

Geotechnisches Gutachten

Beseitigung Bahnübergang Lanzenhofen

Projekt Nr.	A 1508006
Bauvorhaben	Beseitigung Bahnübergang Lanzenhofen Baugrunderkundung Trasse und Gründung Brückenbauwerk über die DB Strecke Lindau - Memmingen
Auftraggeber	Stadtverwaltung Leutkirch Tiefbau Marktstraße 26 88299 Leutkirch im Allgäu
Planung	Pirker und Pfeiffer Büro Überlingen Goldbach 3 88662 Überlingen
Datum	16.11.2015
Bearbeitung	Dipl.-Geol. K. Merk

- Inhalt:
1. Vorgang
 2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung
 3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte, Erdbebenklassifizierung
 4. Grund- und Schichtwasserverhältnisse, Versickerung von Oberflächenwasser nach DWA-A138
 5. Straßengründung und baubegleitende Maßnahmen
 6. Gründung der Brücke über die DB Strecke Lindau - Memmingen
- Anlagen:
- 1.1-2 Lagepläne der Trassenführung mit Stationierungen und Lage der Baugrundaufschlüsse, M 1:500
 - 2.1-2 Geotechnische Profile Trasse, M.d.H. 1:100, M.d.L. unmaßstäblich
 - 2.3 Geotechnische Profile Brückenbauwerk, M 1:100
 - 3.1 Fundamentdiagramm (EC7) Einzelfundament Widerlager und Pfeiler Nord
 - 3.2 Fundamentdiagramm (EC7) Einzelfundament Widerlager und Pfeiler Süd
 - 4.1-2 Pegelausbauzeichnungen BK1/15 und BK2/15
 - 5.1-2 Fotodokumentation Bohrkern BKP1 und BKP2
- Unterlagen:
- [1] Pirker und Pfeiffer, Büro Überlingen, Goldbach 3, 88662 Überlingen
Bahnübergangsbeseitigung Lanzenhofen
 - [1.1] Vorplanung (Variante 2) Lageplan 6.1, M 1:500, Planstand 01.2012
 - [1.2] Vorplanung (Variante 2) Lageplan 6.2, M 1:500, Planstand 01.2012
 - [1.3] Vorplanung (Variante 2) Übersichtshöhenplan, M 1:1.000 / 100
Planstand 01.2012
 - [1.4] Vermessungsplan mit Höhenlinien und Lage der Untersuchungspunkte 2015, M 1:1.000, Planstand 11.2015
 - [1.5] Ansichten, Draufsichten und Schnitte Brückenbauwerk DB Linie Lindau - Memmingen, M 1:100, Planstand 01.2012

1. Vorgang

Die Stadt Leutkirch im Allgäu plant die Beseitigung des Bahnüberganges in Lanzenhofen. Im Zuge der geplanten Beseitigung soll der bestehende Anschluss der Gemeindeverbindungsstraße Lanzenhofen - Willerazhofen sowie Lanzenhofen - Unger an die Kreisstraße K7910 verlegt werden. Es ist eine parallele Trasse nördlich der DB Strecke Lindau - Memmingen geplant. Die neue Trassenlänge nördlich der DB Strecke beträgt rd. 780 m. Die Querung der DB Strecke erfolgt über ein neues Brückenbauwerk.

Die Ingenieurgesellschaft fm geotechnik wurde von der Stadt Leutkirch beauftragt, eine Baugrunderkundung im Trassenbereich sowie am Standort der geplanten Brücke durchzuführen und ein Gründungsgutachten zu allen Bauteilen zu erstellen

Am 03.09.2015 wurden im Bereich der geplanten Brückenwiderlager insgesamt zwei tiefe Bohrungen (BKP1/15, BKP2/15, DN 180 mm) abgeteuft, die mit 2“ Grundwassermessstellen ausgebaut wurden. Zusätzlich wurden direkt neben den Bohrungen zwei schwere Rammsondierungen (DPH1/15 und DH2/15) zur Ermittlung der Lagerungszustände der Böden ausgeführt.

Entlang der Trasse wurden am 27.08.2015 insgesamt acht Rammkernsondierungen (RKS1/15 bis RKS8/15, DN80 / DN60) zur Ermittlung der Baugrundsichtung abgeteuft. Die Sondierungen wurden beim Antreffen von Schicht- oder Grundwasser mit 1“ Messstellen ausgebaut. Am 15.09.2015 wurde in diesen Messstellen eine Stichtagsmessung durchgeführt.

Die mit den Bohrungen und Rammkernsondierungen aufgeschlossenen Bodenschichten wurden vor Ort nach der DIN 4022 ingenieurgeologisch angesprochen. Die Lage der Aufschlüsse und die Vermessung der Ansatzhöhen der jeweiligen Geländeoberflächen wurden vom Büro Pirker und Pfeiffer am 06.11.2015 vorgelegt. Die Lage der Aufschlüsse ist in den Lageplänen der Anlagen 1.1 und 1.2 sowie im Vermessungsplan der Unterlage [1.4] eingetragen. Die Höhen der Ansatzpunkte sowie die detaillierte, nach DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196 und DIN 18300 klassifizierte Bodenaufnahme der Aufschlüsse, sind bei den geologischen Profilen der Anlagen 2.1 bis 2.3 aufgeführt.

2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung, Erdbebenklassifizierung

2.1 Geomorphologische Situation

Die geplante Trasse beginnt in Lanzenhofen (Bau-km 0+000), im Straßenanschluss an die Gemeindeverbindungsstraße nach Willerazhofen. Die Trasse folgt dann der DB Strecke nach Ostnordost in Richtung des Ortsteiles Unger, wo sie bei Bau-km 0+780 in die Gemeindeverbindungsstraße Unger - Heggelbach einmündet. Die rd. 780 m lange, neue Trasse liegt aus morphologischer Sicht im Bereich einer glazialen Hügellandschaft, die am Ende der letzten Eiszeit vom Rheinvorlandgletscher geformt wurde. Die kleinräumigen Hügelstrukturen wechseln sich im Trassenverlauf mit z. T. vermoorten Geländesenken ab. Im Bereich Bau-km 0+130 bis 0+220 grenzt die Trasse an den Ellerazhofer Weiher an, der einen glazialen Toteissee darstellt.

Geologisch besteht der tiefere Untergrund aus den tertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM), die mit den Aufschlüssen nicht erreicht wurde. Darüber lagern eiszeitliche Grundmoränensedimente, Beckenablagerungen und Moränenkiese, die in den Aufschlüssen in Wechsellagerung vorkommen. Im Bereich der Hügel verwitterten die glazialen Böden durch chemische und physikalische Prozesse oberflächennah. Es bildete sich hier eine typisch braun bis rostbraun gefärbte Deckschicht (Verwitterungsdecke) aus. Im Bereich der Geländesenken und im Einzugsgebiet des Ellerazhofer Weihers kam es in jüngster geologischer Zeit zu Moorbildungen (Staunässeazonen und Verladungsprozesse), die durch Torflagen nachgewiesen wurden.

Schließlich setzte die Bodenbildung ein. Im Bereich von Fahrwegen und Straßen wird die natürliche Schichtenfolge von Auffüllungen (Unterbau, Geländeausgleich) überlagert. An-

hand der ausgeführten Aufschlüsse kann für den Untersuchungsbereich folgende generelle Schichtenfolge abgeleitet werden:

Auffüllungen (lokal)	(rezent)
Moorbildungen	
<i>Torf</i>	<i>(Quartär, Holozän)</i>
Glaziale / postglaziale Bildungen	
<i>Verwitterungsdecke</i>	<i>(Quartär, Pleistozän - Holozän)</i>
<i>Grundmoräne</i>	<i>(Quartär, Pleistozän)</i>
<i>Moränenkiese</i>	<i>(Quartär, Pleistozän)</i>
<i>Beckenablagerungen</i>	<i>(Quartär, Pleistozän).</i>

Mit den Aufschlüssen wurden folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt:

Tabelle 1A: Schichtglieder / Schichttiefen **Trassenverlauf RKS1 bis RKS4**
 (bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe GOK (gerundet)	RKS1/15 Ansatzhöhe GOK 672.36 mNN	RKS2/15 Ansatzhöhe GOK 670.71 mNN	RKS3/15 Ansatzhöhe GOK 669.39 mNN	RKS4/15 Ansatzhöhe GOK 671.18 mNN
Asphalt	0,00 - 0,13	-	-	-
Auffüllungen	0,13 - 0,40	0,00 - 0,50	-	-
nat. Mutterboden	-	-	-	0,00 - 0,25
Torf	-	-	0,00 - 1,60	-
Grundmoräne	0,40 - 0,80*	0,50 - 4,00*	1,60 - 2,20	0,25 - 2,30
Moränenkies	-	-	2,20 - 4,00*	2,30 - 4,00

* Endtiefe.

Tabelle 1B: Schichtglieder / Schichttiefen **Trassenverlauf RKS5 bis RKS8**
 (bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe GOK (gerundet)	RKS5/15 Ansatzhöhe GOK 674.77 mNN	RKS6/15 Ansatzhöhe GOK 680.35 mNN	RKS7/15 Ansatzhöhe GOK 677.47 mNN	RKS8/15 Ansatzhöhe GOK 678.39 mNN
Auffüllungen	0,00 - 1,00	-	0,00 - 0,90	0,00 - 0,08
Auffüllungen	0,00 - 1,00	-	0,00 - 0,90	0,08 - 0,65
nat. Mutterboden	-	0,00 - 0,20	-	-
Torf	1,00 - 1,40	-	0,90 - 1,20	-
Verwitterungsdecke		0,20 - 1,80	-	-
Grundmoräne	1,40 - 2,50	1,80 - 4,00	1,20 - 4,00*	-
Beckenablagerungen	2,50 - 4,00*	-	-	0,65 - 0,80*

* Endtiefe.

Tabelle 1C: Schichtglieder / Schichttiefen **Brückenneubau, WL Nord und WL Süd**
 (bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe GOK (gerundet)	BKP1/15 Ansatzhöhe GOK 676.26 mNN	DPH1/15 Ansatzhöhe GOK 676.26 mNN	BKP2/15 Ansatzhöhe GOK 683.43 mNN	DPH2/15 Ansatzhöhe GOK 683.43 mNN
nat. Mutterboden	0,00 - 0,30	0,00 - 0,30	0,00 - 0,40	0,00 - 0,20
Verwitterungsdecke	-	-	0,40 - 2,30	0,20 - 2,60
Moränenkies	0,30 - 10,0*	0,30 - 10,0*	2,30 - 3,70	2,60 - 3,60
Grundmoräne	-	-	3,70 - 14,0*	3,60 - 10,0*

* Endtiefe.

2.2 Erdklassifizierung

Leutkirch im Allgäu (PLZ: 88299) in Baden-Württemberg gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse S.

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Auffüllungen (RKS1/15 und RKS8/15)

Mit den Sondierungen RKS1/15 und RKS8/15 wurde der bestehende Straßenaufbau der Gemeindeverbindungsstraßen nach Willerazhofen (RKS1) und nach Heggelbach (RKS8) festgestellt.

Die Asphaltdecken sind 8 cm (RKS8) und 13 cm (RKS1) dick. Darunter folgen in beiden Sondierungen schwach schluffige, sandige bis stark sandige, schwach steinige Fein- bis Grobkiese der Kiestragschicht. Die Kiese sind der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen. Mit Schichtdicken von 27 cm (RKS1) und 57 cm liegt kein einheitlicher Kiesaufbau nach der RStO vor.

Auffüllungen (RKS2/15, RKS5/15 und RKS7/15)

Mit der Rammkernsondierung RKS2 wurde eine Kieslage eines unbefestigten Feldweges aufgeschlossen, der aus einem schluffigen, sandigen und schwach steinigem Fein- bis Grobkies besteht. Die kiesigen Auffüllungen sind in Bezug auf die Straßengründung als gering tragfähig einzustufen, da sie nicht homogen verdichtet sind und vermutlich in ihrer Schichtstärke schwanken.

Bei den Rammkernsondierungen RKS5 und RKS7 wurden Torflagen im Rahmen einer Geländeangleichung durch Lehmböden und einem Mutterboden überdeckt. Die bautechnisch relevanten Lehmböden bestehen aus gering bis schwach tonigen, sandigen bis stark sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen Schluffen, in denen vereinzelt Steine vorkommen. Die Konsistenz der bindigen Böden liegt im weichen, lagenweise im weichen bis steifen Bereich. Auch die lehmigen Auffüllungen sind als gering tragfähig einzustufen.

Natürlicher Mutterboden

Der im Untersuchungsgebiet anstehende, natürliche Mutterboden setzt sich aus einem sandigen, schwach tonigen und humosen Schluff zusammen, dessen Konsistenz als weich zu bezeichnen ist. Der Oberboden wird bei Baubeginn abgeschoben und kann im Zuge der Baumaßnahme an Böschungen etc. wieder aufgetragen werden.

Torf (RKS3/15, RKS5/15, RKS7/15)

Die Moorbildungen bestehen aus schwarzgraubraun gefärbten, zersetzten bis stark zersetzten, stark humosen Torfen, die schwach faserig erscheinen. In den Torflagen sind lokal Pflanzenrelikte bis hin zu Baumresten zu erwarten. Die Moorbildungen weisen eine sehr weiche bis weiche, lagenweise breiige Konsistenz auf und sind dementsprechend nur sehr gering tragfähig. Die organischen Anteile zersetzen sich zudem fortlaufend.

Verwitterungsdecke (RKS6/15 und BKP2/15)

Die typisch braun bis rostbraun gefärbten Verwitterungsböden setzen sich aus gering tonigen, sandigen bis stark sandigen, schwach kiesigen Schluffen und aus sandigen, stark schluffigen Kiesen zusammen. Die bindige Matrix ist der manuellen Ansprache zufolge als weich bis steif einzustufen. Die Tragfähigkeit der Verwitterungsböden ist als mäßig zu bezeichnen. Durch den Kontakt mit Oberflächen- oder Schichtwasser weichen die lehmigen Anteile schnell auf und verlieren zusätzlich an Konsistenz und Tragfähigkeit.

Moränenkies

Die grobkörnigen Böden setzen sich aus sandigen bis stark sandigen, schwach steinigen bis steinigen Fein- bis Grobkiesen zusammen, deren Feinkornanteil zwischen gering schluffig und schluffig variiert. Erfahrungsgemäß ist in den Kiesen mit größeren Blöcken zu rechnen. Der Lagerungszustand des Kiesel ist überwiegend als mitteldicht zu bezeichnen. Die Kiese sind als tragfähig einzustufen.

Grundmoräne

Die glazialen Böden setzen sich den Aufschlüssen zufolge aus schwach sandigen, gering bis schwach tonigen, schwach kiesigen bis kiesigen Schluffen zusammen, in denen auch Steine und Blöcke eingelagert sind.

Im oberen Schichtbereich, d. h. im Einzugsgebiet des Ellerazhofer Weihers und dessen Sickerwasser zeigen, die glazialen Ablagerungen eine weiche Konsistenz, die zur Tiefe hin in weich bis steif übergeht. Hier kam es durch einsickerndes Wasser zu einer Aufweichung der bindigen Matrix („aufgeweichte Grundmoräne“). Mit zunehmender Tiefe geht die weiche bis steife Konsistenz in eine mindestens steife, dann halbfeste und feste Konsistenz über. Dementsprechend steigen die Werte der Rammsondierung DPH2/15 auf Schlagzahlen zwischen $N_{10} = 10$ und $N_{10} \geq 30$ an.

Die aufgeweichten Grundmoränenablagerungen sind als gering bis mäßig tragfähig einzustufen. Die steife Grundmoräne ist als mäßig und die halbfesten bis festen Böden als gut tragfähig zu bezeichnen.

Beckenablagerungen (RKS5/15, RKS8/15)

Mit der Rammkernsondierungen RKS5 und RKS8 wurden grobkornfreie, d. h. schwach schluffige bis schluffige Fein- bis Mittelsande aufgeschlossen. Der Lagerungszustand der Sande ist als locker bis mitteldicht einzustufen. Die bindige Matrix zeigte eine weiche Konsistenz. Die Beckenablagerungen sind gering bis mäßig tragfähig zu bezeichnen.

3.2 Bodenkennwerte

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende charakteristische Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	Wichte $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Reibungswinkel $\Phi' \text{ [}^\circ\text{]}$	Kohäsion $c' \text{ [kN/m}^2\text{]}$	Steifzahl $E_s \text{ [MN/m}^2\text{]}$
Auffüllungen (Kies)	20/10 - 21/11	32,5 - 35	0	[keine Angabe]
Auffüllungen (Schluff)	17/7 - 18/8	22,5 - 25	1	[keine Angabe]
Torf	14/4 - 15/5	20 - 22,5	0 - 0,5	0,5 - 1
Verwitterungsdecke (Schluff, Kies)	18/8 - 20/10	25 - 32,5	0	6 - 10
Grundmoräne (Schluff)	18/8 - 19/9	27,5 - 30	0	20 - 50
Moränenkies	20/10 - 21/11	32,5 - 35	0	40 - 50
Beckenablagerungen (Sand)	18/8 - 19/9	30	0	6 - 8

Die im Untersuchungsbereich durchteuften Böden sind wie folgt zu klassifizieren:

Tabelle 3: Erdbautechnische Klassifizierung der Böden

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Bodengruppe DIN 18301	Bodenklasse DIN 18300	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09
Auffüllungen (Kies)	(GW,GU,GU*)	BN1,BN2,BB2 BS1,BS3	3,4,5	saGr,sasiGr,Co	F1-F3
Auffüllungen (Schluff)	(UL,UM)	BB2,BS1	4	saSi,sagrSi	F3
Torf	HZ,HN	BO1,BO2	4,[2]	[saSi]	F3
Verwitterungsdecke (Schluff, Kies)	UL;GU,GU*,X	BB2,BN1,BN2 BS1,BS3	4,[2]	saSi,sagrSi, saGr,sasiGr,Co	F3,F2
Grundmoräne (Schluff)	SU,SW,SU*	BN1,BN2, BS1,BS3, Co,Bo	3,4,5,[6,7]*	saSi,sagrSi, Co,Bo	F3
Moränenkies	GW,GU,GU*,X	BN1,BN2, BS1,[BS3]	3,4,5,[6]*	saGr,sasiGr, Co,Bo	F1-F3
Beckenablagerungen (Sand)	SU*,SU	BN2	3,4	siSa	F2,F3

*) je nach Steinanteil und Blockgröße

4. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Versickerung nach DWA - A138

4.1 Schicht- und Grundwasserverhältnisse

Während den Aufschlussarbeiten wurde mit einzelnen Aufschlüssen Schicht- und Grundwasser festgestellt. Die Wasserspiegelmessungen lassen sich zusammenfassend wie folgt darstellen:

Tabelle 4: Wasserstände in den Aufschlüssen (SW = Schichtwasser, GW = Grundwasser)

Aufschluss	Wasser angetroffen 27.08 / 03.09.2015		Wasser Untersuchungsende 27.08 / 03.09.2015		Stichtagsmessung 15.09.2015
	m u. Gel.	mNN	m u. / ü. Gel.	mNN	m u. GOK / mNN
RKS1/15	Kein Wasser	-	-	-	-
RKS2/15 (SW)	-	-	2,50	668.21	-
RKS3/15 (GW)	2,20	667.19	1,60	667.79	0,29 / 669.10
RKS4/15 (GW)	2,30	668.87	2,10	669.07	1,57 / 669.60
RKS5/15 (SW)	2,50	672.27	-	-	1,50 / 673.27
RKS6/15	Kein Wasser	-	-	-	-
RKS7/15	Kein Wasser	-	-	-	-
RKS8/15	Kein Wasser	-	-	-	-
BKP1/15 (GW)	3,50	672.76	3,50	672.76	3,42 / 672.84
BKP2/15	Kein Wasser	-	-	-	-

Das Grundwasser kommt im Untersuchungsgebiet in Rinnensystemen vor, die mit den oben beschriebenen Moränenkiesen gefüllt sind. Lokal sind auch die feinkornarmen Sande der Beckenablagerungen (RKS5/15) wassererfüllt.

Das Grundwasser liegt im Bereich der Aufschlüsse RKS3 und RKS4 (Areal Ellerazhofer Weiher) im gespannten Zustand vor (vgl. Tab 4). In der Sondierung RKS3/15 lag der entspannte Druckwasserspiegel am 15.09.2015 29 cm unter der Geländeoberkante. Mit der Bohrung BKP1/15 konnte ein freies Grundwasser festgestellt werden.

Nach längeren Niederschlagsereignissen können die (Druck-) Wasserspiegel erfahrungsgemäß noch ansteigen. Detaillierte Angaben zu höchsten Grundwasserständen liegen dem Verfasser nicht vor.

Anmerkung:

Es wird empfohlen, zur weiteren Dokumentation des Grundwassers im Bereich der Trasse weitere Stichtagsmessungen in den 1" und 2" Grundwassermessstellen durchzuführen. In der Messstelle BKP1/15 ist ein Datenlogger einzubauen, der eine permanente Aufzeichnung der Grundwasserschwankung im Bereich des geplanten Widerlagers ermöglicht. So können exakte Grundwasserdaten vor Baubeginn ermittelt werden.

Die Grundmoränensedimente bilden die wasserstauenden Lagen. Die Fließrichtung des Grundwassers ist zum Ellerazhofer Weiher nach Norden hin gerichtet.

Die Torflagen sind wassergesättigt. In den Grundmoränenablagerungen ist mit weiteren Schichtwasservorkommen zu rechnen, die an diffuse Adern- und Rinnensysteme gebunden sein können.

4.2 Versickerung nach DWA - A138, Randbedingungen

Angaben zu Versickerungseinrichtungen liegen momentan nicht vor.

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden. Nach dem Arbeitsblatt DWA - A138 sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-03}$ m/s und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-06}$ m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine ausschließliche Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen z. B. über Retentionsbecken oder Sickeranlagen mit Notüberlauf abzuleiten sind.

Lediglich die grundwasserfreien Moränenkiese (BKP1 und BKP2) sind zur Versickerung von Oberflächenwasser geeignet.

Die Grundmoränenablagerungen sowie die Beckensedimente sind nicht zur Versickerung geeignet.

Anmerkung:

Es wird empfohlen, Standorte möglicher Versickerungsanlagen in einer weiteren Erkundungsphase zu untersuchen und Insitu - Sickerversuche auszuführen.

Nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von Wasserschutzgebietszonen I und II ausgeführt werden. Das Untersuchungsgebiet liegt nach bisherigen Kenntnissen in keiner dieser Wasserschutzszonen.

Nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 dürfen ferner keine Versickerungen im Bereich von belasteten Auffüllungen ausgeführt werden. Mit den Aufschlüssen wurden keine anthropogenen Auffüllungen festgestellt, die auf eine Altlastenverdachtsfläche hinweisen. Sollten bei der Errichtung der Sickeranlagen dennoch Auffüllungshorizonte aufgeschlossen werden, die

altlastenrelevant erscheinen, so sind diese zu begutachten, ggf. einzugrenzen, zu untersuchen und fachgerecht zu entsorgen.

5. Straßengründung und baubegleitende Maßnahmen

Nach den vorliegenden Planunterlagen [1], liegt die neue Straßentrasse auf der Nordseite der Bahnlinie Lindau - Memmingen (vgl. Anlagen 1.1 und 1.2).

Die geplante Trasse beginnt in Lanzenhofen (Bau-km 0+000), im Straßenanschluss an die Gemeindeverbindungsstraße nach Willerazhofen. Die Trasse folgt dann der DB Strecke nach Ostnordost in Richtung des Ortsteiles Unger, wo sie bei Bau-km 0+780 in die Gemeindeverbindungsstraße Unger - Heggelbach einmündet. Im Bereich Bau-km 0+130 bis 0+220 grenzt die Trasse an den Ellerazhofer Weiher an, der einen glazialen Toteissee darstellt.

Beim Bau-km 0+406 wird eine Bahnquerung mittels einer Brücke durchgeführt. Die Brücke verbindet die neue Gemeindeverbindungsstraße mit der Kreisstraße K7910 (vgl. Lageplan Anlage 1.2).

Aus bautechnischer und baugrundtechnischer Sicht ist die geplante Trasse, entsprechend der in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellten Geologie, in folgenden Abschnitte einzuteilen (ca. - Angaben):

- | | |
|------------------------------------|---|
| Abschnitt 1: Bau-km 0+000 - 0+110: | Bereich RKS1/15 und RKS2
Hier liegt die Gradiente in leichter Dammlage (max. Dammhöhe ca. 0,6 m).
Im Gründungsbereich liegen aufgeweichte Grundmoränenablagerungen vor. |
| Abschnitt 2: Bau-km 0+110 - 0+190: | Bereich RKS3
Hier liegt die Gradiente in leichter Dammlage (max. Dammhöhe ca. 0,4 m).
Im Gründungsbereich liegen Torfe über aufgeweichten Grundmoränensedimenten vor.
Grundwasser steht druckentspannt nur wenige Dezimeter unter GOK an. |
| Abschnitt 3: Bau-km 0+190 - 0+265: | Bereich RKS4
Hier liegt die Gradiente in leichter Dammlage (max. Dammhöhe ca. 0,7 m) und ein Bacheinschnitt wird gequert (Einschnitttiefe rd. 2,5 m).
Im Gründungsbereich stehen z. T. aufgeweichte Grundmoränensedimente und Moränenkiese an. Grundwasser wurde druckentspannt in einer Tiefe von 1,57 m u. GOK gemessen. |

Abschnitt 4: Bau-km 0+265 - 0+297:

Bereich **RKS4**

Hier liegt die Gradiente in einem leichten **Einschnitt** (max. Einschnitt ca. 0,3 m). Im Gründungsbereich stehen **z. T. aufgeweichte Grundmoränensedimente und Moränenkiese** an. Grundwasser wurde druckentspannt in einer Tiefe von 1,57 m u. GOK gemessen.

Abschnitt 5: Bau-km 0+297 - 0+475:

Bereich **BKP1 / DPH1**

Hier liegt die Gradiente in einer **Dammlage** (max. Dammhöhe ca. 5,5 m). Im Gründungsbereich stehen **Grundmoränensedimente und Moränenkiese** an. Grundwasser wurde in einer Tiefe von 3,42 m u. GOK gemessen.

Abschnitt 6: Bau-km 0+475- 0+500:

Bereich **BKP1 / DPH1**

Hier liegt die Gradiente in einem **Einschnitt** (max. Einschnitt ca. 1,0 m). Im Gründungsbereich stehen **Grundmoränensedimente und Moränenkiese** an. Grundwasser wurde in einer Tiefe von 3,42 m u. GOK gemessen.

Abschnitt 7: Bau-km 0+500 - 0+572:

Bereich **RKS5/15**

Hier liegt die Gradiente in **Dammlage**. Es wird eine Geländesenke gequert (max. Dammhöhe ca. 2,0 m). Im Gründungsbereich liegen **Torfe über aufgeweichten Grundmoränensedimenten und Beckenablagerungen** vor. Grundwasser steht druckentspannt bei rd. 1,5 m u. GOK an.

Abschnitt 8: Bau-km 0+572- 0+680:

Bereich **RKS6**

Hier liegt die Gradiente in einem leichten **Einschnitt** (max. Einschnitt ca. 0,8 m). Im Gründungsbereich stehen **Verwitterungsböden und Grundmoränensedimente** an. Grundwasser wurde nicht festgestellt.

Abschnitt 9: Bau-km 0+680 - 0+780:

Bereich **RKS6, RKS7, RKS8**

Hier liegt die Gradiente in einer leichten Dammlage (max. Dammhöhe ca. 0,4 m). Im Gründungsbereich stehen **lokal Auffüllungen und**

Torfe über aufgeweichten Grundmoränen- und Beckensedimenten an. Grundwasser wurde nicht festgestellt.

5.1 Dammgründung Abschnitt 1 (0+000 - 0+110) und Abschnitt 3 (0+190 - 0+265)

In Abschnitt 1 und 3 liegt die Trasse in leichter Dammlage. Im Gründungsbereich des Straßendamms ist mit *aufgeweichten Grundmoränensedimenten* zu rechnen, die gering bis mäßig tragfähig sind.

Die aufgeweichten Grundmoränensedimente sind entsprechend der Tabelle 1 bezüglich der Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09 der Klasse F3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Es ist daher davon auszugehen, dass in diesen Abschnitten im Gründungsbereich des Damms frostempfindlicher Boden ansteht. Es ist ein frostsicherer Straßenaufbau mit einer Frostschuttschicht zu fordern.

Gemäß der ZTVE - StB 09 muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (einfache Proctordichte D_{Pr}) und Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ genügen. Auf den aufgeweichten Grundmoränenablagerungen werden diese Anforderungen ohne Zusatzmaßnahmen in Form einer Bodenverbesserung nicht erreicht. Es wird empfohlen, einen mindestens 50 cm dicken Teilbodenersatzkörper aus einem feinkornarmen, gut verdichtbaren Kies - Sand - Gemisch in der Grundmoränenablagerungen zu gründen. Der Teilbodenersatzkörper ist von den aufgeweichten Böden durch ein Geotextil (GRK3) zu trennen. Es ist ein Lastabtragungswinkel von 45° einzuhalten. Auf dem Teilbodenersatzkörper ist das Dammbauwerk bzw. der frostsichere Oberbau nach der RStO herzustellen.

Angaben zu einer Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nach der RStO können entfallen, wenn der verbesserte Untergrund (Teilbodenersatzkörper) und der aufzubauenden Damm eine Dicke von 60 cm überschreiten und bereits aus Material der Frostempfindlichkeitsklasse F1 bestehen. Auf der Frostschuttschicht ist ein Verformungsmodul von mind. $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu fordern.

Alternativ kann im Bereich der aufgeweichten Grundmoräne eine Bodenverbesserung und Bodenverfestigung durch die Zugabe von Tragschichtenbinder (Kalk-Zement-Bindemittel) erfolgen. Die zu verbessernde Schichtdicke beträgt mind. 40 cm. Die Zugabemenge an Tragschichtenbinder liegt bei einer normalen Bodenfeucht im Bereich 3 - 4 Gew.-%, bezogen auf die Trockendichte des Lehmbodens. Zur genauen Bestimmung der Zugabemenge sind direkt vor der Baumaßnahme der aktuelle Wassergehalt und die Trockendichte des Sandes zu ermitteln.

5.2 Dammgründung Abschnitt 2 (0+110 - 0+190), Abschnitt 7 (0+500 - 0+572) und Abschnitt 9 (0+680 - 0+780)

In den Abschnitten 2, 7 und 9 liegt die Trasse in Dammlage. Im Gründungsbereich des Straßendamms ist mit *Auffüllungen und Torfen über aufgeweichten Grundmoränensedimenten* zu rechnen, die sehr gering bis mäßig tragfähig sind.

Der Torf ist entsprechend der Tabelle 2 bezüglich der Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09 der Klasse F3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen.

Dies bedeutet, dass in diesen Abschnitten ein sehr gering tragfähiger und frostempfindlicher Boden ansteht. Des Weiteren ist der Torf als witterungsempfindlicher Boden zu bezeichnen, der durch Niederschläge zusätzlich rasch aufweicht. Zusätzlich werden Setzungen innerhalb des Torfes durch fortlaufende Zersetzungsprozesse der organischen Bestandteile gefördert. Darunter folgen lediglich mäßig tragfähige, aufgeweichte Grundmoränensedimente, die ebenfalls der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen sind. Es ist in diesen Abschnitten ebenfalls ein frostsicherer Straßenaufbau mit einer Frostschutzschicht zu fordern. Gemäß der ZTVE - StB 09 muss der Untergrund den Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades (einfache Proctordichte D_{Pr}) und des Verformungsmoduls ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) genügen.

In den Auffüllungen (RKS7) und in den Torfböden werden die oben beschriebenen Mindestanforderungen auch mit Zusatzmaßnahmen (Teilbodenaustausch innerhalb des Torfes) nicht erreicht.

Es wird zur setzungsarmen Gründung der Straße empfohlen, in den genannten Abschnitten 2, 7 und 9 die lokalen Auffüllungen und die Torfe ggf. abschnittsweise „vor Kopf“ bis auf die Grundmoränenablagerungen auszuheben und durch einen Teilbodenersatzkörper zu ersetzen. Die Mindestdicke des Teilbodenersatzkörpers sollte 50 cm nicht unterschreiten. Da nach dem Erreichen der Grundmoränensedimente lokal (Abschnitt 2) in den Baugruben mit ansteigendem Grundwasser zu rechnen ist, sind ggf. im Grundwasser Schroppen (Kantenlänge rd. 15 cm) bis über die Grundwasseroberfläche einzubauen. Anschließend wird auf die Schroppen ein Geotextil (GRK4) verlegt und ein Teilbodenersatzkörper aus einem gut verdichtbaren Kies - Sand - Gemisch oder einem Schotter weiter aufgebaut. Um ein seitliches Eindrücken des Teilbodenersatzkörpers in die Torfe zu verhindern bzw. zu minimieren, ist der Teilbodenersatzkörper allseitig bis zur Geländeoberkante in ein Geotextil (GRK4) als Trennlage einzupacken. Bei der Planung des Teilbodenersatzkörpers ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu beachten.

Auf dem Teilbodenersatzkörper sind der Straßendamm bzw. der frostsichere Oberbau herzustellen. Angaben zu einer Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nach der RStO können entfallen, wenn der verbesserte Untergrund (Teilbodenersatzkörper) und der aufzubauende Damm eine Dicke von 60 cm überschreiten und bereits aus Material der Frostempfindlichkeitsklasse F1 bestehen. Auf der Frostschutzschicht ist ein Verformungsmodul von mind. $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu fordern.

Alternativ kann im Abschnitt 9 nach dem Aushub der Auffüllungen und der Torfe in der aufgeweichten Grundmoräne eine Bodenverbesserung und Bodenverfestigung durch die Zugabe von Tragschichtenbinder (Kalk-Zement-Bindemittel) erfolgen. Die zu verbessernde Schichtdicke beträgt mind. 40 cm. Die Zugabemenge an Tragschichtenbinder liegt bei einer normalen Bodenfeucht im Bereich 3 - 4 Gew.-%, bezogen auf die Trockendichte des Lehm-bodens. Zur genauen Bestimmung der Zugabemenge sind direkt vor der Baumaßnahme der aktuelle Wassergehalt und die Trockendichte des Sandes zu ermitteln.

5.3 Einschnitte Abschnitt 4 (0+265 - 0+297), Abschnitt 6 (0+475- 0+500) und Abschnitt 8 (0+572- 0+680)

In den Abschnitten 4, 6 und 8 liegt die Trasse in leichten Einschnitten, die zwischen 0,3 m und 1,0 m ab der bestehenden Geländeoberkante erreichen. Im Gründungsbereich der Straße ist mit z. T. *aufgeweichten Grundmoränensedimenten* und der weichen *Verwitterungsdecke* und zu rechnen, die mäßig tragfähig sind.

Die aufgeweichten Grundmoränensedimente und die Verwitterungsdecke sind entsprechend der Tabelle 1 bezüglich der Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09 der Klasse F3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen.

Es ist daher davon auszugehen, dass in diesen Abschnitten im Gründungsbereich des Einschnittes frostempfindlicher Boden ansteht. Es ist ein frostsicherer Straßenaufbau mit einer Frostschutzschicht zu fordern.

Gemäß der ZTVE - StB 09 muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (einfache Proctordichte D_{Pr}) und Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) genügen. Auf den aufgeweichten Grundmoränenablagerungen und in den Verwitterungsböden werden diese Anforderungen ohne Zusatzmaßnahmen in Form einer Bodenverbesserung nicht erreicht. Es wird empfohlen, einen mindestens 40 cm dicken Teilbodenersatzkörper aus einem feinkornarmen, gut verdichtbaren Kies - Sand - Gemisch in den z. T. aufgeweichten Grundmoränenablagerungen und den Verwitterungsböden zu gründen. Der Teilbodenersatzkörper ist von den natürlichen Böden durch ein Geotextil (GRK3) zu trennen. Es ist ein Lastabtragungswinkel von 45° einzuhalten. Auf dem Teilbodenersatzkörper ist der frostsichere Oberbau nach der RStO herzustellen.

Angaben zu einer Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nach der RStO können entfallen, wenn der verbesserte Untergrund (Teilbodenersatzkörper) und der aufzubauenden Damm eine Dicke von 60 cm überschreiten und bereits aus Material der Frostempfindlichkeitsklasse F1 bestehen. Auf der Frostschutzschicht ist ein Verformungsmodul von mind. $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu fordern.

Alternativ kann in den genannten Bereichen eine Bodenverbesserung und Bodenverfestigung durch die Zugabe von Tragschichtenbinder (Kalk-Zement-Bindemittel) erfolgen. Die zu verbessernde Schichtdicke beträgt mind. 40 cm. Die Zugabemenge an Tragschichtenbinder liegt bei einer normalen Bodenfeucht im Bereich 3 - 4 Gew.-%, bezogen auf die Trockendichte des Lehmbodens. Zur genauen Bestimmung der Zugabemenge sind direkt vor der Baumaßnahme der aktuelle Wassergehalt und die Trockendichte des Lehmbodens zu ermitteln.

Die maximal 1,0 m hohen Böschungen (Endzustand) des Einschnittes können in den genannten Böden unter einer im Straßenbau üblichen Böschungsneigung von 1 : 1,5 angelegt werden. Ein Standsicherheitsnachweis ist nach den bisherigen Erkenntnissen nicht notwendig.

Es wird ein Erosionsschutz im Bereich der Böschungen empfohlen.

5.4 Dammgründung Abschnitt 5 (0+297 - 0+475)

Hier liegt die Gradiente in einer **Dammlage** (max. Dammhöhe ca. 5,5 m). Im Gründungsbereich stehen z. T. **aufgeweichte Grundmoränensedimente und locker bis mitteldicht gelagerte Moränenkiese** an. Grundwasser wurde in einer Tiefe von 3,42 m u. GOK gemessen (BKP1).

Die aufgeweichten Grundmoränensedimente sind entsprechend der Tabelle 1 bezüglich der Frostempfindlichkeit nach ZTVE - StB 09 der Klasse F3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Die Kiese der Bohrung BKP1 sind der Klasse F1 und F2 zuzuordnen.

Es ist davon auszugehen, dass in diesem Abschnitt im Gründungsbereich des Dammes lokal frostempfindlicher Boden ansteht. Es ist in diesen Bereichen ein frostsicherer Straßenaufbau mit einer Frostschutzschicht zu fordern.

Gemäß der ZTVE - StB 09 muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (einfache Proctordichte D_{Pr}) und Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) genügen. Auf den aufgeweichten Grundmoränenablagerungen werden diese Anforderungen ohne Zusatzmaßnahmen in Form einer Bodenverbesserung nicht erreicht. Es wird empfohlen, einen mindestens 50 cm dicken Teilbodenersatzkörper aus einem feinkornarmen, gut verdichtbaren Kies - Sand - Gemisch in den Grundmoränenablagerungen zu gründen. Der Teilbodenersatzkörper ist von den aufgeweichten Böden durch ein Geotextil (GRK3) zu trennen. Es ist ein Lastabtragungswinkel von 45° einzuhalten. Auf dem Teilbodenersatzkörper ist das Dammbauwerk bzw. der frostsichere Oberbau nach der RStO herzustellen.

Alternativ kann in Bereichen der aufgeweichten Grundmoräne eine Bodenverbesserung und Bodenverfestigung durch die Zugabe von Tragschichtenbinder (Kalk-Zement-Bindemittel) erfolgen. Die zu verbessernde Schichtdicke beträgt mind. 40 cm. Die Zugabemenge an Tragschichtenbinder liegt bei einer normalen Bodenfeucht im Bereich 3 - 4 Gew.-%, bezogen

auf die Trockendichte des Lehmbodens. Zur genauen Bestimmung der Zugabemenge sind direkt vor der Baumaßnahme der aktuelle Wassergehalt und die Trockendichte des Lehmbodens zu ermitteln.

In den feinkornarmen Moränenkiesen ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfahrungsgemäß durch Abwalzen zu erreichen. Hier sind nach einer Prüfung mittels statischen Plattendruckversuchen keine weiteren Baugrundverbesserungen notwendig.

Anmerkungen:

Bei Baubeginn sind für die anzuwendenden Bodenverbesserungen Testfelder anzulegen und statische Plattendruckversuche auszuführen.

Bei Bodenverbesserungen mittels Kalk-Zement-Bindemittels sind Testfelder vor dem eigentlichen Fräsbeginn anzulegen. Die Testfelder sollten erst nach einer Abbindezeit von mind. 3 Tage geprüft werden (statischer Lastplattendruckversuch).

5.5 temporäre Baugruben, Dammbauwerke

Es ist nach den bisherigen Erkenntnissen zufolge davon auszugehen, dass Baugruben zur Herstellung der oben beschriebenen Teilbodenersatzkörper lokal bis zu 2,0 m tief werden können. Die Baugruben schneiden in den Torf, in die aufgeweichten Grundmoränensedimente, in die Verwitterungsdecke sowie lokal in die Auffüllungen ein.

Nach der DIN 4124 sind in weichen Torfen, den Grundmoränensedimenten, der Verwitterungsdecke und in den Auffüllungen freie Böschungswinkel von 45° bis zu Höhen von 5 m ohne rechnerischen Nachweis zulässig. Auf die Einhaltung der lastfreien Bereiche an der Böschungskrone - entsprechend DIN 4124 - wird hingewiesen. In den sehr weichen bis breiigen Torfen sind flachere Böschungsneigung erforderlich.

Temporäre Baugruben bis zu einer Tiefe von 1,25 m können nach der DIN 4124 generell senkrecht geböscht werden. Die Vorgaben der DIN 4124 sind zu beachten.

Hohe Dammbauwerke und ihre Böschungen sind nach der Vorlage der Geometrien des Endzustandes und unter Angabe der Verkehrslast statisch nachzuweisen.

6. Gründung der Brücke über die DB Strecke Lindau - Memmingen

Vom geplanten Brückenbauwerk liegen Ansichten, Schnitte und eine Draufsicht vor. Den Planungen zufolge wird die Brücke als Dreifeld - Konstruktion ausgeführt. Die Länge beträgt 29,50 m. Die Gesamtbreite wird mit 5,50 m angegeben. Die lichte Höhe beträgt $\geq 6,15 \text{ m}$. Die Böschungen werden der Planunterlage [1.5] mit Neigungen von 30° (nördliche Böschung) und 35° (südliche Böschung) dargestellt.

Die Widerlager gründen in den Böschungen des Einschnittes der Bahnlinie Lindau - Memmingen. Die Pfeiler stehen in der Sohle des Bahneinschnittes (vgl. [1.5]). Die Fundamentabmessungen sind in der Unterlage [1.5] dargestellt.

Die maßgebenden Baugrundaufschlüsse sind beim geotechnischen Profil der Anlage 2.3 dargestellt. Mit der Bohrung BKP1/15 und der schweren Rammsondierung DPH1/15 wurden im Bereich des **Widerlagers Nord** feinkornarme Moränenkiese erbohrt, die im oberen Bereich einen lockeren bis mitteldichten, zur Tiefe mitteldichten Lagerungszustand zeigen. Mit der Bohrung BKP2/15 und der schweren Rammsondierung DPH2/15 wurden im Bereich des **Widerlagers Süd** oberflächennah gering bis mäßig tragfähige Verwitterungsböden, darunter mitteldichte Moränenkiese und mind. halbfeste Grundmoränenablagerungen aufgeschlossen.

Die Widerlager sind in den mindestens mitteldichten Moränenkiesen bzw. in den mindestens halbfesten Grundmoränenablagerungen zu gründen. Die gilt gleichermaßen für die Pfeiler der Brücke.

Die Einbindetiefen bzw. Gründungstiefen der Fundamente ergeben sich nach dem bisherigen Planungstand und ab der momentanen Geländeoberkante, unter Berücksichtigung der Böschungsnähe, mit mind. 2,0 m (mitteldichter Moränenkies, WL Nord) und 3,5 m (halbfeste Grundmoräne WL Süd).

In den Anlagen 3.1 und 3.2 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von rechteckigen Einzelfundamenten enthalten, welche über Magerbetonvertiefungen in den mindestens mitteldichten Moränenkiesen und in den mindestens halbfesten Grundmoränensedimenten gründen. Berechnungsgrundlage sind die DIN EN 1997-2:2009-09 (EC7) mit nationalem Anhang (DIN EN 1997-1/NA:2010-12), die DIN 1054:2010-12 sowie die DIN 4017:2006-03. Es liegt der Lastfall BS-P (ständige Bemessungssituation) zugrunde und das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wurde mit 0,50 vorausgesetzt.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist in den oben genannten Anlagen in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und für eine mittige Belastung dargestellt. (Anmerkung: Im rechten Bereich der Diagramme und den Tabellen ist zusätzlich noch der Wert $\sigma_{E,k}$ angegeben. Dieser Wert entspricht dem aufnehmbaren Sohldruck nach der DIN 1054:2005-01).

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ und einer Begrenzung der rechnerischen Setzung auf **z. B. $s \leq 1,5$ cm** (die Setzungen werden in der Berechnung über die charakteristischen Lasten ermittelt) ist, je nach gewählter Fundamentgeometrie, folgender Bemessungswert des Sohlwiderstandes anzusetzen (Auszüge aus den Anlagen 3.1 und 3.2):

Anlage 3.1 – recht. Einzelfundament WL Nord / Pfeiler Nord - mind. $h = 2,0$ m, Gründung im Moränenkies

Fundament $a \times b = 4,00 \times 1,50$ m: $\sigma_{R,d} = 136 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 819 \text{ kN}$, $z_{ugh,s} = 0,29 \text{ cm}$
Fundament $a \times b = 4,00 \times 1,80$ m: $\sigma_{R,d} = 136 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 979 \text{ kN}$, $z_{ugh,s} = 0,32 \text{ cm}$.

Anlage 3.2 – recht. Einzelfundament WL Süd / Pfeiler Süd - mind. h = 3,5 m, Gründung in der halbfesten Grundmoräne

Fundament a x b = 4,00 x 1,50 m: $\sigma_{R,d} = 335 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 2.013 \text{ kN}$, $z_{ugh,s} = 0,64 \text{ cm}$
Fundament a x b = 4,00 x 1,80 m: $\sigma_{R,d} = 349 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 2.514 \text{ kN}$, $z_{ugh,s} = 0,75 \text{ cm}$.

***Achtung:** Die angegebenen Werte ($\sigma_{R,d}$) sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.*

Je nach gewählter Fundamentgeometrie ist entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie im Diagramm) oder die Begrenzung der Setzungen (hier 1,50 cm gewählt - blaue Linie im Diagramm) maßgebend für den aufnehmbaren Sohldruck.

Die Größe der zulässigen Setzungen ist vom zuständigen Planungsbüro festzulegen.

Bei den angegebenen Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Vorbemessung der Fundamente nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 3.1 und 3.2 vorzunehmen. Bei schräger oder ausmittiger Belastung sind die Bemessungswerte nicht auf die Fläche A (a x b), sondern auf die Ersatzfläche A' (a' x b') anzusetzen.

Anmerkung: nach EC7, 6.5.2.2, mit ergänzender Regelung A(1) aus der DIN1054:2010, sind die Exzentrizität und die Lastneigung aus den charakteristischen Lasten zu ermitteln.

Nach Vorlage der Bauplanung bzw. der Gründungshöhe sind ggf. aktuelle Einbindetiefen zur Ausarbeitung von Fundamentdiagrammen zu verwenden. Das heißt, zur Bestimmung der zulässigen Bodenpressung für andere Fundamentabmessungen oder Einbindetiefen als in den Diagrammen angegeben, ist Kontakt mit dem Unterzeichner aufzunehmen.

Alternativ können klassische Pfahlgründungen oder Gründungen auf Mikropfählen ausgeführt werden.

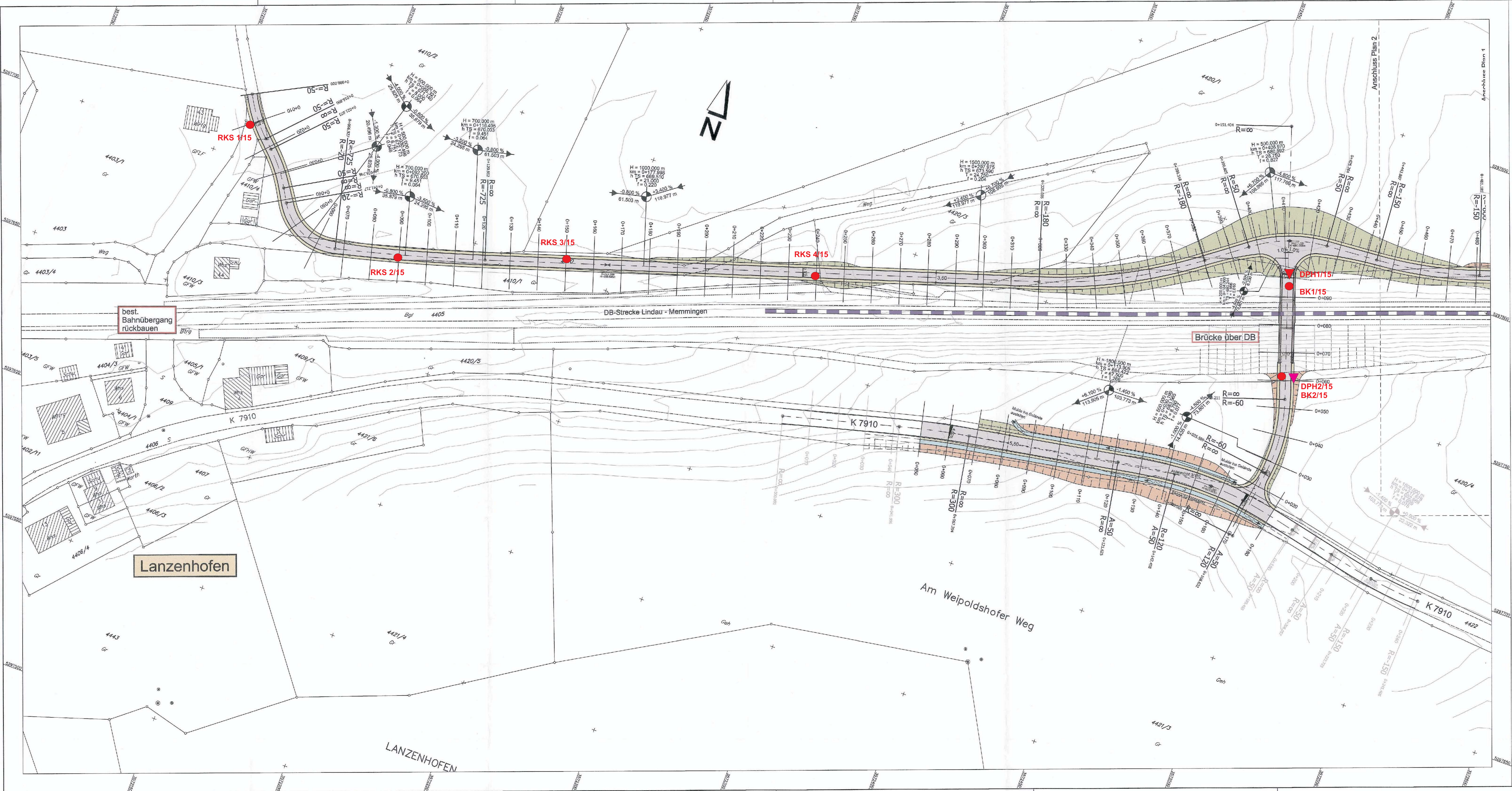
Anmerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der ange-troffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerun-gen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Ver-fasser des Gutachtens heranzuziehen.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Dipl.-Geol. Klaus Merk



ZEICHENERKLÄRUNG:

	Einschnittsböschung
	Bankett
	befestigte Fahrbahn
	Bankett
	Dammböschung
	Neigungsbrechpunkt mit Angabe von Gefälle (°) u. Steigung (‰) in Prozent, Länge der Gefälle (Steigungs-) Strecke und Halbmesser
	Hochpunkt
	Tiefpunkt
	2,5% Fahrbahnquerneigung

fm geotechnik
 Wiedemann 6
 88279 Aulendorf
 Tel. 07522/984407

Maierfeld 11
 87452 Altmühlau
 Tel. 08373/3020376

Projektnummer: A15 08 006
 Bahnüberführung und Straßenverlegung Lanzenhofen
 Anlage 1.1
 Lageplan 1 Untersuchungsunkte
 Maßstab: 1 : 500

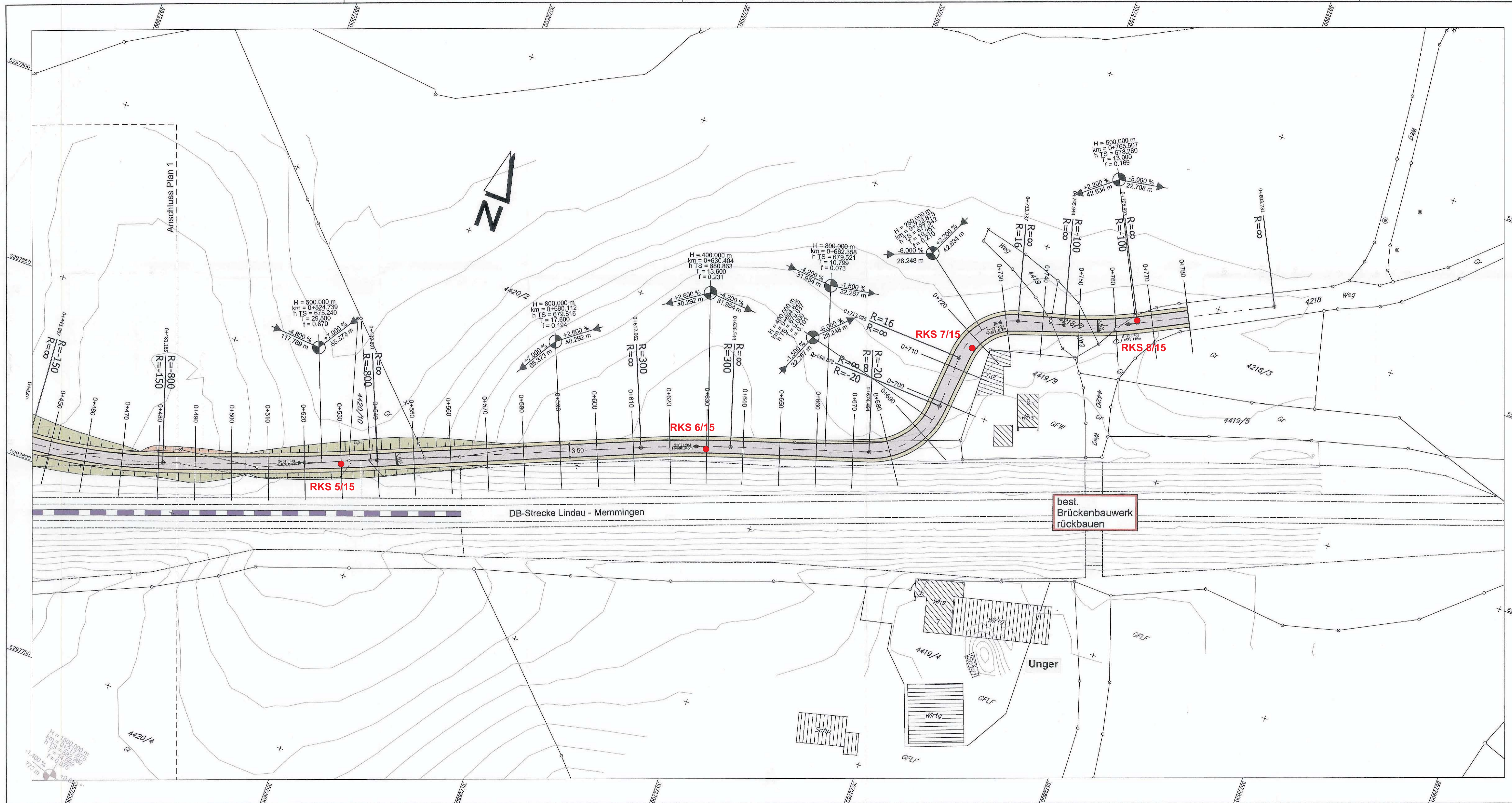
Lanzenhofen

best. Bahnübergang rückbauen

Brücke über DB

STAND: 20.01.2012

Büro Überlingen, Goldbach 3, 88652 Überlingen Telefon 07551 / 94987 - 49 · www.pirker-pfeiffer.de Mönningen · Reutlingen · Rotthaus · Überlingen · Neu-Ulm		
BAUHERR: Stadt Leutkirch BAUORT: Lanzenhofen		
Bahnübergangsbeseitigung Lanzenhofen VORPLANUNG - Variante 2		6.1 bearbeitet: KREBEL gezeichnet: KPAULS argiert: LAGEPLAN Maßstab: 1:500 AUFGESTELLT: 20.01.2012
ANERKANNT:	PLANGR. 130x58cm = 0,75cm	



ZEICHENERKLÄRUNG:

- Einschnittsböschung
- Bankett
- befestigte Fahrbahn
- Bankett Dammböschung
- Neigungsbrechpunkt mit Angabe von Gefälle(-) u. Steigung(+) in Prozent, Länge der Gefälle- (Steigungs-) Strecke und Halbmesser
- Hochpunkt
- Tiefpunkt
- 2,5% Fahrbahnquerneigung

fm geotechnik
 Wieflecken 6
 88279 Amzell
 Tel. 07522/9784407

Mayrhofle 11
 87452 Altunried
 Tel. 08373/3020379

Projektnummer: A15 08 006
 Bahnüberführung und Straßenverlegung Lanzenhofen
 Anlage 1.2
 Lageplan 2 - Untersuchungspunkte
 Maßstab 1 : 500

STAND: 20.01.2012

Büro Überlingen, Goldbach 3, 88662 Überlingen
 Telefon 07551 / 94987 - 49 · www.pirker-pfeiffer.de

Münsingen · Reutlingen · Rottweil · Überlingen · Neu-Ulm

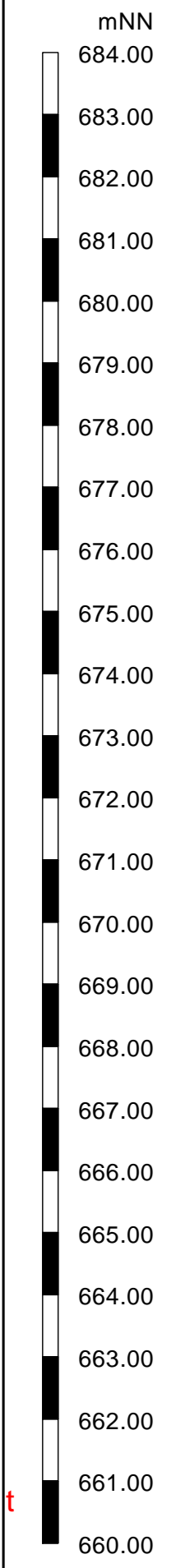
pirker + pfeiffer ingenieure

BAUHERR: Stadt Leutkirch BAUORT: Lanzenhofen	PLAN NR. 10.904	6.2
	bearbeitet: KIESEL gezeichnet: KRAMS ergänzt:	
Bahnübergangsbeseitigung Lanzenhofen		
VORPLANUNG - Variante 2		
ANERKANNT:	PLANGR. 105x45cm =0,47gm	AUFGESTELLT: 20.01.2012

PL: psp1110_000110_0001_Vorplanung_Variante-2_Lageplan_LPS 2012-01-19_Vorlage2.dwg
 19.01.2012 08:29:06 Krams, Hils

Geotechnisches Profil 1, Maßstab d. H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich

Geotechnisches Profil 1



RKS1/15

672.357

- Asphalt
0.13 (672.23) (A)
- Auffüllung, Fein- bis Grobkies
graubraun, mitteldicht, schwach
feucht, stark sandig, schwach
schluffig, schwach steinig, Bkl.3
0.40 (671.96) ((GU))
- Grundmoräne, Schluff
braun - graubraun, steif, feucht,
kiesig, schwach sandig, schwach
tonig
0.80 (671.56) (UL)

RKS2/15 (0+090)

670.705

- Auffüllung (Feldweg), Fein- bis Grobkies
graubraun, mitteldicht, schwach
feucht, sandig, schluffig, schwach
steinig, Bkl.4
0.50 (670.21) ((GU*))
- Grundmoräne, Schluff
grau, weich, stark feucht, schwach
kiesig, stark sandig, gering tonig,
gering - schwach steinig, Bkl.4
1.20 (669.51) (UL)
- Grundmoräne, Schluff
grau, weich - steif, feucht, schwach
tonig, schwach sandig - sandig,
schwach kiesig, schwach steinig,
Bkl.4
2.00 (668.71) (UL,X)
- Grundmoräne, Schluff
grau, weich, stark feucht - nass,
sandig - stark sandig, schwach
kiesig, gering tonig, einz. Steine,
Bkl.4
4.00 (666.71) (UL)

RKS3/15 (0+150)

669.394

- Torf
dunkelbraun - schwarzbraun, sehr
weich / breiig, nass, schwach
sandig, schluffig, schwach tonig,
stark humos, Pflanzenreste, Bkl.4,
2
1.60 (667.79) (HZ)
- Grundmoräne, Schluff
grau, weich, stark feucht - nass,
gering tonig, sandig, schwach
kiesig - kiesig, schwach steinig,
Bkl.4
2.20 (667.19) (UL,X)
- Moränenkies, Fein- bis Grobkies
grau, locker - mitteldicht, nass,
sandig, schwach schluffig - schluffig,
Steine, Bkl.5
4.00 (665.39) (GU,GU*,X)

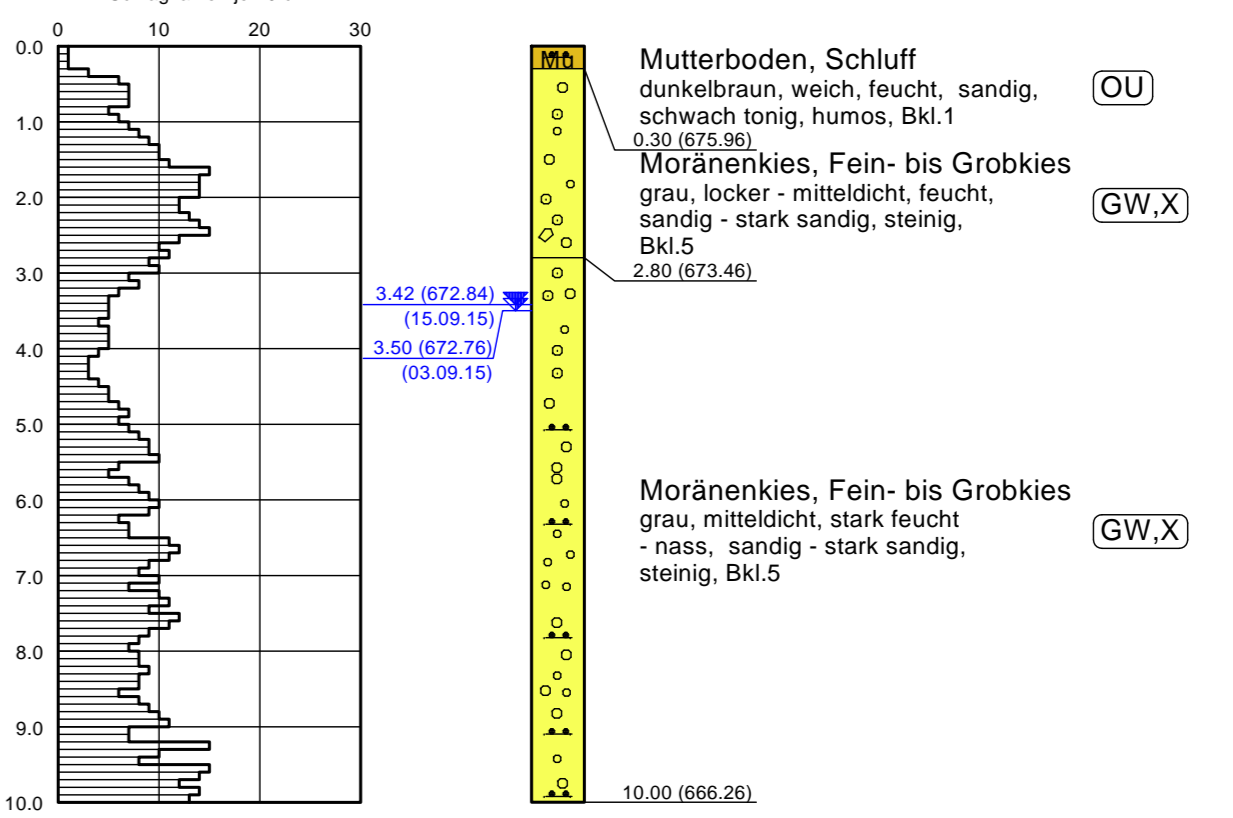
RKS4/15 (0+240)

671.175

- Mutterboden, Schluff
dunkelbraun, weich, feucht,
schwach tonig, humos, Bkl.1
0.25 (670.92) (OU)
- Grundmoräne, Schluff
grau, steif, schwach feucht,
schwach kiesig, sandig - stark
sandig, gering tonig, schwach steinig,
Bkl.4
1.50 (669.67) (UL)
- Grundmoräne, Schluff
grau, weich, stark feucht, gering
tonig, stark sandig, schwach kiesig,
gering steinig, Bkl.4
2.30 (668.87) (UL)
- Moränenkies, Fein- bis Grobkies
grau, mitteldicht, nass, stark
sandig, schwach schluffig - schluffig,
steinig, Bkl.5
3.40 (667.77) (GU,GU*,X)
- Grundmoräne, Schluff
grau, steif, feucht, schwach sandig
- sandig, schwach kiesig - kiesig,
gering tonig, einz. Steine, Bkl.4
3.60 (667.57) (UL)
- Moränenkies, Fein- bis Grobkies
grau, mitteldicht, nass, Matrix
breiig, stark sandig, schluffig,
schwach steinig, Bkl.3
4.00 (667.17) (GU*)

DPH1/15 BKP1/15 (0+100)

676.26 676.262

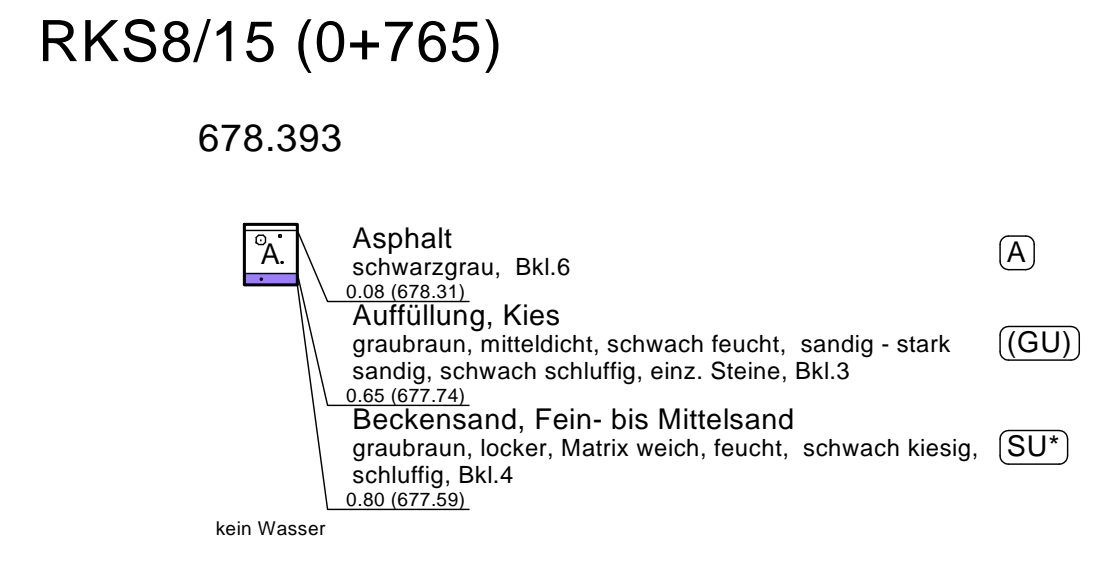
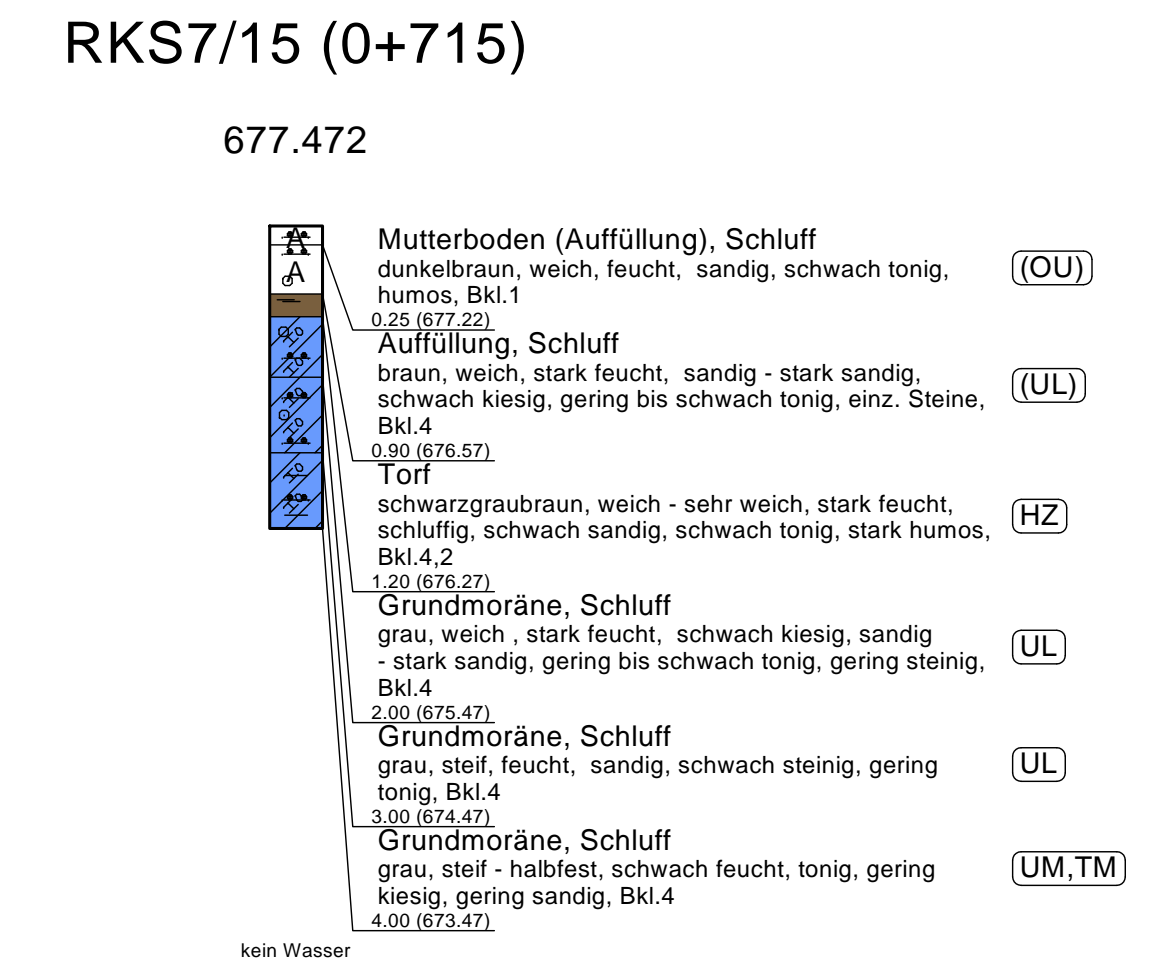
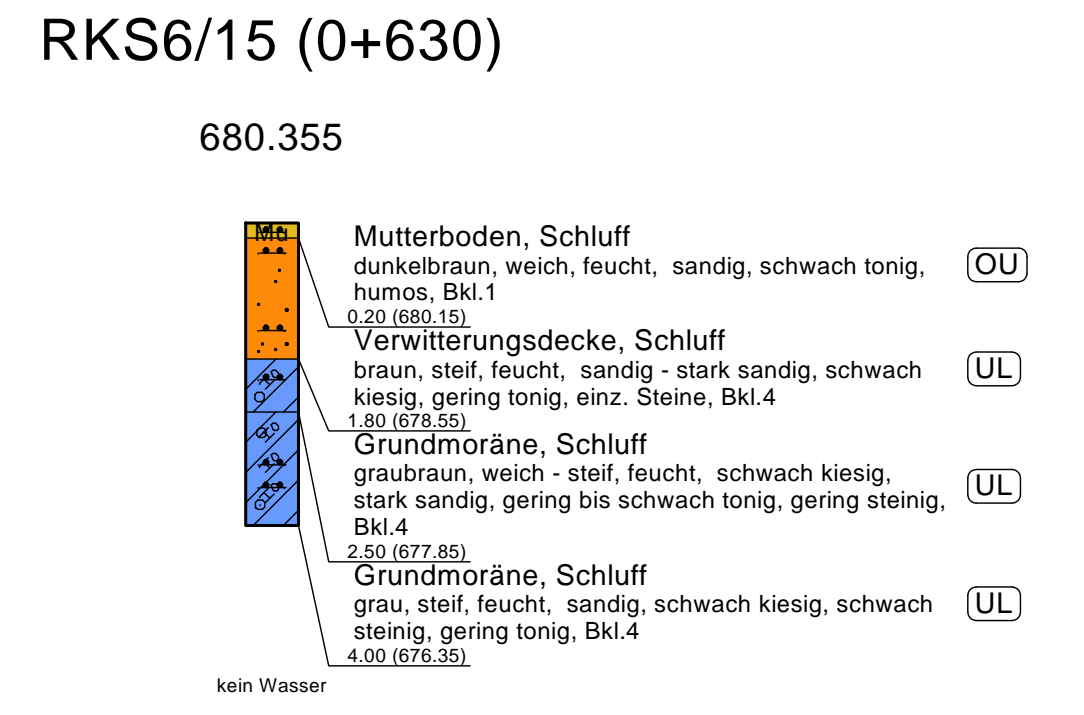
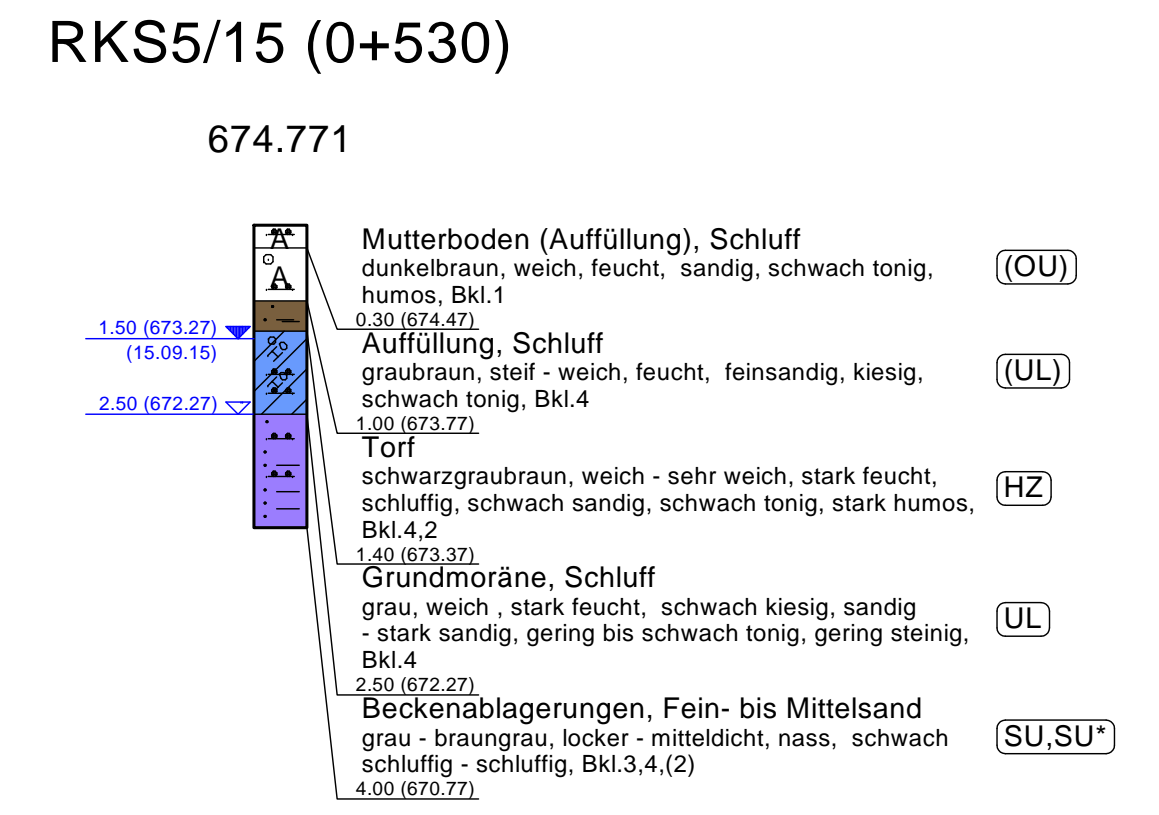
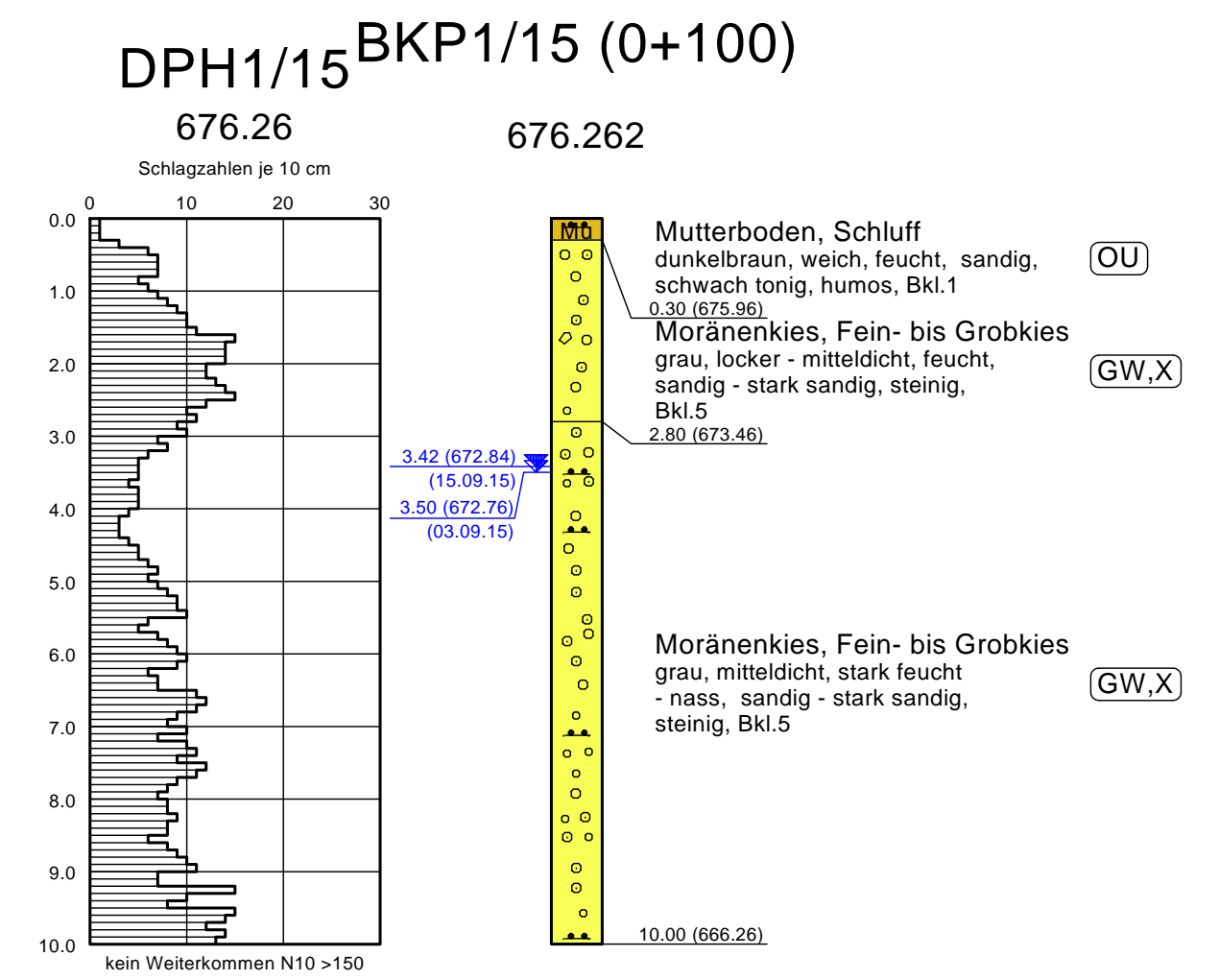
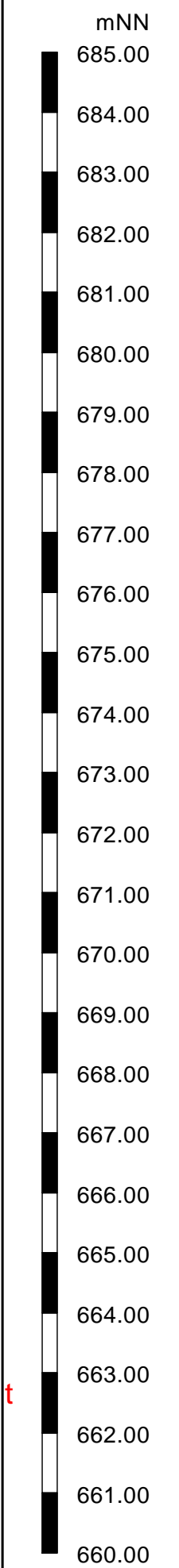


- Mutterboden, Schluff
dunkelbraun, weich, feucht, sandig,
schwach tonig, humos, Bkl.1
0.30 (675.96) (OU)
- Moränenkies, Fein- bis Grobkies
grau, locker - mitteldicht, feucht,
sandig - stark sandig, steinig,
Bkl.5
2.80 (673.46) (GW,X)
- Moränenkies, Fein- bis Grobkies
grau, mitteldicht, stark feucht
- nass, sandig - stark sandig,
steinig, Bkl.5
10.00 (666.26) (GW,X)

Geotechnisches Profil 2

fm geotechnik <small>Wiesflecken 6 88279 Amtzell</small>	Projekt	Anlage
	Bahnüberführung und Straßenverlegung Lanzenhofen	

Geotechnisches Profil 2, Maßstab d. H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



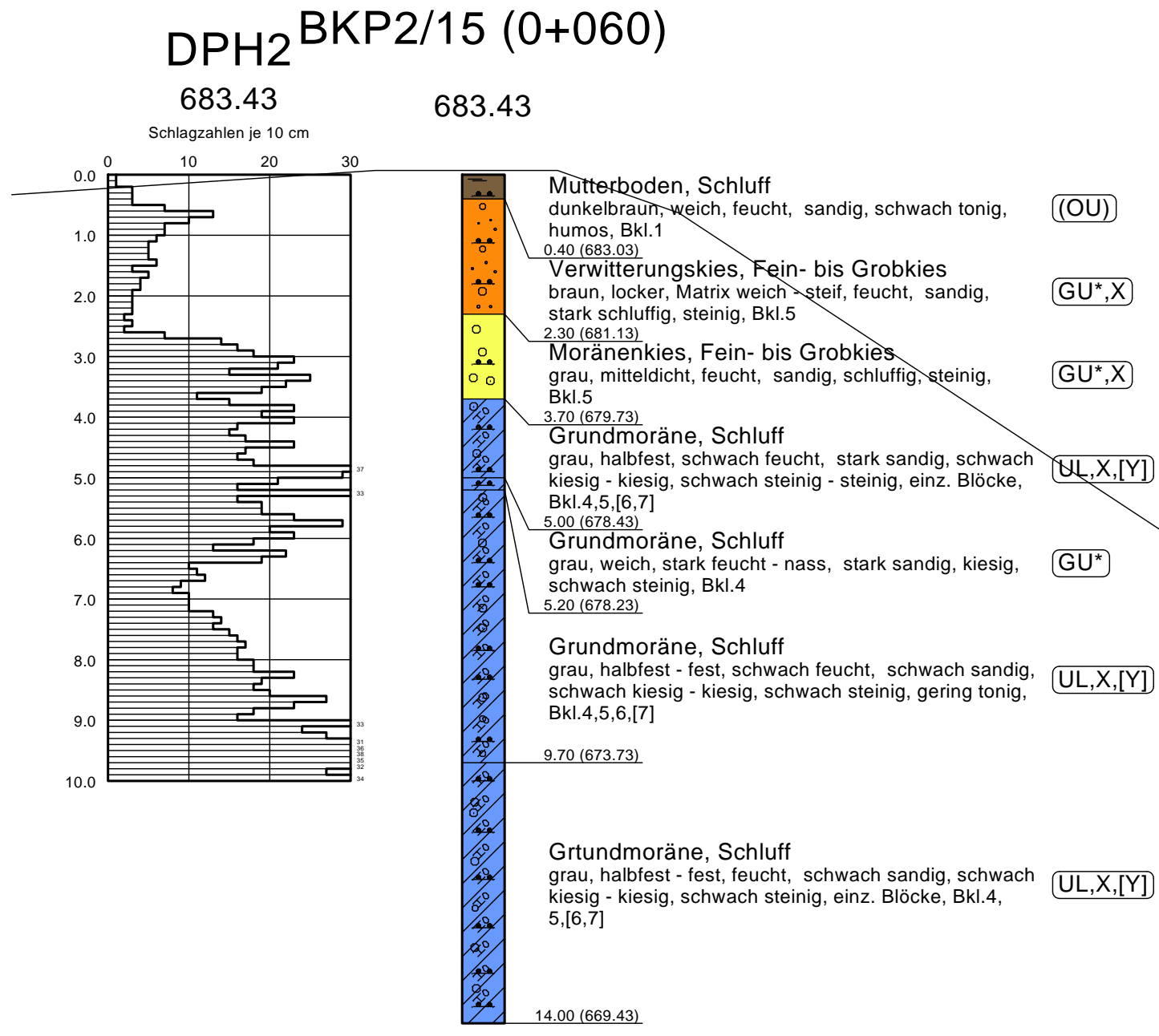
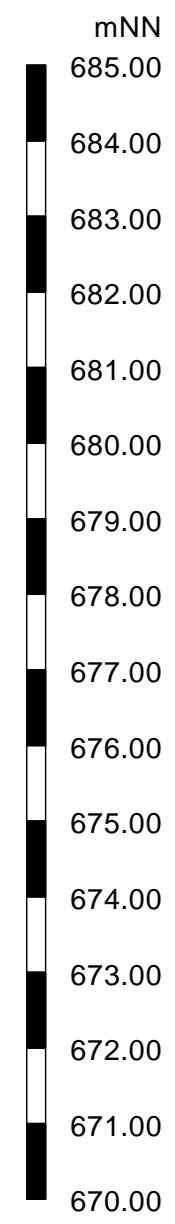
kein Wasser

kein Wasser

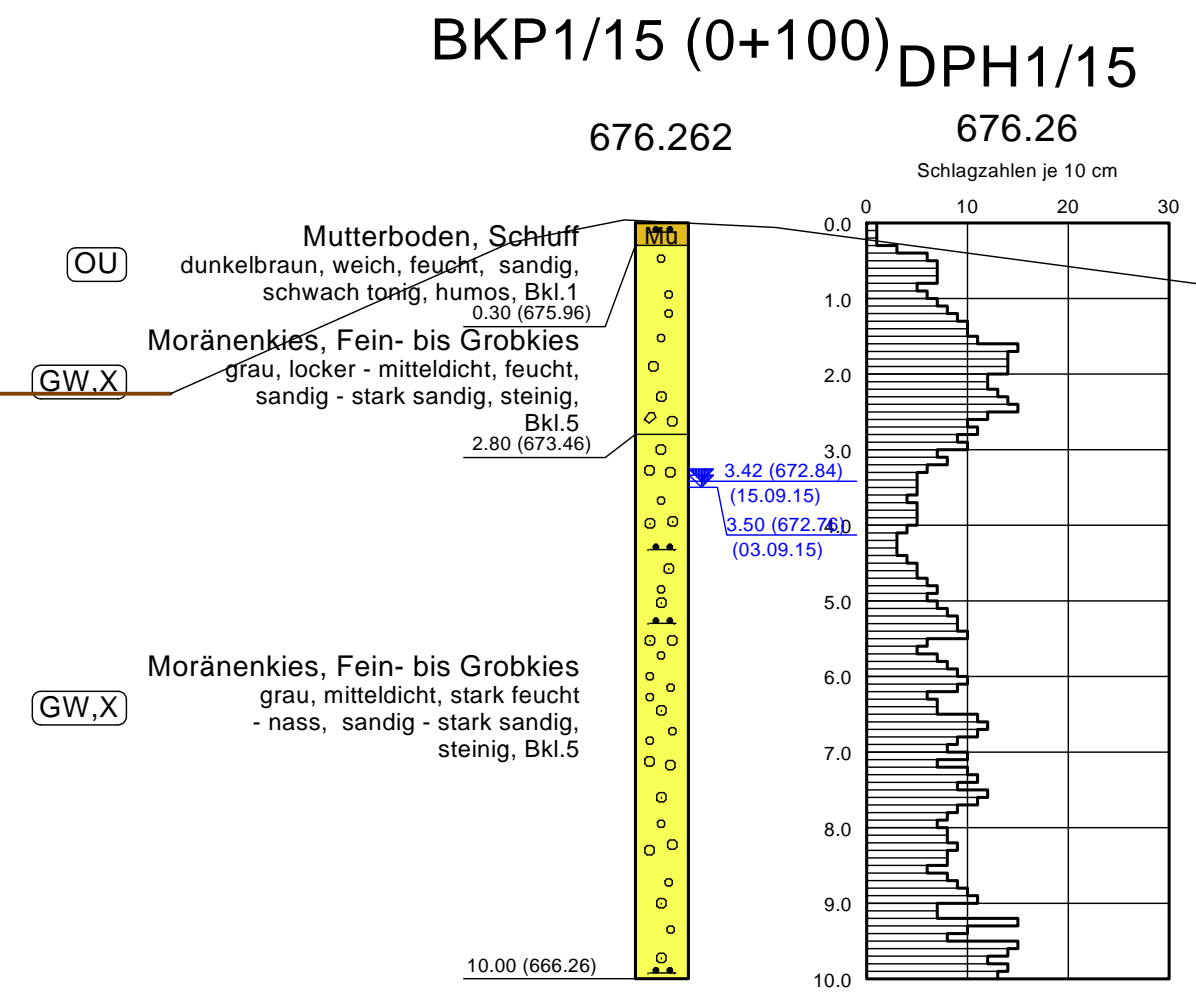
kein Wasser

Geotechnisches Profil 3 - Brückenbauwerk

Geotechnisches Profil 3, Maßstab 1:100



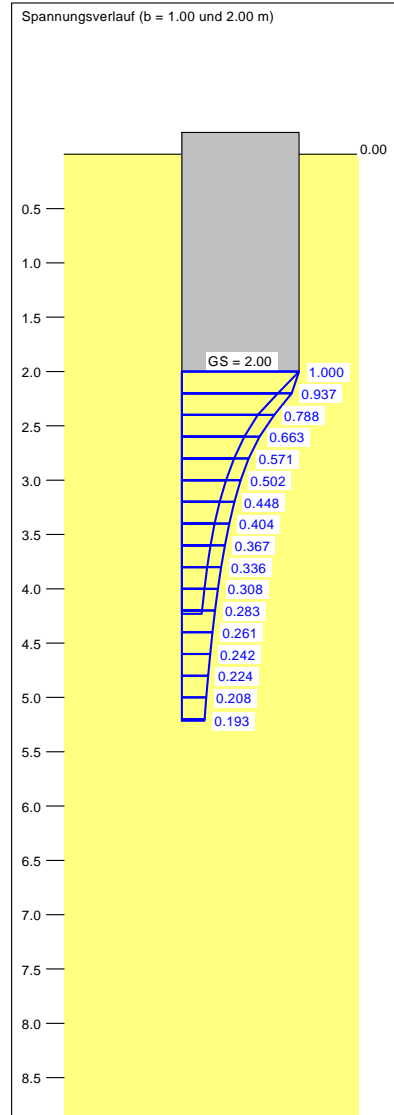
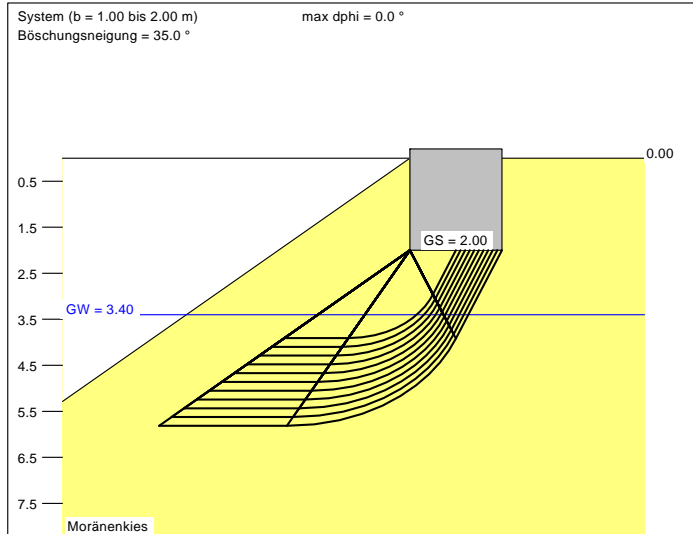
OK Einschnitt DB - Gleisanlage



Fundamentdiagramm Einzelfundament

Gründung im mindestens mitteldichten Moränenkies

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	10.00	21.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Moränenkies

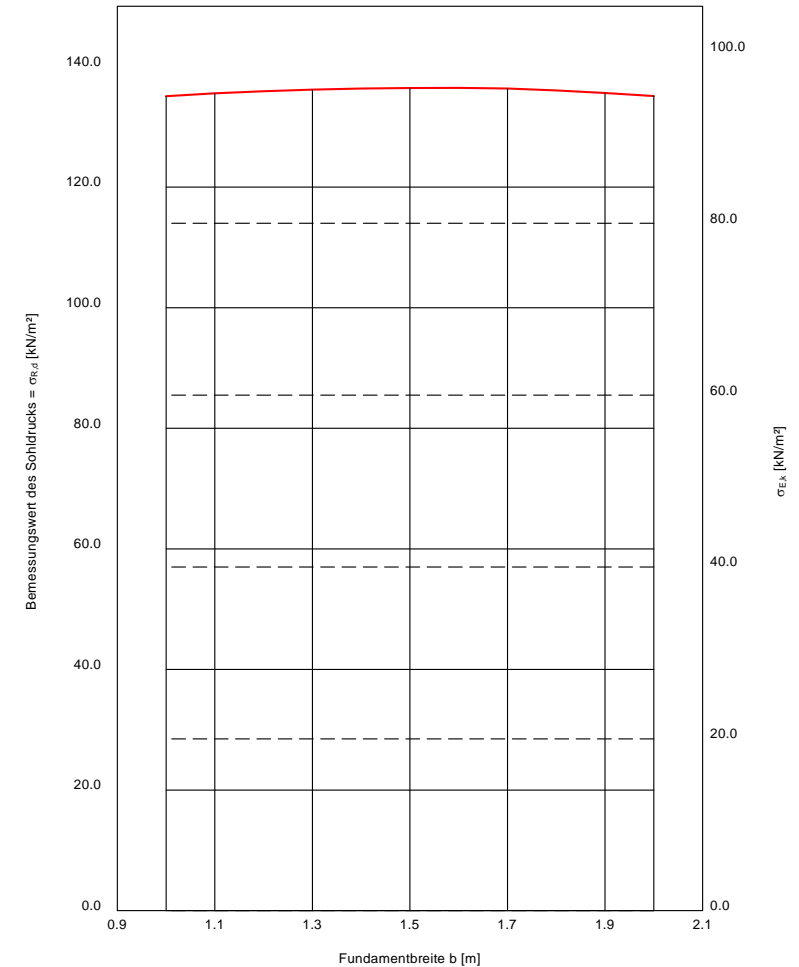


Berechnungsgrundlagen:
 Bezug: BKP1/15
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 4.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 Gründungssohle = 2.00 m
 Grundwasser = 3.40 m
 Böschungneigung = 35.0 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohldruck
 — Setzungen




a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²]
4.00	1.00	135.1	540.2	94.8	379.1	0.22	35.0	0.00	17.39	41.89
4.00	1.10	135.5	596.4	95.1	418.5	0.24	35.0	0.00	16.79	41.17
4.00	1.20	135.9	652.3	95.4	457.8	0.25	35.0	0.00	16.26	40.44
4.00	1.30	136.2	708.0	95.6	496.9	0.27	35.0	0.00	15.79	39.72
4.00	1.40	136.3	763.5	95.7	535.8	0.28	35.0	0.00	15.38	38.99
4.00	1.50	136.4	818.6	95.7	574.4	0.29	35.0	0.00	15.01	38.27
4.00	1.60	136.4	873.2	95.8	612.8	0.30	35.0	0.00	14.68	37.54
4.00	1.70	136.4	927.2	95.7	650.7	0.31	35.0	0.00	14.39	36.80
4.00	1.80	136.0	979.3	95.5	687.3	0.32	35.0	0.00	14.17	35.99
4.00	1.90	135.6	1030.6	95.2	723.2	0.33	35.0	0.00	13.97	35.17
4.00	2.00	135.1	1080.9	94.8	758.5	0.34	35.0	0.00	13.78	34.36

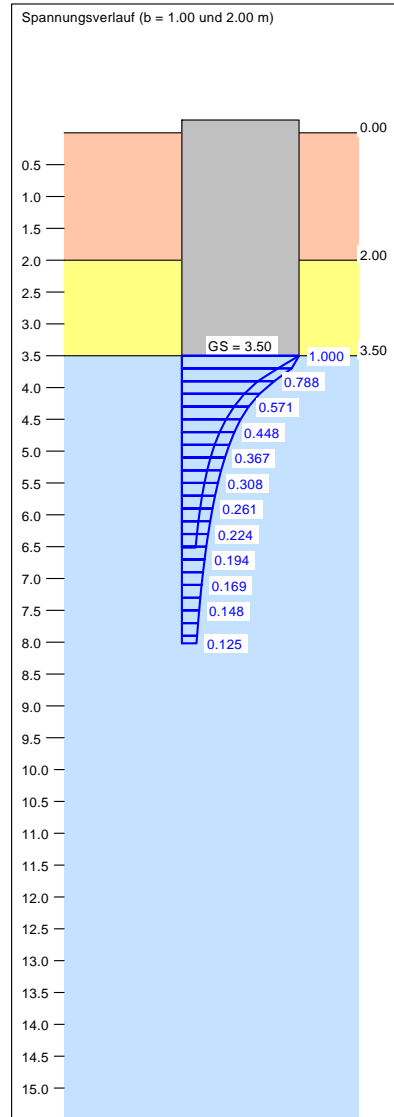
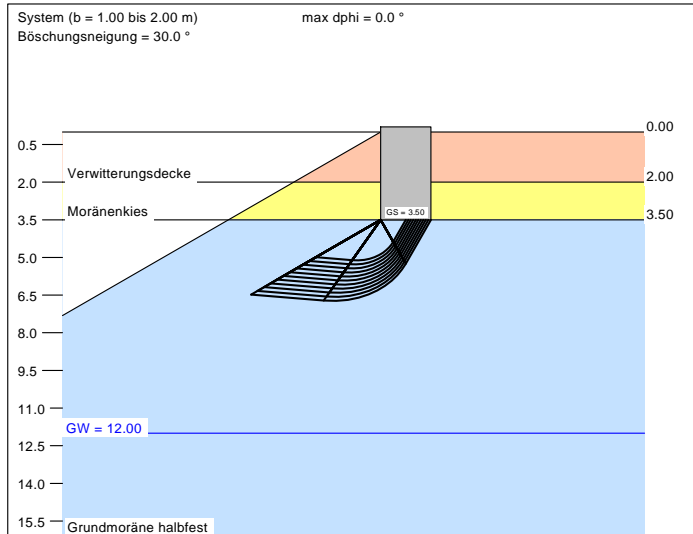
$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Fundamentdiagramm rechteckiges Einzelfundament

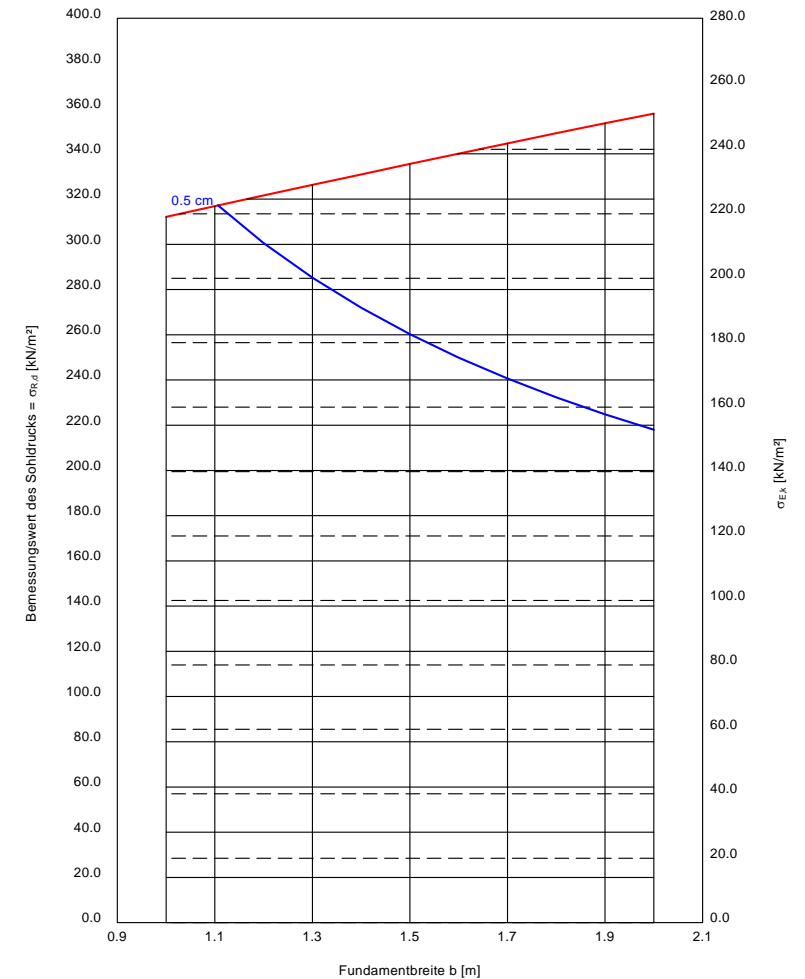
Gründung in den mind. halbfesten Grundmoränenablagerungen

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	2.00	20.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Verwitterungsdecke
	3.50	21.0	11.0	32.5	0.0	40.0	0.00	Moränenkies
	>3.50	19.0	9.0	30.5	6.0	50.0	0.00	Grundmoräne halbfest



Berechnungsgrundlagen:
 Bezug: BKP1/15
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 4.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 Gründungssohle = 3.50 m
 Grundwasser = 12.00 m
 Böschungneigung = 30.0 °
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 — Sohldruck
 — Setzungen

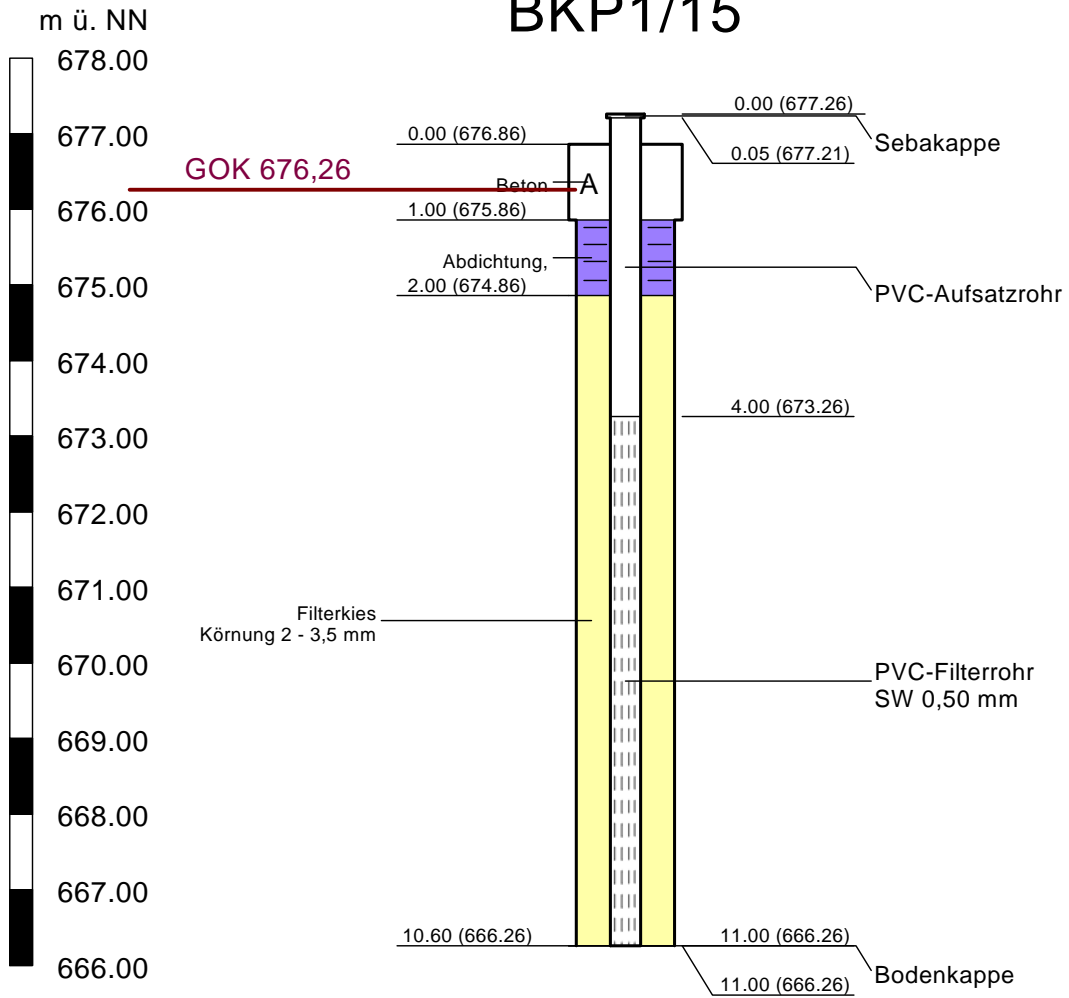


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$V_{E,k}$ [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ²]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²]
4.00	1.00	312.2	1248.7	219.1	876.3	0.46	30.5	6.00	19.00	70.76
4.00	1.10	316.9	1394.4	222.4	978.5	0.50	30.5	6.00	19.00	70.68
4.00	1.20	321.6	1543.8	225.7	1083.3	0.54	30.5	6.00	19.00	70.61
4.00	1.30	326.3	1696.7	229.0	1190.7	0.57	30.5	6.00	19.00	70.53
4.00	1.40	330.9	1853.2	232.2	1300.5	0.61	30.5	6.00	19.00	70.46
4.00	1.50	335.5	2013.2	235.5	1412.8	0.64	30.5	6.00	19.00	70.38
4.00	1.60	340.1	2176.7	238.7	1527.5	0.68	30.5	6.00	19.00	70.31
4.00	1.70	344.6	2343.6	241.9	1644.6	0.72	30.5	6.00	19.00	70.23
4.00	1.80	349.1	2513.8	245.0	1764.1	0.75	30.5	6.00	19.00	70.16
4.00	1.90	353.5	2686.9	248.1	1885.6	0.79	30.5	6.00	19.00	70.06
4.00	2.00	357.8	2862.2	251.1	2008.6	0.82	30.5	6.00	19.00	69.93

$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

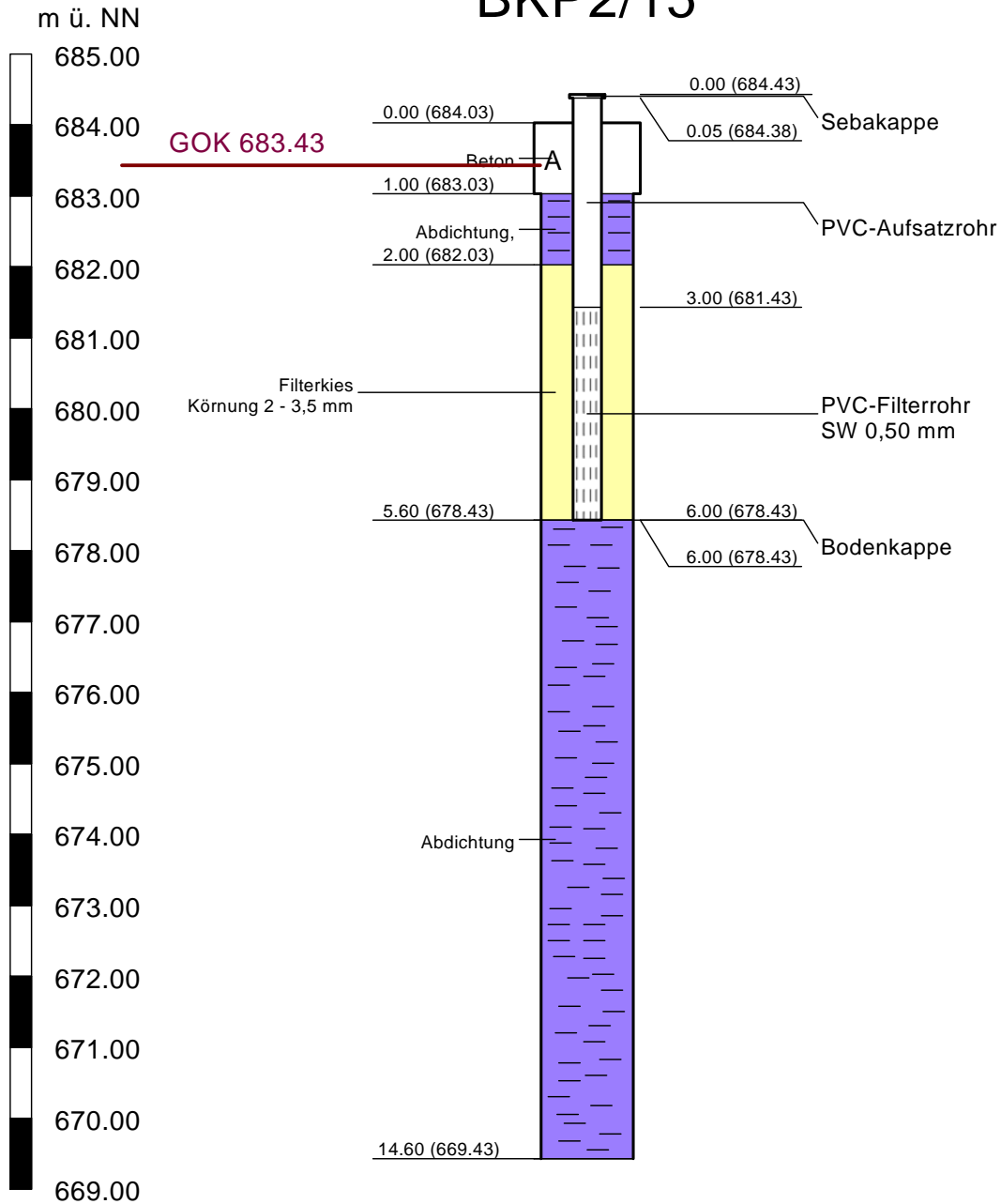
M. d. H. 1:50

BKP1/15



M. d. H. 1:50

BKP2/15



Fotodokumentation Bohrung BKP1/15

Bild: 0,00 - 5,00 m



Bild: 5,00 - 10,0 m



Fotodokumentation Bohrung BKP2/15

Bild: 0,00 - 5,00 m



Bild: 5,00 - 8,00 m



A1508006

Beseitigung BÜ Lanzenhofen

Anlage 5.2

Bild: 8,00 - 12,0 m



Bild: 12,0 - 14,0 m

