

Sögel - Spelle

**Fortschreibung
Hydrogeologisches Gesamtgutachten
Bodenabbaugebiet
Wilsum, Hoogstede, Gölenkamp**

Projekt: 1445-2014

**Anlässlich des Erweiterungsvorhabens
der Firma IHB in Gölenkamp**

Auftraggeber: IHB Quarzwerke GmbH & Co.KG
Am Stahlbrink 1
49843 Gölenkamp

Verfasser: Büro für Geowissenschaften M&O GbR
Südstraße 26 b
49751 Sögel

Bearbeiter: Dr. rer. nat. Mark Overesch

Datum: 27 Februar 2015

Büro für Geowissenschaften M&O GbR

Büro Sögel:
Zum Galgenberg 7, 49751 Sögel
Tel.: 0 59 52 / 90 33 88
Fax: 0 59 52 90 33 91
e-mail: info@bfg-soegel.de
Internet: www.bfg-soegel.de

Büro Spelle:
Bernard-Krone-Str. 19, 48480 Spelle
Tel: 0 59 77 / 93 96 30
Fax: 0 59 77 / 93 96 36

Die Vervielfältigung des vorliegenden Gutachtens in vollem oder gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

INHALTSVERZEICHNIS:

1 Vorbemerkungen.....	1
1.1 Veranlassung / Aufgabenstellung	1
1.2 Verwendete Unterlagen.....	1
2 Lage des Abbauvorhabens	3
2.1 Geographische Lage	3
2.2 Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten sowie Altlastenverdachtsflächen	3
3 Naturräumliche Gegebenheiten	3
3.1 Klima und Hydrologie	3
3.2 Geologie.....	4
3.3 Hydrogeologie	5
3.3 Böden	8
4 Beschreibung des Abbauvorhabens.....	8
4.1 Beschreibung des Abbaus	8
4.2 Einrichtung eines Seeüberlaufes / Schutz angrenzender Flächen.....	9
5 Auswertung bisherige Beweissicherung.....	13
6 Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel	15
6.1 Auswirkungen auf die Wasserbilanz.....	15
6.2 Auswirkungen durch horizontale Einregelung.....	20
6.3 Insgesamt zu erwartende Änderungen des Grundwasserspiegels und Reichweiten	22
6.4 Modell Grundwasserströmungsfeld	27
6.5 Prognostizierte Grundwasserflurabstände.....	30
7 Auswirkungen auf die Grundwasserqualität.....	32
8 Auswirkungen auf Oberflächengewässer	35
9 Konzept für ein Beweissicherungsprogramm	37
9.1 Monitoring des Grund- und Seewasserspiegels	37
9.2 Monitoring der See- und Grundwasserqualität	37
10 Zusammenfassung.....	39
11 Schlusswort.....	40

1 Vorbemerkungen

1.1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Die Firma IHB Quarzwerke GmbH & Co.KG, Am Stahlbrink 1, in 49843 Gölenkamp plant die Erweiterung eines Bodenabbaus in der Gemeinde Gölenkamp. Der Abbau von Sand und Kies wird im Nassabbauverfahren betrieben.

Der Nassabbau soll in vier Abschnitten betrieben, aus denen vier räumlich getrennte Gewässer entstehen (s. Anlage 2). Erweitert werden soll das östliche der vier Abbaugewässer (Abbauabschnitt 4). Gleichzeitig soll die Form dieses Gewässers im Vergleich zur ursprünglich genehmigten Planung geändert werden, um die abbaubedingten Änderungen des Grundwasserspiegels einzudämmen.

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR aus Sögel wurde beauftragt, das vorliegende Hydrogeologische Gutachten zur Abschätzung der Folgen der Erweiterung des Bodenabbaus auf das Grundwasserströmungsfeld und die Grundwasserqualität anzufertigen. Dieses stellt die Fortschreibung des Hydrogeologischen Gesamtgutachtens für das Abbaugebiet der Firmen Smals IKW B. V., Liesen, IHB und Kwade dar.

In dem Gutachten werden vor allem die Auswirkungen der Änderung des östlichen Abbauabschnittes 4 auf die Grundwasserverhältnisse beschrieben. Die hydrogeologischen Auswirkungen der drei weiteren Abbaugewässer im Westen der Abbaustätte wurden in einem gesonderten Gutachten beschrieben (Büro für Geowissenschaften, 2008). Änderungen der wechselseitigen Beeinflussung der Gewässer untereinander werden jedoch durch eine Simulation des Grundwasserströmungsfeldes berücksichtigt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Tabelle 1 gibt die zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens verwendeten Planunterlagen wieder.

Die verwendeten Unterlagen wurden vom Verfasser überwiegend nachrichtlich in das Gutachten übernommen und inhaltlich nicht überprüft. Sollten Abweichungen festgestellt werden, wird dies an entsprechender Stelle vermerkt.

Tabelle 1: Verwendete Unterlagen

Nr.	Unterlage	Datum	Verfasser, Quelle
1	Hydrogeologisches Gesamtgutachten Erweiterungen Bodenabbauten der Firmen Liesen, Smals und IHB	2008	Büro für Geowissenschaften
2	Ergänzende Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gesamtgutachten	20.12.2008	
3	Ergänzende Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gesamtgutachten – Bodenabbauvorhaben IHB	01.09.2010	
4	Ergänzende Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gesamtgutachten – Ausgangsqualität Grundwasser Bodenabbauvorhaben IHB	08.11.2011	
5	Bodenkundliches Gutachten – Potenzielle Auswirkungen Bodenabbauvorhaben IHB auf angrenzende Forstflächen	02.12.2009	
6	Geologische Karte 1:25.000 (Blatt 3407 Neuenhaus Nord)	-	LBEG (NIBIS)
7	Bodenübersichtskarte 1:50.000 (Blatt 3506 Neuenhaus)	-	
8	Hydrogeologische Karte 1:50.000 (Blatt 3506 Neuenhaus)	-	
9	Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000 (Blatt 3902 Lingen)	-	
10	Geologischer Schnitt S2, Vechte – Gebiet W-E	2006	
11	Hydrostratigrafischer Schnitt S2, Vechte – Gebiet W-E	2006	Klenke Bohrunternehmen GmbH
12	Bohrprofile und Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen GWM 8 bis 14	2008	
13	Bohrprofile Schneckenbohrungen B1/14 bis B6/14 östlich der Abbaustätte IHB	2014	Dr. Schleicher & Partner
14	Bohrprofile Kleinrammbohrungen	2005	
15	Bohrprofile und Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen GWM F5, F6, F7	2014	Büro für Geowissenschaften
16	Bohrprofile Rammkernsondierungen	2009, 2012	
17	Abbauplan	Sept. 2014	Hofer & Pautz GbR
18	Plan aktuelle Geländeoberfläche mit Höhen in mNN (GPS-Vermessung)	2008	
19	Messwerte Grundwassermessstellen Firma IHB	1997-2014	IHB Quarzwerke GmbH & Co.KG
20	Messwerte Grundwassermessstellen Firma Liesen	1997-2014	Liesen... alles für den Bau GmbH
21	Messwerte Grundwassermessstellen Firma Smals	2004-2014	Smals IKW B.v.
22	Messwerte Grundwassermessstellen Firma Kwade	2004-2007	Jan Kwade & Sohn KG
23	Messwerte flache Grundwassermessstellen GWM F1 - F7	2014	Büro für Geowissenschaften
24	Messwerte Grundwassermessstelle 739 Wilsum I	1998-2014	NLWKN
25	Messwerte Grundwassermessstelle 780 Esche I		
26	Messwerte Grundwassermessstelle 719 Överingen		

2 Lage des Abbauvorhabens

2.1 Geographische Lage

Die Abbaustätte der Firma IHB befindet sich im Landkreis Grafschaft Bentheim in der Gemeinde Gölenkamp (Anlage 1).

2.2 Lage zu Schutz-, Vorrang- und Vorsorgegebieten sowie Altlastenverdachtsflächen

Die Abbaustätte liegt rd. 1,3 km südlich des Naturschutzgebietes ‚Moorverlandungsgebiet Tinholt‘.

Die Abbaustätte liegt rd. 6 km west-nordwestlich des Trinkwassergewinnungsgebietes Osterwald sowie rd. 5,5 km nordöstlich des Trinkwassergewinnungsgebietes Getelo-Itterbeck.

In einer Entfernung von <1 km südwestlich der betrachteten Abbaustätte befindet sich die Zentraldeponie Wilsum I (Standortnummer: 4564044022). Ebenfalls südwestlich der Abbaustätte in rd. 2 km Entfernung liegt zudem die Altlastenverdachtsfläche Wilsum Steinberg (Standortnummer: 4564044009).

3 Naturräumliche Gegebenheiten

3.1 Klima und Hydrologie

Das Untersuchungsgebiet ist der Klimaregion ‚Maritim-Subkontinentale Flachlandregion‘ des niedersächsischen Flachlandes zuzuordnen. Das Klima weist maritime-subkontinentale Züge (mittelfeucht) auf, mit einem gedämpften Tages- und Jahresgang der Temperatur.

Die Grundwasserneubildungsrate, welche mittels GROWA-Methode auf Grundlage der Niederschlagsdaten von 1961 bis 1990 abgeleitet wurde, liegt zwischen 269 und 310 mm/a (NIBIS). Im Bereich der in der Abbaustätte vorliegenden Kleingewässer reduziert sich die abgegebene Grundwasserneubildungsrate auf 47 bis 69 mm.

3.2 Geologie

Die geologischen Gegebenheiten im gesamten Abbaugelände (=Modellgelände Abschn. 6.4), welches den gesondert betrachteten Bereich der Abbaustätte der Firma IHB umfasst, wurden bereits im Hydrogeologischen Gesamtgutachten zu dem Abbaugelände sowie in zwei ergänzenden Stellungnahmen beschrieben (s. Unterlage 5, 6, 7, Tab. 1). Auf Grundlage dieser Daten, geologischer Kartenwerke und Profilschnitte des LBEG sowie später erhobener Daten aus Bohrungen (s. Anlage 4) lassen sich die geologischen Standortbedingungen wie folgt zusammenfassen:

Laut Geologischer Karte 1:25.000 und dem Geologischen Profilschnitt S2 (Anlage 12), der sich rd. 2,5 km südlich des Abbaus der Firma IHB befindet, ist das Modellgelände oberflächennah überwiegend geprägt von elster- bis weichselkaltzeitlich ab- bzw. umgelagerten Sanden und Kiesen. Im Südwesten des Gebietes steht eine Stauchendmoräne an, in deren Bereich an der Oberfläche in relativ kleinräumigem Wechsel saalekaltzeitliche, glazifluviale Sande (v.a. Mittelsande), elster- und präelsterkaltzeitliche, fluviale Kiese sowie tertiäre Schluffe und Tone anstehen. Richtung Norden und Richtung Osten zur Vechte geht die Stauchendmoräne zunächst in weichselkaltzeitliche, periglaziale bis fluviale Sande (Fein-, Mittel- und Grobsande) und dann in weichselkaltzeitliche, fluviale Fein- bis Mittelsande über. Die Abbaustätte der Firma IHB reicht von der Stauchendmoräne im Westen, über die periglazialen Sande bis zu den fluvialen Sanden im Osten.

Die sandig-kiesigen Ablagerungen wurden im Abbaugelände durch Bohrungen bis in Tiefen zwischen von 41 m unter GOK bzw. -25 mNN nachgewiesen. Entsprechend Geologischem Schnitt S2 (Anlage 12) sind jedoch auch Tiefen bis -50 mNN möglich. Die sandigen Ablagerungen können im Tiefenbereich zwischen weichsel- und saalekaltzeitlichen Sanden durch eemwarmzeitliche Beckenablagerungen unterbrochen sein. Unter den pleistozänen Sanden folgen tertiäre Tone und Schluffe.

Durch Bohrungen wurden im Abbaugelände in z.T. relativ kleinräumigem Wechsel Fein-, Mittel und Grobsande aufgeschlossen, welche stellenweise von Kies- und Schlufflagen durchzogen sind. Im Norden und Osten des Gebietes gehen die Wechsellagerungen unterschiedlich grober Sande und Kiese Richtung Vechte in überwiegend von Feinsanden dominierte Ablagerungen über.

Im Bereich der Abbaustätte der Firma IHB wurden durch diverse Bohrungen Wechsellagerungen aus Fein-, Mittel- und Grobsanden sowie Kiesen aufgeschlossen, die stellenweise von Schlufflagen durchzogen sein können (s. Anlage 2, 4). Tendenziell nimmt der

Grobsand- und Kiesanteil in der Abbaustätte Richtung Westen und der Feinsandanteil Richtung Osten zu.

Östlich der betrachteten Abbaustätte der Firma IHB gehen die Wechsellagerungen aus Fein- bis Grobsanden und Kiesen in überwiegend fein- bis mittelsandige Ablagerungen über. In Oberflächennähe dominieren in diesem Bereich Feinsande. Ab 18 bis 22 m unter GOK bzw. -1 bis -6 mNN wurden hier z.T. Schluffe und Tone angetroffen, über denen Torf anstehen kann (s. Schneckenbohrungen B1/14 bis B6/14, s. Anlagen 2, 4.2).

Südlich der Abbaustätte der Firma IHB wurde die oberflächennahe Schichtenfolge durch Rammkernsondierungen und Spülbohrungen (flache Grundwassermessstellen) geprüft (s. Anlagen 2, 4). Die hier vorliegenden Flächen sind durch frühere Abbautätigkeiten beeinflusst und durch zahlreiche kleinere Abbaugewässer durchsetzt. Daher ist zu vermuten, dass es sich bei den durch die Sondierungen erfassten Böden zumindest stellenweise um Abraum oder gespültes Material handelt. In den Bohrungen wurden überwiegend Fein- und Mittelsande sowie vor allem unmittelbar südlich des Abbauabschnittes 1 auch Grobsande angetroffen. Die Sande sind stellenweise von Torf- oder Tonschichten unterbrochen. Bei den tonigen Lagen kann es sich um tertiäres Material oder aber auch um eewarmzeitliche Beckenablagerungen handeln, welche evtl. durch die Bodenabbautätigkeiten aufgearbeitet worden sind. Eine Beeinflussung der insbesondere für dieses Gebiet prognostizierten Grundwasserspiegeländerungen (s. Abschn. 6) durch diese als Geringleiter einzustufenden Schichten ist nicht auszuschließen.

3.3 Hydrogeologie

Die hydrogeologischen Gegebenheiten im Bereich der Abbaustätte wurden bereits im Hydrogeologischen Gesamtgutachten zu dem Abbauggebiet sowie in zwei ergänzenden Stellungnahmen beschrieben (s. Unterlage 5, 6, 7, Tab. 1). Auf Grundlage dieser Daten, (hydro-)geologischer Kartenwerke und Profilschnitte des LBEG sowie später erhobener Daten aus Bohrungen und Messstellen (s. Anlage 4) lassen sich die hydrogeologischen Standortbedingungen wie folgt zusammenfassen:

Das Abbauggebiet befindet sich im Bereich des Grundwasserkörpers ‚Untere Vechte links‘. Die Basis des oberen, überwiegend aus Sanden und Kiesen gebildeten Grundwasserleiterkomplexes liegt laut Hydrogeologischer Übersichtskarte 1:200.000 zwischen >0 und -25 mNN. Im Osten des Gebietes im Bereich des Abbauabschnittes 4 der Firma IHB taucht die Basis der oberen Grundwasserleiters bis auf eine Höhe von -25 bis -50 mNN ab.

Insgesamt sind daher Aquifermächtigkeiten zwischen rd. 20 und 70 m möglich. Stellenweise kann der obere Grundwasserleiterkomplex durch eemwarmzeitliche Beckenablagerungen oder saalekaltzeitlichen Geschiebelehm unterbrochen sein. Diese Ablagerungen fungieren als Grundwassergeringleiter, liegen jedoch vermutlich nicht flächenhaft durchgehend vor. Unmittelbar östlich der Abbaustätte der Firma IHB treten z.T. schon ab 18 bis 22 m unter GOK bzw. -1 bis -6 mNN Tone und Schluffe auf (s. Bohrprofile B1/14 bis B1/16, Anlage 4), die hier die Basis des oberen Aquifers bzw. eine stockwerkstrennende Schicht bilden.

Die ungestörte Grundwasseroberfläche liegt laut Hydrogeologischer Karte 1:50.000 im Abbaugbiet zwischen etwa 14 und 20 mNN. Im Bereich des östlichen Abbaubereiches 4 der Firma IHB sind in der Karte mittlere Grundwasserspiegelhöhen zwischen 16 und 17 mNN ausgewiesen. Die ungestörte Grundwasserfließrichtung ist im Abbaugbiet Richtung Nordosten gerichtet. Nördlich des Abbaus der Firma Smals IKV ändert sich die Grundwasserfließrichtung in Richtung Norden, südlich und östlich des Abbaus der Firma IHB in Richtung Ost-Nordosten bis Osten.

Auf Grundlage der Messungen in den Grundwassermessstellen, die vor bzw. in 2008 eingerichtet worden sind, wurde ein Grundwassergleichenplan für den gesamten Untersuchungsraum inkl. der Abbaustätten Smals IKW B. V., Liesen, IHB und Kwade für den Zeitraum 2008 bis 2009 erstellt (Mittelwerte, Anlage 6.1). Weiterhin wurde für 2013 ein Grundwassergleichenplan erstellt, bei dem zusätzlich die Jahresmittelwerte weiterer eingerichteter, flacher Grundwassermessstellen in dem Gebiet berücksichtigt worden sind (Anlage 6.2). Die dem Grundwassergleichenplan zugrundeliegenden Messwerte der Messstellen, welche durch die Firmen selbst erhoben worden sind, sind Anlage 5 zu entnehmen.

Die Grundwassergleichenpläne wurden mit Daten von unterschiedlich tief verfilterten Messstellen erstellt. Es ist nicht auszuschließen, dass aufgrund von Potenzialunterschieden zwischen tiefem und flachem Grundwasser die Situation im oberflächennahen Grundwasser nicht exakt abgebildet wird. Aufgrund einer überwiegend guten Übereinstimmung der dargestellten Grundwasserspiegelhöhen mit der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 ist jedoch nicht davon auszugehen, dass es hierdurch zu relevanten Fehleinschätzungen bei der im Folgenden gezeigten Ableitung abbaubedingter Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel kommt.

Die ursprünglichen, ungestörten Grundwasserverhältnisse im gesamten Abbaugbiet können aufgrund eines Mangels an Pegelmessungen aus Messstellen vor dem Beginn der

Sandabbauten nicht flächendeckend exakt rekonstruiert werden. Allerdings lässt sich die Ausgangssituation mittels der Angaben im Hydrogeologischen Gutachten zur ersten Erweiterung des Abbaus (Unterlage 1, Tab. 1) sowie des Grundwassergleichenplanes auf Grundlage der Mittelwerte für 2008/2009 näherungsweise abbilden (Anlage 6.1). Im Bereich südlich des betrachteten können diese Daten durch die Messwerte aus den flachen Messstellen ergänzt werden (s. Grundwassergleichenplan 2013, Anlage 6.2). Im südwestlichen Anstrombereich des östlichen Abbauabschnittes 4 liegt der ungestörte Grundwasserspiegel im Mittel bei etwa 19,0 mNN, im nordöstlichen Abstrombereich bei etwa 16,0 mNN. Im Anstrombereich des westlichen Abbauabschnittes 1 der Firma IHB liegt der ungestörte mittlere Grundwasserspiegel bei etwa 20,5 mNN.

Im Bereich des Abbauabschnittes 4 der Firma IHB tritt ein prinzipiell in Richtung Nordosten zur hier rd. 2 km Entfernung verlaufenden Vechte gerichtetes Potenzialgefälle auf. Im Osten dieses Abbauabschnittes ändert es sich in ost-nordöstliche Richtung. Das mittlere, ungestörte Grundwassergefälle (I) beträgt im Bereich des Abbauabschnittes 4 im Mittel etwa 0,45 %. Das Potenzialgefälle nimmt Richtung Südwesten zu und beträgt unmittelbar südwestlich des Abbauabschnittes 1 etwa 1,4 %.

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit (k_f) der im oberen Bereich des Grundwasserleiters anstehenden, z.T. kiesführenden Fein- bis Grobsande kann zwischen $>1 \times 10^{-3}$ m/s und $<1 \times 10^{-4}$ m/s schwanken. Aufgrund der Tendenz eines zunehmenden Feinsandanteiles in Richtung Osten der Abbaustätte der Firma IHB wird für die im Rahmen des vorliegenden Gutachtens durchgeführten Reichweitenberechnungen mittels der in Abschn. 6.3 gezeigten Formeln im südwestlich gelegenen Grundwasseranstrom des Abbauabschnittes 4 ein k_f -Wert von 5×10^{-4} m/s und im nordöstlich gelegenen Abstrom von 1×10^{-4} m/s angesetzt. Im Grundwasserströmungsmodell wird vereinfachend für das gesamte Abbaugebiet ein k_f -Wert von 4×10^{-4} m/s angesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass die Wahl des k_f -Wertes innerhalb des für die anstehenden Sande zu erwartenden Variationsbereiches im Modell einen wesentlich geringeren Einfluss auf die simulierten Reichweiten der Grundwasserstansänderungen hat als bei den verwendeten Berechnungsformeln.

Der durchflusswirksame Hohlraumanteil (n_f) des sandigen Untergrundes kann näherungsweise mit 20 % angesetzt werden. Aus der Durchlässigkeit (k_f), dem Grundwassergefälle (I) und dem durchflusswirksamen Hohlraumanteil (n_f) kann die Grundwasserfließgeschwindigkeit (Abstandsgeschwindigkeit, v_a) im ungestörten Zustand wie folgt berechnet werden:

$$v_a = \frac{k_f \cdot l}{n_f}$$

Für den Anstrom des Abbauabschnittes 4 der Firma IHB ergibt sich eine mittlere Abstandsgeschwindigkeit (v_a) im ungestörten Zustand von rd. 360 m/a ($l = 0,45 \%$, $k_f = 4 \times 10^{-4}$ m/s), für den Abstrom von rd. 71 m/a ($l = 0,45 \%$, $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s). Im Anstrom des Abbauabschnittes 1 beträgt die berechnete Abstandsgeschwindigkeit rd. 1100 m/a ($l = 1,4 \%$, $k_f = 5 \times 10^{-4}$ m/s).

Allgemein ist in den vorliegenden Talsanden nach GEHRT & RAISSI (2008) von einer mittleren Amplitude des Grundwasserspiegels von 0,80 m auszugehen. Die absolute Schwankungsbreite zwischen extrem trockenen und extrem feuchten Perioden liegt dagegen in der Region erfahrungsgemäß bei bis zu 2,0 m.

3.3 Böden

Im Bereich des Abbauabschnittes 4 treten laut Bodenübersichtskarte 1:50.000 Gley-Podsole und Tiefenumbruchböden auf. Im westlichen der Bereich der Abbaustätte der Firma IHB liegen neben diese Bodentypen auch Podsole vor. Südlich der Abbaustätte sind in der Karte Regosole, Podsole und Tiefenumbruchböden ausgewiesen.

4 Beschreibung des Abbauvorhabens

4.1 Beschreibung des Abbaus

Die Größe des betrachteten östlichen Abbauabschnittes beträgt rd. 19 ha (Tab. 2). Die Sandgewinnung soll im Nassabbau mittels Saugbagger erfolgen. Die maximale Wassertiefe des hergestellten Abbaugewässers wird rd. 24 m betragen. Das hergestellte Gewässer wird eine Wasserfläche von ca. 17 ha aufweisen.

Tabelle 2: Kenndaten des Abbauvorhabens

Abbaufäche	[ha]	19,0
Höhe GOK Ausgangssituation	[mNN]	17 - 22
maximale Abbautiefe	[mNN]	-6,5
	[m unter GOK]	23,5 - 28,5
zu erwartende Höhe Seewasserspiegel	[mNN]	17 - 18 ^a
maximale Gewässertiefe	[m]	23,5 - 24,5 ^a
Wasserfläche	[ha]	17 ^a

^adifferiert je nach gewählter Prognosemethode (s. Abschn. 6)

4.2 Einrichtung eines Seeüberlaufes / Schutz angrenzender Flächen

Die aufgrund der Grundwasserspiegeldifferenzen und der Seemorphologie zu prognostierende mittlere Seewasserspiegelhöhe kann nach Fertigstellung des östlichen Abbaugewässers >18 mNN betragen (Tab. 5, Abschn. 6.2). Dies wurde schon im Rahmen des ersten Hydrogeologischen Gesamtgutachtens zu dem Abbauvorhaben prognostiziert (Büro für Geowissenschaften, 2008). Um die angrenzenden Flächen vor einer Vernässung zu schützen wurde daher die Einrichtung eines Seeüberlaufes bei 18,10 mNN empfohlen und beantragt (s. Ergänzende Stellungnahme, Unterlage 3, Tab. 1). Der Seeüberlauf soll das Seewasser in einen nördlich der Abbaustätte verlaufenden Entwässerungsgraben führen (Graben 1, s. Anlage 2).

Der Seeüberlauf bei 18,10 mNN soll weiterhin Bestandteil des Erweiterungsantrages sein. Durch ihn wird die mittlere anstromseitige Grundwasserabsenkung nicht in relevantem Umfang erhöht (vgl. Abschn. 6.3). Er dient vielmehr zur Abpufferung von außergewöhnlich hohen Seewasserspiegelständen in extremen Nässeperioden. Allerdings grenzen an das erweiterte östliche Abbaugewässer 4 Flächen mit Geländehöhen <17 mNN. Um die rel. stark ausgeprägten, durch das Abbauvorhaben der Firma IHB hervorgerufenen anstromseitigen Grundwasserabsenkungen nicht weiter zu erhöhen, sollen die angrenzenden Flächen jedoch nicht durch eine Verlegung des Seeüberlaufes auf eine Höhe <18,10 mNN geschützt werden. Stattdessen soll wie im Folgenden erläutert eine Überflutungen und Vernässungen der angrenzenden Flächen durch eine Einhaltung von Sicherheitsabständen, eine Aufhöhung des Geländes im Nordosten der Abbaustätte und die Einrichtung eines Grabens (Graben 2) verhindert werden (Lage: Anlage 2, Querschnitt: Anlage 3).

Die Form des Abbaugewässers 4 wurde so geändert, dass zu den angrenzenden Flächen in relevanten Bereichen an der GOK ein Abstand von mind. 40 m eingehalten wird. Dies gilt auch für den Abstand zu dem westlich angrenzenden Abbauabschnitt 3 der Firma IHB sowie zu dem

hier vorliegenden Teich. Hier soll der Sicherheitsabstand, welcher deutlich höher ist als in der genehmigten Planung vorgesehen, dazu führen, dass Grundwasserstandsänderungen aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung der Gewässer reduziert werden.

Das Gelände zwischen Abbaugewässer 4 und der Grenze der Abbaustätte ist voraussichtlich bis mindestens 19,0 mNN aufzuheben, sofern es nicht schon im aktuellen Zustand eine entsprechende Höhe aufweist. Die tatsächlich notwendige Aufhöhung sollte allerdings in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde an die im Rahmen der Beweissicherung ermittelten Seewasserspiegelhöhen sowie die geplante Nutzung des betroffenen Geländes angepasst werden. Letztere kann evtl. eine temporäre Vernässung der Flächen im Bereich der Abbaustätte erlauben. Eine Überflutung ist jedoch im Hinblick auf den Schutz angrenzender Flächen in jedem Fall auszuschließen.

Die Aufhöhung des Geländes in der Abbaustätte sollte mit Sand aus der Abbaustätte erfolgen. Hierbei ist im Hinblick auf die Grundwasserqualität im pot. See- bzw. Grundwasserschankungsbereich humusfreies Material zu verwenden.

Der Graben 2 soll mit einer Sohlbreite von 1,0 m und einer Böschungsneigung von 1:1,5 über eine Länge von rd. 320 m am östlichen Rand der Abbaustätte verlaufen und in den vorhandenen Graben 1 entwässern, welcher aktuell das durch den Seeüberlauf abgeführte Wasser aufnimmt. Ggf. ist auf Grundlage der Ergebnisse des Grundwassermonitorings (s.o.) die Grabendimensionierung zu einem späteren Zeitpunkt anzupassen.

Der neue Graben soll nicht zu einer wesentlichen Grundwasserabsenkung bis unter das Ausgangsniveau führen. Die Sohlhöhe soll daher zwischen 16,2 mNN am Anfang und 16,0 mNN am Ende im Bereich der Einmündung in den vorhandenen Graben 1 liegen. Das Sohlgefälle beträgt entsprechend rd. 0,6 ‰. Der vorhandene Graben 1 weist im Bereich der Einmündung des neuen Grabens 2 eine Sohlhöhe von rd. 15,3 mNN auf (s. Anlage 2).

Anlage 9 zeigt die Bemessung der Grabendimensionierung. Hierbei sind der Grundwasserzustrom und der anfallende Niederschlag zu berücksichtigen. Der Grundwasserzustrom wurde überschlägig mit der folgenden Formel für offene Wasserhaltungen nach DAVIDENKOFF berechnet:

$$Q = k_f \cdot H^2 \cdot \left[\left(1 + \frac{t}{H} \right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \cdot \left(1 + \frac{t}{H} \cdot n \right) \right]$$

mit:

Q = Zufluss [m^3/s]

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert Boden [m/s]

L_1 = Grabenlänge [m]

L_2 = Grabenbreite [m]

R = Reichweite der Grundwasserabsenkung [m],

hier nach SICHARDT (1928): $R = 3000 \cdot H \cdot \sqrt{k_f}$

H = Abstand zwischen Grundwasserspiegel und Grabensohle = Grundwasserabsenkung [m]

T = Abstand zwischen Grabensohle und Basis Grundwasserleiter [m]

$t = H$ bei $T > H$; $t = T$ bei $T < H$; $t = 0$ bei $T = 0$ [m]

m, n = Beiwerte [-]

Der Grundwasserspiegel wurde gleich dem ohne Seeüberlauf maximal zu erwartenden Wert von 18,25 mNN (s. Abschn. 6.2, Tab. 5) angesetzt. Es wurde eine zweiseitige Anströmung angenommen. Hieraus ergibt sich ein Grundwasserzufluss von 7,4 l/s.

Der Niederschlagsabfluss wurde mit der Grabenfläche (Länge: 220 m, mittlere Breite: 6,7 m) und einem 15-minütigem Bemessungsniederschlag mit einer Wiederkehrzeit von 1 Jahr berechnet ($r_{15,n=1}$, 113,9 l/s). Es ergibt sich ein Wert von 24,4 l/s.

Insgesamt ist für den neu einzurichtenden Graben daher ein Bemessungsabfluss von 32 l/s anzusetzen. Dieser Abfluss resultiert bei den gewählten Grabenabmessungen nach MANNING-STRICKLER in einem Wasserstand am Ende des Grabens von 0,13 m (Anlage 9). Es verbleibt ein Freibord von >1,0 m. Der Graben ist demnach für seine Funktion ausreichend dimensioniert.

Im nordöstlichen Bereich der Abbaustätte soll der Graben 2 aus Gründen der Zuwegung verrohrt werden. Bei einem Sohlgefälle der Rohrleitung von 0,5 % reicht entsprechend Bemessung gemäß RAS-Ew nach MANNING-STRICKLER ein Rohrquerschnitt von DN ≥ 500 zur rückstaulosen Abführung des Bemessungsabflusses (s.o.) aus (Anlage 9).

Der Abstand zwischen der Abbau-Oberkante und der Oberkante des Grabens 2 sollte im Südosten des Abbauabschnittes 4 aus Gründen der Wegsamkeit mindestens 5,0 m betragen. Im Nordosten wird der Abstand zum Graben maximal etwa 26 m betragen (Anlage 2, 3).

Die Sickerlinie zwischen dem Abbaugewässer bei einem maximalen Wasserstand von 18,25 mNN und dem Graben 2 wurde mit dem Programm GGU-SS-Flow 2D simuliert. Für die

Simulation wurde aufgrund der in Anlage 2 gezeigte Schnitt A-A' gewählt, da hier die höchsten Grundwasseraufhöhungen zu erwarten sind. Weiterhin liegen in diesem Bereich des Grundwasserabstromes des Abbaugewässers 4 die geringsten gemessene Geländehöhen von bis zu 16,5 mNN vor.

Im Bereich der Abbaustätte wurde im Modell eine Geländehöhe von 19,0 mNN angesetzt, welche stellenweise noch durch eine Auffüllung erreicht werden muss (s.o.). Der k_f -Wert der im betrachteten Bereich anstehenden Sande wurde mit 1×10^{-4} m/s angesetzt. Die zur Auffüllung genutzten Sande sollten eine entsprechende oder geringere Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Die Tiefe der Grundwasserleitersohle wurde mit -25 mNN angesetzt. Darunter wurden gering durchlässige Böden mit einem k_f von 1×10^{-7} m/s angenommen. Im Bereich des Abbaugewässers 4 wurde als Randbedingung ein Potenzial von 18,25 mNN angesetzt, im Bereich des Grabens 2 ein Potenzial entsprechend eines Wasserspiegels im Graben von 16,10 mNN. Rd. 180 m östlich vom Graben 2 wurde entsprechend der ungestörten Lage des Grundwasserspiegels und des ungestörten Grundwassergefälles von 0,45 % (s. Abschn. 3.3) eine Grundwasserspiegelhöhe von 15,0 mNN festgelegt. Der Grundwasserabfluss im Graben wurde auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt.

Die Ergebnisse der Simulation werden in Anlage 11.1 gezeigt. Durch den Graben wird im Modell eine Absenkung des Grundwasserspiegels erreicht, welche auch auf vom Bodenabbau abgewandeten Seite des Gewässers dazu führt, dass der Grundwasserspiegel maximal auf 16,3 mNN aufgehört wird.

Im Bereich der am Schnitt A-A' auftretenden geringsten Geländehöhe von 16,5 mNN beträgt der simulierte Grundwasserspiegel noch 15,8 mNN. Dieser Wert liegt maximal etwa 0,5 m über dem ungestörten mittleren Grundwasserspiegel in der Ausgangssituation (vgl. Anlage. 6). Es verbleibt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von 0,70 m. Vor dem Hintergrund, dass im Modell eine maximal im Worst-Case-Fall zu erwartende Seewasserspiegelhöhe von 18,25 mNN (vgl. Abschn. 6.2) angesetzt worden ist, kann hieraus keine als problematisch zu bewertende Vernässung abgeleitet werden. Dies ist im Rahmen der Beweissicherung zu prüfen.

Die abstromseitige Aufhöhung des Grundwasserspiegels nördlich des Abbauabschnittes 4 kann durch den hier verlaufenden Graben 1 abgepuffert werden. Die Sohlhöhe des Grabens liegt im Bereich des Seeüberlaufes bei 17,4 mNN. Nordöstlich des Abbauabschnittes nimmt sie bis auf <16 mNN ab.

Die Auswirkungen der zum Schutz abstromseitig gelegener Flächen vor der abaubednigten Grundwasseraufhöhung sind mittels vorhandener und zu ergänzender Grundwassermessstellen

zu beobachten (s. Abschnitt 9.1). Bei der Bewertung der Ergebnisse ist die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers (Abstandsgeschwindigkeit, s. Abschn. 3.3) und damit der zeitliche Zusammenhang zwischen Seewasserspiegeländerung und Änderung in den Messstellen zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Abbaugewässer Liesen und IHB (v.a. Abbauabschnitt 1) besteht, welche in Abhängigkeit des Abbaufortschrittes in beiden Abbaustätten in vollem Umfang erst zu einem späteren Zeitpunkt auftreten wird. So wird durch das Grundwasserströmungsmodell aufgrund der wechselseitigen Beeinflussung der beiden Abbaugewässer eine geringere Grundwasseraufhöhung im Abstrom des Abbauabschnittes 4 prognostiziert als durch die horizontale Einregelung des Wasserspiegels im Abbaugewässer bzw. in den Abbaugewässern theoretisch möglich erscheint (s. Abschn. 6.2, 6.4). Es ist nicht auszuschließen, dass nach einer zuvor eingetretenen Aufhöhung des Grundwasserspiegels später bei einer Verkürzung der Distanz zwischen den Abbaugewässern Liesen und IHB wieder eine Absenkung auftritt. Gleichzeitig ist nicht auszuschließen, dass eine Kolmation der abstromseitigen Unterwasserböschungen der Abbaugewässer zu einer Verringerung der Wasserdurchlässigkeit und damit zu einem Ansteigen der Seewasserspiegelhöhen führt. Daher sind alle Maßnahmen in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde an die Resultate des kontinuierlichen Grundwassermonitorings anzupassen.

5 Auswertung bisherige Beweissicherung

Die Entwicklung der Grundwasserspiegelhöhen im untersuchten Gebiet zwischen 2008/2009 und 2013/2014 wird aus den Grundwassergleichenplänen in Anlage 6.1 und 6.2 ersichtlich. Um natürliche, witterungsbedingte Grundwasserschwankungen als Ursache für Änderungen ausschließen zu können, wurden vergleichend Daten von NLWKN-Messstellen der Region herangezogen. Die Entwicklung der Grundwasserspiegelhöhen der Messstellen der Firma IHB sowie aufgrund der räumlichen Nähe auch diejenigen der Firma Liesen wird in der Anlage 7 als Differenz zur Entwicklung der Messwerte einer ausgewählten NLKWN-Messstelle dargestellt. Ausgewählt wurde hierzu aufgrund ihrer vergleichbaren naturräumlichen Lage die Messstelle 739 Wilsum I. Die Berechnung mit weiteren NLWKN-Messstellen (780 Esche I, 719 Överingen) führt zu vergleichbaren Ergebnissen.

Im Folgenden sollen die relevanten Grundwasserspiegeländerungen $>0,20$ m erörtert werden. Der Grundwasserspiegel der Grundwassermessstellen GWM 1, 2, 5 und 7 im Bereich der alten

Abbaustätte der Firma IHB westlich der Straße ‚An der Kiesgrube‘ hat im Vergleich zur ungestörten NLWKN-Messstelle Wilsum I zwischen 2001 und 2013 um 0,97 bis 1,98 m abgenommen (Anlage 7). Diese deutliche Absenkung des Grundwasserspiegels im Bereich der Stauchendmoräne hat größtenteils schon vor 2007 stattgefunden. Der Grund lässt sich im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht klären. Die betrachteten Bodenabbauten kommen aber als Ursache hierfür mit einer hohen Wahrscheinlichkeit nicht in Betracht. Ein Einfluss dieser Prozesse bis in das betrachtete Bodenabbaugebiet östlich der Straße ‚An der Kiesgrube‘ ist dagegen nicht auszuschließen.

Die in der Messstelle GWM 3 festgestellte Zunahme des Grundwasserspiegels zwischen 2009 und 2013 von >1 m ist auf Grundlage vorliegender Informationen nicht zu klären. Durch die zeitversetzt durchgeführten Messungen der Firma Liesen in dieser Messstelle wurde in diesem Zeitraum ein Zunahme von lediglich 0,09 m festgestellt.

Südlich des Bodenabbaus der Firma Liesen traten in den Messstellen Br 11 und Br 16 (Liesen) zwischen 2008 und 2013 Grundwasserabsenkungen von 0,29 bzw. 0,62 m auf. Unmittelbar südlich des Abbauabschnittes 1 der Firma IHB, in dem in 2012 die Abbautätigkeit aufgenommen worden ist, wurde in der Messstelle Br 12 (Liesen) eine Grundwasserabsenkung von -0,81 m festgestellt. In der etwas weiter entfernt, südwestlich vom Abbau liegenden Messstelle GWM 13 (IHB) beträgt die Absenkung zwischen 2009 und 2013 noch 0,29 m. Stattgefunden haben diese Absenkungen in der Messstelle Br 12 und Br 16 schon in 2012, in allen Messstellen außer der Br 16 jedoch überwiegend in 2013.

Diese Grundwasserabsenkungen sind vermutlich hauptsächlich durch die horizontale Einregelung des Wasserspiegels in den beiden Abbaugewässern der Firma Liesen und IHB begündet; evtl. schon verstärkt durch die gegenseitige Beeinflussung. Im Falle des Abbaus IHB kommen Absenkungen hinzu, welche bei Beginn des Saugbaggereinsatzes in einem kleinen Abbaugewässer im Abbauabschnitt 1 auftreten (vgl. Abschn. 6.1). Der geringe zeitliche Abstand zwischen Abbaubeginn im Abbauabschnitt 1 der Firma IHB und der Detektion der Grundwasserabsenkung an den Messstellen Br 12 und GWM 13 kann mit der hohen Abstandsgeschwindigkeit in den hier vorliegenden groben Sanden und Kiesen zusammenhängen (vgl. Abschn. 3.3).

Die festgestellten Grundwasserabsenkungen südlich der Abbauten Liesen und IHB entsprechen den im vorliegenden und früheren Gutachten erstellten Prognosen und werden voraussichtlich im Laufe der weiteren Abbautätigkeit zunehmen.

Im Abstrombereich nördlich des geplanten Abauabschnittes 4 der Firma IHB wurde in der

Messstelle GWM 12 zwischen 2009 und 2013 eine Zunahme des Grundwasserspiegels um 0,53 m festgestellt. Diese ist durch die Abbautätigkeiten aufgrund der vorliegenden Daten und Berechnungen nicht direkt zu erklären. Ein Zusammenhang mit dem angrenzenden Graben ist nicht auszuschließen.

6 Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel

Im Folgenden werden die möglichen Einflüsse der geplanten Änderung und Erweiterung des Abbaugewässers 4 der Firma IHB auf den Grundwasserspiegel des Gebietes erläutert. Um die möglichen Entwicklungen in Relation zu den Auswirkungen bereits genehmigter Abbauabschnitte setzen zu können, werden die Berechnungen für das ursprünglich genehmigte Abbaugewässer sowie die beantragte Änderung bzw. Erweiterung gezeigt. Die berechneten Auswirkungen beziehen sich auf den Ursprungszustand vor dem Abbaubeginn. Das Grundwasserströmungsmodell stellt die Auswirkungen des gesamten Abbaus der Firma IHB unter wechselseitiger Beeinflussung mit angrenzenden Abbaugewässern dar.

6.1 Auswirkungen auf die Wasserbilanz

Wasserentnahme

Während des Sandabbaus mittels Saugbagger wird See- und Grundwasser entnommen. Der Abbau erfolgt im Kreislaufverfahren, d.h. das zum Spülen verwendete Wasser gelangt in den Abbau zurück, während der Sand auf einem Spülfeld entwässert wird. Im Spülverfahren können u.a. durch Verdunstung und Versickerung Spülverluste auftreten, so dass nicht die gesamte entnommene Wassermenge zurück in den Abbau gelangt.

Bei der Betrachtung möglicher Auswirkungen der mit dem Abbau verbundenen Wasserentnahme muss zwischen einer kurzfristigen Wasserspiegelabsenkung im See bei Saugbaggerbetrieb und einer länger anhaltenden Absenkung durch den Eingriff in die Wasserbilanz des Sees unterschieden werden.

Bei Betrieb des Saugbaggers kommt es durch die Sand- und Wasserentnahme zu einer Absenkung des Seewasserspiegels, die stark von der Größe der bereits geschaffenen Wasserfläche abhängt. Sie ist zu Beginn des Abbaus maximal und nimmt mit der Größe der geschaffenen Wasserfläche ab. Zu Beginn des Saugbaggereinsatzes können sehr hohe

Grundwasserabsenkungen verursacht werden, die bei einem Einsatz am Rand der Abbaustätte deutlich über die Abbaugrenzen hinaus reichen können. Im vorliegenden Fall ist zu empfehlen, den Saugbaggerbetrieb aufgrund der hier schon vorhandenen, relativ großen Wasserfläche im Bereich des Teiches im Abbaubereich 4 zu beginnen (s. Anlage 2).

Tabelle 3 zeigt die potenzielle verfahrensbedingte Absenkung des Seewasserspiegels und des Grundwasserspiegels in Seenähe durch den Saugbaggerbetrieb. Die Absenkung wurde mit der theoretisch möglichen maximalen täglichen Sandentnahmemenge von 1.500 m³ (Feststoff) und der daraus mit einem Feststoff-Wasser-Verhältnis von 1:3 berechneten Wasserentnahmemenge ermittelt. Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass während des Sandabbaus über einen Abbaupfad kein Rückfluss in das Gewässer und kein Ausgleich des Volumenverlustes durch Grundwasserzustrom stattfindet. Weiterhin wird angenommen, dass die Absenkung am nächsten Abbaupfad durch Rückfluss des Wassers aus dem Spülfeld und durch Grundwasserzufluss in das Abbaugewässer wieder größtenteils ausgeglichen ist.

Die berechnete entnahmebedingte Grundwasserabsenkung nimmt mit zunehmender Wasserfläche ab. Entsprechend beträgt sie 0,45 m für den Einsatz des Saugbaggers im Bereich des Teiches im Abbaubereich 4 sowie 0,03 m für das Abbaugewässer bei Erreichen der Gesamtwasserfläche im Abbaubereich 4.

Tabelle 3: Potenzielle kurzfristige Grundwasserabsenkung durch Wasserentnahme während des Spülvorganges

	Beginn Abbau	bei vollständiger Wasserfläche
maximale Spüleistung Feststoff [m ³ /d]	1.500	1.500
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]	3	3
Wasserbedarf bei voller Leistung [m ³ /d]	4.500	4.500
Wasserfläche [m ²]	10.000 ^a	170.000
max. mögliche Absenkung durch Wasserentnahme [m]	0,45	0,03

^aWasserfläche vorhandener Teich im Abbaubereich 4

Während die beschriebenen, pot. starken kurzfristigen Auswirkungen durch den Rückfluss des Wassers aus dem Spülfeld i.d.R. rel. schnell wieder ausgeglichen werden, verbleibt während des Abbaupfades eine Restabsenkung im Abbaugewässer, die durch Spülverluste verursacht wird.

Die jährliche Sandentnahmemenge wird voraussichtlich einen Wert von 150.000 m³ nicht

überschreiten. Bei einem Festoff-Wasser-Verhältnis von 1:3 entspricht dies einer Wasserentnahme von 450.000 m³/a. Der v.a. durch Verdunstung und Versickerung hervorgerufene Spülverlust wird mit etwa 20 % angesetzt. Somit fehlen in der Wasserbilanz des Abbaugewässers bei aktivem Sandabbaubetrieb maximal 90.000 m³/a (Tab. 4).

Verdunstung

Durch die Offenlegung des Grundwassers im Zuge des Sandabbaus ist eine Beeinflussung des Grundwasserhaushaltes zu erwarten. Anlage 8 zeigt die Berechnung der Verdunstung (ET_a) sowie der Grundwasserneubildung an dem Standort in der Ausgangssituation im Vergleich zur offenen Wasseroberfläche. Die Berechnungen wurden entsprechend ATV-DVWK (2002) durchgeführt. Als Klimadaten wurden dabei langjährige monatliche Mittelwerte des Niederschlages, der Lufttemperatur und der Sonnenscheindauer der Stationen des Deutschen Wetterdienstes Nordhorn bzw. Lingen (WEWA) herangezogen (1981-2010). Die Bodenparameter wurden für die an der Oberfläche dominierenden Feinsande nach MÜLLER & WALDECK (2011) abgeleitet.

Bei der Berechnung der Verdunstung in der Ausgangssituation wurde eine Nutzung als Acker sowie als Bodenart im effektiven Wurzelraum Feinsand angesetzt. Für diese Nutzung ergibt sich eine Verdunstungsrate von 470 mm/a. Bei einem Niederschlag von 836 mm/a und einem Oberflächenabfluss von 0 beträgt die Grundwasserneubildungsrate 366 mm/a. Dieser Wert liegt über dem flächenhaft für das Untersuchungsgebiet mittels GROWA-Methode abgeleiteten Werten von 269 bis 310 mm/a (NIBIS).

Die Verdunstung von einer offenen Wasserfläche beträgt an dem Standort nach ATV-DVWK (2002) 663 mm/a. Die Offenlegung des Grundwassers im Zuge des Bodenabbaus resultiert somit rechnerisch in einer Mehrverdunstungsrate von 193 mm/a. Die Grundwasserneubildungsrate sinkt entsprechend von 366 mm/a auf 173 mm/a. Die Mehrverdunstung von der Wasserfläche des Abbaugewässers 4 beträgt rd. 22.000 m³/a im genehmigten Zustand (rd. 11,5 ha) sowie 33.000 m³ im geplanten Zustand (17 ha, Tab. 4).

Grundwasserzustrom

Der Grundwasserzustrom zum Abbaugewässer kann nach DARCY wie folgt berechnet werden:

$$Q = k_f \cdot M \cdot l \cdot B$$

mit:

Q	Grundwasserzustrom zum Abbaugewässer [m^3/s]
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s] ($5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)
M	Grundwassermächtigkeit [m] (30 m)
I	hydraulisches Gefälle Grundwasser [-] (0,014)
B	hydraulische Anstrombreite des Gewässers [m] (380 / 480 m)

Die Grundwassermächtigkeit wurde entsprechend der maximalen Wassertiefe des Sees mit 24,5 m angesetzt. Dabei wird der vertikale Zufluss vernachlässigt. Als Anstrombreite wurde vereinfachend die Seebreite quer zur Grundwasserfließrichtung angesetzt. Die tatsächlich zuflusswirksame Breite ist aufgrund der abbaubedingten Grundwasserabsenkungen höher. Als Grundwassergefälle wurde der aufgrund der eingeregelter Seewasseroberfläche im Anstrom erhöhte Wert von 1,5 % angesetzt (s. Abschn. 6.2). Der k_f -Wert im Grundwasseranstrom des Abbaubereiches 4 wurde gemäß der Ausführungen in Abschn. 3.3 mit $5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ gewählt. Der so berechnete Grundwasserzustrom zum See beträgt rd. 2.900.000 m^3/a (Tab. 4). Dieser Wert wurde vereinfachend auch bei der Beschreibung der Ausgangssituation angesetzt, obwohl der Grundwasserzustrom hier aufgrund des geringeren Grundwassergefälles geringer ausfällt.

Wasserbilanz

Tabelle 4 fasst die Auswirkungen des Sandabbaus auf die Wasserbilanz der Abbaufäche bzw. des Abbaugewässers 4 zusammen. Dargestellt sind der Grundwasserzustrom zum See, die Grundwasserneubildung und der Wasserverlust aufgrund der Sandentnahme. Angesetzt bei den Betrachtungen wurde jeweils die gesamte Wasserfläche des geplanten Sees.

Unter Berücksichtigung der Sandentnahme und der Mehrverdunstung steigt der Wasserverlust mit der Erweiterung des Abbaubereiches 4 von 112.000 m^3 (genehmigter Zustand) auf 122.000 m^3 (geplante Erweiterung). Dies entspricht zwischen 3,8 und 4,1 % der Summe aus Grundwasserzustrom und Grundwasserneubildung der betrachteten Fläche.

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass es aufgrund der im Vergleich zum Grundwasserzustrom und zur Grundwasserneubildung geringen Wasserverluste durch Spülverluste und Mehrverdunstung zu keiner Grundwasserabsenkung kommt, die im Hinblick auf die sonstigen Grundwasserspiegeländerungen relevant ist. Bei der Beschreibung der abbaubedingten Grundwasserspiegeländerungen wurden daher nur die Änderungen durch die horizontale Einregelung und die kurzfristigen Änderungen durch den Saugbaggereinsatz betrachtet (s. Abschn. 6.3).

Tabelle 4: Auswirkungen des Abbauvorhabens auf die Wasserbilanz der Abbaufäche

		Abbauabschnitt 4, genehmigte Größe		Abbauabschnitt 4 inkl. geplante Änderung und Erweiterung	
		Ausgangs- zustand	bei Erreichen max. Abbaufläche	Ausgangs- zustand	bei Erreichen max. Abbaufläche
Grundwasserzustrom zum See					
k _f Anstrombereich [m/s]		5 x 10 ⁻⁴			
hydraulisches Gefälle Grundwasser [-]		0,015			
Wassertiefe See [m]		24,5			
hydraulische Anstrombreite des Gewässers [m]		500			
Grundwasserzustrom [m³/a]		2.897.370			
Grundwasserneubildung					
Wasserfläche [m²]		115.000		170.000	
Niederschlag [mm/a]		836			
Evaporation bzw. Evapotranspiration [mm/a]		470	663	470	663
Grundwasserneubildung [mm/a]		366	173	366	173
Grundwasserneubildung [m³/a]		42.046	19.845	62.155	29.336
Wasserverlust durch Sandentnahme					
maximale Entnahme Sand Feststoff [m³/a]		0	-150.000	0	-150.000
Feststoff-Wasser Verhältnis [1:]		-	3	-	3
maximale Wasserentnahme [m³/a]		0	-450.000	0	-450.000
Spülverluste	[%]	-	20	-	20
	[m³/a]	0	-90.000	0	-90.000
Bilanz [m³/a]		2.939.416	2.827.215	2.959.525	2.836.706
Differenz zu Ausgangssituation	[m³/a]	-	-112.201	-	-122.819
	[%]	-	-3,8	-	-4,1

^aerhöhtes Gefälle im Anstrom aufgrund horizontaler Einregelung im Abbaugewässer (s. Abschn. 6.2)

6.2 Auswirkungen durch horizontale Einregelung

Mit der Freilegung des Grundwassers im Bereich des Bodenabbaus geht eine Abnahme des jetzigen Grundwassergefälles bis hin zu einem annähernd horizontalen Wasserspiegel einher (KOHM 1980, WROBEL 1980 a, b, Abb. 1). Diese horizontale Einregelung tritt erst nach vollständiger Freilegung der Wasseroberfläche in vollem Ausmaß auf.

Die horizontale Einregelung der Wasseroberfläche im Abbaugewässer bewirkt Grundwasserstandsänderungen sowohl an der Anstromseite (Grundwasserabsenkung) als auch an der Abstromseite (Grundwasseraufhöhung).

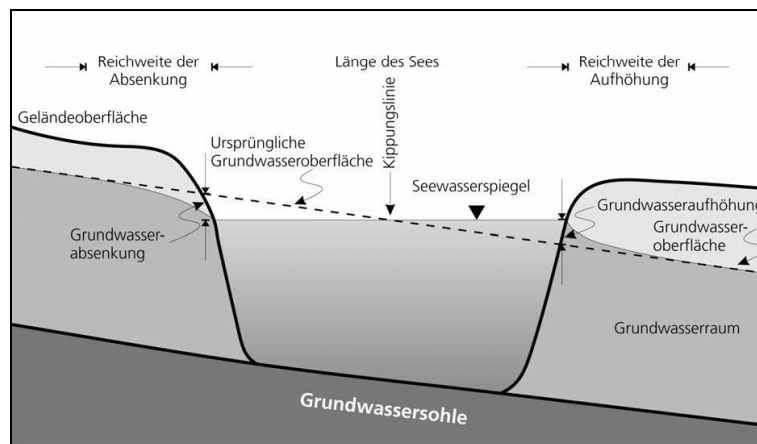


Abbildung 1: Schema - Baggersee mit Absenkung und Aufhöhung des Grundwassers sowie Reichweite der hydraulischen Auswirkungen (Quelle: ECKL, 2007)

Die Höhe dieser Grundwasserstandsänderung (h , in m) wird mit Hilfe des Grundwassergefälles (I , m/m) und der Länge des Stillgewässers in Richtung des Grundwassergefälles (L , in m) nach folgender Beziehung bestimmt:

$$h = 0,5 \cdot I \cdot L$$

Tabelle 5 zeigt die Berechnung der maximal möglichen Grundwasserstandsänderungen durch horizontale Einregelung des Wasserspiegels und die hieraus näherungsweise resultierenden Seewasserspiegelhöhen (ohne Einfluss Wasserentnahme durch Saugbagger und Verdunstung) für die betrachteten Abbauabschnitte. Die Berechnung erfolgte in Anlehnung an die oben genannte Formel als Mittelwert zwischen Grundwasserspiegel im Anstrom und Grundwasserspiegel im Abstrom. Die Werte wurden anhand der rekonstruierten Ausgangssituation gewählt (s. Abschn. 3.3).

Die Berechnung erfolgte für den genehmigten Zustand des Abbaugewässers 4 sowie die geplante Erweiterung. Zum einen wurde die horizontale Einregelung nur für das Abbaugewässer 4 allein berechnet. Als sog. Worst-Case-Szenario wurde zudem eine horizontale Einregelung über die gesamte Abbaustätte der Firma IHB hinweg berechnet. Hierbei wird angenommen, dass die einregelungsbedingten Grundwasserstandsänderungen zwischen den Abbauabschnitten 1 bis 4 ohne Einfluss der dazwischen verbleibenden Sande 1:1 übertragen werden. Tatsächlich sollte eine entsprechende Grundwasserspiegeländerung nicht auftreten, da u.a. durch den geplanten erhöhten Abstand zwischen Abbaugewässer 3 und 4 (s. Abschn. 4.2) eine deutliche Hemmung der gegenseitigen Beeinflussung der Gewässer auftreten sollte.

Die aufgrund der horizontalen Einregelung im erweiterten Abbauabschnitt 4 allein prognostizierte Seewasserspiegelhöhe beträgt 17,5 mNN. Hieraus resultiert im Grundwasseranstrom bzw. -abstrom eine Grundwasserabsenkung bzw. -aufhöhung von jeweils 1,50 m.

Geht man von einer uneingeschränkten horizontalen Einregelung über alle 4 Abbauabschnitte der Firma IHB hinweg aus, ergibt sich im erweiterten Abbauabschnitt 4 eine Seewasserspiegelhöhe von 18,25 mNN sowie eine Absenkung bzw. Aufhöhung des Grundwasserspiegels im Anstrom (Abbauabschnitt 1) bzw. Abstrom (Abbauabschnitt 4) von jeweils 2,25 m.

In beiden Fällen (horizontale Einregelung nur in Abbauabschnitt 4 / in den Abbauabschnitten 1 bis 4) erhöhen sich die abbaubedingten Grundwasserstandsänderungen im An- und Abstrom durch die beantragte Erweiterung des Abbauabschnittes 4 im Vergleich zur genehmigten Situation um 0,50 m, wenn der Seewasserspiegel nicht durch einen Überlauf reguliert wird.

Im Falle einer angenommenen uneingeschränkten horizontalen Einregelung über die Abbauabschnitte 1 bis 4 würde der Seewasserspiegel mittels des Überlaufes auf 18,10 mNN reguliert werden (s. Abschn. 4.2). Daher läge die tatsächliche Absenkung im Anstrombereich des erweiterten Abbauabschnittes 4 in diesem Fall bei 2,40 m, die Aufhöhung im Abstrombereich dagegen bei 2,10 m.

Es ist nicht auszuschließen, dass eine Kolmation der abstromseitigen Unterwasserböschungen der Abbaugewässer zu einer Verringerung der Wasserdurchlässigkeit führt. Dies kann aufgrund des hohen Grundwassergefälles zu einem Ansteigen des Seewasserspiegels bis auf oberhalb der in Tabelle 5 angegebenen Werte führen. Allerdings kann dies durch den Seeüberlauf im Abbaugewässer 4 ausgeglichen werden.

Das Grundwassergefälle in unmittelbarer Seenähe im Anstrombereich erhöht sich rechnerisch auf etwa 1,5 %, setzt man zusätzlich zum ungestörten Grundwassergefälle (0,45 %) die durch die horizontale Einregelung allein im Abbaugewässer 4 hervorgerufene Absenkung von 1,5 m und die maximale berechnete Reichweite dieser Absenkung nach WROBEL (1980) von 138 m an (s. Abschn. 6.3).

Tabelle 5: Aufgrund horizontaler Einregelung prognostizierte Seewasserspiegelhöhe und korrespondierende Änderung des Grundwasserspiegels im An- und Abstrombereich

Abbau- abschnitt	Horizontale Einregelung Wasserspiegel in	Überlauf ^a	Bereich	ungestörte mittlere Höhe Grund- wasserspiegel [mNN]	prognostizierte mittlere Höhe Seewas- serspiegel [mNN]	max. Änderung Grundwasser- spiegel [m]
4 genehmigte Planung	Abschnitt 4	ohne	Anstrom	19,0	18,00	-1,00
			Abstrom	17,0		+1,00
	Abschnitt 1 bis 4		Anstrom	20,5	18,75	-1,75
			Abstrom	17,0		+1,75
		mit	Anstrom	20,5	18,10	-2,40
			Abstrom	17,0		+1,10
4 geplante Änderung und Erweiterung	Abschnitt 4	ohne	Anstrom	19,0	17,50	-1,50
			Abstrom	16,0		+1,50
	Abschnitt 1 bis 4		Anstrom	20,5	18,25	-2,25
			Abstrom	16,0		+2,25
		mit	Anstrom	20,5	18,10	-2,40
			Abstrom	16,0		+2,10

^abei 18,10 mNN

6.3 Insgesamt zu erwartende Änderungen des Grundwasserspiegels und Reichweiten

Änderungen zu Beginn des Sandabbaus

Tabelle 6 zeigt die Reichweite der Grundwasserabsenkung, die durch die Grundwasserentnahme im Saugbaggerbetrieb verursacht wird. Diese beträgt 0,45 m, wenn der Saugbagger im Bereich des vorhandenen Teiches im Abbauabschnitt 4 eingesetzt wird (s. Abschn. 6.1). Die Reichweite beträgt bei der Berechnung nach SICHARDT (Formel a, s.u.) 30 m sowie bei der Berechnung nach KUSAKIN (Formel b, s.u.) 37 m. Diese Grundwasserabsenkung

reicht nicht über die Abbaustätte hinaus (s. Anlage 2).

Tabelle 6: Reichweite der Absenkung des Grundwasserstandes durch Saugbaggereinsatz am Abbaubeginn

Absenkung [m]	k_f [m/s]	Grundwasser-mächtigkeit [m]	Berechnung Reichweite	
			Methode	Wert [m]
0,45	5×10^{-4}	40	a)	30
			b)	37

Änderungen im Verlauf und nach Beendigung des Sandabbaus

Tabelle 7 zeigt die zu erwartenden Änderungen des Grundwasserspiegels und ihre berechneten Reichweiten für den genehmigten Zustand des Abbaugewässers 4, Tabelle 8 für den Zustand nach der beantragten Erweiterung und Änderung dieses Anschnittes. In Anlage 2 sind die maximalen berechneten Reichweiten der Grundwasserspiegeländerungen für die Situation nach der geplanten Erweiterung des Abbaus dargestellt. Als Basis für die Darstellung der Reichweite wurde die geplante mittlere Lage der Wasserlinie im Uferbereich angesetzt. Bei den Werten handelt es sich jeweils um Änderungen im Vergleich zum Ausgangszustand vor Beginn des Sandabbaus in der betrachteten Abbaustätte. Entsprechend der Ausführungen in Abschnitt 6.1 werden die Grundwasserabsenkungen durch Spülverluste und Mehrverdunstung aufgrund ihres vergleichsweise geringen Ausmaßes bei Erreichen der Gesamtgröße des Abbaugewässers nicht berücksichtigt. Betrachtet wurden vor allem die Änderungen durch die horizontale Einregelung. Zudem wurden im Falle der Absenkung im Anstrombereich die zusätzliche Absenkung durch die Wasserentnahme im laufenden Saugbaggerbetrieb berücksichtigt.

Die Reichweite der Grundwasserstandsänderungen wird mit folgenden Formeln berechnet:

a) SICHARDT (1928) (Reichweitenbestimmung von Vertikalbrunnen):

$$R = 3000 \cdot h \cdot \sqrt{k_f}$$

b) KUSAKIN (1977) (zitiert in HÖLTING, 1996):

$$R = 575 \cdot h \cdot \sqrt{k_f \cdot M}$$

c) WROBEL (1980):

$$R = 1500 \cdot h \cdot \sqrt{k_f} \cdot \log B$$

d) SICHARDT, modifiziert nach WROBEL (1980) für Abbaugewässer, R_{90} :

$$R_{90} = 650 \cdot h \cdot \sqrt{k_f} \cdot \log B$$

mit:

R	Reichweite [m]
R_{90}	Reichweite, in der 90 % der Grundwasserstandsänderung abgeklungen sind [m]
h	Absenkung bzw. Aufhöhung des Grundwasserspiegels [m]
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
B	Breite des Gewässers am oberstromigen Ufer [m]
M	Grundwassermächtigkeit [m]

Für den Anstrombereich des Abbauabschnittes 4 inkl. der geplanten Erweiterung ergibt sich die höchste Grundwasserabsenkung bei Annahme einer horizontalen Einregelung allein in diesem Abschnitt von zusammen 1,53 m (inkl. Erweiterung, Einregelung + Saugbaggereinsatz). Die berechnete Gesamtreichweite dieser Absenkung beträgt je nach verwendeter Ableitungsmethode zwischen 102 und 138 m. Die Entfernung ab der Uferlinie landeinwärts, in der diese Grundwasserabsenkung zu 90 % abgeklungen ist (R_{90}), beträgt nach WROBEL (1980) (Formel d) 60 m.

Die maximal mögliche Grundwasseraufhöhung im Abstrombereich des erweiterten Abbauabschnittes 4 beträgt bei Annahme einer uneingeschränkten horizontalen Einregelung über die Abbauabschnitte 1 bis 4 und der Vernachlässigung des Seeüberlaufes nach Erweiterung des Abschnittes 2,25 m. Die berechnete Gesamtreichweite dieser Absenkung beträgt je nach verwendeter Ableitungsmethode zwischen 68 und 106 m. Die Entfernung ab der Uferlinie landeinwärts, in der diese Grundwasserabsenkung zu 90 % abgeklungen ist (R_{90}), beträgt nach WROBEL (1980) (Formel d) 46 m. Die Verringerung der Reichweite der abstromseitigen Grundwasseraufhöhung durch die Gräben 1 und 2 (s. Abschn. 4.2) ist hierbei nicht berücksichtigt. Daher wird der durch die Aufhöhung beeinflusste Bereich in der Realität geringer ausfallen (vgl. Modell Schnitt A-A', Anlage 11.1).

Als Summe aus der Absenkung über den Seeüberlauf bis 18,10 mNN und durch den Saugbaggereinsatz ergibt sich für den Anstrom des Abbauabschnittes 1 bei Annahme einer uneingeschränkten Einregelung über die Abbauabschnitte 1 bis 4 nach Erweiterung des Abbauabschnittes 4 eine maximale Grundwasserabsenkung von 2,43 m. Die berechnete Gesamtreichweite dieser Absenkung beträgt je nach verwendeter Ableitungsmethode zwischen 163 und 256 m. Die Entfernung ab der Uferlinie landeinwärts, in der diese

Grundwasserabsenkung zu 90 % abgeklungen ist (R_{90}), beträgt nach WROBEL (1980) (Formel d) 111 m.

Tabelle 7: Reichweite der Absenkung des Grundwasserstandes im Anstrombereich sowie der Aufhöhung im Abstrombereich – genehmigte Planung

Abbauabschnitt	Horizontale Einregelung Wasserspiegel in	Überlauf ^a	Bereich	Aufhöhung / Absenkung [m]			Breite des Gewässers am oberstromigen Ufer [m]	k_f [m/s]	Grundwasser-mächtigkeit [m]	Berechnung Reichweite	
				durch horizontale Einregelung ^b	durch Sandentnahme ^c	ge-samt				Me-thode	Wert [m]
4, genehmigte Planung	Abschnitt 4	ohne	Anstrom	1,00	0,03	1,03	500	5,0E-04	40	a)	69
				1,00	0,03	1,03	500	5,0E-04	40	b)	83
				1,00	0,03	1,03	500	5,0E-04	40	c)	93
				1,00	0,03	1,03	500	5,0E-04	40	d)	40
			Abstrom	1,00		1,00	500	1,0E-04	40	a)	30
				1,00		1,00	500	1,0E-04	40	b)	36
				1,00		1,00	500	1,0E-04	40	c)	40
				1,00		1,00	500	1,0E-04	40	d)	18
	Abschnitt 1 bis 4	ohne	Anstrom	1,75	0,03	1,78	1100	5,0E-04	40	a)	119
				1,75	0,03	1,78	1100	5,0E-04	40	b)	144
				1,75	0,03	1,78	1100	5,0E-04	40	c)	181
				1,75	0,03	1,78	1100	5,0E-04	40	d)	79
			Abstrom	1,75		1,75	1100	1,0E-04	40	a)	53
				1,75		1,75	1100	1,0E-04	40	b)	64
				1,75		1,75	1100	1,0E-04	40	c)	80
				1,75		1,75	1100	1,0E-04	40	d)	35
		mit	Anstrom	2,40	0,03	2,43	1100	5,0E-04	40	a)	163
				2,40	0,03	2,43	1100	5,0E-04	40	b)	197
				2,40	0,03	2,43	1100	5,0E-04	40	c)	248
				2,40	0,03	2,43	1100	5,0E-04	40	d)	107
			Abstrom	1,10		1,10	1100	1,0E-04	40	a)	33
				1,10		1,10	1100	1,0E-04	40	b)	40
				1,10		1,10	1100	1,0E-04	40	c)	50
				1,10		1,10	1100	1,0E-04	40	d)	22

^a bei 18,10 mNN, ^b s. Abschnitt 6.2, ^c s. Abschnitt 6.1

Tabelle 8: Reichweite der Absenkung des Grundwasserstandes im Anstrombereich sowie der Aufhöhung im Abstrombereich – Planung inkl. Erweiterung Abbauabschnitt 4

Abbauabschnitt	Horizontale Einregelung Wasserspiegel in	Überlauf ^a	Bereich	Aufhöhung / Absenkung [m]			Breite des Gewässers am ober- stromigen Ufer [m]	k _f [m/s]	Grund- wasser- mächtig- keit [m]	Berechnung Reichweite	
				durch horizontale Einregelung ^b	durch Sandent- nahme ^c	ge- samt				Me- thode	Wert [m]
4. geplante Änderung und Erweiterung	Abschnitt 4	ohne	Anstrom	1,50	0,03	1,53	500	5,0E-04	40	a)	102
				1,50	0,03	1,53	500	5,0E-04	40	b)	124
				1,50	0,03	1,53	500	5,0E-04	40	c)	138
				1,50	0,03	1,53	500	5,0E-04	40	d)	60
			Abstrom	1,50	-	1,50	500	1,0E-04	40	a)	45
				1,50	-	1,50	500	1,0E-04	40	b)	55
				1,50	-	1,50	500	1,0E-04	40	c)	61
				1,50	-	1,50	500	1,0E-04	40	d)	26
	Anstrom		2,25	0,03	2,28	1400	5,0E-04	40	a)	153	
			2,25	0,03	2,28	1400	5,0E-04	40	b)	185	
			2,25	0,03	2,28	1400	5,0E-04	40	c)	240	
			2,25	0,03	2,28	1400	5,0E-04	40	d)	104	
	Abstrom		2,25	-	2,25	1400	1,0E-04	40	a)	68	
			2,25	-	2,25	1400	1,0E-04	40	b)	82	
			2,25	-	2,25	1400	1,0E-04	40	c)	106	
			2,25	-	2,25	1400	1,0E-04	40	d)	46	
	Abschnitt 1 bis 4	mit	Anstrom	2,40	0,03	2,43	1400	5,0E-04	40	a)	163
				2,40	0,03	2,43	1400	5,0E-04	40	b)	197
				2,40	0,03	2,43	1400	5,0E-04	40	c)	256
				2,40	0,03	2,43	1400	5,0E-04	40	d)	111
			Abstrom	2,10	-	2,10	1400	1,0E-04	40	a)	63
				2,10	-	2,10	1400	1,0E-04	40	b)	76
				2,10	-	2,10	1400	1,0E-04	40	c)	99
				2,10	-	2,10	1400	1,0E-04	40	d)	43

^abei 18,10 mNN, ^bs. Abschnitt 6.2, ^cs. Abschnitt 6.1

6.4 Modell Grundwasserströmungsfeld

Durch eine Simulation des Grundwasserströmungsfeldes sollte geprüft werden, wie die Abbaugewässer der Firma IHB mit den anderen Abbaugewässern des Gebietes interagieren (Anlage 11.2 bis 11.4). Die Simulation erfolgte mit dem Programm GGU SS-Flow 2D. Hierbei handelt es sich um die Fortführung und Anpassung der Simulation, welche schon im Rahmen der ersten Abbauerweiterung durchgeführt worden ist (s. Unterlage 5, Tab. 1). Aufgrund der Vergrößerung der Abbaustätten sowie aufgrund von Daten neuer Grundwassermessstellen wurden das Modellgebiet vergrößert und die Randbedingungen neu definiert. Weiterhin wurde der im Nordosten des Untersuchungsgebietes liegende Abbau der Firma Kwade einbezogen.

Vereinfachend wurden bei den Simulationsrechnungen die in Tabelle 9 dargestellten Annahmen vorausgesetzt. Für die anstehenden Sande wurde ein k_f -Wert von 4×10^{-4} m/s festgelegt, für die Abbaugewässer abweichend von vorangehenden Simulationsrechnungen (s. Unterlage 5, Tab. 1) ein Wert von 1×10^{-1} m/s. Hierbei ist zu beachten, dass die Wahl des k_f -Wertes für die anstehenden Sande im Modell einen wesentlich geringeren Einfluss auf die simulierten Reichweiten der Grundwasserstandsänderungen hat als bei in Abschnitt 6.3 verwendeten Berechnungsformeln. Die Sohle des oberen Grundwasserleiters wurde bei -30 mNN angesetzt.

Die Geländehöhen wurden in Form eines digitalen Geländemodells aus dem ATKIS in das Modell importiert. Hierbei handelt es sich um Daten, die mittels Überfliegung sowie z.T. mittels terrestrischen Messungen und weiterer Verfahren gewonnen worden sind. Die Ungenauigkeit liegt hier i.d.R. bei <0,5 m. Lokal können auch höhere Ungenauigkeiten auftreten. Es wurde ein Rasterabstand zwischen den Höhenpunkten von 25 x 25 m gewählt.

Als Randbedingung wurden am nördlichen, östlichen, südöstlichen und nordwestlichen Rand des Modellgebietes die Grundwasserspiegelhöhen so gewählt, dass die entsprechend der Grundwassergleichenpläne aus Unterlage 1 (Tab. 1) und für 2008/2009 (Anlage 6.1) festgelegte Ausgangssituation möglichst gut abgebildet wird. Im Südosten wurden aufgrund der hier zu vermutenden Grundwasserscheide die Potenziale nicht am Rand des Modellgebietes, sondern an den Grundwassermessstellen GWM 1, GWM 2 und GWM 5 und 7 (Fa. IHB) angesetzt. Zudem wurde hier der Wasserspiegel des alten Abbaugewässers der Firma IHB mit 20,0 mNN als Potenzialrand angesetzt. Im Osten des Modellgebietes wurde weiterhin der Wasserspiegel des Abbaugewässers der Firma Infracom mit 16,5 mNN als Potenzialrand festgelegt.

Anlage 11.2.1 zeigt die simulierte Ausgangssituation, bei der nur die im Modellgebiet schon vorhandenen älteren Abbaugewässer berücksichtigt worden sind (Phase I). Insgesamt stimmt

das Modell relativ gut mit den Grundwassergleichenplänen überein. Stellenweise kommt es jedoch zu gewissen Abweichungen. Im Südosten des Modellgebietes liegt dies an der hohen räumlichen Variabilität der Grundwasserstände und der auftretenden Bodenarten in der gesättigten Zone der hier vorliegenden Stauchendmoräne. Weiterhin wurde die Grundwasserabsenkung von Entwässerungsgräben, welche vor allem im Norden und im Osten des Untersuchungsgebietes zu einer wesentlichen Grundwasserabsenkung führen, nicht berücksichtigt. Die simulierten Grundwasserspiegelhöhen liegen hier z.T. über den tatsächlichen Spiegelhöhen, so dass simulierte Grundwasserabsenkungen im Modell höher ausfallen können als in der Realität möglich (z.B. Bereich Abbau Kwade).

Tabelle 9: Eingangsdaten Simulationsmodell

Gesättigte Wasserleitfähigkeit k_f [m/s]	Sande	4×10^{-4}
	Abbaugewässer	1×10^{-1}
Höhe Unterkante oberer Grundwasserleiter [mNN]		-30
Geländehöhe [mNN]		DGM ATKIS (25x25 m)

Die Anlagen 11.2.2 bis 11.2.4 zeigen die simulierten Grundwasserspiegelhöhen für den Zustand nach der Fertigstellung der neuen Abbauten der Firmen Smals IKW B. V., IHB, Liesen und Kwade, differenziert nach den Abbauplanungen vor 2008, 2008 und 2014 (Phase II, III, IV). Die Simulation der abbaubedingten Änderungen erfolgte durch die Erhöhung des k_f -Wertes im Bereich dieser Abbaugewässer von 4×10^{-4} m/s auf 1×10^{-1} m/s. Die Randbedingungen der simulierten Ausgangssituation wurden beibehalten (s.o.). Im Falle der Abbaugewässer der Firmen Smals IKW B. V. und Liesen wurden für die Planungsstände 2008 und 2014 ergänzend Seewasserspiegelhöhen entsprechend der Höhe der Seeüberläufe von 15,2 bzw. 16,9 mNN als Potenzialrand angesetzt.

Die Erhöhung des k_f -Wertes auf 1×10^{-1} m/s erfolgte im 2D-Modell jeweils für die gesamte Fläche des Abbaugewässers, wobei die Gewässermorphologie unberücksichtigt bleiben musste. Tatsächlich nehmen die Abstände unter den Abbaugewässern aufgrund der i.d.R. rel. gering geneigten Unterwasserböschungen mit der Tiefe zu. Die vom Modell prognostizierte gegenseitige Beeinflussung kann daher in der Realität durch mit der Tiefe zunehmende Abstände geringer ausfallen als im Modell. Die Möglichkeit eines solchen Effektes wurde schon im Rahmen einer Ergänzenden Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gesamtgutachten durch eine Modellierung im Querschnitt geprüft und konnte jedoch für die Abbauten IHB und Liesen nicht bestätigt werden (s. Unterlage 3, Tab. 1).

Die Anlagen 11.3.1 bis 11.3.6 zeigen die Änderungen durch die o.g. Abbauten und deren Erweiterungen als Differenz der Grundwasserspiegelhöhen aus den Anlagen 11.2.

Das Modell prognostiziert für den erweiterten Abbauabschnitt 4 der Firma IHB eine Seewasserspiegelhöhe von 17,0 mNN (Phase IV, Anlage 11.2.4). Hieraus resultieren eine Grundwasserabsenkung im Anstrom von 2,0 und eine Grundwasseraufhöhung im Abstrom von 1,0 m. Laut Modell führt die Erweiterung des Abauabschnittes 4 zu einer Absenkung des Seewasserspiegels in diesem Gewässer von nur etwa 0,20 m (Anlage 11.3.6).

Die durch die Verlängerung des Abbauabschnittes verursachte abstromseitige Grundwasseraufhöhung von 1,0 m klingt im Modell bis zu den angrenzenden Flächen auf Werte etwa $<0,60$ m ab (Anlage 11.3.6). Allerdings ist hierbei die abpufferende Wirkung des neu zwischen Abbaugewässer und Grenze der Abbaustätte zu errichten Graben 2 nicht berücksichtigt.

Die Seewasserspiegelhöhe im Modell liegt unter der aus der horizontalen Kippung abgeleiteten Seewasserspiegelhöhe von 17,5 bzw. 18,25 mNN (s. Abschn. 6.2). Die Ursache für diesen Befund ist die gegenseitige Beeinflussung der Abbaugewässer der Firmen Liesen und Smals, die im Modell zu einer Absenkung des Seewasserspiegels im Abbauabschnitt 1 der Firma IHB bis auf 17,4 mNN führt. Entsprechend fallen die anstromseitigen Grundwasserabsenkungen mit maximal $>3,5$ mNN im Bereich des Abbauabschnittes 1 im Modell deutlich höher aus, als allein auf Grundlage der horizontalen Einregelung der Wasserfläche im Abbaugewässer selbst zu erwarten wäre.

Es ist möglich, dass diese vom Modell prognostizierte gegenseitige Beeinflussung der Abbaugewässer später durch eine Kolmation der abstromseitig gelegenen Unterwasserböschung gehemmt wird. In diesem Fall würde der Seewasserspiegel im Abbauabschnitt 1 ansteigen. Dies kann auch im betrachteten Abbauabschnitt 4 zu einer Aufhöhung des Seewasserspiegels führen.

6.5 Prognostizierte Grundwasserflurabstände

Tabelle 10 zeigt die auf Grundlage der prognostizierten mittleren Seewasserspiegelhöhen (s. Tab. 5) abgeleiteten mittleren Grundwasserflurabstände in Ufernähe des erweiterten Abbauabschnittes 4. Bei den angegebenen Werten ist zu beachten, dass mit einer maximalen Amplitude des Seewasser- bzw. Grundwasserspiegels von etwa 2,00 m gerechnet werden kann, so dass die angegebenen Werte um ca. 1,0 m unter- bzw. überschritten werden können.

Tabelle 10: Prognostizierter mittlerer See- / Grundwasserspiegel und Grundwasserflurabstand – Abbauabschnitt 4

	Berechnung horizontale Einregelung nur Abschnitt 4 ^a	Berechnung horizontale Einregelung Abschnitt 1-4 ^a	Grundwasser- modell ^b
Abstrom Abbauabschnitt 4			
Geländehöhe [mNN]	<17,0 – 18,0		
Höhe Grundwasserspiegel [mNN]			
Ausgangszustand	16,0		
nach Herstellung Abbaugewässer	17,5	18,25	17,0
Grundwasserflurabstand [m]			
Ausgangszustand	<1,0 – 2,0		
nach Herstellung Abbaugewässer	<0 – 0,5	<0	<0 – 1,0
Anstrom Abbauabschnitt 4			
Geländehöhe [mNN]	22 - 24		
Höhe Grundwasserspiegel [mNN]			
Ausgangszustand	19,0		
nach Herstellung Abbaugewässer	17,5	18,25	17,0
Grundwasserflurabstand [m]			
Ausgangszustand	3,0 – 5,0		
nach Herstellung Abbaugewässer	4,5 – 6,5	3,75 – 5,75	5,0 – 7,0

^as. Abschn. 6.2, ^bs. Abschnitt 6.4,

Im Anstrombereich des Abbauabschnittes 4 (inkl. geplante Erweiterung) lagen vor den Abbautätigkeiten mittlere Grundwasserflurabstände zwischen <1,0 und 2,0 m vor. Durch horizontale Einregelung des Seewasserspiegels in dem erweiterten Abbaugewässer 4 werden diese sich auf 1,0 bis <0 verringern. Eine Überflutung bzw. starke Vernässung der Flächen wäre damit wahrscheinlich. Aus diesem Grund sollen die ufernahen Bereiche innerhalb der Abbaustätte auf mind. etwa 19,0 mNN erhöht werden. Weitere Maßnahmen sollen als problematische zu bewertende Vernässungen auf Flächen außerhalb der Abbaustätte

verhindern (s. Abschn. 4.2).

Im Anstrombereich des Abbaugewässers 4 kann sich der mittlere Grundwasserflurabstand durch die horizontale Einregelung des Wasserspiegels im erweiterten Abbauabschnitt 4 von 3,0 bis 5,0 m auf mögliche Werte von 3,75 bis 7,0 m erhöhen.

Tabelle 11 zeigt die abgeleiteten mittleren Grundwasserflurabstände im ufernahen Anstrombereich des Abbauabschnittes 1, welche möglicherweise durch die geplante Erweiterung des Abbauabschnittes 4 beeinflusst werden. Bei Annahme einer horizontalen Einregelung über die Abbaugewässer 1 bis 4 der Firma IHB bzw. bei einer Berücksichtigung der wechselseitigen Beeinflussung zwischen allen Abbaugewässern (IHB und Liesen) im Modell kann sich der mittlere Grundwasserflurabstand von 3,5 bis 4,5 m auf mögliche Werte zwischen 5,75 und 7,6 m erhöhen.

Tabelle 11: Prognostizierter mittlerer See- / Grundwasserspiegel und Grundwasserflurabstand – Abbauabschnitt 1

	Berechnung horizontale Einregelung Abschnitt 1-4 ^a	Grundwasser- modell ^b
Anstrom Abbauabschnitt 1		
Geländehöhe [mNN]	24 – 25	
Höhe Grundwasserspiegel [mNN]		
Ausgangszustand	20,5	
nach Herstellung Abbaugewässer	18,25	17,4
Grundwasserflurabstand [m]		
Ausgangszustand	3,5 – 4,5	
nach Herstellung Abbaugewässer	5,75 – 6,75	6,6 – 7,6

^as. Abschn. 6.2, ^bs. Abschnitt 6.4,

Für die im Bereich der beschriebenen Grundwasserabsenkungen stellenweise vorliegenden jungen Gehölzstrukturen kann nach MÜLLER & WALDECK (2011) eine effektive Durchwurzelungstiefe zwischen etwa 0,6 und 1,1 m angenommen werden. Bei tiefwurzelnenden alten Baumbeständen können Werte bis 1,5 m erreicht werden. Andere auf den angrenzenden Flächen vorliegende Vegetationstypen bzw. Nutzungen weisen geringere effektive Durchwurzelungstiefen auf.

Im Anstrombereich der Gewässer können entsprechend der Ausführungen in Abschnitt 3.2 Fein-, Mittel- oder Grobsande, z.T. in kleinräumigem Wechsel vorliegen. Setzt man auf der

sicheren Seite liegend die kapillare Aufstiegshöhe bei einer kapillaren Aufstiegsrate von 0,3 mm/d nach MÜLLER & WALDECK (2011) für Feinsand an, ergibt sich eine kapillare Aufstiegshöhe von 1,7 m.

Der Grenzflurabstand, bis zu dem das Grundwasser noch einen Einfluss auf die Wasserversorgung der Vegetation hat, beträgt entsprechend maximal 3,2 m bei alten Baumbeständen. Die prognostizierten Grundwasserabsenkungen im Anstrombereich der Abbaubabschnitte 1 und 4 haben entsprechend allenfalls eine sehr geringe Auswirkung auf die Wasserversorgung der Vegetation.

Die Aussagen aus Tabelle 10 und 11 gelten jedoch nur für den Bereich unmittelbar am Abbaugewässer. Im weiteren ausgedehnten anstromseitigen Absenkungsbereich ergibt sich stellenweise aufgrund geringerer Änderungsbeträge des Grundwasserspiegels bzw. abweichender Geländehöhen und Bodenarten eine anders zu bewertende Situation (s. Bodengutachten, Unterlage 5, Tab. 1). Dieser Sachverhalt wird in einem gesonderten Bericht zur bodenkundlichen Beweissicherung erläutert.

7 Auswirkungen auf die Grundwasserqualität

Der Ausgangszustand des Grundwassers im Bereich der betrachteten Abbaustätte ist durch Grundwasseranalysen an Proben nachgewiesen worden, die im Frühjahr 2011 aus den Grundwassermessstellen GWM 11 und 12 (IHB) sowie Br 12 (Liesen) nachgewiesen worden (s. Stellungnahme zum Ausgangszustand der Grundwasserqualität, Unterlage 4, Tab. 1). Hierbei wurden z.T. geringfügig gegenüber den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TRINKWV, 2001) und den Geringfügigkeitsschwellenwerten der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2004) erhöhte Konzentration an Arsen, Chrom, Eisen, Mangan, Aluminium und Ammonium. Dieser Befund kann durch geogene Ursachen zusammen mit reduzierenden Verhältnissen im beprobten Aquifer hervorgerufen werden. Letztere stehen evtl. mit den zahlreichen kleineren Abbaugewässern im Bereich und südlich der Abbaustätte der Firma IHB in Verbindung, wenn sich in diesen durch hohe Einträge organischer Substanz Faulschlämme ausbilden. Auch ein Einfluss der in weniger als 1 km Entfernung liegenden Zentraldeponie Wilsum I ist nicht auszuschließen. Einschränkungen für die geplante Abbauerweiterung ergeben sich jedoch hieraus nicht, zumal die Grund- und Seewasserqualität wie im Folgenden erläutert im Rahmen eines Monitoringprogramms beobachtet werden soll (s. Abschn. 9.2).

Eine Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit ist zum einen aufgrund des direkten

Eintrages von Nähr- und Schadstoffen in den offengelegten Bereichen möglich. Zum anderen können biologische und chemische Prozesse im Laufe der Gewässerentwicklung einen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit haben. Verringert werden kann eine wechselseitige Beeinflussung von Abbaugewässer und Grundwasser durch den Prozess der Selbstabdichtung (Kolmation), der verstärkt am abstromseitigen Ufer auftritt.

Die chemische und ökologische Entwicklung in einem neu angelegten Stillgewässer ist verschiedentlich beschrieben worden (BANOUB 1980, HAMM 1975, 1998, SCHMITZ 1980, WACHS 1975, ZIMMERMANN 1991) und verläuft im Wesentlichen in folgenden Schritten:

In dem neu entstandenen Gewässer breiten sich schwebende Algen aus, welche Biomasse aus anorganischen Stoffen unter Ausnutzung der Lichtenergie produzieren (Photosynthese). Auf dieser Nahrungsgrundlage bilden sich langfristig aquatische Lebensgemeinschaften (Zooplankton, am Grund lebende Pflanzen, Kleinkrebse, später Fische und Wasservögel). Diese verbrauchen die produzierte Biomasse; ihre Ausscheidungen werden von Pilzen und Bakterien abgebaut (mineralisiert).

Typisch für die Entwicklung eines Stillgewässers ist eine jahreszeitlich wechselnde Schichtung hinsichtlich Temperatur, Sauerstoffsättigung und Leitfähigkeit. Die Schichtung ist im Sommer stark ausgeprägt, wenn sich die sauerstoffreiche, 4 bis 10 m starke Oberflächenschicht (Nährschicht/Epilimnion) erwärmt. Diese wird durch eine Zwischenschicht (Sprungschicht/Metalimnion) von der sauerstoffarmen, kühleren Tiefenschicht (Zehrschicht/Hypolimnion) getrennt. Im Herbst kühlt die Schichtung durch Absinken des erkaltenden Oberflächenwassers ab, im Winter verliert sie vollständig ihre Wirksamkeit. In Abhängigkeit der Gewässermorphologie kann es zur Ausbildung von Tiefenbereichen kommen, die nicht von dieser Durchmischung erfasst werden. Man spricht von einer Meromixis (s.u.).

Unabhängig von der Schichtung kommt es langfristig zu einer Nährstoffanreicherung im Wasserkörper durch Zufuhr u.a. von Stickstoff (N), Phosphor (P) und organischer Substanz (Eutrophierung). Die Zufuhr erfolgt durch Oberflächenwasser-Eintrag sowie die trockene und nasse, luftbürtige Deposition. Die Eutrophierung ist mit verstärkter Entwicklung von pflanzlichen Schwebeteilchen (Phytoplankton, Wasserblüten) und höheren Wasserpflanzen (Verkrautung) sowie mit Anstieg des chemischen und biochemischen Sauerstoffbedarfs (CSB, BSB) verbunden. Dabei werden langfristig mehrere Trophiestufen (‘nährstoffarm‘ bis ‘nährstoffüberfrachtet‘) durchlaufen.

Im Zuge der Eutrophierung sinkt der Sauerstoffgehalt und es kann zur Ausbildung anaerober (sauerstofffreier) Zonen kommen. Dieses gilt vor allem für durchmischungsfreie Perioden oder

durchmischungsfreie Tiefenbereiche. Bei ehemals nitratbelasteten Grundwässern kann es dabei mit abnehmendem Sauerstoffgehalt und steigender Verfügbarkeit von organischer Substanz zum Nitratabbau durch Reduktion (Denitrifikation) kommen. Gleichzeitig tritt Ammonium als vorwiegende Stickstoffform auf. Phosphor wird durch reduktive Prozesse am Gewässergrund in Lösung gebracht.

Bei großer Tiefe des Baggersees kann es zur Ausbildung durchmischungsfreier Zonen, der sogenannten Meromixis, kommen. Tiefere Bereiche des Baggersees werden dabei nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt, so dass es zu negativen Auswirkungen auf die chemische Qualität des Oberflächen-, aber auch des Grundwassers durch anaerobe Prozesse kommen kann.

Die Gefahr einer Meromixis kann durch die ‚Reduzierte Tiefe‘ beschrieben werden. Die Formel beschreibt das Verhältnis der maximalen Tiefe eines Sees zur 4. Wurzel der Seefläche:

$$\text{Reduzierte Tiefe} = \frac{T_{\max}}{\sqrt[4]{A_O}}$$

mit:

$T_{\max}$ = maximale Wassertiefe des Sees [m]

A_O = Seeoberfläche [m²]

Die Einstufung der Meromixisgefahr erfolgt nach der ‚Reduzierten Tiefe‘ differenziert in gering (<1,5), mittel (1,5 – 2,0) und hoch (>2,0) (LUBW 2005). Hohe Werte treten häufig bei kleinflächigen, tiefen Baggerseen auf.

Die maximale Wassertiefe des geplanten Abbaugewässers wird etwa 24,5 m betragen, die Oberfläche des Abbaugewässers rd. 17 ha (s. Tab. 2). Daraus resultiert eine reduzierte Tiefe von 1,2. Das Auftreten durchmischungsfreier Bereiche und somit meromiktischer Verhältnisse ist demnach nach LUBW (2005) als gering zu bewerten. Ein negativer Einfluss auf das Grundwasser durch anaerobe Prozesse im Gewässer ist demnach unwahrscheinlich, sollte jedoch im Rahmen der Beweissicherung (s. Abschn. 9.2) geprüft werden.

Um einen Direkteintrag von Schadstoffen in das Abbaugewässer bzw. das Grundwasser zu verhindern, sind bei der Organisation der Betriebsabläufe im Bereich der technischen Anlagen

betriebliche und technische Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Einkapselung oder Abdichtung von Behältern und Lagerplätzen für wassergefährdende Stoffe gegen den Untergrund
- Bevorratung wassergefährdender Stoffe nur nach Bedarf für einen begrenzten Zeitraum
- Geräte für Sofortmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen vorhalten (Pumpen, Absaugvorrichtungen, Ölbinder).

Aufgrund der im Grundwasseranstrom des Abbaugewässers vorherrschenden nordöstlichen Grundwasserfließrichtung ist nicht auszuschließen, dass die beiden im Südwesten liegenden Altlastenverdachtsflächen (Zentraldeponie Wilsum I und Fläche Wilsum Steinberg, s. Abschn. 2.2) einen Einfluss auf die Wasserqualität im Abbaugewässer haben können. Mögliche Einflüsse werden zudem im Rahmen der laufenden Beweissicherung der Grundwasserqualität (s. Abschn. 9.2) erfasst.

8 Auswirkungen auf Oberflächengewässer

Gräben

Die betrachtete Abbaustätte gehört schon im aktuellen Zustand zum oberirdischen Einzugsgebiet des Brennergrabens, welcher von den durch das Abbaugebiet verlaufenden Entwässerungsgräben gespeist wird und nordöstliche des Abbaugebietes in die Vechte mündet (s. Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gesamtgutachten, Unterlage 2, Tab. 1). Hieran ändern die geplante Erweiterung des Abbauabschnittes 4 der Firma IHB und die Einrichtung des Grabens 2 nichts. Durch die Seeüberläufe an den Abbaugewässern der Firmen Liesen, Smals und IHB sowie durch die abbaubedingten Grundwasseraufhöhungen im Abstrombereich kann sich der Spitzenabfluss in dem Grabensystem stellenweise erhöhen. Gleichzeitig kann sich in Trockenperioden durch die Mehrverdunstung im Zuge der Abbauerweiterung der Abfluss verringern (s. Stellungnahme zum Hydrogeologischen Gesamtgutachten, Unterlage 2, Tab. 1).

Durch die Erweiterung des Abbauabschnittes 4 der Firma IHB wird sich im Vergleich zum genehmigten Zustand der Seewasserspiegel auf einer niedrigeren Höhe einstellen (s. Abschn. 6.2). Gleichzeitig soll der Seeüberlauf, welcher mit einer Höhe von 18,10 mNN genehmigt ist, nicht tiefer gelegt werden (s. Abschn. 4.2). Daher wird sich der Zufluss zum Graben 1 (s. Anlage 2) über den Seeüberlauf deutlich verringern. Das Grundwasserströmungsmodell weist sogar

darauf hin, dass evtl. nach der Erweiterung kein Abfluss über den Seeüberlauf mehr stattfinden wird (s. Abschn. 6.4). Dagegen wird sich der Zufluss zum Graben 1 zu einem zeitverzögerten Abfluss über den geplanten Graben 2 verschieben, was voraussichtlich zu einer Abminderung von Abflussspitzen im Vergleich zur genehmigten Situation führen wird.

Der maximal mögliche Abfluss über den Seeüberlauf in den Graben 1 kann überschlägig aus einer Hochwasserabflussspende von 2,5 l/s/ha und der Wasserfläche im Abbauabschnitt von rd. 17 ha abgeschätzt werden. Er beträgt rd. 43 l/s. Dieser Abfluss sollte schon bei der Bemessung der Dimensionierung des Grabens 1 berücksichtigt worden sein, zumal der Abbauabschnitt 4 schon zuvor annähernd vollständig im Einzugsgebiet dieses Grabens lag.

Die direkte Einleitung in den Graben über den Seeüberlauf erfolgt gedrosselt über eine DN 200-Rohrleitung mit einem Gefälle von 0,5 %, deren Unterkante im Bereich des Sees bei 18,10 mNN liegt. Anlage 10 zeigt die hydraulische Bemessung des Seeüberlaufes. Laut der in Abschnitt 6 gezeigten Berechnungen wäre im Abbaugewässer 4 durch die horizontale Einregelung des Wasserspiegels unter ungünstigen Umständen ein maximaler mittlerer Seewasserspiegel von 18,25 mNN zu erwarten. Bei einer kontinuierlichen Einregelung des auf 18,10 mNN ist daher auch temporär bei Starkniederschlagsereignissen nicht mit einer wesentlichen Überstauung der Rohrleitung zu rechnen. Daher wurde der Abfluss durch den Seeüberlauf nach dem Ansatz von PRANDTL-COLEBROOK für eine vollgefüllte Freispiegelleitung berechnet. Hieraus ergibt sich eine mögliche Einleitung in den Graben 1 von 25 l/s.

Der berechnete Abfluss über die als Seeüberlauf genutzte Rohrleitung liegt unter dem Bemessungsabfluss aus dem Abbauabschnitt 4 bei Hochwasserabflussspende. Daher kann temporär durch den nicht abgeführten Zufluss von Grund- und Niederschlagswasser der Seewasserspiegel leicht aufgehört werden. Bei der Größe des Abbaugewässers von 17 ha entsteht hieraus jedoch wie bei der Berechnung angenommen nur eine Aufhöhung von <10 cm. Hieraus resultiert weder eine wesentliche Änderung der berechneten Abflüsse, noch eine Überflutung angrenzender Flächen.

Angrenzende Abbaugewässer

Die aneinandergrenzenden Abbaugewässer der Firmen Liesen und IHB beeinflussen sich gegenseitig (s. Abschn. 6). Dies gilt laut Grundwasserströmungsmodell vor allem für den Abbauabschnitt 1 und weniger für den Abbauabschnitt 4 (s. Abschn. 6.4). Diese Beeinflussung wird durch die geplante zweite Erweiterung nicht in relevantem Maße zunehmen. Die durch das Modell pronostizierte Grundwasserabsenkung durch das Abbaugewässer der Firma Liesen im

Bereich des Abbauabschnittes 1, welche sich bis zum Abbauabschnitt 4 auswirken kann, wird erst in vollem Umfang auftreten, wenn beide Gewässer weitestgehend vollständig hergestellt sind. Dies ist bei der Planung des Schutzes der an den Abbauabschnitt 4 angrenzenden Flächen vor Überflutung und Vernässung zu berücksichtigen (s. Abschn. 4.2).

9 Konzept für ein Beweissicherungsprogramm

9.1 Monitoring des Grund- und Seewasserspiegels

Für eine Beweissicherung im Hinblick auf die Änderung des Grundwasserspiegels im Bereich der an die Abbaufäche angrenzenden Flächen wird empfohlen, die Wasserstände in allen vorhandenen Messstellen sowie in neuen Grundwassermessstellen mindestens monatlich aufzuzeichnen. Weiterhin sollte der Seewasserspiegel monatlich über eine Pegellatte eingemessen werden. Die Daten sind auszuwerten und jährlich der Genehmigungsbehörde vorzulegen.

Zur Ergänzung des Messnetzes wird im Hinblick auf die Erfassung von Auswirkungen durch die Abbauerweiterung Richtungen Osten die Einrichtung von zwei neuen flachen Grundwassermessstellen an dem in Anlage 2 dargestellten Standort empfohlen. Im Hinblick auf diesen Zweck reichen flache Messstellen mit einer Tiefe von etwa 5 m aus.

Mit der geplanten flachen Messstelle GWM F9 soll zusammen mit der bis 25 m unter GOK verfilterten Messstelle GWM 10 eine Doppelmessstelle entstehen, um an diesem Standort Potenzialunterschiede zwischen tiefem und flachem Grundwasser erfassen zu können.

9.2 Monitoring der See- und Grundwasserqualität

Für das Monitoring der Grundwasserqualität wird vorgeschlagen, mindestens aus den Messstellen GWM 11, GWM 12 (IHB) und Br 12 sowie aus dem Abbaugewässer jährlich gemäß DIN 38402 eine Wasserprobe zu entnehmen. Bei auftretenden Auffälligkeiten hinsichtlich der Wasserqualität sind ggf. weitere Messstellen in die Beprobung einzubeziehen. Die Wasserproben sollten mindestens auf die in Tabelle 12 angeführten Parameter untersucht werden.

Zeigen die gemessenen Werte der ausgewählten Parameter Auffälligkeiten, ist nach Rücksprache mit einem Sachverständigen ggf. der Untersuchungsumfang zu erhöhen. Ergeben

sich aus den durchgeführten Analysen Hinweise auf die Ausbildung sauerstofffreier, reduzierender Verhältnisse am Grund der Abbaugewässer, sollten Tiefenprofile der Temperatur, des Sauerstoffgehaltes, des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit in Tiefenabständen von jeweils einem Meter gemessen werden. Die Daten sind auszuwerten und jährlich der zuständigen Genehmigungsbehörde vorzulegen.

Tabelle 12: Empfohlenes Beweissicherungsprogramm Grund- und Seewasserqualität

Parameter	Messintervall
<i>Vor-Ort:</i>	
Farbe, Trübung, Geruch, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH, Sauerstoff	jährlich
<i>Labor:</i>	
DOC, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Chlorid, Sulfat, Phosphat, Eisen, Mangan, Mineralölkohlenwasserstoffe	jährlich
Hydrogencarbonat, Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink AOX, PAK, Phenolindex	alle 2 Jahre ^a

^abei Auffälligkeiten ggf. häufiger

10 Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten werden die möglichen Auswirkungen der Erweiterung des Nassabbaus von Sanden und Kiesen der Firma IHB Quarzwerke GmbH in Hoogstede im OT Gölenkamp auf den Grundwasserspiegel und die Grundwasserqualität in Form der Fortschreibung des Hydrogeologischen Gesamtgutachtens für das gesamte Abbaugebiet erörtert.

Aufgrund der hohen vorliegenden Potenzialunterschiede im oberen Grundwasserleiter sowie der komplexen und daher nicht eindeutig zu prognostizierenden Beeinflussung der Gewässer untereinander kann die zukünftige Seewasserspiegelhöhe im zu erweiternden Abbaubereich 4 nicht eindeutig festgelegt werden. Auf Grundlage der Prognosemethoden scheinen Seewasserspiegelhöhen zwischen 17,0 mNN (Grundwassermodell) und 18,25 mNN (Berechnungsformeln, Worst-case-Szenario) möglich.

Durch die Erweiterung des Abbaus im Bereich des östlich gelegenen Abbaubereiches 4 wird für den Grundwasseranstrom eine Absenkung des Grundwasserspiegels prognostiziert, die je nach gewählter Ableitungsmethode (Berechnungsformel, Grundwassermodell) zwischen 0,20 und 0,50 m über die Auswirkungen des genehmigten Abbaugewässers hinaus geht.

Durch die Verlagerung des Bodenabbaus in Richtung von Bereichen mit niedrigeren Grundwasserspiegellagen östlich der Abbaustätte wird es im Abstrom des Abbaugewässers 4 zu einer Grundwasseraufhöhung kommen, die je nach Prognosemethode zwischen 1,0 m (Grundwassermodell) bis 2,25 m (Berechnungsformeln, Worst-case-Szenario) betragen kann. Diese würde aufgrund der hier vorliegenden Geländehöhe von z.T. <17 mNN zu einer Überflutung bzw. Vernässung der Flächen führen.

Auf eine Absenkung des See- bzw. Grundwasserspiegels zum Schutz angrenzender Flächen bis unter das genehmigte Maß (18,10 mNN) soll im Hinblick auf die ohnehin hohen Reichweiten der abaubedingten Grundwasserabsenkungen verzichtet werden. Um hier Überflutungen und relevante Vernässungen zu vermeiden, soll das Abbaugewässer von der Grenze der Abbaustätte im Abstrombereich einen Sicherheitsabstand von mind. 40 m eingehalten. Die Abbaustätte wird im Bereich dieses Sicherheitsstreifens auf etwa 19,0 mNN aufgehöhht. Weiterhin soll die Lage des Abbaubereiches 4 so angepasst werden, dass eine Grundwasseraufhöhung durch die wechselseitige Beeinflussung mit den Abbaubereichen 1 bis 3 deutlich reduziert wird. Zudem soll im Osten des Abbaubereiches ein neuer Entwässerungsgraben eingerichtet werden, der maximale Seewasserstände abpuffert.

Es wird empfohlen den genehmigten Seeüberlauf im Abbauabschnitt 4 weiter beizubehalten, um bei einem Eintreten der maximal zu erwartenden Grund- / Seewasseraufhöhungen den Seewasserspiegel bei 18,10 mNN halten zu können.

Zu Beginn der Abbautätigkeit im Abbauabschnitt 4 sollte der Saugbagger im Bereich eines vorhandenen Teiches eingesetzt werden. Aufgrund der hier vorliegenden Wasserfläche wird durch die Grundwasserentnahme eine rel. geringe anfängliche Grundwasserabsenkung verursacht, die nicht über die Abbaugrenze hinaus reicht.

Die Ausbildung durchmischungsfreier Zonen am Grund des Abbaugewässers kann aufgrund der Gewässergeomtrie als unwahrscheinlich bewertet werden. Ein als problematisch zu bewertender Einfluss des Bodenabbaus auf Oberflächengewässer kann aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.

Der Einfluss des Abbaugewässers auf das Grundwasserströmungsfeld und auf die Grundwasserqualität wird durch ein Beweissicherungsprogramm dokumentiert. Die hierbei erhobenen Daten werden in ausgewerteter Form jährlich der Genehmigungsbehörde vorgelegt.

11 Schlusswort

Sollten sich hinsichtlich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen und der zur Betrachtung zugrunde gelegten Angaben Änderungen ergeben, ist der Verfasser zu informieren.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder nur abweichend erörtert wurden, ist ebenfalls der Verfasser zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Sögel, 27. Februar 2015



Dr. rer. nat. Mark Overesch

Literatur

- ATV-DVWK (2002): Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. Merkblatt ATV-DVWK-M 504. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef.
- BANOUB, M. (1980): Über hydrochemische Veränderungen des oberen Grundwassers in der Umgebung von Baggerseen. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspfl., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 61-82. Laufen.
- ECKL, H. (2007): Hydrogeologische Anforderungen an Anträge auf obertägigen Abbau von Rohstoffen. Geofakten 10, überarbeitete Fassung. Hannover (LBEG).
- GEHRT, E. & RAISSI, F. (2008): Grundwasseramplituden in Bodenlandschaften Niedersachsens. Geofakten 20, 2. Auflage. LBEG, Hannover.
- HAMM, A. (1975): Chemisch-biologische Gewässeruntersuchungen an Kleinseen und Baggerseen im Großraum von München im Hinblick auf die Bade- und Erholungsfunktion. Münchener Beitr. Abwass. Fischerei Flussbiol., 26 („Wasser für die Erholungslandschaft“): 75-109. Oldenburg, München.
- HAMM, A. (1998): Veränderungen der Wasserbeschaffenheit. In: DINGETHAL, F. J. & JÜRGING, P. & KAULE, G. & WEINZIERL, W. [Hrsg.]: Kiesgrube und Landschaft. 3.Aufl.: 95-99. Auer, Donauwörth.
- HÖLTING, B. (1996): Hydrogeologie - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 5., überarbeitete Aufl. Enke, Stuttgart.
- KOHN, J. (1980): Die hydraulischen Auswirkungen von Baggerseen auf das umliegende Grundwasser. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspfl., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 17-29. Laufen.
- LUBW (2005): Methodenband Bestandsaufnahme der WRRRL in Baden-Württemberg. Herausgegeben von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2. überarbeitete Auflage, Karlsruhe.
- MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.
- RAISSI, F. & MÜLLER, U. (2009): Bodenkundliche Ermittlungen von Grundwasserabsenkungen im Gelände – Erfassung und Abschätzung der anteiligen Grundwasserabsenkungsbeträge durch Grundwasserentnahme und Entwässerungsmaßnahmen. Geofakten 5, 3. Auflage. LBEG, Hannover.
- SCHMITZ, W. (1980): Das limnische System der Baggerseen. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspfl., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 139-162. Laufen.
- SICHARDT, W. (1928): Das Fassungsvermögen von Rohrburgen und seine Bedeutung für die Grundwasserabsenkung, insbesondere für größere Absenkungstiefen. Springer, Berlin.
- SMOLTZYK, U. (1988): Grundbautaschenbuch, 3. Aufl., Teil 1-3. Ernst & Sohn.
- WACHS, B. (1975): Bakteriologische Wasserbeschaffenheit von Baggerseen und kleinen natürlichen Badeseen im Großraum München. Münchener Beitr. Abwass. Fischerei Flussbiol., 26 („Wasser für die

Erholungslandschaft“): 113-142, 55 Abb., 23. Tab.; München (Oldenburg).

WROBEL, J.-P. (1980a): Wechselbeziehungen zwischen Baggerseen und Grundwasser in gut durchlässigen Schottern. gwf Wasser-Abwasser, 121 (4): 165-173. München.

WROBEL, J.-P. (1980b): Beeinflussung des Grundwassers durch Baggerseen. Bayer. Akad. Naturschutz Landschaftspfl., Tagungsber., 6 („Baggerseen und Naturschutz“): 30-47. Laufen.

ZIMMERMANN, U. (1991): Können Badegäste das „Umkippen“ eines Baggersees verursachen? gwf Wasser-Abwasser, 132 (12): 696-700; München.

LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.

TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Mai 2011 (BGBl. I S. 748, 2062).

Anlagen

Anlage 1: Übersichtskarte

Anlage 2: Lageplan Abbaustätte

Anlage 3: Querschnitt Abbaugewässer, herzustellender Graben 2

Anlage 4: Bohrprofile und Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen

Anlage 5: Messwerte Grundwassermessstellen

Anlage 6: Grundwassergleichenpläne

Anlage 7: Auswertung Beweissicherung Grundwasserspiegel 2004 bis 2013

Anlage 8: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach
ATV-DVWK-M 504

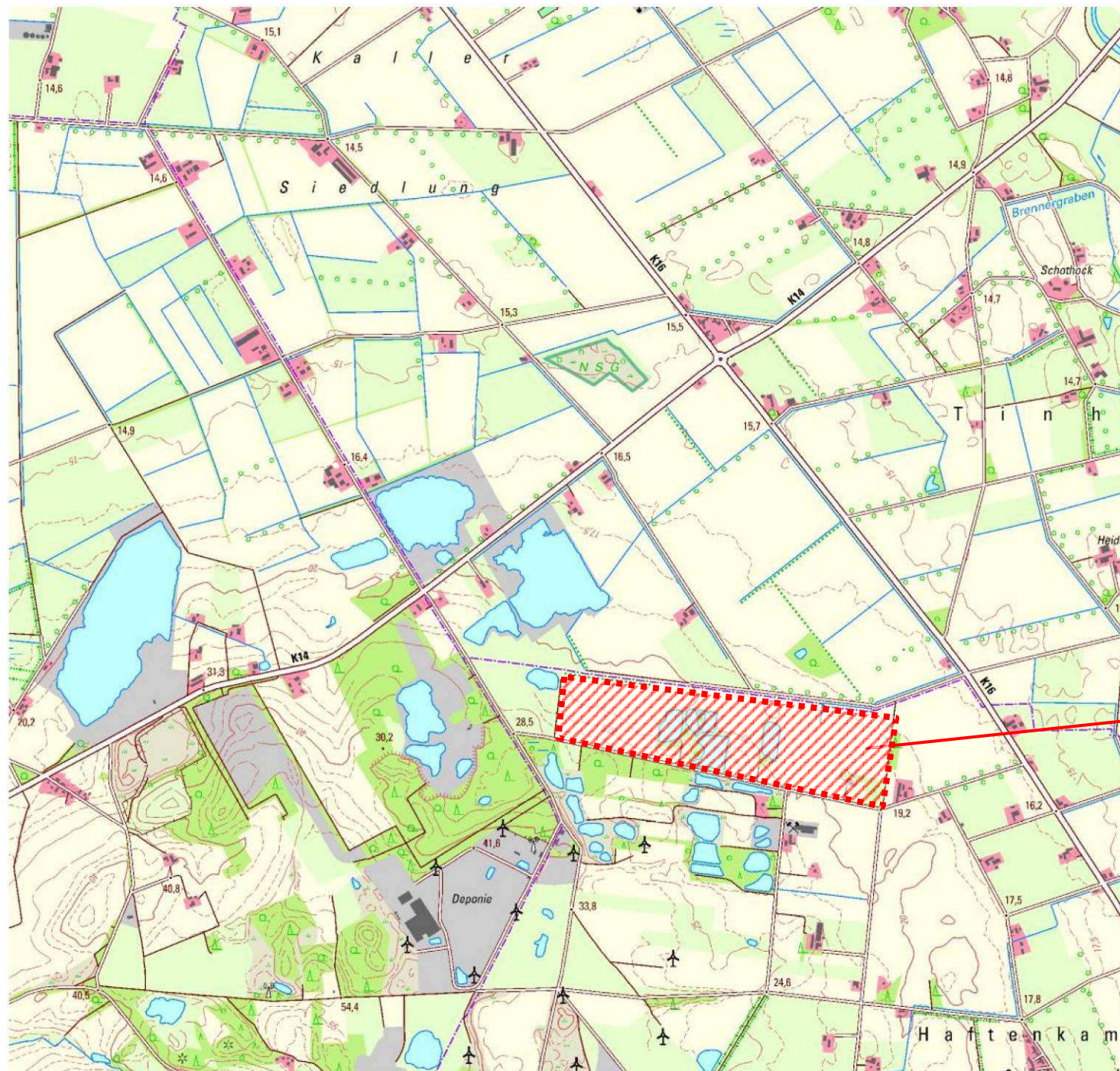
Anlage 9: Hydraulische Bemessung Graben 2

Anlage 10: Hydraulische Bemessung Seeüberlauf Abbauabschnitt 4

Anlage 11: Simulationsrechnungen Grundwassermodell

Anlage 12: Geologischer und Hydrostratigrafischer Schnitt S2 (Vechte, Gebiet W-E, LBEG)

Anlage 1: Übersichtskarte



**1445-2014-HYG-
IHB-Gölenkamp**

Anlage 1: Übersichtskarte

Datum: 27.11.2014

Bearbeiter: Kampling

**Abbaustätte
IHB**

Die Darstellungen sind in Teilbereichen aus dem Ursprungsmaßstab abgeleitet und können daher Ungenauigkeiten aufweisen. Die Karte ist somit nur bedingt für technische Anforderungen geeignet.



Niedersächsisches Ministerium
für Ernährung, Landwirtschaft,
Verbraucherschutz und Landesentwicklung

Maßstab: 1: 25000

Vervielfältigung der Grundlagenkarte nur mit Genehmigung
des Herausgebers: LGN - Landesvermessung und
Geobasisinformation Niedersachsen

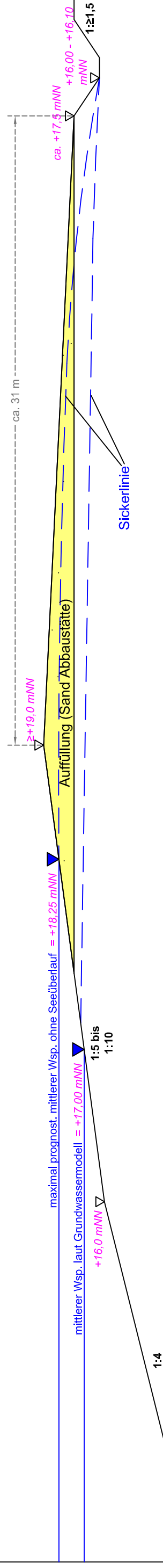
Vervielfältigung der Fachinformationen nur mit Genehmigung
des jeweiligen Diensteanbieters (ML, MU, LBEG)

Anlage 2: Lageplan Abbaustätte

Anlage 3: Querschnitt Abbaugewässer, herzustellender Graben 2

Abbaugewässer

Graben 2



Proj.: 1445-2014
HYG-IHB-Gölenkamp

Anlage 3: Querschnitt

Abaugewässer, herzustellender Graben 2
(Bereich Schnitt A-A')

Maßstab: 1:100
DIN A3

Datum: 15.02.2015	Bearbeitung: Overesch
----------------------	--------------------------

Bearbeitung:
Overesch

Anlage 4: Bohrprofile und Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen

Anlage 4.1: Bohrprofile und Ausbauzeichnungen
Grundwassermessstellen IHB
(Klenke Bohrunternehmen GmbH)

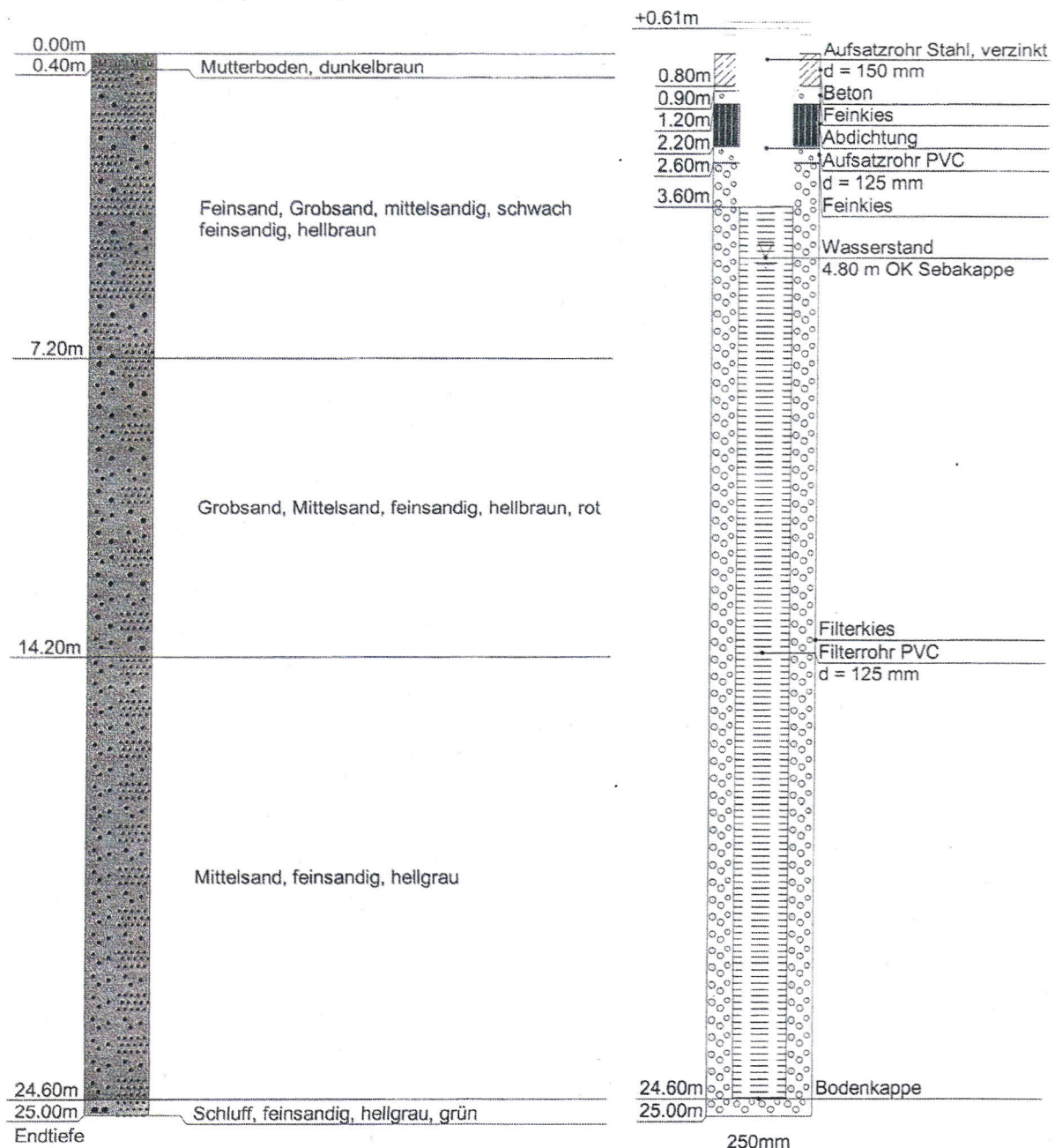
Projekt : IHB Quarzwerke, Browerskamp 38a, 49477 Ibbenbüren

Datum : 04.06.2008 - 06.06.2008

Maßstab : 1: 150 / 1: 15

Bohrung : GWM 8 / Haftenkamp

GWM 8 / Haftenkamp



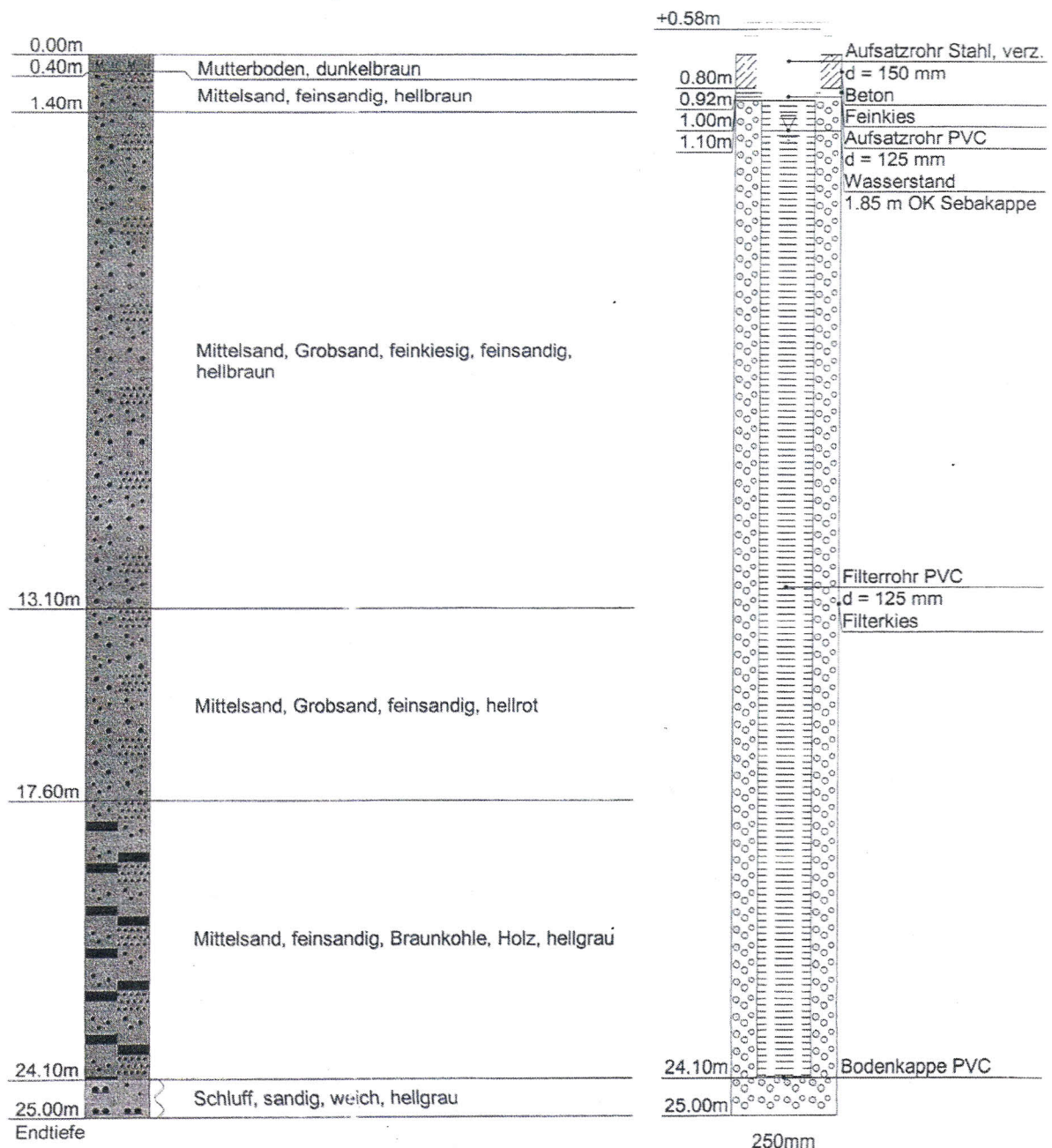
Projekt : IHB Quarzwerke, Browerskamp 38a, 49477 Ibbenbüren

Datum : 04.06.2008 - 06.06.2008

Maßstab : 1: 150 / 1: 15

Bohrung : GWM 9 / Haftenkamp

GWM 9 / Haftenkamp



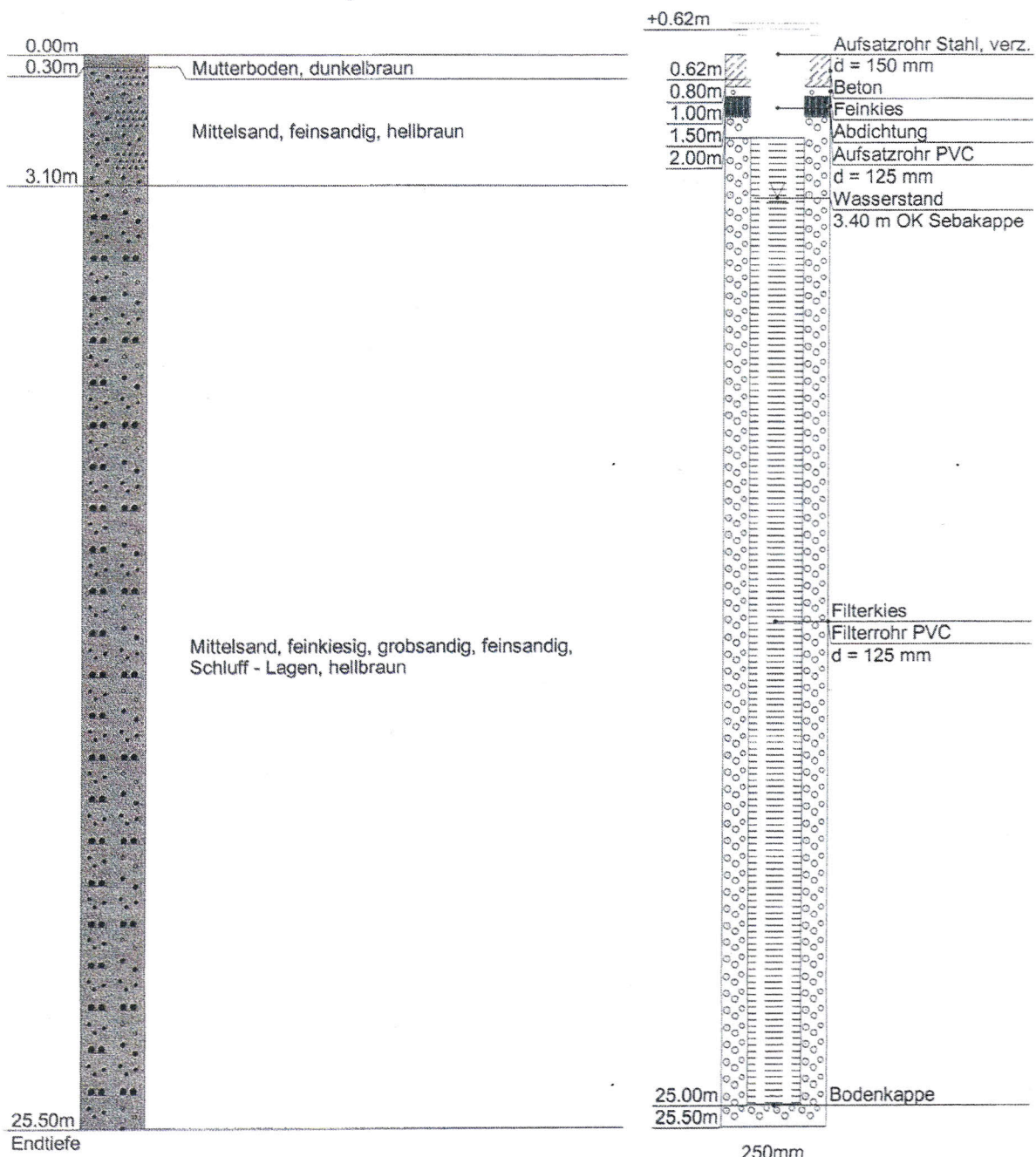
Projekt : IHB Quarzwerke, Browerskamp 38a, 49477 Ibbenbüren

Datum : 04.06.2008 - 06.06.2008

Maßstab : 1: 150 / 1: 15

Bohrung : GWM 10 / Haftenkamp

GWM 10 / Haftenkamp



Das Diagramm zeigt den vertikalen Aufbau einer Regenwasserzisterne. Die Schichten sind von oben nach unten wie folgt gegliedert:

- 0.58m**: Aufsatzrohr Stahl verz. ($d = 150 \text{ mm}$)
- 0.80m**: Beton
- 0.92m**: Feinkies
- 1.00m**: Abdichtung
- 1.50m**: Aufsatzrohr PVC ($d = 125 \text{ mm}$)
- 2.00m**: Wasserstand
- 2.65 m OK**: Sebakappe
- Filterkies**
- Filterrohr PVC** ($d = 125 \text{ mm}$)
- 25.00m**: Bodenkappe
- 25.50m**

Die Zisterne hat einen Gesamtdurchmesser von **250mm**.

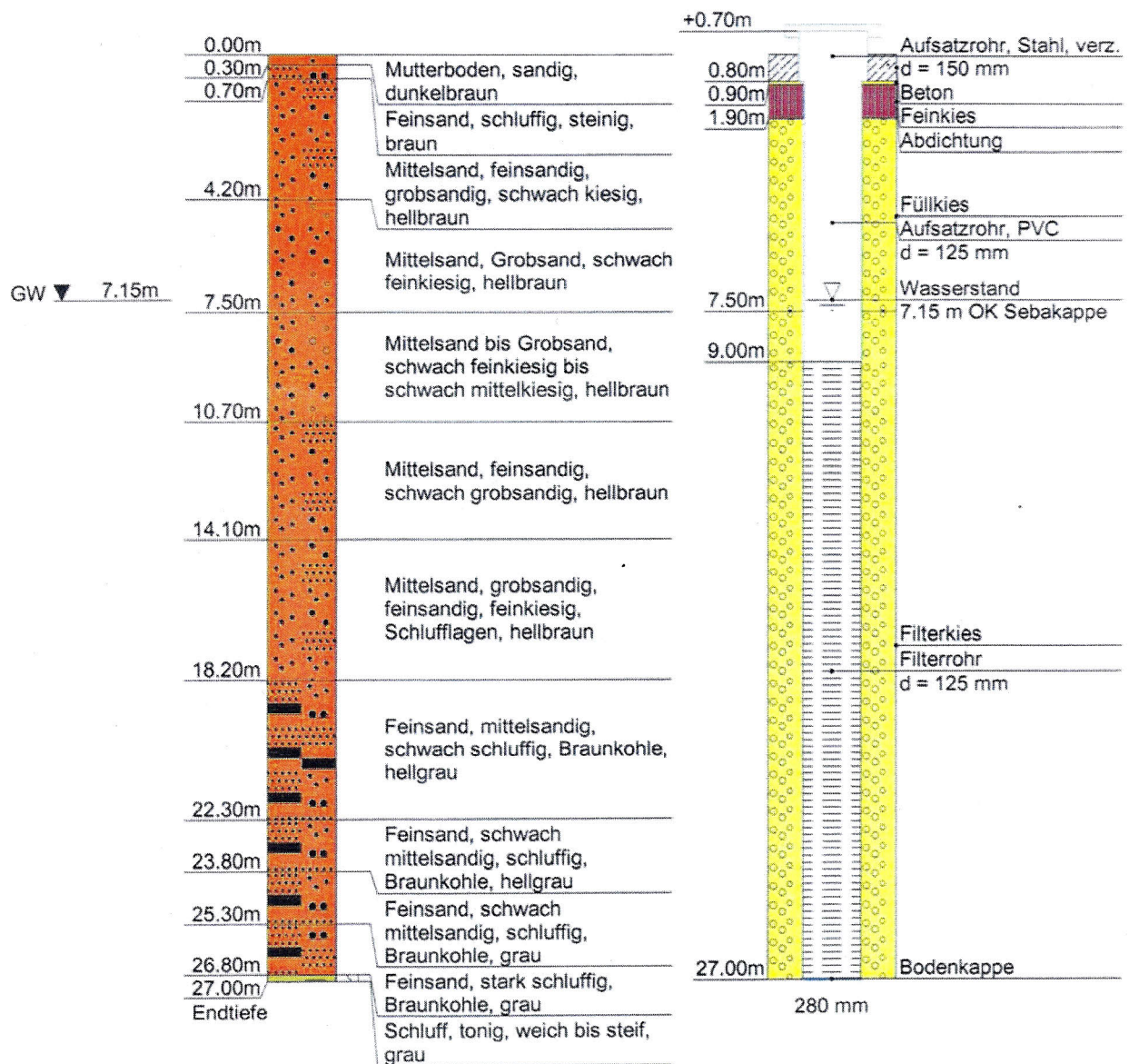
Projekt : IHB Quarzwerke, Am Browerskamp 38 e, 49477 Ibbenbüren

Datum : 01.04.2008

Maßstab : 1: 200 / 1: 15

Bohrung : GWM 13

GWM 13



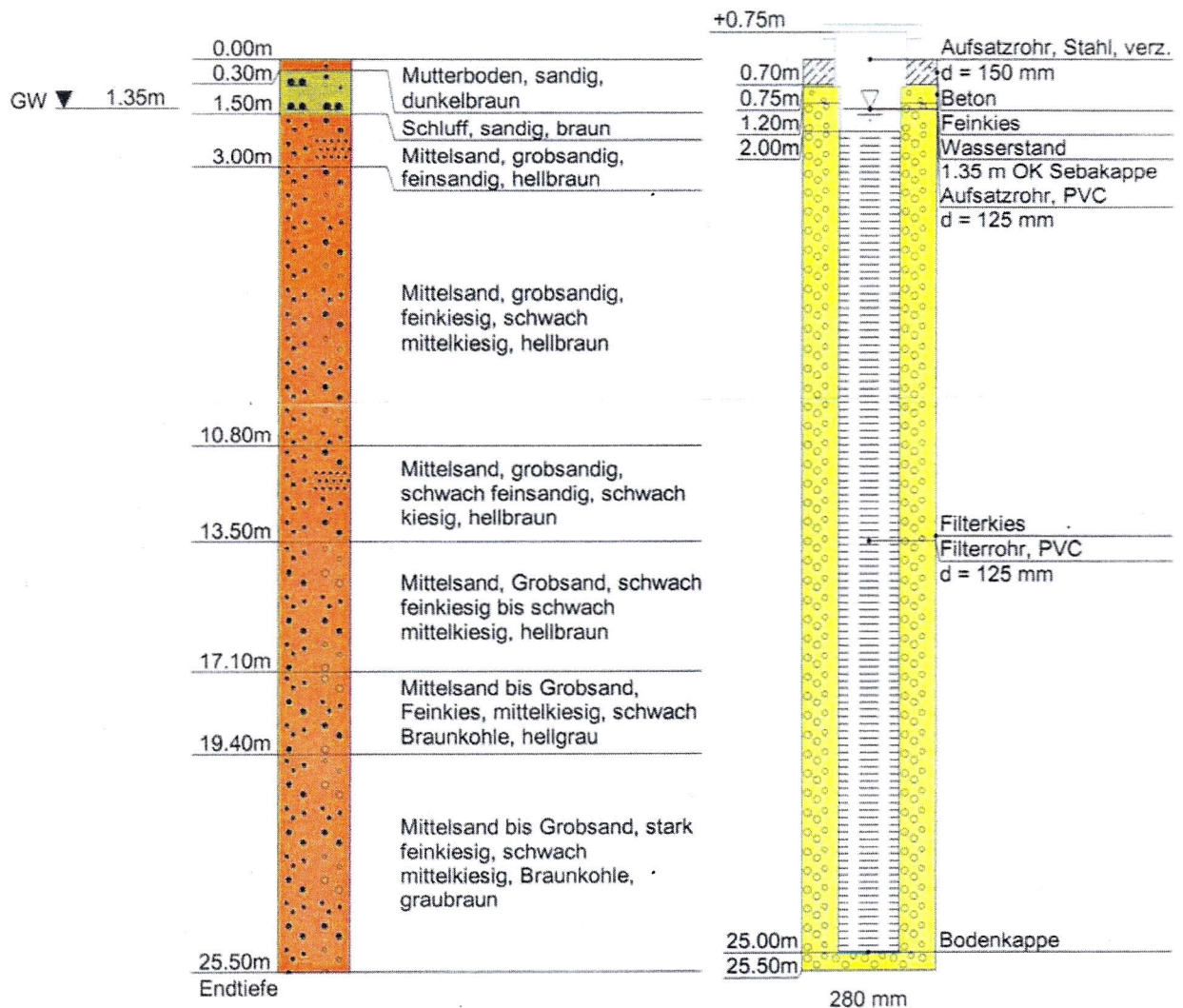
Projekt : IHB Quarzwerke, Am Browerskamp 38 e, 49477 Ibbenbüren

Datum : 01.04.2008

Maßstab : 1: 200 / 1: 15

Bohrung : GWM 14

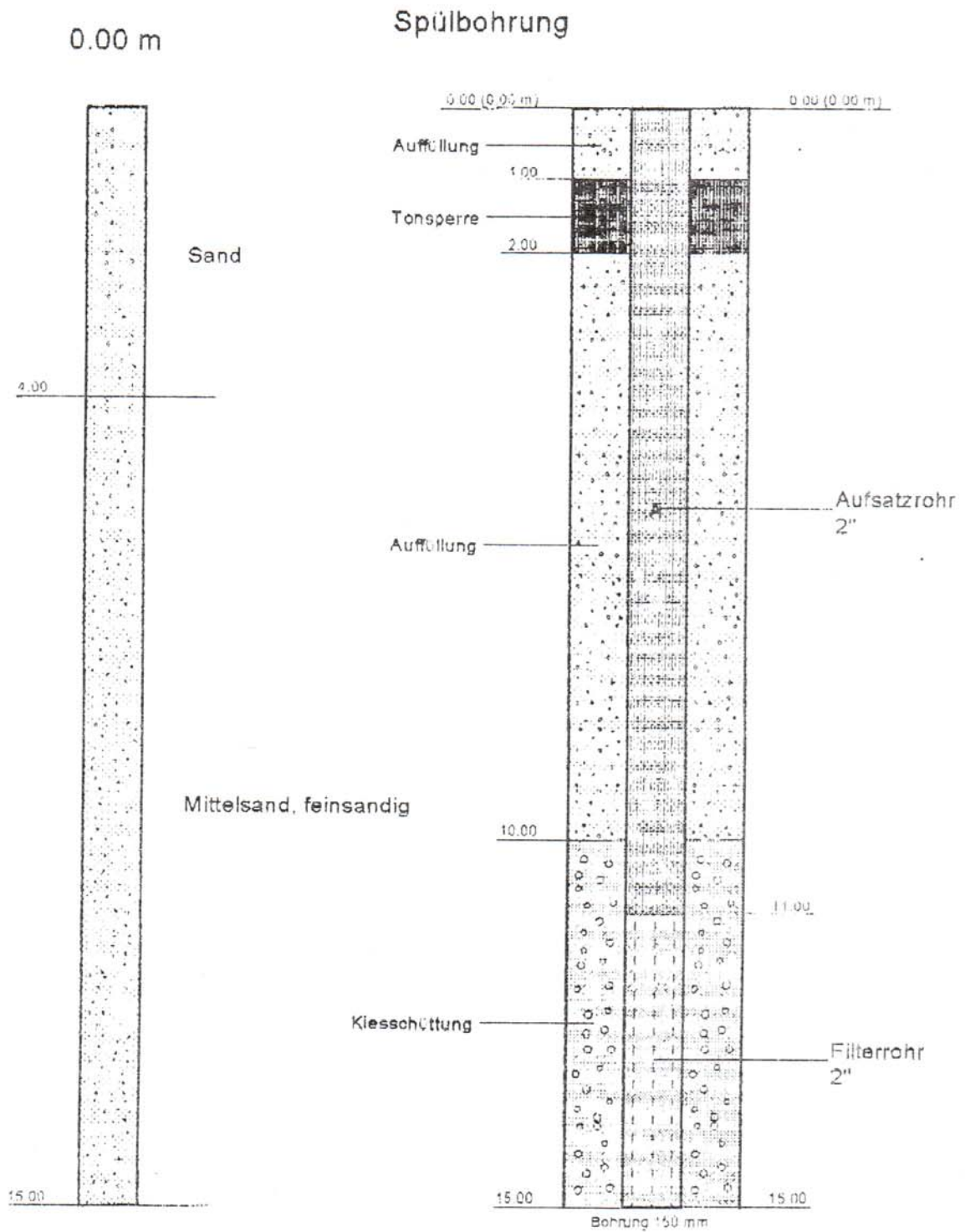
GWM 14



Brunnen 16, Liesen

Rohe & Sohn Brunnenbau 49774 Löhden Tel.: 05964/255	Bohrung 2 Wilsum	Ausgef.: 12.2004 Anlage Nr.
--	-----------------------------------	--------------------------------

Bodenprofil u. Ausbauplan



Anlage 4.2: Bohrprofile Schneckenbohrungen (Klenke Bohrunternehmen GmbH)

Projekt : IHB Quarzwerke, BV Haftenkamp

Projektnr.:

Anlage :

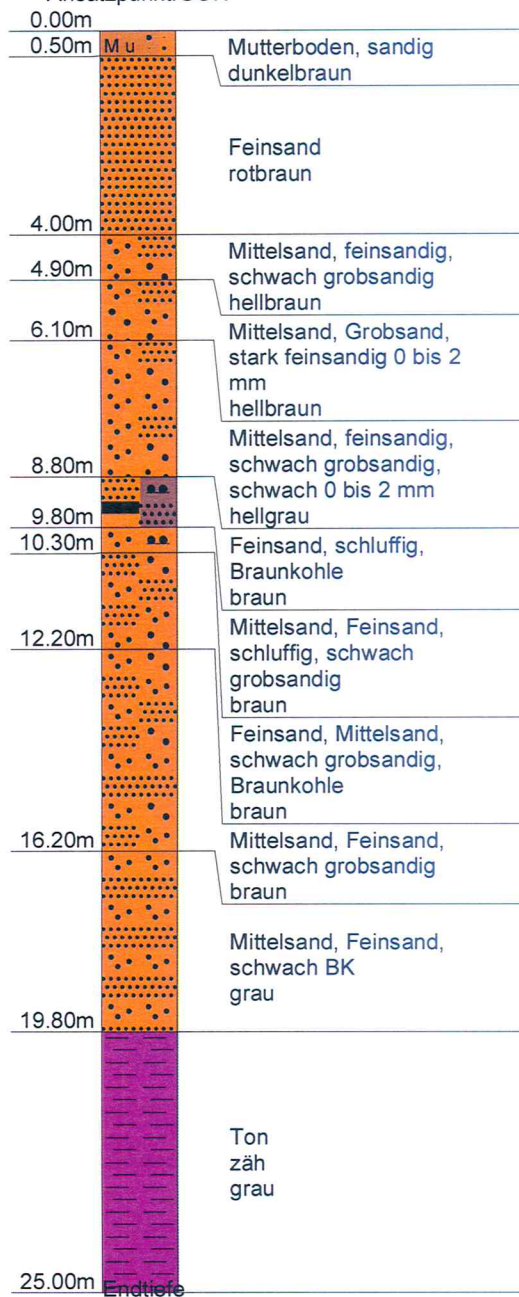
Maßstab : 1: 150

▽ 0.00m
▽ -1.00 m
▽ -2.00 m
▽ -3.00 m
▽ -4.00 m
▽ -5.00 m
▽ -6.00 m
▽ -7.00 m
▽ -8.00 m
▽ -9.00 m
▽ -10.00 m
▽ -11.00 m
▽ -12.00 m
▽ -13.00 m
▽ -14.00 m
▽ -15.00 m
▽ -16.00 m
▽ -17.00 m
▽ -18.00 m
▽ -19.00 m
▽ -20.00 m
▽ -21.00 m
▽ -22.00 m
▽ -23.00 m
▽ -24.00 m
▽ -25.00 m

GW ▼ 1.50m

B2 / 14

Ansatzpunkt: GOK



Projekt : IHB Quarzwerke, BV Haftenkamp

Projektnr.:

Anlage :

Maßstab : 1: 150

▽ 0.00m

▽ -1.00 m

▽ -2.00 m

▽ -3.00 m

▽ -4.00 m

▽ -5.00 m

▽ -6.00 m

▽ -7.00 m

▽ -8.00 m

▽ -9.00 m

▽ -10.00 m

▽ -11.00 m

▽ -12.00 m

▽ -13.00 m

▽ -14.00 m

▽ -15.00 m

▽ -16.00 m

▽ -17.00 m

▽ -18.00 m

▽ -19.00 m

▽ -20.00 m

▽ -21.00 m

▽ -22.00 m

▽ -23.00 m

▽ -24.00 m

▽ -25.00 m

GW ▼ 1.60m

B1 / 14

Ansatzpunkt: GOK

0.00m

0.40m

2.90m

6.10m

7.60m

11.80m

17.80m

22.80m

25.00m

Mutterboden, sandig
dunkelbraun

Feinsand
gelb

Mittelsand, feinsandig
gelb

Feinsand, Mittelsand,
schwach schluffig
dunkelbraun

Feinsand, mittelsandig
hoher Feinanteil
graubraun

Feinsand, schwach
mittelsandig
grau

Feinsand
grau

Schluff, Ton
steif
grau

Endtiefe

Projekt : IHB Quarzwerke, BV Haftenkamp

Projektnr.:

Anlage :

Maßstab : 1: 150

B3 / 14

Ansatzpunkt: GOK

▽ 0.00m

▽ -1.00 m

▽ -2.00 m

▽ -3.00 m

▽ -4.00 m

▽ -5.00 m

▽ -6.00 m

▽ -7.00 m

▽ -8.00 m

▽ -9.00 m

▽ -10.00 m

▽ -11.00 m

▽ -12.00 m

▽ -13.00 m

▽ -14.00 m

▽ -15.00 m

▽ -16.00 m

▽ -17.00 m

▽ -18.00 m

▽ -19.00 m

▽ -20.00 m

▽ -21.00 m

▽ -22.00 m

▽ -23.00 m

▽ -24.00 m

▽ -25.00 m

GW ▼ 1.50m

0.00m

0.50m

1.50m

2.60m

3.40m

4.40m

6.20m

7.10m

13.60m

18.20m

21.20m

25.00m

Mutterboden, sandig
dunkelbraun

Feinsand
hellbraun

Feinsand
grau

Mittelsand, feinsandig,
schwach grobsandig 0
bis 2 mm
hellgrau

Mittelsand, Grobsand,
schwach feinsandig 0
bis 2 mm
hellgrau

mittelsandig, grobsandig
0 bis 2 mm
hellbraun

Feinsand, schwach
mittelsandig, schwach
schluffig
hellbraun

Feinsand, schwach
schluffig, einzelne Kiese
dunkelbraun

Feinsand, schwach
mittelsandig
grau

Feinsand, schluffig
ocker

Ton
zäh
braun

Endtiefe

Projekt : IHB Quarzwerke, BV Haftenkamp

Projektnr.:

Anlage :

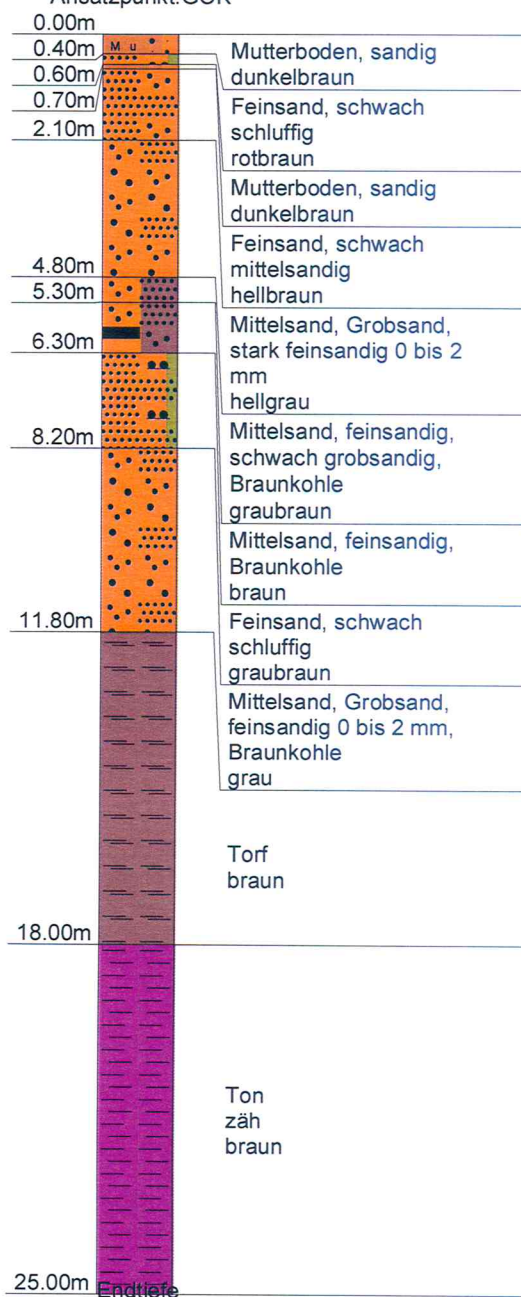
Maßstab : 1: 150

▽ 0.00m
▽ -1.00 m
▽ -2.00 m
▽ -3.00 m
▽ -4.00 m
▽ -5.00 m
▽ -6.00 m
▽ -7.00 m
▽ -8.00 m
▽ -9.00 m
▽ -10.00 m
▽ -11.00 m
▽ -12.00 m
▽ -13.00 m
▽ -14.00 m
▽ -15.00 m
▽ -16.00 m
▽ -17.00 m
▽ -18.00 m
▽ -19.00 m
▽ -20.00 m
▽ -21.00 m
▽ -22.00 m
▽ -23.00 m
▽ -24.00 m
▽ -25.00 m

GW ▼ 1.40m

B4 / 14

Ansatzpunkt: GOK



Projekt : IHB Quarzwerke, BV Haftenkamp

Projektnr.:

Anlage :

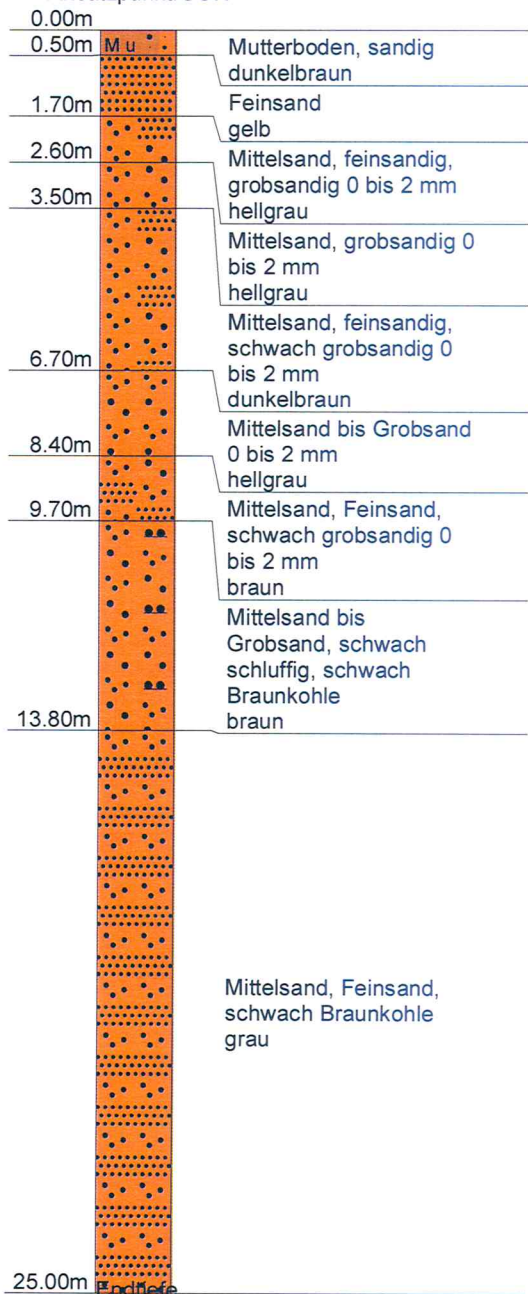
Maßstab : 1: 150

▽ 0.00m
▽ -1.00 m
▽ -2.00 m
▽ -3.00 m
▽ -4.00 m
▽ -5.00 m
▽ -6.00 m
▽ -7.00 m
▽ -8.00 m
▽ -9.00 m
▽ -10.00 m
▽ -11.00 m
▽ -12.00 m
▽ -13.00 m
▽ -14.00 m
▽ -15.00 m
▽ -16.00 m
▽ -17.00 m
▽ -18.00 m
▽ -19.00 m
▽ -20.00 m
▽ -21.00 m
▽ -22.00 m
▽ -23.00 m
▽ -24.00 m
▽ -25.00 m

GW ▼ 1.80m

B5 / 14

Ansatzpunkt: GOK



Projekt : IHB Quarzwerke, BV Haftenkamp

Projektnr.:

Anlage :

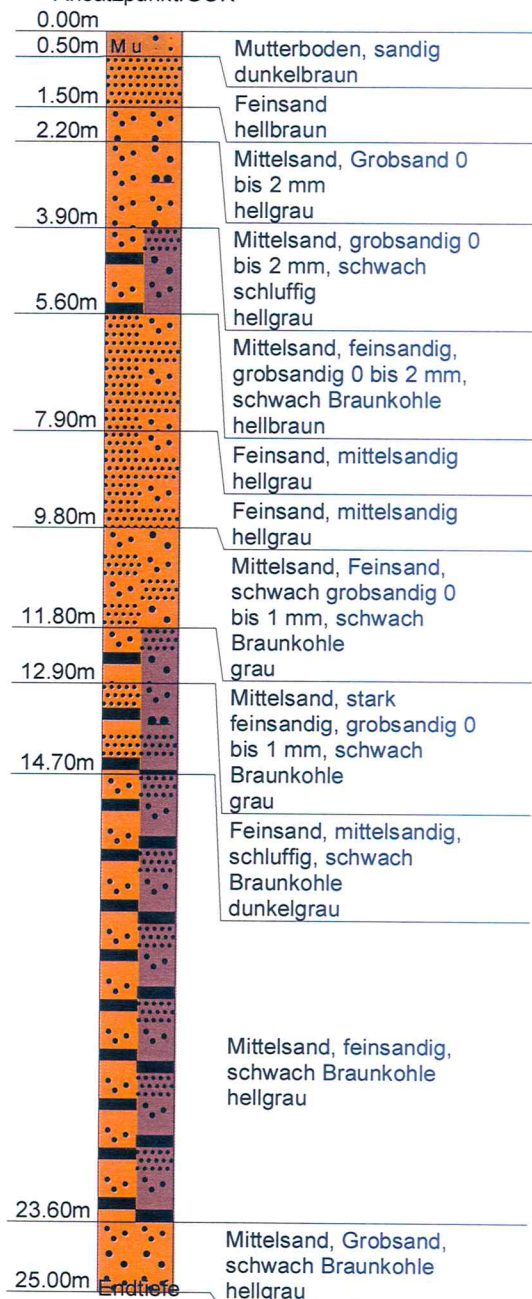
Maßstab : 1: 150

▽ 0.00m
▽ -1.00 m
▽ -2.00 m
▽ -3.00 m
▽ -4.00 m
▽ -5.00 m
▽ -6.00 m
▽ -7.00 m
▽ -8.00 m
▽ -9.00 m
▽ -10.00 m
▽ -11.00 m
▽ -12.00 m
▽ -13.00 m
▽ -14.00 m
▽ -15.00 m
▽ -16.00 m
▽ -17.00 m
▽ -18.00 m
▽ -19.00 m
▽ -20.00 m
▽ -21.00 m
▽ -22.00 m
▽ -23.00 m
▽ -24.00 m
▽ -25.00 m

GW ▼ 1.80m

B6 / 14

Ansatzpunkt: GOK



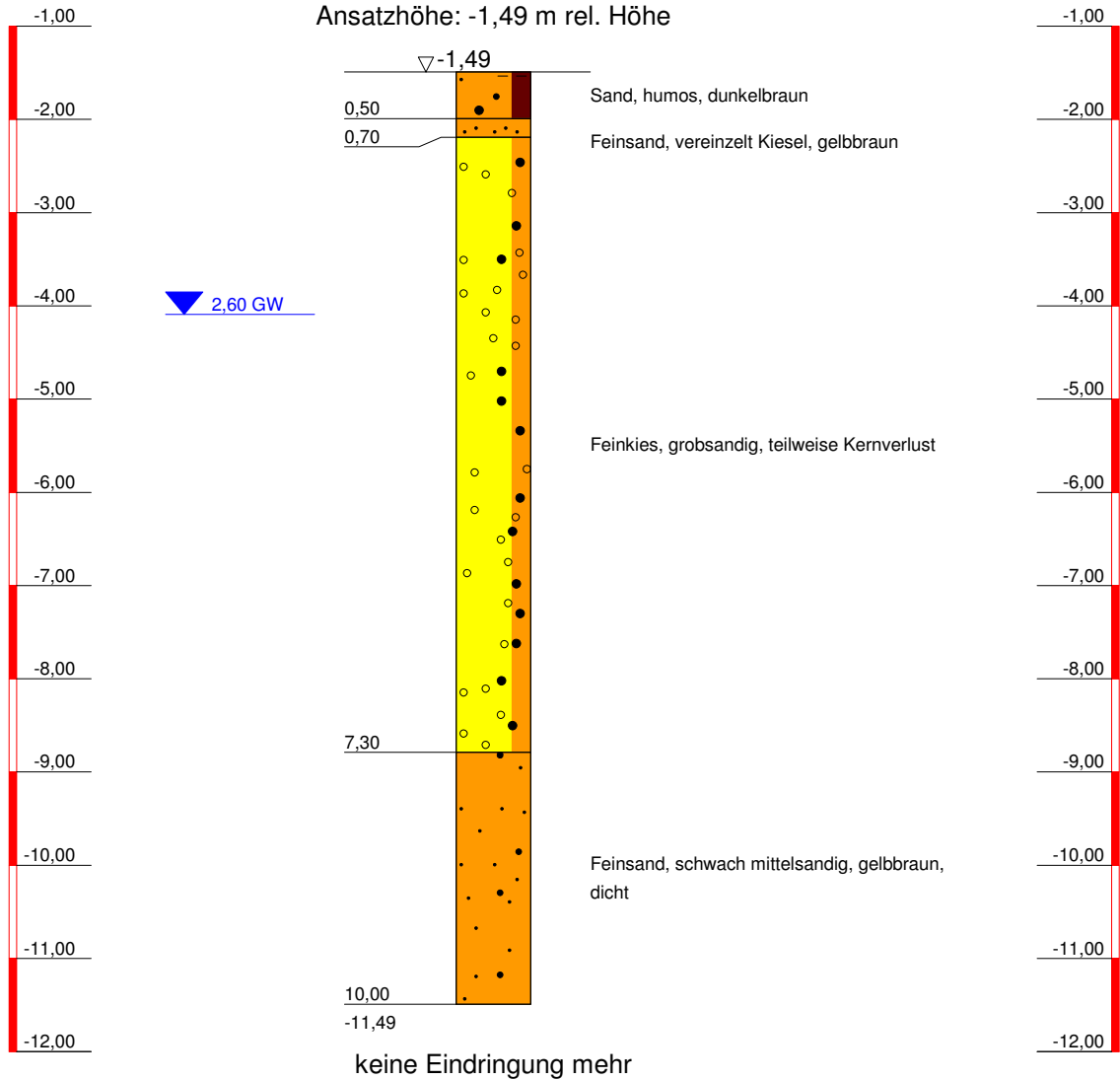
Anlage 4.3: Bohrprofile Kleinrammbohrungen
(Dr. Schleicher & Partner)

Kote

Kote

KRB 1

Ansatzhöhe: -1,49 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

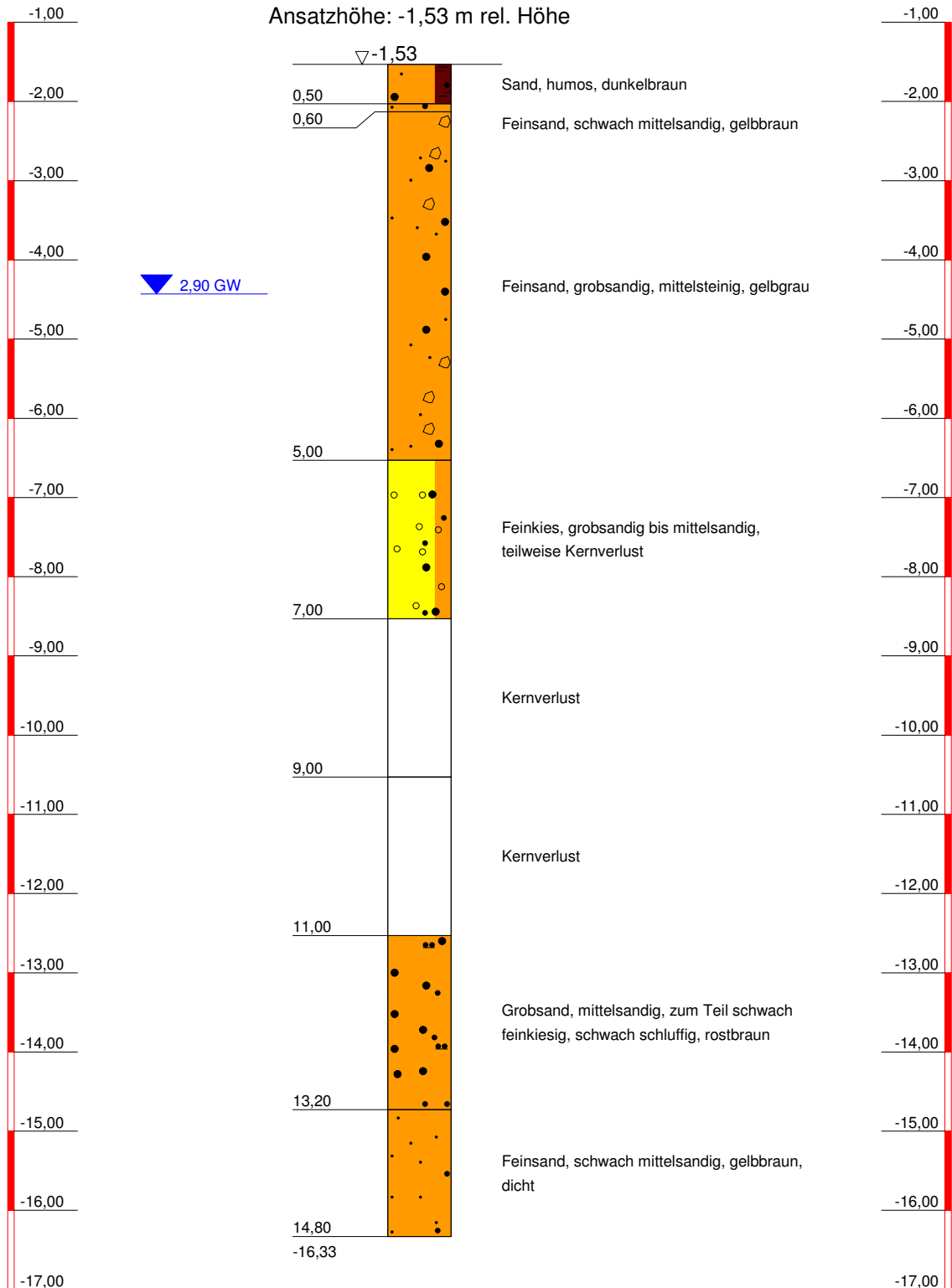
Bearbeiter: Ko

Kote

Kote

KRB 2

Ansatzhöhe: -1,53 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

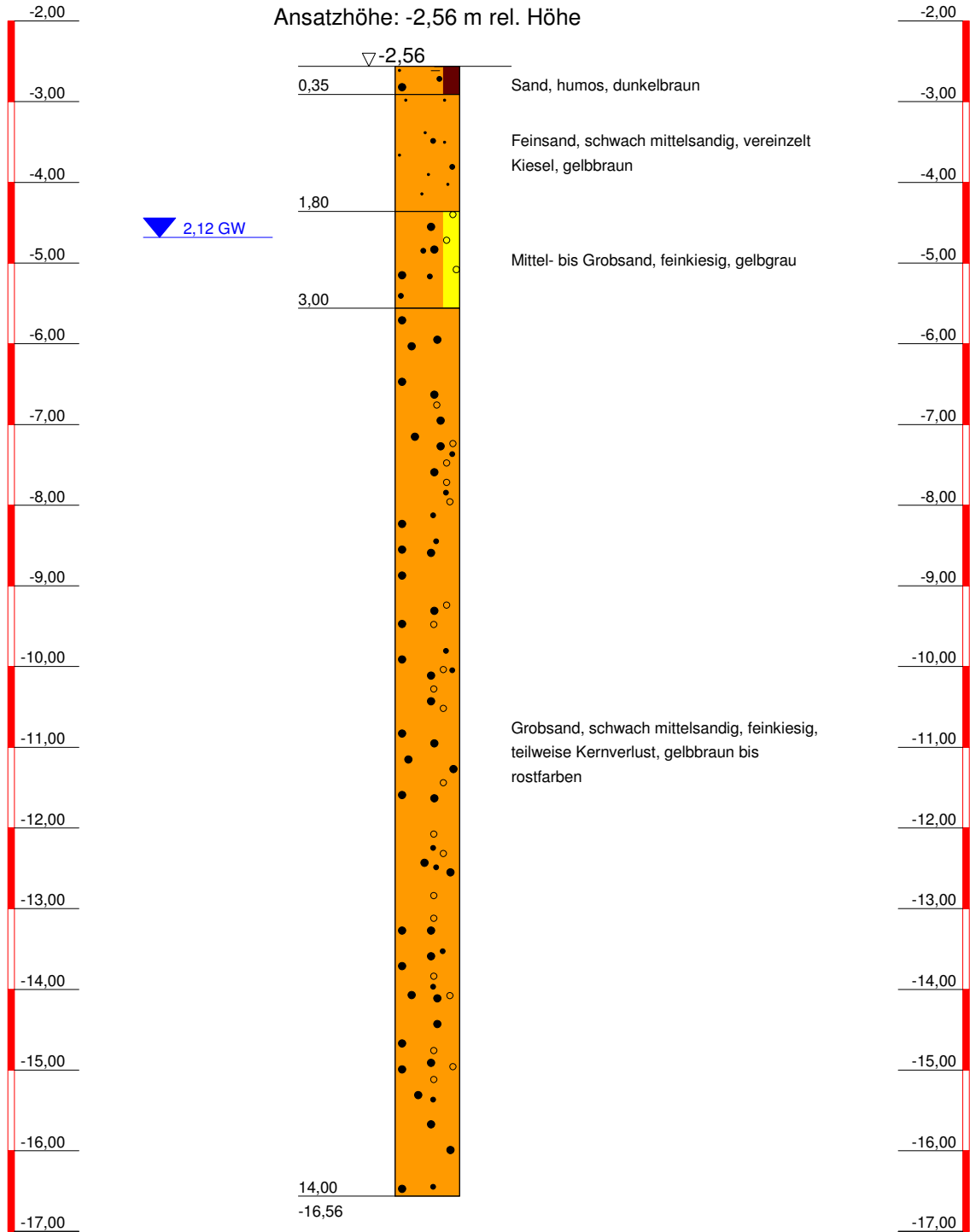
Bearbeiter: Ko

Kote

Kote

KRB 3

Ansatzhöhe: -2,56 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

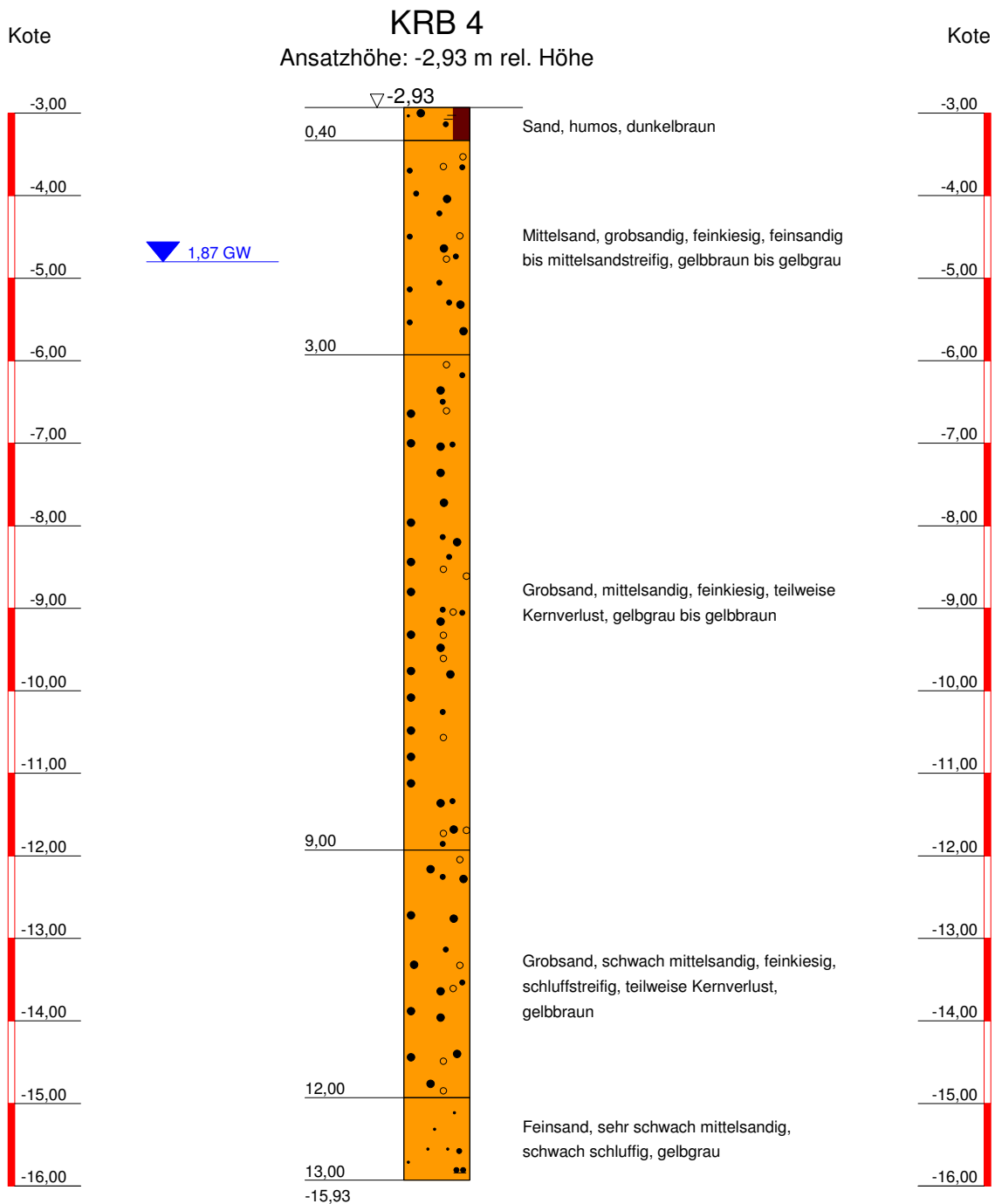
Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

Bearbeiter: Ko



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

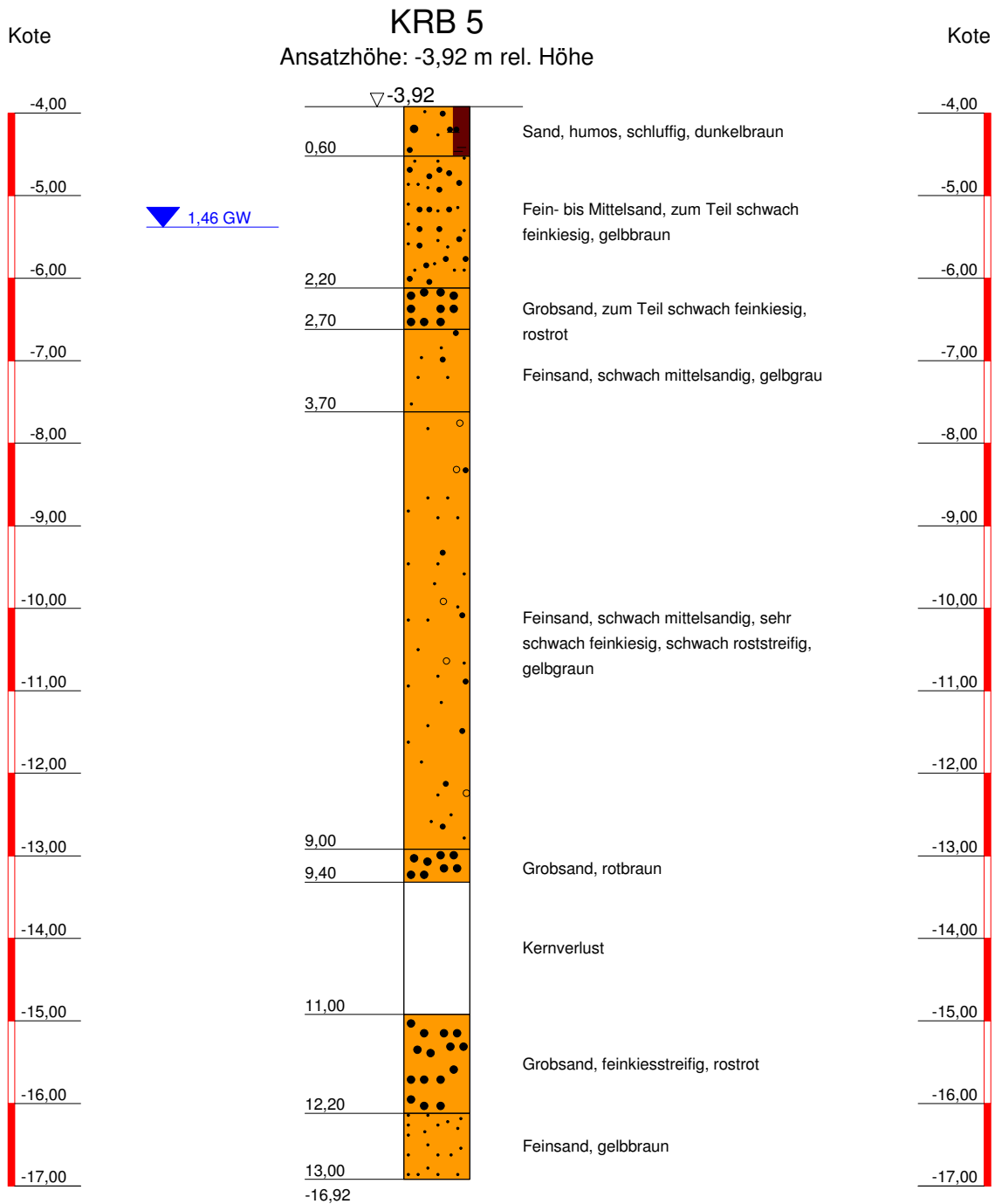
Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

Bearbeiter: Ko



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

**Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp**

Planbezeichnung:

**Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH**

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

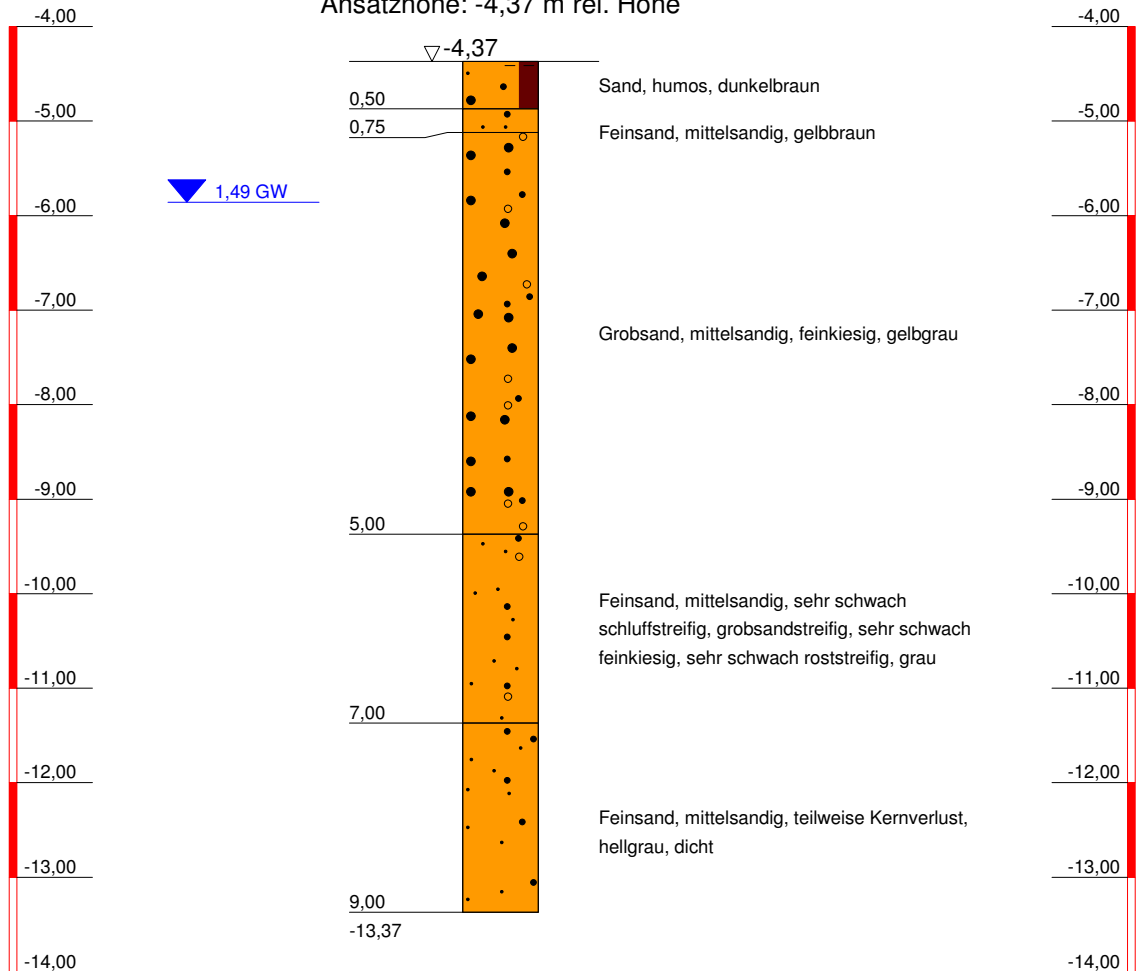
Bearbeiter: Ko

Kote

Kote

KRB 6

Ansatzhöhe: -4,37 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

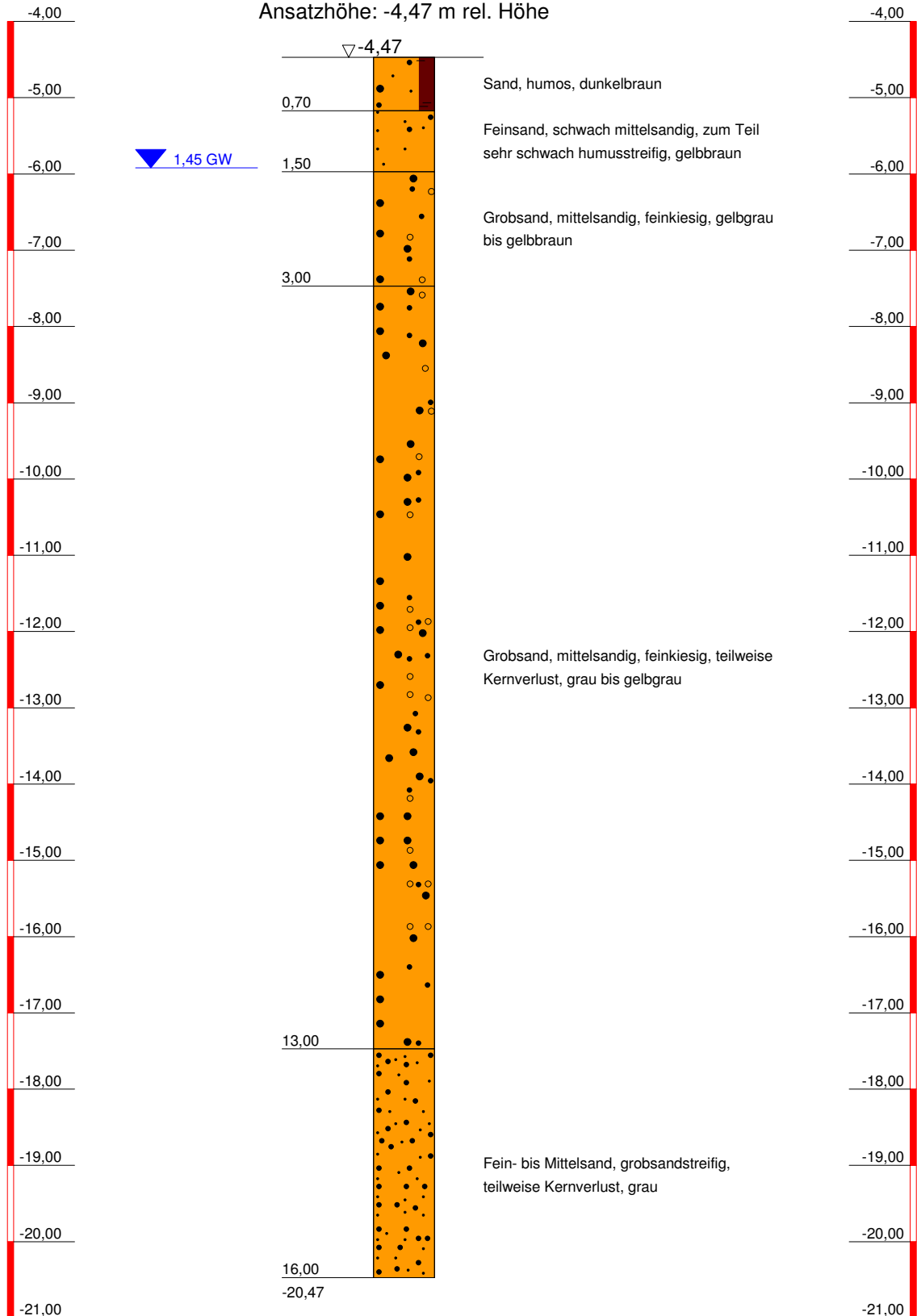
Bearbeiter: Ko

Kote

Kote

KRB 7

Ansatzhöhe: -4,47 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

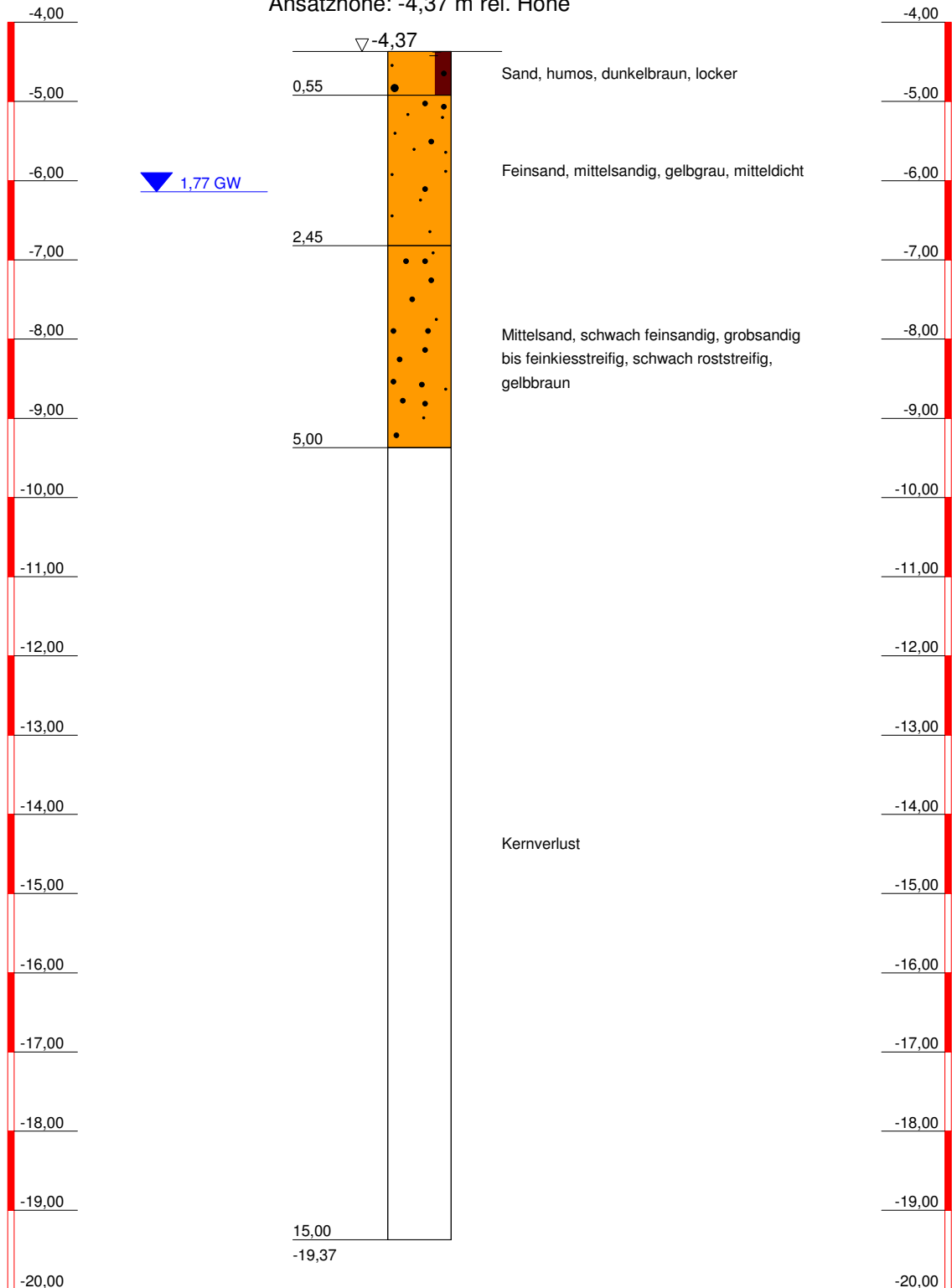
Bearbeiter: Ko

Kote

KRB 8

Ansatzhöhe: -4,37 m rel. Höhe

Kote



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

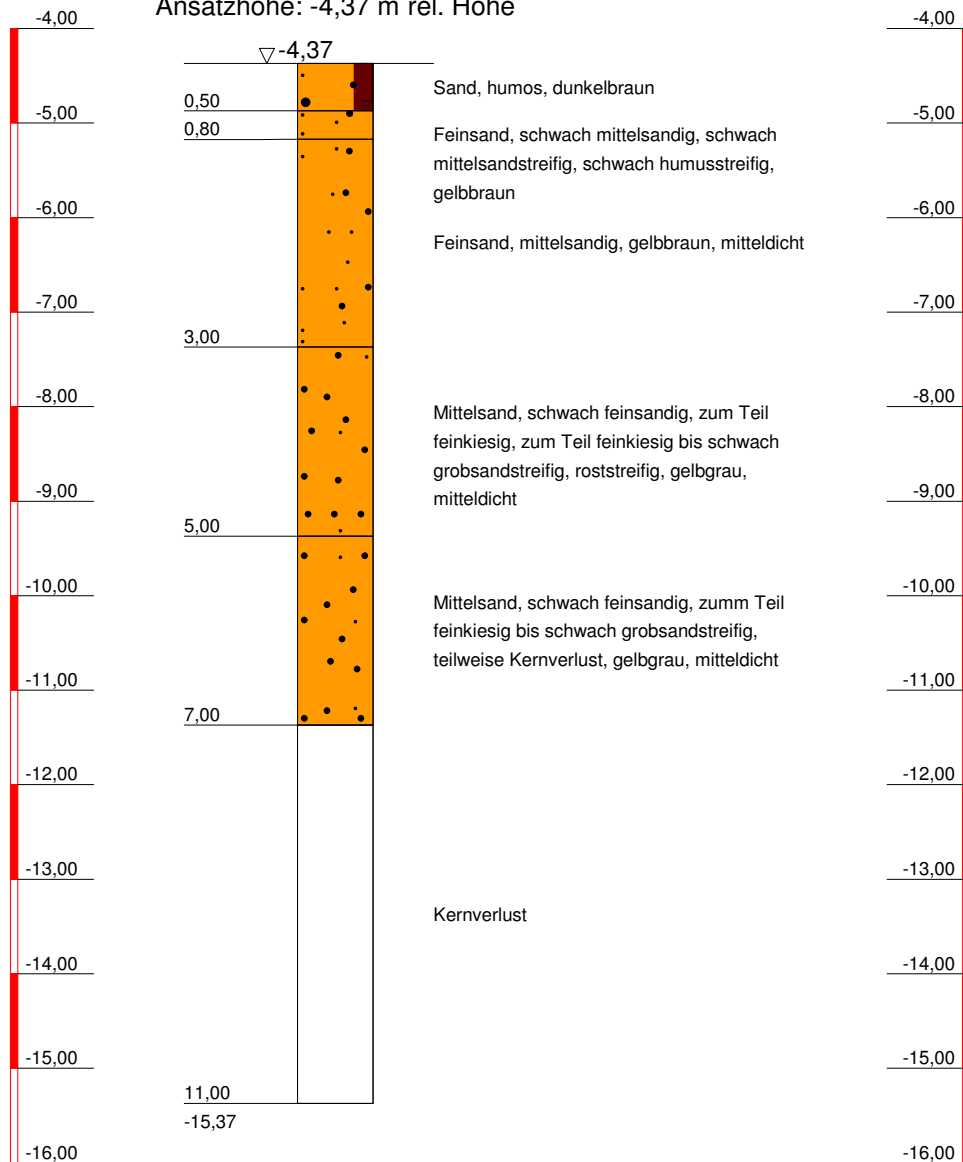
Bearbeiter: Ko

Kote

KRB 9

Ansatzhöhe: -4,37 m rel. Höhe

Kote



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

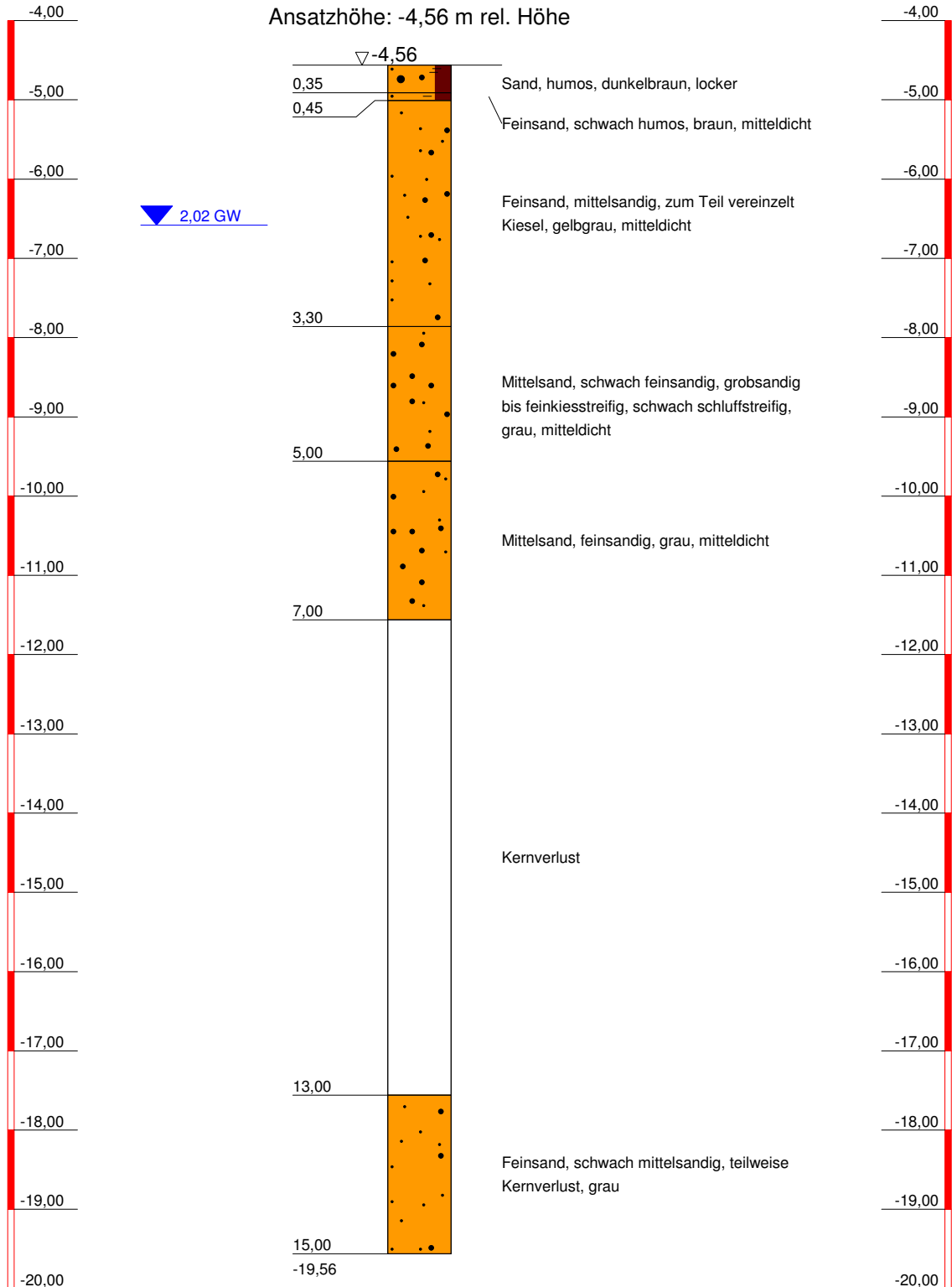
Bearbeiter: Ko

Kote

Kote

KRB 10

Ansatzhöhe: -4,56 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

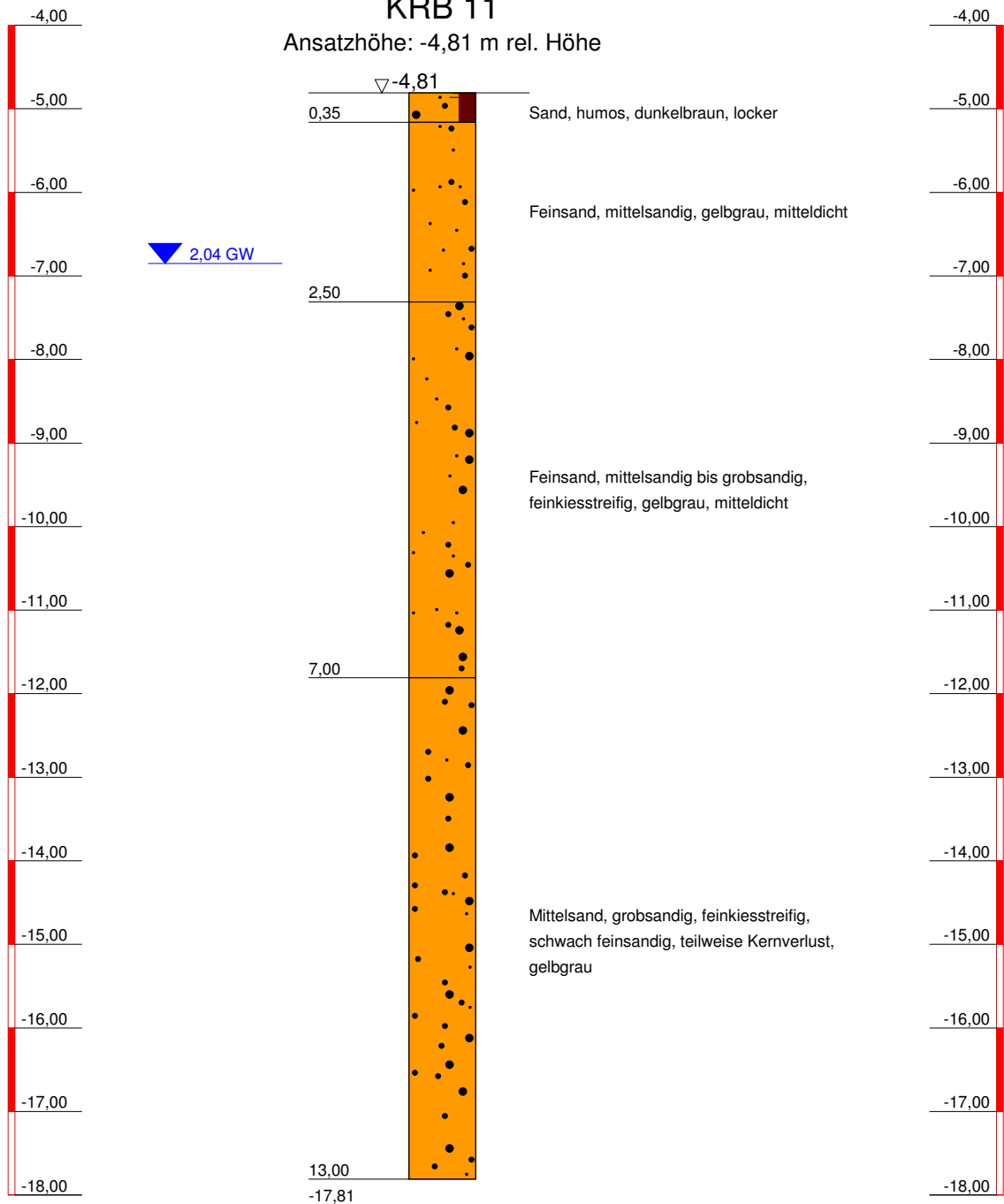
Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

Bearbeiter: Ko

Kote

Kote



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

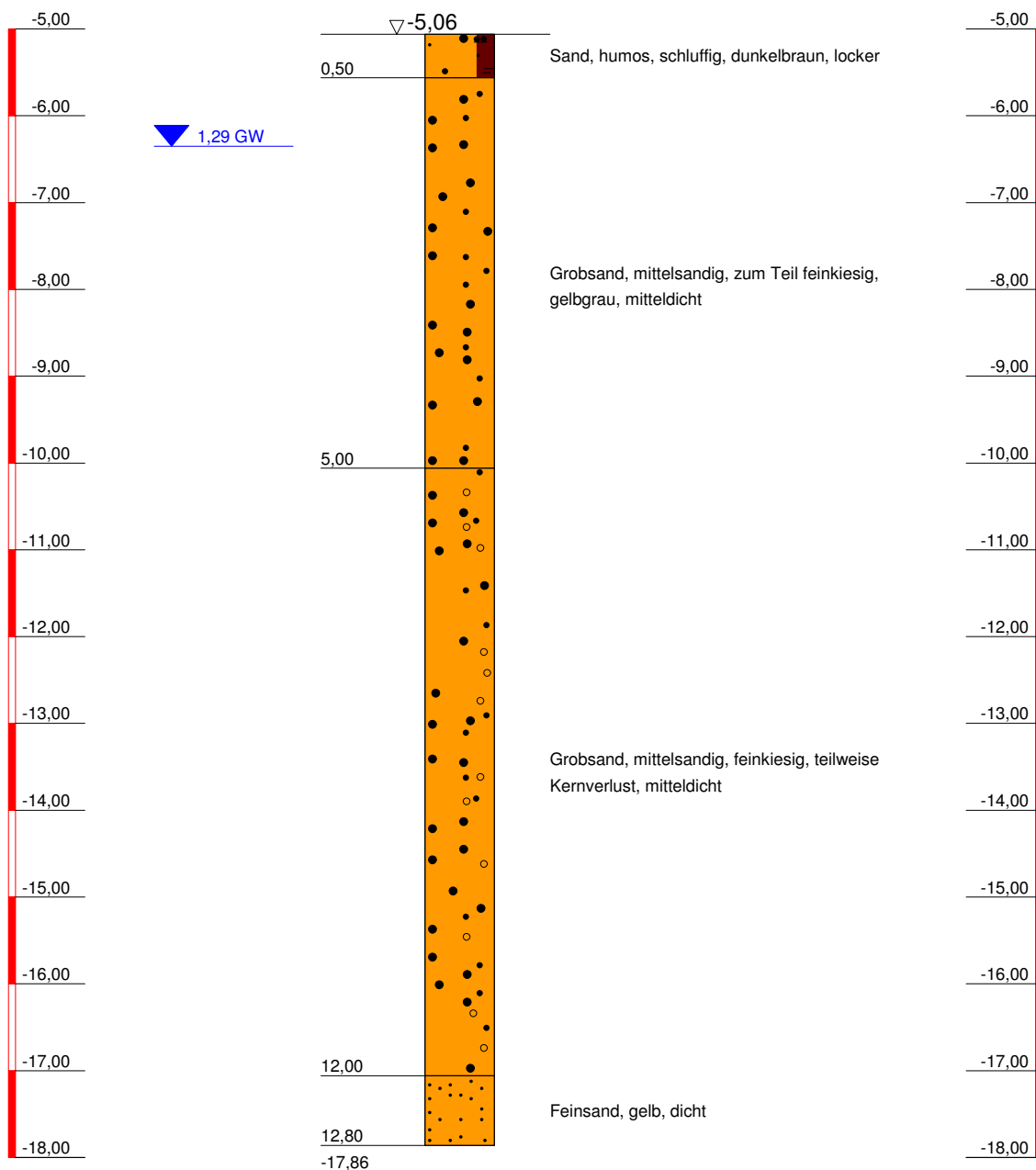
Bearbeiter: Ko

Kote

KRB 12

Kote

Ansatzhöhe: -5,06 m rel. Höhe



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Tel.: 05977/939630 / Fax: 05977/939636

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:

Bodenabbau Firma IHB
Gölenkamp

Planbezeichnung:

Kleinrammbohrungen
Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Plan-Nr: Anlage 4.3

Projekt-Nr: 1445-2014

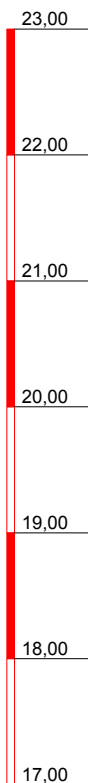
Datum: 04.11.2005

Maßstab: 1 : 80

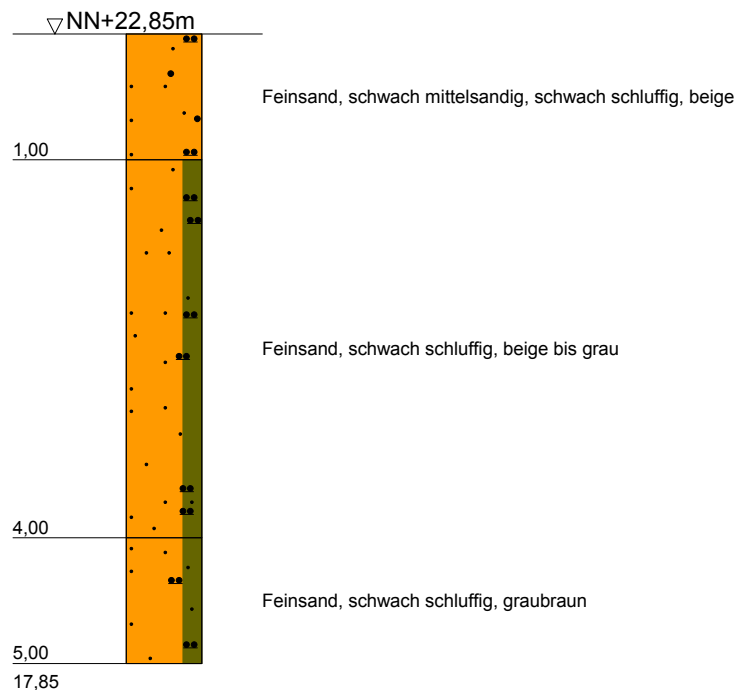
Bearbeiter: Ko

Anlage 4.4: Bohrprofile und Ausbauzeichnungen Grundwassermessstellen
GWM F1 bis F4, F8
(Büro für Geowissenschaften)

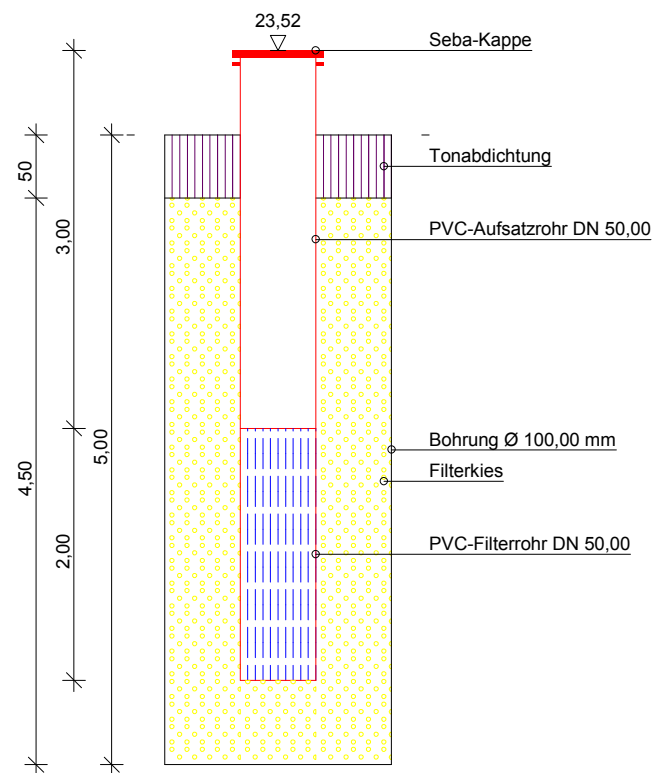
NN+m



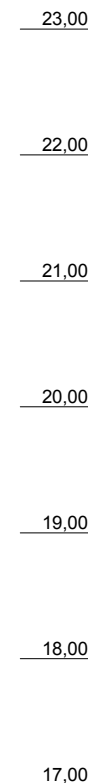
F1 Grundwassermessstelle



F1 Ausbau



NN+m



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Südstr. 26 b
49751 Sögel

Tel.: 05952/903388 / Fax: 05952/903391

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Schichtenverzeichnisse und
Ausbauzeichnungen

Plan-Nr: Anlage 4.2

Projekt-Nr: 892-2012

Datum: 26.10.2012

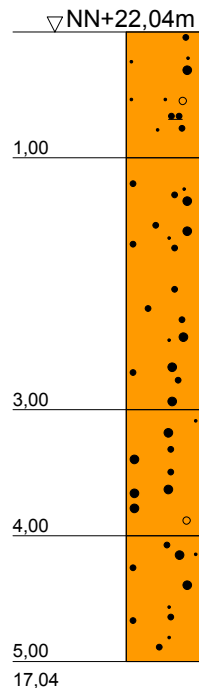
Maßstab: 1 : 60

Bearbeiter: Albers

NN+m



F2 Grundwassermessstelle



Feinsand, mittelsandig bis schwach grobsandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig, beige

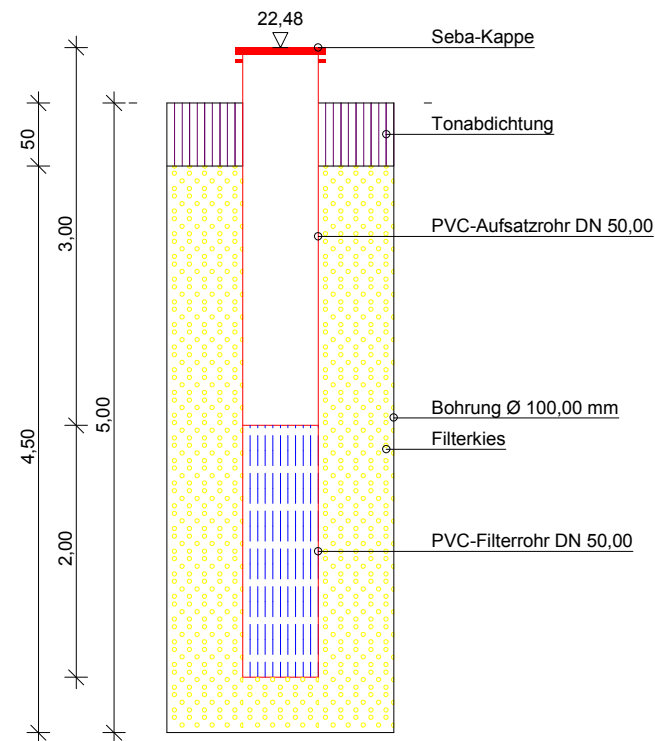
Mittelsand, grobsandig bis schwach feinsandig, hellbraun bis braun

Grobsand, mittelsandig bis schwach feinsandig, schwach feinkiesig, braun

Mittelsand, feinsandig bis schwach grobsandig

▽ 2,83 GW

F2 Ausbau



NN+m



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Südstr. 26 b
49751 Sögel

Tel.: 05952/903388 / Fax: 05952/903391

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Schichtenverzeichnisse und
Ausbauzeichnungen

Plan-Nr: Anlage 4.2

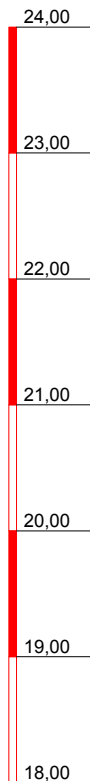
Projekt-Nr: 892-2012

Datum: 26.10.2012

Maßstab: 1 : 60

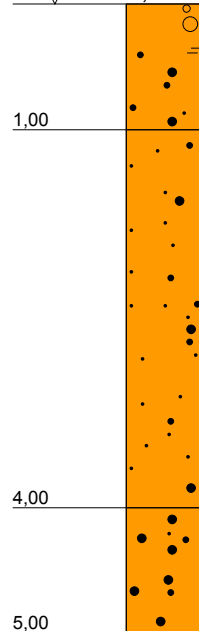
Bearbeiter: Albers

NN+m



F3 Grundwassermessstelle

▽NN+23,52m



18,52

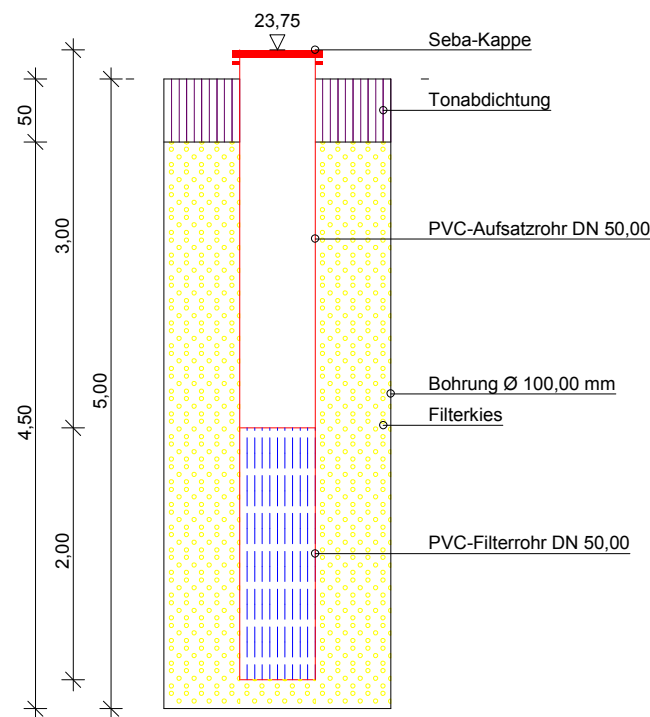
Mittelsand, grobsandig bis schwach feinsandig, schwach humos, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig, dunkelgrau

Feinsand, schwach mittelsandig bis sehr schwach grobsandig, graubraun

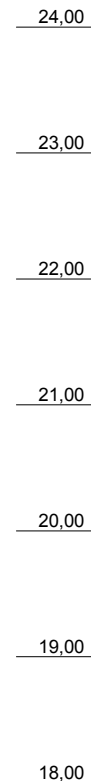
Grobsand, mittelsandig bis schwach feinsandig, graubraun

▽ 2,57 GW

F3 Ausbau



NN+m



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Südstr. 26 b
49751 Sögel

Tel.: 05952/903388 / Fax: 05952/903391

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Schichtenverzeichnisse und
Ausbauzeichnungen

Plan-Nr: Anlage 4.2

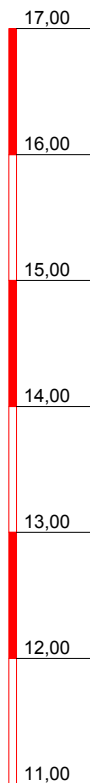
Projekt-Nr: 892-2012

Datum: 26.10.2012

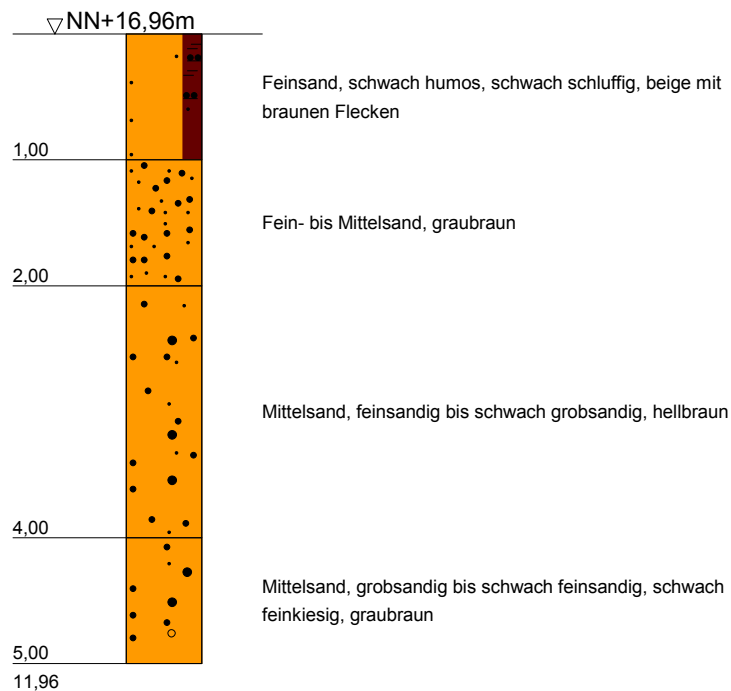
Maßstab: 1 : 60

Bearbeiter: Albers

NN+m

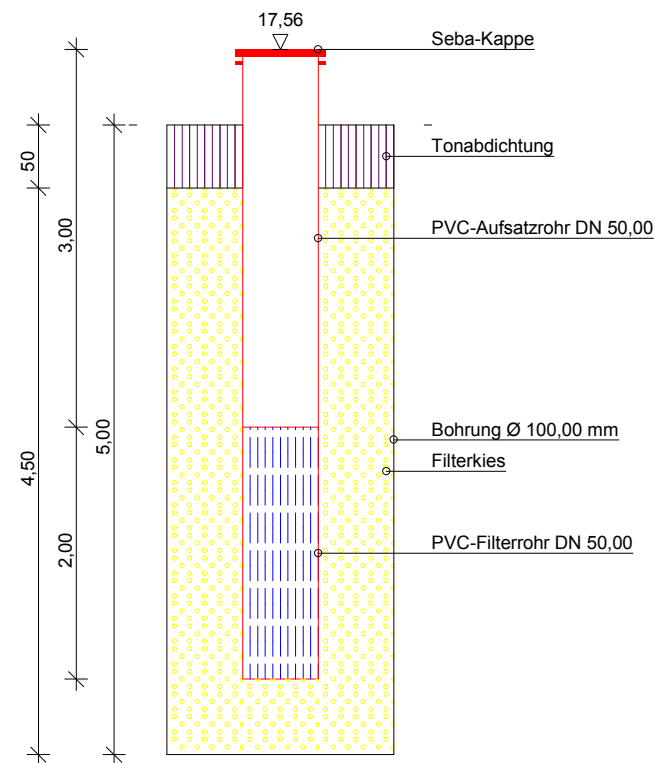


F4 Grundwassermessstelle

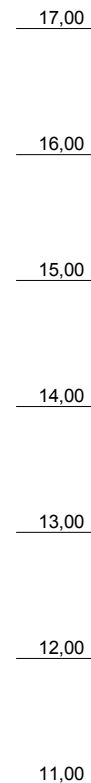


▽ 1,68 GW

F4 Ausbau



NN+m



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Südstr. 26 b
49751 Sögel

Tel.: 05952/903388 / Fax: 05952/903391

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
**Schichtenverzeichnisse und
Ausbauzeichnungen**

Plan-Nr: Anlage 4.2

Projekt-Nr: 892-2012

Datum: 26.10.2012

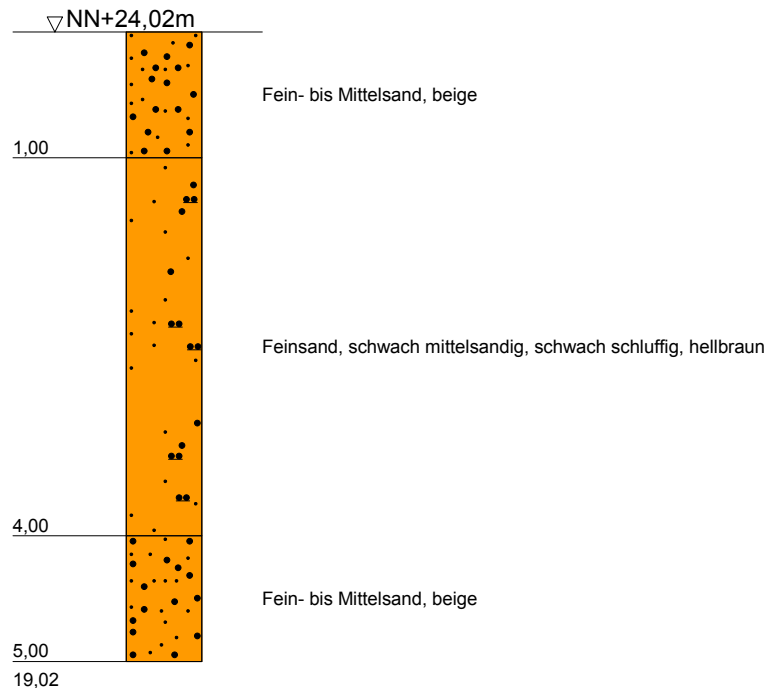
Maßstab: 1 : 60

Bearbeiter: Albers

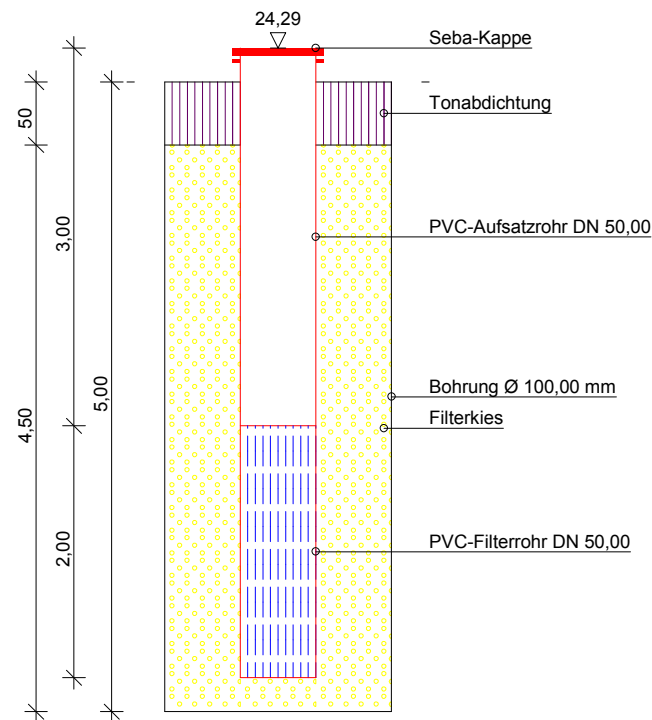
NN+m



F8 Grundwassermessstelle



F8 Ausbau



NN+m



Büro für Geowissenschaften

Meyer und Overesch GbR

Südstr. 26 b
49751 Sögel

Tel.: 05952/903388 / Fax: 05952/903391

e-mail: info@bfg-soegel.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Schichtenverzeichnisse und
Ausbauzeichnungen

Plan-Nr: Anlage 4.2

Projekt-Nr: 892-2012

Datum: 26.10.2012

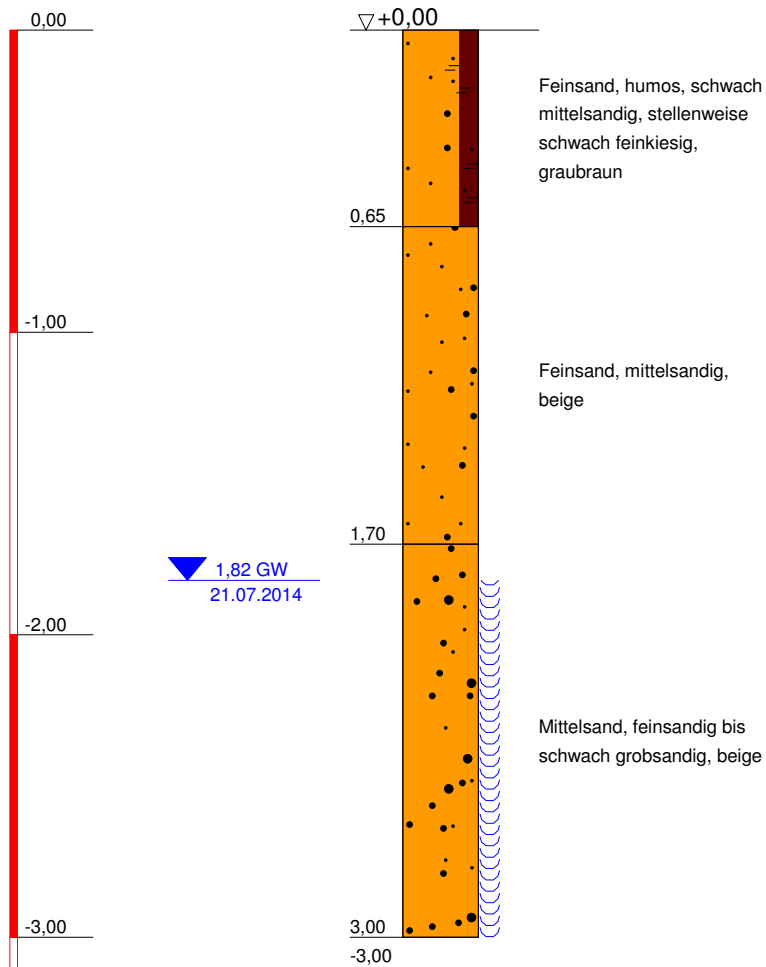
Maßstab: 1 : 60

Bearbeiter: Albers

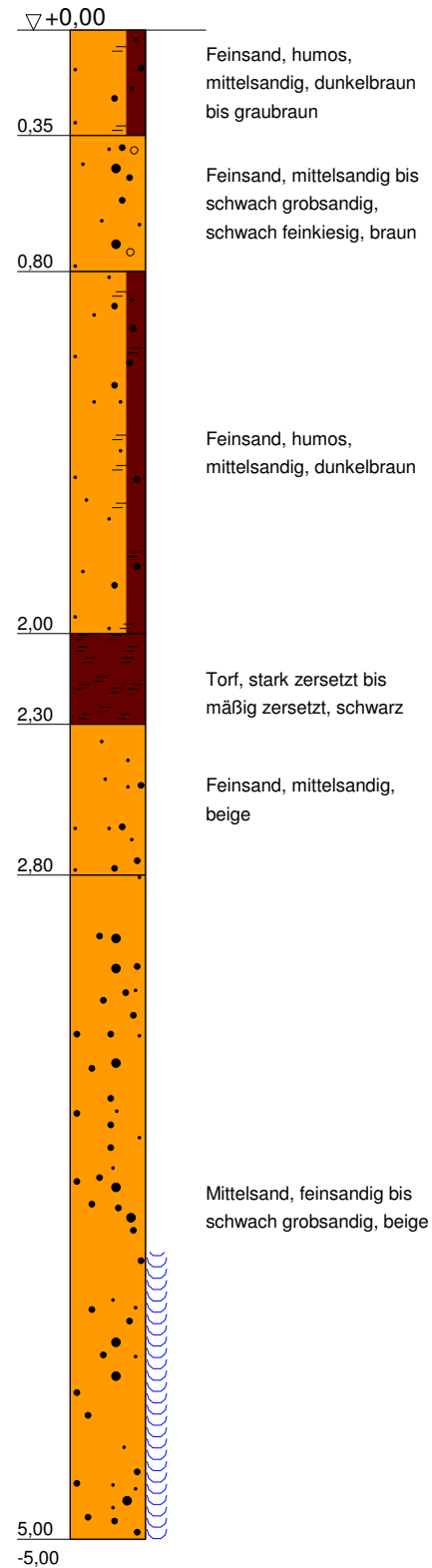
Anlage 4.5: Bohrprofile Rammkernsondierungen
(Büro für Geowissenschaften)

GOK

RKS 1 gemäß DIN 4021



RKS 2 gemäß DIN 4021



Büro für Geowissenschaften
Meyer & Overesch GbR
Bernard-Krone-Str. 19
48480 Spelle

Tel.: 05977-939630 / Fax: 05977-939636

e-mail: info@mo-bfg.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Ergebnisse Rammkernsondierungen

Plan-Nr: Anlage 4.5

Projekt-Nr: 1445-2014

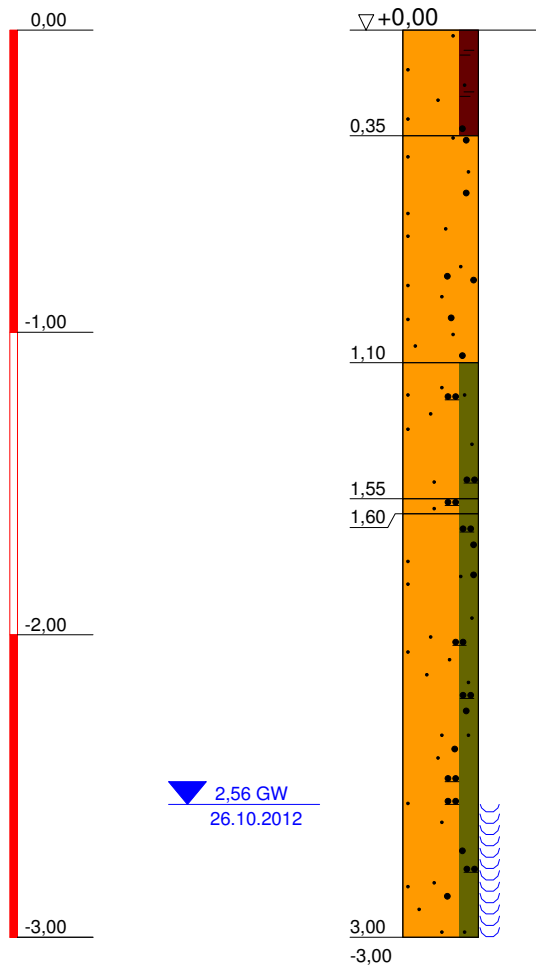
Datum: 26.10.2012

Maßstab: 1 : 25

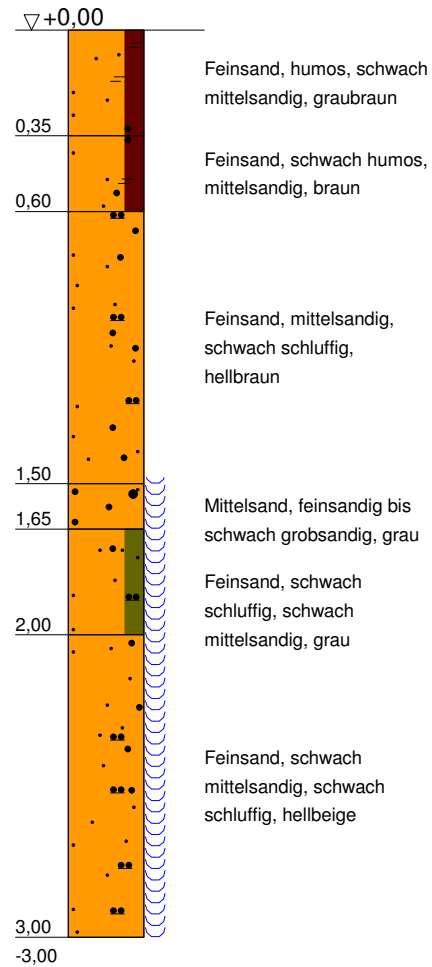
Bearbeiter: Albers / Kock

GOK

RKS 3 gemäß DIN 4021



RKS 4 gemäß DIN 4021



Büro für Geowissenschaften
Meyer & Overesch GbR
Bernard-Krone-Str. 19
48480 Spelle

Tel.: 05977-939630 / Fax: 05977-939636

e-mail: info@mo-bfg.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Ergebnisse Rammkernsondierungen

Plan-Nr: Anlage 4.5

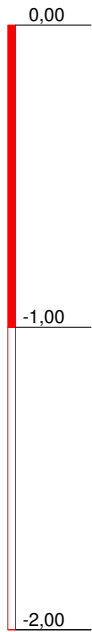
Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 26.10.2012

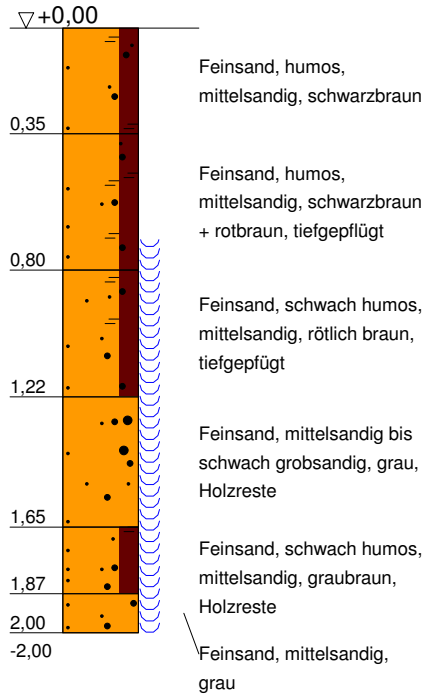
Maßstab: 1 : 25

Bearbeiter: Albers / Kock

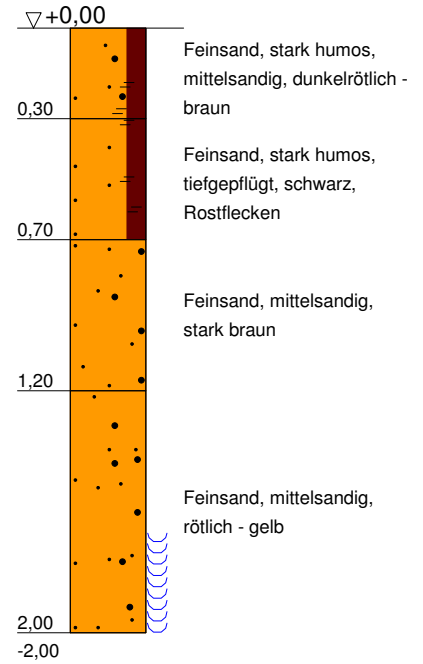
GOK



RKS 5 gemäß DIN 4021



RKS 6 gemäß DIN 4021



Büro für Geowissenschaften
Meyer & Overesch GbR
Bernard-Krone-Str. 19
48480 Spelle

Tel.: 05977-939630 / Fax: 05977-939636

e-mail: info@mo-bfg.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Ergebnisse Rammkernsondierungen

Plan-Nr: Anlage 4.5

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 26.10.2012

Maßstab: 1 : 25

Bearbeiter: Albers / Kock

GOK

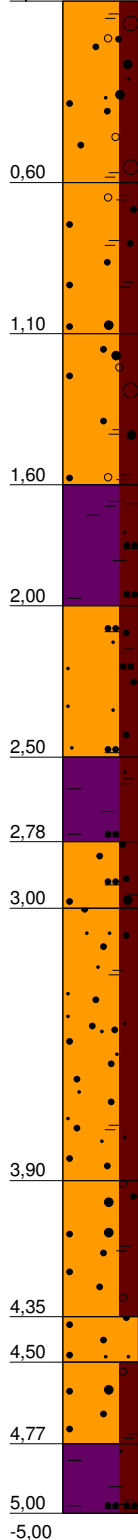
RKS 7

gemäß DIN 4021



▼ 1,55 GW
26.10.2012

▽+0,00



Mittelsand, schwach humos,
schwach feinsandig bis
schwach grobsandig,
schwach feinkiesig bis
schwach mittelkiesig, braun

Mittelsand, stark humos,
schwach grobsandig,
schwach feinkiesig, mit
Holzresten, rötlich-braun

Mittelsand, stark humos,
grobsandig, feinkiesig bis
schwach mittelkiesig, braun-
schwarz

Ton, schwach humos,
schluffig, schwach
feinsandig, grau

Feinsand, sehr schwach
humos, mittelsandig,
schluffig, oliv-grau

Ton, sehr schwach humos,
schluffig, schwach
feinsandig, grau

Mittelsand, sehr schwach
humos, schwach
grobsandig, schwach
schluffig, grau

Feinsand, Mittelsand, sehr
schwach humos, grau

Mittelsand, schwach humos,
grobsandig, feinkiesig, oliv-
schwarz

Mittelsand, feinsandig, grau

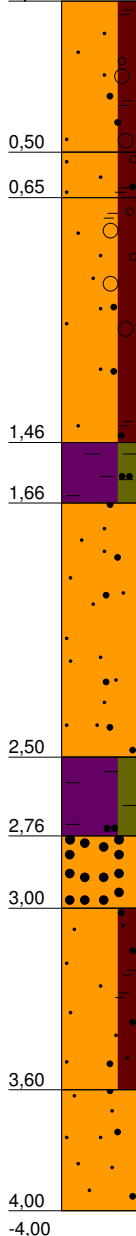
Mittelsand, schwach humos,
grobsandig, feinkiesig, oliv-
schwarz

Ton, sehr schwach humos,
schluffig, schwach
feinsandig, grau

RKS 8

gemäß DIN 4021

▽+0,00



Feinsand, humos,
mittelsandig, schwach
feinkiesig bis mittelkiesig,
grau-braun

Feinsand, sehr schwach
humos, mittelsandig,
schwach feinkiesig, gelb-
braun

Feinsand, schwach humos,
mittelsandig, schwach
feinkiesig bis mittelkiesig,
teilweise Bauschutt (Ziegel
+ Beton), sehr dunkel grau

Ton, schwach schluffig,
grau

Feinsand, mittelsandig,
hellgrau

Ton, schwach schluffig,
beige

Grobsand, beige, rötlich

Feinsand, sehr schwach
humos, mittelsandig, beige

Feinsand, mittelsandig,
hellgrau

Büro für Geowissenschaften
Meyer & Overesch GbR
Bernard-Krone-Str. 19
48480 Spelle

Tel.: 05977-939630 / Fax: 05977-939636

e-mail: info@mo-bfg.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Ergebnisse Rammkernsondierungen

Plan-Nr: Anlage 4.5

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 26.10.2012

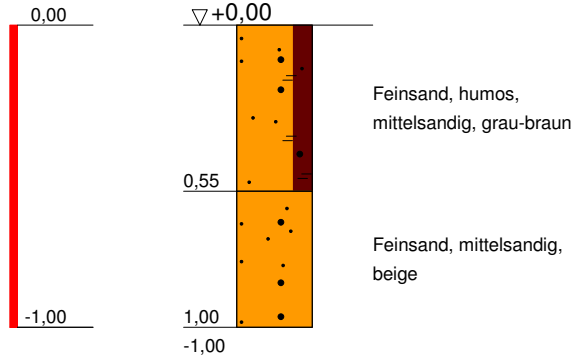
Maßstab: 1 : 25

Bearbeiter: Albers / Kock

RKS 9

GOK

gemäß DIN 4021



Büro für Geowissenschaften
Meyer & Overesch GbR
Bernard-Krone-Str. 19
48480 Spelle

Tel.: 05977-939630 / Fax: 05977-939636

e-mail: info@mo-bfg.de

Bauvorhaben:
Hydrogeologische Beweissicherung

Planbezeichnung:
Ergebnisse Rammkernsondierungen

Plan-Nr: Anlage 4.5

Projekt-Nr: 1445-2014

Datum: 26.10.2012

Maßstab: 1 : 25

Bearbeiter: Albers / Kock

Anlage 5: Messwerte Grundwassermessstellen

Anlage 5.1: Messwerte Grundwassermessstellen IHB (1997 – 2013, in mNN)

	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14
22.06.1997	22,66	31,71	18,17	28,40	37,10								
14.07.1997	22,26	31,61	18,47	28,20	37,00								
04.08.1997	22,16	31,61	17,97	28,20	37,10								
05.09.1997	22,06	31,41	16,97	28,10	36,90								
06.10.1997	21,76	31,51	16,77	28,10	36,80								
03.11.1997	21,76	31,21	17,17	28,10	36,70								
04.12.1997	21,56	31,41	16,77	28,00	36,70								
13.01.1998	22,96	31,51	16,97	28,00	36,90								
12.02.1998	22,96	31,51	17,57	28,10	36,80								
11.03.1998	23,06	31,51	17,07	28,10	36,80								
09.04.1998	23,16	31,61	17,17	28,20	36,90								
04.05.1998	23,26	31,61	17,97	28,20	36,90								
10.06.1998	23,26	31,61	17,27	28,20	36,90								
02.07.1998	23,36	31,71	17,07	28,20	37,00								
14.08.1998	22,96	31,61	16,77	28,20	37,00								
16.09.1998	22,46	31,71	16,97	28,10	36,80								
13.10.1998	22,66	31,71	16,97	28,20	37,00								
05.11.1998	23,06	32,31	17,27	28,30	37,40								
07.12.1998	23,16	32,71	17,47	28,60	37,40								
19.01.1999	23,36	32,81	17,67	28,70	38,10								
16.02.1999	23,26	32,31	17,87	28,60	38,00								
12.03.1999	23,36	32,71	17,47	28,70	38,10								
08.04.1999	23,36	32,91	17,77	28,80	38,00								
05.05.1999	23,21	32,81	17,77	28,80	37,90								
08.06.1999	23,26	32,91	17,87	28,70	38,10								
06.07.1999	23,16	32,91	17,67	28,80	38,00								
19.08.1999	22,66	32,81	17,57	28,70	37,90								
08.09.1999	22,56	32,71	17,47	28,70	37,60								
04.10.1999	22,26	32,61	17,37	28,70	37,70								
08.11.1999	22,16	32,51	17,27	28,60	37,40								
02.12.1999	21,96	32,41	17,37	28,50	37,30								
06.01.2000	22,46	32,51	17,67	28,60	37,60								
02.02.2000	22,56	32,61	17,77	28,70	37,70								
06.03.2000	22,46	32,91	17,97	28,70	37,80								
06.04.2000	23,46	32,91	18,17	28,90	38,00								
15.05.2000	23,26	32,71	17,97	28,80	38,00								
05.06.2000	22,96	33,01	17,87	28,90	38,00								
06.07.2000	22,76	33,01	17,77	28,75	37,80	32,81							
01.08.2000	22,66	32,91	17,47	28,70	37,70	32,81							
08.09.2000	22,56	32,71	17,27	28,60	37,50	32,71							
06.10.2000	22,16	32,71	17,27	28,60	37,50	32,61							
07.11.2000	22,26	32,61	17,17	28,60	37,40	32,51							
01.12.2000	22,26	32,81	17,87	28,60	37,40	32,51							
15.01.2001	22,46	32,71	18,17	28,60	37,40	32,51							

Anlage 5.1: Messwerte Grundwassermessstellen IHB (1997 – 2013, in mNN)

	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14
13.02.2001	22,46	32,81	17,67	28,50	37,60	32,61							
08.03.2001	22,86	32,81	17,47	28,60	37,60	32,81							
12.04.2001	22,76	32,81	17,57	28,60	37,50	32,71							
08.05.2001	22,86	32,81	17,37	28,70	37,80	32,71							
13.06.2001	22,76	32,71	17,27	28,70	37,60	32,81							
10.07.2001	22,56	32,61	17,27	28,60	37,50	32,71							
13.08.2001	22,46	32,61	17,17	28,60		32,61							
20.09.2001	22,36	32,51	17,27	28,60		32,61							
08.10.2001	22,46	32,61	17,27	28,65		32,71							
05.11.2001	22,36	32,51	17,27	28,50		32,61							
03.12.2001	22,36	32,51	17,57	28,50		32,61							
14.01.2002	22,76	32,91	18,97	28,50		32,61							
07.02.2002	22,86	33,11	19,77	28,70		32,71							
18.03.2002	22,96	33,51	18,77	28,90		32,81							
15.04.2002	22,86	33,41	19,67	28,90		32,81							
07.05.2002	23,16	33,51	18,57	28,90		32,81							
14.06.2002	23,26	33,31	18,47	28,90		32,91							
11.07.2002	22,86	33,21	17,77	28,90		33,01							
14.08.2002	22,56	33,01	18,77	28,90		32,91							
10.09.2002	22,46	33,01	17,47	28,70		32,81							
11.10.2002	22,46	33,41	17,57	28,80		32,91							
07.11.2002	22,16	33,01	19,07	28,70		32,71							
05.12.2002	22,06	32,71	18,37	28,60		32,61							
08.01.2003	22,26	32,81	19,57	28,70		32,51							
06.02.2003	22,26	32,91	19,17	28,70		32,61							
04.03.2003	22,36	32,81	18,07	28,70		32,61							
08.04.2003	22,46	32,66	17,67	28,65		32,71							
02.05.2003	22,36	32,61	17,17	28,65		32,81							
04.06.2003	22,36	32,66	17,17	28,70		32,51							
08.07.2003	22,26	32,71	17,17	28,60		32,51							
05.08.2003	22,16	32,51	17,07	28,50		32,41							
10.09.2003	21,96	32,31	16,97	28,50		32,31							
01.10.2003	21,76	32,11	16,87	28,40		32,21							
03.11.2003	21,66	32,21	16,77	28,35		32,21							
01.12.2003	21,56	32,11	16,67	28,30		32,21							
09.01.2004	21,66	32,11	19,07	28,30		32,31							
06.02.2004	22,06	32,61	17,27	28,50		32,06							
02.03.2004	22,56	32,81	18,57	28,60		32,81							
08.04.2004	22,66	32,91	17,37	28,60		32,41							
03.05.2004	22,36	32,41	17,17	28,50		32,31							
01.06.2004	22,16	32,21	16,87	28,50		32,21							
05.07.2004	22,06	32,21	16,87	28,60		32,21							
02.08.2004	21,96	32,51	16,87	28,40		32,11							
13.09.2004	21,96	32,41	17,07	28,40		32,21							

Anlage 5.1: Messwerte Grundwassermessstellen IHB (1997 – 2013, in mNN)

	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14
01.10.2004	21,86	32,31	17,17	28,40		32,11							
01.11.2004	21,76	32,11	16,87	28,40		32,01							
02.12.2004	21,86	32,01	17,77	28,40		32,01							
03.01.2005	21,96	32,11	18,67	28,30		32,01							
02.02.2005	21,96	32,11	18,27	28,40		32,01							
02.03.2005	22,26	32,21	19,17	28,40		32,11							
11.04.2005	22,36	32,01	17,57	28,50		32,11							
04.05.2005	22,26	32,01	17,97	28,40		32,11							
01.06.2005	22,16	31,96	17,77	28,30		32,06							
01.07.2005	22,06	31,91	17,07	28,30		32,01							
05.08.2005	22,16	31,81	16,87	28,30		32,01							
02.09.2005	22,06	31,76	16,77	28,25		31,91							
11.10.2005	21,66	31,61	16,67	28,20		31,86							
01.11.2005	21,56	31,61	16,67	28,20		31,81							
06.12.2005	21,46	31,51	16,67	28,10		31,81							
16.01.2006	21,56	31,41	17,87	28,00		31,71							
09.02.2006	21,51	31,31	16,97	27,95		31,71							
01.03.2006	21,46	31,31	16,77	27,90		31,71							
06.04.2006	21,76	31,21	16,77	28,00		31,61							
08.05.2006	21,86	31,11	16,77	28,00		31,51							
06.06.2006	21,76	31,11	17,37	28,00		31,61							
06.07.2006	21,66	31,11	16,72	27,90		31,61							
09.08.2006	21,51	31,11	16,67	27,90		31,56							
14.09.2006	21,36	30,91	16,47	27,70		31,51							
13.10.2006	21,26	30,91	16,22	27,70		31,51							
11.11.2006	21,16	30,81	16,17	27,65		31,46							
13.12.2006	21,16	30,81	16,17	27,70		31,41							
17.01.2007	21,26	30,76	16,27	27,80		31,46							
07.02.2007	21,66	30,76	16,37	27,90		31,51							
05.03.2007	21,96	30,91	16,57	28,10		31,71							
10.04.2007	22,31	31,16	16,67	28,10		31,91							
14.05.2007	22,21	31,26	16,72	28,20		32,01							
04.06.2007	22,06	31,21	16,67	28,10		31,86							
09.07.2007	22,16	31,31	16,57	28,20		31,81							
08.08.2007	21,86	31,21	16,57	28,10		32,21							
18.09.2007	21,76	31,21	16,67	28,00		31,81							
11.10.2007	21,66	31,21	16,47	27,90		31,71							
05.11.2007	21,61	31,11	16,47	27,90		31,71							
03.12.2007	21,56	31,21	16,57	27,85		31,71							
07.01.2008	21,76	31,11	16,77	27,90		31,86							
07.02.2008	21,96	31,06	16,97	28,00		31,96							
06.03.2008	22,16	31,16	16,87	28,00		32,01							
01.04.2008	22,26	31,26	18,07	28,10		32,01							
07.05.2008	22,36	31,41	17,37	28,20		32,11							

Anlage 5.1: Messwerte Grundwassermessstellen IHB (1997 – 2013, in mNN)

	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14
12.06.2008	22,16	31,41	17,07	28,10		32,01	19,35	18,40	16,22	17,91	16,39		
01.07.2008	22,06	31,41	16,97	28,00		32,01	19,18	18,20	16,02	17,76	16,19		
05.08.2008	21,86	31,31	16,82	28,00		31,91	19,03	18,10	15,92	17,71	16,14		
02.09.2008	21,56	31,21	16,77	27,90		31,81	18,93	18,00	15,82	17,71	15,94		
14.10.2008	21,56	31,21	16,77	27,90		31,81	18,88	18,00	15,87	17,71	16,14		
02.12.2008	21,46	31,06	16,77	27,85		31,71	18,98	18,25	16,27	17,96	16,54		
05.01.2009	21,46	31,07	16,82	27,80		31,71	19,08	18,20	16,22	17,81	16,04	24,02	16,39
03.02.2009	21,46	30,91	17,37	27,70		31,76	19,08	18,30	16,27	17,91	16,49	24,02	16,39
02.03.2009	21,51	31,01	17,37	27,70		31,81	19,18	18,50	16,47	18,11	16,69	24,07	16,54
01.04.2009	21,71	30,76	16,57	27,80		31,71	19,38	18,70	16,62	18,21	16,84	24,17	16,64
04.05.2009	21,76	30,81	16,77	27,70		31,71	19,28	18,35	16,27	17,86	16,39	24,17	16,29
02.06.2009	21,66	30,76	16,77	27,70		31,66	19,13	18,25	16,07	17,76	16,24	24,02	16,19
01.07.2009	21,51	30,76	16,37	27,60		31,61	19,03	18,10	15,97	17,61	16,14	23,97	16,09
06.08.2009	21,46	30,71	16,42	27,60		31,56	18,98	18,15	16,07	17,71	16,24	23,92	16,04
01.09.2009	21,31	30,66	16,37	27,55		31,56	18,88	17,95	15,87	17,61	16,04	23,87	15,99
06.10.2009	21,16	30,61	16,37	27,50		31,51	18,78	17,80	15,72	17,46	15,94	24,27	15,94
09.11.2009	21,06	30,56	16,37	27,45		31,51	18,83	18,00	15,97	17,71	16,29	23,77	16,29
01.12.2009	21,11	30,51	16,42	27,40		31,46	18,93	18,20	16,27	17,96	16,54	23,82	16,54
05.01.2010	21,41	30,51	16,52	27,40		31,61	19,13	18,40	16,47	17,91	16,69	23,92	16,54
02.02.2010	21,56	30,46	16,62	27,40		31,66	19,18	18,40	16,42	18,01	16,64	23,92	16,49
01.03.2010	21,76	30,61	16,67	27,45		31,71	19,28	18,85	16,72	18,36	16,94	24,02	16,69
06.04.2010	21,96	30,61	16,67	27,55		31,71	19,43	18,75	16,62	18,21	16,84	24,12	16,64
05.05.2010	21,96	30,66	16,72	27,55		31,76	19,38	18,45	16,32	18,01	16,54	24,27	16,39
01.06.2010	21,86	30,71	16,67	27,50		31,71	19,23	18,30	16,17	17,91	16,39	24,12	16,19
05.07.2010	21,66	30,66	16,67	27,40		31,61	18,98	18,05	15,97	17,61	16,09	23,97	15,99
03.08.2010	21,51	30,61	16,67	27,40		31,51	18,88	17,90	15,77	17,51	16,34	23,92	15,89
01.09.2010	21,46	30,61	16,77	27,45		31,51	18,98	18,50	16,32	18,21	17,04	23,92	16,59
08.10.2010	21,71	30,71	16,97	27,50		31,71	19,18	18,45	16,47	18,06	17,04	24,07	16,49
01.11.2010	21,66	30,71	16,97	27,55		31,71	19,18	18,45	16,37	18,06	17,04	24,07	16,49
03.12.2010	21,81	30,91	16,72	27,60		31,81	19,33	18,50	16,47	18,01	17,04	24,17	16,44
10.01.2011	21,86	30,76	16,42	27,60		31,81	19,48	18,90	16,82	18,41	16,89	24,22	16,74
02.02.2011	22,06	30,81	16,47	27,65		31,86	19,58	18,75	16,72	18,16	17,24	24,32	16,54
02.03.2011	22,16	30,91	16,52	27,70		31,96	19,58	18,75	16,62	18,11	17,19	24,37	16,54
04.03.2011	22,16	31,01	16,52	27,70		31,96	19,48	18,50	16,37	18,01	16,94	24,32	16,39
02.05.2011	22,01	30,91	16,47	27,65		31,86	19,33	18,35	16,42	17,86	16,74	24,12	16,19
15.06.2011	21,76	30,91	16,37	27,50		31,76	19,08	18,10	15,87	17,66	16,54	24,02	16,04
04.07.2011	21,66	30,86	16,37	27,50		31,71	19,03	18,10	15,87	17,71	16,54	24,02	16,09
01.08.2011	21,56	30,81	16,32	27,25		31,66	18,98	18,10	16,02	17,76	16,64	23,97	16,19
01.09.2011	21,46	30,81	16,32	27,40		31,61	19,08	18,20	16,17	17,91	16,84	23,92	16,39
07.10.2011	21,46	30,81	16,37	27,40		31,71	19,08	18,15	16,07	17,81	16,74	23,97	16,29
01.11.2011	21,41	30,76	16,37	27,40		31,76	19,08	18,25	16,17	17,81	16,74	23,92	16,29
05.12.2011	21,36	30,91	16,37	27,35		31,56	19,08	18,15	16,07	17,86	16,79	23,92	16,44
03.01.2012	21,61	30,91	16,57	27,40		31,76	19,33	18,95	16,77	18,56	17,44	24,02	16,59
01.02.2012	22,06	31,31	16,67	27,60		31,91	19,53	18,75	16,77	18,21	17,24	24,27	16,54

Anlage 5.1: Messwerte Grundwassermessstellen IHB (1997 – 2013, in mNN)

	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14
05.03.2012	22,11	31,31	18,32	27,60		32,01	19,48	18,75	16,57	18,21	17,24	24,22	16,64
02.04.2012	22,06	31,26	17,47	27,50		31,96	19,43	18,50	16,37	18,01	16,99	24,22	16,39
08.05.2012	21,91	31,16	16,92	27,50		31,91	19,28	18,50	16,27	17,91	16,89	24,12	16,44
13.06.2012	21,76	31,06	16,87	27,40		31,81	19,18	18,20	16,07	17,81	16,64	24,02	16,09
02.07.2012	21,66	31,01	16,82	27,40		31,71	19,08	18,15	15,97	17,81	16,59	24,32	16,09
06.08.2012	21,46	30,91	16,77	27,30		31,66	19,03	18,05	15,92	17,66	16,54	24,12	16,09
05.09.2012	21,36	30,81	16,67	27,25		31,61	18,88	17,90	15,67	17,51	16,39	23,72	16,04
08.10.2012	21,21	30,76	16,62	27,20		31,56	18,83	18,10	15,92	17,81	16,64	23,72	16,39
01.11.2012	21,16	30,71	16,62	27,20		31,56	18,83	17,95	16,02	17,66	16,69	23,67	16,29
05.12.2012	21,06	30,61	16,72	27,15		31,51	18,83	17,95	16,02	17,66	16,69	23,67	16,29
04.01.2013	21,16	30,61	18,57	27,10		31,51	19,03	18,55	16,62	18,16	17,24	23,77	16,59
05.02.2013	21,46	30,66	19,17	27,20		31,56	19,18	18,80	16,72	18,31	17,39	23,87	16,79
04.03.2013	21,61	30,71	19,37	27,20		31,76	19,28	18,55	16,47	18,01	17,14	23,92	16,59
05.04.2013	21,61	30,71	19,37	27,20		31,76	19,23	18,40	16,27	17,86	16,84	23,92	16,49
08.05.2013	21,56	30,61	17,47	27,15		31,66	19,13	18,25	16,17	17,81	16,74	23,87	16,44
05.06.2013	21,46	30,56	16,82	27,10		31,61	19,08	18,15	16,07	17,76	16,69	23,82	16,14
09.07.2013	21,31	30,51	16,72	27,10		31,51	18,93	17,95	15,97	17,61	16,59	23,72	16,09
05.08.2013	21,18	30,45	16,92	27,04		31,47	18,76	17,85	15,77	17,43	16,54	23,62	15,87
02.09.2013	21,08	30,42	16,97	27,00		31,43	18,69	17,78	15,71	17,38	16,91	23,57	15,84
01.10.2013	21,01	30,42	16,95	26,98		31,41	18,78	18,00	16,05	17,60	16,67	23,60	16,16
04.11.2013	20,96	30,46	17,21	26,96		31,41	18,81	18,10	16,16	17,75	16,84	23,59	16,39
04.12.2013	21,23	30,51	17,84	27,06		31,58	19,00	18,40	16,40	17,91	17,02	23,72	16,46

Anlage 5.2: Messwerte Grundwassermessstellen Liesen (1997 – 2013, in mNN)

Datum	Br. 1	Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	Seewasserspiegel	GWM 3, IHB
15.08.1997	19,05	16,32	18,64	20,98										19,02
30.08.1997	18,98	16,20	18,60	20,92										17,65
15.09.1997	18,90	16,15	18,58	20,89										17,58
30.09.1997	18,82	16,07	18,55	20,84										17,40
30.10.1997	18,79	16,32	18,65	20,86										17,32
01.12.1997	18,73	16,23	18,58	20,80										17,79
02.01.1998	18,89	16,74	18,80	20,98										17,32
02.02.1998	18,97	16,73	18,78	21,09										19,41
26.02.1998	19,04	16,60	18,71	20,99										17,83
01.04.1998	19,21	16,50	18,79	21,20										17,90
15.04.1998	19,25	16,93	18,87	21,23										18,32
30.04.1998	19,27	16,92	18,84	21,22										18,07
15.05.1998	19,19	16,63	18,73	21,12										17,91
02.06.1998	19,08	16,44	18,67	21,02										18,14
15.06.1998	19,18	16,81	18,88	21,14										18,18
01.07.1998	19,11	16,55	18,74	21,06										17,70
16.07.1998	19,05	16,42	18,69	21,00										17,62
31.07.1998	19,00	16,37	18,67	20,97										17,51
15.08.1998	18,96	16,28	18,60	20,92										17,44
31.08.1998	18,92	16,33	18,65	20,89										17,42
16.09.1998	19,04	16,79	18,96	21,00										17,48
02.10.1998	19,12	16,88	18,91	21,05										17,51
02.11.1998	19,71	17,36	19,10	21,87										17,80
01.12.1998	19,61	16,97	18,89	21,61										18,12
05.01.1999	19,72	17,15	19,03	21,69										18,24
31.01.1999	19,72	17,00	18,93	21,60										18,55
28.02.1999	19,76	16,98	18,92	21,59										18,26
01.04.1999	19,74	16,88	18,85	21,55										18,44
04.05.1999	19,67	16,80	18,77	21,47										18,44
15.05.1999	19,61	16,74	18,75	21,43										18,38
01.06.1999	19,56	16,66	18,72	21,37										18,33
17.06.1999	19,50	16,50	18,69	21,31										18,40
29.06.1999	19,44	16,39	18,67	21,24										18,36
15.07.1999	19,39	16,34	18,65	21,20										18,36
01.08.1999	19,29	16,22	18,57	21,05										18,16
15.08.1999	19,25	16,21	18,63	21,04										18,09
31.08.1999	19,21	16,23	18,59	20,99										18,14
15.09.1999	19,14	16,13	18,52	20,93										18,10
01.10.1999	19,11	16,20	18,65	20,93										18,08

Anlage 5.2: Messwerte Grundwassermessstellen Liesen (1997 – 2013, in mNN)

Datum	Br. 1	Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	Seewasserspiegel	GWM 3, IHB
31.10.1999	19,07	16,26	18,54	20,91										18,22
01.12.1999	19,09	16,52	18,71	21,02										17,93
31.12.1999	19,47	17,10	19,00	21,48										18,26
02.02.2000	19,55	17,24	19,05	21,53										18,40
01.03.2000	19,67	17,19	18,99	21,64										18,53
01.04.2000	19,73	17,05	18,91	21,69										18,68
15.04.2000	19,63	16,91	18,81	21,53										18,61
30.04.2000	19,51	16,84	18,73	21,40										18,55
15.05.2000	19,43	16,76	18,68	21,31										18,55
01.06.2000	19,41	16,87	18,73	21,26										18,38
14.06.2000	19,36	16,78	18,69	21,21										18,46
01.07.2000	19,25	16,56	18,62	21,09										18,22
15.07.2000	19,17	16,56	18,64	21,05										18,14
02.08.2000	19,19	16,94	18,73	21,06										18,10
17.08.2000	19,04	16,78	18,64	21,02										17,95
31.08.2000	18,94	16,75	18,61	20,99										17,93
15.09.2000	18,87	16,76	18,62	20,97										17,88
01.10.2000	18,92	16,94	18,77	21,10										17,70
31.10.2000	18,92	17,01	18,82	21,12										17,79
25.11.2000	18,97	17,02	18,87	21,21										19,45
09.01.2006		16,31	18,09	21,02	16,07	15,65	16,58	19,01					16,99	18,08
02.02.2006		16,30	18,08	21,01	16,04	15,63	16,56	19,00					16,97	18,01
02.03.2006		16,28	18,09	20,98	15,99	15,60	16,54	18,99					16,97	17,93
03.04.2006		16,27	18,07	20,96	15,96	15,58	16,53	18,97					16,96	17,88
05.05.2006		16,25	18,06	20,93	15,90	15,56	16,51	18,96					16,93	17,83
09.06.2006		16,24	17,98	20,81	15,93	15,57	16,51	18,95					16,92	17,53
10.07.2006		16,11	17,81	20,65	15,91	15,37	16,43	18,79					16,74	17,23
07.08.2006		16,16	17,95	20,17	16,07	15,51	16,39	18,58					16,69	17,44
07.09.2006		16,09	17,51	20,32	15,96	15,50	16,34	18,69					16,65	17,20
09.10.2006		15,89	17,66	20,42	15,87	15,39	16,29	18,60					16,57	16,78
06.11.2006		15,95	17,68	20,46	15,90	15,55	16,43	18,66					16,67	16,65
05.12.2006		16,23	17,96	20,52	16,18	15,91	16,88	18,73					16,78	16,70
08.01.2007		16,38	18,13	20,86	16,27	15,99	16,80	18,97					16,90	16,84
08.02.2007		16,60	18,39	21,14	16,39	16,07	16,91	19,21					17,10	17,00
07.03.2007		16,70	18,48	21,25	16,55	16,34	17,10	19,33					17,12	17,10
04.04.2007		16,38	18,16	21,22	16,12	15,70	16,95	19,18					16,95	17,23
10.05.2007		16,27	18,02	20,97	15,97	15,56	16,53	19,00					16,88	17,25
06.06.2007		16,32	18,05	20,91	16,09	15,73	16,59	19,07					16,92	17,21
05.07.2007		16,36	18,09	20,78	16,20	15,87	16,67	19,18					16,97	17,11

Anlage 5.2: Messwerte Grundwassermessstellen Liesen (1997 – 2013, in mNN)

Datum	Br. 1	Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	Seewasserspiegel	GWM 3, IHB
07.08.2007		16,23	17,96	20,82	16,02	15,65	16,66	18,91					16,94	17,85
07.09.2007		16,20	17,72	20,77	16,03	15,68	16,67	18,87					16,88	17,47
09.10.2007		16,18	17,48	20,73	16,04	15,70	16,69	18,83					16,84	17,10
06.11.2007		16,36	18,06	20,77	16,19	15,87	16,81	18,91					16,87	17,15
05.12.2007		16,38	18,14	20,85	16,27	15,91	16,82	18,98					16,91	17,28
16.01.2008		16,39	18,17	20,97	16,34	15,90	16,78	19,03	15,42	15,65	18,11	15,83	17,04	17,43
07.02.2008		16,41	18,21	21,10	16,25	15,92	16,81	19,16	15,49	15,73	17,90	15,79	16,98	17,61
04.03.2008		16,48	18,26	21,34	16,33	15,98	16,89	19,19	15,42	15,80	17,73	15,87	16,91	17,64
01.04.2008		16,56	18,34	21,50	16,39	16,07	16,94	19,24	15,37	15,95	17,85	15,95	16,96	17,70
05.05.2008		16,33	18,13	21,17	16,11	15,76	16,76	19,14	15,57	15,68	17,37	15,58	16,86	18,03
10.06.2008		16,28	17,96	20,87	15,91	15,52	16,61	18,96	15,91	15,56	17,22	15,50	16,78	17,68
09.07.2008		16,08	17,81	20,76	15,79	15,42	16,56	18,86	15,76	15,50	17,02	15,45	16,74	17,65
06.08.2008		16,10	17,84	20,67	15,82	15,45	16,54	18,81	15,89	15,56	17,03	15,42	16,72	17,45
10.09.2008		16,24	17,83	20,51	15,87	15,54	16,51	18,80	15,92	15,59	16,91	15,48	16,75	17,38
06.10.2008		16,18	17,86	20,55	15,94	15,63	16,56	18,79	15,99	15,63	16,97	15,52	16,76	17,30
18.11.2008		16,21	17,91	20,61	16,05	15,71	16,61	18,85	15,97	15,61	17,03	15,60	16,81	17,41
11.12.2008		16,17	17,90	20,60	15,85	15,64	16,55	18,83	15,93	15,64	17,04	15,58	16,44	17,49
14.01.2009		16,18	17,83	20,62	15,87	15,54	16,51	18,88	15,94	15,63	17,07	15,50	16,24	17,54
11.02.2009		16,20	17,91	20,63	15,99	15,54	16,61	18,92	16,06	15,66	17,25	15,60	16,33	17,51
10.03.2009		16,25	18,03	20,70	16,05	15,59	16,65	19,01	16,31	15,83	17,44	15,71	16,39	17,56
14.04.2009		16,37	18,16	20,86	16,29	16,05	16,83	19,04	16,37	15,91	17,53	15,84	16,45	17,53
13.05.2009		16,20	18,09	20,75	16,08	15,99	16,70	18,95	15,80	15,50	17,24	15,55	16,45	17,31
12.06.2009		16,03	17,75	20,57	15,74	15,37	16,51	18,64	15,84	15,43	17,00	15,40	16,44	17,00
13.07.2009		16,02	17,64	20,50	15,71	15,30	16,54	18,60	15,83	15,42	16,96	15,39	16,44	17,11
17.08.2009		15,98	17,61	20,51	15,70	15,27	16,51	18,55	15,78	15,40	16,93	15,43	16,32	17,01
15.09.2009		15,99	17,63	20,45	15,79	15,44	16,52	18,47	15,72	15,53	16,85	15,47	16,31	16,99
12.10.2009		16,08	17,79	20,37	15,88	15,57	16,58	18,46	15,99	15,63	16,87	15,50	16,33	16,92
11.11.2009		16,09	17,81	20,44	15,92	15,78	16,67	18,47	16,02	15,67	16,88	15,52	16,45	17,00
15.12.2009		16,11	17,89	20,47	16,03	15,82	16,72	18,63	16,04	15,84	16,91	15,54	16,44	17,13
22.01.2010	18,21	16,35	18,17	20,99	16,33	16,01	16,93	19,13	16,35	16,17	17,54	15,90	16,21	17,46
19.02.2010	18,17	16,33	18,16	20,90	16,25	15,87	16,75	19,11	16,20	16,07	17,47	15,83	16,29	17,33
18.03.2010	18,13	16,24	18,13	20,87	16,10	15,71	16,67	18,99	16,06	15,78	17,41	15,68	16,33	17,24
16.04.2010	18,11	16,23	18,11	20,82	15,99	15,65	16,61	18,96	16,03	15,71	17,39	15,55	16,44	17,25
20.05.2010	17,96	16,16	18,06	20,77	15,94	15,59	16,63	18,91	15,99	15,69	17,35	15,60	16,45	17,21
18.06.2010	17,93	16,05	17,96	20,67	15,84	15,48	16,51	18,81	15,89	15,63	17,17	15,45	16,44	17,25
16.07.2010	17,86	15,93	17,81	20,57	15,74	15,37	16,40	18,68	15,78	15,53	17,02	15,34	16,43	17,25
20.08.2010	17,77	15,86	17,65	20,33	15,65	15,24	16,15	18,56	15,67	15,46	16,83	15,26	16,35	17,11
17.09.2010	17,79	15,87	17,67	20,33	15,68	15,29	16,19	18,67	15,69	15,53	16,89	15,28	16,32	17,12
15.10.2010	18,01	16,26	18,21	20,77	16,17	15,87	16,76	19,06	16,21	15,80	17,47	15,72	16,34	17,50

Anlage 5.2: Messwerte Grundwassermessstellen Liesen (1997 – 2013, in mNN)

Datum	Br. 1	Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	Seewasserspiegel	GWM 3, IHB
18.11.2010	18,07	16,39	18,25	20,79	16,21	15,82	16,77	19,10	16,22	15,80	17,55	15,85	16,44	17,58
10.12.2010	18,04	16,37	18,16	20,80	16,20	15,83	16,71	19,11	16,09	15,78	17,47	15,68	16,45	17,60
20.01.2011		16,29			16,01	15,91	16,72	19,89	16,08	15,84	17,50	15,67	16,47	17,65
04.02.2011		16,10			16,54	15,77	15,86	19,57	16,06	15,77	17,46	15,56	16,32	17,36
07.03.2011		16,01			16,97	15,56	14,51	19,33	16,04	15,70	17,42	15,51	16,12	17,15
05.04.2011		15,30	17,99	20,79	15,58	15,47	15,90	19,20	16,03	15,68	17,40	15,48	15,90	17,07
07.05.2011		15,28	17,96	20,72	15,54	15,45	15,89	19,17	16,01	15,65	17,39	15,46	15,89	17,04
09.06.2011		15,39	17,92	20,66	15,55	15,39	16,09	18,98	15,99	15,64	17,28	15,49	16,27	16,94
07.07.2011		15,46	17,93	20,69	15,57	15,35	16,32	18,79	16,00	15,67	17,14	15,61	16,38	16,89
05.08.2011		15,54	17,94	20,67	15,59	15,32	16,51	18,86	16,07	15,73	17,02	15,56	16,01	16,80
01.09.2011		15,83	18,05	20,80	15,74	15,54	16,54	18,76	16,11	15,78	17,22	15,69	16,54	16,85
04.10.2011		15,63	18,04	20,68	15,74	15,57	16,58	18,78	16,10	15,81	17,24	15,68	16,58	16,96
04.11.2011		15,60	17,90	20,58	15,69	15,37	16,51	18,74	16,14	15,85	17,07	15,45	16,51	16,83
05.12.2011		15,58	18,01	20,62	15,79	15,67	16,61	18,78	16,19	15,88	17,37	15,65	16,61	16,85
09.01.2012		15,76	18,14	20,89	15,78	15,64	16,68	18,94	16,15	15,96	17,48	15,68	16,68	17,53
01.02.2012		15,93	18,26	21,07	15,80	15,67	16,71	19,11	16,19	16,03	17,62	15,70	16,71	18,15
06.03.2012		15,84	17,96	20,96	15,77	15,66	16,66	18,76	16,04	15,83	17,47	15,65	16,66	18,01
07.04.2012		15,74	17,94	20,88	15,44	15,57	16,61	18,69	15,96	15,90	17,34	15,61	16,61	17,90
04.05.2012		15,67	17,91	20,62	15,71	15,49	16,59	18,64	15,90	15,87	17,24	15,57	16,59	17,76
05.06.2012		15,58	17,89	20,55	15,66	15,41	16,54	18,59	15,82	15,81	17,09	15,54	16,54	17,61
03.07.2012		15,53	17,86	20,42	15,64	15,32	16,51	18,56	15,78	15,78	17,02	15,50	16,51	17,40
07.08.2012		15,47	17,79	20,41	15,55	15,30	16,49	18,52	15,80	15,76	16,99	15,48	16,49	17,43
03.09.2012		15,41	17,73	20,39	15,47	15,27	16,44	18,47	15,77	15,75	16,94	15,44	16,44	17,42
04.10.2012		15,31	17,67	20,36	15,38	15,24	16,38	18,42	15,77	15,72	16,91	15,38	16,38	17,47
08.11.2012		15,19	17,57	20,37	15,30	15,19	16,35	18,40	15,76	15,70	16,89	15,37	16,35	17,51
06.12.2012		15,26	17,52	20,34	15,24	15,17	16,31	18,36	15,74	15,68	16,87	15,35	16,31	17,53
15.01.2013		15,43	18,16	20,32	15,57	15,38	16,41	18,76	15,69	15,73	17,27	15,55	16,41	17,45
04.02.2013		15,40	18,08	20,42	15,54	15,37	16,40	18,79	15,99	15,78	17,37	15,57	16,40	17,75
07.03.2013		15,44	18,03	20,26	15,51	15,32	16,42	18,77	15,84	15,75	17,26	15,54	16,42	17,68
05.04.2013		15,49	17,71	20,17	15,48	15,26	16,44	18,75	15,76	15,74	17,21	15,51	16,44	17,61
14.05.2013		15,53	17,34	19,98	15,44	15,23	16,50	18,70	15,61	15,66	17,07	15,49	16,50	17,53
07.06.2013		15,44	16,88	19,87	15,48	15,29	16,62	18,65	15,68	15,62	17,01	15,40	16,62	17,38
05.07.2013		15,33	16,61	19,72	15,49	15,34	16,71	18,58	15,79	15,58	16,97	15,35	16,71	17,25
07.08.2013		15,41	16,60	19,69	15,52	15,36	16,63	18,55	15,75	15,68	17,00	15,47	16,63	17,22
04.09.2013		15,48	16,58	19,71	15,54	15,42	16,51	18,52	15,71	15,63	17,01	15,55	16,51	17,19
07.10.2013		15,47	17,08	19,78	15,52	15,44	16,48	18,54	15,80	15,69	17,05	15,56	16,48	17,63
05.11.2013		15,44	17,44	19,86	15,55	15,48	16,47	18,51	15,85	15,73	17,10	15,53	16,47	18,08
04.12.2013		15,43	17,83	19,92	15,51	15,45	16,44	18,57	16,09	15,78	17,17	15,50	16,44	18,55

Anlage 6: Grundwassergleichenpläne

Projekt-Nr.: 1445-2014

Anlage 6.1:

Grundwassergleichenplan
Mittelwerte 2008/2009
(Kwade: Mittelwerte
06.2005 - 05.2007)

Legende

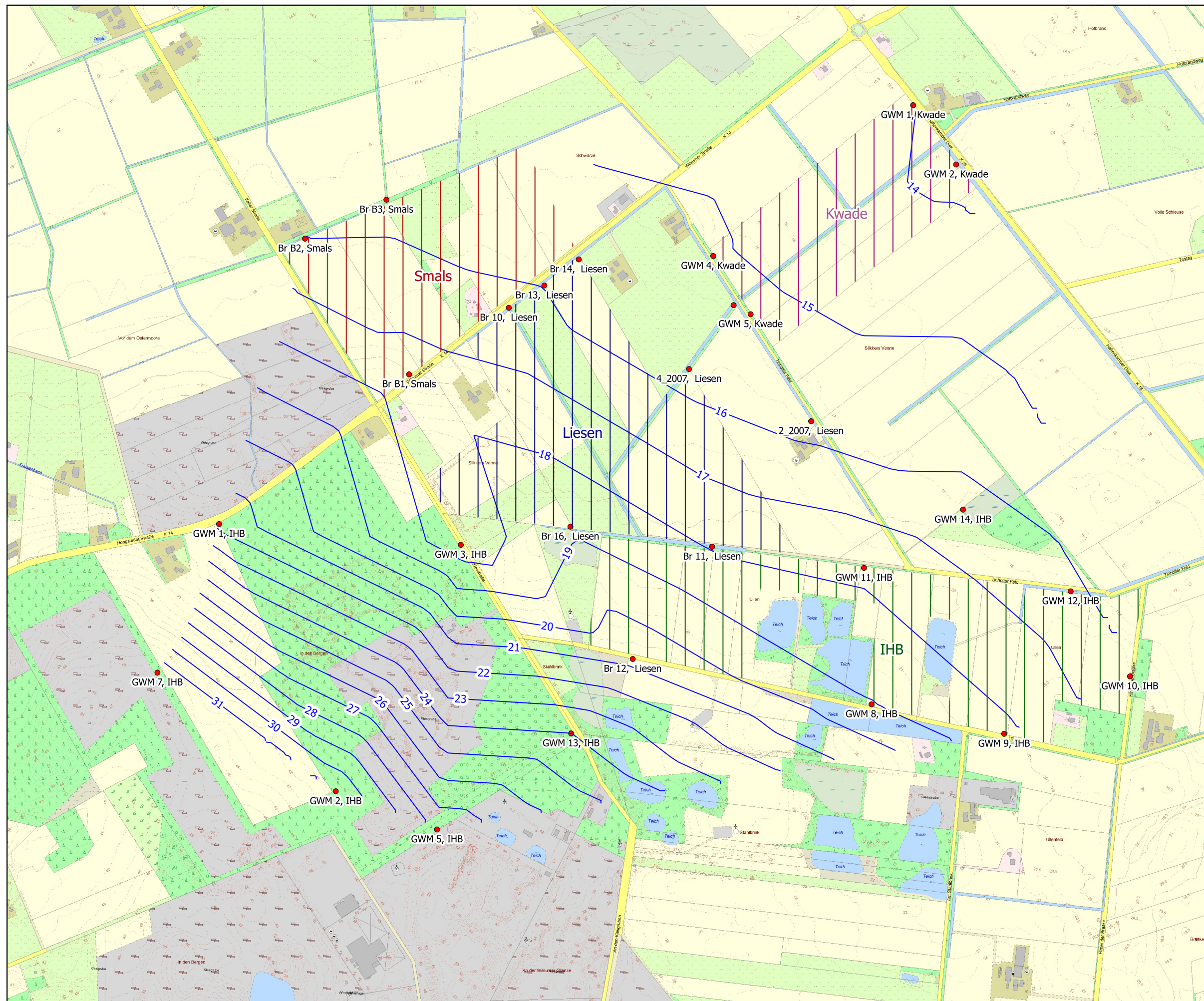
- | Abbau IHB
- | Abbau IKwade
- | Abbau Smals
- | Abbau Liesen
- Grundwassergleiche
- Grundwassermessstelle

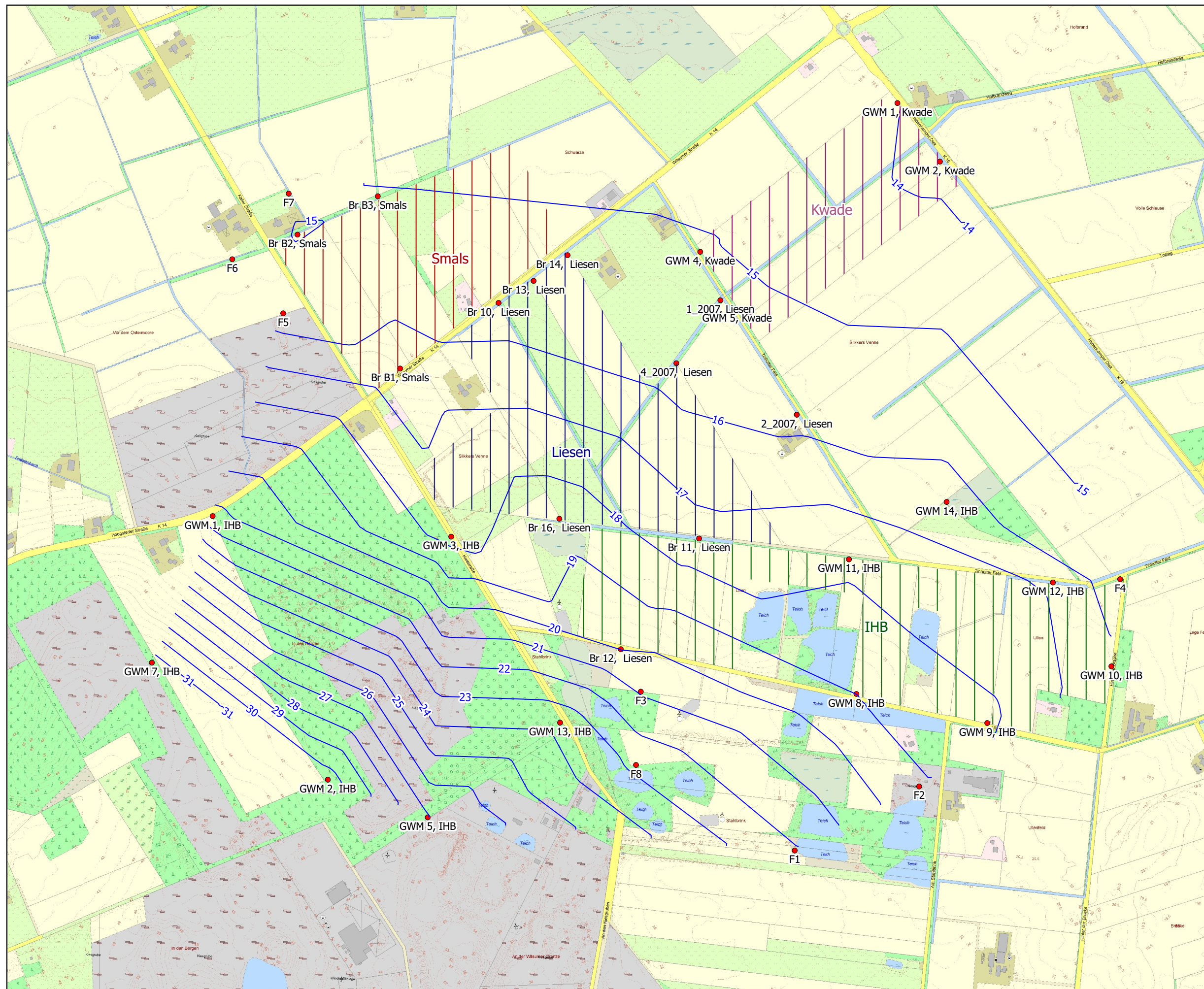
Plangrundlage:
Landesamt für Geoinformation
und Landentwicklung Niedersachsen
(LGLN)

Bearbeiter: Kampling, Overesch

Datum: 28.01.2015

Maßstab: 1:10.000 (DIN A3)





Projekt-Nr.: 1445-2014

Anlage 6.2:

Grundwassergleichenplan
Mittelwerte 2013/2014
(Kwade: Mittelwerte
06.2005 - 05.2007)

Legende

- Abbau Smals
- Abbau Kwade
- Abbau Liesen
- Abbau IHB
- Grundwassermessstelle
- Grundwassergleiche

Plangrundlage:
Landesamt für Geoinformation
und Landentwicklung Niedersachsen
(LGLN)

Bearbeiter: Kampling, Overesch

Datum: 27.01.2015

Maßstab: 1:10.000 (DIN A3)

Anlage 7: Auswertung Beweissicherung Grundwasserspiegel 2004 bis 2013

Anlage 7.1: Auswertung Beweissicherung Grundwasserspiegel Messstellen IHB 1998 bis 2013

	Messstellen													
	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14	NLWKN, Wilsum I
	Jahresmittelwert [mNN]													
1998	23,03	31,76	17,21	28,20	36,98									16,68
1999	22,88	32,70	17,60	28,69	37,84									16,55
2000	22,65	32,79	17,69	28,70	37,70	32,66								16,62
2001	22,56	32,67	17,45	28,60	37,57	32,67								16,65
2002	22,70	33,18	18,60	28,78		32,80								16,59
2003	22,12	32,54	17,53	28,56		32,47								16,42
2004	22,08	32,39	17,41	28,47		32,23								16,65
2005	21,99	31,89	17,51	28,30		31,99								16,51
2006	21,50	31,09	16,75	27,87		31,58								16,44
2007	21,84	31,11	16,55	28,01		31,79								16,65
2008	21,92	31,24	17,02	28,00		31,93								16,55
2009	21,43	30,76	16,67	27,63		31,63	19,05	18,21	16,15	17,81	16,32	24,01	16,28	16,48
2010	21,69	30,65	16,72	27,48		31,67	19,18	18,42	16,34	17,99	16,72	24,04	16,40	16,59
2011	21,74	30,86	16,41	27,51		31,77	19,24	18,36	16,27	17,92	16,82	24,09	16,34	16,53
2012	21,62	30,99	16,92	27,38		31,75	19,14	18,31	16,20	17,90	16,83	24,01	16,32	16,52
2013	21,30	30,55	17,78	27,09		31,56	18,99	18,23	16,20	17,80	16,88	23,75	16,32	16,51
	Differenz zwischen Jahresmittelwert und Mittelwert 1998 [m]													
1998-1999	-0,15	0,94	0,38	0,49	0,86									-0,13
1998-2000	-0,38	1,03	0,47	0,50	0,72									-0,06
1998-2001	-0,47	0,91	0,23	0,40	0,59									-0,03
1998-2002	-0,33	1,42	1,39	0,58										-0,09
1998-2003	-0,91	0,78	0,32	0,36										-0,26
1998-2004	-0,95	0,63	0,20	0,27										-0,03
1998-2005	-1,03	0,13	0,30	0,10										-0,17
1998-2006	-1,53	-0,67	-0,47	-0,33										-0,24
1998-2007	-1,19	-0,65	-0,66	-0,19										-0,03
1998-2008	-1,10	-0,52	-0,19	-0,20										-0,13
1998-2009	-1,60	-1,00	-0,55	-0,58										-0,20
1998-2010	-1,33	-1,11	-0,49	-0,72										-0,09
1998-2011	-1,28	-0,90	-0,80	-0,69										-0,15
1998-2012	-1,41	-0,77	-0,29	-0,82										-0,16
1998-2013	-1,72	-1,21	0,57	-1,11										-0,17

Differenz GWM - Messstelle NLWKN													
GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14	
Differenz [m]													
6,35	15,08	0,53	11,52	20,30									
6,33	16,15	1,05	12,14	21,29									
6,03	16,16	1,06	12,08	21,08	16,04								
5,91	16,02	0,79	11,95	20,92	16,02								
6,11	16,58	2,01	12,19		16,21								
5,70	16,11	1,11	12,14		16,05								
5,43	15,74	0,76	11,82		15,58								
5,49	15,38	1,00	11,80		15,48								
5,06	14,66	0,31	11,43		15,14								
5,19	14,46	-0,10	11,36		15,14								
5,37	14,69	0,47	11,44		15,38								
4,95	14,28	0,19	11,15		15,15	2,57	1,73	-0,33	1,33	-0,15	7,53	-0,20	
5,10	14,06	0,13	10,89		15,08	2,59	1,83	-0,25	1,40	0,13	7,45	-0,19	
5,21	14,33	-0,12	10,98		15,24	2,71	1,83	-0,26	1,39	0,29	7,56	-0,18	
5,10	14,46	0,40	10,85		15,23	2,62	1,79	-0,33	1,38	0,31	7,49	-0,20	
4,79	14,04	1,27	10,58		15,04	2,48	1,72	-0,31	1,29	0,37	7,24	-0,19	
Differenz [m]													
-0,01	1,07	0,52	0,62	0,99									
-0,32	1,08	0,53	0,56	0,77									
-0,44	0,94	0,26	0,43	0,62									
-0,24	1,50	1,48	0,67										
-0,65	1,03	0,58	0,62										
-0,92	0,66	0,23	0,30										
-0,86	0,30	0,47	0,28										
-1,28	-0,42	-0,22	-0,09										
-1,16	-0,62	-0,63	-0,16										
-0,97	-0,39	-0,06	-0,07										
-1,39	-0,80	-0,34	-0,37										
-1,24	-1,02	-0,40	-0,63										
-1,13	-0,75	-0,65	-0,54										
-1,25	-0,62	-0,13	-0,67										
-1,55	-1,04	0,74	-0,94										

Anlage 7.1: Auswertung Beweissicherung Grundwasserspiegel Messstellen IHB 1998 bis 2013

	Messstellen													
	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14	NLWKN, Wilsum I
	Jahresmittelwert [mNN]													
2001-2002	0,14	0,51	1,16	0,19		0,13								-0,06
2001-2003	-0,44	-0,13	0,08	-0,03		-0,20								-0,23
2001-2004	-0,48	-0,28	-0,03	-0,13		-0,44								0,00
2001-2005	-0,57	-0,78	0,07	-0,29		-0,68								-0,14
2001-2006	-1,06	-1,58	-0,70	-0,73		-1,09								-0,21
2001-2007	-0,72	-1,56	-0,90	-0,58		-0,88								0,00
2001-2008	-0,64	-1,43	-0,42	-0,60		-0,74								-0,10
2001-2009	-1,13	-1,91	-0,78	-0,97		-1,04								-0,17
2001-2010	-0,87	-2,02	-0,72	-1,12		-1,00								-0,06
2001-2011	-0,82	-1,81	-1,04	-1,09		-0,90								-0,12
2001-2012	-0,94	-1,68	-0,52	-1,22		-0,92								-0,13
2001-2013	-1,26	-2,12	0,34	-1,51		-1,11								-0,14
	Differenz zwischen Jahresmittelwert und Mittelwert 2006 [m]													
2006-2007	0,34	0,02	-0,20	0,15	0,00	0,21								0,21
2006-2008	0,42	0,14	0,28	0,13	0,00	0,35								0,11
2006-2009	-0,07	-0,33	-0,08	-0,24	0,00	0,05								0,04
2006-2010	0,19	-0,45	-0,02	-0,39	0,00	0,09								0,15
2006-2011	0,24	-0,24	-0,34	-0,36	0,00	0,19								0,09
2006-2012	0,12	-0,11	0,18	-0,49	0,00	0,17								0,08
2006-2013	-0,20	-0,54	1,04	-0,78	0,00	-0,02								0,07
	Differenz zwischen Jahresmittelwert und Mittelwert 2009 [m]													
2009-2010	0,26	-0,11	0,05	-0,15	0,00	0,04	0,13	0,21	0,19	0,18	0,40	0,03	0,13	0,11
2009-2011	0,31	0,10	-0,26	-0,12	0,00	0,14	0,19	0,15	0,12	0,11	0,50	0,08	0,07	0,05
2009-2012	0,19	0,22	0,25	-0,25	0,00	0,12	0,10	0,10	0,05	0,09	0,51	0,00	0,05	0,04
2009-2013	-0,13	-0,21	1,12	-0,53	0,00	-0,07	-0,06	0,02	0,05	-0,01	0,56	-0,26	0,04	0,03

Differenz GWM - Messstelle NLWKN													
GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 5	GWM 6	GWM 7	GWM 8	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14	
Differenz [m]													
0,20	0,56	1,21	0,24		0,19								
-0,21	0,10	0,31	0,20		0,03								
-0,48	-0,28	-0,03	-0,13		-0,44								
-0,42	-0,64	0,21	-0,15		-0,54								
-0,84	-1,36	-0,49	-0,52		-0,88								
-0,72	-1,56	-0,89	-0,58		-0,88								
-0,54	-1,33	-0,33	-0,50		-0,64								
-0,96	-1,73	-0,61	-0,80		-0,86								
-0,81	-1,96	-0,66	-1,06		-0,94								
-0,69	-1,69	-0,92	-0,97		-0,78								
-0,81	-1,55	-0,40	-1,09		-0,79								
-1,12	-1,98	0,48	-1,37		-0,97								
Differenz [m]													
0,12	-0,20	-0,41	-0,07	-0,21	0,00								
0,31	0,03	0,16	0,01	-0,11	0,24								
-0,11	-0,37	-0,12	-0,28	-0,04	0,01								
0,04	-0,60	-0,18	-0,54	-0,15	-0,06								
0,15	-0,33	-0,43	-0,45	-0,09	0,10								
0,03	-0,19	0,09	-0,58	-0,08	0,09								
-0,27	-0,62	0,96	-0,85	-0,07	-0,10								
Differenz [m]													
0,15	-0,23	-0,06	-0,26	-0,11	-0,08	0,02	0,10	0,08	0,07	0,28	-0,08	0,01	
0,26	0,04	-0,31	-0,17	-0,05	0,09	0,14	0,10	0,07	0,06	0,45	0,03	0,02	
0,14	0,18	0,21	-0,29	-0,04	0,07	0,05	0,06	0,00	0,05	0,47	-0,04	0,00	
-0,16	-0,24	1,08	-0,57	-0,03	-0,11	-0,09	-0,01	0,02	-0,04	0,53	-0,29	0,01	

Anlage 7.2: Auswertung Beweissicherung Grundwasserspiegel Messstellen Liesen 1998 bis 2013

	Messstellen												
	Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	GWM3, IHB	NLWKN, Wilsum I
	Jahresmittelwert [mNN]												
1998	16,68	18,79	21,13									17,87	16,68
1999	16,57	18,73	21,27									18,26	16,55
2000	16,88	18,76	21,25									18,31	16,62
2001													16,65
2002													16,59
2003													16,42
2004													16,65
2005													16,51
2006	16,17	17,91	20,69	15,98	15,57	16,50	18,83					17,44	16,44
2007	16,36	18,06	20,92	16,18	15,84	16,77	19,04					17,22	16,65
2008	16,29	18,02	20,89	16,05	15,71	16,68	18,97	15,72	15,66	17,35	15,63	17,56	16,55
2009	16,13	17,85	20,57	15,92	15,61	16,61	18,72	15,98	15,62	17,08	15,54	17,22	16,48
2010	16,17	18,03	20,72	16,01	15,64	16,59	18,92	16,02	15,75	17,30	15,60	17,33	16,59
2011	15,67	17,97	20,69	15,86	15,53	16,17	19,07	16,07	15,75	17,29	15,57	17,03	16,53
2012	15,56	17,85	20,61	15,56	15,41	16,52	18,62	15,89	15,82	17,16	15,52	17,64	16,52
2013	15,44	17,36	19,98	15,51	15,36	16,50	18,64	15,80	15,70	17,12	15,50	17,61	16,51
	Differenz zwischen Jahresmittelwert und Mittelwert 1998 [m]												
1998-1999	-0,11	-0,06	0,14										-0,13
1998-2000	0,20	-0,03	0,11										-0,06
1998-2001													-0,03
1998-2002													-0,09
1998-2003													-0,26
1998-2004													-0,03
1998-2005													-0,17
1998-2006	-0,51	-0,88	-0,44										-0,24
1998-2007	-0,32	-0,74	-0,21										-0,03
1998-2008	-0,39	-0,78	-0,24										-0,13
1998-2009	-0,56	-0,95	-0,56										-0,20
1998-2010	-0,51	-0,77	-0,41										-0,09
1998-2011	-1,01	-0,82	-0,44										-0,15
1998-2012	-1,12	-0,94	-0,53										-0,16
1998-2013	-1,24	-1,43	-1,16										-0,17

Differenz GWM - Messstelle NLWKN												
Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	GWM3, IHB	
Differenz [m]												
0,00	2,11	4,45										
0,03	2,19	4,72										
0,26	2,14	4,62										
-0,26	1,47	4,25	-0,46	-0,87	0,06	2,39	-16,44	-16,44	-16,44	-16,44	1,00	
-0,29	1,41	4,27	-0,47	-0,81	0,12	2,39	-16,65	-16,65	-16,65	-16,65	0,57	
-0,27	1,47	4,34	-0,50	-0,84	0,13	2,42	-0,83	-0,89	0,80	-0,92	1,01	
-0,35	1,37	4,09	-0,56	-0,87	0,13	2,24	-0,50	-0,86	0,60	-0,94	0,74	
-0,42	1,44	4,13	-0,58	-0,95	0,00	2,33	-0,58	-0,84	0,71	-1,00	0,73	
-0,86	1,44	4,16	-0,67	-1,00	-0,36	2,54	-0,46	-0,78	0,76	-0,96	0,50	
-0,96	1,33	4,08	-0,96	-1,11	0,00	2,10	-0,63	-0,71	0,63	-1,00	1,12	
-1,07	0,85	3,46	-1,00	-1,15	-0,01	2,13	-0,71	-0,81	0,61	-1,01	1,10	
Differenz [m]												
0,03	0,07	0,27										
0,26	0,02	0,17										
-0,26	-0,64	-0,20										
-0,29	-0,71	-0,18										
-0,27	-0,65	-0,11										
-0,35	-0,75	-0,36										
-0,42	-0,67	-0,32										
-0,86	-0,67	-0,29										
-0,96	-0,78	-0,37										
-1,07	-1,26	-0,99										

Anlage 7.2: Auswertung Beweissicherung Grundwasserspiegel Messstellen Liesen 1998 bis 2013

	Messstellen												
	Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	GWM3, IHB	NLWKN, Wilsum I
	Differenz zwischen Jahresmittelwert und Mittelwert 2006 [m]												
2006-2007	0,19	0,15	0,23	0,20	0,27	0,27	0,21						0,21
2006-2008	0,11	0,11	0,20	0,07	0,14	0,18	0,14						0,11
2006-2009	-0,05	-0,07	-0,12	-0,06	0,04	0,11	-0,11						0,04
2006-2010	0,00	0,12	0,03	0,03	0,08	0,09	0,10						0,15
2006-2011	-0,51	0,06	0,00	-0,12	-0,04	-0,33	0,24						0,09
2006-2012	-0,62	-0,06	-0,08	-0,42	-0,16	0,02	-0,21						0,08
2006-2013	-0,73	-0,55	-0,71	-0,47	-0,21	0,00	-0,19						0,07
	Differenz zwischen Jahresmittelwert und Mittelwert 2008 [m]												
2008-2009	-0,16	-0,17	-0,32	-0,13	-0,11	-0,06	-0,25	0,26	-0,04	-0,27	-0,09	-0,35	-0,07
2008-2010	-0,12	0,01	-0,17	-0,05	-0,07	-0,09	-0,05	0,30	0,09	-0,05	-0,04	-0,24	0,04
2008-2011	-0,62	-0,05	-0,20	-0,20	-0,18	-0,51	0,10	0,35	0,09	-0,06	-0,06	-0,53	-0,02
2008-2012	-0,73	-0,17	-0,28	-0,49	-0,30	-0,15	-0,35	0,17	0,16	-0,19	-0,11	0,08	-0,03
2008-2013	-0,85	-0,66	-0,91	-0,54	-0,35	-0,17	-0,33	0,08	0,04	-0,22	-0,13	0,05	-0,04

Differenz GWM - Messstelle NLWKN													
Br. 10	Br. 11	Br. 12	Br. 13	Br. 14	Br. 15	Br. 16	1_2007	2_2007	3_2007	4_2007	GWM3, IHB		
Differenz [m]													
-0,02	-0,07	0,02	-0,02	0,06	0,05	0,00							
0,00	-0,01	0,09	-0,04	0,03	0,06	0,03							
-0,09	-0,11	-0,16	-0,10	0,00	0,07	-0,15							
-0,16	-0,04	-0,12	-0,13	-0,08	-0,06	-0,06							
-0,60	-0,03	-0,09	-0,21	-0,13	-0,42	0,15							
-0,70	-0,14	-0,17	-0,50	-0,24	-0,06	-0,29							
-0,81	-0,62	-0,79	-0,54	-0,28	-0,07	-0,26							
Differenz [m]													
-0,09	-0,10	-0,24	-0,06	-0,03	0,01	-0,18	0,33	0,04	-0,20	-0,02	-0,27		
-0,16	-0,03	-0,21	-0,09	-0,11	-0,13	-0,09	0,26	0,05	-0,09	-0,08	-0,28		
-0,60	-0,02	-0,17	-0,17	-0,16	-0,48	0,12	0,37	0,11	-0,03	-0,04	-0,51		
-0,70	-0,13	-0,25	-0,46	-0,27	-0,12	-0,32	0,20	0,19	-0,16	-0,08	0,11		
-0,81	-0,62	-0,87	-0,50	-0,31	-0,13	-0,29	0,12	0,08	-0,18	-0,09	0,09		

Anlage 8: Berechnung der Verdunstung und Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504

**Anlage 8: Berechnung Verdunstung und Grundwasserneubildung
nach ATV-DVWK-M 504**

a) Angaben Standort													
Höhe [m NN]	19			Geographische Länge		Grad		6					
Küstenfaktor	0,41					Minuten		54					
Bodenart	fS					Dezimalgrad		6,90					
nutzbare Feldkapazität für die effektive Durchwurzelungstiefe [Vol.-%]	13			Geographische Breite		Grad		52					
						Minuten		33					
						Dezimalgrad		53,55					
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
b) Klimadaten DWD^a													
Mittelwert Sonnenscheindauer [h]	47	71	104	161	201	186	201	179	132	103	53	39	
Mittelwert Lufttemperatur [°C]	2,5	2,7	5,7	9	13,5	16	18,2	17,6	14,3	10,4	6	3,4	
Mittelwert Niederschlagssumme P [mm]	77	54	68	48	61	78	76	70	76	72	73	83	836
c) Berechnung der Gras-Referenzverdunstung													
Tage n_M	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Julianisches Datum	15	45	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	
Datumsfunktion ζ	-1,13	-0,62	-0,10	0,43	0,95	1,48	2,00	2,53	3,06	3,58	4,11	4,63	
astronomisch mögliche Sonnenscheindauer S_0 [h/d]	8,0	9,6	11,8	14,3	16,1	17,0	16,6	15,0	12,7	10,3	8,4	7,6	
Mittelwert Sonnenscheindauer S [h/d]	1,5	2,5	3,4	5,4	6,5	6,2	6,5	5,8	4,4	3,3	1,8	1,3	
Verhältnis Sonnenscheindauer/mögliche Sonnenscheindauer S_r [-]	0,19	0,26	0,28	0,38	0,40	0,36	0,39	0,38	0,35	0,32	0,21	0,17	
extraterrestrische Strahlung R_0 [J/cm ²]	641	1246	2128	3088	3814	4153	3994	3371	2455	1527	787	472	
Mittelwert Globalstrahlung R_G [J/cm ²]	188	418	736	1225	1567	1622	1617	1354	935	561	240	133	
Gras-Referenzverdunstung ET_0 [mm/Monat]	8,3	15,2	31,2	53,8	78,2	82,3	88,3	73,4	46,7	27,3	11,0	6,4	522

^aStationen Nordhorn, Lingen (WEWA) (1981-2010)

**Anlage 8: Berechnung Verdunstung und Grundwasserneubildung
nach ATV-DVWK-M 504**

d) Berechnung der tatsächlichen Verdunstung (ET_a)													
Acker	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
Landnutzungsfaktor f _{LN}	0,733	0,733	0,774	0,947	1,188	1,181	1,185	1,151	0,974	0,853	0,775	0,733	
maximale Evaporation ET _x [mm]	6	11	24	51	93	97	105	84	45	23	8	5	
Wasserbilanz WB _M [mm]	71	43	44	-3	-32	-19	-29	-14	31	49	65	78	
Kumulative Bilanz S WB _M [mm]	0	0	0	-3	-35	-54	-82	-97	-66	-18	0	0	
Sickerwasser [mm]	71	43	44	0	0	0	0	0	0	0	65	78	
effektive Durchwurzelungstiefe (We) [m]	0,20	0,20	0,20	0,30	0,50	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	
maximale kapillare Aufstiegshöhe (2005) [m]	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	
Grenzflurabstand [m]	1,90	1,90	1,90	2,00	2,20	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90	1,90	1,90	
mittlerer Grundwasserflurabstand [m] ^c	1,37	1,23	1,10	1,23	1,37	1,50	1,63	1,77	1,90	1,77	1,63	1,50	
Grundwasseranschluss der Bodennutzung?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Abstand Grundwasserspiegel-Untergrenze des effektiven Wurzelraumes [m]	1,17	1,03	0,90	0,93	0,87	0,90	1,13	1,37	1,60	1,57	1,43	1,30	
kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser bis zur Untergrenze We [mm/d]	0,1	0,15	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0	0	0	0	0	
potenziell möglicher kapillarer Aufstieg [mm]	3,1	4,2	9,3	9	9,3	9	3,1	0	0	0	0	0	
maximaler kapillarer Aufstieg für Ackerbau aus Klimadaten [mm]	0,0	0,0	0,0	5,4	36,5	24,0	33,8	18,7	0,0	0,0	0,0	0,0	
anzusetzender kapillarer Aufstieg [mm]	0	0	0	5,4	9,3	9,0	3,1	0,0	0	0	0	0	
Relative Bodenfeuchte W _{rel} (Monatsmitte)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	1,00	
Disse-Faktor S(W _{rel})	1,00	1,00	1,00	1,00	0,34	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	1,00	
Verdunstung ET_a [mm/Monat]	6	11	24	51	72	78	76	70	45	23	8	5	470
Grundwasserneubildung [mm]	71	43	44	-3	-11	0	0	0	31	49	65	78	366

**Anlage 8: Berechnung Verdunstung und Grundwasserneubildung
nach ATV-DVWK-M 504**

<i>ETa – Wasserfläche</i>	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ
Landnutzungsfaktor f_{LN}	1,165	1,217	1,256	1,283	1,283	1,296	1,283	1,283	1,270	1,230	1,165	1,139	
Verdunstung ETa [mm/Monat]	10	18	39	69	100	107	113	94	59	34	13	7	663
Grundwasserneubildung [mm]	67	36	29	-21	-39	-29	-37	-24	17	38	60	76	173

Anlage 9: Hydraulische Bemessung Graben 2

Berechnung Bemessungsabfluss	
Berechnung maximaler Grundwasserzufluss nach DAVIDENKOFF	
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	1×10^{-4}
Grundwasserhöchststand [mNN]	18,25
Höhe GW-Leitersohle [mNN]	-25
Grabenlänge (L1) [m]	320
Grabenbreite (L2) [m]	6,7
Höhe Grabensohle [mNN]	16,10
Abstand Grabensohle - GW-Leitersohle (T) [m]	41,1
Abstand GW-Oberfläche - Grabensohle (H) [m]	2,2
t [m]	2,2
Grundwasserabsenkung [m]	2,2
Reichweite nach Sichardt (1928) [m]	65
L_2/R	0,104
Beiwert m	0,60
t/R	0,033
Beiwert n	2,0
Grundwasserzufluss zum Graben [l/s]	7,4
Berechnung maximaler Niederschlagsabfluss	
Länge Graben an OK [m]	320
Breite Graben an OK [m]	6,7
Bemessungsniederschlag ($r_{15,n=1}$) [l/s/ha]	113,9
Niederschlagsmenge im Bemessungsfall [l/s]	24,4
Berechnung Bemessungsabfluss	
Summe Zufluss Grundwasser + Niederschlag [l/s]	31,9

Berechnung Grabenwasserstand nach MANNING-STRICKLER	
Bemessungsabfluss [l/s]	31,9
Höhe Böschungs-OK Anfang [mNN]	18,7
geplante Höhe Böschungs-OK Ende [mNN]	17,3
Höhe Grabensohle Anfang [mNN]	16,20
Höhe Grabensohle Ende [mNN]	16,00
mittlere Grabentiefe [m]	1,90
Gefälle Grabensohle [m/m]	0,0006
Sohlbreite [m]	1,00
Böschungsneigung [m/m]	1,50
Fließquerschnitt Graben bei Bemessungsniederschlag [m ²]	0,16
benetzter Umfang bei Bemessungsniederschlag [m ²]	1,48
hydraulischer Radius bei Bemessungsniederschlag [m]	0,11
Rauheitsbeiwert [m ^{1/3} /s]	35
Fließgeschwindigkeit bei Bemessungsniederschlag [m/s]	0,20
Wasserstand Ende bei Bemessungsabfluss [m]	0,13
verbleibender Freibord Ende [m]	1,17
Höhe Wasserspiegel Ende bei Bemessungsabfluss [mNN]	16,13

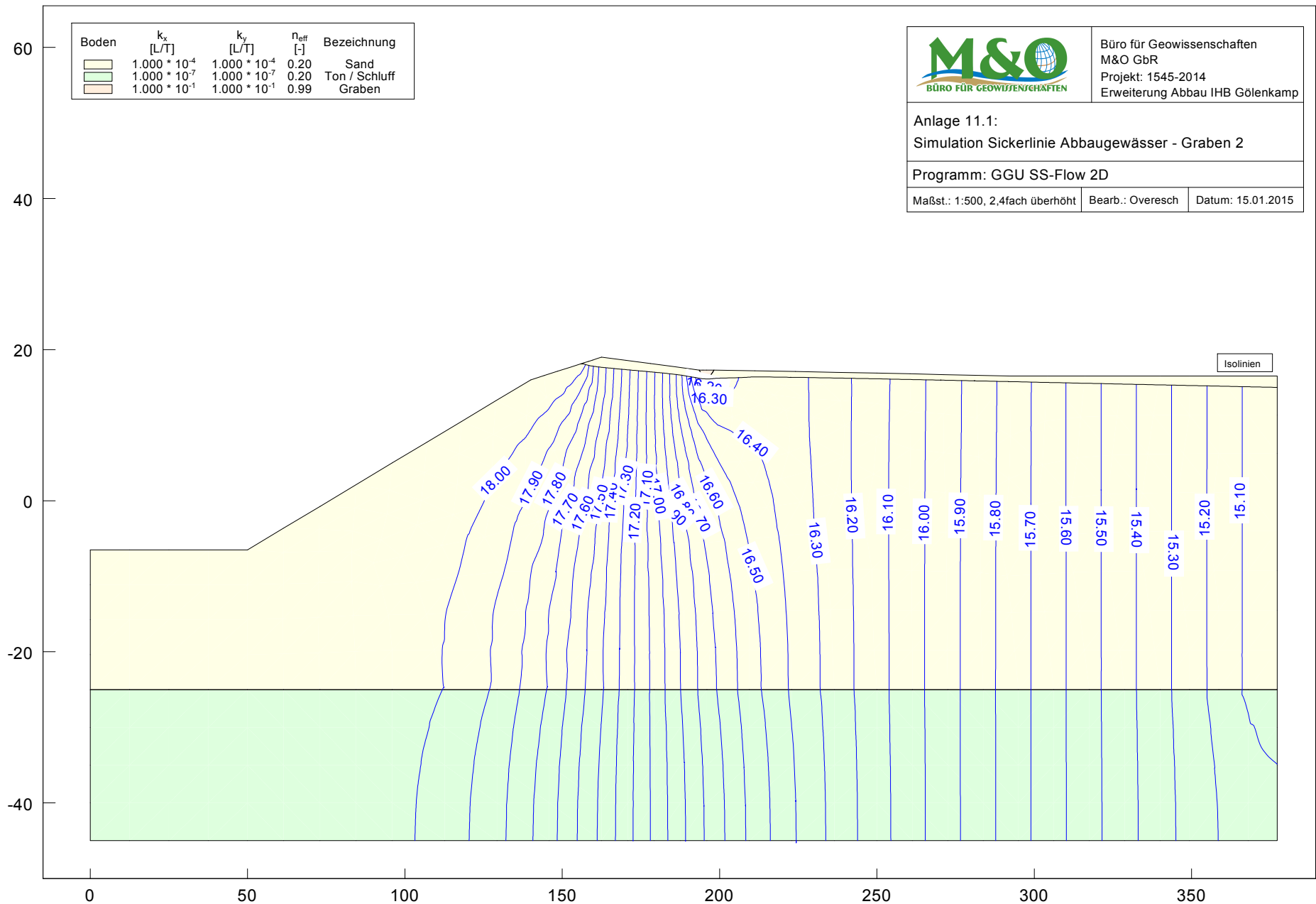
Bemessung Rohrdurchlass gem. RAS-Ew nach MANNING-STRICKLER	
Innendurchmesser Rohrdurchlass [mm]	500
Länge Rohrdurchlass [mm]	8,0
Gefälle Rohrdurchlass [m/m]	0,0020
zulässiger Aufstau [m]	0,00
Spiegeldifferenz Oberwasser / Unterwasser einschließlich zulässigem Aufstau [m]	0,02
Rauheitsbeiwert [m ^{1/3} /s]	65
Abfluss eingestauter Rohrdurchlass [l/s]	36

Anlage 10: Hydraulische Bemessung Seeüberlauf Abbauabschnitt 4

Innendurchmesser Rohr Seeüberlauf d_i [mm]	200
Gefälle Rohr [m/m]	0,0050
Betriebliche Rauheit Rohr k_b [mm]	1,00
Füllungsgrad Rohr h/d_i [-]	1,00
durchströmte Querschnittsfläche A [m ²]	0,0314
benetzter Umfang [m]	0,6283
hydraulischer Durchmesser Rohr d_h [m]	0,20
kinematische Zähigkeit Wasser ν [m ² /s]	1,31E-06
Fließgeschwindigkeit im Rohr v [m/s]	0,79
Abfluss volles Rohr Q [l/s]	24,9

Anlage 11: Simulationsrechnungen Grundwassermodell

Anlage 11.1: Simulationsrechnung Grundwassermodell
– Querschnitt A-A'



Anlage 11.2: Simulationsrechnungen Grundwassermodell
– Grundwasserspiegelhöhen Gesamtgebiet Phase I bis IV

Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Gewässer Planung vor 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2014



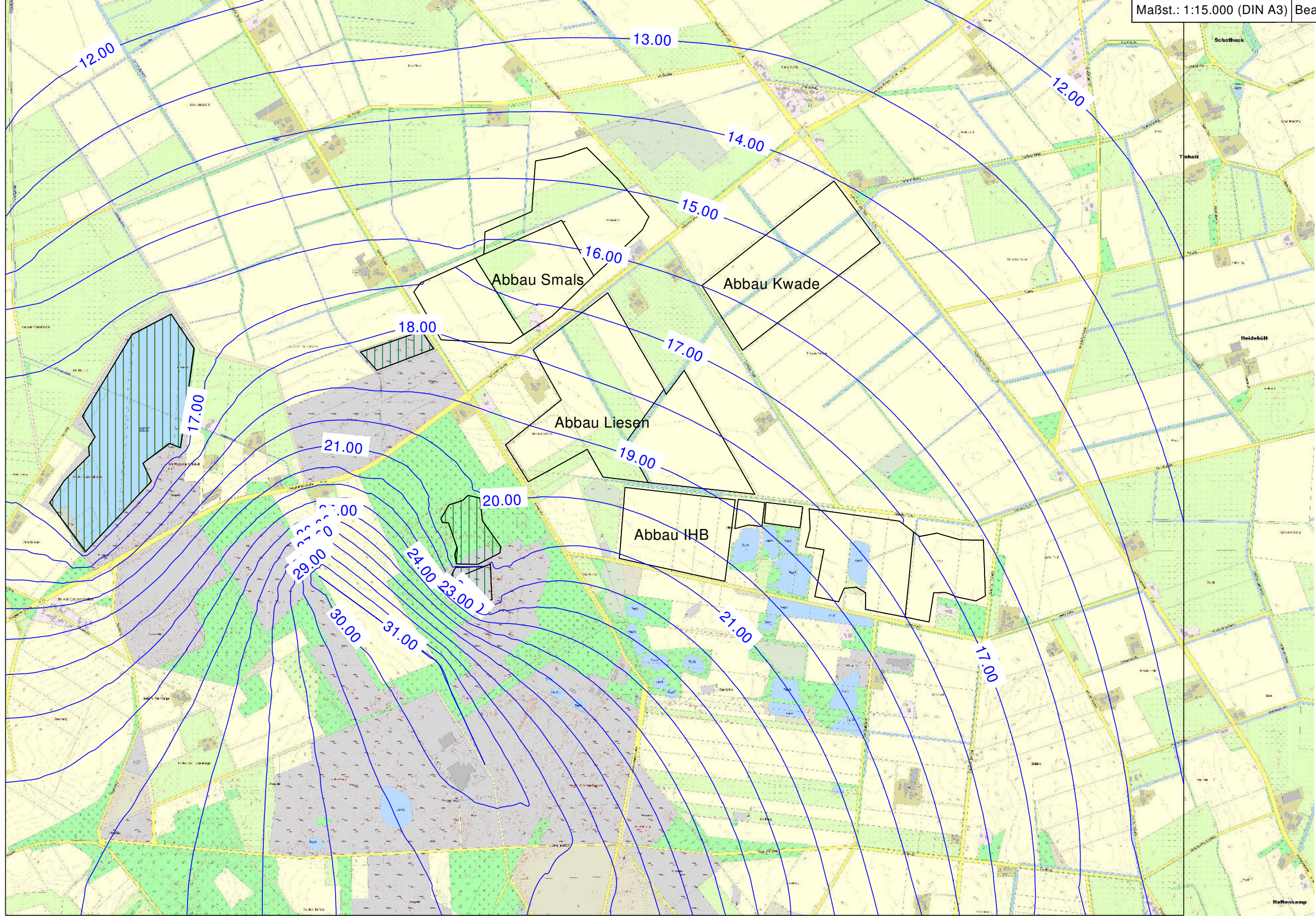
Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

Anlage 11.2.1: Modell Grundwasserspiegelhöhen
Ausgangszustand (Phase I)

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Modellgebiet



Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2014



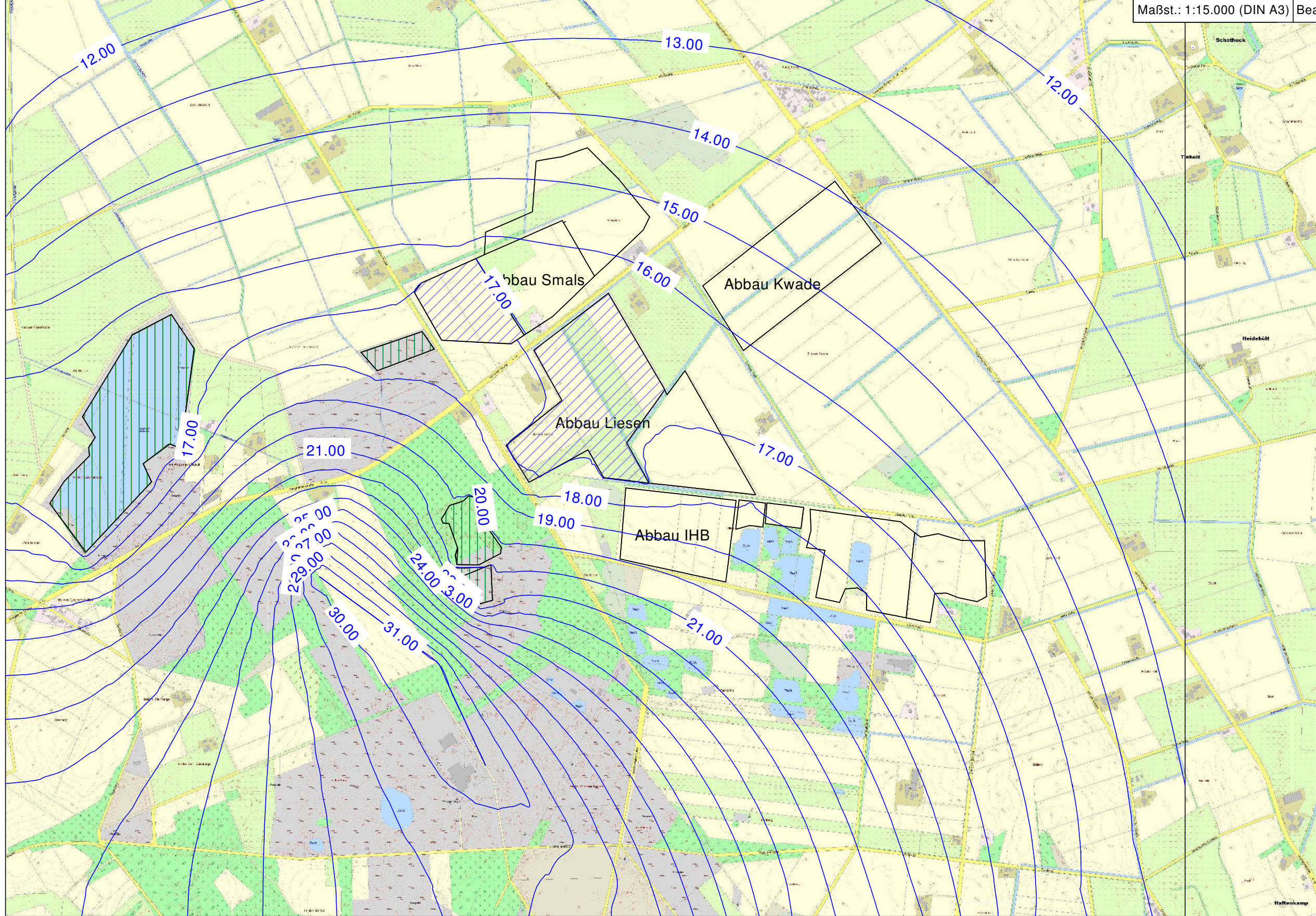
Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

Anlage 11.2.2: Modell Grundwasserspiegelhöhen
inkl. Gewässer Planung vor 2008 (Phase II)

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Modellgebiet



Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2014



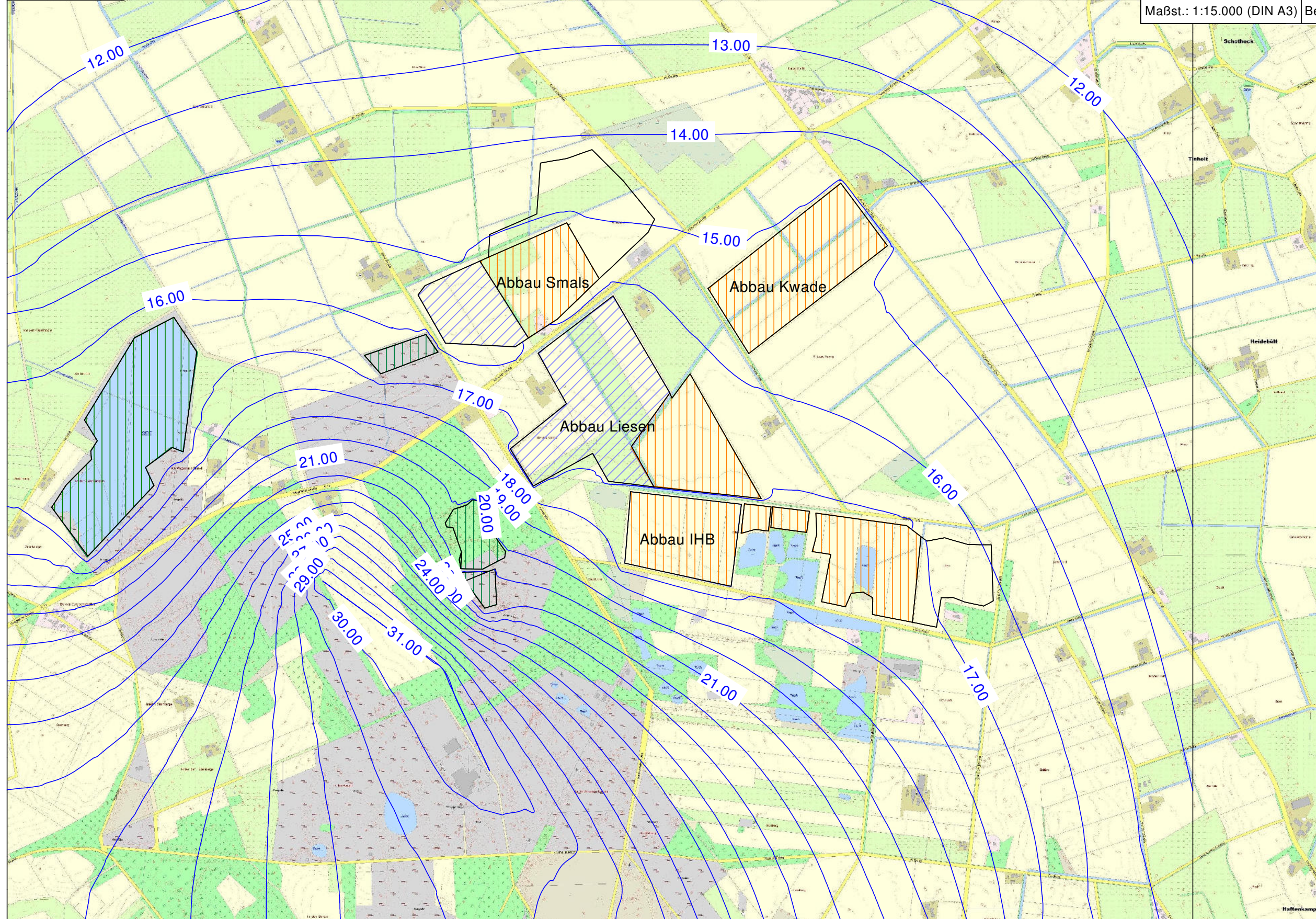
Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

Anlage 11.2.3: Modell Grundwasserspiegelhöhen
inkl. Gewässer Planung 2008 (Phase III)

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Modellgebiet



Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2014



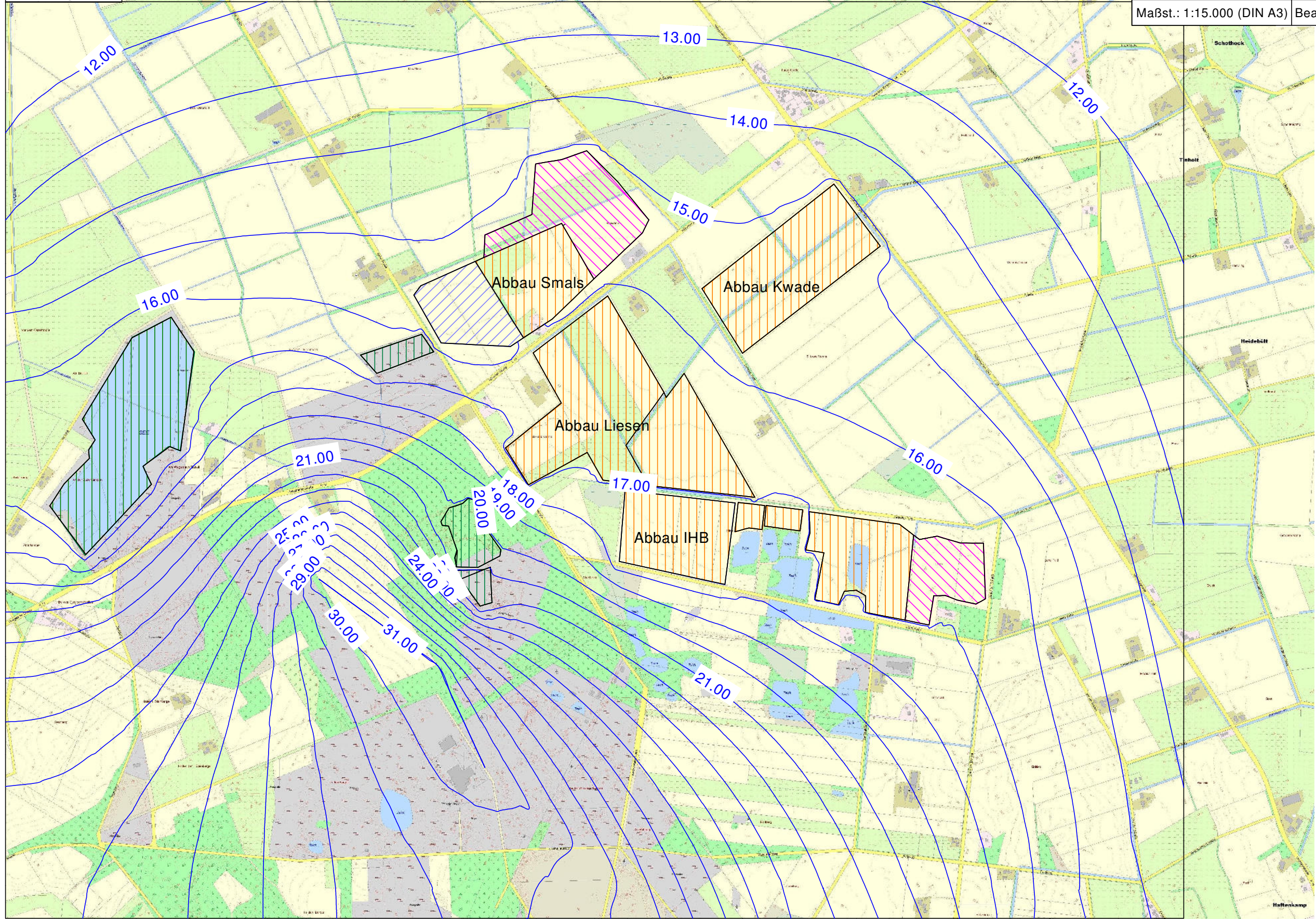
Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

Anlage 11.2.4: Modell Grundwasserspiegelhöhen
inkl. Gewässer Planung 2014 (Phase IV)

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Modellgebiet



Anlage 11.3: Simulationsrechnungen Grundwassermodell
– Differenzen Grundwasserspiegelhöhen Gesamtgebiet Phase I bis IV

Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2014



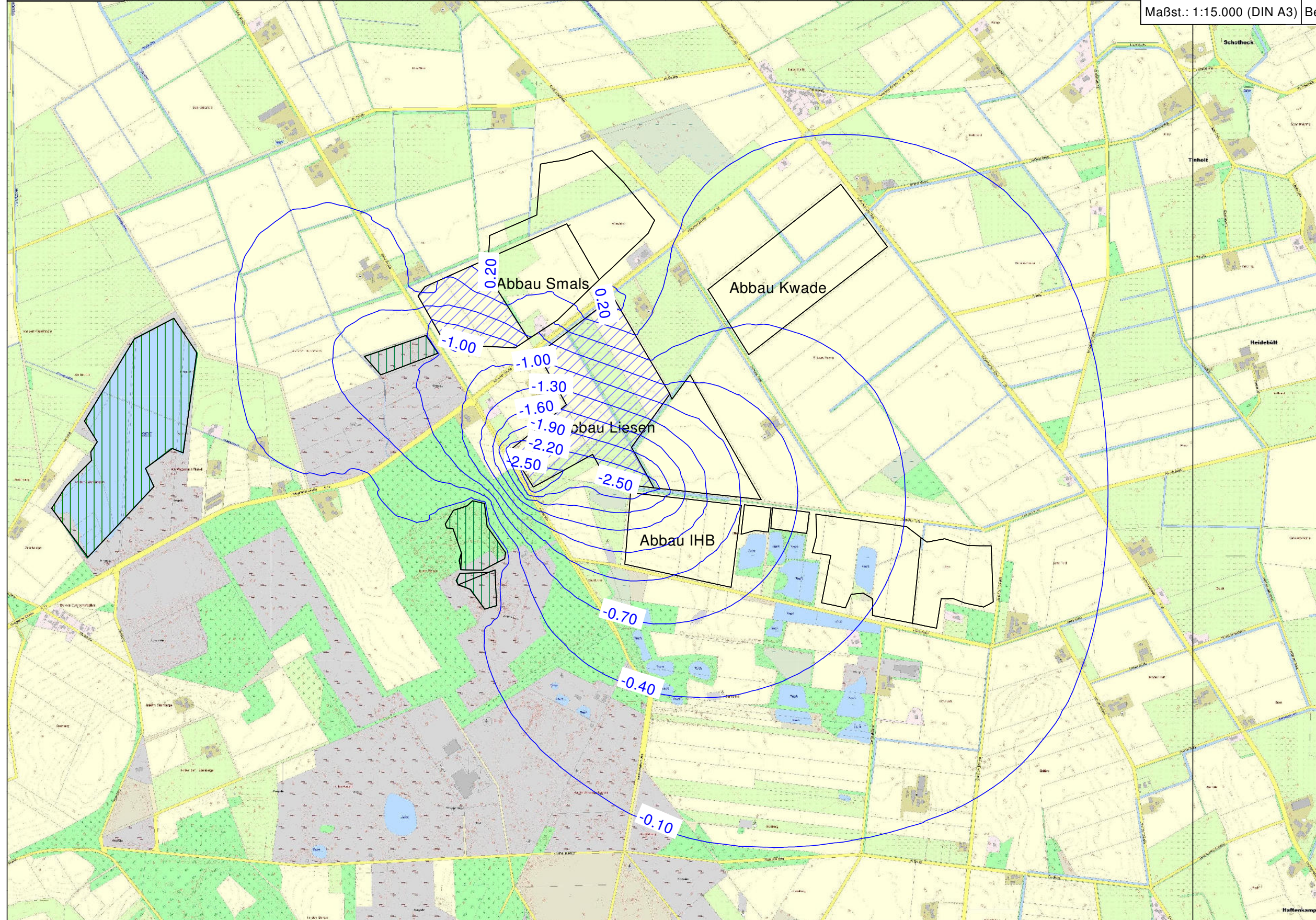
Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenskamp

Anlage 11.3.1: Modell Grundwasserspiegelhöhen
Differenz Phase II - Phase I

Programm: GGU SS-Flow 2D

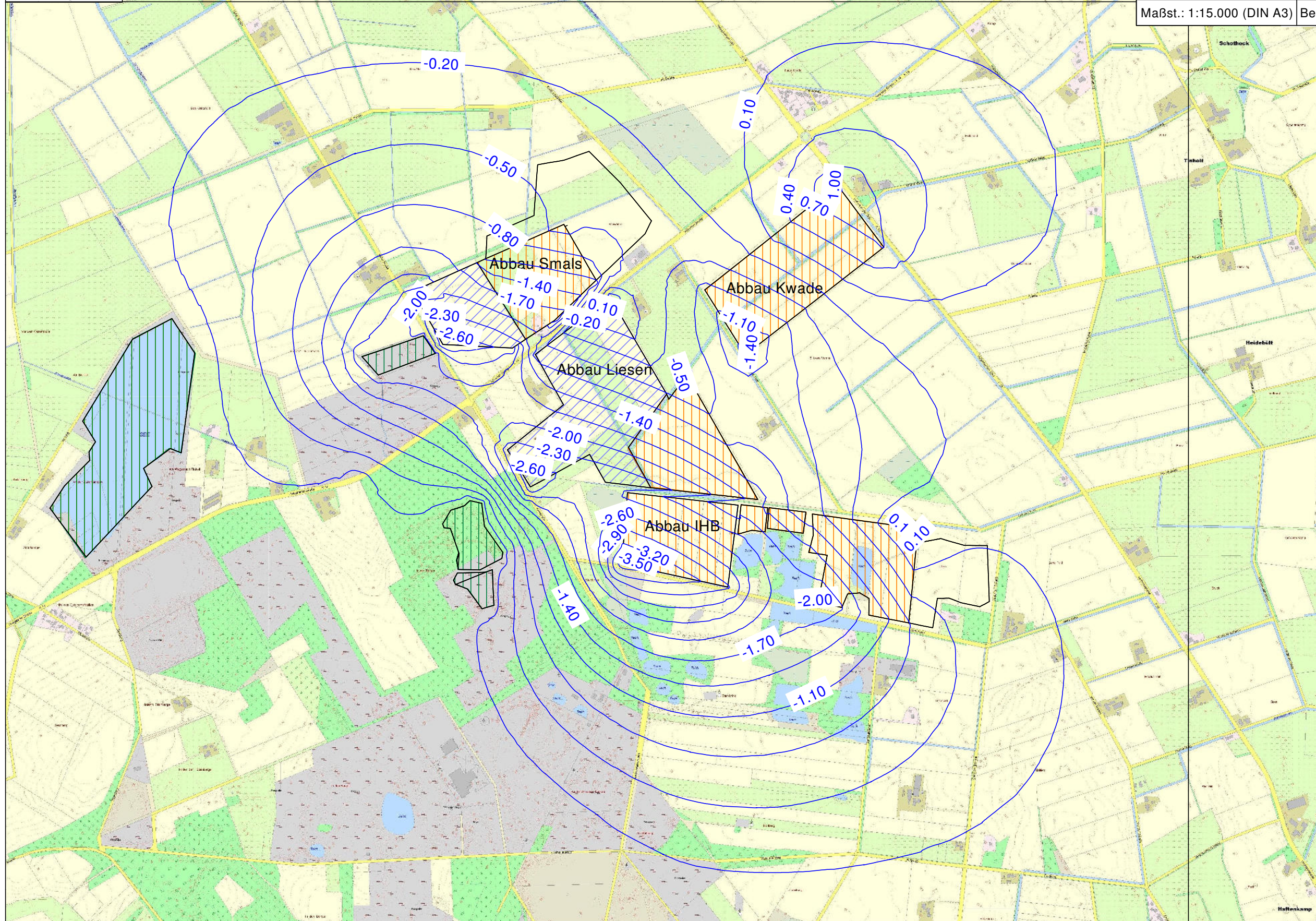
Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Modellgebiet



Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2014

Modellgebiet



Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

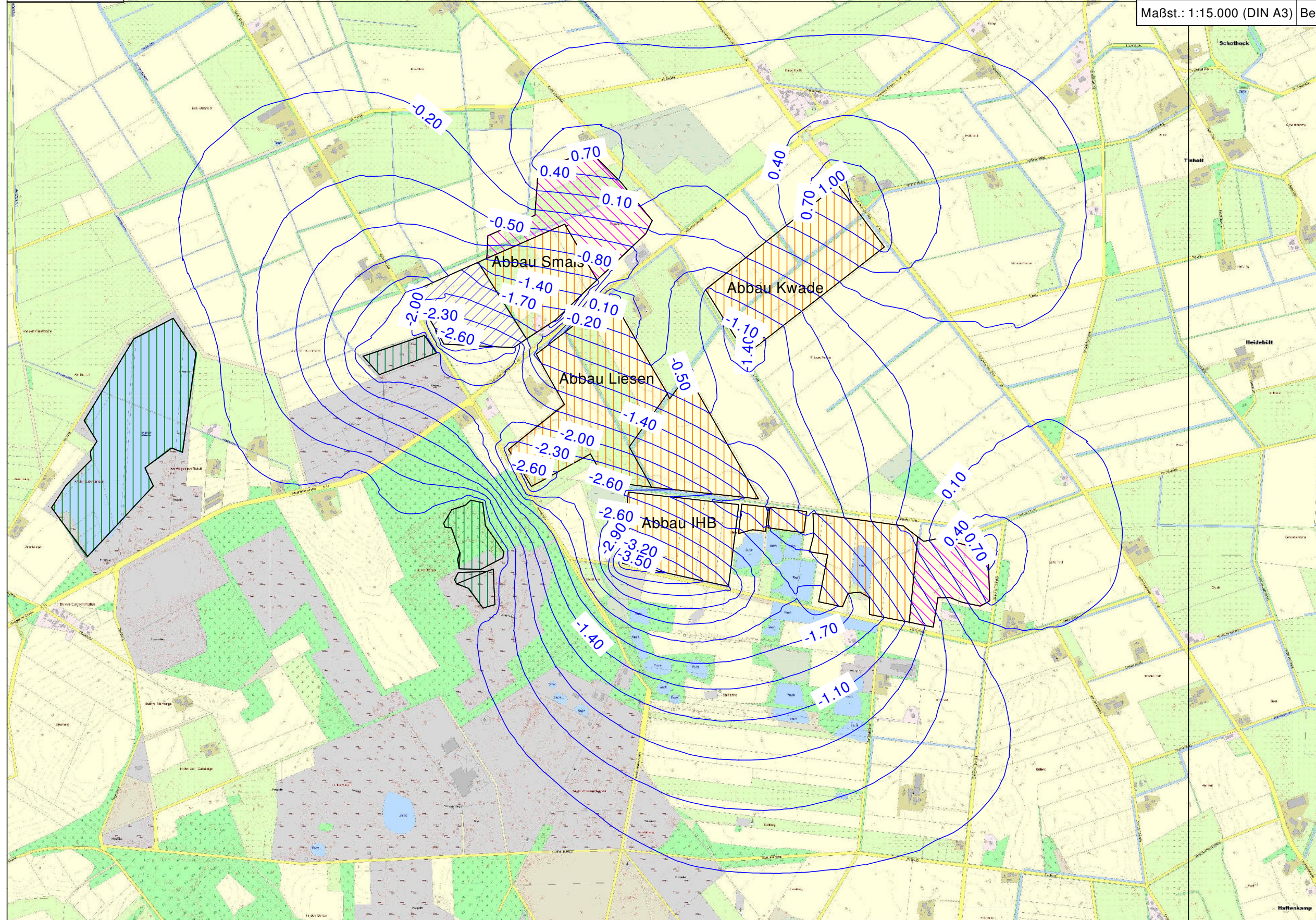
Anlage 11.3.2: Modell Grundwasserspiegelhöhen
Differenz Phase III - Phase I

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2014

Modellgebiet



Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

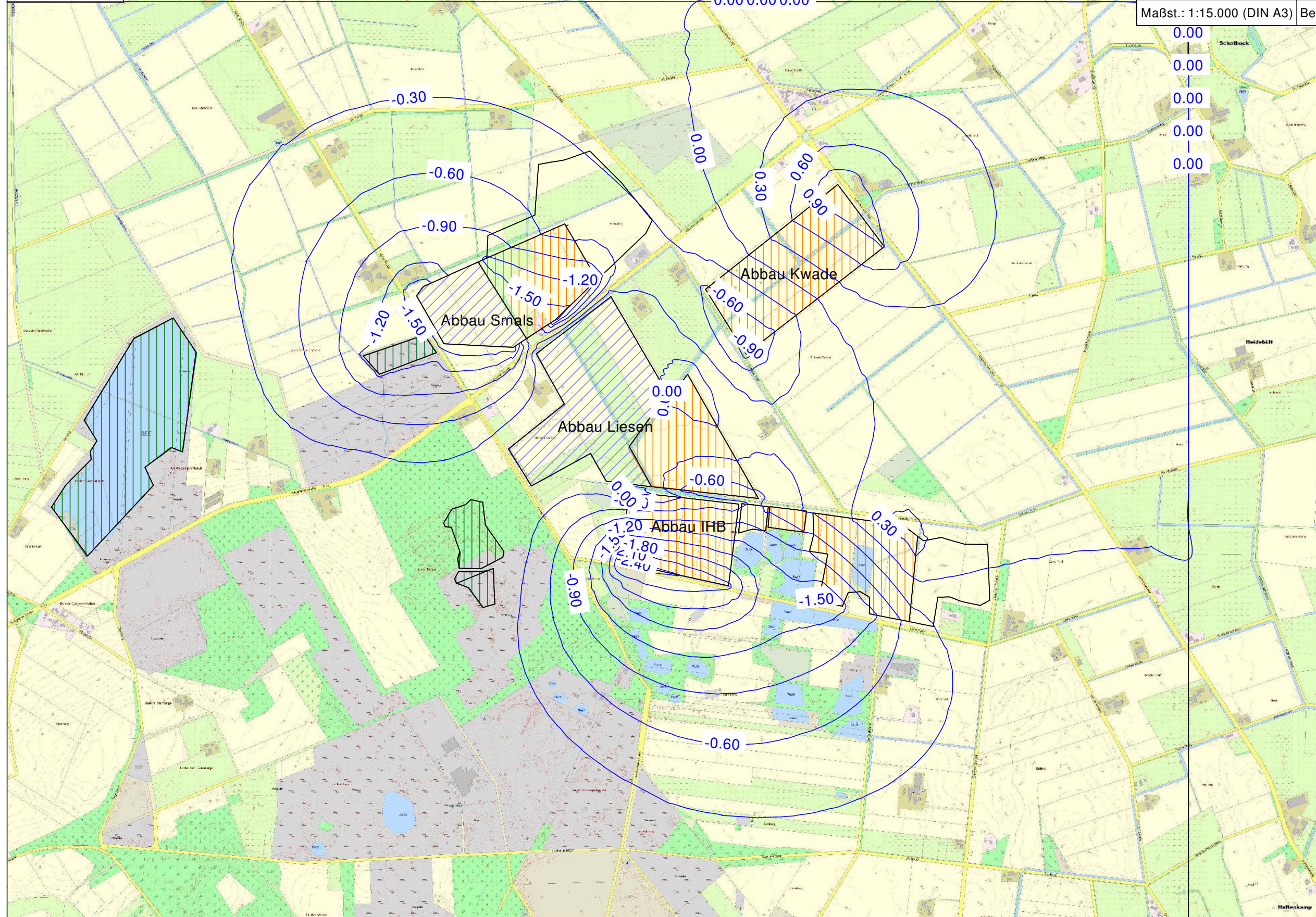
Anlage 11.3.3: Modell Grundwasserspiegelhöhen
Differenz Phase IV - Phase I

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Erweiterungen Planung 2014

Modellgebiet



Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenskamp

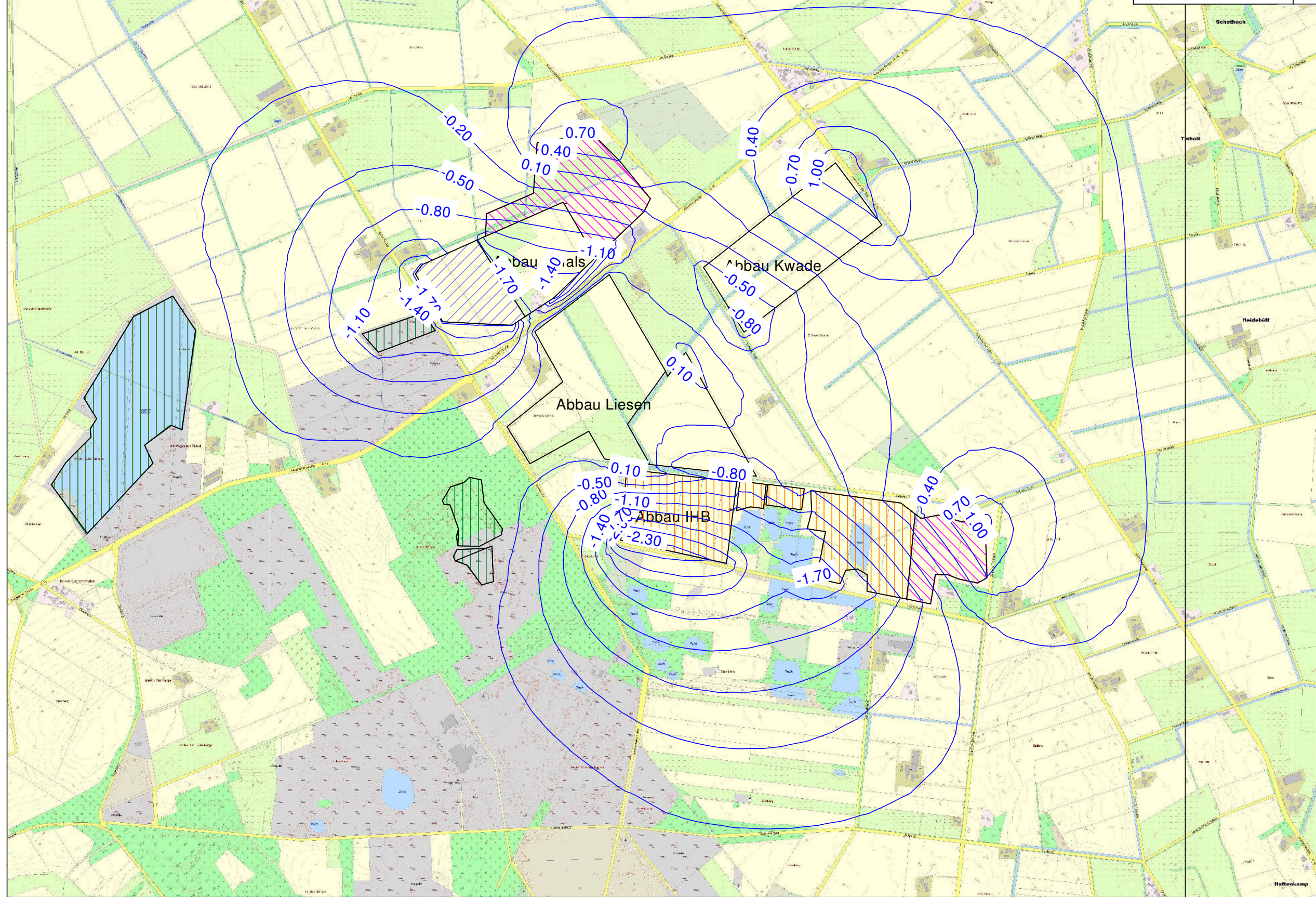
Anlage 11.3.4: Modell Grundwasserspiegelhöhen
Differenz Phase III - Phase II

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2014

Modellgebiet





Büro für Geowissenschaften
 M&O GbR
 Projekt: 1445-2014
 Bodenabbau IHB, Gölenkamp

Anlage 11.3.5: Modell Grundwasserspiegelhöhen
 Differenz Phase IV - Phase II

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3)
 Bearb.: Overesch
 Datum: 22.8.2014

Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$4.000 \cdot 10^{-4}$	$4.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Sand
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Ausgangssituation
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Gewässer Planung vor 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2008
	$1.000 \cdot 10^{-1}$	$1.000 \cdot 10^{-1}$	0.99	Erweiterungen Planung 2014



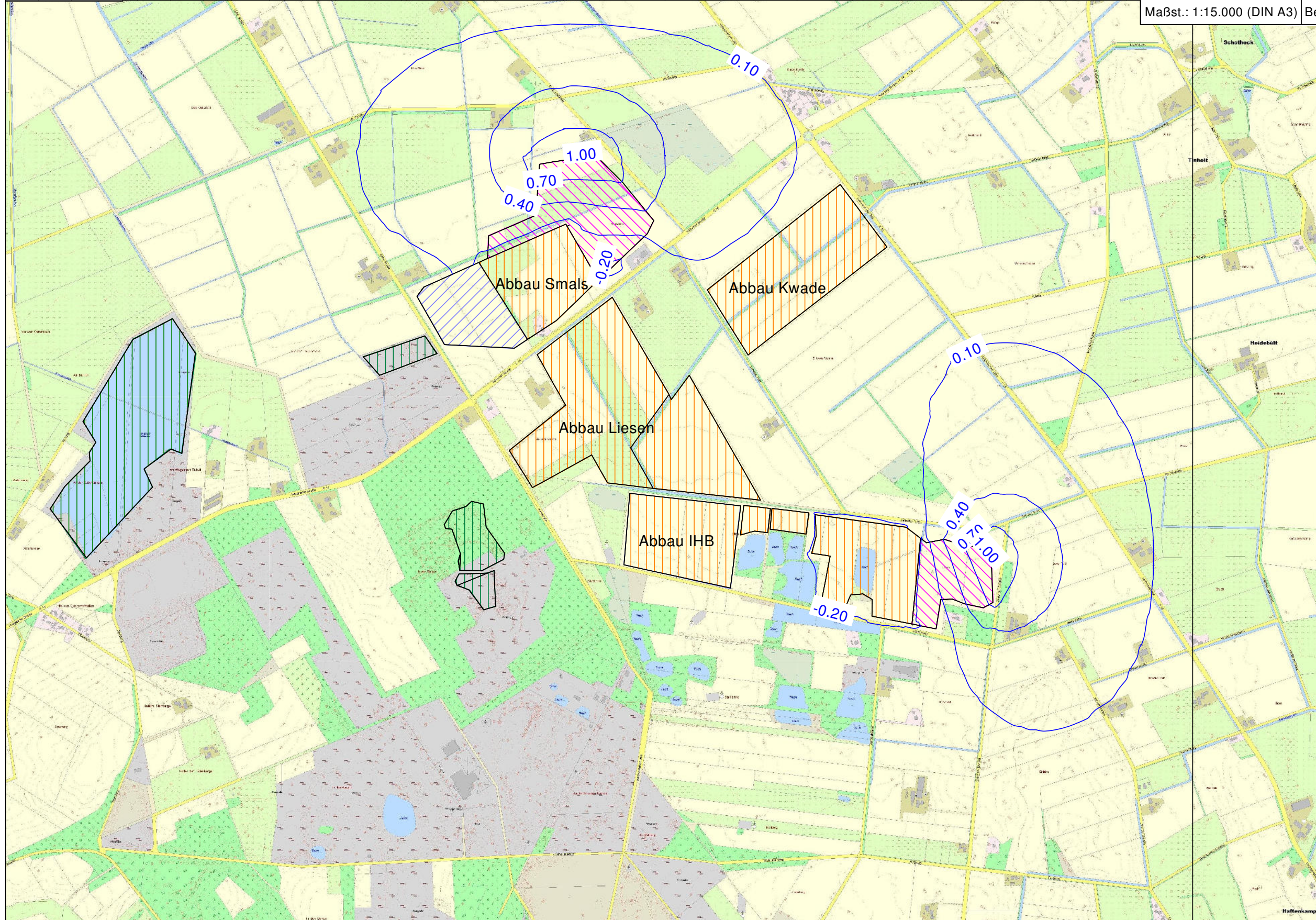
Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Projekt: 1445-2014
Bodenabbau IHB, Gölenkamp

Anlage 11.3.6: Modell Grundwasserspiegelhöhen
Differenz Phase IV - Phase III

Programm: GGU SS-Flow 2D

Maßst.: 1:15.000 (DIN A3) | Bearb.: Overesch | Datum: 22.8.2014

Modellgebiet



Anlage 12: Geologischer und Hydrostratigrafischer Schnitt S2 (Vechte, Gebiet W-E, LBEG)