

Projekt-Nr. 18554

**Neubau von 3 Mehrfamilienhäusern
Nils-Alwall-Weg 1, 25436 Uetersen**

**1. Bericht vom 20.02.2020
Bemessung einer Versickerungsanlage**

**Auftraggeber:
Butzke - Planungsbüro GmbH
Bundesstraße Vier 22
24582 Mühbrook**



EICKHOFF und PARTNER
Beratende Ingenieure für Geotechnik

Eickhoff + Partner · Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen

Butzke - Planungsbüro GmbH
Bundesstraße Vier 22
24582 Mühbrook

Hauptstraße 137 · 25462 Rellingen
Fon: 04101 / 54 20 0
Fax: 04101 / 54 20 20
Mail: info@eickhoffundpartner.de
Web: www.eickhoffundpartner.de

Grundbau Bodenmechanik
Baugrundgutachten Erdbaulabor
Beweissicherung

Datum: 20.02.2020
Projektbearbeiter: Bammert

Projekt-Nr. 18554

Betrifft: **Neubau von 3 Mehrfamilienhäusern
Nils-Alwall-Weg 1, 25436 Uetersen**

hier: Bemessung einer Versickerungsanlage - Muldenversickerung

Bezug: Auftragserteilung durch Herrn Butzke vom 31.12.2020

1. Bericht

1. Veranlassung

Auf einem Grundstück Nils-Alwall-Weg 1 in 25436 Uetersen ist der Neubau von 3 Mehrfamilienhäusern und Carportanlagen geplant.

Bezüglich der Mehrfamilienhäuser wurde von Frau Dipl.-Ing. Inge Widell am 07.06.2017 eine Baugrundbewertung und Gründungsempfehlungen abgegeben.

Das von den Dachflächen der Neubauten und Carportanlagen (alle mit Gründächern) anfallende Niederschlagswasser soll auf dem Grundstück versickert werden. Wir wurden beauftragt, entsprechende Versickerungsanlagen mittels Mulden (insgesamt 2 Mulden) zu planen und zu dimensionieren. Wir gehen davon aus, dass das auf den Terrassen, Verkehrswegen und nicht überdachten Stellplätzen anfallende Niederschlagswasser in die angrenzenden Grünflächen abläuft.

2. Planunterlagen

Zur Bearbeitung wurden folgende Planunterlagen verwendet:

- Lageplan Entwässerung, M 1:500, Plan-Nr. B01.2, Stand 25.09.2017, erstellt von der Butzke - Planungsbüro GmbH
- Geotechnischer Bericht, Baugrundbewertung und Gründungsempfehlungen, Projekt-Nr.: 0888/2014, Stand 07.06.2017, erstellt von Dipl.-Ing. Inge Widell

3. Baugrund

Die Lage des zur Bebauung vorgesehenen Baugrundstücks, der geplanten Gebäude und der Baugrundaufschlüsse ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

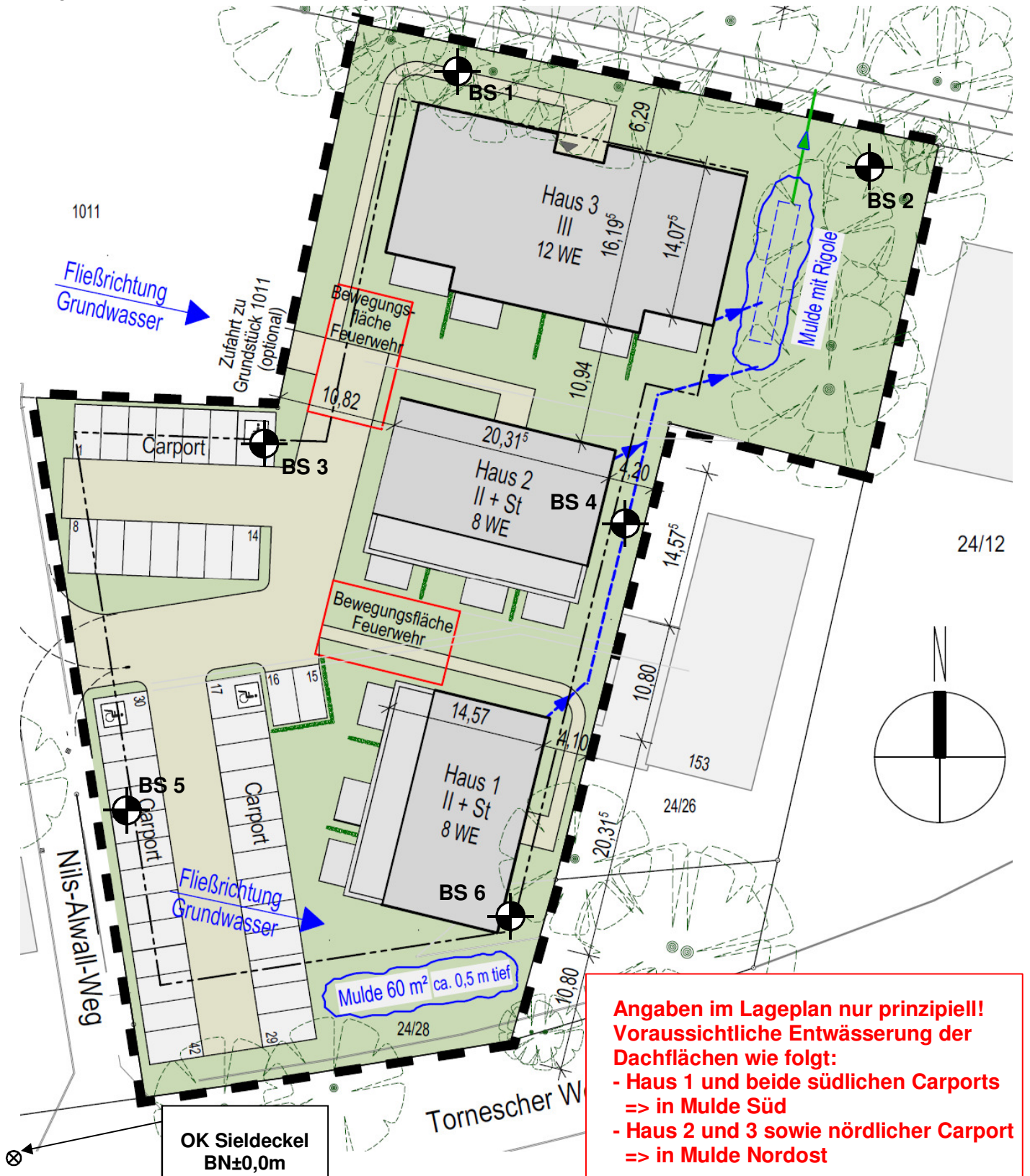


Abb. 1: Lageplan, M 1:500

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden vom Bohrunternehmer lage- und höhenmäßig eingemessen. Hiernach betragen die Geländehöhen bei den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen zwischen ca. BN - 0,3 m (BS 4) und BN + 0,1 m (BS 1).

Der Baugrund wurde am 25.03.2014 mittels 6 Kleinrammbohrungen mit Tiefen von $t = 10,0/12,0$ [m] unter Gelände erkundet. Zusammenfassend wurde folgende Bodenschichtung und Wasserstände erkundet (Angaben aus Geotechnischem Bericht Dipl.-Ing. Inge Widell):

Auffüllungen, bestehend aus Oberboden und humosen Sanden mit örtlichen Ziegelrestbeimengungen, sowie alter überschütteter Oberboden stehen bis in Tiefen zwischen $0,30 \text{ m} \leq t \leq 1,30 \text{ m}$ u. Gel. an. Hierunter folgen Sande, in welchen in Tiefen zwischen $3,00 \text{ m} \leq t \leq 3,70 \text{ m}$ u. Gel. beginnend eine $0,15 \text{ m} \leq d \leq 0,55 \text{ m}$ dicke Mudde- / Torfschicht eingelagert ist. Ab Tiefen zwischen $5,60 \text{ m} \leq t \leq 6,60 \text{ m}$ u. Gel. werden die Sande von einer schwach organischen bis organischen Schluffschicht (Mudde) unterlagert, welche in Tiefen zwischen $7,40 \text{ m} \leq t \leq 10,30 \text{ m}$ u. Gel. durchteuft wurde. Hier stehen bis zur maximalen Aufschlusstiefe von $t = 12,00 \text{ m}$ wiederum teils schluffige Sande an.

Grundwasserstände wurden im März 2014 in Tiefen zwischen $2,00 \text{ m} \leq t \leq 2,30 \text{ m}$ u. Gel., im Mittel BN - 2,30 m, eingemessen. Mit maximalen Grundwasserständen bis etwa BN - 1,1 m ist zu rechnen.

Vom Baubereich liegen uns keine detaillierten Angaben zu Grundwasserstandsschwankungen vor. Unter Berücksichtigung von möglichen Grundwasserstandsschwankungen empfehlen wir, als Berechnungswasserstand für die Bemessung von Versickerungsanlagen einen mittleren Höchstwasserstand von BN -1,6 m (nicht Bemessungswasserstand für Bauwerk) zu berücksichtigen.

4. Eignung der Baugrund-/Wasserhältnisse zur Versickerung

4.1 Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f im Bereich von $1 \cdot 10^{-6} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-3}$ [m/s] liegen.

Die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Oberböden und Sande liegen innerhalb des o.g. Bereiches. Somit sind die Böden für eine Versickerung geeignet.

Bei einer Versickerungsmulde, die mit einer wenigstens $d = 10$ cm dicken Oberbodenschicht abzudecken ist, wird bei den Berechnungen auf der sicheren Seite liegend ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.

4.2 Wasserstände

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte die Mächtigkeit des Sickertraumes, d.h. der Abstand zwischen der Unterfläche der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sicker-/Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Der Berechnungswasserstand liegt mit BN - 1,6 m im Bereich der geplanten Versickerungsmulden bei den nächstgelegenen Baugrundaufschlüssen ca. $t = 1,4$ m unter Gelände, sodass die o.g. Randbedingung eingehalten wird, wenn die Mulden nicht tiefer als 0,4 m in das derzeitige Gelände einbinden.

4.3 Gefährdungspotential

Für die Versickerung von auf Dachflächen anfallendes Niederschlagswasser, entsprechend DWA-A 138, Tab 1, Zeile 2+3, ist eine dezentrale Muldenversickerung zulässig.

5. Bemessung der Versickerungsmulden

5.1 Eingangsparameter

Die Bemessung der Versickerungsmulden erfolgt nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ vom April 2005.

Folgende Randbedingungen wurden berücksichtigt:

- Regenspende $r_{15(1)} = 125$ [l/(s·ha)]

Folgende weitere Parameter gehen in die Berechnung ein:

- Dachfläche Haus 1 $A_{1\text{bef}} = \text{ca. } 296$ [m²]
 - Dachfläche Haus 2 $A_{2\text{bef}} = \text{ca. } 296$ [m²]
 - Dachfläche Haus 3 $A_{3\text{bef}} = \text{ca. } 464$ [m²]
 - Dachfläche Carports Süd $A_{4\text{bef}} = \text{ca. } 170+170 = 340$ [m²]
 - Dachfläche Carport Nord $A_{5\text{bef}} = \text{ca. } 93$ [m²]
 - Abflussbeiwert (Gründächer) $\Psi_m = 0,5$ [-]
 - Zuschlagsfaktor gem. DWA-A 117 $f_z = 1,2$ [-]
 (gewählt)
 - Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ [m/s]

5.2 Bemessung

Unter Annahme einer konstanten Versickerungsrate ($A_S = \text{konst.}; l_{hy} = 1 = \text{konst.}$) lautet die Speichergleichung

$$V = (Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

Mit den Bestimmungsgleichungen für Q_{zu} und Q_S ergibt sich (vgl. DWA-A 138, Abschnitt 3.2.3):

$$V_M = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

mit:

V_M = Speichervolumen [m³]
 A_u = undurchlässige Fläche
 $A_{\text{Mulde_Süd,u}} = (A_{1\text{bef}} + A_{4\text{bef}}) \cdot \Psi_m = 636 \cdot 0,5 = 318$ [m²]
 bzw.
 $A_{\text{Mulde_Nordost,u}} = (A_{2\text{bef}} + A_{3\text{bef}} + A_{5\text{bef}}) \cdot \Psi_m = 853 \cdot 0,5 = 426,5$ [m²]
 A_S = Versickerungsfläche [m²]
 $r_{D(n)}$ = iterativ [l/(s·ha)]
 D = iterativ [min]
 $f_z = 1,2$ [-]
 $k_f = 1,0 \cdot 10^{-5}$ [m/s]

Die Versickerungsfläche wird bei den anstehenden Sanden zunächst gewählt zu:

erf. $A_{\text{Mulde_Süd,S}} = A_{\text{Mulde_Süd,u}} \cdot 0,1 = 318 \cdot 0,1 = 31,8$ [m²]

bzw.

erf. $A_{\text{Mulde_Nordost,S}} = A_{\text{Mulde_Nordost,u}} \cdot 0,1 = 426,5 \cdot 0,1 = 42,65$ [m²]

Die maximal erforderlichen Speichervolumen der Mulden ergeben sich nach iterativer Berechnung für einen 100-minütigen Bemessungsregen und einem 5-jährigen Regenereignis (Wahrscheinlichkeit $n = 0,2$) zu:

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	V_M [m³]
5	382,00	4,753
10	281,50	6,975
15	222,88	8,248
20	184,38	9,058
25	157,25	9,615
30	137,13	10,017
40	109,13	10,536
50	90,63	10,840
60	77,50	11,024
80	60,13	11,198
100	49,13	11,228
120	41,50	11,169
150	33,63	10,986

Tab. 1: Iterative Bemessung - Mulde Süd - Haus 1 + südliche Carports

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s*ha)]	V_M [m³]
5	382,00	6,375
10	281,50	9,355
15	222,88	11,062
20	184,38	12,149
25	157,25	12,895
30	137,13	13,435
40	109,13	14,130
50	90,63	14,538
60	77,50	14,786
80	60,13	15,019
100	49,13	15,058
120	41,50	14,979
150	33,63	14,734

Tab. 2: Iterative Bemessung - Mulde Nordost - Haus 2 + 3 + nördlicher Carport

$$V_{1M} = 11,3 \text{ [m}^3\text{]}$$

bzw.

$$V_{2M} = 15,1 \text{ [m}^3\text{]}$$

Für $A_{\text{Mulde_Süd,S}} = 31,8 \text{ m}^2$ ergibt sich für den Bemessungsfall eine Einstauhöhe von:

$$Z_{1M} = V_{1M} / A_{\text{Mulde_Süd,S}} = 11,3 / 31,8 = 0,36 \quad \text{[m]} \quad \text{Haus 1 + südliche Carports}$$

Für $A_{\text{Mulde_Nordost,S}} = 42,65 \text{ m}^2$ ergibt sich für den Bemessungsfall eine Einstauhöhe von:

$$Z_{2M} = V_{2M} / A_{\text{Mulde_Nordost,S}} = 15,1 / 42,65 = 0,36 \quad \text{[m]} \quad \text{Haus 2 + 3 + nördlicher Carport}$$

Nachweis der Entleerungszeit:

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot z_M / k_f = 2 \cdot 0,36 / 1 \cdot 10^{-5} = 72.000 \text{ s} = 20 \text{ h} < \text{erf. } t_E = 24 \text{ h}$$

Somit sind rechnerisch Muldenflächen von ca. $A_{\text{Mulde_Süd,S}} = 32 \text{ m}^2$ und $A_{\text{Mulde_Nordost,S}} = 43 \text{ m}^2$ ausreichend.

6. Bauausführung

Die Positionierung der Mulden richtet sich im Wesentlichen nach den örtlichen Gegebenheiten.

Wir empfehlen, für die Sickermulden einen Mindestabstand zu Grundstücksgrenzen von 2,0 m einzuhalten. Weiterhin sind Mindestabstände zu unterkellerten Gebäuden einzuhalten.

Die Versickermulden können dem Prinzip nach der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

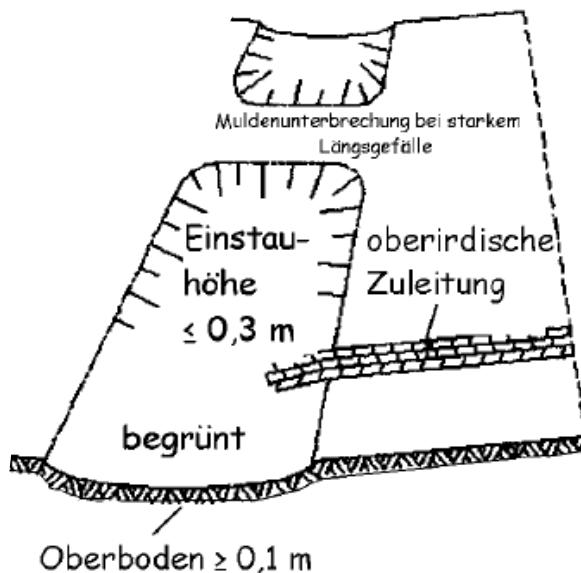


Abb. 2: Prinzipdarstellung Versickermulde

Wir empfehlen auf einer Fläche von 32 m^2 bzw. 43 m^2 horizontale Mulden mit einer wenigstens $d = 10 \text{ cm}$ Oberbodenabdeckung herzustellen. Die Mulden empfehlen wir mit einer Einstauhöhe von mindestens ca. $t = 40 \text{ cm}$ zu planen.

Um eine ausreichende Reinigungswirkung zu erzielen, muss die Oberbodenabdeckung auch nach zeitlich bedingten Setzungsprozessen die o.g. Mindestdicke aufweisen. Weiterhin ist dauerhaft eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ zu gewährleisten. Die Flächen sind zu begrünen.

Die Einleitung des Niederschlagswassers sollte derart ausgeführt werden, dass Auskolkungen vermieden werden. Dies kann z.B. mittels einer Pflasterung im Einleitbereich erzielt werden.

7. Wartung

Versickermulden bedürfen bei der o.g. Bauausführung einen relativ geringen Wartungsaufwand.

Folgende Maßnahmen werden gemäß DWA-A 138 zur Wartung empfohlen:

Anlage	Maßnahme	Intervalle	Bemerkungen
für alle Versickerungsanlagen bei Baumaßnahmen im Einzugsgebiet	Verringerung von Selbstdichtung; Verbot des Befahrens und Ablagerns; keine Wegsamkeiten, z. B. durch Baumbepflanzung mit Wurzelbelüftung / Wurzelbewässerung		Vorschalten einer Vorreinigung Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung / Begrünung des Einzugsgebietes, vorläufige Entwässerung über provisorische Mulde
Mulde	Mahd	bei Bedarf, mindestens jährlich	Mähgut entfernen
	Entfernen von Laub und Störstoffen	im Herbst und bei Bedarf	
	Wiederherstellen der Durchlässigkeit	bei Bedarf	Vertikutieren, Schälen, Boden austauschen
	Verhindern von Auskolkung	beim Bau und bei Bedarf	Steinschüttung, Pflasterung, widerstandsfähige Vegetation im Zulaufbereich

Tab. 3: empfohlene Wartungsarbeiten gemäß DWA-A 138

8. Zusammenfassung

Die im Bereich der geplanten Muldenversickerungen zu erwartenden Böden sind ausreichend versickerungsfähig.

Die Abstände zum echten Grundwasser sind ausreichend.

Die horizontalen Mulden sollten folgende Flächen und Einstauhöhen aufweisen:

Mulde Süd (Haus 1 und südliche Carports): Fläche $A1_s = 32 \text{ m}^2$ und Einstauhöhe $t = 0,4 \text{ m}$

Mulde Nordost (Haus 2+3 und nördlichen Carport): Fläche $A2_s = 43 \text{ m}^2$ und Einstauhöhe $t = 0,4 \text{ m}$

Eickhoff und Partner

Beratende Ingenieure für Geotechnik

Bammert *Franke*
 (Bammert) (Ganter)