



Hydrogeologische Stellungnahme Nr. 1

Agile Iller – Mooshauser Schwelle (Fkm 50,65) Fischaufstiegsanlage (FAA)

Sohldruckentspannung Auslaufbauwerk Restwasserhaltung Einlaufbauwerk Bauwasserhaltung Raugerinne Beckenpass dauerhafte Grundwasserhaltung Raugerinne Beckenpass

bearbeitet im Auftrag des

Wasserwirtschaftsamtes Kempten
Rottachstraße 15
87439 Kempten

Betzigau, den 30.01.2020

Projektnummer:190205



Inhalt

- 1 Vorgang und Veranlassung
- 2 Bestehende Verhältnisse
- 3 Geohydraulische Untersuchungen
- 4 Weiteres

Anlagen

- 1 Bestehende Verhältnisse**
 - 1.1 Übersichtslageplan M 1:25000
 - 1.2 Lageplan mit Erkundungspunkten M 1:500
- 2 Sohldruckentspannung Auslaufbauwerk**
 - 2.1 Lageplan mit Absenkbrunnen und abgesenktem GwDruckspiegel M 1:500
 - 2.2 Vorschlag Brunnenausbau M.d.H. 1:100
- 3 Bauwasserhaltung Raugerinne, Abschnitt 1**
 - 3.1 Lageplan mit abgesenktem GwSpiegel M 1:500
- 4 Bauwasserhaltung Raugerinne, Abschnitt 2**
 - 4.1 Lageplan mit abgesenktem GwSpiegel M 1:500
- 5 Restwasserhaltung Einlaufbauwerk**
 - 5.1 Lageplan mit abgesenktem GwSpiegel M 1:500
- 6 Fertigstellung**
 - 6.1 Lageplan mit Isohypsen des GwPotenzials nach Fertigstellung M 1:1000

Unterlagen

[U1] DR. EBEL & CO. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH, Betzigau:

- a) Geotechnischer Untersuchungsbericht AZ 190205: Agile Iller – Mooshauser Schwelle (Fkm 50,65), Fischaufstiegsanlage (FAA); 23.09.2019
- b) Geotechnischer Untersuchungsbericht AZ 190205: Agile Iller – Fkm 49 – 51; Querstich Iller – Neuer Bach; 08.10.2019

[U2] DR.-ING. KOCH BAUPLANUNG GMBH, Kempten:

- a) Lageplan – Fischaufstiegsanlage, M 1:200; 17.12.2019, per Email am 20.01.2020
- b) Gesamtlageplan – FAA Bauwasserhaltung, M 1:100; 17.12.2019, per Email am 20.01.2020
- c) Lageplan – FAA Bauwasserhaltung Auslaufbauwerk, M 1:100; 17.12.2019, per Email am 20.01.2020
- d) Lageplan – FAA Bauwasserhaltung Einlaufbauwerk, M 1:100; 17.12.2019, per Email am 20.01.2020
- e) Längsschnitt – Fischaufstiegsanlage, M 1:200; 17.12.2019, per Email am 20.01.2020
- f) Regelquerschnitte – Fischaufstiegsanlage, M 1:100; 17.12.2019, per Email am 20.01.2020



- [U3] HYDROCONSULT GMBH, Augsburg (2016): Hydrogeologische Studie zum Tertiärgrundwasser in Bayerisch-Schwaben, 18.11.2016; zur Verfügung gestellt vom Wasserwirtschaftsamt Donauwörth am 10.05.2017
- [U4] LANDESAMT FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ BRANDENBURG (2011): Fachbeiträge des LUGV Heft Nr. 117: Hydrogeologische Gutachten zur Neufestsetzung von Wasserschutzgebieten im Land Brandenburg, Hinweise zur Erstellung

1 Vorgang und Veranlassung

Der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Kempten, beabsichtigt die ökologische Aufwertung der Iller zwischen Aitrach und der Einmündung in die Donau. In diesem Zusammenhang soll unter anderem im Bereich einer bei Mooshausen bestehenden Schwelle eine Fischaufstiegsanlage (FAA) errichtet werden.

Für die Herstellung des Bauwerks werden Maßnahmen zur Wasserhaltung erforderlich, die folgendermaßen geplant sind:

(1) **Einlaufbauwerk:**

Die Baugrubensohle liegt im Hauptgrundwasserleiter Terrassenkies. Grundwasser soll durch einen Spundwandverbau, der bis in die Grundwassersohlschicht Molasse reicht, ausgesperrt werden. Es ist innerhalb der Baugrubenumschließung eine Ringdrainage vorgesehen, die die anfallenden Wässer (Tagwasser, über undichte Schlösser zulaufendes Grundwasser, Grundwasser aus der Molasse) fasst und Pumpensümpfen zuleitet.

(2) **Auslaufbauwerk:**

Die Baugrubensohle liegt in der tertiären Oberen Süßwassermolasse, die von wasserhemmenden Mergeln beherrscht, jedoch von druckwasserführenden Sandlagen durchzogen wird. Grundwasser aus dem Hauptgrundwasserleiter Terrassenkies soll durch einen Spundwandverbau, der bis in die Grundwassersohlschicht Molasse reicht, ausgesperrt werden.

Es ist innerhalb der Baugrubenumschließung eine Ringdrainage vorgesehen, die die anfallenden Wässer (Tagwasser, über undichte Schlösser zulaufendes Grundwasser) fasst und Pumpensümpfen zuleitet.

Zur Gewährleistung der hydraulischen Grundbruchsicherheit der Baugrubensohle ist die Entspannung des Grundwasserdruckspiegels in der Molasse mit Schwerkraftbrunnen geplant, die außerhalb der Baugrubenumschließung angeordnet sein sollen.

(3) **Raugerinne Beckenpass:**

Das Raugerinne ist in zwei Abschnitte untergliedert:

Im Abschnitt 1, der an das Auslaufbauwerk anbindet, besteht beim Betrieb der Anlage die Gefahr eines Aufbruchs der Gerinnesohle, der durch eine dauerhafte Grundabsenkung auf ein unschädliches Niveau begegnet werden soll. Zur Verhinderung weit reichender Auswirkungen dieser Grundwasserabsenkung ist geplant, diese auf einen Korridor zu begrenzen, der dauerhaft von einer Spundwand umschlossen wird. Die Spundwand soll bis in die Grundwassersohlschicht reichen und den Abschnitt 1 vom Hauptgrundwasserleiter abzukoppeln. Die Spundwandumschließung wird beim Bau des Raugerinnes bereits bestehen, so dass sich die Bauwasserhaltung auf Tagwässer, über undichte Schlösser



zulaufendes Grundwasser und drückendes Grundwasser aus der Molasse beschränken wird. Es soll mit einer leistungsfähigen Drainage, die an Pumpensümpfe anschließt, die Trockenlegung der Gerinnesohle bewerkstelligt werden.

Im Abschnitt 2, der an das Einlaufbauwerk anbindet, beschränkt sich die Wasserhaltung auf die Bauzeit. Es soll mit einer leistungsfähigen Drainage, die an Pumpensümpfe anschließt, sowie Schachtbrunnen die Trockenlegung der Gerinnesohle bewerkstelligt werden.

Das im Rahmen der Bauwasserhaltung geförderte Wasser soll Absetzcontainern zugeführt und nach erfolgter Neutralisation in die Iller eingeleitet werden.

Das Wasserwirtschaftsamt Kempten beauftragte die Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH, Betzigau, mit den Beratungen zu diesem Vorhaben. Es sollen auf der Grundlage geohydraulischer Berechnungen die im Rahmen der o.g. Maßnahmen anfallenden Wassermengen abgeschätzt werden.

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung stehen die Ergebnisse geotechnischer Erkundungen zur Verfügung, die in [U1] dokumentiert sind. Darauf aufbauend wurde ein dreidimensionales, numerisch-mathematisches Grundwasserströmungsmodell nach der Methode der Finiten Elemente aufgestellt. Bei der eingesetzten Software handelt es sich um das Programm FEFLOW 5.2 (Fa. WASY-DHI, Berlin).

Die Berechnungen wurden für den stationären Strömungszustand und für einen mittleren Abfluss der Iller durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass die Wasserhaltungsmaßnahmen schrittweise durchgeführt werden:

1. Auslaufbauwerk: temporäre Spundwandumschließung, Sohldruckentspannung, Restwasserhaltung
2. Raugerinne, Abschnitt 1: temporäre Spundwand Auslaufbauwerk gezogen, dauerhafte Spundwandumschließung Raugerinne, Bauwasserhaltung
3. Raugerinne, Abschnitt 2: Bauwasserhaltung
4. Einlaufbauwerk: temporäre Spundwandumschließung, Restwasserhaltung
5. Endzustand: temporäre Spundwände gezogen

Die nachfolgend abgedruckte Stellungnahme fasst die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zusammen und mündet in weitere Angaben zur Bauausführung.



2 Bestehende Verhältnisse

Die Beschreibung der bestehenden Verhältnisse wird auf der Basis von [U1a] im Folgenden gekürzt wiedergegeben.

Geographische Situation

Das Bauvorhaben liegt in einer schwach gegliederten, bewaldeten Verebnung, die von kleineren Gewässern durchzogen wird und im Osten an einer etwa 15 m hohen Terrassenstufe endet. Die Iller ist etwa 5-6 m in das Urgelände eingeschnitten, weist eine Breite von 40-50 m auf und wird von einem Deich begleitet. Die Mooshauser Schwelle selbst, die mit der Fischaufstiegsanlage umgangen werden soll, besitzt eine Höhe von mehreren Metern und an ihrem Fuß eine Kolksicherung.

Geologische Situation

Der tiefere Untergrund wird von der tertiären Oberen Süßwassermolasse aufgebaut. Es handelt sich dabei um eine söhlig lagernde Wechselfolge aus Sanden und Mergeln, die oberflächlich entfestigt ist. Darüber lagert flächig der quartäre Terrassenkies. Die natürliche Schichtenfolge wird von Auenablagerungen verhüllt. Im Zuge wasserbaulicher Maßnahmen wurden künstliche Auffüllungen abgelagert. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um den Stützkörper des bestehenden Deichs.

Grundwassersituation

Der flächig im Untergrund anstehende Terrassenkies bildet den Hauptgrundwasserleiter. Es handelt sich dabei um einen stark durchlässigen Aquifer, der in die wasserhemmende Obere Süßwassermolasse eingetieft ist und als Begleitstrom zur Iller größere Grundwassermengen ableitet. Die Iller selbst ist in den Terrassenkies eingeschnitten und steht in intensiver Wechselwirkung mit dem Grundwasser. Im Oberstrom der Mooshauser Schwelle speist die Iller Oberflächenwasser in das Grundwassersystem ein, das sie im Unterstrom wieder exfiltriert. Schwankende Illerwasserstände haben entsprechende, synchron verlaufende Schwankungen im Grundwasserspiegel zur Folge.

Weitere Grundwasserleiter bilden Sandlagen in der Molasse. Wir erwarten das Wasserstandspotenzial in der Molasse etwa auf dem Niveau des Grundwasserspiegels im Terrassenkies, was sich weitgehend mit den in [U3] gemachten Angaben deckt. Unterschiede in den Wasserstandspotenzialen zwischen Tertiär und Quartär haben einen Austausch zwischen den beiden Grundwassersystemen zur Folge.



3 Geohydraulische Untersuchungen

3.1 Grundlagen

Geometrien und Diskretisierung

Das für die geohydraulischen Untersuchungen aufgebaute Finite-Elemente-Netz besteht aus dreieckigen Prismen. Daraus ergibt sich für die horizontale Diskretisierung eine Dreiecksvermaschung, bei der modellrelevante Geometrien wie

- Ränder des Grundwassersystems,
- bestehende Wechselwirkungen zwischen Iller und Grundwasser und
- geplante Einbauten in Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb der Anlage, sofern sie für die Aufgabenstellung relevant sind (temporäre und dauerhafte Spundwände, Drainageleitungen, Schachtbrunnen)

berücksichtigt sind. Das Modellgebiet weist eine Größe von etwa 55 ha auf.

Die Diskretisierung in vertikaler Richtung orientiert sich am Mehrschichtaufbau des Grundwassersystems sowie an der Tiefenlage der geplanten Einbauten. Eine modelltechnisch definierte Schicht wird durch eine Elementlage repräsentiert und nach oben und unten durch Knotenebenen begrenzt. Die vertikale Diskretisierung des Untersuchungsraums erfolgte in sieben Knotenebenen mit sechs dazwischen liegenden Elementlagen.

Das für den Betrachtungsraum diskretisierte Finite-Elemente-Netz besteht aus 72.738 Elementen und 43.078 Knoten.

Knotenebene 1: Geländeoberfläche (Annahme: 579 m+NHN)

Elementlage 1: Terrassenkies

Knotenebene 2: buffer slice (angesetzt: Terrassenkiesbasis +0,5 m).

Elementlage 2: Terrassenkies

Knotenebene 3: Unterkante Talkies (aus Aufschlussdaten [U1a] Ø: 573.5 m+NHN)

Elementlage 3: Molasse, Decklage

Knotenebene 4: buffer slice (angesetzt: Terrassenkiesbasis -0,5 m).

Elementlage 4: Molassesand

Knotenebene 5: UK Spundwand Auslaufbauwerk (≈ 569 m+NHN).

Elementlage 5: Molassesand

Knotenebene 6: buffer slice (angesetzt: 565 m+NHN).

Elementlage 6: Molassemergel

Knotenebene 7: Modellbasis (angesetzt bei 560 m ü. NHN).



Rand- und Nebenbedingungen

Die Berechnung eines Grundwasserströmungsmodells erfordert die Definition von Randbedingungen, die an Knotenpunkten angesetzt werden. Je nach der gewünschten Simulation erfolgt ihre Definition an einzelnen Knoten, in Knotenreihen oder in „Knotenteppichen“. Es wurden die folgenden Randbedingungen definiert:

- Knotenebene 1:
Randbedingungen dritter Art als Knotenteppich für den Wasserspiegel der Iller;
im Oberwasser der Mooshauser Schwelle: 578.5 m+NHN (s. [U2e]);
im Oberwasser der Mooshauser Schwelle: 573.5 m+NHN (s. [U2e]);
- Knotenebenen 1 bis 3:
Randbedingungen erster Art als Knotenreihe für den südlichen und nördlichen Modellrand. Ansätze:
- südlicher Modellrand: $h = 578.5 \text{ m+NHN}$;
- nördlicher Modellrand: $h = 574.0 \text{ m+NHN}$;
- Knotenebene 7:
Randbedingungen dritter Art als Knotenteppich für externen Grundwasserdruckspiegel Molasse;
Ansatz: $h = 580 \text{ m ü. NHN}$;
Nebenbedingungen zweiter Art als Knotenteppich für externen Grundwasserdruckspiegel Molasse;
Ansatz: $Q_{\min} = 0 \text{ m}^3/\text{d}$;

Sofern keine Randbedingungen formuliert sind, werden die Begrenzungen des Modellnetzes als undurchlässig angenommen (Spezialfall der Randbedingung zweiter Art).

überschlägige stationäre Kalibrierung

Das Grundwasserströmungsmodell wurde stationär auf die im Rahmen der Bohrarbeiten gemachten Wasserstandsbeobachtungen (s. [U1a]) kalibriert. Die Grundwasserstände an diesem Tag spiegeln ein mittleres Wasserstandsniveau wider.

Kalibrierungsgrößen bei den Materialkonstanten waren die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f [m/s] sowie die Leakage-Koeffizienten J [d^{-1}]. Über die Leakage-Koeffizienten wird der Austausch zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser quantifiziert. Ferner werden die Zuflüsse über die Modellbasis gesteuert.

Die Grundwasserneubildung A_u aus dem Niederschlag wurde nicht angesetzt.

Ergebnisse Wasserspiegellagen

Bei folgenden Parameterverteilungen kam es zu einer ausreichend guten Übereinstimmung gemessener und rechnerisch ermittelter Standrohrspiegelhöhen:



Tabelle 1: Geohydraulische Rechenwerte (Bestand)

		Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]		Leakagefaktor J [d ⁻¹]	
		$k_{f(x)}$	$k_{f(z)}$	J_{in}	J_{out}
Elementlage 1	Terrassenkies	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	0,9	0,9
	Mooshauser Schwelle	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
Elementlage 2	Terrassenkies	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	–	–
	Mooshauser Schwelle	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
Elementlage 3	Molasse ¹⁾	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	–	–
Elementlage 4	Molasse ¹⁾	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	–	–
Elementlage 5	Molasse ¹⁾	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	–	–
Elementlage 6	Molasse ¹⁾	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,001	0,001

¹⁾ kein Ergebnis der Kalibrierung

Die gemessenen Standrohrspiegelhöhen werden in der Tabelle 2 mit den berechneten Standrohrspiegelhöhen verglichen.

Tabelle 2: Gegenüberstellung gemessener und berechneter Standrohrspiegelhöhen,
 Wasserspiegelbeobachtung 27.06./01.07.2019

Messstelle	Standrohrspiegelhöhe gemessen [m ü. NHN]	Potenzial berechnet [m ü. NHN]	Differenz berechnet-gemessen [m]
BK1/19	577.13	577.16	0,03
BK2/19	576.55	576.82	0,27
BK3/19	575.67	575.64	-0,03
BK4/19	575.58	575.55	-0,03

Als objektives Gütemaß der Kalibrierung sollte gemäß [U4] die Standardabweichung zwischen gemessenen und berechneten Grundwasserständen, bezogen auf die maximale Wasserstands-differenz innerhalb des Modellgebietes, verwendet werden. Dieses Maß sollte nach [U4] unter 5 % liegen. Im vorliegenden Fall errechnet sich das Gütemaß des Modells zu 10 %, was vor allem der ungenauen Wasserstandsbeobachtung beim Bohren geschuldet sein dürfte und womit das Grundwasserströmungsmodell nach objektiven Gesichtspunkten ausreichend gut kalibriert ist.



Geohydraulische Rechenwerte

In nachfolgender Tabelle sind die für die betrachteten Planungszustände angesetzten geohydraulischen Rechenwerte zusammengestellt.

Tabelle 3: Geohydraulische Rechenwerte (Planung)

		Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]		Leakagefaktor J [d ⁻¹]	
		$k_{f(x)}$	$k_{f(z)}$	J_{in}	J_{out}
Elementlage 1	Terrassenkies	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	0,9	0,9
	Mooshauser Schwelle	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
	Spundwände (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
	Massivbauwerke (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
Elementlage 2	Terrassenkies	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	–	–
	Mooshauser Schwelle	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
	Spundwände (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
	Massivbauwerke (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
Elementlage 3	Molasse	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	–	–
	Spundwände (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
	Massivbauwerke (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
Elementlage 4	Molasse	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	–	–
	Spundwand Auslaufbauwerk (Planung)	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	–	–
Elementlage 5	Molasse	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	–	–
Elementlage 6	Molasse	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,001	–

3.2 Sohldruckentspannung und Restwasserhaltung Auslaufbauwerk

Die Berechnungen gehen von folgenden Rahmenbedingungen aus:

- Baugrubensohle: $\approx 571.5 \text{ m+NHN}$ (s. [U2f]);
- Absenkziel Baugrubensohle: $\approx 571.0 \text{ m+NHN}$;

In der Anlage 2.1 sind die Ergebnisse geohydraulischer Berechnungen als Isohypsenplan der Druckspiegeloberfläche dargestellt. Die Koordinaten der betrachteten Brunnenstandorte sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet. Es handelt sich um insgesamt sieben gleichzeitig betriebene Vertikalfilterbrunnen, die in gleichmäßigen Abständen außerhalb der Spundwandumschließung angeordnet sind.



Tabelle 4: Gauß-Krüger-Koordinaten der Entnahmebrunnen

	Rechtswert	Hochwert
Brunnen 1	43 59 066	53 16 979
Brunnen 2	43 59 056	53 16 980
Brunnen 3	43 59 056	53 16 970
Brunnen 4	43 59 068	53 16 970
Brunnen 5	43 59 079	53 16 966
Brunnen 6	43 59 062	53 16 954
Brunnen 7	43 59 074	53 16 959

Die sieben Entnahmebrunnen wurden als Randbedingung (RB) zweiter Art mit $Q = 500 \text{ m}^3/\text{d}$ und Nebenbedingungen (NB) erster Art mit $h_{\min} = 567 \text{ m} + \text{NHN}$ (Brunnen 1-4) bzw. mit $h_{\min} = 565 \text{ m} + \text{NHN}$ (Brunnen 5-7) auf der Knotenebene 5 simuliert.

Zur Kontrolle des eingehaltenen Absenkziels wurden modellintern Beobachtungspunkte eingeführt, deren Lage in Tabelle 5 aufgelistet ist.

Tabelle 5: Gauß-Krüger-Koordinaten der Beobachtungspunkte Baugrubensohle

lfd. Pkt.-Nr.	Rechtswert	Hochwert
1	43 59 061	53 16 980
2	43 59 064	53 16 967
3	43 59 069	53 16 962

Berechnungsergebnisse

In der Anlage 2.1 sind die Ergebnisse der geohydraulischen Berechnungen dargestellt. Diese zeigen um die Brunnen jeweils steile Absenktrichter, die dem niedrigen Durchlässigkeitsbeiwert in der Molasse geschuldet sind. Es wurden folgende Förderraten ermittelt:

Brunnen Br. 1	1,0 m ³ /h;	Brunnen Br. 2	1,0 m ³ /h;
Brunnen Br. 3	1,1 m ³ /h;	Brunnen Br. 4	0,7 m ³ /h;
Brunnen Br. 5	1,5 m ³ /h;	Brunnen Br. 6	1,4 m ³ /h;
Brunnen Br. 7	1,4 m ³ /h;		



Die genannten Förderraten führen an den Beobachtungspunkten zu folgenden Standrohrspiegelhöhen:

Punkt-Nr. 1	570.95 m+NHN,
Punkt-Nr. 2	570.74 m+NHN,
Punkt-Nr. 3	570.63 m+NHN.

Die ermittelten Standrohrspiegelhöhen liegen im Bereich des angestrebten Absenkziels.

Die in der Baugrube anfallende Restwassermenge aus undichten Spundwandschlössern liegt rechnerisch unter $1 \text{ m}^3/\text{h}$.

Brunnenbau

Überschlägige Berechnungen zum Brunnenfassungsvermögen nach SICHARDT (1928) erbringen einen erforderlichen Mindestbrunnendurchmesser von 300 mm. Der von uns vorgeschlagene Brunnenausbauplan mit dem üblichen Verrohrungsdurchmesser 324 mm ist in Anlage 2.2 wiedergegeben. Der tatsächliche Brunnenausbau (Tiefenlage des Filterrohrs) ist für jeden Brunnen getrennt anhand des jeweils vorgefundenen Bohrprofils festzulegen.

Die Bohrarbeiten sind verrohrt und zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit in der Bohrlochsohle unter Suspensionsauflast durchzuführen. Mit der Tiefe wird eine Erhöhung der Suspensionsdichte (beispielsweise mit Schwerspat) erforderlich. Ein Konzept zum Nachweis der Auftriebssicherheit in der Bohrlochsohle ist vor Durchführung der Arbeiten vom Auftragnehmer zu erbringen und dem Auftraggeber zur Prüfung vorzulegen.

Ggf. wird es aus bohrtechnischen Gründen erforderlich sein, mit einem größeren Bohrdurchmesser (z.B. 420 mm) zu beginnen und auf den geplanten Enddurchmesser zu teleskopieren.

Die Brunnen sind vor Inbetriebnahme klarzupumpen und zu entwickeln. Darüber hinaus ist an jedem Brunnen mit einem Pumpversuch die Leistungsfähigkeit nachzuweisen.

Der Brunnenbau ist durch einen erfahrenen Geologen / Geotechniker zu begleiten. Dies bedarf eines erhöhten Beobachtungs- und Steuerungsbedarfs im Rahmen der Baubegleitung.

3.3 Bauwasserhaltung Raugerinne, Abschnitt 1

Die Berechnungen gehen von folgenden Rahmenbedingungen aus:

- das Auslaufbauwerk ist fertiggestellt;
- der Abschnitt 1 ist mit einer Spundwand umschlossen;
- die geplante dauerhafte Drainage wird als Erstes hergestellt und kann bereits für die bauzeitliche Wasserhaltung genutzt werden.

Die Drainageleitung wird durch die Randbedingung erster Art auf der Knotenebene 1 entsprechend der Angaben im Längsschnitt [U2e] und durch lineare Interpolation simuliert. Die Ableitung des gefassten Wasser erfolgt über das bestehende Auslaufbauwerk. Als Nebenbedingung wird $Q_{\text{max}} = 0$ festgelegt, was bedeutet, dass die Randbedingung nur exfiltrierend wirken kann.

In der Anlage 3.1 sind die Ergebnisse der geohydraulischen Berechnung als Isohypsenplan der Grundwasseroberfläche dargestellt.



Aufgrund der Spundwandumschließung ist sowohl bauzeitlich als auch dauerhaft mit einem geringen grundwasserbürtigen Andrang um

$$Q = 1 \text{ l/s}$$

zu rechnen.

3.4 Bauwasserhaltung Raugerinne, Abschnitt 2

Die Berechnungen gehen von folgenden Rahmenbedingungen aus:

- das Auslaufbauwerk ist fertiggestellt;
- das Raugerinne ist im Abschnitt 1 fertiggestellt;
- die Fassung erfolgt über eine gerinneparallel verlaufende Drainageleitung sowie über drei Schachtbrunnen an den in [U2b] dargestellten Standorten;
- Absenckziel: geplante Gerinneabdichtung (Bentonitmatte) aus [U2e] – 0,2 m.

Zur Bauwasserhaltung wird eine Drainageleitung als Randbedingung erster Art auf der Knotenebene 1 entsprechend der Angaben im Längsschnitt [U2e] und durch lineare Interpolation simuliert. Die Ableitung des gefassten Wassers erfolgt über den fertiggestellten Abschnitt 1. Als Nebenbedingung wird $Q_{\max} = 0$ festgelegt, was bedeutet, dass die Randbedingung nur exfiltrierend wirken kann.

In der Anlage 4.1 sind die Ergebnisse geohydraulischer Berechnungen als Isohypsenplan der Grundwasseroberfläche dargestellt. Die Koordinaten der betrachteten Brunnenstandorte sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet. Es handelt sich um insgesamt drei gleichzeitig betriebene Vertikalfilterbrunnen.

Tabelle 6: Gauß-Krüger-Koordinaten der Schachtbrunnen

	Rechtswert	Hochwert
Brunnen 1	43 59 046	53 16 927
Brunnen 2	43 59 069	53 16 920
Brunnen 3	43 59 095	53 16 919

Die drei Schachtbrunnen wurden als Randbedingung (RB) zweiter Art mit $Q = 5000 \text{ m}^3/\text{d}$ und Nebenbedingungen (NB) erster Art mit $h_{\min} = 575 \text{ m} + \text{NHN}$ (Brunnen 1-2) bzw. mit $h_{\min} = 573.7 \text{ m} + \text{NHN}$ (Brunnen 3) auf der Knotenebene 2 simuliert.

Zur Kontrolle des eingehaltenen Absenckziels wurden modellintern Beobachtungspunkte eingeführt, deren Lage in Tabelle 7 aufgelistet ist.



4 Weiteres

Das Erreichen des Absenkeziels ist über eine Grundwasserstandsmessstelle, die in der Baugrubensohle des Auslaufbauwerks positioniert wird, nachzuweisen. Die Fördermenge jedes Brunnens ist kontinuierlich oder mit regelmäßigen Einzelmessungen zu erfassen.

Die Auftriebssicherheit muss überall und zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein.

Die Alarmierung bei Überschreitung des Absenkeziels kann über automatisch aufzeichnende Druckaufnehmer mit Datenlogger erfolgen, der die Überschreitung eines vorab festzulegenden Grundwasserstands per Datenfernübertragung meldet (z.B. System GPRS Datenlogger Typ 255 der Fa. HT Hydrotechnik GmbH Obergünzburg).

Voraussetzung ist ein verlässlich arbeitendes Mobilfunknetz.

Der Brunnenbau sowie der Betrieb und die Ableitung des geförderten Grundwassers bedürfen weiterer Planungen sowie einer wasserrechtlichen Behandlung. Die Ergiebigkeit der Brunnen ist in Leistungspumpversuchen nachzuweisen.

Auswirkungen auf die Rechte Dritter sind nicht zu erkennen.

Wir empfehlen, vor Baugrubenaushub einen Probetrieb der Schwerkraftentwässerung im Auslaufbauwerk durchzuführen.

Für das Einbringen der Spundbohlen im Terrassenkies ist mit schwerer bis sehr schwerer Rammbarkeit zu rechnen. Lockerungsbohrungen mit einem leistungsstarken Bohrgerät und für die Maßnahme passenden Schneckenbohrer sind vorzusehen. Hindernisse in Form von Steinen und Verfestigungen im Terrassenkies sind allerdings nicht auszuschließen. Zur Durchörterung derartiger Rammhindernisse, die sich nicht zerstören bzw. verdrängen oder oberflächlich bergen lassen, sind Austauschbohrungen einzukalkulieren. Auflockerungsmaßnahmen sind nur bis Unterkante Tal kies zu führen; somit bleibt die dichtende Funktion der unterlagernden Molasse zur Tiefe erhalten.

Anm.:

Aus den Erfahrungen zur Rammarbeiten in vergleichbaren Terrassenkiesen ist bekannt, dass mit schwerem Rammgerät (RG16T mit einem Hydraulikrüttler MR 150 AVM, Fliehkraft des Rüttlers 1500 kN im Amplitudenmodus) Doppelbohlen AZ 12-700 und PU12 bis in einen Tiefenbereich der Molasse eingebracht werden können.

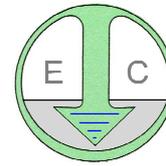
In jeder zweiten Rammsondierung wurde der Terrassenkies mit Schlagzahlen durchfahren, die auf erhebliche Hindernisse schließen lassen. Es muss daher angenommen werden, dass für etwa die Hälfte der Spundwandtrassen Auflockerungs- und ggf. Austauschbohrungen zur Durchörterung des Terrassenkieses erforderlich werden.



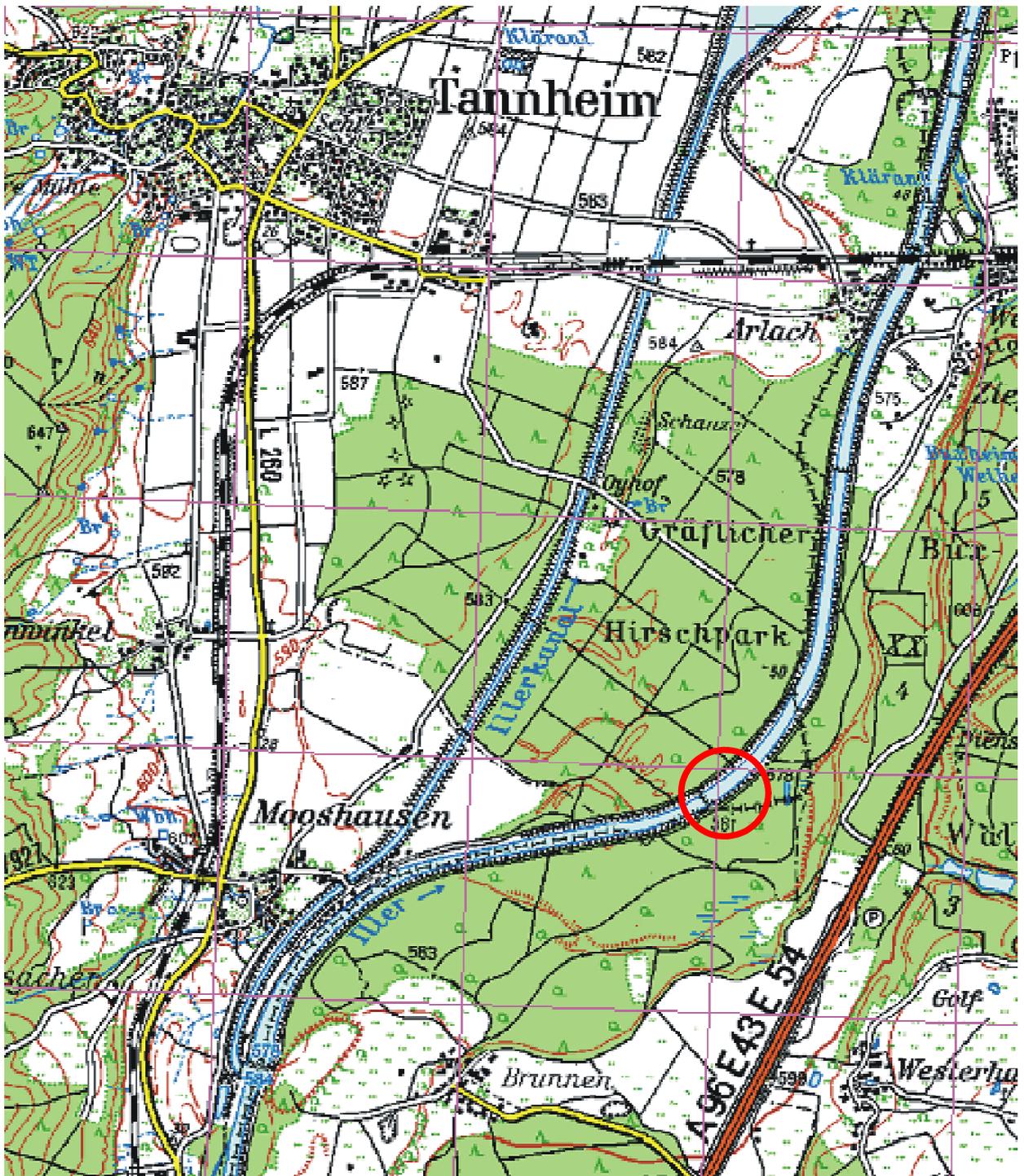
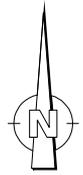
Die Spundwandumschließung des Auslaufbauwerks wird mehrere Meter in die Molasse einbinden. Hier werden in jedem Fall Austauschbohrungen erforderlich. Die Bohrlöcher sind entsprechend der angetroffenen Schichtenfolge zu verfüllen. Dies bedeutet, dass in der Molassestrecke plastischer Ton einzubauen ist, in den die Spundwand eingerammt wird. Ein unerwünschte Unterströmung der Spundwand durch Grundwasser aus dem Terrassenkies wird dadurch unterbunden.

Projektbearbeitung: Dipl.-Geol. Dr. Michael Strohmenger

Dr. Ebel & Co. GmbH

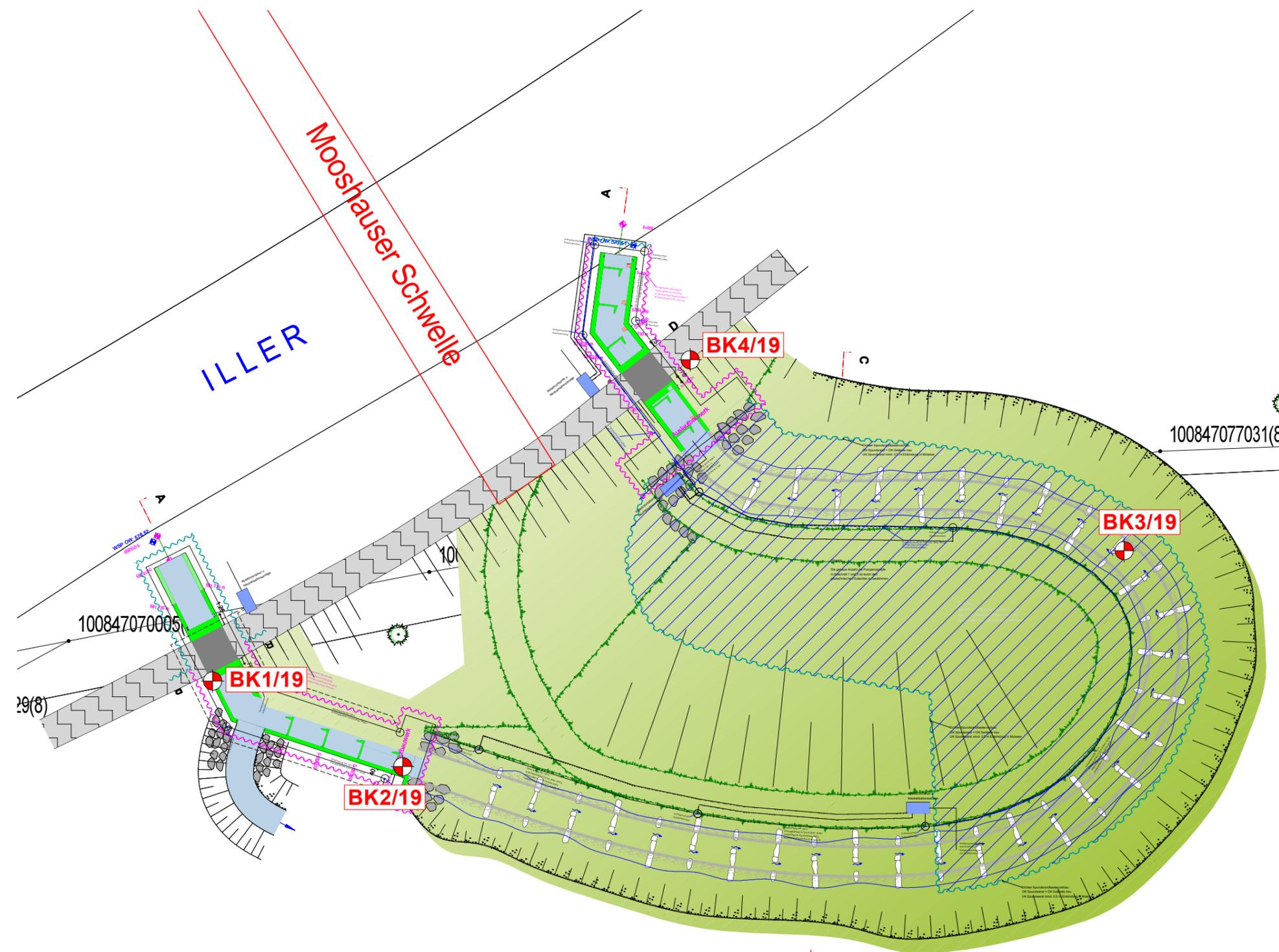


Übersichtslageplan
M 1:25.000

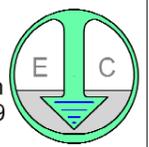


Zeichenerklärung

	Rammkernbohrung
	Baggerschurf



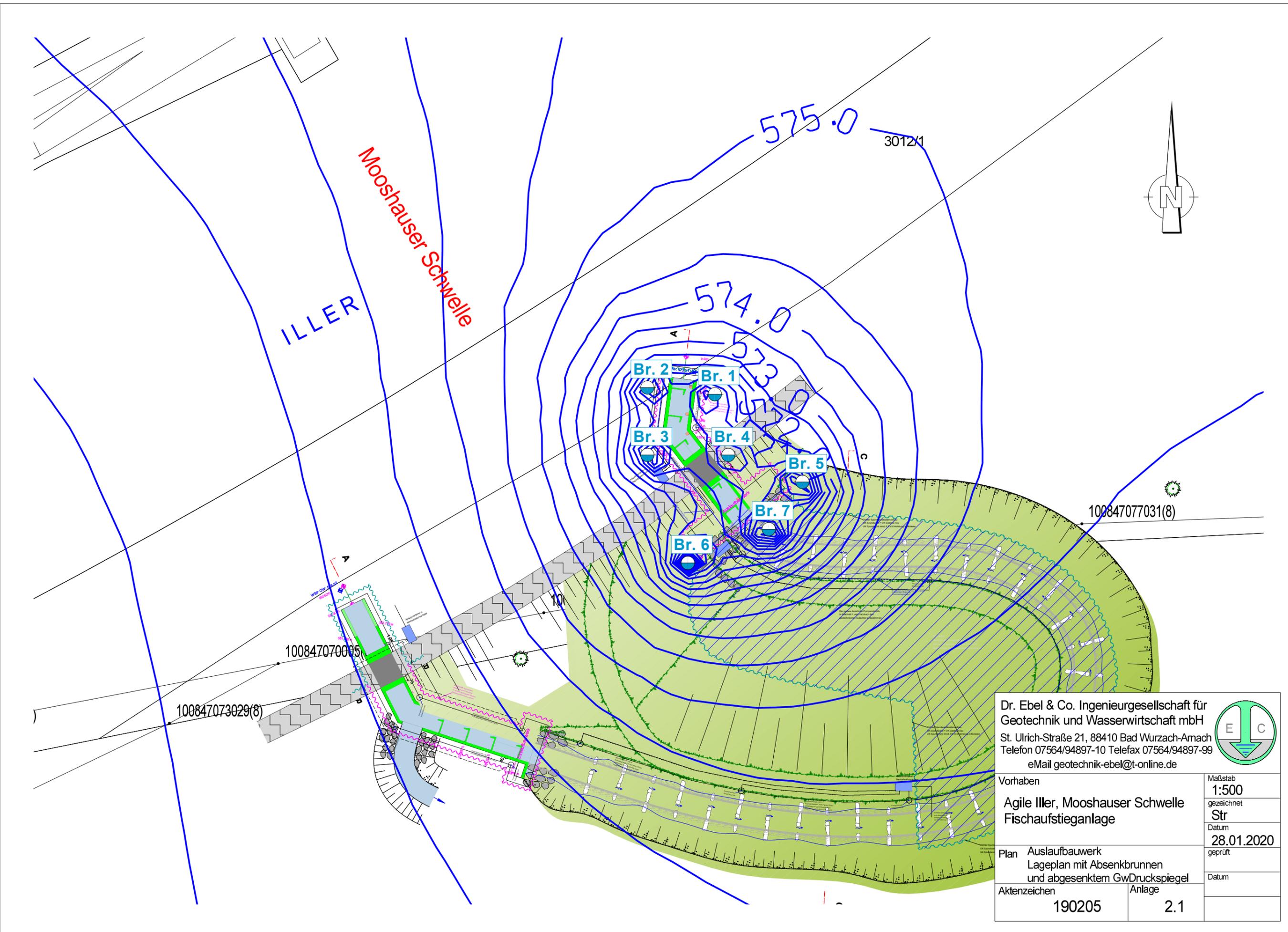
Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für
 Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
 St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Amach
 Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
 eMail geotechnik-ebel@t-online.de



Vorhaben		Maßstab
Agile Iller, Mooshauser Schwelle Fischaufstiegenanlage		1:500
gezeichnet		Str
Datum		27.01.2020
geprüft		
Datum		
Aktenzeichen	Anlage	
190205	1.2	

 **Schurf8**

423

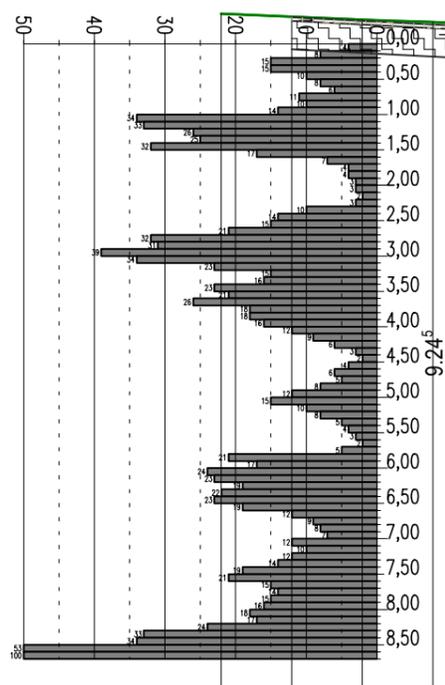


Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Amach Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99 eMail geotechnik-ebel@t-online.de		
Vorhaben Agile Iller, Mooshauser Schwelle Fischaufstieganlage		
Plan	Auslaufbauwerk Lageplan mit Absenkbrunnen und abgesenktem GwDruckspiegel	
Aktenzeichen	190205	Anlage 2.1
Maßstab	1:500	gezeichnet Str
Datum	28.01.2020	geprüft
Datum		

DPH4/19 proj.

580.58 m+NN

Anzahl der Schläge [N₁₀]



BK4/19 proj.

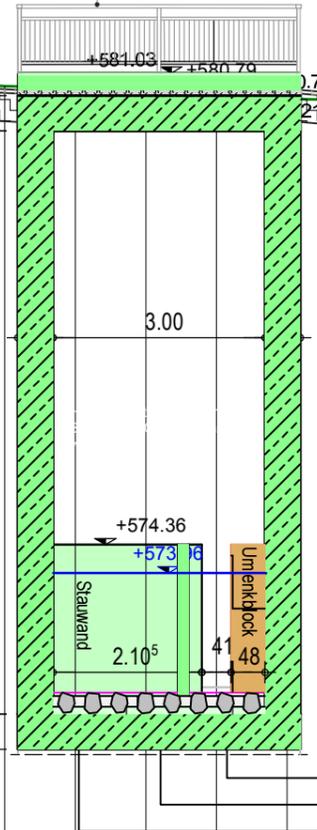
580.58 m+NN

Brunnenausbau

Spundwand, skizziert

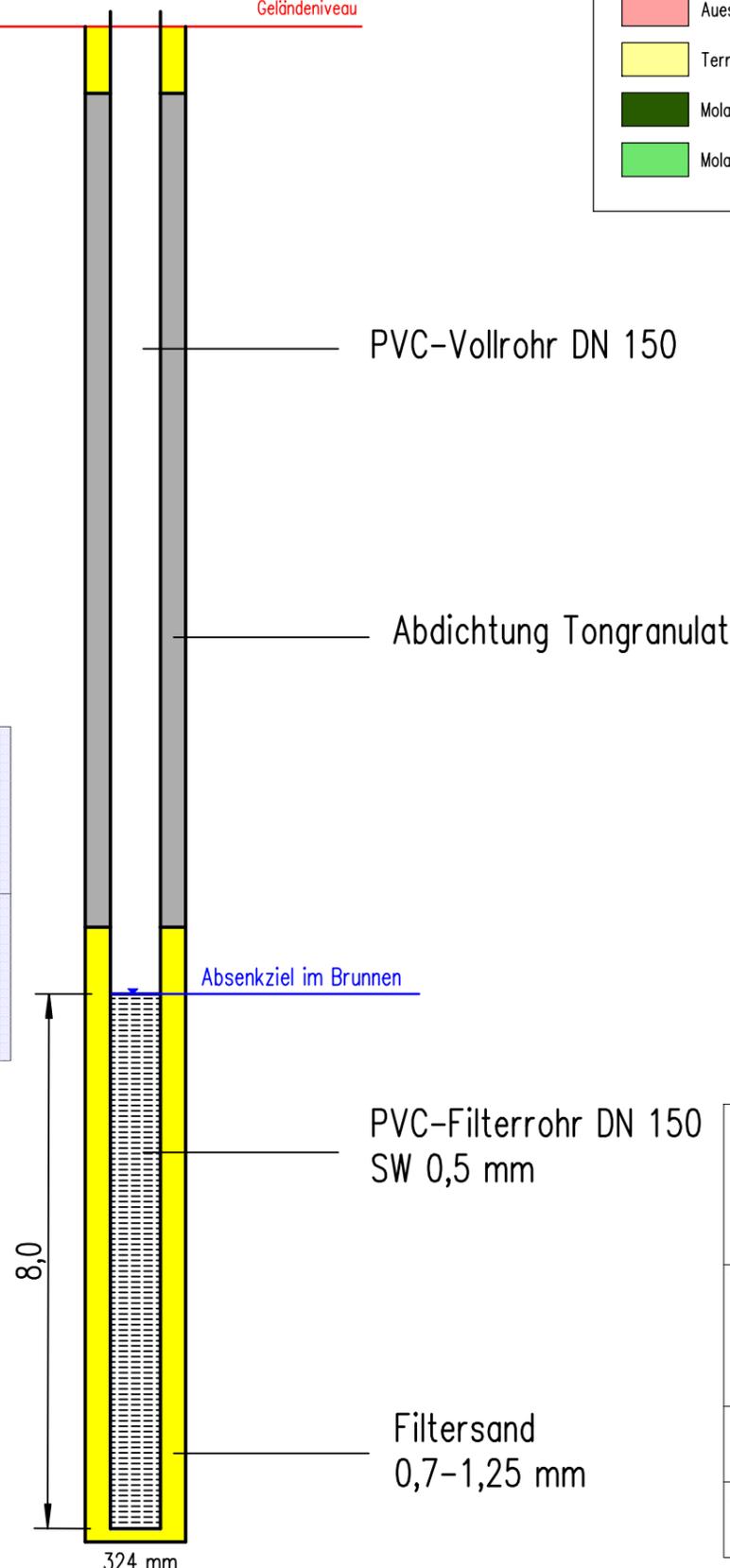
Geländeneiveau

Geologische Bezeichnung		Konsistenz	
	Auffüllung, nicht bindig		steif bis halbfest
	Auffüllung, bindig		fest
	Auesand	Grundwasser	
	Terrassenkies	Grundwasser eingespiegelt	
	Molassemergelstein		
	Molassesand		



▼ 570.000

öhe	581.0	581.0	580.9	580.9	580.8	580.8	580.8	580.7	580.7	580.6	580.6	580.5	580.5	580.5
Station	0+000.00	0+001.00	0+002.00	0+003.00	0+004.00	0+005.00	0+006.00	0+007.00	0+008.00	0+009.00	0+010.00	0+011.00	0+012.00	0+012.62



Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
 St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach
 Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
 eMail geotechnik-ebel@t-online.de

Vorhaben
 Agile Iller, Mooshauser Schwelle
 Fischaufstiegenanlage

Plan
 Auslaufbauwerk
 Vorschlag Brunnenausbau

Aktenzeichen
 190205

Anlage
 2.2

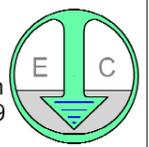
Maßstab
 1:100

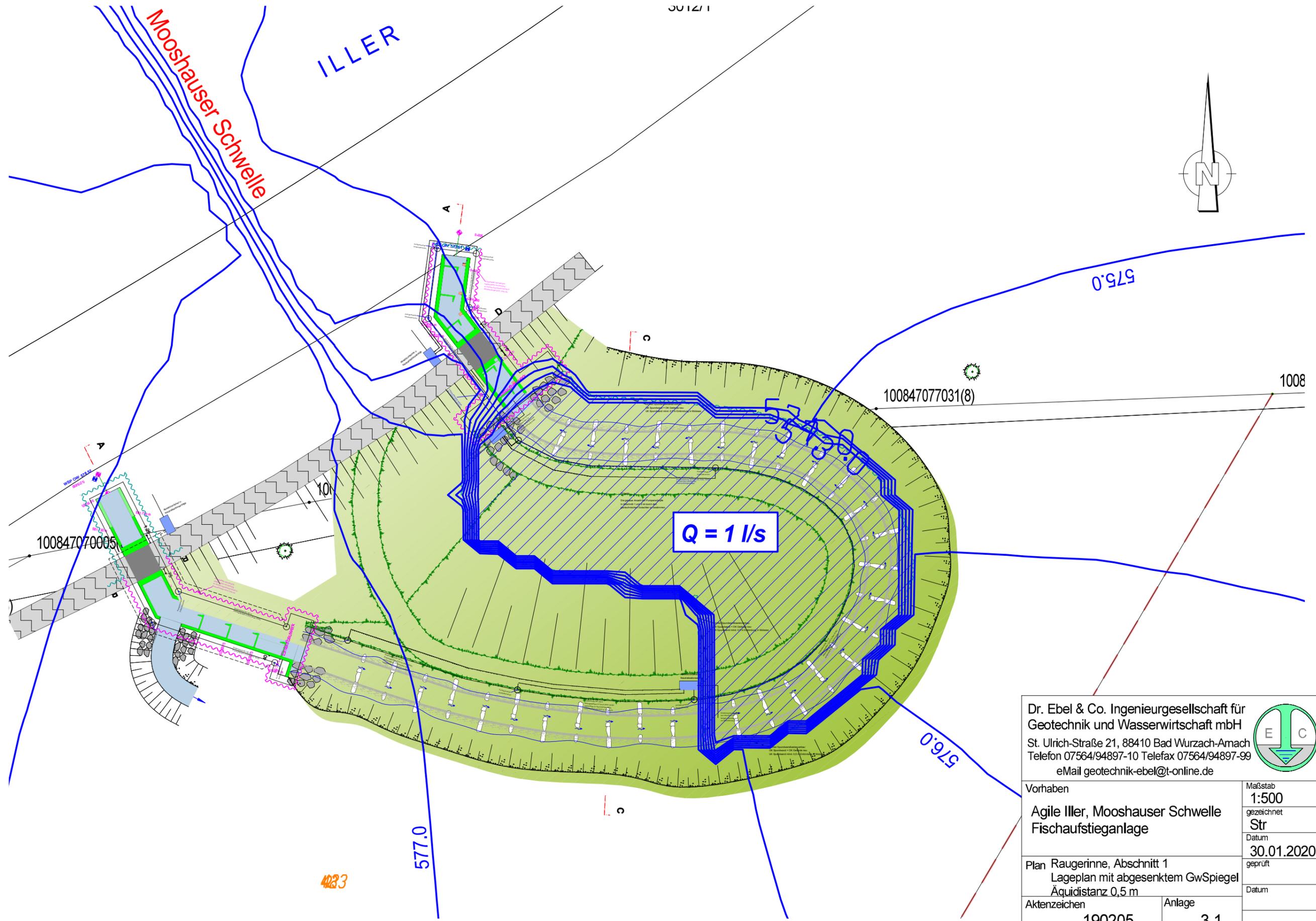
gezeichnet
 Str

Datum
 15.08.2019

geprüft

Datum

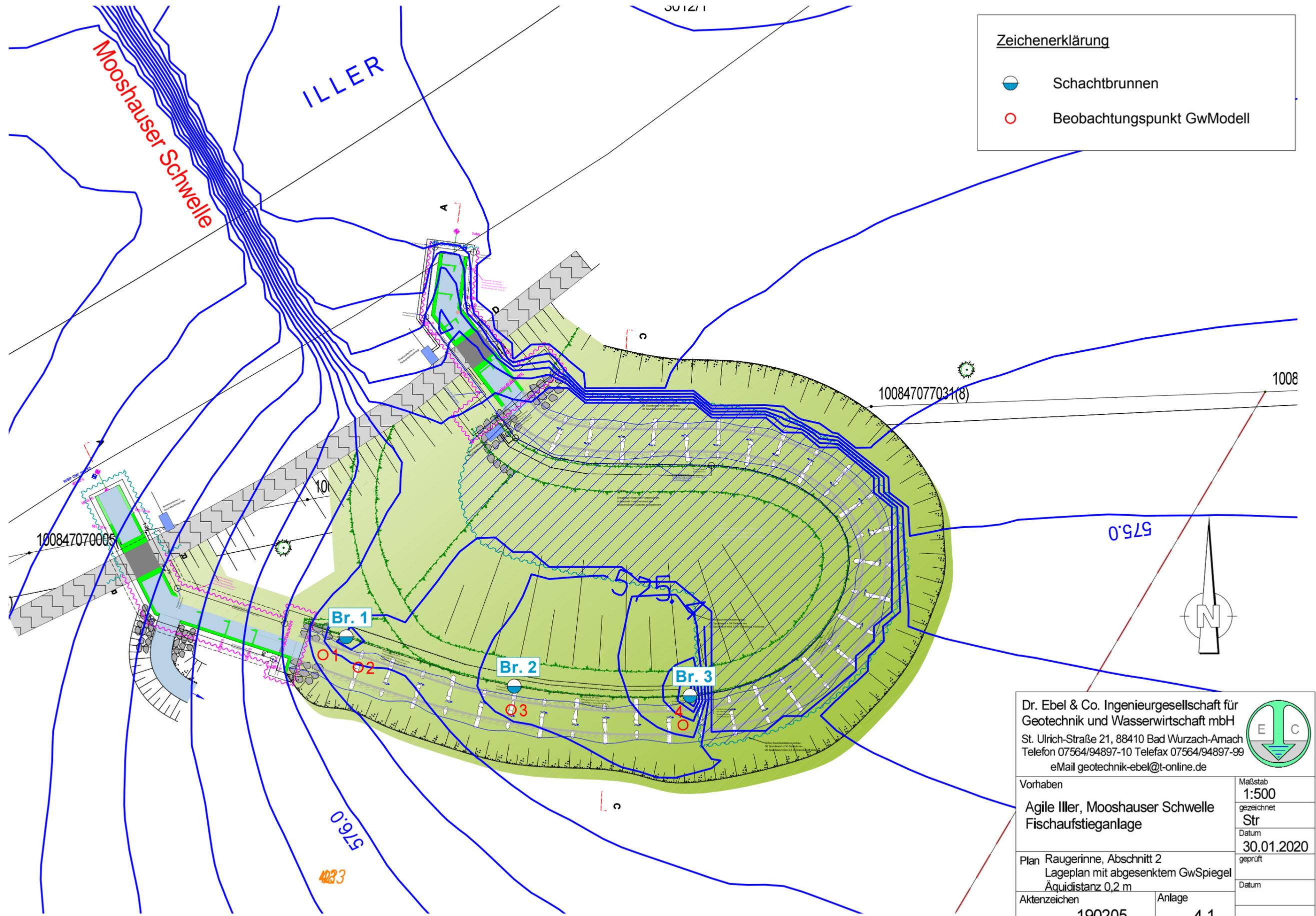




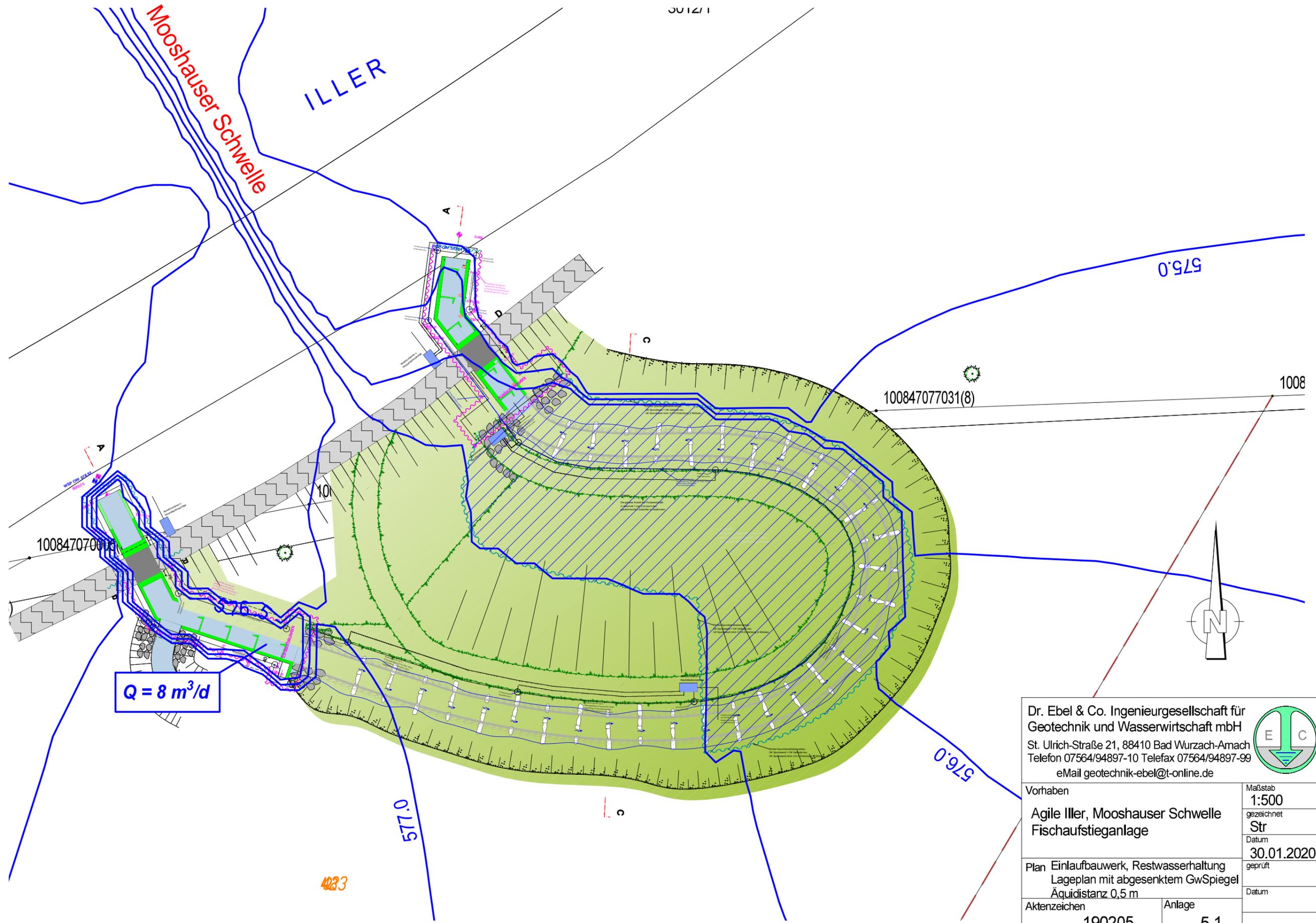
Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Amach Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99 eMail geotechnik-ebel@t-online.de		
Vorhaben Agile Iller, Mooshauser Schwelle Fischaufstiegenanlage		
Plan Raugerinne, Abschnitt 1 Lageplan mit abgesenktem GwSpiegel Äquidistanz 0,5 m		Maßstab 1:500 gezeichnet Str Datum 30.01.2020 geprüft
Aktenzeichen 190205	Anlage 3.1	Datum

Zeichenerklärung

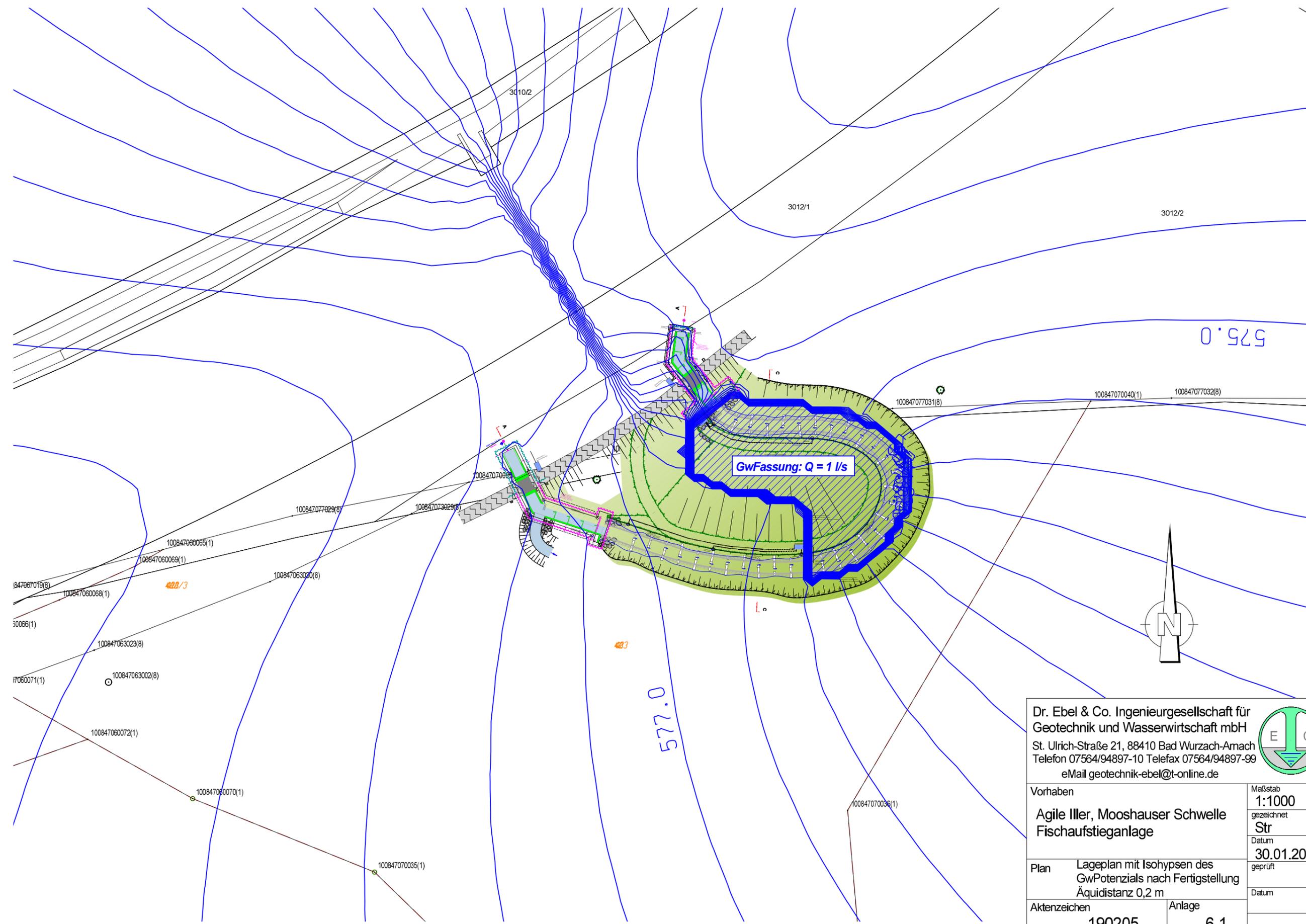
-  Schachtbrunnen
-  Beobachtungspunkt GwModell



Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Amach Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99 eMail geotechnik-ebel@t-online.de		
Vorhaben Agile Iller, Mooshauser Schwelle Fischaufstieganlage	Maßstab 1:500 gezeichnet Str Datum 30.01.2020	
Plan Raugerinne, Abschnitt 2 Lageplan mit abgesenktem GwSpiegel Äquidistanz 0,2 m		geprüft Datum
Aktenzeichen 190205	Anlage 4.1	



Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Amach Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99 eMail geotechnik-ebel@t-online.de		
Vorhaben Agile Iller, Mooshauser Schwelle Fischaufstieganlage		
Plan Einlaufbauwerk, Restwasserhaltung Lageplan mit abgesenktem GwSpiegel Äquidistanz 0,5 m		Maßstab 1:500 gezeichnet Str Datum 30.01.2020 geprüft Datum
Aktenzeichen 190205	Anlage 5.1	



Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Amach Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99 eMail geotechnik-ebel@t-online.de		
Vorhaben Agile Iller, Mooshauser Schwelle Fischaufstieganlage	Maßstab 1:1000 gezeichnet Str Datum 30.01.2020	
Plan Lageplan mit Isohypsen des GwPotenzials nach Fertigstellung Äquidistanz 0,2 m	Datum	geprüft
Aktenzeichen 190205	Anlage 6.1	Datum