,0000005
-  0,0000005 - 0,000001
-  0,000001 - 0,000003
-  0,000003 - 0,000005
-  0,000005 - 0,000007
-  0,000007 - 0,000008
-  0,000008 - 0,00001
-  0,00001 - 0,0005
-  0,0005 - 0,001
-  0,001 - 0,5

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Verteilung der angesetzten GwNeubildung in mm/a
 (Grundlage: mittlere jährliche GwNeubildung aus Niederschlag im Zeitraum von 1971 bis 2000 des HLNUG)
 Maßstab 1:30.000



Legende

- Rahmenbetriebsplangrenze
- Erweiterungsfläche

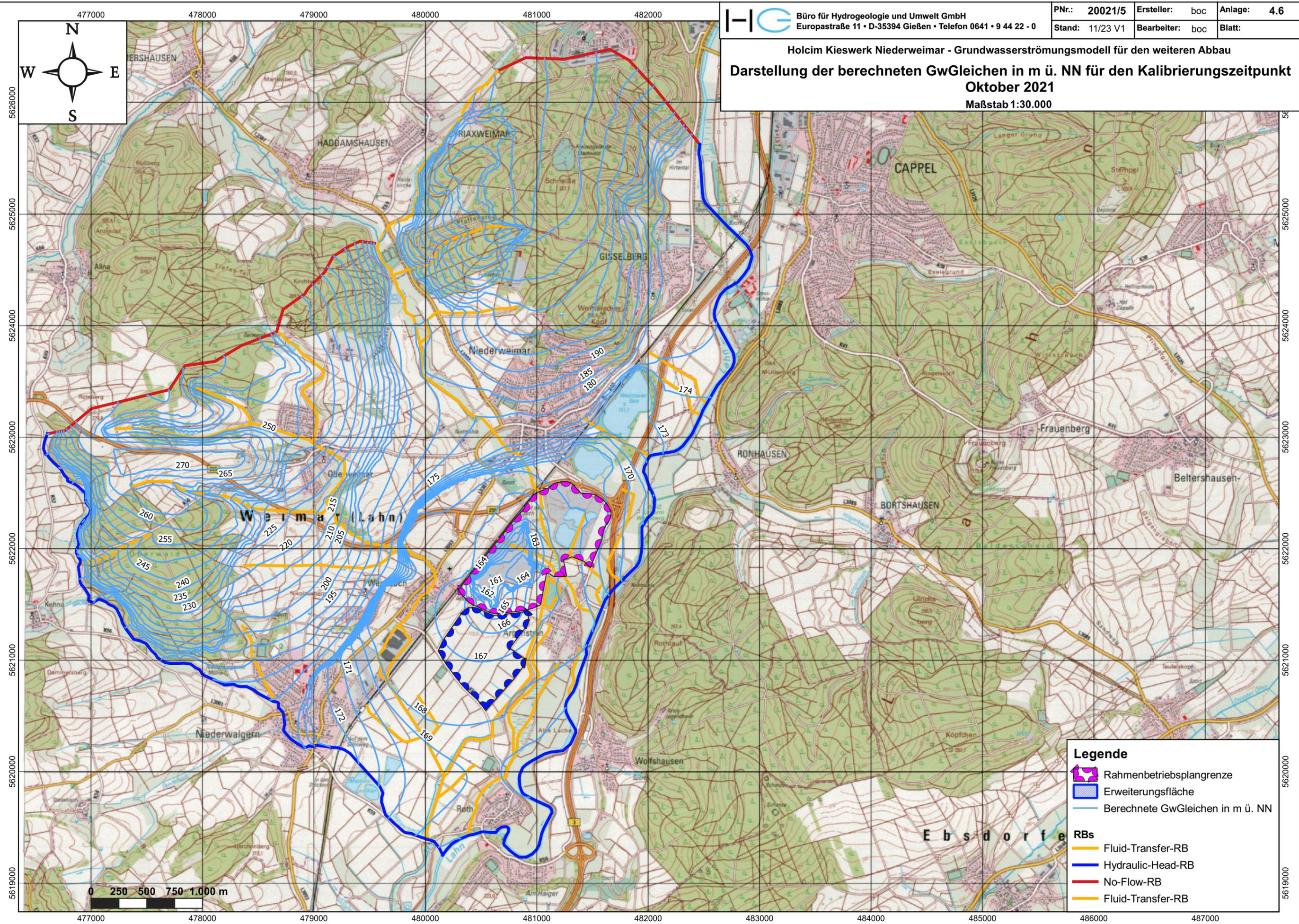
Randbedingungen

- Fluid-Transfer-RB
- Hydraulic-Head-RB
- No-Flow-RB

GwNeubildung in mm/a

- 116 - -100
- 100 - -50
- 50 - 0
- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 252

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Darstellung der berechneten GwGleichen in m ü. NN für den Kalibrierungszeitpunkt
Oktober 2021
 Maßstab 1:30.000



Legende

-  Rahmenbetriebsplangrenze
-  Erweiterungsfläche
-  Berechnete GwGleichen in m ü. NN

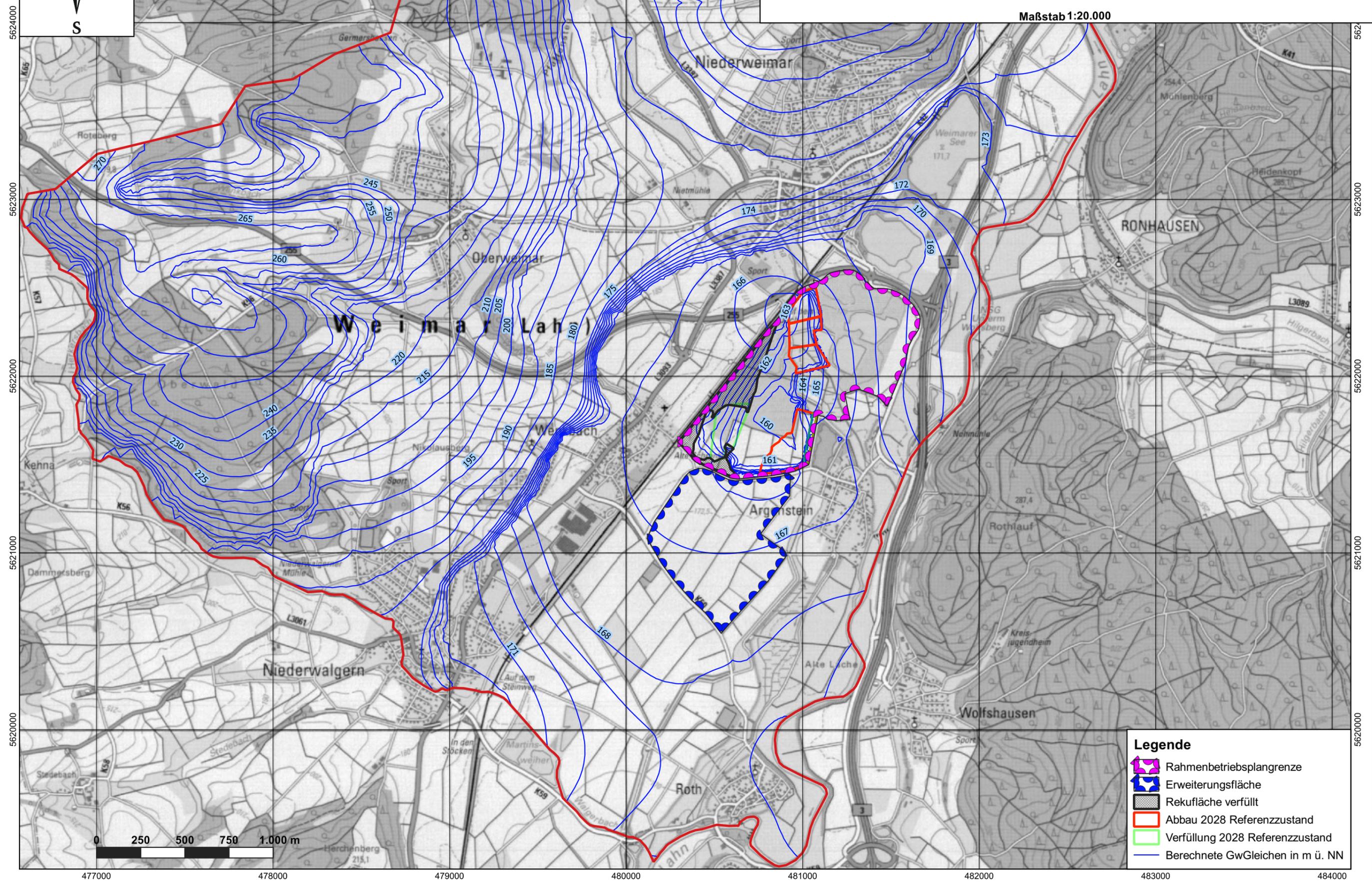
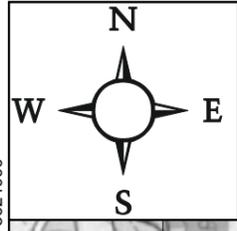
RBs

-  Fluid-Transfer-RB
-  Hydraulic-Head-RB
-  No-Flow-RB
-  Fluid-Transfer-RB

477000 478000 479000 480000

Holcim Kieswerk Niederweimar - Grundwasserströmungsmodell für den weiteren Abbau
Darstellung der berechneten GwGleichen für den Referenzzustand 2028

Maßstab 1:20.000



- Legende**
-  Rahmenbetriebsplangrenze
 -  Erweiterungsfläche
 -  Rekufläche verfüllt
 -  Abbau 2028 Referenzzustand
 -  Verfüllung 2028 Referenzzustand
 -  Berechnete GwGleichen in m ü. NN