

**Neubau eines Hotels mit 221 Zimmern sowie eines Wohngebäudes für Personal mit 54 Wohnungen am Standort Boltenhagen**

**1. Grundstücksvorgaben**

Vermessung, Vermessungsbüro Kerstin Siwek, vom 08.06.2022

Ostseebad Boltenhagen, Gemarkung Boltenhagen, Flur 1, Flurstück 132/1 + 135/5,

Höhenangaben: Höhe über Normalhöhen-Null (NHN) im System DHHN2016

= Teilfläche Flur 132/1 = 12.741 m<sup>2</sup>

= Teilfläche Flur 133/5 = 7.142 m<sup>2</sup>

(Anlage Dokument 7241-00-5LHP\_DHHN16\_ETRS89)

**2. Rahmenbedingungen für die verkehrliche Erschließung**

Das Grundstück wird über die öffentliche Straße Ostseallee und über der davon abzweigenden Erschließungsstraße zum Reiterhof erschlossen.

Die Zuwegung für den Individualverkehr erfolgt über die Straße Ostseallee.

Die derzeitige postalische Zuordnung für das Hotel gemäß online-Daten für das Flurstück 132/1 wurde wie folgt recherchiert:

**Ostseallee 46, 23946 Ostseebad Boltenhagen, Amt Klützer Winkel**

Anmerkung: Die derzeitige postalische Zuordnung für das Wohngebäude liegt nicht vor.

**3. Rahmenbedingungen Niederschlagswasserbeseitigung**

Vorgaben Topografie: die geodätischen Höhen liegen zwischen 0,80 m NHN (Tiefpunkt an der südlichen Grenze) bis 2,32 m NHN (Hochpunkt an der Ostseallee) (Geländeauflaß vom 08.06.2022).

(Anlage Dokument Aufmaßplan, Büro Kerstin Siwek 7241-00-5LHP\_DHHN16\_ETRS89)

Derzeitige Nutzung: unversiegelte Grünfläche/Brachland (Gutachten P2138-01 vom 18.05.2019)

Baufeld außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten.

Bemessungswasserstand: ca. 1,0 m NHN (Gutachten P2138-01 vom 18.05.2019)

Durchlässigkeit des Sickerkörpers: 1 \* 10-4 bis 5 \* 1 10-4 (Gutachten P2138-01 vom 18.05.2019)

Der Untergrund ist versickerungsfähig.

Das geplante Bauvorhaben befindet sich nicht in einem Trinkwasserschutzgebiet.

Nach Aussagen der Unteren Wasserbehörde wird ein Mindestabstand zum Grundwasser (=Bemessungswasserstand) von mindestens 50 cm als ausreichend erachtet.

Gemäß Umweltbericht vom 16.05.2024 (dort Verweis auf Gutachten P2138-01 vom 18.05.2019) ergeben sich folgende Höhen bei Versickerungsanlagen:

- 1,62 m NHN - Mindesttiefe von versickerungsfähigen Belägen (z.B. Sickerpflaster)
- 1,60 m NHN - Mindesttiefe von begrünten Versickerungsmulden

Das auf den Dachflächen vom Hotel und Parkhaus anfallende Niederschlagwasser wird über außenliegende Fallleitungen in offene Muldensteine oder Kastenrinnen mit Gitterrostabdeckung, bis zu begrünten Mulden und Grabensysteme mit UK 1,60 m NHN geleitet und dort zur Versickerung gebracht.

Die befahrbaren Flächen in den Außenanlagen vom Hotel werden über Sickerpflaster mit einer niedrigsten Geländehöhe von ca. 2.10 m NHN versickert. Alle übrigen befestigten Flächen der Außenanlagen vom Hotel werden in den o.g. begrünten Rasenmulden (UK 1,60 m NHN) zur Versickerung gebracht.

Das auf der Dachfläche vom Wohngebäude anfallende Niederschlagwasser kann aufgrund der niedrigen, anschließenden Geländehöhen nicht in den Außenanlagen zur Versickerung gebracht werden. Daher erfolgt der Anschluss des auf dem Teilgrundstück vom Wohngebäude anfallenden Niederschlagwassers (Dachflächen + befestigte Freiflächen) an den neu herzustellenden öffentlichen Kanal im Westen des Grundstücks.

Eine Ausnahme von der o.g. festgelegten Mindesthöhe begrünter Versickerungsmulden bedarf es für die Kleinstfläche von 64 m<sup>2</sup>, welche die Zufahrt des Parkhauses bildet. Im Rahmen des Überflutungsnachweises ist die Entwässerung der betreffenden Fläche in eine seitlich angrenzende Rasenmulde vorgesehen. Die Rasenmulde ist mit 30 cm Oberboden geplant und die Geländehöhe der Muldensohle liegt aus topografischen Gründen bei 1.30 mNHN.

#### **4. Rahmenbedingungen für den Schutz gegen Überflutung**

Das Planungsgebiet an der Ostsee liegt in einem potenziellen Überschwemmungsgebiet. Als HQextrem wird in benachbarten B-Plänen 3,20 m NHN angegeben.

Für den Fall von Hochwasser (3,20 m NHN) werden im Rahmen der Außenanlagenplanung keine Schutzmaßnahmen getroffen.

Im Rahmen der Hochbauplanung sind bei Bedarf besondere bauliche Schutzmaßnahmen gegen Überflutung im Katastrophenfall (durch Rückstau im Binnenland, bzw. bei Einwirkungen durch die Ostsee für dazu tieferliegende Bereiche) vorzusehen.

Im Falle von extremen Starkregen bzw. Systemversagen (über den Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 hinaus) erfolgt die oberflächige Ableitung des Niederschlagwassers über mittels Geländemodellierung ausgebildete Notwasserwege (siehe Beschreibung der geplanten Entwässerungsanlagen).

## **5. Vorgaben der Versorgung des Gebäudes**

**Die Versorgung des Hotel-Gebäudes** mit Energie Medien (Gas, Mittel- und Niederspannung, Trinkwasser, Fernmelde- und Informationstechnik, erfolgt über die nördlich angrenzende Straße Ostseearallee.

**Die Versorgung des Wohngebäudes** erfolgt über die Erschließungsstraße Reiterhof.

## **6. Vorgaben der Abwasser-Entsorgung Gebäude – und Grundstück (SW)**

Der **Schmutzwasser-Anschluss** für das Teilgrundstück Hotel (häusliches Abwasser) erfolgt über die SW-Kanaltrasse (DN 300) in der Ostseearallee.

Für das Flurstück 132/1 ist bereits eine Grundstücks-Anschlussleitung vorgestreckt mit Anschluss an den Schacht A1027S1140. Anschluss Höhe dort -2,62 m NHN.

(Quelle: Dokument PLA 2020 07 02 Trinkwasser u. Abwasser Leitungsauskunft Bestand)

- SW-Rückstauhöhe am Anschlusspunkt der Straße Ostseearallee OD Schacht = 2,05 m NHN.

Für das Teilgrundstück Wohngebäude besteht derzeit noch keine Anschlussstelle.

Geplant ist, den SW-Anschluss an den neu herzustellenden SW-Kanal in der Erschließungsstraße des Reiterhofes Ostseearallee 40 c herzustellen.

## **7. Vorgaben der Abwasser-Entsorgung Gebäude – und Grundstück (RW)**

Ein Kanal-Anschluss für **Niederschlagswasser** in die Ostseearallee wird aufgrund der vorhandenen Geländehöhen und der zu geringen Anschlusskapazität von Seiten des beauftragten Ingenieurbüros Möller nicht in Aussicht gestellt. Der RW-Kanal in der Ostseearallee mit DN 300 hat keine Anschlussreserven.

Derzeit erfolgen vom Büro Möller für die Gemeinde Boltenhagen Überlegungen für einen neuen RW-Kanal ab Ostseearallee mit Anschluss an die südliche Vorflut (Graben) durch die Erschließungsstraße zum Reiterhof Ostseearallee 40 c zu projektieren.

Inwieweit ein Anschluss mit Einleitmengenbegrenzung für anfallendes Niederschlagswasser des Teilgrundstücks Wohnen erfolgen kann, ist in Klärung.

- RW-Rückstauhöhe am Anschlusspunkt Erschließungsstraße Reiterhof Ostseearallee 40c = ca. 1,45 m NHN (Annahme).

### **7.1 Anmerkung zur Ausführung**

Im Rahmen der LP 4 sind vorab die Lage, Gefälle und der Rohrquerschnitt und Rohrsohlenhöhe der SW-Anschlussleitung und der neuen RW-Anschlussleitung am Rohrende/Anschlusspunkt (Deckel) durch Aufgrabung und Aufmaß festzustellen, da eine Leitungsauskunft grundsätzlich nicht verbindlich ist.

### **8. Vorgaben der Gebäudeplanung**

Geplante Gebäudehöhe durch SMAP Architektur- und Generalplanung GmbH

- EG-Hotel = 2,25 m NHN
- Wohnen Parkplatz-Ebene = 1,60 m NHN
- Wohnen 1.OG- = 4,70 m NHN
- Parkdeck Zufahrtsebene = 1,90 m NHN

### **9. Vorgaben für die Freiraumplanung (Vorschlag)**

#### **9.1 Dachbegrünung**

Die ebenen und gefällelos geplanten nicht begehbarer Dachflächen der überbauten Bereiche des Hotels erhalten eine einfache intensiv Begrünung mit mind. 12 cm durchwurzelbaren Substrataufbau und werden als Retentionsdach ausgebildet. Bei > 50 % - Anteil = DGNB-Kriterium Version 2023 Indikator 2.2.

Der Aufbau der Dachflächen ab OK-Abdichtung (durchwurzelungsfest nach FLL) / Dämmung/Schuttlage ist wie folgt:

- 8 cm Wasserretentionsbox "Optigrün WRB 80 F"
- Saug- und Kapillarvlies: z.B. "Optigrün FIL 200K "
- 12 cm Extensivsubstrat mit reduziertem Humusanteil
- Einfache Intensivbegrünung aus 25 % Sedum-Sprossen und aus 75 % Ansaaten aus heimisch artenreichem Saatgut (Kräuter + Gräser im Verhältnis 50/50) = Trockenrasen zur Erhöhung der Biodiversität = DGNB -Kriterium Version 2023.

Konstruktionslast Dachbegrünung ohne Berücksichtigung eines temporären Wasserspeichers (= Schneelast) Trockengewicht ca. 1,30 kN/m<sup>2</sup>, wassergesättigt ca. 2,00 kN/m<sup>2</sup>. Nicht enthalten Einbauten/Belagsflächen, Geländeerhöhungen auf 30 cm Substrat, Sand-Kies-Geröllnester, Totholz zur Erhöhung der Biodiversität = ergänzende Ausgleichsmaßnahmen. Konstruktionslast bei befestigten Flächen (Kiesrandstreifen, Plattenflächen) wassergesättigt ca. 3,00 kN/m<sup>2</sup>.

## 10. Vorplanung der Freianlagen (Konzept)

Das Grundstück liegt unmittelbar an der Ostseepromenade im Norden und an einer öffentlichen Erschließungsstraße (Abzweig Ostseepromenade) im Osten des Grundstücks.

Hinter einem Küstenwald nördlich der am Grundstück angrenzenden Ostseepromenade ist unmittelbar die natürliche Strandzone der Ostsee.

Nach Süden erstreckt sich direkt an das Grundstück eine landwirtschaftlich genutzte offene Wiesen-Landschaft. Diese ist geprägt durch Baumreihen an den Grenzen, extensiv genutzte Grasflächen mit eingestreuten Bodensenken mit Schilf- und Weidenbewuchs.

Das Gelände ist zum Teil an Grenzen durchzogen mit Grabensystemen, da bei Starkregenereignissen das Grundwasser in Teilbereichen, bis Geländeoberflächen ansteht.

Die am Standort vorkommenden prägenden natürlichen Elemente wie z. B. Kiefern, Erlen- und Weidengebüsche, Schilfgräser und die Sand- und Gräserhügel am Küstensaum werden auf dem Grundstück als Biotope neu angelegt. Die geplante Hotel- und Wohnbebauung mit seinen notwendigen Erschließungsanlagen und Terrassenflächen für die Hotel- und SPA-Benutzer liegen damit integriert in einer umgebenen natürlichen Landschaft. Die offenen Wiesenlandschaften der angrenzenden Landschaft werden bis an die Terrassen herangeführt. In diesen Flächen können je nach Bedarf einzelne Teilbereiche als nutzbare Aufenthaltsbereiche im Grünen für Gäste regelmäßig gemäht werden.

Das anfallende Niederschlagswasser wird bis auf die Flächen des Teilgrundstück Wohnen vollständig vor Ort zur Versickerung gebracht und damit die typischen Feuchtbiotope der Landschaft ergänzt.

Die natürlichen umgebenen Landschaftsbestandteile werden wie folgt auf dem Grundstück weitergeführt oder als Zitate verwendet:

- Der Hauptweg für den Kunden und die Nebenwege für die Mitarbeiter sind geschwungen angeordnet. Der Hauptweg besteht aus sandfarbenen großformatigen Betonsteinen und die Nebenwege aus kleinformativen Materialien in einer gleichen farblichen Anmutung.
- An der Südseite des Grundstücks werden Bäume als Baumreihen, bzw. in linearer Anordnung als Knicks mit standortverträglichen klimaresilienten Baumarten gepflanzt. Im Bereich der Parkpalette sind aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse Bäume mit schmaler Baumkrone geplant, z.B. Säuleneichen (*Quercus robur 'Fastigiata'*).
- Innerhalb der Freianlagen werden Kiefern und standortheimische klimaresiliente vorgesehen, die das gesamte Grundstück in die Umgebung besonders integriert. An besonderen Stellen (Insel, Haupteingang und Gebäudeausblick im Norden) werden immergrüne Kiefern (*Pinus*) in skulpturerlicher Anordnung platziert.

Im Bereich der Versickerungsmulden werden für den Standort geeignete Baumarten ausgewählt, z.B. Weiden (Salix)

- Schaffung von ergänzenden strauchartigen Gehölzstrukturen zur räumlichen Gliederung, z. B. als Sichtschutz oder Gliederung der Flächen und als Biotopflächen für die Vogel- und Insektenwelt.
- Wiesen- und Rasenflächen (z.B. bei Entwässerungsmulden) entlang der Hauptwege ermöglichen durch die erhöhte Einsehbarkeit eine benutzerfreundliche Transparenz.
- Findlinge und Kiesflächen als typischer Landschaftsbestandteil auf dem Grundstück an den Gräben und an den geplanten Teich- und Versickerungsflächen angeordnet sind und die gleichzeitig als Lebensraum für Kleinsäuger und heimische Amphibien dienen.
- Stauden- Gräser und Bodendecker-Bepflanzungen z. B. Farne, Gräser, differenziert nach deren spezifischen Anforderungen an den Standort, z. B. nass/trocken bzw. sonnig/schattig.
- Für den Eingangsplatz und Gartennischen werden spezifische Sitzobjekte das Thema heimischer Findlinge neu interpretieren und den Bezug zu Stadtplätzen herstellen.
- In Teilen können am Wasser, sowie im Übergang Wiesen- und Gehölzflächen besondere verblichene skulpturale Totholzstämme eingebracht werden. Dies erhöht neben der ästhetischen Funktion die Schaffung von Lebensräumen für Pilze, Flechten und den darin lebenden Kleinorganismen, die wiederum Nahrungsangebote für die Vogelwelt bieten.

## **11. Vorplanung der Gebäude- und Grundstücksentwässerung**

### **11.1 Beschreibung der geplanten Entwässerungsanlagen**

Die ebenen und gefällelos geplanten, nicht begehbar den Dachflächen der überbauten Bereiche des Gebäudes werden als Retentionsdach ausgebildet.

Die mit Gefälle ausgebildeten Dachflächen (Satteldach) erhalten keine Dachbegrünung. Der detaillierte Aufbau der nutzbaren begrünten und begehbar den Dachflächen ist in Klärung.

Das Niederschlagswasser wird auf den ebenen Dachflächen temporär in einer Speicherschicht (z.B. Optigrün WRB 80 F) zurückgehalten und gedrosselt abgeleitet. Für je 250 m<sup>2</sup> Dachfläche wird planerisch ein Drosselablauf mit einem Abfluss von 0,5 l/sec vorgesehen. Die Notüberläufe und hydraulisch bemessenen Signalgeber zur Ableitung des Starkregens r 5, 100 werden entsprechend der Abflussleistung des Ablaufes in der notwendigen Anzahl als Dachrandabläufe angeordnet.

Das Niederschlagswasser der Satteldächer und Parkdeck gelangt ohne Drosselung über außenliegende Fallrohre in Muldensteine mit Weiterleitung zu begrünen Versickerungsmulden und -gräben.

Der Überflutungsnachweis für ebene Dachflächen erfolgt auf den Dachflächen. Der Nachweis ausreichender Regenrückhaltesysteme im Überflutungsfall für die Satteldächer erfolgt in gebäudenahen Muldensysteme, bzw. in den größeren Schilfmulden, die an vielen Stellen im Gelände natürlich angeordnet werden.

Damit wird erreicht, dass ein großer Teil des Niederschlagswasser vor Ort verbleibt und dem natürlichen Wasserkreislauf mittels Verdunstung und diffuser Versickerung zugeführt wird.

Das auf den befestigten Flächen der Freianlagen (Parkplätze, Wege, Mauern) anfallende Niederschlagswasser auf dem Grundstück Hotel versickert unmittelbar und vollständig über den Belag und deren Fugen (Sickerpflaster) bzw. in angrenzenden versickerungsfähigen Grünflächen und dort angeordneten Mulden. Dies setzt voraus, dass für Auffüllzwecke versickerungsfähige Böden zum Einsatz kommen.

Der Nachweis der Reinigungsfunktion des Sickerpflasters als Behandlungsmaßnahme zur Versickerung belasteter Regenwasserabflüsse erfolgt über die jeweilige DIBt-Zulassung des Herstellers für das verwendete Produkt.

Bei der Versickerung von belasteten Niederschlagwassers über angrenzende Vegetationsflächen oder über Versickerungsmulden (Rasenmulden) übernimmt der Oberboden die Reinigungsfunktion als Behandlungsmaßnahme.

Das auf den befestigten Flächen der Freianlagen (Parkplätze, Wege, Mauern) anfallende Niederschlagswasser auf dem Grundstück Mitarbeiterwohnen wird mittels Straßenabläufe abgeleitet und zusammen mit dem Dachflächenwasser des Wohngebäudes, über einen Drosselschacht zur Einhaltung einer Einleitmengenbegrenzung, an den öffentlichen Kanal angeschlossen

Soweit wiederverwendbar werden für notwendige Auffüllzwecke örtlich anstehende Böden wiederverwendet.

Sämtliche befestigte Flächen sind aus einem wasser- und luftdurchlässigen Aufbau geplant. Der Oberbau der Verkehrsflächen erfolgt in einem filterstabilen Aufbau nach RStO und FGSV mit  $k_f = 1,3 \times 10^{-5}$  m/s in den Untergrund mit  $k_f \geq 5,0 \times 10^{-5}$ .

Auffüllböden soweit erforderlich bestehend aus geliefertem Unterboden und Oberboden sind aus versickerungsfähigem Material mit  $k_f < 1,0 \times 10^{-5}$  m/s aufzubringen.

Die notwendigen Regenrückhaltungsvolumen werden bei befestigten Flächen auf den Oberflächen und angrenzenden Muldensystemen nachgewiesen. Bei Gebäuden mit begrünten Flachdächern erfolgt der Nachweis der Regenrückhaltevolumina (mit gedrosselter Ableitung) entsprechend auf den Dachflächen.

Der Nachweis erfolgt im Rahmen der LP 4 Genehmigungsplanung.

### **11.2 Starkregen / Systemversagen**

Im Falle von Starkregen erfolgt die Regenrückhaltung vollständig auf dem Grundstück gemäß DIN 1986-100 bis einschließlich dem 30-jährigen Regenereignis. Die Regenrückhaltung erfolgt zum Teil auf den begrünten Flachdächern (Retentionssdach) und zum Teil oberflächig auf befestigten Flächen, sowie in Rasenmulden.

Auf dem Grundstück Wohnen Mitarbeiter erfolgt die Entleerung des Regenrückhalteraumes gedrosselt mit Anschluss an den öffentlichen Kanal (s. Einleitmengenbegrenzung).

Auf den Grundstücken Hotel und Parkhaus erfolgt die Entleerung der Regenrückhalteräume durch Versickerung.

Bei Systemversagen erfolgt die oberflächige Ableitung des Niederschlagwassers, über die mittels Geländemodellierung ausgebildeten Notwasserwege, primär zunächst in die Regenrückhalteräume in den Außenanlagen. Diese verfügen rechnerisch über Reserven im Rückhaltevolumen, welche über den für den Nachweis nach DIN erforderlichen Volumina hinaus gehen. Erst wenn die Regenrückhalteräume in den Außenanlagen überlaufen, erfolgt der Notwasserweg über die Grundstücksgrenzen, wie im Plan dargestellt.

Die Notwasserwege vom Nachbargrundstück des Pflegeheims, welche bei Systemversagen über die Grundstücksgrenzen hinaus auf die Teilgrundstücke Hotel + Wohnen Mitarbeiter führen (Quelle: Bestand Starkregen Gefahren - extremes Ereignis - GeoPortal.MV Zugriff 02.06.2025), sind im BV aja-Resort Boltenhagen entsprechend mit berücksichtigt.

### **11.3 Kanalanschluss Schmutz- und Regenwasser**

Die Entwässerung des Grundstücks und Objekte ist innerhalb und außerhalb der neugeplanten Gebäude als Trennsystem vorgesehen, d.h. Schmutz- und Regenwasser werden über separate Kanalleitungen bis zu den Übergabeschächten an den Grenzen geführt.

Unmittelbar vor jedem Anschluss an die öffentliche Abwasseranlage ist ein Schacht (Revisionsschacht) mit einer Mindestnennweite DN 1000 auf dem Grundstück geplant.

Die Grundleitung zwischen der Kanalanschlussleitung und dem Revisionsschacht wird ohne Richtungsänderung in der Nennweite des Anschlusskanals (Kanalanschlussleitung) hergestellt.

- Abwasseranschluss - Grundstück Hotel mit Leitung-SW nach Vorgabe TGA-Planung.
- Abwasseranschluss - Grundstück Wohnen mit Leitung-RW in > DN 150 gemäß Berechnung der Drosselgröße und hydraulischer Dimensionierung in LP 4.

Die Gefahr einer schadhaften Überflutung der Gebäude bei einem Rückstau von Niederschlagswasser ist nicht vorhanden. Das Wohngebäude liegt höher als die vorgesehene Anschlussstelle im Westen des Grundstücks.

Da die Objektanschlusshöhen im Erdgeschoss des Hotels

(OKFF = Bau-Null +/- 0,00 = 2,25 m NHN definiert wurden, liegen diese über den Rückstauhöhen des SW-Kanals am Anschlusspunkt in der Straße Ostseeallee.

Sollten Entwässerungsgegenstände in einem Untergeschoss vorliegen, so sind diese über eine Hebeanlage zu entwässern.

## **12. Erschließung**

Das Hotel wird für den Individualverkehr über eine bügelförmige Vorfahrt von der Ostseeallee erreicht. Aus Gründen notwendiger Rangierverkehre für die Anlieferung erfolgt die Zufahrt des Anlieferhofes nicht getrennt von der Hotel-Vorfahrt.

In Nähe zum Haupteingang kann an der ZU- und Ausfahrt seitlich ein Taxistand, bzw. Be- und Entladezone für Gäste für 1-2 Fahrzeuge berücksichtigt werden.

Von der angrenzenden Bushaltstelle gelangt man über einen Fußweg zum Vorplatz am Haupteingang des Hotels.

Die Erschließung des Wohngebäudes und der Parkpalette für das Hotel und SPA erfolgt über die neu projektierte Erschließungsstraße zum Reiterhof.

## **13. Müllentsorgung**

Für die Abfallstoffe des Wohngebäudes wird an der Erschließungsstraße zum Reiterhof in den Freianlagen ein Müllsammelplatz angelegt und dort in abschließbaren Abfallschränken gesammelt und können von dort unmittelbar über die Erschließungsstraße zum Reiterhof durch die örtliche Abfallentsorgung abgeholt werden. Der Müllplatz wird mit Hecken eingegrenzt.

Die Entsorgung der Abfallstoffe des Gewerbebetriebes Hotel erfolgt entweder privat, bzw. über die öffentlichen Abfallentsorger des Kreises.

Der Standort für die Abfallsammlung bis zum Abholtag erfolgt in einem Müllraum innerhalb des Hotelgebäudes im Bereich der Anlieferung.

#### **14. Bewässerung der Freianlagen**

Die einfache intensive Dachbegrünung benötigt keine Bewässerung, da die Pflanzenauswahl für den Standort erfolgt.

Die Bewässerung der Anpflanzungen sind im üblichen Rahmen der Fertigstellungspflege (Ende Juni) erforderlich und in der Entwicklungspflege bei zu erwartenden längeren Trockenperioden sinnvoll.

Die Baumstandorte erhalten während der Anwachszeit Gießsäcke.

Die Bewässerung der intensiv bepflanzten Bereiche mit Stauden und Gräser am Hotel erfolgt bei Bedarf über außenliegende Zapfstellen am Gebäude.

Die Rasen- Wiesen und Wildstaudenflächen sind nur bei zu erwartenden längeren Trockenperioden in der Anwuchszeit im Rahmen der Fertigstellungspflege manuell zu wässern.

Die gewählten Pflanzenarten sind dafür entsprechend ausgewählt.



Landschaftsarchitekt

An  
Landkreis Nordwestmecklenburg  
untere Wasserbehörde  
Postfach 1565  
23958 Wismar

## **Antrag auf Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer**

### **1. Antragsteller:**

Firma/Verein/Institution:	Name	
	Vorname	
	Straße, Hausnummer	
	Ortsteil	
	PLZ	Ort
	Telefon/Telefax/E-Mail	

### **2. Planverfasser:**

Name/ Bezeichnung:	
Anschrift:	
Ansprechpartner:	Telefon/Telefax/E-Mail

### **3. Betroffenes Grundstück:**

Straße, Hausnummer		
Ortsteil	PLZ	Ort
Gemarkung/ Flur/ Flurstück		
Ist der Antragsteller Eigentümer des Grundstückes?		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Wenn „nein“, Name und Anschrift des Eigentümers		

**Versickerungsanlage: H\_AU-01**

Flächenversickerung über als Behandlungsmaßnahme geeignetes Sickerpflaster mit DIBt-Zulassung

Grundwasserflurabstand: 1,10 m

**4. Abwasserherkunft und Belastungskategorie nach DWA A 102-2 Anhang A:**

Angeschlossene befestigte Fläche A b,a		Belastungskategorie			Flächen- gruppe
Flächenart (zB.)	Größe in ha	I	II	III	
Dachfläche					
Verkehrsfläche					
Summenwerte in ha		I	II	III	
Anteile in %	100				

**5. Lage der Einleitstelle:**

Einleitung in das		
<input type="checkbox"/> Grundwasser	<input type="checkbox"/> Oberflächengewässer	
	Name/Bezeichnung	
Gemarkung		
Flur		
Flurstück		
ETRS 89	Ost:	Nord:
Ist der Antragsteller Eigentümer des Grundstückes?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wenn „nein“, Name und Anschrift des Eigentümers		

**Versickerungsanlage: H\_MU-01**

Flächenversickerung über Rasenmulde mit 20 cm Oberboden

Grundwasserflurabstand: 0,60 m

**4. Abwasserherkunft und Belastungskategorie nach DWA A 102-2 Anhang A:**

Angeschlossene befestigte Fläche A b,a		Belastungskategorie			Flächen- gruppe
Flächenart (zB.)	Größe in ha	I	II	III	
Dachfläche					
Verkehrsfläche					
Summenwerte in ha		I	II	III	
Anteile in %	100				

**5. Lage der Einleitstelle:**

Einleitung in das		
<input type="checkbox"/> Grundwasser	<input type="checkbox"/> Oberflächengewässer	
	Name/Bezeichnung	
Gemarkung		
Flur		
Flurstück		
ETRS 89	Ost:	Nord:
Ist der Antragsteller Eigentümer des Grundstückes?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wenn „nein“, Name und Anschrift des Eigentümers		

**Versickerungsanlage: H\_MU-02**

Flächenversickerung über Rasenmulde mit 20 cm Oberboden

Grundwasserflurabstand: 0,60 m

**4. Abwasserherkunft und Belastungskategorie nach DWA A 102-2 Anhang A:**

Angeschlossene befestigte Fläche A b,a		Belastungskategorie			Flächen- gruppe
Flächenart (zB.)	Größe in ha	I	II	III	
Dachfläche					
Verkehrsfläche					
Summenwerte in ha		I	II	III	
Anteile in %	100				

**5. Lage der Einleitstelle:**

Einleitung in das		
<input type="checkbox"/> Grundwasser	<input type="checkbox"/> Oberflächengewässer	
	Name/Bezeichnung	
Gemarkung		
Flur		
Flurstück		
ETRS 89	Ost:	Nord:
Ist der Antragsteller Eigentümer des Grundstückes?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wenn „nein“, Name und Anschrift des Eigentümers		

**Versickerungsanlage: P\_MU-01**Flächenversickerung (der Kleinstfläche von nur ca. 64 m<sup>2</sup>) über Rasenmulde mit 30 cm Oberboden

Grundwasserflurabstand: 0,30 m

**4. Abwasserherkunft und Belastungskategorie nach DWA A 102-2 Anhang A:**

Angeschlossene befestigte Fläche A b,a		Belastungskategorie			Flächen- gruppe
Flächenart (zB.)	Größe in ha	I	II	III	
Dachfläche					
Verkehrsfläche					
Summenwerte in ha		I	II	III	
Anteile in %	100				

**5. Lage der Einleitstelle:**

Einleitung in das		
<input type="checkbox"/> Grundwasser	<input type="checkbox"/> Oberflächengewässer	
	Name/Bezeichnung	
Gemarkung		
Flur		
Flurstück		
ETRS 89	Ost:	Nord:
Ist der Antragsteller Eigentümer des Grundstückes?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wenn „nein“, Name und Anschrift des Eigentümers		

6. Einleitmenge: \_\_\_\_\_ l/s

7. Geplante / vorhandene Abwasserbehandlungs-/ Rückhalte- oder Versickerungsanlage:

<input type="checkbox"/>	Abwasserbehandlungs-/ Rückhalteanlage als .....
<input type="checkbox"/>	Muldenversickerungsanlage
<input type="checkbox"/>	Rigolen-/ Rohrrigolenversickerungsanlage
<input type="checkbox"/>	Muldenrigolenversickerungsanlage
<input type="checkbox"/>	Schachtversickerungsanlage
<input type="checkbox"/>	.....

8. Folgende Unterlagen sind dem Antrag beizufügen:

8.1 - bei Einleitungen von Grundstücken bis 500 m<sup>2</sup> und nichtgewerblicher Nutzung

- Flurkartenauszug (aktuell)
- Lageplan enthaltend  
- genaue Lage der Abwasserbehandlungs-/ Rückhalte- oder Versickerungsanlage (Darstellung jeweils durch roten Kreis), des Entwässerungssystems und der Einleitstelle
- Kurze Beschreibung und Skizze mit Angaben zu Abmessungen, Bauart, Baujahr, Größe der Versickerungsanlage; Bemessung der Versickerungsanlage gem. Arbeitsblatt DWA-A 138
- Nachweis der Versickerungsfähigkeit des Bodens durch ein Baugrundgutachten (empfohlen durch die Untere Wasserbehörde) bzw. eigenständig durchgeföhrter Versickerungsversuch und Versuchsprotokoll gemäß beigefügter **Anlage 1**)
- Ausführungen zur Einleitstelle bei Benutzung eines oberirdischen Gewässers/ Rohrleitung
- Zustimmung des Grundstückseigentümers, wenn Antragsteller/in nicht Grundstücks-eigentümer ist

## **8.2 - für Einleitungen außer 8.1**

- Entwässerungsplan mit Kennzeichnung des Einzugsgebietes, farbliche Kennzeichnung der Einstufung der Flächen nach DWA-M 153/DWA-A 102, der Abwasserbehandlungsanlage (Darstellung jeweils durch roten Kreis), des Entwässerungssystems, der Einleitstelle
- Unterlagen zur Abwasseranlage (Darstellung, Prüfzeichennachweise; technische Datenblätter, bauaufsichtliche Zulassung)
- Bemessung der Versickerungsanlage gemäß DWA-A 138
- Baugrundgutachten zum Nachweis der Versickerungsfähigkeit des Bodens und Ermittlung des Grundwasserstandes/Grundwasserflurabstandes
- hydraulische Berechnung des Entwässerungssystems gemäß DWA-A 118
- Nachweis der Emission bei Benutzung oberirdischer Gewässer durch Vorlage der Bewertung der stofflichen Belastung des Niederschlagswassers und ggf. erforderlicher Abwasserbehandlungsanlagen nach DWA-A 102/ Teil 2
- Nachweis der Immission durch Vorlage der Relevanzprüfung bzw. vereinfachten Nachweis oder ggf.- detaillierten Nachweis nach DWA-M 102/ Teil 3
- Nachweis der qualitativen und quantitativen Gewässerbelastung durch die Niederschlagswassereinleitung nach DWA-M 153 bei Grundwasserbenutzungen
- Zustimmung des Grundstückseigentümers, wenn Antragsteller/in nicht Grundstücks-eigentümer des Baugrundstückes ist
- Ausführungen zur Einleitstelle bei Benutzung eines oberirdischen Gewässers/ Rohrleitung

## **9. Bestätigung der Angaben**

Mit meiner Unterschrift bestätige ich die Richtigkeit der von mir gemachten Angaben.

-----  
Ort, Datum

-----  
Unterschrift

## Anlage 1 – Antrag zur Versickerung von Niederschlagswasser

Zum Nachweis der Versickerungsfähigkeit bedarf es eines Gutachtens über die hydraulische Leitfähigkeit der im Untergrund anstehenden Bodenschichten.

Für einen bestimmten Anwendungsbereich kann die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes eigenständig ermittelt werden.

**Bei der eigenständigen Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes ist besondere Sorgfalt anzuwenden und eine Dokumentation vorzunehmen. Der unteren Wasserbehörde (uWB) ist die Teilnahme am Versickerungsversuch zu ermöglichen, dazu ist die Versuchsdurchführung der uWB mindestens drei Tage vorher telefonisch (03841/30406610) anzukündigen.**

**Anwendungsbereich:** GRZ<sup>1</sup> ≤ 0,15  
für Flächen- oder Muldenversickerung  
keine stark bindigen Böden (Lehm, Ton)

Die Durchlässigkeit des Bodens wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) in m/s ausgedrückt. Eine Möglichkeit, die Sickerfähigkeit des Bodens relativ einfach zu ermitteln, ist ein Handschurf nach Zunker. Dazu ist eine Schürfgrube mit den Abmessungen von mind. 50x50 cm und einer Tiefe von ca. 1 m unter dem geplanten Zulaufniveau auszuheben. Die Schürfgrube ist daraufhin etwa 1 m hoch mit Wasser aufzufüllen. Der Wasserstand ist nun eine Stunde lang konstant zu halten. Bei größeren Absenkungen ist regelmäßig Wasser nachzufüllen. Ziel ist es, eine Wassersättigung des Bodens herbeizuführen.

### Beispiel:

	Ablesung Zollstock	Absenkung
Messbeginn	1,27 cm	
nach 15 min	1,21 cm	6 cm
nach 30 min	1,18 cm	3 cm
nach 45 min	1,17 cm	1 cm
nach 60 min	1,16 cm	1 cm
nach 75 min	1,15 cm	1 cm
nach 90 min	1,14 cm	1 cm

→ Mittelwert 1 cm in 15 min

### $k_f$ -Wert rechnerisch ermitteln

$$1,00 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$
$$15 \text{ min} = 900 \text{ s}$$

$$0,01/900 \text{ s} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

**Versickerungsrelevanter Bereich gemäß DWA**  
 **$1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  bis  $5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$**

<sup>1</sup> Die GRZ (Grundflächenzahl) gibt den überbauten Flächenanteil eines Grundstückes an. Bei der Ermittlung der GRZ wird die Summe der Grundflächen aller baulichen Anlagen durch die Größe des Grundstücks dividiert.

**Musterformblatt zur eigenständigen Ermittlung des  $k_f$ -Wertes  
als Anlage zum Antrag auf Versickerung von Niederschlagswasser**

**1. Versuchsprotokoll**

<b>Ablesung nach</b>	<b>Messbeginn</b>	<b>cm</b>	<b>Entspricht einer Absenkung von</b>
15 min		cm	cm
30 min		cm	cm
45 min		cm	cm
60 min		cm	cm
75 min		cm	cm
Durchschnittliche Absenkung			cm / 15 min
$K_f$ - Wert			m/s

**2. Erforderliche Unterlagen und Angaben**

- Ermittlung der GRZ (Nachweis mit entsprechenden Unterlagen)
- wurde Grundwasser erschlossen:  nein  ja, Tiefe bei .....m unter GOK
- kurze Beschreibung des Bodens:
  - Kies
  - Sand
  - Ton
- Lageplan, mit Angabe der Abmessungen der Schürfgrube
- Fotodokumentation, ein Foto vor Beginn der Messung und zu jeder Ablesung

**3. Bestätigung der Angaben**

Mit meiner Unterschrift bestätige ich die Richtigkeit der von mir gemachten Angaben.

Datum, Ort

Unterschrift

# Lageplan

M 1:500



**REGENSPENDEN**

**Grundlage**

Programm: itwh KOSTRA-DWD 2020  
Rasterfeld: Spalte 159, Zeile 73

Version: 4.1.3.785

Berechnungsmethode: Zuschlag Toleranzwert UC

**r** Regenspende in Liter pro Sekunde auf einem Hektar [l/s\*ha]

**D** Regendauer in Minuten [min]

**T** Wiederkehrintervall in Jahren [a]

**rD,T** Regenspende der Regendauer und Jährlichkeit in Liter pro Sekunde auf einem Hektar [l/s\*ha]

**UC** Zuschlag Toleranzwert je Wiederkehrintervall in Prozent [%]

D	rD,T T = 2	UC	rD,2 (inkl. UC)	rD,T T = 5	UC	rD,5 (inkl. UC)	rD,T T = 30	UC	rD30 (inkl. UC)	rD,T T = 100	UC	rD,100 (inkl. UC)
5	233,3	12	<b>261,3</b>	300,0	12	<b>336,0</b>	443,3	13	<b>500,9</b>	556,7	13	<b>629,1</b>
10	158,3	11	<b>175,7</b>	203,3	13	<b>229,7</b>	300,0	16	<b>348,0</b>	378,3	17	<b>442,6</b>
15	123,3	13	<b>139,3</b>	157,8	15	<b>181,5</b>	232,2	18	<b>274,0</b>	292,2	19	<b>347,7</b>
20	101,7	14	<b>115,9</b>	130,0	16	<b>150,8</b>	192,5	19	<b>229,1</b>	241,7	20	<b>290,0</b>
30	77,2	15	<b>88,8</b>	98,3	18	<b>116,0</b>	145,6	21	<b>176,2</b>	182,8	22	<b>223,0</b>
45	57,8	16	<b>67,0</b>	73,7	18	<b>87,0</b>	108,9	21	<b>131,8</b>	137,0	22	<b>167,1</b>
60	46,9	16	<b>54,4</b>	59,7	18	<b>70,4</b>	88,3	21	<b>106,8</b>	111,4	23	<b>137,0</b>
90	34,8	16	<b>40,4</b>	44,4	18	<b>52,4</b>	65,6	21	<b>79,4</b>	82,6	22	<b>100,8</b>
120	28,1	15	<b>32,3</b>	35,8	18	<b>42,2</b>	53,1	21	<b>64,3</b>	66,7	22	<b>81,4</b>
180	20,7	14	<b>23,6</b>	26,5	17	<b>31,0</b>	39,1	20	<b>46,9</b>	49,2	21	<b>59,5</b>
240	16,7	14	<b>19,0</b>	21,3	16	<b>24,7</b>	31,5	19	<b>37,5</b>	39,7	21	<b>48,0</b>
360	12,3	13	<b>13,9</b>	15,7	16	<b>18,2</b>	23,2	18	<b>27,4</b>	29,2	20	<b>35,0</b>
540	9,0	13	<b>10,2</b>	11,5	15	<b>13,2</b>	17,1	18	<b>20,2</b>	21,5	19	<b>25,6</b>
720	7,3	12	<b>8,2</b>	9,3	14	<b>10,6</b>	13,7	17	<b>16,0</b>	17,2	18	<b>20,3</b>
1.080	5,3	12	<b>5,9</b>	6,8	14	<b>7,8</b>	10,1	17	<b>11,8</b>	12,7	18	<b>15,0</b>
1.440	4,3	12	<b>4,8</b>	5,5	14	<b>6,3</b>	8,1	16	<b>9,4</b>	10,2	17	<b>11,9</b>
2.880	2,5	13	<b>2,8</b>	3,2	14	<b>3,6</b>	4,8	16	<b>5,6</b>	6,0	17	<b>7,0</b>
4.320	1,9	13	<b>2,1</b>	2,4	14	<b>2,7</b>	3,5	16	<b>4,1</b>	4,4	17	<b>5,1</b>
5.760	0,0	14	<b>0,0</b>	0,0	15	<b>0,0</b>	0,0	16	<b>0,0</b>	0,0	17	<b>0,0</b>
7.200	0,0	15	<b>0,0</b>	0,0	15	<b>0,0</b>	0,0	17	<b>0,0</b>	0,0	18	<b>0,0</b>
8.640	0,0	16	<b>0,0</b>	0,0	16	<b>0,0</b>	0,0	17	<b>0,0</b>	0,0	18	<b>0,0</b>
10.080	0,0	16	<b>0,0</b>	0,0	16	<b>0,0</b>	0,0	17	<b>0,0</b>	0,0	18	<b>0,0</b>

aaja Resort, 23946 Boltenhagen

Stand 19.06.2025

## FLÄCHEN und ABFLUSSMENGEN

<b>rD,T</b>	Regenspende der Regendauer und Jährlichkeit in Liter pro Sekunde auf einem Hektar [l/s*ha]
<b>D</b>	Regendauer in Minuten [min]
<b>Cs</b>	Spitzenabflussbeiwert in Faktor [%/100]
<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]
<b>Q</b>	Abflussmenge in Liter pro Sekunde [l/s]
<b>n H</b>	Anzahl Hauptabläufe
<b>Q H</b>	Abflussmenge je Hauptablauf
<b>T</b>	Wiederkehrintervall in Jahren [a]
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]
<b>RR</b>	mit Regenrückhaltung
<b>Qdr</b>	max. Drosselmenge in Liter pro Sek. [l/s]
<b>n N</b>	Anzahl Notabläufe / Notüberläufe
<b>Q N</b>	Abflussmenge je Notablauf / Notüberlauf

### Formel zur Berechnung des Regenwasserabflusses:

$$Q = AE \times C \times r(D,T) / 10.000$$

### Regenspenden nach itwh KOSTRA-DWD 2020

Bemessung Grundstücksflächen **r5,2** 261,3 l/(s\*ha)

Bemessung Dachflächen **r5,5** 336,0 l/(s\*ha)

Notentwässerung Grundstücksflächen **r5,30** 500,9 l/(s\*ha) C = 1,0

Notentwässerung Dachflächen **r5,100** 629,1 l/(s\*ha) C = 1,0

Flächenbezeichnung	AE	Cs	Cm	Qdr	Qr5,2	Qr5,5	Qr5,30	Qr5,100
--------------------	----	----	----	-----	-------	-------	--------	---------

**Gesamtübersicht** **19.883,00 m<sup>2</sup>** ← Aufmaß, Vermessungsbüro Kerstin Siwek, vom 08.06.2022

**Teilgrundstück Hotel** **12.741,00 m<sup>2</sup>**

### Flächen mit Anschluss an Entwässerungssystem

H_DA Dachflächen	4.737,32
H_AU Außenanlagen	3.880,58

### Flächen ohne Anschluss an Entwässerungssystem

befestigte Kleinstflächen	551,96
Vegetation (inkl. Traufstreifen)	3.571,14

**Teilgrundstück Parkhaus** **4.252,00 m<sup>2</sup>**

### Flächen mit Anschluss an Entwässerungssystem

P_DA Dachflächen	1.802,31
P_AU Außenanlagen	1.117,10

### Flächen ohne Anschluss an Entwässerungssystem

befestigte Kleinstflächen	100,72
Vegetation (inkl. Traufstreifen)	1.231,87

**Teilgrundstück Wohnen** **2.890,00 m<sup>2</sup>**

### Flächen mit Anschluss an Entwässerungssystem **0,00 l/s Kanalanschluss**

W_DA Dachflächen	852,21
W_AU Außenanlagen	1.082,83

### Flächen ohne Anschluss an Entwässerungssystem

befestigte Kleinstflächen	91,73
Vegetation (inkl. Traufstreifen)	863,23

Flächenbezeichnung	AE	Cs	Cm	Qdr	Qr5,2	Qr5,5	Qr5,30	Qr5,100
<b>Hotel - Dachflächen</b>	<b>4.737,32 m<sup>2</sup></b>							
<b>H_DA-01 Schrägdach (ohne RR)</b>	<b>759,43</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>		<b>19,84</b>	<b>25,52</b>	<b>38,04</b>	<b>47,78</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	759,43	1,00	0,90		19,84	25,52	38,04	47,78
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30		38,04		<b>n H = 5</b>		<b>Q H = 7,61</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qr5,5		22,26		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-02 Schrägdach (ohne RR)</b>	<b>674,47</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>		<b>17,62</b>	<b>22,66</b>	<b>33,78</b>	<b>42,43</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	674,47	1,00	0,90		17,62	22,66	33,78	42,43
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30		33,78		<b>n H = 5</b>		<b>Q H = 6,76</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qr5,5		19,77		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-03 Schrägdach (ohne RR)</b>	<b>674,47</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>		<b>17,62</b>	<b>22,66</b>	<b>33,78</b>	<b>42,43</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	674,47	1,00	0,90		17,62	22,66	33,78	42,43
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30		33,78		<b>n H = 5</b>		<b>Q H = 6,76</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qr5,5		19,77		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-04 Schrägdach (ohne RR)</b>	<b>674,47</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>		<b>17,62</b>	<b>22,66</b>	<b>33,78</b>	<b>42,43</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	674,47	1,00	0,90		17,62	22,66	33,78	42,43
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30		33,78		<b>n H = 5</b>		<b>Q H = 6,76</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qr5,5		19,77		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-05 Flachdach (mit RR)</b>	<b>239,32</b>	<b>0,56</b>	<b>0,41</b>	<b>0,50</b>	<b>3,53</b>	<b>4,55</b>	<b>11,99</b>	<b>15,06</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	48,19	1,00	0,90		1,26	1,62	2,41	3,03
Kiesschüttung ( $\leq 5\%$ )	26,31	0,80	0,80		0,55	0,71	1,32	1,66
Extensivbegrünung H ab 10 cm ( $\leq 5\%$ )	164,82	0,40	0,20		1,72	2,22	8,26	10,37
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>509,10</b>		<b>0,67</b>		<b>10,57</b>	<b>13,61</b>	<b>25,51</b>	<b>32,04</b>
H_DA-02 zu 1/5	134,89		0,90		3,52	4,53	6,76	8,49
H_DA-03 zu 1/5	134,89		0,90		3,52	4,53	6,76	8,49
H_DA-05	239,32		0,41		3,53	4,55	11,99	15,06
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	191,13							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qdr		0,50		<b>n H = 1</b>		<b>Q H = 0,50</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qdr		31,54		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			

Flächenbezeichnung	AE	Cs	Cm	Qdr	Qr5,2	Qr5,5	Qr5,30	Qr5,100
<b>H_DA-06 Flachdach (mit RR)</b>	<b>241,04</b>	<b>0,57</b>	<b>0,42</b>	<b>1,00</b>	<b>3,61</b>	<b>4,64</b>	<b>12,08</b>	<b>15,16</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	51,92	1,00	0,90		1,36	1,74	2,60	3,27
Kiesschüttung ( $\leq 5\%$ )	26,29	0,80	0,80		0,55	0,71	1,32	1,65
Extensivbegrünung H ab 10 cm ( $\leq 5\%$ )	162,83	0,40	0,20		1,70	2,19	8,16	10,24
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>510,82</b>		<b>0,67</b>		<b>10,65</b>	<b>13,70</b>	<b>25,60</b>	<b>32,14</b>
H_DA-02 zu 1/5	134,89		0,90		3,52	4,53	6,76	8,49
H_DA-03 zu 1/5	134,89		0,90		3,52	4,53	6,76	8,49
H_DA-06	241,04		0,42		3,61	4,64	12,08	15,16
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	189,12							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qdr		1,00		<b>n H = 2</b>		<b>Q H = 0,50</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qdr		31,14		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-07 Flachdach (mit RR)</b>	<b>358,47</b>	<b>0,44</b>	<b>0,25</b>	<b>2,00</b>	<b>4,09</b>	<b>5,25</b>	<b>17,96</b>	<b>22,56</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	13,16	1,00	0,90		0,34	0,44	0,66	0,83
Kiesschüttung ( $\leq 5\%$ )	13,16	0,80	0,80		0,28	0,35	0,66	0,83
Extensivbegrünung H ab 10 cm ( $\leq 5\%$ )	332,15	0,40	0,20		3,47	4,46	16,64	20,90
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>1.408,87</b>		<b>0,65</b>	<b>-1,00</b>	<b>18,19</b>	<b>23,37</b>	<b>44,98</b>	<b>88,64</b>
H_DA-02 zu 2/5	269,79		0,90		7,05	9,06	13,51	16,97
H_DA-03 zu 2/5	269,79		0,90		7,05	9,06	13,51	16,97
H_DA-07	358,47		0,25		4,09	5,25	17,96	22,56
<b>H_DA-06 (inkl. Anteil von H_DA-02+03)</b>	<b>510,82</b>		0,67	<b>-1,00</b>				32,14
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	345,31							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qdr		2,00		<b>n H = 2</b>		<b>Q H = 1,00</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qdr		86,64		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-08 Flachdach (mit RR)</b>	<b>617,69</b>	<b>0,47</b>	<b>0,29</b>	<b>1,50</b>	<b>7,54</b>	<b>9,71</b>	<b>30,95</b>	<b>38,86</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	42,27	1,00	0,90		1,10	1,42	2,12	2,66
Kiesschüttung ( $\leq 5\%$ )	41,27	0,80	0,80		0,86	1,11	2,07	2,60
Extensivbegrünung H ab 10 cm ( $\leq 5\%$ )	534,15	0,40	0,20		5,58	7,18	26,76	33,60
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	547,35							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qdr		1,50		<b>n H = 3</b>		<b>Q H = 0,50</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qdr		37,36		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			
<b>H_DA-09 Flachdach (mit RR)</b>	<b>497,96</b>	<b>0,51</b>	<b>0,34</b>	<b>1,50</b>	<b>6,63</b>	<b>8,51</b>	<b>24,95</b>	<b>31,34</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	48,42	1,00	0,90		1,27	1,63	2,43	3,05
Kiesschüttung ( $\leq 5\%$ )	63,03	0,80	0,80		1,32	1,69	3,16	3,97
Extensivbegrünung H ab 10 cm ( $\leq 5\%$ )	386,51	0,40	0,20		4,04	5,19	19,36	24,32
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	449,54							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qdr		1,50		<b>n H = 3</b>		<b>Q H = 0,50</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qdr		29,84		<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			

Flächenbezeichnung	AE	Cs	Cm	Qdr	Qr5,2	Qr5,5	Qr5,30	Qr5,100
<b>Hotel - Außenanlagen</b>					<b>3.880,58 m<sup>2</sup></b>			
<b>H_AU-01 Verkehrsfläche (mit RR)</b>	<b>1.100,30</b>	<b>0,81</b>	<b>0,61</b>		<b>23,34</b>	<b>30,01</b>	<b>55,11</b>	<b>69,22</b>
Pflaster, Platten, wassergeb. Flächen	943,76	0,90	0,70		22,19	28,54	47,27	59,37
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	156,54	0,28	0,10		1,15	1,47	7,84	9,85
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>696,24</b>			<b>-0,50</b>				
H_AU-01 abzügl. Fl. m. Einstaumögl.	696,24							
<b>H_DA-05 (inkl. Anteil von H_DA-02+03)</b>	<b>509,10</b>			<b>-0,50</b>				
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	404,06							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Versickerung über Sickerpflaster und Vegetationsflächen							
<b>H_AU-02 Verkehrsfläche (ohne RR)</b>	<b>394,24</b>	<b>0,71</b>	<b>0,55</b>		<b>7,26</b>	<b>9,34</b>	<b>19,75</b>	<b>24,81</b>
Beton, Asphalt, Einbauten usw.	46,83	1,00	0,90		1,22	1,57	2,35	2,95
Pflaster, Platten, wassergeb. Flächen	211,57	0,90	0,70		4,98	6,40	10,60	13,31
Tennenfl., lockerer Kies, Schotterrasen	135,84	0,30	0,20		1,06	1,37	6,80	8,55
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30 =		19,75		<b>n H = 1</b>		<b>Q H = 19,75</b>	
<b>H_AU-03 Verkehrsfläche (ohne RR)</b>	<b>743,22</b>	<b>0,82</b>	<b>0,64</b>		<b>16,00</b>	<b>20,57</b>	<b>37,23</b>	<b>46,76</b>
Beton, Asphalt, Einbauten usw.	8,11	1,00	0,90		0,21	0,27	0,41	0,51
Pflaster, Platten, wassergeb. Flächen	639,47	0,90	0,70		15,04	19,34	32,03	40,23
Tennenfl., lockerer Kies, Schotterrasen	95,64	0,30	0,20		0,75	0,96	4,79	6,02
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30 =		37,23		<b>n H = 1</b>		<b>Q H = 37,23</b>	
<b>H_MU-01 Rasenmulde (mit RR)</b>	<b>601,74</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>		<b>3,14</b>	<b>4,04</b>	<b>30,14</b>	<b>37,86</b>
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	601,74	0,20	0,10		3,14	4,04	30,14	37,86
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>1.068,71</b>			<b>-1,50</b>				
H_AU-02	394,24							
H_DA-04	674,47							
<b>H_DA-08</b>	<b>617,69</b>			<b>-1,50</b>				
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	522,60	(Ø Fläche Einstau in Mulde)						
<b>H_MU-02 Rasenmulde (mit RR)</b>	<b>1.041,08</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>		<b>5,44</b>	<b>7,00</b>	<b>52,15</b>	<b>65,49</b>
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	1.041,08	0,20	0,10		5,44	7,00	52,15	65,49
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>3.673,86</b>			<b>-3,50</b>				
P_DA-01	1.802,31							
P_AU-02	99,12							
H_AU-03	743,22							
H_DA-01	759,43							
H_DA-02 zu 1/5	134,89							
H_DA-03 zu 1/5	134,89							
<b>H_DA-07 (inkl. Anteil v. H_DA-02+03+06)</b>	<b>1.919,69</b>			<b>-2,00</b>				
<b>H_DA-09</b>	<b>497,96</b>			<b>-1,50</b>				
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	1.857,28	(Ø Fläche Einstau in Mulde)						
								-> teilw. auf Grundstück Parkhaus

Flächenbezeichnung	AE	Cs	Cm	Qdr	Qr5,2	Qr5,5	Qr5,30	Qr5,100
--------------------	----	----	----	-----	-------	-------	--------	---------

**Hotel - Flächen ohne Anschluss an das Entwässerungssystem**

<b>befestigte Kleinstflächen</b>	<b>551,96</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>		<b>14,42</b>	<b>18,55</b>	<b>27,65</b>	<b>34,72</b>
Beton, Pflaster, Grand, Sand, Kies, etc.	551,96	1,00	0,90		14,42	18,55	27,65	34,72
<b>Vegetation (inkl. Traufstreifen)</b>	<b>3.571,14</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>		<b>18,66</b>	<b>24,00</b>	<b>178,88</b>	<b>224,66</b>
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	3.571,14	0,20	0,10		18,66	24,00	178,88	224,66

**Parkhaus - Dachflächen** **1.802,31 m<sup>2</sup>**

<b>P_DA-01 Flachdach (ohne RR)</b>	<b>1.802,31</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>		<b>47,09</b>	<b>60,56</b>	<b>90,28</b>	<b>113,38</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	1.802,31	1,00	0,90		47,09	60,56	90,28	113,38
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,5 = 60,56 <b>n H</b> = gemäß Planung TGA / Hochbau							
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qr5,5 = 66,29 <b>n N</b> = gemäß Planung TGA / Hochbau							

**Parkhaus - Außenanlagen** **1.117,10 m<sup>2</sup>**

<b>P_AU-01 Verkehrsfläche (ohne RR)</b>	<b>64,21</b>	<b>0,90</b>	<b>0,70</b>		<b>1,51</b>	<b>1,94</b>	<b>3,22</b>	<b>4,04</b>
Pflaster, Platten, wassergeb. Flächen	64,21	0,90	0,70		1,51	1,94	3,22	4,04
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30 = 3,22 <b>n H</b> = 1 <b>Q H</b> = 3,22							

<b>P_AU-02 Verkehrsfläche (ohne RR)</b>	<b>99,12</b>	<b>0,30</b>	<b>0,20</b>		<b>0,78</b>	<b>1,00</b>	<b>4,96</b>	<b>6,24</b>
Tennenfl., lockerer Kies, Schotterrasen	99,12	0,30	0,20		0,78	1,00	4,96	6,24
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	0,00							
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30 = 4,96 <b>n H</b> = 1 <b>Q H</b> = 4,96							

<b>P_MU-01 Rasenmulde (mit RR)</b>	<b>53,84</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>		<b>0,28</b>	<b>0,36</b>	<b>2,70</b>	<b>3,39</b>
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	53,84	0,20	0,10		0,28	0,36	2,70	3,39
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>64,21</b>							
P_AU-01	64,21							
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	47,66 (Ø Fläche Einstau auf Belag)							

<b>H_MU-01 Rasenmulde (mit RR)</b>	<b>899,93</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>		<b>4,70</b>	<b>6,05</b>	<b>45,08</b>	<b>56,61</b>
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	899,93	0,20	0,10		4,70	6,05	45,08	56,61
MULDE GEHÖRT MIT ZU GRUNDSTÜCK HOTEL: EINZUG UND FLÄCHE FÜR RÜCKSTAU SIEHE -> teilw. auf Grundstück Parkhaus								

**Parkhaus - Flächen ohne Anschluss an das Entwässerungssystem**

<b>befestigte Kleinstflächen</b>	<b>100,72</b>	<b>0,90</b>	<b>0,70</b>		<b>2,37</b>	<b>3,05</b>	<b>5,05</b>	<b>6,34</b>
Beton, Pflaster, Grand, Sand, Kies, etc.	100,72	0,90	0,70		2,37	3,05	5,05	6,34
<b>Vegetation (inkl. Traufstreifen)</b>	<b>1.231,87</b>							
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	1.231,87 0,20 0,10 6,44 8,28 61,70 77,50							

Flächenbezeichnung	AE	Cs	Cm	Qdr	Qr5,2	Qr5,5	Qr5,30	Qr5,100
--------------------	----	----	----	-----	-------	-------	--------	---------

<b>Wonen - Dachflächen</b>	<b>852,21 m<sup>2</sup> 2,00</b>							
<b>W_DA-01 Flachdach (mit RR)</b>	<b>852,21</b>	<b>0,47</b>	<b>0,29</b>	<b>2,00</b>	<b>10,49</b>	<b>13,47</b>	<b>42,70</b>	<b>53,61</b>
Metall, Glas, Beton, o.Ä.	58,40	1,00	0,90		1,53	1,96	2,93	3,67
Kiesschüttung (≤ 5 %)	62,99	0,80	0,80		1,32	1,69	3,16	3,96
Extensivbegrünung H ab 10 cm (≤ 5 %)	730,82	0,40	0,20		7,64	9,82	36,61	45,98
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	793,81	(Kies + Extensivsubstrat)						
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qdr =			2,00	<b>n H = 4</b>		<b>Q H = 0,50</b>	
<b>Notentwässerung:</b>	Q = Qr5,100 - Qdr =			51,61	<b>n N =</b> gemäß Planung TGA / Hochbau			

<b>Wohnen - Außenanlagen</b>	<b>1.082,83 m<sup>2</sup> 20,00</b>							
<b>W_AU-01 Verkehrsfläche (mit RR)</b>	<b>1.082,83</b>	<b>0,90</b>	<b>0,70</b>	<b>20,00</b>	<b>25,46</b>	<b>32,74</b>	<b>54,24</b>	<b>68,12</b>
Pflaster, Platten, wassergeb. Flächen	1.082,83	0,90	0,70		25,46	32,74	54,24	68,12
<b>Gesamteinzug Regenrückhalteraum</b>	<b>614,39</b>			<b>-2,00</b>				
W_AU-01 abzügl. Fl. m. Einstaumögl.	614,39							
<b>W_DA-01</b>	852,21			<b>-2,00</b>				
Fläche mit Einstaumöglichkeit in m <sup>2</sup> :	468,44	(Ø Fläche Einstau auf Belag)						
<b>Hauptentwässerung:</b>	Q = Qr5,30 =			54,24	<b>n H = 7</b>		<b>Q H = 7,75</b>	

<b>Wohnen- Flächen ohne Anschluss an das Entwässerungssystem</b>								
<b>befestigte Kleinstflächen</b>	<b>91,73</b>	<b>0,90</b>	<b>0,70</b>		<b>2,16</b>	<b>2,77</b>	<b>4,59</b>	<b>5,77</b>
Beton, Pflaster, Grand, Sand, Kies, etc.	91,73	0,90	0,70		2,16	2,77	4,59	5,77
<b>Vegetation (inkl. Traufstreifen)</b>	<b>863,23</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>		<b>4,51</b>	<b>5,80</b>	<b>43,24</b>	<b>54,31</b>
Vegetationsflächen (flaches Gelände)	863,23	0,20	0,10		4,51	5,80	43,24	54,31

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<b>Hotel</b> <b>H_DA-05</b>	Stand 19.06.2025
<b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>		<b>Gründach</b>

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:**  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$  → Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:**  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * QDr * 0,06$  → Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	509,10
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,67
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	341,10
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	0,50
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	0,33
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>r5,100</b>	Regenspende D = 5 min, T = 100 Jahre ... für Gleichung 21	629,1
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>] **9,46**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	7,50
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	5,17
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	4,03
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,100 in [m <sup>3</sup> ] *	9,46
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	9,19

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22

D [min]	rD,T [l/s*ha]]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	3,84
10	229,7	5,18
15	181,5	6,07
20	150,8	6,64
30	116,0	7,51
45	87,0	8,19
60	70,4	8,58
90	52,4	9,05
120	42,2	9,19
180	31,0	9,03
240	24,7	8,49
360	18,2	7,22
540	13,2	4,48
720	10,6	1,57
1080	7,8	-4,76
1440	6,3	-11,44
2880	3,6	-41,18
4320	2,7	-70,91

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	191,13		191,13
Element	WRB 80 F		
Schichthöhe in [cm]	8,00		8,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	90%		90%
<b>VS</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>13,76</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			5,50
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

<b>Temporärer Einstau von 5,5 cm in möglichen 8,00 cm</b>
Verweildauer in Stunden [h]

7,88

* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses
** Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<b>Hotel</b> <b>H_DA-06</b>	Stand 19.06.2025
<b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>		<b>Gründach</b>

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:**  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$  → Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:**  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * QDr * 0,06$  → Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	510,82
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,67
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	342,25
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	1,00
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	0,67
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>r5,100</b>	Regenspende D = 5 min, T = 100 Jahre ... für Gleichung 21	629,1
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>] **9,34**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	7,38
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	5,03
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	3,90
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,100 in [m <sup>3</sup> ] *	9,34
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	7,20

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22		
D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	3,74
10	229,7	4,96
15	181,5	5,74
20	150,8	6,20
30	116,0	6,83
45	87,0	7,17
60	70,4	7,20
90	52,4	6,98
120	42,2	6,41
180	31,0	4,86
240	24,7	2,90
360	18,2	-1,17
540	13,2	-8,13
720	10,6	-15,26
1080	7,8	-30,03
1440	6,3	-45,15
2880	3,6	-108,66
4320	2,7	-172,17

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	189,12		189,12
Element	WRB 80 F		
Schichthöhe in [cm]	8,00		8,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	90%		90%
<b>VS</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>13,62</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			5,49
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 5,49 cm in möglichen 8,00 cm	
Verweildauer in Stunden [h]	3,89

* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses
** Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<b>Hotel</b> <b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>	Stand 19.06.2025 <b>H_DA-07</b>
		<b>Gründach</b>

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:**  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$       -> Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:**  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * Q_{Dr} * 0,06$  -> Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	1.408,87
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,65
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	915,77
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	1,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	2,00
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	0,33
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>r5,100</b>	Regenspende D = 5 min, T = 100 Jahre ... für Gleichung 21	629,1
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>]      **33,20**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	20,87
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	14,41
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	11,28
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,100 in [m <sup>3</sup> ] *	26,29
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	33,20

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22

D [min]	rD,T [l/s*ha]]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	10,50
10	229,7	14,29
15	181,5	16,86
20	150,8	18,60
30	116,0	21,31
45	87,0	23,71
60	70,4	25,32
90	52,4	27,75
120	42,2	29,27
180	31,0	31,16
240	24,7	31,99
360	18,2	33,20
540	13,2	32,74
720	10,6	31,83
1080	7,8	28,64
1440	6,3	24,54
2880	3,6	-0,06
4320	2,7	-24,66

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	345,31		345,31
Element	WRB 80 F		
Schichthöhe in [cm]	8,00		8,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	90%		90%
<b>VS</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>24,86</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			10,68
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

<b>Temporärer Einstau von 10,68 cm in möglichen 8,00 cm</b>
Verweildauer in Stunden [h]

* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses
** Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<b>Hotel</b> <b>H_DA-08</b>	Stand 19.06.2025
<b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>		<b>Gründach</b>

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:**  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$  → Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:**  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * QDr * 0,06$  → Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	617,69
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,65
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	401,50
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	1,50
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	1,00
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>r5,100</b>	Regenspende D = 5 min, T = 100 Jahre ... für Gleichung 21	629,1
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>] **11,21**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	8,83
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	6,00
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	4,63
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,100 in [m <sup>3</sup> ] *	11,21
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	7,74

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22		
D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	4,31
10	229,7	5,67
15	181,5	6,51
20	150,8	6,98
30	116,0	7,57
45	87,0	7,74
60	70,4	7,56
90	52,4	6,85
120	42,2	5,75
180	31,0	3,04
240	24,7	-0,14
360	18,2	-6,69
540	13,2	-17,51
720	10,6	-28,54
1080	7,8	-51,18
1440	6,3	-74,23
2880	3,6	-170,00
4320	2,7	-265,77

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	547,35		547,35
Element	WRB 80 F		
Schichthöhe in [cm]	8,00		8,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	90%		90%
<b>VS</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>39,41</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			2,28
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 2,28 cm in möglichen 8,00 cm	
Verweildauer in Stunden [h]	3,11

* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses
** Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<b>Hotel</b> <b>H_DA-09</b>	Stand 19.06.2025
<b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>		<b>Gründach</b>

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:**  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$  → Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:**  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * QDr * 0,06$  → Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	497,96
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,65
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	323,67
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	1,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	1,50
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	0,00
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>r5,100</b>	Regenspende D = 5 min, T = 100 Jahre ... für Gleichung 21	629,1
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>] **26,05**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	7,33
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	5,05
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	3,94
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,100 in [m <sup>3</sup> ] *	9,25
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	26,05

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22

D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	3,75
10	229,7	5,13
15	181,5	6,08
20	150,8	6,74
30	116,0	7,77
45	87,0	8,74
60	70,4	9,43
90	52,4	10,53
120	42,2	11,31
180	31,0	12,46
240	24,7	13,24
360	18,2	14,63
540	13,2	15,92
720	10,6	17,04
1080	7,8	18,81
1440	6,3	20,26
2880	3,6	23,16
4320	2,7	26,05

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	525,98		525,98
Element	WRB 80 F		
Schichthöhe in [cm]	8,00		8,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	90%		90%
<b>Vs</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>37,87</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			5,50
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

<b>Temporärer Einstau von 5,5 cm in möglichen 8,00 cm</b>
Verweildauer in Stunden [h]

7,24

* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses
** Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

aaja Resort, 23946 Boltenhagen

**Hotel**

Stand 19.06.2025

**NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG**

**H\_AU-01**

**Rückstau auf Sickerpflaster**

Der Überflutungsnachweis erfolgt in Anlehnung an die DWA-A 138 nach der modifizierten Gleichung 21 aus DIN 1986-100 (Gleichung 14-23). Das Ergebnis zeigt auf wie hoch die, über dem gewählten Rückhaltevolumen hinaus, zurückzuhaltende Regenwassermenge ist. Der Nachweis ist erbracht, wenn das Ergebnis  $\leq 0$  ist.

**Gleichung 14-23:  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * (A_{ges} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{dr}) ] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$**

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	696,24
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,50
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00
<b>Qdr(Δ)</b>	max. Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s]	-0,50
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens in [a]	30,00
<b>Ki</b>	bemessungsrelevante Infiltrationsrate in [m/s] *	5,0E-06
<b>As</b>	versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138 in [m <sup>2</sup> ] ... hier Ø Fläche gem. Tabelle u.	404,06
<b>Qs</b>	Versickerungsrate nach DWA-A 138 ( $Q_s = K_f/2 * A_s * 1.000$ ) in [l/s]	2,02
<b>Vs</b>	vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138 in [m <sup>3</sup> ] ... siehe Tabelle unten	40,41

D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	500,9	-24,33
10	348,0	-18,35
15	274,0	-14,64
20	229,1	-11,98
30	176,2	-8,25
45	131,8	-5,36
60	106,8	-3,58
90	79,4	-1,44
120	64,3	-0,41
180	46,9	-1,09
240	37,5	-2,88
360	27,4	-8,12
540	20,2	-17,65
720	16,0	-30,02
1080	11,8	-54,77
1440	9,4	-82,38
2880	5,6	-196,59
4320	4,1	-317,46

→ die über das vorhandene Rückhaltevolumen hinaus  
zurückzuhaltende Regenwassermenge in [m<sup>3</sup>] -0,41

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Element	Rasenmulde		
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	404,06		404,06
Schichthöhe in [cm]	10,00		10,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	100%		100%
<b>Vs</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>40,41</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			9,90
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 9,9 cm in möglichen 10,00 cm	
Verweildauer in Stunden [h]	7,31

\*

$$k_i = k * f_{Ort} * f_{Methode}$$

$$k = 1,0E-04 \text{ (gemäß Bodengutachten)}$$

$$f_{Ort} = 0,50$$

$$f_{Methode} = 0,1$$

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<b>Hotel</b>	Stand 19.06.2025
<b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>	<b>H_MU-01</b>	<b>Rasenmulde</b>

Der Überflutungsnachweis erfolgt in Anlehnung an die DWA-A 138 nach der modifizierten Gleichung 21 aus DIN 1986-100 (Gleichung 14-23). Das Ergebnis zeigt auf wie hoch die, über dem gewählten Rückhaltevolumen hinaus, zurückzuhaltende Regenwassermenge ist. Der Nachweis ist erbracht, wenn das Ergebnis  $\leq 0$  ist.

**Gleichung 14-23:  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * (A_{ges} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{dr}) ] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$**

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [ $m^2$ ]	1.068,71
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	1,50
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00
<b>Qdr(<math>\Delta</math>)</b>	max. Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s]	-1,50
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens in [a]	30,00
<b>Ki</b>	bemessungsrelevante Infiltrationsrate in [m/s] *	5,0E-06
<b>As</b>	versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138 in [ $m^2$ ] ... hier Ø Fläche gem. Tabelle u.	522,60
<b>Qs</b>	Versickerungsrate nach DWA-A 138 ( $Q_s = Kf/2 * A_s * 1.000$ ) in [l/s]	2,61
<b>Vs</b>	vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138 in [ $m^3$ ] ... siehe Tabelle unten	104,52

D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [ $m^3$ ]
5	500,9	-80,94
10	348,0	-71,96
15	274,0	-66,28
20	229,1	-62,10
30	176,2	-56,05
45	131,8	-50,89
60	106,8	-47,33
90	79,4	-42,28
120	64,3	-38,84
180	46,9	-35,90
240	37,5	-34,57
360	27,4	-34,32
540	20,2	-36,34
720	16,0	-42,48
1080	11,8	-54,77
1440	9,4	-71,18
2880	5,6	-142,34
4320	4,1	-223,12

→ die über das vorhandene Rückhaltevolumen hinaus zurückzuhaltende Regenwassermenge in [ $m^3$ ] **-34,32**

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Element	Rasenmulde		
Ø Fläche in [ $m^2$ ]	522,60		522,60
Schichthöhe in [cm]	20,00		20,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	100%		100%
<b>Vs</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [ $m^3$ ]	<b>104,52</b>		
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]		13,43	
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

<b>Temporärer Einstau von 13,43 cm in möglichen 20,00 cm</b>	
Verweildauer in Stunden [h]	17,57

\*

$$k_i = k * f_{ort} * f_{Methode}$$

$$k = 1,0E-04 \text{ (gemäß Bodengutachten)}$$

$$f_{ort} = 0,50$$

$$f_{Methode} = 0,1$$

aaja Resort, 23946 Boltenhagen

**Hotel**

Stand 19.06.2025

**NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG**

**H\_MU-02**

**Rasenmulde**

Der Überflutungsnachweis erfolgt in Anlehnung an die DWA-A 138 nach der modifizierten Gleichung 21 aus DIN 1986-100 (Gleichung 14-23). Das Ergebnis zeigt auf wie hoch die, über dem gewählten Rückhaltevolumen hinaus, zurückzuhaltende Regenwassermenge ist. Der Nachweis ist erbracht, wenn das Ergebnis  $\leq 0$  ist.

**Gleichung 14-23:  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * (A_{ges} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{dr}) ] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$**

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	3.673,86	
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	-3,50	
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00	
<b>Qdr(Δ)</b>	max. Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s]	3,50	
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens in [a]	30,00	
<b>Ki</b>	bemessungsrelevante Infiltrationsrate in [m/s] *	5,0E-06	0,000005
<b>As</b>	versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138 in [m <sup>2</sup> ] ... hier Ø Fläche gem. Tabelle u.	1.857,28	
<b>Qs</b>	Versickerungsrate nach DWA-A 138 ( $Q_s = K_f/2 * A_s * 1.000$ ) in [l/s]	9,29	
<b>Vs</b>	vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138 in [m <sup>3</sup> ] ... siehe Tabelle unten	371,46	

D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	500,9	-292,18
10	348,0	-263,64
15	274,0	-246,57
20	229,1	-234,75
30	176,2	-219,06
45	131,8	-209,16
60	106,8	-204,84
90	79,4	-203,37
120	64,3	-207,48
180	46,9	-229,43
240	37,5	-256,95
360	27,4	-320,37
540	20,2	-423,85
720	16,0	-541,68
1080	11,8	-777,32
1440	9,4	-1.027,30
2880	5,6	-2.046,33
4320	4,1	-3.098,82

→ die über das vorhandene Rückhaltevolumen hinaus  
zurückzuhaltende Regenwassermenge in [m<sup>3</sup>] -203,37

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Element	Rasenmulde		
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	1857,28		1.857,28
Schichthöhe in [cm]	20,00		20,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	100%		100%
<b>Vs</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]	<b>371,46</b>		
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]	9,05		
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 9,05 cm in möglichen 20,00 cm		
Verweildauer in Stunden [h]	3,65	

\*

$k_i = k * f_{ort} * f_{Methode}$

$k = 1,0E-04$  (gemäß Bodengutachten)

$f_{ort} = 0,50$

$f_{Methode} = 0,1$

aaja Resort, 23946 Boltenhagen

**Parkhaus**

Stand 19.06.2025

**NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG**

**P\_MU-01**

**Rasenmulde**

Der Überflutungsnachweis erfolgt in Anlehnung an die DWA-A 138 nach der modifizierten Gleichung 21 aus DIN 1986-100 (Gleichung 14-23). Das Ergebnis zeigt auf wie hoch die, über dem gewählten Rückhaltevolumen hinaus, zurückzuhaltende Regenwassermenge ist. Der Nachweis ist erbracht, wenn das Ergebnis  $\leq 0$  ist.

**Gleichung 14-23:  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * (A_{ges} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{dr}) ] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$**

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [ $m^2$ ] ... ohne Abflussbeiwert, da $C = 1,0$ bei Starkregen	64,21
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [ $l/s$ ]	0,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [ $l/s$ ]	0,00
<b>Qdr(<math>\Delta</math>)</b>	max. Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [ $l/s$ ]	0,00
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens in [a]	30,00
<b>Ki</b>	bemessungsrelevante Infiltrationsrate in [ $m/s$ ] *	5,0E-06
<b>As</b>	versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138 in [ $m^2$ ] ... hier Ø Fläche gem. Tabelle u.	47,66
<b>Qs</b>	Versickerungsrate nach DWA-A 138 ( $Q_s = Kf/2 * A_s * 1.000$ ) in [ $l/s$ ]	0,24
<b>Vs</b>	vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138 in [ $m^3$ ] ... siehe Tabelle unten	4,77

D [min]	rD,T [ $l/s*ha$ ])	V RRR [ $m^3$ ]
5	500,9	-3,16
10	348,0	-2,58
15	274,0	-2,23
20	229,1	-1,98
30	176,2	-1,65
45	131,8	-1,44
60	106,8	-1,33
90	79,4	-1,27
120	64,3	-1,32
180	46,9	-1,70
240	37,5	-2,19
360	27,4	-3,33
540	20,2	-5,22
720	16,0	-7,41
1080	11,8	-11,77
1440	9,4	-16,42
2880	5,6	-35,42
4320	4,1	-55,09

→ die über das vorhandene Rückhaltevolumen hinaus zurückzuhaltende Regenwassermenge in [ $m^3$ ] -1,27

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Element	Rasenmulde		
Ø Fläche in [ $m^2$ ]	47,66		47,66
Schichthöhe in [cm]	10,00		10,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	100%		100%
<b>Vs</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [ $m^3$ ]	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,77</span>		
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]		7,34	
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 7,34 cm in möglichen 10,00 cm		
Verweildauer in Stunden [h]	4,05	

\*

$$k_i = k * f_{ort} * f_{Methode}$$

$$k = 1,0E-04 \text{ (gemäß Bodengutachten)}$$

$$f_{ort} = 0,50$$

$$f_{Methode} = 0,1$$

aaja Resort, 23946 Boltenhagen	<u><b>Wohnen</b></u>	Stand 19.06.2025
<b>NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG</b>	<b>W_DA-01</b>	<b>Gründach</b>

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:**  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$       -> Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:**  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * QDr * 0,06$  -> Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	852,21
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,29
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	247,14
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	0,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	2,00
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	1,33
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>r5,100</b>	Regenspende D = 5 min, T = 100 Jahre ... für Gleichung 21	629,1
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>]      **15,48**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	12,21
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	8,30
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	6,41
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,100 in [m <sup>3</sup> ] *	15,48
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	3,31

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22		
D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	2,41
10	229,7	3,00
15	181,5	3,27
20	150,8	3,31
30	116,0	3,18
45	87,0	2,55
60	70,4	1,70
90	52,4	-0,22
120	42,2	-2,38
180	31,0	-7,00
240	24,7	-11,92
360	18,2	-21,86
540	13,2	-37,40
720	10,6	-53,06
1080	7,8	-84,75
1440	6,3	-116,68
2880	3,6	-246,62
4320	2,7	-376,56

Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	793,81		793,81
Element	WRB 80 F		
Schichthöhe in [cm]	8,00		8,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	90%		90%
<b>VS</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>57,15</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			2,17
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 2,17 cm in möglichen 8,00 cm	
Verweildauer in Stunden [h]	3,23

* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses
** Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

aaja Resort, 23946 Boltenhagen

**Wohnen**

Stand 19.06.2025

**NACHWEIS REGENRÜCKHALTUNG**

**W\_AU-01**

**Einstau auf Belag**

Die Berechnung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt je Rückhalteraum mit der Gleichung 21 (nach DIN 1986-100) und mit der Gleichung 22 (nach DWA-A117 und DIN 1986-100). Das größte Ergebnis ist maßgebend.

**Gleichung 21:  $V_{Rück} = [ r_{(D,30)} * A_{ges} / 10000 - Q_{voll} ] * D * 60 * 10^{-3}$**  -> Überflutungsnachweis

**Gleichung 22:  $V_{RRR} = A_u * r(D,T) / 10000 * D * fZ * 0,06 - D * fZ * Q_{Dr} * 0,06$**  -> Bemessung Rückhalteraum

<b>AE</b>	Fläche Einzug in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	1.082,83
<b>Cm</b>	Mittlerer Abflussbeiwert in Faktor [%/100]	0,70
<b>Au(m)</b>	Abflusswirksame (undurchlässige) Fläche in Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]	757,98
<b>Qdr(z)</b>	Maximaler Drosselzufluss in den Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s]	2,00
<b>Qdr(a)</b>	Maximaler Drosselabfluss aus dem Rückhalteraum in Liter pro Sekunde [l/s] *	20,00
<b>Qdr(Δ)</b>	arithmetisches Mittel (÷1,5) von Qdr(a) subtrahiert mit max. Qdr(z) in [l/s] **	11,33
<b>r5,30</b>	Regenspende D = 5 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	500,9
<b>r10,30</b>	Regenspende D = 10 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	348,0
<b>r15,30</b>	Regenspende D = 15 min, T = 30 Jahre ... für Gleichung 21	274,0
<b>T</b>	Wiederkehrzeit des Berechnungsregens ... für Gleichung 22 ***	5
<b>fz</b>	Zuschlagsfaktor ... für Gleichung 22	1,15

größtes erforderliches Rückhaltevolumen in [m<sup>3</sup>] **10,87**

←

Gleichung 21: $V_{Rück}$ r5,30 in [m <sup>3</sup> ] *	10,87
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r10,30 in [m <sup>3</sup> ] *	5,90
Gleichung 21: $V_{Rück}$ r15,30 in [m <sup>3</sup> ] *	3,50
Gleichung 22: $V_{RRR}$ in [m <sup>3</sup> ] **	4,88

Ermittlung VRRR nach Gleichung 22		
D [min]	rD,T [l/s*ha)]	V RRR [m <sup>3</sup> ]
5	336,0	4,88
10	229,7	4,20
15	181,5	2,51
20	150,8	0,14
30	116,0	-5,25
45	87,0	-14,70
60	70,4	-24,81
90	52,4	-45,69
120	42,2	-67,33
180	31,0	-111,53
240	24,7	-156,62
360	18,2	-247,17
540	13,2	-384,88
720	10,6	-522,96
1080	7,8	-800,25
1440	6,3	-1.078,30
2880	3,6	-2.197,27
4320	2,7	-3.316,24

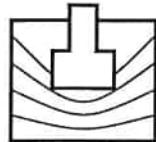
Flächen mit Einstaumöglichkeit			
	Medium 1	Medium 2	gesamt
Ø Fläche in [m <sup>2</sup> ]	468,44		468,44
Element	Oberfläche		
Schichthöhe in [cm]	10,00		10,00
Flächenanteil	100%		100%
Holraumvolumen	100%		100%
<b>VS</b> vorhandenes Rückhaltevolumen in [m <sup>3</sup> ]			<b>46,84</b>
Einstau im Medium 1 in Zentimeter [cm]			2,32
Einstau im Medium 2 in Zentimeter [cm]			

Temporärer Einstau von 2,32 cm in möglichen 10,00 cm	
Verweildauer in Stunden [h]	0,23

\* Überflutungsnachweis für Spitzenregenspenden nach Gleichung 21 mit Maximalwert des Drosselzu- und abflusses

\*\* Nachweis Regenrückhalteraum nach Gleichung 22 (alle Dauerstufen) mit arithmetischem Mittel des Drosselabflusses

\*\*\* einheitlicher Bemessungsregen für das gesamte Bauvorhaben



# Geotechnischer Untersuchungsbericht (Baugrundgutachten)

## 1. Bericht

Auftraggeber/Bauherr : DSR Hotel Boltenhagen GmbH & Co. KG  
Lange Straße 1A  
18055 Rostock

Objekt : **Neubau a-ja Resort**  
**Ostseallee, 23946 Ostseebad Boltenhagen**  
Gemarkung Boltenhagen  
Flur 1, Flurstück/e 132/1

Projekt Nr. : **P21318-01**

Art der Untersuchung : Hauptuntersuchung nach EC 7

Umfang des Berichtes : 22 Seiten Text  
54 Blatt Anlagen

Auszug aus dem Bodengutachten (nur Textteil), als Bestandteil der  
Grundlagen für die Inaussichtstellung der Wasserrechtlichen Erlaubnis.  
Angaben zum Grundwasserstand: **Seite 09**  
Angaben zur Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens: **Seite 17**

1 AUSFERTIGUNG

aufgestellt:  
Wismar, den 26.05.19  
Dipl.-Ing. Timm-Uwe Reeck  
B-1159-1000  
Beratender  
Ing.  
MECKLENBURG-VORPOMMERN  
Dipl.-Ing. T.U. Reeck

**Inhaltsverzeichnis**

Seite:

Anlagenverzeichnis .....	3
Unterlagenverzeichnis .....	3
1 Veranlassung .....	3
2 Vorbetrachtungen .....	4
2.1 Baumaßnahme .....	4
2.2 Örtliche Situation .....	4
2.3 Geologische und hydrogeologische Situation .....	5
2.4 Geotechnische Kategorie .....	5
3 Untersuchungen .....	5
4 Feststellungen .....	6
4.1 Baugrundverhältnisse .....	6
4.2 Eigenschaften der Baugrundschichten .....	7
4.3 Grundwasserverhältnisse .....	8
4.4 Deklaration nach LAGA .....	9
5 Geotechnische Schlussfolgerungen .....	10
5.1 Geotechnische Kategorie .....	10
5.2 Gründungskonzept .....	11
5.3 Bodenaustausch .....	11
5.4 Nachverdichten .....	12
5.5 Frostsicherheit .....	13
5.6 Konstruktion der Gründung .....	14
5.7 Dichtungskonzept .....	14
5.8 Standsicherheit .....	14
5.9 Gebrauchstauglichkeit .....	16
5.10 Wiederverwendung von Aushubböden .....	16
5.11 Versickerung von Oberflächenwasser .....	17
6 Bauausführung .....	17
6.1 Baugrubensohle .....	17
6.2 Grundwasserabsenkung .....	17
6.3 Baugrube .....	19
6.4 Kontrollprüfungen .....	19
7 Schlussbemerkungen .....	20
Normen-/Regelverzeichnis .....	20
Literaturverzeichnis .....	21

## Anlagenverzeichnis

- [A1] 2 Blatt Übersichtsplan, Bohrstellenplan/pläne
- [A2] 12 Blatt Bodenprofil/e, Bodenschnitt/e, Legende
- [A3] 9 Blatt Schichtenverzeichnis/se
- [A4] 25 Blatt Protokolle der Laboruntersuchung/en
- [A5] 3 Blatt Grundbruch- und/oder Setzungsberechnungen

## Unterlagenverzeichnis

- [U1] DSR Hotel Boltenhagen GmbH & Co. KG; Frau Dr. R. Broye: Auftragerteilung; E-Mail vom 30.04.18
- [U2] Seeger Müller Architekten; Berlin: Entwurf, Variante 02
  - a) Grundriss EG; Maßstab 1:500; 23.03.18
  - b) Grundriss UG; Maßstab 1:500; 11.04.18
  - c) Angaben zum Bauvorhaben; Telefonat mit Herrn Schwarzer vom 25.05.18
- [U3] IUQ Dr. Krengel GmbH; Grevesmühlen: Prüfbericht-Nr. 3284/2119/18, 3487/2243/18, 3488/2244/18 und 3489/2245/18; 07.05.18 und 16.05.18
- [U4] Geotechnisches Sachverständigenbüro Reeck; Wismar:
  - a) Kleinrammbohrung/en nach DIN EN ISO 22475-1, Tab. 2, Zeile 9, (Rammkernsondierung/en) BS01 bis BS09 einschl. gestörter Bodenproben (Becherproben); 24.-27.04.18
  - b) Rammsondierung/en nach TP BF-StB T. B 15.1 DPL-5 R01 bis R05; 24.04.18
  - c) Untersuchung/en im Bodenmechaniklabor; 04-05/2018

## 1 Veranlassung

Auf dem genannten Grundstück ist der Neubau einer **Hotelanlage** vorgesehen. Um das Objekt auf die anstehenden Baugrundverhältnisse abzustimmen, wurde das Geotechnische Sachverständigenbüro Reeck beauftragt, geotechnische Untersuchungen auszuführen und die gesammelten Befunde in einem geotechnischen Untersuchungsbericht (Baugrundgutachten) auszuwerten.

## 2 Vorbetrachtungen

### 2.1 Baumaßnahme

Aus den zur Verfügung gestellten Unterlagen und Informationen sind zu dem Objekt u. a. folgende Angaben bekannt:

- **Hotelanlage mit Schwimmbad etc.**
- **drei H-förmig angeordnete Gebäudeflügel**
- **4,5 Vollgeschosse**
- **Geometrie** mit  $b \leq 20$  m und  $l \leq 100$  m
- **Grundfläche** insgesamt etwa 4.000 m<sup>2</sup>
- **Teilunterkellerung** etwa 2.000 m<sup>2</sup>

Die **Lage** des geplanten Objektes ist in dem in der Anlage beigefügten Bohrstellenplan skizziert.

Weitere Angaben standen für die Bearbeitung des Baugrundgutachtens nicht zur Verfügung. Folgende **Annahmen** werden daher zusätzlich getroffen:

- Gründungsebene EG etwa in Höhe der angrenzenden Straße
- Gründungsebene UG etwa 3,0 m tiefer
- Gründung über eine elastisch gebettete Sohlplatte
- setzungsunempfindlich
- mittlere Sohlspannung  $\sigma_{0,k} \approx 100 \dots 150$  kN/m<sup>2</sup>

Werden zu den genannten Annahmen Änderungen bekannt oder Präzisierungen erforderlich, ist der vorliegende geotechnische Untersuchungsbericht zu überarbeiten.

### 2.2 Örtliche Situation

Die zu untersuchende Baufläche befindet sich in **Boltenhagen** im Landkreis Nordwestmecklenburg. Die Erschließung erfolgt über die nördlich angrenzende **Ostseeallee**.

Ausgehend von der Erschließungsstraße ist das Gelände mit Höhenunterschieden von  $\Delta h \leq 0,5$  m bereits sehr eben. Die geodätischen **Höhen** liegen etwa zwischen 1,0...2,0 m NN.

Bis vor einigen Jahren befand sich auf dem Gelände ein **Sportplatz**. Zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen stellt sich das Gelände als **Brachland bzw. Grünfläche** dar. In unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich bestehende **Bebauungen**. Seitlich des Grundstückes grenzt ein **kleinerer Wassergraben** an.

Folgende standortbezogenen Merkmale sind weiterhin bekannt:

- Frosteinwirkungszone II nach RStO 12
- keine Erdbebengefährdung
- kein unterirdischer Bergbau
- Kampfmittelbelastung unbekannt

### 2.3 Geologische und hydrogeologische Situation

Geomorphologisch befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der **Grundmoräne** der Weichsel-Eiszeit, die lokal von See- und Dünensanden überdeckt sind.

Als Baugrund sind aus dieser Zuordnung pleistozäne Ablagerungen überwiegend bindiger Lockergesteine als sandiger Schluff und Ton zu erwarten, die von Sanden überlagert sind. Aus der bisherigen Nutzung sind darüber hinaus verschiedene Auffüllungen möglich. Im Zusammenhang mit dem angrenzenden Graben sind organische Weichschichten denkbar.

Der **Grundwasserspiegel** ist im Umwelt-Kartenportal Mecklenburg-Vorpommern als gespannter Wasserspiegel zwischen 2,0...3,0 m NN angegeben. Daraus ergibt sich eine Druckhöhe des Grundwassers von etwa 0,0...1,0 m über Gelände.

### 2.4 Geotechnische Kategorie

Aus dem Wechselspiel der zu erwartenden Baugrundverhältnisse und der geplanten Maßnahme wurde für die Planung der Baugrunduntersuchung gem. EC 7 die **geotechnische Kategorie GK 2** (mittleres geotechnisches Risiko) angesetzt.

## 3 Untersuchungen

Für die Erkundung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse wurden folgende Untersuchungen ausgeführt:

- **neun Kleinrammbohrung/en**  $40 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 60 \text{ mm}$  nach DIN EN ISO 22475-1, Tab. 2, Zeile 9, (Rammkernsondierung/en) 4 x bis 9,0 m und 5 x bis 7,0 m unter OK Gelände
- **fünf Rammsondierung/en** nach TP BF-StB T. B 15.1 DPL-5 zwischen 4,0...5,0 m unter OK Gelände

Die **lage- und höhenmäßige** Einordnung der Bohransatzpunkte ist in dem in der Anlage beigefügten Bohrstellenplan dargestellt. Der Höhenbezug erfolgte hierbei auf OK Deckel eines in der Straße befindlichen Schachtes als +/- 0,0 m FP (Festpunkt).

Während der Feldarbeiten wurden die erkundeten Bodenarten durch den Bohrführer sensorisch angesprochen, benannt und organoleptisch nach Farbe, Aussehen und Geruch bewertet. Die erkundeten Baugrundschichten wurden in dem/den **Schichtenverzeichnis/sen** festgehalten. Angeschnittene **Grundwasserstände**, sofern vorhanden und ohne Verfilterung des Bohrloches feststellbar, wurden nach Abschluss der Bohrarbeiten eingemessen.

Zur weiteren Beurteilung der Baugrundschichten im **Bodenmechaniklabor** sowie für analytische Untersuchungen auf mögliche **Umweltbelastungen** wurden mehrere gestörte Proben (Becherproben) entnommen.

Die Benennungen und Klassifizierungen nach DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 14688, DIN 4023 und DIN 18196 sind in dem/den **Bodenprofil/en** und dem/den **Bodenschnitt/en** sowie dem/den gutachterlich weiterbearbeiteten **Schichtenverzeichnis/sen** in den entsprechenden Anlagen wiedergegeben.

Die **Ergebnisse der Laboruntersuchung/en** sind neben dem/den Bodenprofil/en den einzelnen Proben zugeordnet tabellarisch dargestellt. In dem/den Bodenschnitt/en sind **Homogenbereiche** skizziert.

## 4 Feststellungen

### 4.1 Baugrundverhältnisse

Mit den abgeteuften Bohrungen wurde oberflächennah ein **sandiger Mutterboden** (Schicht Mu) erkundet. Darunter folgen bis in Endteufe **Sande** (Schicht S). Im Tiefenbereich um 3,0 m unter Gelände werden die Sande von einem **Kiesband** (Schicht K) durchzogen. Oberhalb des Kiesbandes sind die Sande **locker** (Schicht S[I]) und unterhalb dieser Ebene anfangs **mitteldicht** und später **dicht gelagert** (Schicht S[md-d]).

Die aus der Geologie des Gebietes zur Tiefe zu erwartenden Geschiebböden wurde bis in Endteufe der Bohrungen 9,0 m unter Gelände nicht nachgewiesen. Hinweise auf organische Weichschichten waren ebenfalls nicht vorhanden.

Unter geotechnischen Gesichtspunkten sind zu den erkundeten Hauptbodenarten folgende Konkretisierungen möglich:

#### Mutterboden (Schicht Mu)

Der Mutterboden wurde bis in eine **Tiefe** von im Mittel rd. 0,4 m (min. 0,3 m - max. 0,7 m) unter Gelände erkundet und besteht aus einem **organischen, schluffigen Mittelsand**.

Der Glühverlust, als Indiz auf die Höhe der organischen Beimengungen, wurde in den ausgeführten Laboruntersuchungen mit  $V_{GL} \leq 4,1\%$  erkundet. Damit ist der Mutterboden bereits als **beginnend organogene Baugrundschicht** anzusprechen.

Der Mutterboden befindet sich in **lockerer Lagerung**. Mit erkennbaren strukturellen Veränderungen ist eine **anthropogene Überprägung** anzunehmen.

#### Sand (Schicht S)

Unter dem Mutterboden folgen bis in **Endteufe** der Bohrungen Sande. Die Sande sind bis in eine **Tiefe** von im Mittel etwa 2,5 m unter Gelände als **grobsandiger, schwach schluffiger Mittelsand** und unterhalb dieser Kote als **schwach schluffiger Feinsand** zu klassifizieren. Der Feinkornanteil  $\varnothing \leq 0,06$  mm als bestimmende Kornfraktion für wesentliche Eigenschaften wurde in den ausgeführten Laboruntersuchungen mit  $\leq 10\%$  ermittelt.

Der im oberen Bereich erkundete Mittelsand befindet sich mit Schlagzahlen der abgeteuften Rammsondierungen zwischen  $N_{10} \leq 2 \dots 9$  in **lockerer Lagerung** (Schicht S[I]). In dem unterlagernden Feinsand steigen die Schlagzahlen auf  $N_{10} \geq 30$  an. In diesem Abschnitt ist von einer **mitteldichten bis dichten Lagerung** auszugehen (Schicht S[md-d]).

#### Kiesband (Schicht K)

Die erkundeten Sande werden im **Tiefenbereich** zwischen etwa 2,0...3,5 m unter Gelände von einem **stark sandigen Kies in dichter Lagerung** durchzogen.

#### Allgemein

Geringer tragfähige Bodenarten, als die erkundeten, sind im Einflussbereich der Gründung mit zunehmender Teufe nicht zu erwarten.

**Hinweis aus DIN 4020 (Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke):** „Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichprobe zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein **Baugrundrisiko** verbleibt.“ Abweichungen in der Mächtigkeit und der Verbreitungsgrenze der Bodenarten und deren Eigenschaften sind daher prinzipiell möglich.

## 4.2 Eigenschaften der Baugrundschichten

Nach Auswertung sämtlicher Untersuchungsergebnisse werden in der nachfolgenden Tab. über **Korrelationen** nach anerkannter Literatur sowie **örtlicher Erfahrung** für relevante Baugrundschichten charakteristische Kenn- und Berechnungsgrundwerte abgeleitet.

Die unteren Grenzwerte gelten jeweils für die geringere Lagerungsdichte bzw. geringere Konsistenz und die oberen Grenzwerte für die höhere Lagerungsdichte bzw. Konsistenz des Bereiches. Ohne Zuordnung zu einer Lagerungsdichte bzw. Konsistenz ist mit Mittelwerten zu rechnen.

Der Spitzendruck der Drucksonde kann für die Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit von Verbauelementen mit:

$$- q_{s,k} \geq 10 \dots 20 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden. Für Verankerung können daraus nach EA-Pfähle für Vorbemessungen zulässige **charakteristische Mantelreibungswerte**  $q_{s,k}$  abgeleitet werden. Bei der Verwendung der unteren Grenzwerte für Mikroverpresspfähle ist hierbei ein Anpassungsfaktor von:

$$- a_{q(s,k)} \approx 0,7$$

zu berücksichtigen.

Tab. 1: Charakteristische Kenn- und Berechnungsgrundwerte

Schicht Nr.	Bodenart Kurzzeichen nach DIN4022 / DIN18196	Wichte $\gamma/\gamma'$	effektiver Rei- bungswinkel $\varphi'_k$	Kapillarkohäsion $c_{c,k}$	Zusammendrück- barkeit $E_{s,100}^{(34)}$ / Steifeexponent $\omega_e^{(5)}$	Frostempfind- lichkeit nach ZTV E-StB <sup>1)</sup> Lösbarkeit in Anlehnung an DIN 18300:12 <sup>2)</sup>
-	-	kN/m <sup>3</sup>	Grad	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	-
1	2	3	4	5	6	7
Mu	Mittelsand, schluffig, organisch, inocker Lagerung mS, u, o / OH [I]	16,5 bis 17,5 / 6,5 bis 7,5	als Baugrund nicht geeignet - Bodenaustausch		F3 1	
S <sup>6)</sup>	Fein- bis Mittelsand, gering schluffig, in mitteldichter bis dichter Lagerung fS+mS, u' / SE-SU [md-d]	17,0 bis 18,0 / 9,5 bis 10,5	35,0 bis 37,5	3,0 bis 4,0	30 bis 40 / 0,66	F1 bis F2 3
K	Kies, stark sandig, in dichter Lagerung G, s* / GI [d]	17,0 bis 18,0 / 9,5 bis 10,5	37,5 bis 40,0	-	70 bis 80 / 0,34	F1 3

<sup>1)</sup> F1 - nicht frostempfindlich  
F2 - gering bis mittel frostempfindlich  
F3 - sehr frostempfindlich

<sup>2)</sup> 1 - Oberboden  
3 - leicht lösbare Bodenarten

<sup>3)</sup>  $E_{s,100}$  - Steifemodul für  $\Delta\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$

<sup>4)</sup> für beliebige Spannungsbereiche nach Ohde:  
 $E_s = E_{s,100} * (\Delta\sigma / 100 \text{ kN/m}^2)^{0,6}$

<sup>5)</sup>  $E_{s,w} = 3 \dots 5 * E_s$

<sup>6)</sup> ggf. auf eine mindestens mitteldichte Lagerung nachverdichtet

#### 4.3 Grundwasserverhältnisse

Die erkundeten Sande und der Kies (Schichten S; G) gelten mit den in der nachfolgenden Tab. angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerten als **gut waserdurchlässig** und bilden einen **oberflächennahen Grundwasserleiter**.

Tab. 2: Durchlässigkeitsbeiwerte

Schicht Nr.	Durchlässigkeitsbeiwert
-	m/s
1	2
S <sup>1)</sup>	1 * 10 <sup>-4</sup> bis 5 * 10 <sup>-4</sup>
K	1 * 10 <sup>-3</sup> bis 1 * 10 <sup>-2</sup>

<sup>1)</sup> ggf. auf eine mindestens mitteldichte Lagerung nachverdichtet

Während der Feldarbeiten wurden als Momentaufnahme unmittelbar nach Abschluss der Arbeiten **Schichtenwasserstände** ab 0,8 m unter Gelände angeschnitten. Die im Einzelnen erkundeten Wasserstände sind an den in der Anlage beigefügten Bodenprofilen und Schichtenverzeichnissen angetragen.

Jahreszeitlich und witterungsbedingt können Grundwasserstände jedoch erheblich schwanken, wobei höchste Wasserstände erfahrungsgemäß in den Winter- und Frühjahrsmonaten zu erwarten sind. Für die weitere Planung sind daher nicht die gemessenen Grundwasserstände, sondern folgende **Bemessungswasserstände** anzusetzen:

oberflächennaher Grundwasserleiter

- ca. 0,5 m unter OK des derzeitigen Geländes
- entsprechend etwa 1,0 m HN

Der im Umweltkarten-Portal dokumentierte **gespannte Grundwasserleiter**, ist erst nach dem Durchröhren der in größeren Tiefen anstehenden Geschiebehorizonte zu erwarten. Nach jetziger Einschätzung wird der gespannte Grundwasserspiegel für die Baumaßnahme daher nicht relevant. Ein Aufbrechen der Baugrubensohle, ist bei einer Baugrubentiefe bis etwa 3,0 m unter Straßenniveau nicht zu erwarten.

Das Grundwasser gilt nach dem Ergebnis der ausgeführten Analysen gem. DIN 4030 als **schwach betonangreifend**. Hinsichtlich der **Stahlkorrosivität** gem. DIN 50929 ist für unlegierte und niedrig legierte Stähle im Wasser eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion vorhanden.

#### 4.4 Deklaration nach LAGA

Organoleptische Auffälligkeiten in Geruch, Farbe und Aussehen, die offensichtlich auf eine **Kontaminierung** des Baugrundes hindeuten, waren während der Feldarbeiten nicht feststellbar. Unabhängig hiervon wurden **drei Bodenmischproben** chemisch-analytisch nach LAGA untersucht. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Zusammenstellung der untersuchten Proben enthalten.

Tab. 3: nach LAGA untersuchte Mischproben

Mischprobe	Teilproben <sup>1)</sup>	Material
1	2	3
M01	1/1, 2/1, 3/1, 4/1, 5/1	Mutterboden aus den Bohrungen BS01 bis BS05
M02	1/2, 1/3, 4/2, 4/3	nichtbindige Baugrundschichten aus den Bohrungen BS01 und BS04
M03	2/3, 2/4, 3/3, 3/4, 8/2, 8/3	nichtbindige Baugrundschichten aus den Bohrungen BS02, BS03 und BS08

<sup>1)</sup> s. Bodenprofile und Schichtenverzeichnisse in Anlage [A3]

Die Untersuchungsbefunde sind erwartungsgemäß **unauffällig**. Aufgrund der im Mutterboden enthaltenen organischen Bestandteile ist jedoch in Mischprobe M01 ein erhöhter TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) von 2,2 % TS vorhanden.

Da die LAGA für rein mineralische Böden entwickelt worden ist, die Untersuchung allerdings an einer organogenen Mischprobe erfolgte, führt dieser Befund nicht wie auf dem Prüfbericht vermerkt zu einer Einstufung in die Kategorie LAGA Z2. Nach Auffassung des Unterzeichners ist die untersuchte Mischprobe der **Kategorie Z0** zuzuordnen.

Die Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen sind dem Gutachten in der Anlage beigefügt. Ein Altlastengutachten war nicht Bestandteil des bearbeiteten Auftrages.

## 5 Geotechnische Schlussfolgerungen

Kenn- und Berechnungsgrundwerte, Zuordnungen zu Bodenklassen und -gruppen der anstehenden Böden etc. befinden sich im Abschnitt „Eigenschaften der Baugrundschichten“.

### 5.1 Geotechnische Kategorie

Mit den ausgeführten Bohrungen wurden bis in Endteufe Sande erkundet. Im oberen Erkundungsbereich sind die Sande locker, darunter mitteldicht bis dicht gelagert. Der Bemessungsgrundwasserspiegel liegt in der Nähe der Geländeoberkante.

Die für die Planung der Baugrunduntersuchung zunächst angenommene geotechnische Kategorie GK 2 (vgl. Abschnitt „Vorbetrachtungen/Geotechnische Kategorie“) kann unter diesen Randbedingungen **bestätigt** werden.

Da die zur Tiefe anstehenden Baugrundschichten (vgl. Abschnitt „Feststellungen/Baugrundverhältnisse“) als sogenannte kompetente Schichten nach DIN EN 1997-2, B.3 (4), angesehen werden können und hierzu auch die Geologie geklärt ist (vgl. Abschnitt „Vorbetrachtungen/Geologische und hydrogeologische Situation“), ist der zur Erkundung der Baugrundverhältnisse realisierte **Untersuchungsumfang** der angesetzten geotechnischen Kategorie entsprechend hinsichtlich Aufschlussanzahl und -tiefe ausrei-

chend. Damit besteht ein üblicherweise vertretbares **Baugrundrisiko**, das nicht weiter minimiert oder vermieden werden kann.

Nach DIN 4020 ist der Begriff Baugrundrisiko definiert als „ein in der Natur der Sache liegendes, **unvermeidbares Restrisiko**, das bei Inanspruchnahme des Baugrunds zu unvorhersehbaren Wirkungen bzw. Erschwernissen, z. B. Bauschäden oder Bauverzögerungen, führen kann, obwohl derjenige, der den Baugrund zur Verfügung stellt, seiner Verpflichtung zur Untersuchung und Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse nach den Regeln der Technik zuvor vollständig nachgekommen ist und obwohl der Bauausführende seiner eigenen Prüfungs- und Hinweispflicht Genüge getan hat.“

Nach deutscher Rechtsprechung liegt das Baugrundrisiko beim Bauherrn, quasi als Lieferanten des Baugrundes (vgl. § 645 Abs. 1 BGB sowie § 4 Abs. 3 und § 13 Abs. 3 VOB/B).

## 5.2 Gründungskonzept

Die erkundeten Baugrundverhältnisse sind nach einem **Bodenaustausch** des Mutterbodens (Schicht Mu) und einer **Nachverdichtung** der anfangs nur locker gelagerten Sande (Schicht S[I]) für eine **Flachgründung** des Objektes über eine elastisch gebettete Sohlplatte gut geeignet.

Die Gründung ist frostsicher auszubilden. Hierfür ist in witterungsoffenen Bereichen eine umlaufende Frostschürze bis auf die frostfreie Gründungsebene vorzusehen. Alternative Bauweisen zur Sicherstellung der Frostsicherheit, z. B. in Anlehnung an bewehrte Konstruktionen aus dem Straßenbau, sind möglich. Ebenfalls möglich ist die Sicherstellung der Frostsicherheit mit Dämmstoffen, z. B. Glasschaumgranulat.

## 5.3 Bodenaustausch

Der Mutterboden (Schicht Mu) ist aufgrund der enthaltenen organischen Bestandteile als Baugrund nicht geeignet und durch einen Bodenaustausch zu ersetzen. Darüber hinaus ist der Mutterboden gem. § 202 BauGB „Schutz des Mutterbodens“ für eine Wiederverwendung entsprechend zu sichern.

Der Bodenaustausch ist in erkundeten Schichtstärken zwischen  $d_{BA} \approx 0,3 \dots 0,7$  m unterhalb und unter einem **Lastausbreitwinkel** von  $\alpha \geq 45^\circ$  seitlich der Gründung vorzusehen. Die endgültige Tiefe sollte nach den Ergebnissen von **Baugrubenabnahmen** festgelegt werden. Daraus sind **Mehr- oder Mindermengen** möglich.

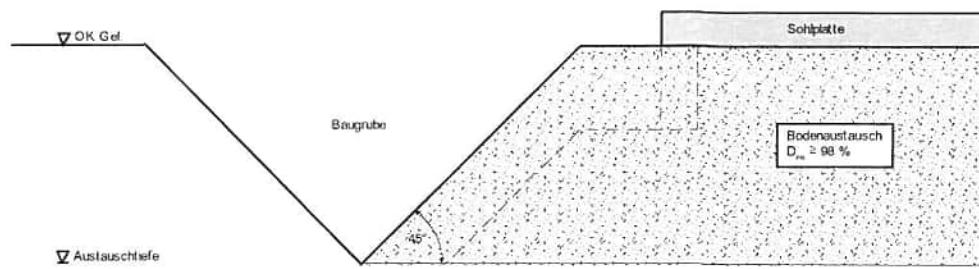


Bild 1: Schematische Darstellung Bodenaustausch

Für den Bodenaustausch und ggf. geplante Geländeauflastungen ist ein **verdichtungsfähiger Füllboden** entsprechend der nachfolgenden Tab., z. B. ein Füllsand 0/2 oder 0/4, vorzusehen. Der anstehende Sand (Schicht S) ist als Austauschmaterial ebenfalls geeignet (vgl. „Geotechnischen Schlussfolgerungen/Wiederverwendung von Aushubböden“).

Der Füllboden ist auf einen **Verdichtungsgrad** von  $D_{PR} \geq 98\%$  der einfachen Proctordichte lagenweise zu verdichten. Der erreichte Verdichtungsgrad ist im Rahmen von **Kontrollprüfungen** nachzuweisen (vgl. Abschnitt „Hinweise für die Bauausführung“).

Tab. 4: Charakteristische Kenn- und Berechnungsgrundwerte für den Bodenaustausch

Schicht Nr.	Bodenart Kurzzeichen nach DIN4022 / DIN18196	Wichte $\gamma/\gamma'$	effektiver Reibungswinkel $\varphi'_k$	effektive Kohäsion $c'_k$	Zusammendrückbarkeit $E_s,100^{(3/4)}$ / Steifeexponent $\omega_e^{(5)}$	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB <sup>1)</sup> Lösbarkeit in Anlehnung an DIN 18300:12 <sup>2)</sup>
-	-	kN/m <sup>3</sup>	Grad	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	-
1	2	3	4	5	6	7
BA	Sand, kiesig ( $U \geq 3$ , $\varnothing \leq 0,06$ mm $\leq 5$ Gew.-%, $D_{PR} \geq 98\%$ , $E_{v,d} \geq 35 \dots 40$ MN/m <sup>2</sup> ) [S, g] / [SE, SI, SW]	17,0 bis 18,0 / 9,5 bis 10,5	32,5 bis 35,0	-	20 bis 40 / 0,70	F1 3

<sup>1)</sup> F1 - nicht frostempfindlich      <sup>4)</sup> für beliebige Spannungsbereiche nach Ohde:  
<sup>2)</sup> 3 - leicht lösbare Bodenarten      <sup>5)</sup>  $E_{s,w} = 3 \dots 5 * E_s$   
<sup>3)</sup>  $E_{s,100}$  - Steifemodul für  $\Delta\sigma = 100$  kN/m<sup>2</sup>      <sup>6)</sup>  $E_s = E_{s,100} * (\Delta\sigma / 100 \text{ kN/m}^2)^{0,6}$

#### 5.4 Nachverdichten

Die erkundeten Sande in anfangs nur **lockerer Lagerung** (Schicht S[I]) können nach Kornumlagerungen zu **Fundamentsackungen** führen. Ausgelöst werden diese Kornumlagerungen neben der Belastung aus dem Fundament durch äußere Einflüsse, wie z. B. Wasserstandsschwankungen, Bautätigkeiten in der näheren Umgebung, Änderungen an der Verkehrssituation etc. Aus den Sackungen sind **Bauschäden** möglich. Zur Vermeidung dieser Schäden sind die locker gelagerten Sande auf eine mindestens mitteldichte Lagerung **nachzuverdichten**.

Aufgrund der begrenzten Tiefenwirkung selbst großer Verdichtergeräte sind die Sande zur Nachverdichtung bis etwa 1,5 m unter dem derzeitigen Gelände zunächst auszubauen und ausgehend von dieser Ebene intensiv zu verdichten. Anschließend sind die Sande lagenweise verdichtet wieder einzubauen. Bei der Verdichtung ist von der **Verdichtbarkeitsklasse V1** gem. ZTV-A StB (gut verdichtungsfähig) auszugehen. Die Maßnahmen sind seitlich der Fundamentaußenkanten unter einem Lastabtragungswinkel von  $\alpha \approx 45^\circ$  zu führen. Der erreichte Verdichtungsgrad ist mit  $D_{PR} \geq 98\%$  der einfachen Proctordichte ist im Rahmen von **Kontrollprüfungen** nachzuweisen (vgl. Abschnitt „Hinweise für die Bauausführung“).

Durch die hohen Grundwasserstände ist mit der Nachverdichtung ein finanziell hoher Aufwand verbunden, so dass **Verfahren aus dem Spezialtiefbau** möglicherweise ökonomischer sind.

Als Verfahren aus dem Spezialtiefbau ist die Tiefenverdichtung mit dem **Rütteldruckverfahren** zu nennen. Das Rütteldruckverfahren ist ein auf nichtbindige, locker gelagerte Böden anwendbares dynamisches Verdichtungsverfahren. Hierbei wird ein Tiefenrüttler ( $\varnothing \approx 0,3 - 0,4$  m) mit einer rotierenden Unwucht in Kombination mit einer statischen Vertikallast und ggf. Spülhilfe in den Untergrund eingebracht. Der umgebende Boden wird hierbei in Schwingung versetzt und durch Reduktion der Scherfestigkeit in der engeren Umgebung des Tiefenrüttlers (0,3 - 0,5 m abseits der Rüttleraußenfläche) verflüssigt. Innerhalb eines von der aufgewandten Arbeit abhängigen Einflussbereiches können die Bodenteilchen sich zu einem Gefüge von größerer Lagerungsdichte umordnen. An der Geländeoberfläche wird nach Abschluss der Tiefenverdichtung ggf. eine weitere Verdichtung mit Plattenverdichern erforderlich.

Der Abstand der Rüttelpunkte ist unterhalb und seitlich der Fundamente (Lastausbreitwinkel s. o.) im Dreiecksraster mit etwa  $a \approx 1,5$  m vorzusehen. Genauere Angaben sind geräteabhängig. Für die Nachverdichtung ist ein konkretes Projekt zu erarbeiten. Einschränkungen können sich aufgrund der bei diesem Verfahren zu erwartenden Erschütterungen ergeben. Ein **Beweissicherungsverfahren** und eine messtechnische Begleitung des Verfahrens sollten erfolgen.

## 5.5 Frostsicherheit

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Frosteinwirkungszone II nach RStO 12 (vgl. Abschnitt „Vorbetrachtungen/Örtliche Situation“). In dieser Zone ist von einer max. **Frosteindringtiefe** von  $d_{FT} \approx 1,3$  m auszugehen.

Die mit den Bohrungen bis zur Frosteindringtiefe erkundeten Baugrundschichten sind nach ZTV E-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F2 (nicht bis mittel frostempfindlich) zuzuordnen. In diesen Schichten ist unter Frosteinwirkung nur bedingt mit **Eislinsenbildung** zu rechnen. Unter diesen Verhältnissen ist die nach DIN 1054:2010, zu 6.4, angegebene frostsichere Gründungstiefe von  $d_{FS,DIN} \geq 0,8$  m ausreichend.

## 5.6 Konstruktion der Gründung

Unterschiedlich hohe Gründungsebenen sind als **Fundamentabtreppung** unter einem Winkel von  $\beta \leq \varphi$  ( $\varphi$  - Reibungswinkel, s. entsprechende Kennwerttabellen) anzulegen. Andernfalls ist der **Erddruck** aus den höher liegenden Fundamenten bei der Bemessung der tieferen Fundamente zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind in den Übergangsbereichen unterschiedliche Verformungen zu berücksichtigen.

Die Konstruktion steht unter **Auftrieb** und ist in jeder Bau- und Betriebsphase entsprechend zu sichern.

## 5.7 Dichtungskonzept

Der angegebene Bemessungsgrundwasserspiegel (vgl. Abschnitt „Feststellungen/Grundwasserverhältnisse“) ist nach DIN 18533 entsprechend zu berücksichtigen.

Sofern die Gründungsebene 0,3 m über dem Bemessungsgrundwasserspiegel liegt, sind erdberührte Wände (sofern vorhanden) und die Bodenplatte gegen **Bodenfeuchte** und **nicht stauendes Wasser** nach DIN 18533 in der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E entsprechend zu dichten.

Sofern die Gründungsebene tiefer liegt, ist nach DIN 18533 in den Klassen W2.1-E bis 3,0 m Tiefe und W2.2-E darunter eine Dichtung als sogenannte **schwarze Wanne** vorzusehen.

Unter der Akzeptanz möglicher Nutzungseinschränkungen ist die Ausbildung des Untergeschosses alternativ auch als sogenannte **weiße Wanne** möglich.

Um die Beanspruchung der Dichtungen zu minimieren, ist allseitig um das Gebäude dauerhaft eine ausreichende **Oberflächenentwässerung** zu empfehlen.

## 5.8 Standsicherheit

Die Bemessung der Gründung als elastisch gebettete Sohlplatte kann mit dem Bettungs- oder dem Steifemodulverfahren erfolgen. Folgende **Rechnungsgrundwerte** werden hierfür zugelassen:

### Bettungsmodulverfahren

- Erdgeschoss  $k_{s,m} \approx 2,8 \text{ MN/m}^3$
- Untergeschoss  $k_{s,m} \approx 4,2 \text{ MN/m}^3$

### Steifemodulverfahren

- Erdgeschoss  $E_{s,m} \approx 35,0 \text{ MN/m}^2$
- Untergeschoss  $E_{s,m} \approx 53,3,0 \text{ MN/m}^2$
- Grenztiefe  $t_g \approx 19,6 \text{ m u. Gründungsebene}$

Die Bemessung mit dem Steifemodulverfahren ist zu favorisieren, da hiermit realitätsnähere Ergebnisse zu erwarten sind.

Die Ermittlung dieser Werte erfolgte auf der Grundlage von objektbezogenen **Setzungsberechnungen** unter Berücksichtigung der anstehenden Baugrund- und Grundwassersituation sowie der zu erwartenden Interaktion zwischen Baugrund und Bauwerk entsprechend **DIN-Fachbericht 130**. Die Berechnungsergebnisse sind dem Gutachten in der Anlage beigefügt dargestellt. Die Aushubentlastung und der Wiederbelastungselastizitätsmodul  $E_{s,w}$  (vgl. Abschnitt „Feststellungen/Eigenschaften der Baugrundschichten“) wurden in den unterkellerten Bereichen darin bereits berücksichtigt.

Folgende **Voraussetzungen** wurden bei der Berechnung berücksichtigt:

- Grundfläche des Gebäudes, Gründungsebene, mittlere Sohlspannung etc. wie angegeben bzw. angenommen (vgl. Abschnitt „Vorberichtigungen/Bauvorhaben“)
- Plattenstärke  $d \approx 0,5 \text{ m}$

Hinsichtlich der angegebenen mittleren Sohlspannung sind lokal höhere **Spannungsspitzen** prinzipiell zulässig. Die angesetzte mittlere Sohlspannung dient lediglich der bodenmechanischen Ermittlung der angegebenen Berechnungsgrundwerte. **Differenzen** hierzu von etwa +/-25 % sind vertretbar.

In Randbereichen sowie unter Wandenden und Stützen kann der Bettungsmodul  $k_s$  um einen in Abhängigkeit der Belastungssituation und der inneren Gebäudegeometrie abzuschätzenden Faktor ( $f_{BK} \leq 2 \dots 3$ ,  $b_{BK} \approx 0,1 * b_{Pl}$ ) als sogen. **Bettungskragen** erhöht werden. Damit ist nicht die in einigen Softwaredokumentationen für das Steifemodulverfahren angegebene Verbreiterung des Steifemodulprofils über die Grundfläche der Platte hinausgehend gemeint.

## 5.9 Gebrauchstauglichkeit

Bei der Berechnung der Gründung als **elastisch gebettete Platte** ergeben sich die zu erwartenden Setzungen als Vertikalverschiebung unter Verwendung der in Abschnitt „Geotechnische Schlussfolgerungen/Standsicherheit“ angegebenen Module überschlägich bei der Bemessung der Platte unter ständigen und quasiständigen Einwirkungen.

Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen sind unter Berücksichtigung der Konstruktion des Tragwerkes und seiner Funktion zu beurteilen. Nach anerkannter Literatur ist die **Grenze jeglicher Schäden** bis zu einer Winkelverdrehung (Setzungsunterschied) der Gründung von:

$$1 / \eta = 500$$

$$\eta = \Delta s / L$$

$L$  - Bezugslänge

$\Delta s$  - Setzungsunterschied

gegeben (siehe nachfolgendem Bild).

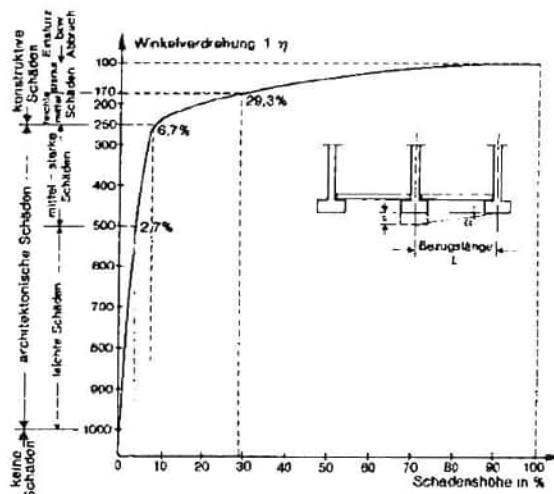


Bild 2: Abhängigkeit der Bauwerksschäden von der Winkelverdrehung aus ungleichmäßigen Setzungen nach Hilmer, K. (1991): Schäden im Gründungsbereich. Berlin

Für die Gründung können unter diesen Betrachtungen rechnerisch folgende Maximalsetzungen  $s_{max.} \leq 5$  cm zugelassen werden. Im Bereich der Schwimmbecken sind die rechnerisch **zulässigen Maximalsetzungen** zu reduzieren.

## 5.10 Wiederverwendung von Aushubböden

Die zu erwartenden Aushubmassen sind nach **LAGA der Klasse Z0** zuzuordnen (vgl. Abschnitt „Feststellungen/Deklaration nach LAGA“) und insofern **uneingeschränkt wiederverwendbar**. Bei einem Wiedereinbau ist für die Sande (Schicht S) die **Verdichtbarkeitsklasse V1** nach ZTV A-StB zu berücksichtigen (gut verdichtungsfähig).

## 5.11 Versickerung von Oberflächenwasser

Die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser kann nach ATV-DWK-A 138 beurteilt werden.

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich ist demnach mit einem **Durchlässigkeitsbeiwert** von etwa  $k_f \geq 1 * 10^{-6} \dots 1 * 10^{-3}$  m/s gegeben. Die **Mächtigkeit des Sickerraums** sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen. In begründeten Ausnahmefällen sind jedoch auch Mächtigkeiten  $< 1,0$  m vertretbar.

Mit vorhandenen Durchlässigkeitsbeiwerten der anstehenden Sande (Schicht S) von  $k_f \approx 1 * 10^{-4} \dots 5 * 10^{-4}$  m/s sind die Kriterien nach ATV-DWK-A 138 **eingehalten**. Bei einer geplanten Geländehöhe von  $h \leq 2,0$  m NN können sich aufgrund des dann verminderten Sickerweges Einschränkungen ergeben.

## 6 Bauausführung

### 6.1 Baugrubensohle

Die in Höhe der Gründungssohle erkundeten Baugrundschichten sind gegenüber Baumaßnahmen vergleichsweise **unempfindlich**. Besondere Maßnahmen zum Schutz der Baugrubensohle sind daher nicht erforderlich.

Technologisch beim Baugrubenaushub unvermeidbare Auflockerungen sind zusammen mit dem Bodenaustausch und ggf. geplanten Geländeauffüllungen auf eine mindestens mitteldichte Lagerung **nachzuverdichten**.

Beim Erreichen der Baugrubensohle ist der angetroffene Baugrund mit den Angaben in dieser Stellungnahme fortlaufend im Rahmen einer **Baugrubenabnahme** zu vergleichen. Die Ergebnisse sind protokollarisch festzuhalten (Bautagebuch, Fotodokumentation). Werden Abweichungen vom vorliegenden Baugrundgutachten festgestellt, ist der Baugrundgutachter zu konsultieren.

### 6.2 Grundwasserabsenkung

Für die Errichtung des Kellergeschosses und die Nachverdichtung der anfangs locker gelagerten Sande wird eine Baugrube mit einer **Tiefe** bis zu 3,0 m unter Gelände erforderlich. Ab etwa 0,5 m unter Gelände befindet sich diese unter dem Bemessungsgrundwasserspiegel (vgl. Abschnitt „Feststellungen/Grundwasserverhältnisse). Für die Absenkung des Grundwassers wird daher eine **Grundwasserabsenkung** erforderlich.

Um den hohen Wasserandrang aus dem zwischen 2,0...3,0 m unter Gelände erkundeten Kiesband (Schicht K) zu minimieren, sollte die Grundwasserabsenkung durch einen **wasserrückhaltenden Verbau**, z. B. eine Stahlspundwand, ggf. auch nur als Dichtwand mit Kanaldielen, unterstützt werden. Ansonsten sind als Baugrubenumschließung auch Böschungen und Trägerbohlwände denkbar (vgl. „Bauausführung/Baugrube“).

Die Grundwasserabsenkung ist gem. dem nachfolgenden Bild als **geschlossene Wasserhaltung** mit Tiefenbrunnen vorzusehen. Die Vorbemessung der Absenkung kann mit den unter Abschnitt „Feststellungen/Grundwasserverhältnisse“ angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerten erfolgen. Die endgültige Auslegung der Anlage sollte jedoch auf der Grundlage von **Absenkversuchen** erfolgen.

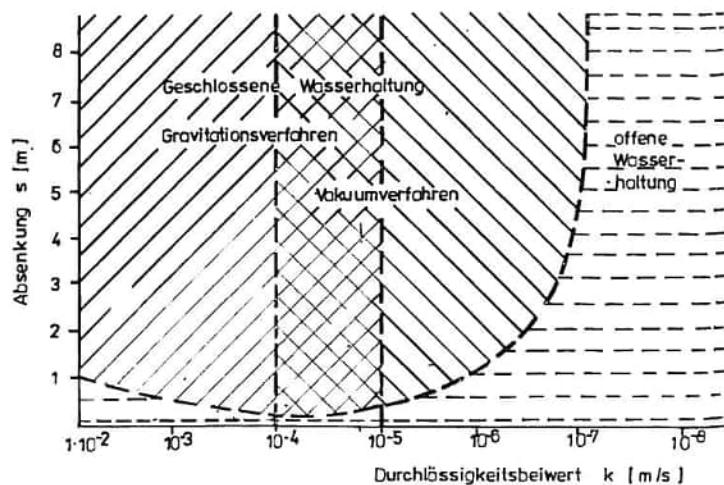


Bild 3: Anwendungsbereiche der Verfahren zur Grundwasserabsenkung nach TGL 22738

Mit der Grundwasserabsenkung besteht ein **Einfluss auf die Umgebung**. Schäden an Nachbarbauwerken sind daraus nicht ausgeschlossen. Ein **Beweissicherungsverfahren** sollte daher ausgeführt werden. Darüber hinaus sind die Auswirkungen auf die Natur zu beachten. Der **Absenkrichter** der Grundwasserabsenkung ist nach *Sicherdt* mit:

$$\begin{aligned}
 R &\approx 3.000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f} \\
 &= 3.000 \cdot 2,5 \text{ m} \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-4} \dots 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}} \\
 &= 75 \dots 170 \text{ m}
 \end{aligned}$$

zu erwarten.

Alternativ zu einer Grundwasserabsenkung ist eine **Trogbaugrube**, z. B. mit einer tiefliegenden HDI-Sohle und wasserrückhaltendem Verbau, möglich.

### 6.3 Baugrube

Die Baugrube kann **unverbaut** mit einem **Böschungswinkel** von  $\alpha \leq 45^\circ$  hergestellt werden. Neben der Baugrube dürfen hierbei keine Stapel- oder Maschinenlasten auftreten. Andernfalls sind explizit **Standsicherheitsnachweise** auszuführen. Ab  $t \geq 3,0$  m Baugrubentiefe sollten Bermen mit einer Breite von  $b \geq 1,5$  m angeordnet werden.

Steht seitlich der erforderliche Bauraum nicht zur Verfügung, ist die Baugrube **zu verbauen**. Hierfür ist vorzugsweise ein vertikaler Baugrubenverbau, wie z. B. eine **Stahlspundwand**, mit oder ohne **Aussteifung** oder **Verankerung**, vorzusehen. Bei Ausführung eines waagerechten Baugrubenverbau, wie z. B. eine Trägerbohlwand, können sich ggf. Probleme im Zusammenhang mit den anstehenden Grundwasserständen ergeben, sodass dieser nur eingeschränkt empfohlen werden kann.

Möglich sind auch **Kombinationen** aus einer unverbauten und verbauten Baugrube, bei der z. B. bis zum Anschnitt des Grundwassers eine Böschung und unterhalb dieser Ebene eine Spundwand vorgesehen wird.

Die weiteren **Baugrundsätze** nach DIN 4123, DIN 4124 und EAB sind zu beachten. Verbauelemente sind **statisch nachzuweisen**.

### 6.4 Kontrollprüfungen

Der auf den Flächen erreichte Verdichtungsgrad ist im Rahmen von **Kontrollprüfungen** nachzuweisen. Hierfür sind über die Grundfläche je angefangene  $500 \text{ m}^2$  **zwei dynamische Plattendruckversuche** nach TP BF-StB Teil B 8.3 als indirektes Prüfverfahren nach ZTV E-StB 09, 14.3.5 (2), auszuführen. Für einen geforderten Verformungsmodul von  $D_{PR} \geq 98\%$  ist mit den Plattendruckversuchen für die unter Abschnitt „Geotechnische Schlussfolgerungen/Bodenaustausch“ bzw. „Geotechnische Schlussfolgerungen/Nachverdichtung“ angegebenen Materialien nach anerkannten Korrelationen ein **dynamischer Verformungsmodul** zwischen  $E_{v,d} \geq 35 \dots 40 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Ebenfalls möglich sind direkte Prüfverfahren nach ZTV E-StB 09, 14.3.2 und bei größeren Schichtstärken Rammsondierungen nach TP BF-StB T. B. 15.1.

Für die seitliche Baugrubenverfüllung ist je  $\leq 10,0$  m Baugrubenlänge eine Rammsondierung nach TP BF-StB Teil 15.1 auszuführen. Für einen geforderten Verformungsmodul von  $D_{PR} \geq 98\%$  sind hierbei Schlagzahlen von  $N_{10} \geq 7 \dots 10$  nachzuweisen. Ebenfalls möglich sind direkte Prüfverfahren nach ZTV E-StB 09, 14.3.2.

## 7 Schlussbemerkungen

Die gründungstechnischen Schlussfolgerungen gelten für die mit den Bohrungen erkundeten Bodenarten und deren Zustand sowie den Angaben zum betrachteten Bauvorhaben. Eine anderweitige Nutzung bedarf einer Überprüfung durch den Unterzeichner.

### Normen-/Regelverzeichnis

DIN 18121 bis DIN 18130	
	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben
DIN 18195	Bauwerksabdichtungen
DIN 18196	Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18300	Erdarbeiten
DIN 18533	Abdichten von erdberührten Bauteilen
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
DIN 4021	Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
DIN 4022	Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels
DIN 4023	Baugrund- und Wasserbohrungen; zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
DIN 4030	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
DIN 4123	Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen
DIN 4124	Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 50929	Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung
DIN EN 1997	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
DIN EN ISO 14688	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden

DIN EN ISO 22475	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen
DIN-Fachbericht 130	Wechselwirkung Baugrund/Bauwerk bei Flachgründungen
ZTV A-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
RStO	Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
TP BF-StB T. B 8.3	Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau; Dynamischer Plattendruckversuch mit Hilfe des Leichten Fallgewichtsgerätes
TP BF-StB T. B 15.1	Technische Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau, Teil B 15.1, Leichte Rammsondierung DPL-5 und Mittelschwere Rammsondierung DPM-10
ATV-DVWK-A 138	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser

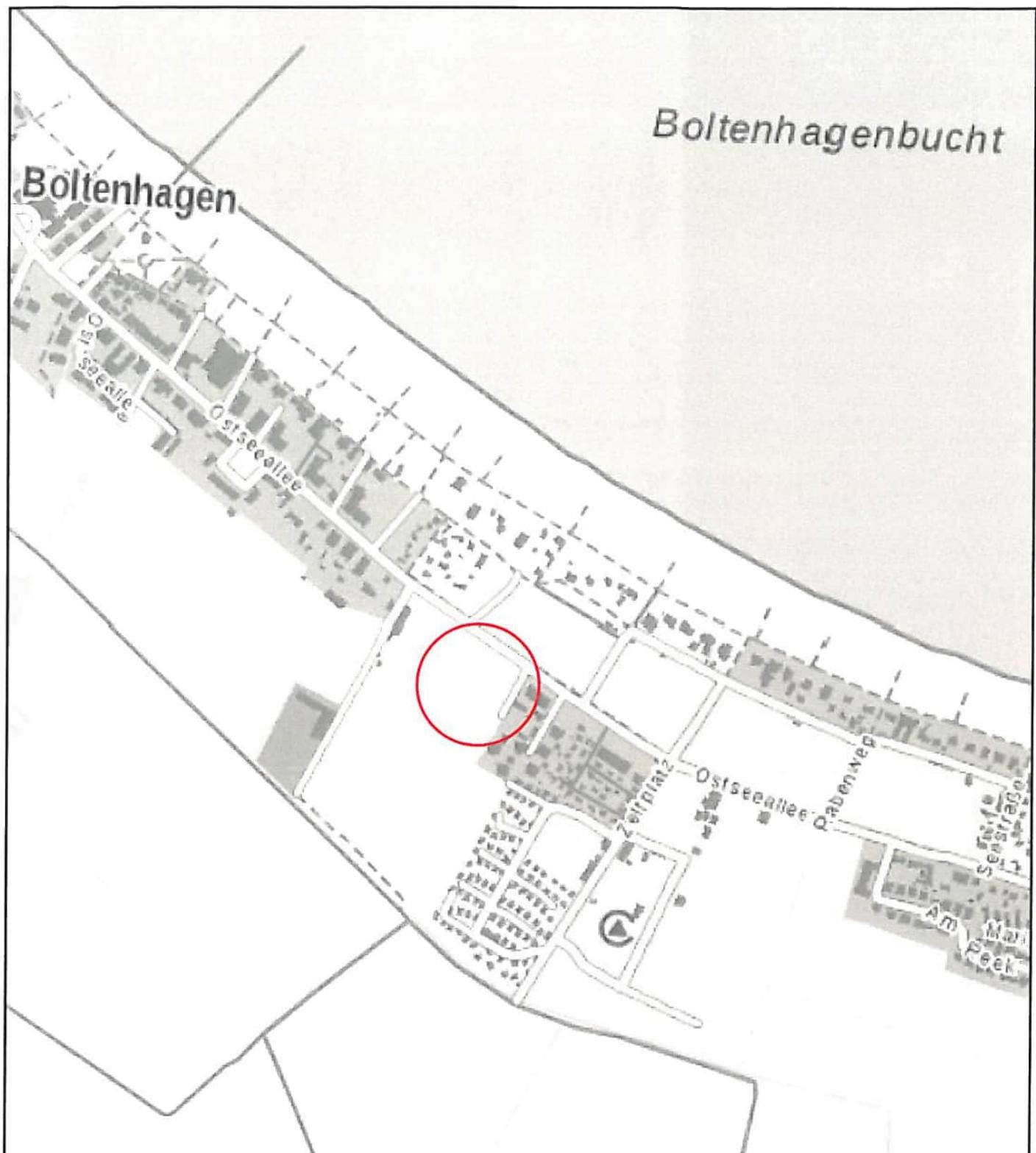
### Literaturverzeichnis

- [L1] Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (2001): Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern, Bundesrepublik Deutschland. Karte der quartären Bildungen - Oberfläche bis fünf Meter Tiefe; 1 : 200 000; 21/22 - Boizenburg/Schwerin. Schwerin
- [L2] Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Geologischer Dienst (Hrsg.) (2015): Umweltkartenportal M-V. CC BY-SA 3.0. Güstrow
- [L3] Smolczyk, Ulrich (Hrsg.) (1996): Grundbautaschenbuch. Teil 1 bis 3. 5. Auflage. Berlin
- [L4] Türke, Henner (1990): Statik im Erdbau. 2. Auflage. Berlin
- [L5] Hilmer, K. (1991): Schäden im Gründungsbereich. Berlin
- [L6] Simmer, K. (1987): Grundbau 1. Stuttgart

- [L7] Buß, J. (2015): GGU-FOOTING. Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017, DIN 4019, DIN 1054 und EC 7. Version 8.24. o.O.
- [L8] Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. (Hrsg.) (1993): Empfehlung des Arbeitskreises „Verformungen des Baugrundes bei baulichen Anlagen“. EVB. Berlin
- [L9] Hafenbautechnische Gesellschaft e. V. und Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (Hrsg.) (2012): Empfehlung des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen. EAU 2012. 11. Auflage. Berlin

## Boltenhagenbucht

Boltenhagen



## LEGENDE



## Untersuchungsbereich

Geotechnisches Sachverständigenbüro Dipl.-Ing. Timm-Uwe Reeck

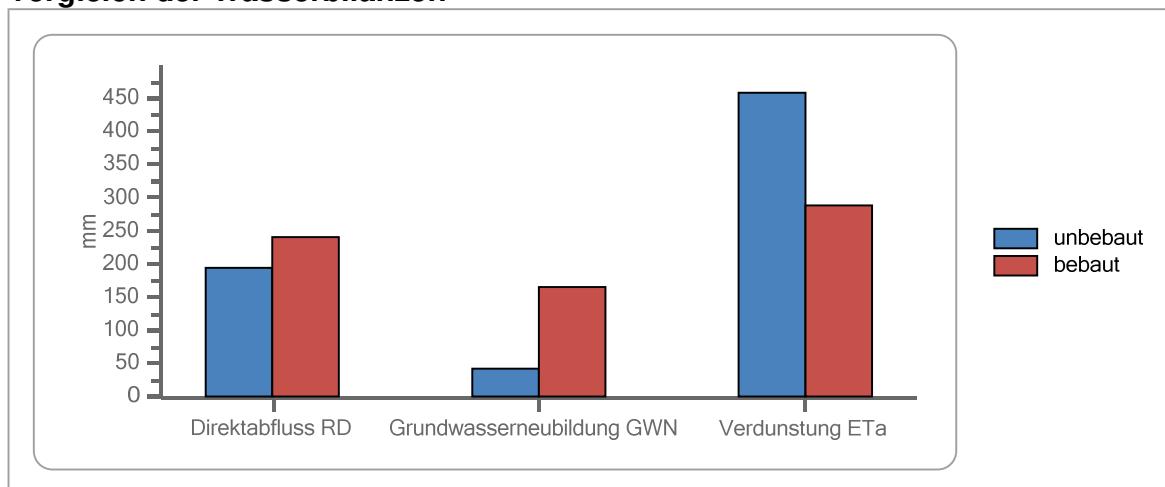
Lübsche Burg 8, 23966 Wismar, Tel. +49(0)3841/3267-45, Fax -46, E-Mail [info@geotechnik-reeck.de](mailto:info@geotechnik-reeck.de)

Auftraggeber	DSR Hotel Boltenhagen GmbH & Co. KG Lange Straße 1A, 18055 Rostock	gez. Datum	Reeck 24.05.18
Bauvorhaben	Neubau a-ja Resort Ostseallee, 23946 Ostseebad Boltenhagen	Maßstab Blattformat	1:10.000 A4
Planbezeichnung	<b>Übersichtsplan</b>	Projekt Nr.	P21318-01

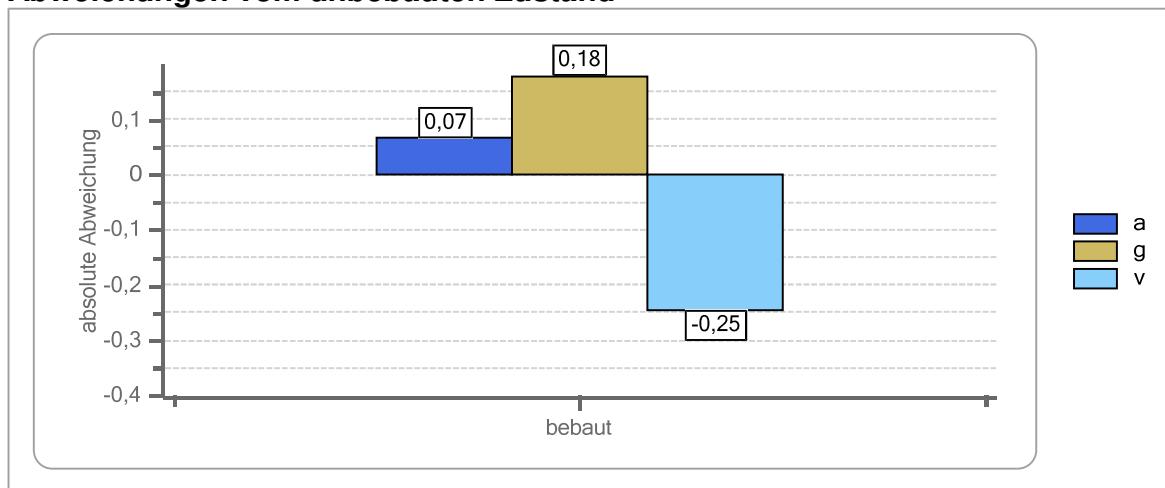
## Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	194	42	458	0,280	0,061	0,661			
bebaut	240	165	288	0,347	0,238	0,416	0,067	0,177	-0,245

## Vergleich der Wasserbilanzen



## Abweichungen vom unbebauten Zustand



## Ergebnisse der Varianten

### Ergebnisse Variante bebaut

Typ	Name	Element Typ	Größe (m <sup>2</sup> )	a	g	v	Zufluss (m <sup>3</sup> )	RD (m <sup>3</sup> )	GWN (m <sup>3</sup> )	ETa (m <sup>3</sup> )	Ziel
Fläche	Gründach	Gründach mit Extensivbegrünung	852	0,49	0,00	0,51	591	290	0	301	Ableitung
Fläche	Gehweg	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	1.050	0,47	0,34	0,19	727	344	248	135	Ableitung
Fläche	Traufstreifen	Kiesbelag, Schotterrasen	125	0,00	0,56	0,44	87	0	49	38	Ableitung
Fläche	Vegetation	Garten, Grünflächen	863	0,10	0,30	0,60	598	60	180	359	Ableitung

## Parameter der Varianten

### Parameterwerte bebaut

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Gründach	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Gehweg	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
Traufstreifen	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
Vegetation	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN

naturwb.de/get\_ref/result/

 NatUrWB Home Methode Referenz abfragen HYDROLOGY

## Ergebnis des NatUrWB-Modells für ihr Gebiet

Übersicht des Gebietes und der Datengrundlage

Dies ist ihr gewähltes Gebiet, für das der angezeigte NatUrWB-Referenzwert gilt. In diesem Gebiet sind nach der [Bodenübersichtskarte](#) folgende Böden definiert. Des Weiteren können Sie sich die Naturraumeinheiten des [Hydrologischen Atlases Deutschlands](#) darstellen lassen, in denen nach der Verteilung der nicht urbanen Landnutzungen auf gleichen Böden gesucht wurde.

**Bodengesellschaft**  
**GEN\_ID: Kurzbeschreibung**

- 487: OL-GG, OLN: m-s(stw); a-s(d); RQn, PPN: a-s(d); HNN: og-Hn; og-Hn/s
- 550: HNN: og-Hn; og-Hn/eg-F; YK/HN: uk-s,l/og-Hn

— urbanes Gebiet



© GeoBasis-DE/ BKG 2018

### NatUrWB Referenz

Für jedes dieser Bodenprofile wurden Wasserbilanz-Simulationen mit [RoGeR WB 1D](#)

© HyFr - Max Schmit (2023)

naturwb.de/get\_ref/result/

**NatUrWB** Home Methode Referenz abfragen

UNI FREIBURG HYDROLOGY

© GeoBasic-DER/BKG 2018

### NatUrWB-Referenz

Für jedes dieser Bodenprofile wurden Wasserbilanz-Simulationen mit [RoGeR WB 1D](#) durchgeführt. Für die Landnutzung wurde in der jeweiligen Naturraumeinheit nach den nicht urbanen Landnutzungen auf dem gleichen Boden gesucht. Die Modell-Ergebnisse wurden anschließend mit dieser Verteilung gewichtet gemittelt. Daraus ergibt sich der NatUrWB-Referenzwert, also die Wasserbilanz, die ohne urbane Eingriffe vorherrschen würde. (Die Verteilung der angenommen Landnutzungsverteilung ist weiter unten einzusehen.)

Anbei wurden die Hauptkomponenten der Wasserbilanz dieses NatUrWB-Referenzwertes grafisch als Tortendiagramm dargestellt. Dieses zeigt welcher Anteil des Niederschlags verdunsten (66 %), abfließen (28 %) bzw. dem Grundwasser zufließen (6 %) sollte, damit dieses Gebiet einen naturnahen Wasserhaushalt aufweisen würde. Diese Werte sollten demnach angestrebt werden, um den städtischen Wasserhaushalt wieder in einen naturnahen Zustand zu führen.

**NatUrWB Referenz**

Komponente	Anteil (%)
Evapotranspiration (ET)	66.0%
Abfluss (Q)	28.0%
Grundwasserneubildung (GWN)	6.0%

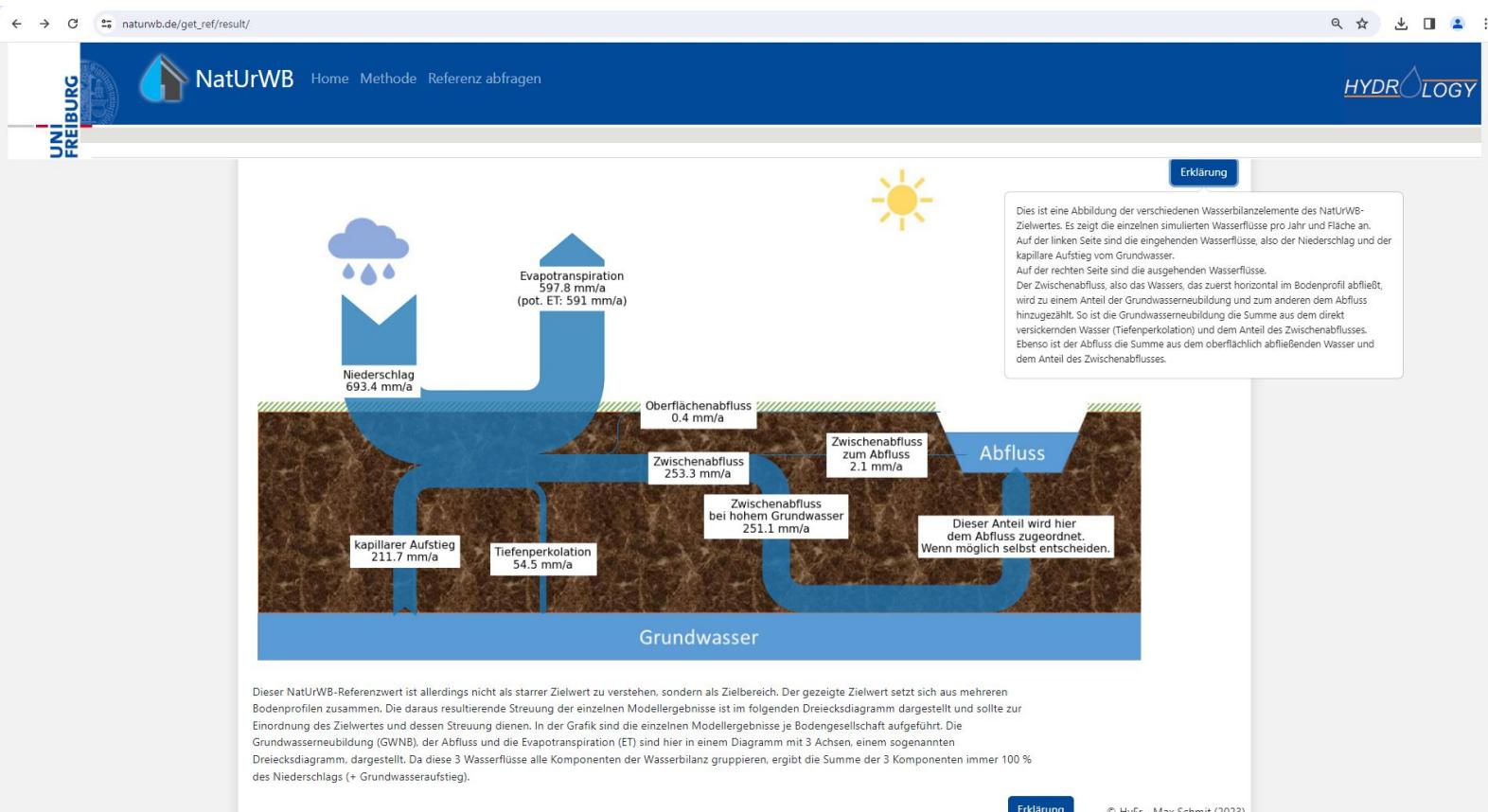
■ Evapotranspiration (ET)  
■ Abfluss (Q)  
■ Grundwasserneubildung (GWN)

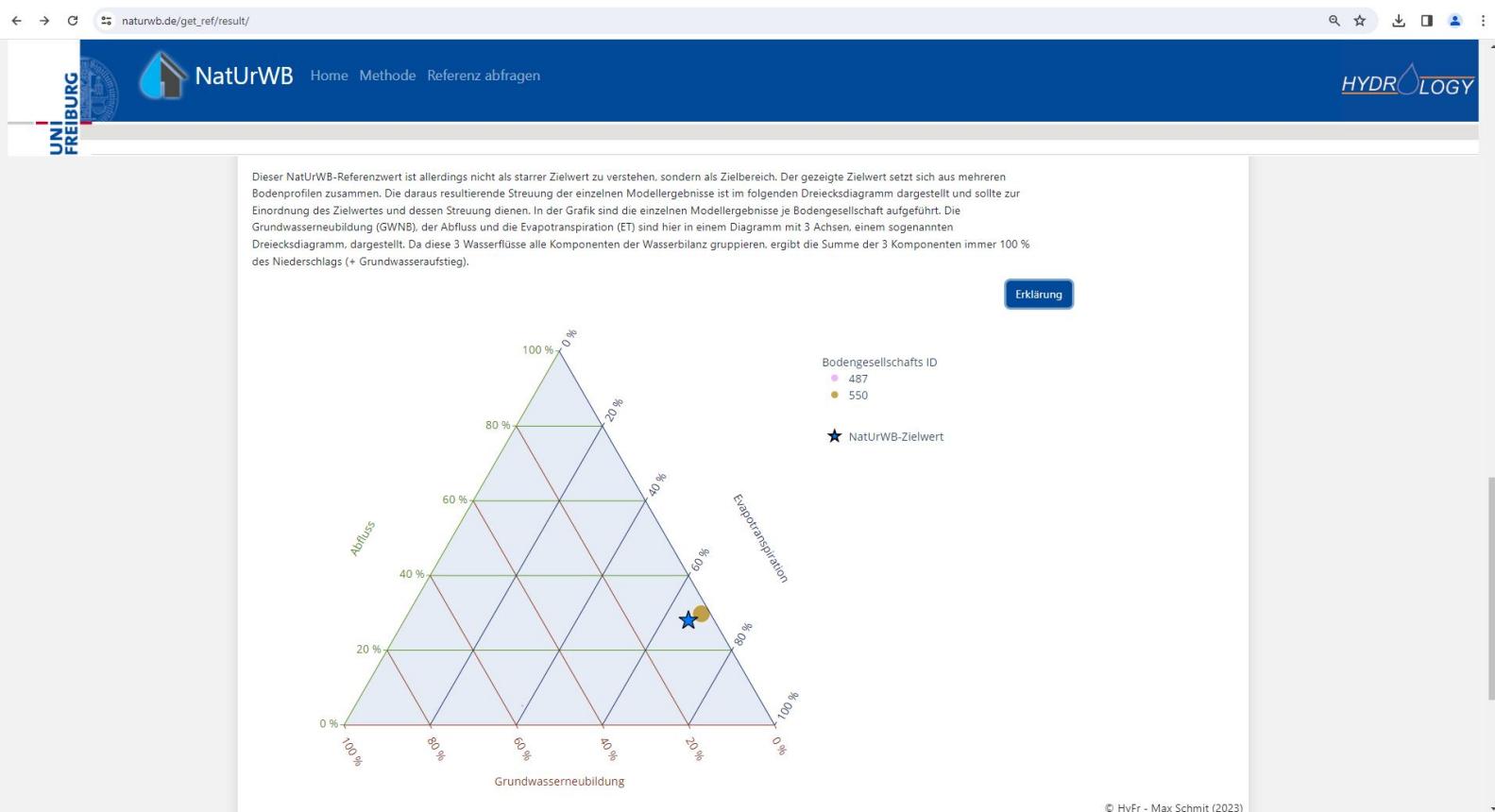
Des Weiteren finden Sie hier auch eine Abbildung, die die einzelnen Wasserflüsse aufzeigt, aus der die NatUrWB-Referenz zusammengesetzt ist. Hier sind die jährlichen Wassermengen, die das Modell ermittelt hat, aufgelistet.

Da der Zwischenabfluss in Regionen mit hohem Grundwasserspiegel zu einer schnellen Abflussreaktion führt, wurde in diesem Bereich der Zwischenabfluss dem Abfluss hinzugerechnet. Ebenso ist die Grundwasserneubildung eine Zusammensetzung aus der direkten Tiefenperkolation und dem grundwasserfernen Zwischenabfluss.

**Erklärung**

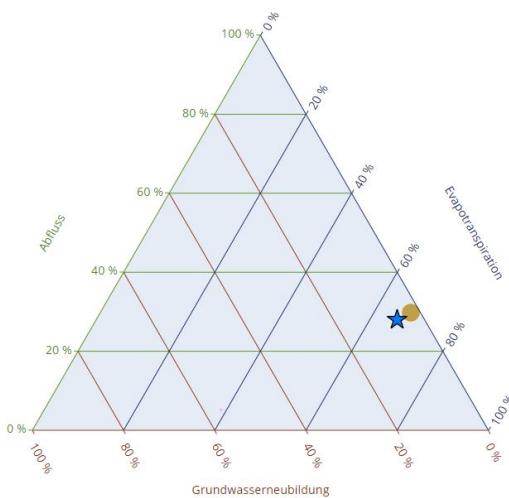
© HyFr - Max Schmit (2023)





Dieser NatUrWB-Referenzwert ist allerdings nicht als starrer Zielwert zu verstehen, sondern als Zielbereich. Der gezeigte Zielwert setzt sich aus mehreren Bodenprofilen zusammen. Die daraus resultierende Streuung der einzelnen Modellergebnisse ist im folgenden Dreiecksdiagramm dargestellt und sollte zur Einordnung des Zielwertes und dessen Streuung dienen. In der Grafik sind die einzelnen Modellergebnisse je Bodengesellschaft aufgeführt. Die Grundwassererneubildung (GWNB), der Abfluss und die Evapotranspiration (ET) sind hier in einem Diagramm mit 3 Achsen, einem sogenannten Dreiecksdiagramm, dargestellt: Da diese 3 Wasserflüsse alle Komponenten der Wasserbilanz gruppieren, ergibt die Summe der 3 Komponenten immer 100 % des Niederschlags (+ Grundwasseraufstieg).

Eklärungen



In diesem Diagramm ist zum einen der gemittelte NatUrWB-Zielwert dargestellt, aber auch die einzelnen Modellergebnisse pro Simulations-Polygon. (Die angegebene ID ist die ID der Bodenbezirkschaft, genannt GEN\_ID, der Bodenübersichtskarte vom RGB).

- Ein Dreiecksdiagramm besteht aus 3 Achsen, deren Summe 100 % ergibt. Dieser liegt sich so, dass man die jeweiligen Achsen parallel verschieben kann, um an der Achse abzulesen.
    - Also um es an einem Beispiel zu erörtern:
      - Will man von einem Punkt den Anteil des Abflusses, zieht man eine parallele Linie zu der grünen Achse, also in dem Fall eine horizontale Linie und liest auf der Abfluss-Achse (linken Seite) den Wert ab. Für den NatUrWBP-Zielwert erhält man dann 28 %.
      - Will man aber den Anteil der Grundwasseraufschwemmung so zieht man eine parallele Linie zu den braunen Gitterlinien und liest auf der unteren Achse den Wert ab; in diesem Fall 6 %.

Des Weiteren können Sie mit der Maus über die Punkte fahren, um nähere Informationen zu diesem zu erhalten.

