



M&S UMWELTPROJEKT GMBH

www.mus-umweltprojekt.de

Zentrale Plauen

Postanschrift: PF 400250 D-08502 Plauen
Hausanschrift: Pfortenstraße 7
D-08527 Plauen
Telefon (03741) 57219-0
Telefax (03741) 57219-40
email plauen@mus-umweltprojekt.de



Auf der Grundlage der Verwaltungsvereinbarung zwischen der OFD-H und der BAM anerkanntes Ingenieurbüro für Probenahme und Analytik auf Bundesliegenschaften, BAM-Registrier-Nr. 204

Privatrechtliche Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau nach RAP Stra 04

Objekt : **Kiessandtagebau Luggendorf**

Vorhaben : **Neubau einer Deponie der Klasse 1**

Planungsphase : **Genehmigungsplanung**

Berechnung der Untergrundsetzung

Auftraggeber : **PS Bauschutt GmbH**
Reetzer Chaussee 1
19348 Perleberg

Auftragnehmer : **M&S Umweltprojekt GmbH**

Projektnummer : **13/09/896 PL**

Plauen, 23.04.2021

bearbeitet:

Dipl.- Ing. E. Gebhardt
(Projektingenieur)

Dipl.-Ing. R. Witz
(Projektleiter)

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

0	VORBEMERKUNGEN	2
1.	BODENMECHANISCHE KENNWERTE	3
2.	GRENZTIEFE / SETZUNGSEINFLUSSTIEFE	4
3.	SETZUNGSBERECHNUNG	5
4.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSWERTUNG	6
	QUELLENVERZEICHNIS	7

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Deponiequerschnitt und Detail Regelaufbau Abdichtungssysteme
(Plannummern: ZG 6.1_1 und ZG 5.3_1, aus [1])

Anlage 2: Graphische Darstellung der Setzungsergebnisse

Abbildung 1: Deponie- und Bodenschichtung

Abbildung 2: Fundament mit Spannungen und Steifemodulnetz

Abbildung 3: Setzung der Schicht 5 (Mittel-/Feinsand)

Abbildung 4: Setzung der Schicht 6 (Geschiebemergel)

0 Vorbemerkungen

Die vorliegend erarbeitete Setzungsberechnung ist Bestandteil der Genehmigungsplanung zum Neubau einer Deponie der Klasse 1 am Standort Kiessandtagebau Luggendorf. Sie umfasst eine Vorausberechnung der möglichen Untergrundsetzungen durch ausgewählte Referenzpunkte der Deponieaufstandsfläche. Grundlage hierfür bildet die Antragsunterlage zur Genehmigungsplanung der Deponiebaumaßnahme vom 30.06./30.09.2020 (Revision 1) [1].

Nach den Vorgaben der Deponieverordnung [2] muss der Untergrund der Deponieaufstandsfläche sämtliche bodenmechanische Belastungen aus der Deponie aufnehmen können. Die auftretenden Setzungen dürfen keine Schäden am Basisabdichtungs- und Sickerwassersammelsystem verursachen. Das Deponieabdichtungssystem sollte deshalb unvermeidbare Setzungen, innerhalb eines für die eingesetzten Materialien möglichen Rahmens, aufnehmen können.

Vorrangiges Ziel der nachfolgenden Berechnungen und ermittelten Ergebnisse ist der Nachweis, dass die im Untergrund auftretenden Setzungen keine Beschädigungen am gewählten Basisabdichtungs- und Sickerwassersammelsystem (siehe Anlage 1) hervorrufen.

1. Bodenmechanische Kennwerte

Der Schichtenaufbau, mit den jeweiligen Schichttiefen und Kennwerten, kann der Anlage 2 Abbildung 1 entnommen werden.

1.1 anstehender Boden / Untergrund

Der Aufbau des Untergrundes der Deponieaufstandsfläche wurde aus den im Rahmen der Standortuntersuchungen durchgeführten Bohrsondierungen und Pegelbohrungen [3] ermittelt und für die 5 gewählten Profilpunkte gleichermaßen angenommen. Somit wird ab der Oberkante Deponieaufstandsfläche von folgendem modellhaften Aufbau ausgegangen:

0	bis	-6 m	Mittel-/Feinsand
-6	bis	-34 m	Geschiebemergel

Nachfolgend sind die, als Berechnungsgrundlage notwendigen, Kenngrößen des anstehenden Bodens aufgeführt (aus [4] und [5]):

Bodenart	Steifemodul E_s	Steifemodul $E_{s(w)}$ (Wiederbelastung)	Wichte γ
Mittel-/Feinsand (mitteldicht bis dicht)	60 MN/m ²	60 MN/m ²	19,0 kN/m ³
Geschiebemergel (halbfest bis fest)	20 MN/m ²	20 MN/m ²	20,5 kN/m ³

1.2 Deponiekörper

Die geplante Deponie der Klasse 1 am Standort Kiessandtagebau Luggendorf soll als Mineralstoffdeponie für z.B. Böden und Bauschutt genutzt werden. Die hierfür geplante Basis- und Oberflächenabdichtung entspricht dabei den Vorgaben der Deponieverordnung sowie dem aktuellen Stand der Technik. Demnach wird für den Deponiekörper von folgendem modellhaften Aufbau ausgegangen:

1,30 m	Oberflächenabdichtung
9,90 – 15,00 m	Deponiematerial
1,30 m	Basisabdichtung
0,00 – 3,20 m	Profilierungsschicht

Die Mächtigkeit des Gesamtaufbaus liegt in den 5 gewählten Profilpunkten demnach zwischen 12,50 m und 20,80 m.

Die Einbaudichte des Deponiematerials kann derzeit nur angenommen werden, da während der Einbauphase auf Grund der Einbautechnologie und nachfolgend der fortschreitenden Auflast keine genauen Angaben möglich sind. Die Wichte des Deponiematerials wird nach Erfahrungswerten von vergleichbaren Deponien für die Berechnungen auf im Mittel $\gamma=15,0$ kN/m³ festgelegt.

Die Wichten der Abdichtungskomponenten und der Profilierungsschicht wurden den Unterlagen zur Genehmigungsplanung [1] entnommen und sind nachfolgend aufgeführt:

Oberflächenabdichtung:	20 kN/m ³
Basisabdichtung:	21 kN/m ³
Profilierungsschicht:	19 kN/m ³

2. Grenztiefe / Setzungseinflusstiefe

Gemäß DIN 4019 [6] darf die Setzungseinflusstiefe in einer Tiefe z angenommen werden, in der die lotrechten Zusatzspannungen aus der setzungswirksamen Belastung 20 % der wirksamen lotrechten Ausgangsspannungen im Boden betragen.

Da die Fundamentbreite b bei Halden- und Deponiekörpern höhere Werte annimmt als für diesen Ansatz (konventionelle Bauwerke) vorgesehen, wird für die Erkundungs- und Bohrtiefe zur Setzungsermittlung von Deponien nach [7] daher folgender Ansatz formuliert:

$$t = \frac{2 \cdot P_Z}{\gamma_B}$$

mit	t	Bohr- bzw. Einflusstiefe [m]
	γ_B	gemittelte Wichte [kN/m ³]
	P_Z	Auflast Deponiekörper [kN/m ²]

Die Auflast des Deponiekörpers P_Z wird für die gewählten Referenzpunkte der Deponieaufstandsfläche innerhalb des daraus ermittelten Steifemodulnetzes aus dem Mittelwert der Schichtwichten $\gamma_{Deponie}$ und der Deponiehöhe (inkl. Abdichtung und Profilierung) $h_{Deponie}$ folgendermaßen berechnet:

$$P_Z = \gamma_{Deponie} \cdot h_{Deponie}$$

$$P_Z = 19,5 \frac{kN}{m^3} \cdot 17,14 m = 334,2 kN/m^2$$

Demnach beträgt die Grenztiefe für die Berechnung der Untergrundsetzungen:

$$t = \frac{2 \cdot P_Z}{\gamma_B} = \frac{2 \cdot 334,2 kN/m^2}{19,5 kN/m^3} = 34,3 m \sim 34,0 m$$

3. Setzungsberechnung

3.1 Berechnungsgrundlagen

Durch Vorgabe der Aufhaldungsgeometrie [1] bzw. Bodenschichtung [3] (dreidimensionale Modellierung) sowie der Parameter Wichte (γ) und Kompressibilität (E_s) der einzelnen Schichten, können die zu erwartenden Setzungen des Untergrundes mittels Computersimulation errechnet werden. Für die Berechnung der Setzungsanteile wurde das Programmsystem SETTLE (GGU) genutzt. Es berechnet auf der Grundlage der nach DIN 4019 [6] zugelassenen Verfahren unter und neben Recht- und Dreieckslasten die sich ausbildenden lotrechten Spannungen sowie die daraus resultierenden Setzungen.

Dafür wurden die Steifemodulprofile in einem Dreiecksnetz definiert und an 5 gewählten Knotenpunkten die Mächtigkeiten der beteiligten Schichten vorgegeben (siehe Anlage 2 Abbildung 1). Der Untergrundaufbau wurde dabei bis zu einer Tiefe von 34,0 m unter der Geländeoberkante (Geländeoberkante = Unterkante Profilierung) eingegeben, sodass die errechnete Grenztiefe der Unterkante des Bodenprofils entspricht. Die Setzungen werden demnach bis zur Unterkante des definierten Bodenprofils berechnet. Innerhalb des Steifemodulnetzes wurde das Fundament für den Referenzbereich (siehe Anlage 2 Abbildung 2) mit der, aus den Schichtmächtigkeiten und Wichten errechneten, Auflastspannung von 309,91 kN/m² definiert. Hierbei wurde auch eine errechnete Aushubentlastung von 210,37 kN/m² des ausgekiesten Tagebaus berücksichtigt.

Die Untergrundgesamtsetzung der Deponieaufstandsfläche setzt sich aus der Setzung der Schicht 5 (Mittel-/Feinsand) sowie der Setzung der Schicht 6 (Geschiebemergel) zusammen.

3.2 Setzung der Schicht 5 (Mittel-/Feinsand)

Die grafische Darstellung der Setzungsintensität der 6 m mächtigen Schicht 5 (Mittel-/Feinsand) ist in Rasterpunkten in Anhang 2 Abbildung 3 enthalten.

Es wird sich in dieser Schicht eine errechnete Setzung von 0,7 cm bis maximal 1,6 cm einstellen. Der Bereich innerhalb der Fundamentgrenzen wurde hierbei als Referenzfläche für die Setzungsintensität der gesamten Deponieaufstandsfläche gewählt.

3.3 Setzung der Schicht 6 (Geschiebemergel)

Die grafische Darstellung der Setzungsintensität der 28 m mächtigen Schicht 6 (Geschiebemergel) ist in Rasterpunkten in Anhang 2 Abbildung 4 enthalten.

Es wird sich in dieser Schicht eine errechnete Setzung von 4,0 cm bis maximal 5,9 cm einstellen. Der Bereich innerhalb der Fundamentgrenzen wurde hierbei als Referenzfläche für die Setzungsintensität der gesamten Deponieaufstandsfläche gewählt.

3.4 Untergrundgesamtsetzung

Die Untergrundgesamtsetzung bis zur Grenztiefe von 34,0 m unter der Geländeoberkante ergibt sich aus den Setzungsanteilen der Schicht 5 und 6. Demnach wird sich eine errechnete Gesamtsetzung von 4,7 cm bis maximal 7,2 cm einstellen. Im Mittel betragen die möglichen Untergrundsetzungen der Deponieaufstandsfläche innerhalb des Referenzbereiches (Fundament) 6,0 cm.

4. Zusammenfassung und Auswertung

Für die Errichtung einer Deponie der Klasse 1 am Standort Kiessandtagebau Luggendorf sind ein Basisabdichtungs- und Sickerwassersammelsystem vorgesehen. Ziel dieser Berechnung der möglichen Untergrundsetzungen ist vorrangig, eine Beschädigung dieser Systeme auf Grund von Setzungsaktivitäten auszuschließen. Für die Berechnung wurden 5 Referenzpunkte gewählt um den Untergrund sowie die Deponieauflast zu simulieren.

Im Untergrund der Deponieaufstandsfläche wird sich eine errechnete Setzung von im Mittel 6,0 cm einstellen. Die Setzungswerte liegen zwischen minimal 4,7 cm und maximal 7,2 cm. Sie setzen sich aus der Setzung der Schicht 5 (Mittel-/Feinsand) mit einer Mächtigkeit von 6 m und der Setzung der Schicht 6 (Gchiebemergel) mit einer Mächtigkeit von 28 m zusammen.

Die Setzungsberechnung erfolgte innerhalb eines für den Deponiekörper geltenden Referenzbereiches (Fundamentgrenzen). Dieser liegt im Zentrum (Plateaubereich und Hochpunkt) der Deponie und umfasst dementsprechende Auflasthöhen. Es ist anzunehmen (Annahme aus Erfahrungswerten), dass im Deponierandbereich auf Grund geringerer Auflasten Setzungswerte $\leq 1,0$ cm eintreten. Demnach wird sich zwischen dem Deponierand und dem Deponiezentrum ein setzungsbedingter Höhenunterschied von maximal etwa 6,2 cm einstellen.

Für das Sickerwassersammelsystem ist nach [1] eine Maximallänge des Dränrohres (Feld 2) von 160,06 m vorgesehen. Bei Annahme der Maximalsetzung exakt auf halber Länge dieses Stranges ergibt sich eine Gefälleänderung von 0,077 %. Eine Beschädigung des Sickerwassersammelsystems sowie eine Unterschreitung des Mindestgefälles kann folglich ausgeschlossen werden.

Die Deponie soll eine Gesamtlänge von etwa 345 m und eine Gesamtbreite von etwa 190 m besitzen. Bei Annahme der Maximalsetzung exakt auf halber Länge bzw. Breite ergeben sich Gefälleänderungen von 0,036 % bzw. 0,065 %. Die Bildung einer für das Basisabdichtungssystem relevanten Setzungsmulde sowie signifikante Längenänderungen der Abdichtungskomponenten können demnach ebenso ausgeschlossen werden.

Der Nachweis einer für das Basisabdichtungs- und Sickerwassersammelsystem schadlosen Setzungsaktivität des Untergrundes der Deponieaufstandsfläche auf Grund der geplanten Auflast ist somit erbracht.

Quellenverzeichnis

- [1] Genehmigungsplanung / Antragsunterlagen, Kiessandtagebau Luggendorf – Neubau einer Deponie DK 1, 30.06./30.09.2020 (Revision 1), M&S Umweltprojekt GmbH
- [2] Deponieverordnung – DepV vom 27.04.2009, zuletzt geändert am 30.06.2020
- [3] Angaben zu Bohrsondierungen, Pegelbohrungen und hydrogeologische Schnitte aus dem Hydrogeologischen Gutachten zur geplanten Deponie DK I im KST Luggendorf, G.E.O.S. Freiberg, 25.05.2020
- [4] Voth: Boden - Baugrund und Baustoff, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1978
- [5] DIN 1055-2: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngößen, November 2010
- [6] DIN 4019: Baugrund – Setzungsberechnungen, Mai 2015
- [7] Deponiebau, Drescher, Ernst & Sohn Verlag, 1997

Anlagen

Anlage 1

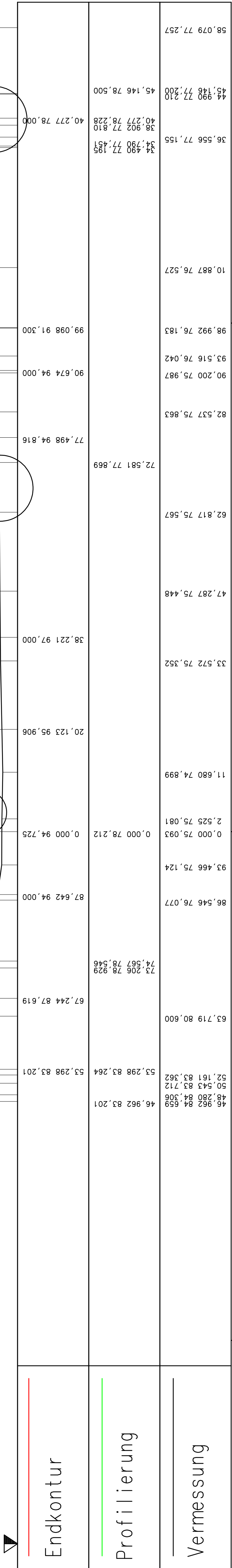
Deponiequerschnitt

und

Detail Regelaufbau Abdichtungssysteme

- Details Sickerwasserfassung s. Zg. 6.5
- Details Oberflächenwasserfassung s. Zg. 6.6


M = 1:500/500
NHN 72,00



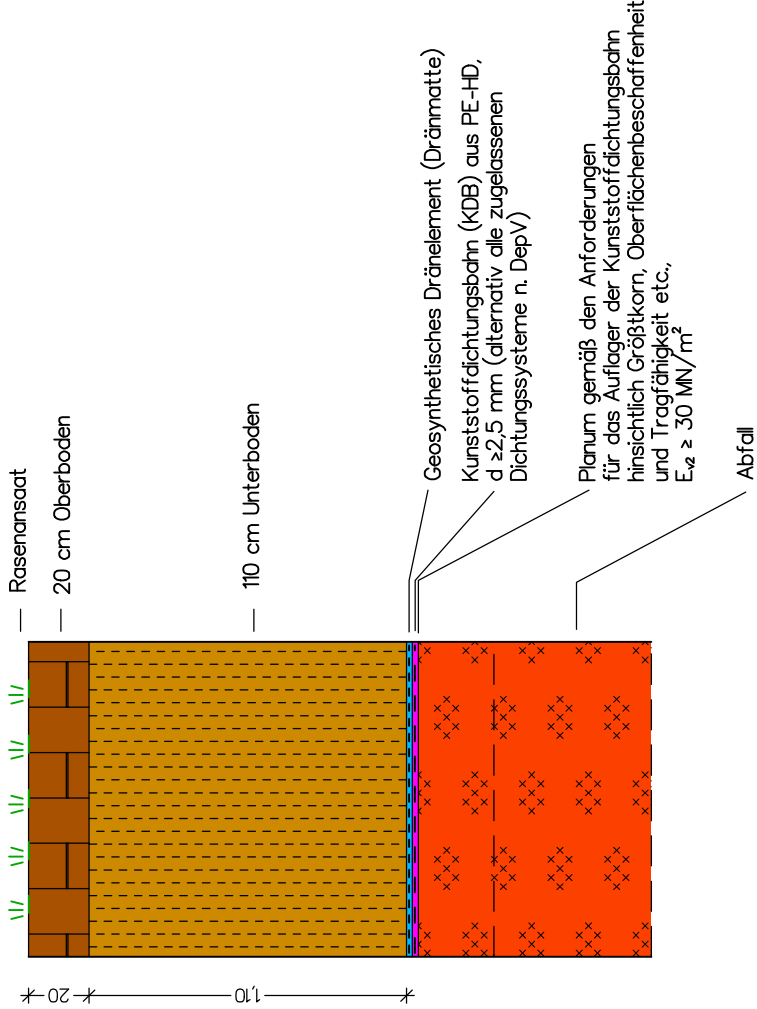
INDEX	ÄNDERUNG / ERGÄNZUNG	DATUM	NAME
1	Höhen- und Lagenanpassung an neuen HGW	30.03.2020	S. Klug
-	-	-	-
OBJEKT / BAUWERK			

Kiessandtagebau Luggendorf
Errichtung einer Deponie gemäß DepV, DK I
(Plananpassung nach TÖB-Beteiligung)

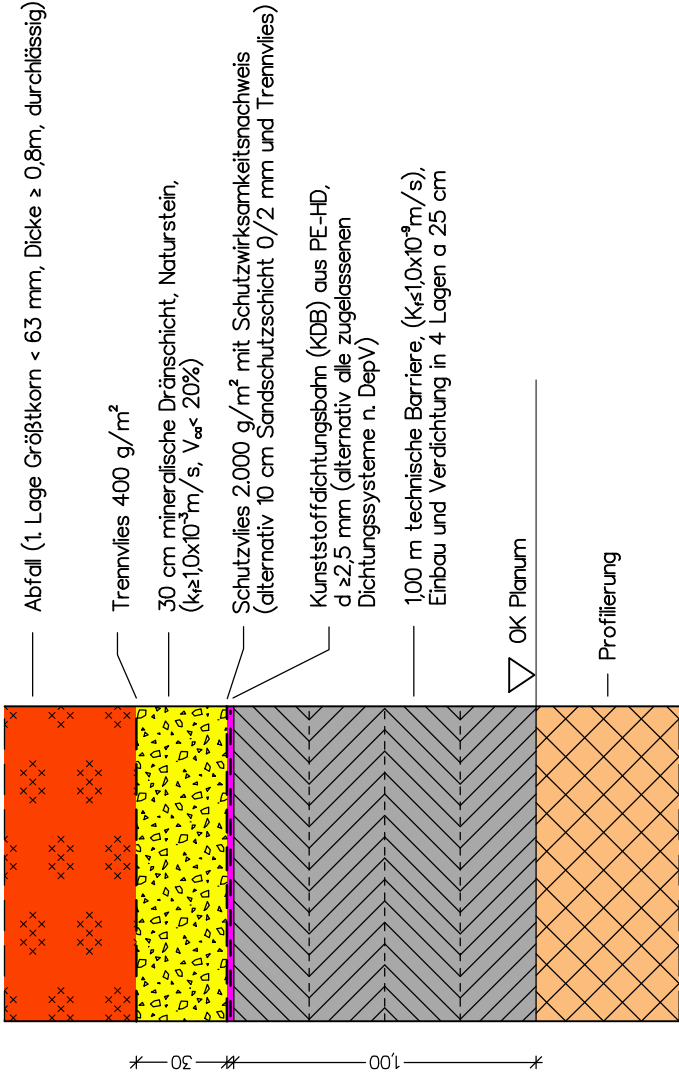
PROJEKT	PROJEKTNR
Errichtung einer Deponie gemäß DepV, DK I (Plananpassung nach TÖB-Beteiligung)	13/09/893 PI
PLANINHALT	
Deponiequerschnitt	
LAGE- / HÖHENSTATUS	RD83 / NHN

PLANUNGSPHASE	GEZEICHNET / GEPRÜFT	PLANDATUM
Genehmigungsplanung (Rev. 1)	S. Klug / R. Witz	30.06.2020
PLANVERFÄSSER	UNTERSCHRIFT	DATENAME
 M&S UMWELTPROJEKT GMBH www.mus-umweltprojekt.de Zentrale Adresse: Postfach 1572, 0 Pferdestr. 7, 08527 Plauen E-Mail: plauen@mus-umweltprojekt.de		13.09.893 PI Kiessandtagebau Luggendorf / GRL-Z065.3-Deponie-05 2020.PLT
AUFTRAGGEBER	BAUHERR	MASSSTAB
PS Bauschutt GmbH Reetzer Chaussee 1 19348 Perleberg	PS Bauschutt GmbH	1: 500/500 851 x 297
	UNTERSCHRIFT	PLANNR.IND. BLATTNR
		5.3_1 -



Aufbau Oberflächenabdichtung



Aufbau Basisabdichtung



Alle Materialanforderungen gemäß DepV und BQS

INDEX	ÄNDERUNG / ERGÄNZUNG	DATUM	NAME
1	Höhen- und Lageanpassung an neuen HGW	30.03.2020	S. Klug
-	-	-	-
OBJEKT / BAUWERK			
Kiessandtagebau Luggendorf			
PROJEKT			
Errichtung einer Deponie gemäß DepV, DK I			
PLANUNGSPHASE			
Genehmigungsplanung (Plananpassung nach TÖB-Beteiligung, Rev. 1)			
PLANVERFÄSSER		LAGE- / HÖHENSTATUS	
 M&S UMWELTPROJEKT GMBH www.mus-umweltprojekt.de Zentrale Hausen 1, tel: +49 3741 572 19 0 Pfortenstraße 7, tel: +49 3741 572 19 40 08527 Pforten Email: pauen@mus-umweltprojekt.de		GEZEICHNET / GEPRÜFT S. Klug / R. Witz	
		UNTERSCHRIFT	
AUFTRAGGEBER		PLANDATUM	
 PS Bauschutt GmbH Reetzer Chaussee 1 19348 Perleberg		30.06.2020	
		DATENAME	
		13.09.2020, PL: Kiessgrube Luggendorf / GPL-2006-Detail Regelaufbau 2020, PLT	
		FORMAT	
		A3	
		MASSSTAB	
		1 : 25	
		PLANNR	
		13/09/893 Pl	
		PROJEKTNR	
		6.1.1	
		BLATTNR	
		-	

Anlage 2

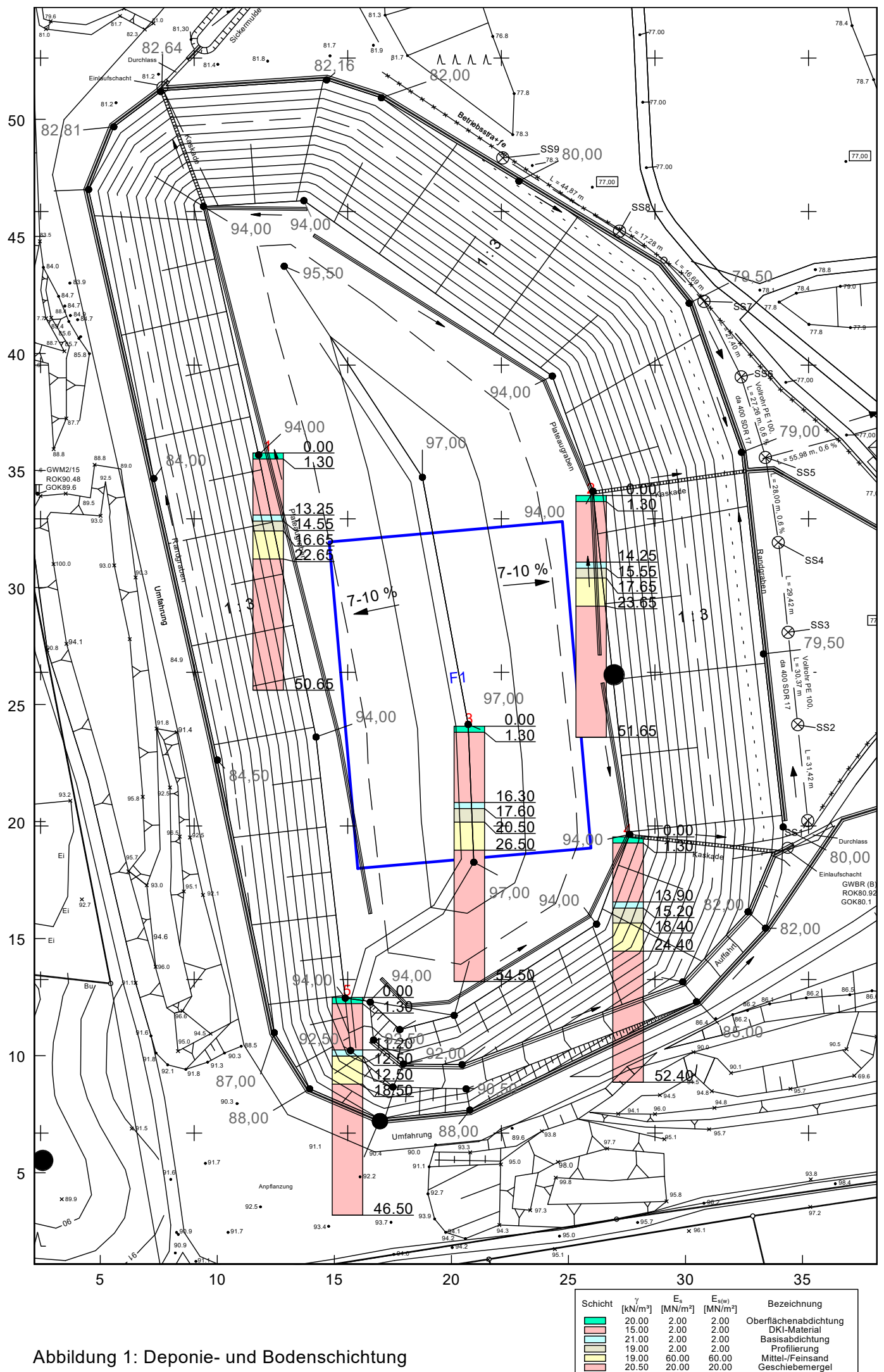
Graphische Darstellung der Berechnungsergebnisse

Abbildung 1: Deponie- und Bodenschichtung

Abbildung 2: Fundament mit Spannungen und Steifemodulnetz

Abbildung 3: Setzung der Schicht 5 (Mittel-/Feinsand)

Abbildung 4: Setzung der Schicht 6 (Geschiebemergel)



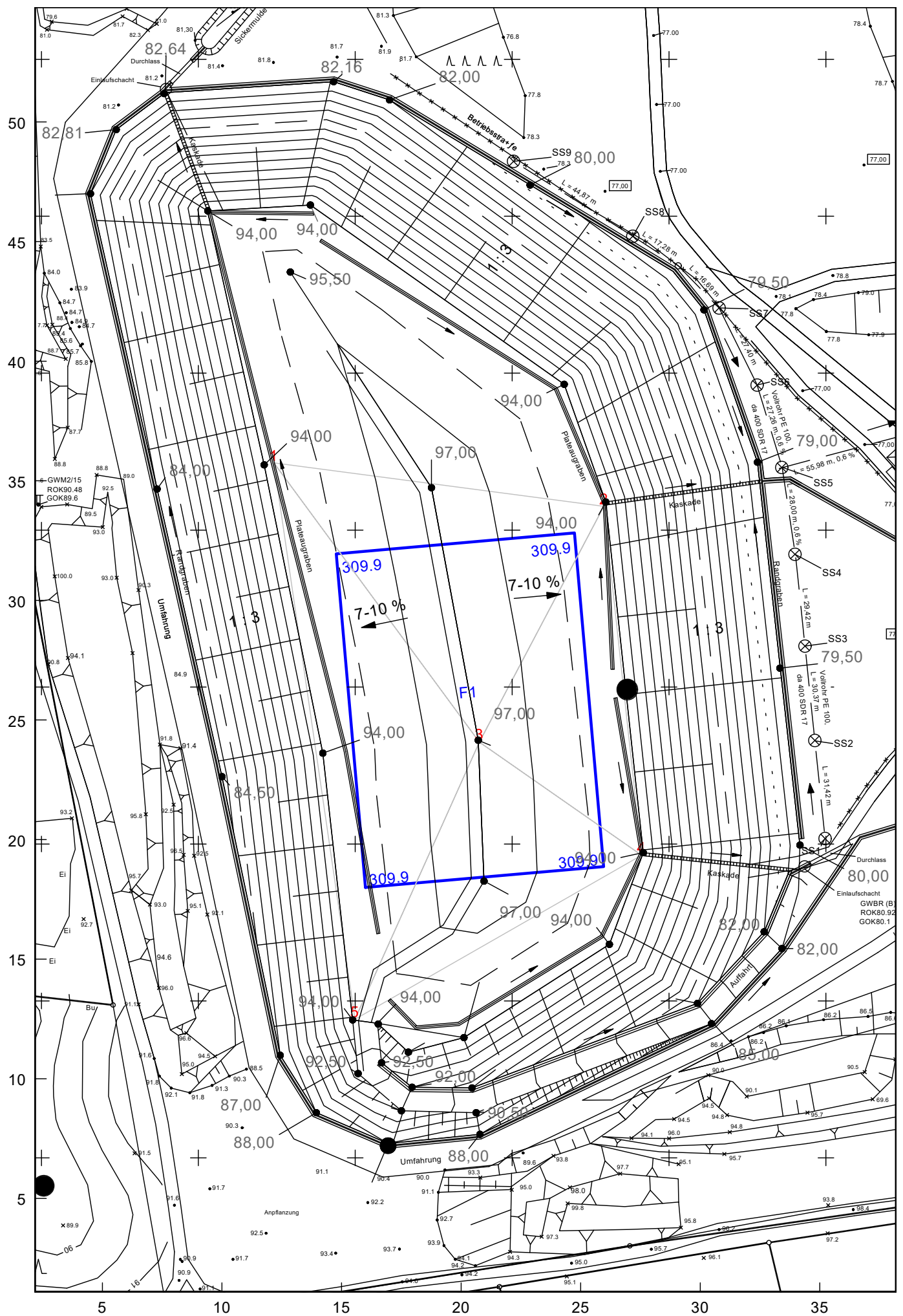


Abbildung 2: Fundament mit Spannungen und Steifemodulnetz

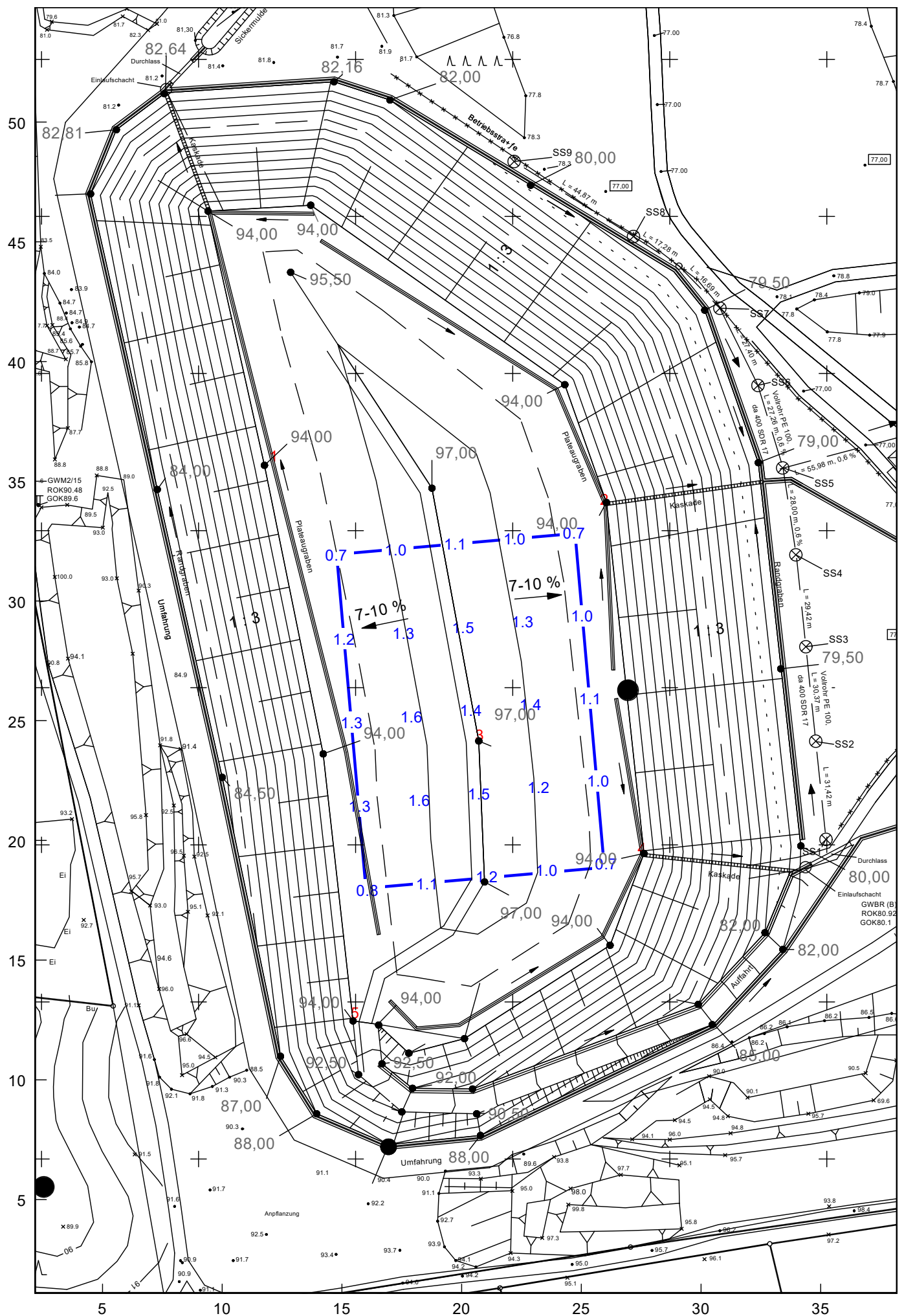


Abbildung 3: Setzung der Schicht 5 (Mittel-/Feinsand)

