

Stefan Hanser
Landkreis Lindau (Bodensee)

Erschließung und Entwässerung
Ferienhof Schwand

[Projekt Nr. ZI-24-A295]

**Antrag auf Erlaubnis zur Einleitung
von Niederschlagswasser
in ein Gewässer**

- Inhaltsverzeichnis -



Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH
Am Langholz 12
88289 Waldburg-Hannover

Tel.: 07529 97430-00

e-Mail: info@zi-ing.de

Anlagen Nummer	Blatt Nummer	Bezeichnung der Planunterlagen	Maßstab
1		Erläuterungsbericht	
2		Pläne	
	1	Lageplan	1 : 500
	2	Kanallängsschnitt RW	1 : 500/50
	3	Schnitte Regenrückhaltebecken	1 : 250/25
	4	Bauwerksplan Mönch	1 : 20
3		Berechnungen	
	1	Flächenermittlung nach DWA-A 138	
	2	KOSTRA-DWD 2020 – Wasserburg (B)	
	3	Nachweise des Regenrückhaltebecken nach DWA-A 117	
	4	Ermittlung des mittleren Drosselabflusses	
	5	Kanalnetzberechnung Regenwasser	
	6	Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M153	
	7	Dimensionierung eines offenen Gerinnes, offener Graben	
	8	Überflutungsnachweis T=30	
	9	Dimensionierung Rohrleitung Spüllbohrung	
4		Geotechnisches Gutachten	
5		Schutzgebiete	
	1	Hochwasser	1 : 10.000
	2	Naturschutzgebiet	1 : 10.000

Stefan Hanser
Landkreis Lindau (Bodensee)

Erschließung und Entwässerung
Ferienhof Schwand

[Projekt Nr. ZI-24-A295]

**Antrag auf Erlaubnis zur Einleitung
von Niederschlagswasser
in ein Gewässer**

- Erläuterungsbericht -



Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH
Am Langholz 12
88289 Waldburg-Hannover

Tel.: 07529 97430-00

e-Mail: info@zi-ing.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	3
1.1	Allgemeines.....	3
1.2	Beschreibung des Bestands.....	3
1.2.1	Standort.....	3
1.2.2	Geologie und Boden	4
1.2.3	Wasserschutzzone und Naturschutz.....	5
1.2.4	Hochwasserschutz	5
2	Entwässerungsverfahren.....	5
2.1	Regenwasser	5
3	Hydraulische Berechnung	6
3.1	Flächenermittlung.....	6
3.2	Ermittlung Niederschlagswasser	6
3.3	Dimensionierung Regenrückhalteräume nach DWA-A 117.....	7
3.3.1	Allgemeines zu Regenrückhaltung	7
3.3.2	Beckenvolumen.....	7
3.4	Kanaldimensionierung.....	8
3.4.1	Rohrquerschnitte des geplanten Regenwasserkanals	8
4	Einleitung ins Gewässer	8
4.1	Qualitative Belastung nach DWA-M 153	8
4.1.1	Einstufung des Gewässers nach Tabelle A.1a, DWA-M 153	9
4.1.2	Einflüsse aus der Luft nach Tabelle A.2, DWA-M 153	9
4.1.3	Verschmutzung der Oberfläche nach Tabelle A.3, DWA-M 153	9
4.2	Einleitung in Oberflächengewässer nach DWA-A 102	10
5	Niederschlagsreinigung nach DWA 138-1.....	11
6	Überflutungsnachweis	12
7	Antragstellung	13

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines

Der Auftraggeber, Herr Stefan Hanser, beabsichtigt im Landkreis Lindau (Bodensee) einen Ferienhof zu errichten, der einen Reiterhof, Pferdeställe sowie einen Wohnmobilstellplatz umfasst.

Die Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH ist mit der Planung der Regenwasserbeseitigung beauftragt.

Der Vorhabensträger für die Maßnahme ist Herr Stefan Hanser.

Der Planung liegt der Bebauungsplan „Sondergebiet Wohnmobil und Reitsport“ mit Stand vom 14.10.2025 zugrunde, welcher vom Ing.-Büro OPLA für Ortsplanung und Stadtentwicklung, Augsburg erstellt wurde.

1.2 Beschreibung des Bestands

1.2.1 Standort

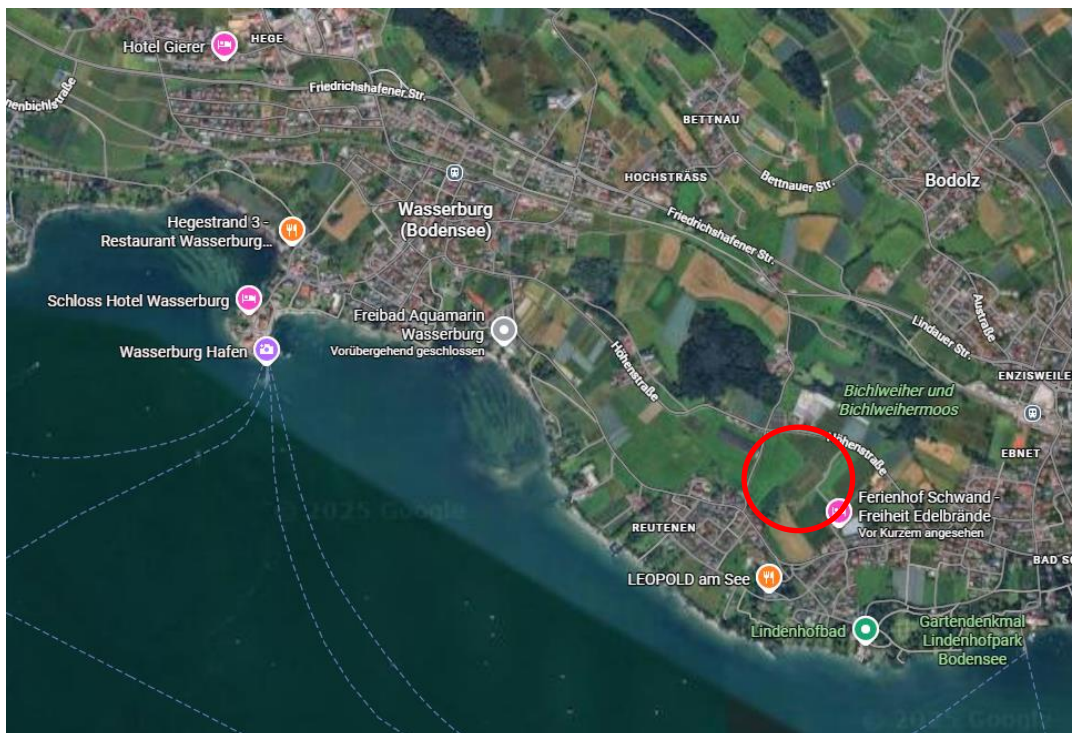


Abbildung 1: Übersichtsplan „Wasserburg“ mit Lage des Plangebiets (Quelle: Google Maps)

Das Grundstück des geplanten Ferienhofes liegt im Südosten der Ortschaft Wasserburg (Bodensee). Das bestehende Gelände wird derzeit überwiegend als Wiesenfläche und teilweise als Obstwiese genutzt. Nördlich des vorgesehenen Plangebietes befinden sich der Bichlweiher sowie die Ortschaft Bodolz.

Der Ferienhof wird über die Höhenstraße erschlossen. Das bestehende Gelände weist ein leichtes bis stellenweise steiles Gefälle auf, insbesondere im nördlichen Bereich des Grundstücks entlang der Höhenstraße. Im südlichen Teil fällt das Gelände deutlich ab; dort befindet sich eine Obstplantage.

Das Grundstück liegt mit etwa 413,00 m über Normalhöhennull (NHN) höher als die angrenzenden Grundstücke im Süden und im Norden, die auf rund 410,00 bis 402,00 m NHN liegen.

Das gesamte Planungsgebiet umfasst eine Fläche von etwa 22.500 m² und bietet damit ausreichend Raum für den Neubau eines Ferienhofes, der Angebote für den Pferdesport sowie einen Wohnmobilstellplatz beinhaltet. Zudem können auf dieser Fläche alle hierfür erforderlichen infrastrukturellen Maßnahmen umgesetzt werden.

1.2.2 Geologie und Boden

Zur Untersuchung der geologischen und hydrologischen Beschaffenheit des Untergrunds wurde vom Auftraggeber ein Gutachten in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse sind dem geologischen Gutachten des Büros BauGrund Süd aus Bad Wurzach vom 13.11.2025 zu entnehmen.

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden am 08.10.2025 insgesamt zwei Rammkernsondierungen RKS 1-2/25 in einer Tiefe von maximal 3,0 m bzw. 4,0 m unter Geländeoberkante abgeteuft (siehe Gutachten, Kapitel 2, Seite 3). Anhand der Untersuchungen kann am Plangebiet von folgenden Schichten folge ausgegangen werden:

- Mutterboden/Ackerkrume (Rezent)
- Verwitterungsdecke (Lehm) (Holozän)
- Moränenablagerungen (Grundmoräne) (Pleistozän)

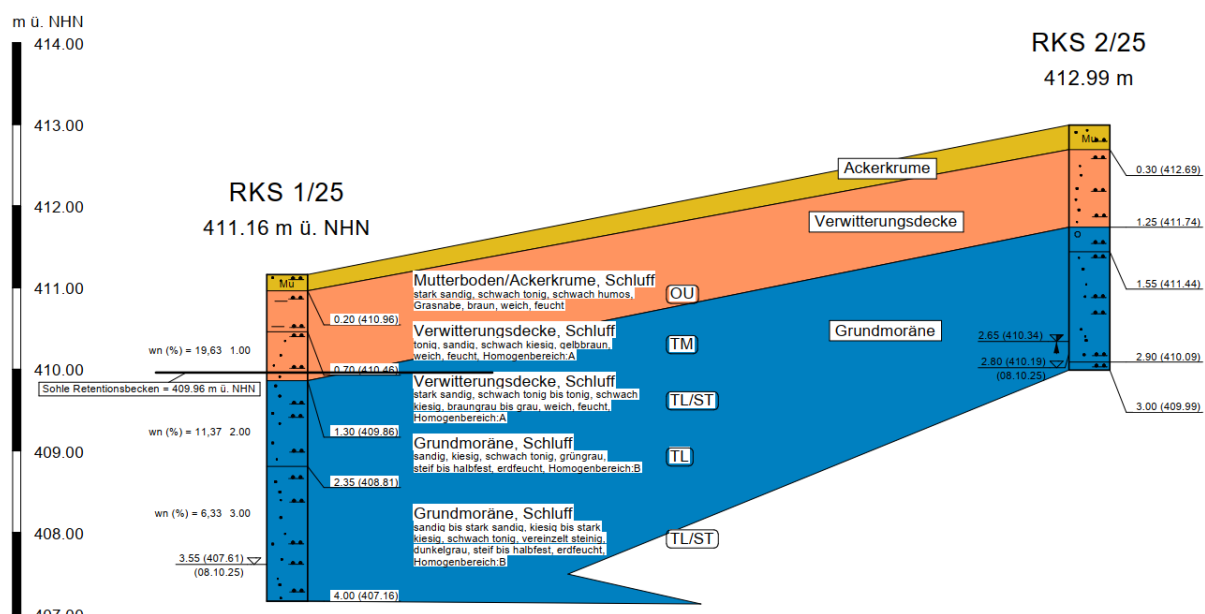


Abbildung 2: Geotechnischer Schnitt von Baugrund Süd (siehe Gutachten, Anlage 2)

Grundwasserstände

Bei der Rammsondierung im Bereich des geplanten Beckens (RKS 1/25) wurde in einer Tiefe von 3,55 m unter Geländeoberkante (GOK) ein Wasserzutritt innerhalb der Moränenschicht festgestellt. Bei der zweiten Rammsondierung (RKS 2/25) im Bereich der Zufahrtsstraße wurde ein Anstieg des Wasserspiegels auf ein höheres Niveau erfasst. Die festgestellten Wasserstände sind nicht als Grundwasserleiter einzustufen, sondern als Schicht- bzw. Hangzugwasser (siehe Gutachten, Kapitel 5.1, Tabelle 7, Seite 9).

Durchlässigkeit der Böden

Aus der Auswertung des im Bereich des Retentionsbeckens durchgeführten Versickerungsversuchs wurde für die Bodenschichten bis zu einer Tiefe von 4,0 m ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8,4 \times 10^{-8}$ m/s ermittelt. Die Bodenschichten sind damit als nicht durchlässig einzustufen (siehe Gutachten, Kapitel 3.2.3, Tabelle 3, Seite 6).

1.2.3 Wasserschutzzone und Naturschutz

Das Plangebiet befindet sich außerhalb eines Wasserschutz- oder Naturschutzgebietes, siehe Anlage 5.2.

1.2.4 Hochwasserschutz

Das Plangebiet liegt außerhalb Hochwassergefährdeten Bereich, siehe Anlage 5.1.

2 Entwässerungsverfahren

Die vorliegende Entwässerungsplanung dient einer ordnungsgemäßen Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers. Der Ferienhof wird im Trennsystem entwässert.

2.1 Regenwasser

Das anfallende Niederschlagswasser von Dach- und Verkehrsflächen sowie von der Reitfläche, den Pferdeaufenthaltsflächen, der Wohnmobilfläche und den Grünflächen des Ferienhofes wird innerhalb des Plangebietes in einem Retentionsbecken zurückgehalten. Von dort erfolgt eine gedrosselte bzw. zeitlich verzögerte Ableitung in den nördlich gelegenen Entwässerungsgraben und anschließend weiter in den Bichlweiher.

Das Retentionsbecken zur Regenwasserbewirtschaftung ist im südlichen Teil des Plangebietes vorgesehen, siehe Anlage 2.1 - Lageplan.

3 Hydraulische Berechnung

Die hydraulische Berechnung dient der Bemessung von Entwässerungsanlagen zur sicheren Ableitung von Niederschlagswasser unter Berücksichtigung der DWA-Richtlinien.

3.1 Flächenermittlung

Die befestigte Fläche setzt sich aus den Dachflächen, den Wohnmobilstellflächen, den Zufahrtsflächen, den Reitsportflächen, den Pferdeaufenthaltsflächen sowie den übrigen Verkehrsflächen (best. Straße) zusammen. Für die Bebauung wird die maximale befestigte Fläche anhand der im Bebauungsplan (B-Plan) festgelegten Grundfläche ermittelt.

Innerhalb des neuen Plangebietes variiert die Grundflächenzahl (GRZ) bzw. die Überbauung der Bauplätze je nach Typ (siehe B-Plan):

- Bauplätze SO1 und SO1.1 bis SO1.5 - REITSPORT gilt eine GRZ von 0,8
- Bauplätze SO2 - WOHNMOBIL gilt eine GRZ von 0,95

Der mittlere Abflussbeiwert einer Einzugsgebietsfläche ist der Befestigungsgrad dieser Fläche ($\Psi_m \times 100$ [%]), der über die Unterteilung in verschiedenen Flächentypen und Befestigungsarten ermittelt wird.

$$A_{U,i} = A_{E,i} \times \Psi_{m,i}$$

Eine Aufstellung der ermittelten Flächen ist der Anlage 3.1 zu entnehmen.

Als Grundlage für die Bemessung des Abflusses dient der Abflussbeiwert Ψ_m (DWA-M153, Tab. 2).

3.2 Ermittlung Niederschlagswasser

Die örtlichen Regendaten für die Gemeinde Günzburg wurden aus den Niederschlagsaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD 2020; aktualisiert 2023) entnommen (siehe Anlage 3.2).

3.3 Dimensionierung Regenrückhalteräume nach DWA-A 117

Die Dimensionierung der Regenrückhalteräume erfolgt nach DWA-A 117 zur sicheren Rückhaltung und kontrollierten Ableitung von Niederschlagswasser.

3.3.1 Allgemeines zu Regenrückhaltung

Nach ihrer Zweckbestimmung besitzen Regenrückhaltebecken einen gedrosselten Ablauf in das Kanalnetz oder wie hier in den Vorfluter, wenn dieser die einzuleitenden Abflüsse nicht schadlos abführen kann. Sie können somit zu Verbesserungen in der Wasserwirtschaft führen. Die Verminderung des in einer Zeiteinheit abfließenden Wassers wird durch Speicherung und damit Verlängerung der Abflusszeit erreicht.

Die Ableitung von Regenwasser von befestigten Flächen und die anschließende Einleitung in oberirdische Gewässer stellt eine potenzielle Belastung für diese aufnehmenden Gewässer dar.

3.3.2 Beckenvolumen

Für die Erschließung des Plangebiets „Ferienhof Schwand“ erfolgt die Bemessung des Regenrückhaltevolumens gemäß des nach DWA-A 117 dimensioniert.

Die befestigte Fläche setzt sich aus den Dachflächen, den Wohnmobilstellflächen, den Zufahrtsflächen, den Reitsportflächen sowie den übrigen Verkehrsflächen (best. Straße) zusammen.

Die Bemessung des Volumens für die Regenrückhaltung für das Becken erfolgt gemäß dem Regelwerk DWA-A 117.

Es werden folgende Berechnungsgrundlagen festgelegt:

- Regenhäufigkeit: $n = 0,2$
- Zuschlagsfaktor: $f_z = 1,15$

Der Zuschlagsfaktor (1,1 bis 1,2) versteht sich als Risikomaß im Hinblick auf eine mögliche Unterbemessung, die sich gegenüber einer Langzeitsimulation ergeben könnte.

Für das Becken steht eine Sohlfläche von ca. 755 m² zur Verfügung. In der Lage wird ein Böschungsverhältnis von 1:2 gewählt. Somit beträgt die maximale Einstautiefe 0,29 m. Unter den genannten Voraussetzungen beträgt das Speichervolumen 220 m³ mit einem Drosselabfluss Q_{Dr} von 12 l/s.

Für das Retentionsbecken wird zur Regelung des Drosselabflusses ein Mönchbauwerk eingesetzt, siehe Anlage 2.4.

Zur Berechnung des Drosselabflusses wurde eine Abflussspende von 15 l/(s*ha) , bezogen auf A_U , festgelegt. Die Bemessung der Regenrückhaltung ist der Anlage 3.3, der Nachweis des Drosselabflusses der Anlage 3.4 zu entnehmen.

3.4 Kanaldimensionierung

Die Kanaldimensionierung nach DWA-A 118 basiert auf hydraulischen und betrieblichen Anforderungen zur sicheren Ableitung von Schmutz-, Regen- und Mischwasser. Ziel ist die Festlegung von Durchmessern, Gefällen und der hydraulischen Leistungsfähigkeit von Entwässerungsleitungen.

3.4.1 Rohrquerschnitte des geplanten Regenwasserkanals

Die Dimensionierung der Rohrleitungsquerschnitte wird durch das mögliche Sohlgefälle und die abzuführende Wassermenge bestimmt. Die hydraulische Bemessung erfolgt nach der Formel von Prandtl-Colebrook.

Der Rauigkeitsbeiwert wurde nach ATV-A 110 mit $k_b = 0,75$ festgesetzt.

Nach DWA-A118, Tab. 2, ist in Plangebiet (Regenwasserkanäle) eine Häufigkeit des Bemessungsregens von 1-mal in 5 Jahren ($n=0,2$) ohne Überflutungsprüfungen zu wählen bei einer Dauer von 10 Minuten (DWA-A 118, Tab.4).

Die Dimensionierung der Regenwasserkanalisation kann der Anlage 3.5, Kanalnetz-berechnung entnommen werden.

Es werden PP-Rohre DN150 bis SB DN 400, für die Regenwasserkanäle eingesetzt.

4 Einleitung ins Gewässer

Das neue technische Regelwerk zur Einleitung von Misch- und Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässer wurde gemeinsam von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) und dem Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) mit dem Arbeitsblatt DWA-A102 Teil 1 und Teil 5 fortgeschrieben.

Das neue Arbeitsblatt ersetzt das Merkblatt DWA-M 153. In diesem Antrag wurde die Einleitung ins Gewässer nach beiden DWA-Blättern betrachtet.

4.1 Qualitative Belastung nach DWA-M 153

Der Grundgedanke des DWA Merkblatts M 153 ist, dass die Regeneinleitungen eines Plangebietes nicht stärker belastet sein dürfen, als es dem Schutzbedürfnis des aufnehmenden Gewässers angemessen ist. Ist die Belastung höher als das Schutzbedürfnis des Gewässers, ist der Abfluss vor Einleitung ausreichend zu reinigen.

Die Flächenanteile (Dachflächen, Hof- und Stellplatzflächen, Wohnmobilflächen, Reitflächen) werden nach dem DWA Merkblatt M 153 mit Bewertungspunkten für die Abflussbelastung (B) belegt.

Die ermittelten Belastungspunkte werden hierbei den sogenannten Gewässerpunkten (G), die ein Maß für das Schutzbedürfnis des Gewässers darstellen, gegenübergestellt. Wenn die ermittelte Punktzahl für die Abflussbelastung größer als die Gewässerpunktzahl ist ($B > G$), ist nach dem Merkblatt eine Regenwasserbehandlung erforderlich. Damit wird dem Immissionsansatz in vereinfachter Form entsprochen.

Die Beschaffenheit des Regenabflusses von befestigten Flächen ist je nach Staubbelastung aus der Luft (z.B. Industrielle Deposition, Abgasdeposition, Hausbrand), Flächennutzung (z.B. Fahrbahn- und Reifenabrieb, Korrosionsprodukte, Tropfverluste durch Schmier- und Treibstoffe) und Niederschlagsdynamik sehr unterschiedlich.

4.1.1 Einstufung des Gewässers nach Tabelle A.1a, DWA-M 153

Bei dem hier betrachteten Fließgewässer, dem Entwässerungsgraben in Norden handelt es sich um ein kleines oberirdisches Gewässer bzw. ein technischer künstlicher Graben. Der Entwässerungsgraben kann als „kleiner Flachlandbach“ eingeordnet werden.

Gewässertyp: G6
Punkte: 15

4.1.2 Einflüsse aus der Luft nach Tabelle A.2, DWA-M 153

Je nach örtlicher Situation ist der fallende Niederschlag mehr oder weniger stark verunreinigt. Im Falle der Gemeinde Wasserburg, Plangebiet Ferienhof Schwand handelt es sich um einen Bereich mit sehr geringem Verkehrsaufkommen (durchschnittlicher täglicher Verkehr unter 5.000 Kfz/24h = geringstes Maß das angesetzt werden kann).

Luftverschmutzung: gering
Typ: L1
Punkte: 1

4.1.3 Verschmutzung der Oberfläche nach Tabelle A.3, DWA-M 153

Die Verschmutzung von Oberflächen wird nach ihrer Nutzung und bei Dachdeckungen nach dem Werkstoff bewertet. Folgende Punktzahlen wurden bei der Berechnung angesetzt:

Gärten und Wiesen:	F1, 5 Punkte
Dachflächen:	F2, 8 Punkte
Hofflächen:	F3, 12 Punkte
Straßen:	F3, 12 Punkte

Daraus ergibt sich eine Flächenverschmutzung von 10,88 Punkten. Die Aufteilung der Gesamtfläche in die unterschiedlichen Oberflächen zur Bewertung der Flächenverschmutzung lässt sich der Anlage 3.7, Gewässereinstufung entnehmen.

4.2 Einleitung in Oberflächengewässer nach DWA-A 102

Das neue Arbeitsblatt widmet sich wasserwirtschaftlichen Anliegen des Gewässerschutzes mit besonderer Fokussierung auf niederschlagsbedingte Siedlungsabflüsse und ihre Einleitung in oberirdische Gewässer.

Die Bilanzierung des Wasserhaushalts erfolgt für die kanalisierte Einzugsgebietsfläche $A_{E,k}$ des Betrachtungsraums. Nicht befestigte Flächen gelten grundsätzlich als nicht abflusswirksam. Für die Einstufung der Abflussverschmutzung sind ausschließlich Flächentyp und Flächennutzung der angeschlossenen befestigten Flächen maßgeblich.

Die Bewertung der Verschmutzung des Niederschlagswassers sowie des erforderlichen Umfangs möglicher Behandlungsmaßnahmen erfolgt auf Grundlage allgemein anerkannter Kenntnisse zum Stoffaufkommen. Hierzu werden die relevanten Flächen drei Belastungskategorien zugeordnet. Berücksichtigt werden dabei insbesondere Flächennutzung, Havarierisiken sowie die vorrangige Art der Stoffbelastung (Feststoffe oder gelöste Stoffe).

Die Einstufung erfolgt gemäß Tabelle A.1 (Anhang A) in folgende Kategorien:

Zuordnung unterschiedlicher Flächentypen und Flächennutzungen:

- Belastungskategorien I (gering belastetes Niederschlagswasser),
- Belastungskategorien II (mäßig belastetes Niederschlagswasser)
- Belastungskategorien III (stark belastetes Niederschlagswasser).

Eine Einleitung von Niederschlagswasser der Kategorie I in Oberflächengewässer ist grundsätzlich ohne Behandlung möglich. Bei Einleitungen von Niederschlagswasser aus Kategorie II und III ist eine geeignete technische Behandlung erforderlich.

Folgende, im Plangebiet betrachteten Flächen werden der Belastungskategorien zugeordnet:

Flächentyp	Belastungskategorien
Dachflächen	I
Hof-, Stell- und Verkehrsflächen in Ferienhof mit geringem Kfz-Verkehr	I
Wohnmobilfläche (Verkehrsfläche bzw. Parkfläche)	I
Paddocks (Pferde Aufenthaltsfläche)	III

Gemäß dem neu veröffentlichten Arbeitsblatt DWA-A 102, Teil 1 und Teil 2, ist für das Niederschlagswasser der betreffenden Flächen grundsätzlich eine Behandlung erforderlich. Für die Ermittlung des behandlungsbedürftigen Niederschlagswassers werden die Flächen der Belastungskategorie III von den nicht behandlungsbedürftigen Flächen der Kategorie I getrennt betrachtet.

Daraus folgt, dass im Rahmen der Regenwasserbehandlung ausschließlich die Pferdeaufenthaltsflächen als behandlungsrelevant anzusetzen sind.

5 Niederschlagsreinigung nach DWA 138-1

Wie bereits im vorherigen Kapitel erläutert, können die Paddockflächen nach DWA-A 102-2 nicht ohne Weiteres in die geplante Regenwasserkanalisation eingeleitet werden. Nach DWA-A 138-1 ist die Art der erforderlichen Behandlung entsprechend den Belastungsklasse bzw. den Stoffeintrag zu wählen.

Im Fall des Ferienhofs Schwand kann eine Vorbehandlung jedoch geschickt innerhalb des Plangebiets erfolgen, das durch eine bewachsene Bodenzone gewährleistet werden kann. Voraussetzung dafür ist die Betrachtung des Bodenaufbaus der Paddocks. Dieser gliedert sich – von oben nach unten – wie folgt:

- Tretschicht (Sand-Deckschicht)
- Paddocksmatten mit Verfüllung (Grobsand oder Splitt)
- Drainageschicht aus Feinschotter
- ggf. Trennvlies / Landschaftsvlies
- Tragschicht / Unterbau (10–30 cm)
- vorbereiteter Untergrund

Dieser Aufbau eines Paddocks ist wasserdurchlässig – allerdings nur für einen gewissen Zeitraum. Mit der Zeit drücken die Pferde den Untergrund platt, wodurch die Durchlässigkeit verringert wird. Das Oberflächenwasser kann durch diesen Aufbau zunächst gut versickern.

Auf den Paddocks anfallende Pferdefäkalien werden vom zuständigen Hofpersonal zeitnah entfernt und separat entsorgt. Die verwendete Sand-Trittschicht bewirkt, dass die Fäkalien zusammengehalten werden, wodurch deren Entfernung erleichtert wird. Durch diese regelmäßige Beseitigung der organischen Materialien wird gewährleistet, dass keine nennenswerten Stoffeinträge in den Untergrund gelangen. Gleichzeitig wird verhindert, dass Schmutz- oder Nährstofffrachten in die geplante Kanalisation eingetragen werden können. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die oberste Sand-Deckschicht der Paddocks im Laufe der Nutzung erneuert werden muss. Dieser Austausch dient der dauerhaften Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Fläche sowie der Minimierung potenzieller Stoffeinträge.

Bei einem Starkregenereignis kann es vorkommen, dass das anfallende Oberflächenwasser nicht vollständig und unmittelbar in der vorgesehenen Fläche versickert, sondern seitlich auf die angrenzende Grünfläche innerhalb des Plangebiets (B-Plan) abfließt. Diese Wassermenge wird dort durch die vorhandene belebte Bodenzone aufgenommen und zurückgehalten, wie es auch den Grundsätzen der DWA-A 138-1 zur dezentralen Niederschlagsbewirtschaftung entspricht.

Selbst bei außergewöhnlich intensiven Regenereignissen ist im ungünstigsten Fall lediglich ein Abschwemmen von geringen Anteilen organischen Materials (Pferdefäkalien) möglich. Das anfallende Niederschlagswasser verbleibt jedoch vollständig innerhalb des Plangebiets und kann dort über die belebte Bodenzone (20cm) versickern. Hierdurch wird ein Eintrag von Nähr- oder Schmutzstoffen in die Regenwasserkanalisation oder in Vorfluter zuverlässig verhindert. Die Funktionsweise entspricht damit den Anforderungen an eine schadlose Niederschlagswasserbewirtschaftung gemäß DWA-A 138-1.

6 Überflutungsnachweis

Für das Plangebiet ist gemäß DIN 1986-100 „Gebäude- und Grundstücksentwässerung“ bei einer angeschlossenen bzw. abflusswirksamen Fläche von mehr als 800 m² ein gesonderter Überflutungsnachweis zu führen.

Der Überflutungsnachweis für die Entwässerung des Ferienhofs Schwand wurde für ein Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit von $T = 30$ Jahren erbracht. Hierzu war eine zusätzliche Berechnung zur Dimensionierung des Regenrückhaltebeckens erforderlich. Der entsprechende Nachweis ist in Anlage 3.8 dargestellt.

Die im Schnitt (Anlage 2.3) dargestellte Wasserstaulinie in Retentionsbecken des Überflutungsnachweises zeigt, dass der Wasserspiegel unterhalb der Oberkante des Regenrückhaltebeckens verbleibt. Damit wird nachgewiesen, dass das Becken auch bei einem 30-jährlichen Regenereignis nicht überlastet wird und kein Übertritt von Wasser auf angrenzende Grünflächen oder Nachbargrundstücke erfolgt.

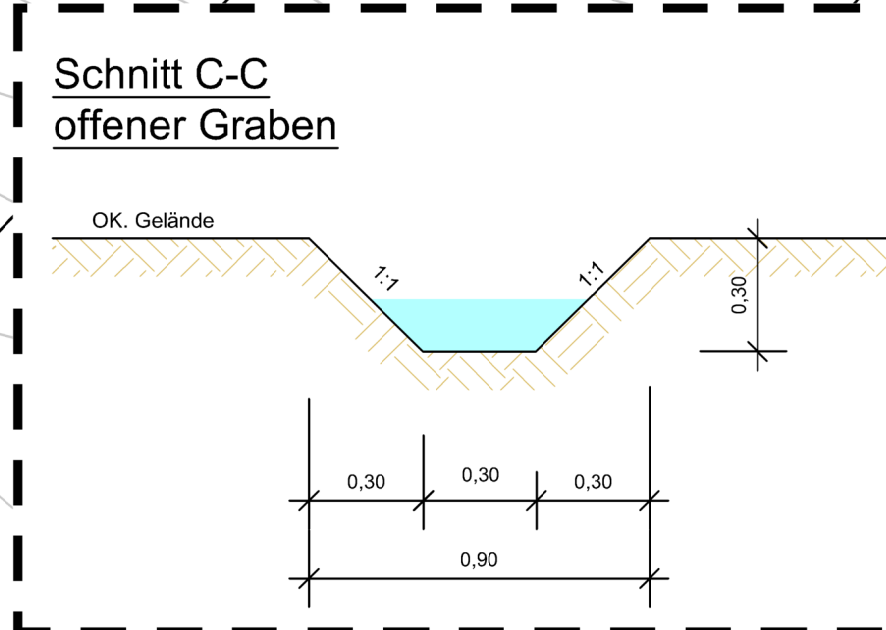
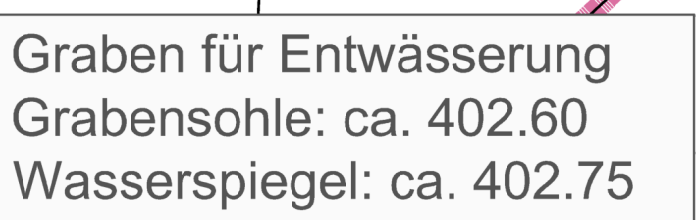
7 Antragstellung

Hiermit wird die wasserrechtliche Genehmigung für die Einleitung des Drosselabflusses aus dem geplanten Retentionsbecken (Flst.-Nr. 2631) mit 12 l/s in den Entwässerungsgraben (Flst.-Nr. 754) und anschließend in den eigentlichen Vorfluter Bichlweiher beantrag.

aufgestellt,
Waldburg-Hannover, den 15.12.2025

anerkannt,

Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH



Legende Bestand

- Grenze aus dem Liegenschaftskataster
- Fahrbahnrand (befestigt)
- Fahrbahnrand (unbefestigt)
- Böschung
- Mauer
- Hecke
- Zaun
- Umgrenzung Gebüsch
- Geländelinie
- Schachdeckel
- Wasserschacht
- Beleuchtungsast
- Pfosten
- Wasserschieber
- Unterflurhydrant
- First
- Fallrohr
- Obstbaum
- Busch
- Muldeneinlauf
- Verkehrszeichen
- Einlaufschart
- Einlaufschart
- Gasschieber
- Überflurhydrant
- Trauf
- Festpunkt
- Laubbaum
- Nadelbaum
- Höhenlinie 1m
- Höhenlinie 0.5m

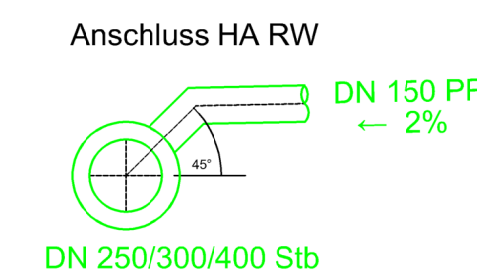
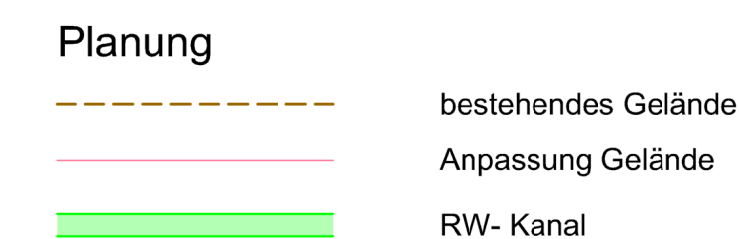
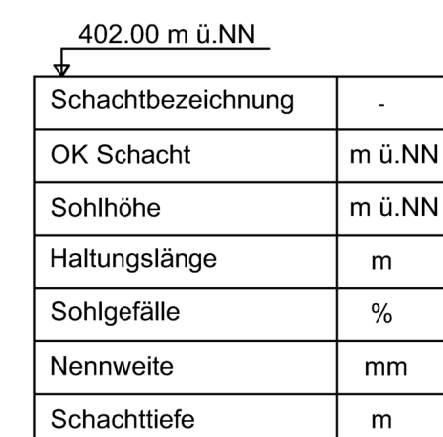
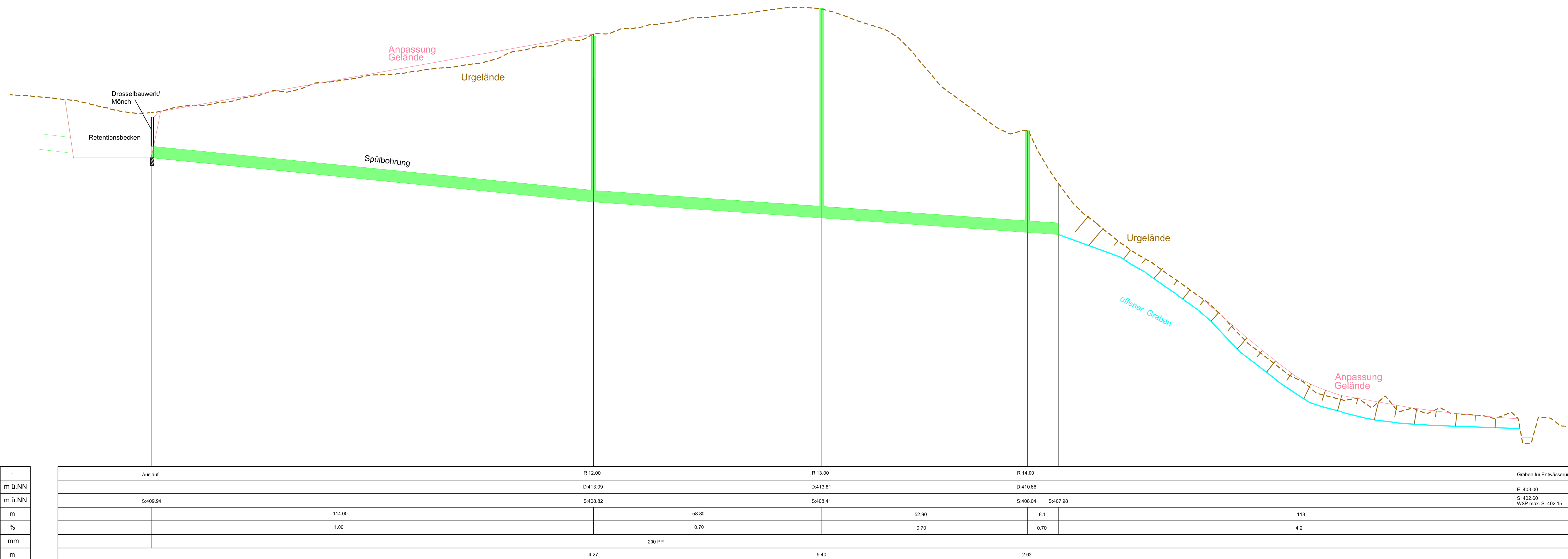
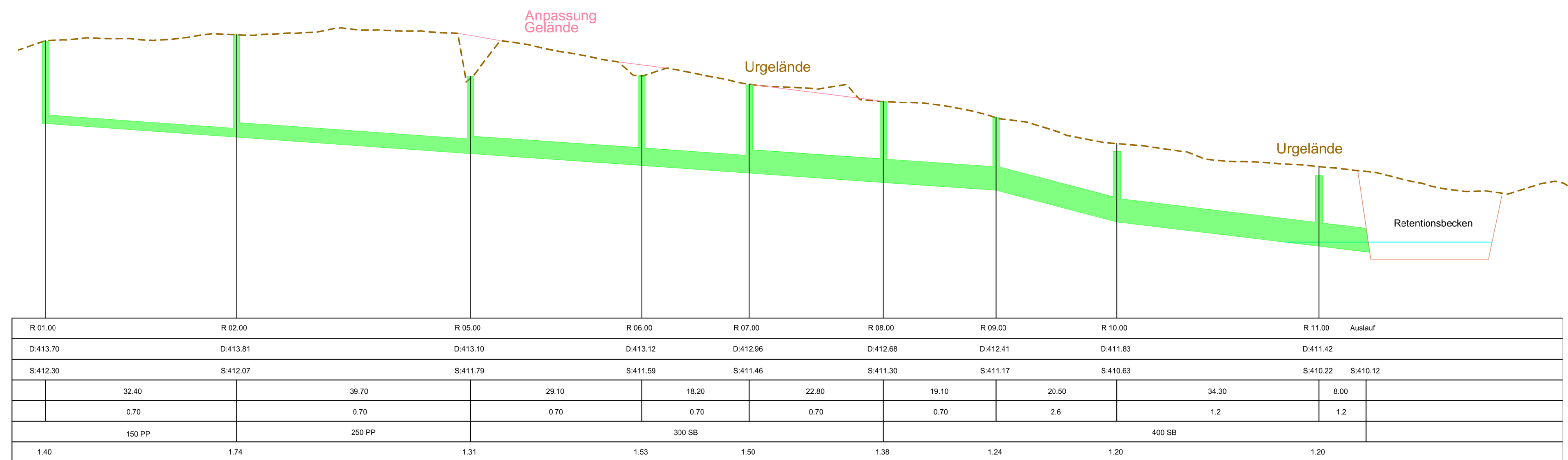
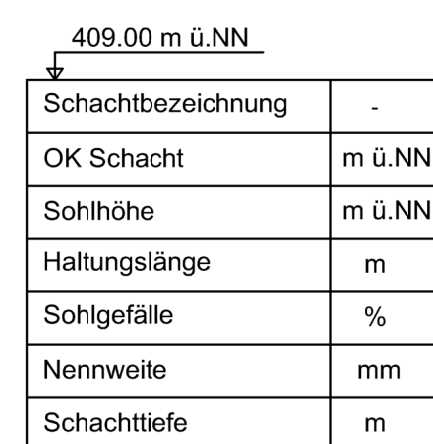
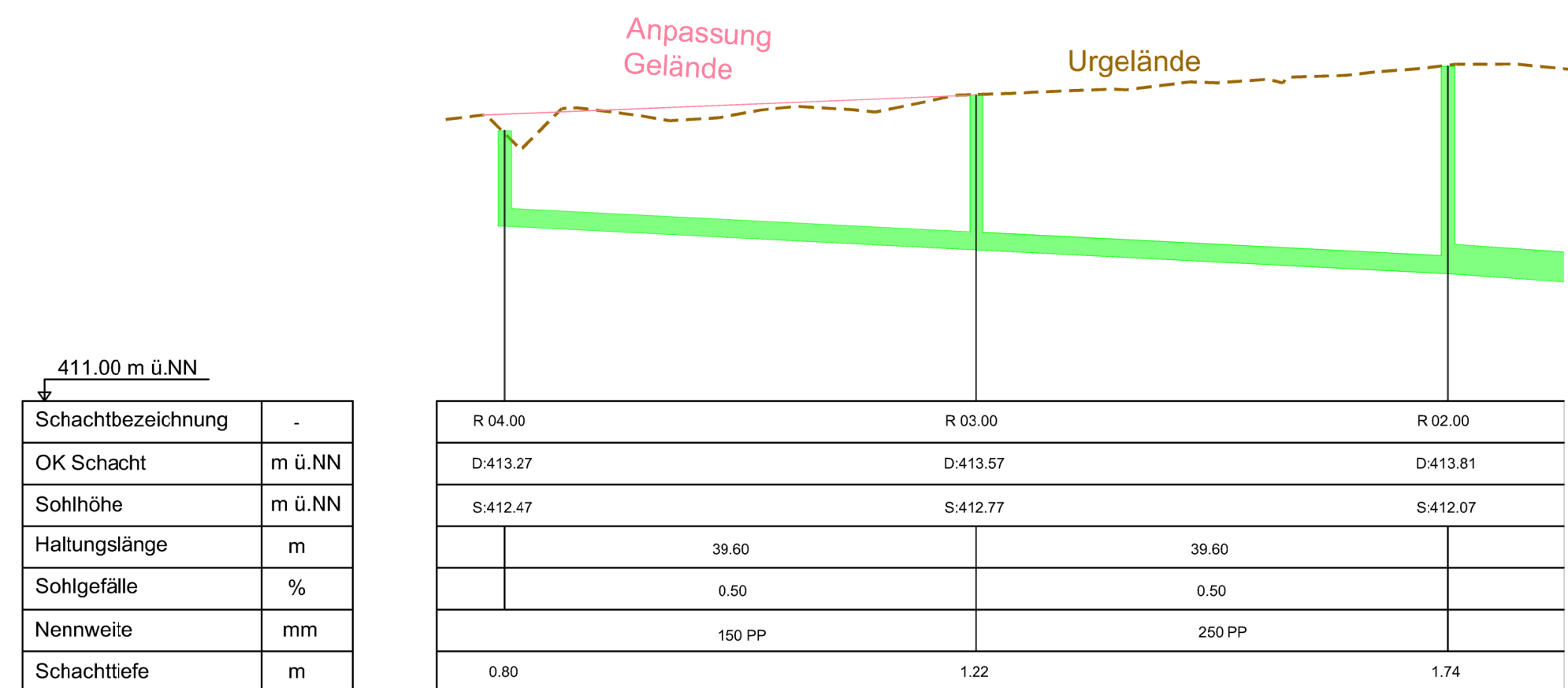
Bestand

- Kanal
- Mischwasser
- Regenwasser
- Schmutzwasser
- Schmutzwasser Druckleitung
- Mischwasser Druckleitung
- Kanal Nebennetz
- Wasser DN ???
- Hausanschluss
- Oberflurhydrant / Unterflurhydrant
- Kabel
- Beleuchtung
- Leerrohre
- Leerrohre
- Strom NS (1kV)
- Strom MS (20kV)
- Gas
- Telekom
- Vodafone/Uniflymedia
- Breitband

Planung

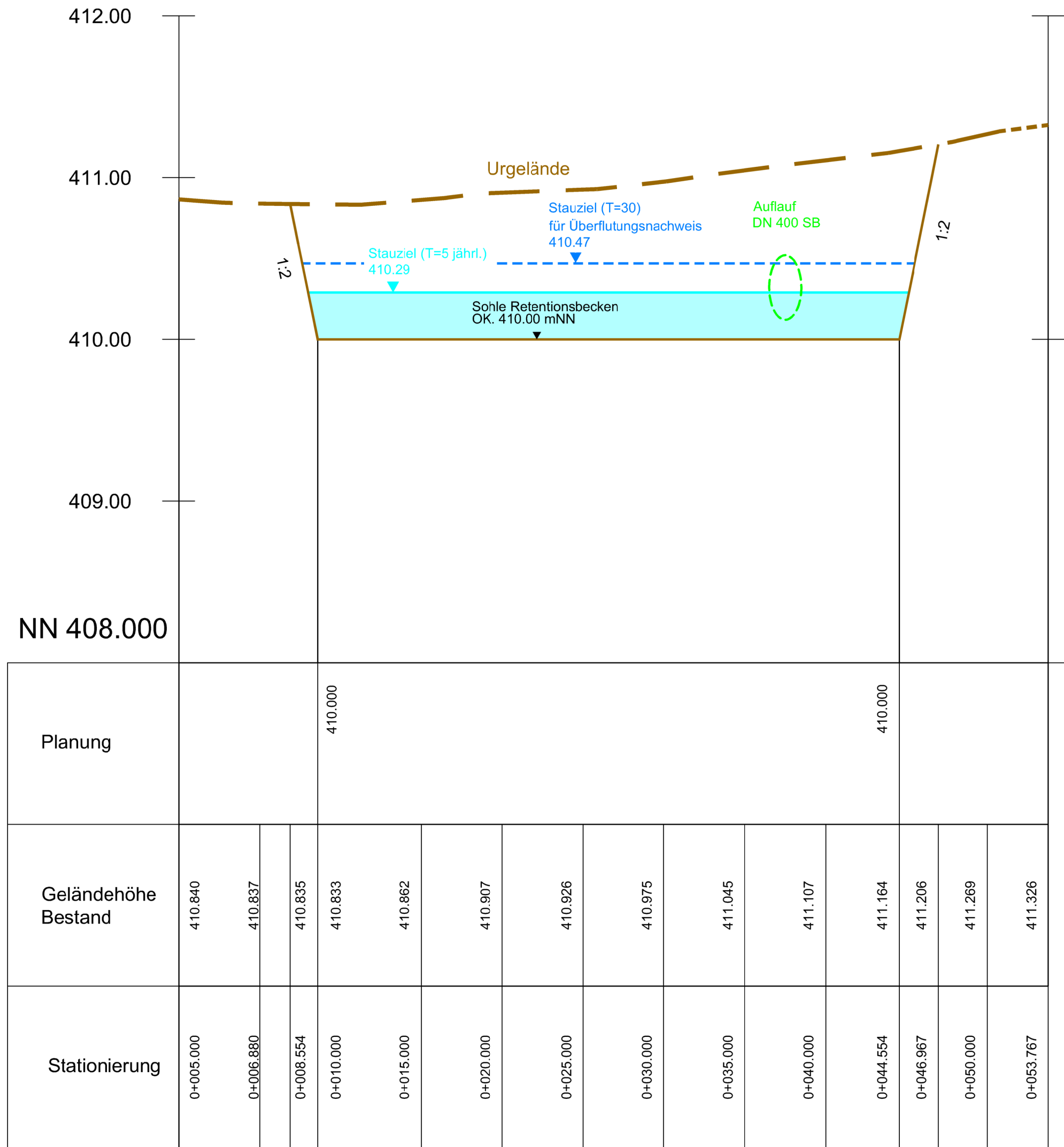
-

Nr.	Datum	Zeichen	Inhalt der Änderung						
HÖHENSYSTEM: ☒ DHNN2016 (HST170) ☐ DHNN92 (HST160) ☐ DHNN12 (HST130) ☐ örtlicher Kanalbestand ☐ Lokal		LAGESYSTEM: ☐ Gauß-Krüger ☒ UTM ☐ Lokal							
 ZIMMERMANN Ingenieurgesellschaft mbH STRASSEN- UND VERKEHRSPLANUNG KAMULISTION KANALISIERUNG REGENABFLUSSBEHANDLUNG WASSERSPEISE - PUMPENWANDSCHAFTUR BAUWESENBESTRAUCHUNG GARTEN / LANDSCHAFTSARCHITEKTUR INTELLIGENTBESCHÜTTUNG BRÜCKENBAU / SANIERUNGEN SPORT - FREIZEITANLAGEN SIEDE-KOORDINATION									
86289 BADLURG 86171 WIELER-SIMMERBERG		AM LANGHOLZ 12 BAHNHOFFSTRASSE 11							
		TEL.: 0752697430-00-0 TEL.: 093879204640-0							
		e-MAIL: INFO@ZI-MBH.DE e-MAIL: INFO@ZI-ING.DE							
Vorhabensträger: Stefan Hanser Landkreis Lindau (Bodensee) Gemeinde Wasserburg Ortsteil Schwand		Anlage 2 Plan 1 Projekt Nr.: Zi-24-A295							
Projekt: Erschließung und Entwässerung Ferienhof Schwand - Antrag auf Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer -		<table><tr><td>bearbeitet</td><td>Datum</td><td>Zeichen</td></tr><tr><td></td><td>15.12.2025</td><td>alzu</td></tr></table> Lageplan Kanalisation M = 1 : 500		bearbeitet	Datum	Zeichen		15.12.2025	alzu
bearbeitet	Datum	Zeichen							
	15.12.2025	alzu							
Aufgestellt: Waldburg-Hannober, den 15.12.2025 Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH		Vorbereitender: Wasserburg, den Stefan -hanser							

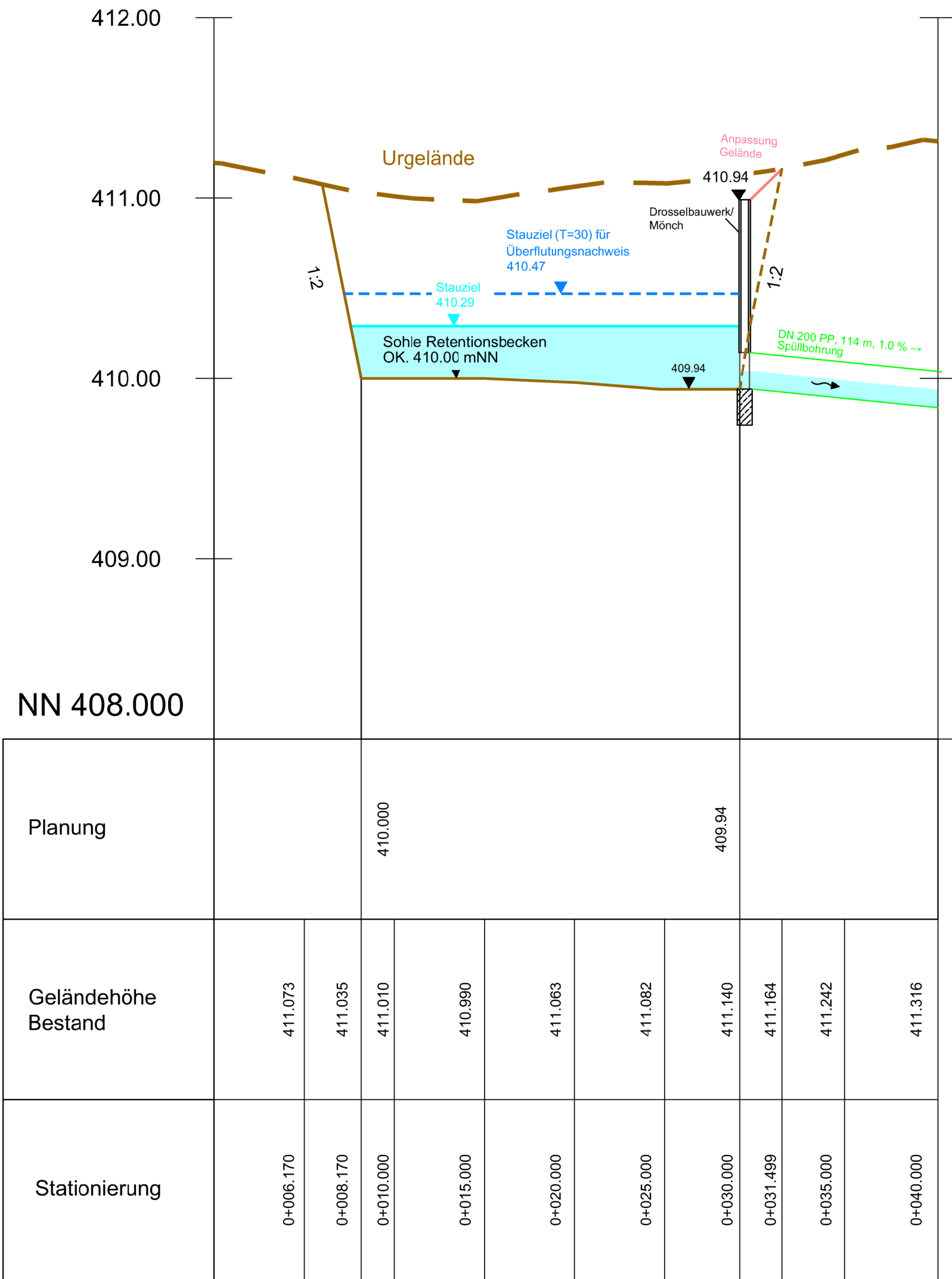


Nr.	Datum	Zeichen	Inhalt der Änderung												
HÖHENSYSTEM:	☐ DHNN2016 (HST170) ☐ DHNN92 (HST160) ☐ DHNN12 (HST130) ☐ örtlicher Kanalbestand ☐ Lokal	LAGESYSTEM:	☒ Gauß-Krüger ☐ UTM ☐ Lokal												
 ZIMMERMANN Ingenieurgesellschaft mbH STRASSEN- UND VERKEHRSPLANUNG KANALISATOR - KANALANLEGERUNG REGENWASSERABFÜHRUNG WIESENBAU - HOCHWASSERSCHUTZ WASSERFÜHRUNGSGEGEN GRUNDEN - LÄRMSCHUTZ INGENIEURVERMESSUNGEN BROCKENBAU – SANIERUNGEN SPORT - FREIZEITANLAGEN SEITEKOORDINATION															
85269 WALDBURG 85171 WIELER-SIMMERBERG		AM LANGHOFF 12 BAKHOFFSTRASSE 11	TEL. 07526/97430-0-0 TEL. 08387/6204494-0												
		e-MAIL.INFO@ZI-ING.DE e-MAIL.INFO@ZI-ING.DE													
Vorhabensträger: Stefan Hanser Landkreis Lindau (Bodensee) Gemeinde Wasserburg Ortsteil Schwand	Anlage 2 Plan 2 Projekt Nr.: ZI-22-A278														
Projekt: Erschließung und Entwasserung Ferienhof Schwand - Antrag auf Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer -	<table border="1"><thead><tr><th></th><th>Datum</th><th>Zeichen</th></tr></thead><tbody><tr><td>bearbeitet</td><td>15.12.2025</td><td>alzu</td></tr><tr><td colspan="3"><u>Kanalälängsschnitt</u> Regenwasser</td></tr><tr><td colspan="3">M = 1 : 500/50</td></tr></tbody></table>		Datum	Zeichen	bearbeitet	15.12.2025	alzu	<u>Kanalälängsschnitt</u> Regenwasser			M = 1 : 500/50				
	Datum	Zeichen													
bearbeitet	15.12.2025	alzu													
<u>Kanalälängsschnitt</u> Regenwasser															
M = 1 : 500/50															
Aufgestellt: Waldburg-Hannover, den 15.12.2025 Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH	Vorhabensträger: Wasserburg, den Stefan Hanser														

Schnitt A-A



Schnitt B-B



Nr.	Datum	Zeichen	inhalt der Änderung	
HÖHENSYSTEM: ☒ DHHN2016 (HST170) ☐ DHHN92 (HST160) ☐ DHHN12 (HST130) ☐ örtlicher Kanalbestand ☐ Lokal			LAGESYSTEM: ☐ Gauß-Krüger ☒ UTM ☐ Lokal	

 ZIMMERMANN Ingenieurgesellschaft mbH STRASSEN- UND VERKEHRSPLANUNG KANALISATION/ KANALSANIERUNG REGENWASSERBEHANDLUNG WASSERBAU / HOCHWASSERSCHUTZ WASSERENTWASSUNG GARTEN / LANDSCHAFTSARCHITEKTUR BRÜCKENBAU - SANIERUNGEN SPORT - FREIZEITANLAGEN SIGE-KOORDINATION		
88289 WALDBURG 88171 WEILER-SIMMERBERG	AM LANGHOLZ 12 BAHNHOFSTRASSE 11	TEL. 07529/97430-00-0 TEL. 08387/9204404-0 e-MAIL: INFO@ZH-ING.DE e-MAIL: INFO@ZH-ING.DE

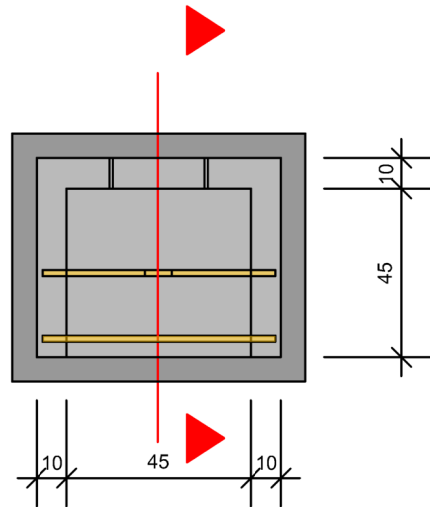
Vorhabensträger: Stefan Hanser Landkreis Lindau (Bodensee) Gemeinde Wasserburg Ortsteil Schwand		Anlage Plan Projekt Nr.:	2 3 ZL-24-A295
---	--	--------------------------------	----------------------

Projekt: Erschließung und Entwässerung Ferienhof Schwand - Antrag auf Erlaunis zur Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer -	Datum	Zeichen
	bearbeitet	alzu
<u>Schnitte A und B</u> Retentionsbecken M = 1 : 250/25		

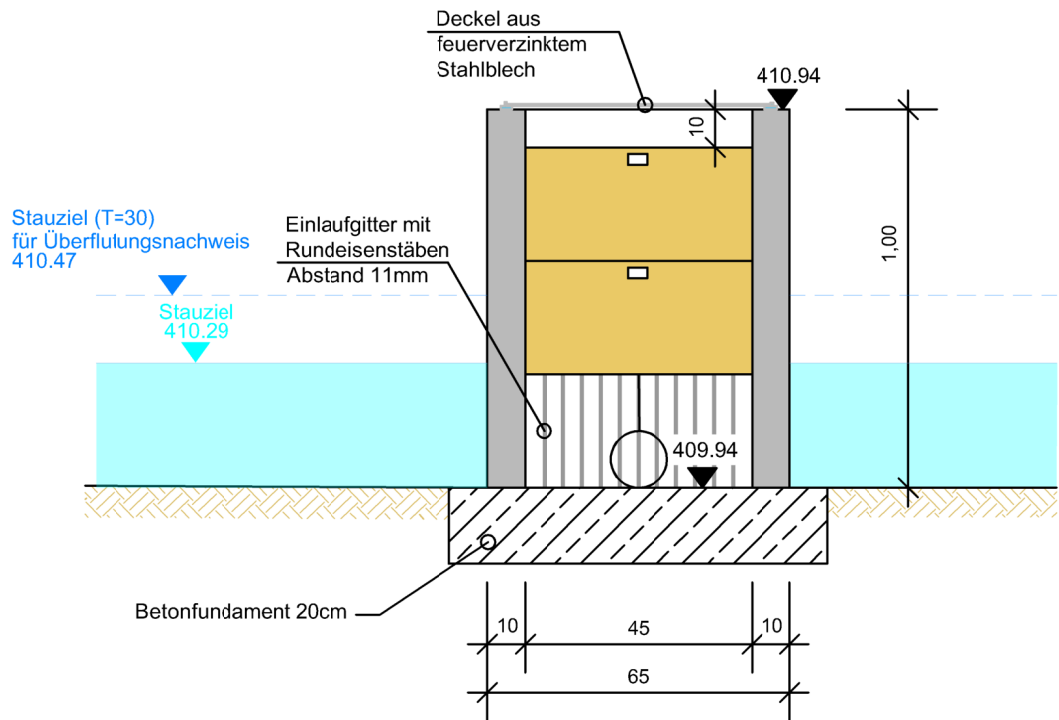
Aufgestellt: Waldburg-Hannover, den 15.12.2025 Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH	Vorhabensträger: Wasserburg, den Stefan Hanser
---	--

Mönch für Retentionsbecken
Drosselbauwerk

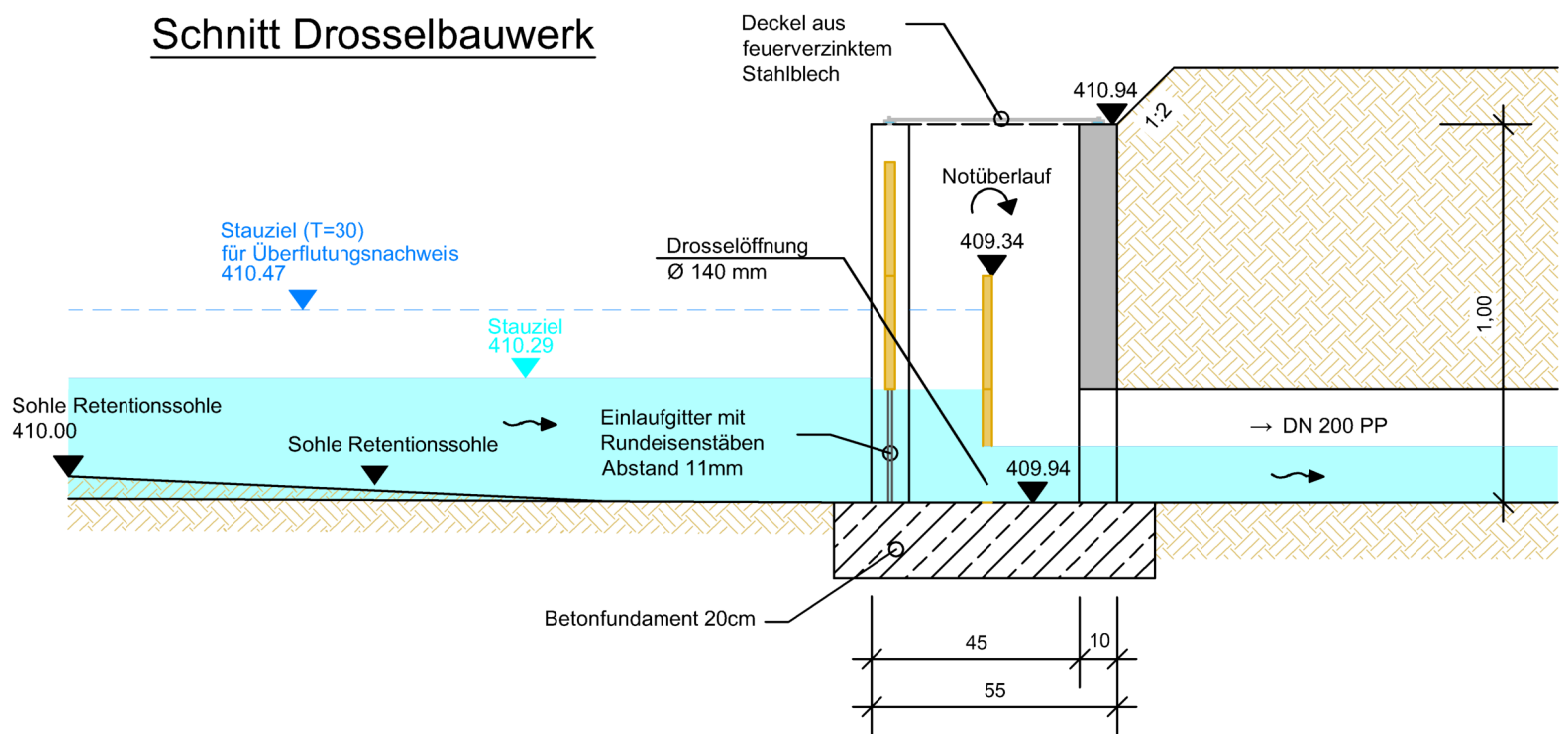
Grundriss



Ansicht Drosselbauwerk



Schnitt Drosselbauwerk



Nr.	Datum	Zeichen	Inhalt der Änderung	
HÖHENSYSTEM:			☐ DHHN2016 (HST170)	LAGESYSTEM: ☐ Gauß-Krüger ☐ UTM ☐ Lokal
			☐ DHHN92 (HST160)	
			☐ DHHN12 (HST130)	
			☐ örtlicher Kanalbestand	
			☐ Lokal	
 ZIMMERMANN Ingenieurgesellschaft mbH STRASSEN- UND VERKEHRSPLANUNG KANALISATION / KANALSANIERUNG REGENWASSERBEHANDLUNG WASSERBAU / HOCHWASSERSCHUTZ WASSERVERSORGUNG GARTEN / LANDSCHAFTSARCHITEKTUR INGENIEURVERMESSUNGEN BRÜCKENBAU / SANIERUNGEN SPORT- / FREIZEITANLAGEN SIGE-KOORDINATION				
88289 WALDBURG 88171 WEILER-SIMMERBERG		AM LANGHOLZ 12 BAHNHOFSTRASSE 11		TEL. 07529/97430-00-0 TEL. 08387/9204404-0
e-MAIL:INFO@ZI-ING.DE e-MAIL:INFO@ZI-ING.DE				
Vorhabensträger:			Anlage	2
Stefan Hanser			Plan	4
Landkreis Lindau (Bodensee)			Projekt Nr.:	ZI-24-A295
Gemeinde Wasserburg				
Ortsteil Schwand				
Projekt:				
Erschließung und Entwässerung			bearbeitet	Datum 15.12.2025
Ferienhof Schwand				Zeichen alzu
- Antrag auf Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer -			<u>Bauwerksplan</u> Mönch RRB M = 1 : 20	
Aufgestellt:			Vorhabensträger:	
Waldburg-Hanrober, den 15.12.2025			Wasserburg, den	
Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH			Stefan Hanser	

Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	3.190	0,90	2.871
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	bestehende Straße : 0,0	461	0,00	
	Reiterfläche, Sand: 0,0	1.638	0,00	
	Neue Erschließungsstraße: 0,9	848	0,90	763
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	Schotterrasen: 0,3	2.940	0,30	882
	Stellplätze, Rasengittersteine: 0,3	1.468	0,30	440
	Wohnmobil; Rasengittersteine: 0,3	4.527	0,30	1.358
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3	7.464	0,20	1.493

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	22.536
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	7.807
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,35

Bemerkungen:

best. Straße (Höhenstraße) wird separat entwässert (vorhandener Straßenablauf)

Entwässerung der Reiterhofffläche; es gibt keinen Abfluss; das Niederschlagswasser wird versickert



KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 138, Zeile 216 INDEX_RC : 216138
 Ortsname : Wasserburg (Bodensee) (BY)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	6,7	8,0	8,9	9,9	11,5	13,1	14,1	15,5	17,5
10 min	9,1	10,9	12,0	13,5	15,6	17,8	19,2	21,1	23,7
15 min	10,8	12,9	14,2	15,9	18,4	21,0	22,7	24,9	28,0
20 min	12,1	14,4	15,9	17,8	20,6	23,5	25,4	27,8	31,3
30 min	14,1	16,8	18,5	20,8	24,0	27,4	29,6	32,4	36,6
45 min	16,3	19,6	21,5	24,2	27,9	31,8	34,4	37,7	42,5
60 min	18,1	21,7	23,9	26,8	31,0	35,3	38,2	41,9	47,2
90 min	21,0	25,1	27,7	31,1	35,9	40,9	44,2	48,4	54,6
2 h	23,3	27,9	30,7	34,4	39,8	45,3	48,9	53,7	60,5
3 h	26,9	32,2	35,4	39,7	45,9	52,3	56,5	62,0	69,9
4 h	29,8	35,6	39,2	44,0	50,9	57,9	62,6	68,7	77,4
6 h	34,3	41,1	45,3	50,8	58,7	66,9	72,2	79,2	89,2
9 h	39,6	47,4	52,2	58,6	67,7	77,1	83,3	91,3	102,9
12 h	43,8	52,4	57,8	64,8	74,9	85,3	92,1	101,1	113,9
18 h	50,5	60,4	66,6	74,7	86,3	98,3	106,2	116,5	131,3
24 h	55,9	66,9	73,7	82,6	95,5	108,8	117,5	128,9	145,2
48 h	71,2	85,2	93,9	105,3	121,8	138,7	149,8	164,3	185,1
72 h	82,1	98,3	108,3	121,4	140,3	159,9	172,6	189,4	213,4
4 d	90,8	108,7	119,7	134,3	155,2	176,8	190,9	209,5	236,0
5 d	98,2	117,5	129,5	145,2	167,8	191,2	206,5	226,5	255,2
6 d	104,6	125,2	138,0	154,7	178,9	203,8	220,1	241,4	272,0
7 d	110,5	132,2	145,6	163,3	188,8	215,1	232,3	254,8	287,1

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 hN Niederschlagshöhe in [mm]



KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach
KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 138, Zeile 216 INDEX_RC : 216138
 Ortsname : Wasserburg (Bodensee) (BY)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	223,3	266,7	296,7	330,0	383,3	436,7	470,0	516,7	583,3
10 min	151,7	181,7	200,0	225,0	260,0	296,7	320,0	351,7	395,0
15 min	120,0	143,3	157,8	176,7	204,4	233,3	252,2	276,7	311,1
20 min	100,8	120,0	132,5	148,3	171,7	195,8	211,7	231,7	260,8
30 min	78,3	93,3	102,8	115,6	133,3	152,2	164,4	180,0	203,3
45 min	60,4	72,6	79,6	89,6	103,3	117,8	127,4	139,6	157,4
60 min	50,3	60,3	66,4	74,4	86,1	98,1	106,1	116,4	131,1
90 min	38,9	46,5	51,3	57,6	66,5	75,7	81,9	89,6	101,1
2 h	32,4	38,8	42,6	47,8	55,3	62,9	67,9	74,6	84,0
3 h	24,9	29,8	32,8	36,8	42,5	48,4	52,3	57,4	64,7
4 h	20,7	24,7	27,2	30,6	35,3	40,2	43,5	47,7	53,8
6 h	15,9	19,0	21,0	23,5	27,2	31,0	33,4	36,7	41,3
9 h	12,2	14,6	16,1	18,1	20,9	23,8	25,7	28,2	31,8
12 h	10,1	12,1	13,4	15,0	17,3	19,7	21,3	23,4	26,4
18 h	7,8	9,3	10,3	11,5	13,3	15,2	16,4	18,0	20,3
24 h	6,5	7,7	8,5	9,6	11,1	12,6	13,6	14,9	16,8
48 h	4,1	4,9	5,4	6,1	7,0	8,0	8,7	9,5	10,7
72 h	3,2	3,8	4,2	4,7	5,4	6,2	6,7	7,3	8,2
4 d	2,6	3,1	3,5	3,9	4,5	5,1	5,5	6,1	6,8
5 d	2,3	2,7	3,0	3,4	3,9	4,4	4,8	5,2	5,9
6 d	2,0	2,4	2,7	3,0	3,5	3,9	4,2	4,7	5,2
7 d	1,8	2,2	2,4	2,7	3,1	3,6	3,8	4,2	4,7

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]



KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 138, Zeile 216 INDEX_RC : 216138
 Ortsname : Wasserburg (Bodensee) (BY)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	25	26	26	27	27	28	28	29	29
10 min	27	28	29	29	30	30	31	31	31
15 min	27	29	29	30	30	31	31	31	32
20 min	27	28	29	29	30	31	31	31	32
30 min	26	27	28	28	29	30	30	30	31
45 min	25	26	26	27	28	28	29	29	29
60 min	24	25	25	26	26	27	27	28	28
90 min	22	23	23	24	25	25	26	26	26
2 h	20	21	22	23	23	24	24	24	25
3 h	19	20	20	21	21	22	22	23	23
4 h	18	19	19	20	20	21	21	21	22
6 h	18	18	19	19	19	20	20	20	21
9 h	18	18	18	19	19	19	20	20	20
12 h	19	19	19	19	19	19	20	20	20
18 h	20	20	20	20	20	20	20	21	21
24 h	22	21	21	21	21	21	21	21	22
48 h	27	26	26	26	25	25	25	25	25
72 h	30	29	29	29	28	28	28	28	28
4 d	32	31	31	31	31	30	30	30	30
5 d	34	33	33	33	32	32	32	32	32
6 d	36	35	35	34	34	34	34	33	33
7 d	37	36	36	36	35	35	35	35	35

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 UC Toleranzwert der Niederschlagshöhe und -spende in [±%]

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH
Am Langholz 12
88289 Waldburg

Auftraggeber:

Stefan Hanser
Landkreis Lindau (Bodensee)
Gemeinde Wasserburg
Ortsteil Schwand

Rückhalteraum:

Retentionsbecken

Eingabedaten:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot (D - D_{RÜB}) \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \quad \text{mit } q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} + Q_{Dr,RÜB} - Q_{T,d,aM}) / A_u$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	22.536
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,35
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	7.808
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{Dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	l/s	
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	12
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	$q_{Dr,R,u}$	$l/(s \cdot ha)$	15
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	34,5
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	21,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	0,29
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	120
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	$l/(s \cdot ha)$	47,8
erforderliches spez. Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	269
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	210
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	220
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	35,7
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	22,2
Entleerungszeit	t_E	h	5,1

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D,n}$ [l/(s*ha)]
5	330,0
10	225,0
15	176,7
20	148,3
30	115,6
45	89,6
60	74,4
90	57,6
120	47,8
180	36,8
240	30,6
360	23,5
540	18,1
720	15,0
1080	11,5
1440	9,6
2880	6,1
4320	4,7

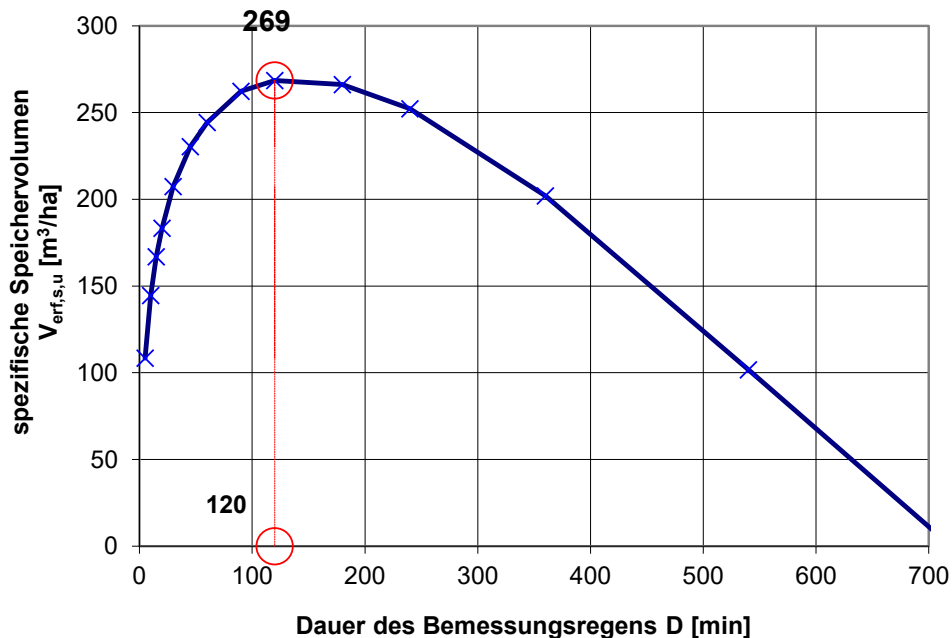
Fülldauer RÜB:

$D_{RÜB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{erf,s,u}$ [m³/ha]
109
145
167
183
207
230
244
262
269
266
252
202
102
0
0
0
0
0

Rückhalteraum



Ermittlung des mittleren Drosselabflusses Q_{ab} zum Nachweis des Retentionsbeckens

Ausfluß aus Öffnung an der Gerinnesohle bei variabler
Druckhöhe und ohne Anfangsgeschwindigkeit

Öffnung Durchmesser 200 mm

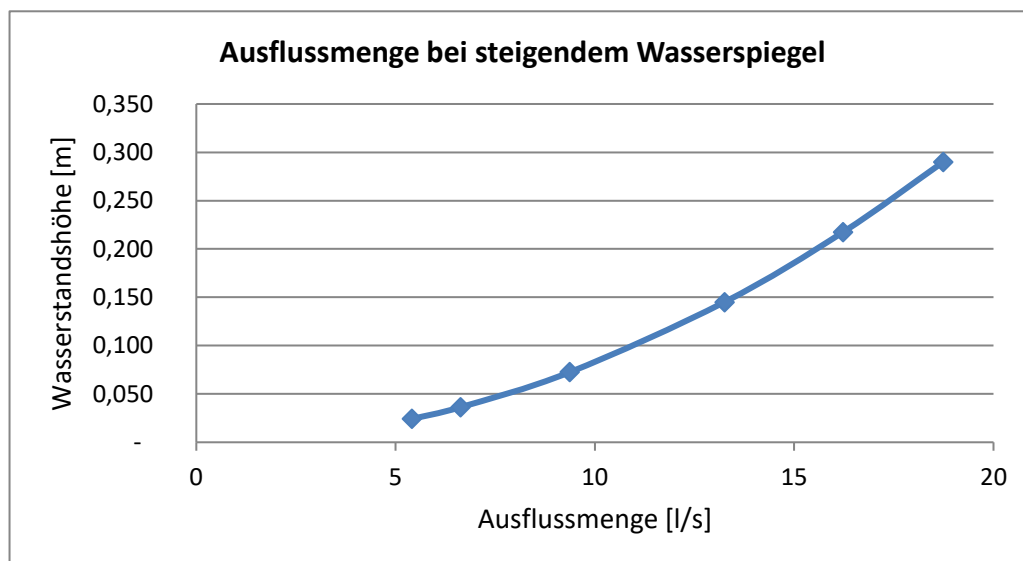
h	m	0,29	maximale Wasserstandshöhe
ρ	-	0,98	Geschwindigkeitszahl
v	m/s	2,34	
α	-	0,56	Kontraktionszahl
μ	-	0,55	Ausflussbeiwert ($\alpha \cdot \rho$)
d	m	0,14	Öffnungsdurchmesser
A	m ²	0,01	Öffnungsquerschnitt
		0,01	(Teil)Öffnungsquerschnitt
π		3,14	
g	m/s ²	9,81	
Q	m ³ /s	0,02	
	l/s	18,7	

Ausflussbeiwert: für senkrechte scharfkantige Schütze
zwischen 0,55 und 0,85

Geschwindigkeitszahl von Wasser: 0,97...0,99

Berechnungsformel: $Q = \mu \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ [m³/s]

h	m	0,290	0,218	0,145	0,073	0,036	0,024
Q	l/s	18,738	16,227	13,250	9,369	6,625	5,409



maximaler Drosselabfluss [l/s] 18,74
minimaler Drosselabfluss [l/s] 5,41

mittlerer Drosselabfluss [l/s] 12,07

$(Q_{abmin} + Q_{abmax})/2$

Hydraulische Kanalberechnung mit $n = 0,2$ Geplante Regenwasserkanalisation

"Erschließung und Entwässerung Ferienhof Schwand"

Basisregen:	$r_{10(0,2)} =$	225	l/(s·ha)
Wiederkehrhäufigkeit:	$n =$	0,2	1/a
geschätzte Regendauer D =		10	min
Kanalform:	Rohr/rund		

Quelle: Bestimmung der Starkniederschlagshöhen
nach dem Atlas des Deutschen Wetterdienstes
KOSTRA-DWD 2020

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Schacht/Halt		Flächendaten				Niederschlagswasser		Gesamtabflu			Querschnittsdaten					Vollfüllung					Bemerkung	
Zeile	Kanal- Nr./Haltungs-Nr.	Kanal- Nr./Haltungs-Nr.	Einzugsgebietsfläche	Spitzenabflußbeiwert	Undurchlässige Fläche	Undurchlässige Gesamtfläche (Haltung)	Regenspende	Regenabfluss	gesamt Regenabfluss (Haltung)	Gesamt Abfluss (Haltung)	Gesamt Abfluss	Länge	Sohlgefälle	Nennweite DN	betriebliche Rauheit	Fließquerschnitt	Hydraul. Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Teilfüllungshöhe	Fließgeschwindigkeit	Auslastung	
			A _E	ψ	A _u	ΣA _u	r _{T,n}	Q _{zeit}	Q _r	Q _{ges}	ΣQ _{ges}	L	I _s	-	k _b	A	r _{hy}	Q _v	v _v	h _t	v _t	ΣQ _{ges} /Q _v	
			[m²]	[-]	[m²]	[m²]	[l/(s·ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[o/oo]	[mm]	[mm]	[m²]	[m]	[l/s]	[m/s]	[cm]	[m/s]	[-]	

Niederschlagswasser

Hauptleitung																							
1	R01	R02	168	0,90	151	277	225	6	6	6	6	32,40	7,0	150	0,75	0,02	0,04	14	0,81	6,92	0,89	0,44	Rohr PP
			336	0,30	101																		
			126	0,20	25																		
Nebenleitung, Einleitung in Schacht R 02.00																							
1.1	R04	R03	208	0,90	187	336	225	8	8	8	8	39,60	5,0	150	0,75	0,02	0,04	12	0,68	8,78	0,77	0,63	Rohr PP
			334	0,30	100																		
			245	0,20	49																		
1.2	R03	R02	680	0,90	612	757	225	17	17	17	25	39,60	5,0	250	0,75	0,05	0,06	47	0,96	12,98	1,06	0,52	Rohr PP
			316	0,30	95																		
			249	0,20	50																		
Hauptleitung, In Schacht R02, fließt die Leitung von R04 und die R01																							
2	R02	R05	294	0,90	265	337	225	8	8	8	38	39,70	7,0	250	0,75	0,05	0,06	56	1,13	15,67	1,29	0,69	Rohr PP
			164	0,30	49																		
			115	0,20	23																		
3	R05	R06	680	0,90	612	916	225	21	21	21	59	29,10	7,0	300	0,75	0,07	0,08	90	1,27	18,12	1,45	0,66	Rohr SB
			771	0,30	231																		
			363	0,20	73																		
4	R06	R07	744	0,30	223	260	225	6	6	6	65	18,20	7,0	300	0,75	0,07	0,08	90	1,27	19,38	1,46	0,72	Rohr SB
			186	0,20	37																		

Hydraulische Kanalberechnung mit $n = 0,2$ Geplante Regenwasserkanalisation

"Erschließung und Entwässerung Ferienhof Schwand"

Basisregen: $r_{10(0,2)} = 225$ l/(s·ha)
 Wiederkehrhäufigkeit: $n = 0,2$ 1/a
 geschätzte Regendauer $D = 10$ min
 Kanalform: Rohr/rund

Quelle: Bestimmung der Starkniederschlagshöhen
 nach dem Atlas des Deutschen Wetterdienstes
 KOSTRA-DWD 2020

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Schacht/Halt		Flächendaten				Niederschlagswasser		Gesamtabflu		Querschnittsdaten						Vollfüllung				Bemerkung		
Zeile	Kanal- Nr./Haltungs-Nr.	Kanal- Nr./Haltungs-Nr.	Einzugsgebietsfläche	Spitzenabflußbeiwert	Undurchlässige Fläche	Undurchlässige Gesamtfläche (Haltung)	Regenspende	Regenabfluss	gesamt Regenabfluss (Haltung)	Gesamt Abfluss (Haltung)	Gesamt Abfluss	Länge	Sohlgefälle	Nennweite DN	betriebliche Rauheit	Fließquerschnitt	Hydraul. Radius	Abfluss	Fließgeschwindigkeit	Teilfüllungshöhe	Fließgeschwindigkeit	Auslastung	
			A _E	ψ	A _u	ΣA _u	r _{T,n}	Q _{zeit}	Q _r	Q _{ges}	ΣQ _{ges}	L	I _s	-	k _b	A	r _{hy}	Q _v	v _v	h _t	v _t	ΣQ _{ges} /Q _v	
			[m²]	[-]	[m²]	[m²]	[l/(s·ha)]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[o/oo]	[mm]	[mm]	[m²]	[m]	[l/s]	[m/s]	[cm]	[m/s]	[-]	

Niederschlagswasser

5	R07	R08	1160	0,90	1044	1353	225	30	30	30	95	22,80	7,0	400	0,75	0,13	0,10	192	1,53	20,01	1,70	0,50	Rohr SB
			252	0,30	131																		
			353	0,20	71																		
			360	0,30	108																		
Hauptleitung, In Schacht R02, fließt die Leitung von R08 und zum RRB																							
6	R08	R09	735	0,30	221	221	225	5	5	5	100	19,10	7,0	400	0,75	0,13	0,10	192	1,53	20,68	1,70	0,52	Rohr SB
			184	0,20																			
7	R09	R10	184	0,20	37	37	225	1	1	1	101	20,50	10,0	400	0,75	0,13	0,10	230	1,83	18,56	2,00	0,44	Rohr SB
8	R10	R11	4527	0,30	1358	1406	225	32	32	32	133	34,30	6,8	400	0,75	0,13	0,10	190	1,51	25,31	1,72	0,70	Rohr SB
			238	0,20	48																		
9	R11	RRB	0	0,00	0	0	225	0	0	0	133	8,00	7,0	400	0,75	0,13	0,10	192	1,53	25,05	1,75	0,69	Rohr SB

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

BV: Erweiterung Ferienhof Schwand

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
kleiner Flachlandbach (bsp < 1 m; v < 0,3 m/s)	G6	15

Fläche	Flächenanteil	Flächen F_i / Luft L_i	Abfluss- belastung B_i
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3	(Abschnitt 4)	(Tab. A.3 / A.2)	
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i	Typ Punkte
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	2871	0,368	F2 8
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1 1
			3,312
Straßen mit DTV = 300 - 5000 Kfz / 24 h (Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen)	763	0,098	F4 19
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1 1
			1,96
Hofflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	2680	0,343	F3 12
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1 1
			4,459
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	1493	0,191	F1 5
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1 1
			1,146
	$\Sigma = 7807$	$\Sigma = 1$	B = 10,88

Die Abflussbelastung B = 10,877 ist kleiner (oder gleich) G = 15. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Dimensionierung eines offenen Gerinnes mit Manning-Strickler Rauheitsbeiwert

Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH
Am Langholz 12
88289 Waldburg

Auftraggeber:

Stefan Hanser
Landkreis Lindau (B)
Gemeinde Wasserburg
Ortsteil Schwand

Offenes Gerinne:

Q_{zu} = Q_{DR} = 12 l/s
offener Graben

Eingabedaten:

$$Q_{\text{Rinne}} = A \cdot k_{\text{St}} \cdot r_{\text{hy}}^{2/3} \cdot (I_E/100)^{1/2} \cdot 1000$$

$$Q_{\text{Bem}} = A_u \cdot r_{D(n)} / 10000 + Q_{\text{zu}}$$

Auswahl	Profil des Gerinnes	Fläche A [m²]	hydraulischer Radius r_{hy} [m]
☐	Rechteck	$b \cdot h$	$(b \cdot h) / (2 \cdot h + b)$
☐	Dreieck	$m \cdot h^2$	$(m \cdot h) / 2 \cdot (1 + m^2)^{0.5}$
☒	Trapez	$h \cdot (b + m \cdot h)$	$h \cdot (b + m \cdot h) / [b + 2 \cdot h \cdot (1 + m^2)^{0.5}]$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m²	
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	ψ_m	-	
undurchlässige Fläche	A_u	m²	
konstanter Zufluss	Q_{zu}	l/s	12,00
Breite des Profils	b	m	0,30
Tiefe des Profils	h	m	0,30
Böschungsneigung des Profils (aus 1 : m)	m	-	1,00
Gerinnelängsgefälle	$I_l \approx I_E$	%	4,20
Rauheitsbeiwert nach Manning-Strickler	k_{St}	m ^{1/3} /s	25
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
gewählte Dauer des Bemessungsregens	D	min	10
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	225,0

Ergebnisse:

Bemessungsabfluss	Q_{Bem}	l/s	12,0
mögl. Abfluss im Gerinne	Q_{Rinne}	l/s	268,1

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH
Am Langholz 12
88289 Waldburg

Auftraggeber:

Stefan Hanser
Landkreis Lindau (Bodensee)
Gemeinde Wasserburg
Ortsteil Schwand

Rückhalteraum:

Überflutungsnachweis (T=30)

Eingabedaten:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot (D - D_{RÜB}) \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \quad \text{mit } q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} + Q_{Dr,RÜB} - Q_{T,d,aM}) / A_u$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	22.536
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,35
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	7.808
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{Dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	l/s	
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	12
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	$q_{Dr,R,u}$	$l/(s \cdot ha)$	15
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	34,5
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	21,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	0,47
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,033333
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	240
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	$l/(s \cdot ha)$	43,5
erforderliches spez. Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m^3/ha	466
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	364
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	366
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	36,4
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	22,9
Entleerungszeit	t_E	h	8,5

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

örtliche Regendaten:

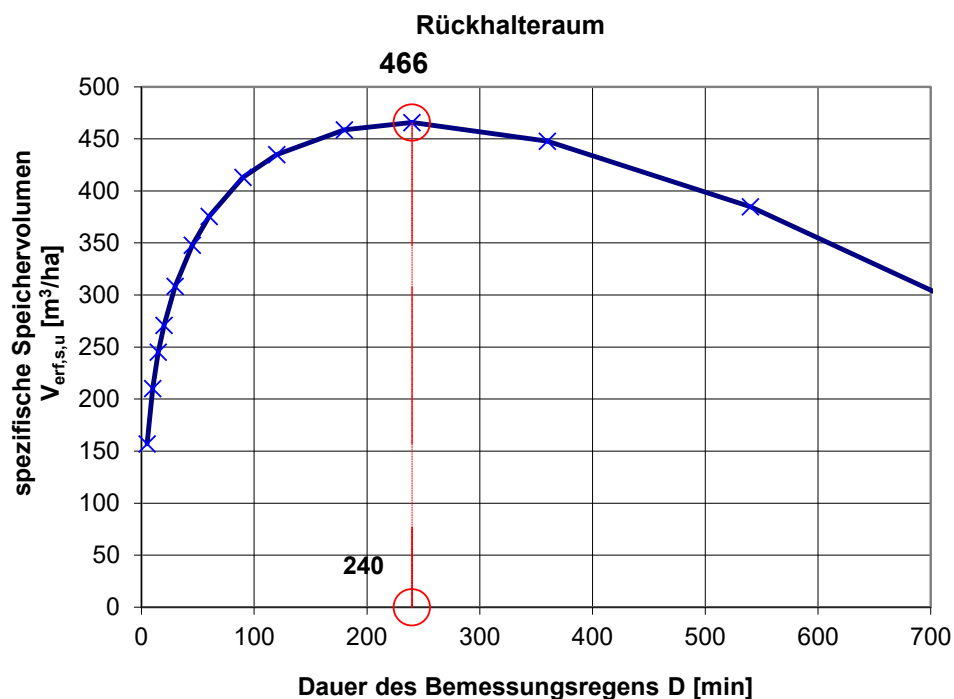
D [min]	$r_{D,n}$ [l/(s*ha)]
5	470,0
10	320,0
15	252,2
20	211,7
30	164,4
45	127,4
60	106,1
90	81,9
120	67,9
180	52,3
240	43,5
360	33,4
540	25,7
720	21,3
1080	16,4
1440	13,6
2880	8,7
4320	6,7

Fülldauer RÜB:

D _{RÜB} [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

V _{erf,s,u} [m³/ha]
157
210
245
271
308
348
376
413
435
459
466
448
385
295
77
0
0
0



Berechnung der Vollfülleistung einer Rohrleitung mit Kreisquerschnitt nach Prandtl-Colebrook

Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH
Am Langholz 12
88289 Waldburg

Auftraggeber:

Stefan und Alexandra Hanser
Landkreis Lindau (Bodensee)
Gemeinde Wasserburg
Ortsteil Schwand

Rohrleitung

Dimensionierung der Rohrleitung von RRB bis zum Entwässerungsgraben
QDR= Qzu = 12 l/s

Eingabedaten:

$$Q_{\text{voll}} = \pi \cdot d^2/4 \cdot (-2 \cdot \lg [(2,51 \cdot \nu / d / (2g \cdot I_E \cdot d)^{0,5}) + k_b / (3,71 \cdot d)]) \cdot (2g \cdot I_E \cdot d)^{0,5} \cdot 1000$$

$$Q_{\text{Bem}} = A_u \cdot r_{D(n)} / 10000 + Q_{\text{zu}}$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	
konstanter Zufluss	Q_{zu}	l/s	12,00
Innendurchmesser Rohr mit Kreisquerschnitt	d	mm	200
Kinematische Viskosität	ν	m ² /s	1,31E-06
Fallbeschleunigung	g	m/s ²	9,81
Sohlgefälle Rohrleitung	$I_l \approx I_E$	%	1,00
betriebliche Rauheit	k_b	mm	1,50
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
gewählte Dauer des Bemessungsregens	D	min	10
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	255,0

Ergebnisse:

Bemessungsabfluss	Q_{Bem}	l/s	12,0
Vollfülleistung der Rohrleitung	Q_{voll}	l/s	33,3
Abflussverhältnis	$Q_{\text{Bem}}/Q_{\text{voll}}$	-	0,4
Fließtiefe im Profil bei Bemessungsabfluss	h	cm	8

Bemerkungen:

DN200 ist für die geplante Anwendung ausreichend dimensioniert.

Geotechnischer Kurzbericht

Baumaßnahme:	Erweiterung Ferienhof Schwand - Baugrunderkundung -	
Bauherr:	Stefan Hanser Schwand 3 88142 Wasserburg	
Projektanschrift:	Schwand 2 + 3 88142 Wasserburg	
BV 000 656 20	AZ 25 09 036	
Bearbeitung:	M.Sc.-Geol. Alena Wawra	Datum: 13.11.2025



Abb. 1: Blick auf RKS 1/25 Richtung Südwesten



Abb. 2: Blick auf RKS 2/25 Richtung Südwesten

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Anlagen:

- 1.1 Übersichtslageplan, unmaßstäblich (DIN A4)
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, unmaßstäblich (DIN A3)
- 2 Geotechnischer Baugrundschnitt, M.d.H. 1:50, M.d.L. unmaßstäblich (DIN A3)
- 3 Fotodokumentation der Bohrkerne
- 4.1-4 Bodenmechanische Labor- und Feldversuche

Verwendete Unterlagen:

- [1] Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH, Am Langholz 12, 88289 Waldburg, Projekt: Erschließung und Entwässerung Ferienhof Schwand - Vorentwurf - Lageplan Entwässerungskonzept (ZI-24-A295), M = 1:500, gef. 29.07.2024
- [2] Geologische Karte von Bayern, M. 1 : 25.000, Blatt 8423 Kressbronn am Bodensee
- [3.1] DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-1/NA Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.3] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.4] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 138-1:2024-10 - Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau und Betrieb
- [5] DIN 4124 Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [6] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.): Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 6. Auflage
- [7] DIN EN 1610, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- [8] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 125 - Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, Dezember 2008

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

1 Veranlassung

In Wasserburg im Schwand 2 + 3 soll der bestehende Ferienhof Schwand um einen Anbau erweitert werden. Die Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH aus Waldburg arbeitet für die geplante Baumaßnahme das Entwässerungskonzept aus. Hierfür ist die Errichtung von Regenwasserleitungen mit Anbindung an ein Retentionsbecken vorgesehen, das wiederum über eine Wasserleitung an ein Grabensystem angeschlossen werden soll. Die Verlegung der Wasserleitung zwischen dem Retentionsbecken und dem Grabensystem ist mittels HDD-Spülbohrverfahren (Horizontal directional drilling) in Planung.

In diesem Zusammenhang wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse im Sinne des Entwässerungskonzeptes zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend in einem geotechnischen Kurzbericht darzustellen. Die Gründungsempfehlung für den geplanten Anbau ist dabei nicht Teil des Auftrags.

Im Folgenden wird über die Ergebnisse der durchgeführten Baugrunderkundung berichtet und diese anhand des uns vorliegenden Vorentwurfs zum Entwässerungskonzept [1] bewertet.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erfassung bzw. Beurteilung der Bodenbeschaffenheit des im Untersuchungsgebiet anstehenden Baugrundes bzw. des bestehenden Gründungssubstrates sowie der hydrologischen Untergrundverhältnisse kam am 08.10.2025 folgendes geotechnisches Erkundungsprogramm zur Ausführung:

- **2 Rammkernsondierungen RKS 1-2/25
bis in eine Tiefe von 3,0 m bzw. 4,0 m unter der Geländeoberkante (GOK)**

Der Standort des Untersuchungsgebietes ist in der Anlage 1.1 dargestellt. Die Einmessung der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe erfolgte mittels GPS-Gerät durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd. Die entsprechenden UTM-Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) sowie die Absoluthöhen, sind zusammen mit den einzelnen Untersuchungspunkten im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten.

Die erkundeten Bodenschichten der Rammkernsondierungen RKS 1-2/25 wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196, DIN 18300 und DIN 18301 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen.

Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Kleinrammbohrungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in dem geotechnischen Baugrundschnitt der Anlage 2 wiedergegeben ist.

Die mit den kleinkalibrigen Bohrungen (RKS) zu Tage geförderten und in Kernkisten ausgelegten Böden sind in der Fotodokumentation in der Anlage 3 abgebildet.

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Aus dem Bohrgut der Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in den Anlagen 4.1-3 aufgeführt.

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit evtl. anfallender Niederschlagswässer wurde in dem Bohrloch der Rammkernsondierung RKS 1/25 ein Versickerungsversuch durchgeführt, dessen Auswertung in der Anlage 4.4 dargestellt ist.

3 Geotechnisches Baugrundmodell

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell für das Bauvorhaben entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden im Detail in der Anlage 2 dargestellt und ingenieurgeologisch beschrieben.

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden:

Mutterboden/Ackerkrume	(Rezent)
Verwitterungsdecke (Lehm)	(Holozän)
Moränenablagerungen (Grundmoräne)	(Pleistozän)

3.2 Bodenmechanische Labor- und Feldversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrgutes wurden bodenmechanische Laborversuche an ausgewählten Bodenproben durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz.

Die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen sind in der Anlage 4.1 dargestellt. Darüber hinaus wurden die ermittelten Wassergehalte, die bei der Konsistenzbestimmung nach Atterberg festgestellt wurden (vgl. Anlagen 4.2-3), ergänzt. Die Ergebnisse beider Versuche sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Übersicht der bestimmten Wassergehalte (s. Anlagen 4.1-3)

Bohrung	Tiefe (m. u. GOK)	Geologische Einheit	w _n [%]
RKS 1/25	1,0	Verwitterungslehm	19,6
	2,0	Grundmoräne	11,4
	3,0	Grundmoräne	6,3
RKS 2/25	1,0	Verwitterungslehm	18,6
	2,0	Grundmoräne	12,0

Wie aus obiger Tabelle hervorgeht, wurden für die lehmigen Sedimente der Verwitterungsdecke natürliche Wassergehalte zwischen w_n = 18,6 % bis w_n = 19,6 % und für die Grundmoräne zwischen w_n = 6,3 % bis w_n = 12,0 % bestimmt. Daraus lässt sich für den Verwitterungslehm eine weiche und für das Moränensediment eine steife bis halbfeste Zustandsform ableiten. Anhand der Ergebnisse ist zudem ersichtlich, dass der Wassergehalt mit der Tiefe abnimmt und in Abhängigkeit dazu die Konsistenz der Grundmoräne in einen festeren Zustand übergeht.

3.2.2 Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze (w_L), der von der knetbaren zur halbfesten als Ausrollgrenze (w_P) und der von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze (w_S) bezeichnet.

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt w_n dazu, die Konsistenzzahl (I_C) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße ≤ 0,063 mm) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl I_P gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht der wichtigsten abgeleiteten Kenngrößen aus den durchgeführten Atterberg-Versuchen wieder. Die Auswertungen zur Bestimmung der Zustandsgrenzen sind detailliert in den Anlagen 4.2-3 hinterlegt.

Tabelle 2: Übersicht über die bestimmten Zustandsgrenzen (s. Anlage 4.2-3)

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Konsistenzzahl I _C [-]	w _{kor} [%]	Zustandsform	Bodengruppe	Geologische Einheit
RKS 2/25	1,0	0,61	24,8	weich	TM	Verwitterungslehm
RKS 2/25	2,0	0,77	14,8	steif	ST/TL	Grundmoräne

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Die Auswertung der Atterberg-Versuche ergab für die Probe aus der Verwitterungsdecke eine Konsistenzzahl von $I_C = 0,61$ mit einem korrigierten Wassergehalt von 24,8 %. Für die Probe aus der Grundmoräne wurde hingegen eine Konsistenzzahl von $I_C = 0,77$ mit einem korrigierten Wassergehalt von 14,8 % ermittelt. Daraus lässt sich für den Verwitterungslehm eine weiche und für die Grundmoräne eine steife Konsistenz ableiten. Die Überkornanteile von mindestens 20 % (vgl. Anlagen 4.2-3) deuten auf die gemischtkörnige Zusammensetzung der beiden Bodensubstrate hin.

Nach der Lage im Plastizitätsdiagramm nach Casagrande ist dem bindigen Verwitterungssediment gemäß DIN 18196 die Bodengruppe TM (mittel plastische Tone) zuzuweisen. Das bindige Moränensediment hingegen liegt im Grenzbereich zwischen den Bodengruppen ST/TL (Sand-Ton-Gemische / leicht plastische Tone).

3.2.3 Versickerungsversuch

Um die Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden in-situ zu untersuchen, wurde in dem Bohrloch der Rammkernsondierung RKS 1/25 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Die Auswertung des Versuchs ist in der Anlage 4.4 dargestellt und das Ergebnis in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Ergebnis des Versickerungsversuchs (s. Anlage 4.4)

Aufschluss	Versuchstiefe [m u. GOK]	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	Bodenart
RKS 1/25	4,0	$8,4 \times 10^{-8}$	<u>Grundmoräne:</u> Schluff, sandig bis stark sandig, kiesig bis stark kiesig, schwach tonig, vereinzelt steinig

Zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung lag die Bohrlochtiefe der Rammkernsondierungen RKS 1/25 bei 4,0 m u. GOK innerhalb der Grundmoräne. Aus der Versuchsauswertung wurde für das bindige Moränensediment ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8,4 \times 10^{-8}$ m/s ermittelt, womit das Bodensubstrat nach der DIN 18130-1 als schwach durchlässig einzustufen ist.

3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht können für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Horizonte die nachfolgenden Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden:

Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schichten	Wichte (feucht) γ_k [kN/m ³]	Wichte (u. Auftrieb) γ_k' [kN/m ³]	Reib.-winkel dränert ϕ_k [°]	Kohäsion dränert c_k [kN/m ²]	Steifemodul Es [MN/m ²]
Mutterboden/Ackerkrume	15 - 17	5 - 7	17,5 - 22,5	0 - 3	0,5 - 1,5
Verwitterungslehm	17 - 19	7 - 9	20,0 - 25,0	2 - 4	3 - 6
Grundmoräne	19 - 21	9 - 11	27,5 - 30,0	5 - 15	30 - 50

Entsprechend der derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020:2010-12 und DIN EN 1997-2:2010-10, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

In der Unterteilung der Homogenbereiche wird der Mutterboden bzw. die Ackerkrume nicht berücksichtigt, auch wenn dieser in der DIN 18320 als eigenständiger Homogenbereich bezeichnet wird. Dies liegt dahin gehend begründet, dass der vorliegende geotechnische Kurzbericht sich auf die geotechnischen und nicht auf die bodenkundlichen Fragestellungen zum Bauvorhaben bezieht.

Eine Bewertung / Einstufung des Mutterbodens selbst erfolgt dagegen neben der DIN 18320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten) unter Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte nach DIN 18915:2018-06 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 19639:2019-09 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben).

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussergebnissen, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden in die **Homogenbereiche** gemäß Tabelle 5 zu unterteilen.

Tabelle 5: Einteilung der Baugrundsichtung in Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundsicht
A	Verwitterungslehm (VL)
B	Grundmoräne (GMO)

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Für die Erdarbeiten (gemäß DIN 18300) sowie für die Verlegung der Wasserleitung im HDD-Spülbohrverfahren (DIN 18324) können den beschriebenen Homogenbereichen nachstehende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass das Bauvorhaben der **Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)** zuzuordnen ist.

Tabelle 6: Bodenkennwerte (Erfahrungswerte) nach DIN 18300 und DIN 18324 für Böden

Kennwert/ Eigenschaft		Homogenbereich	
		A	B
Kornverteilung [%]	T	5 - 20	5 - 15
	U	40 - 80	35 - 65
	S	15 - 40	15 - 40
	G	5 - 15	15 - 40
Massenanteil Steine [%]		0 - 5	0 - 10
Massenanteil Blöcke [%]		0 - 1	0 - 2
Massenanteil große Blöcke [%]		-	0 - 1
Lagerungsdichte		-	-
Konsistenz		weich	steif bis halbfest
Konsistenzzahl I_c		0,5 - 0,75	0,75 - >1,0
Plastizitätszahl I_P [%]		7 - 25	4 - 20
Undrainede Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		20 - 50	80 - 175
Wassergehalt w_n [%]		15 - 25	5 - 15
Organischer Anteil [%]		< 6	-
Kalkgehalt nach DIN 18129		n. b.	n. b.
Sulfatgehalt nach DIN EN 1997-2		n. b.	n. b.
Durchlässigkeit [m/s]		10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁹
Abrasivität CAI		0,1 - 0,3	1,0 - 2,0
Bodengruppe nach DIN 18196:2011-05		TM, TL, ST	TL, ST
Frostempfindlichkeit [ZTV E-StB 17; Tab. 1]		F3	F3
Ortsübliche Bezeichnung		VL	GMO

n. b.: nicht bestimmt

4 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserverhältnisse

Während der Baugrundaufschlussarbeiten konnte in den Rammkernsondierungen RKS 1-2/25 jeweils ein Wasserzutritt beobachtet werden.

Tabelle 7: Gemessene Wasserstände in den Rammkernsondierungen RKS 1-2/25

Bohrung	Datum	Wasser angetroffen		Wasser nach Bohrende	
		m u. GOK	m ü. NHN	m u. GOK	m ü. NHN
RKS 1/25	08.10.2025	3,55	407,61	3,55	407,61
RKS 2/25		2,80	410,19	2,65	410,34

Wie die Tabelle 7 sowie der geotechnische Baugrundschnitt der Anlage 2 darlegen, wurde in den RKS 1-2/25 jeweils ein Wasserzutritt innerhalb der Grundmoräne festgestellt, der in der RKS 2/25 nach Bohrende minimal auf ein höherliegendes Niveau anstieg. Die verzeichneten Wasserstände sind allerdings nicht als zusammenhängender Grundwasserleiter, sondern lediglich als Schicht-/Hangzugwasser zu bewerten, das bereichsweise unter leicht gespannten Verhältnissen vorliegen kann.

Die im Untersuchungsgebiet anstehenden, lehmhaltigen Böden (Verwitterungsdecke, Grundmoräne) sind grundsätzlich als gering durchlässig bis wasserstauend zu bewerten. Da die Zusammensetzung der Bodeneinheiten allerdings häufig gemischtkörnig durchsetzt angetroffen wurde, ist insbesondere bei langanhaltenden Niederschlagsereignissen bzw. Starkniederschlägen mit dem Auftreten von Staunässe bzw. Schicht-/Hangzugwasser in den durchlässigeren, kiesigen und sandigen Lagen zu rechnen. Das Wasser kann sich dabei innerhalb grobkörnigerer Lagen der einzelnen Bodenschichten ansammeln und auf gering durchlässigeren Horizonten auf-/einstauen (Badewanneneffekt).

Langzeitmessungen der Grundwassersituation liegen dem Unterzeichner für das Untersuchungsgebiet nicht vor. Gemäß der Hochwasserrisikomanagement-Abfrage des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) befindet sich das gesamte Erkundungsareal außerhalb eines durch Hochwasser beeinflussten Gebiets.

5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA-A 138-1

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können.

Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Nach dem DWA-A 138-1 [4] sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen $k_f = 1,0 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ m/s beträgt. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, sodass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Die Grundmoräne erfüllt gemäß dem Versickerungsversuch (vgl. Anlage 4.4) mit einem Ergebniswert von $k_f = 8,4 \times 10^{-8}$ m/s die Anforderungen an die Durchlässigkeit eindeutig nicht. Auch die lehmhaltigen Verwitterungssedimente sind aufgrund ihrer feinkornreichen Zusammensetzung erfahrungsgemäß als nicht ausreichend durchlässig ($k_f < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s) einzustufen. Demnach ist eine Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Grundstück auszuschließen. Daher ist das Niederschlagswasser alternativ nach einer Retention (Retentionsbecken) gedrosselt dem Kanalsystem oder einer Vorflut zuzuführen.

Alle weiteren Planungen bzgl. der Versickerung von Niederschlagswasser bzw. Entwässerung auf dem Baugrundstück sind grundsätzlich mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

5 Angaben zum geplanten Rohrvortrieb sowie zum Start- und Zielschacht

5.1 Allgemeine Angaben

In Wasserburg, im Schwand 2 + 3, soll der bestehende Ferienhof Schwand einen Anbau erhalten, für den ein Entwässerungskonzept auszuarbeiten ist. Das Untersuchungsareal war zuvor unbebaut und wurde als Ackerfläche genutzt.

Entsprechend des Vorentwurfs [1] ist im Bereich des Neubaus zunächst die Verlegung von PP-Regenwasserleitungen mit einer Gesamtlänge von ca. 327,7 m mittels offener Bauweise in Planung. Die zugehörigen zwölf Schächte erreichen dabei eine Tiefe zwischen 0,70 m bis 1,55 m u. GOK.

Das Niederschlagswasser wird anschließend in das geplante Retentionsbecken mit einer Fläche von ca. 710,0 m² und einem Volumen von ca. 215,0 m³ eingeleitet. Die Sohle des Retentionsbeckens ist auf einer Höhe von 409,96 m ü. NHN vorgesehen, der Einlauf wiederum bei 410,75 m ü. NHN und der Ablauf bei 409,93 m ü. NHN.

Der Ablauf schließt nachfolgend über eine ca. 107,6 m lange PP-Wasserleitung, die mittels HDD-Spülbohrverfahren verlegt werden soll, auf einer Höhe von 409,18 m ü. NHN an ein offenes Grabensystem an. Die Gräben erhalten eine Länge von mindestens 120,7 m und verlaufen parallel zu der neu geplanten Zufahrtstraße, die an die nordöstlich gelegene Höhenstraße anbinden wird. Die zugehörigen Schächte erreichen dabei eine Tiefe von bis zu ~ 5,1 m u. GOK (R15.00).

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Die Durchmesser der geplanten Leitungen und Schächte wurden im Zuge des Vorentwurfs noch nicht festgelegt.

5.2 Baugrundkriterien

Im Bereich des geplanten Retentionsbeckens bzw. des vorgesehenen Trassenverlaufs wurde oberflächlich zunächst eine 0,2 m bis 0,3 m mächtige Mutterbodendeckschicht angetroffen, die aufgrund der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung nicht mehr in ihrer natürlichen Form ansteht. Die humose Ackerkrume ist für bautechnische Zwecke ungeeignet und daher vollständig aus dem Baufeld zu entfernen.

Unterhalb der Ackerkrume folgt bis in eine Tiefe von ca. 1,3 m unter Geländeoberkante eine Verwitterungsdecke in lehmiger Zusammensetzung. Die Konsistenz des Verwitterungslehms ist gemäß der ingenieurgeologischen Bodenansprache sowie gemäß der Auswertung des Atterberg-Versuchs (s. Anlage 4.2) als weich einzustufen. Die Verwitterungsdecke ist damit als gering tragfähig zu bewerten, wobei je nach Belastungsintensität mit mehr oder weniger starken Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu rechnen ist. Außerdem ist der Verwitterungslehm frost- und witterungsempfindlich einzustufen.

Den Profilabschluss bis maximal 4,0 m u. GOK (RKS 1/25) bilden Moränenablagerungen, die als Grundmoräne erkundet wurden und eine gemischtkörnige Zusammensetzung aus einem sandigen bis stark sandigen, kiesigen bis stark kiesigen, schwach tonigen, sowie vereinzelt steinigen Schluff aufweisen. Entsprechend der manuellen Bodenansprache, sowie gemäß der Auswertung der Wassergehalte (s. Anlage 4.1) und des Atterberg-Versuchs (s. Anlage 4.3) ist die Zustandsform der lehmigen Moränenböden als mindestens steif zu bewerten und geht mit der Tiefe in eine festere Konsistenz über. Die Moränenablagerungen bilden damit einen gut tragfähigen Baugrund, sind jedoch ebenfalls als frost- und witterungsempfindlich zu kennzeichnen.

Sedimentationsbedingt ist innerhalb der Moränenablagerungen stets mit kleinräumigen Schichtwechseln, sowohl in horizontaler als auch vertikaler Richtung, zu rechnen. Des Weiteren ist stets mit dem Auftreten von Grobkomponenten (Steine, Blöcke) zu rechnen, die bis zur Findlingsgröße reichen können.

5.3 Verlegung im Grabenverbau (offene Bauweise)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Informationen ist davon auszugehen, dass die geplanten Wasserleitungen sowie die zugehörigen Schächte zwischen ca. 0,7 m und 5,1 m u. GOK innerhalb der Verwitterungsdecke bzw. den Moränenablagerungen zu liegen kommen werden.

Bei einer Verlegetiefe von 1,25 m u. GOK kann der Graben ohne weitere Sicherung mit senkrechten Wänden ausgeführt werden. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die angrenzende Geländeoberfläche bei nichtbindigen Böden und weichen bindigen Böden (Verwitterungslehm) nicht steiler als 1:10 ansteigt. Bei mindestens steifen, bindigen Böden (Grundmoräne) darf die Geländeoberfläche nicht steiler als 1:2 ansteigen. Zudem ist ein mindestens 1,0 m breiter, lastfreier Schutzstreifen einzuhalten. Es gelten die weiteren Anforderungen der DIN 4124.

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

In Bereichen, in denen tiefer als 1,25 m ausgehoben wird, können die Gräben gemäß DIN 4124 ohne Verbau bzw. Standsicherheitsnachweis unter einem Böschungswinkel von max. 45° ausgeführt werden, sofern die Platzverhältnisse dies zulassen. Innerhalb mindestens steifer, bindiger Böden (Grundmoräne) darf der Böschungswinkel auf max. 60° erhöht werden. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass ab einer Baugrubentiefe von 3,0 m die Anordnung einer 1,5 m breiten Berme empfohlen wird. Ab einer Böschungshöhe von 5,0 m ist gemäß DIN 4124 die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nachzuweisen.

Zur Trockenhaltung der Gräben wird bei auftretenden Schicht- und Tagwasserzutritten eine offene Wasserhaltung erforderlich.

Sollten die vorliegenden Platzverhältnisse eine offene Böschung nicht zulassen, ist ein **Verbau** erforderlich. Da sich die anfallenden Wassermengen nach derzeitigem Kenntnisstand auf lokale Schichtwasserzutritte beschränken werden, kommen für den Grabenverbau beispielsweise **Verbauplatten**, ein **Kammerdielen-** oder ein **Gleitschienenverbau** in Frage, der mit einer ggf. notwendigen offenen Wasserhaltung kombiniert wird. Der Verbau selbst ist statisch nachzuweisen.

Gemäß dem Baugrundmodell der Anlage 2 kommt die Sohle der geplanten Wasserleitung zumeist innerhalb der weichen Verwitterungsdecke oder bereits innerhalb der mindestens steifen Moränenablagerungen zu liegen.

Werden in der Aushubsohle weiche, bindige Böden angetroffen, ist in der Gründungssohle als **Leitungsbettung** eine zu verdichtende Ausgleichsschicht aus einem Kies-Sand-Gemisch (V1) mit einer Stärke von $d = 0,2$ m einzubringen, welche zuvor mit einem Trennvlies (GRK 3) zu unterlegen ist.

Es ist zu beachten, dass die feinkornreichen Böden witterungsempfindlich sind, wodurch sich die Konsistenz bei Wasserkontakt verschlechtert. Daher sollte die Gründungssohle, wenn möglich nur bei trockenem Wetter freigelegt und kurzfristig wieder überdeckt werden. Alternativ kann es sinnvoll sein, eine gewisse Aushubrestmächtigkeit vor dem endgültigen Sohlaushub zu belassen.

Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung ergeben sich aus den Bauwerkslasten der Rohrleitung keine nennenswerten, setzungsrelevanten Zusatzlasten.

Im Bereich der **Leitungszone** ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist je nach Verfüllmaterial eine Verdichtung von 95 % bis 98 % der Proctordichte zu erreichen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und anhand von Plattendruckversuchen, Rammsondierungen oder Dichtebestimmungen im Feld nachzuweisen.

Die anstehenden Böden der Verwitterungsdecke und der Grundmoräne sind in der Regel nicht ausreichend verdichtbar (V3) und daher für die Verfüllung statisch relevanter Flächen (z. B. Verkehrsflächen) nicht geeignet. In Bereichen, in denen Setzungen zugelassen sind (z. B. Wiesen/Ackerflächen), kann der Erdaushub hingegen für die Verfüllung verwendet werden.

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Es kann jedoch ggf. eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Stabilisierung in Betracht gezogen werden, um diese Böden für den Wiedereinbau verwenden zu können. Dazu ist am anstehenden Boden vorab eine Eignungsprüfung im Labor oder in-situ anhand von Probefeldern das erforderliche Bindemittel und dessen Zugabemenge festzulegen. Vorbehaltlich ergänzender, bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenabschätzung von einem Mischbindemittel (z. B. Dorosol C30) mit einer Zugabemenge von 2 - 6 Gew.-% ausgegangen werden.

Es ist zu beachten, dass die Leitung bei späteren Revisionsarbeiten im Falle einer Kalk-Zement-Stabilisierung nur unter erhöhtem technischem Aufwand (meißeln) wieder erreicht werden können.

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass sich der Ausgangswassergehalt z. B. durch Niederschlag merklich erhöhen kann, sodass entweder die Zugabemenge oder das Additiv geändert werden muss.

Als Ersatz- und Verfüllmaterial kann ansonsten jedes verdichtbare, inerte Mineralgemisch wie z. B. Sand-Kies- oder Sand-Splitt-Gemisch oder aber güteüberwachtes Recyclingmaterial verwendet werden.

5.4 HDD-Spülbohrverfahren (geschlossene Bauweise)

Der Vortrieb der angedachten HDD-Spülbohrung wird nach dem derzeitigen Kenntnisstand (Anlage 2) maßgebend innerhalb der Grundmoräne bzw. ggf. noch in Restmächtigkeiten der Verwitterungsdecke stattfinden.

Beim Durchörtern der Verwitterungsdecke ist zu beachten, dass diese feinkornreiche Schicht in einem gewissen Ausmaß plastische Eigenschaften aufweist, welche ein mittleres Verklebungspotential bedingen.

Innerhalb der Moränenablagerungen können einzelne Steine und Blöcke nicht ausgeschlossen werden, sodass ggf. Gerätschaften erforderlich werden, mit denen Blöcke bis hin zur Findlingsgröße durchörtert werden können. Insbesondere die Grundmoräne weist bildungsbedingt eine sehr heterogene Kornzusammensetzung auf. Daher ist in diesen bindigen, oftmals plastischen Böden mit einem erhöhtem Verklebungspotential zu rechnen.

Das zu wählende Vortriebsverfahren sollte die angetroffenen Böden unter Berücksichtigung der im Kapitel 3 beschriebenen bodenspezifischen Eigenschaften problemlos lösen können. In den Tabellen 4 bis 6 sind die Eigenschaften und Kennwerte für die Erdarbeiten (DIN 18300) und Horizontalspülbohrungen (DIN 18324) für die anstehenden Böden angegeben.

Die HDD-Bohrung sollte so tief geführt werden, dass eine ausreichende Überdeckung nach dem Merkblatt DWA-A 125 gegeben ist.

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

Um ein Nachbrechen bzw. ein zu starkes Ausspülen der Ortsbrust zu verhindern, muss diese ständig gestützt sein. Die Menge an gefördertem Material muss laufend überwacht und mit der Vortriebsleistung verglichen werden, um Überprofile bzw. Nachsackungen zu verhindern. Es ist zu beachten, dass die Suspension der HDD-Spülbohrung aufgrund der gemischtkörnigen und ggf. lagenweise variierenden Zusammensetzung der Verwitterungs- und Moränenablagerungen (Kies-/Sand-/Stein-Zwischenlagen) dementsprechend anzupassen ist, sodass Suspensionsverluste möglichst geringgehalten werden.

Generell hat das Bohrunternehmen als Fachfirma anhand der im geotechnischen Gutachten beschriebenen Baugrundverhältnisse den geeigneten Gerätetyp sowie Bohrkopf gemäß der DIN EN 12889 sowie der DWA-A 125 für das HDD-Bohrverfahren festzulegen.

Ausführung der Start- und Zielgruben:

Gemäß des vorliegenden Vorentwurfs [1] werden für die Start- und Zielgruben Tiefen von bis zu ~4,0 m erforderlich, wobei die Startgrube mit dem geplanten Retentionsbecken zusammenfällt. Grundsätzlich können die Gruben ohne statischen Nachweis frei geböscht werden, sofern innerhalb weicher bindiger Böden (Verwitterungslehm) gemäß DIN 4124 ein maximaler Böschungswinkel von 45° eingehalten wird. Innerhalb der mindestens steifen Grundmoräne kann der Böschungswinkel auf max. 60° erhöht werden.

Ab einer Baugrubentiefe von 3,0 m wird die Anordnung einer 1,5 m breiten Berme empfohlen. Ab einer Böschungshöhe von 5,0 m ist gemäß DIN 4124 die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nachzuweisen.

Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse sind die Böschungen mit windfest angebrachten Folien abzudecken. Möglicherweise anfallendes Schichtwasser ist mittels Stützscheiben aus Einkornbeton zu fassen und gemeinsam mit anfallendem Tagwasser fachgerecht abzuleiten. Zur Trockenhaltung der Baugruben wird nach derzeitigem Kenntnisstand eine offene Wasserhaltung für ausreichend befunden.

An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Schutzstreifen von 1,0 m bis 2,0 m Breite vorzusehen. Diese Breite ist anhängig von der Belastung durch unter anderem Baufahrzeuge und Erdaushub.

Sollten die Platzverhältnisse aufgrund der Verkehrswege eine freie Böschung nicht zulassen, so ist die Baugrube im Schutze eines Verbausystems (z. B. Trägerbohlwand) auszuheben, welches vorab statisch nachzuweisen ist.

AZ 25 09 036, Erweiterung Ferienhof Schwand, Schwand 2 + 3, 88142 Wasserburg - Baugrunderkundung -

5.5 Retentionsbecken

Sofern die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube im Bereich des Retentionsbeckens zulassen, darf diese bauzeitlich in den angetroffenen Böden (Verwitterungslehm, Moränenablagerungen) mit einem Böschungswinkel von 45° hergestellt und beim Erreichen der mindestens steifen Grundmoräne auf 60° vergrößert werden. Im Endzustand wird für das Regenrückhaltebecken allerdings empfohlen, einen Böschungswinkel von 1:2 nicht zu unterschreiten. Das Becken hat dem Wasserdruck bei seiner maximal zulässigen Befüllung standzuhalten. Bei steileren Böschungen und/oder beim Überschreiten einer Tiefe von > 3,0 m wird empfohlen, die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

An der Böschungskrone ist ein lastfreier Streifen von mindestens 1,0 m einzuhalten. Ab einer Baugrubenhöhe von > 3,0 m wird zudem die Anordnung einer 1,5 m breiten Berme empfohlen.

6 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird empfohlen, zur Abnahme der Grabensohlen der in offener Bauweise zu errichtenden Leitungen den Unterzeichner des Gutachtens hinzuziehen.**

Der vorliegende geotechnische Kurzbericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Nachträgliche Änderungen des Planungsstandes sind mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

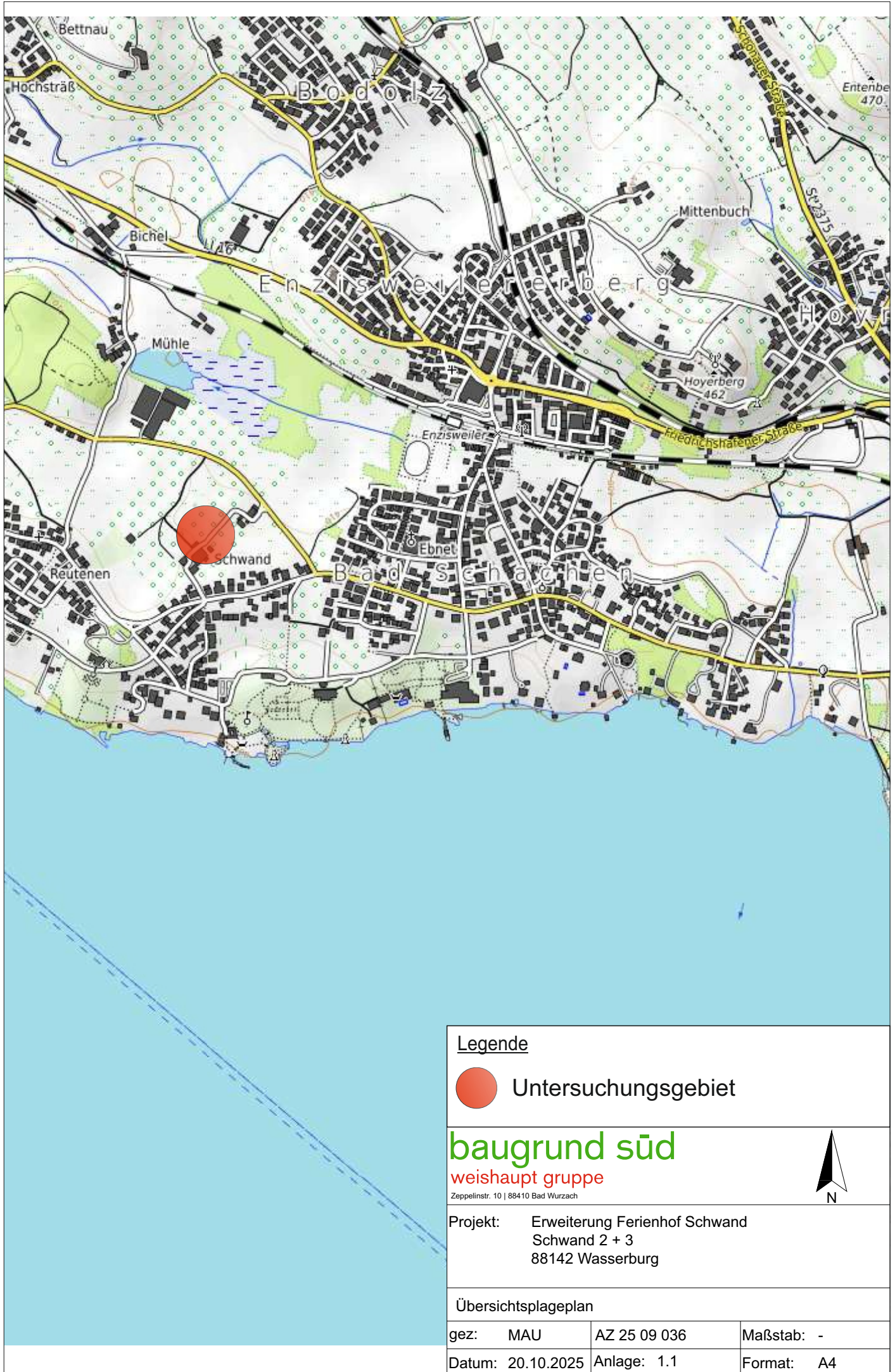
Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Alois Jäger
Geschäftsführer



Alena Wawra
M.Sc.-Geol.





Pkt.	Rechtswert	Hochwert	Höhe (m ü. NHN)
RKS 1/25 SV	549358.66	5267760.33	411.16
RKS 2/25	549450.04	5267828.19	412.99

Legende

 **RKS** - Rammkernsondierung

baugrund süd
weishaupt gruppe

Zeppelinstr. 10 | 88410 Bad Wurzach



Projekt: Erweiterung Ferienhof Schwand
Schwand 2 + 3
88142 Wasserburg

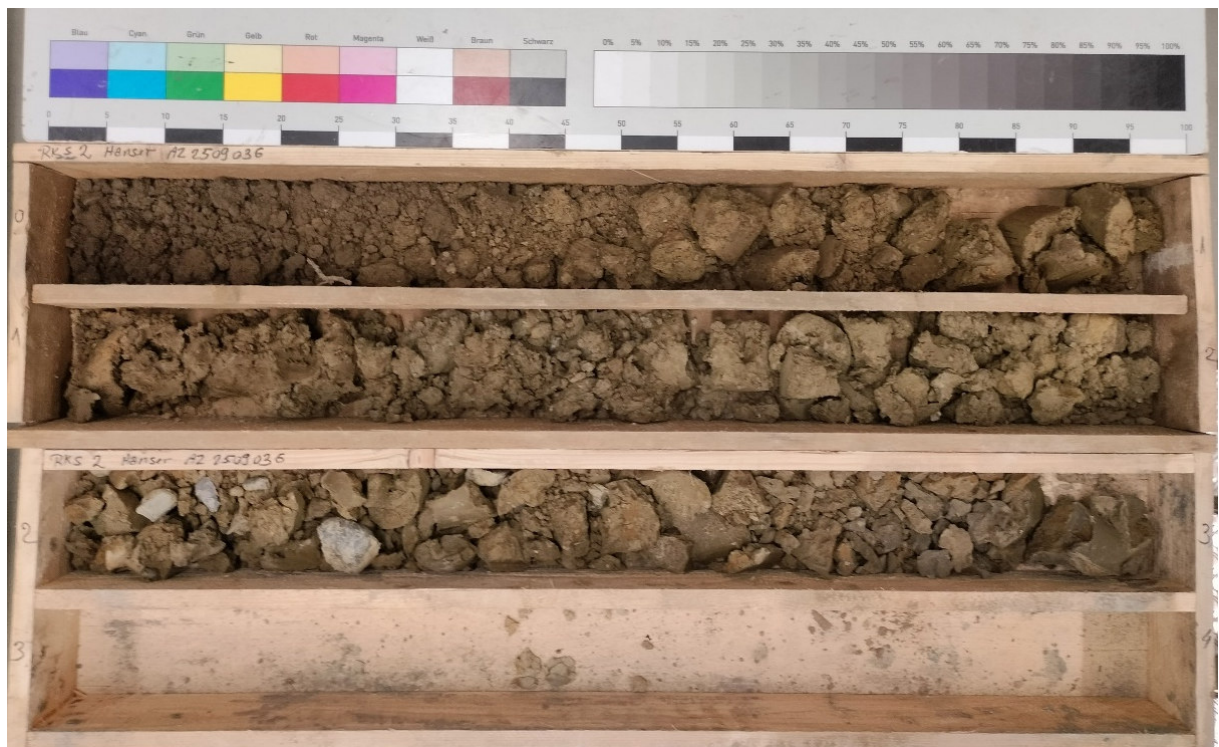
Übersichtsplageplan

gez:	MAU	AZ 25 09 036	Maßstab: -
Datum:	20.10.2025	Anlage: 1.2	Format: A3

RKS 1/25: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



RKS 2/25: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2022-08

Erweiterung Ferienhof Schwand

Schwand 2 + 3

88142 Wasserburg

AZ 25 09 036

Probe entnommen am: 09.10.2025

Bearbeiter: JSt

Datum: 21.10.2025

Entnahmestelle	RKS 1/25		
Prüfungsnummer	1	2	3
Entnahmetiefe [m]	1,0	2,0	3,0
Behälter Gewicht [g]	113,08	113,05	189,20
Probe feucht + Behälter [g]	452,56	680,02	1318,11
Probe trocken + Behälter [g]	396,86	622,13	1250,93
Wassergehalt w [%]	19,63	11,37	6,33

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07

Erweiterung Ferienhof Schwand

Schwand 2 + 3
88142 Wasserburg

Prüfungsnummer: 1

Entnahmestelle: RKS 2/25

Tiefe: 1,0 m

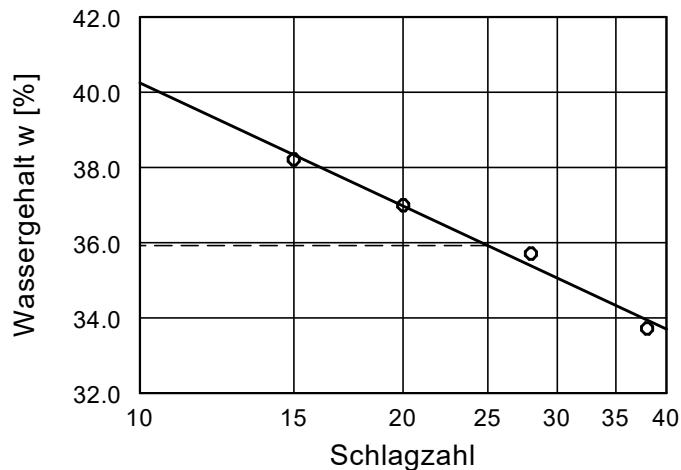
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

Probe entnommen am: 09.10.2025

Bearbeiter: DSv

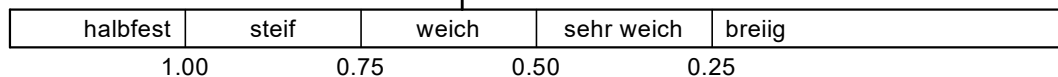
Datum: 23.10.2025



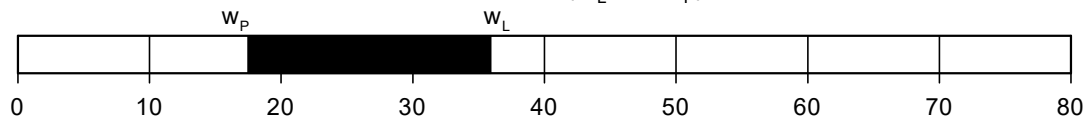
Wassergehalt w = 18.6 %
Fließgrenze w_L = 35.9 %
Ausrollgrenze w_P = 17.5 %
Plastizitätszahl I_P = 18.4 %
Konsistenzzahl I_C = 0.61
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ = 31.4 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = 5.0 %
Korr. Wassergehalt = 24.8 %

Zustandsform

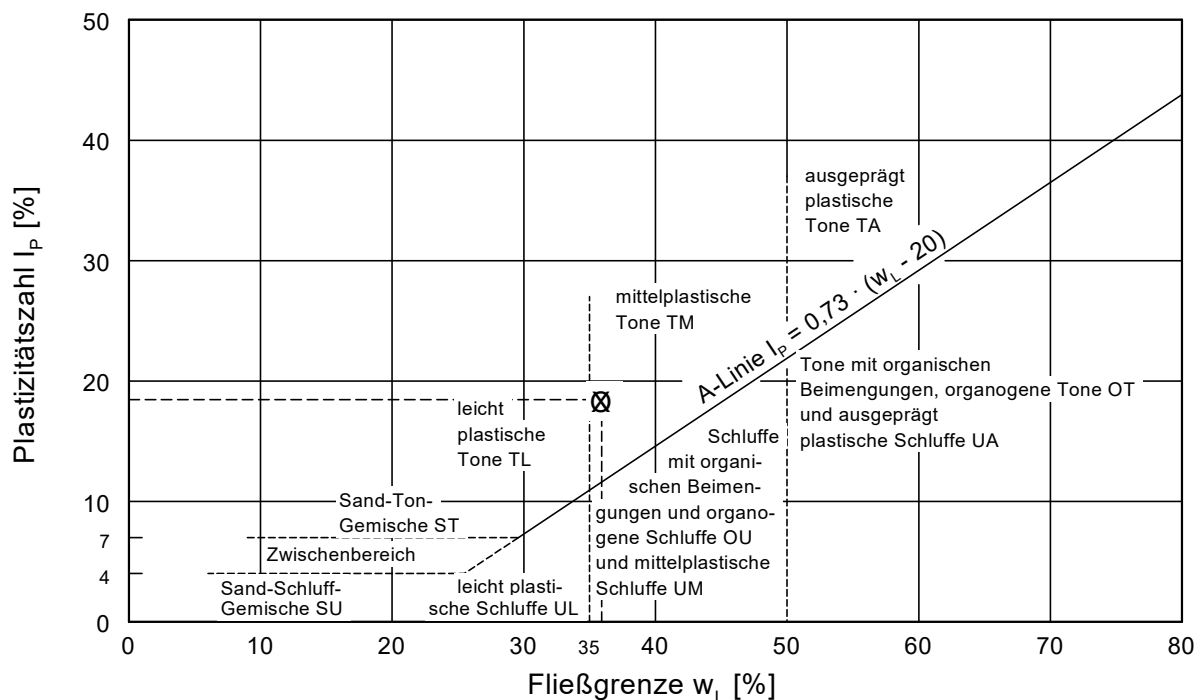
$I_C = 0.61$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07

Erweiterung Ferienhof Schwand

Schwand 2 + 3
88142 Wasserburg

Prüfungsnummer: 2

Entnahmestelle: RKS 2/25

Tiefe: 2,0 m

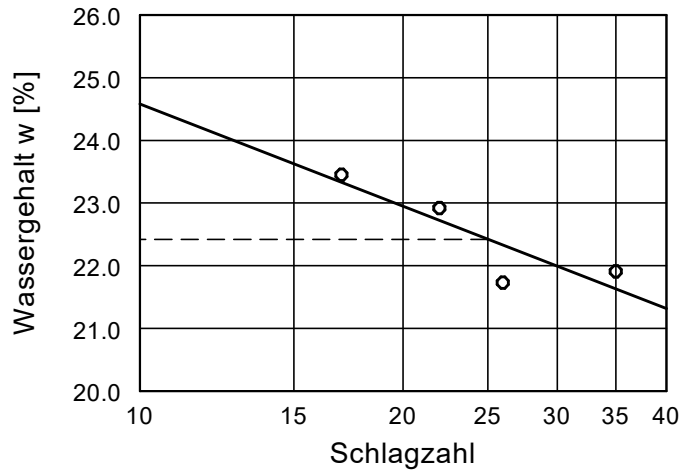
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: ST/TL

Probe entnommen am: 09.10.2025

Bearbeiter: DSv

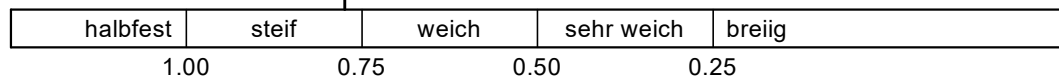
Datum: 23.10.2025



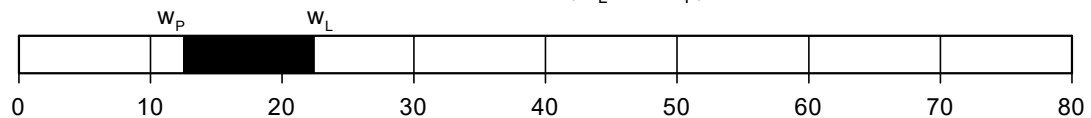
Wassergehalt w = 12.0 %
Fließgrenze w_L = 22.4 %
Ausrollgrenze w_P = 12.5 %
Plastizitätszahl I_P = 9.9 %
Konsistenzzahl I_C = 0.77
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ = 21.3 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = 2.0 %
Korr. Wassergehalt = 14.8 %

$I_C = 0.77$

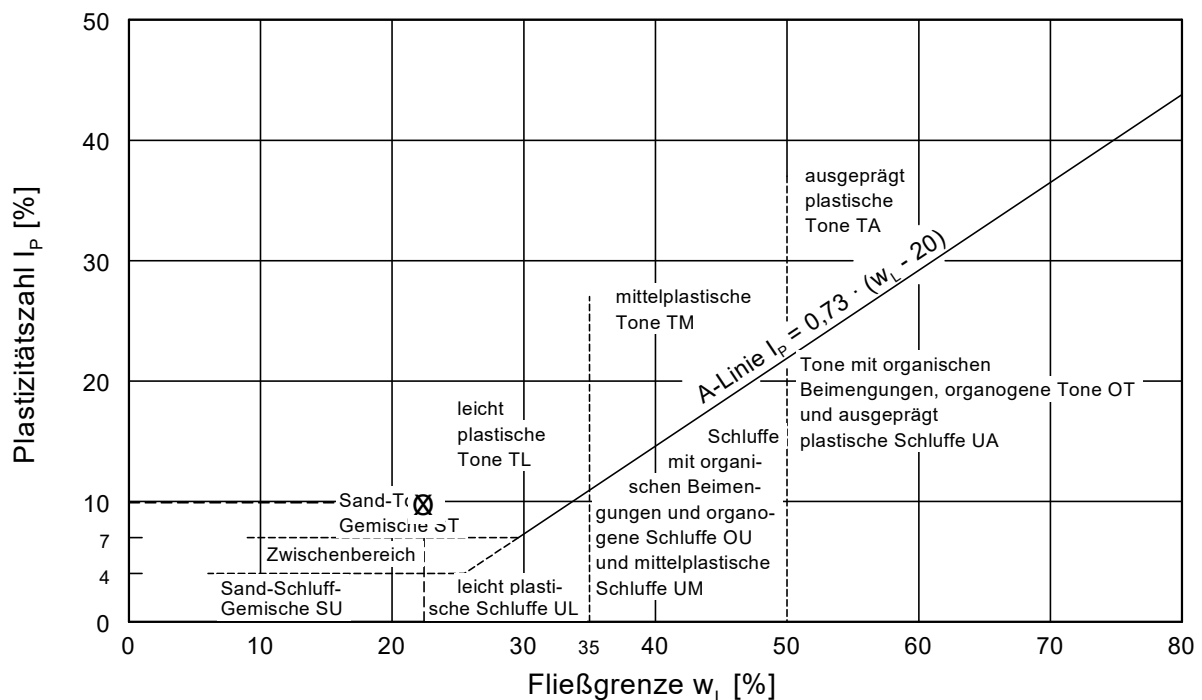
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

Absinkversuch in der verrohrten Bohrung (Bohrlochrohr) nach MAAG

Projekt-Nr.: AZ 25 09 036
 Projekt: Erweiterung Ferienhof Schwand
 Schwand 2 + 3
 88142 Wasserburg

Versuchsdaten

Versuchsdatum: 08.10.2025

Versuch: RKS 1/25: 4,00 m u. GOK
 Bodenart: Grundmoräne, Schluff, sandig bis stark sandig, kiesig bis stark kiesig, schwach tonig, vereinzelt steinig

$h_1 =$	Wasserstand im Rohr bei Versuchsbeginn (über Boden)	4,00 m
$h_2 =$	Wasserstand im Rohr bei Versuchsende (über Boden)	3,84 m
$\Delta h =$	$h_1 - h_2$	0,16 m
$h_m =$	gemittelter Wasserstand; $h_m = h_1 - \Delta h/2$	3,92 m
$\Delta t =$	Versuchszeit	3600 s
$2 r =$	Rohrdurchmesser	0,08 m

Versuchsauswertung

Zeit [s]	Δt [s]	Wasserstand [m] ü. Sohle]	Δh [m]	h_m [m]	k_f [m/s]
0		4,00			
	120		0,03	3,985	6,27E-07
120		3,97			
	180		0,03	3,985	4,18E-07
300		3,94			
	300		0,01	3,995	8,34E-08
600		3,93			
	300		0,01	3,995	8,34E-08
900		3,92			
	900		0,03	3,985	8,36E-08
1800		3,89			
	600		0,02	3,99	8,35E-08
2400		3,87			
	600		0,02	3,99	8,35E-08
3000		3,85			
	600		0,02	3,99	8,35E-08
3600		3,83			
					Mittelwert : k_f [m/s] = 8,4E-08

Anlage 5.1 - Hochwasser



Druckdatum: November 2025

Fachdaten: © Bayerisches Landesamt für Umwelt

Hintergrundkarte: © Bayerische Vermessungsverwaltung; © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; © Bayerisches Landesamt für Umwelt;
© GeoBasis-DE / BKG 2015 (Daten verändert); © EuroGeographics (EuroGlobalMap); © CORINE Land Cover (CLC2012); © Planet Observer

M 1:10.000

Legende Fachdaten

Markierter Standort

📍 Schwand 1 88142 Wasserburg (Bodensee),
Reutenen
Nord: 5267848.639933382
Ost: 549543.2500028647

Bewirtschaftungsplanung - Grundwasser

Messnetz

Überschwemmungsgefahren

Risikokulisse

Risikokulisse 2024

— Risikokulisse 2024

Wildbachereignisse

Wildbachereignisse

★ Hochwasser

Hochwasserereignisse G1/G2

Wassertiefen, Wasserspiegellagen,
Brückenstatus

HQ100

Wassertiefen HQ100

-  größer 0 - 0,5 m
-  größer 0,5 - 1,0 m
-  größer 1,0 - 2,0 m
-  größer 2,0 - 4,0 m
-  größer 4,0 m

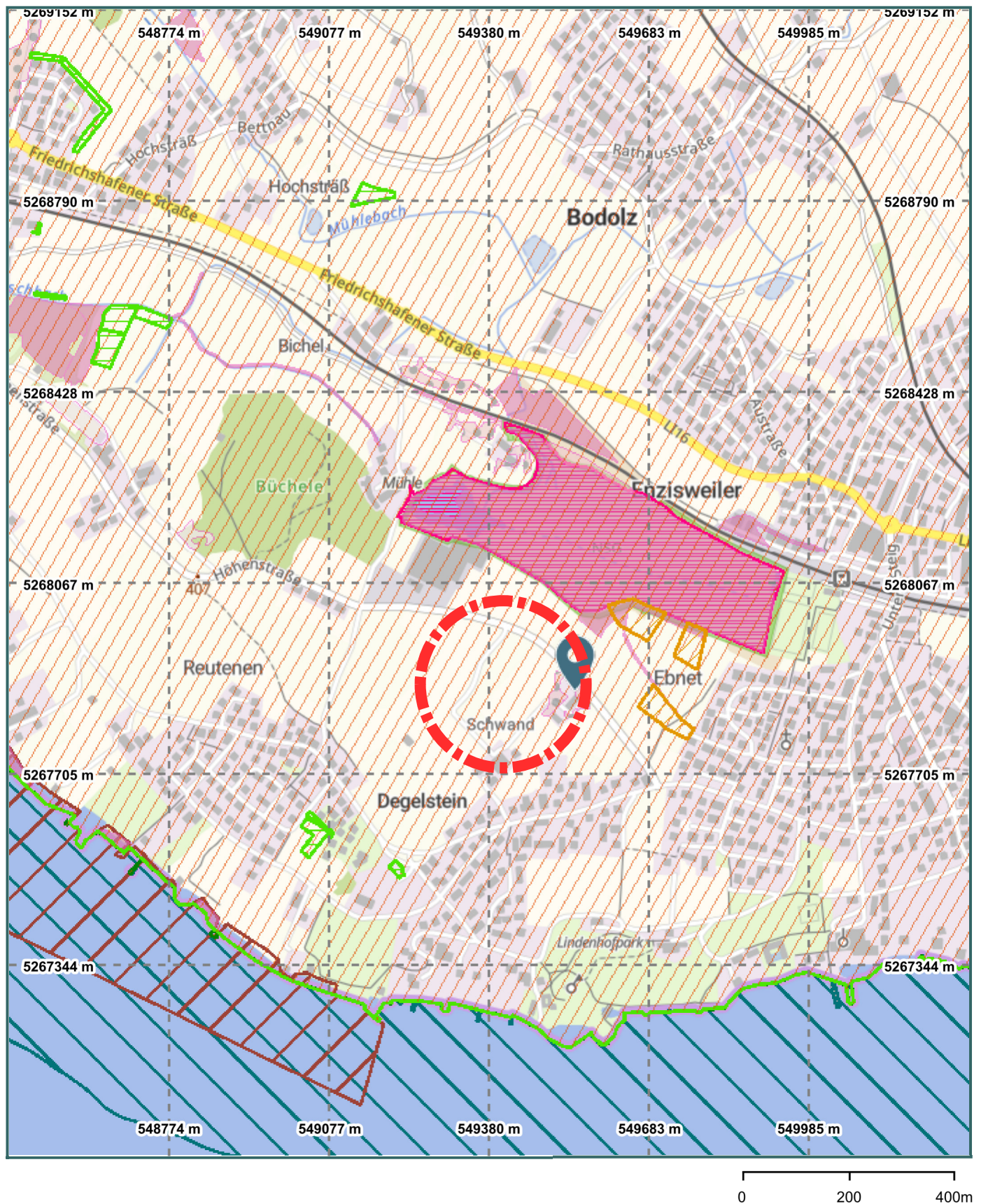
Wassersensible Bereiche

Wassersensible Bereiche

-  Wassersensibler Bereich
-  Abgrenzung des Wassersensiblen
Bereichs nicht möglich

Eigene Dienste

Anlage 5.2 - Naturschutzgebiet



Druckdatum: November 2025

Fachdaten: © Bayerisches Landesamt für Umwelt

Hintergrundkarte: © Bayerische Vermessungsverwaltung; © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; © Bayerisches Landesamt für Umwelt;
© GeoBasis-DE / BKG 2015 (Daten verändert); © EuroGeographics (EuroGlobalMap); © CORINE Land Cover (CLC2012); © Planet Observer

M 1:10.000

Legende Fachdaten

Markierter Standort

- 📍 Schwand 1 88142 Wasserburg (Bodensee), Reutenen
Nord: 5267848.639933382
Ost: 549543.2500028647

Ökoflächenkataster

-  Ökoflächenkataster (Ausgleich/Ersatz)
-  Ökoflächenkataster (Ankauf)
-  Ökoflächenkataster (Ökokonto)

Vegetation, Naturräume

FFH-Mähwiesen

-  Landkreis ohne flächendeckender LRT-Kartierung

Naturräume

Ursprungsgebiete gebietseigenes Saatgut



Vorkommensgebiete gebietseigener Gehölze



Biotopkartierung

Biotopkartierung Flachland

-  mit geschützten Anteilen
-  möglicherweise mit geschützten Anteilen
-  möglicherweise mit geschützten Anteilen (inkl. möglicherweise geschütztes Streuobst)
-  ohne geschützte Anteile

Schutzgebiete

Internationale Schutzgebiete

Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (Natura 2000)

-  Fauna-Flora-Habitat-Gebiet

Vogelschutzgebiete (Natura 2000)

-  Vogelschutzgebiet

Nationale Schutzgebiete

Naturschutzgebiete

-  Naturschutzgebiet