



INGENIEURBÜRO MARIENWERDER GmbH

Ingenieure und Geologen
für Erd- und Grundbau

☎ (0511) 75 80 98 -3

☎ (0511) 75 80 98 -4

☎ (0511) 75 80 98 -5

☎ (0511) 75 80 98 -6

Gründungsberatung
Baugrunderkundung
Hydrogeologie
Altlasten
Geotechnische Begleitung
Mineralstoffprüfung

Ingenieurbüro Marienwerder GmbH, Marktplatz 1, 31134 Verden

**Niedersächsische Landesbehörde
für Straßenbau und Verkehr
Geschäftsbereich Verden
Projektgruppe OU Celle
Bmg.-Münchmeyer -Str. 10**

27283 Verden (Aller)

B 3, OU Celle -(Mittelteil) Verlegung der B 3 von Nordost Celle (B191) bis Südost Celle (B214)

Bau-km
23+340 – 29+900

Baugrunduntersuchung

und

Streckengutachten

Hannover, den 29.11.2005

Dipl.-Ing. Marjeh/do.
OU-CELLE 01

Inhalt

1. Vorgang und Bauvorhaben.....	4
2. Unterlagen.....	9
3. Art, Umfang und Zeitpunkt der durchgeführten Untersuchungen	10
4. Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse	13
5. Baugrundaufbau und Grundwasserverhältnisse.....	14
5.1. Niederungsgebiet der Aller, der Lachte u. des Freitagsgrabens	14
5.2. nördlicher Bereich	16
6. Bezeichnung der Böden und bodenmechanische Kennwerte	18
7. Vorschläge für den Neubau und bautechnische Maßnahmen.....	25
7.1. Allgemeines.....	25
7.2. Empfehlung für den Ausbau.....	27
7.2.1. Dammlage Bau –km 23+340 bis ca. 27+750	27
7.2.2. Bau-km 27+750 bis 29+900	33
7.2.3. Ein- u. Ausfahrtrampen sowie Verbindungsrampen	37
7.3. Dämme.....	38
7.4. Einschnitte.....	40
7.5. Wiederverwendung der anfallenden Böden aus den Einschnitten	48
7.6. Erdarbeiten.....	49
7. Weitere Untersuchungen.....	50

Anlagen

- 1.1 - 1.2 Lageplan, i.M. 1/5.000
- 2.1 - 2.10 Baugrundschnitte, i. M. 1/100/1000
- 2.11 - 2.15 Baugrundschnitte – Querprofile, i. M. 1/100/1000
- 3.1 - 3.25 Schichtenverzeichnisse (INGENIEURBÜRO MARIENWERDER GmbH, von 2004)
- 4.1 - 4.38 Schichtenverzeichnisse (INGENIEURBÜRO MARIENWERDER GmbH, von 2005)
- 5.1 - 5.7 Bestimmung der Kornzusammensetzung
- 6. Bestimmung der Dichte
- 7.1 - 7.3 Bestimmung der Proctordichte und des optimalen Wassergehaltes
- 8. Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes
- 9. Standsicherheitsberechnung, Damm bei Bau-km 23+600
- 10.1 – 10.2 Standsicherheitsberechnung, Einschnitt bei Bau-km 28+800
- 11.1 – 11.2 Standsicherheitsberechnung, Einschnitt bei Bau-km 28+550

1. Vorgang und Bauvorhaben

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Geschäftsbereich Verden Projektgruppe OU Celle (NLStBV, GB Verden) plant den Neubau der Ortsumgehung Celle. Die Baumaßnahme ist Teil des Gesamtstraßenzuges der B 3 innerhalb des Bundesfernstraßennetzes. Die Bundesstraße B 3 zwischen dem Oberzentrum Hannover und dem Mittelzentrum Celle bzw. zwischen den Mittelzentren Celle und Soltau wird als Hauptverbindungsstraße bezeichnet.

Die künftige östliche Ortsumgehung der Stadt Celle besteht aus fünf Teilstreckenabschnitte.

Das vorliegende Streckengutachten befasst sich mit dem dritten Teilabschnitt „Verlegung der Bundesstraße B 3 von nordöstlich Celle (B 191) bis südöstlich Celle (B 214), **Mittelteil der OU Celle**“

Dieser Teilabschnitt beginnt westlich der Ortschaft Altencelle bei Bau-km 23+340 an der vorhandenen Kreuzung B214 / Altenceller Feld/ Linerweg, unterfährt zunächst die B 214 unter der neuen B 3 und verläuft in nordöstlicher Richtung. Im weiteren Verlauf überquert die Trasse die Aller durch ein 415 m langes Bauwerk. Anschließend macht die Gradienten einen Bogen in Richtung Norden bzw. Nordwesten bis zur Landstraße L282. Vor dem Ende des Bogens befindet sich die Anschlussstelle Lachtehausen bei ca. Bau-km 26+200. Ab der L 282 bei Bau-km 26+864 verläuft die Trasse nahezu in nordwestlicher Richtung. Zunächst unterfährt die neue B 3 unter der B 191 und quert dann die Bahnstrecke südwestlich des Werksgeländes der Barilla-Wasa-Deutschland und endet südwestlich der Ortschaft Vorwerk bei ca. Bau-km 29+900.

Dieser Abschnitt kann in zwei Teilabschnitte unterteilt werden. Der südliche Streckenteil umfasst den Trassenverlauf im Niederungsgebiet der Aller und der Lachte sowie des Freitaggrabens. Der nördliche Abschnitt durchquert ansteigendes Gelände und bildet den Rand des nördlichen Urstromtales der Aller. Im südlichen

Abschnitt muss die neue B 3 einen Gradientenverlauf erhalten, der über dem höchsten Hochwasserstand der Aller und Lachte liegt, so dass an den Straßenanlagen durch Überflutungen keine Schäden entstehen. Die Gradientenlinie wird somit in einer Dammlage verlaufen. Im nördlichen Abschnitt ist die genaue Gradientenlage noch nicht bekannt und wird größtenteils im Einschnitt liegen.

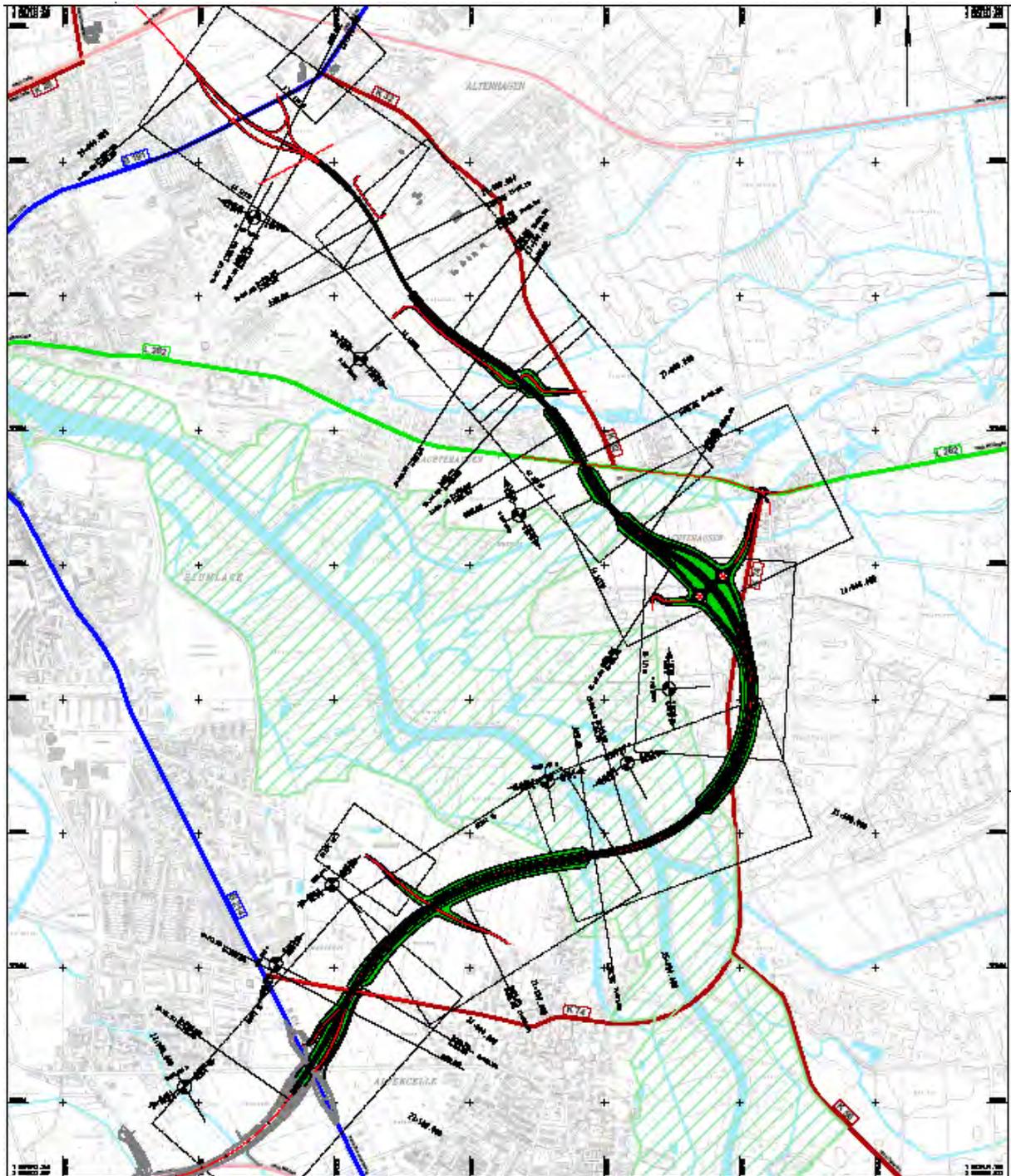


Abb. 1, Übersichtplan

Im Zuge dieser Baumaßnahme sind mehrere Bauwerke geplant. In der Tabelle 1 sind die Bezeichnungen der einzelnen Bauwerke zusammengestellt:

Tabelle 1: Bezeichnung der Bauwerke

BW	Bau-km	Bezeichnung des Bauwerkes
BW Ce 12	23+452,668	Unterführung der B 214
BW Ce 13	23+785,395	Unterführung der K 74
BW Ce 14	24+217,145	Überführung des Apfelweges
BW Ce 15	25+060,381	Unterführung der Aller
BW Ce 16	--	Überführung Wirtschaftsweg
BW Ce 17	--	Überführung der L 282 neu innerhalb der Anschlussstelle Lachtehausen
BW Ce 18	395+021,387	Unterführung des Försterbaches (unter der L 282 neu)
BW Ce 19	26+680,190	Unterführung der Lachte
BW Ce 20	26+864,416	Unterführung der L 282 alt (nur Radwegunterführung)
BW Ce 21	27+109,264	Unterführung des Freitagsgrabens
BW Ce 22	--	Überführung des Berkefeldweges
BW Ce 23	--	Überführung des Altenhagener Kirchweges
BW Ce 24	--	Überführung der B 191

Des Weiteren sind einige Grabendurchlässe vorgesehen.

Es sind die folgenden **Bauklassen** gemäß „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ RStO 01 vorgesehen:

Bau-km 23+340 bis 23+680, 3-streifig,	II
Bau-km 23+680 bis 26+400, 4-streifig,	I
Bau-km 26+400 bis 28+580, 3-streifig,	I
Einfahrrampe B214 zur B 3, 1-streifig,	II
Ausfahrrampe B214 zur B 3, 1-streifig,	I
Verbindungsrampen AS Lachtehausen, 1- u. 2-streifig (Achse 300 u. 320)	II
Verbindungsrampe AS Lachtehausen, 1-streifig (Achse 310 u. 330)	III
Überführung Apfelweg / Verlegung Berkefeldweg, 2-streifig	IV
L282 alt (OD Lachtehausen), 2-streifig	III

Für den Bereich von Bau-km 28+580 bis 29+800 ist uns die Bauklasse zurzeit nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass dieser Teilabschnitt in die Bauklasse I einzustufen ist.

Im Zuge der Voruntersuchungen wurde im Herbst 2004 zunächst die gesamte Trasse durch unser Büro durch insgesamt 25 Kleinrammbohrungen erkundet. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind dem NLStBV, GB Verden mit Datum vom 13.10.2005 zur Verfügung gestellt worden.

Im Sommer des Jahres 2005 wurden durch das Büro ROGGE & Co. Hydrogeologie GmbH, Garbsen, zusätzliche Baugrunduntersuchungen im Bereich des Einschnittes durchgeführt und ein hydrogeologisches Gutachten erstellt. Ziel dieser Untersuchung war es, die bauwerksbedingt anfallenden Grundwassermengen sowie die Auswirkungen der erforderlichen Grundwasserabsenkung im Bereich des Einschnittes zu beurteilen. Darüber hinaus soll eine gesonderte Beurteilung des Bauabschnittes von Bau-km 27+800 bis 28+560 vorgenommen werden.

Unser Büro wurde mit Ingenieurvertrag vom 05.10.2005 durch das NLStBV, GB Verden beauftragt, die notwendigen Baugrunduntersuchungen durchzuführen, die angetroffenen Bodenarten im Labor auf ihre bodenmechanischen Eigenschaften hin zu untersuchen und ein ingenieurgeologisches Streckengutachten zu erstellen.

Die Planung der Trasse obliegt der Ingenieurgesellschaft für Bau- und Vermessungswesen Odermann Krause in Buchholz.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung standen uns folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- U1/ Übersichtslageplan i.M. = 1 : 5.000, Unterlage Nr. 3, Blatt Nr. 1, Stand Sept. 2005
- U2/ Übersichtslageplan i.M. = 1 : 5.000, Unterlage Nr. 3, Blatt Nr. 2, Stand Jan. 2005
- U3/ 10 Höhenpläne i.M. = 1/100/1000
- U4/ 23 Querprofile von Bau-km 27+800 bis 30+000, i.M. 1/100, Stand Okt. 2005
- U5/ Erläuterungsbericht „Verlegung der Bundesstraße 3 von nordöstlich Celle (B 191) bis südöstlich Celle (B 214), Mittelteil der OU Celle, Vorplanung für die Verkehrsanlagen“ der Ingenieurgesellschaft für Bau- und Vermessungswesen Odermann-Krause, vom 14.10.2005
- U6/ Hydrogeologisches Gutachten für die Einschnittsstrecke der OU Celle von Bau-km 27+800 bis 29+970, Büro ROGGE & Co. Hydrogeologie GmbH, Garbsen, Berichtsdatum 08.11.2005
- U7/ Ergebnisse der Voruntersuchungen, INGENIEURBÜRO MARIENWERDER GmbH, von Sept. 2004

Für die geologische Übersicht wurden die

- U8/ Geologische Wanderkarte. Landkreis Hannover, i. M. 100.000, Ausgabe 1979
- U9/ Geologische Karte Celle Nr. 3326 M = 1 : 25000+ Erläuterungen Geologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Landesanstalt, Berlin 1916

herangezogen.

3. Art, Umfang und Zeitpunkt der durchgeführten Untersuchungen

Zur näheren Erkundung des Baugrundes wurden – wie bereits erwähnt – im Oktober 2005 insgesamt 30 Kleinrammbohrungen (BS 26 – BS 55) gemäß DIN 4021 mit Bohrtiefen zwischen 5 und 10 m abgeteuft. Zur Gewinnung gestörter und ungestörter Bodenproben aus oberflächennahen Schichten wurden 3 Handschürfe (Sch 1 – Sch 3) angelegt.

Die Ansatzpunkte sind lage- und höhenmäßig durch die Ingenieurgesellschaft für Bau- und Vermessungswesen Odermann-Krause eingemessen worden. In der Tabelle 2 wurden die Koordinaten und die Höhen der Aufschlüsse BS 26 – BS 55 aus 2005 zusammengestellt.

Tabelle 2: Höhen u. Koordinaten der Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen

Aufschluss	Höhe	Koordinaten	
	m ü NN	Rechtswert (y)	Hochwert (X)
BS 26	38,805	3574889.669	5830723.189
BS 27	38,968	3574997.274	5830771.691
BS 28	38,800	3575234.215	5831160.105
BS 29	38,879	3575538.588	5831317.622
BS 30	38,048	3575832.510	5831423.242
BS 31	38,838	3576480.598	5831740.567
BS 32	40,150	3576386.470	5832325.338
BS 33	40,336	3576224.881	5832356.814
BS 34	38,682	3576514.402	5832567.909
BS 35	40,877	3576336.478	5832404.273
BS 36	39,300	3576337.149	5832496.355
BS 37	39,948	3576596.251	5832740.897
BS 38	39,191	3575944.770	5832815.606
BS 39	38,991	3575821.421	5833057.506
BS 40	39,045	3575670.399	5833190.315
BS 41	39,544	3575406.475	5833386.712
BS 42	45,981	3575255,074	5833561,408
BS 43	50,374	3575105.744	5833842.167
BS 44	53,718	3574991.816	5833957.822
BS 45	55,194	3574789.202	5834074.214
BS 46	56,241	3574804.441	5834223.731
BS 47	55,456	3574625.178	5834150.089
BS 48	53,034	3574009.230	5834714.336
BS 49	53,426	3574241.978	5834811.583
BS 50	53,190	3574120.510	5834735.071
BS 51	52,690	3574089.336	5834763.749
BS 52	51,194	3574001.626	5835006.143
BS 53	51,467	3573956.753	5834888.051
BS 54	51,218	3573867.402	5834851.122
BS 55	48,883	3573871.617	5834940.203

Die im Jahr 1978 erstellten Grundwassermessstellen P01 bis P011, P2_1, P2_2 und P3_3, die im Sommer 2005 errichteten Grundwassermessstellen GWM01, GWM02_1 und GWM02_2 sowie die durch das Büro Schnack & Partner, Hannover, ebenfalls im Sommer 2005 durchgeführten 12 Rammkernsondierbohrungen (RKS 01 – RKS 12) wurden für die Bearbeitung mit herangezogen.

Die Ansatzpunkte aller Aufschlüsse wurden in den Anlagen 1.1 – 1.2 aufgetragen. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen von 2004 und 2005 sind in Schichtenverzeichnissen gem. DIN 4022 dokumentiert (Anlage 3.1 – 3.25 und 4.1 – 4.38) dokumentiert.

Anhand der Ergebnisse der Bodenaufschlüsse wurde der vermutliche Verlauf der Schichtgrenzen im Bereich der Trasse grafisch als schematischer Baugrundschnitt bzw. Querschnitt entworfen und in Höhenplänen (i. M. = 1/100/1000) dargestellt. Diese sind zur besseren Übersicht im Farbschema der DIN 4023 angelegt (Anlage 2.1 – 2.25).

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

- Bestimmung der Kornverteilung durch Nasssiebung gem. DIN 18 123
- Bestimmung der Kornverteilung durch kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse gem. DIN 18 123
- Bestimmung der Dichte gemäß DIN 18 125
- Bestimmung der Proctordichte gemäß DIN 18 127
- Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung gem. DIN 18 121,T1

Die Laborergebnisse sind als Anlagen 5.1 bis 8 beigelegt.

4. Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet gehört der südlichen Lüneburger Heide an. Die Trasse quert im südlichen Bereich das in nordwestlicher Richtung verlaufende diluviale Tal der Aller. Im heutigen Überschwemmungsgebiet der Aller stehen alluviale Sande an, die meist einen geringen Humusgehalt besitzen. Im nördlichen Bereich stehen Geschiebelehm und Geschiebemergel an, die von einer mehr oder weniger mächtigen Decke von Sand überdeckt sind. Die Mächtigkeit des Geschiebemergels ist bedeutenden Schwankungen unterworfen und kann bis zu 50 m betragen.

Im untersuchten Bereich ist in Abhängigkeit von den geologischen Schichten und der topografischen Lage mit Grundwasser in Form von Sicker- Stau und Schichtenwasser, als auch Wasser im Grundwasserleiter (Terrassensande und Schmelzwassersande) mit freiem und zum Teil gespanntem Grundwasserspiegel zu rechnen. Die Schichtenwässer wurden vor allem in dem bindigen fluviatilen Lehm, Geschiebelehm und Geschiebemergel angetroffen und sind auf meist dünne Sedimentlagen mit größerer Durchlässigkeit, die über bzw. in den stauenden Schichten lagern, zurückzuführen. Die Ergiebigkeit der Wasserführung ist meist gering, allerdings kann das stetige „bluten“ in Einschnittsbereichen für eine Destabilisierung der Böschungen sorgen.

Grundwasser wurde im Niederungsbereich der Aller, der Lachte und des Freitaggrabens angetroffen. I.d.R. waren die den Vorflutbereich umschließenden Sandkörper mit Wasser erfüllt.

Prinzipiell ist die Hauptgrundwasserfließrichtung auf die Aller bzw. Lachte hin eingestellt.

5. Baugrundaufbau und Grundwasserverhältnisse

Zur besseren Beschreibung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse haben wir die Strecke in Teilabschnitte aufgeteilt. Die Aufteilung richtet sich nach den vorhandenen Untergrund- und Grundwasserverhältnissen sowie der Lage der Gradienten.

Die durchgeführten Felduntersuchungen zeigen folgendes Baugrundprofil:

5.1. Niederungsgebiet der Aller, der Lachte u. des Freitagsgrabens

Bau-km 23+340 bis ca. 27+750, Anlagen 2.1 – 2.7 Dammlage

Unter einem 0,2 – 1,2 m starkem **Oberboden** und zum Teil einer 1,1 m starken **Auffüllung** steht **Terrassensand** an. Es handelt sich dabei um schwach feinsandigen bis feinsandigen, schwach grobsandigen bis grobsandigen, schwach kiesigen Mittelsand. Der Terrassensand ist bei Bau-km 23+800 u. 24+800 in den Kleinrammbohrungen BS 3 und BS 6 von weichem bis steifem **fluviailem Lehm** in einer Schichtdicke von 1,5 bzw. 0,3 m überlagert bzw. zwischengelagert.

Auelehm wurde lediglich in der Kleinrammbohrung BS 7 bei Bau-km 25+120 östlich der Aller zwischen 0,3 – 1,8 m u. Ansatzpunkt (AP) angetroffen. Der Auelehm weist ebenfalls eine weiche bis steife Konsistenz auf.

Torf wurde lediglich in der Kleinrammbohrung BS 34 bei Bau-km 26+350 in den Sanden zwischen 2,3 – 2,5 m u. GOF angetroffen.

Im Zuge der Felduntersuchungen im September 2004 und Oktober 2005 wurde in den durchgeführten Aufschlüssen ein zusammenhängender Grundwasserkörper in den Terrassensanden festgestellt. In der Tabelle 3 sind die festgestellten Ruhewasserstände zusammengestellt:

Tabelle 3, Ruhewasserstände

Bohrung	Ruhewasserstand		Datum
	[m u. GOF]	[m ü. NN]	
BS 1	1,80	36,88	Sept. 2004
BS 2	2,10	37,25	Sept. 2004
BS 26	2,20	36,00	Okt. 2005
BS 27	2,30	36,66	Okt. 2005
BS 3	1,70	37,12	Sept. 2004
BS 28	1,75	37,05	Okt. 2005
BS 4	1,80	37,11	Sept. 2004
BS 29	2,00	36,87	Okt. 2005
BS 5	2,60	36,90	Sept. 2004
BS 30	1,15	36,89	Okt. 2005
BS 6	1,30	36,78	Sept. 2004
BS 7	1,20	37,43	Sept. 2004
BS 8	2,40	37,43	Sept. 2004
BS 31	2,00	36,83	Okt. 2005
BS 9	3,00	37,34	Sept. 2004
BS 10	3,20	37,47	Sept. 2004
BS 11	2,90	37,46	Sept. 2004
BS 12	1,20	37,61	Sept. 2004
BS 32	3,20	36,95	Okt. 2005
BS 33	2,90	37,43	Okt. 2005
BS 34	1,05	37,63	Okt. 2005
BS 35	3,20	37,67	Okt. 2005
BS 36	1,80	37,50	Okt. 2005
BS 37	2,50	37,44	Okt. 2005
BS 13	1,70	37,51	Sept. 2004
BS 38	0,80	38,39	Okt. 2005
BS 14	1,00	37,90	Sept. 2004
BS 39	0,90	38,09	Okt. 2005
BS 15	0,90	37,94	Sept. 2004
BS 40	0,70	38,34	Okt. 2005
BS 16	1,50	38,46	Sept. 2004
BS 41	1,40	38,14	Okt. 2005
BS 17	2,40	38,54	Sept. 2004

Nach starken Niederschlägen ist mit einem Anstieg der Wasserstände zu rechnen. Das Grundwasser korrespondiert mit dem Flusswasser der Aller sowie der Lachte

und kann infolge der guten Durchlässigkeit der Sande und Kiese bei steigendem Wasserstand in der Aller bzw. der Lachte schnell ansteigen bzw. unter den bindigen Ablagerungen gespannt sein.

Weiterhin ist in regenreichen Jahreszeiten mit der Bildung von Stau- u. Sickerwasser über dem schwach durchlässigen Auelehm bzw. fluviatilen Lehm zu rechnen. Das Wasser kann temporär bis GOF aufstauen.

5.2. nördlicher Bereich

Bau-km 27+750 29+900, Anlagen 2.7 – 2.10 Einschnitt

Von Bau-km 27+750 und bis ca. 27+950 steht unter dem Mutterboden bis zur Endteufe ebenfalls **Terrassensand** an. Ab der Kleinrammbohrung BS 19 bzw. Bau-km 27+950 wurde unter einem 0,2 – 0,7 m starkem **Oberboden** bzw. einer 0,6 – 2,4 m starken **Auffüllung** bis zur Endteufe **Geschiebelehm und –mergel** angetroffen. Der Geschiebelehm bzw. –mergel ist vorwiegend von **Schmelzwassersand** überdeckt und durchzogen. Zwischen Bau-km 28+440 – 28+700 bzw. in den Kleinrammbohrungen BS 21, BS 45 und BS 22 reichen die Schmelzwassersande bis in eine Tiefe von 6,5 – 6,9 m u. GOF und weisen somit eine Schichtdicke von bis zu 6,5 m auf.

In den übrigen Bereichen schwankt die Schichtdicke der Schmelzwassersande zwischen wenigen Dezimetern und bis rd. 2,0 m.

Der Geschiebelehm u. –mergel weist im oberen Bereich meist eine weiche bis steife bzw. steife und zur Tiefe eine steife und steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Während der Felduntersuchungen wurde in diesem Teilabschnitt in den Sanden vorwiegend Grundwasser und im Geschiebelehm bzw. -mergel zum Teil Schicht-

wasser angetroffen. Zwischen Bau-km ca. 29+000 – 29+800 wurde bis auf die Kleinrammbohrung BS 11 kein Wasser im Geschiebelehm u. –mergel festgestellt. Gespanntes Grundwasser wurde in den Sandlagen in den Kleinrammbohrungen RKS 08 bei Bau-km 28+930 und RKS 12 bei Bau-km 29+900 angetroffen.

In der Tabelle 4 sind die festgestellten Ruhewasserstände zusammengestellt:

Tabelle 4, Ruhewasserstände

Bohrung	Ruhewasserstand		Datum
	[m u. GOF]	[m ü. NN]	
BS 42	2,60	43,38	Okt. 2005
BS 18	4,70	43,20	Sept. 2004
BS 43	2,20	48,17	Okt. 2005
GWM01	2,77	51,93	Okt. 2005
GWM02	2,79	51,87	Okt. 2005
BS 21	2,10	52,48	Sept. 2004
BS 45	1,90	53,29	Okt. 2005
BS 22	2,60	53,29	Sept. 2004
BS 47	2,10	53,35	Okt. 2005
BS 46	2,00	54,24	Okt. 2005
BS 23	1,20	54,60	Sept. 2004
RKS 08	2,70	53,28	Okt. 2005
BS 49	2,30	51,12	Okt. 2005
RKS 11	1,80	49,55	Okt. 2005
BS 54	2,60	48,61	Okt. 2005
BS 52	3,90	47,29	Okt. 2005
BS 55	1,40	47,48	Okt. 2005
RKS 12	1,20	46,62	Okt. 2005

Die Wasserstände liegen überwiegend weit über der geplanten Gradienten. Es ist davon auszugehen, dass die Wasserstände in regenreichen Jahreszeiten ansteigen können und das Wasser in den Sandlagen gespannt bzw. stärker gespannt sein kann. Weiterhin ist mit der Bildung von Stau- u. Sickerwasser über bzw. im schwach durchlässigen Geschiebelehm u. –mergel zu rechnen. Das Wasser kann temporär bis GOF aufstauen.

6. Bezeichnung der Böden und bodenmechanische Kennwerte

Anhand der manuellen und visuellen Beurteilung des Bohrgutes sowie aufgrund unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden, können den angetroffenen Hauptbodenarten folgende bodenmechanischen Kennwerte und Eigenschaften zugeordnet werden:

a) Mutterboden

Da der Mutterboden restlos zu entfernen und somit gründungstechnisch ohne Relevanz ist, wird hier auf die Angabe von bodenmechanischen Kennziffern verzichtet.

Benennung	(DIN 4022)	vorwiegend Mittelsand; feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, humos bis stark humos
Bodengruppe	(DIN 18 196)	OH
Bodenklasse	(DIN 18 300)	1

b) Auffüllung

Die Auffüllung wurde im Trassenverlauf bei Bau-km 26+000, 27+760, 29+650 und 29+740 festgestellt. Es handelt sich vorwiegend um schwach verlehnte bis verlehnte Sande

Benennung	(DIN 4022)	vorwiegend Mittelsand; feinsandig, schwach grobsandig, z.T. schwach humos und schluffig und Sand; schwach schluffig bis schluffig, schwach kiesig, schwach tonig
Bodengruppe	(DIN 18 196)	SE, SU und SÜ
Bodengruppe	(DIN 18 301)	LN
Bodenklasse	(DIN 18 300)	3, und 4
Lagerungsdichte		locker bis mitteldicht
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTVE-StB 94	F1, (SE) nicht frostempfindlich F2 – F3, (SU – SÜ) gering bis mittel frostempfindlich und sehr frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse	ZTVA-StB 97	V1 und V2
Wichte, erdfeucht		cal $\gamma = 17,5 - 18,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		cal $\gamma' = 9,5 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_f \leq 5 \times 10^{-5} \text{ m/s SE}$ $k_f \leq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s SU und SÜ}$
Reibungswinkel		cal $\varphi' = 28,0 - 30,0^\circ$
Kohäsion		cal $c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		cal $E_s = 30,0 - 45,0 \text{ MN/m}^2$

c) Torf

Torf wurde lediglich in der Kleinrammbohrung BS 34 bei Bau-km 26+350 in den Sanden zwischen 2,3 – 2,5 m u. GOF angetroffen. Auf die Angabe von bodenmechanischen Kennziffern wird hier ebenfalls verzichtet.

Benennung	(DIN 4022)	Humus; stark schluffig, schwach feinsandig
Bodengruppe	(DIN 18 196)	Hz
Bodenklasse	(DIN 18 300)	2

d) Auelehm

Benennung	(DIN 4022)	Schluff; feinsandig, schwach tonig, schwach humos und Schluff; stark sandig
Bodengruppe	(DIN 18 196)	UM – TM
Bodengruppe	(DIN 18 301)	LB
Bodenklasse	(DIN 18 300)	4
Konsistenz		steif und weich bis steif
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTVE-StB 94	F3, sehr frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse	ZTVA-StB 97	V3

Ausgehend von einer weichen bis steifen Konsistenz lassen sich für den Auelehm die folgenden mittleren Rechenwerte angeben:

Wichte, erdfeucht	cal γ = 18,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ' = 8,0 kN/m ³
Wasserdurchlässigkeit	$k_f \leq 10^{-7}$ m/s
Reibungswinkel	cal φ' = 22,0
Kohäsion	cal c' = 2,0 – 3,0 kN/m ²
Steifemodul	cal E_s = 3,0 – 5,0 MN/m ²

Bei dem Auelehm handelt es sich um einen wasser- und frostempfindlichen, erosionsgefährdeten Boden. Bei Wasserzutritt und gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung treten sehr schnell Konsistenzveränderungen auf, die zu einem Verlust der ohnehin relativ geringen Tragfähigkeit führen. Der Auelehm ist für eine Wiederverwendung als Dammschüttmaterial generell sehr problematisch.

e) fluviatiler Lehm

Benennung	(DIN 4022)	Schluff; stark sandig, schwach kiesig
Bodengruppe	(DIN 18 196)	UL - TL
Bodengruppe	(DIN 18 301)	LB
Bodenklasse	(DIN 18 300)	4
Konsistenz		steif
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTVE-StB 94	F3, sehr frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse	ZTVA-StB 97	V3

Ausgehend von einer steifen Konsistenz lassen sich für den fluviatilen Lehm die folgenden mittleren Rechenwerte angeben:

Wichte, erdfeucht	cal $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma' = 8,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit	$k_f \leq 10^{-7} \text{ m/s}$
Reibungswinkel	cal $\varphi' = 28,0$
Kohäsion	cal $c' = 1,0 - 2,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	cal $E_s = 8,0 - 12,0 \text{ MN/m}^2$

Bezüglich der Wasser- und Frostempfindlichkeit sowie der Wiederverwendbarkeit gilt das Gleiche wie für den Auelehm.

f) Geschiebelehm / -mergel

Benennung	(DIN 4022)	Schluff; schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig, und Sand; schluffig, tonig, schwach feinkiesig
Bodengruppe	(DIN 18 196)	TL – TM und S \bar{U}
Bodengruppe	(DIN 18 301)	LB
Bodenklasse	(DIN 18 300)	4
Konsistenz		weich bis steif, steif und zur Tiefe vorwiegend steif bis halbfest
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTVE-StB 94	F3, sehr frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse	ZTVA-StB 97	V3

Ausgehend von einer weichen bis steifen Konsistenz lassen sich für den Geschiebelehm / -mergel die folgenden mittleren Rechenwerte angeben:

Wichte, erdfeucht	cal γ = 19,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ' = 9,5 kN/m ³
Wasserdurchlässigkeit	$k_f \leq 10^{-6}$ m/s S \bar{U} $k_f \leq 5 \times 10^{-8}$ m/s TL - TM
Reibungswinkel	cal φ' = 28,0
Kohäsion	cal c' = 7,0 - 2,0 kN/m ²
Steifemodul	cal E_s = 10,0 – 15,0 MN/m ²

Bezüglich der Wasser- und Frostempfindlichkeit sowie der Wiederverwendbarkeit gilt das Gleiche wie für den Auelehm.

g) Terrassensand/ Schmelzwassersand

Benennung	(DIN 4022)	Mittelsand; feinsandig bis stark feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, vereinzelt schwach schluffig und Sand; kiesig
Bodengruppe	(DIN 18 196)	SE und vereinzelt SU
Bodengruppe	(DIN 18 301)	LN
Bodenklasse	(DIN 18 300)	3
Lagerungsdichte		mitteldicht
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTVE-StB 94	F1, (SE) nicht frostempfindlich F2, (SU) gering bis mittel frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse	ZTVA-StB 97	V1

Ausgehend von einer mitteldichten Lagerung lassen sich für den Terrassensand und Schmelzwassersand die folgenden mittleren Rechenwerte angeben:

Wichte, erdfeucht	cal γ = 18,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ' = 10,5 kN/m ³
Wasserdurchlässigkeit	$k_f \leq 5 \times 10^{-5}$ m/s SE $k_f \leq 5 \times 10^{-6}$ m/s SU
Reibungswinkel	cal φ' = 32,0° – 34,0°
Kohäsion	cal c' = 0,0 kN/m ²
Steifemodul	cal E_s = 60,0 – 70,0 MN/m ²

7. Vorschläge für den Neubau und bautechnische Maßnahmen

7.1. Allgemeines

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass der Baugrund im Verlauf der geplanten Trasse und der Anschlussrampen hinsichtlich des Aufbaues in zwei Teilabschnitte aufgeteilt werden kann. Von Beginn der Baustrecke und bis ca. Bau-km 27+950 steht unter dem Mutterboden vorwiegend Terrassensand und vereinzelt Schmelzwassersand an (s. Abb. 2). Der Baugrund kann in diesem Teilabschnitt als relativ homogen bezeichnet werden. Von Bau-km 23+340 bis ca. 27+750 verlaufen die Gradienten und die Anschlussrampen in Dammlagen. Der in der Dammaufstandsfläche unter dem Mutterboden anstehende Baugrund kann im Allgemeinen als tragfähig bezeichnet werden.

Erst ab ca. Bau-km 27+950 ist der Baugrund stark wechselnd. In diesem Teilabschnitt wurde unter dem Mutterboden und einer bis 2,4 m starken Auffüllung Geschiebelehm und –mergel angetroffen. Der Geschiebelehm u. –mergel sind vorwiegend von Schmelzwassersand überdeckt bzw. durchzogen (s. Abb. 3). Zwischen Bau-km 28+440 – 28+700 reichen die Schmelzwassersande bis in eine Tiefe von 6,5 – 6,9 m u. GOF. In diesem Teilabschnitt liegt die Gradienten im Einschnitt. Auf Höhe des Planums steht überwiegend gering tragfähiger Geschiebelehm u. –mergel an. Somit werden besondere Baumaßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Verbesserung des Verformungsverhaltens erforderlich.

Das Plangebiet liegt in der Frosteinwirkungszone **II**.

Bei der geplanten Trasse und den Anschlussstraßen sind die folgenden **Bauklassen** gemäß „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ RStO 01 vorgesehen:

Bau-km 23+340 bis 23+680, 3-streifig,	II
Bau-km 23+680 bis 26+400, 4-streifig,	I
Bau-km 26+400 bis 28+580, 3-streifig,	I
Einfahrrampe B214 zur B 3, 1-streifig,	II
Ausfahrrampe B214 zur B 3, 1-streifig,	I
Verbindungsrampen AS Lachtehausen, 1- u. 2-streifig (Achse 300 u. 320)	II
Verbindungsrampe AS Lachtehausen, 1-streifig (Achse 310 u. 330)	III
Überführung Apfelweg / Verlegung Berkefeldweg, 2-streifig	IV
L282 alt (OD Lachtehausen), 2-streifig	III

Im Bereich von Bau-km 28+580 bis 29+900 ist uns die Bauklasse zurzeit nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass dieser Teilabschnitt in die Bauklasse I bzw. II einzustufen ist.

Nach den Richtlinien RStO 01 ist für frostempfindlichen Untergrund eine Mindestdicke für den frostsicheren Straßenoberbau anzusetzen. In der Tabelle 5 sind die Mindestanforderungen zusammengestellt.

Tabelle 5, die Mindestanforderung an den frostsicheren Oberbau gemäß RStO 01

Bauklasse	Mindestdicke des Straßenoberbaues [cm]	
	Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (gering bis mittel frostempfindlich)	Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich).
I	55	65
II		
III	50	60
IV		

Die Mindestanforderung für den frostsicheren Gesamtaufbau kann sich durch die örtlichen Gegebenheiten ändern.

Die Dicke des frostsicheren Straßenoberbaues hängt von der Bauklasse (vgl. Tabelle 5), der Lage der Gradienten, der Frosteinwirkungszone und der Frostempfindlichkeit des Untergrundes bzw. des Unterbaues sowie den Grundwasserverhältnissen ab. Da

im vorliegenden Fall unterschiedliche Randbedingungen vorhanden sind, wird die Baustrecke in zwei Abschnitte unterteilt. Die Mindestdicke des Straßenoberbaues sowie die zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Verbesserung des Verformungsverhaltens des Untergrundes erforderlichen Baumaßnahmen für die einzelnen Bauabschnitte werden anhand der vorhandenen Randbedingungen festgelegt.

7.2. Empfehlung für den Ausbau

Zur besseren Beschreibung der erforderlichen technischen Baumaßnahmen für die Herstellung eines frostsicheren und tragfähigen Straßenoberbaues haben wir in Anlehnung an die Aufteilung unter Pkt. 5 die Strecke ebenfalls in zwei Teilabschnitte unterteilt. Die Unterteilung richtet sich nach den vorhandenen Untergrund- und Grundwasserverhältnissen sowie der Lage der Gradienten und den erforderlichen Untergrundverbesserungsmaßnahmen. Für die jeweiligen Abschnitte sind die Mindestdicken des Straßenoberbaues festgelegt, die nicht unterschritten werden dürfen. Aus bautechnischen und wirtschaftlichen Gründen ist es sinnvoll, die Dicke des frostsicheren Oberbaues über größere Abschnitte konstant zu halten.

7.2.1. Dammlage Bau –km 23+340 bis ca. 27+750

Generell verläuft die Gradienten der geplanten B 3 und der Anschlussrampen in einer Dammlage. Die Dämme werden mit einer Böschungsneigung von 1:1,5 hergestellt; die Dammhöhen betragen bis rd. 5 m. Lediglich zwischen dem Unterführungsbauwerk B214 und dem Unterführungsbauwerk der K 74 bzw. zwischen Bau-km 23+452 - 23+785 beträgt die Dammhöhe bis 8,0 m.

In den Aufstandsflächen der Dämme steht unter dem Mutterboden vorwiegend Terrassensand an, der als gut tragfähig zu bezeichnen ist (s. Abb. 3). Sollte unmittelbar unter dem Mutterboden gering tragfähiger Boden wie z. B. aufgeweichter Lehm, Torf oder Mude festgestellt werden, ist dieser auszukoffern und durch nichtbindigen, verdichtungsfähigen Boden zu ersetzen.

Bezüglich der Standsicherheit der Dämme in diesem Teilabschnitt weisen wir auf Pkt. 7.3 hin.

Da diese Teilstrecke im Überschwemmungsgebiet der Aller, Lachte und des Freitaggrabens verläuft, sollte in der Dammaufstandsfläche bis auf ca. 50 cm über dem höchsten Hochwasserstand (HW) eine kapillarbrechende Schicht aufgeschüttet werden. Nach der Unterlage U5 liegt der höchste Hochwasserstand in diesem Gebiet bei HW = 39,46 m ü. NN.

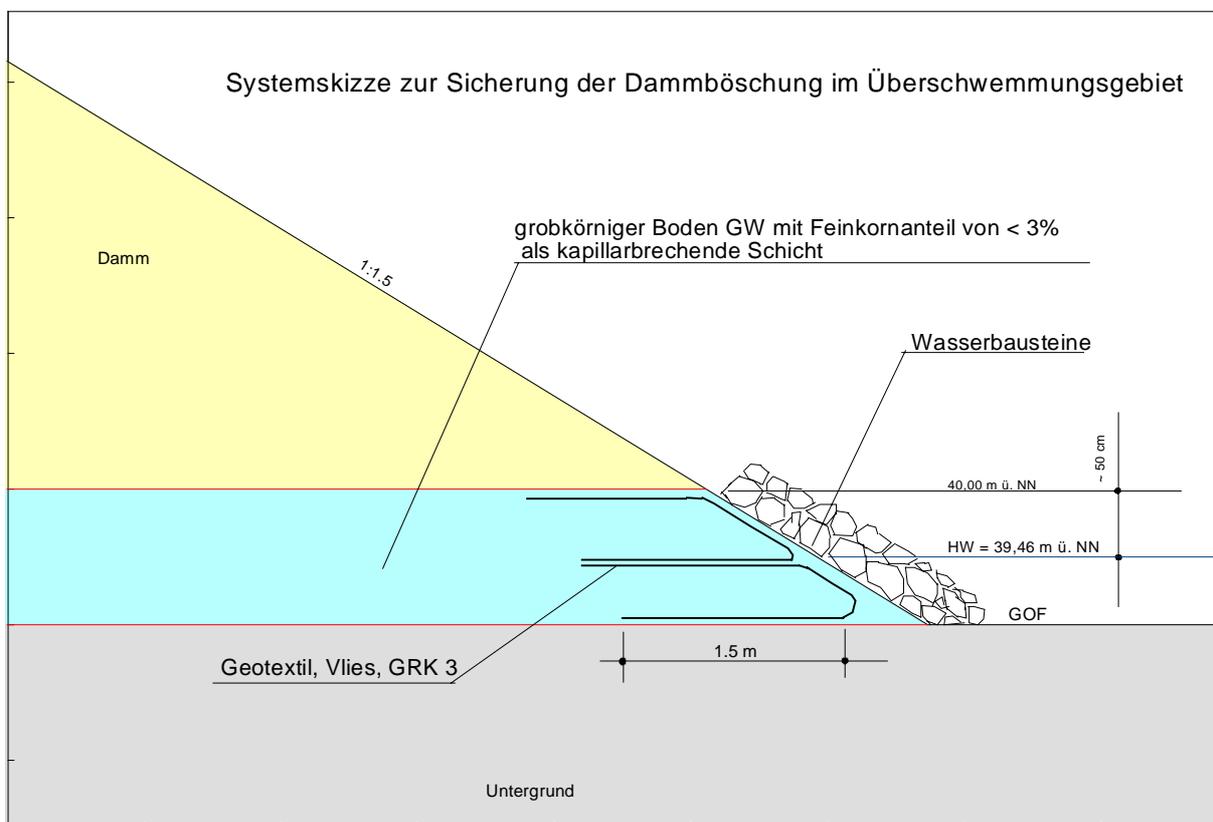
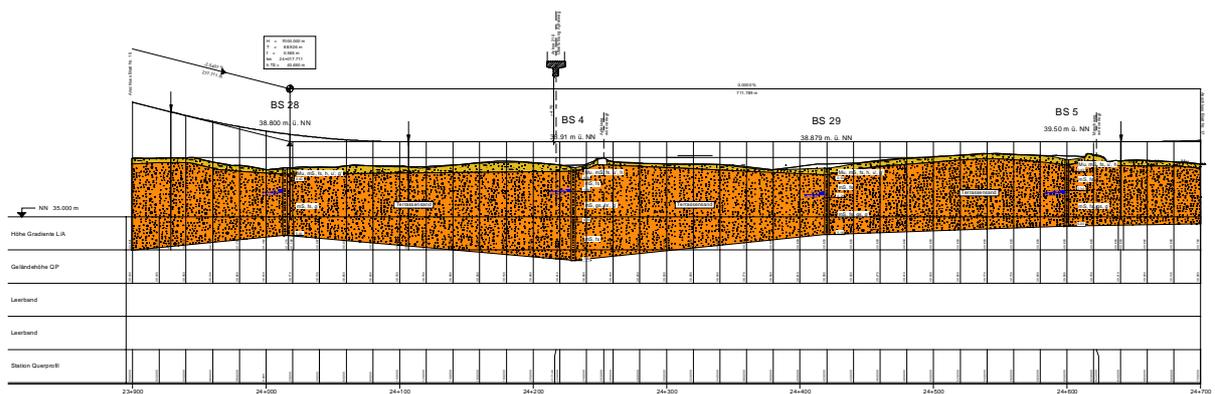
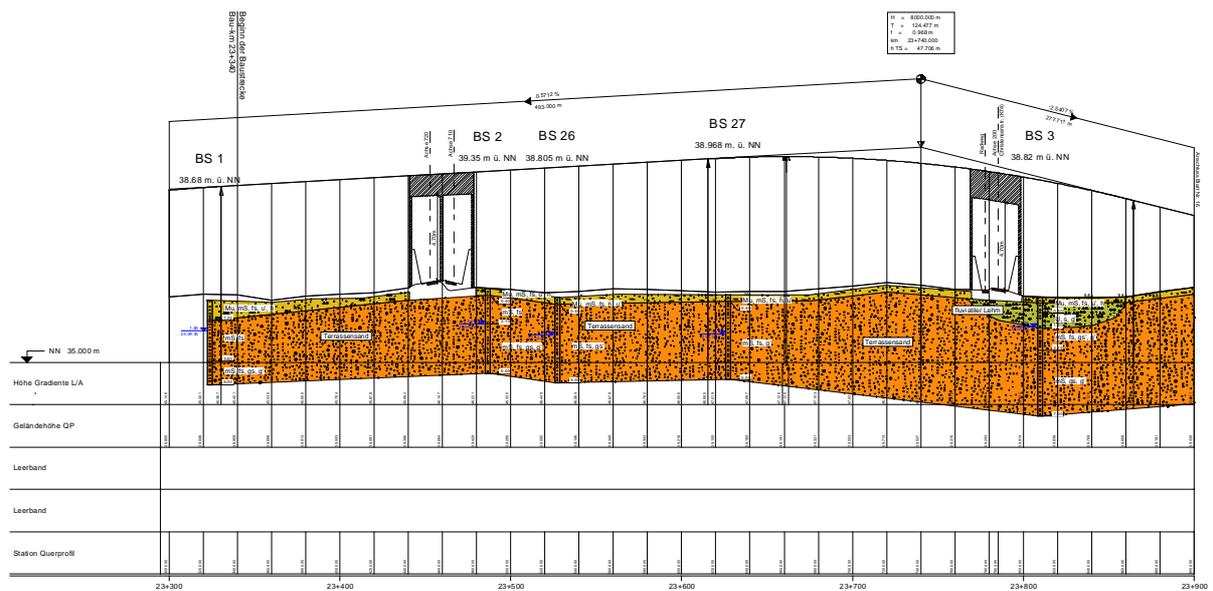
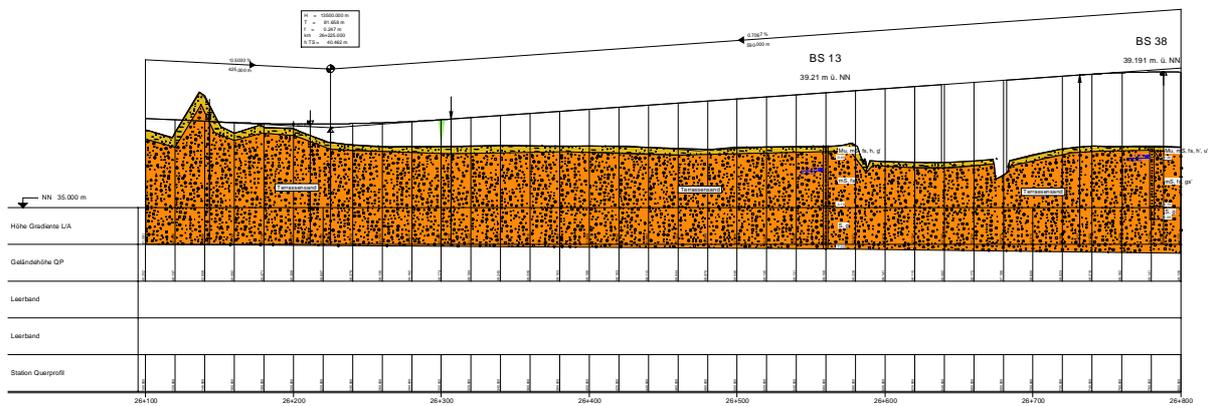
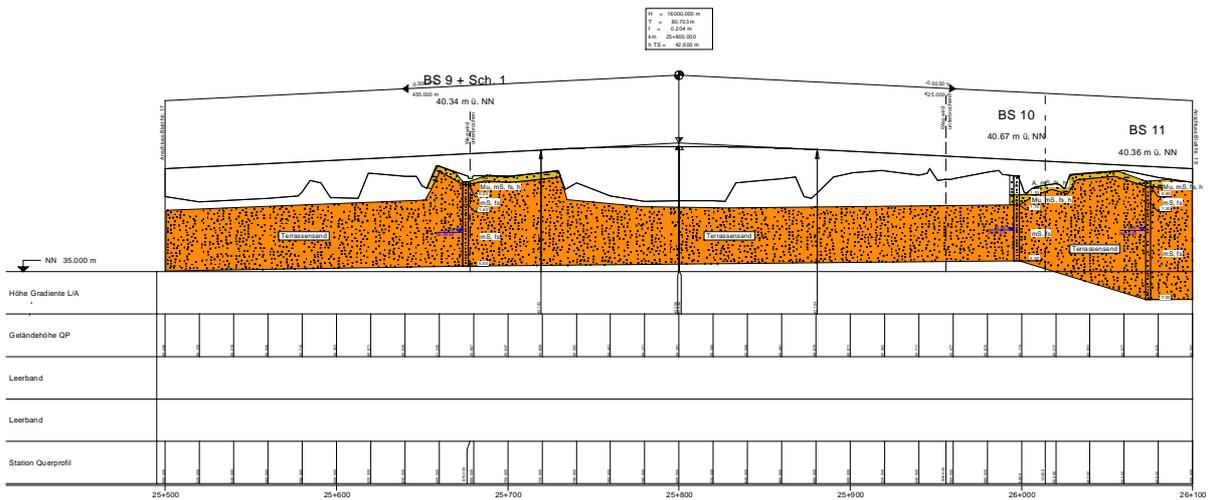
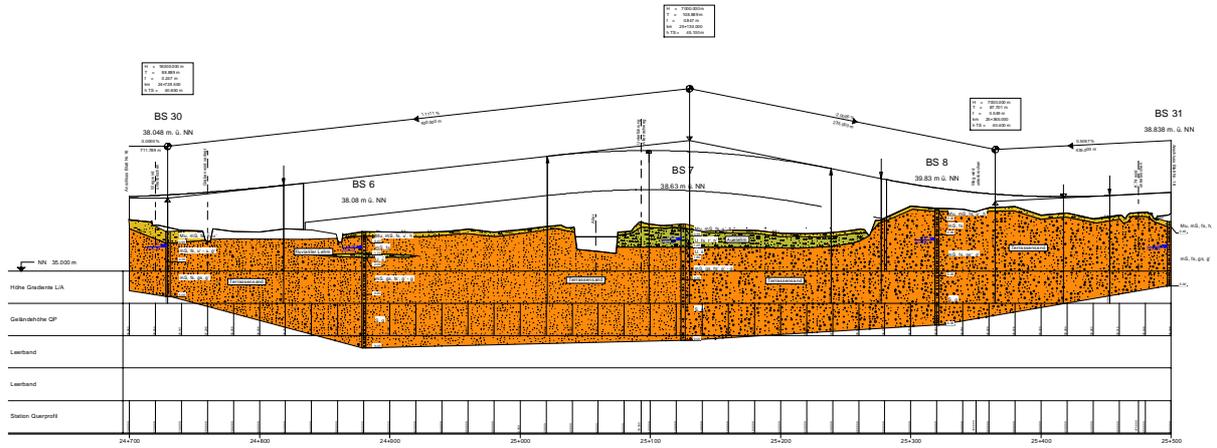


Abb. 2, Ausführungsskizze der kapillarbrechenden Schicht

Die kapillarbrechende Schicht muss aus gut wasserdurchlässigem Kiessand der Bodengruppe GW mit Schluffanteilen von max. 3 % bestehen. Weiterhin empfehlen wir, die Dammböschung insbesondere im Bereich der Aller zusätzlich mit Wasserbausteinen $d \approx 15$ cm bis auf mind. 40,00 m ü. NN zu sichern. Zur Vermeidung von

Erosions- und Ausspülungserscheinungen infolge von Wasseraustritten sollte die kapillarbrechende Schicht durch Geotextillagen (Vlies, GRK 3) geschützt werden. Die Verlegung des Geotextils sollte gemäß der Skizze in der Abbildung 2 ausgeführt werden.





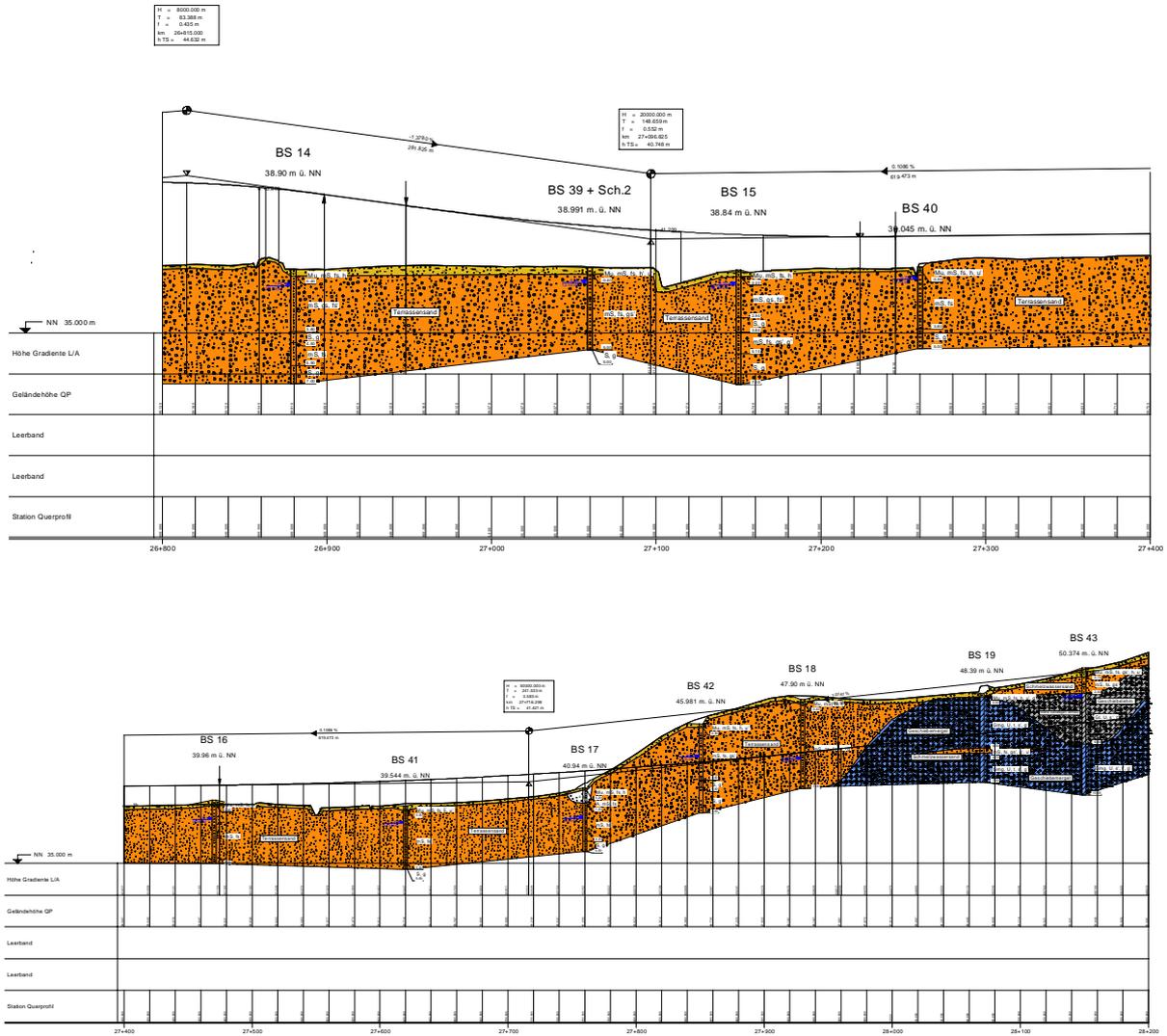


Abb. 3, Baugrundschnitte

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) ergibt sich bei der Frostempfindlichkeitsklasse des Unterbaues (Damm) von F3 und einer Bauklasse I oder II ein frostsicherer Straßenoberbau von 65 cm.

Der frostsichere Gesamtaufbau errechnet sich wie folgt:

Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	65 cm
Frosteinwirkungszone II	+	5 cm
Dammlage	-	5 cm
ungünstige Wasserverhältnisse	+	<u>5 cm</u>
	=	<u>70 cm</u>

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens 70 cm. Auf dem Planum ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

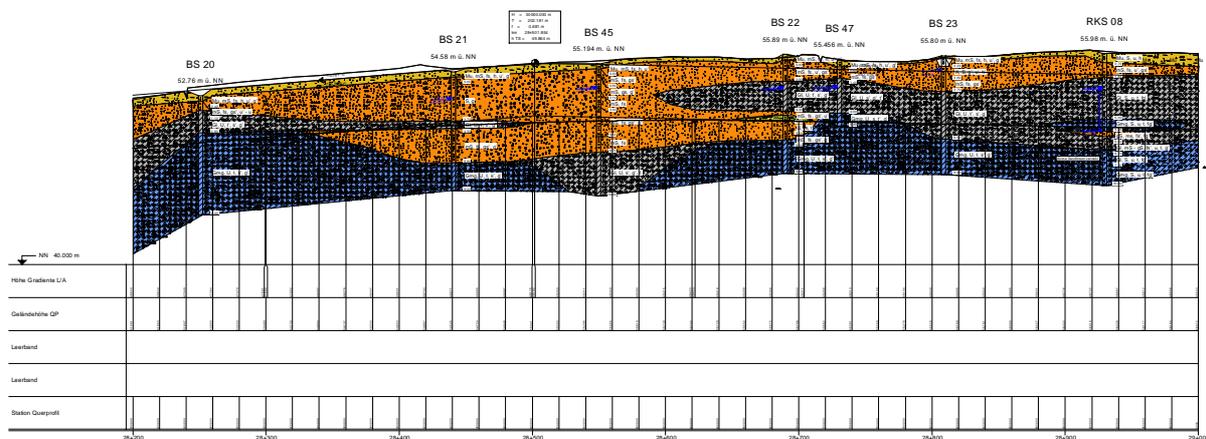
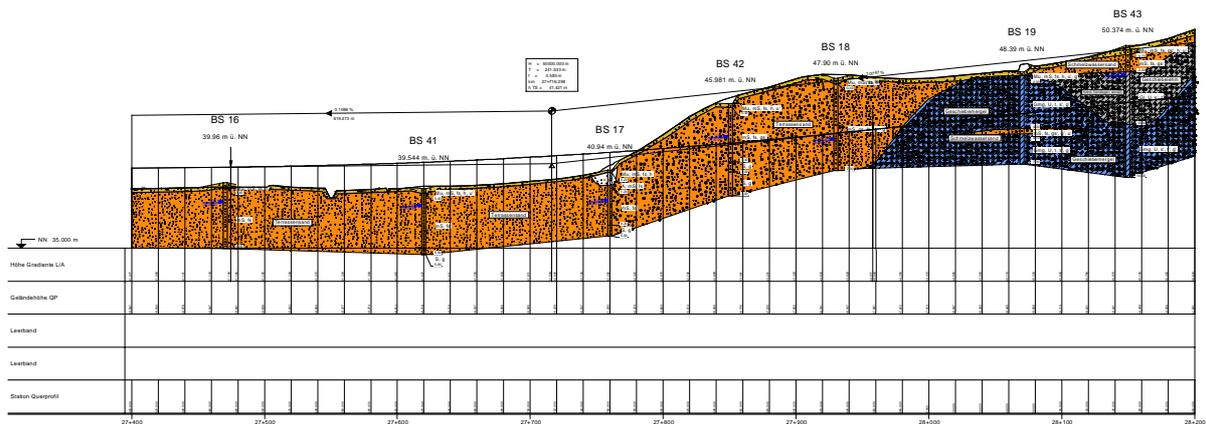
Besteht der Unterbau (Damm) als unmittelbare Unterlage des Oberbaues in ausreichender Dicke aus Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich), so kann die Frostschutzschicht entfallen, wenn diese Böden gleichzeitig die Anforderungen an Frostschutzschichten bezüglich Verdichtungsgrad und Verformungsmodul gem. ZTVT-StB 95, Fass. 98 erfüllen oder wenn diese Böden verfestigt werden (s. RStO 01, Pkt. 3.1.2).

In diesem Teilabschnitt ist eine ausreichend mächtige Deckschicht mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen über dem Grundwasserleiter nicht vorhanden. Nach den Technischen Regeln der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) "Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen" ist somit von ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen auszugehen. Aus diesem Grund sollte lediglich Boden der Baustoffklasse Z0 für die Herstellung der Dämme verwendet werden.

7.2.2. Bau-km 27+750 bis 29+900

In diesem Bereich verläuft die Gradierte im Einschnitt. Die Einschnittstiefe schwankt zwischen einigen Dezimetern und bis zu ca. 7,8 m. Nach den durchgeführten Felduntersuchungen stehen im Planum vorwiegend weicher bis steifer bzw. steifer Geschiebelehm u. -mergel und zum Teil Terrassensande und Schmelzwassersande (s. Abb. 4) an.

Die Terrassensande und Schmelzwassersande wurden zwischen ca. Bau-km 27+750 – 27+925 sowie ca. Bau-km 28+500 – 28+650 auf Planumshöhe angetroffen.



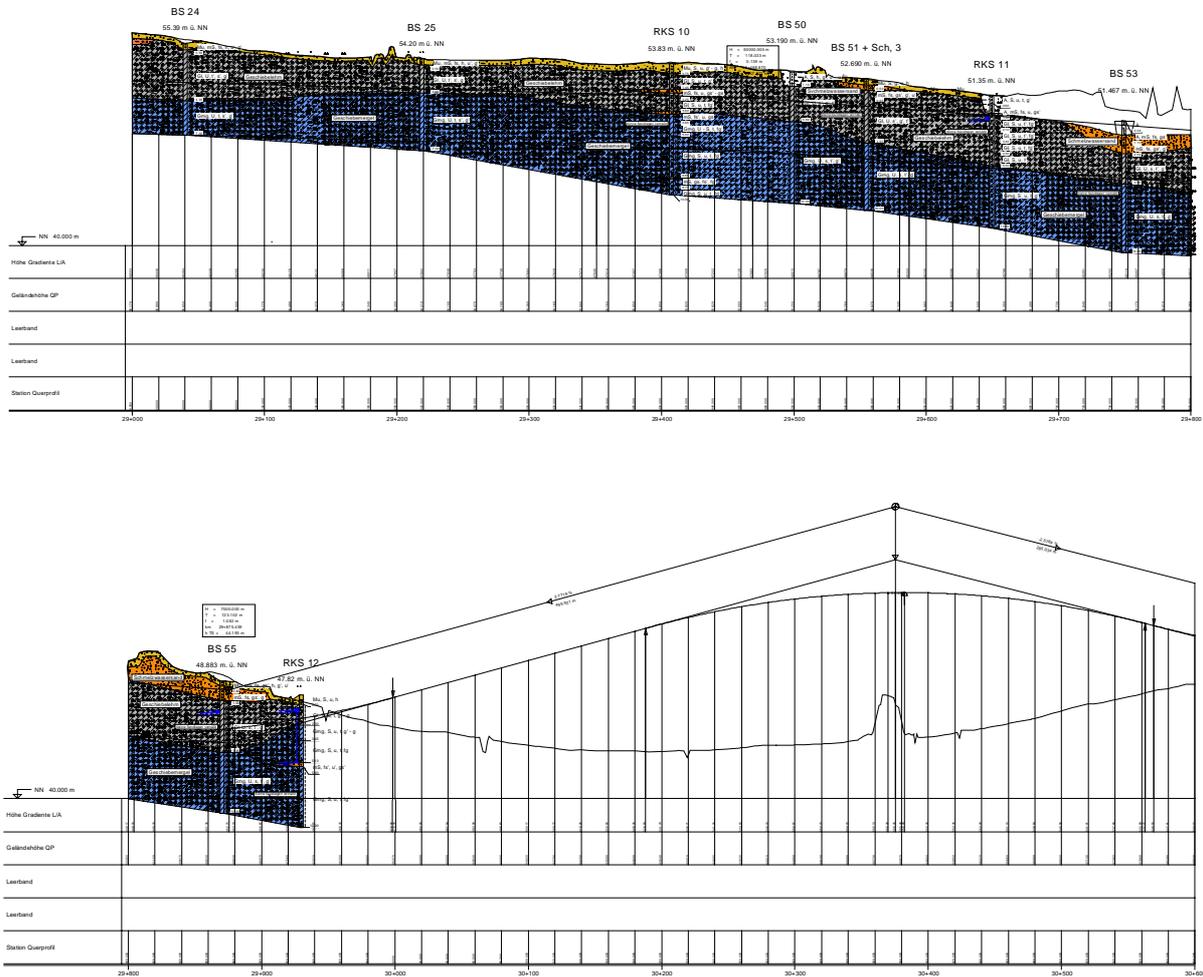


Abb. 4, Baugrundschnitte

Es ist somit für die Dimensionierung des Straßenoberbaues von einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 gem. ZTVE-StB und ungünstigen Grundwasser-
verhältnissen auszugehen.

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) ergibt sich bei der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und einer Bauklasse I u. II ein frostsicherer Straßenoberbau von 65 cm.

Der frostsichere Gesamtaufbau errechnet sich wie folgt:

Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	65 cm
Frosteinwirkungszone II	+	5 cm
ungünstige Wasserverhältnisse	+	5 cm
Lage der Gradiente	+	<u>5 cm</u>
	=	<u>80 cm</u>

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens 80 cm. Auf dem Planum ist ebenfalls ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

Bei dem Untergrund handelt es sich vorwiegend um weichen bis steifen bzw. steifen Geschiebelehm u. –mergel, der als gering tragfähig zu bezeichnen ist. Die auf dem Planum geforderte Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ wird ohne Untergrundverbesserung nicht erreicht. Der Untergrund kann durch einen Teilbodenaustausch oder durch die Zugabe von Bindemitteln verbessert werden.

Die Dicke des Austauschbodens beträgt mind. 40 cm. Die genaue Dicke des Austauschbodens ist während der Erdarbeiten vor Ort anhand von Probefeldern durch Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134 festzulegen.

Alternativ zum Bodenaustausch kann die Tragfähigkeit durch Stabilisierung der oberen 30 – 40 cm des Planums mit hydraulischen Bindemitteln (z.B. hydrophorbierter Zement) verbessert werden. Im vorliegenden Fall ist für die Stabilisierung mit einer Zementmenge von ca. $15 - 20 \text{ kg/m}^2$ zu rechnen. Der genaue Bindemittelgehalt ist durch Eignungsprüfungen zu bestimmen. Weiterhin sind die Schüttflächen mit einem Quergefälle von mind. 6 % zu erstellen.

In den stark aufgeweichten Bereichen ist der relativ hohe Wassergehalt des Bodens zunächst durch Belüften mittels Fräsen, Aufreißen oder durch eine Behandlung mit Feinkalk zu verringern.

Weiterhin ist das Erdplanum mit einem Quergefälle zu erstellen, damit während der Bauarbeiten das Oberflächenwasser schadlos abgeleitet werden kann.

Bezüglich der Geländebruchsicherheit der Einschnittsböschungen verweisen wir auf Pkt. 7.4.

Nach den durchgeführten Felduntersuchungen stehen zwischen ca. Bau-km 27+750 – 27+925 sowie ca. Bau-km 28+500 – 28+650 im Planum Terrassensande und Schmelzwassersande an. Die Sande reichen im Hinblick auf Frostsicherheit und Tragfähigkeit bis in eine ausreichende Tiefe unter Planum. Es handelt sich dabei um nicht frostempfindlichen Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 gemäß ZTVE-StB 94. Der vereinzelt im Planum noch verbleibende Lehm muss restlos ausgekoffert und durch Kiessand ersetzt werden.

Im Hinblick auf die im Einschnittsbereich vorhandenen Untergrundverhältnisse empfehlen wir, den Straßendamm bis Ende dieses Abschnittes aus weitgestuftem nichtbindigem Boden herzustellen. Unter den o.g. Voraussetzungen wird bei der Dimensionierung des Straßenoberbaues von einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ausgegangen. Je nach Bauweise ergibt sich nach den Richtlinien (RStO 01) bei der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ein Straßenoberbau (Bauklasse I) von mind. 30 cm.

Die Mindestdicke des Gesamtoberbaues errechnet sich wie folgt:

Frostempfindlichkeitsklasse	F 1	30 cm	(s. Tafel 1, Zeile 1, RStO 01)
Frosteinwirkungszone II	+	5 cm	
Ungünstige Wasserverhältnisse	+	5 cm	
Lage der Gradienten	+	<u>5 cm</u>	
		<u>= 45 cm</u>	

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues kann in diesen beiden Teilabschnitten bis auf 45 cm reduziert werden. Eine Frostschutzschicht kann entfallen. Falls auf dem Planum der Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nicht erreicht werden kann, ist eine zusätzliche Schicht aus gebrochenem Mineralgemisch (Körnung

0/45 mm) in einer Schichtdicke von mind. 20 cm einzubauen. Die Tragfähigkeit sollte vor Ort geprüft und Bodenverbesserungsmaßnahmen für den Bedarfsfall vorgesehen werden. Aufgrund der vorhandenen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse muss eine Flächendrainage bzw. eine Planumsentwässerungsschicht erstellt werden (s. Pkt. 7.4). Diese Schicht sollte unter einer evtl. zusätzlich erforderlichen Schicht unter dem Regelaufbau eingebaut werden.

Im diesem Teilabschnitt ist mit Grund- und Schichtenwasser zu rechnen. Trotz der zur Trockenhaltung des Einschnittes erforderlichen Entwässerungsmaßnahmen können die Wasserstände bis einige Dezimeter unter gepl. Planum ansteigen. Nach den Technischen Regeln der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) "Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen" ist von ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen auszugehen. Aus diesem Grund sollte lediglich Boden der Baustoffklasse Z0 als Austauschmaterial bzw. für die Herstellung des Straßenoberbaues verwendet werden.

7.2.3. Ein- u. Ausfahrtrampen sowie Verbindungsrampen

Im Zuge dieser Baumaßnahme sind die folgenden Rampen geplant:

Einfahrrampe B214 zur B 3, Bauklasse II

Ausfahrrampe B214 zur B 3, Bauklasse I

Verbindungsrampen AS Lachtehausen, Achse 300 u. 320, Bauklasse II

Verbindungsrampen AS Lachtehausen, Achse 310 u. 330, Bauklasse III

Die o.g. geplanten Rampen verlaufen in einer Dammlage. In den Dammaufstandsflächen der Rampen stehen unter dem Mutterboden Terrassensande und Schmelzwassersande an. Für die Dimensionierung des frostsicheren Straßenaufbaues der Einfahrrampe B214 zur B 3, Ausfahrrampe B214 zur B 3, sowie der Verbindungsrampen AS Lachtehausen, Achse 300 u. 320 gilt das Gleiche wie unter Pkt. 7.2.1.

Wird der Damm der Verbindungsrampen AS Lachtehausen, Achse 310 u. 330 aus nichtbindigem Boden aufgeschüttet, ergibt sich nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) bei einer Frostempfindlichkeitsklasse des Unterbaues von F3 und einer Bauklasse III ein frostsicherer Straßenoberbau von 60 cm. Der frostsichere Gesamtaufbau errechnet sich wie folgt:

Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	60 cm
Frosteinwirkungszone II	+	5 cm
	=	<u>65 cm</u>

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens 65 cm. Auf dem Planum ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

Besteht der Unterbau (Damm) als unmittelbare Unterlage des Oberbaues in ausreichender Dicke aus Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich), so kann die Frostschutzschicht entfallen, wenn diese Böden gleichzeitig die Anforderungen an Frostschutzschichten bezüglich Verdichtungsgrad und Verformungsmodul gem. ZTVT-StB 95, Fass. 98 erfüllen oder wenn diese Böden verfestigt werden (s. RStO 01, Pkt. 3.1.2).

7.3. Dämme

Zwischen Bau-km 23+340 und bis ca. 27+750 verläuft die Gradiente der geplanten B 3 und der Anschlussrampen in einer Dammlage. Die Dammhöhe beträgt zwischen einigen Dezimetern und bis rd. 5,0 m. Lediglich zwischen dem Unterführungsbauwerk B 214 und dem Unterführungsbauwerk der K 74 bzw. zwischen Bau-km 23+452 - 23+785 beträgt die Dammhöhe bis 8,0 m. Die Dämme sollen mit einer Böschungsneigung von 1:1,5 hergestellt werden. Zur Beurteilung der Standsicherheit der Dämme haben wir an einem repräsentativen Querprofil **Voruntersuchungen** hinsichtlich der Standsicherheit durchgeführt.

Die Anlage 9 enthält die Untersuchungsergebnisse für eine Dammlage bei Bau-km 23+600 mit einer Dammhöhe von 8 m, die als ungünstigste (größte) Dammhöhe zu betrachten ist. Der Untersuchung wurden folgende Annahmen und Randbedingungen zugrunde gelegt:

- Dammmaterial besteht aus grobkörnigem Boden;
Reibungswinkel $\varphi' = 36^\circ$; Kohäsion $c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$.
- Böschungsneigung des Dammes beträgt $n = 1:1,5$

Bei den o.g. Randbedingungen wurde eine Geländebruchsicherheit von $\eta = 1,3$ ermittelt (s. Abb. 5). Die gem. DIN 4084 geforderte Sicherheit von $\eta = 1,4$ ist geringfügig unterschritten. In der Regel sollte zur Erhöhung der Geländebruchsicherheit entweder die Dammböschung abgeflacht oder die Scherfestigkeit des Dammes durch z. B. Geotextilbewehrung erhöht werden.

Wir gehen davon aus, dass der anfallende Aushubboden aus dem Einschnittsbereich als Dammschüttmaterial verwendet wird. Dabei handelt es sich vorwiegend um Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, der vor dem Einbau als Dammschüttmaterial durch hydraulische Bindemittel (Zement, Kalk oder Zement-Kalk-Gemisch) stabilisiert wird. Unter dieser Voraussetzung besitzt das Dammschüttmaterial eine relativ hohe Kohäsion und somit eine hohe Scherfestigkeit. In diesem Fall wäre die Stand-sicherheit der Dämme ohne weiteres gegeben und eine Abflachung der Böschung oder die Verlegung von Geotextillagen als Bewehrung nicht erforderlich.

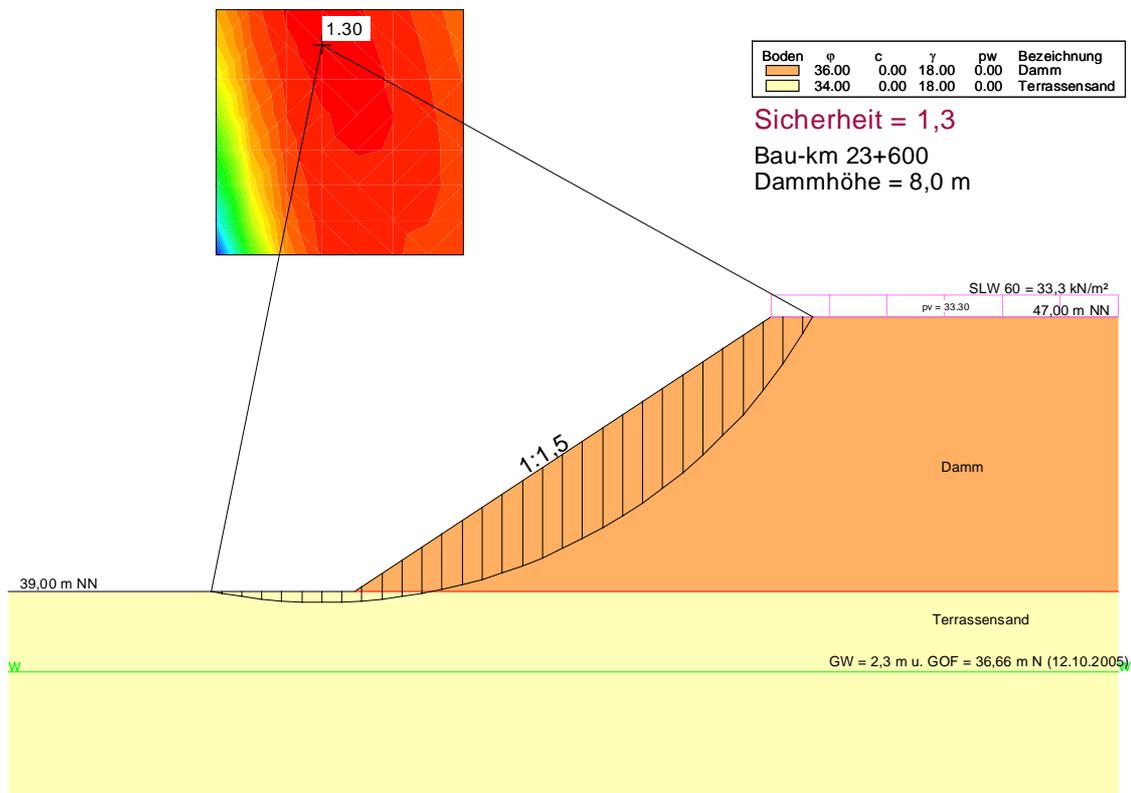


Abb. 5, Standsicherheit des Dammes

7.4. Einschnitte

Ab ca. Bau-km 27+750 liegt die Gradiente im Einschnitt. Die Einschnittsböschung soll mit einer Neigung von 1:1,5 angelegt werden. Die maximale Einschnittstiefe beträgt rd. 7,8 m und befindet sich im Bau-km 29+000. Zur Herstellung des Einschnittes werden Geschiebelehm u. -mergel sowie Schmelzwassersande angeschnitten.

Zwischen Bau-km 28+050 – 28+300 und 28+700 – 29+900 steht Geschiebelehm und -mergel an, der von Schmelzwassersand überdeckt bzw. durchzogen ist. Im Geschiebelehm/ -mergel wurde Stau- und Sickerwasser angetroffen. Die Wasserstände lagen weit über der geplanten Gradiente. Zur Ableitung des Sicker- und

Regenwassers und zur Erhöhung der Standsicherheit der Einschnittsböschung empfehlen wir, die Einschnittsböschung durch Herstellung von Horizontaldräns an der Oberkante Böschung zu sichern. Am Böschungsfuß müssen Sickergräben und Fußdrainagen angelegt werden, die das Regenwasser sowie das austretende Wasser aus der Einschnittsböschung aufnehmen und schadlos ableiten. Weiterhin sollte unter dem Straßenoberbau ein Flächendränage erstellt werden.

Zur Überprüfung der Standsicherheit der Einschnittsböschung haben wir Geländebruchberechnungen an einem repräsentativem Querschnitt bei Bau-km 28+800 durchgeführt. Den Untersuchungen wurden die folgenden Randbedingungen zugrunde gelegt:

-Lastfälle

Lastfall mit Wasseraustritt aus der Einschnittsböschung,

Wasserstand = 54,60 m NN (s. Anlage 10.1)

Böschungsneigung von 1:1,5

Lastfall ohne Wasseraustritt aus der Einschnittsböschung,

Wassersickerlinie schneidet die Böschung nicht (s. Anlage 10.2)

Böschungsneigung 1:1,5

-Bodenkennwerte

Schmelzwassersand $\varphi' = 33^\circ$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$

Geschiebelehm/-mergel $\varphi' = 28^\circ$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$

Die Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, dass bei Austritt von Sickerwasser aus der Einschnittsböschung keine ausreichende Sicherheitsreserve vorhanden ist. Die Geländebruchsicherheit beträgt in diesem Fall $\eta = 0,81$ (s. Abb. 5 bzw. Anlage 10.1).

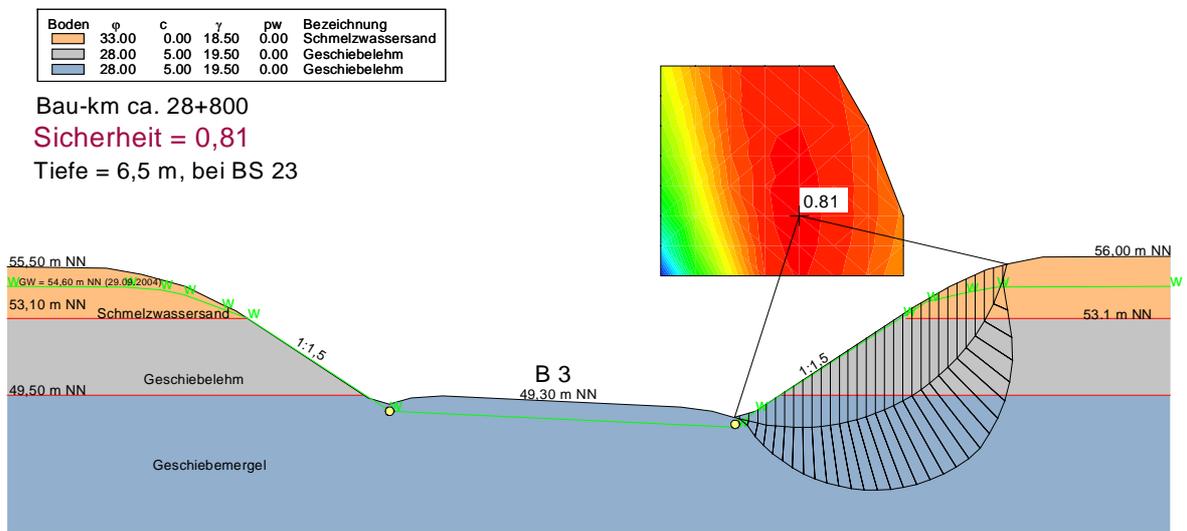


Abb. 6, Geländebruchsicherheit ohne Entwässerungssysteme

Werden im Zuge der Herstellung der Einschnittsböschungen Auflastfilter oder Horizontaldräns vorgesehen, wird das Austreten von Sickerwasser aus der Böschung verhindert. In diesem Fall erhöhte sich die Geländebruchsicherheit bis auf $\eta = 1,51$. Die Einschnittsböschung ist somit als standsicher zu bezeichnen (s. Abb. 7 bzw. Anlage 10.2).

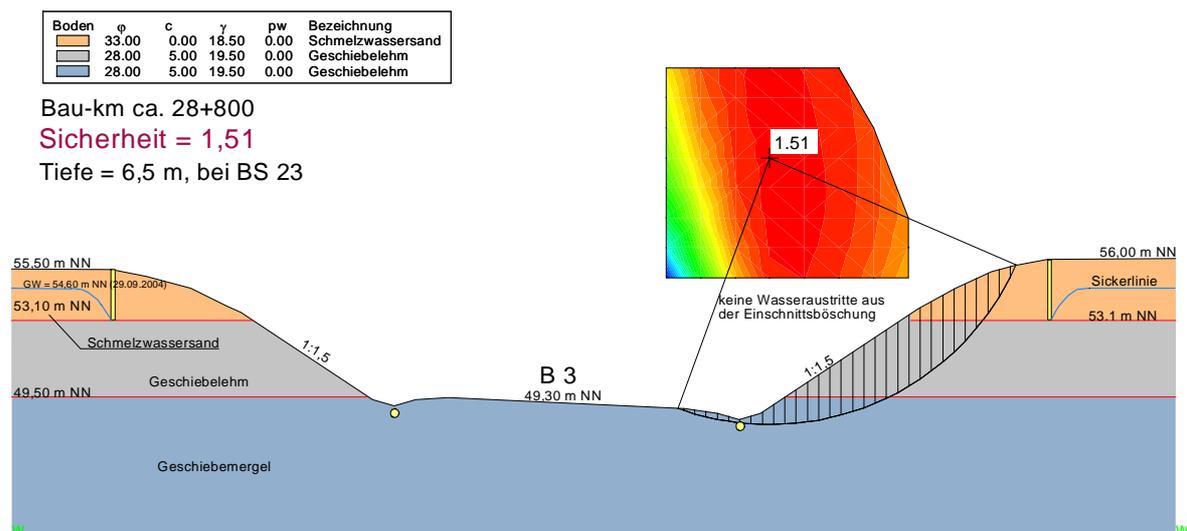


Abb. 7, Geländebruchsicherheit mit Entwässerungssysteme

Gemäß U6 wurde für die Bereiche der Geschiebemergelverbreitung eine mittlere Transmissivität von $3,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ermittelt. Auf Grundlage der ermittelten mittleren Transmissivität und unter Berücksichtigung der Grundwasserneubildung errechnet sich für die Trockenhaltung des in der Geschiebemergelverbreitung liegenden Teilabschnittes ein Zufluss von rd. 13.000 m^3/a . In regenreichen Jahreszeiten kann der ermittelte Zufluss temporär um das 2 bis 3-fache ansteigen. Weitere Einzelheiten diesbezüglich sind der Unterlage U6 zu entnehmen.

Zwischen ca. Bau-km 28+300 – 28+700 wird zur Herstellung des Einschnittes überwiegend gut wasserdurchlässiger Schmelzwassersand angeschnitten, der zum Teil bis ca. 2,5 m unter gepl. Gradiente reicht. Im Schmelzwassersand wurde Grundwasser festgestellt. Die in den Jahren 2004 u. 2005 festgestellten Wasserstände lagen bis 2,5 m über der geplanten Gradientenlinie. Aus diesem Grund sollte eine Tiefenentwässerung (TE) als geschlossene unterirdische Entwässerungsanlage des Einschnittes ausgeführt werden. Die Entwässerungsanlage sollte so angeordnet werden, dass das Austreten von Grund- bzw. Stauwasser aus den Einschnittsböschungen verhindert und das Grundwasser unter dem Planum ausreichend abgesenkt wird (kombinierte Tiefenentwässerung der Einschnittsböschung und des Untergrundes im Bereich des Planums, s. Anlage 11.2 u. Abb. 9). Bei Ausführung der Tiefenentwässerungsanlage vor Beginn der Aushubarbeiten kann diese als Baudränage herangezogen werden. Für diesen Bereich haben wir ebenfalls die Standsicherheit der Einschnittsböschung beim Bau-km 28+550 geprüft. Die Berechnungsergebnisse sind als Anlage 11.1 u. 11.2 beigefügt. Danach besitzt die Einschnittsböschung ohne Tiefenentwässerung keine ausreichende Sicherheit. Die Geländebruchsicherheit lag bei $\eta = 0,57$ (s. Abb. 8).

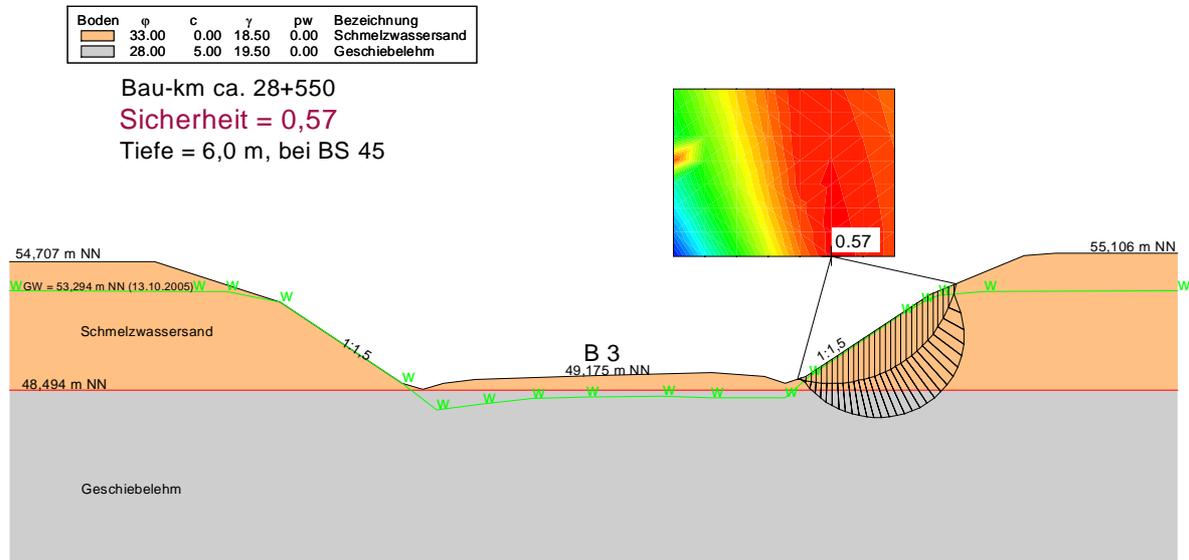


Abb. 8, Geländebruchsicherheit ohne Entwässerungssysteme

Bei Ausführung der Tiefenentwässerungsanlage ist die Einschnittsböschung im Endzustand mit einer Sicherheit von $\eta = 1,37$ aus geotechnischer Sicht als stand-sicher zu betrachten (s. Anlage 11.2 bzw. Abb. 9).

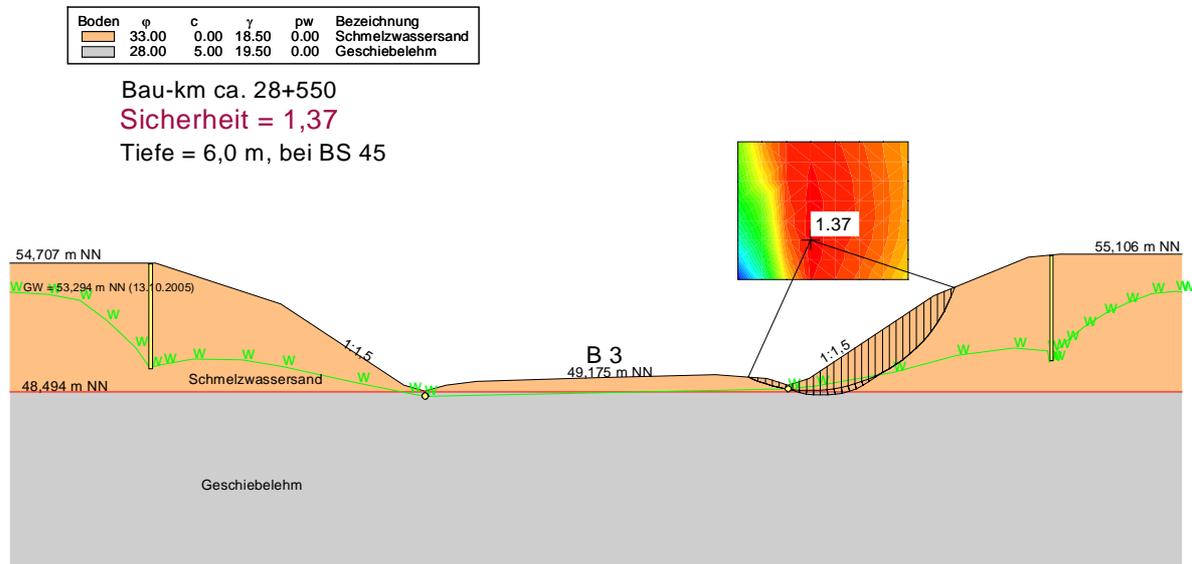


Abb. 9, Geländebruchsicherheit mit Entwässerungssysteme

Auf den Einschnitt zulaufendes Oberflächenwasser ist durch eine Fangmulde an der Oberkante Böschung abzufangen.

Es wird empfohlen, im Zuge der Bauarbeiten bereits die Endböschungen herzustellen und diese mit oben genannten Entwässerungseinrichtungen zu versehen.

Gemäß der Unterlage U6 wurde für die in diesem Bereich anstehenden Sande eine mittlere Transmissivität von $0,002 \text{ m}^2/\text{s}$ ermittelt. Somit ergibt sich zur Trockenhaltung des überwiegend in den Sanden verlaufenden Teilabschnittes km 27+800 bis km 28+560 ein Gesamtzufluss von ca. $45.600 \text{ m}^3/\text{a}$. In regenreichen Jahreszeiten kann der ermittelte Zufluss temporär um das 2 bis 3-fache ansteigen. Weitere Einzelheiten diesbezüglich sind ebenfalls der Unterlage U6 zu entnehmen.

In den Abbildungen 10 und 11 wurden Vorschläge zur Ausführung der Entwässerungssysteme unterbreitet. Wir halten eine Abstimmung der entgeltigen Entwässerungssysteme mit einer Fachfirma für erforderlich.

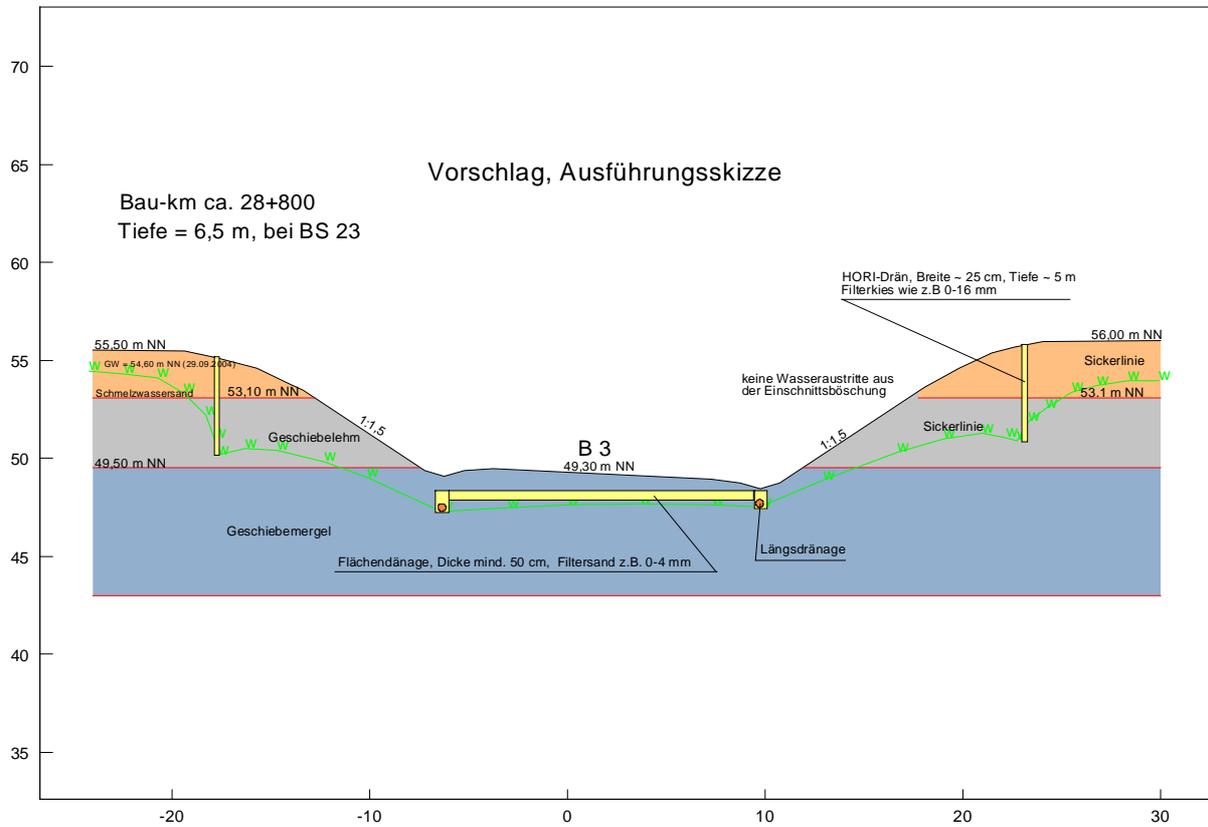


Abb. 10, Vorschlag zur Ausführung des Entwässerungssystems, beim Anschneiden des Lehms

festigkeit des Oberbodens nicht mehr aus und es kommt zu Abrutschungen desselben einschl. der Grasnarbe. In diesem Zusammenhang sollte die Böschung nur eine leichte Überdeckung aus Mutterboden in einer Schichtdicke von max. 10 cm erhalten und umgehend begrünt werden. Alternativ kann die Böschung auch nassbegrünt werden.

Weiterhin ist es angebracht, Mulden an der Einschnittsoberkante entlang der Böschung zur Ableitung von Regenwasser bzw. Oberflächenwasser anzulegen.

7.5. Wiederverwendung der anfallenden Böden aus den Einschnitten

Bei der Herstellung der Einschnittsbereiche fallen unterschiedliche Bodenarten an. In den Einschnittsbereichen zwischen ca. Bau-km 28+050 – 28+300 und Bau-km 28+700 – und bis Ende der Baustrecke stehen unter dem Mutterboden bindige Böden in Form von Geschiebelehm und – mergel an. Die anfallenden bindigen Böden weisen eine weiche bis steife und steife Konsistenz auf. Der natürliche Wassergehalt liegt überwiegend über dem optimalen Wassergehalt. Der aus diesen Bereichen anfallende Boden kann ohne weitere Maßnahmen nicht als Dammschüttmaterial wiederverwendet werden. Um eine bessere Verdichtbarkeit und damit auch Tragfähigkeit zu erreichen, sollten die anfallenden bindigen Böden mit hydraulischen Bindemitteln (Zement, Kalk oder Zement-Kalk-Gemisch) stabilisiert werden. Der Bindemittelgehalt ist durch Eignungsprüfungen zu bestimmen. Das Material ist in dünnen Lagen einzubauen und zu verdichten. Die Schüttflächen sind mit einem Quergefälle von mind. 6 % zu erstellen.

Zwischen ca. Bau-km 28+300 – 28+700 fallen vorwiegend Sande an. Der aus diesen Einschnittsbereichen anfallende Boden kann allgemein als Schüttmaterial für die Straßendämme wiederverwendet werden.

7.6. Erdarbeiten

Im Einschnittsbereich sollte die Durchführung der Erdarbeiten den Witterungsbedingungen angepasst werden. Das Erdplanum ist mit Gefälle herzustellen und das anfallende Tageswasser auf kürzestem Wege schadlos abzuführen. Die Auskofferungsarbeiten auf Höhe des Planums müssen im Andeckverfahren durchgeführt werden. Bei den Erdarbeiten auf Höhe des Planums ist ein Raupenbagger mit Glattschaufel einzusetzen. Der unmittelbar über dem gewachsenen Untergrund eingebaute Austauschboden muss statisch mit leichtem Verdichtungsgerät verdichtet werden. Bei der Wahl der Verdichtungsgeräte ist darauf zu achten, dass die Eindringtiefe der Verdichtungsenergie die Stärke der eingebrachten Austauschschicht nicht überschreitet, da andernfalls der bindige Untergrund aufgeweicht und die ohnehin geringe Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird.

Der Verdichtungsgrad des Dammschüttmaterials muss die Anforderungen der ZTVE-StB 94, Fass. 97 erfüllen.

Um das Abrutschen von frischen und noch lockeren Mutterbodenandeckungen durch abfließendes Oberflächenwasser zu vermeiden, ist vor dem Auftragen des Oberbodens auf die Böschungen die Oberfläche der unteren Schicht aufzurauen. Da die Gefahr des Abrutschens von frisch eingebauten Mutterböden mit der Zunahme der Dicke der eingebauten Schicht steigt, sollte die Einbaudicke von 10 cm nicht überschritten werden. Eine Begrünung der Böschungen sollte umgehend durchgeführt werden. Dieses kann alternativ durch eine Nassbegrünung erfolgen. Für die Oberbodenarbeiten sind die einschlägigen Richtlinien und Bestimmungen zu beachten.

7 Weitere Untersuchungen

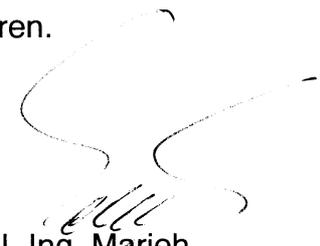
Die für die verschiedenen Verfahren der Baugrundverbesserung gemachten Angaben sind Erfahrungswerte, die zu Beginn der Arbeiten durch **Versuchsfelder** bzw. **Eignungsprüfungen** zu optimieren sind. Sowohl für die Versuchsfelder als auch für die Kontrolle der Erdarbeiten sind weitere Untersuchungen vorzusehen. Art und Umfang der Kontrollen sollten mit unserem Büro abgestimmt werden.

Es wird empfohlen, während der Erdarbeiten eine ständige baubegleitende Kontrolle (geotechnische Baubegleitung) vorzusehen.

Die Verdichtungsarbeiten sind gem. ZTVE-StB zu überwachen und zu kontrollieren. Das Planum ist fachkundig abzunehmen.

Für die Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung der Kunstbauwerke sind die entsprechenden Untersuchungen gemäß HOAI § 91 und 92 durchzuführen.

Hierfür steht Ihnen unser Büro gerne zur Verfügung.



Dipl.-Ing. Marjeh