

**GIG Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH**

Am Heidenbaumberg 4, Stralendorf 19073

Tel. 03869 / 780 99 00

Fax 03869 / 780 99 01

E-Mail post@gig-schwerin.de



Oertzen Holthusen GmbH

Eugen-Langen-Straße 4

19061 Schwerin

**Baugrundbeurteilung und Bewertung  
der Versickerungsfähigkeit mit  
Vordimensionierung Versickerungsanlage**

**Bauvorhaben:** Ferienzentrum Wohlenberg B-Plan 15  
Stadt Klütz

GIG-Projekt-Nr.: 521622

**Auftraggeber:** Oertzen Holthusen GmbH  
Eugen-Langen-Straße 4  
19061 Schwerin

**Auftragnehmer** GIG Gesellschaft für  
Ingenieurgeologie mbH  
Am Heidenbaumberg 4  
19073 Stralendorf

**Gutachter** E. Sacharow Dipl.-Geol.  
D. Sacharowa Dipl.-Hydrogeol.

**Auftrag vom** 26.04.2023

**Ort, Datum** Stralendorf, den 10.10.2023

Dieser Bericht umfasst 20 Seiten und 10 Anlagen.  
Vollständige oder auszugsweise Wiedergabe des Berichtes bedarf  
der Angabe des Verfassers.

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>VORGANG</b>                                                                                                       | <b>4</b>  |
| 1.1      | Veranlassung                                                                                                         | 4         |
| 1.2      | Vorhandene Unterlagen                                                                                                | 4         |
| <b>2</b> | <b>DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN</b>                                                                                        | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>BODENKENNWERTE</b>                                                                                                | <b>5</b>  |
| 3.1      | Schichtenaufbau des Untergrundes                                                                                     | 5         |
| 3.2      | Kennwerte und Eigenschaften der Böden                                                                                | 5         |
| <b>4</b> | <b>AUSWERTUNG DER BAUGRUNDUNTERSUCHUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG</b>                                                   | <b>10</b> |
| 4.1      | Gründung der Gebäude                                                                                                 | 11        |
| 4.2      | Herstellung der Wege und Parkplätze                                                                                  | 12        |
| <b>5</b> | <b>AUSWERTUNG DER BODENUNTERSUCHUNGEN NACH ERSATZBAUSTOFFVERORDNUNG 2021</b>                                         | <b>13</b> |
| <b>6</b> | <b>BEWERTUNG DER VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES BODENS UND EMPFEHLUNGEN ZU MÖGLICHEN REGENWASSERVERSICKERUNGSANLAGEN</b> | <b>13</b> |
| 6.1      | Geomorphologische und hydrologische Verhältnisse                                                                     | 13        |
| 6.2      | Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse                                                                             | 13        |
| <b>7</b> | <b>VORDIMENSIONIERUNG DER REGENWASSERVERSICKERUNGSANLAGE</b>                                                         | <b>14</b> |
| 7.1      | Konzept zur Regenwasserversickerung und Randbedingungen                                                              | 14        |
| 7.2      | Vorbemessung einer Regenwasserversickerung über Rohr-Rigolen-Systeme                                                 | 16        |
| 7.2.1    | Rohrrigolen-Systeme für Versickerung Dachflächenwässer                                                               | 16        |
| 7.2.2    | Rohrrigolen-Systeme für Versickerung der auf den Wegen und Parkflächen anfallenden Niederschlagswässer               | 17        |
| <b>8</b> | <b>HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG</b>                                                                                    | <b>18</b> |
| 8.1      | Allgemeine Anmerkungen                                                                                               | 19        |
| <b>9</b> | <b>QUELLEN</b>                                                                                                       | <b>20</b> |

## **Anlagenverzeichnis**

|            |                                                                                                       |      |   |     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|-----|
| Anlage 1   | Lageplan mit Bohransatzpunkten                                                                        | M: 1 | : | 300 |
| Anlage 2   | Bohrprofile der Sondierbohrungen nach DIN 4023                                                        | M: 1 | : | 40  |
| Anlage 3   | Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14 688                                                         |      |   |     |
| Anlage 4   | Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen mit Ermittlung des kf-Wertes                                   |      |   |     |
| Anlage 5   | Ergebnisse der Bestimmung des Wassergehaltes                                                          |      |   |     |
| Anlage 6   | Protokoll der Herstellung einer Bodenmischprobe                                                       |      |   |     |
| Anlage 7   | Prüfbericht der Bodenanalyse nach Ersatzbaustoff-Verordnung (2021)                                    |      |   |     |
| Anlage 8   | Bewertung der Untersuchungsergebnisse nach Ersatzbaustoff-Verordnung (2021)                           |      |   |     |
| Anlage 9/1 | Vorbemessung Regenwasserversickerungsanlage als Rohr-Rigolen-System – Haus 1                          |      |   |     |
| Anlage 9/2 | Vorbemessung Regenwasserversickerungsanlage als Rohr-Rigolen-System – Haus 2                          |      |   |     |
| Anlage 9/3 | Vorbemessung Regenwasserversickerungsanlage als Rohr-Rigolen-System – Wege und<br>Parkplatz FS 26/135 |      |   |     |
| Anlage 9/4 | Vorbemessung Regenwasserversickerungsanlage als Rohr-Rigolen-System – Wege und<br>Parkplatz FS 26/136 |      |   |     |
| Anlage 10  | Schematischer Schichtenschnitt A-A'                                                                   |      |   |     |

## **1 Vorgang**

### **1.1 Veranlassung**

Am 26.04.2023 erteilte die Fa. Oertzen Holthusen GmbH, Schwerin, der GIG Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH, Stralendorf, den Auftrag für das geplante Bauvorhaben – Feriencentrum Wohlenberg B-Plan 15 Stadt Klütz – eine Baugrunderkundung durchzuführen und eine Baugrundbeurteilung mit Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Bodens inkl. Vordimensionierung für mögliche Versickerungsanlagen zu erarbeiten. Es ist die Errichtung von zwei Gebäuden ohne Keller mit Parkplatz auf den FS 26/132 und FS 26/135 geplant. Auf dem FS 26/136 soll nur die Zufahrt mit Pflaster befestigt und der Parkplatz auf Schotterrasen errichtet werden. Die Hochwasserlinie im Baugebiet liegt nach den vorliegenden Unterlagen [U2] bei 4,0 m NHN. Beide Gebäude sollen aufgrund der Neigung des Geländes in den Hang eingebaut werden.

Durch das Abteufen von Sondierbohrungen sowie Laborarbeiten sollen der Schichtenverlauf, die hydrogeologischen Verhältnisse, die Versickerungseigenschaften des Bodens sowie die bodenphysikalischen Eigenschaften geklärt und Empfehlungen zur Gründung gegeben werden. Es ist für eine am Standort mögliche Art der Regenwasserversickerung eine Vordimensionierung der Anlage(n) nach ATV A 138 durchzuführen.

### **1.2 Vorhandene Unterlagen**

[U1]    Lage- und Höhenplan zum Baubereich, erstellt durch Vermessungsbüro J. Gudat, vom 31.03.2020

[U2]    Präsentation zum B-Plan 15 Stadt Klütz vom 16.01.2020

Weitere Literatur siehe Kap. 9.

## **2 Durchgeführte Arbeiten**

Am 17. und 18.07.2023 wurden von Mitarbeitern der Fa. EB Nord Lübesse insgesamt 13 Sondierbohrungen (BS) abgeteuft. Vier Sondierbohrungen wurden á 8 m, drei BS á 5 m und sechs BS á 3 m tief niedergebracht. Die Bohrprofile der Sondierbohrungen sind in Anlage 2 nach DIN 4023 dargestellt und die Schichtenverzeichnisse entsprechend DIN EN ISO 14688 in Anlage 3 beigelegt. Während der Feldarbeiten wurden 64 gestörte Bodenproben entnommen.

Zur Ermittlung der bodenphysikalischen Eigenschaften und Kennwerte, sowie zur Klassifizierung der Böden nach DIN 18196 wurden 11 Bodenproben der Güteklasse 3 im Labor der GIG mbH auf ihre Kornzusammensetzung nach DIN ISO/TS 17892-4 untersucht sowie die Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt. Die Ergebnisse sind in Anlage 4 beigelegt. An drei Bodenproben wurde der Wassergehalt nach DIN ISO/TS 17892-1 (Anlage 5) ermittelt.

Die Aufschlüsse wurden höhenmäßig von den Bezugspunkten HP1 und HP2 (OK Schachtdeckel – 3,96 m bzw. 3,18 m NHN) aus eingemessen (s. Lageplan Anlage 1).

Aus den beim Aushub der Baugruben anfallenden Böden (Schicht 2 bis 6) wurde eine Mischprobe (MP1\_20-07-23) erstellt und im Labor der EUROFINS Umwelt Nord GmbH nach Ersatzbaustoffverordnung 2021 untersucht. Die Erstellung der Mischprobe ist in Anlage 6 dokumentiert. Der Prüfbericht ist als Anlage 7 beigelegt.

### **3    Bodenkennwerte**

#### **3.1    Schichtenaufbau des Untergrundes**

Die im Bereich des Bauvorhabens angetroffenen Böden können aufgrund ihrer hydrogeologischen Merkmale, der Genese und ihrer Eigenschaften in sechs Schichten zusammengefasst werden:

|           |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| Schicht 1 | : | Oberboden        |
| Schicht 2 | : | Auffüllung       |
| Schicht 3 | : | Schluffe         |
| Schicht 4 | : | schluffige Sande |
| Schicht 5 | : | Sande            |
| Schicht 6 | : | Geschiebemergel  |

Der genaue Schichtenverlauf ist in Anlage 2 dargestellt.

#### **3.2    Kennwerte und Eigenschaften der Böden**

##### **Schicht 1 – Oberboden**

|                                           |                                                                           |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart nach DIN EN ISO 14688:           | Feinsand, meist schluffig, humos, stellenweise Schluff, feinsandig, humos |
| Kurzzeichen nach DIN 18 196:              | OH, OU                                                                    |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1:      | FSa, siFSa, fsaSi                                                         |
| Bodenklasse nach DIN 18300:               | 1                                                                         |
| Homogenbereich für Erdarbeiten nach VOB/C | 1                                                                         |
| Wichte des feuchten Bodens (kN/m³):       | 17                                                                        |
| Wichte unter Auftrieb (kN/m³):            | 7                                                                         |
| Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17:      | F3 (sehr frostempfindlich)                                                |

**Schicht 2 – Auffüllung**

|                                           |                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart nach DIN EN ISO 14688:           | Feinsand, schluffig, vereinzelt Kies,<br>vereinzelt Ziegel- und Betonreste, stellen-<br>weise humos verunreinigt |
| Kurzzeichen nach DIN 18 196:              | [SU]                                                                                                             |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1:      | siFSa                                                                                                            |
| Bodenklasse nach DIN 18300:               | 3                                                                                                                |
| Homogenbereich für Erdarbeiten nach VOB/C | 2                                                                                                                |
| Wichte des feuchten Bodens (kN/m³):       | 19 – 20                                                                                                          |
| Wichte unter Auftrieb (kN/m³):            | 10 – 11                                                                                                          |
| Reibungswinkel (°):                       | 35                                                                                                               |
| Kohäsion (kN/m²):                         | 0                                                                                                                |
| Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17:      | F3 (sehr frostempfindlich)                                                                                       |

**Schicht 3 – Schluffe**

|                                           |                                                   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Bodenart nach DIN EN ISO 14688:           | Schluff, stark sandig, schwach tonig bis<br>tonig |
| Kurzzeichen nach DIN 18 196:              | UL                                                |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1:      | clsaSi                                            |
| Bodenklasse nach DIN 18300:               | 4                                                 |
| Homogenbereich für Erdarbeiten nach VOB/C | 3                                                 |
| Wichte des feuchten Bodens (kN/m³):       | 19                                                |
| Wichte unter Auftrieb (kN/m³):            | 9                                                 |
| Reibungswinkel (°):                       | 30                                                |
| Kohäsion (kN/m²):                         | 5                                                 |
| Steifemodul (MN/m²):                      | 5                                                 |
| Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17:      | F3 (sehr frostempfindlich)                        |
| kf-Wert (m/s):                            | $1,0 \cdot 10^{-8} - 2,4 \cdot 10^{-8}$           |
| Durchlässigkeit nach DIN 18 130           | schwach durchlässig                               |

**Schicht 4 – schluffige Sande**

|                                           |                                                                                                                   |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart nach DIN EN ISO 14688:           | Feinsand, schluffig bis stark schluffig, stellenweise mittelsandig, stellenweise Kiese, stellenweise Schlufflagen |
| Kurzzeichen nach DIN 18 196:              | SU*                                                                                                               |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1:      | siFSa, msasiFSa                                                                                                   |
| Bodenklasse nach DIN 18300:               | 3                                                                                                                 |
| Homogenbereich für Erdarbeiten nach VOB/C | 4                                                                                                                 |
| Wichte des feuchten Bodens (kN/m³):       | 20                                                                                                                |
| Wichte unter Auftrieb (kN/m³):            | 10                                                                                                                |
| Reibungswinkel (°):                       | 30                                                                                                                |
| Kohäsion (kN/m²):                         | 0                                                                                                                 |
| Steifemodul (MN/m²):                      | 20 – 40                                                                                                           |
| Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17:      | F3 (sehr frostempfindlich)                                                                                        |
| kf-Wert (m/s):                            | $1,0 \cdot 10^{-6} - 1,2 \cdot 10^{-5}$                                                                           |
| Durchlässigkeit nach DIN 18 130           | durchlässig                                                                                                       |

**Schicht 5 – Sande**

|                                           |                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart nach DIN EN ISO 14688:           | Feinsand, schwach mittelsandig bis mittelsandig, schwach schluffig, stellenweise schwach grobsandig, vereinzelt Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig, schwach schluffig |
| Kurzzeichen nach DIN 18 196:              | SU                                                                                                                                                                                                                      |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1:      | simsaFSa, simsacsaFSa, sifsacsagrMSa                                                                                                                                                                                    |
| Bodenklasse nach DIN 18300:               | 3                                                                                                                                                                                                                       |
| Homogenbereich für Erdarbeiten nach VOB/C | 4                                                                                                                                                                                                                       |
| Wichte des feuchten Bodens (kN/m³):       | 20                                                                                                                                                                                                                      |
| Wichte unter Auftrieb (kN/m³):            | 11                                                                                                                                                                                                                      |
| Reibungswinkel (°):                       | 32,5                                                                                                                                                                                                                    |
| Kohäsion (kN/m²):                         | 0                                                                                                                                                                                                                       |
| Steifemodul (MN/m²):                      | 40 – 60                                                                                                                                                                                                                 |
| Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17:      | F1 (nicht frostempfindlich)                                                                                                                                                                                             |
| kf-Wert (m/s):                            | $9,5 \cdot 10^{-6} - 7,8 \cdot 10^{-5}$                                                                                                                                                                                 |
| Durchlässigkeit nach DIN 18 130           | durchlässig                                                                                                                                                                                                             |

**Schicht 6 – Geschiebemergel**

|                                           |                                                                   |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Bodenart nach DIN EN ISO 14688:           | Schluff, schwach sandig bis sandig, häufig tonig, vereinzelt Kies |
| Kurzzeichen nach DIN 18 196:              | UL, UM                                                            |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1:      | clsaSi, saSi                                                      |
| Bodenklasse nach DIN 18300:               | 4                                                                 |
| Homogenbereich für Erdarbeiten nach VOB/C | 6                                                                 |
| Wichte des feuchten Bodens (kN/m³):       | 21 – 22                                                           |
| Wichte unter Auftrieb (kN/m³):            | 11 – 12                                                           |
| Reibungswinkel (°):                       | 27,5                                                              |
| Kohäsion (kN/m²):                         | 10 – 15                                                           |
| Steifemodul (MN/m²):                      | 20 – 25                                                           |
| Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17:      | F3 (sehr frostempfindlich)                                        |
| kf-Wert (m/s):                            | $1,0 \cdot 10^{-9} - 1,0 \cdot 10^{-8}$                           |
| Durchlässigkeit nach DIN 18 130           | sehr schwach durchlässig                                          |

**Tabelle 1: Übersicht der Bodenkennwerte**

| Schicht                                                  | 1 – Oberboden     | 2 – Auffüllung | 3 – Schluffe                            | 4 – schluffige Sande                    | 5 – Sande                                  | 6 – Geschiebemergel                     |
|----------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Homogenbereich nach VOB/C                                | 1                 | 2              | 3                                       | 4                                       | 5                                          | 5                                       |
| Kurzzeichen nach DIN 18196                               | OH, OU            | [SU]           | UL                                      | SU*                                     | SU                                         | UL, UM                                  |
| Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1                      | FSa, siFSa, fsaSi | siFSa          | clsaSi                                  | siFSa, msasiFSa                         | simsaFSa,<br>simsacsaFSa,<br>sifsacsagrMSa | clsaSi, saSi                            |
| Bodenklasse nach DIN 18300                               | 1                 | 3              | 4                                       | 3                                       | 3                                          | 4                                       |
| Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB 17)                       | F3                | F3             | F3                                      | F3                                      | F1                                         | F3                                      |
| Wichte des feuchten Bodens $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | 17                | 19 – 20        | 19                                      | 20                                      | 20                                         | 21 – 22                                 |
| Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]     | 7                 | 10 – 11        | 9                                       | 10                                      | 11                                         | 11 – 12                                 |
| Reibungswinkel [°]                                       | -                 | 35             | 30                                      | 30                                      | 32,5                                       | 27,5                                    |
| Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]                       | -                 | 0              | 5                                       | 0                                       | 0                                          | 10 – 15                                 |
| Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]                   | -                 | -              | 5                                       | 20 40                                   | 40 60                                      | 20 – 25                                 |
| Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]                      | -                 |                | $1,0 \cdot 10^{-8} - 2,4 \cdot 10^{-8}$ | $1,0 \cdot 10^{-6} - 1,2 \cdot 10^{-5}$ | $9,5 \cdot 10^{-6} - 7,8 \cdot 10^{-5}$    | $1,0 \cdot 10^{-9} - 1,0 \cdot 10^{-8}$ |

## **4    Auswertung der Baugrunduntersuchung und Gründungsempfehlung**

Die im Bereich des geplanten Bauvorhabens angetroffenen Böden wurden anhand ihrer Eigenschaften in sechs Schichten zusammengefasst:

|           |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| Schicht 1 | : | Oberboden        |
| Schicht 2 | : | Auffüllung       |
| Schicht 3 | : | Schluffe         |
| Schicht 4 | : | schluffige Sande |
| Schicht 5 | : | Sande            |
| Schicht 6 | : | Geschiebemergel  |

Im Untersuchungsgebiet wurde mit Ausnahme der Sondierbohrung 3 (BS3) ein 0,1 – 0,3 m mächtiger Oberboden (Schicht 1) angetroffen. In der BS1, BS2, BS3, BS8, und BS9 wurde unter dem Oberboden bzw. oberflächlich (BS3) eine 0,2 – 0,4 m mächtige Auffüllung (Schichten 2) erbohrt.

Schluffe der Schicht 3 wurden vor allem im Süden des Baubereichs, also in den Aufschlüssen BS5, BS6, BS7, BS12 und BS13 unter dem Oberboden angetroffen. Im Liegenden stehen schluffige Sande (Schicht 4), Sande (Schicht 5) in wechselnden Lagen an, wobei die Sande deutlich überwiegen. Tendenziell sind die schluffigen Sande (Schicht 4) im Vergleich mit den schluffärmeren Sanden der Schicht 5 in geringeren Tiefen anzutreffen. Geschiebelehm/-mergel (Schicht 6) wurde nur in einem Aufschluss (BS 8) erbohrt. Der genaue Schichtenverlauf ist Anlage 2 zu entnehmen.

Während der Feldarbeiten am 17. und 18.07.2023 wurde Grundwasser bei 1,00 m bis 1,58 m NHN angetroffen. In der BS 3 wurde aufgrund des dort anstehenden bindigen Materials kein Grundwasser angetroffen. In BS5, BS8 und BS13 wurde aufgrund der Höhenlage der Ansatzpunkte kein Grundwasser bis zur Endtiefe erbohrt.

Für die Schluffe (Schicht 3) wurden  $k_f$ -Werte zwischen  $1,0 \cdot 10^{-8}$  –  $2,4 \cdot 10^{-8}$  m/s ermittelt (Anlage 4). Der Schluff ist damit nach DIN 18 130 schwach durchlässig. Er ist für eine Versickerung nicht geeignet. In niederschlagsreichen Zeiten kann sich zeitweise Staunässe über den Schluffen bilden.

Für die schluffigen Sande (Schicht 4) wurden  $k_f$ -Werte zwischen  $1,0 \cdot 10^{-6}$  –  $1,2 \cdot 10^{-5}$  m/s ermittelt (Anlage 4). Sie sind damit nach DIN 18 130 durchlässig. Die schluffigen Sande (Schicht 4) sind für eine Versickerung nur eingeschränkt geeignet.

Die Sande der Schicht 5 sind schwach schluffig. Es wurden  $k_f$ -Werte zwischen  $9,5 \cdot 10^{-6}$  –  $7,8 \cdot 10^{-5}$  m/s ermittelt (Anlage 4). Die Sande damit nach DIN 18 130 durchlässig und für eine Versickerung geeignet.

Für den Geschiebemergel (Schicht 6) wurden  $k_f$ -Werte zwischen  $1,0 \cdot 10^{-9} - 1,0 \cdot 10^{-8}$  m/s ermittelt (Anlage 4). Er ist damit nach DIN 18 130 sehr schwach durchlässig und für eine Versickerung nicht geeignet.

#### 4.1 Gründung der Gebäude

Der **Oberboden (Schicht 1)** und die **Auffüllung (Schicht 2)** sind nicht tragfähig, sehr frostempfindlich und müssen im Gründungsbereich vollständig abgetragen werden.

Die **Schluffe (Schicht 3)** von steifer Konsistenz, die **schluffigen Sande (Schicht 4)**, die **Sande (Schicht 5)** und der **Geschiebemergel (Schicht 6)** von steifer Konsistenz stellen für das geplante Bauvorhaben einen tragfähigen Baugrund dar. Aus geotechnischer Sicht wird eine Flachgründung der Gebäude auf einer Gründungsplatte empfohlen.

Die Schluffe (Schicht 3), die schluffigen Sande (Schicht 4) und der Geschiebemergel (Schicht 6) sind sehr frostempfindlich. Unter der Bodenplatte bzw. Gründungsplatte ist daher eine 40 cm mächtige Trag- / Frostschuttschicht aus grobkörnigen Böden (ohne Schluffanteil) der Bodenklasse SE, SW, SI, GE, GW, GI mit einem Ungleichförmigkeitsgrad  $U > 3$  nach DIN 18196 einzubauen und mit leichten Vibrationsplatten auf mindestens 98 % Proctordichte zu verdichten.

Für die statische Berechnung der Gründungsplatte kann ein Bettungsmodul von  **$k_s = 12 \text{ MN/m}^3$**  angesetzt werden. Alternativ kann für 1 m breite Streifen unter den tragenden Wänden ein Bettungsmodul von  **$k_s = 24 \text{ MN/m}^3$**  als Berechnungsgrundlage angesetzt werden.

Bei Durchführung der Erdarbeiten bei regnerischem Wetter wird eine offene Wasserhaltung erforderlich.

Bei der Herstellung der Baugrube ist die DIN 4124 zu beachten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Baugrubensohle nicht durch Regenwasser durchnässt und durch Baufahrzeuge aufgeweicht wird. Der ausgehobene Boden ist frostempfindlich und kann nicht als Fundamentunterfüllung wiederverwendet werden.

Bei der Planung der Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533:2017-07 können bei den vorliegenden Baugrund- und Hochwasserverhältnissen die Bauwerke der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) zugeordnet werden.

Der Baugrubenverbau kann aus geotechnischer Sicht als Trägerbohlwand ausgeführt werden.

Um eine Regenwasserversickerung auf dem Grundstück zu ermöglichen, ist es erforderlich die erdberührten Gebäudeteile aus WU-Beton (Weiße Wanne) herzustellen.

Es ist zu erwarten, dass die erforderlichen Verformungsbedingungen auf dem Planum der Verkehrsflächen ( $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ) insbesondere bei ungünstiger Witterung nicht überall erfüllt werden. Es wird daher empfohlen, nach Prüfung, **bis 0,2 m unter dem Planum einen Bodenaustausch** durchzuführen und grobkörnige Böden (ohne Schluffanteil) der Bodenklasse GW, GI oder RC-Material 0/32 einzubauen und mit leichten Vibrationsplatten zu verdichten.

#### **4.2    Herstellung der Wege und Parkplätze**

Für die Parkplatzflächen wurde die Belastungsklasse Bk 0,3 angenommen. Das Untersuchungsgebiet liegt gem. RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II.

Um schädliche Verformungen der in der Frosteinwirkungszone II liegenden Verkehrsflächen während der Frost- und Auftauperioden zu vermeiden, sowie eine sichere Lastverteilung bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen zu gewährleisten, wird empfohlen einen frostsicheren Straßenaufbau gemäß RStO 12, Tabellen 6 und 7, herzustellen:

|                                                 |               |
|-------------------------------------------------|---------------|
| Mindestdicke:                                   | 50 cm         |
| Frosteinwirkung Zone II:                        | + 5 cm        |
| keine besonderen Klimaeinflüsse:                | + 0 cm        |
| kein Grundwasser bis 1,5 m unter Planum:        | + 0 cm        |
| Geländehöhe bis Damm < 2,0 m:                   | + 0 cm        |
| Entwässerung der Verkehrsfläche über Mulden:    | <u>+ 0 cm</u> |
| <b>Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus:</b> | <b>55 cm</b>  |

Aus geotechnischer Sicht kann folgende Ausbauempfehlung gemäß RStO 12 realisiert werden:

#### **Ausbauvorschlag gemäß RStO 12 aus Tragfähigkeitsgründen und**

#### **Bauweise mit Pflasterdecke nach Tafel 3, Zeile 3, Bk0,3:**

|                                                        |              |
|--------------------------------------------------------|--------------|
| Pflasterdecke                                          | 8 cm         |
| Pflasterbett                                           | 4 cm         |
| Schottertragschicht 0/45 $E_{v2} > 120 \text{ MN/m}^2$ | 25 cm        |
| Frostschuttschicht                                     | <u>18 cm</u> |
|                                                        | 55 cm        |

## 5 Auswertung der Bodenuntersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung 2021

Die Mischprobe MP1\_20-07-23 wurde aus den beim Aushub der Baugruben anfallenden Böden erstellt (s. Anlage 6). Die detaillierte Bewertung des Bodens nach Ersatzbaustoffverordnung 2021 ist in Anlage 7 und der Prüfbericht als Anlage 8 beigelegt. Die zusammenfassende Bewertung ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Das mit der Mischprobe untersuchte Boden-Gemisch überschreitet bei keinem Parameter die Materialwerte für BM-0 nach Ersatzbaustoffverordnung 2021. Das im Aushubbereich anfallenden Bodenmaterial kann daher nach Ersatzbaustoffverordnung 2021 als BM-0-Material eingestuft werden.

**Tabelle 2: Übersicht zu den Untersuchungsergebnissen mit Einstufung nach Ersatzbaustoffverordnung**

| Mischprobe   | Material                         | Einstufung EBV | relevante Parameter | Einstufung nach AVV |
|--------------|----------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| MP1_20-07-23 | Aushubbereich<br>Schicht 2 bis 6 | BM-0           | -                   | 170504              |

Aus geotechnischen Gründen ist dieses Material nicht im Bereich von Gebäuden bzw. Fundamenten wiederverwertbar. Das Boden-Gemisch (Schicht 2 bis 6) kann nach AVV bei einem Aushub unter der ASN 170504 (Boden und Stein ohne gefährliche Stoffe) entsorgt werden. Aufgrund des geringen Anteils an Auffüllung 2 können geringe Mengen von Bauschutt (<10 %) im Aushub enthalten sein.

## 6 Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Bodens und Empfehlungen zu möglichen Regenwasserversickerungsanlagen

### 6.1 Geomorphologische und hydrologische Verhältnisse

Am Untersuchungsstandort stehen oberflächlich unter dem Oberboden und der Auffüllung limnische Bildungen über glazilimnischen bis glazifluviatilen Bildungen bzw. der Grundmoräne der Weichsel-2-Kaltzeit an. Das Baugebiet liegt in einem Bereich mit Geländehöhen von ca. 3 – 7 m NHN. Es fällt von Westen nach Osten auf ca. 3 m NHN ab [U1].

### 6.2 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

Das Regenwasser von den Dachflächen und den Verkehrsflächen soll auf den beiden Grundstücken versickert werden. Die Aufschlüsse, die im Baugebiet abgeteuft wurden, zei-

gen, dass für eine Regenwasserversickerung geeignete Böden im Hangbereich westlich der beiden Gebäude in der BS 1, BS 5 und BS 6 vorliegen. Der mittlere kf-Wert der Schicht 5 betrug hier  $3,5 \cdot 10^{-5}$  m/s. Hier stehen die Sande der Schicht 5 unterhalb von 5 m NHN bzw. im Gründungsbereich (BS 5) der Gebäude an.

Die versickerungsfähigen Sande (Schicht 5) wurden am Ostrand der Grundstücke entlang des geplanten Parkplatzbereiches in BS 9, BS 10 und BS 11 angetroffen und weisen hier einen mittleren kf-Wert von  $1,2 \cdot 10^{-5}$  m/s auf. Sie stehen hier unter dem Oberboden (Schicht 1) sowie teilweise unter der Auffüllung (Schicht 2) und den schluffigen Sanden (Schicht 4) an. Im Rahmen der Aufschlussarbeiten wurde im Baufeld Grundwasser bei 2,3 m u. GOK (BS 9, BS 11) – 5,6 m u. GOK (BS 1, BS 6) angetroffen. Das Grundwasser wurde während der Feldarbeiten im Bereich der Gebäude bei 1,5 m NHN und entlang des Fußweges bei 1,0 bis 1,23 m NHN angetroffen. Am Südrand des Baufeldes stehen keine versickerungsfähigen Böden an (BS 12, BS 13, s. Anlage 2).

Aufgrund der in den Aufschlüssen angetroffenen hydrogeologischen Verhältnisse und den ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten, der begrenzten Platzverhältnisse, der zu erwartenden hohen Lasten ist für die Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer nach ATV A 138 [U5] nur eine Versickerung über Rigolen- oder Rohrrigolen aus Kies möglich. Über diese Anlagen soll das Regenwasser in die Sande der Schicht 5 abgeleitet werden.

## **7 Vordimensionierung der Regenwasserversickerungsanlage**

### **7.1 Konzept zur Regenwasserversickerung und Randbedingungen**

Nach Angaben des AG ist jeweils das von den Dächern der Gebäude sowie das auf den Parkplätzen und Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser zu sammeln und zu versickern. Das Regenwasser kann, da es entlang der Gebäudekanten im Hangbereich sowie im Parkplatzbereich abgeleitet werden soll, über Kiesrohrigolen versickert werden.

Für die Grundstücke zu erwartenden angeschlossenen Flächen sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Nach ATV A 138 [U5] ist das für die Dimensionierung der Regenwasserversickerungsanlage zu berücksichtigende angeschlossene Einzugsgebiet ( $A_u$ ) wie folgt zu ermitteln:

$$A_u = \Sigma(A_e \cdot \Psi)$$

$A_e$  – Fläche auf der das Regenwasser anfällt

$\Psi$  – Abflussbeiwert (für geneigte Dachflächen  $\Psi = 0,9$ , offenes Pflaster  $\Psi = 0,5$ , Schotterrasen,  $\Psi = 0,3$ , Rasengittersteine  $\Psi = 0,15$ )

**Tabelle 3:    Übersicht zu den angeschlossenen Flächen und Ermittlung des angeschlossenen Einzugsgebietes**

| <b>Bezeichnung</b>    | <b>Fläche</b><br>m <sup>2</sup> | <b>Bedeckung</b>                                 | <b>Abflussbeiwert</b> | <b>angeschlossenes Einzugsgebiet</b><br>m <sup>2</sup> | <b>an Versickerungsanlage angeschlossenes Einzugsgebiet</b><br>m <sup>2</sup> | <b>Versickerung über</b>              |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Dach Wohnhaus 1       | 275                             | Schrägdach (Metall, Ziegel, Dachpappe<br>ovglb.) | 0,9                   | 248                                                    | 248                                                                           | Rohrrigole 1 Westseite<br>Haus 1      |
| Dach Wohnhaus 2       | 278                             |                                                  | 0,9                   | 250                                                    | 250                                                                           | Rohrrigole 2 Westseite<br>Haus 2      |
| Parkflächen FS 26/135 | 241                             | Rasengittersteine                                | 0,15                  | 36                                                     | 154                                                                           | Rohrrigole 3<br>Ostseite<br>Parkplatz |
| Wege / Zuwegung       | 236                             | Pflaster (offen)                                 | 0,5                   | 118                                                    |                                                                               |                                       |
| Einfahrt Parkplatz    | 27                              | Pflaster (offen)                                 | 0,5                   | 14                                                     | 195                                                                           | Rohrrigole 4<br>Ostseite<br>Parkplatz |
| Parkflächen FS 26/136 | 606                             | Schotterrasen                                    | 0,3                   | 182                                                    |                                                                               |                                       |

Für die Dachflächen ergibt sich pro Haus somit ein angeschlossenes undurchlässiges Regenwassereinzugsgebiet von

248 m<sup>2</sup> (Haus 1) bzw. 250 m<sup>2</sup> (Haus 2).

und für die Verkehrs- und Parkflächen von

154 m<sup>2</sup> (Flurstück 26/135) bzw. 195 m<sup>2</sup> (Flurstück 26/136).

Der Bemessungs-kf-Wert ist nach ATV A 138 Tabelle B.1 im vorliegenden Fall mit einem Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Die für die Vordimensionierung der Regenwasserversickerungsanlagen zugeordneten Bemessungs-kf-Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

**Tabelle 4:   Zusammenstellung der für den Standort ermittelten Bemessungs-kf-Werte**

| <b>Schicht</b> | <b>Beschreibung</b> | <b>Aufschlüsse</b> | <b>mittlerer kf-Wert</b> | <b>Bemessungs-kf-Wert</b> |
|----------------|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| Schicht 5      | Sand                | BS 1, BS 5, BS 6   | $3,5 \cdot 10^{-5}$      | $7 \cdot 10^{-6}$         |
| Schicht 5      | Sand                | BS 9, BS 10, BS 11 | $1,2 \cdot 10^{-5}$      | $2,4 \cdot 10^{-6}$       |

Die Bemessung der Regenwasserversickerungsanlagen erfolgte auf Grundlage der ermittelten Bodenkennwerte, unter Berücksichtigung der festgestellten hydrogeologischen Schichten sowie den Vorgaben der ATV A 138 unter Verwendung des Tools GGU-SEEP.

Der Bemessung der Regenwasserversickerungsanlagen wurden die Bemessungsreihen der KOSTRA-Daten 2010R des DWD für den Bereich Klütz [U4] zugrunde gelegt. Die relevanten Bemessungsregenspenden sind in Anlage 9 dokumentiert.

Die Vorbemessung der Regenwasserversickerungsanlagen für die Grundstücke erfolgte auf Grundlage einer 10jährigen Wiederkehrzeit (Kap. 7.2). Die für die Vorbemessung jeweils verwendeten Randbedingungen sind in den Anlagen 9 dokumentiert.

Die Lage der empfohlenen Regenwasserversickerungsanlagen ist in Anlage 1 dargestellt.

## **7.2   Vorbemessung einer Regenwasserversickerung über Rohr-Rigolen-Systeme**

Für eine solche Versickerung ist die Schicht 5 (Sande) die bemessungswirksame Versickerungsschicht. Für die Bemessung wurde eine flächige Verbreitung dieser Schicht angenommen.

### **7.2.1   Rohrrigolen-Systeme für Versickerung Dachflächenwässer**

In diesem Bereich wurden unter dem Oberboden (Schicht 1) und der lokal vorhandenen Auffüllung (Schicht 2) ab mindestens 1,2 m u. GOK bis maximal 2,8 m u. GOK Schluffe (Schicht 3) bzw. schluffige Sande (Schicht 4) angetroffen. Unterhalb von 5,8 m NHN (BS 6),

5,0 m NHN (BS 1) bzw. 4,0 m NHN (BS 5) stehen die versickerungsfähigen Sande der Schicht 5 an. Für diese hier im Versickerungsbereich anstehenden Sande wurde ein Bemessungs-kf-Wert von  $7 \cdot 10^{-6}$  m/s ermittelt (Tabelle 4). Bei diesen Verhältnissen ist eine Regenwasserversickerung über eine Rohr-Rigole möglich.

Die Auffüllung (Schicht 2), die Schluffe (Schicht 3) und die schluffigen Sande der Schicht 4 sind im Sohlbereich der Rigole vollständig auszubauen. Die Rohrrigolen sind aus gewaschenem Kies als Kiesrigole GE, GW, GI (Körnung 8/16, 8/32, 16/32) herzustellen und müssen mindestens bis 0,5 m unterhalb der Fundamentunterkante, der im Hangbereich als Weiße Wanne hergestellten Gebäude, eingebaut werden (Anlagen 1 und 10). Als Bemessungswasserstand wurde für beide Rigolen 1,5 m NHN angesetzt.

Die Berechnung des Rohr-Rigolen-Systems nach ATV A 138 ergab, dass für das Haus 1 bei einer Breite der Rigole von 2,0 m, einer Rigolenhöhe von 1,0 m im Sohlbereich eine Länge von ca. 14,9 m erforderlich ist (Anlage 9/1). Für die Verteilung des zur Versickerung anfallenden Wassers sind drei Dränrohre á DN 150 vorzusehen.

Für Haus 2 wurde für eine Rigolenbreite von 1,5 m, einer Rigolenhöhe von 1,0 m im Sohlbereich eine Länge von ca. 20,3 m ermittelt (Anlage 9/2). Für die Verteilung des zur Versickerung anfallenden Wassers ist ein Dränrohre á DN 150 vorzusehen.

Die Sohle der Rohrrigolen ist sowohl für Haus 1 als auch für Haus 2 bei 3,5 m NHN vorgesehen.

Als Bemessungsregenspende liegt der Berechnung für beide Rohrrigolen ein Bemessungsregen von 55,9 l/s\*ha zugrunde, die einer maßgebenden Regendauer von 2 h mit einer Wiederkehrzeit von 10 Jahren ( $r_{2h/0,1}$ ) entspricht.

Das Profil zur Vorbemessung und die Angaben zur Dimensionierung der Rohr-Rigolen-Versickerung sind in den Anlagen 9/1 und 9/2 dargestellt.

Hinweise zur Bauausführung sind Kap. 8 zu entnehmen.

#### **7.2.2 Rohrrigolen-Systeme für Versickerung der auf den Wegen und Parkflächen anfallenden Niederschlagswässer**

In diesem Bereich wurden unter dem Oberboden (Schicht 1) und der lokal vorhandenen Auffüllung (Schicht 2) ab mindestens 0,8 m u. GOK bis maximal 2,0 m u. GOK schluffige Sande (Schicht 4) angetroffen. Unterhalb von 3,1 m NHN (BS 9, BS 11) bzw. 1,6 m NHN (BS 10) stehen die versickerungsfähigen Sande der Schicht 5 an.

Für diese hier im Versickerungsbereich anstehenden Sande wurde ein Bemessungs-kf-Wert von  $2,4 \cdot 10^{-6}$  m/s ermittelt (Tabelle 4). Bei diesen Verhältnissen ist eine Regenwasserversickerung über eine Rohr-Rigole möglich.

Der Oberboden (Schicht 1), die Auffüllung (Schicht 2) und die schluffigen Sande (Schicht 4) sind im Sohlbereich der Rigole vollständig auszubauen.

Im Bereich der BS 10 ist ein Bodenaustausch bis zur Oberkante der Schicht 5, die hier ab ca. 2,0 m u. GOK ansteht, erforderlich. Als Bodenaustauschmaterial kann schlufffreier Füllsand SE (Körnung 0/4) mit einem kf.-Wert von mindestens  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s genutzt werden. Als Bemessungswasserstand wurde für beide Rigolen 1,2 m NHN angesetzt.

Die Rohrrigolen sind aus gewaschenem Kies als Kiesrigole GE, GW, GI (Körnung 8/16, 8/32, 16/32) herzustellen. Sie können unter dem Pflaster eingebaut werden (Anlage 10).

Die Berechnung des Rohr-Rigolen-Systems nach ATV A 138 ergab, dass für die Wege und den Parkplatz auf dem Flurstück 26/135 bei einer Breite der Rigole von 2,1 m, einer Rigolenhöhe von 0,8 m im Sohlbereich eine Länge von ca. 27,6 m erforderlich ist (Anlage 9/3). Für die Verteilung des zur Versickerung anfallenden Wassers sind zwei Dränrohre á DN 200 vorzusehen. Die Sohle der Rohrrigole ist bei 2,5 m NHN einzuplanen.

Als Bemessungsregenspende liegt der Berechnung für diese Rohrrigole ein Bemessungsregen von 11,2 l/s\*ha zugrunde, der einer maßgebenden Regendauer von 12 h mit einer Wiederkehrzeit von 10 Jahren ( $r_{12h/0,1}$ ) entspricht.

Das Profil zur Vorbemessung und die Angaben zur Dimensionierung der Rohr-Rigolen-Versickerung ist in Anlage 9/3 dargestellt.

Für die Rohrrigole auf dem FS 26/136 wurde bei einer Rigolenbreite von 4,2 m, einer Rigolenhöhe von 0,8 m im Sohlbereich eine Länge von ca. 19,3 m ermittelt (Anlage 9/4). Für die Verteilung des zur Versickerung anfallenden Wassers sind mindestens zwei Dränrohre á DN 200 vorzusehen. Die Sohle der Rohrrigole ist bei 2,5 m NHN einzuplanen.

Als Bemessungsregenspende liegt der Berechnung für diese Rohrrigole ein Bemessungsregen von 8,2 l/s\*ha zugrunde, die einer maßgebenden Regendauer von 18 h mit einer Wiederkehrzeit von 10 Jahren ( $r_{18h/0,1}$ ) entspricht.

Das Profil zur Vorbemessung und die Angaben zur Dimensionierung der Rohr-Rigolen-Versickerung ist in Anlage 9/4 dargestellt.

Hinweise zur Bauausführung der Rohrrigolen sind Kap. 8 zu entnehmen.

## **8    Hinweise zur Bauausführung**

Die Rohrrigolen entlang der Hangseite der Gebäude sind innerhalb des Trägerbohlverbaus einzubauen. Der Trägerbohlverbau ist hier daher 0,5 m tiefer als die Unterkante der Gründungsplatte herzustellen (Anlage 10). Für die Herstellung der Rigolen muss der Verbau mindestens die Rigolenbreite zzgl. 0,5 m von der Hauswand errichtet werden. Die hausseitige Böschung für die Rigole darf max. 45° betragen (Anlage 10). Bei Herstellung der Gebäude-

wände im Hangbereich und der Gründungsplatte als Weiße Wanne (s. Kap. 4.1) können die Rohrrigolen entlang der hangseitigen Hauswände von Haus 1 und Haus 2 eingebaut werden. Es ist eine Abdeckung mit filterstabilem Vlies vorzusehen (Anlagen 9/1 und 9/2).

Die Arbeitsböschungen beim Aushub für die Rigolen im Parkplatzbereich insbesondere beim mit Bodenaustausch dürfen max. 45° betragen. Es sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten.

Im Sohl- und Versickerungsbereich der Rigolen teilweise vorhandene Böden der Schichten 3 und 4 sind vollständig auszuheben und gegen versickerungsfähige Sande (z.B. schlufffreie Sande 0/4) mit einem kf-Wert  $\geq 1 \cdot 10^{-4}$  m/s auszutauschen. Die Rigole ist aus gewaschenem Kies GE, GW, GI z.B. Körnung 8/16 oder 8/32 herzustellen und einem filterstabilen Vlies abzudecken (s. Anlagen 9/3 und 9/4).

**Unterhalb der Rigolen darf kein Vlies eingebaut werden.**

Die Rigolensohle ist eben herzustellen und es sind geeignete Dränrohre einzubauen, um eine gleichmäßige Verteilung des Regenwassers zu gewährleisten.

### **8.1 Allgemeine Anmerkungen**

Bei den abgeteuften Sondierbohrungen handelt es sich um punktuelle Aufschlüsse. Werden vom vorliegenden Gutachten zur Versickerung abweichende Verhältnisse angetroffen, ist der Gutachter zu verständigen.

Die Sohlbereiche der Rigolen sollten insbesondere im Parkplatzbereich durch einen sachverständigen Baugrundgutachter abgenommen werden.

**GIG**  
Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH  
19073 Stralendorf, Am Heidenbaumberg  
Tel.: 03869/7809900 Fax: 03869/7809901



E. Sacharow  
Dipl.-Geol.



D. Sacharowa  
Dipl.-Hydrogeol.

## **9 Quellen**

Quellen zum Standort sind in Kap. 1.2 zusammengestellt.

- [U3] [www.umweltkarten.mv-regierung.de](http://www.umweltkarten.mv-regierung.de) Kartenportal LUNG M-V, Landesbohrdatenspeicher, DLM Fließgewässer ; Hydroisohypsen
- [U4] KOSTRA-Rasterdaten 2010R [www.opendata/dwd.de](http://www.opendata/dwd.de)
- [U5] ATV - DVWK - Regelwerk Arbeitsblatt A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005
- [U6] AVV Abfallverzeichnisverordnung von 12/2001, Stand 12/2016
- [U7] LAGA M 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln (TR LAGA) in der Fassung vom 05.11.2004
- [U8] LAGA M 32: LAGA PN 98 – Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchung im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen in der Fassung von Juli 2004