

Geotechnisches Gutachten

zur

Hangstabilität

in den geplanten Neubaugebieten

**"Im Steinert" und "In der Wollgasse II"
in Gau-Algesheim**

Erstattet für: Stadt Gau-Algesheim
Rathaus Marktplatz 1
55 435 Gau-Algesheim

Datum: 7. November 2019



Inhalt	Seite
1 Vorbemerkungen	2
2 Morphologie-Geologie-Hydrogeologie	2
3 Baugrund und globale Hangstabilität	2
4 Standsicherheitsberechnungen	3
5 Versickerung von Oberflächenwasser	4
6 Grundwasser	4

Anlagen

1.1	Lageplan Maßstab 1 : 2.000
1.2	Ausschnittslageplan Maßstab 1 : 500
1.3	Lageplan 3 d
2.1	Schnitt S 1 Maßstab 1 : 1.000
2.2	Schnitt S 2 Maßstab 1 : 1.000
2.3	Schnitt S 3 Maßstab 1 : 1.000
2.4	Schnitt S 3 Detail Maßstab 1 : 250
3.1	Schnitt S 3: Standsicherheitsberechnung nach Krey-Bishop mit Gleitkreisiterationen; Böschungsgeometrie Istzustand; Teilsicherheiten für φ' und $c' = 1,0$
3.2	Schnitt S 3: Standsicherheitsberechnung nach Krey-Bishop mit Gleitkreisiterationen; Festpunkt mit $E_d/R_d = 1,0$; Teilsicherheiten für φ' und $c' = 1,25$ nach DIN 1054: 2010-01 und EN 1997-1:2009 (Eurocode 7)
3.3	Schnitt S 3: Standsicherheitsberechnung nach Krey-Bishop mit Gleitkreisiterationen; Festpunkt (Baugrenze) um 3,0 m bergseitig verschoben; Teilsicherheiten für φ' und $c' = 1,25$ nach DIN 1054: 2010-01 und EN 1997-1:2009 (Eurocode 7)
4	Fotodokumentation

Benutze Unterlagen

- [U1] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ: Hangstabilitätskarte des linksrheinischen Mainzer Beckens; Mainz, 2005
- [U2] RUBEL & PARTNER: Geotechnischer Bericht – Erschließung des Neubaugebietes "Im Steinert, 1. Abschnitt" in Gau-Algesheim; Wörrstadt, 23.07.2019
- [U3] BAUCONTROL: Geo-/umwelttechnischer Bericht Nr. 5129-19 – Erschließung Neubaugebiet "Im Steinert, 1. Abschnitt" Gau-Algesheim; Bingen, 25.07.2019
- [U4] LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION RHEINLAND-PFALZ: Digitale Höhendaten; Koblenz, 28.10.2019



1 Vorbemerkungen

Es ist geplant, die Gebiete "Im Steinert" und "In der Wollsgasse II" in Gau-Algesheim (Anlage 1.1) zu bebauen. Im Auftrag der Stadt Gau-Algesheim soll *ge o - i n t e r n a t i o n a l* ein Geotechnisches Gutachten zur Hangstabilität im Bereich der geplanten Neubaugebiete ausarbeiten. In diesem Gutachten soll auch zu der möglichen Versickerung von Oberflächenwasser und zur Lage des Grundwasserspiegels in den untersuchten Arealen Stellung genommen werden.

2 Morphologie-Geologie-Hydrogeologie

Die beiden geplanten Neubaugebiete liegen überwiegend auf einem Plateaubereich, der von Norden nach Süden von 116,0 m NN auf 122,0 m NN flach mit etwa 2° ansteigt. An der nördlichen Bebauungsgrenze fällt das Gelände im östlichen Teil mit 36,5° nach Norden und in der westlichen Hälfte mit 10,0° nach Norden ab.

Der Untergrund im Bereich der geplanten Neubaugebiete baut sich aus quartären Sanden und Kiesen auf, die in Teilbereichen von Flugsanden überdeckt werden.

In den durchgeführten Baugrunduntersuchungen [U2, U3] wurde auch am tiefsten Erkundungspunkt bei etwa 108,5 m NN kein Grundwasser angetroffen.

3 Baugrund und globale Hangstabilität

Nach den Sondierergebnissen in [U2] und [U3] baut sich der Untergrund überwiegend aus locker bis mitteldicht gelagerten Sanden auf, die von mitteldicht gelagerten Sanden überdeckt werden. Für die nachfolgenden Standsicherheitsberechnungen wurden folgende bodenmechanische Kennwerte angesetzt:

Tabelle 1

SCHICHT	BEZEICHNUNG	φ' (°)	c' (KN/M ²)	WICHTE γ (KN/M ³)	WICHTE γ (KN/M ³) (WASSERGESÄTTIGT)	WICHTE γ (KN/M ³) (UNTER AUFTRIEB)
Sand, md	Sand, mitteldicht	32,5	0	19,00	21,00	10,00
Sand, locker	Sand, locker	30,0	0	18,00	20,00	10,00

In [U1] wird der gesamte Hangbereich zwischen Gau-Algesheim und Ockenheim als ein nachgewiesenes Rutschareal dargestellt. Der hier untersuchte Bereich wird in [U1] als "Rutschgebiet, nicht sicher nachgewiesen (alte Rutschschollen)" ausgewiesen. Im Rahmen der Geländebegehungen konnten im geplanten Bebauungsgebiet keine Hinweise auf ein aktives bzw. altes Rutschareal gefunden werden. Innerhalb des flachen Plateaubereichs befinden zum jetzigen Zeitpunkt Weinberge, deren Rebenzeilen sowohl parallel als auch quer zum Hang geradlinig verlaufen. Aufwölbungen oder Eindellungen im Gelände sind nicht zu beobachten. Weder Grenzmauern, Bordsteine, Wege oder Straßenkörper sind verschoben. An dem Gebäude Im Steinert 9 (unmittelbar nordnordwestlich des Spielplatzes) sind an der östlichen Hauswand Horizontal- und Diagonalrisse vorhanden. Zusätzlich scheint sich das Gebäude von dem Garagentrakt abzulösen. Da berg- und talseitig dieses Grundstücks keine Hinweise auf Bodenbewegungen zu erkennen sind, gehen wir davon aus, dass es sich um ein lokales Gründungsproblem handelt. An der Nordgrenze, in der östlichen Hälfte des Bebauungsgebietes fällt



das Gelände mit etwa 36° auf einer Länge von 15,0 m ab. Diese halbkreisförmig verlaufende Böschung befindet bergseitig des Straßenbereichs "In der Sandkaut". Da Sandkaute der historische Begriff für Sandgrube ist, stellt die Böschung vermutlich die nördliche Grenze der ehemaligen Sandentnahme dar.

4 Standsicherheitsberechnungen

Die oben beschriebene Böschung bergseitig der Straße "In der Sandkaut" ist zum jetzigen Zeitpunkt mit etwa 36,0° geneigt. Mit den Kennwerten aus der Tabelle 1 ergibt sich für die Böschung entlang des Schnittes S 3 (Anlage 2.3) eine Überlastung (die abschiebenden Kräfte sind größer als die zurückhaltenden) mit einem zu hohen Ausnutzungsgrad von $E_d/R_d = 1,19 > 1,0$! (Anlage 3.1). Es ist davon auszugehen, dass die Böschungsneigung in etwa dem natürlichen Schüttwinkel des anstehenden Sandes entspricht. Das die Böschung jahrzehntlang nicht abgerutscht ist, hängt mit dem dichten Bewuchs aus Bäumen und Sträuchern zusammen, die den oberflächennahen Boden durch ihr Wurzelwerk wie eine Bewehrung stabilisieren. Möglicherweise befinden sich auch bindige, tonige Zwischenlagen im Boden, die durch ihre Kohäsion die Scherwiderstände erhöhen. Für den zweiten Berechnungsschritt entlang des Schnittes S 3 wurde nach dem Bebauungsplan (Anlage 1.1) ein Gebäude mit einer Flächenlast von 60,0 kN/m² (das entspricht der Last eines unterkellerten, 2-geschossigen Gebäudes) in 1,85 m Entfernung von der Böschungskante in das Berechnungsmodell eingebaut. In dieser Berechnung wurde ein Festpunkt für potenzielle Gleitkreise solange bergwärts verschoben, bis sich nach DIN 1054: 2010-01 und EN 1997-1:2009 (Eurocode 7) mit Teilsicherheiten für ϕ' und $c' = 1,25$ ein ausreichend niedriger Ausnutzungsgrad von $E_d/R_d \leq 1,0$ √ ergibt (Anlage 3.2). In der Anlage 2.4 ist zu erkennen, dass der maßgebliche Gleitkreis das geplante Gebäude an der nördlichen Bebauungsgrenze schneidet. Der Abstand zwischen geplantem Gebäude und der Böschungskante ist daher als zu gering anzusehen. Verschiebt man nun das Gebäude um 3,0 m bergwärts des Festpunktes der Anlage 3.2, ergibt sich ein ausreichend niedriger Ausnutzungsgrad von $E_d/R_d = 0,79 \leq 1,0$ √ (Anlage 3.3). Die nördliche Baugrenze befindet sich jetzt in 10,77 m Entfernung von der Böschungskante (Anlage 2.4). Diese Sicherheitslinie mit 10,77 m Abstand zur Böschungskante ist in der Anlage 1.2 für die gesamte Böschung als "berechnete Baugrenze" dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der westliche Teil der Linie nördlich der ursprünglich geplanten Baugrenze liegt. Wir empfehlen trotzdem, die ursprüngliche Baugrenze im Westteil der Böschung beizubehalten. Im östlichen Bereich haben wir die Sicherheitslinie an die von Westen kommende Linie angeschlossen und diagonal bis zur Nordostgrenze des Bebauungsgebietes fortgeführt (Anlage 1.2: empfohlene Baugrenze). Zusammenfassend ist festzuhalten, dass gegen die Bebauung südlich der in der Anlage 1.2 dargestellten Linie "empfohlene Baugrenze" aus geotechnischer Sicht keine Einwände bestehen. Durch die Versiegelung der Bauflächen wird sich der Wassergehalt des unterlagernden Bodens vermindern; damit werden seine Scherwiderstände erhöht. Die nördlichsten Baustellen sollten nur von Süden aus angedient werden, so dass Lastaufbringungen zur Böschung hin vermieden werden.



5 Versickerung von Oberflächenwasser

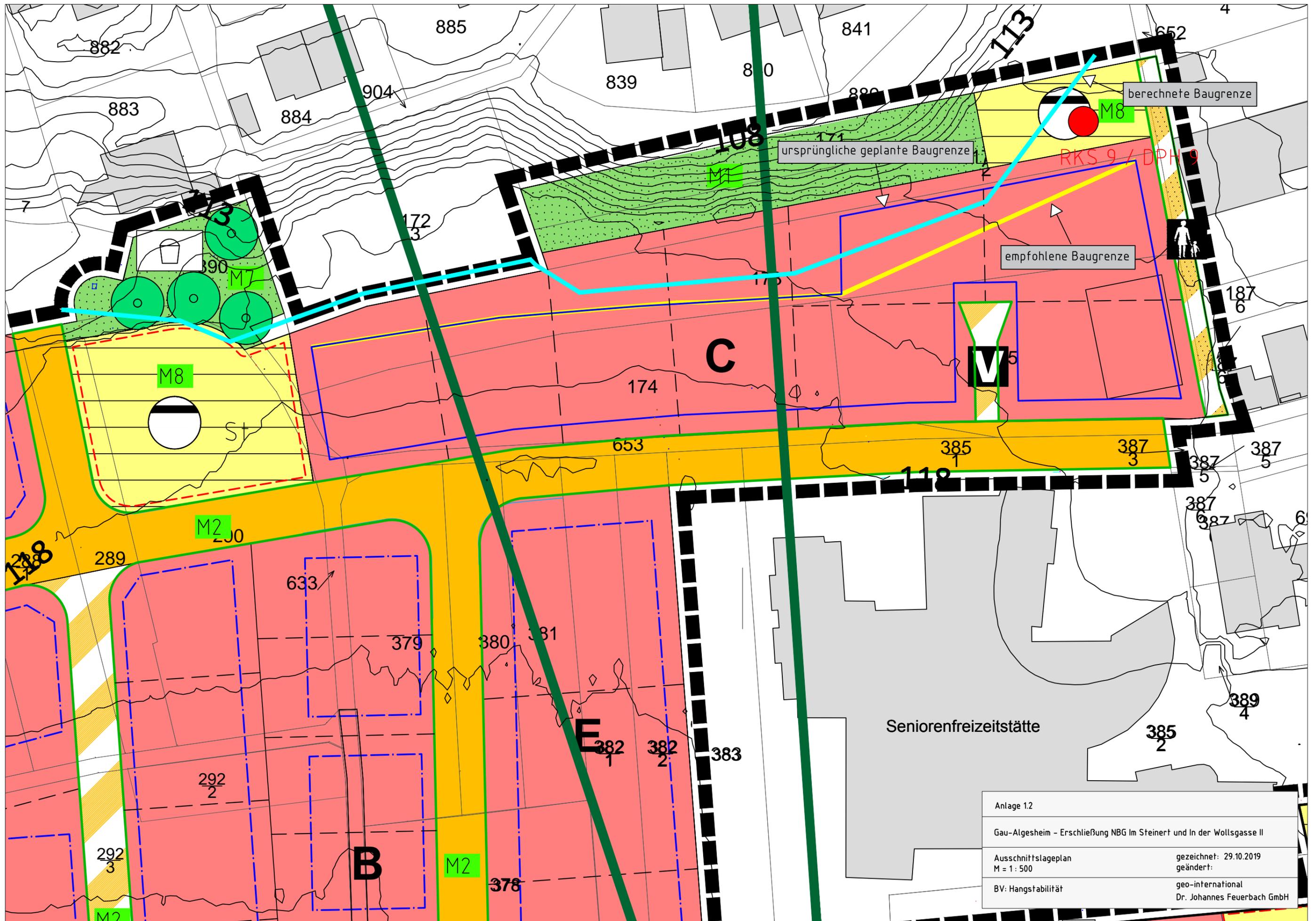
Westlich des Bebauungsgebietes befinden sich ausgedehnte Rutschareale. Zu den Rutschungen kam und kommt es, weil in den sandigen Boden eindringendes Niederschlagswasser bis zu bindigen Zwischenschichten sickert, sich dort staut und den Boden aufweicht. Dieser aufgeweichte Horizont kann sich dann auch bei geringer Schichtneigung zu einem Gleithorizont ausbilden. Wird nun Wasser konzentriert wie bei Versickerungen üblich in den Boden eingeleitet, kann sich dort der Aufweichungsprozess verstärken und sich so ein ehemals potenzieller Gleithorizont zu einem wirksamen Gleithorizont entwickeln. Wir raten daher dringend davor ab, im Bereich des Bebauungsgebietes Wasser aus den Gebäude- und Verkehrsflächen vor Ort zu versickern.

6 Grundwasser

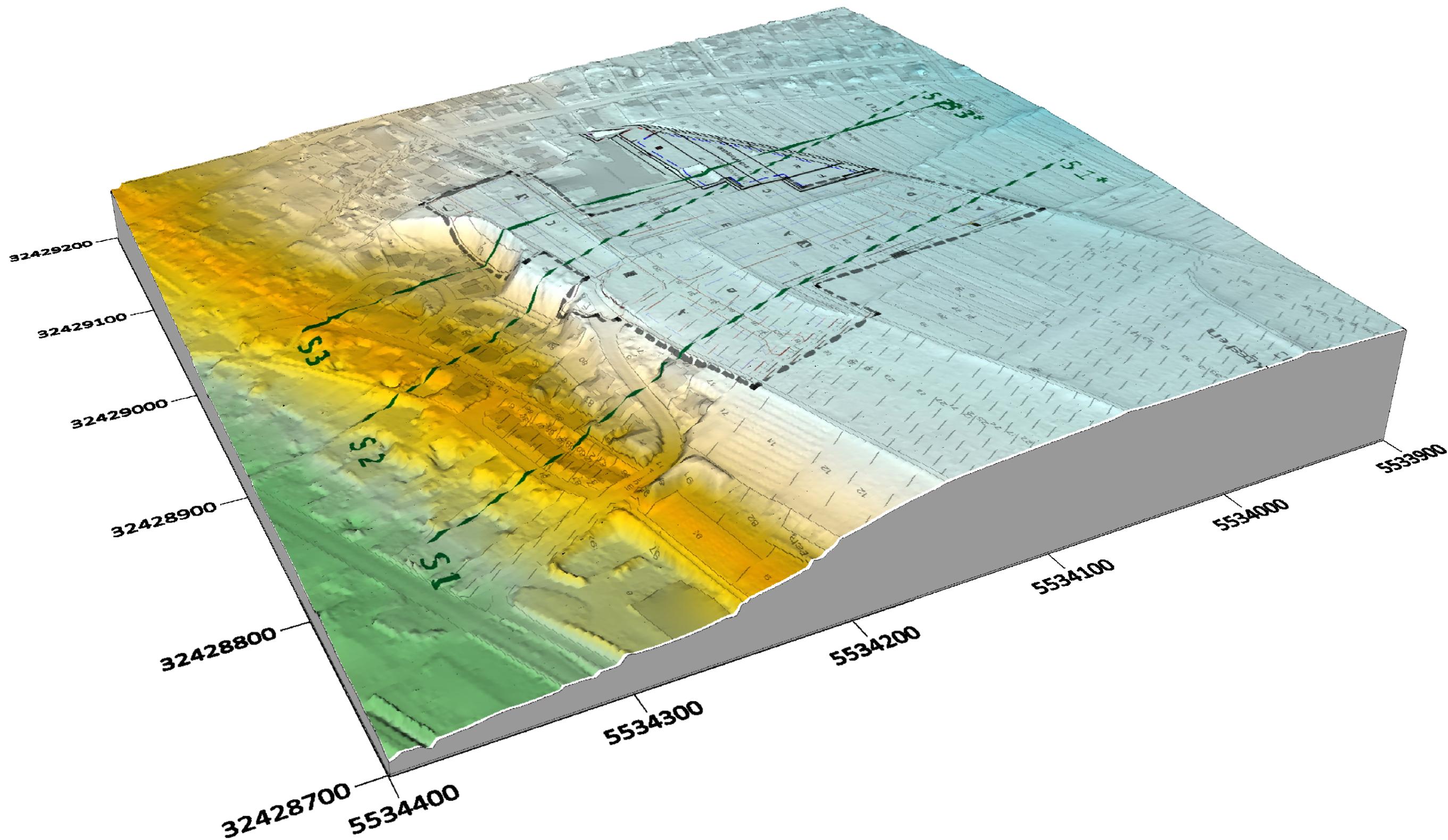
Durch die geplante Bebauung und der damit verbundenen Versiegelung von Flächen (ca. 30.000,00 m²) wird innerhalb dieses Areals kein Niederschlagswasser in den Boden eindringen, so dass es hier auch keinen Zulauf zu einem möglichen Grundwasserleiter mehr geben wird. Bei einem Ansatz einer Jahresniederschlagsmenge von 600 mm/m² läuft dem Grundwasser zum jetzigen Zeitpunkt ca. 97,5 l Wasser pro Quadratmeter zu. Auf die Fläche des Bebauungsplans bezogen werden dann dem Grundwasser durch die Versiegelung jährlich ca. 2.925.000,00 l (2.925,00 m³) Wasser entzogen. Es ist nicht bekannt, in welcher Tiefe der Grundwasserspiegel liegt bzw. ob möglicherweise mehrere Grundwasserhorizonte vorhanden sind. Um die Grundwasserverhältnisse zu erkunden, müsste eine Grundwassermessstelle eingerichtet werden und eine hydrogeologische Kartierung des Umfeldes erfolgen. Auf der Grundlage der hierbei gewonnenen Erkenntnisse kann dann eine Grundwasserbilanzierung unter Einbeziehung der Verminderung des Wassereintrags erfolgen.

Mainz, den 7. November 2019

Prof. Dr. J. Feuerbach

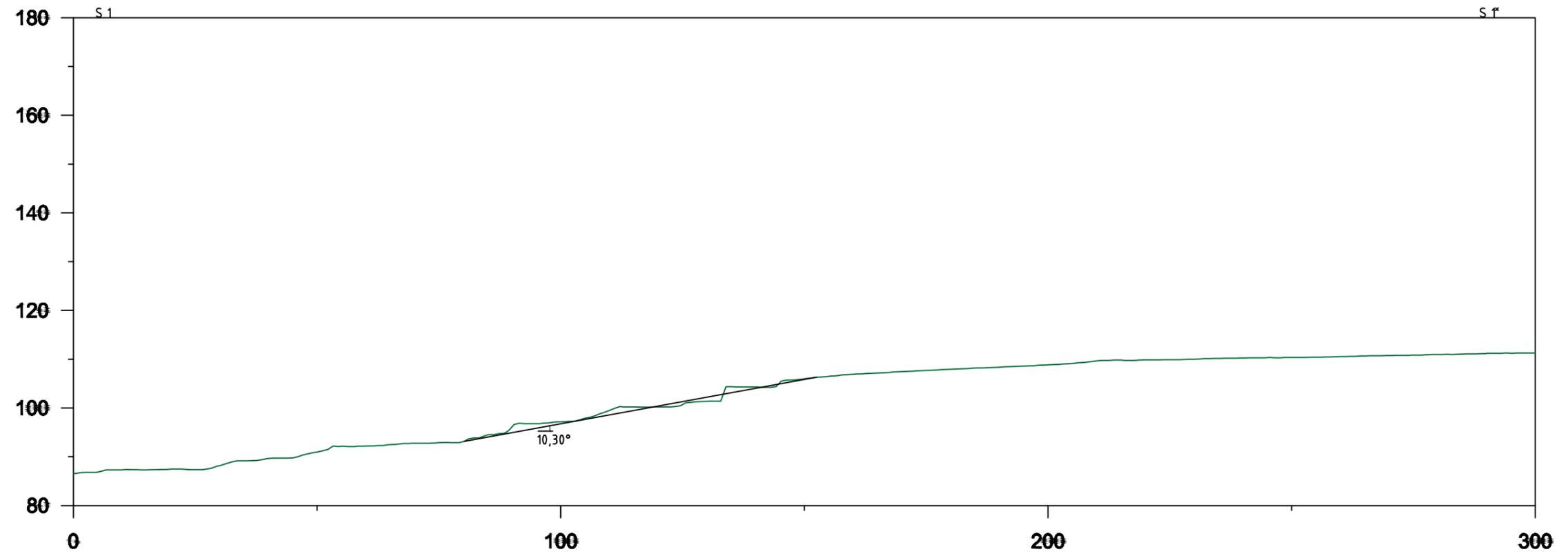


Anlage 1.2	
Gau-Algesheim - Erschließung NBG Im Steinert und In der Wollsgasse II	
Ausschnittslageplan M = 1 : 500	gezeichnet: 29.10.2019 geändert:
BV: Hangstabilität	geo-international Dr. Johannes Feuerbach GmbH

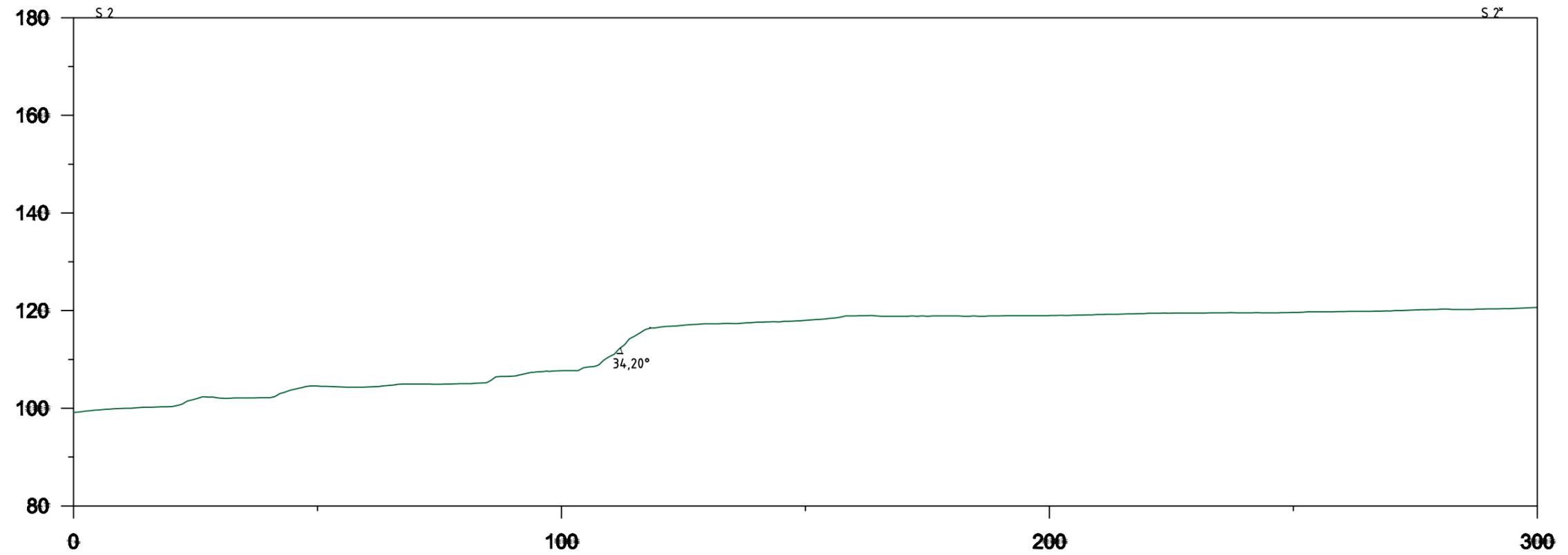


 ANLAGE 1.3
Gau-Algesheim - Erschließung NBG
Im Steinert und In der Wollsgasse II
Lageplan 3 d / 2-fach überhöht
Datum: 29.10.2019

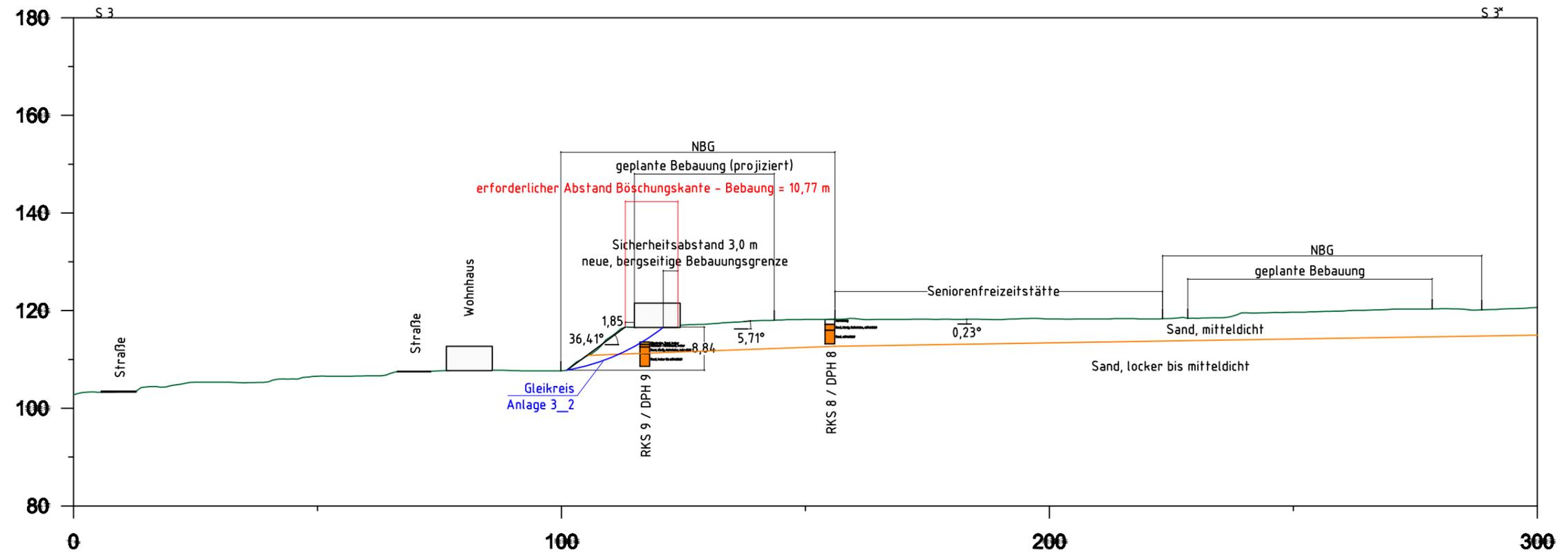
geo-international



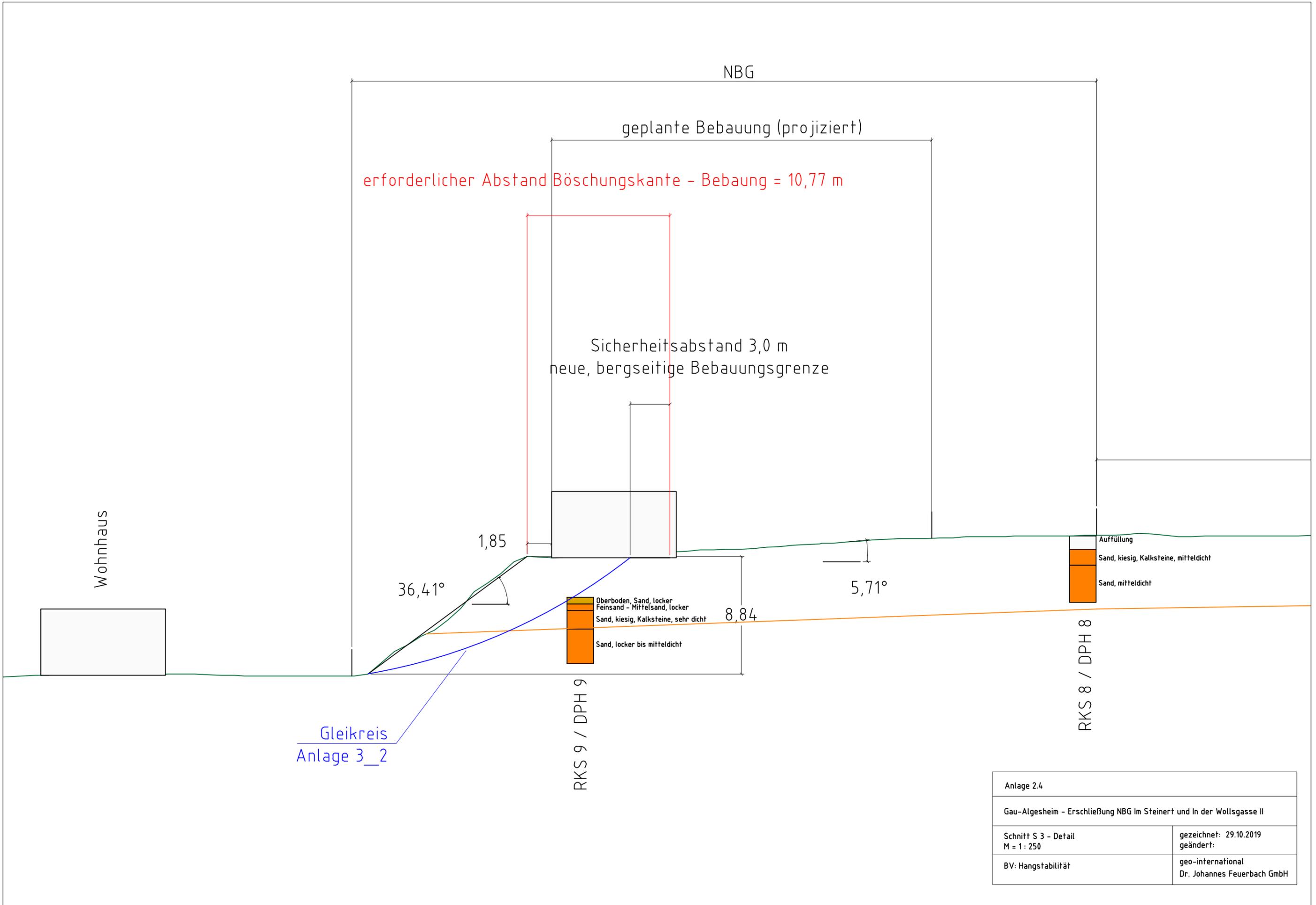
Anlage 2.1	
Gau-Algesheim - Erschließung NBG Im Steinert und In der Wollsgasse II	
Schnitt S 1 M = 1 : 1.000	gezeichnet: 29.10.2019 geändert:
BV: Hangstabilität	geo-international Dr. Johannes Feuerbach GmbH



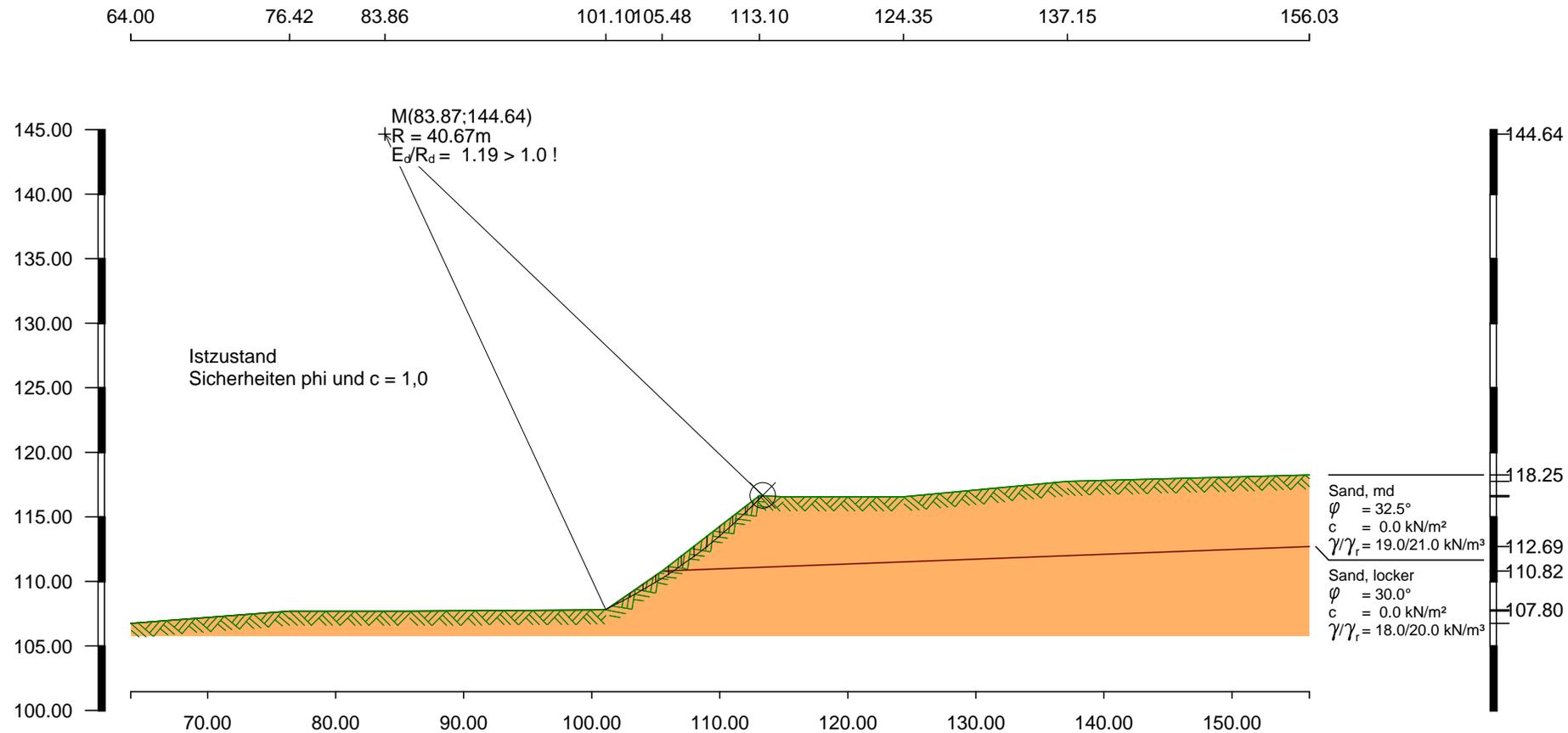
Anlage 2.2	
Gau-Algesheim - Erschließung NBG Im Steinert und In der Wollsgasse II	
Schnitt S 2 M = 1 : 1.000	gezeichnet: 29.10.2019 geändert:
BV: Hangstabilität	geo-international Dr. Johannes Feuerbach GmbH

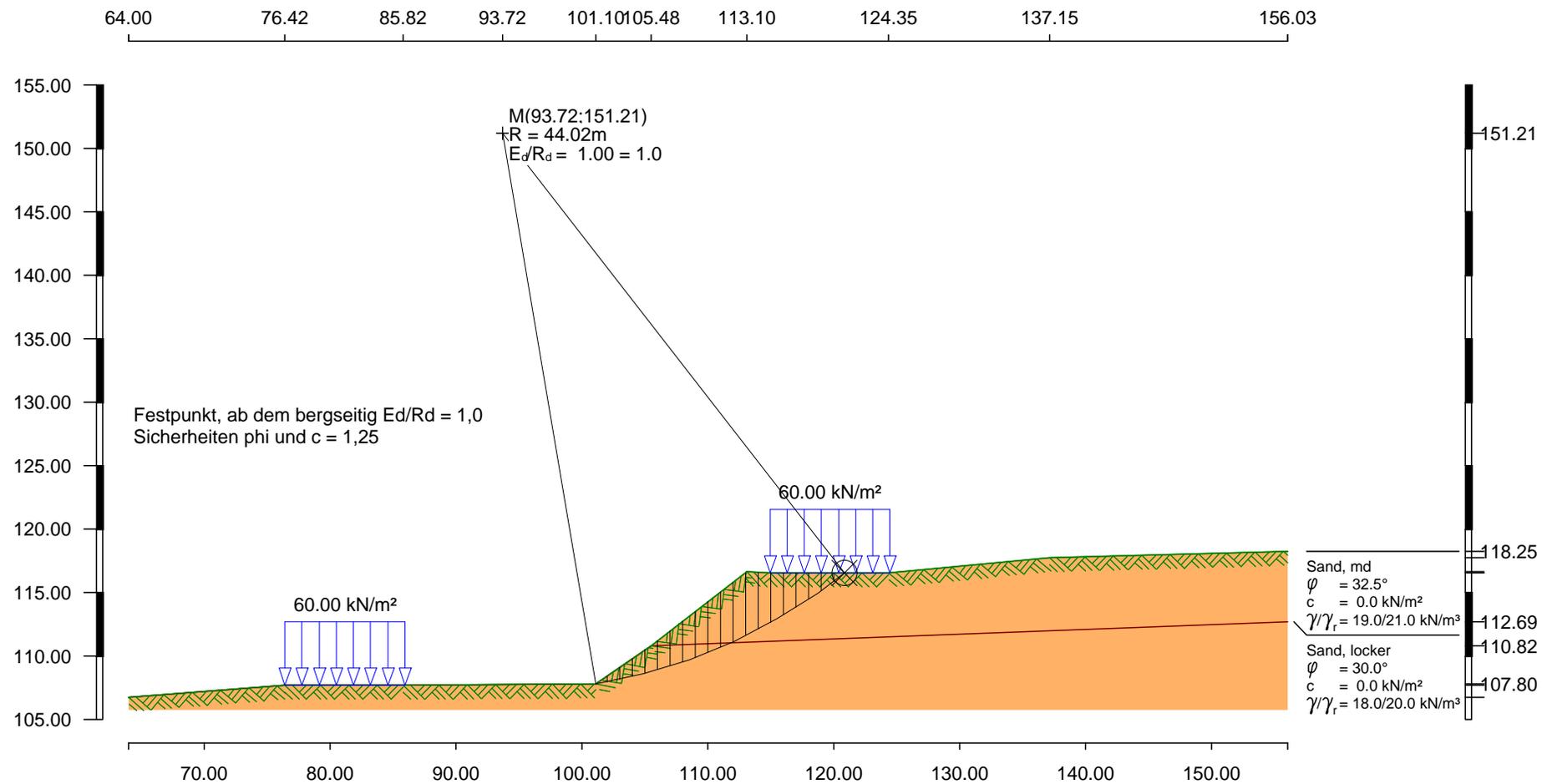


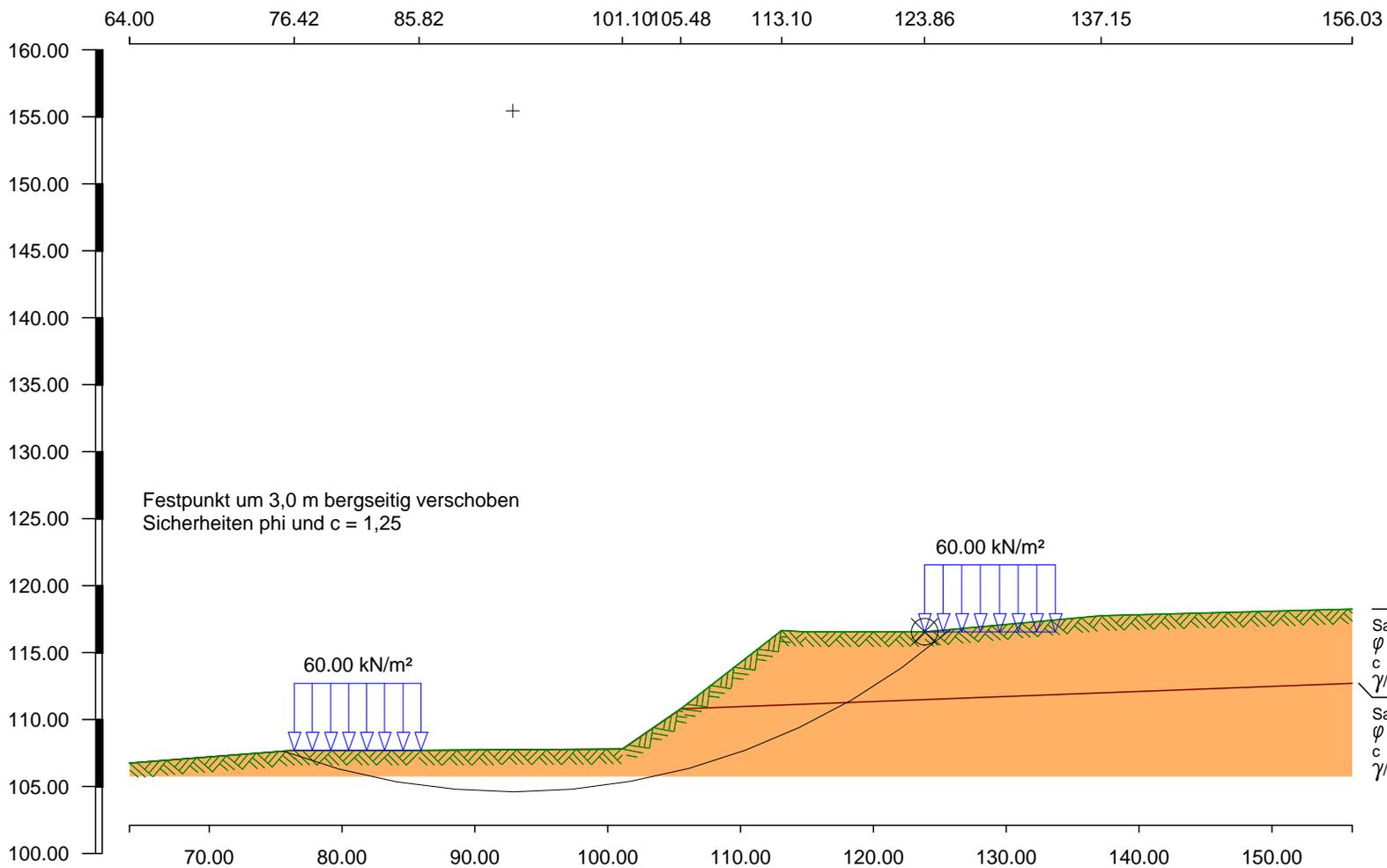
Anlage 2.3	
Gau-Algesheim - Erschließung NBG Im Steinert und In der Wollsgasse II	
Schnitt S 3 M = 1 : 1.000	gezeichnet: 29.10.2019 geändert:
BV: Hangstabilität	geo-international Dr. Johannes Feuerbach GmbH



Anlage 2.4	
Gau-Algesheim - Erschließung NBG Im Steinert und In der Wollsgasse II	
Schnitt S 3 - Detail M = 1 : 250	gezeichnet: 29.10.2019 geändert:
BV: Hangstabilität	geo-international Dr. Johannes Feuerbach GmbH







Eingabedatei: I:\Daten\Feuerbach Dateien\geofb07_2019\Gau_Algeshcim\Anlage 3_3 GA S 3 301019.dbb

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		Sand, md	Sand, locker
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	32.50	30.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	0.0	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	19.0	18.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	21.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	11.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]		64.00	76.42	85.82	101.10	105.48
		113.10	114.95	123.86	137.15	156.03
z Gelände		106.75	107.70	107.70	107.80	110.82
		116.65	116.55	116.55	117.75	118.25
z Schicht	Sand, md	106.75	107.70	107.70	107.80	110.82
		111.10	111.17	111.50	111.99	112.69
z Schicht	Sand, locker	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

Lastfall	q	x_A	x_E	z_Q	γ	ψ
1 G	60.0	76.4	86.0	107.70	1.00	1.00
G	60.0	123.9	133.7	116.55	1.00	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.40	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränert c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Gleitkreis mit Iteration des Mittelpunktes:
Startpunkt: $x_M = 92.84$ m, $z_M = 155.44$ m,
 $\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,
mit Iteration des Radius: $\Delta R = 1.00$ m ab $R = 50.85$ m
Festpunkt: $x_F = 123.86$ m, $z_F = 116.55$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

1. Böschung

Gleitkörper von $x = 89.14$ bis 101.08 m
Gleitkreis: $x_M = 94.78$ m, $z_M = 158.25$ m, $R = 50.84$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
89.57	0.86	0.75	0.00	0.00	30.00	0.0	-5.88
90.50	1.00	2.54	0.00	0.00	30.00	0.0	-4.83
91.50	1.00	4.00	0.00	0.00	30.00	0.0	-3.70
92.50	1.00	5.11	0.00	0.00	30.00	0.0	-2.57
93.50	1.00	5.85	0.00	0.00	30.00	0.0	-1.44
94.50	1.00	6.25	0.00	0.00	30.00	0.0	-0.31
95.50	1.00	6.28	0.00	0.00	30.00	0.0	0.81
96.50	1.00	5.97	0.00	0.00	30.00	0.0	1.94
97.50	1.00	5.30	0.00	0.00	30.00	0.0	3.07
98.50	1.00	4.27	0.00	0.00	30.00	0.0	4.20
99.50	1.00	2.89	0.00	0.00	30.00	0.0	5.33
100.50	1.00	1.15	0.00	0.00	30.00	0.0	6.46
101.04	0.08	0.01	0.00	0.00	30.00	0.0	7.07
x_M						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
89.57						17.71	-3.90
90.50						59.98	-10.88
91.50						94.23	-13.12
92.50						120.05	-11.63
93.50						137.51	-7.48
94.50						146.69	-1.73
95.50						147.60	4.54
96.50						140.25	10.28
97.50						124.60	14.43
98.50						100.60	15.91
99.50						68.17	13.66
100.50						27.18	6.59
101.04						0.16	0.04

Summen:

1184.73 16.71

Einwirkungen $E_d = 16.71$ kN
Widerstände $R_d = 1184.73$ kN

$E_d/R_d = 0.01 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

2. Böschung

Gleitkörper von $x = 101.10$ bis 123.87 m
Gleitkreis: $x_M = 94.78$ m, $z_M = 158.25$ m, $R = 50.84$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
101.55	0.90	4.02	0.00	0.00	30.00	0.0	7.66
102.50	1.00	13.79	0.00	0.00	30.00	0.0	8.74
103.50	1.00	23.25	0.00	0.00	30.00	0.0	9.88
104.50	1.00	32.35	0.00	0.00	30.00	0.0	11.02
105.50	1.00	41.35	0.00	0.00	30.00	0.0	12.17
106.50	1.00	51.53	0.00	0.00	30.00	0.0	13.33
107.50	1.00	61.57	0.00	0.00	30.00	0.0	14.49
108.50	1.00	71.22	0.00	0.00	30.00	0.0	15.66
109.50	1.00	80.48	0.00	0.00	30.00	0.0	16.83
110.50	1.00	89.33	0.00	0.00	30.00	0.0	18.01
111.50	1.00	97.77	0.00	0.00	30.00	0.0	19.20
112.50	1.00	105.78	0.00	0.00	30.00	0.0	20.40
113.50	1.00	107.07	0.00	0.00	30.00	0.0	21.61
114.50	1.00	98.50	0.00	0.00	32.50	0.0	22.82
115.50	1.00	89.79	0.00	0.00	32.50	0.0	24.05
116.50	1.00	81.07	0.00	0.00	32.50	0.0	25.29
117.50	1.00	71.83	0.00	0.00	32.50	0.0	26.54
118.50	1.00	62.07	0.00	0.00	32.50	0.0	27.81
119.50	1.00	51.78	0.00	0.00	32.50	0.0	29.09
120.50	1.00	40.92	0.00	0.00	32.50	0.0	30.39
121.50	1.00	29.48	0.00	0.00	32.50	0.0	31.71
122.50	1.00	17.43	0.00	0.00	32.50	0.0	33.04
123.43	0.87	4.88	0.00	0.00	32.50	0.0	34.30

x_M	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
101.55	90.89	27.26
102.50	310.34	106.52
103.50	521.23	202.84
104.50	722.54	314.47
105.50	920.94	443.37
106.50	1144.70	604.04
107.50	1364.80	783.33
108.50	1575.95	977.33
109.50	1778.31	1184.81
110.50	1972.03	1404.44
111.50	2157.22	1634.89
112.50	2333.95	1874.76
113.50	2363.14	2004.60
114.50	2368.17	1942.61
115.50	2160.16	1860.77
116.50	1952.20	1760.96
117.50	1732.47	1632.19
118.50	1500.20	1472.57
119.50	1254.55	1280.07
120.50	994.57	1052.57
121.50	719.17	787.79
122.50	427.11	483.28
123.43	120.03	139.74

Summen:

30484.68

23975.23

Einwirkungen $E_d = 23975.23 \text{ kN}$
Widerstände $R_d = 30484.68 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.79 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

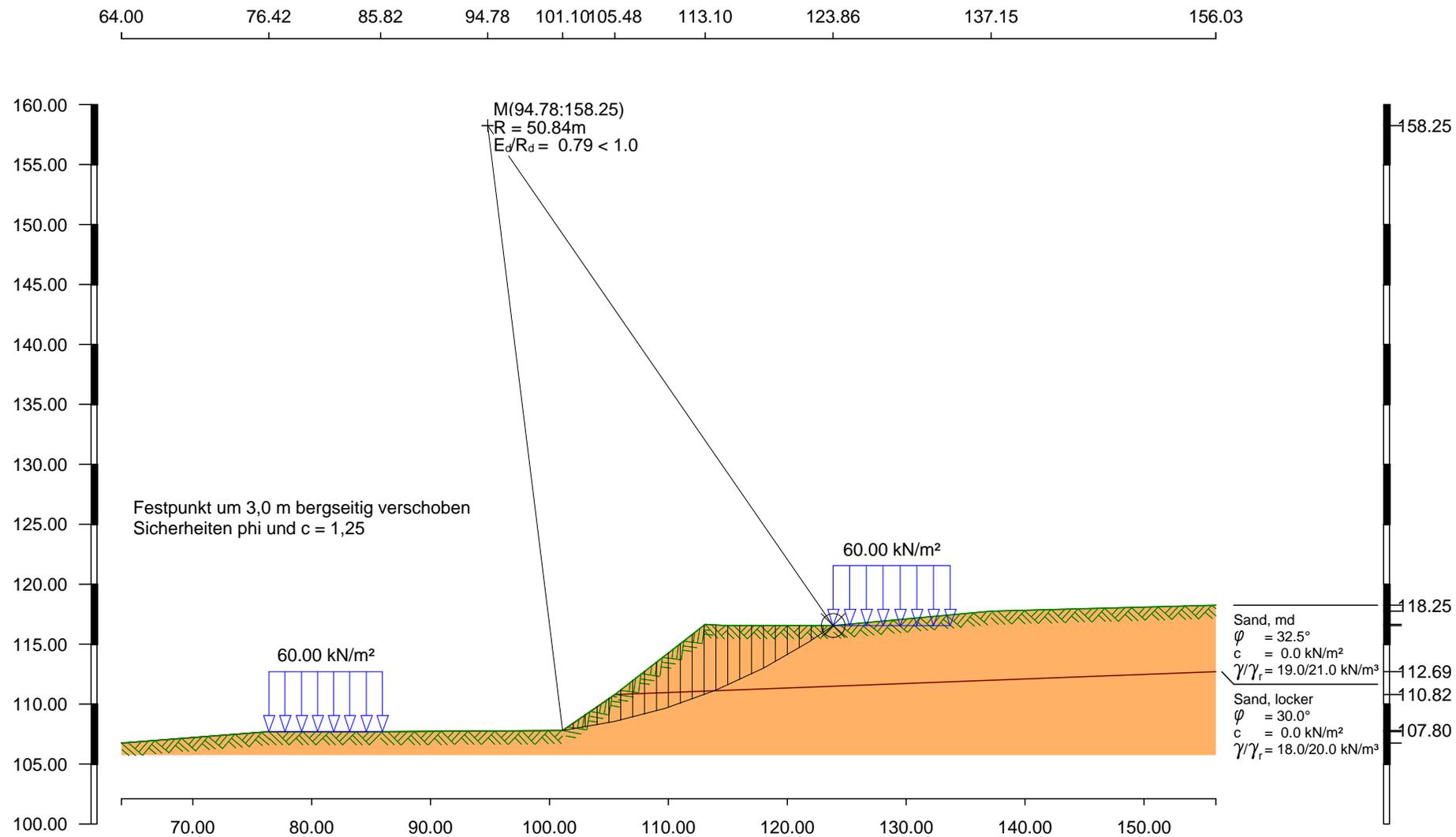




Bild 1: Böschung bei Schnitt S 1



Bild 2: Böschung bei Schnitt S 2



Bild 3: Böschung zwischen S 2 und S 3

