

**BAUGRUNDUNTERSUCHUNG**  
**BV Notzingen Feuerwehrgebäude**  
**Stellplätzen**  
**Jahnstraße 1, Flurstücknummer 595**  
**73274 Notzingen**

**Auftraggeber:**

Gemeinde Notzingen  
Bachstraße 50  
73274 Notzingen

**Gutachter:**

Ingenieurgesellschaft für Umweltanalytik  
Büro A. Szabady  
Talstraße 16  
73547 Lorch-Weitmars

**Bearbeitung:**

Gordan Sredl, Dipl.-Geol.  
Gabor Szabo, Dipl.-Geol.  
Christian Szabady, Agr.-Ing., M.Sc. Umwelttechnik /Geo

Projekt-Nr. 2022142

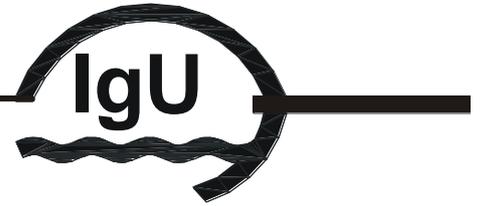
Stand: 05.04.2023

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>A. <u>Verzeichnis des Textteils</u></b>	Seite
1. Veranlassung	2
2. Vorort- und Planungssituation, Topografie – allgemeine Geologie	3
3. Durchgeführte Maßnahmen	6
4. Untersuchungsergebnisse	8
4.1 Auswertung der Rammkern- und Rammsondierprofile	8
4.2 Zuordnung der Schichten zu den Bodenklassen	9
5. Bodenmechanische Kennwerte	10
6. Grundwassersituation	11
7. Gründung des Gebäudes	13
7.1 Bodenplattengründung	13
7.2 Gründung auf Einzel- und/oder Streifenfundamente	15
7.3 Stellplätze / Fahrwege und Hofbereich	17
8. Bauausführung, Baugrubensicherung	19
9. Erdbebenzone	21
10. Fazit	22

### **B. Verzeichnis der Anlagen**

Anlage 1	Übersichtslageplan mit Lage der Rammkern- und Rammsondierprofile
Anlage 2	4 x Rammsondierprofile und 1 x Rammkernsondierprofil
Anlage 3	1 x geologischer Schnitt N – S
Anlage 4	4 x Setzungsberechnungen
Anlage 5	2 x Böschungsbruchberechnungen



## **1. Veranlassung**

Die Gemeinde Notzingen, Bachstraße 50, 73274 Notzingen plant den Neubau eines Feuerwehrgebäudes mit 4 Stellplätzen in 73274 Notzingen in der Jahnstraße 1 mit der Flurstücknummer 595.

Den Auftrag zur Untersuchung der Untergrundverhältnisse hat die Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik mit Angebot vom 29.03.2022 per E-Mail-Schreiben von Sven Haumacher der Gemeinde Notzingen, Bachstraße 50, 73274 Notzingen vom 05.04.2022 im Namen und Auftrag der Bauherrschaft erhalten.

## 2. Vorort- und Planungssituation, Topografie – allgemeine Geologie

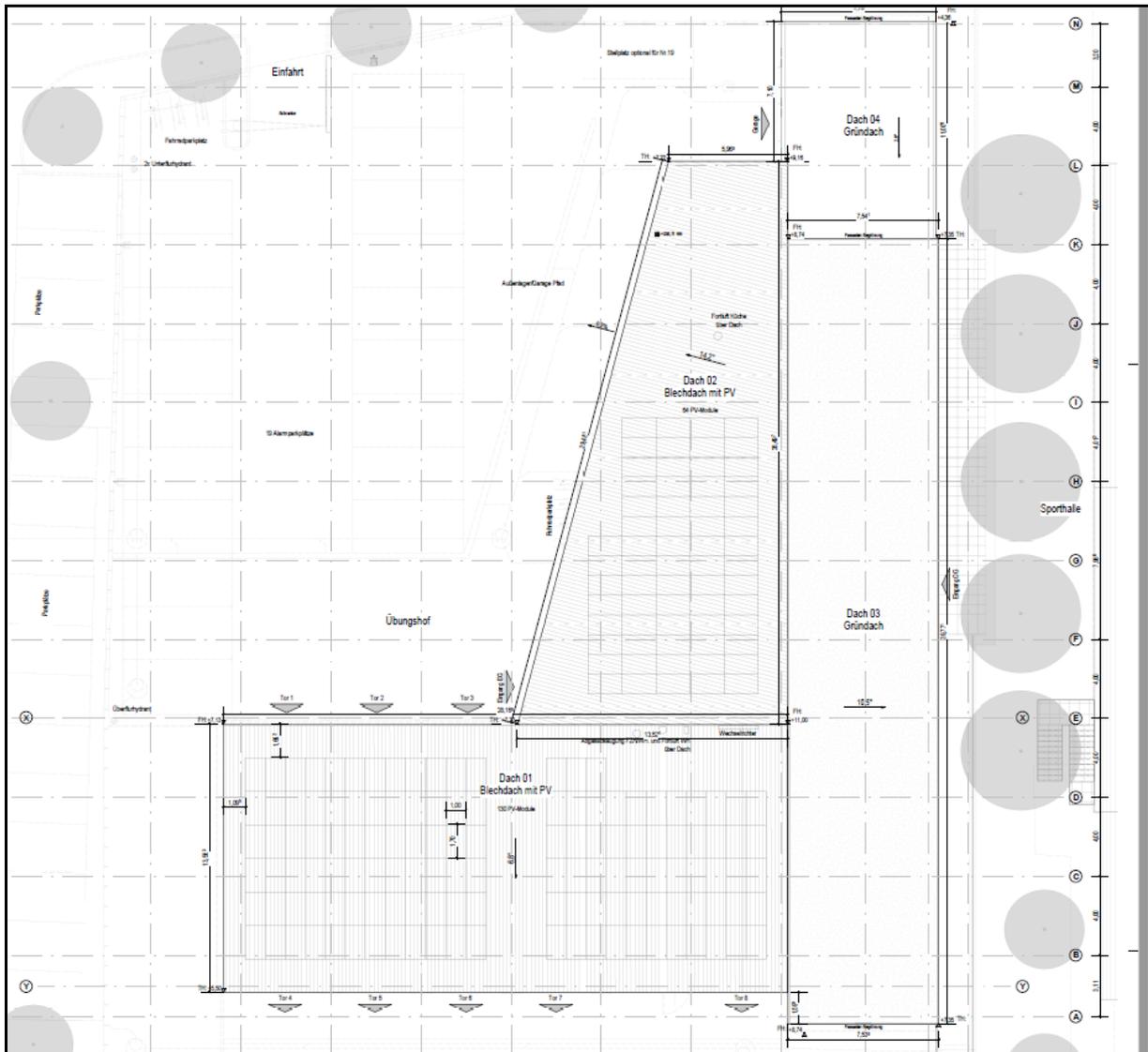
Auf dem Grundstück mit der Flurstücknummer 595 soll ein Feuerwehrgebäude mit einem L – Förmigen Umriss entstehen. Eine Unterkellerung ist nicht geplant. Das Baufenster liegt in einem Wohngebiet zwischen Notzingen und Wellingen am nördlichen Rand. Es ist aktuell unbebaut. Im Westen befindet sich eine Mehrzweckhalle und im Osten des Baufeldes eine Sporthalle. Im Norden wird das Baufeld durch die Herdfeldstraße und im Süden von der Jahnstraße begrenzt.

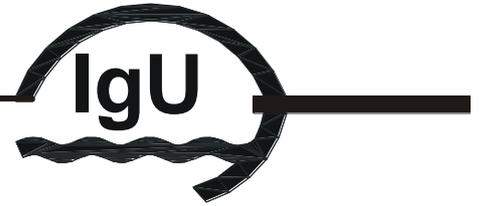


Das Gelände im Baufenster steigt von der Jahnstraße von ca. 336,97 m ü. NN Richtung Herdfeldstraße auf ca. 338,71 m ü. NN (von Süd nach Nord) um ca. 1,74 m an. Das Baufeld steigt von Westen von ca. 336,72 m ü. NN nach Osten auf ca. 338,74 m ü. NN um ca. 2,08 m an. Die durchschnittliche GOK wurde von uns bei 338,00 m ü. NN angenommen. Durch die Hangneigung Richtung Westen wird das Gebäude in das Gelände einschneiden (s. Anlage 1).

Das gesamte Gebäude hat eine Form von einem an der Längsachse gespiegelten L. Der Baukörper hat eine maximale Länge von ca. 51 m und eine maximale Breite von ca. 36 m. Nach Norden hin verjüngt sich der Körper bis auf eine Breite von ca. 14,0 m.

Die Höhe der FFB =  $\pm 0,00$  ist mit 336,80 m ü. NN ausgewiesen. Die Baugrubensohle wird somit bei einer angenommenen Bodenplattenstärke von ca. 0,25 m und einer 0,25 m mächtigen Schottertragschicht bei ca. 336,30 m ü. NN zum Liegen kommen.





Der untersuchte Standort liegt im Bereich von quartären Deckschichten (Lösssediment) mit seinen weichen, weich-steifen bis steifen, tonigen bis feinsandigen, braunem Lößlehm (Schluffe). Im Liegenden der quartären Deckschichten findet sich die Obtususton Formation des Unterjura (Jurensismergel-Formation juJ bis Obtususton-Formation juOT) mit seinen Tonsteinen und eingeschalteten Kalksteinbänken, meist dunkelgrau mit zahlreichen Toneisensteinkonkretionen und zudem meist fossilarm.

Kleinräumige Wechsel in der Bodenzusammensetzung auf dem Baugrubenplanum sind trotz einer Aufschlussdichte von 5 Sondierungen nicht vollkommen auszuschließen.

### 3. Durchgeführte Maßnahmen

Am 13.04.2022 wurden die Aufschlusstellen durch den Geologen der IGU festgelegt und am 13.04.2022 vier Rammsondierungen und eine Nutrammkernbohrung bis in den tragfähigen Untergrund niedergebracht, um die Bodenverhältnisse aufzuschließen. Für die Herstellung der Bodenaufschlüsse wurde die schwere Rammsonde (DPH) verwendet.



Die Interpretation der Rammsondierergebnisse richtet sich nach der Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe.

Das Verhältnis zwischen den Schlagzahlen der leichten DPL N<sub>10</sub> und mittelschweren Rammsonde (SPT N<sub>30</sub>) und der Konsistenz bindiger Böden nach Terangazi-Peck wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Konsistenz / Lagerung	breiig oder sehr locker	weich oder locker	weichsteif oder locker-mitteldicht	steif oder mitteldicht	halbfest oder dicht	fest oder sehr dicht
N <sub>10</sub> (DPL)	1 – 3	3 – 6	7 – 11	12 – 22	23 – 45	> 45
N <sub>10</sub> (DPH)		1 – 3	4 – 6	7 – 12	13 – 25	> 25
N <sub>30</sub> (BDP) (früher SPT)	1 – 2	3 – 6	7 – 10	11 – 15	16 – 30	> 30
D	> 0,080	0,080– 0,2441	0,15 – 0,2	0,2441 – 0,3528	> 0,3528	
I <sub>D</sub>	0,0267 – 0,1224	0,1224 – 0,2879	0,15 – 0,22	0,2879 – 0,3977	> 0,3977	
E <sub>s</sub> (MN/m <sup>2</sup> )		4 – 6	6 – 9	10 – 24	25 – 30	30 – 60
Entspr.E <sub>v2</sub> empirisch		5	15	20 – 30	30 – 50	> 50

Tabelle 1: Vergleich zwischen den Schlagzahlen von leichter Rammsonde (DPL), schwerer Rammsonde (DPH) und Bohrlochrammsondierung (BDP - früher Standard Penetration Test (SPT)) bei leichtplastischem und mittelpplastischem und / oder rolligen Boden.

Für DPH gilt: Schlagzahlen bis 6 stellen einen locker bis mitteldicht gelagerten bzw. nur weich bis steifen Untergrund dar. Böden mit Schlagzahlen < 7 sind der Bodenklasse II zuzuordnen. Hier sind nach DIN keine Angaben für eine Bodenpressung zulässig. An der Praxis orientiert könnten maximal 80 bis 100 kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden.

Die Nutrammkernbohrungen erbringen ansprechbare Bodenprofile, aus denen Proben für die Untersuchung im bodenmechanischen Labor gewonnen werden können. Mit den bodenmechanischen Laborergebnissen können Bodenkennwerte für die Bestimmung der Gründbarkeit und eventuell notwendigen Verbaumaßnahmen ermittelt werden.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 2 Bodenaufschlüsse und unter Punkt 5 Bodenmechanische Kennwerte wiedergegeben.

Die Rammkern- und Rammsondierprofile wurden in die geologische Beschreibung mit eingearbeitet.

#### 4. Untersuchungsergebnisse

##### 4.1 Auswertung der Rammkern- und Rammsondierprofile

Zu beachten ist, dass es sich bei einer Rammsondierung mit einer entsprechenden Schlagzahl z. B. um einen mitteldichten, sandigen oder kiesigen Horizont, aber auch um einen steifen Schluff oder Lehm handeln kann. Deshalb sind Rammkernsondierungen ergänzend sinnvoll.

Bei den Sondierungen angetroffenen Schichten gliedern sich im Untersuchungsraum (von oben nach unten in m):

###### **RS 1 (DPH, ca. 338,06 m ü. NN)**

- 0,0 – 2,6 weicher oder locker gelagerter Boden
- 2,6 – 2,8 weich-steifer oder locker-mitteldicht gelagerter Boden
- ab 2,8 fester oder sehr dicht gelagerter Boden, bei 2,9 Spitze nass

###### **RS 2 (DPH, ca. 338,54 m ü. NN)**

- 0,0 – 2,1 weicher oder locker gelagerter Boden
- 2,1 – 3,1 weich-steifer oder locker-mitteldicht gelagerter Boden
- ab 3,1 fester oder sehr dicht gelagerter Boden

###### **RS 3 (DPH, ca. 338,57 m ü. NN)**

- 0,0 – 2,4 weicher oder locker gelagerter Boden
- 2,4 – 3,1 weich-steifer oder locker-mitteldicht gelagerter Boden
- 3,1 – 3,4 steifer oder mitteldicht gelagerter Boden
- 3,4 – 3,5 halbfester oder dicht gelagerter Boden
- 3,5 – 3,8 steifer oder mitteldicht gelagerter Boden
- ab 3,8 fester oder sehr dicht gelagerter Boden, bei 3,9 Spitze nass

**RS 4 (DPH, ca. 337,92 m ü. NN)**

- 0,0 – 1,8 weicher oder locker gelagerter Boden
- 1,8 – 3,0 weich-steifer oder locker-mitteldicht gelagerter Boden
- 3,0 – 3,4 steifer oder mitteldicht gelagerter Boden
- ab 3,4 fester oder sehr dicht gelagerter Boden, bei 3,5 Spitze nass

**RKS 1 (ca. 338,21 m ü. NN)**

- 0,0 – 2,0 Schluff, tonig, sandig, steif
- 2,0 – 3,3 Schluff, tonig, sandig, weich-steif
- 3,3 – 3,5 Schluff, tonig, sandig, steif
- ab 3,5 Tonstein, fest

**4.2 Zuordnung der Schichten zu den Bodenklassen**

Schichteinheit	Boden bzw. Felsklasse nach DIN 18300
Schluff, tonig, sandig, weich	2
Schluff, tonig, sandig, weich-steif	2 – 3
Schluff, tonig, sandig, steif	3 – 4
Tonstein, fest	6 – 7

Tabelle 2

## 5. Bodenmechanische Kennwerte

	Schichtein- heit	Schichtein- heit	Schichtein- heit	Schichtein- heit
Bodenprobe	Schluff, weich	Schluff, weich-steif	Schluff, steif	Tonstein, fest
Wichte über Wasser kN/m <sup>3</sup>	18	19,5	20	23
Wichte unter Wasser kN/m <sup>3</sup>	8	9,5	10	13
Bodenart nach DIN 18196	UA	UA-UL	UM	Fels
Bodenklasse nach DIN 18300	2	2 – 3	3 – 4	6 – 7
Zustandsform, Konsistenz	weich	weich-steif	steif	fest
Kohäsion c' kN/m <sup>3</sup> / Scherfestigkeit	5	8	12	35
Innerer Rei- bungswinkel in gd	15	20	22,5	30
max. zulässige Boden- pressung kN/m <sup>2</sup>	100	120	150	350
Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (kN/m <sup>2</sup> )	140	168	210	490
Steifemodul MN/m <sup>2</sup>	5	8	12	100

Tabelle 3

In dem erbohrten steifen Schluff und festen Tonstein können seltenerweise eingeschwemmte schluffige-tonige Sedimente, mit geringerer Bodenbelastbarkeit als in der Tabelle 3 angegeben ist, enthalten sein. Dort, ist dann ein lokaler, geringer Bodenaustausch unter den Fundamenten / Bodenplatte erforderlich, um ein gleiches Setzungsverhalten der Fundamente / Bodenplatte zu erreichen. Hierbei ist Magerbeton verwendbar. Außerermittigte Fundamentbelastungen sind zu vermeiden.

Der Boden ist bauseits vom Geologen grundsätzlich anzusprechen!

Für eine frost- und witterungssichere Gründung der Gebäudeteile ohne Keller ist darauf zu achten, dass die Fundament-UK mindestens 0,8 m frostfrei unter späterer Geländeoberfläche liegen muss.

## 6. Grundwassersituation

In den Bohrungen RS 1, RS 3 und RS 4 wurde zwischen ca. 3,60 m u. GOK bis ca. 3,90 m u. GOK Schicht- bzw. Sickerwasser festgestellt.

Im Bereich der Deckschichtengrenzen (Schluff, Ton) und an der Schichtgrenze zum festen, gering verwitterter Tonstein des Unterjura (relevant für Tiefengründung) nach langen Niederschlägen mit temporärem Schichtwasserauftreten (Stauwasser) zu rechnen.

Es ist zusätzlich mit Schicht- und Sickerwasser an den Baugrubenwänden von  $< 0,4$  l/sec während und nach Regenperioden zu rechnen. Schicht- und Sickerwasser wird als drückendes Wasser (Beanspruchungsklasse 1) eingeteilt.

Beanspruchungsklasse 1:

Ständig oder zeitweise drückendes Wasser. Grundwasser, Schichtwasser, Hochwasser oder anderes Wasser das hydrostatischen Druck ausübt (auch zeitlich begrenzt).

Beanspruchungsklasse 2:

Bodenfeuchte, kapillar im Boden gebundenes Wasser

Weiterhin ist mit zeitweise aufstauendem Sickerwasser (ebenfalls Beanspruchungsklasse 1) auf der Baugrubensohle zu rechnen, da die Böden (wenn tonig ausgebildet) nur eine mäßige bis geringe Versickerungsfähigkeit aufweisen.

Durchlässigkeit der Böden:

Schluffe, sandig, tonig

$$k_f = \text{ca. } 10^{-5} - < 10^{-8} \text{ m/s}$$

Tonstein, fest

$$k_f = \text{ca. } 10^{-8} - < 10^{-10} \text{ m/s}$$

Der Keller ist als „Weiße Wanne“ auszuführen, wenn nicht über eine Ringdrainage und mind. 25 cm starke Dräntragschicht mit Stichleitung das Sickerwasser der Kanalisation oder Vorflut zugeleitet werden kann.

Die Drainageleitungen müssen, falls nicht in die Kanalisation eingeleitet werden darf, an einen nach ATV – 138 großdimensionierten Sickerschacht oder Rigolensystem mit Notüberlauf angeschlossen werden.

Die Hochwasserrisikoabfrage ergab keine Beeinträchtigung durch ein Hochwasser (HQ<sub>10</sub> bis HQ<sub>Extrem</sub>).

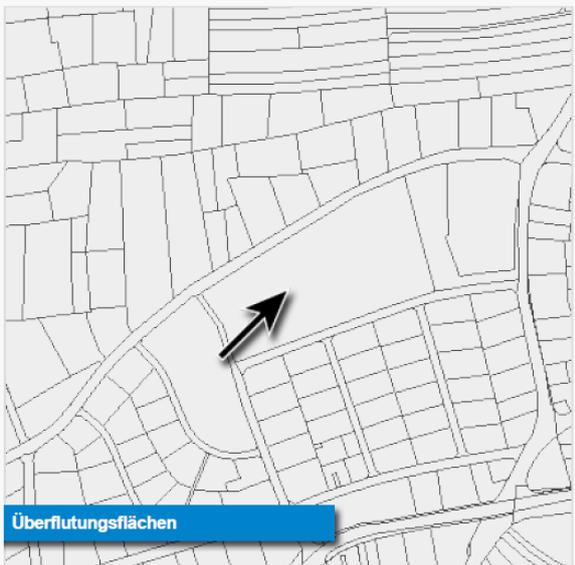
**Information zu Überflutungsflächen und -tiefen**

Ost	534145		
Nord	5391318		
Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG 25832)			
Gemeinde	Notzingen		
Kreis	Esslingen		
Regierungspräsidium	Reg.-Bez. Stuttgart		
Gewässereinzugsgebiet	Bodenbach		

	UF	UT [m]	WSP [m ü. NHN]
10-jährliches Hochwasser (HQ <sub>10</sub> )	X	-	-
50-jährliches Hochwasser (HQ <sub>50</sub> )	X	-	-
100-jährliches Hochwasser (HQ <sub>100</sub> )	X	-	-
Extrem Hochwasser (HQ <sub>EXTREM</sub> )	X	-	-

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen  
Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet.  
Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.  
Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatus (HST) 170, EPSG 7837.

 mögliche Änderung / Fortschreibung



## 7. Gründung des Gebäudes

### 7.1 Bodenplattengründung

Bei einer Plattengründung werden Punkt- und Linienlasten aus Stützen und Wänden lateral bereits in der Bodenplatte verteilt, sodass der Untergrund geringer belastet wird.

Die weichen, weich-steifen und steifen und damit wenig gründungsfähigen Bodenschichten stehen bis in eine Tiefe von ca. 2,9 bis 3,9 m unter GOK an und werden mit dem Gebäudeeinschnitt in den Untergrund nicht vollständig ausgeräumt. Somit steht auf der Baugrubensohle zur Erstellung der Bodenplatte ein weicher bis steifer tonig, sandigen Schluffboden mit einer maximal zulässigen Bodenpressung von 120 – 150 kN/m<sup>2</sup> zum Liegen.

Für eine Bodenplattengründung muss nach Bodenverbesserung der obersten 0,5 m noch eine ca. 0,25 m Trag-/Dränschicht (Körnung z.B. 4/42) unter der Bodenplatte hergestellt werden.

**Beispielhafte Setzungsberechnung für eine 10 x 10 m große Bodenplatte auf 0,25 m Tragschicht + 0,5 m verbesserter Bodenschicht auf dem weich-steifen Schluff und mit 100 kN/m<sup>2</sup> Gebäudelast** ergeben einen Setzungsbetrag von ca. 1,37 cm.

50 % der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca. 0,69 cm zu erwarten sind, was jedoch auskömmlich ist.

Da die Fahrzeuge und das Gebäude ein hohes Gewicht und somit eine hohe Belastung auf die Bodenplatte darstellen, betrachten wir noch eine Berechnung mit einer Last von  $200 \text{ kN/m}^2$ .

**Beispielhafte Setzungsberechnung für eine  $10 \times 10 \text{ m}$  große Bodenplatte auf  $0,25 \text{ m}$  Tragschicht +  $0,5 \text{ m}$  verbesserter Bodenschicht auf dem weich-steifen Schluff und mit  $200 \text{ kN/m}^2$  Gebäudelast** ergeben einen Setzungsbetrag von ca.  $2,85 \text{ cm}$ .

$50 \%$  der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca.  $1,43 \text{ cm}$  zu erwarten sind, was jedoch auskömmlich ist.

Der Bettungsmodul auf OK Tragschicht beträgt  $7,29 \text{ MN/m}^3$  bei einer Bodenplattenlast von  $100 \text{ kN/m}^2$  und  $7,01 \text{ MN/m}^3$  bei einer Bodenplattenlast von  $200 \text{ kN/m}^2$ .

Vorbehaltlich der Diskussion mit dem Statiker ist damit eine Bodenplattengründung nach Bodenverbesserung

- $0,5 \text{ m}$  Bodenverbesserung durch Fräsen mit Zement/Kalk oder einarbeiten von  $0,5$  Schoppenlage
- Aufbringen einer  $0,25 \text{ m}$  mächtigen, dränfähigen Tragschicht mit der Kornabstufung z. B.  $4 - 42 \text{ mm}$ .

möglich.

## 7.2 Gründung auf Einzel- und/oder Streifenfundamente

Aufgrund der hohen und unterschiedlichen Belastungen der Bodenplatte, bedingt durch die Löschfahrzeuge die dauerhaft auf einem Teil der durchgehenden Bodenplatte stehen, raten wir die Gründung der Bodenplatte auf einem Raster von Betonplomben (Einzelfundamente und/oder Streifenfundamente) um unterschiedlichen Setzungen vorzubeugen.

Der feste Tonsteinhorizont liegt ca. 3,0 – 3,5 m u. GOK (entspricht ca. 1,5 – 2,0 m u. Baugrubensohle).

**Beispielhafte Setzungsberechnung für ein 1,0 x 1,0 m großes Einzelfundament und aufsetzten auf den festen Tonstein und mit 1000 kN/m<sup>2</sup> Stützlast** ergeben einen Setzungsbetrag von ca. 0,51 cm (s. Anlage 4).

50 % der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca. 0,25 cm zu erwarten sind.

**Beispielhafte Setzungsberechnung für ein 10 x 0,5 m großes Streifenfundament auf den festen Tonstein und mit 500 kN/m Streifenfundamentlast** ergeben einen Setzungsbetrag von ca. 0,32 cm (s. Anlage 4).

50 % der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca. 0,16 cm zu erwarten sind.

Für den Fall, dass in der Baugrubensohle schluffige, weiche bis steife Linsen beobachtet werden, sind diese auszubaggern und mit Magerbeton aufzufüllen.

**Bei Streifen- und Einzelfundamentgründungen im steifen Schluff und festen Tonstein ist zu beachten:**

Die zulässigen mittleren Bodenpressungen ( $\text{kN/m}^2$ ) und der Sohlwiderstand (fett)  $\sigma_{R,d}$  ( $\text{kN/m}^2$ ) im Schluff und festen Tonstein ist folgender Tabelle zu entnehmen:

Die zulässigen mittleren Bodenpressungen beim Aufsetzen oder <b>Einbinden des Fundaments in m auf / in die jeweilige Schicht</b>	fester Tonstein
0,0 (aufsetzen)	350 / <b>490</b>
0,3 (einbinden)	380 / <b>532</b>

Tabelle 4

Bei Einzelfundamenten kann die zulässige Bodenpressung um 15% erhöht werden, wenn die Einzelfundamentabstände  $> 1,5$  fache der Grundrissbreite betragen.

Beim Ausheben der Fundamentgräben sind weiche Partien auszubaggern und durch Kies-Schottergemische (lagenweise verdichtet) zu ersetzen, um so ein einheitliches Setzungsverhalten zu gewährleisten.

Die Setzungsdifferenzen bei den Streifen- / Einzelfundamenten sind  $< 0,3$  cm und damit gering, so dass auf die Fundamente nur geringe Scherspannungen wirken würden.

### 7.3 Stellplätze / Fahrwege und Hofbereich

Die **Gründung der Fahrstraßen und Hofbereich** erfolgt vorwiegend im weichsteifen Schluff. Um Auffriererscheinungen im Bereich der Stellplätze und Hofbereich zu vermeiden, ist das Erdplanum mit mindestens 0,75 % Gefälle zu einer linienförmigen Sammelleitung anzulegen. Oberflächenwasser kann dann in die Kanalisation abgeleitet werden.

Für die Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen gelten die RStO 12 (5) sowie ZTVE-StB 09 (4). Die Deckschichten sind nach ZTVE-StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3 und in die Homogenbereiche O (Mutterboden), B 1 und B 2 (Deckschichten) einzustufen. Die Dimensionierung von Verkehrsflächen ist bei uneinheitlichen Bodeneigenschaften für frostempfindlichen Untergrund (F 3) zu empfehlen. Der Standort liegt nach [www.bast.de](http://www.bast.de) der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone 2.

Die erforderliche Mindestdicke des erforderlichen Straßenaufbaues lässt sich hier nach anhand der Tabellen 6 und 7 der RStO 12 ermitteln. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist für die Belastungsklasse Bk 3,2 bis Bk 1,0 mit einem Ausgangswert von 0,60 m zu veranschlagen. Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (RStO 12, Tabelle 7) sind dabei nicht berücksichtigt.

Die Frostschutz-Tragschicht des Straßenaufbaus ist aus Schottertragschichtmaterial nach TL SoB-StB 04 in frostsicherer Kornabstufung (sogenanntes KFT-Material) oder aus Beton-RC-Material aufzubauen. Für einen Regelaufbau nach RStO 12 ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Erdplanum erforderlich. An der Oberkante des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) werden in Abhängigkeit von der Bauweise Verformungsmodule bei Straßen von  $E_{v2} = 100 - 120 \text{ MN/m}^2$  gefordert.

Das Erdplanum wird überwiegend in weichsteifen, teils auch in weichen bindigen Deckschichten mit erfahrungsgemäßen  $E_{v2}$ -Werten in Größenordnungen von 5 – 8

MN/m<sup>2</sup> verlaufen. Um eine Standardbauweise nach den Tafeln 1 bis 4 der RStO 12 ausführen zu können, sind je nach Jahreszeit in den Lehmdeckschichten Bodenverbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums erforderlich.

Da die **Gründung der Stellplätze** vorwiegend im weich-steifen Schluff stattfindet, sollten die ersten 0,40 m einer Bodenaustausch- oder Bodenverfestigungsmaßnahme (z. B. mittels Einfräsen von Zement oder Kalk in den Boden oder eine 30 cm starke Lage von Schrobben) unterzogen werden. Der Zementgehalt muss mindestens 3 % betragen. Die endgültige Festlegung erfolgt anhand von 2 Probefeldern.

Danach kann auf einer ca. 0,10 – 0,15 m starken Dräntragschicht (4/32 mm) der Stellplatzbelag und Zufahrtswegbelag hergestellt werden. Der  $E_{v2}$ -Wert für die Tragschichtoberfläche der Stellplätze muss mindestens 85 kN/m<sup>2</sup> betragen. Der  $E_{v2}$ -Wert für die Tragschichtoberfläche der Bus-Fahrstraßen und die Zufahrtsstraße sowie Wendebereiche muss mindestens 100 MN/m<sup>2</sup>. Probefelder zur Ermittlung der Lagerungsdichte oder Bodenfestigkeit mittels Fallplattendruckversuche werden bei Bedarf durchgeführt.

Um Auffriererscheinungen im Bereich der Stellplätze zu vermeiden, ist das Erdplanum mit mindestens 0,75 % Gefälle zu einer linienförmigen Sammelleitung anzulegen. Oberflächenwasser kann dann in die Kanalisation abgeleitet werden.

## 8. Bauausführung, Baugrubensicherung

Die durch den Geländeeinschnitt ca. 3,0 m hohen Baugrubenwände können mit einem Winkel von  $60^\circ - 70^\circ$  geböscht werden (s. Anlage 5), sofern die Böschung dauerhaft mit einer Folie / Plane abgedeckt werden kann und somit ein trockener Zustand gewährleistet ist. Das ergibt einen Rückwärtseinschnitt ins Gelände von ca. 1,0 m. Die Folie / Plane ist 2 m hinter der Böschung ca. 30 cm einzugraben und zu fixieren. Auf Lastfreiheit bis zu ca. 2,5 m hinter den Böschungskronen ist zu achten.

Der Böschungswinkel von  $60^\circ - 70^\circ$  bedingt eine Begleitung der Aushubmaßnahme durch unser Büro, um die Böschung sowie den Boden bauseits anzusprechen (Verhältnis Ton- und Sandanteil in der Böschung) und den Winkel, falls erforderlich, bereichsweise auf  $50^\circ - 60^\circ$  abzuflachen.

### Achtung:

Zu klären bleibt die Gründung (Bodenplatte oder Fundamente) des Nachbargebäudes im Osten, um die Wirkung der Gebäudelasten und Erddruck auf die geplante Böschung zu beurteilen.

Sollten in den Baugrubenwänden nur breiige, schluffige Partien angetroffen werden ist die Böschung während der Bauzeit auf  $45^\circ$  abzuflachen, da diese im breiigen Zustand an den Baugrubenwänden zum Ausfließen neigen.

Für den Bauzustand genügt für die Baugrubenböschungen ein Ausnutzungsgrad ab  $< 1,00$ , wohingegen von einem Ausnutzungsgrad  $< 0,90$  von einer dauerhaften Standsicherheit von Böschungen gesprochen werden kann. Böschungen mit Ausnutzungsgrad über 1,00 sind nicht standsicher.

Die Böschungsbruchberechnungen zeigen bei einem wassergesättigten Boden (nach längeren Niederschlägen) und einem Böschungswinkel von  $60^\circ$  ein Ausnutzungsgrad von 0,96 (kurzzeitige Standsicherheit gegeben) und bei einem wasserungesättigten Boden (nach längerer Trockenheit) mit einem Böschungswinkel von  $70^\circ$  einen Ausnutzungsgrad von 0,98 (kurzzeitige Standsicherheit gegeben).

**Wir empfehlen die Böschung mit 50° herzustellen und mit einer Folie / Plane bis 1,0 m hinter der Böschungskrone abzudecken.**

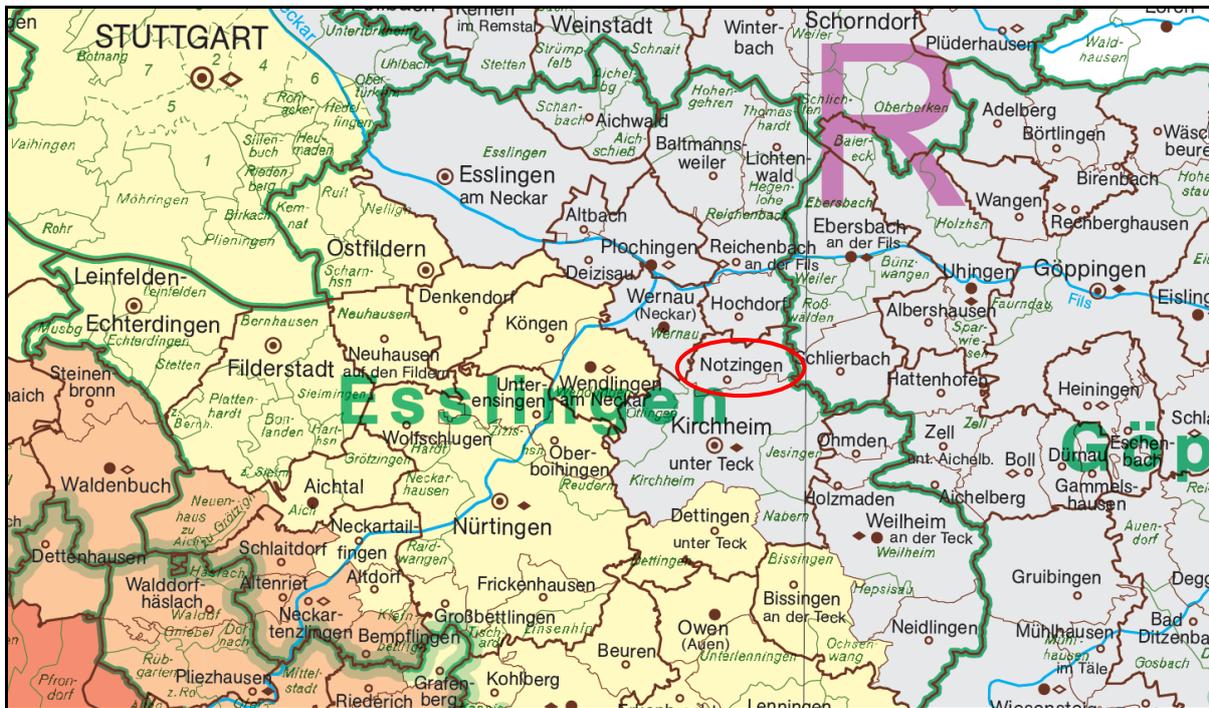
Sporadisch anfallendes Kluft- und Schichtsickerwasser ist durch eine entsprechende Ringdrainage in der Baugrube in die Kanalisation abzuleiten. Das Bauwasser ist über eine Absetzmulde mit mindestens 10 – 15 m<sup>3</sup> und einer Tauschwand zu leiten.

Sollte der Abstand der Baugrubenaußenwände zur Grundstücksgrenze oder zur Straße (im Norden, Süden, Westen) bzw. zur angrenzender Wohnbebauung (im Osten) unter 2,5 m liegen, wird ein Verbau erforderlich sein. Die Berechnung für den Verbau kann separat durch uns Büro erbracht werden. Hier sehen wir die Möglichkeit eines Berliner Verbaus (3,5 m Höhe, frei eingespannt) oder z.B. einer Kombination aus Leichtverbau (2 m Höhe, frei eingespannt und kann vom Erdbauer ausgeführt werden) und freier Böschung (1 m). Alternativ kann eine vernagelte Spritzbetonwand ausgeführt werden.

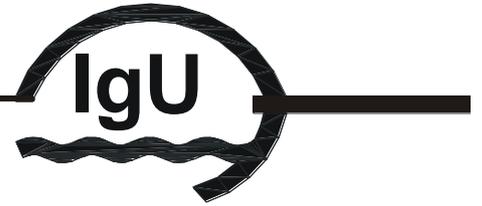
## 9. Erdbebenzone

Gemäß der Erdbebenzonenkarte und der geologischen Untergrundklasse sind für Baden-Württemberg im Raum 73274 Notzingen folgende Kenndaten maßgebend:

- Gebiet: Erdbebenzone 0 (Intensität 6,0 bis < 6,5)
- Geologische Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund)
- Baugrundklasse B (bei Gründung im festen Gestein) und
- Baugrundklasse C (bei Gründungen im Lößlehm)



Ein separater Nachweis der Erdbebensicherheit erscheint im vorliegenden Fall nicht erforderlich.



## **10. Fazit**

Der Geologe ist zu den Gründungsarbeiten hinzuzuziehen, um die hier getroffenen Angaben ggf. ergänzen zu können.

Ingenieurgesellschaft  
für Umweltanalytik  
Büro A. Szabady

Christian Szabady  
(M.Sc. Umwelttechnik/Geo)

Gabor Szabo  
(Dipl. Geologe)

# ANLAGEN

# ANLAGE 1

# BV Notzungen Feuerwehrgebäude -Übersicht Profil S-N

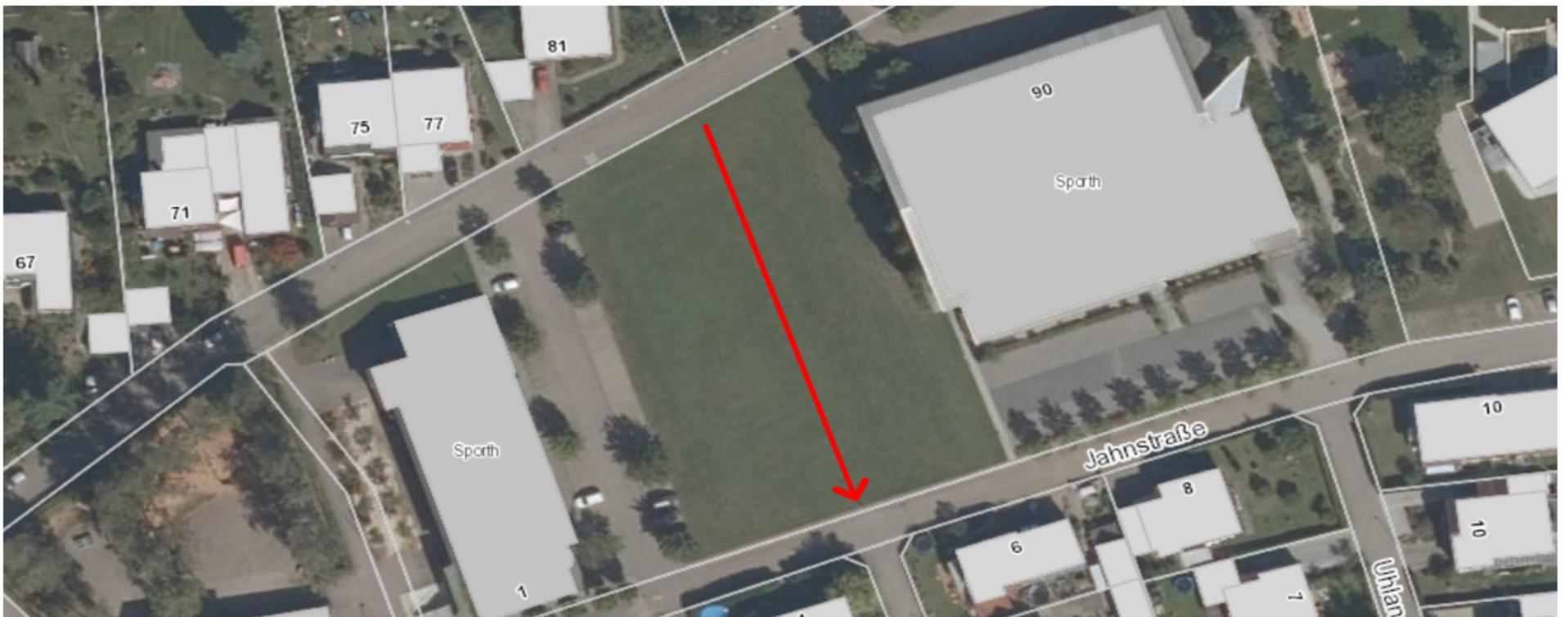


● Rammsondierungen RS 1 – RS 4

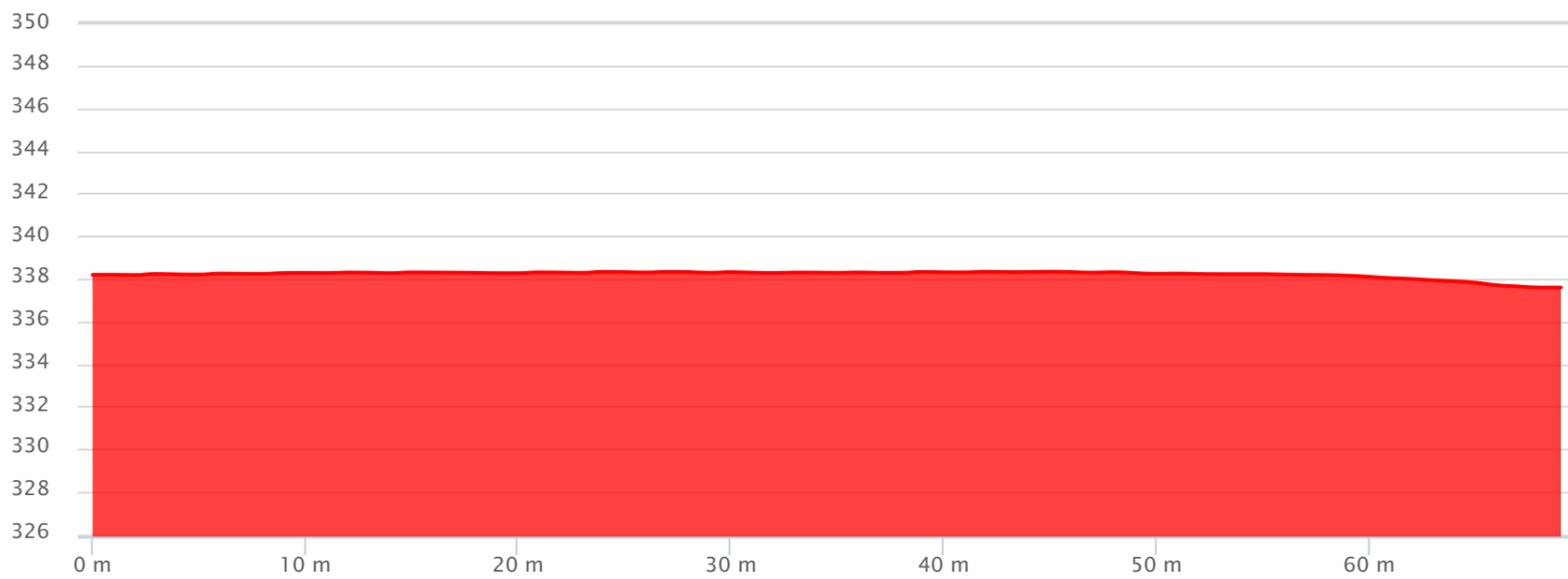
● Rammkernsondierung RKS 1

Lageplan mit Sondierpunkten RS 1 – RS 4 + RKS 1, BV Neubau Feuerwehrgebäude Notzingen





Meter über Normalnull, Überhöhung 1fach



■ Geländeprofil auf DGM1-Basis

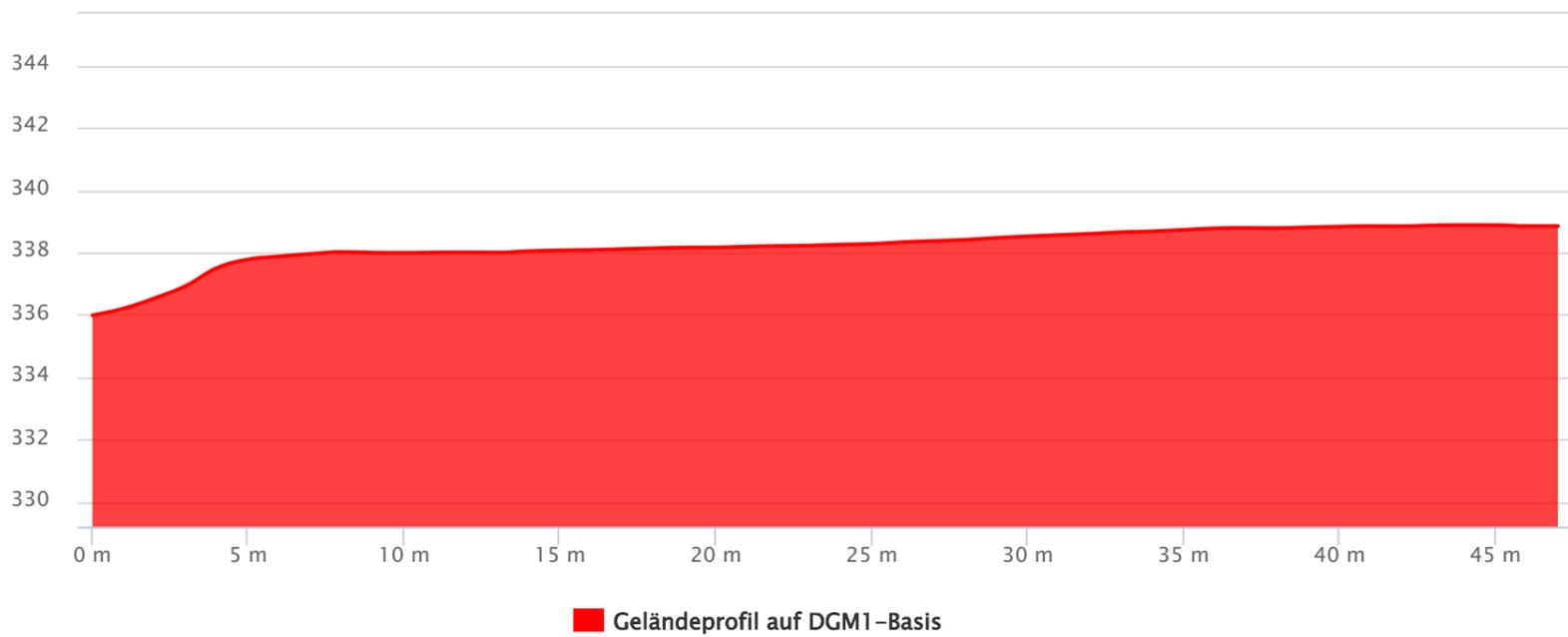
### Überhöhung



Höhe Startpunkt:	338.18 m über NN
Höhe Endpunkt:	337.58 m über NN
Höhendifferenz:	0.75 m
Länge:	68.06 m
Mittlere Steigung:	-0.87 %



Meter über Normalnull, Überhöhung 1fach



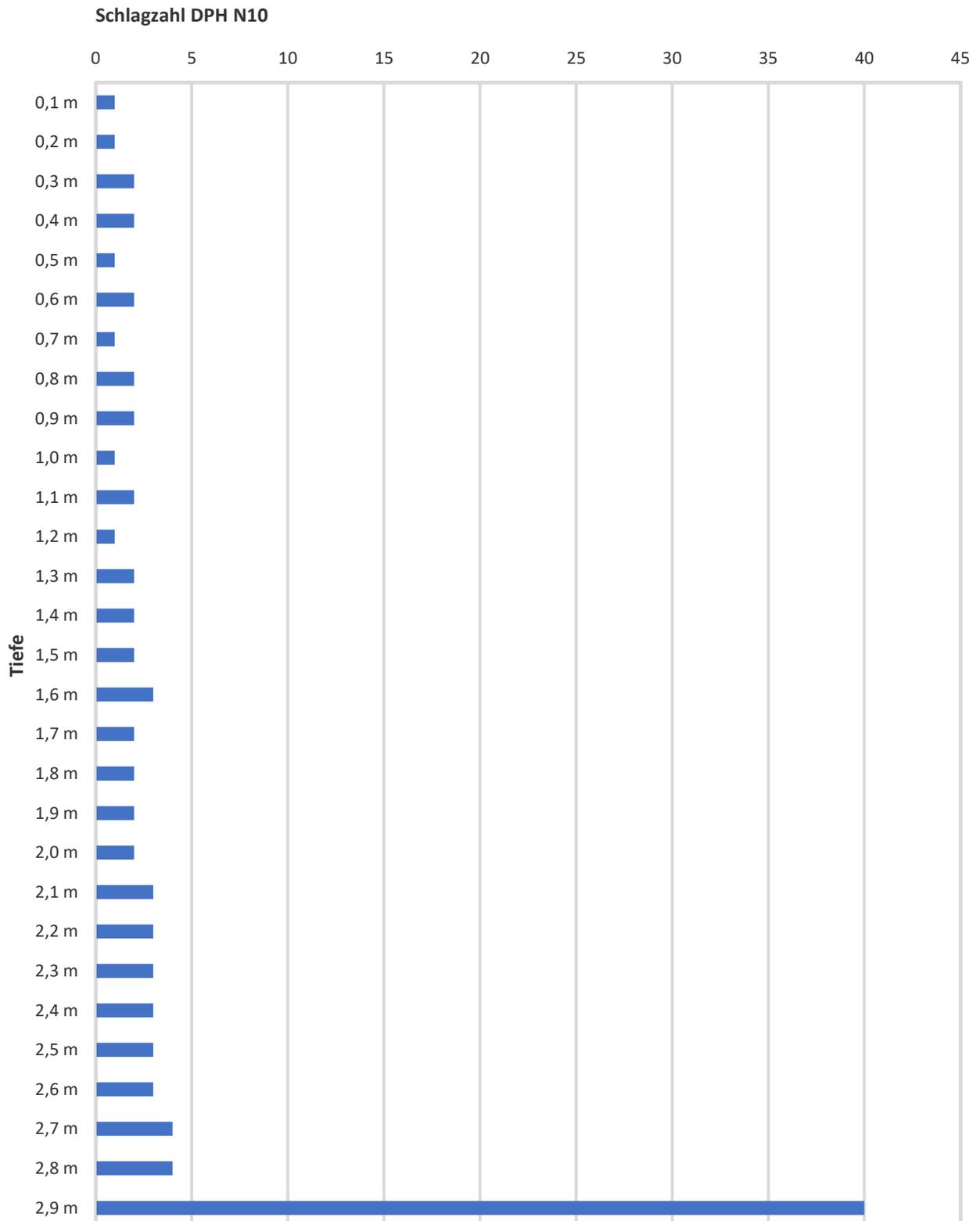
### Überhöhung



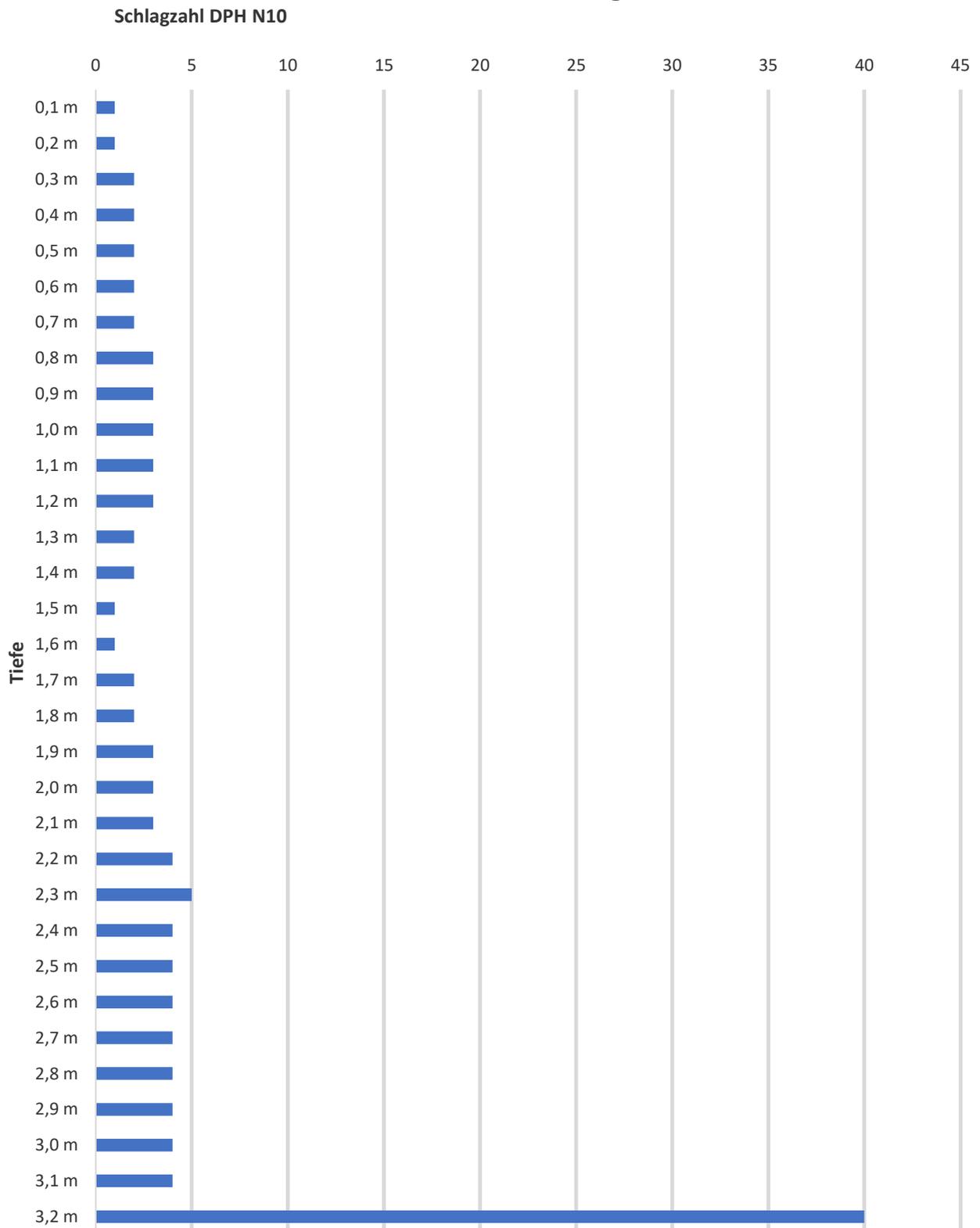
Höhe Startpunkt:	335.98 m über NN
Höhe Endpunkt:	338.85 m über NN
Höhendifferenz:	2.9 m
Länge:	46.02 m
Mittlere Steigung:	6.09 %

# ANLAGE 2

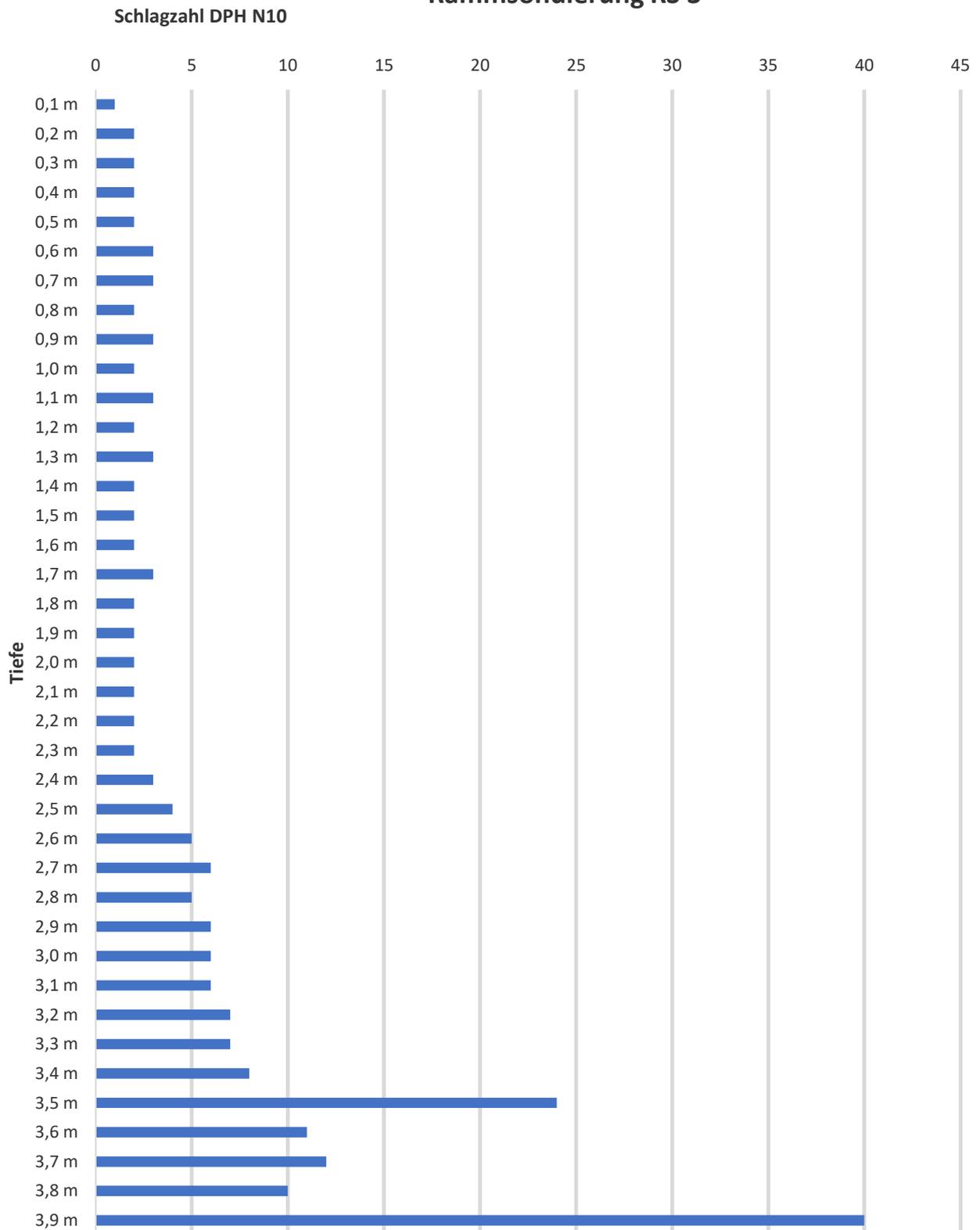
## BV Notzingen, Feuerwehrgebäude Rammsondierung RS 1



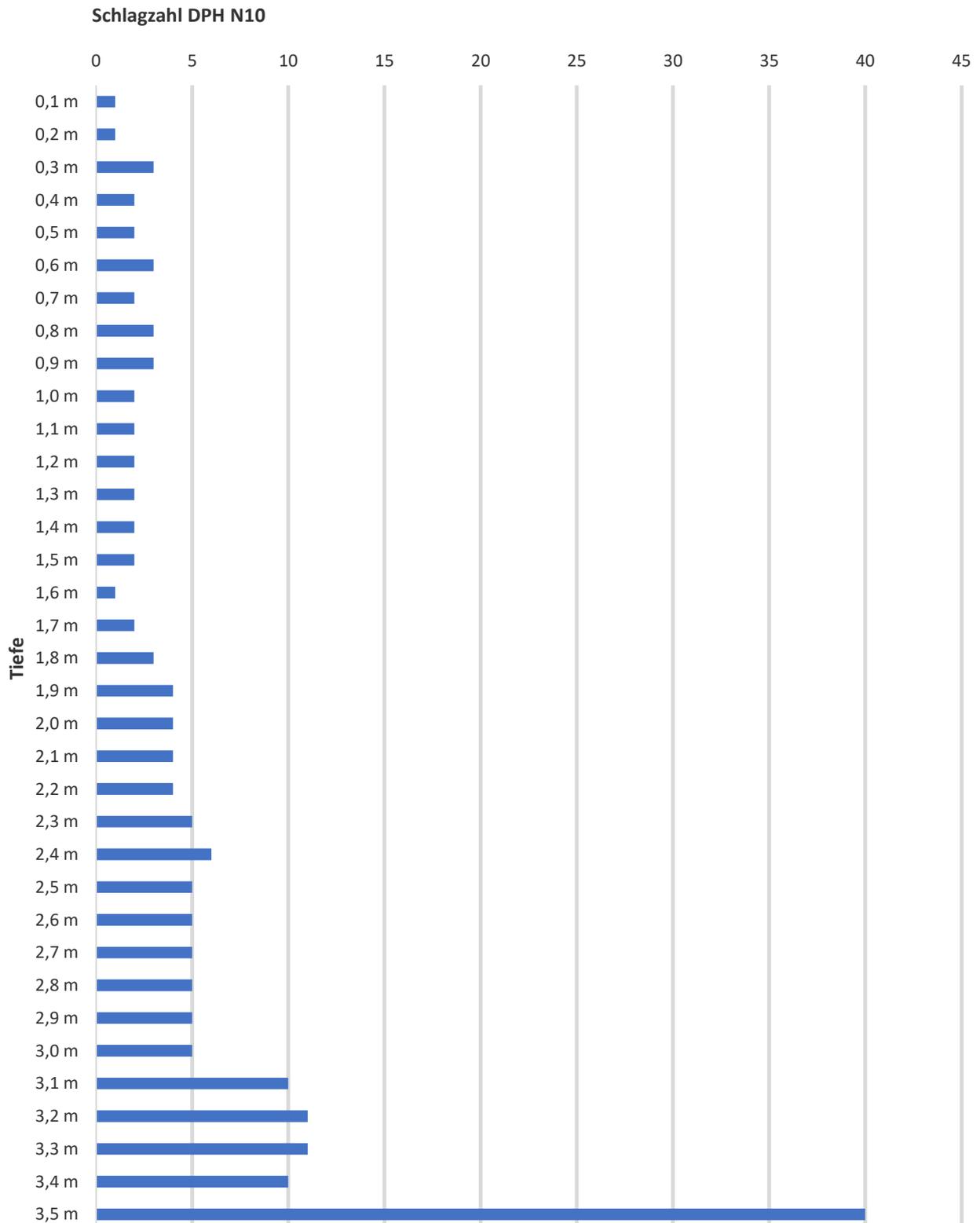
## BV Notzingen, Feuerwehrgebäude Rammsondierung RS 2



## BV Notzingen, Feuerwehrgebäude Rammsondierung RS 3

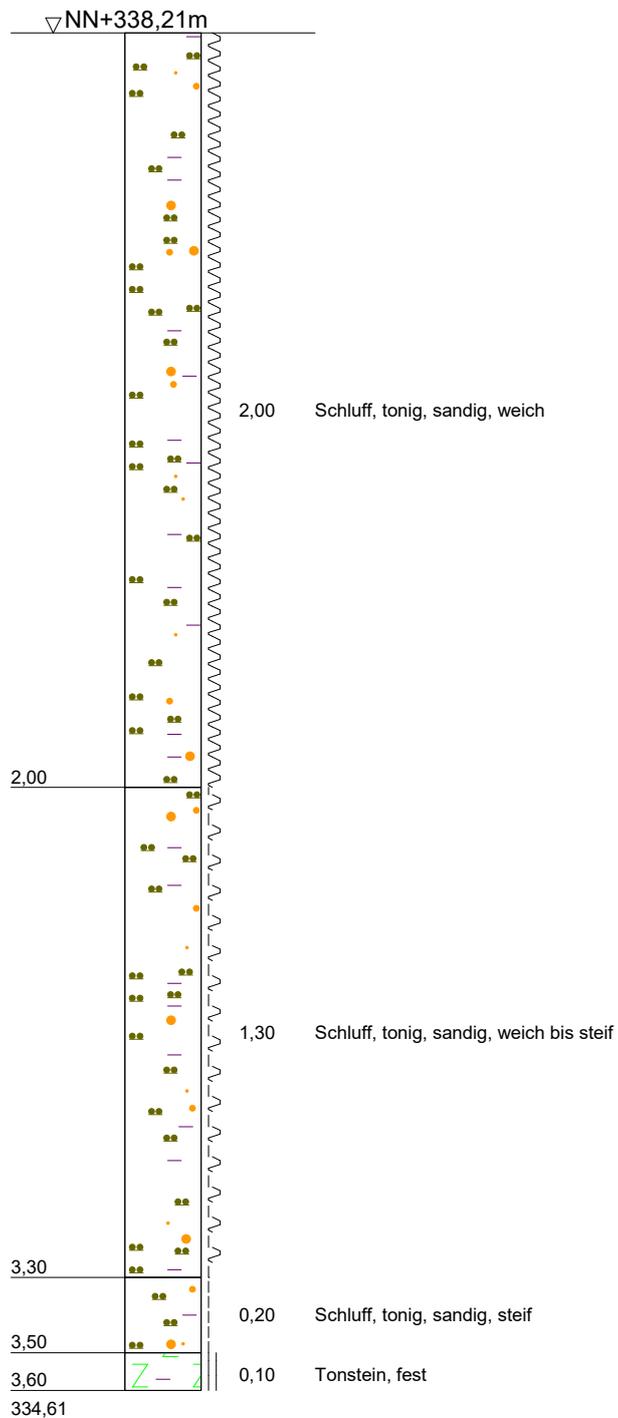


## BV Notzingen, Feuergebäude Rammsondierung RS 4



BV Notzingen, Feuerwehrgebäude

RKS 1



**Ing.gemeinschaft**  
für Umweltanalytik  
Talstrasse 16  
73547 Lorch-Weitmars  
Tel.: 07172-6035

**Bauvorhaben:**  
BV Notzingen, Feuerwehrgebäude  
**Planbezeichnung:**

Plan-Nr:  
Projekt-Nr: 2022142  
Datum: 13.04.2022  
Maßstab: 1 : 20  
Bearbeiter: M. Schinagl

# ANLAGE 3

# BV Notzingen Feuerwehrgebäude. geologischer Schnitt S-N durchs geplante Baufeld (5-mal überhöht)

S

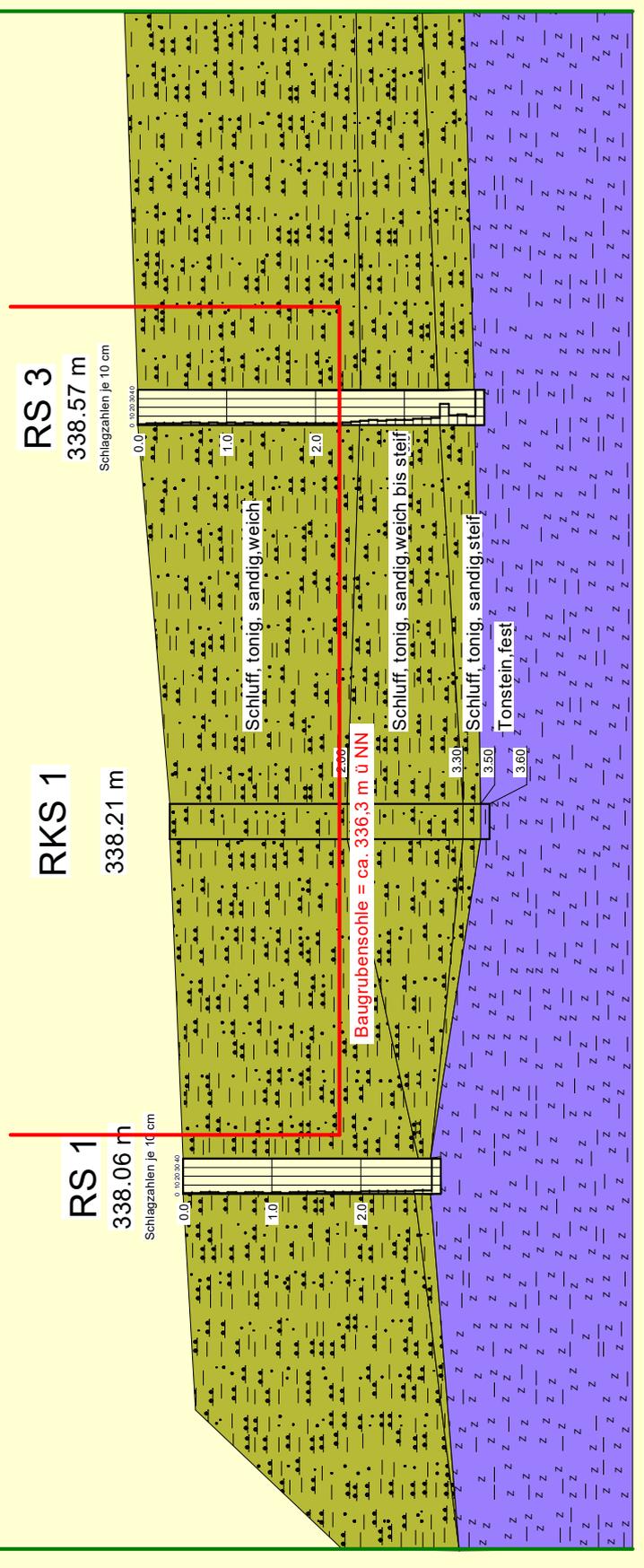
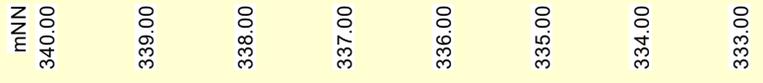
N

Grundstückgrenze

Grundstückgrenze

Gebäude

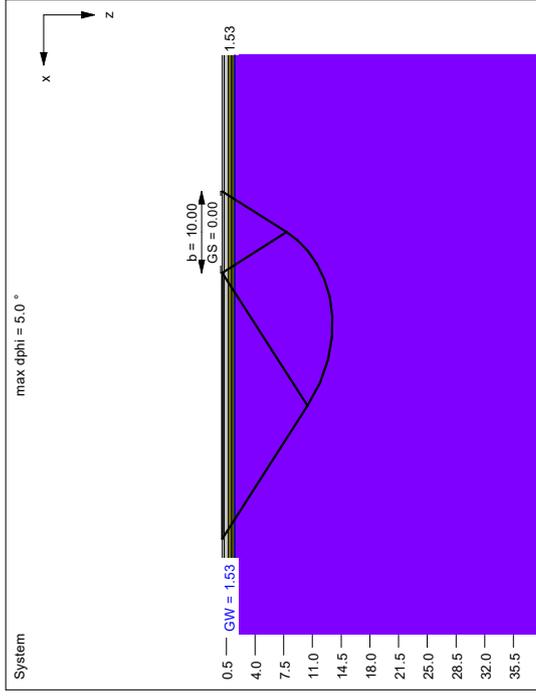
Gebäude



# ANLAGE 4

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	18.5/10.0	45.0	0.0	0.00	85.0	Tragschicht
	21.0/11.0	45.0	15.0	0.00	50.0	Bodenschicht verb.
	19.0/9.0	20.0	8.0	0.00	5.0	Schluff, t.s.w-s
	19.5/9.5	22.5	12.0	0.00	10.0	Schluff, t.s.steif
	23.0/11.5	27.5	35.0	0.00	150.0	Tonstein, fest

**Bodenplattentlast = 100 kN/m<sup>2</sup>**



**Ergebnisse Einzelfundament:**

Vertikallast V = 10000.00 kN  
 Horizontalkraft H<sub>x</sub> = 0.00 kN  
 Moment M<sub>y</sub> = 0.00 kN·m  
 Länge a = 10.000 m  
 Breite b = 10.000 m  
 Exzentrizität e<sub>x</sub> = 0.000 m  
 Exzentrizität e<sub>y</sub> = 0.000 m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge a' = 10.000 m  
 Breite b' = 10.000 m

**Grundbruch:**

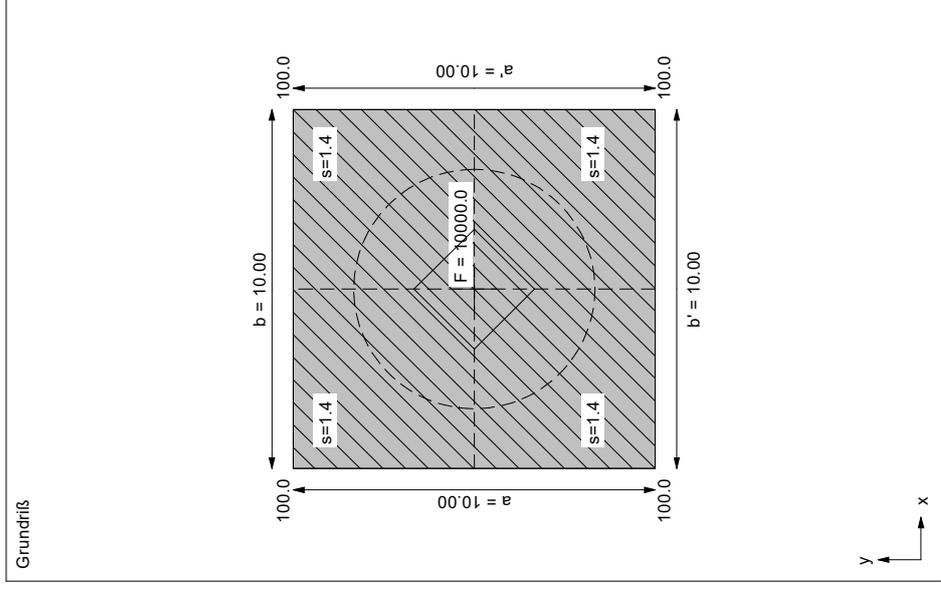
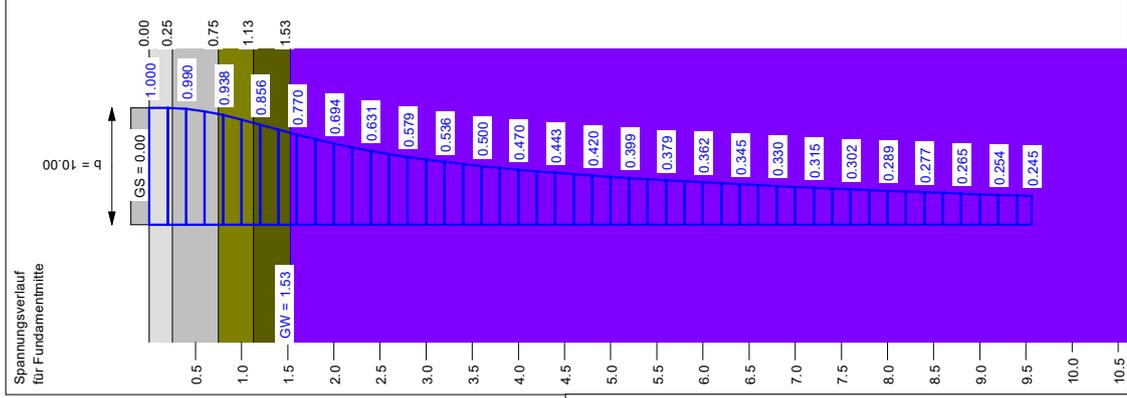
Bezugsgröße: Last  
 erf η = 2.00  
 vorh σ = 100.0 kN/m<sup>2</sup>  
 α (Bruch) = 1403.2 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh V = 10000.0 kN  
 V (Bruch) = 140315.1 kN  
 min η (parallel zu x) = 14.03  
 cal φ = 25.0 °  
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert  
 cal c = 32.78 kN/m<sup>2</sup>  
 cal γ<sub>2</sub> = 12.92 kN/m<sup>3</sup>

cal σ<sub>0</sub> = 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 UK log. Spirale = 13.44 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 52.43 m  
 Fläche log. Spirale = 362.84 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (X):  
 N<sub>c0</sub> = 20.72; N<sub>d0</sub> = 10.66; N<sub>b0</sub> = 4.50  
 Formbeiwerte (X):  
 v<sub>c</sub> = 1.466; v<sub>d</sub> = 1.423; v<sub>b</sub> = 0.700

**Setzung:**

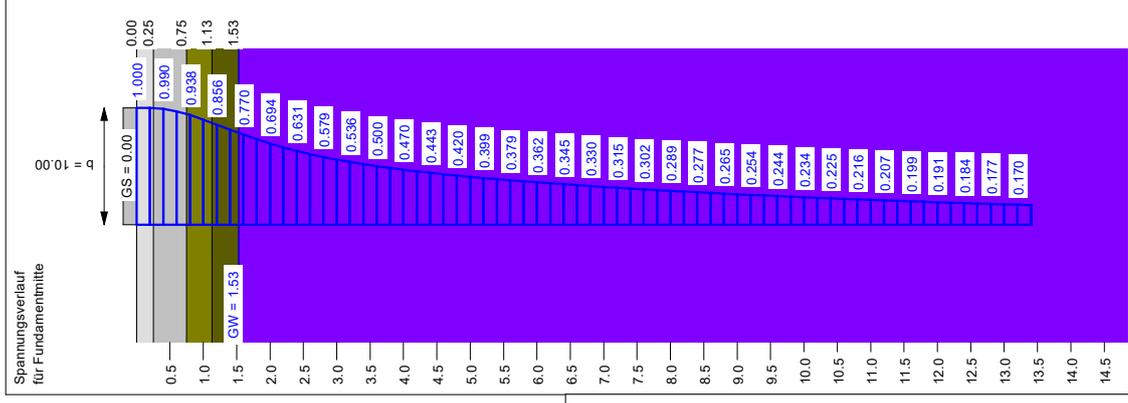
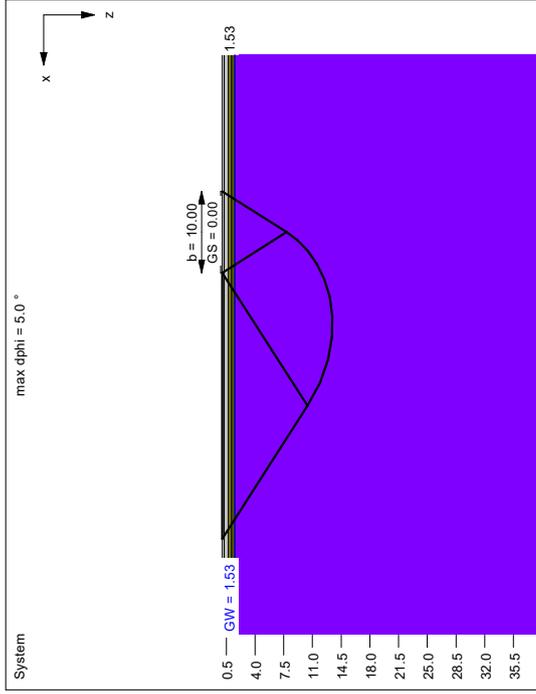
Grenztiefe t<sub>g</sub> = 9.56 m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.37 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 1.37 cm  
 rechts oben = 1.37 cm  
 links unten = 1.37 cm  
 rechts unten = 1.37 cm  
 Verdrehung(X) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(Y) (KP) = 0.0

Berechnungsgrundlagen:  
 BV Notzungen Feuerwehrgebäude  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (alt)  
 Globalsicherheitskonzept  
 Bezugsgröße: Last  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 1.53 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: Setzungber. Bodenplatten 100.verb.gdg



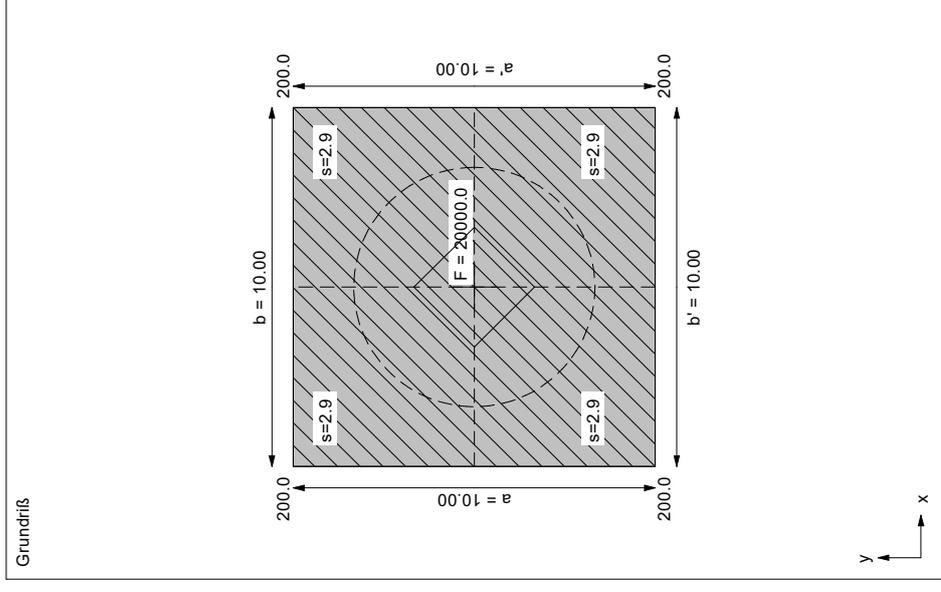
Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	18.5/10.0	45.0	0.0	0.00	85.0	Tragschicht
	21.0/11.0	45.0	15.0	0.00	50.0	Bodenschicht verb.
	19.0/9.0	20.0	8.0	0.00	5.0	Schluff, t, s, w-s
	19.5/9.5	22.5	12.0	0.00	10.0	Schluff, t, s, steif
	23.0/11.5	27.5	35.0	0.00	150.0	Tonstein, fest

**Bodenplattentlast = 200 kN/m<sup>2</sup>**



Berechnungsgrundlagen:  
 BV Notzügen Feuerwehrgebäude  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (alt)  
 Globalisiertheitskonzept  
 Bezugsgröße: Last  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 1.53 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Datei: Setzungber. Bodenplatten 200.verb.gdg

— 1. Kernweite  
 - - - 2. Kernweite



**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Vertikallast  $V = 20000.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_x = 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_y = 0.00$  kN  
 Moment  $M_x = 0.00$  kN·m  
 Moment  $M_y = 0.00$  kN·m  
 Länge  $a = 10.000$  m  
 Breite  $b = 10.000$  m  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 10.000$  m  
 Breite  $b' = 10.000$  m

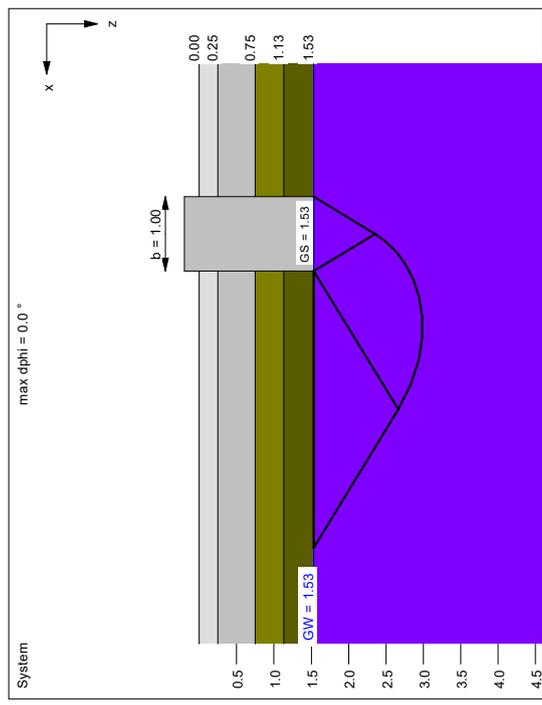
**Grundbruch:**  
 Bezugsgröße: Last  
 erf  $\eta = 2.00$   
 vorh  $\sigma = 200.0$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\alpha$  (Bruch) = 1403.2 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh  $V = 20000.0$  kN  
 $V$  (Bruch) = 140315.1 kN  
 min  $\eta$  (parallel zu x) = 7.02  
 cal  $\varphi = 25.0$  °  
 $\varphi$  wegen 5° Bedingung abgemindert  
 cal c = 32.78 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 12.92$  kN/m<sup>3</sup>

**Setzung:**  
 Grenztiefe  $t_g = 13.41$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.85 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 2.85 cm  
 rechts oben = 2.85 cm  
 links unten = 2.85 cm  
 rechts unten = 2.85 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0

**cal  $\sigma_u = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>**  
 UK log. Spirale = 13.44 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 52.43 m  
 Fläche log. Spirale = 362.84 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 20.72$ ;  $N_{q0} = 10.66$ ;  $N_{b0} = 4.50$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.466$ ;  $v_d = 1.423$ ;  $v_b = 0.700$

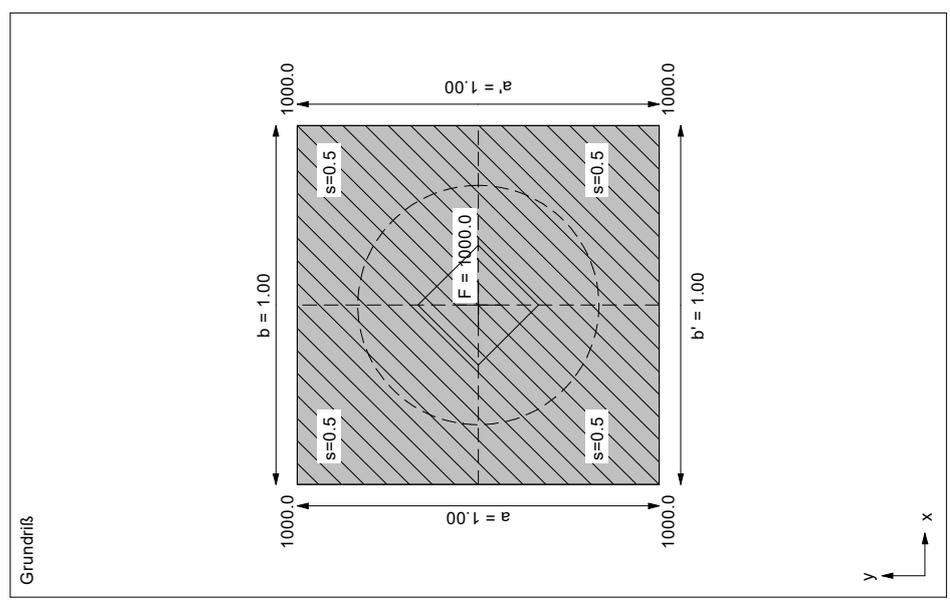
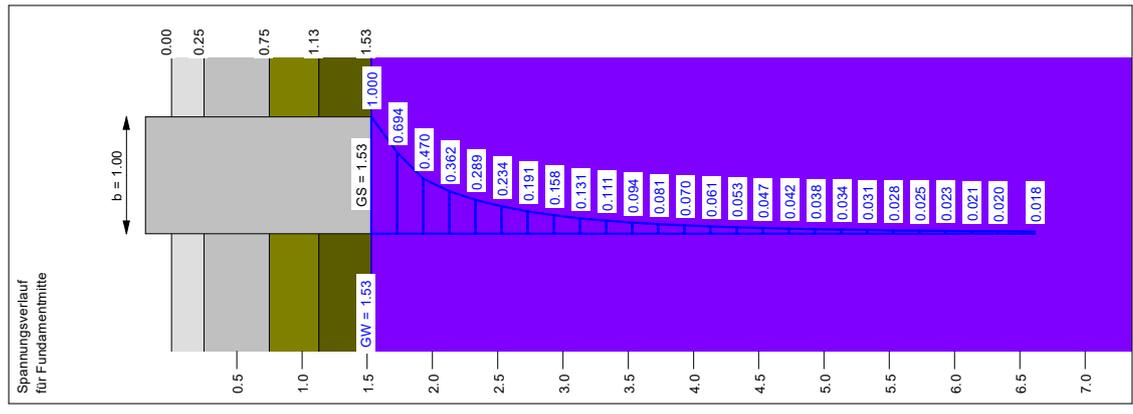
Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
0.0-0.25	18.5/10.0	45.0	0.0	0.00	85.0	Tragschicht
0.25-0.75	21.0/11.0	45.0	15.0	0.00	50.0	Bodenschicht verb.
0.75-1.13	19.0/9.0	20.0	8.0	0.00	5.0	Schluff, t.s, w-s
1.13-1.53	19.5/9.5	22.5	12.0	0.00	10.0	Schluff, t.s, steif
1.53-7.0	23.0/11.5	27.5	35.0	0.00	150.0	Tonstein, fest

**Einzelfundamentlast = 1000 kN/m<sup>2</sup>**



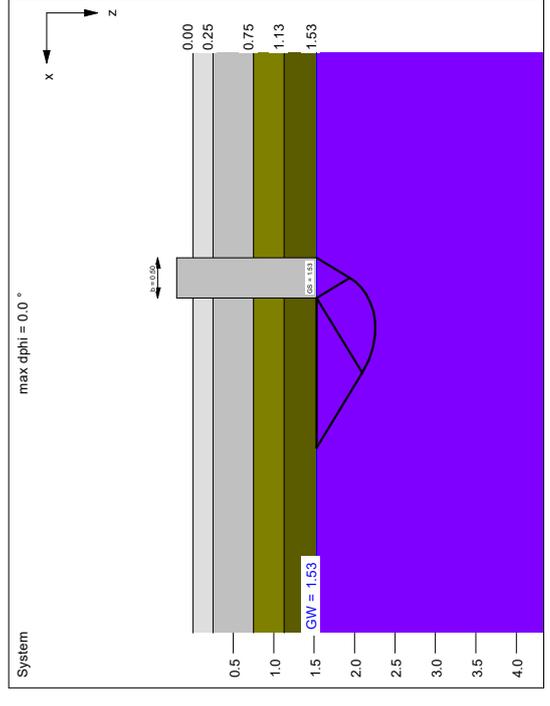
**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Vertikallast V = 1000.00 kN  
 Horizontalkraft H<sub>x</sub> = 0.00 kN  
 Horizontalkraft H<sub>y</sub> = 0.00 kN  
 Moment M<sub>x</sub> = 0.00 kN·m  
 Moment M<sub>y</sub> = 0.00 kN·m  
 Länge a = 1.000 m  
 Breite b = 1.000 m  
 Exzentrizität e<sub>x</sub> = 0.000 m  
 Exzentrizität e<sub>y</sub> = 0.000 m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge a' = 1.000 m  
 Breite b' = 1.000 m  
 UK log. Spirale = 2.98 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 5.79 m  
 Fläche log. Spirale = 4.36 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (X):  
 N<sub>90</sub> = 24.85; N<sub>40</sub> = 13.94; N<sub>60</sub> = 6.73  
 Formbeiwerte (X):  
 v<sub>c</sub> = 1.497; v<sub>d</sub> = 1.462; v<sub>b</sub> = 0.700  
 Setzung:  
 Grenztiefe t<sub>g</sub> = 6.61 m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.51 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 0.51 cm  
 rechts oben = 0.51 cm  
 links unten = 0.51 cm  
 rechts unten = 0.51 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 vorh σ = 1000.0 kN/m<sup>2</sup>  
 σ (Bruch) = 1970.7 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh V = 1000.0 kN  
 V (Bruch) = 1970.7 kN  
 min η (parallel zu x) = 1.97  
 cal φ = 27.5°  
 cal c = 35.00 kN/m<sup>2</sup>  
 cal γ<sub>2</sub> = 11.50 kN/m<sup>3</sup>  
 cal σ<sub>0</sub> = 30.15 kN/m<sup>2</sup>

Berechnungsgrundlagen:  
 BV Notzungen Feuerwehrgebäude  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (alt)  
 Globalsicherheitskonzept  
 Bezugsgröße: Last  
 Gründungssohle = 1.53 m  
 Grundwasser = 1.53 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: Setzungber. Schotter...-Einzel 1000.verb.gdg



Boden	$\gamma/\gamma'$	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Tragschicht	18.5/10.0	45.0	45.0	0.0	0.00	85.0	Tragschicht
Bodenschicht verb.	21.0/11.0	45.0	15.0	8.0	0.00	50.0	Bodenschicht verb.
Schluff, t.s. w-s	19.0/9.0	20.0	20.0	8.0	0.00	5.0	Schluff, t.s. w-s
Schluff, t.s. steif	19.5/9.5	22.5	22.5	12.0	0.00	10.0	Schluff, t.s. steif
Tonstein, fest	23.0/11.5	27.5	27.5	35.0	0.00	150.0	Tonstein, fest

### Streifenfundamentlast = 500 kN/m<sup>2</sup>

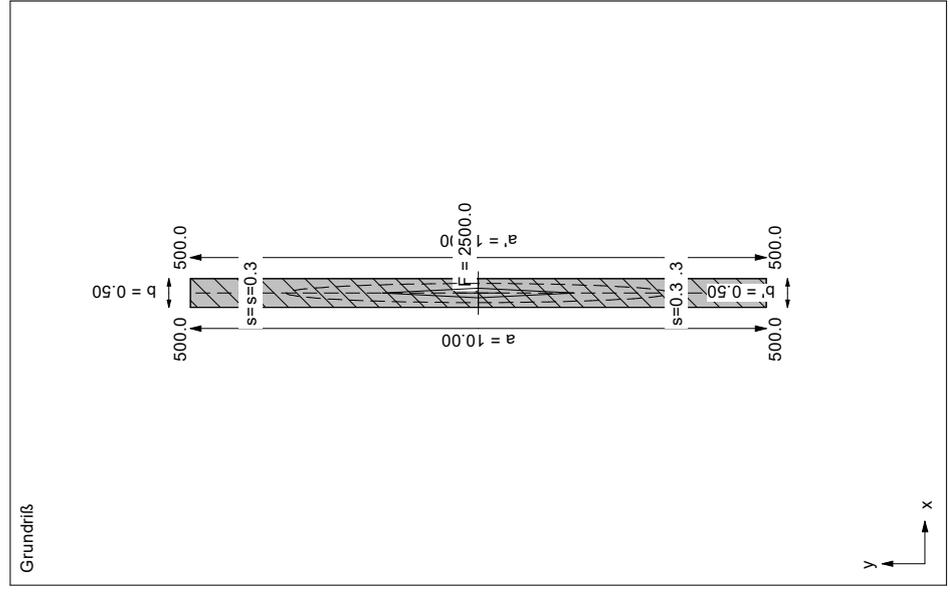
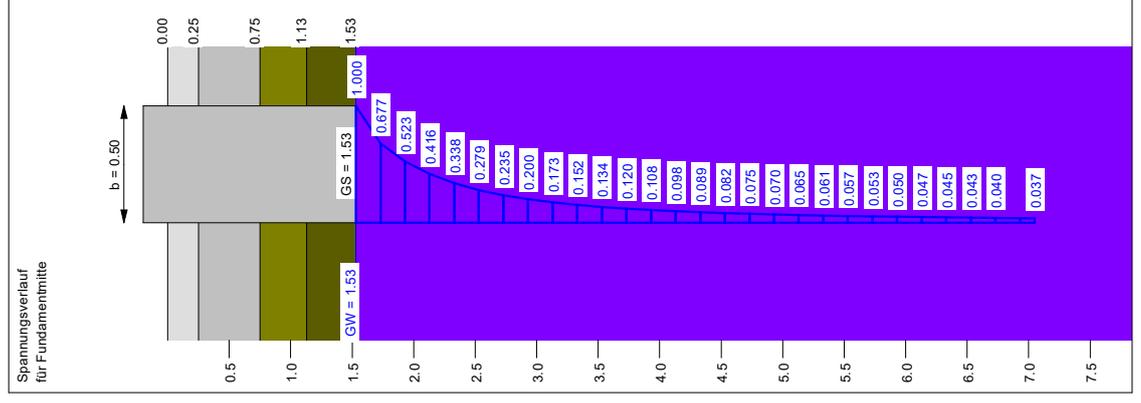


**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Vertikallast V = 2500.00 kN  
 Horizontalkraft H<sub>x</sub> = 0.00 kN  
 Horizontalkraft H<sub>y</sub> = 0.00 kN  
 Moment M<sub>x</sub> = 0.00 kN·m  
 Moment M<sub>y</sub> = 0.00 kN·m  
 Länge a = 10.000 m  
 Breite b = 0.500 m  
 Exzentrizität e<sub>x</sub> = 0.000 m  
 Exzentrizität e<sub>y</sub> = 0.000 m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge a' = 10.000 m  
 Breite b' = 0.500 m

**Setzung:**  
 Grenztiefe t<sub>g</sub> = 7.05 m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.32 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 0.32 cm  
 rechts oben = 0.32 cm  
 links unten = 0.32 cm  
 rechts unten = 0.32 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0

**Grundbruch:**  
 Bezugsgröße: Last  
 erf η = 2.00  
 vorh σ = 500.0 kN/m<sup>2</sup>  
 σ (Bruch) = 1359.3 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh V = 2500.0 kN  
 V (Bruch) = 6796.6 kN  
 min η (parallel zu x) = 2.72  
 cal φ = 27.5°  
 cal c = 35.00 kN/m<sup>2</sup>  
 cal γ<sub>2</sub> = 11.50 kN/m<sup>3</sup>  
 cal σ<sub>0</sub> = 30.14 kN/m<sup>2</sup>

Berechnungsgrundlagen:  
 BV Notzungen Feuerwehrgebäude  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (alt)  
 Globalstabilitätskonzept  
 Bezugsgröße: Last  
 Grundungssohle = 1.53 m  
 Grundwasser = 1.53 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: Setzungber. Streifen 500.verb.gdg



# ANLAGE 5



