

Modelltechnische Unterstützung der LINEG zum K+S Minerals and Agriculture GmbH Rahmenbetriebsplan „RBP_neu“

Dokumentation



LINEG - Linksniederrheinische
Entwässerungs-Genossenschaft



Bericht

This report has been prepared under the DHI Business Management System certified by Bureau Veritas to comply with ISO 9001 (Quality Management)



Erstellt von Philipp Huttner		Genehmigt von Dr. Martina aus der Beek
22.10.2021		21.10.2021
X P. Huttner Approved by Signed by: Philipp Huttner		X Martina aus der Beek Approved by Signed by: Martina aus der Beek

Modelltechnische Unterstützung der LINEG zum K+S Minerals and Agriculture GmbH Rahmenbetriebsplan „RBP_neu“

Bericht

Oktober 2021

Erstellt für: LINEG - Linksniederrheinische
Entwässerungs-Genossenschaft
Vertreten durch: Hr. Christoph Breit
Adresse: Friedrich-Heinrich-Allee 64
47475 Kamp-Lintfort, Germany



Quelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zoutmijn-borth.JPG>
(Pimvantend, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons)

Projektmanager	Philipp Huttner
Qualitätssicherung	Dr. Martina aus der Beek
Projektbearbeiter	Philipp Huttner, Julia Krause

Projektnummer	14805452
Datum Freigabe	22.10.2021
Revision	Version:1
Einstufung	Vertraulich: Dieses Dokument ist nur den Projektmitarbeitern zugänglich; für jede Weitergabe außerhalb des Projektteams ist zuvor die Zustimmung des Auftraggebers einzuholen.

INHALT

1	Veranlassung, Auftrag und Zielsetzung	1
1.1	Veranlassung und Zielsetzung	1
1.2	Vorgehensweise	2
1.3	Möglichkeiten und Grenzen des Modells	3
2	Verwendete Datengrundlagen und Abstimmungen	4
2.1	Verwendete Daten	4
3	Untersuchungsgebiet und betrachtete Zustände	6
3.1	„Aktuell“: Erfolgte Senkungen (IST-Zustand)	9
3.2	„RBP_1985“ (Referenzzustand)	10
3.3	„RBP_neu“ (Planungszustand)	11
3.4	Betrachtete Gewässerabschnitte	12
4	Bestehende Randbedingungen	14
4.1	Rheinhochwasser	14
4.2	Wasserstände in den Gräben	15
4.3	Bereits im Modell umgesetzte Poldermaßnahmen mit Stand 2019	16
4.4	Bereits im Modell umgesetzte Gewässer-Ausbau-Maßnahmen mit Stand 2019 ...	17
4.5	Bereits im Modell umgesetzte Untergrundverbau-Maßnahmen mit Stand 2019	17
4.6	Grundwasserneubildung	18
5	Zustand „Aktuell“: Senkungen (IST-Zustand)	18
5.1	Betrachteter Zeitraum und maßgebende Abbaufelder	18
5.2	Erfolgte Senkungen bis zum Zustand „Aktuell“	19
5.3	Angesetzte Wasserstände der maßgeblich beeinflussten Fließgewässer	20
5.4	Resultierende Flurabstände	24
5.5	Resultierende Gewässerbilanzen	25
6	Zustand „RBP_1985“ (Referenzzustand)	26
6.1	Betrachteter Zeitraum und maßgebende Abbaufelder	26
6.2	Genehmigte Senkungen bis zum Zustand „RBP_1985“	26
6.3	Einbau der „Neuen Borthschen Ley“ und der PAG Menzelen West	27
6.4	Angesetzte Wasserstände der Fließgewässer	27
6.5	Resultierende Flurabstände	31
6.6	Resultierende Gewässerbilanzen	33
6.7	Abgleich mit dem genehmigten RBP_1985	34
7	Zustand „RBP_neu“ (Planungszustand)	36
7.1	Betrachteter Zeitraum und maßgebende Abbaufelder	36
7.2	Geplante Senkungen bis zum Endzustand „RBP_neu“	36
7.3	Angesetzte Wasserstände der Fließgewässer	37
7.4	Resultierende Flurabstände ohne zusätzliche wasserwirtschaftliche Regulierungsmaßnahmen	40
7.5	Resultierende Gewässerbilanzen	41
8	Auswirkungen auf die Gewässer durch den „RBP_neu“ ohne zusätzliche, wasserwirtschaftliche Regulierungsmaßnahmen	42
8.1	Potentiell trockenfallende Gewässerabschnitte	42
8.2	Identifikation von zukünftig abflusslosen Senken und Vernässungsbereichen	42

8.2.1	Nordwestliches Teilgebiet	42
8.2.2	Südöstliches Teilgebiet	44
8.3	Gewässerabschnitte ohne maßgebende Änderungen	45

9 Schlussfolgerung und Projektausblick47

ABBILDUNGEN

Abbildung 1-1:	Lage des rot umrandeten Steinsalzabbaus am unteren Niederrhein	1
Abbildung 3-1:	Lageplan mit schwarz umrandeten Untersuchungsgebiet, (hell-) blauen Gewässerverläufen und vorhandene Stillgewässer in violett	6
Abbildung 3-2:	Abbaubereiche nach durchführendem Unternehmen differenziert	7
Abbildung 3-3:	Differenzierte Übersicht der einzelnen Abbaufelder (siehe Quellenverweis Abbildung 3-2)	8
Abbildung 3-4:	Gemessene Senkungen seit Abbaubeginn in [m]	10
Abbildung 3-5:	Genehmigte Senkungen für den RBP_1985 in [m]	11
Abbildung 3-6:	Gesamtsenkungen für den RBP_neu in [m]	12
Abbildung 3-7:	Lageplan der betrachteten Gewässerabschnitte	13
Abbildung 4-1:	Im Modell hinterlegter Verlauf des Rhein-Wasserstands	14
Abbildung 4-2:	Im Modell hinterlegte Grundwasserneubildung farblich abgestuft	18
Abbildung 5-1:	Gemessene Senkungen in [m]	19
Abbildung 5-2:	Längsschnitt Veener Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“	21
Abbildung 5-3:	Längsschnitt Winnenthaler Kanal mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“	22
Abbildung 5-4:	Längsschnitt Schwarzer Graben mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“	23
Abbildung 5-5:	Längsschnitt Borthsche Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“	24
Abbildung 6-1:	Zusätzlich noch eintretende Senkungen durch den zugelassenen RBP_1985 in [m]	27
Abbildung 6-2:	Längsschnitt Veener Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“	28
Abbildung 6-3:	Längsschnitt Winnenthaler Kanal mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“	29
Abbildung 6-4:	Längsschnitt Schwarzer Graben mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“	30
Abbildung 6-5:	Längsschnitt Borthsche Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“	31
Abbildung 6-6:	Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für HHW im nordwestlichen Betrachtungsgebiet	34
Abbildung 6-7:	Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für HHW im südöstlichen Betrachtungsgebiet	34
Abbildung 6-8:	Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für MW im nordwestlichen Betrachtungsgebiet	35
Abbildung 6-9:	Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für MW im südöstlichen Betrachtungsgebiet	35

Abbildung 7-1:	Zusätzlich geplante Senkungen für den RBP_neu seit RBP_1985 in [m]	36
Abbildung 7-2:	Längsschnitt Veener Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“	37
Abbildung 7-3:	Längsschnitt Winnenthaler Kanal mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“	38
Abbildung 7-4:	Längsschnitt Schwarzer Graben mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“	39
Abbildung 7-5:	Längsschnitt Borthsche Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“	40
Abbildung 8-1:	Flurabstände bei MW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im nordwestlichen Teilgebiet	43
Abbildung 8-2:	Flurabstände bei HHW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im Nordwestlichen Teilgebiet	43
Abbildung 8-3:	Flurabstände bei MW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im Südöstlichen Teilgebiet	44
Abbildung 8-4:	Flurabstände bei HHW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im Südöstlichen Teilgebiet	45

TABELLEN

Tabelle 2-1	Verwendete Daten	4
Tabelle 5-1:	Im Modell ermittelte Gewässerbilanzen für den Zustand "Aktuell"	26
Tabelle 6-1:	Im Modell ermittelte Gewässerbilanzen für den Zustand "RBP_1985"	33
Tabelle 7-1:	Im Modell ermittelte Gewässerbilanzen für den Zustand "RBP_neu"	41

ANHANG

Anlage	Bezeichnung
2.01	<u>Aktuell:</u> GW-Flurabstände bei höchstem Rheinwasserstand (HHW)
2.02	<u>Aktuell:</u> GW-Flurabstände bei mittlerem Rheinwasserstand (MHW)
2.03	<u>RBP_1985:</u> GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2015
2.04	<u>RBP_1985:</u> GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei mittlerem Rheinwasserstand (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2015
2.05	Anstieg der GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) durch RBP_1985 (Differenz Aktuell zu RBP_1985)
2.06	Anstieg der GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei mittlerem Rheinwasserstand (MW) durch RBP_1985 (Differenz Aktuell zu RBP_1985)
2.07	<u>RBP_neu:</u> GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei höchstem Rheinwasserstand (HHW)
2.08	<u>RBP_neu:</u> GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei mittlerem Rheinwasserstand (MW)
2.09	Anstieg der GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) durch RBP_neu (Differenz RBP_1985 zu RBP_neu)
2.10	Anstieg der GW-Flurabstände nach Bodenruhe bei mittlerem Rheinwasserstand (MW) durch RBP_neu (Differenz RBP_1985 zu RBP_neu)

ABKÜRZUNGEN UND SYMBOLE

Begriff	Symbol	Einheit	Inhalt und Beschreibung
Fläche	A	m ²	
Breite	b	m	Breite
Verdunstung (Evaporation)	E	mm	Verdunstungs- (Evaporations-) höhe
Grundwasserflurabstand bzw. negative Wassertiefe eines Oberflächen- gewässers	FAB	m	$FAB = B - h$ Differenz zwischen Gelände- bzw. Gewässersohlhöhe B und oberflächennahem Grundwasserpotential bzw. Wasserstand h des Oberflächengewässers
Geländehöhe	GOK	m NHN	Niveau der Geländeoberfläche
Grundwasserleiter (Aquifer)	GWL		
Grundwasser- messstelle	GWMS		
Grundwasserpotential bzw. Wasserstand eines Oberflächen- gewässers	h	m NHN	Summe aus geodätischer Höhe und Druckhöhe in einem Punkt des Aquifers bzw. des Oberflächengewässers
Abflusshöhe	h_A	mm	$h_A = h_N - E$
Grundwasser- neubildungshöhe	h_G	mm	vertikale Filtergeschwindigkeit des Grundwassers (positiv nach unten)
Niederschlagshöhe	h_N (P)	mm	Wasserdargebot aus atmosphärischen Niederschlägen, ausgedrückt als Wasserhöhe über einer horizontalen Fläche
Verdunstungshöhe	h_V	mm	mittlere Verdunstungsabgabe eines Gebietes, ausgedrückt als Wasserhöhe über einer horizontalen Fläche
Wasserstands- aufhöhung	Δh	m	$\Delta h = h - h_{Ref}$ Aufhöhung eines Wasserstands h gegenüber dem Wasserstand h_{Ref} eines Referenzlastfalls
Grundwassergefälle	I	-	Gefälle der Standrohrspiegelhöhen in einem Punkt des Aquifers
Sohlhöhengefälle	I_S	-	Gefälle der Gerinnesohle
Hydraulische Durchlässigkeit	k_f	m/s	Strömungswiderstand des Aquifers
Horizontale hydraulische Durchlässigkeit	k_{fh}	m/s	für die horizontale Grundwasserströmung maßgebender Strömungswiderstand
Vertikale hydraulische Durchlässigkeit	k_{fv}	m/s	für die vertikale Grundwasserströmung maßgebender Strömungswiderstand
Länge	L	m	
Schichtmächtigkeit	m	m	Vertikaldifferenz von Schichtober- und -unterkante
Grundwasser- mächtigkeit	M	m	$m_G = \min(h, B) - AUK$, vom Grundwasser durchströmter Teil der Mächtigkeit m_0 des quartären Talgrundwasserleiters
Durchflusswirksamer Hohlraumanteil	n_f	-	vom Grundwasser durchströmter Hohlraumanteil

Begriff	Symbol	Einheit	Inhalt und Beschreibung
Speichernutzbarer Hohlraumanteil (drain/fillable porosity)	n_{sp}	-	durch Änderungen der Grundwasseroberfläche entleer- und auffüllbarer Hohlraumanteil. Auffüllbar und entleerbar durch die Schwerkraft.
Ungesättigte Porosität (unsaturated porosity)	n_{uz}		durch Änderungen der Grundwasseroberfläche entleer- und auffüllbarer Hohlraumanteil zzgl. des Anteils der Porosität, in dem Grundwasser adhäsiv gespeichert ist. Im Allgemeinen gilt: $n_{uz} > n_{sp}$.
Oberkante	OK		Oberkante einer geologischen Schicht bzw. einer hydrostratigraphischen Struktureinheit
Spezifischer Durchfluss	q	$m^3/(s \cdot m)$	über die Grundwassermächtigkeit m_G integrierte horizontale Filtergeschwindigkeit v_f des Grundwassers q gibt den Grundwasserdurchfluss an, der den gesamten Aquifer auf einer Breite von 1 m in horizontaler Richtung durchströmt und ist somit ein Maß für die Ergiebigkeit des Aquifers
Abflussspende	q_A	$l/(s \cdot km^2)$	Abflusshöhe je Zeiteinheit
Grundwasser-neubildungsrate	GWNB	$l/(s \cdot km^2)$	vertikale Filtergeschwindigkeit des Grundwassers (positiv nach unten)
Oberflächen-abflussrate	q_o	$l/(s \cdot km^2)$	Oberflächenabflusshöhe je Zeiteinheit
Randzufluss	q_r	$l/(s \cdot km)$	linienförmiger Randzufluss je Zeiteinheit, positiv von außen in das Modellgebiet
Durchfluss, Abfluss	Q	l/s m^3/d	Wasservolumen, das einen definierten Querschnitt je Zeiteinheit durchströmt
Spezifischer Speicherkoeffizient	S_s	1/m	bei einer Standrohrspiegelhöhenänderung von 1 m auftretende Änderung des gespeicherten Grundwasservolumens je Aquifervolumen
Zeit	t	s	
Transmissivität	T	m^2/s	über die Grundwassermächtigkeit integrierte horizontale hydraulische Durchlässigkeit
Unterkante	UK	m NHN	Unterkante einer geologischen Schicht bzw. einer hydrostratigraphischen Struktureinheit
Abstands-geschwindigkeit	v_a	m/s	$v_a = v_f / n_f$
Filtergeschwindigkeit	v_f	m/s	Quotient aus Grundwasserdurchfluss und zugehöriger Grundwasserquerschnittsfläche
Volumen	V	m^3	
Wasserstand	WST	m NHN	Wasserstand im Oberflächengewässer
Rechtswert	x	m	Horizontalkoordinate, positiv in östlicher Richtung
Hochwert	y	m	Horizontalkoordinate, positiv in nördlicher Richtung
Vertikalwert	z	m NHN	Vertikalkoordinate, positiv nach oben
Transferrate / Leakagekoeffizient	TR	1/d	Beschreibung der Kolmationsschicht entsprechend $\Phi = k_f / M$ [1/d] mit: k_f : Durchlässigkeit der Kolmationsschicht [m/d] und M : Mächtigkeit der Kolmationsschicht [m]. Kennzahl für die Intensität des Austauschs zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser

1 Veranlassung, Auftrag und Zielsetzung

1.1 Veranlassung und Zielsetzung

In der Region des linken Niederrheins wird seit ca. 1926 bis heute Steinsalz abgebaut. Dieser Salzabbau führt zu kontinuierlichen Senkungen der Grundwasserleiterbasis und der Geländeoberkante. Die Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG) ist unter anderem mit der Aufgabe betraut, die bergbaubedingten Auswirkungen auf die ober- und unterirdischen Gewässerkörper auszugleichen. Die Senkungen tragen zu einer verstärkten Änderung des Grundwasserspiegels und der Flurabstände bei. Um diese Auswirkungen auszugleichen, werden von der LINEG entsprechende wasserwirtschaftliche Maßnahmen geplant und dauerhaft betreut sowie ggf. an neue Begebenheiten angepasst.

Der Steinsalzabbau am Steinsalzbergwerk Borth (Rheinberg-Borth) findet an der Grenze zu Wesel-Büderich und Alpen-Menzelen in der Vergangenheit durch die Cavity GmbH statt und wird nun von der K+S Minerals and Agriculture GmbH weitergeführt.

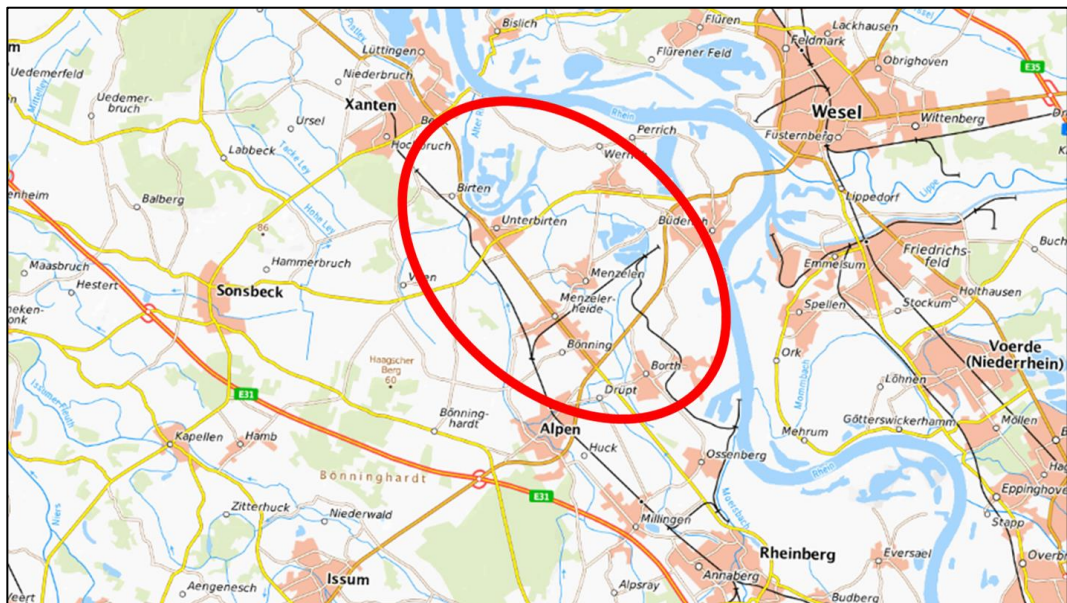


Abbildung 1-1: Lage des rot umrandeten Steinsalzabbaus am unteren Niederrhein

Neben dem bereits genehmigten Rahmenbetriebsplan (RBP) 1985 soll nun eine Erweiterung des Abbaus zur Genehmigung als „RBP_neu“ erarbeitet und vorgelegt werden.

1.2 Vorgehensweise

Für die finale Bewertung der bergbaubedingten Auswirkungen auf das Grundwasser bilden farblich abgestufte Flurabstandskarten die wichtigste Grundlage. Der Flurabstand bezeichnet die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Geländeoberkante und berechnet sich wie folgt:

$$\text{Flurabstand [m]} = \text{Geländeoberkante [m NHN]} - \text{Grundwasserspiegel [m NHN]}$$

Es werden in den folgenden Auswertungen drei Zustände für die Höhenlagen des Grundwasserspiegels und der Geländeoberkante betrachtet:

1. „Aktuell“: wird festgelegt als das Jahr **2019**
2. „RBP_1985“: wird festgelegt als der Zustand nach den Senkungen des RBP_1985
3. „RBP_neu“: wird festgelegt als der Zustand nach den Senkungen des RBP_neu

Und jeweils für die zwei hydrologischen Lastfälle Mittelwasser (MW) und Bemessungshochwasser (HHW) ausgewertet und berechnet.

Die Ableitung der jeweiligen Geländeoberkante erfolgt durch Raster-Prozessierung in ArcGIS. Die Berechnung der Grundwasserstände wird mit dem numerischen Grundwassermodell in der Software FEFLOW inkl. dem Plugin „ifmSinking“ durchgeführt. Anschließend werden im Postprozessing in ArcGIS die Flurabstände ermittelt und als PDF-Anlagen zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden die maßgebenden Gewässerbilanzen ausgewertet und entsprechend aufbereitet.

Diese Auswertungen und Unterlagen stellen damit eine belastbare Planungsgrundlage für die Konzeption und Planung von weiteren wasserwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahmen dar.

1.3 Möglichkeiten und Grenzen des Modells

Das seit dem Jahr 2000 von der LINEG betriebene 2D-Grundwassermodell, welches in regelmäßigen Abständen von DHI fortgeschrieben wird, bildet das Ausgangsmodell. Hieraus haben sich historisch mehrere Modellabzweigungen infolge spezieller Fragestellungen ergeben. Die zugrunde liegende Modellversion wurde in der Vergangenheit für die Analyse der Senkungen im Bereich des Abbaugebiets speziell angepasst. So wurden die in Kap. 0 erläuterten Randbedingungen abgeleitet und zusammen mit den aus Messwerten generierten Gewässer- Wasserspiegeln im Modell angesetzt. Das Hauptaugenmerk der ersten Untersuchungen lag auf dem Rhein-nahen Gebiet zwischen der Bislicher Insel, Wesel, dem Rheinvorland bei Perrich und östlich von Wallach im Bereich der Orte Ginderich, Gest und Büderich. Je weiter sich das Betrachtungsgebiet vom Rhein entfernt, umso mehr verlagert sich der Haupteinfluss auf die Grundwasserverhältnisse von der Dynamik des Rhein-Wasserstands auf binnenseitige Einflüsse wie Graben-Wasserstände und Grundwasserneubildung infolge von (Stark-) Niederschlägen. Die Aussagefähigkeit der Modellergebnisse nimmt somit mit wachsender Entfernung vom Rhein sowie stärkerer Überlagerung anderer Effekte ab und wird situationsabhängig geprüft und kritisch hinterfragt. Da im Rahmen der Fortschreibung des Großraummodells bis 2018 zusätzlich ein Wasserhaushaltsmodell in MIKE SHE aufgebaut wurde, steht ein Werkzeug für detailliertere Fragestellungen zur Verfügung.

Auf Basis des regelmäßig fortgeschriebenen Modells können relevante wasserwirtschaftliche Regulierungsmaßnahmen vorausgeplant und bedarfsgerecht an die sich einstellenden Realzustände angepasst werden.

2 Verwendete Datengrundlagen und Abstimmungen

2.1 Verwendete Daten

Für den Modellaufbau sowie die Berechnung der geforderten Zustände wurden die folgenden Datensätze und Unterlagen hinzugezogen und verwendet. Die Daten zu den Bodensenkungen etc. wurden dem Teil B von K+S entnommen. Weitere Daten wurden seitens der LINEG zur Verfügung gestellt.

Zur besseren Übersicht werden an dieser Stelle die verwendeten Daten zusätzlich aufgelistet.

Tabelle 2-1 Verwendete Daten

Datensatz	Quelle	Stand	Erläuterung
/1/ Modelldaten_RBPab2100_ESCO_03-2020_HO.xlsx	LINEG	27.03.2020	
/2/ Sim_RBP_ab2100_Daten_2018-04_HO.xlsx			
/3/ GesamtSenk_neuer_RBPab2100.xls			Geplante Senkungen in Tabellen-Form
/4/ RingZuweisg_SK-RBPab2100.shp			Zuweisungsbereich für Senkungen
/5/ GesamtSK_neu_RBPab2100.shp			Geplante Senkungen als Shapefile
/6/ GEW-Bilanz-Bereich_SK-RBPab2100.shp			Bereich der zu bilanzierenden Gewässer-Abschnitte
/7/ V8zVoGW-IB_HHW-Rh_Zt2100_Bott2100_PAGs-QerfHEAD-See13-5-HHW.fem			Modell V8z ohne Anpassung
/8/ V1-2_ab2100_HHW-Rh_Bott-ab2100_PAGs-wie2100V8z_Out-02-2_V1-2.fem			Modell V1-2 mit Anpassung Gewässer-Interaktion Winnenthaler Kanal wurde für diese Untersuchung weiter verwendet
/9/ Unterlagen zum alten RBP_1985		15.06.2020	

/10/ Angaben zu Gewässern	LINEG	18.06.2020	
/11/ Umrandung Untersuchungsgebiet		01.07.2020	
/12/ Sohlhöhen Gewässeranschluss		10.07.2020	
/13/ Unterlagen zur „Neuen Borthschen Ley“		22/23.07.2020	
/14/ Aktuelle Poldermaßnahmen		07.09.2020	
/15/ Skizze zur geplanten PAG Menzelen West		27.10.2020	
/16/ BO0918PU.ERG	K+S	01.10.2020	Prognostizierte Senkungen (RBP_1985)
/17/ RBP_NEU.ERG		01.10.2020	Prognostizierte Senkungen (RBP_neu)
/18/ TS_GS_Vor_2019.dxf		02.10.2020	Gemessene Senkungen
/19/ gesamtsenkung1998.dwg		26.10.2020	Gemessene Senkungen bis 1998

Die Bearbeitung, Auswertung und Darstellung der Ergebnisse erfolgen in folgendem Koordinatensystem:

- **ETRS 1989 UTM Zone 32N (EPSG: 25832)**

3 Untersuchungsgebiet und betrachtete Zustände

Die zusätzlichen Senkungen durch den geplanten „RBP_neu“ erfolgen innerhalb der schwarz-gestrichelten Umrandung in Abbildung 3-1. Dieser Bereich wird folglich als zentrales Untersuchungsgebiet definiert. Die finalen Plandarstellungen unterscheiden dabei immer zwischen dem nordwestlichen und dem südöstlichen Teilbereich, um einen höheren Detailgrad darstellen zu können. Die Geländeoberkante und der Grundwasserspiegel fallen beide von Südwesten nach Nordosten zum Rhein ab. Überwiegend parallel zum Gelände verlaufen zahlreiche Gräben und kleinere Gewässer, welche teilweise nur bei starken Niederschlägen entwässern sollen oder das Grundwasser fast permanent drainieren.

Im nordwestlichen Teilbereich liegt in der oberen Hälfte die Xantener Hees, welche durch die leichte Geländeerhöhung größere Flurabstände aufweist. Östlich verläuft die Xantener Altrheinschleife, welche hydraulisch mit dem Rhein verbunden ist. In der südlichen Hälfte verlaufen die Veener Ley und der letzte Abschnitt des Winnenthaler Kanals, welche in Kap. 3.4 näher erläutert werden.

Im südöstlichen Teilbereich befindet sich nordwestlich der Ortsteil Menzelen-West. Im Zentrum dieses Teilbereichs verlaufen recht nah nebeneinander der Schwarze Graben und die Borthsche Ley, welche im Bereich der zukünftigen Senkungen verlaufen. Südöstlich befindet sich der Ortsteil Borth, bevor an der östlichen Grenze bereits die ehem. Verladestelle an der Momm zu erkennen ist.

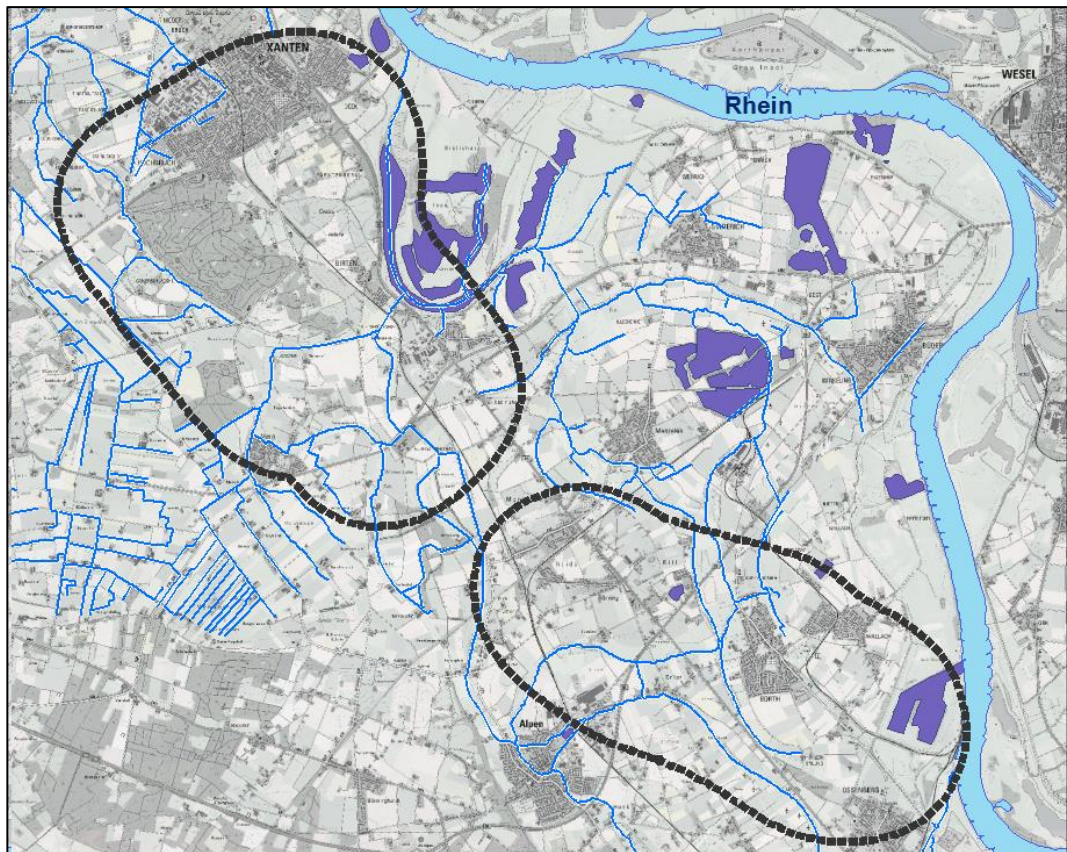


Abbildung 3-1: Lageplan mit schwarz umrandeten Untersuchungsgebiet, (hell-) blauen Gewässerverläufen und vorhandene Stillgewässer in violett

Das im Salzbergwerk Borth angewandte Abbauverfahren ist der Kammerpfeilerbau (engl.: „room and pillar“). Diese Technik führt auf begrenzte Zeit zu langsamen, aber kontinuierlichen Senkungen, welche meist im Zentimeterbereich pro Jahr liegen. Die in Abbildung 3-2 farblich dargestellten Bereiche unterscheiden zwischen den ausführenden Unternehmen. In der Vergangenheit wurde überwiegend im östlichen, rötlich dargestellten Bereich Steinsalz abgebaut. Zukünftig soll der Abbau sich nach erfolgter Genehmigung auch auf Teilflächen im grünen Bereich ausweiten.

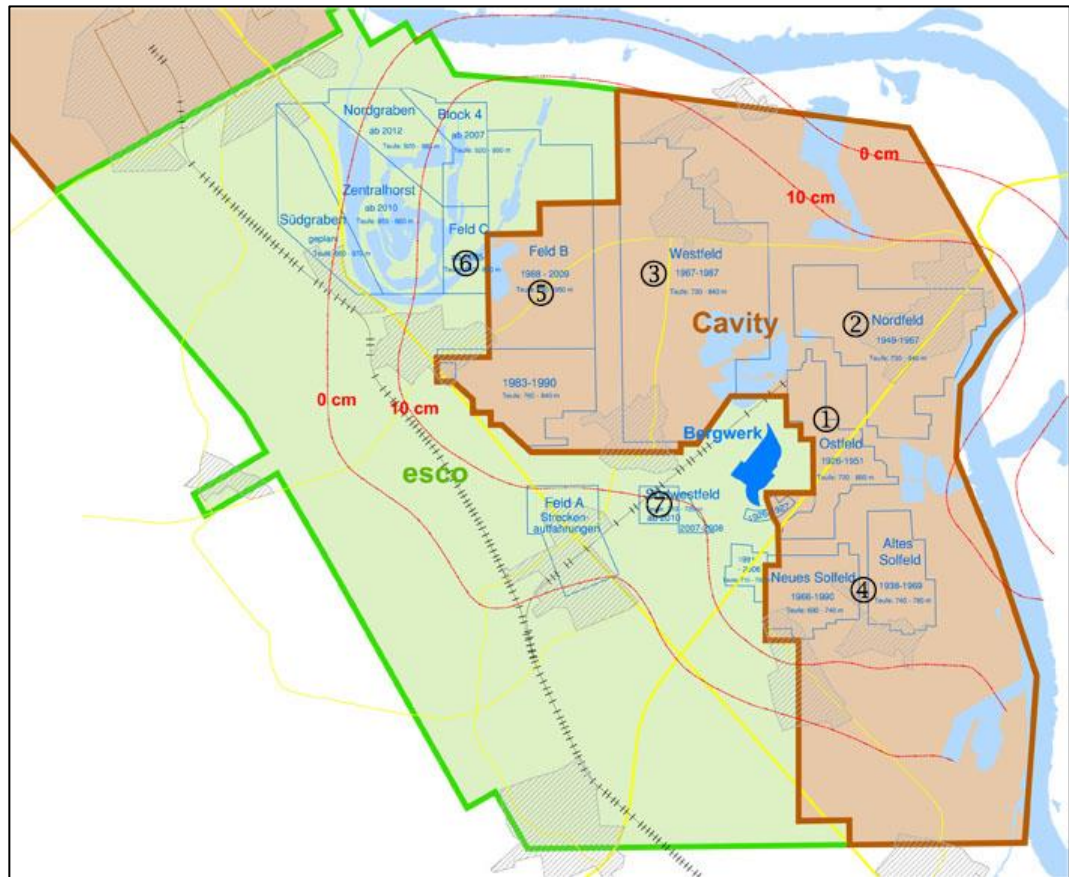


Abbildung 3-2: Abbaubereiche nach durchführendem Unternehmen differenziert

<http://www.cavity-gmbh.de/salzabbau-am-niederrhein/die-baufelder-senkungen-von-1926-bis-2016/>

Eine detailliertere Übersicht der einzelnen Abbaufelder findet sich in Abbildung 3-3. Zusätzlich sind die Senkungen in orangenen Isolinien angedeutet. Im Folgenden werden die einzelnen Baufelder kurz erläutert und der Abbauzeitraum angegeben, woraus der Beginn der jeweiligen Senkungen resultiert. Wasserwirtschaftlich lassen sich die neu beantragten Abbaufelder nur in Zusammenhang mit den bisherigen Salzbergbau-induzierten Effekten bewerten, da geohydraulische Wechselwirkungen vorliegen.

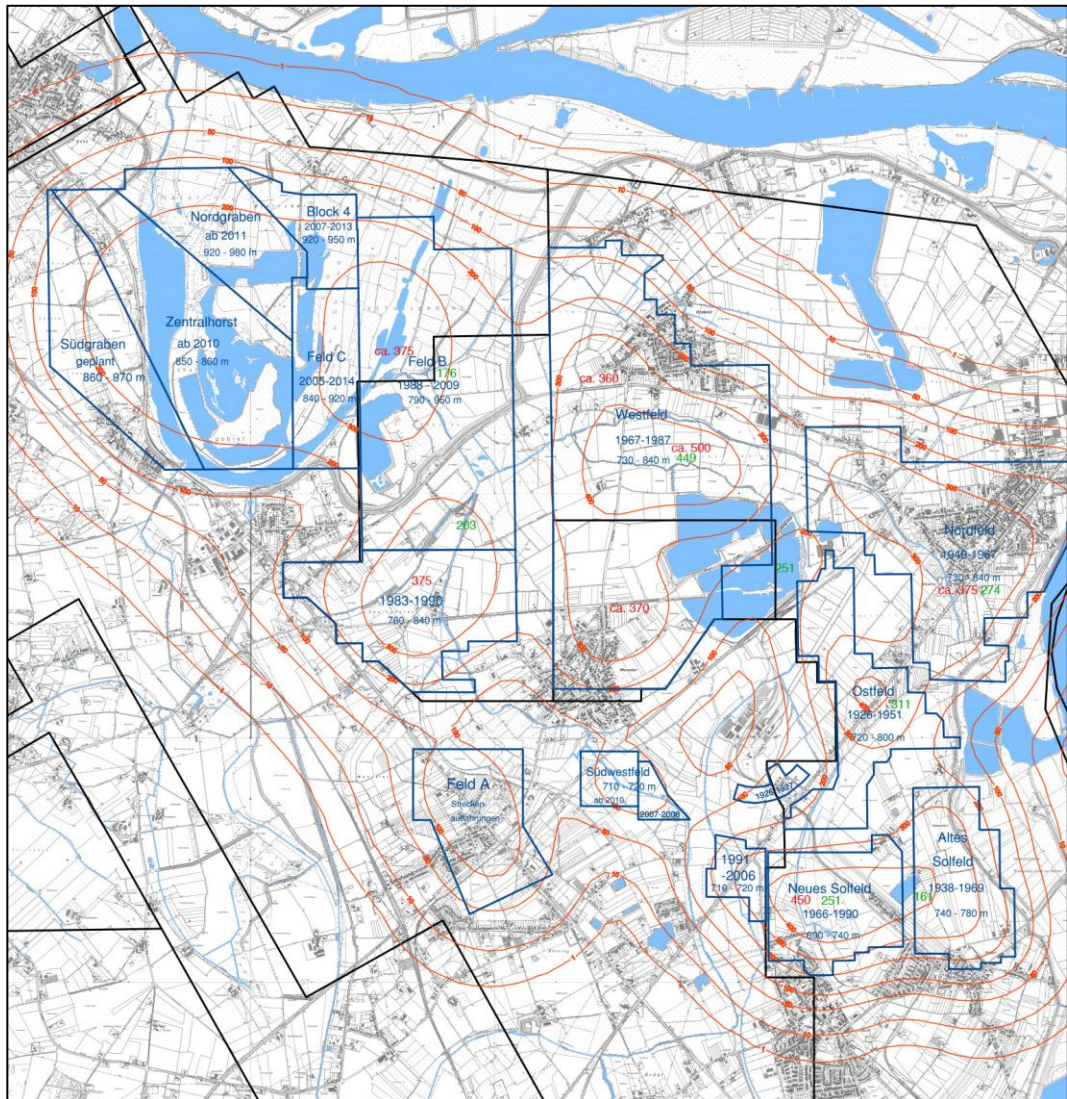


Abbildung 3-3: Differenzierte Übersicht der einzelnen Abbaufelder (siehe Quellenverweis Abbildung 3-2)

1 „Ostfeld“ oder „Altes Baufeld“

Abbauzeitraum: 1926 – 1951

Einwirkungsbereich: Das zwischen dem Salzbergwerk und Wesel-Büderich gelegene Baufeld hat seinen Senkungsschwerpunkt unter der Bundesstraße 58. Hier hat sich der Boden unter dem Baufeldzentrum bis Mitte 2016 um bis zu 3,1 m gesenkt. Die größte Teilsenkung 2015/16 betrug weniger als 2 cm. Bis zur Bodenruhe werden hier im Maximum ca. 4 m Bodensenkung prognostiziert.

2 „Nordfeld“

Abbauzeitraum: 1949 – 1967

Einwirkungsbereich: Wesel-Büderich. Die maximalen Senkungen betragen hier bis Mitte 2016 rund 2,75 m bei Jahresteilsenkungen von max. ca. 2,5 cm. Die Endsenkungen werden im Zentrum des Nordfeldes ca. 3,75 m betragen.

3 „Westfeld“

Abbauzeitraum: 1967 – 1987

Einwirkungsbereich: Menzelen-Ost und Wesel-Ginderich. Der Schwerpunkt liegt zwischen den Ortslagen, unter unbebautem Gebiet; hier sind bis Mitte 2016 die

bislang größten Gesamtsenkungen mit fast 4,5 m aufgetreten. Unterhalb der bebauten Gebiete hat sich die Oberfläche bis Mitte 2016 um maximal ca. 2,5 m am südwestlichen Rand von Wesel-Ginderich (Endsenkungen hier ca. 3,6 m) und etwas mehr als ca. 2,2 m im Norden von Menzelen-Ost (Endsenkungen hier ca. 3,6 m) gesenkt. Im südlichen Bereich des Westfeldes betrugen die Teilsenkungen 2015/16 noch max. ca. 3 cm im Jahr, in nördlichen Bereichen weniger als 2 cm. Im Baufeldzentrum werden die Endsenkungen max. rund 5 m betragen.

4 „Neues Solfeld“ und „Altes Solfeld“

Abbauzeitraum: 1966 – 1990 und 1938 – 1969

Einwirkungsbereiche: Rheinberg-Borth und Wallach (nördliche Bereiche). Die Senkungsschwerpunkte liegen nördlich von Borth und Wallach; die maximalen Senkungen lagen hier Mitte 2016 (unter unbebauten Flächen) bei ca. 2,5 bzw. 1,6 m. Im bebauten Bereich der Ortslagen senkte sich der Boden um maximal etwas mehr als 1 m. Die maximalen Teilsenkungen pro Jahr liegen bei max. ca. 3 bzw. 2 cm. Die Endsenkungen werden über dem Neuen Solfeld rund 4,5 m und über dem Alten Solfeld rund 4 m betragen.

5 „Abbaufeld B“

Abbauzeitraum: 1988 – 2009 (ab 2002 esco) bzw. 1983 – 1990

Einwirkungsbereich: Eppinghoven, Xanten-Unterbirten (östliche Ortsteile), Bislicher Insel. Die maximalen Senkungen lagen hier Mitte 2016 bei ca. 2 m südlich (landseits) und bei bis zu 1,7 m nördlich (wasserseits) des rheinernen Deiches. Die größten Teilsenkungen 2015/16 betrugen südlich des rheinernen Deiches ca. 6 cm, die maximalen Endsenkungen werden hier bis zum Erreichen der Bodenruhe ca. 3,75 m betragen.

6 „Abbaufeld C“

Abbauzeitraum: seit 2005 von esco betrieben

Einwirkungsbereich: nördlich von Xanten-Unterbirten, Bislicher Insel. Bis Mitte 2016 senkte sich die Oberfläche unter der Bislicher Insel hier um bis zu 1,5 m. Die größten Teilsenkungen 2015/16 betrugen im Übergangsbereich der Felder B und C ca. 14 cm, die Endsenkungen werden max. ca. 3,75 m betragen.

7 „Südwestfeld“

Abbauzeitraum: 2007 – 2020 betrieben von esco / K+S MA

Die Auswirkungen der kleinen, nah am Schacht gelegenen Abbaufelder sowie des Feldes A von esco sind sehr gering.
(Quelle: <http://www.cavity-gmbh.de/>)

3.1 „Aktuell“: Erfolgte Senkungen (IST-Zustand)

Die bereits erfolgten und gemessenen Senkungen seit Abbaubeginn liegen im Wesentlichen nördlich und östlich der geplanten Abbaubereiche. Die Vermessung der erfolgten Senkungen erfolgte in Form von einzelnen Vermessungspunkten entlang von geraden Trassen. Diese wurden plausibilisiert und flächig interpoliert. Das Ergebnis dieser flächigen Senkung ist in Form von farblich abgestuften Isolinien in Abbildung 3-4 abgebildet.

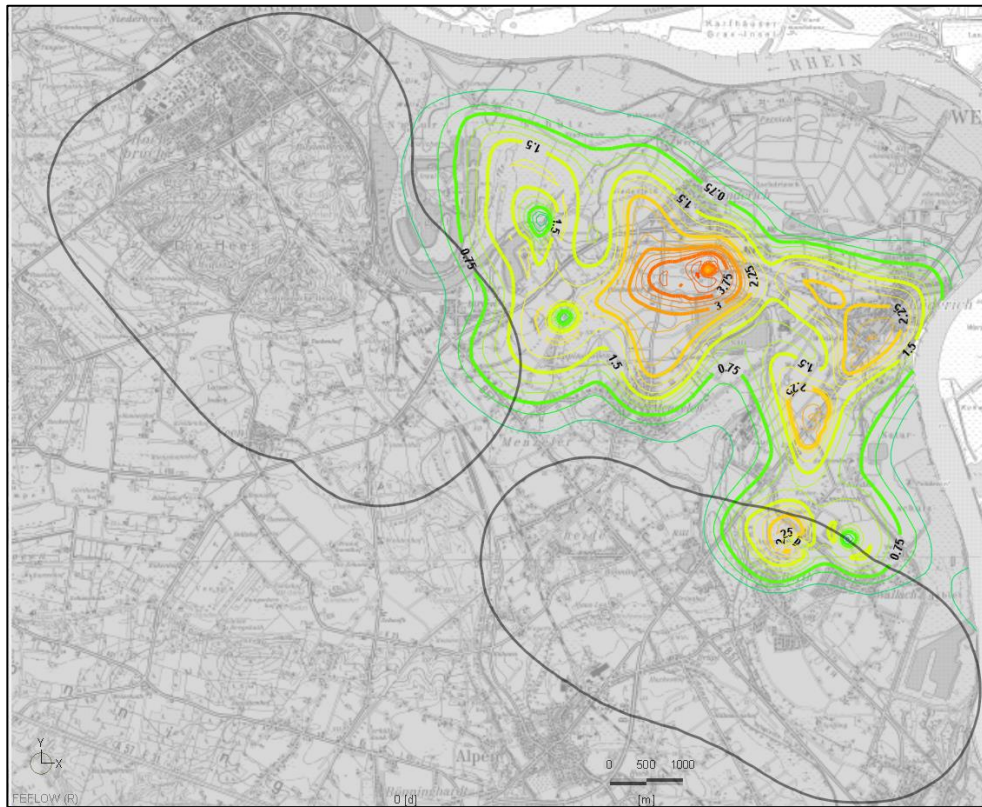


Abbildung 3-4: Gemessene Senkungen seit Abbaubeginn in [m]

Anhand der Abbildung 3-4 lässt sich erkennen, dass die stärksten Senkungen im Bereich des Abbaufelds 3 „Westfeld“ bei ca. 4 m liegen. Im südöstlichen Betrachtungsgebiet sind bisher Senkungen im Bereich von 2,5 m nördlich von Borth erfolgt.

3.2 „RBP_1985“ (Referenzzustand)

Die bereits genehmigten Senkungen durch den „RBP_1985“ ergeben sich überwiegend durch Senkungen, welche aus bereits erfolgten Abbauarbeiten resultieren. Daher ähneln sich die Senkungsbereiche zwischen den beiden Zuständen „Aktuell“ und „RBP_1985“ hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung. Die stärksten Senkungen liegen mit ca. 4,5 m wieder im Bereich des Abbaufelds 3 „Westfeld“. Westlich und südwestlich ergeben sich Senkungen bis zu 3 m. Nördlich von Borth werden Senkungen bis zu ca. 4,75 m erwartet. Die noch zukünftig entstehenden Senkungen, welche ab dem Zustand „Aktuell“ zusätzlich erfolgen werden, sind in Kap. 6.2 in Abbildung 6-1 veranschaulicht.

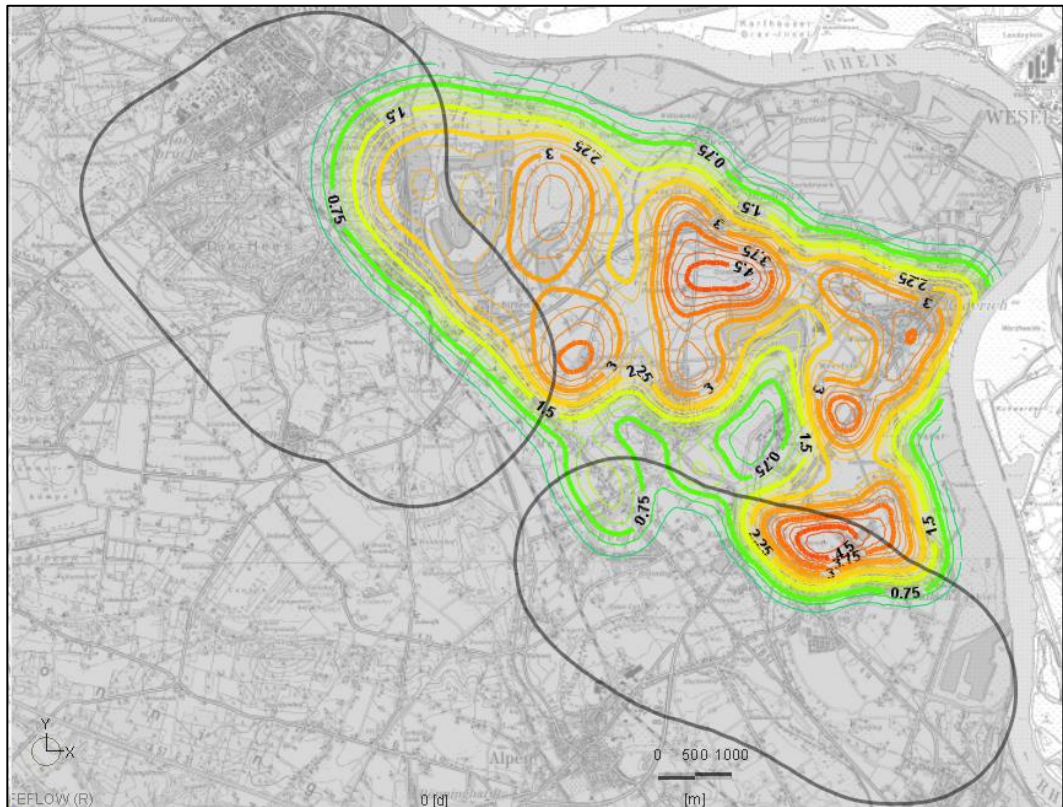


Abbildung 3-5: Genehmigte Senkungen für den RBP_1985 in [m]

3.3 „RBP_neu“ (Planungszustand)

Die neu geplanten und noch zu genehmigenden Senkungen für den Planungszustand werden sich innerhalb des schwarz umrandeten Betrachtungsgebiets ereignen. Im nordwestlichen Teilgebiet (neues Westfeld) werden Gesamtsenkungen bis zu 3,25 m erwartet, im südöstlichen Bereich (Südostfeld) werden sehr lokal bis zu 3 m an Gesamtsenkungen erwartet. Die zukünftig geplanten Senkungen, welche ab dem Zustand „RBP_1985“ zusätzlich erfolgen werden, sind in Kap. 7.2 in Abbildung 7-1 veranschaulicht.

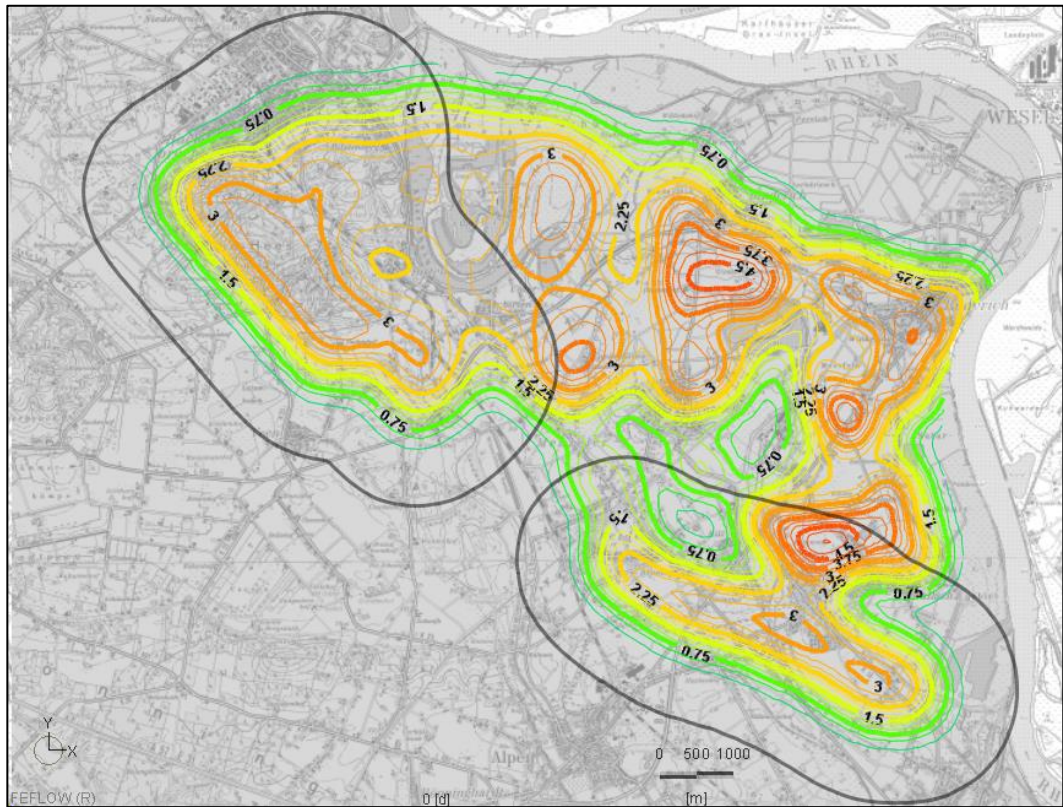


Abbildung 3-6: Gesamtsenkungen für den RBP_neu in [m]

3.4 Betrachtete Gewässerabschnitte

Im Hinblick auf modellierte Auswirkungen durch die zusätzlichen Senkungen durch den „RBP_neu“ werden in diesem Bericht im Detail die in Abbildung 3-7 dargestellten Gewässerabschnitte betrachtet. Bezogen auf die anderen umliegenden Gewässerabschnitte sind keine nennenswerten Änderungen (Änderung der Austauschrichtung/ Änderung der Austauschrate $> \pm 50\%$) infolge der Senkungen zu erwarten. Ergänzende Ausführungen hierzu finden sich in Kap. 8.

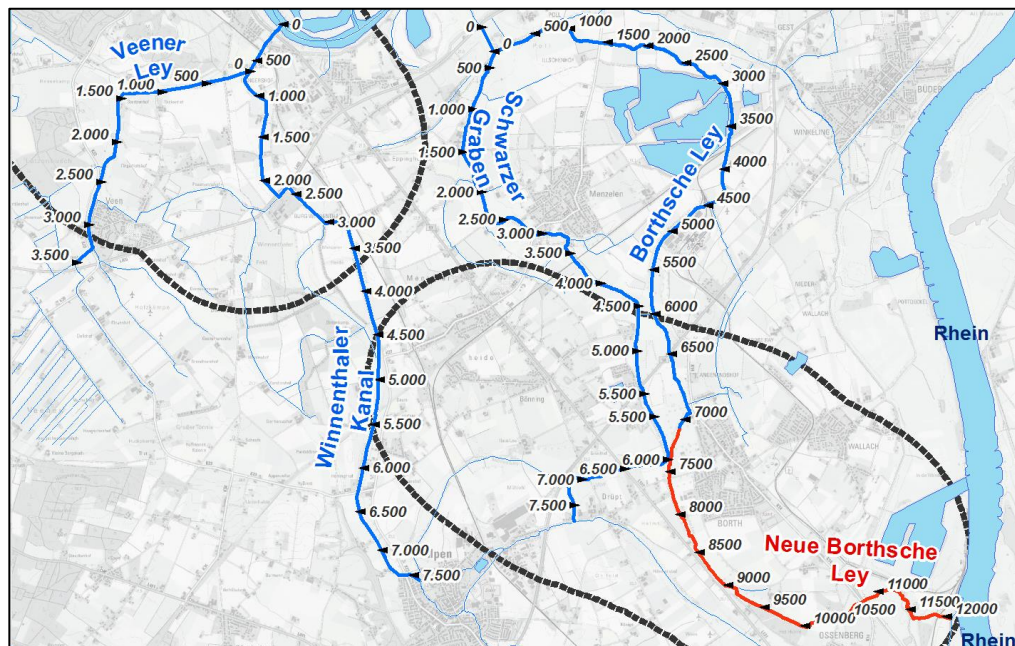


Abbildung 3-7: Lageplan der betrachteten Gewässerabschnitte

Die Veener Ley beginnt zunächst außerhalb des nordwestlichen Kerngebietes bei Veer und fließt in nordöstlicher Richtung durch das Kerngebiet, in dem sie nach ca. 3,5 km in den Winnenthaler Kanal mündet. Der mittlere Abfluss beträgt weniger als 10 L/s, das Gefälle liegt bei ca. 0,075 %. Entlang der Veener Ley herrschen vorwiegend effluente Verhältnisse, d. h. Grundwasser wird in den Fluss exfiltriert.

Der Winnenthaler Kanal beginnt außerhalb des südöstlichen Kerngebietes nördlich bei Alpen und verläuft auf einer Strecke von ca. 7,6 km zunächst entlang des südöstlichen Kerngebietes bis in das nordwestliche Kerngebiet und mündet hier bei Birten in den in den Xantener Altrhein. Im Mittel liegt der Abfluss im Winnenthaler Kanal bei ca. 70 L/s und das Gefälle bei ca. 0,074 %. Im Oberlauf des Winnenthaler Kanals liegen bei Mittelwasserereignissen effluente Verhältnisse vor (Flusskilometer 4,6 - 7,6), im übrigen Teil kehren sich die Verhältnisse um und Flusswasser infiltriert in das Grundwasser (influente Verhältnisse).

Der Schwarze Graben ist ein ca. 7,5 km langes Fließgewässer. Er beginnt bei Drüpt im südöstlichen Kerngebiet, fließt in nordwestliche Richtung vorbei an Menzeln und mündet außerhalb des Kerngebietes in den Altrhein. Bei mittleren Verhältnissen beträgt der Abfluss ca. 20 L/s, das Gefälle liegt bei ca. 0,053 %. Überwiegend infiltriert bei mittleren Verhältnissen Flusswasser in das Grundwasser, lediglich bei Flusskilometer 0 bis 0,9 herrschen effluente Verhältnisse vor.

Die Borthsche Ley sowie die neue Borthsche Ley haben eine Gesamtlänge von ca. 12,4 km. Die neue Borthsche Ley liegt vollständig im südöstlichen Kerngebiet, die Borthsche Ley fließt von Borth aus in Richtung Norden vorbei am Feuchtgebiet Menzeln-Ost und mündet schließlich in den Schwarzen Graben. Mit 0,025 % haben die Borthsche Ley und die neue Borthsche Ley das geringste Gefälle der hier betrachteten Gewässerabschnitte. Fast über die gesamte Länge der Borthschen Ley werden influente Verhältnisse bei Mittelwasserereignissen vorgefunden.

4 Bestehende Randbedingungen

Für die bisherigen modelltechnischen Untersuchungen der bergbaubedingten Auswirkungen („Aktuell“) wurden für den betrachteten Modellierungszeitraum von 2,5 Jahren entsprechende Randbedingungen im Modell festgelegt. Neben den senkungsbeeinflussten Randbedingungen (Binnengewässer und Modellgeometrie) sind im Modell die folgenden Randbedingungen hinterlegt, welche in allen betrachteten Zuständen (Aktuell, RBP_1985 und RBP_neu) gleichermaßen angesetzt werden.

4.1 Rheinhochwasser

Am nördlichen und östlichen Rand des senkungsbeeinflussten Gebiets verläuft der Rhein und fungiert hier als Hauptvorfluter für das Grundwasser. Er stellt die äußere Modellgrenze dar. Vor allem im Nahbereich des Rheinverlaufs ist der Rhein-Wasserstand die bestimmende Größe für den angrenzenden Grundwasserspiegel.

Für derartige Betrachtungen hat die LINEG zusammen mit den involvierten Behörden einen fiktiven Verlauf des Rheinwasserstands abgeleitet. Dieser ist an den tatsächlich gemessenen Verlauf des Rheinhochwassers im Jahr 1982 angelehnt, welcher jedoch in der Spitze noch um 1 m erhöht wurde. Die Wasserspiegelganglinie des Rheins wird für den Berechnungszeitraum von 2,5 Jahren im Modell so angesetzt, dass nach 578 Tagen in etwa Mittelwasser-Verhältnisse im Rhein und damit im rhein-nahen Grundwasserkörper vorherrschen. Am Tag 850 erreicht der Rhein-Wasserstand seinen höchsten Wert, welcher erst in den darauffolgenden Tagen zum Grundhochwasser führt. Die im Modell angesetzte Zeitreihe des Rheinwasserstands ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Hellblau markiert ist der Zeitpunkt des betrachteten Mittelwassers (MW) sowie dunkelblau der betrachtete Hochwasserzeitpunkt (HW) für die folgenden Auswertungen.

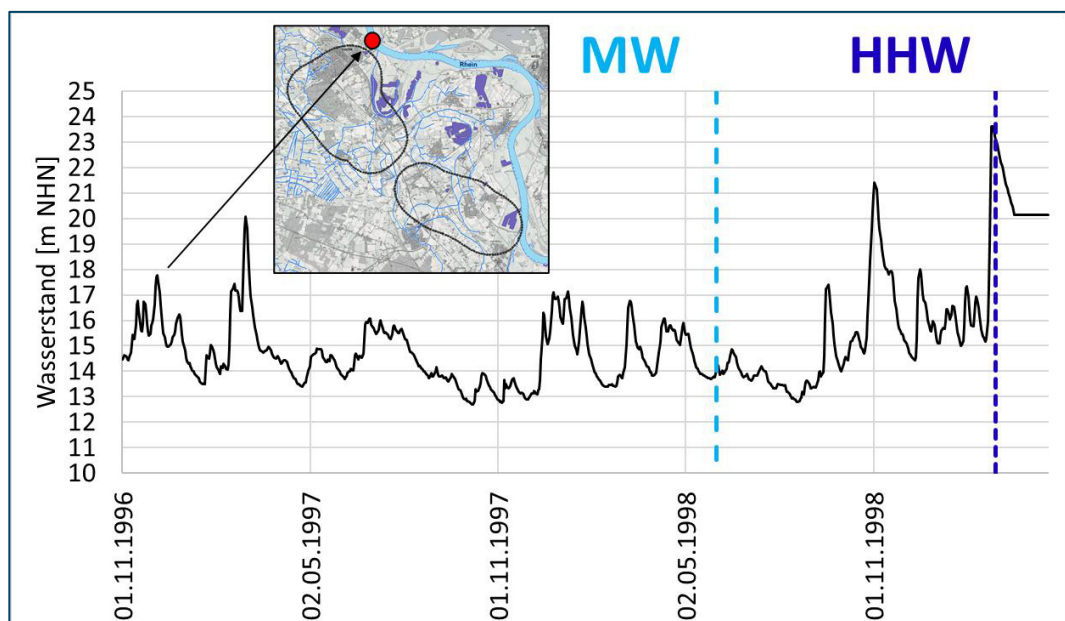


Abbildung 4-1: Im Modell hinterlegter Verlauf des Rhein-Wasserstands

4.2 Wasserstände in den Gräben

Innerhalb des betrachteten Gebiets existiert ein stark verzweigtes Grabensystem zur Abführung von Niederschlagswasser und Drainage von Grundwasser. Die modelltechnische Berücksichtigung von Gräben und Gewässern begrenzt sich dabei auf Gewässerabschnitte, welche vorwiegend zur Drainage von Grundwasser dienen und ein ausreichend großes Abflussvermögen haben. Damit werden nur Gräben und Gewässer modelltechnisch als innere Randbedingung angesetzt, welche auf Grund ihres Ausbaus auch eine nennenswerte Wirkung auf den Grundwasserspiegel haben.

Binnenseitig haben die in den Gewässern angesetzten Wasserstände einen maßgeblichen Einfluss auf das Grundwasser durch ihre meist absenkende Wirkung. Die angesetzten Wasserstände beruhen überwiegend auf mittleren gemessenen Wasserständen im Zeitraum 1997 bis 1999. Bereichsweise sind auch zeitlich variierende Wasserstände mit einem Anstieg während Hochwasserereignissen hinterlegt.

Neben den 4 detailliert betrachteten Gewässern werden im größeren Umfeld des Untersuchungsgebietes noch folgende Gewässerabschnitte mit im Modell berücksichtigt und bilanziert:

Nordwestlich des Untersuchungsgebiets:

- Wesendonker Abzugsgraben:
- Tacke Ley
- Hohe Ley
- Heidestrassen Ley

Nordöstlich des Untersuchungsgebiets:

- Xantener Altrhein
- Gathsche Ley
- Breite Wardtley

Südwestlich des Untersuchungsgebiets:

- Drüptsche Ley
- Alpsche Ley (West-Ost)

Südlich des Untersuchungsgebiets:

- Alpsche Ley (Süd-Nord)
- Rheinberger Altrhein

4.3 Bereits im Modell umgesetzte Poldermaßnahmen mit Stand 2019

Folgende Tabelle listet die bereits durch die LINEG umgesetzten Maßnahmen auf:

Table 1: Liste der bereits umgesetzten Poldermaßnahmen

PAG	Inbetriebnahme
Ginderich 1 + 2	1988 + 1996
Büderich 1 – 7	1982 – 1983
Werrich 1 – 4	1996 – 2003
Niederfeld 1 – 4	2004
Borth 1 – 3 + 4.1	1982 – 1983 + 2002
Unterbirten 1 +2	2000
Wallach 2	1996 - 2010
Wallach 3 - 4	Bis 2025
Menzelen	1982
PAG Menzelen-Ost 1+2	Bis 2025
PAG Menzelen West	Nach 2025+
PAG Op de Schanz	Nach 2025+

4.4 Bereits im Modell umgesetzte Gewässer-Ausbau-Maßnahmen mit Stand 2019

Folgende Tabelle listet die bereits durch die LINEG umgesetzten Maßnahmen auf:

Table 2: Liste der bereits umgesetzten Poldermaßnahmen

PAH	Inbetriebnahme
PAV Niederfeld	1982 - 1988
PAV Ginderich	1982 - 1988
Gewässerausbau Breite Wardtley	1996 - 2010
PAH Winnenthaler Kanal	1996 - 2010
Gewässerdurchgängigkeit Winnenthaler Kanal	Bis 2025
PAH Pollschleuse Gewässerausbau / Schwarzer Graben	Bis 2025
Am Kolk, Wallach	Bis 2025
PAH Binnefeldweg	Bis 2025
PAH Borth'sche Ley	Bis 2025
Gewässerneubau Borth'sche Ley	Bis 2025
Gewässerausbau Graben Eppinghoven	Nach 2025+

4.5 Bereits im Modell umgesetzte Untergrundverbau-Maßnahmen mit Stand 2019

Zusätzlich sind folgende Untergrundverbauungen (dichte Abspernung der wasserführenden Schichten) bekannt:

- Dichtwand bei Unterbirten

4.6 Grundwasserneubildung

Ebenso notwendig für eine plausible Berechnung der Grundwasserstände ist eine sich zeitlich und räumlich verändernde Grundwasserneubildung durch Niederschlag. Hier wurde eine auf Basis von vorhergehenden Wasserhaushaltsberechnungen abgeleitete Verteilung der Grundwasserneubildung angesetzt. Die im Modell hinterlegte Grundwasserneubildung ist beispielhaft für einen kleinen Ausschnitt in der nachfolgenden Abbildung 4-2 veranschaulicht:

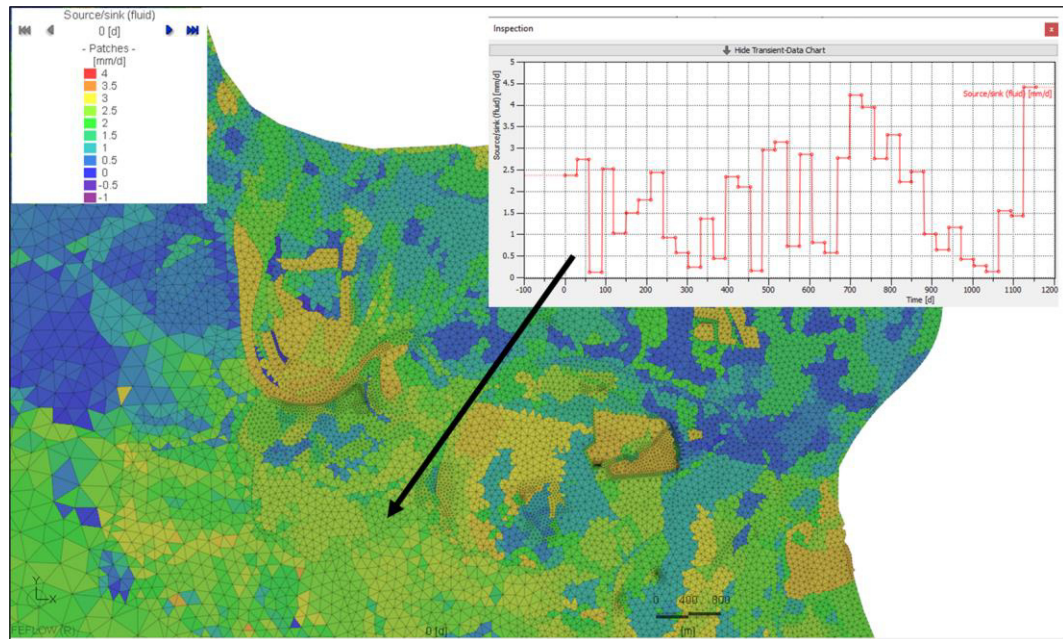


Abbildung 4-2: Im Modell hinterlegte Grundwasserneubildung farblich abgestuft

5 Zustand „Aktuell“: Senkungen (IST-Zustand)

5.1 Betrachteter Zeitraum und maßgebende Abbaufelder

Die erfolgten Senkungen, die sich seit Beginn des Steinsalzabbaus ca. 1926 ergeben haben, konzentrieren sich auf den in Abbildung 3-2 rötlich gefärbten Bereich, welcher den Zuständigkeitsbereich der Cavity GmbH markiert. Die gemessenen Senkungen wurden in 2019 genau erfasst und dienen als Datengrundlage für die Bewertung der erfolgten Senkungen bis zum definierten Zustand „Aktuell“. Als „Aktuell“ ist somit das Jahr 2019 festgelegt. Die Geländeoberkante wird anhand des DGM mit Stand 2015 festgelegt. Dieses bietet eine verlässliche Datengrundlage, da die senkungsbedingten Veränderungen zwischen 2015 und 2019 marginal und somit für die Modellierung irrelevant sind.

5.2 Erfolgte Senkungen bis zum Zustand „Aktuell“

Die Abbildung 5-1 zeigt die erfolgten Senkungen zusammen mit den vier betrachteten Gewässerabschnitten. Hieraus lässt sich erkennen, dass im Bereich der Veener Ley und dem Winnenthaler Kanal keine Senkungen durch den Steinsalzabbau erfolgt sind. Der Schwarze Graben ist im nördlichen Abschnitt senkungsbeeinflusst, d.h. außerhalb des durch die zusätzlichen Senkungen beeinflussten Gebiets. Lediglich die Borthsche Ley hat bisher Senkungen im Dezimeterbereich nordwestlich von Borth erfahren.

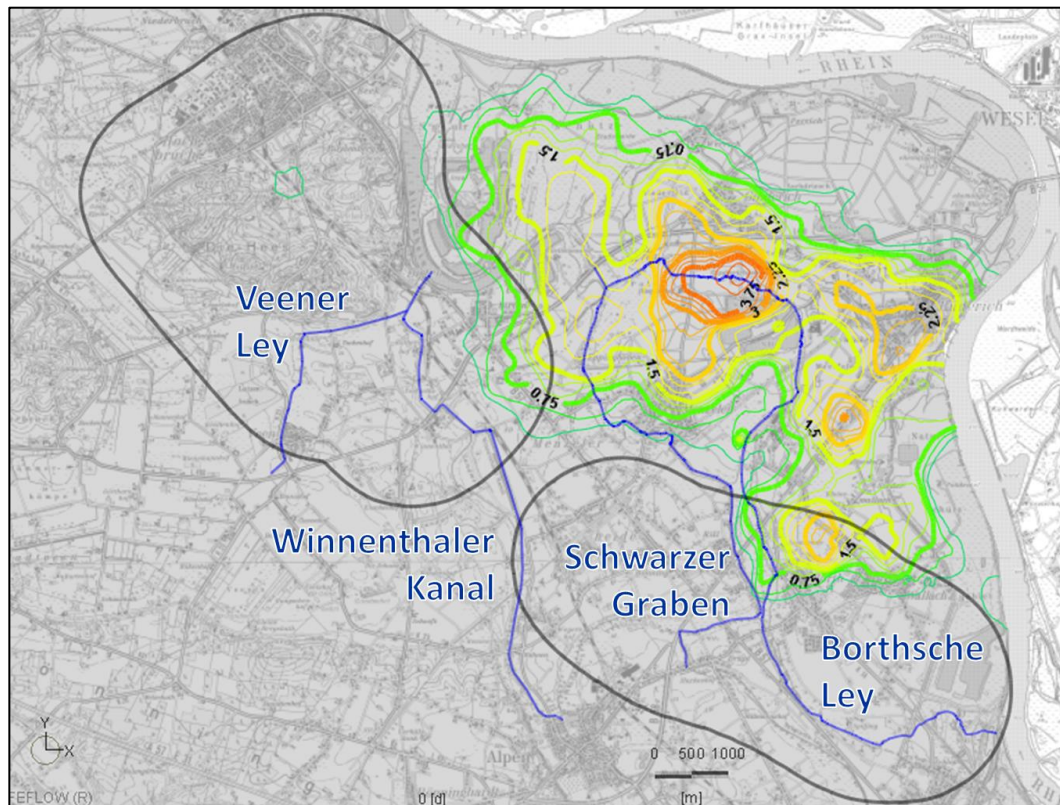


Abbildung 5-1: Gemessene Senkungen in [m]

5.3 Angesetzte Wasserstände der maßgeblich beeinflussten Fließgewässer

Im Folgenden werden für die vier maßgeblich beeinflussten Gewässerabschnitte jeweils die im Modell angesetzten Wasserstände auf einem Längsschnitt abgebildet. Auf der vertikalen Achse findet sich immer der Höhenmaßstab in [m NHN], welcher über die Länge des Gewässerabschnitts entlang der Fließkilometer (kurz: „Fl.km“) auf der horizontalen Achse orientiert ist. Die Höhen und die Angabe der Fließkilometer steigen dabei stets von links nach rechts, sodass auf der linken Diagrammseite meist die Mündung in den nächstgrößeren Vorfluter zu finden ist. Bei der verwendeten Gewässerstationierung handelt es sich um die von der LINEG verwendete und durch die zuständigen Genehmigungsbehörden bereits mehrfach anerkannte Stationierung. Die im Modell angesetzten Wasserspiegel der Gewässer sind als durchgezogene, die auf dieser Grundlage berechneten Grundwasserstände wiederum als gestrichelte Linien, dargestellt. Da für jedes Szenario immer zwei hydrologische Zustände ausgewertet werden, sind die Grund-/Wasserstände jeweils für Mittelwasser (MW) in hellblau und für Hochwasser (HHW) in dunkelblau dargestellt. Diese Darstellungen werden jeweils für den gerade betrachteten Zustand abgebildet, d.h. zunächst für den Zustand „Aktuell“. In jedem Diagramm werden parallel immer alle drei Zustände der Geländeoberkante („Aktuell“/ „RBP_1985“/ „RBP_neu“) mit abgebildet, um die Senkungen zu veranschaulichen. Die bestehende Geländeoberkante auf Basis des DGM von 2015 ist als schwarze Linie ersichtlich, die abgesenkten Geländeoberkanten für den „RBP_1985“ bzw. den „RBP_neu“ sind jeweils als braune bzw. rote Linie zu sehen.

Veener Ley

Abbildung 5-2 zeigt die aus der Simulation resultierenden Grundwasser- und Gewässerhöhen für die Veener Ley. Im Zustand „Aktuell“ liegt die Wasserspiegelhöhe im Bereich von Flusskilometer 0 bis ca. 0,5 bei mittleren Verhältnissen (MW) über dem Grundwasserstand. In diesem Bereich kann somit von influenten Verhältnissen, d. h. Flusswasser infiltriert in das Grundwasser, ausgegangen werden. Im restlichen und vergleichsweise größeren Flussabschnitt (0,5 – 3,3 km) zeigt sich ein umgekehrtes Bild, wobei Grundwasser in den Fluss exfiltriert (effluente Verhältnisse). Auf fast der gesamten Länge der Veener Ley findet somit eine Drainage von Grundwasser statt. Im Hochwasserfall (HHW) des Rheins stellen sich auf der gesamten Länge effluente Verhältnisse ein. Im Modell werden die gleichen Wasserstände für MW und HHW im Graben angesetzt, da keine genauen Angaben zur Hochwasserentwicklung im Gewässer vorliegen.

Senkungen durch den Salzabbau wurden im Bereich der Veener Ley bisher nicht beobachtet.

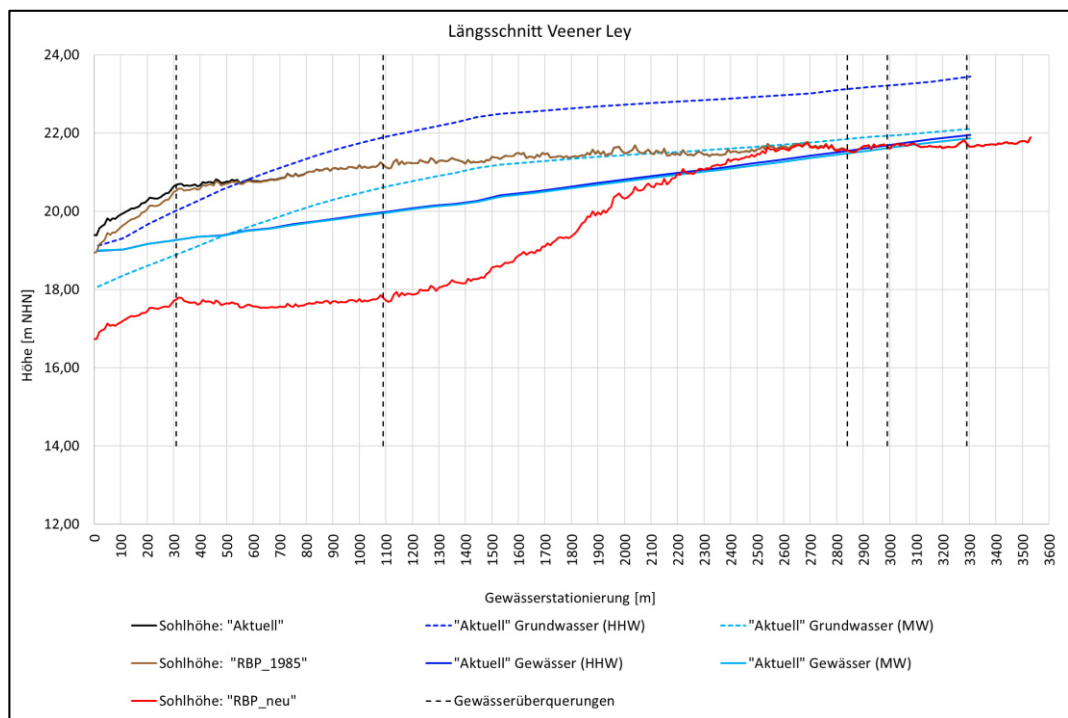


Abbildung 5-2: Längsschnitt Veener Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“

Winnenthaler Kanal

In Abbildung 5-3 ist der Längsschnitt für den Winnenthaler Kanal mit den aus der Simulation resultierenden Grundwasser- und Gewässerhöhen dargestellt. Bei mittleren Verhältnissen (MW) liegt die Wasserspiegelhöhe im Bereich von Flusskilometer 0 bis ca. 4,6 über dem Grundwasserstand, somit kann von influenten Verhältnissen ausgegangen werden. Im Abschnitt von Flusskilometer 4,6 bis 7,6 herrschen effluente Bedingungen vor, Grundwasser exfiltriert dabei in das Fließgewässer. Für den Hochwasserfall zeigen sich auf fast der gesamten Länge des Gewässerabschnittes effluente Verhältnisse. Im Modell werden derzeit die gleichen Wasserstände für MW und HHW angesetzt, da keine genauen Angaben zur Hochwasserentwicklung im Gewässer vorliegen.

Im Bereich des Winnenthaler Kanals treten im Zustand „Aktuell“ keine Senkungen durch den Salzabbau auf.

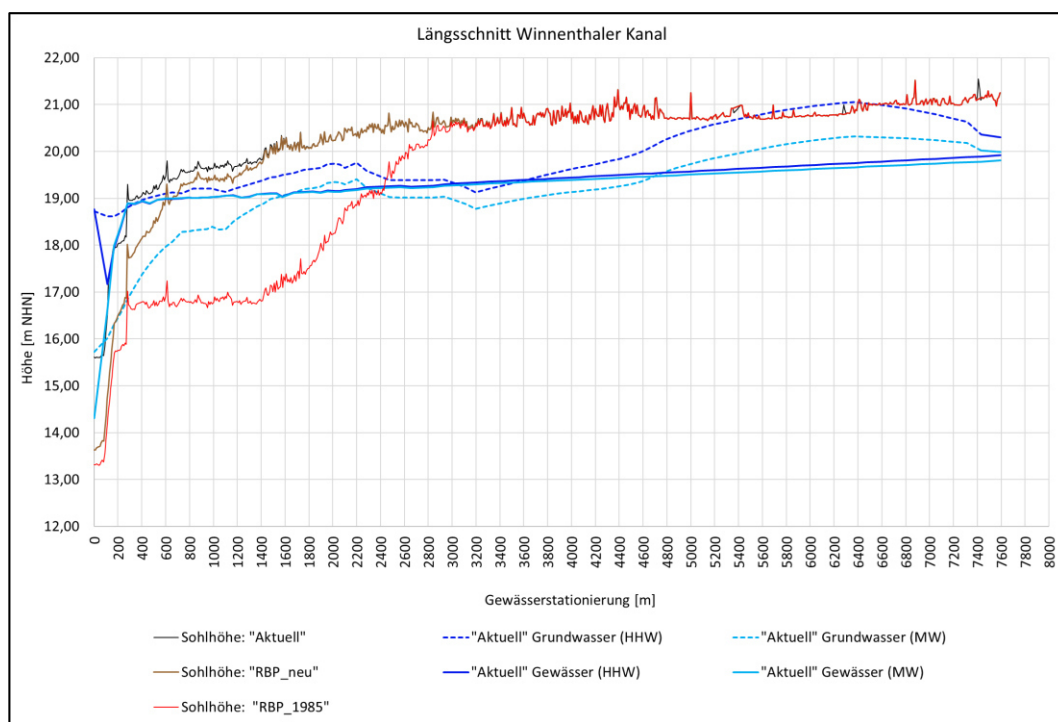


Abbildung 5-3: Längsschnitt Winnenthaler Kanal mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“

Schwarzer Graben

Abbildung 5-4 zeigt die aus der Simulation resultierenden Grundwasser- und Gewässerhöhen für den Schwarzen Graben. Bei mittleren Bedingungen (MW) herrschen im Zustand „Aktuell“ überwiegend influente Verhältnisse vor, wobei Flusswasser in das Grundwasser infiltriert. Lediglich im Unterlauf zwischen Flusskilometer 0 und 1,1 treten effluente Verhältnisse auf, der Grundwasserstand liegt hierbei über der Wasserspiegelhöhe. Ein sehr ähnliches Verhalten zeigt sich im Hochwasserfall (HHW), effluente Verhältnisse treten im Bereich von Flusskilometer 0 bis 0,9 auf, im übrigen Flussabschnitt liegen influente Verhältnisse vor. Im Modell werden für den Schwarzen Graben derzeit entlang Flusskilometer 3,3 bis 7,5 die gleichen Wasserstände für MW und HHW angesetzt, von Flusskilometer 0 bis 3,3 sind Zeitreihen hinterlegt, welche mittlere Verhältnisse sowie das Hochwasser im Frühjahr abbilden.

Im Unterlauf des Schwarzen Grabens (nördlicher Teil) außerhalb des südöstlichen Kerngebietes treten im Zustand „Aktuell“ Senkungen bis zu 2 m durch den Salzabbau auf (siehe Abbildung 5-1). Im südöstlichen Kerngebiet ist der Flussabschnitt des Schwarzen Grabens teils nördlich von Borth zwischen Flusskilometer 4,5 – 6,0 geringfügig von Absenkungen beeinflusst, die Senkungen betragen dabei weniger als 0,75 m.

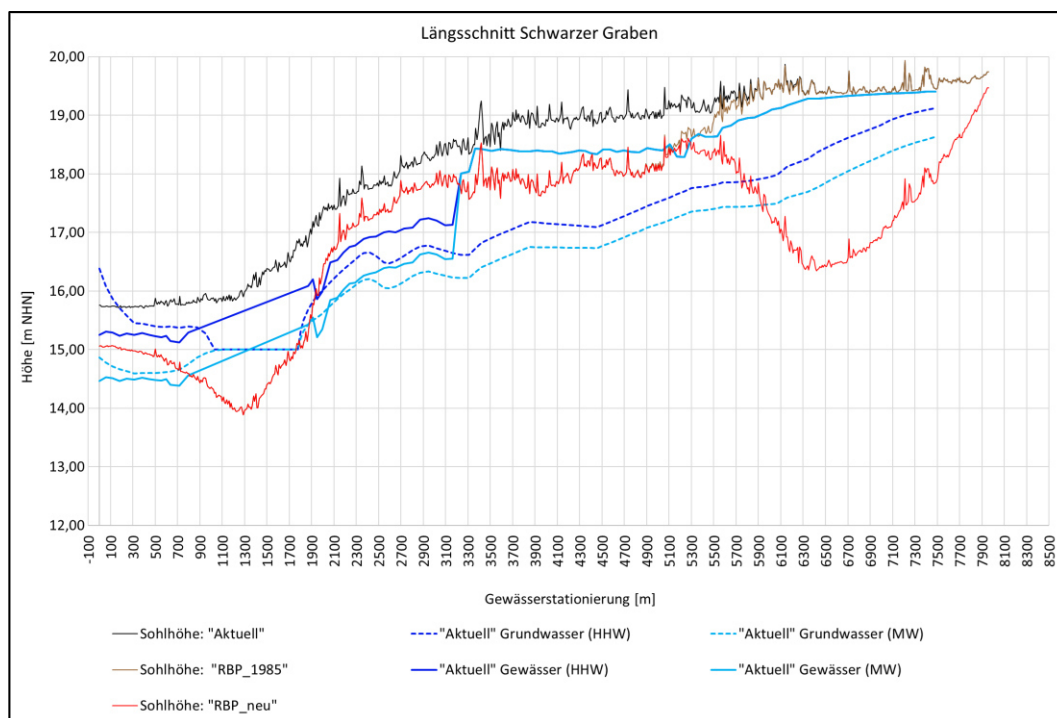


Abbildung 5-4: Längsschnitt Schwarzer Graben mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“

Borthsche Ley

In Abbildung 5-5 ist der Längsschnitt der Borthschen Ley mit den aus der Simulation resultierenden Grundwasser- und Gewässerhöhen gezeigt. Der Gewässerabschnitt der Borthschen Ley weist dabei fast über die gesamte Länge influente Verhältnisse bei mittleren Bedingungen (MW) auf, d.h. die Gewässerhöhen liegen über den Grundwasserständen. Lediglich im Bereich von Flusskilometer 0,8 bis 2,4 liegen die Grundwasser- und Gewässerhöhen sehr nah beieinander, wobei es vereinzelt zu effluenten Verhältnissen (Grundwasser wird in den Fluss exfiltriert) kommen kann. Ein sehr ähnliches Verhalten zeigt sich im Hochwasserfall (HHW). Im Modell werden derzeit überwiegend die gleichen Wasserstände für MW und HHW angesetzt. Einzige Ausnahme bildet der Gewässerabschnitt von 0 bis ca. 0,7 km, für welchen eine Unterscheidung für mittlere Bedingungen sowie den Hochwasserfall im Frühjahr erfolgt.

Für die Borthsche Ley treten die größten Absenkungen mit bis zu 3,75 m außerhalb des südöstlichen Kerngebietes im Bereich des Unterlaufes auf. Im südöstlichen Kerngebiet werden entlang der Flusskilometer 0,6 bis 0,7 Senkungen von bis zu 0,75 m relevant.

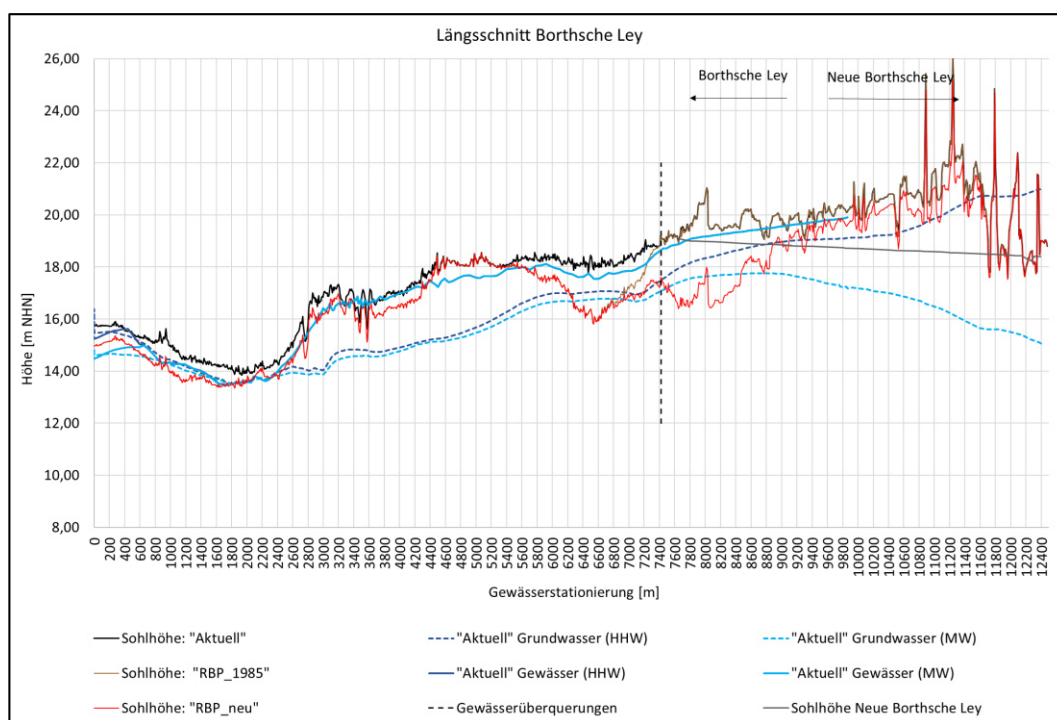


Abbildung 5-5: Längsschnitt Borthsche Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „Aktuell“

5.4 Resultierende Flurabstände

Die Auswertung der Flurabstände erfolgt für den Zustand „Aktuell“ jeweils für die beiden hydrologischen Auswertungszeitpunkte während Mittelwasser (MW) und

Hochwasser- (HHW) Verhältnissen im Rhein. Die Plandarstellungen erfolgen zur besseren Übersichtlichkeit jeweils für das nordwestliche und südöstliche Betrachtungsgebiet.

In den Anlagen sind die berechneten Flurabstände für das nordwestliche Untersuchungsgebiet nach einem Hochwasserereignis im Rhein farblich abgestuft abgebildet. In dunkelgrüner Farbe werden Flurabstände > 4 m dargestellt, da diese im Hinblick auf Bebauung und die Vegetation als unkritisch betrachtet werden. Der Farbton geht über helleres grün bis hin zu roter Färbung für einen Flurabstand von 0 m, bei dem die berechnete Grundwasserdruckhöhe der angesetzten Geländeoberkante entspricht. Negative Flurabstände sind bläulich dargestellt, da hier der berechnete Grundwasserdruck über Gelände liegt und somit Qualmwasseraustritte oder Vernässungen an der Oberfläche zumindest kurzzeitig möglich sind. Zusätzlich sind in dünnen schwarzen Linien die mit dem Modell berechneten Isolinien der Grundwasserdruckhöhe dargestellt, um die resultierende Grundwasserströmung zu veranschaulichen.

In Anlage 2.01a innerhalb des nordwestlichen Betrachtungsgebiets lässt sich für HHW im Bereich der Xantener Hees ein Flurabstand von überwiegend > 4 m erkennen. Lediglich im Norden rheinnah sowie westlich entlang des Wesendonker Abzugsgrabens und den topografisch niedriger liegenden Gewässerschleifen nahe dem Höckersgraben werden negative Flurabstände ermittelt. Ebenfalls über Gelände berechnete Grundwasserdruckhöhen ergeben sich entlang der Veener Ley sowie der angrenzenden Veen-Winnenthaler Ley. Entlang des Winnenthaler Kanals bleibt der Grundwasserstand knapp unter Gelände mit Flurabständen von weniger als 1 m. Östlich bewirkt die PAG Unterbirten 1+2 bei Unterbirten zusammen mit der eingebrachten Untergrundabdichtung wieder Flurabstände > 3 m. Im Xantener Altrhein wird auf Grund des Rhein-Hochwassers und der guten hydraulischen Anbindung eine Vernässung der Gewässerufer ausgewiesen.

In Anlage 2.02a ist ersichtlich, dass das Grundwasser während mittlerer hydrologischer Verhältnisse (MW) lediglich im Bereich von Gewässern mit Flurabständen zwischen 0 m und 1 m knapp unter Gelände ansteht.

In Anlage 2.01b innerhalb des südöstlichen Betrachtungsgebiets lassen sich bei HHW großräumig Flurabstände von überwiegend 2 m bis 4 m erkennen. Lediglich entlang der Gewässer Mühlsohlley, Schwarzer Graben, Borthsche Ley und Drüptsche Ley ergeben sich wieder geringere Flurabstände zwischen 0,5 m und 1 m. Am östlichen Rand bewirkt das Rhein-Hochwasser ufernah meist Flurabstände von ca. 0 m.

In Anlage 2.02b lassen sich in gleicher Weise nur gewässernah Flurabstände < 1 m für MW erkennen. Lediglich an der Gathschen Ley im nördlichen Randbereich des südöstlichen Betrachtungsgebiets führt die topografisch etwas niedriger liegende Geländeoberkante flächig zu geringen Flurabständen von 1 m bis 2 m.

5.5 Resultierende Gewässerbilanzen

Für den Zustand „Aktuell“ werden die im Grundwassermodell berechneten Austauschraten zwischen betrachtetem Gewässerabschnitt und dem angrenzenden Grundwasserleiter in folgender Tabelle jeweils für die beiden hydrologischen Zustände MW und HHW aufgelistet:

Tabelle 5-1: Im Modell ermittelte Gewässerbilanzen für den Zustand "Aktuell"

Gewässerabschnitt	"Aktuell" [l/s]	
	Mittlere Verhältnisse (MW)	Rhein-Hochwasser (HHW)
Veener Ley	-3	34
Veen-Winnenthaler Ley	10	22
Winnenthaler Kanal	-72	101
Schwarzer Graben	22	103
Borthsche Ley (Süd)	-13	-13

Vorzeichen aus „Sicht“ des Gewässers für jeweiliges Szenario:

+ / positiv: Gewässer entnimmt Grundwasser bzw.
Fließrichtung Grundwasser → Gewässer

- / negativ: Gewässer verliert an das Grundwasser bzw.
Fließrichtung Grundwasser ← Gewässer

6 Zustand „RBP_1985“ (Referenzzustand)

6.1 Betrachteter Zeitraum und maßgebende Abbaufelder

Die zuvor genehmigten und zusätzlich zu berücksichtigenden Senkungen durch den „RBP_1985“ sind Grundlage der Berechnung des Referenzzustandes. Neben den rötlichen Bereichen in Abbildung 3-2 dehnen sich die Senkungsbereiche nun auch auf den grünlich gefärbten Bereich aus. Es werden nun auch Senkungen durch den Abbau der Abbaufelder 6 bis 7 erkennbar.

6.2 Genehmigte Senkungen bis zum Zustand „RBP_1985“

Die Abbildung 6-1 zeigt die noch eintretenden Senkungen durch den genehmigten Abbau des RBP_1985 zusammen mit den vier betrachteten Gewässerabschnitten. Hieraus lässt sich erkennen, dass im Bereich der Veener Ley keine nennenswerten Senkungen durch den Steinsalzabbau zu erwarten sind. Der Winnenthaler Kanal erfährt kurz vor Einmündung in den Xantener Altrhein Senkungen. Der Schwarze Graben ist im nördlichen Ende stärker senkungsbeeinflusst, innerhalb des aktuellen Untersuchungsgebiets werden geringere Senkungen < 1 m erwartet. An der Borthschen Ley werden genehmigte Senkungen im nördlichen Teil des südöstlichen Untersuchungsgebiets nordwestlich von Borth erwartet.

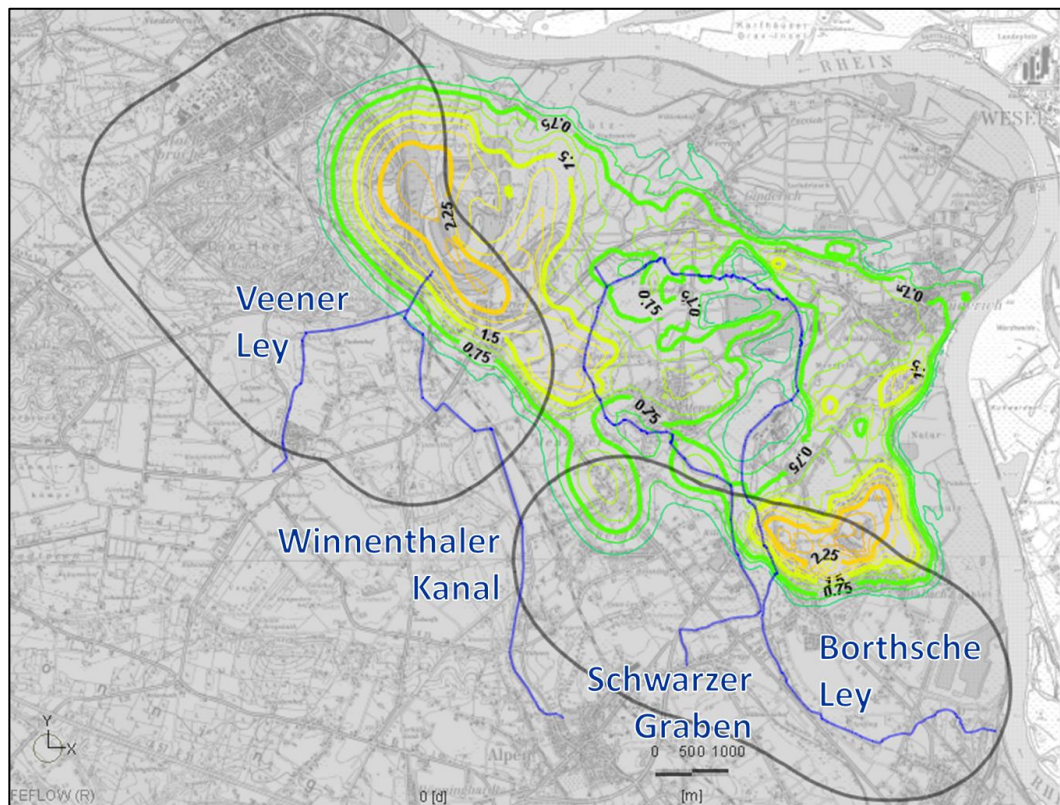


Abbildung 6-1: Zusätzlich noch eintretende Senkungen durch den zugelassenen RBP_1985 in [m]

6.3 Einbau der „Neuen Borthschen Ley“ und der PAG Menzelen West

Entsprechend den Unterlagen aus /13/ wird für den Referenzzustand „RBP_1985“ der geplante Gewässerabschnitt der „Neuen Borthschen Ley“ mit in den Berechnungen berücksichtigt. Es wurden aus den Unterlagen sowohl eine Gewässersohle als auch ein mittlerer Wasserspiegel abgeleitet und entsprechend mit den im Modell berechneten Grundwasserständen plausibilisiert.

Zusätzlich wurden die beiden Drainagestränge der in Planung befindlichen PAG Menzelen-West im Modell berücksichtigt. Die Berücksichtigung erfolgt vereinfacht, da bisher noch keine detaillierten Planungsunterlagen vorliegen.

6.4 Angesetzte Wasserstände der Fließgewässer

Veener Ley

Durch die genehmigten Senkungen des „RBP_1985“ sind keine nennenswerten Senkungen zu erwarten, sodass auch eine Anpassung der Wasserspiegel nicht notwendig ist.

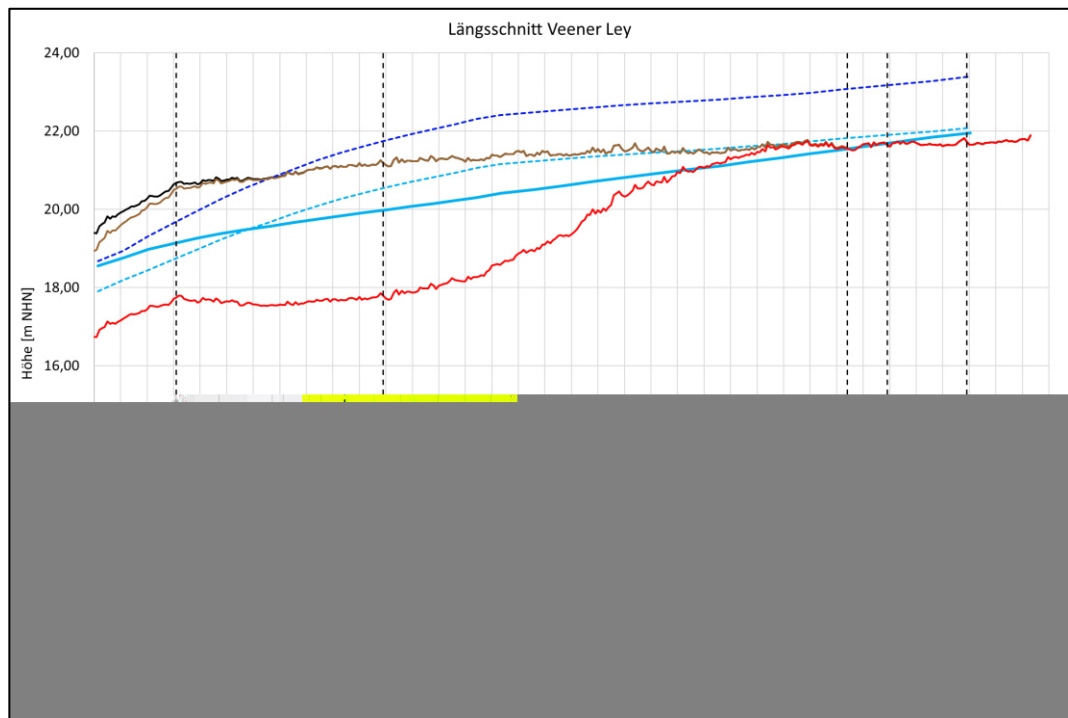


Abbildung 6-2: Längsschnitt Veener Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“

Winnenthaler Kanal

Durch die genehmigten Senkungen des „RBP_1985“ sind nur Senkungen im letzten Abschnitt kurz vor der Einmündung in den Xantener Altrhein zu erwarten. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass der Wasserspiegel im Xantener Altrhein an den Wasserstand des Rheins angebunden ist, sodass der senkungsbeeinflusste Wasserspiegel des Winnenthaler Kanals durch die bereits bestehende PAH Winnenthaler Kanal realisiert werden kann.

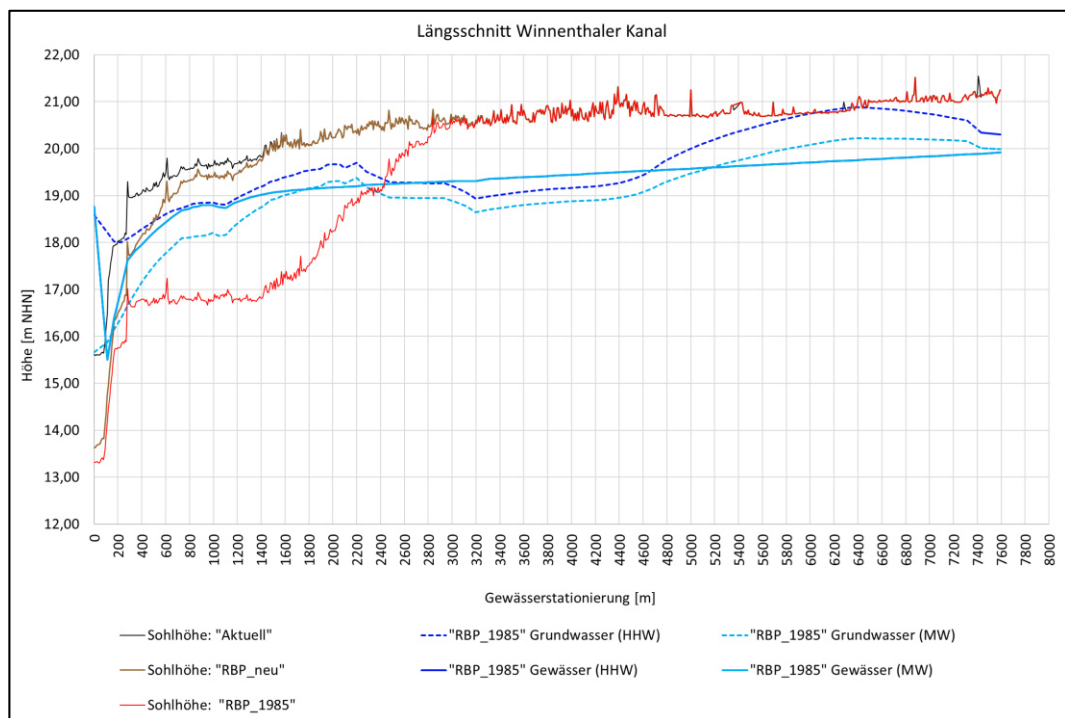


Abbildung 6-3: Längsschnitt Winnenthaler Kanal mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“

Schwarzer Graben

Der Gewässerabschnitt zwischen Fl.km 8 bis 5,5 ist zum jetzigen Kenntnisstand nicht durch Senkungen beeinflusst. Ab Fl.km 5,5 bis ca. Fl.km 2 bewegen sich die Senkungen überwiegend zwischen 0,5 und 1 m, wobei der im Modell angesetzte Wasserspiegel auch nach Absenkung des DGM noch unter der Geländeoberkante liegt. Vermutlich reicht die Auflösung des DGM (1x1 m Raster) nicht aus, um die tatsächliche Gewässersohle abzubilden. Aus modelltechnischer Sicht ist auf Grund der leicht über dem Grundwasserspiegel liegenden Wasserstände keine Anpassung notwendig. Lediglich im letzten Abschnitt sind stärkere Senkungen von bis zu 2 m zu erwarten. Diese Senkung würde theoretisch zu einer abflusslosen Senke führen, sodass hier der Wasserspiegel manuell auf das Unterwasserniveau von knapp über 15 m NHN angehoben wurde, um eine Überschätzung der Drainagewirkung auf das Grundwasser zu vermeiden. Der Bereich der manuellen Anpassung ist mit einer grün-gestrichelten Umrandung markiert.

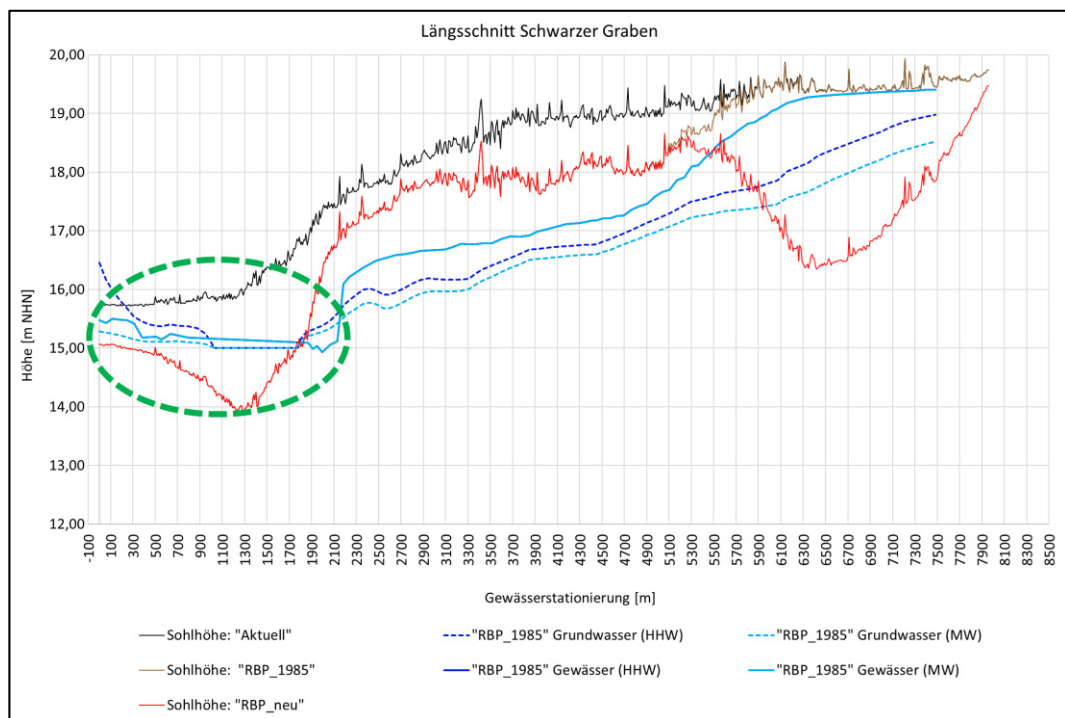


Abbildung 6-4: Längsschnitt Schwarzer Graben mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“

Neue Borthsche Ley

Im südlichen Bereich der bestehenden Borthschen Ley kommt es erst zwischen Fl.km 0 und 3 zu einer relevanten Senkung im Dezimeterbereich, sodass hier der angesetzte Wasserspiegel im Gewässer auf das Niveau der abgesenkten Geländeoberkante auf knapp unter 16 m NHN angehoben wurde, um kein Ansteigen des Wasserspiegels in Fließrichtung zuzulassen. Ab Fl.km 7,6 beginnt in etwa der neue geplante Gewässerabschnitt der Neuen Borthschen Ley. Diesem wurde entsprechend der zur Verfügung stehenden Unterlagen ein konstantes Wasserspiegel-Gefälle hin zum Rhein nach Osten zugeordnet.

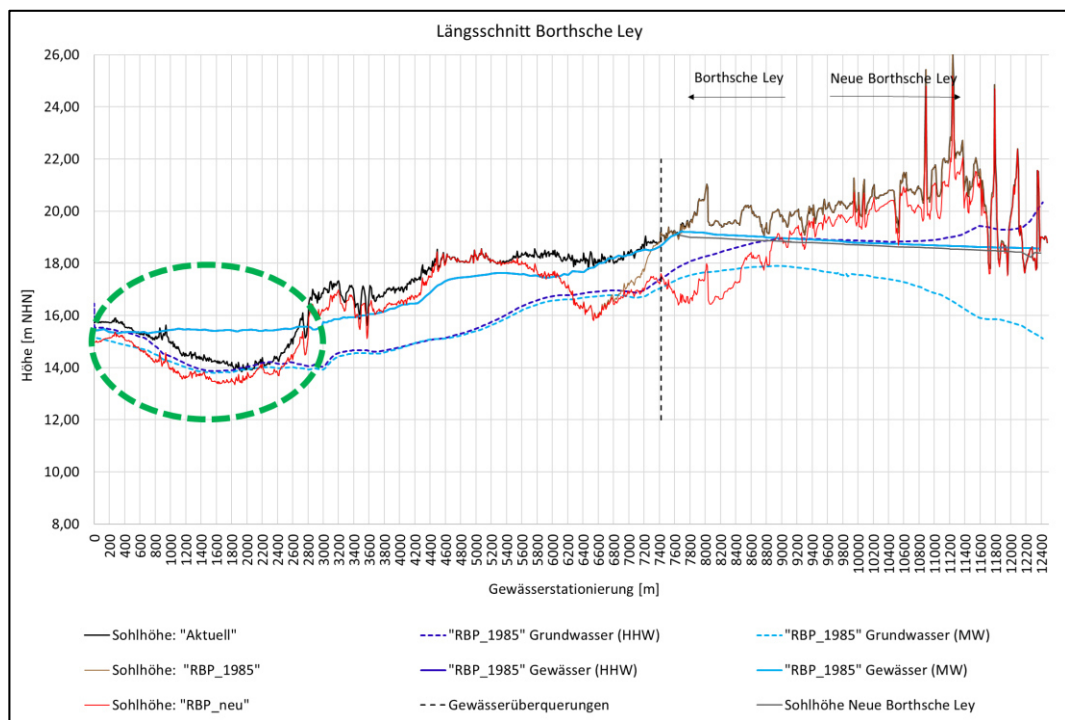


Abbildung 6-5: Längsschnitt Borthsche Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerrhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_1985“

6.5 Resultierende Flurabstände

Die berechneten Flurabstände sind für die beiden Betrachtungsgebiete und die beiden hydrologischen Zustände für den „RBP_1985“ in den Anlagen 2.03a/b und 2.04a/b dargestellt. Zusätzlich werden die relevanten Änderungen der Flurabstände zwischen den Senkungszuständen „Aktuell“ und „RBP_1985“ in den Anlagen 2.05a/b und 2.06 a/b dargestellt. Eine Verringerung der Flurabstände und damit an der Oberfläche näher anstehende Grundwasserspiegel werden je nach Ausmaß von weiß bis tiefblau dargestellt. Bereiche, die bereits im vorhergehenden Senkungs-Zustand überstaut werden, sind gelblich überdeckt. Eine grüne Überdeckung weist Flurabstände > 4 m aus.

In Abbildung 6-1 lässt sich bereits erkennen, dass lediglich im Bereich des Xantener Altrheins und bei Unterbirten mit größeren Senkungen > 2 m zu rechnen ist. Der Einfluss der Senkungen geht bis zur Mündung der Veener Ley in den Winnenthaler Kanal bis auf wenige Zentimeter zurück. In Anlage 2.03a sind innerhalb des nordwestlichen Betrachtungsgebiets demnach lediglich im Bereich des Xantener Altrheins sowie bei Unterbirten geringere Flurabstände zu erkennen, sodass diese für HHW überwiegend im Bereich von 0 m bis 1 m ermittelt werden. Nordöstlich der Rheinberger Straße kommt es lokal zu Grundwasserdruckhöhen über Gelände. Die räumliche Ausdehnung der Verringerung der Flurabstände wird zusätzlich in Anlage 2.05a deutlich.

Für Mittlere Verhältnisse (MW) ist in Anlage 2.03a für das nordwestliche Betrachtungsgebiet gegenüber dem vorhergehenden Szenario ebenfalls nur

entlang des Xantener Altrheins und bei Unterbirten eine Verringerung der Flurabstände zu erkennen. Entlang des Xantener Altrheins und sehr lokal östlich von Unterbirten ergibt sich ein berechneter Grundwasserdruckspiegel über Gelände. Überwiegend ergeben sich Flurabstände zwischen 1 m und 2 m im Bereich der genehmigten Senkungen. In Anlage 2.06a ist eine ähnliche räumliche Ausdehnung der relevanten Änderungen in den Flurabständen für MW erkennbar, wie es für das Rhein-Hochwasser der Fall war.

In Anlage 2.05b sind die Flurabstände infolge der genehmigten Senkungen für das südöstliche Betrachtungsgebiet bei HHW abgebildet. Die zusätzlichen Senkungen von bis zu 2,25 m (siehe Abbildung 6-1) nördlich von Borth verringern in nahezu gleicher Höhe die Flurabstände am nördlichen Rand des Betrachtungsgebiets nahe der Gathschen Ley. Hier kommt es zu einem möglichen Überstau an der Oberfläche. An der Gathschen Ley wird derzeit im Modell ein zu haltender Grundwasserstand von 16 m NHN angesetzt, aber das Gelände sinkt bis auf 14,5 m NHN ab. Anhand der Karte 2.05b ist zu erkennen, dass bis auf die Änderungen nördlich von Borth ähnliche Flurabstände wie im vorhergehenden Szenario „Aktuell“ ermittelt werden. Im Wirkungsbereich der geplanten PAG Menzelen-West sowie des neuen Gewässerabschnitts der Neuen Borthschen Ley kommt es zu einer leichten Verbesserung durch Erhöhung der Flurabstände als Folge der Grundwasserentnahme bzw. -drainage.

Ähnliche Änderungen gegenüber dem Szenario „Aktuell“ sind auch bei Mittelwasser in Anlage 2.04b zu erkennen. Auf Grund des fest definierten Ziel-Grundwasserstands an der Gathschen Ley nördlich von Borth, werden die nahezu gleichen Flurabstände wie für das Hochwasser-Ereignis ermittelt.

Die jeweiligen Differenzkarten in den Anlagen 2.05b und 2.06b weisen deshalb sehr ähnliche Größenordnungen hinsichtlich der Verringerung der Flurabstände für die hydrologischen Lastfälle MW und HHW auf.

6.6 Resultierende Gewässerbilanzen

Für den Zustand „RBP_1985“ werden die im Grundwassermodell berechneten Austauschraten zwischen betrachtetem Gewässerabschnitt und dem angrenzenden Grundwasserleiter in folgender Tabelle jeweils für die beiden hydrologischen Zustände MW und HHW aufgelistet:

Tabelle 6-1: Im Modell ermittelte Gewässerbilanzen für den Zustand "RBP_1985"

Gewässerabschnitt	"Aktuell"	Differenz RBP_1985 minus "Aktuell"	RBP_1985	"Aktuell"	Differenz RBP_1985 minus "Aktuell"	RBP_1985
	Mittlere Verhältnisse (MW) [l/s]			Rhein-Hochwasser (HHW) [l/s]		
Veener Ley	-3	-3	-6	34	-5	29
Veen-Winnenthaler Ley	10	0	10	22	-1	21
Winnenthaler Kanal	-72	-16	-88	101	66	167
Schwarzer Graben	22	-76	-54	103	-28	75
Borthsche Ley (Süd)	-13	-35	-48	-13	-21	-34
Neue Borthsche Ley	0	-77	-77	0	452	452

Vorzeichen aus „Sicht“ des Gewässers für jeweiliges Szenario:

+ / positiv: Gewässer entnimmt Grundwasser bzw. Fließrichtung Grundwasser → Gewässer

- / negativ: Gewässer verliert an das Grundwasser bzw. Fließrichtung Grundwasser ← Gewässer

Differenzen:

+ / positiv: Zunahme des Grundwasserzuflusses in das Gewässer bzw. Abfluss im Gewässer nimmt zu

- / negativ: Zunahme der Versickerung/Infiltration des Gewässers in das Grundwasser bzw. Abfluss im Gewässer nimmt ab

6.7 Abgleich mit dem genehmigten RBP_1985

Um im Hinblick auf den Wechsel in der Bearbeitung und der Fortschreibung der Modelle eine konsistente Berechnung der Grundwasserstände zu gewährleisten, erfolgte ein Abgleich der aktuellen Berechnungsergebnisse mit den durch die LINEG durchgeführten Berechnungen statt. Dabei werden die Ergebnisse für den „RBP_1985“ jeweils zu den beiden Auswertungszeitpunkten bei HHW und MW verglichen.

Im nordwestlichen Teilgebiet stimmen die dargestellten Flurabstandsbereiche in Abbildung 6-6 für das Hochwasserszenario sehr gut überein.

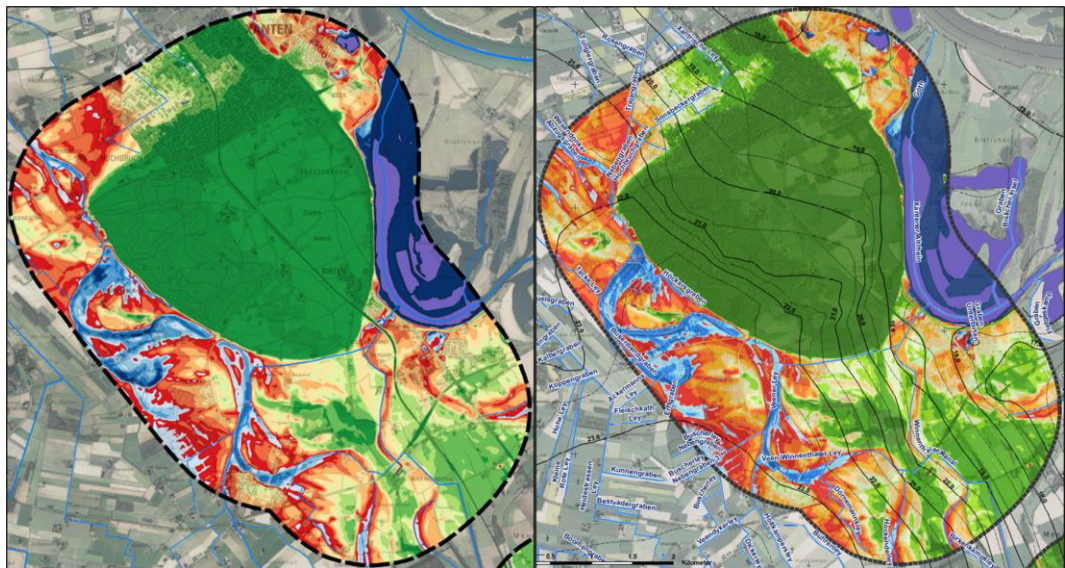


Abbildung 6-6: Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für HHW im nordwestlichen Betrachtungsgebiet

Im südöstlichen Teilgebiet sind die Flurabstände bei HHW ebenfalls sehr ähnlich ermittelt worden (siehe Abbildung 6-7). Lediglich im südöstlichen Teil entlang der Neuen Borthschen Ley kommt es zu einer leichten Verbesserung, da der neu berücksichtigte Gewässerabschnitt zu einer Entlastung des Grundwassers führt.

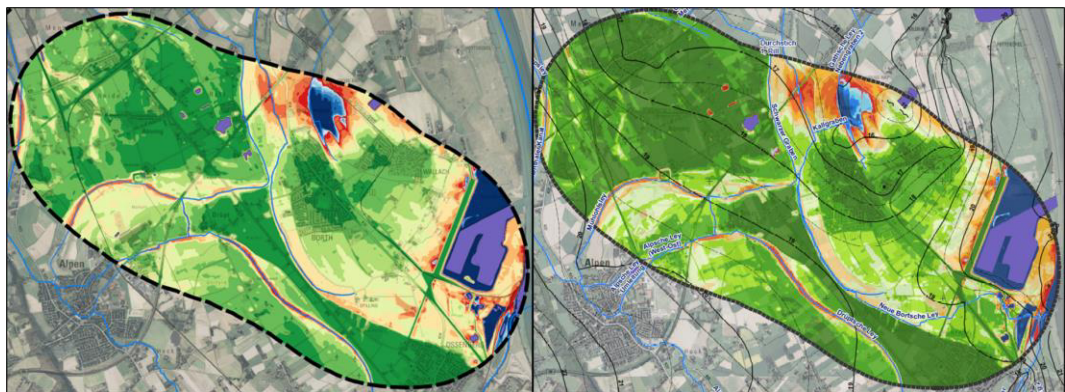


Abbildung 6-7: Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für HHW im südöstlichen Betrachtungsgebiet

Für mittlere Verhältnisse (MW) sind in beiden Teilgebieten keine nennenswerten Änderungen in den Ergebnissen in Abbildung 6-8 und Abbildung 6-9 zu erkennen.

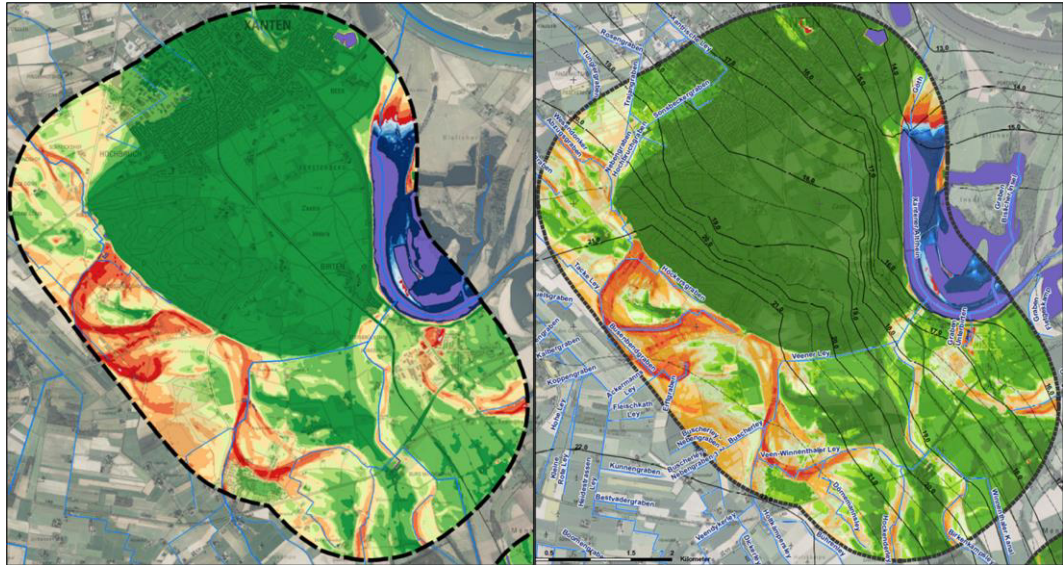


Abbildung 6-8: Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für MW im nordwestlichen Betrachtungsgebiet

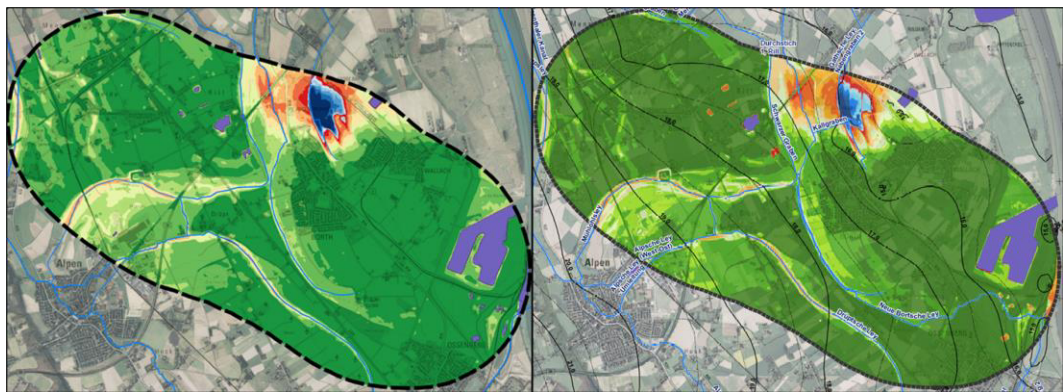


Abbildung 6-9: Abgleich der Ergebnisse der LINEG (links) mit den aktuellen Berechnungen (rechts) für MW im südöstlichen Betrachtungsgebiet

7 Zustand „RBP_neu“ (Planungszustand)

7.1 Betrachteter Zeitraum und maßgebende Abbaufelder

Die modellierten Auswirkungen der Erweiterungen des Abbaubereichs für den neu zu genehmigenden „RBP_neu“ lassen sich durch die in Abbildung 7-1 dargestellten Senkungen erkennen. Entsprechend der zu erwartenden Senkungen ist der Bereich des Betrachtungsgebiets etwas großräumiger angesetzt.

7.2 Geplante Senkungen bis zum Endzustand „RBP_neu“

Die räumliche Ausdehnung der zusätzlichen Senkungen verläuft jeweils auf einer diagonalen Achse von Südost nach Nordwest. Dabei werden maximale Senkungen von 3,25 m im nordwestlichen bzw. ca. 3 m im südöstlichen Betrachtungsgebiet erwartet. Die vier als relevant identifizierten Gewässerabschnitte sind demnach senkungsbeeinflusst (Abbildung 7-1).

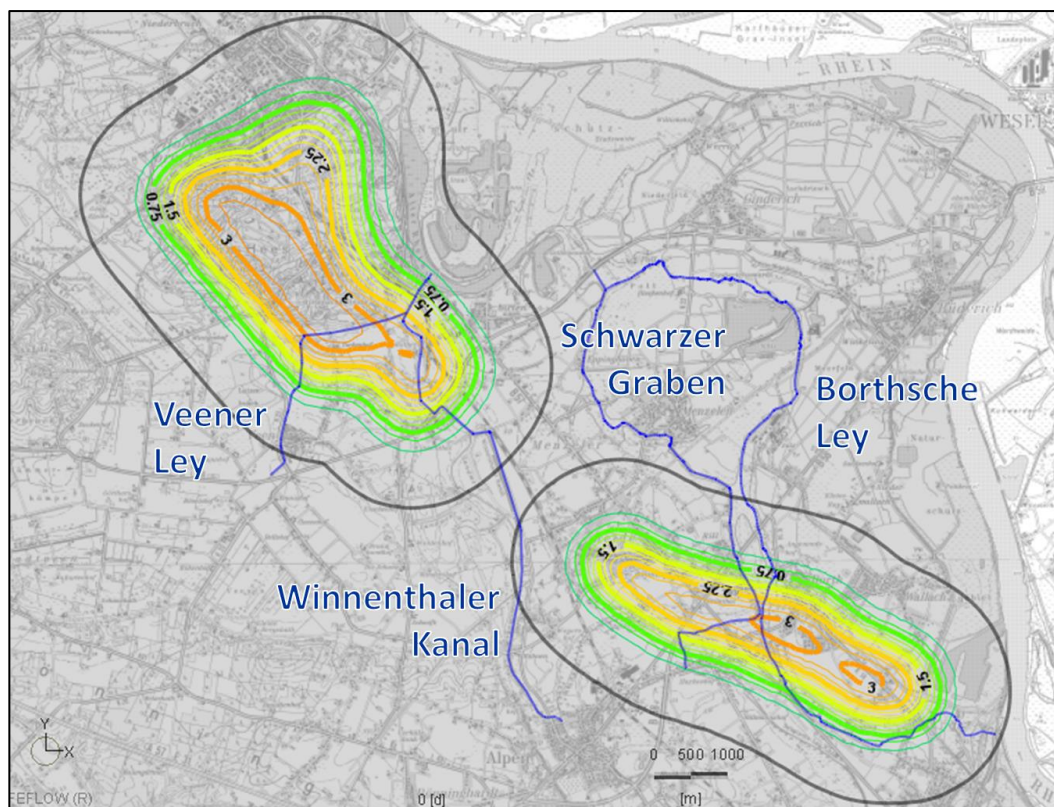


Abbildung 7-1: Zusätzlich geplante Senkungen für den RBP_neu seit RBP_1985 in [m]

7.3 Angesetzte Wasserstände der Fließgewässer

Veener Ley

Die Veener Ley ist auf nahezu der ganzen Fließlänge durch die Senkungen (Differenz zwischen Sohlhöhe „RBP_1985“ / brauner Linie und Sohlhöhe „RBP_neu“ / roter Linie) beeinflusst, welche südlich bei ca. Fl.km 2,5 mit wenigen Zentimetern Richtung Norden auf bis zu 3,25 m zunehmen. Die Wasserspiegel wurden modelltechnisch automatisch in einem plausiblen Rahmen angepasst, sodass keine manuelle nachträgliche Korrektur im Hinblick auf die Vorflutverhältnisse erforderlich wurde.

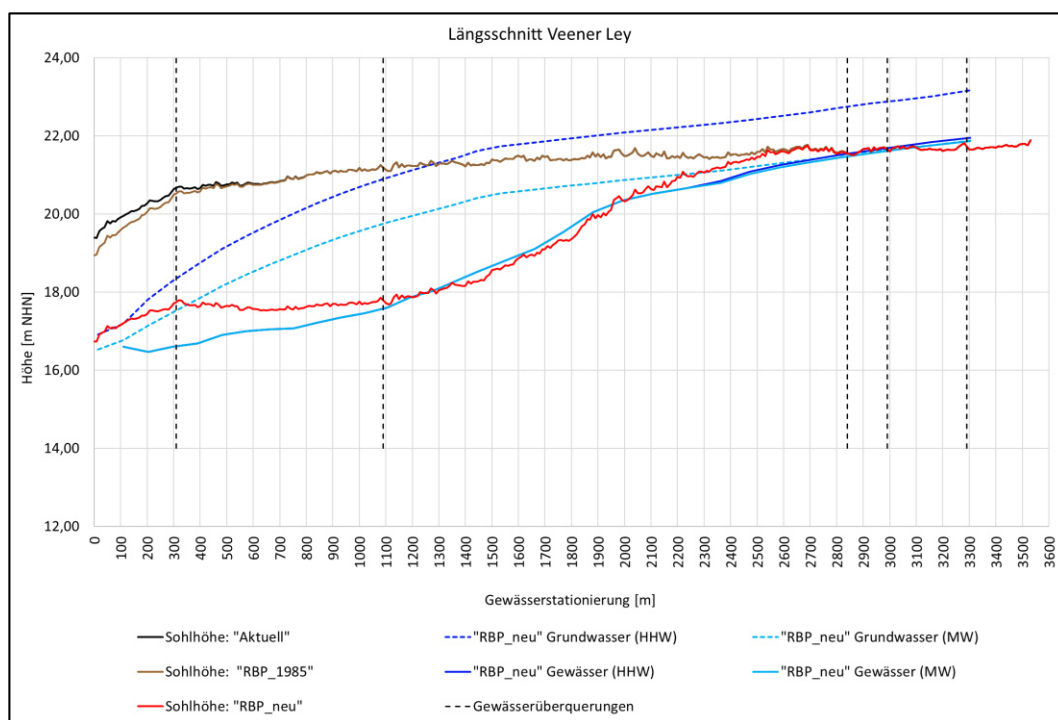


Abbildung 7-2: Längsschnitt Veener Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“

Winnenthaler Kanal

In gleicher Weise sind die letzten 2,8 km des Winnenthaler Kanals durch Senkungen betroffen. Auf Grund der bestehenden PAH am Winnenthaler Kanal, ist es vorfluttechnisch möglich, einen niedrigeren Wasserstand am Auslauf des Winnenthaler Kanals zu halten, obwohl der Xantener Altrhein voraussichtlich ein höheres Wasserstands-Niveau haben wird.

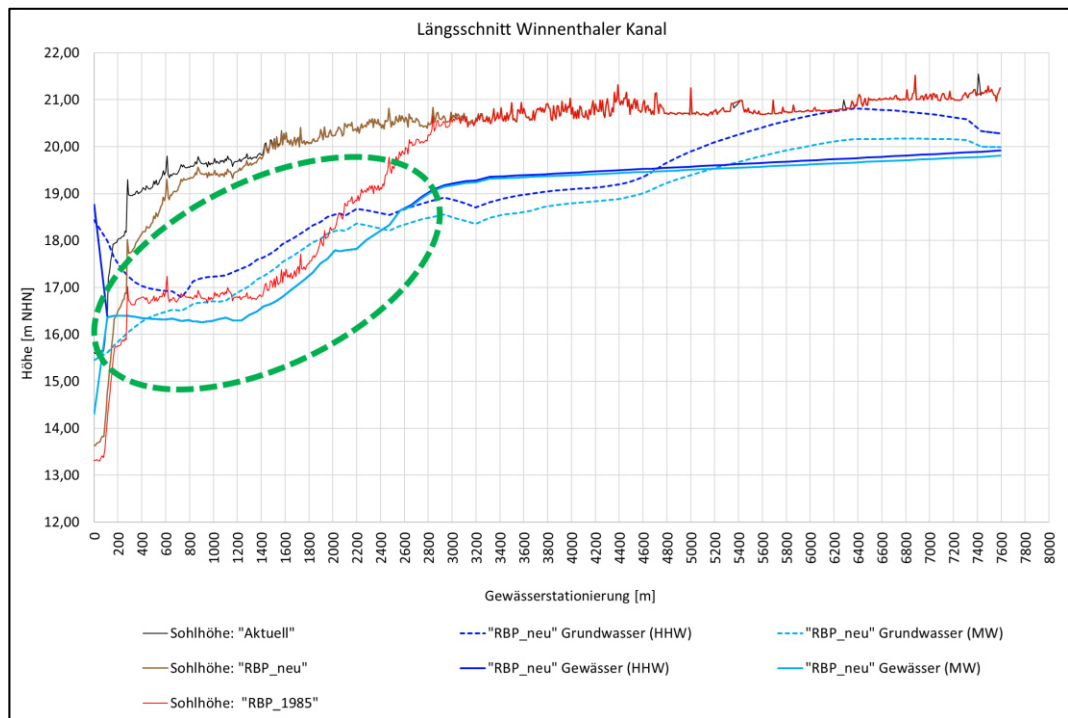


Abbildung 7-3: Längsschnitt Winnenthaler Kanal mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“

Schwarzer Graben

Im Schwarzen Graben erfolgen voraussichtlich nur im Oberlauf zwischen Fl.km 5,3 und 7,9 noch weitere Senkungen, welche maximal ca. 3 m betragen. Entsprechend der Abbildung 3-2 wird angenommen, dass die schmale Gewässerbreite im DGM mit 1 m Auflösung nicht exakt abgebildet wird und die tatsächliche Höhe der Sohle geringfügig niedriger liegt. Dementsprechend wurde der Wasserspiegel im Bereich der Senkungen so weit angepasst, dass eine Vorflut auch leicht unter der abgesenkten Geländeoberkante möglich ist.

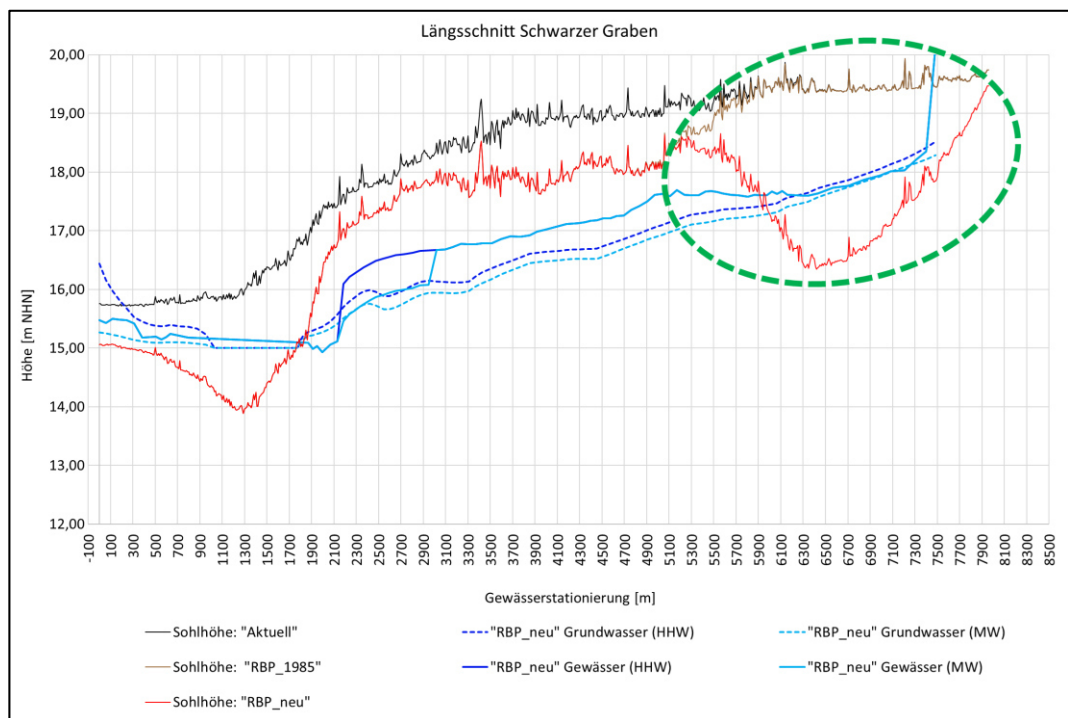


Abbildung 7-4: Längsschnitt Schwarzer Graben mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“

Neue Borthsche Ley

Auf ähnlicher Höhe wie der des Schwarzen Grabens sind Senkungen größer 1 m an der Neuen Borthschen Ley zwischen Fl.km 9,8 und 6,8 möglich, sodass hier ebenfalls manuell das Wasserspiegel-Gefälle abgeflacht wurde, um die Absenkung des Wasserspiegels auf ein plausibles Maß zu reduzieren.

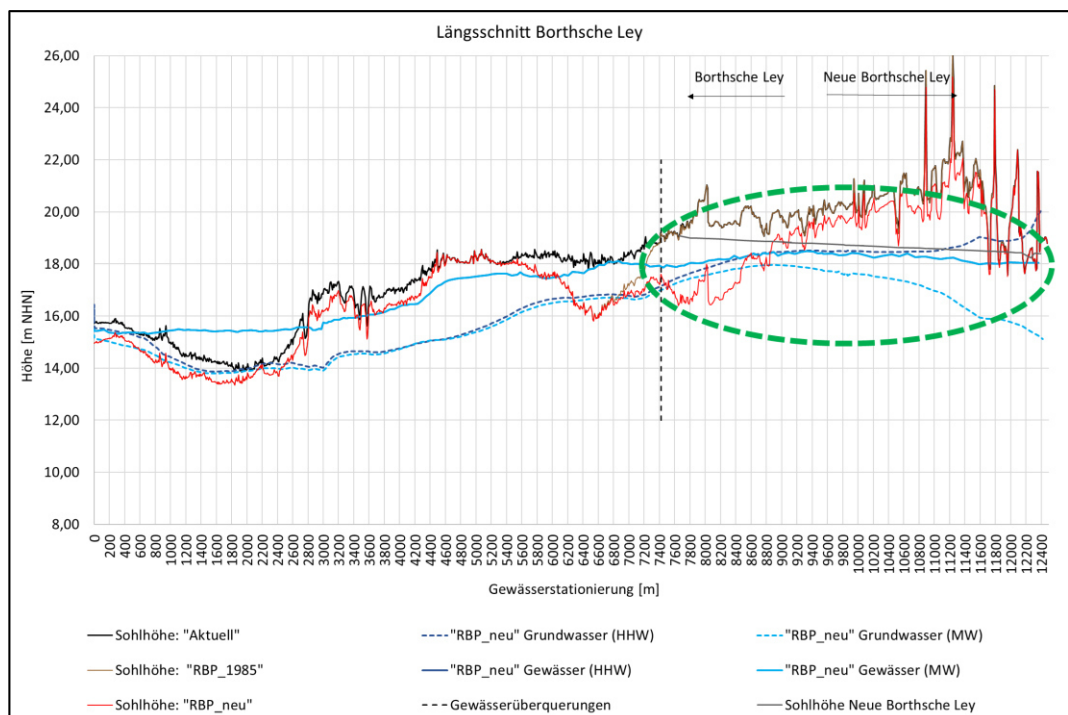


Abbildung 7-5: Längsschnitt Borthsche Ley mit Sohlhöhen [m NHN] der drei Zustände „Aktuell“, „RBP_1985“ und „RBP_neu“ sowie Grundwasser- und Gewässerhöhen [m NHN] im Zustand „RBP_neu“

7.4 Resultierende Flurabstände ohne zusätzliche wasserwirtschaftliche Regulierungsmaßnahmen

Die in Abbildung 7-1 dargestellten, geplanten Senkungen wirken sich bei HHW am deutlichsten im Bereich des mittleren Gewässerabschnitts der Veener Ley aus und ziehen sich in etwas schwächerer Ausprägung bis zum Unterlauf des Winnenthaler Kanals hin (Anlage 2.07a). Südlich der Xantener Hees, wo die Veener Ley von nördlicher in östliche Fließrichtung verschwenkt, wird durch die Senkungen von bis zu 3,25 m flächig eine Grundwasserdruckhöhe über Gelände berechnet. In Karte 2.09a ist zu erkennen, dass eine Verringerung der Flurabstände in nahezu gleicher Höhe mit bis zu 3 m zu erwarten ist. Im senkungsbeeinflussten Abschnitt des Winnenthaler Kanals halbiert sich der Einfluss auf Flurabstände um bis zu 1,5 m, sodass nur sehr gewässernah der Grundwasserdruckspiegel an der Geländeoberkante ansteht.

Während im vorhergehenden Szenario für den „RBP_1985“ im Bereich der Veener Ley bei mittleren Verhältnissen kein Überstau ermittelt werden konnte, wird durch die geplanten Senkungen des „RBP_neu“ auch bei Mittelwasser ein Überstau berechnet, welcher durch die bläulichen Bereiche in Karte 2.08a erkennbar ist. Voraussichtlich wird hier ohne weitere Maßnahmen die meiste Zeit des Jahres Grundwasser über Gelände austreten. Die Änderungen der Flurabstände für MW in Karte 2.10a ähneln der Darstellung in Karte 2.09a hinsichtlich räumlicher Ausdehnung und Betrag.

In Anlage 2.07b werden im südöstlichen Betrachtungsgebiet durch die geplanten Senkungen des „RBP_neu“ mit bis zu 3 m entlang des Schwarzen Grabens und der Borthschen Ley flächig Grundwasserdruckhöhen über Gelände ermittelt. Auf den landwirtschaftlichen Flächen zwischen der Neuen Borthschen Ley und der ehem. Verladestelle ergeben sich Flurabstände zwischen +/- 1 m, sodass nach einem Hochwasser im Rhein von Qualmaustritten ausgegangen werden kann. Im Bereich der Gathschen Ley nördlich von Borth werden die gleichen Überstauungen wie für den „RBP_1985“ dargestellt. Die Verringerung der Flurabstände infolge der Senkungen mit länglicher Morphologie ist für das Hochwasser-Szenario in Anlage 2.09b veranschaulicht.

In Anlage 2.08b ergeben sich ähnliche Flurabstände nahe den Gewässern wie für den Hochwasser-Fall, da die Änderung der Flurabstände gegenüber dem vorhergehenden Szenario überwiegend durch die abgesenkte Geländeoberfläche mit nahezu gleichen Grundwasserständen bedingt wird. Lediglich näher am Rhein westlich des Rhein-Hafens werden für MW größere Flurabstände zwischen 1 m und 3 m ohne Überstau ermittelt. Die Änderung gegenüber des Zustands für den „RBP_1985“ bei Mittelwasser ist abschließend in Karte 2.10b dargestellt.

7.5 Resultierende Gewässerbilanzen

Für den Zustand „RBP_neu“ werden die im Grundwassermodell berechneten Austauschraten zwischen betrachtetem Gewässerabschnitt und dem angrenzenden Grundwasserleiter in folgender Tabelle jeweils für die beiden hydrologischen Zustände MW und HHW aufgelistet:

Tabelle 7-1: Im Modell ermittelte Gewässerbilanzen für den Zustand "RBP_neu"

Gewässerabschnitt	RBP_1985	Differenz RBP_neu zu RBP_1985	RBP_neu	RBP_1985	Differenz RBP_neu zu RBP_1985	RBP_neu
	Mittlere Verhältnisse (MW) [l/s]			Rhein-Hochwasser (HHW) [l/s]		
Veener Ley	-6	28	22	29	26	55
Veen-Winnenthaler Ley	10	-1	9	21	0	21
Winnenthaler Kanal	-88	75	-13	167	108	275
Schwarzer Graben	-54	19	-35	75	53	128
Borthsche Ley (Süd)	-48	-31	-79	-34	16	-18
Neue Borthsche Ley	-77	-18	-95	452	126	578

Vorzeichen aus „Sicht“ des Gewässers für jeweiliges Szenario:

+ / positiv: Gewässer entnimmt Grundwasser bzw. Fließrichtung Grundwasser → Gewässer

- / negativ: Gewässer verliert an das Grundwasser bzw. Fließrichtung Grundwasser ← Gewässer

Differenzen:

+ / positiv: Zunahme des Grundwasserzuflusses in das Gewässer bzw. Abfluss im Gewässer nimmt zu

- / negativ: Zunahme der Versickerung/Infiltration des Gewässers in das Grundwasser bzw. Abfluss im Gewässer nimmt ab

8 Auswirkungen auf die Gewässer durch den „RBP_neu“ ohne zusätzliche, wasserwirtschaftliche Regulierungsmaßnahmen

8.1 Potentiell trockenfallende Gewässerabschnitte

Die Gewässer Veener Ley, Winnenthaler Kanal, Schwarzer Graben und (Neue) Borthsche Ley führen bereits im Zustand „Aktuell“ bei Mittelwasserverhältnissen kein Wasser. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist mit einem messtechnisch abbildbaren Abfluss lediglich bei kurzen Starkregenereignissen mit Abflussspitzen zu rechnen. Folglich tritt „Trockenfallen“ nicht als Konsequenz des RBP_neu auf, sondern besteht bereits zu überwiegender Zeit. Die Senkungen führen ohne weitere Anpassungsmaßnahmen ausschließlich zu häufigeren oder stärkeren Abflüssen in den vier betrachteten Gewässerabschnitten, wie im nächsten Abschnitt erläutert.

8.2 Identifikation von zukünftig abflusslosen Senken und Vernässungsbereichen

Zukünftige Geländesenkungen können zu abflusslosen Senken oder Vernässungsbereichen führen, wenn die Geländeoberkante anschließend tiefer als die stromabwärts liegende Gewässersohle ist. Dies kann zu einer Verminderung oder gar zur Verhinderung der Vorflutwirkung des Gewässers führen. Als Folge entstehen dauerhafte Grundwasserzuflüsse, welche sich an der Oberfläche ansammeln.

Im Folgenden werden nacheinander die beiden Teilgebiete betrachtet und jeweils die hydrologischen Zustände „Mittelwasser“ und „höchstes Hochwasser“ bewertet.

8.2.1 Nordwestliches Teilgebiet

Dauerhafte Vernässung während Mittelwasser-Verhältnissen

Veener Ley

Die Veener Ley liegt mit ihrem mittleren Gewässerabschnitt im Bereich der größten Senkungen im nordwestlichen Teilgebiet. Dort werden für den RBP_1985 niedrige Flurabstände zwischen 0,5 m und 1,5 m ohne dauerhafte Vernässung ermittelt (siehe Anlage 2.04a). In Anlage 2.08a für den RBP_neu lässt sich anhand der bläulichen Flächen erkennen, dass die Grundwasserdruckhöhe auch bei mittleren Verhältnissen bereits über Gelände liegt und somit ohne weitere Maßnahmen mit einer dauerhaften Vernässung zu rechnen ist.

In Abbildung 8-1 ist in einer Detaildarstellung der Flurabstände erkennbar, dass die Veener Ley für den RBP_1985 bei MW in das Grundwasser infiltriert, für den RBP_neu aber bei mittleren Verhältnissen bereits Grundwasser aufnimmt (siehe auch Tabelle 7-1):

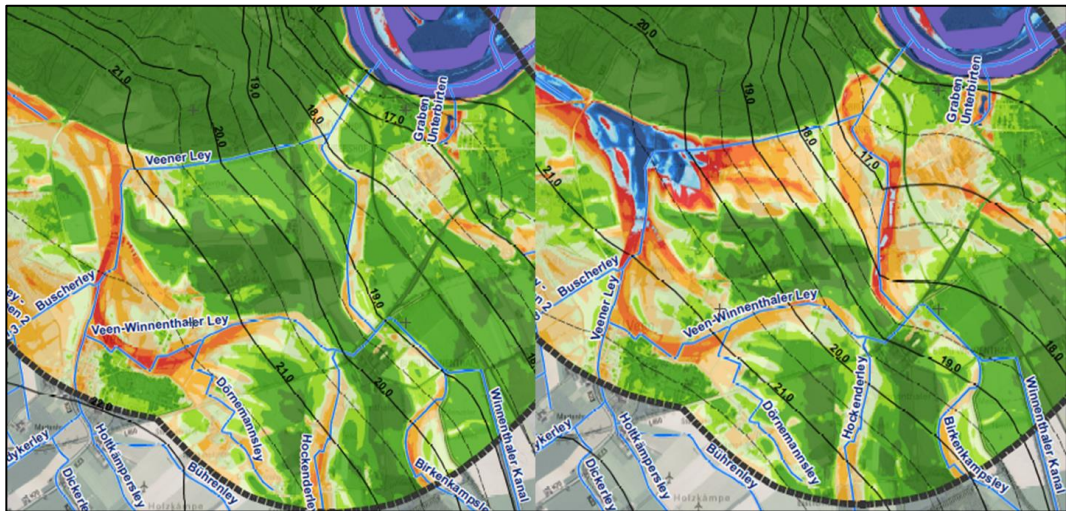


Abbildung 8-1: Flurabstände bei MW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im nordwestlichen Teilgebiet

Winnenthaler Kanal

Der Winnenthaler Kanal verläuft im nördlichen Drittel seiner Fließstrecke ebenfalls im senkungsbeeinflussten Gebiet. In Abbildung 8-1 sieht man, dass die für den RBP_neu berechnete Grundwasserdruckhöhe zu sehr geringen Flurabständen führt, aber bis auf sehr kleine tiefliegende Bereiche unterhalb des Geländes berechnet wird. Eine dauerhafte Vernässung erscheint zum jetzigen Kenntnisstand als unwahrscheinlich.

Kurzzeitige Vernässung während eines Hochwasser-Ereignisses

Veener Ley

Für den hydrologischen Zustand HHW werden bereits für den RBP_1985 geringfügig Grundwasserdruckhöhen über Gelände ermittelt. Dieser Effekt verstärkt sich sowohl hinsichtlich der Einstautiefe als auch der Ausdehnung in den Ergebnissen für den RBP_neu (siehe Abbildung 8-2):

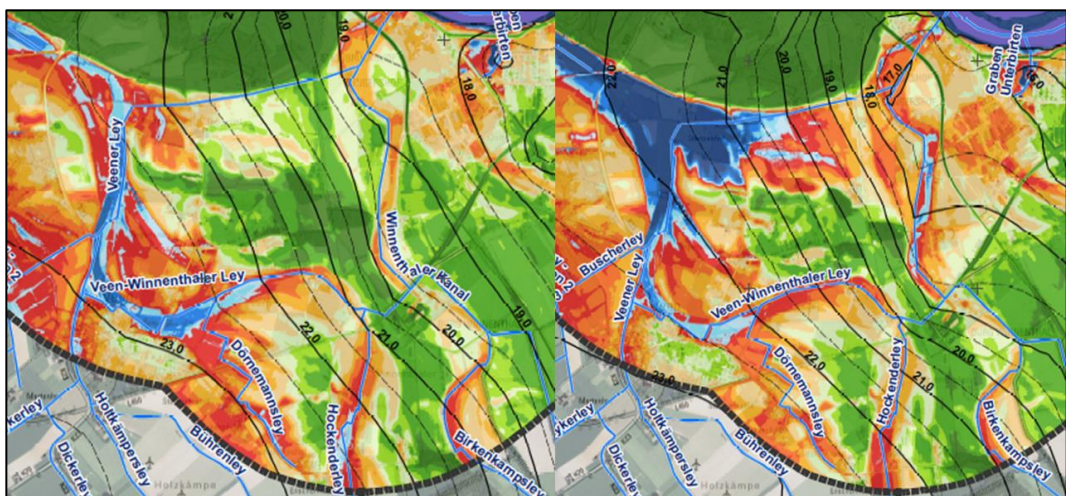


Abbildung 8-2: Flurabstände bei HHW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im Nordwestlichen Teilgebiet

Winnenthaler Kanal

Für den Winnenthaler Kanal ergibt sich analog zum hydrologischen Zustand bei MW lediglich eine geringfügige Verminderung der Flurabstände. Die Grundwasserdruckhöhe wird für den RBP_neu nur unmittelbar am Gewässer über Gelände berechnet.

Betrachtet man die Längsschnitte der beiden Gewässer Veener Ley und Winnenthaler Kanal, so wird die Grundwasserdruckhöhe zwar auch bei MW schon über der Gewässersohle ermittelt, aber die Senkung führt nicht zu abflusslosen Senken, solange die Vorflut der Veener Ley in den Winnenthaler Kanal und die des Winnenthaler Kanals wiederum in den Xantener Altrhein gegeben ist. Durch die bestehende PAH Winnenthaler Kanal kann dies realisiert werden, es müssten lediglich die zu hebenden Mengen erhöht werden.

8.2.2 Südöstliches Teilgebiet

Dauerhafte Vernässung während Mittelwasser-Verhältnissen

Schwarzer Graben

In Abbildung 8-3 lässt sich anhand der Flurabstände für den RBP_1985 im linken Bild erkennen, dass der Schwarze Graben bei Mittelwasser kein Grundwasser aufnimmt. Im Oberlauf des Schwarzen Grabens wird für den RBP_neu eine Geländesenkung erwartet (Abbildung 8-3, rechtes Bild), welche ohne weitere Maßnahmen zu einer abflusslosen Senke führt. Dies lässt sich ebenfalls im Längsschnitt in Abbildung 7-4 gut erkennen (siehe grüne Umrandung).

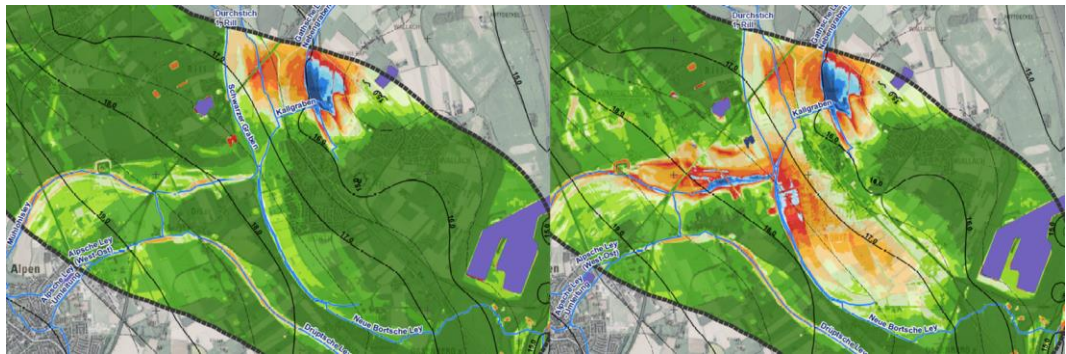


Abbildung 8-3: Flurabstände bei MW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im Südöstlichen Teilgebiet

Neue Borthsche Ley

Die Neue Borthsche Ley verläuft ebenfalls im Bereich der größten Senkungen im südöstlichen Teilgebiet, sodass sich eine Veränderung in gleichem Maße wie für den Schwarzen Graben erwarten lässt. Auch entlang der Neuen Borthschen Ley kann die Vernässung zu einer abflusslosen Senke führen.

Kurzzeitige Vernässung während Hochwasser-Ereignis

Schwarzer Graben

Entlang dem Oberlauf des Schwarzen Grabens verringern sich die berechneten Flurabstände zwischen RBP_1985 und RBP_neu ebenfalls für den hydrologischen Zustand HHW. In Abbildung 8-4 werden im linken Bild für den RBP_1985 Flurabstände knapp unter Gelände ermittelt. Für den RBP_neu

hingegen kommt es zu möglichen Qualmwasseraustritten entlang des Schwarzen Grabens südlich von Grünthal. Die berechneten Flurabstände ähneln den Ergebnissen für MW in Umfang und Größenordnung, da hier der Einfluss des angesetzten Rhein-Hochwassers nur noch stark gedämpft vorhanden ist.

Neue Borthsche Ley

Für die Neue Borthsche Ley lassen sich die gleichen Änderungen erkennen, wobei sich zum Rhein hin die Differenz der Flurabstände zwischen RBP_1985 und RBP_neu verringert.

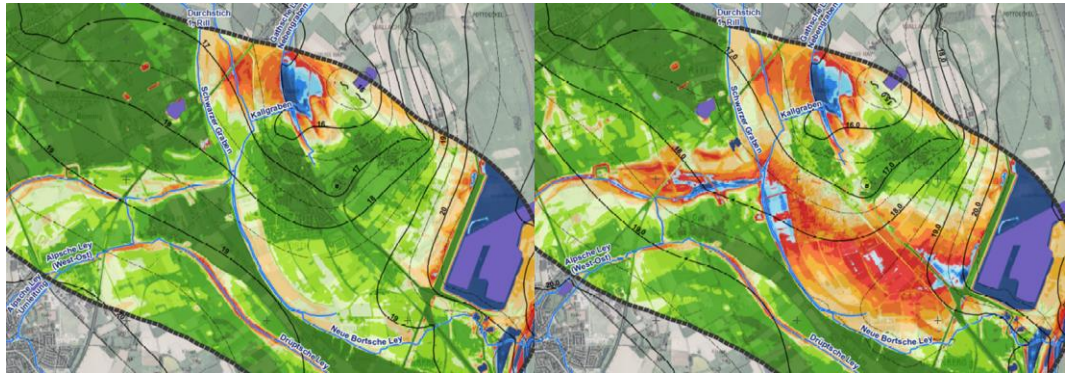


Abbildung 8-4: Flurabstände bei HHW für den RBP_1985 (links) und den RBP_neu (rechts) im Südöstlichen Teilgebiet

Im Bereich der größten Senkungen, wo sich Schwarzer Graben und Neue Borthsche Ley treffen, steht der berechnete Grundwasserdruckspiegel über Gelände an. Anhand der Längsprofile lässt sich außerdem erkennen, dass hier abflusslose Senken entstehen, da das Gelände (und damit die vorläufige Gewässersohle) nach den erfolgten Senkungen sowohl nach Norden als auch Süden ansteigt.

8.3 Gewässerabschnitte ohne maßgebende Änderungen

Außerhalb der vier betrachteten Gewässerabschnitte (siehe Kap. 3.4) bewirken die Senkungen nur eine geringfügige Änderung des Gradienten in der Grundwasserströmung, sodass keine nennenswerten Änderungen auf weiter entfernte Gewässerabschnitte ermittelt werden. Lediglich die vier im Detail betrachteten Gewässerabschnitte liegen direkt in senkungsbeeinflussten Bereichen. Die berechneten Austauschraten aller angrenzenden Gewässerabschnitte wurden zwischen RBP_1985 und RBP_neu verglichen.

Für folgende Gewässerabschnitte betragen die Änderungen durch den RBP_neu in den Bilanzen bei Mittelwasser $< \pm 5 \text{ l/s}$ oder $< \pm 25 \%$ und liegen damit im Bereich der Modellungenauigkeit.

- Wesendonker Abzugsgraben:
- Hohe Ley (Nord)
- Gathsche Ley
- Breite Wardtley

- Alpsche Ley (Süd-Nord)
- Rheinberger Altrhein
- Heidestrassen Ley
- Drüptsche Ley
- Tacke Ley
- Alpsche Ley (West-Ost)

Für den Gewässerabschnitt Hohe Ley (Süd) halbiert sich der Zustrom aus dem Grundwasser von + 27 l/s auf ca. 13 l/s.

Für den hydrologischen Zustand höchstes Hochwasser (HHW) erhöht sich der Zufluss aus dem Grundwasser für die Alpsche Ley (Süd-Nord) um 35 % (von 5 l/s auf 7 l/s) und für die Drüptsche Ley um 40 % (von 5 l/s auf 8 l/s).

Es kommt bei keinem der an dieser Stelle aufgelisteten Gewässer zu einer Änderung der Austauschrichtung mit dem Grundwasser.

Die Änderungen in den Bilanzen des Rheins, des Xantener Altrheins und der Altrheinschleife sind um Größenordnungen geringer als der Gesamtabfluss der Gewässer, sodass auch hier keine messtechnisch abbildbaren Auswirkungen zu erwarten sind.

Für kleinere Gewässer oder Gräben können im Rahmen dieser Untersuchung keine Aussagen getroffen werden. Kleinere Nebengräben haben auf Grund der sehr schmalen Gewässergeomtrie nur eine sehr geringe Vorflutwirkung auf das Grundwasser und haben im Vergleich zu den im Modell abgebildeten größeren Gewässer eine zu vernachlässigende Rolle. Zudem lägen die geringen Abflussmengen von < 1 l/s deutlich unter der Modellgenauigkeit. Da fehlende kleinere Gewässer tendenziell zu einer Überschätzung der Grundwasserstände und damit geringerer Flurabstände führen würden, ist diese Vorgehensweise ein konservativer Ansatz.

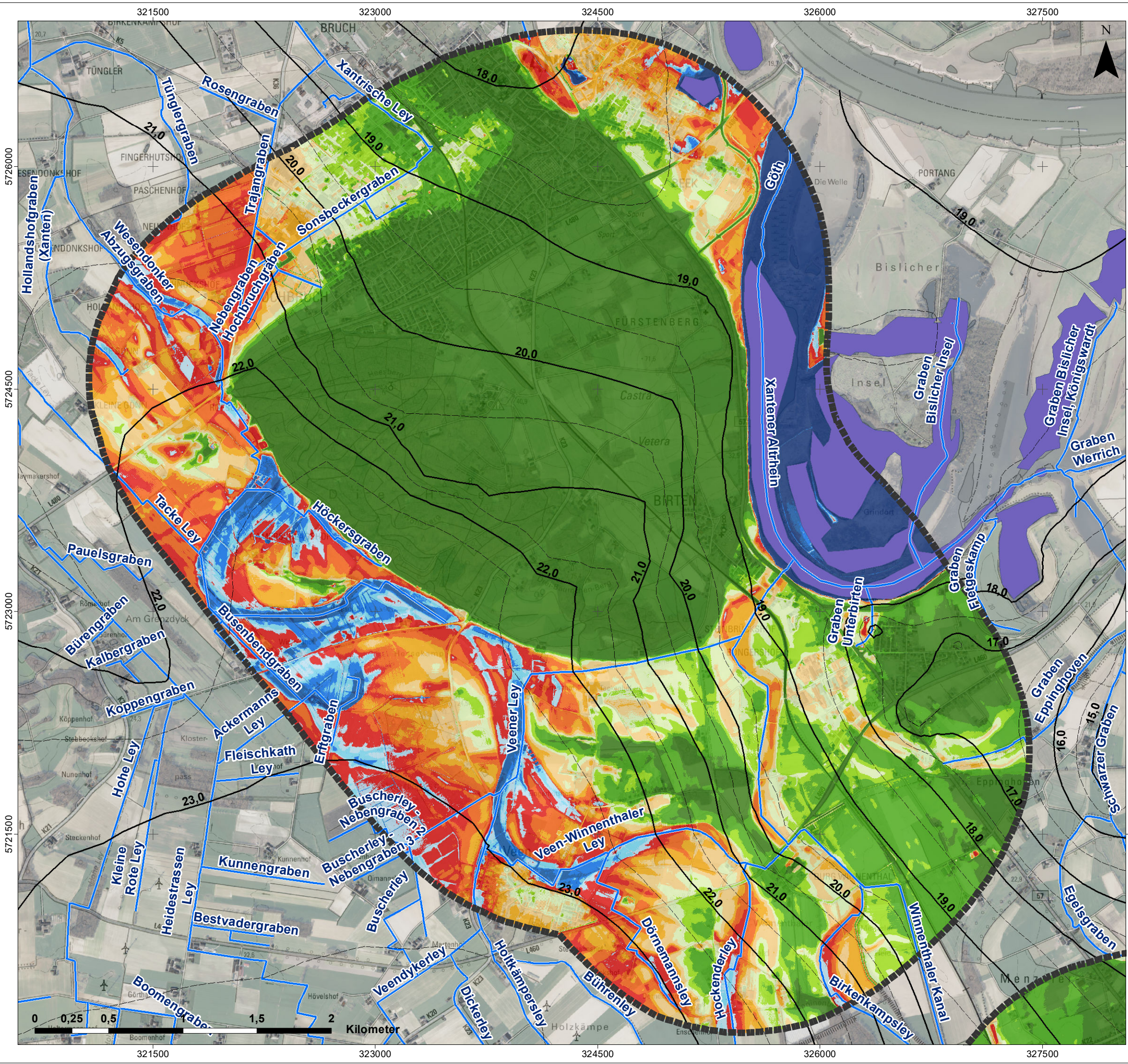
9 Schlussfolgerung und Projektausblick

Die Berechnungen mit dem Grundwassermodell der LINEG und die darauf aufbauenden Auswertungen zeigen, dass die zu erwartenden Senkungen durch den RBP_neu bereichsweise zu einer Verringerung der Flurabstände führen können. Die Änderung der Flurabstände entspricht dabei nicht dem gleichen Betrag der Senkungen, da sich die Grundwasserströmung im Bereich der Senkungen leicht anpasst und verflacht.

Die Änderung der Flurabstände kann kleinräumig dazu führen, dass die Gewässersohle nach Bodenruhe dauerhaft unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen wird. Hierdurch können bei Mittelwasser dauerhafte und bei Hochwasser kurzzeitige Qualmwasseraustritte verursacht werden. Eine Änderung der Flurabstände im Bereich der Gewässersohle nimmt linear Einfluss auf die Austauschmenge zwischen Gewässer und Grundwasser.

In beiden betrachteten Untersuchungsgebieten besteht im Umfeld von Gewässern das Risiko von dauerhaft vernässten Flächen, welche zum derzeitigen Kenntnisstand durch geeignete wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen als beherrschbar eingestuft werden.

ANHANG



Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Vorhandene Oberflächengewässer

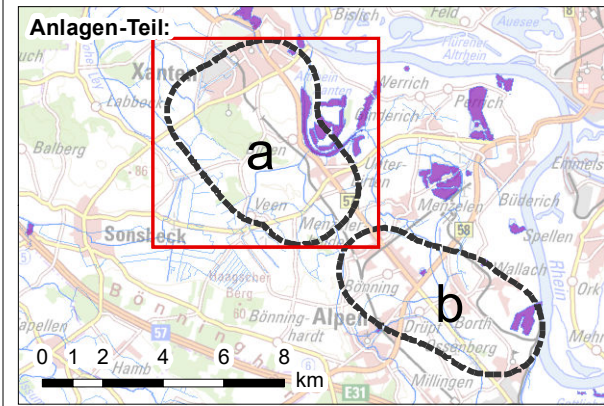
Grundwassergleichen

- 1 m
- 0,5 m

Berechnete Flurabstände

- <= -1 m (überstaut)
- 1,00 - -0,75 m (überstaut)
- 0,75 - -0,50 m (überstaut)
- 0,50 - -0,25 m (überstaut)
- 0,25 - 0 m (überstaut)
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 4,0 m
- > 4,0 m

Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



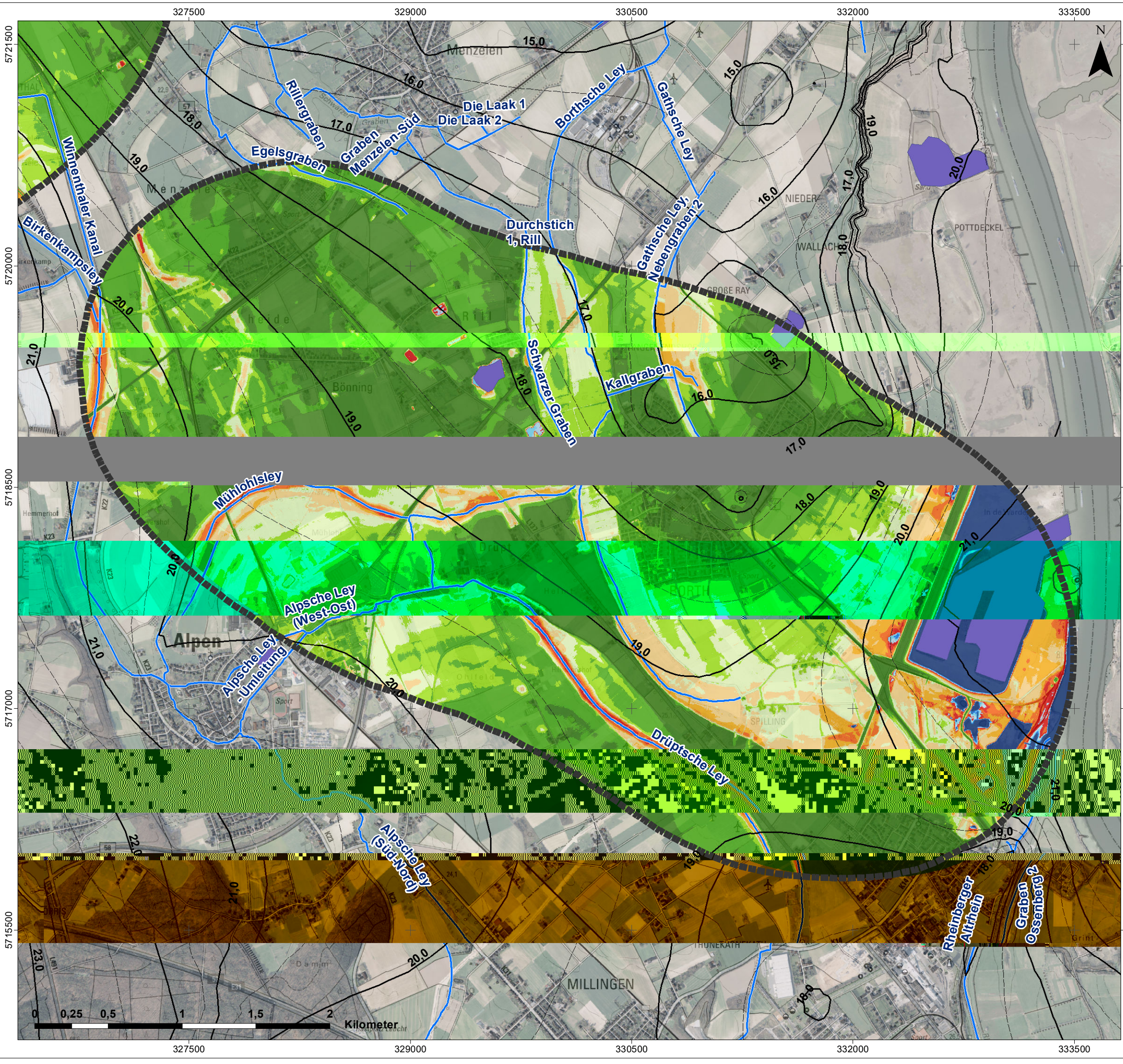
Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe "Aktuell"

bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2019

Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.01 a
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Vorhandene Oberflächengewässer

Grundwassergleichen

1 m

0,5 m

Berechnete Flurabstände

<= -1 m (überstaut)

-1,00 - -0,75 m (überstaut)

-0,75 - -0,50 m (überstaut)

-0,50 - -0,25 m (überstaut)

-0,25 - 0 m (überstaut)

0 - 0,5 m

0,5 - 1,0 m

1,0 - 1,5 m

1,5 - 2,0 m

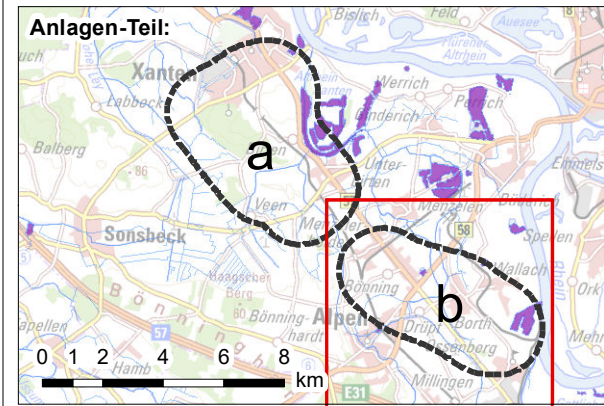
2,0 - 2,5 m

2,5 - 3,0 m

3,0 - 4,0 m

> 4,0 m

Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und
WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe
"Aktuell"
bei höchstem Rheinwasserstand (HHW)
und Poldermaßnahmen Stand 2019
Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem:
ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)

Maßstab: 1: 25.000

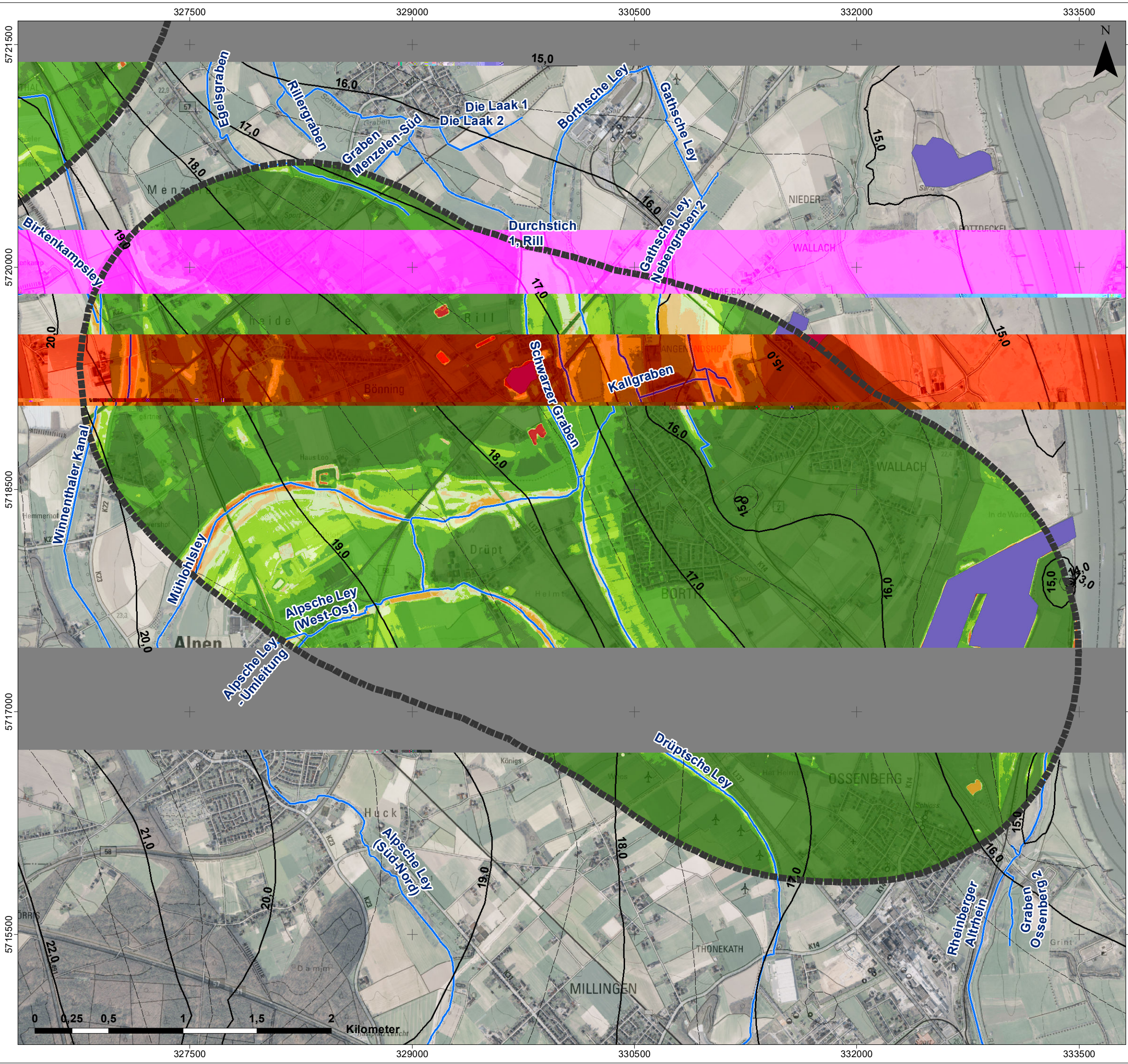
Auftragnehmer:
DHI WASY GmbH
Volmerstraße 8
12489 Berlin
mail@dhi-wasy.de
Tel.: 030 6799980

Auftraggeber:
LINEG

bearb.: 22.10.2021 phhu, keu, jukr

gez.: 22.10.2021 ihi

Karte: **2.01 b**



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Vorhandene Oberflächengewässer

Grundwassergleichen

1 m

0,5 m

Berechnete Flurabstände

<= -1 m (überstaut)

-1,00 - -0,75 m (überstaut)

-0,75 - -0,50 m (überstaut)

-0,50 - -0,25 m (überstaut)

-0,25 - 0 m (überstaut)

0 - 0,5 m

0,5 - 1,0 m

1,0 - 1,5 m

1,5 - 2,0 m

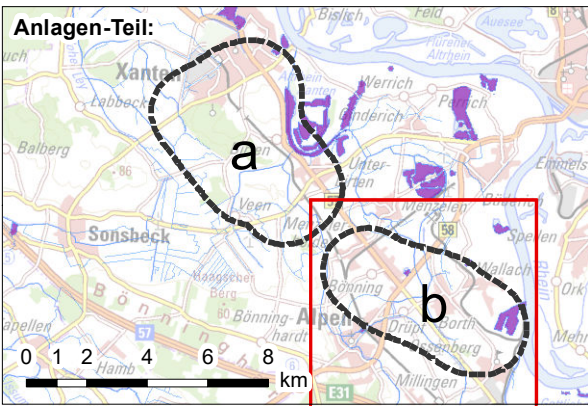
2,0 - 2,5 m

2,5 - 3,0 m

3,0 - 4,0 m

> 4,0 m

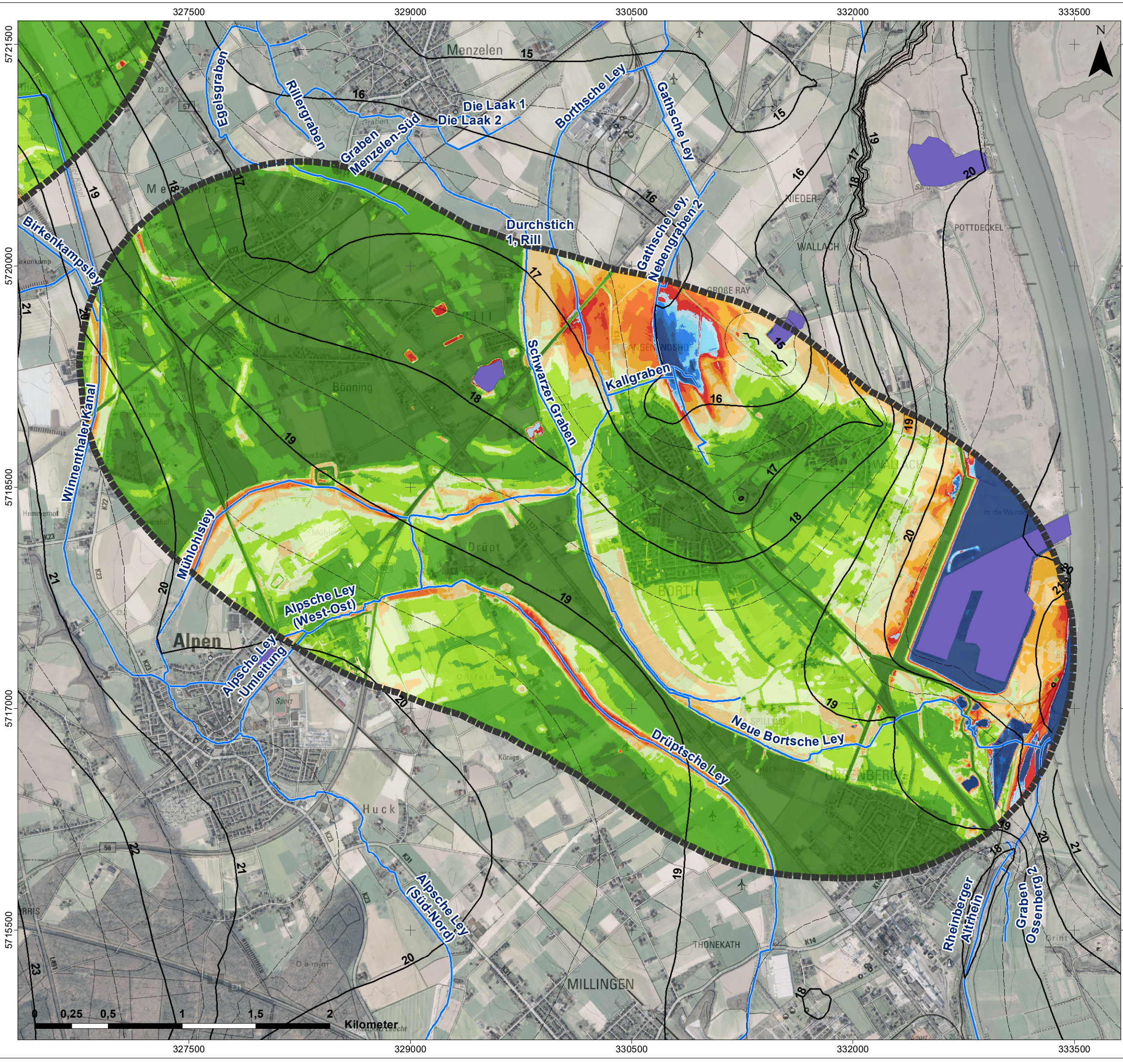
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe
"Aktuell"
bei mittlerem Rheinwasserstand (MHW)
und Poldermaßnahmen Stand 2019
Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.02 b
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Vorhandene Oberflächengewässer

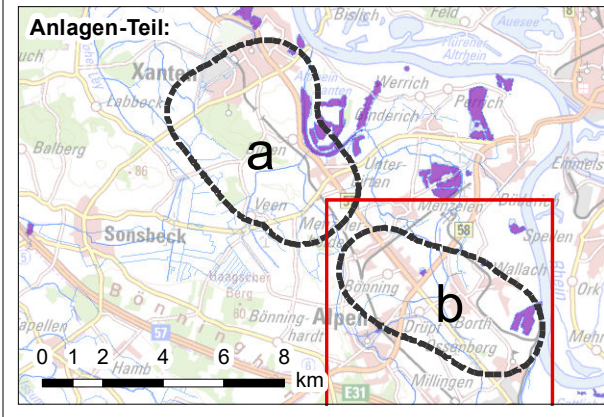
Grundwassergleichen

- 1 m
- 0,5 m

Berechnete Flurabstände

- ≤ -1 m (überstaut)
- 1,00 - -0,75 m (überstaut)
- 0,75 - -0,50 m (überstaut)
- 0,50 - -0,25 m (überstaut)
- 0,25 - 0 m (überstaut)
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 4,0 m
- > 4,0 m

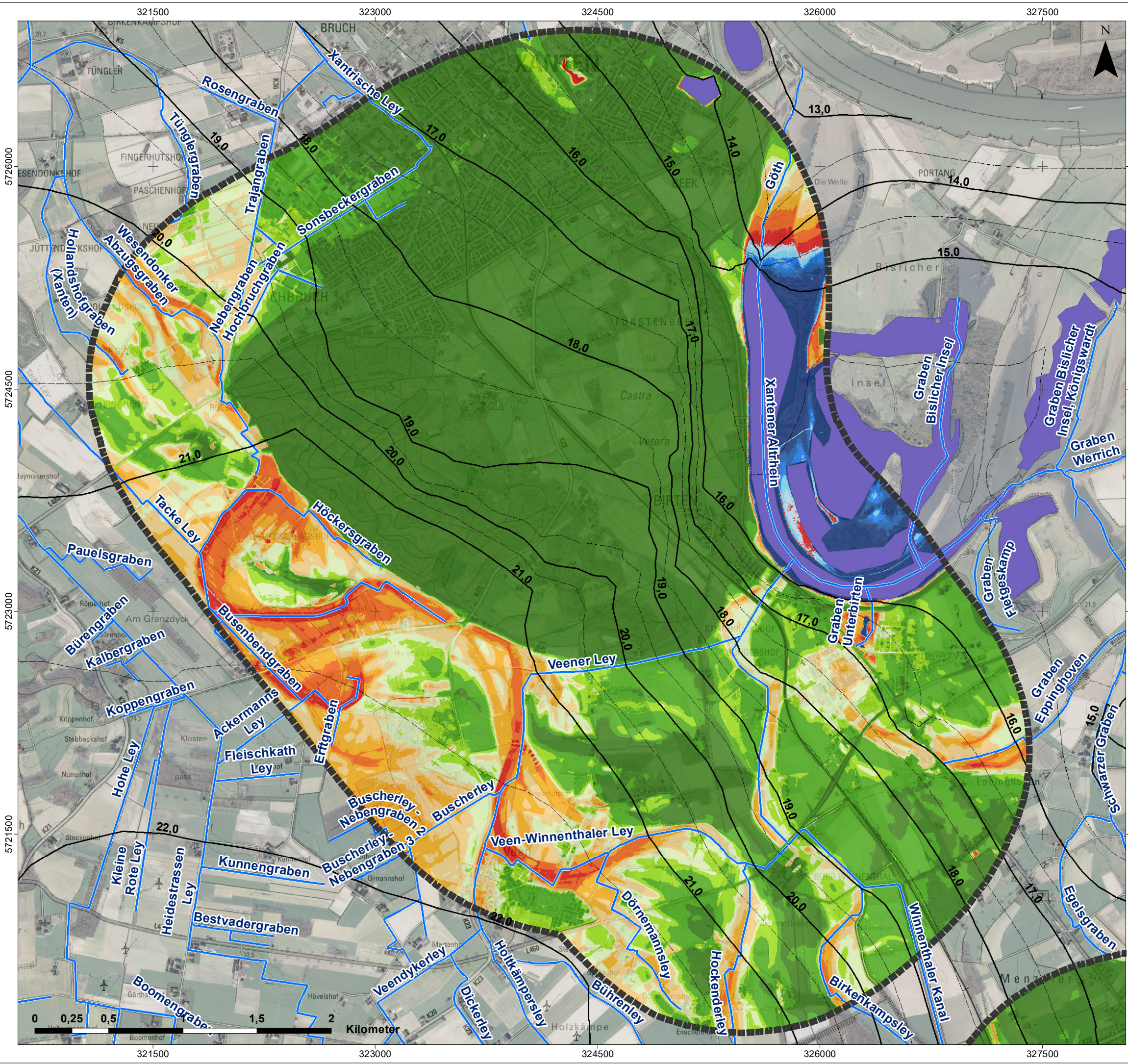
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe gem. RBP 1985 bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.03 b
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Vorhandene Oberflächengewässer

Grundwassergleichen

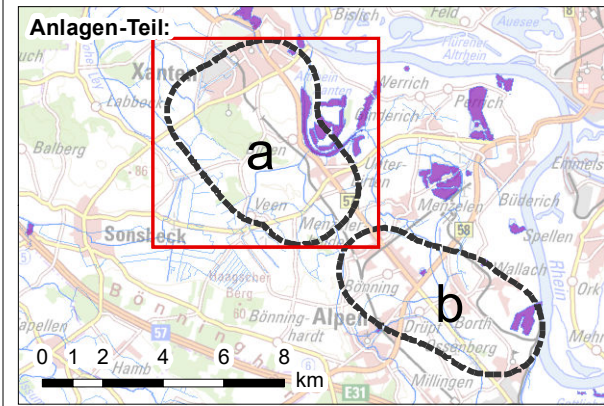
1 m

0,5 m

Berechnete Flurabstände

	<= -1 m (überstaut)
	-1,00 - -0,75 m (überstaut)
	-0,75 - -0,50 m (überstaut)
	-0,50 - -0,25 m (überstaut)
	-0,25 - 0 m (überstaut)
	0 - 0,5 m
	0,5 - 1,0 m
	1,0 - 1,5 m
	1,5 - 2,0 m
	2,0 - 2,5 m
	2,5 - 3,0 m
	3,0 - 4,0 m
	> 4,0 m

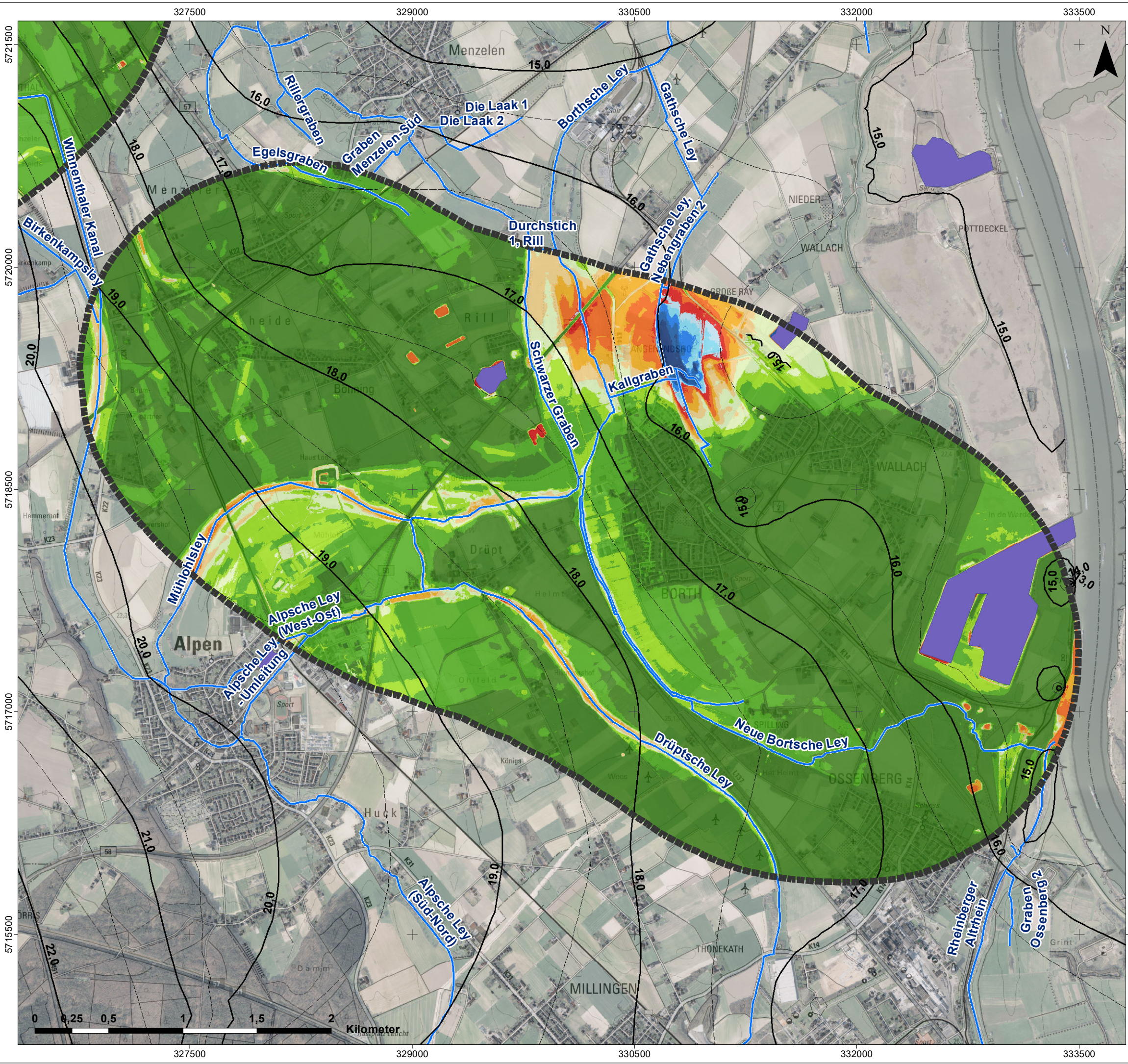
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25/ und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk/



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe gem. RBP 1985 bei mittlerem Rheinwasserstand (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.04 a
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Vorhandene Oberflächengewässer

Grundwassergleichen

1 m

0,5 m

Berechnete Flurabstände

≤ -1 m (überstaut)

-1,00 - -0,75 m (überstaut)

-0,75 - -0,50 m (überstaut)

-0,50 - -0,25 m (überstaut)

-0,25 - 0 m (überstaut)

0 - 0,5 m

0,5 - 1,0 m

1,0 - 1,5 m

1,5 - 2,0 m

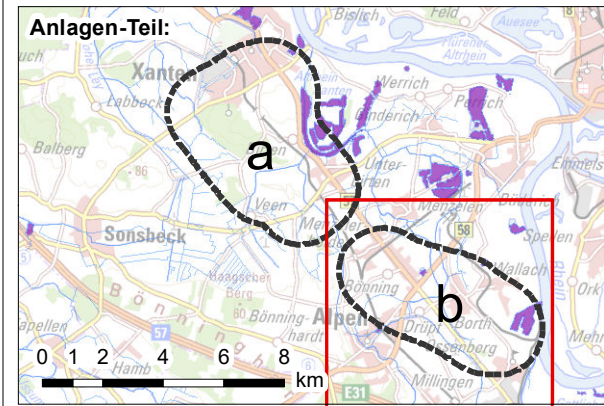
2,0 - 2,5 m

2,5 - 3,0 m

3,0 - 4,0 m

> 4,0 m

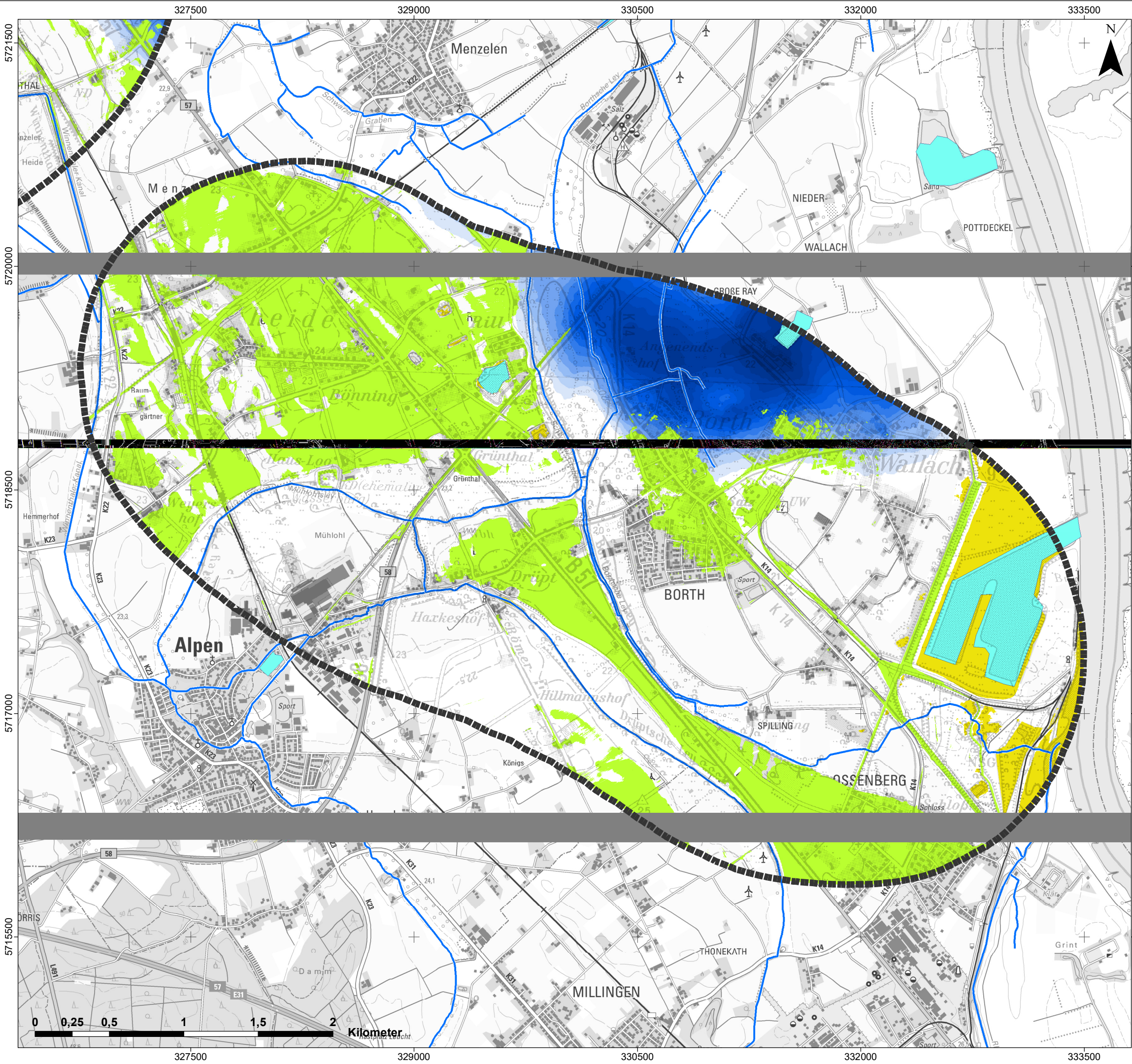
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe
gem. RBP 1985
bei mittlerem Rheinwasserstand (MW)
und Poldermaßnahmen Stand 2019
Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.04 b
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Überstaut durch Senkungen "Aktuell" oder natürlich überstaut
→ Keine zusätzliche Verringerung des GW-Flurabstandes
→ Keine relevanten Veränderungen

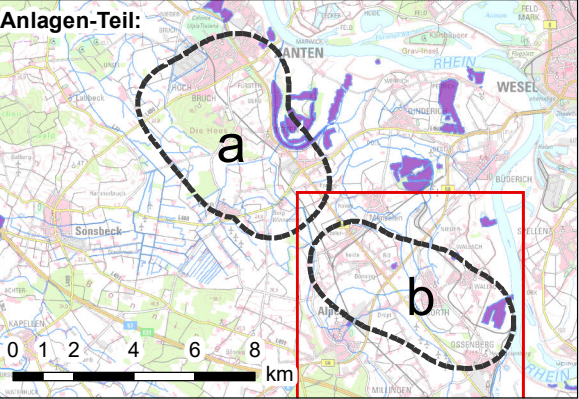
Flurabstand nach erfolgten Senkungen gem. RBP_1985 > 4 m
→ Keine relevanten Veränderungen

Bestehende Oberflächengewässer
→ Keine relevanten Veränderungen

Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch prognostizierte Senkungen gem. RBP_1985
→ **Relevante Veränderungen ohne zusätzliche regulierende Maßnahmen möglich**

	0,0 - 0,2 m		1,6 - 1,8 m
	0,2 - 0,4 m		1,8 - 2,0 m
	0,4 - 0,6 m		2,0 - 2,2 m
	0,6 - 0,8 m		2,2 - 2,4 m
	0,8 - 1,0 m		2,4 - 2,6 m
	1,0 - 1,2 m		2,6 - 2,8 m
	1,2 - 1,4 m		2,8 - 3,0 m
	1,4 - 1,6 m		3,0 - 3,2 m

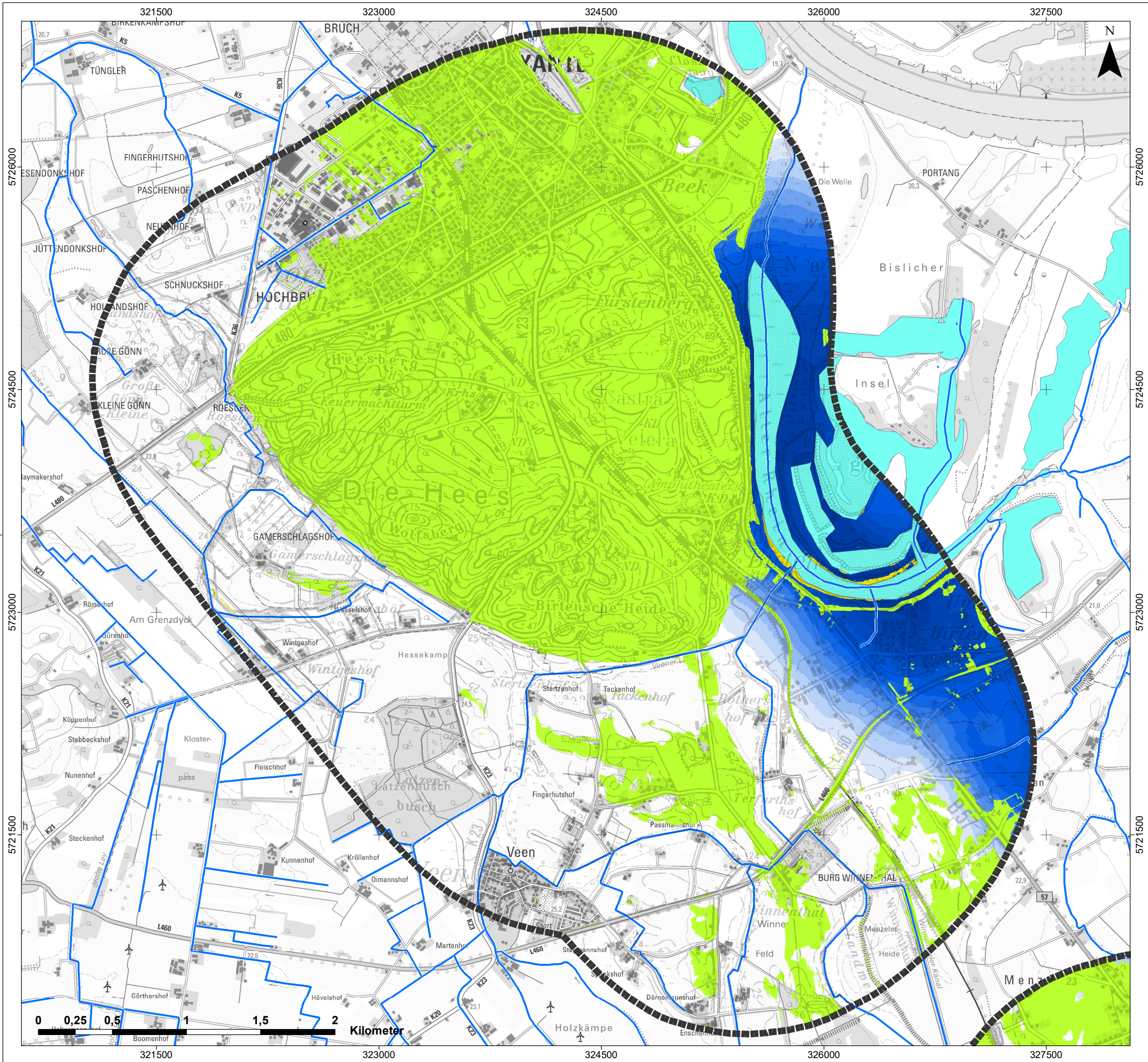
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25/ und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk/



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes gem. RBP_1985
bei höchstem Rhein-Hochwasser (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2019
Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.05 b
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Überstaut durch Senkungen "Aktuell" oder natürlich überstaut
 - Keine zusätzliche Verringerung des GW-Flurabstandes
 - Keine relevanten Veränderungen
- Flurabstand nach erfolgten Senkungen gem. RBP_1985 > 4 m
 - Keine relevanten Veränderungen
- Bestehende Oberflächengewässer
 - Keine relevanten Veränderungen

Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch prognostizierte Senkungen gem. RBP_1985

→ Relevante Veränderungen ohne zusätzliche regulierende Maßnahmen möglich

	0,0 - 0,2 m		1,6 - 1,8 m
	0,2 - 0,4 m		1,8 - 2,0 m
	0,4 - 0,6 m		2,0 - 2,2 m
	0,6 - 0,8 m		2,2 - 2,4 m
	0,8 - 1,0 m		2,4 - 2,6 m
	1,0 - 1,2 m		2,6 - 2,8 m
	1,2 - 1,4 m		2,8 - 3,0 m
	1,4 - 1,6 m		3,0 - 3,2 m

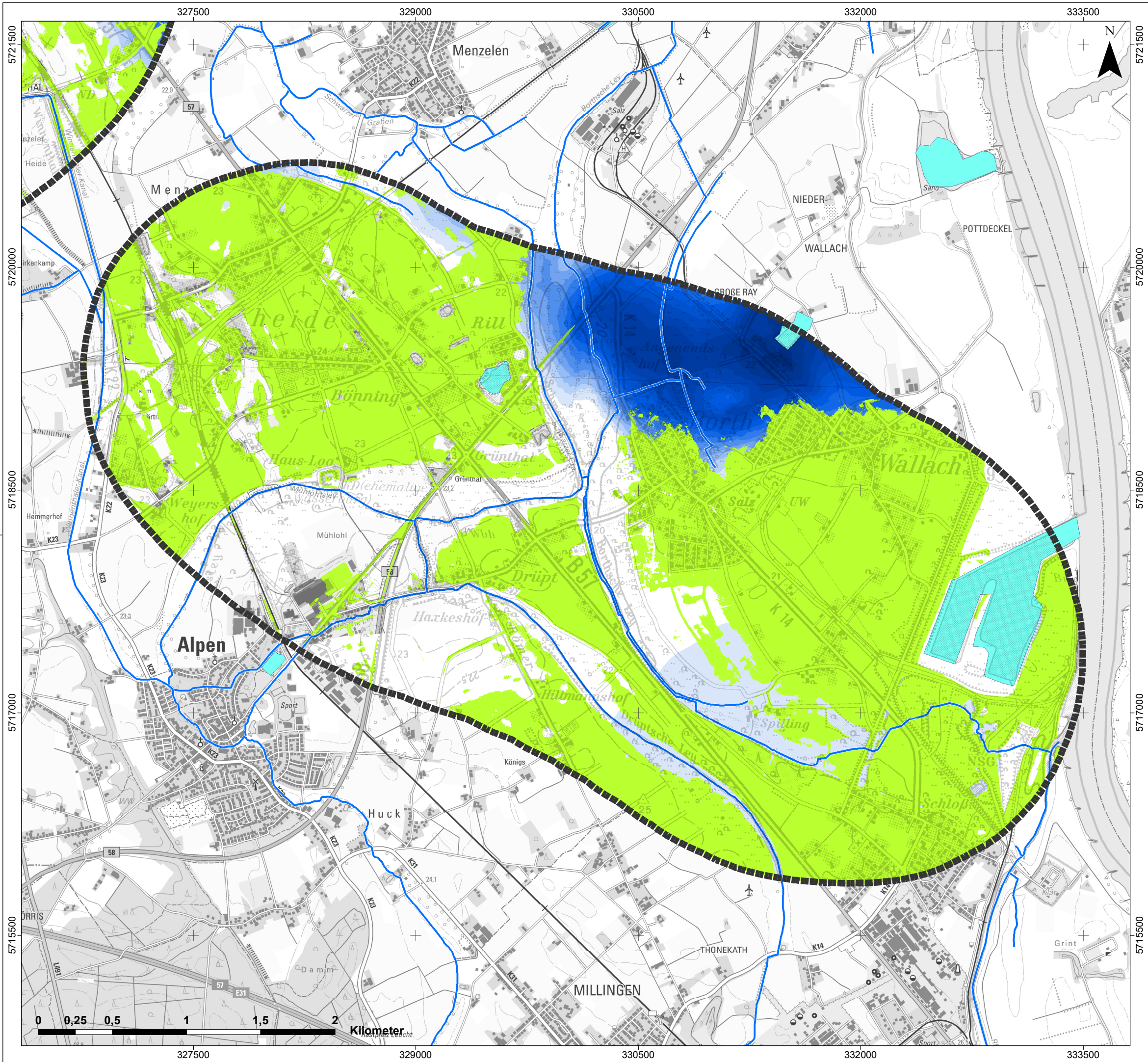
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?

Anlagen-Teil:

Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes gem. RBP_1985 bei mittlerem Rhein-Hochwasser (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)	Maßstab: 1: 25.000
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980	Auftraggeber: LINEG
bearb.: 22.10.2021 phhu, keu, jukr	Karte: 2.06 a
gez.: 22.10.2021 ihi	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Überstaut durch Senkungen "Aktuell" oder natürlich überstaut
→ Keine zusätzliche Verringerung des GW-Flurabstandes
→ Keine relevanten Veränderungen

Flurabstand nach erfolgten Senkungen gem. RBP_1985 > 4 m
→ Keine relevanten Veränderungen

Bestehende Oberflächengewässer
→ Keine relevanten Veränderungen

Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch prognostizierte Senkungen gem. RBP_1985

→ Relevante Veränderungen ohne zusätzliche regulierende Maßnahmen möglich

	0,0 - 0,2 m		1,6 - 1,8 m
	0,2 - 0,4 m		1,8 - 2,0 m
	0,4 - 0,6 m		2,0 - 2,2 m
	0,6 - 0,8 m		2,2 - 2,4 m
	0,8 - 1,0 m		2,4 - 2,6 m
	1,0 - 1,2 m		2,6 - 2,8 m
	1,2 - 1,4 m		2,8 - 3,0 m
	1,4 - 1,6 m		3,0 - 3,2 m

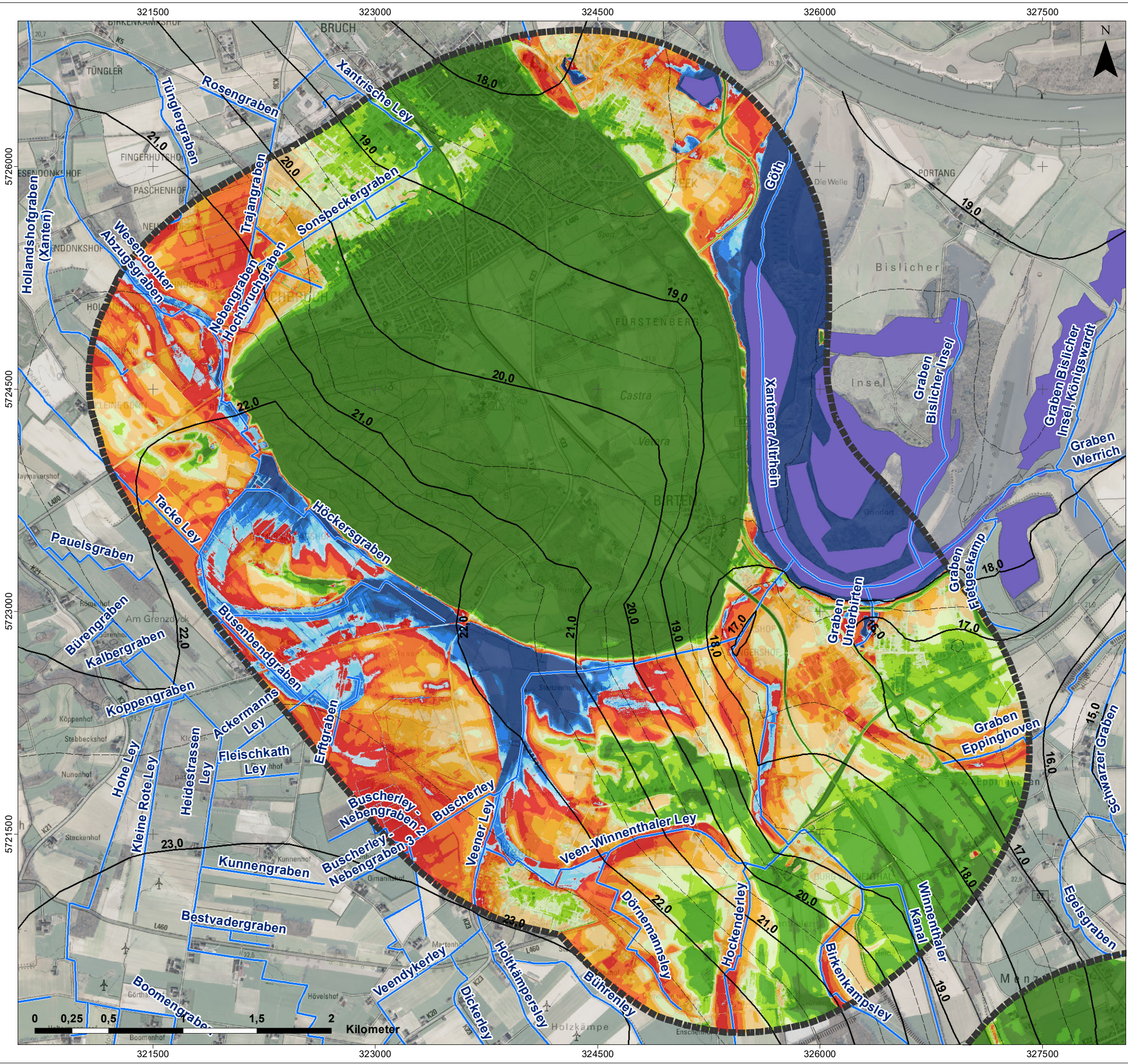
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?

Anlagen-Teil:

Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes gem. RBP 1985 bei mittlerem Rhein-Hochwasser (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)	Maßstab: 1: 25.000
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980	Auftraggeber: LINEG
bearb.: 22.10.2021 phhu, keu, jukr	Karte: 2.06 b
gez.: 22.10.2021 ihi	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Vorhandene Oberflächengewässer

Grundwassergleichen

1 m

0,5 m

Berechnete Flurabstände

<= -1 m (überstaut)

-1,00 - -0,75 m (überstaut)

-0,75 - -0,50 m (überstaut)

-0,50 - -0,25 m (überstaut)

-0,25 - 0 m (überstaut)

0 - 0,5 m

0,5 - 1,0 m

1,0 - 1,5 m

1,5 - 2,0 m

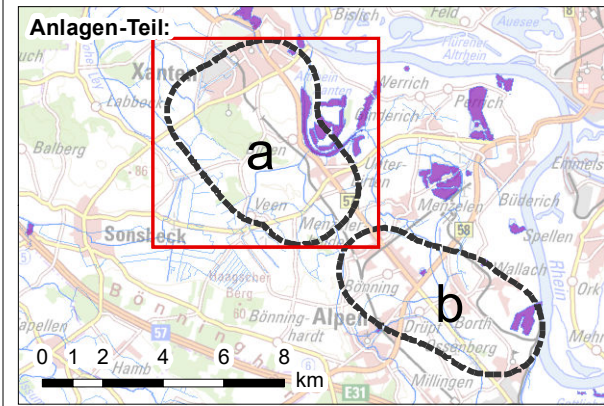
2,0 - 2,5 m

2,5 - 3,0 m

3,0 - 4,0 m

> 4,0 m

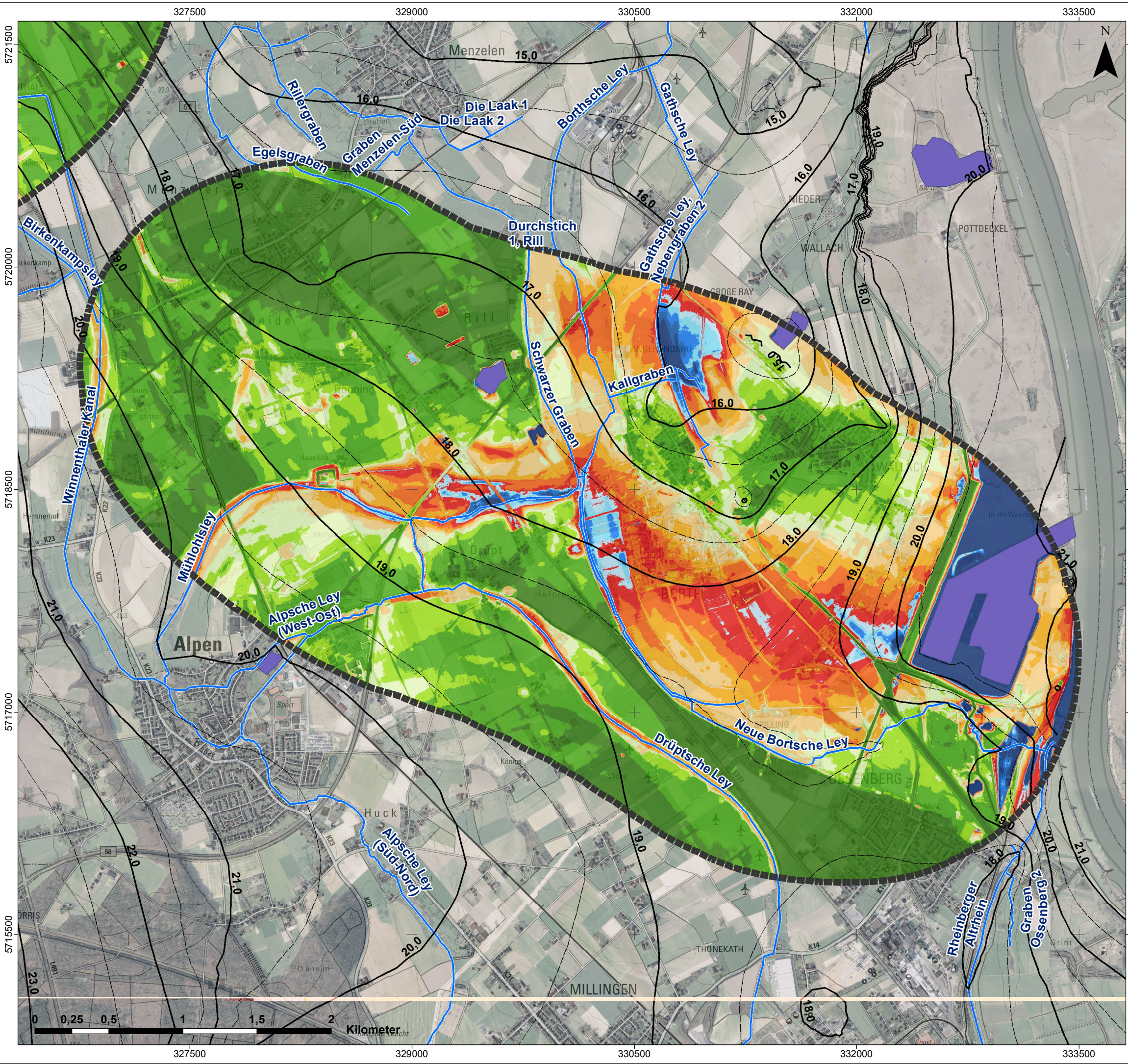
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe gem RBP_neu bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.07 a
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Vorhandene Oberflächengewässer

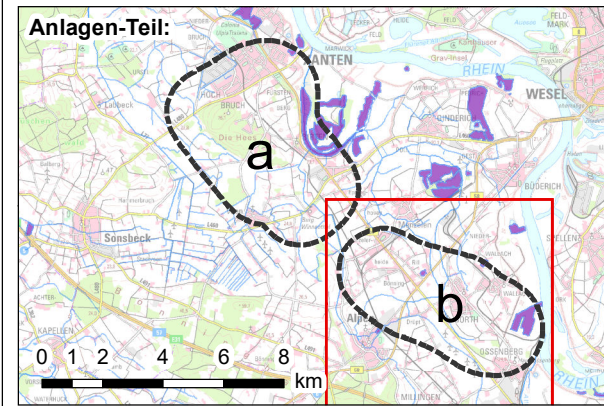
Grundwassergleichen

- 1 m
- 0,5 m

Berechnete Flurabstände

- <= -1 m (überstaut)
- 1,00 - -0,75 m (überstaut)
- 0,75 - -0,50 m (überstaut)
- 0,50 - -0,25 m (überstaut)
- 0,25 - 0 m (überstaut)
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 4,0 m
- > 4,0 m

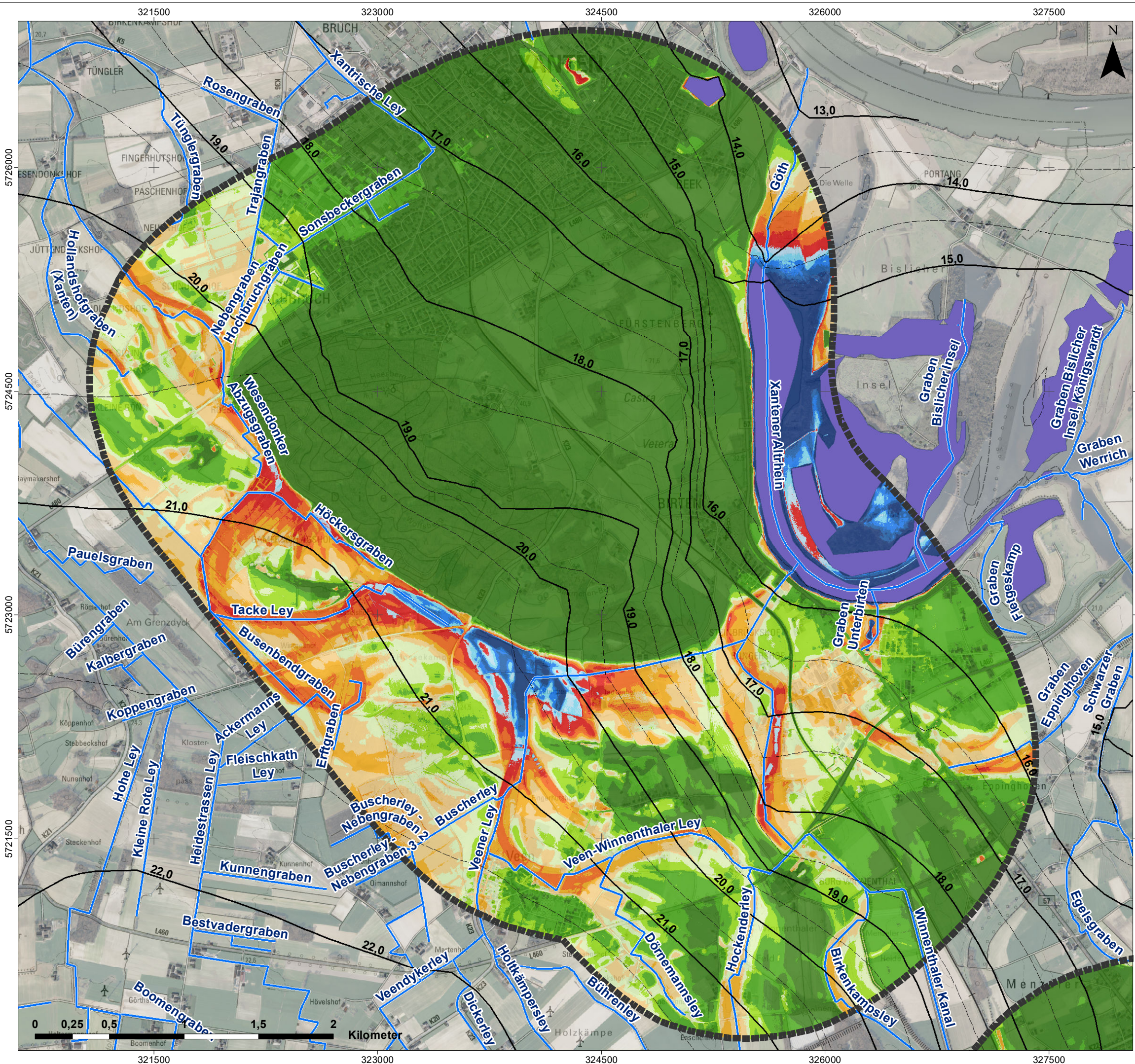
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe gem RBP_neu bei höchstem Rheinwasserstand (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.07 b
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Vorhandene Oberflächengewässer

Grundwassergleichen

1 m

0,5 m

Berechnete Flurabstände

<= -1 m (überstaut)

-1,00 - -0,75 m (überstaut)

-0,75 - -0,50 m (überstaut)

-0,50 - -0,25 m (überstaut)

-0,25 - 0 m (überstaut)

0 - 0,5 m

0,5 - 1,0 m

1,0 - 1,5 m

1,5 - 2,0 m

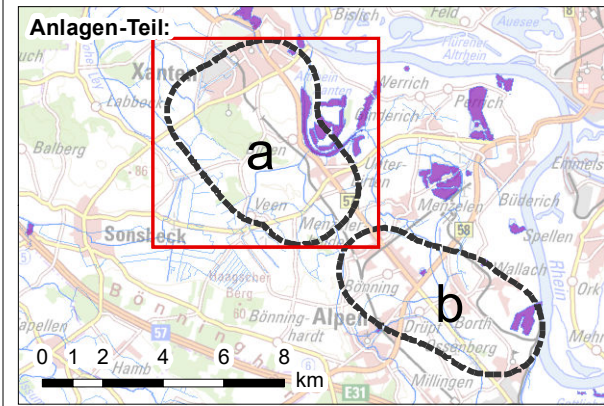
2,0 - 2,5 m

2,5 - 3,0 m

3,0 - 4,0 m

> 4,0 m

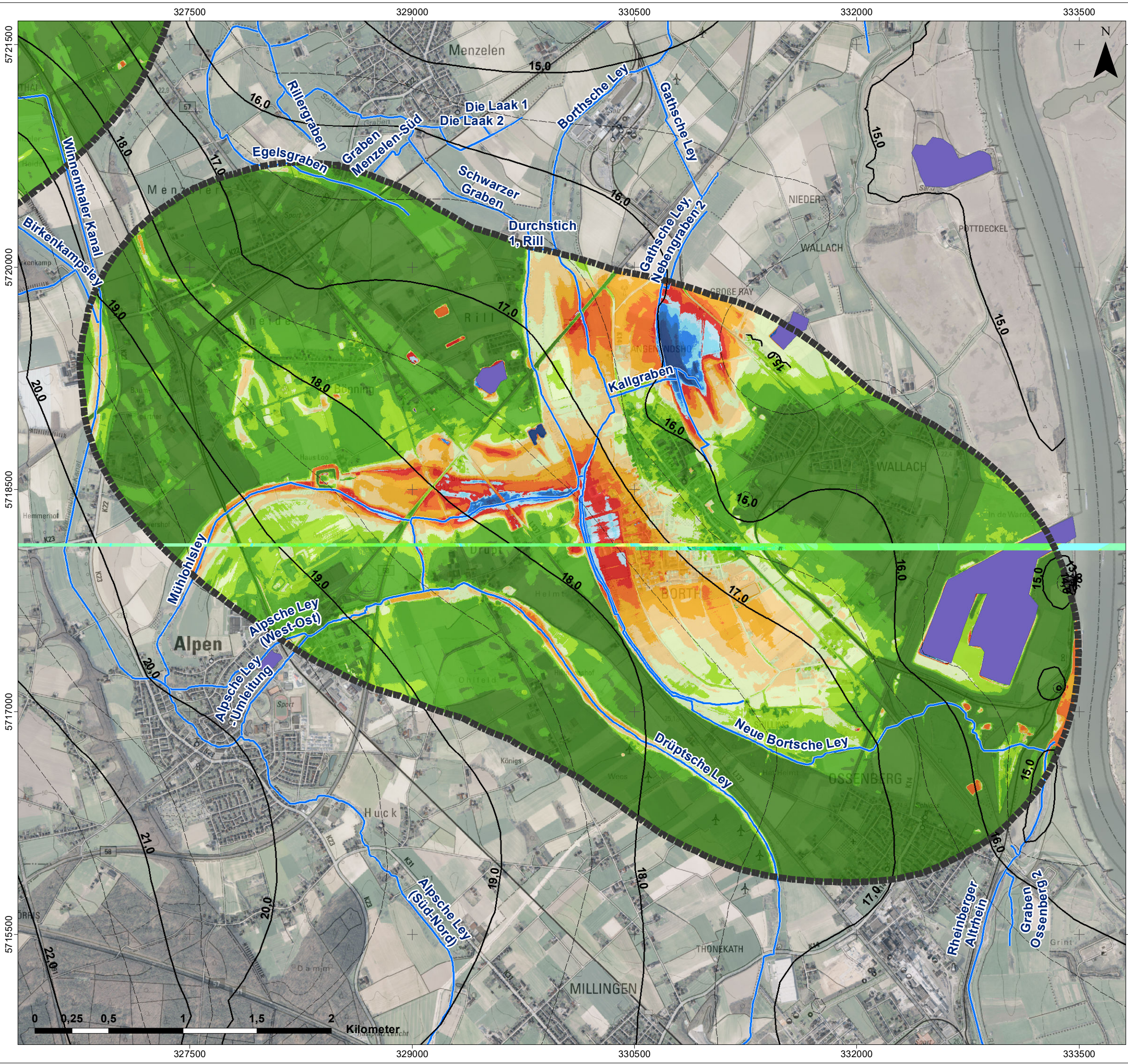
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe
gem RBP_neu
bei mittlerem Rheinwasserstand (MW)
und Poldermaßnahmen Stand 2019
Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.08 a
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Vorhandene Oberflächengewässer

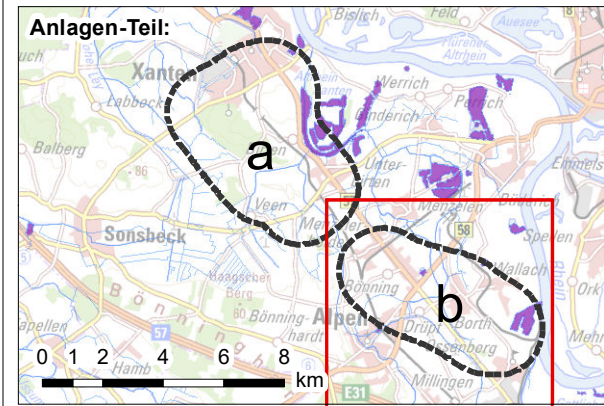
Grundwassergleichen

- 1 m
- 0,5 m

Berechnete Flurabstände

- ≤ -1 m (überstaut)
- 1,00 - -0,75 m (überstaut)
- 0,75 - -0,50 m (überstaut)
- 0,50 - -0,25 m (überstaut)
- 0,25 - 0 m (überstaut)
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 4,0 m
- > 4,0 m

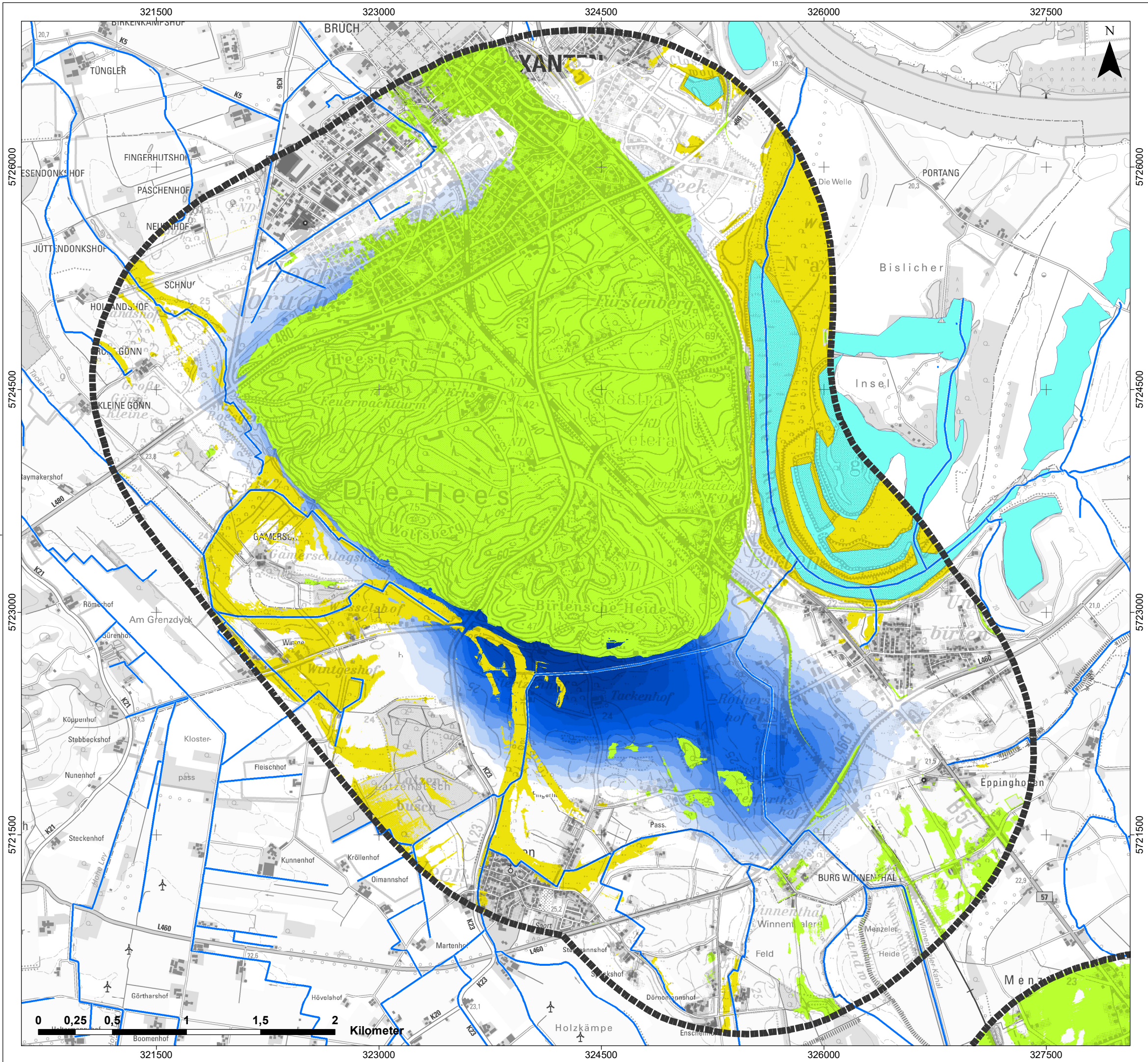
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Simulierte Grundwasser-Flurabstände nach Bodenruhe gem RBP_neu bei mittlerem Rheinwasserstand (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.08 b
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Überstaut durch Senkungen gem. RBP_1985 oder natürlich überstaut
→ Keine zusätzliche Verringerung des GW-Flurabstandes
→ Keine relevanten Veränderungen

Flurabstand nach erfolgten Senkungen gem. RBP_neu > 4 m
→ Keine relevanten Veränderungen

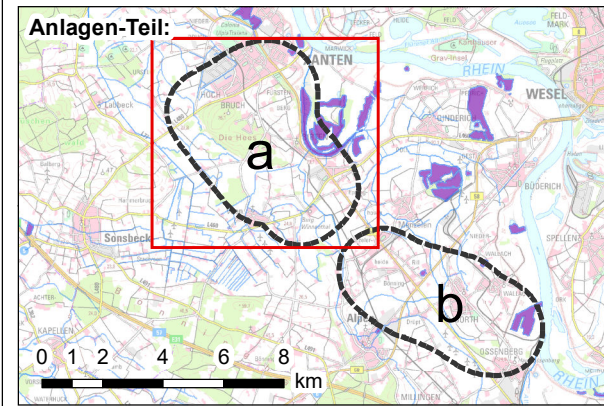
Bestehende Oberflächengewässer
→ Keine relevanten Veränderungen

Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch prognostizierte Senkungen gem. RBP_neu

→ Relevante Veränderungen ohne zusätzliche regulierende Maßnahmen möglich

	0,0 - 0,2 m		1,6 - 1,8 m
	0,2 - 0,4 m		1,8 - 2,0 m
	0,4 - 0,6 m		2,0 - 2,2 m
	0,6 - 0,8 m		2,2 - 2,4 m
	0,8 - 1,0 m		2,4 - 2,6 m
	1,0 - 1,2 m		2,6 - 2,8 m
	1,2 - 1,4 m		2,8 - 3,0 m
	1,4 - 1,6 m		3,0 - 3,2 m

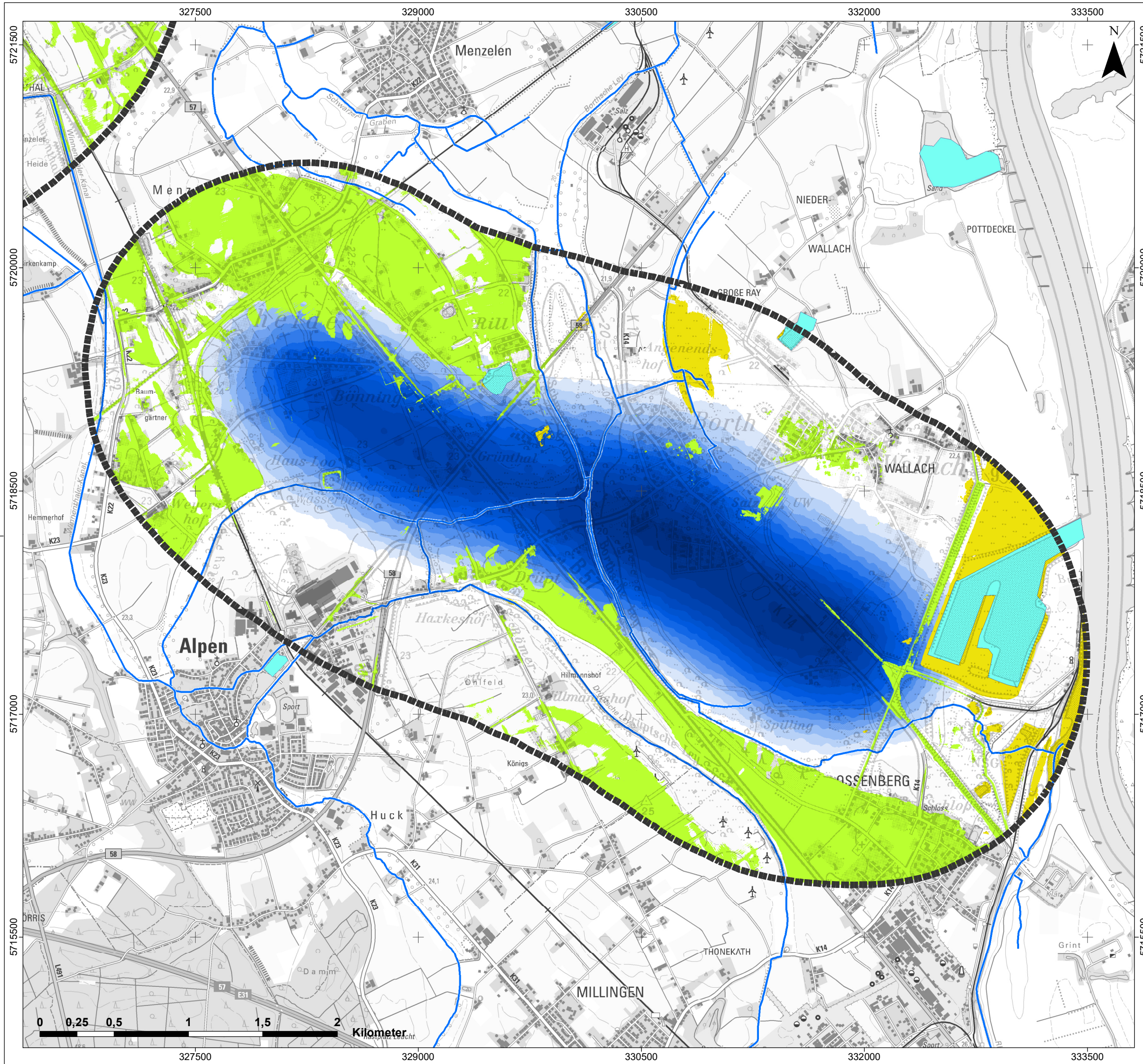
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25/ und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk/



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes gem. RBP_neu bei höchstem Rhein-Hochwasser (HHW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.09 a
gez.:	22.10.2021	ihl	



Legende

Grenze Untersuchungsgebiet

Fließgewässer

Überstaut durch Senkungen gem. RBP_1985
oder natürlich überstaut
→ Keine zusätzliche Verringerung des
GW-Flurabstandes
→ Keine relevanten Veränderungen

Flurabstand nach erfolgten Senkungen
gem. RBP_neu > 4 m
→ Keine relevanten Veränderungen

Bestehende Oberflächengewässer
→ Keine relevanten Veränderungen

**Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch
prognostizierte Senkungen gem. RBP_neu
→ Relevante Veränderungen ohne zusätzliche
regulierende Maßnahmen möglich**

0,0 - 0,2 m

0,2 - 0,4 m

0,4 - 0,6 m

0,6 - 0,8 m

0,8 - 1,0 m

1,0 - 1,2 m

1,2 - 1,4 m

1,4 - 1,6 m

1,6 - 1,8 m

1,8 - 2,0 m

2,0 - 2,2 m

2,2 - 2,4 m

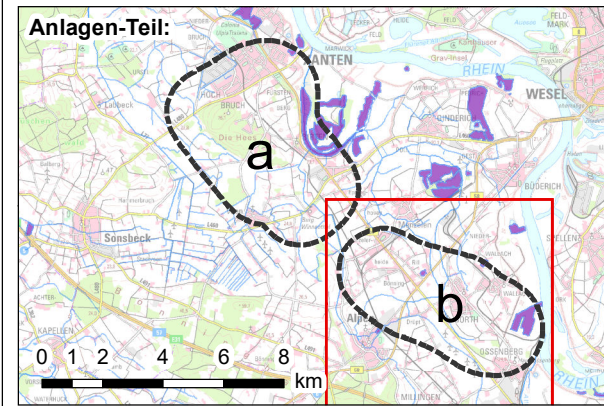
2,4 - 2,6 m

2,6 - 2,8 m

2,8 - 3,0 m

3,0 - 3,2 m

Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 -
http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25/ und
WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk/



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes
gem. RBP_neu
bei höchstem Rhein-Hochwasser (HHW)
und Poldermaßnahmen Stand 2019
Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem:
ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)

Maßstab: 1: 25.000

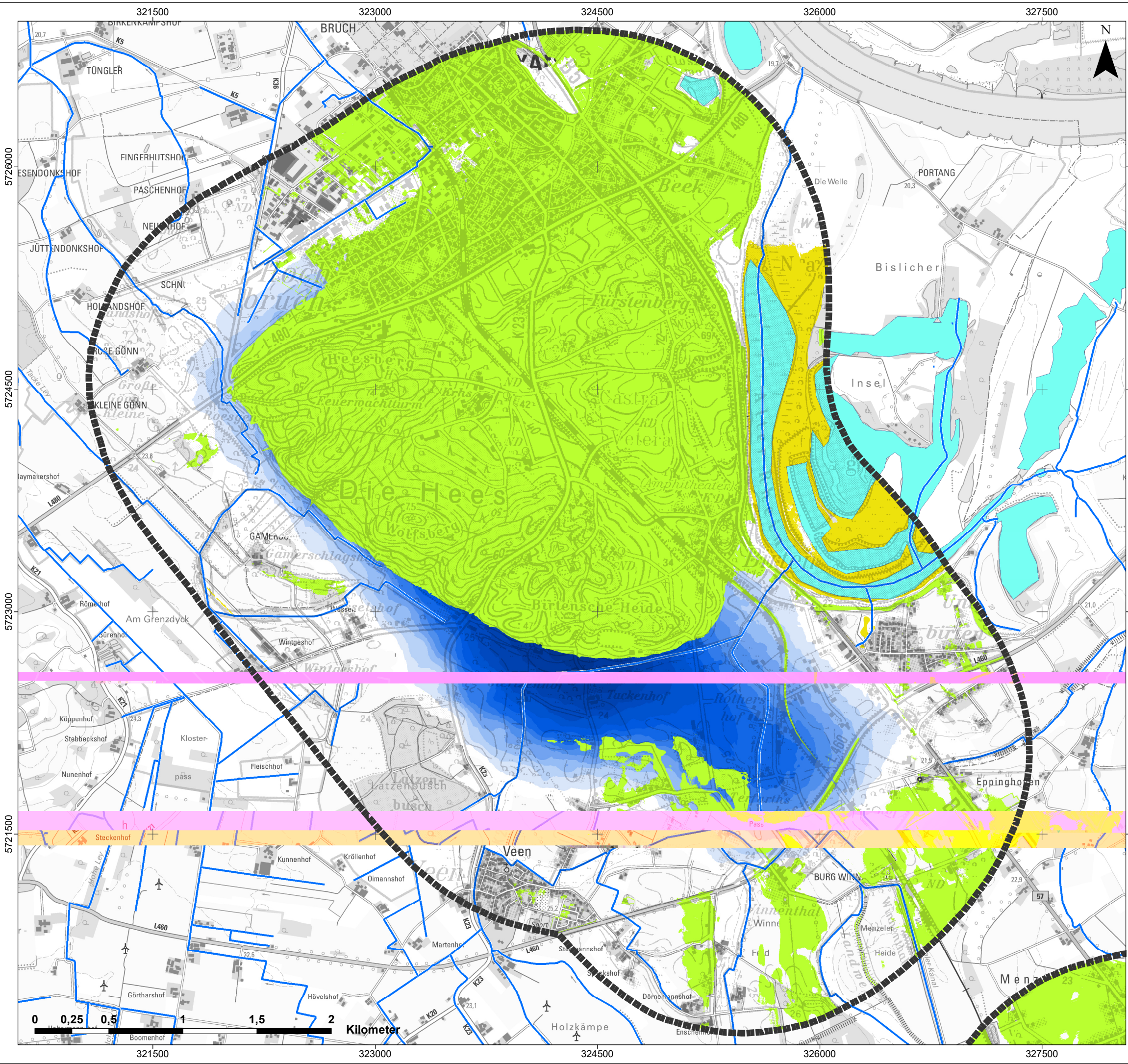
Auftragnehmer:
DHI WASY GmbH
Volmerstraße 8
12489 Berlin
mail@dhi-wasy.de
Tel.: 030 6799980

Auftraggeber:
LINEG

bearb.: 22.10.2021 phhu, keu, jukr

gez.: 22.10.2021 ihi

Karte: **2.09 b**



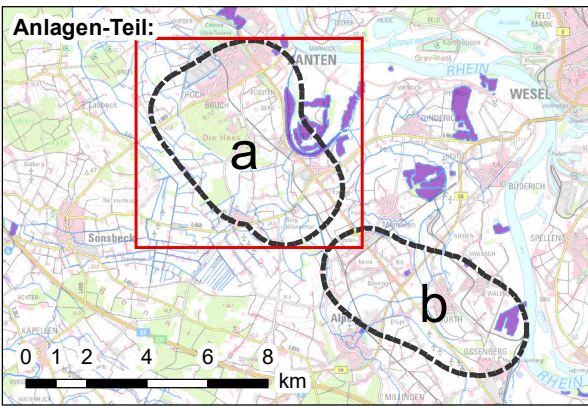
Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Überstaut durch Senkungen gem. RBP_1985 oder natürlich überstaut
→ Keine zusätzliche Verringerung des GW-Flurabstandes
→ Keine relevanten Veränderungen
- Flurabstand nach erfolgten Senkungen gem. RBP_neu > 4 m
→ Keine relevanten Veränderungen
- Bestehende Oberflächengewässer
→ Keine relevanten Veränderungen

Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch prognostizierte Senkungen gem. RBP_neu
→ Relevante Veränderungen ohne zusätzliche regulierende Maßnahmen möglich

	0,0 - 0,2 m		1,6 - 1,8 m
	0,2 - 0,4 m		1,8 - 2,0 m
	0,4 - 0,6 m		2,0 - 2,2 m
	0,6 - 0,8 m		2,2 - 2,4 m
	0,8 - 1,0 m		2,4 - 2,6 m
	1,0 - 1,2 m		2,6 - 2,8 m
	1,2 - 1,4 m		2,8 - 3,0 m
	1,4 - 1,6 m		3,0 - 3,2 m

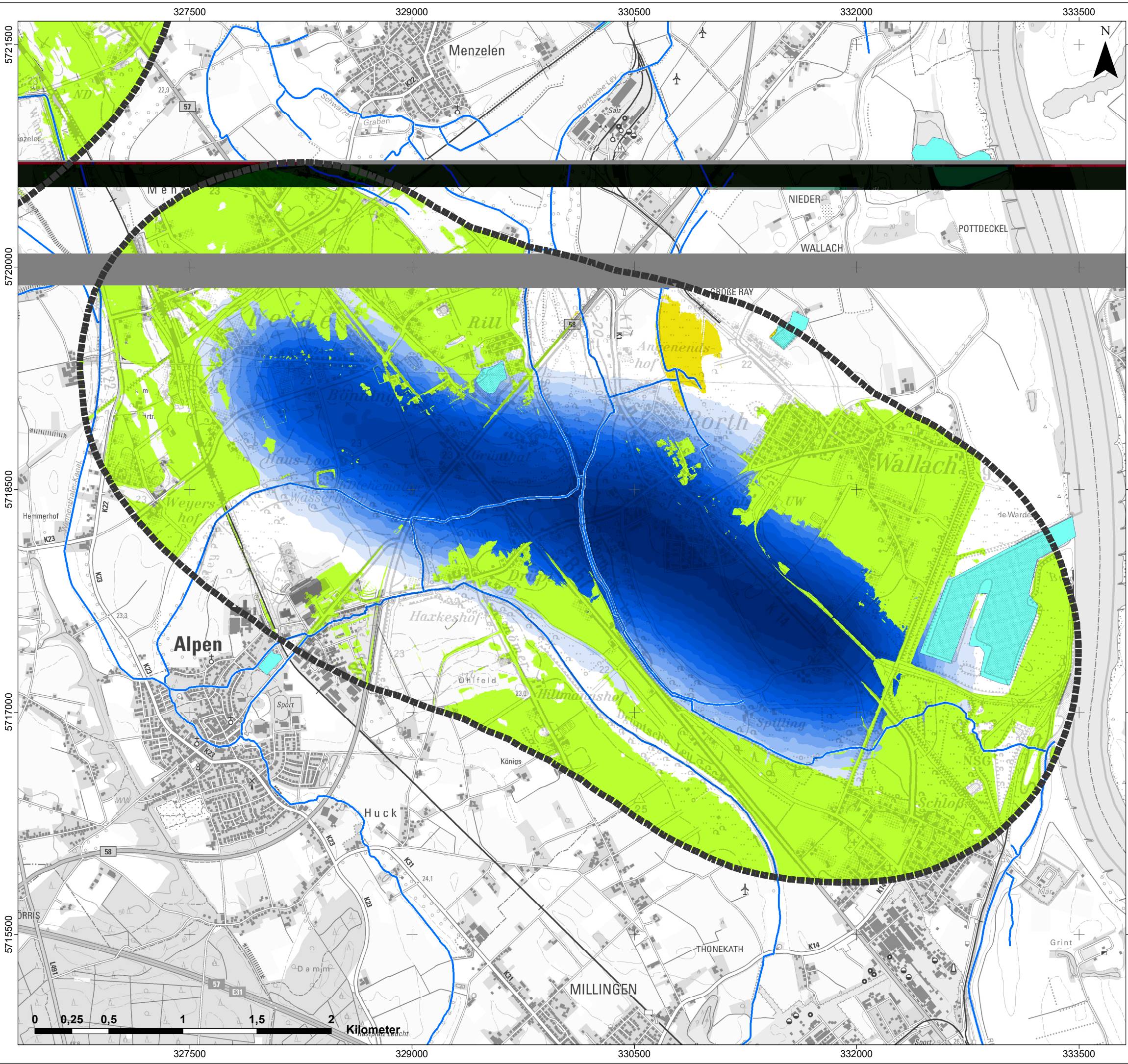
Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes gem. RBP_neu bei mittlerem Rhein-Hochwasser (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Nordwestliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.10 a
gez.:	22.10.2021	ihl	



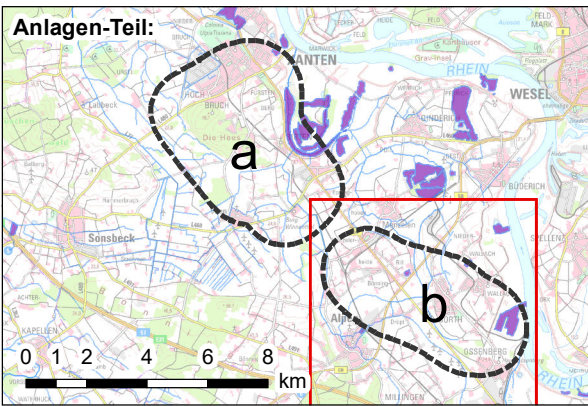
Legende

- Grenze Untersuchungsgebiet
- Fließgewässer
- Überstaut durch Senkungen gem. RBP_1985 oder natürlich überstaut
→ Keine zusätzliche Verringerung des GW-Flurabstandes
→ Keine relevanten Veränderungen
- Flurabstand nach erfolgten Senkungen gem. RBP_neu > 4 m
→ Keine relevanten Veränderungen
- Bestehende Oberflächengewässer
→ Keine relevanten Veränderungen

Verringerung des Grundwasser-Flurabstandes durch prognostizierte Senkungen gem. RBP_neu
→ **Relevante Veränderungen ohne zusätzliche regulierende Maßnahmen möglich**

	0,0 - 0,2 m		1,6 - 1,8 m
	0,2 - 0,4 m		1,8 - 2,0 m
	0,4 - 0,6 m		2,0 - 2,2 m
	0,6 - 0,8 m		2,2 - 2,4 m
	0,8 - 1,0 m		2,4 - 2,6 m
	1,0 - 1,2 m		2,6 - 2,8 m
	1,2 - 1,4 m		2,8 - 3,0 m
	1,4 - 1,6 m		3,0 - 3,2 m

Topografische Kartengrundlage: DTK25 - WMS NW DTK25 - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk25? und WMS NW DTK - http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk?



Rahmenbetriebsplan Steinsalzbergwerk Borth

Relevante Veränderungen des Grundwasser-Flurabstandes gem. RBP_neu bei mittlerem Rhein-Hochwasser (MW) und Poldermaßnahmen Stand 2019 Südöstliche Teilfläche

Koordinatensystem: ETRS89/UTM32N (EPSG:25832)		Maßstab: 1: 25.000	
Auftragnehmer: DHI WASY GmbH Volmerstraße 8 12489 Berlin mail@dhi-wasy.de Tel.: 030 6799980		Auftraggeber: LINEG	
bearb.:	22.10.2021	phhu, keu, jukr	Karte: 2.10 b
gez.:	22.10.2021	ihl	