

**Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft  
Südheide GmbH**  
Moorstraße 1

**29664 Walsrode**

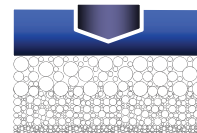
## **Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34**

**„Auf dem Hohen Lande“  
in  
Hodenhagen**

### **allgemeine Empfehlungen für den Kanal-, Straßen- und Hochbau**

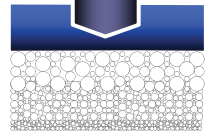
Hannover, den 14.02.2019

Dipl.-Ing. Marjeh/do.  
Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft Südheide GmbH, Erschließung  
Baugebiet Auf dem Hohen Lande in Hodenhagen



## **Inhalt**

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Vorgang .....                                                 | 4  |
| 2. Durchgeführte Untersuchungen .....                            | 5  |
| 3. Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und des Bohrkerns .....     | 7  |
| 4. Grundwasser .....                                             | 7  |
| 5. Bodenmechanische Kennziffern und Eigenschaften .....          | 9  |
| 6. Homogenbereiche .....                                         | 11 |
| 6.1. Homogenbereich nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten)..... | 11 |
| 6.2. Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten) .....          | 12 |
| 7. Folgerungen für die Erschließung .....                        | 13 |
| 7.1. Allgemeines.....                                            | 13 |
| 7.2. Straßenbau .....                                            | 14 |
| 7.3. Rad- und Gehwege .....                                      | 15 |
| 8. Rohrleitungsbau .....                                         | 17 |
| 9. Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser .....         | 18 |
| 10. Folgerungen für die Gründung von Gebäuden .....              | 19 |
| 11. Ergebnisse der LAGA-Untersuchungen.....                      | 20 |
| 12. Weitere Untersuchungen .....                                 | 24 |

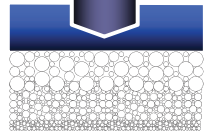


## **Anlagen**

- |           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| 1         | Sondierprofile und Lageplan |
| 2.1 – 2.8 | Schichtenverzeichnisse      |
| 3.1 – 3.4 | Kornverteilungen            |

## **Anhang**

Ergebnisse der chemischen Analysen, GBA Hamburg, NL Hildesheim

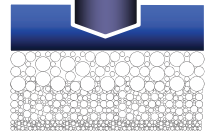


### 1. Vorgang

Die Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft Südheide GmbH, Moorstraße 1 in 29664 Walsrode beabsichtigt das Neubaugebiet „Auf dem Hohen Lande“ B-Plan Nr. 34 in Hodenhagen zu erschließen. Das Plangebiet befindet sich nördlich von Hodenhagen östlich der Heerstraße bzw. nördlich der Straße „Am Schmorsberg“ (s. Abb. 1). Das Gelände wird zurzeit landwirtschaftlich genutzt.



**Abb. 1,** Lage des Plangebietes „Auf dem Hohen Lande“ B-Plan Nr. 34



## **Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34 „Auf dem Hohen Lande“ in Hodenhagen**

Unser Büro wurde von der Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft Südheide GmbH beauftragt, den Baugrund des Neubaugebietes durch 8 Kleinrammbohrungen zu untersuchen und eine Empfehlung zur Herstellung der Bau- bzw. Planstraßen sowie zur Ausführung der Erdarbeiten für die SW/RW-Kanalisation und allgemeine Hinweise zur Regenwasserversickerung zu erstellen.

Weiterhin sollen die oberflächennah anstehenden Böden hinsichtlich möglicher Schadstoffbelastung gemäß LAGA M20, 2004, TR-Boden untersucht werden.

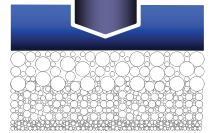
Als Arbeitsunterlagen wurden uns ein Übersichtsplan i. M. 1:5.000 und ein Lageplan i. M. 1:1.000 zur Verfügung gestellt.

## **2. Durchgeführte Untersuchungen**

Zur Erkundung des Baugrundes wurden durch unser Büro am 30.01.2019 auf dem geplanten Baugelände 8 Kleinrammbohrungen (BS 1 bis BS 8) gem. DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von 5,0 m unter aktuellem Geländeniveau abgeteuft.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen sind in Schichtenverzeichnissen gem. DIN 4022 dokumentiert (Anlage 2.1 bis 2.8) und grafisch gem. DIN 4023 in Form von Bohrprofilen dargestellt (Anlage 1).

Nach Beendigung der Felduntersuchungen wurden die Bohransatzpunkte höhenmäßig bezogen auf HP = OK Brückenkappe = 100,00 mNN (Relativhöhe, vgl. Anlage 1) eingemessen.



**Tabelle 1, die Höhen der Sondierpunkte**

| <b>Ansatzpunkt</b> | <b>Höhe [m NN]</b> |
|--------------------|--------------------|
| <b>BS 1</b>        | 99,10              |
| <b>BS 2</b>        | 98,94              |
| <b>BS 3</b>        | 99,33              |
| <b>BS 4</b>        | 99,90              |
| <b>BS 5</b>        | 99,18              |
| <b>BS 6</b>        | 99,55              |
| <b>BS 7</b>        | 99,33              |
| <b>BS 8</b>        | 99,54              |

Zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennziffern wurden in unserem Erdbaulabor folgende Versuche durchgeführt:

- 4 Bestimmungen der Korngrößenverteilungen durch Siebanalyse gem. DIN EN ISO 17892-4

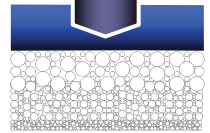
Die Laborergebnisse sind als Anlagen 3.1 bis 3.4 beigelegt.

Aus den durch die Sondierarbeiten entnommenen Einzelproben haben wir die folgenden Mischproben (**MP**) in unserem Labor erstellt:

**MP1** aus      BS 1/P2 = 0,80 – 1,00 m + BS 3/P2 = 0,50 – 1,10 m +  
                    BS 7/P2 = 0,50 – 0,60 m + BS 7/P3 = 0,60 – 1,10 m +  
                    BS 8/P2 = 0,60 – 0,90 m

**MP2** aus      BS 1/P3 = 1,00 – 3,00 m + BS 3/P3 = 1,10 – 2,20 m +  
                    BS 3/P4 = 2,20 – 4,10 m + BS 7/P4 = 1,10 – 2,60 m +  
                    BS 8/P3 = 0,90 – 2,80 m

Die Mischproben haben wir durch die GBA Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH, NL Hildesheim hinsichtlich einer möglichen Schadstoffbelastung gemäß LAGA 2004, TR-Boden untersuchen lassen.



### **3. Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und des Bohrkerns**

Nach Angaben vom NIBIS KARTENSERVEN des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie in Niedersachsen (LBEG) stehen im Untersuchungsgebiet holozäne Ablagerungen (Schmelzwassersande und –kiese) über der Weichsel-Kaltzeit an.

Die durchgeführten Bohrungen zeigen folgendes Baugrundprofil:

Unter einem 0,50 – 0,80 m starkem **Mutterboden/Oberboden** wurde bis zur Endteufe **Schmelzwassersand** aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um schwach bis stark feinsandigen, schwach grobsandigen bis grobsandigen, schwach kiesigen, schwach schluffigen Mittelsand, der in unterschiedlichen Tiefen **humose Einlagerungen** enthält (**Torfstreifen**).

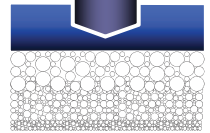
Wir weisen darauf hin, dass in den Schmelzwassersanden erfahrungsgemäß **Gerölle / Steine bis hin zur Findlingsgröße** enthalten sein können.

Nach dem Bohrvorgang können die Sande erfahrungsgemäß als mitteldicht gelagert bezeichnet werden.

### **4. Grundwasser**

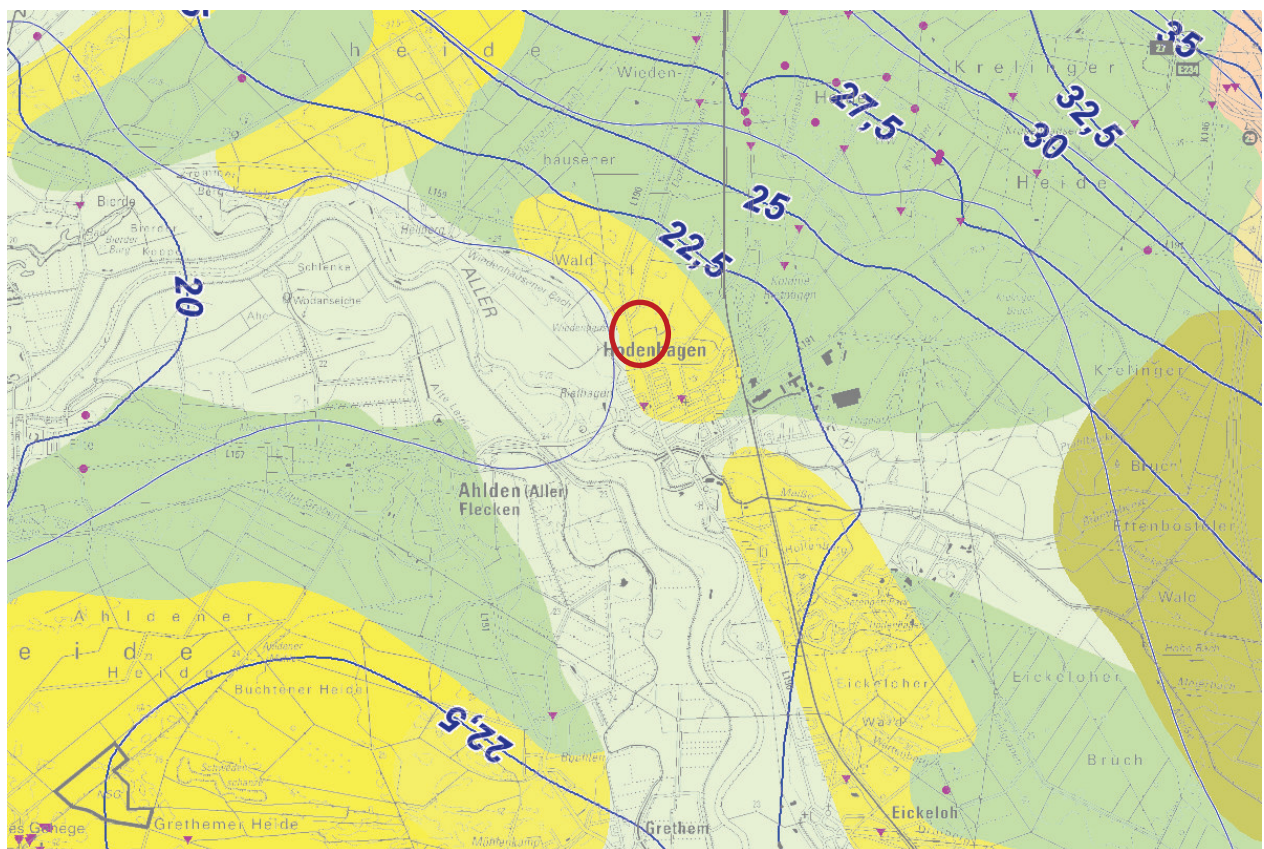
Während der Bohrarbeiten im Januar 2019 wurde in allen Kleinrammbohrungen Grundwasser angetroffen. Nach Beendigung der Bohrarbeiten haben wir die Wasserstände eingemessen. Danach lagen die Ruhewasserstände zwischen 1,30 – 1,90 m unter GOF.

Nach länger andauernden Niederschlägen ist mit einem Anstieg der Wasserstände zu rechnen.

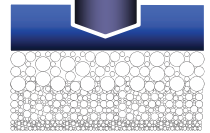


## Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34 „Auf dem Hohen Lande“ in Hodenhagen

Nach Angaben vom NIBIS **KARTENSERVER** des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie in Niedersachsen (LBEG) liegen im Untersuchungsgebiet die mittleren höchsten Wasserstände bei **~22,0 m ü. NHN** (s. Abb. 2) und das Gelände liegt bei **~24,0 m ü. NHN**. Weiterhin fließt das Grundwasser im Bereich des Neubaus in südwestlicher Richtung zur Aller hin.



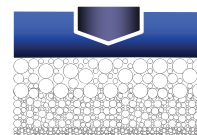
**Abb. 2, Lage der mittleren höchsten Wasserstände**



## **5. Bodenmechanische Kennziffern und Eigenschaften**

### **a) Mutterboden**

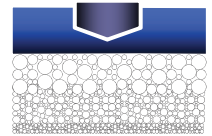
|             |                           |                                                                                                                      |
|-------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Benennung   | (DIN EN ISO 14688-1:2013) | <b>Mittelsand;</b><br>feinsandig, schwach grobsandig,<br>schwach kiesig, schwach<br>schluffig, humos bis stark humos |
| Bodengruppe | (DIN 18196)               | OH                                                                                                                   |
| Bodenklasse | (DIN 18300:2012)          | 1                                                                                                                    |
| Bodenklasse | (DIN 18301:2012)          | BO1                                                                                                                  |



## b) Schmelzwassersand

|                                  |                           |                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Benennung                        | (DIN EN ISO 14688-1:2013) | <b>Mittelsand;</b><br>schwach bis stark feinsandig,<br>schwach grobsandig bis<br>grobsandig, schwach kiesig,<br>schwach schluffig<br>in unterschiedlichen Tiefen<br><b>humose Einlagerungen /</b><br><b>Torfstreifen</b> |
| Bodengruppe                      | (DIN 18196)               | SU                                                                                                                                                                                                                       |
| Bodenklasse                      | (DIN 18300:2012)          | 3                                                                                                                                                                                                                        |
| Bodenklasse                      | (DIN 18301:2012)          | BN1                                                                                                                                                                                                                      |
| Lagerungsdichte                  |                           | mitteldicht                                                                                                                                                                                                              |
| Frostempfindlichkeits-<br>klasse | ZTV E-StB 17              | F1-F2 (nicht bis gering/mittel<br>frostempfindlich)                                                                                                                                                                      |
| Verdichtbarkeitsklasse           | ZTV A-StB 12              | V1                                                                                                                                                                                                                       |
| Wichte, erdfeucht                |                           | $\gamma_k = 18,0 \text{ kN/m}^3$                                                                                                                                                                                         |
| Wichte unter Auftrieb            |                           | $\gamma'_k = 10,0 \text{ kN/m}^3$                                                                                                                                                                                        |
| Wasserdurchlässigkeit            |                           | $k_{f,k} \leq 5,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$                                                                                                                                                                            |
| Reibungswinkel                   |                           | $\varphi'_k = 31,0^\circ - 33,0^\circ$                                                                                                                                                                                   |
| Kohäsion                         |                           | $c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$                                                                                                                                                                                              |
| Steifemodul                      |                           | $E_{s,k} = 30,0\text{-}50,0 \text{ MN/m}^2$                                                                                                                                                                              |

In den Schmelzwassersanden können erfahrungsgemäß auch größere Kiese bis hin zur Findlingsgröße vorhanden sein, die dann eine Einstufung in die **Bodenklasse 5** erfordern.



## 6. Homogenbereiche

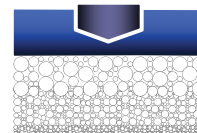
### 6.1. Homogenbereich nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten)

**Tabelle 2:** *Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18320*

| <b>Homogenbereich A</b>                                                   |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Ortsübliche Bezeichnung                                                   | <b>nichtbindiger bis schwach bindiger sandiger Mutterboden/Oberboden<sup>1</sup></b> |
| Bodengruppen                                                              |                                                                                      |
| Bodengruppe DIN 18196                                                     | OH                                                                                   |
| Bodengruppe DIN 18195                                                     | 2, 4                                                                                 |
| Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke (untere-obere Werte in M.-%) |                                                                                      |
| Steine und Blöcke <sup>2</sup>                                            | 0-10                                                                                 |
| Große Blöcke <sup>2</sup>                                                 | 0-1                                                                                  |

<sup>1</sup> Genaue Benennung siehe Bohrprofile

<sup>2</sup> durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten



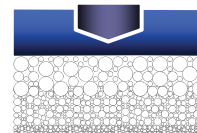
## 6.2. Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten)

**Tabelle 3: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300**

| <b>Homogenbereich B</b>                                 |                      |                                       |
|---------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Ortsübliche Bezeichnung                                 |                      | <b>Schmelzwassersande<sup>1</sup></b> |
| Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%) |                      |                                       |
| Ton                                                     |                      | 0-4                                   |
| Schluff                                                 |                      | 5-15                                  |
| Sand                                                    |                      | 40-90                                 |
| Kies                                                    |                      | 5-15                                  |
| Steine und Blöcke <sup>2</sup>                          |                      | 0-5                                   |
| Große Blöcke <sup>2</sup>                               |                      | 0-5                                   |
| Eigenschaften / Kennwerte                               |                      |                                       |
| Dichte $\rho$                                           | [g/cm <sup>3</sup> ] | 1,8                                   |
| Undrainede Scherfestigkeit $c_u$                        | [kN/m <sup>2</sup> ] | -                                     |
| Wassergehalt $w_n$                                      | [M.-%]               | 3-15                                  |
| Konsistenzzahl $I_c$                                    | [ - ]                | -                                     |
| Konsistenz                                              | [ - ]                | -                                     |
| Plastizitätszahl $I_p$                                  | [%]                  | -                                     |
| Plastizität                                             | [ - ]                | -                                     |
| Lagerungsdichte $I_D$                                   | [%]                  | 35-65                                 |
| Lagerung                                                | [ - ]                | mitteldicht                           |
| Organischer Anteil $V_{gl}$                             | [M.-%]               | 0-10                                  |
| Bodengruppe DIN 18196                                   | [ - ]                | SU                                    |
| Umweltrelevante Merkmale                                |                      |                                       |
| Zuordnung nach LAGA TR Boden                            |                      | Z1.2                                  |

<sup>1</sup> Genaue Benennung siehe Bohrprofile

<sup>2</sup> durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten



## **7. Folgerungen für die Erschließung**

### **7.1. Allgemeines**

Nach den durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen steht im Untersuchungsgebiet unter dem Mutterboden schwach verlehmtter Schmelzwassersand an.

Es ist somit für die Bemessung des Straßenoberbaues überwiegend von einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse **F2** gem. ZTVE-StB 2017 (gering bis mittel frostempfindlich) auszugehen.

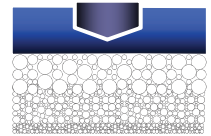
In der Tabelle 4 sind die mindestens erforderlichen Dicken des Oberbaues für die verschiedenen Belastungsklassen für Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F2 gemäß RStO 2012 zusammengestellt.

**Tabelle 4**, Belastungsklassen gemäß RStO 2012

|                                       | Dicken bei Belastungsklassen [cm] |                 |           |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------|
|                                       | Bk100 bis Bk10                    | Bk3,2 bis Bk1,0 | Bk0,3     |
| <b>Frostempfindlichkeitsklasse F2</b> | <b>55</b>                         | <b>50</b>       | <b>40</b> |

Gemäß der „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ RStO 2012, Tabelle 2 können die geplanten Straßen in die Belastungsklasse **Bk3,2** bis **Bk1,0** „Wohnsammelstraße, Fußgängerzone mit Ladeverkehr“ eingestuft werden.

Wir bitten um Benachrichtigung bei gravierender Abweichung damit der Aufbau entsprechend angepasst werden kann.



## **7.2. Straßenbau**

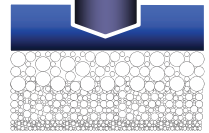
Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01 ergibt sich bei der Frostempfindlichkeitsklasse **F2** und der **Belastungsklasse 3,2** ein frostsicherer Straßenoberbau von **50 cm**.

Voraussetzung für den Regelaufbau der Straße gem. RStO ist eine Mindesttragfähigkeit im Planum von  $E_{v2} \geq 45$  Mpa. Da nach Abtrag des Mutterbodens vorwiegend schwach verlehnte Sande anstehen, wird die Mindesttragfähigkeit im Planum bei günstigen Witterungsbedingungen und einer fachgerechten Nachverdichtung erreicht. Es ist nicht auszuschließen, dass in Zeiten ungünstiger Witterungsbedingungen und bei hohen Wasserständen die geforderte Mindesttragfähigkeit auf dem Planum von  $E_{v2} \geq 45$  Mpa nicht erreicht werden kann. Für den Bedarfsfall empfehlen wir somit, die Verbesserung des Planums durch einen Teilbodenaustausch von 20 – 40 cm aus nichtbindigem Kiessand (GW) oder durch die Zugabe von Bindemitteln (Zement / Kalk oder Kalk-Zement-Gemisch) vorzusehen.

Auf dem nachweislich gut verdichteten Planum kann der Regelaufbau gemäß RStO eingebracht werden. Für diese Baumaßnahme errechnet sich der frostsichere Gesamtaufbau wie folgt:

|                                                              |           |              |
|--------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| <b>Frostempfindlichkeitsklasse F 2, Belastungsklasse 3,2</b> | <b>50</b> | <b>cm</b>    |
| <b>Frosteinwirkungszone II</b>                               | <b>+</b>  | <b>5 cm</b>  |
| <b>Wasserverhältnisse ungünstig gem. ZTVE-StB 17</b>         | <b>+</b>  | <b>5 cm</b>  |
|                                                              | <b>=</b>  | <b>60 cm</b> |

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens 60 cm.



## Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34 „Auf dem Hohen Lande“ in Hodenhagen

Ein Regelaufbau „Asphalttragschicht auf Schottertragschicht sowie Frostschutzschicht“ gemäß RStO 12 Tafel 1, Zeile 3 (**Belastungsklasse Bk3,2**) kann wie folgt eingebaut werden:

|           |           |                            |
|-----------|-----------|----------------------------|
| <b>10</b> | <b>cm</b> | <b>Deckschicht</b>         |
| <b>10</b> | <b>cm</b> | <b>Asphalttragschicht</b>  |
| <b>15</b> | <b>cm</b> | <b>Schottertragschicht</b> |
| <b>25</b> | <b>cm</b> | <b>Frostschutzschicht</b>  |
| <b>60</b> | <b>cm</b> | <b>Gesamtoberbau</b>       |

Es kommen auch andere Regelaufbauten gemäß RStO infrage. Auf der Tragschicht ist der Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 150$  Mpa nachzuweisen; auf der Frostschutzschicht von  $E_{V2} \geq 120$  Mpa.

Auf dem hergestellten Erdplanum ist ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 45$  Mpa nachzuweisen.

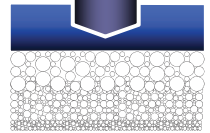
Sowohl während der Erdarbeiten als auch im Endzustand ist das Planum trocken zu halten.

### **7.3. Rad- und Gehwege**

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01 ergibt sich für die Rad- und Gehwege bei der Frostempfindlichkeitsklasse **F2** und einer Pflasterbauweise ein frostsicherer Oberbau von mind. **30 cm**.

Voraussetzung für den Regelaufbau gem. RStO ist eine Mindesttragfähigkeit im Planum von  $E_{V2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup>. Bezüglich der Tragfähigkeit des Planums gilt hier das Gleiche wie bei Pkt. 7.2.

Auf dem nachweislich gut verdichteten Planum kann der Regelaufbau gemäß RStO eingebracht werden. Für diese Baumaßnahme errechnet sich der frostsichere Gesamtaufbau wie folgt:



|                                                          |             |           |
|----------------------------------------------------------|-------------|-----------|
| <b>Frostempfindlichkeitsklasse F 2, Rad- und Gehwege</b> | <b>30</b>   | <b>cm</b> |
| <b>Frosteinwirkungszone II</b>                           | <b>+ 5</b>  | <b>cm</b> |
| <b>Wasserverhältnisse ungünstig gem. ZTVE-StB 17</b>     | <b>+ 5</b>  | <b>cm</b> |
|                                                          | <b>= 40</b> | <b>cm</b> |

Die Dicke des frostsicheren Aufbaues beträgt mindestens 40 cm.

Ein Regelaufbau „Pflaster bzw. Plattenbelag auf Schottertragschicht sowie Frostschutzschicht“ gemäß RStO 12 Tafel 6, Zeile 2 kann wie folgt eingebaut werden:

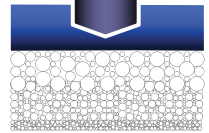
|           |           |                                                    |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------|
| <b>12</b> | <b>cm</b> | <b>Decke + Splitt</b>                              |
| <b>28</b> | <b>cm</b> | <b>Schottertragschicht oder Frostschutzschicht</b> |
| <b>40</b> | <b>cm</b> | <b>Gesamtoberbau</b>                               |

Es kommen auch andere Regelaufbauten gemäß RStO infrage. Auf der Tragschicht ist der Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 80 \text{ Mpa}$  nachzuweisen.

Auf dem hergestellten Erdplanum ist ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 45 \text{ Mpa}$  nachzuweisen.

Im Bereich der Überfahrten für Kraftfahrzeuge ist die Befestigungsdicke auf die Verkehrsbelastung abgestimmt zu wählen.

Sowohl während der Erdarbeiten als auch im Endzustand ist das Planum trocken zu halten.



## **8. Rohrleitungsbau**

Bezüglich der Herstellung und Verfüllung von Rohrleitungsgräben wird auf die Richtlinie ZTVA-StB 12 verwiesen.

Die Rohrsohle des neuen RW- und SW-Kanals liegt zwischen 1,50 - 2,50 m unter GOF, so dass bei den Erdarbeiten vorwiegend schwach verlehmt Sande anfallen.

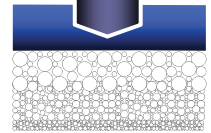
Die vorwiegend anfallenden Sande sind gemäß ZTVA-StB 12 der **Verdichtbarkeitsklasse V1** zuzuordnen. Die schwach verlehmt Sande können sowohl in der Leitungszone als auch in der Verfüllzone wieder eingebaut werden.

Bei den Erdarbeiten im Bereich der Grabensohle ist ein Raupenbagger mit Glattschaufel einzusetzen.

Während der Erdarbeiten können die Rohrgräben verbaut oder abgeböscht werden.

In regenreichen Jahreszeiten wird für die Ausschachtungsarbeiten ein senkrechter Grabenverbau empfohlen. Weiterhin sollten die Ausschachtungsarbeiten abschnittsweise ausgeführt werden. In trockenen Jahreszeiten und bei tiefen Grundwasserständen sowie in Abhängigkeit von der Verlegungstiefe können die Gräben abgeböscht werden ( $\leq 45^\circ$ ).

Für die Durchführung der Erdarbeiten sowohl für die verbauten Gräben als auch für die geböschten Gräben ist eine Grundwasserabsenkung durch Vakuumkleinfilter für den Bedarfsfall vorzusehen. Der Einsatz der Vakuumkleinfilter ist von der Verlegungstiefe sowie den bauzeitigen Wasserständen abhängig.

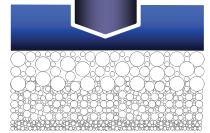


## **9. Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser**

Gemäß ATV - DVWK REGELWERK (April 2005) "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" sind für die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser aus der Sicht des Bodenschutzes die standortspezifischen Eigenschaften des Bodens und aus der Sicht des Grundwasserschutzes die Durchlässigkeit, Mächtigkeit sowie die physikalische, chemische und biologische Leistungsfähigkeit des Sickerraumes von grundlegender Bedeutung. Entscheidend für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist nicht der für die gesättigte Zone bestimmte  $k_f$  -Wert, sondern der in der ungesättigten Zone geringere  $K_{f,u}$ -Wert maßgeblich. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt etwa in einem  $k_f$ -Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand sollte grundsätzlich mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei den festgestellten Untergrund- und Grundwasserverhältnissen sind die o.g. Bedingungen hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit gegeben. Da die Grundwasserstände zwischen 1,30 und 1,90 m unter GOF liegen und die Grundwasserstände nach langanhaltenden Niederschlägen ansteigen können, ist der Baugrund für eine Regenwasserversickerung **problematisch** bzw. nur **bedingt geeignet**.



## **10. Folgerungen für die Gründung von Gebäuden**

Aus bodenmechanischer Sicht, können die nicht unterkellerten Wohnhäuser direkt in den mitteldicht gelagerten Schmelzwassersand **flach** auf einer **statisch bewehrten Sohlplatte** oder auf **Streifenfundamenten** gegründet werden.

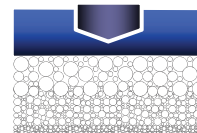
Für unterkellerte Häuser gehen wir davon aus, dass die Gründungstiefe zwischen ca. 2,50 m - 3,00 m u. GOF liegt. In diesem Fall wird für die Häuser eine Plattengründung empfohlen.

Die Sohle und die Außenwände der Kellergeschosse sollten gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser gem. DIN 18195-6 abgedichtet werden.

Wird ein Aufstauen von Sicker- und Regenwasser durch eine Dränung nach DIN 4095, deren Funktionsfähigkeit auf Dauer sicherzustellen ist, verhindert, können Sohle und Außenwände gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Wasser gem. DIN 18195-4 abgedichtet werden.

Zur Trockenhaltung der Baugruben im tieferen Gelände kann eine Grundwasserabsenkung erforderlich sein.

Da uns keine konstruktiven Einzelheiten der geplanten Bebauung bekannt und die Aufschlusstiefen von 3,0 m nicht ausreichend sind, können nur allgemeine Angaben zur Gründung von Wohnhäusern gemacht werden. Der Baugrund **muss zusätzlich** durch mind. 7,0 m Tiefe Sondierungen gezielt untersucht werden.



## 11. Ergebnisse der LAGA-Untersuchungen

Wie bereits beschrieben, haben wir aus den durch die Sondierarbeiten entnommenen Einzelproben insgesamt 2 Mischproben (**MP 1 und MP 2**) in unserem Labor erstellt. Die Mischproben wurden durch die GBA hinsichtlich möglicher Schadstoffbelastung gemäß LAGA 2004, TR-Boden untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse sind als Anhang beigelegt und in den Tabellen 5.1 – 5.4 zusammengestellt.

**Tabelle 5.1**, Ergebnisse der Analysen u. Auswertung gem. LAGA M20 2004 Tabelle II.1.2-2

| Parameter          | Einheit   | MP 1   | MP 2   | Zuordnungswert Feststoff |                         |                         |                         |
|--------------------|-----------|--------|--------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                    |           | Sand   | Sand   | Z 0 Sand                 | Z 0 Lehm/<br>Schluff    | Z 0 Ton                 | Z 0 <sup>*1)</sup>      |
| Arsen              | mg/kg TS  | 1,8    | <1,0   | 10                       | 15                      | 20                      | 15 <sup>2)</sup>        |
| Blei               | mg/kg TS  | 3,5    | 2,7    | 40                       | 70                      | 100                     | 140                     |
| Cadmium            | mg/kg TS  | <0,10  | <0,10  | 0,4                      | 1                       | 1,5                     | 1 <sup>3)</sup>         |
| Chrom (gesamt)     | mg/kg TS  | 4,4    | 2,5    | 30                       | 60                      | 100                     | 120                     |
| Kupfer             | mg/kg TS  | 2,3    | 2,0    | 20                       | 40                      | 60                      | 80                      |
| Nickel             | mg/kg TS  | 2,3    | 1,2    | 15                       | 50                      | 70                      | 100                     |
| Quecksilber        | mg/kg TS  | <0,10  | <0,10  | 0,1                      | 0,5                     | 1                       | 1,0                     |
| Thallium           | mg/kg TS  | <0,30  | 0,30   | 0,4                      | 0,7                     | 1                       | 0,7 <sup>4)</sup>       |
| Zink               | mg/kg TS  | 9,5    | 6,8    | 60                       | 150                     | 200                     | 300                     |
| TOC                | (Masse-%) | 0,49   | 0,17   | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup>  | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup> | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup> | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup> |
| EOX                | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 1                        | 1                       | 1                       | 1 <sup>6)</sup>         |
| Kohlenwasserstoffe | mg/kg TS  | <100   | <100   | 100                      | 100                     | 100                     | 200 (400) <sup>7)</sup> |
| BTX                | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 1                        | 1                       | 1                       | 1                       |
| LHKW               | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 1                        | 1                       | 1                       | 1                       |
| PCB <sub>6</sub>   | mg/kg TS  | <0,020 | <0,020 | 0,05                     | 0,05                    | 0,05                    | 0,1                     |
| PAK <sub>16</sub>  | mg/kg TS  | n.n.   | n.n.   | 3                        | 3                       | 3                       | 3                       |
| Benzo(a)pyren      | mg/kg TS  | <0,050 | <0,050 | 0,3                      | 0,3                     | 0,3                     | 0,6                     |

n.b. = nicht bestimmt

1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

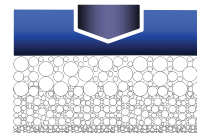
3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg

4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub>. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C<sub>10</sub> bis C<sub>40</sub>), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.



## Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34 „Auf dem Hohen Lande“ in Hodenhagen

**Tabelle 5.2,** Ergebnisse der Analysen u. Auswertung gem. LAGA M20 2004 Tabelle II.1.2-3

| Parameter      | Einheit | MP 1       | MP 2       | Zuordnungswert Eluat |
|----------------|---------|------------|------------|----------------------|
|                |         |            |            | Z 0/Z 0*             |
| pH-Wert        | -       | <b>6,2</b> | <b>6,4</b> | 6,5-9,5              |
| Leitfähigkeit  | µS/cm   | <20        | <20        | 250                  |
| Chlorid        | mg/L    | <0,60      | <0,60      | 30                   |
| Sulfat         | mg/L    | 1,2        | 0,54       | 20                   |
| Cyanid         | µg/L    | <5,0       | <5,0       | 5                    |
| Arsen          | µg/L    | <0,50      | <0,50      | 14                   |
| Blei           | µg/L    | <1,0       | <1,0       | 40                   |
| Cadmium        | µg/L    | <0,30      | <0,30      | 1,5                  |
| Chrom (gesamt) | µg/L    | <1,0       | <1,0       | 12,5                 |
| Kupfer         | µg/L    | 1,4        | 1,1        | 20                   |
| Nickel         | µg/L    | <1,0       | <1,0       | 15                   |
| Quecksilber    | µg/L    | <0,20      | <0,20      | < 0,5                |
| Zink           | µg/L    | <10        | <10        | 150                  |
| Phenolindex    | µg/L    | <5,0       | <5,0       | 20                   |

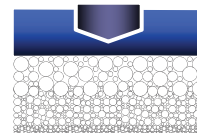
**Tabelle 5.3,** Ergebnisse der Analysen u. Auswertung gem. Tabelle II.1.2-4: Zuordnungswerte für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken - Feststoffgehalte im Bodenmaterial

| Parameter          | Einheit   | MP 1   | MP 2   | Z 1                     | Z 2                       |
|--------------------|-----------|--------|--------|-------------------------|---------------------------|
| Arsen              | mg/kg TS  | 1,8    | <1,0   | 45                      | 150                       |
| Blei               | mg/kg TS  | 3,5    | 2,7    | 210                     | 700                       |
| Cadmium            | mg/kg TS  | <0,10  | <0,10  | 3                       | 10                        |
| Chrom (gesamt)     | mg/kg TS  | 4,4    | 2,5    | 180                     | 600                       |
| Kupfer             | mg/kg TS  | 2,3    | 2,0    | 120                     | 400                       |
| Nickel             | mg/kg TS  | 2,3    | 1,2    | 150                     | 500                       |
| Quecksilber        | mg/kg TS  | <0,10  | <0,10  | 1,5                     | 5                         |
| Thallium           | mg/kg TS  | <0,30  | 0,30   | 2,1                     | 7                         |
| Zink               | mg/kg TS  | 9,5    | 6,8    | 450                     | 1500                      |
| Cyanide, gesamt    | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 3                       | 10                        |
| TOC                | (Masse-%) | 0,49   | 0,17   | 1,5                     | 5                         |
| EOX                | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 3 <sup>1)</sup>         | 10                        |
| Kohlenwasserstoffe | mg/kg TS  | <100   | <100   | 300 (600) <sup>2)</sup> | 1000 (2000) <sup>2)</sup> |
| BTX                | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 1                       | 1                         |
| LHKW               | mg/kg TS  | <1,0   | <1,0   | 1                       | 1                         |
| PCB <sub>6</sub>   | mg/kg TS  | <0,020 | <0,020 | 0,15                    | 0,5                       |
| PAK <sub>16</sub>  | mg/kg TS  | n.n.   | n.n.   | 3 (9) <sup>3)</sup>     | 30                        |
| Benzo(a)pyren      | mg/kg TS  | <0,050 | <0,050 | 0,9                     | 3                         |

1) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

2) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub>. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

3) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.



## Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34 „Auf dem Hohen Lande“ in Hodenhagen

**Tabelle 5.4**, Ergebnisse der Analysen u. Auswertung gem. Tabelle II.1.2-5: Zuordnungswerte für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken - Eluatkonzentrationen im Bodenmaterial

| Parameter      | Einheit | MP 1       | MP 2       | Z 1.1   | Z 1.2 | Z 2               |
|----------------|---------|------------|------------|---------|-------|-------------------|
| pH-Wert        | -       | <b>6,2</b> | <b>6,4</b> | 6,5-9,5 | 6-12  | 5,5-12            |
| Leitfähigkeit  | µS/cm   | <20        | <20        | 250     | 1500  | 2000              |
| Chlorid        | mg/L    | <0,60      | <0,60      | 30      | 50    | 100 <sup>2)</sup> |
| Sulfat         | mg/L    | 1,2        | 0,54       | 20      | 50    | 200               |
| Cyanid         | µg/L    | <5,0       | <5,0       | 5       | 10    | 20                |
| Arsen          | µg/L    | <0,50      | <0,50      | 14      | 20    | 60 <sup>3)</sup>  |
| Blei           | µg/L    | <1,0       | <1,0       | 40      | 80    | 200               |
| Cadmium        | µg/L    | <0,30      | <0,30      | 1,5     | 3     | 6                 |
| Chrom (gesamt) | µg/L    | <1,0       | <1,0       | 12,5    | 25    | 60                |
| Kupfer         | µg/L    | 1,4        | 1,1        | 20      | 60    | 100               |
| Nickel         | µg/L    | <1,0       | <1,0       | 15      | 20    | 70                |
| Quecksilber    | µg/L    | <0,20      | <0,20      | < 0,5   | 1     | 2                 |
| Zink           | µg/L    | <10        | <10        | 150     | 200   | 600               |
| Phenolindex    | µg/L    | <5,0       | <5,0       | 20      | 40    | 100               |

<sup>2)</sup>bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

<sup>3)</sup>bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

In der Tabelle 6 ist die Zuordnung der untersuchten Proben anhand der untersuchten Parameter zusammengestellt.

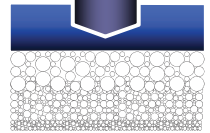
**Tabelle 6**, Zuordnung der untersuchten Proben gemäß LAGA 2004, TR-Boden

| Bezeichnung | Zuordnungswert | Bemerkung     |
|-------------|----------------|---------------|
| <b>MP 1</b> | <b>Z1.2</b>    | wegen pH-Wert |
| <b>MP 2</b> | <b>Z1.2</b>    | wegen pH-Wert |

Bei den Mischproben **MP 1** und **MP 2** wurden niedrige pH-Werte festgestellt, die geogen bedingt niedrig sind. Die Unterschreitung des pH-Wertes von 6,5 ist aus gutachterlicher Sicht nicht infolge von erhöhtem Schadstoffgehalt, sondern naturbedingt.

Die geogen bedingte Unterschreitung der pH-Werte kann aus gutachterlicher Sicht, vorbehaltlich der letztendlichen Entscheidung durch die Behörde, bei der Einstufung vernachlässigt werden. Es wird empfohlen die Mischproben **MP 1** und **MP 2** in die Kategorie **Z0** einzustufen.

Die Wiederverwendbarkeit von **mineralischen Abfällen** kann nach den Technischen Regeln der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Allgemeiner Teil I“ vom 06.11.2003 beurteilt werden.



## **Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 34 „Auf dem Hohen Lande“ in Hodenhagen**

---

In den Technischen Regeln der LAGA werden Orientierungswerte von Schadstoffen bestimmten Verwertungs- bzw. Einbauklassen zugeordnet. Diese Orientierungswerte können für die Beurteilung der Wiederverwendung von **mineralischen Abfällen** angewandt werden.

In den Technischen Regeln werden die folgenden Einbauklassen bzw. Zuordnungswerte (Z) genannt (Abb. 3):

### **Einbauklasse 0** (Zuordnungswerte Z 0):

Ein Sonderfall, der die uneingeschränkte Verwertung von geeignetem **Bodenmaterial** in bodenähnlichen Anwendungen (Verfüllung von Abgrabungen und Abfallverwertung im Landschaftsbau außerhalb von Bauwerken) darstellt.

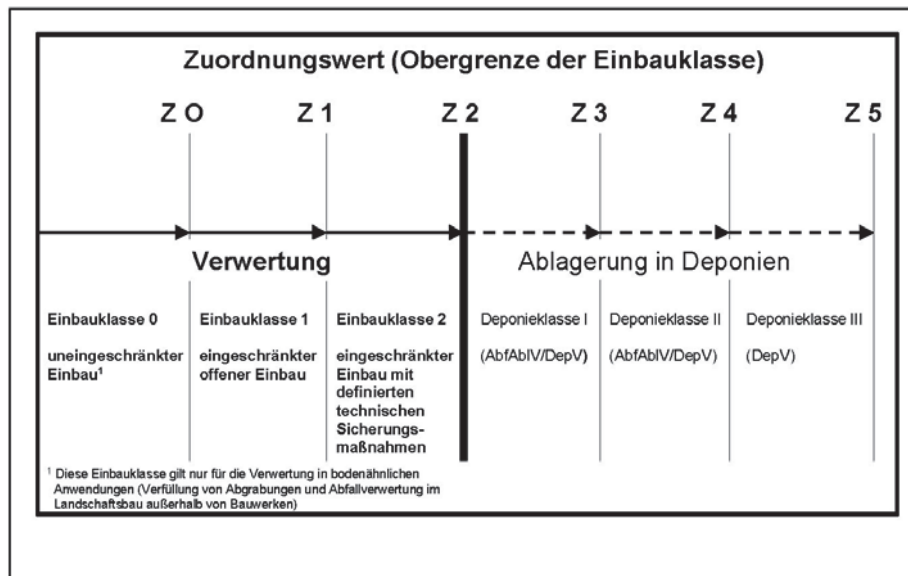
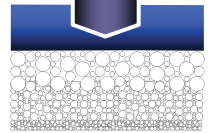
### **Einbauklasse 1** (Zuordnungswerte Z 1.1 und Z 1.2):

Eingeschränkter offener Einbau (wasserdurchlässige Bauweise),

### **Einbauklasse 2** (Zuordnungswerte Z 2):

Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (nicht oder nur gering wasserdurchlässige Bauweise)

Mineralische Abfälle mit Schadstoffgehalten oberhalb der Z2 Werte können ohne Behandlung nicht wiederverwendet werden und müssen entsorgt werden.



**Abbildung 3**, Darstellung der Einbauklassen

## 12. Weitere Untersuchungen

Da uns keine konstruktiven Einzelheiten der geplanten Bebauung bekannt sind, können nur allgemeine Angaben zur Gründung von Wohnhäusern gemacht werden. Eine Überprüfung der notwendigen Gründungsmaßnahmen im Einzelfall wird für erforderlich gehalten (zus. Kleinrammbohrungen, Einzelobjektbegutachtung).

Die Verdichtungsarbeiten sollten überwacht werden (Verdichtungsprüfungen). Die Baugrubensohlen sind fachkundig abzunehmen.

Hierfür steht Ihnen unser Büro zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Marjeh