

# ABS Rostock – Berlin: Bandbreite geotechnischer Untersuchungen und Beurteilungen bei schwierigen Untergrundverhältnissen

*Dipl.-Ing. Steffen Tost & Dr.-Ing. Lutz Vogt*

*BAUGRUND DRESDEN Ingenieurgesellschaft mbH*

*Prof. Dr.-Ing. Thomas Neidhart*

*HS Regensburg, Fakultät Bauingenieurwesen*

*Dipl.-Ing. (FH) Gabriele Einnatz*

*DB ProjektBau GmbH, Schwerin*

# Inhaltsübersicht

- Teil 1: Ausgangssituation und Projekt
- Teil 2: Recherchen und Grundlagenermittlung
- Teil 3: Nacherkundungen und ergänzende Untersuchungen
- Teil 4: Dynamische Berechnungen
- Teil 5: Fazit

# Allgemeines zur ABS Rostock – Berlin

## *Derzeitig:*

2-gleisige Strecke, elektrifiziert, Schotteroberbau

Streckengeschwindigkeit von 120 km/h

Radsatzlasten bis zu 22,5 t

## *Geplant:*

Streckengeschwindigkeit von 160 km/h

Schwerverkehr mit Radsatzlasten bis zu 25 t bei  $v_{\max} = 100$  km/h

## *Streckenategorie nach Ril 836:*

„Ertüchtigung / Instandhaltung und die Strecken P 160, M 160, G 120, R 120“ und Schotteroberbau

**Umbau im Rahmen einer zeitweisen Totalsperrung: Sept. 2012 bis Apr. 2013 (7 Monate) – vor- bzw. nachgezogenen eingleisigen Sperrungen**



# Allgemeines

Baugrundgutachter / geotechnischer Fachplaner:

BAUGRUND DRESDEN (seit September 2009)

Einbeziehung eines EBA-Gutachters (Prof. Dr.-Ing. Thomas Neidhart) als „Prüfinstanz“ gemäß Forderungen der Ril 836.3001

Zugrundelegung der Ril 836;  
1. Aktualisierung, DB Netz AG, 01.10.2008





# Lage

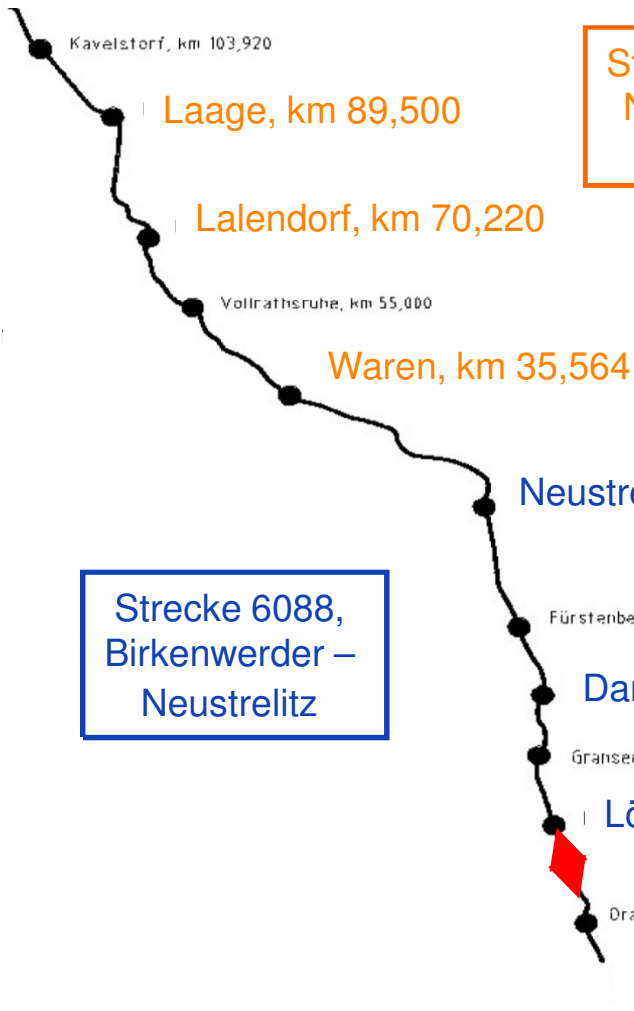


ABS Rostock – Berlin (Nr. 6088)

Abschn. Nassenheide – Löwenberg

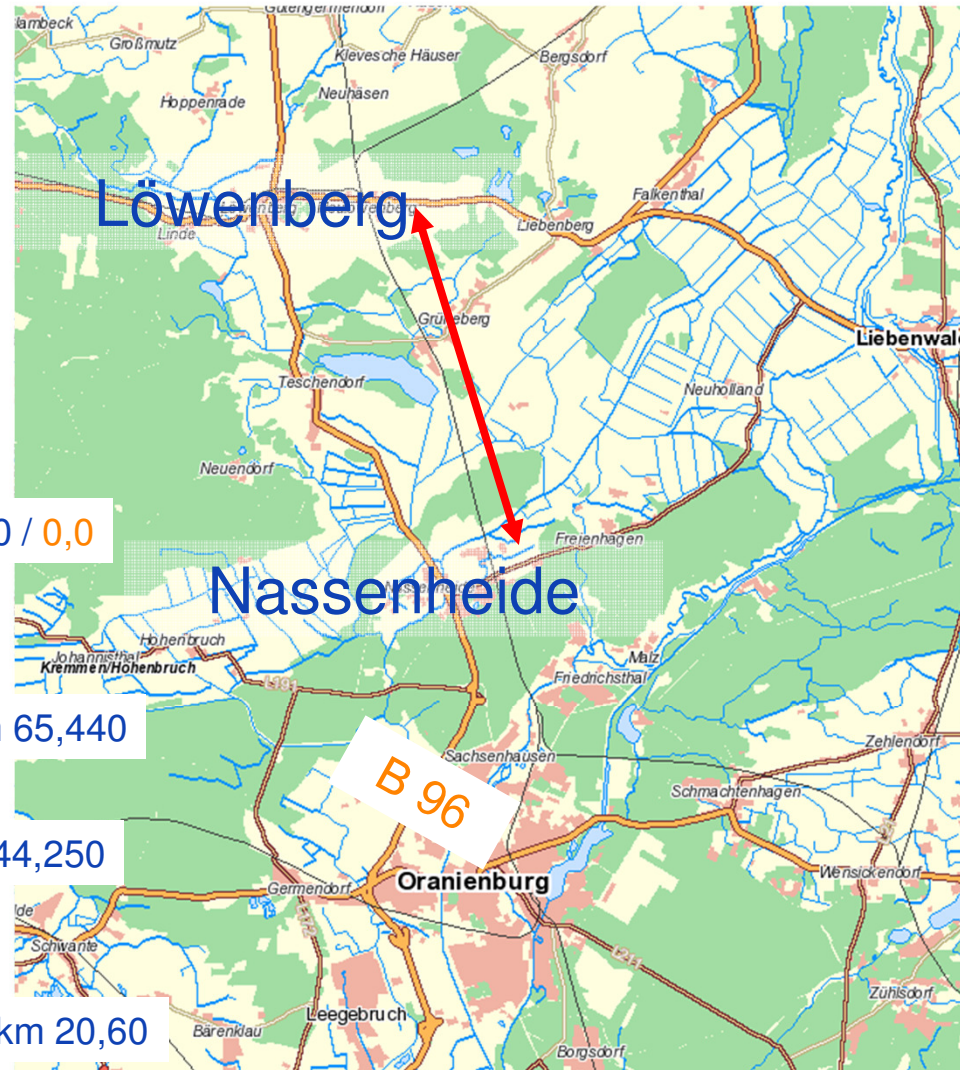
# Lage

Rostock Hbf, km 114,000



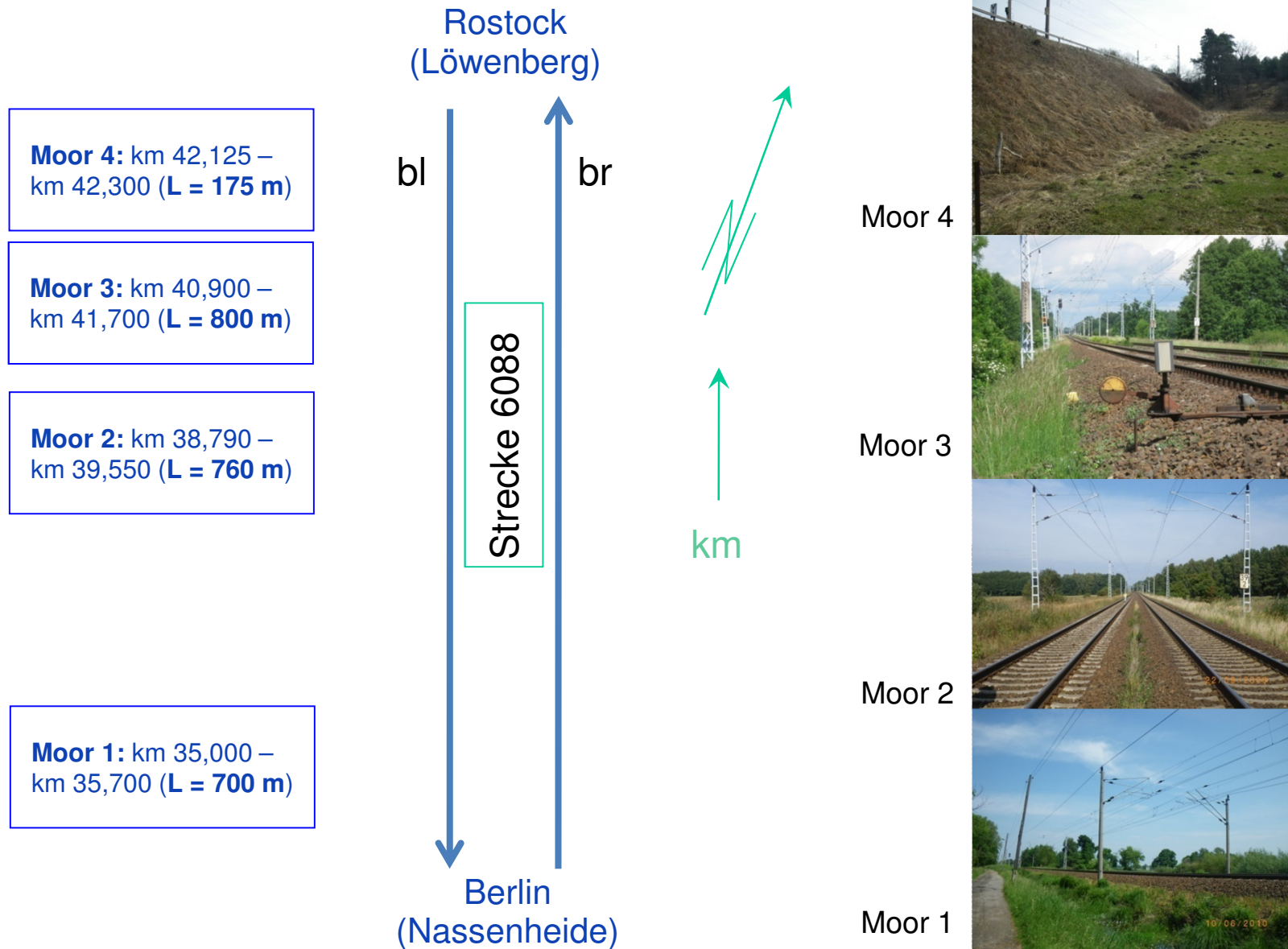
Strecke 6335,  
Neustrelitz –  
Rostock

Strecke 6088,  
Birkenwerder –  
Neustrelitz





# Schematische Streckenübersicht (Länge ca. 10 km)



# Recherchen beim zuständigen Netzbezirk

## Auswertung Gleismessschriebe



## Aussagen zum Instandhaltungsaufwand



## Besonderheiten, Schwachstellen usw.





# Streckenbegehungen





# Streckenbegehungen





# Unterlagenrecherche

## Vorentwurfsplanung

Baugrundvorstudie zum Bauvorhaben „Streckenertüchtigung Berlin – Rostock, Teilstrecke 6088, Birkenwerder – Neustrelitz, Teilstrecke 6325, Neustrelitz – Rostock“, 31.01.2002

Geotechnische Berichte aus der Vorentwurfsplanung, Abgrenzung Torfbereiche (sog. E-Bereiche), Streckenabschnitt E 1 km 42,100 – 42,300, E 2 km 40,900 – 41,800, E 3 37,300 – 39,700, E 4 36,400 – 36,700, E 5 km 31,400 – 31,950, E 6 km 20,850 – 21,050, 04.04.2002



## Entwurfsplanung

GeoRail Daten der Firma gbm Wiebe GmbH, Befahrungen 02/2002

Baugrundgutachten Strecke Berlin –Neubrandenburg - Stralsund, Umbau Streckengleis Nassenheide – Grüneberg, km 34,997 – 40,296, 27.11.1997

Geotechnischer Bericht der Eisenbahnverbindung Rostock – Berlin, Strecke 6088 Berlin Neustrelitz, ESTW Oranienburg, km 20,680 – 44,837, Entwurfsplanung vom 11.12.2002 (10.04.2003),

Baugrundgutachten aus der Entwurfsplanung, Bewertung von Standsicherheiten (sog. UiG-Bereiche) Streckenabschnitte km 20,850 – km 26,070, km 29,800 – km 32,150, km 38,750 – km 41,900 und km 42,125 – 42,300 der Strecke 6088, 29.01.2003 / 18.08.2003



Gesamtunterlage zur geotechnischen Untersuchung des Untergrundes an der Strecke 6088, Abschnitt Birkenwerder – Löwenberg, 07.12.2004

1. Ergänzender Geotechnischer Bericht, Ertüchtigung der Strecke 6088, Berlin – Rostock, Streckenabschnitt Nassenheide – Löwenberg, ESTW Oranienburg, Untersuchungsgebiet 1, ca. km 35,000 – km 35,700, 06.11.2008 – Moor 1

1. Ergänzender Geotechnischer Bericht, Ertüchtigung der Strecke 6088, Berlin – Rostock, Streckenabschnitt Nassenheide – Löwenberg, ESTW Oranienburg, Untersuchungsgebiet 2, ca. km 38,790 – km 39,550, 21.10.2008 – Moor 2

1. Ergänzender Geotechnischer Bericht, Ertüchtigung der Strecke 6088, Berlin – Rostock, Streckenabschnitt Nassenheide – Löwenberg, ESTW Oranienburg, Untersuchungsgebiet 3, ca. km 40,900 – km 41,700, 04.11.2008 – Moor 3

## Vorhandene Baugrund-Unterlagen

# Unterlagenrecherche

Ertüchtigung Berlin – Rostock

Ertüchtigung Tor  
00 – 36

**Baugrundvorstudie**

**Bauvorhaben:** Streckenerüchtigung Berlin - Rostock  
Teilstrecke 6088 Birkenwerder (a) – Neustrelitz  
Teilstrecke 6325 Neustrelitz – Rostock Hbf. (e)

**Leistungsphase:** Vorentwurfsplanung

**Auftraggeber:** DB Netz AG  
Niederlassung Ost, N-O-KN 4  
Zum Bahnhof 15  
19053 Schwerin

**Auftragsnummer:** 1 P 4765002

**Reg.-Nr.:** 2001 - 169 - 01

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. J. Engelmann  
Dipl.-Geol. R. Belz  
Dipl.-Ing. U. Scheunemann  
Dipl.-Ing. H. Kiskemper  
Dipl.-Ing. J. Grassow

Die vorliegende Baugrundvorstudie umfasst 54 Seiten und 7 Anlagen. Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nicht zulässig.

Berlin, den 31.01.2002

gez. Kratzer  
B. Kratzer

gez. Engelmann  
J. Engelmann

**1. Ergänzender Geotechnischer Bericht**

**Bauvorhaben:** Ertüchtigung der Strecke 6088, Berlin - Rostock

**Teilobjekt:** Streckenabschnitt Nassenheide – Löwenberg;  
ESTW Oranienburg  
Untersuchungsbereich 1, ca. km 35,000 – km 35,700

**Auftraggeber:** DB ProjektBau GmbH  
Niederlassung Ost  
Wismarsche Straße 390  
19055 Schwerin

**Auftragsnummer:** 1 P 81 874 01

**Reg.-Nr.:** 2008 - 104 - 01

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. R. Klitzke

Dieser Geotechnische Bericht umfasst 24 Seiten und 7 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

Berlin, 06.11.2008

*Kratzer*  
Dipl.-Ing. B. Kratzer

*R. Klitzke*  
Dipl.-Ing. R. Klitzke



# Unterlagenrecherche

**Baugrundstudie**

Bauvorhaben: Strecken  
Teilstrecke  
Teilstrecke

Leistungsphase: Vorentwurf

Auftraggeber: DB Netz  
Niederlassung  
Zum Bahnhofsplatz  
19053 Schwerin

Auftragsnummer: 1 P 4765

Reg.-Nr.: 2001 - 16

Bearbeiter: Dipl.-Ing.  
Dipl.-Geod.  
Dipl.-Ing.  
Dipl.-Ing.

**Gesamtunterlage zur geotechnischen Untersuchung des Untergrundes an der Strecke 6088 Abschnitt Birkenwerder - Löwenberg**

44 Seiten, 19 Tabellen, 6 Anlagen

**Auftraggeber :** DB ProjektBau GmbH  
Niederlassung Ost  
Projektzentrum Schwerin  
Wismarsche Straße 390  
19055 Schwerin

**Gutachtenersteller :** von Lieberman GmbH  
Ein Kooperationspartner der Sakosta Holding AG  
Ruhstraße 57  
22761 Hamburg  
Tel.: 0 40 / 500 993 - 0  
Fax: 0 40 / 500 993 - 33

**Projektbearbeitung :** A. Sörensen, Dipl.-Ing.  
K. Musfeldt, Dipl.-Geol.

**Projektnummer :** 13089-5

Hamburg, 07. Dezember 2004

DB International GmbH  
Baugrund  
Bereich Ost / Südost  
Büro Berlin  
Bornitzstraße 73-75  
10245 Berlin  
Tel. 030 6343-1520  
Fax 030 6343-1531

Zustimmend  
Dipl.-Ing. R. Kiltzke

**Ergänzender Geotechnischer Bericht**

Ertüchtigung der Strecke 6088, Berlin - Rostock

Strassenabschnitt Nassenheide – Löwenberg;  
ESTW Oranienburg  
Untersuchungsbereich 1, ca. km 35,000 – km 35,700

DB ProjektBau GmbH  
Niederlassung Ost  
Wismarsche Straße 390  
19055 Schwerin

1 P 81 874 01  
2008 - 104 - 01

## Allen Untersuchungen liegt die Ril 836 in der Fassung von 1999 zu Grunde.

gez. Kratzer  
B. Kratzer

Ein Kooperationspartner der

**Sakosta**

von Lieberman GmbH  
Ruhstraße 57, D-22761 Hamburg  
Telefon: +49 (0) 40-50 09 93-0  
Telefax: +49 (0) 40-50 09 93-33  
e-mail: info@voniieberman.de  
Internet: www.voniieberman.de

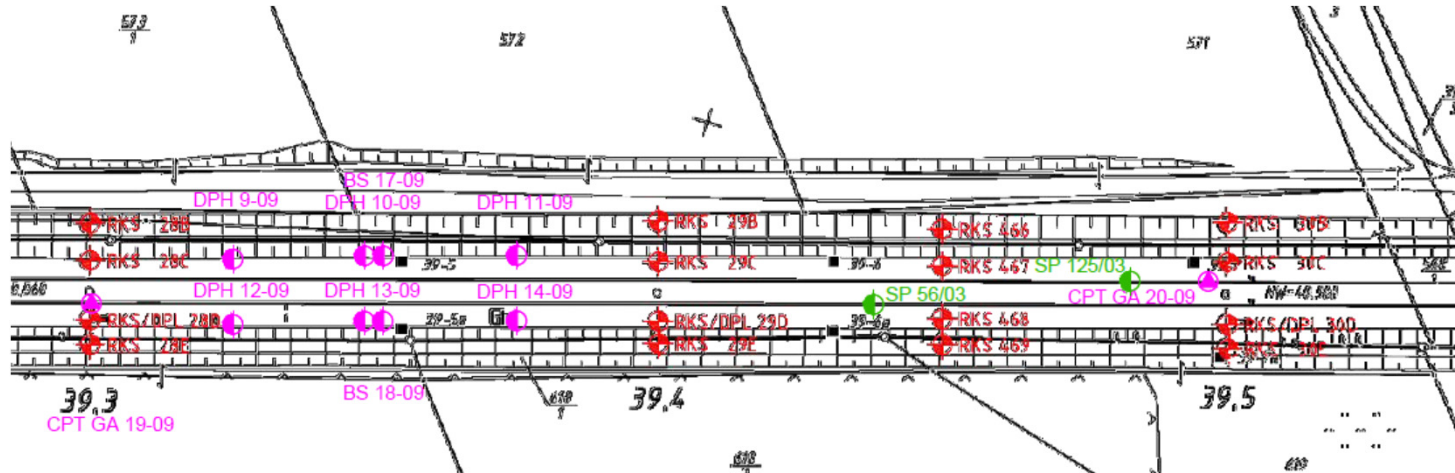
Gesch. Gesell.-Anst. von Lieberman  
o.B.u.v. Arbeitsvertragliche  
HK Nr. 332, HAK Nr. 5252  
ATV-DINWK, BfB, DGG, RDCh, HTG  
ITVA, VBI, VDEI, VDI, Vorstand AHO

DAR-Registernummer  
DAP-PA-2295 04  
Laufende Aktualisierung durch

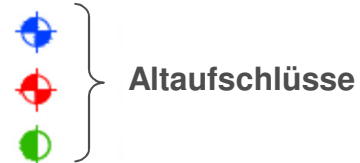
Bankverbindung:  
Hamburger Sparkasse  
Bankleitzahl 250 505 50  
Kontonummer 1221106145  
Amtsgericht HH HRB 79210

*R. Kiltzke*  
Dipl.-Ing. R. Kiltzke

# Gezieltes Erkundungskonzept für Nacherkundungen



## Legende



## Aufschlüsse 2009



# Gezieltes Erkundungskonzept für Nacherkundungen

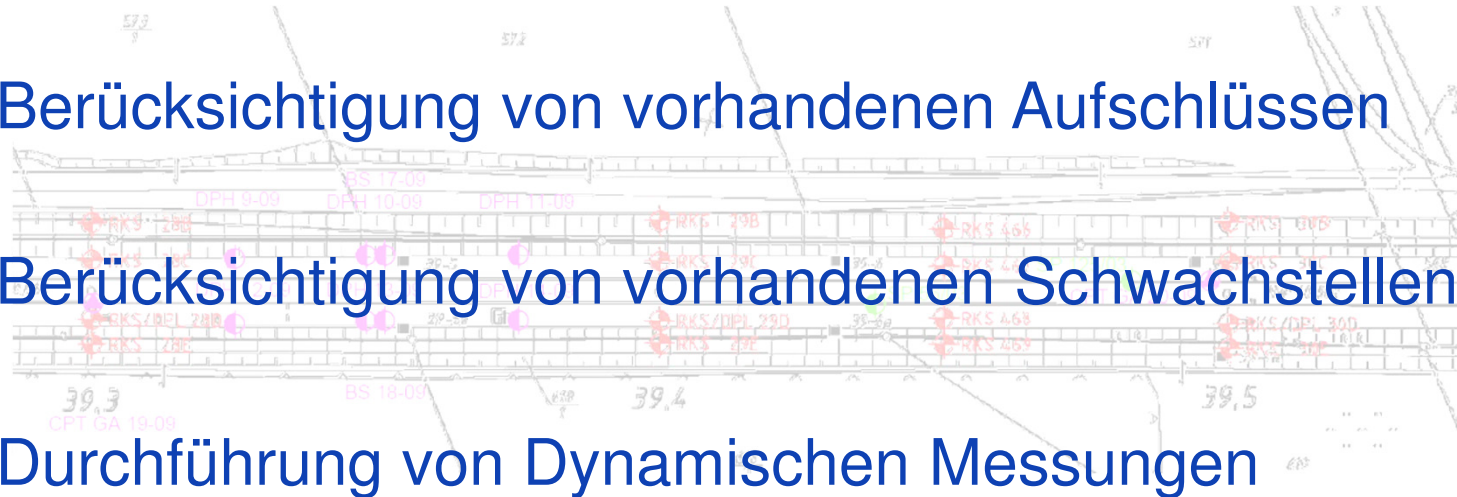
Berücksichtigung von vorhandenen Aufschlüssen

Berücksichtigung von vorhandenen Schwachstellen

Durchführung von Dynamischen Messungen

Durchführung von geophysikalischen Untersuchungen

Durchführung von Erkundungen in den Gleisachsen



## Legende



Erkundungen aus dem Jahr 2008



Erkundungen aus dem Jahr 2004

## Aufschlüsse 2009



Bohrung



Kleinrammbohrung



Drucksondierung



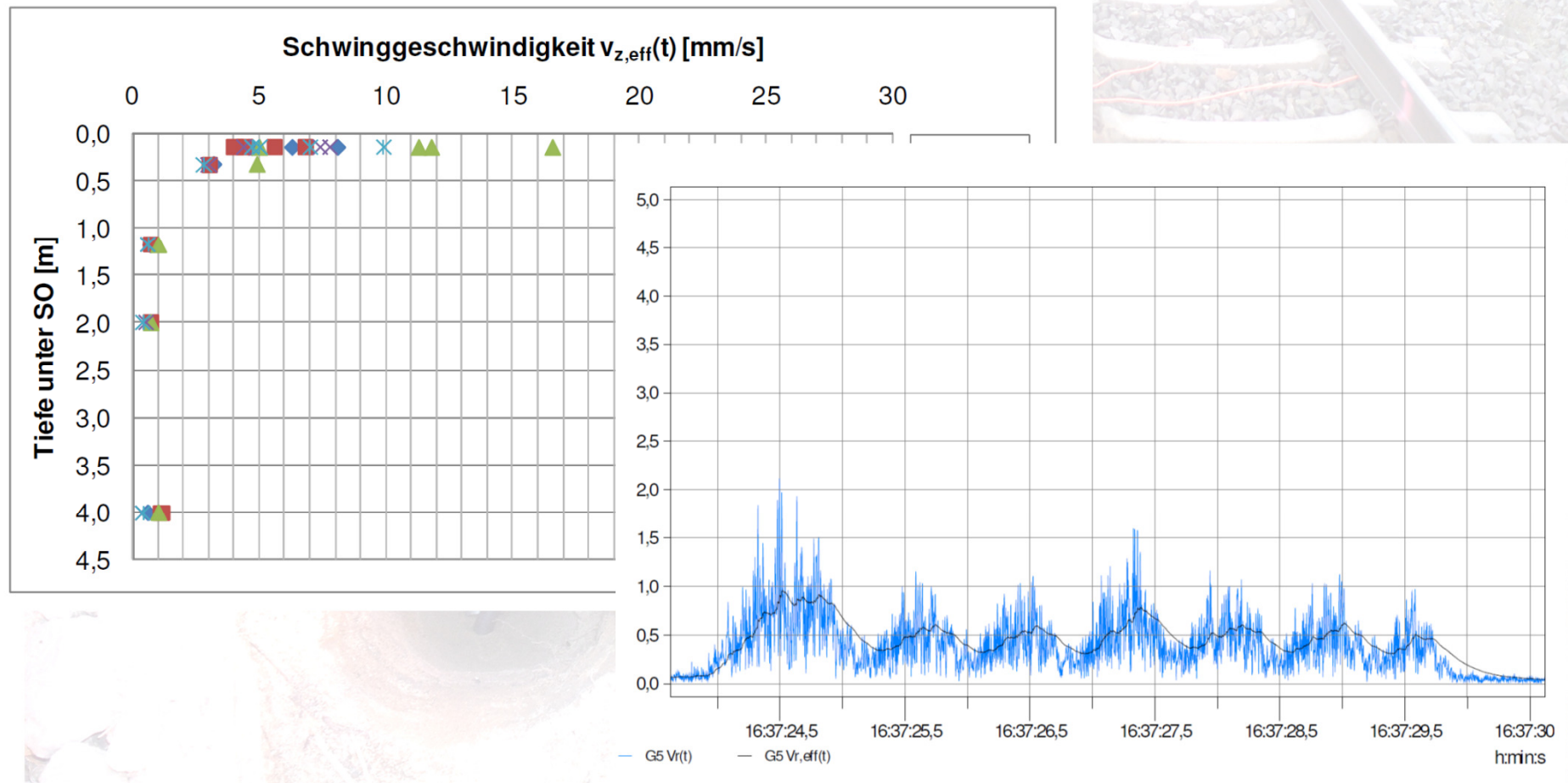
# Dynamische Messungen





# Dynamische Messungen

Ermittlung der Schwinggeschwindigkeiten u.a. zur Kalibrierung der dynamischen Berechnungen



# Geophysikalische Untersuchungen



Downhole-Messungen  
Tauchwellentomografie

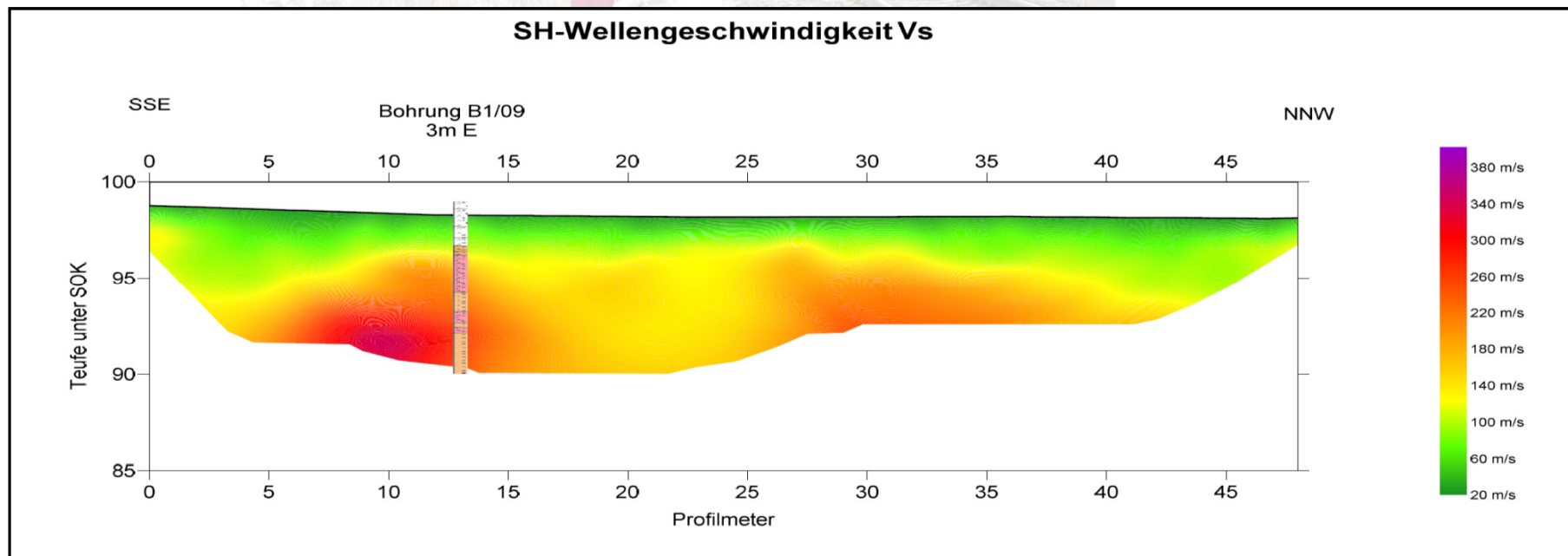




# Geophysikalische Untersuchungen

Bestimmung der P- und SH-Wellengeschwindigkeiten der einzelnen Bodenschichten

Ableitung der dynamischen E-Module und G-Module der einzelnen Bodenschichten als Eingangswerte für die dynamischen Berechnungen



Durchführung und Auswertung: Geophysik GGD Leipzig

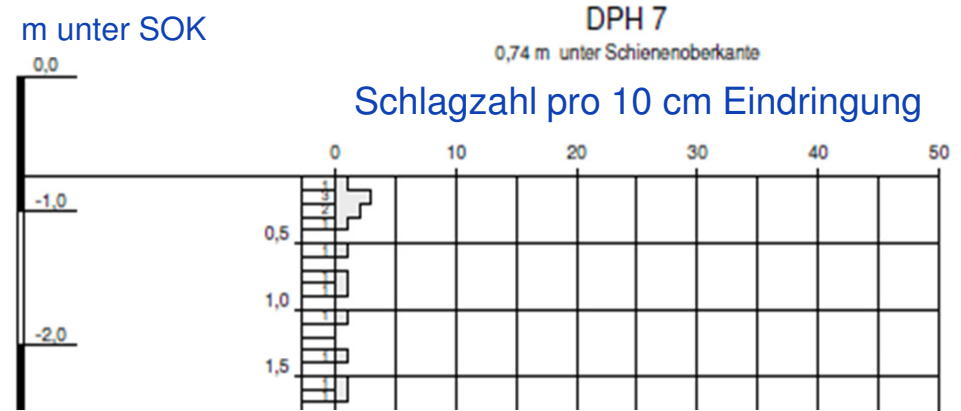
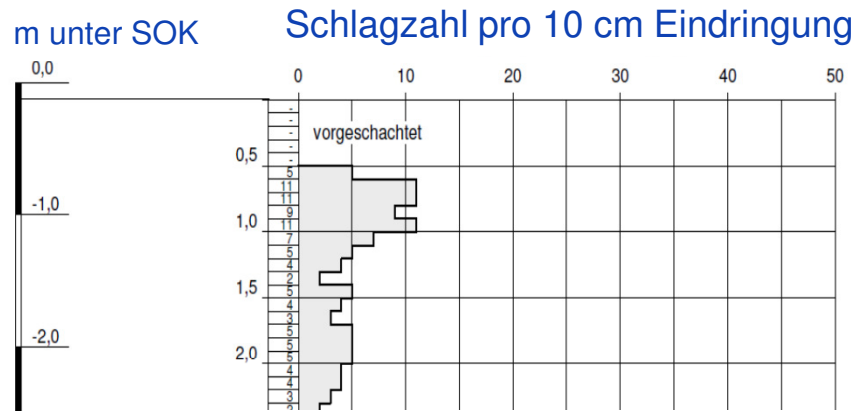
# Erkundungen in den Gleisachsen



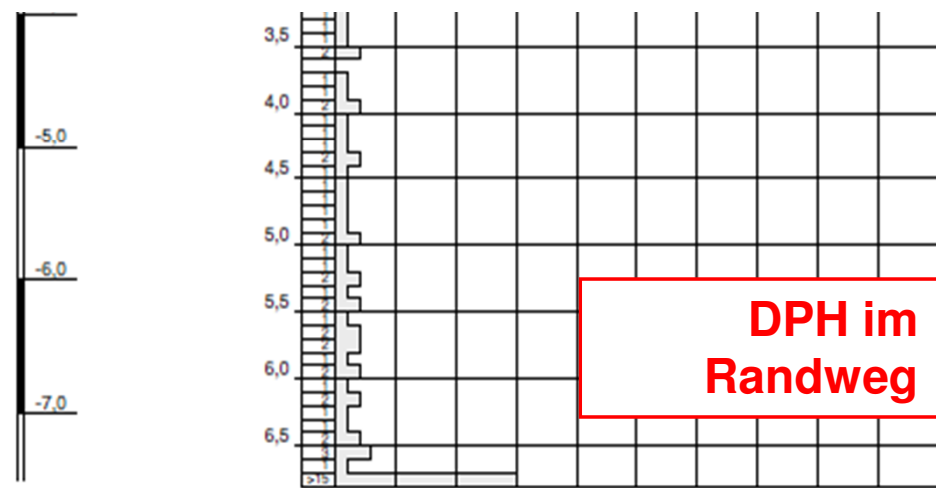
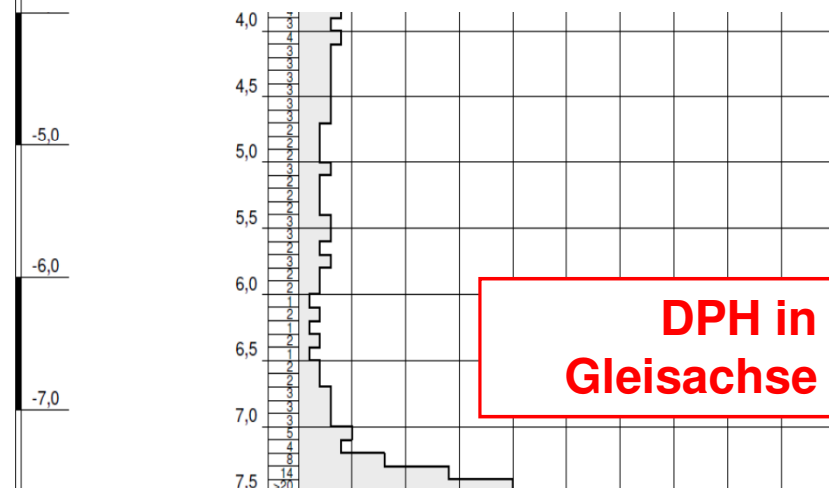
Fotos: FUGRO Consult



# Warum Erkundungen in den Gleisachsen ?

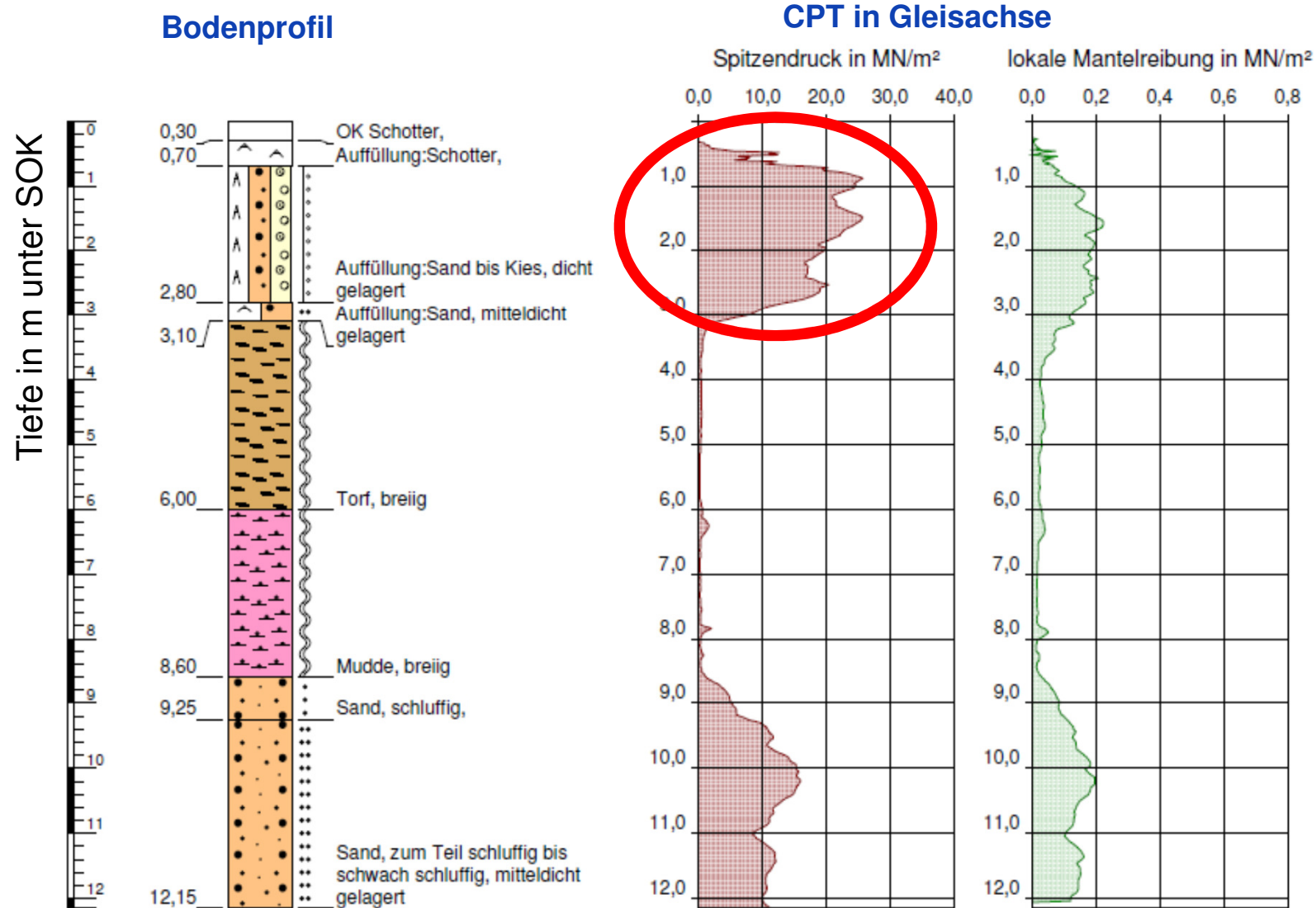


höhere Lagerungsdichte im Einflussbereich der Verkehrslasten



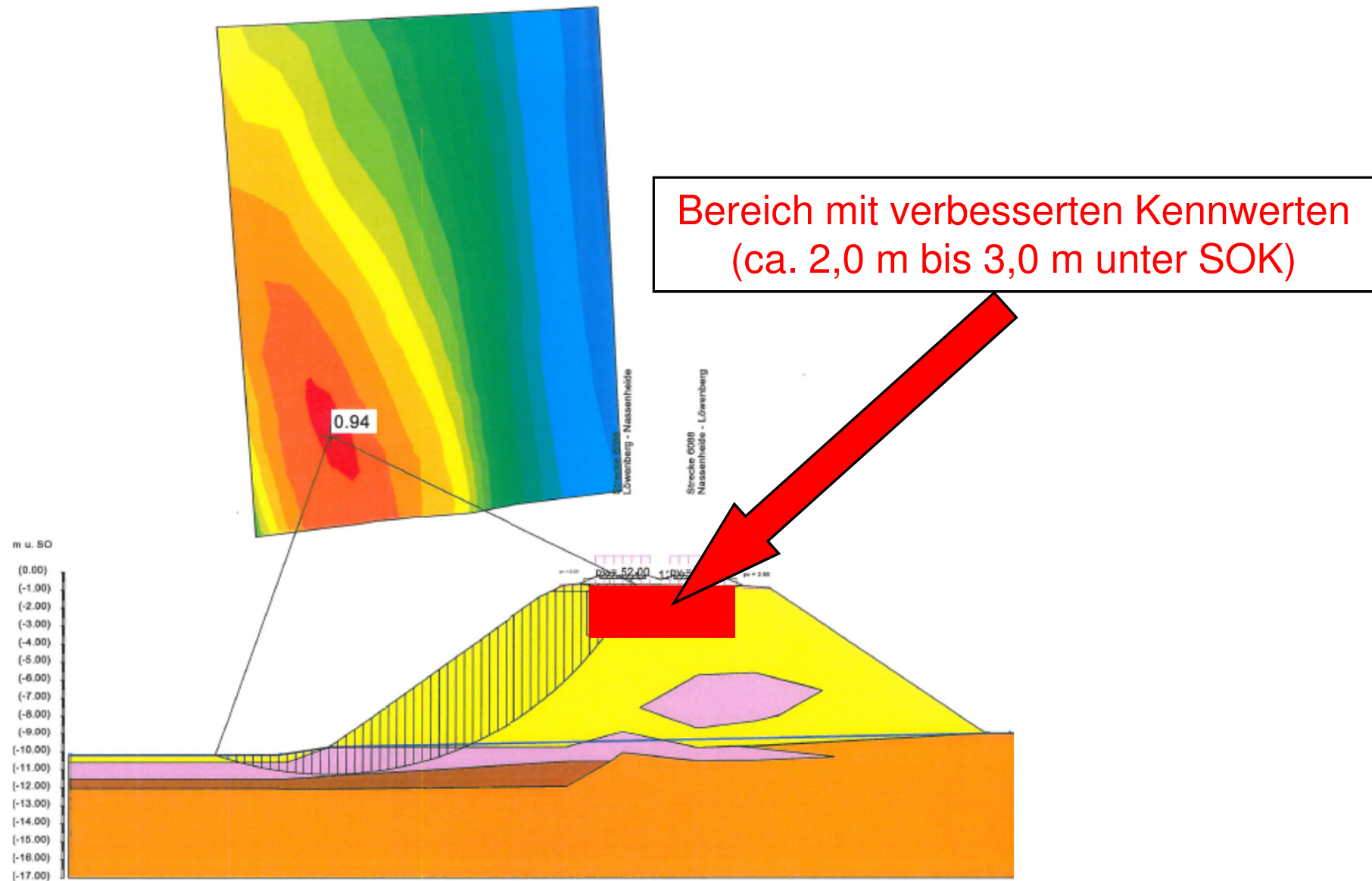


# Drucksondierungen und Standsicherheitsberechnungen



Quelle: FUGRO Consult

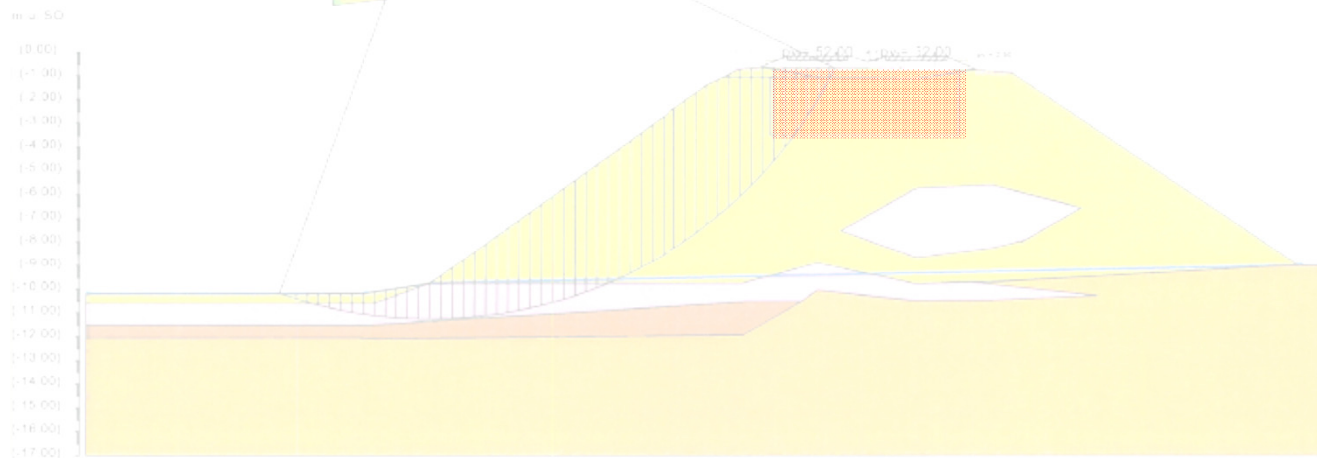
# Drucksondierungen und Standsicherheitsberechnungen



# Drucksondierungen und Standsicherheitsberechnungen

Dies entspricht der Nachweismethodik für Standsicherheiten nach Ril 836.7001

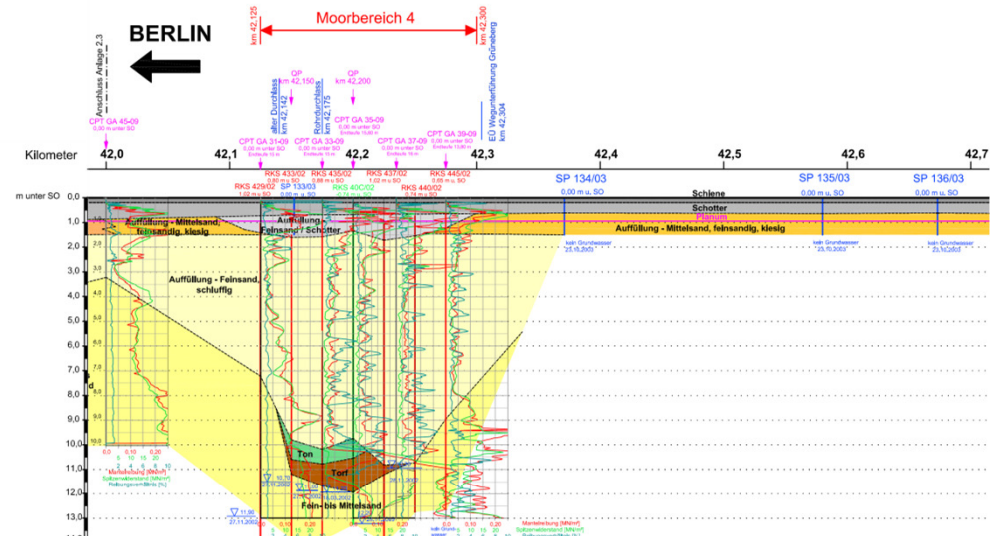
„Für rechnerische Nachweise der Tragfähigkeit oder Gebrauchstauglichkeit von bestehenden Bauwerken sind in der Regel zusätzliche, über die Festlegungen des Moduls 836.1002 und der DIN 4020 hinausgehende objektspezifische Untersuchungen erforderlich, mit denen Scherparameter entweder direkt bestimmt oder mit ermittelten Zustandsgrößen unmittelbar korreliert werden können.“





# Bündelung der Informationen in einem geotechnischen Streckenband

Baugrundlängsschnitt



<b>Bauwerke</b>	Damm, H <sub>max</sub> ca. 1 ... 2 m	Damm, H <sub>max</sub> ca. 1 ... 3 m	Damm, H <sub>max</sub> ca. 6 ... 10 m	Damm, H <sub>max</sub> ca. 1 ... 3 m	Einschnitt, T <sub>max</sub> # 1 ... 3 m	Einschnitt, T <sub>max</sub> # 2 ... 3 m	Einschnitt, T <sub>max</sub> # 3 ... 4 m	Einschnitt, T <sub>max</sub> # 4 ...
<b>vorhandene Gutachten</b>	km 42,100 - km 42,300 (04.04.2002) km 42,125 - km 42,300 (08.01.2003 / 07.08.2003)							
<b>vorhandene Schwachstellen</b>	organische Böden L <sub>H</sub> re = 5 mm, L <sub>H</sub> re = 6 mm, L <sub>H</sub> re = 6-10 mm, L <sub>H</sub> re = 5-8 mm Einschnitt, regelmäßig erhöhte Instandhaltung							
<b>Planrechtliche Grundlagen</b>	4.1 Schutzgebiete (NAT, FFH)							
<b>Geotechnische Angaben</b>	3.1 in Höhe Plenum entsprechende Böden Auffüllung aus Feinsand, mit Schotter durchmisch (SE, SU) 9,0 m - 13,2 m Auffüllung aus Mittelsand, feinsandig, kiesig (SE bis SU/SU) > 2 m 3.3 Schotterstärken gemäß Lütjensman in m unter SO: 0,64, 0,62, 0,64, 0,62							
<b>Empfehlungen Altgutachten</b>	6.1 Befestigung PSS PSS erforderlich PSS nicht erforderlich							
<b>Folgerungen</b>	7.1 Empfehlungen zum Einbau PSS bei konventionellem Umbau: Dicke: 0,30 m; KG 1 nach DBS 918 062 7.2 Empfehlungen zum Einbau PSS bei gelagertem Umbau: Dicke: 0,40 m; KG 1 nach DBS 918 062 Nachverdichtung des Plenums bei konventionellem Umbau Nachverdichtung des Plenums bei konventionellem Umbau							

# Dynamische Berechnungen



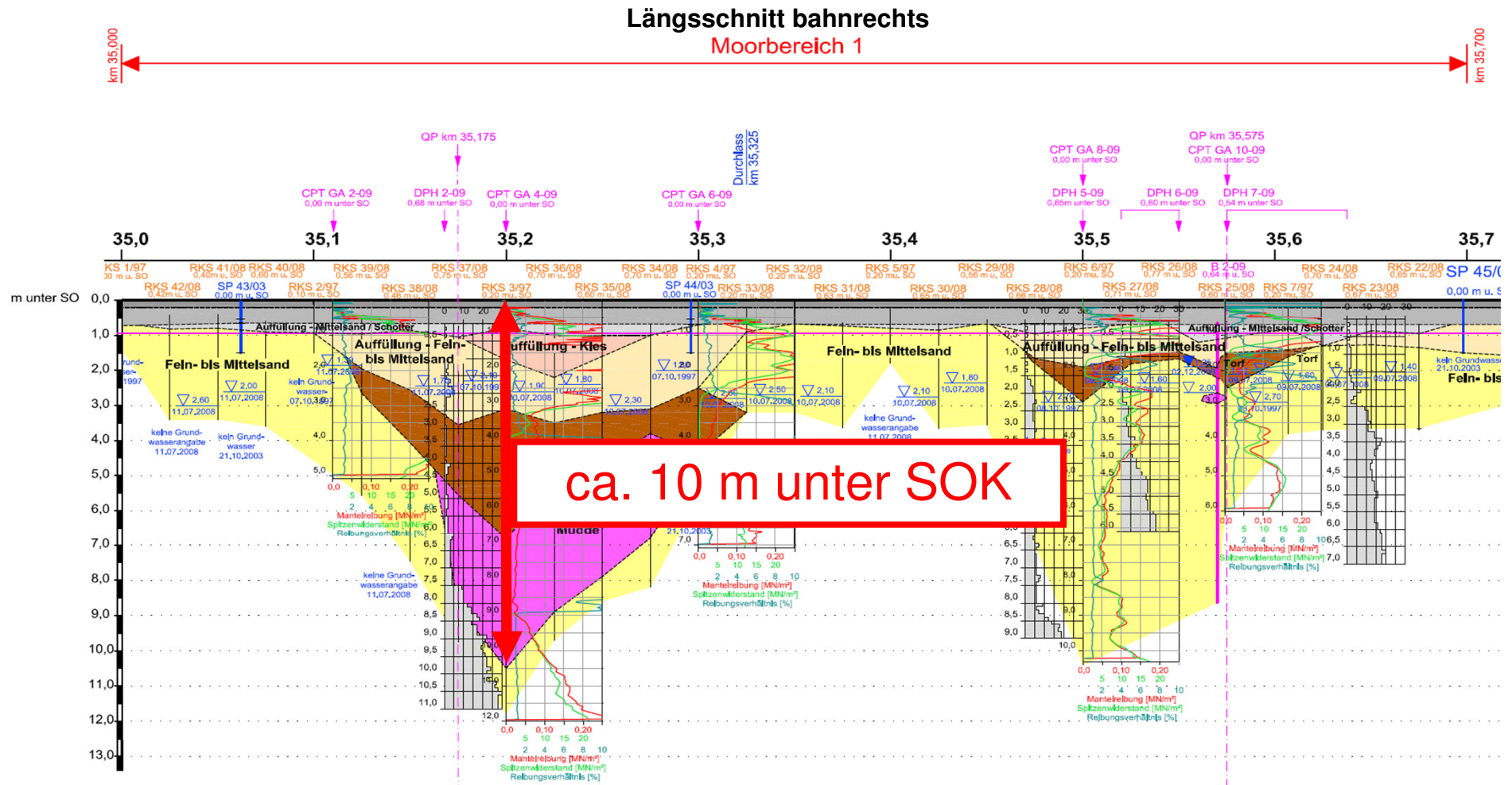
Moor 1



Moor 2



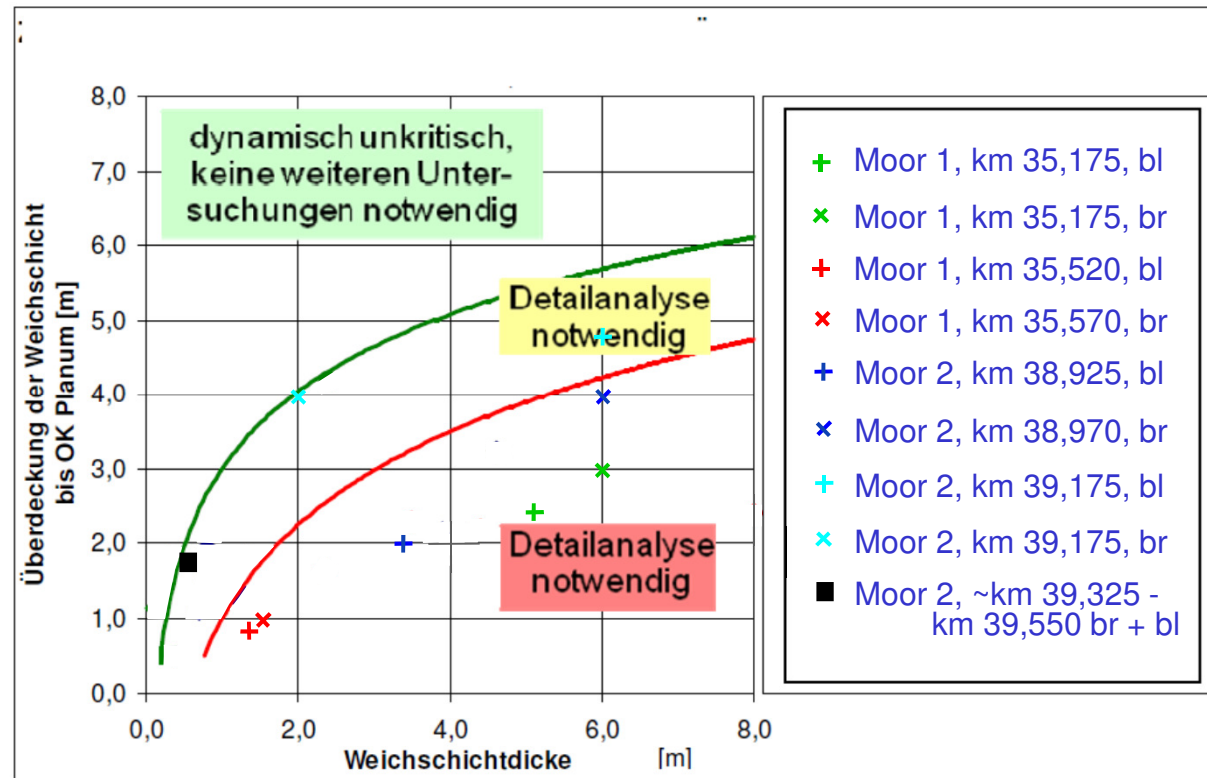
# Moor 1, km 35,000 bis km 35,700 Baugrundsituation





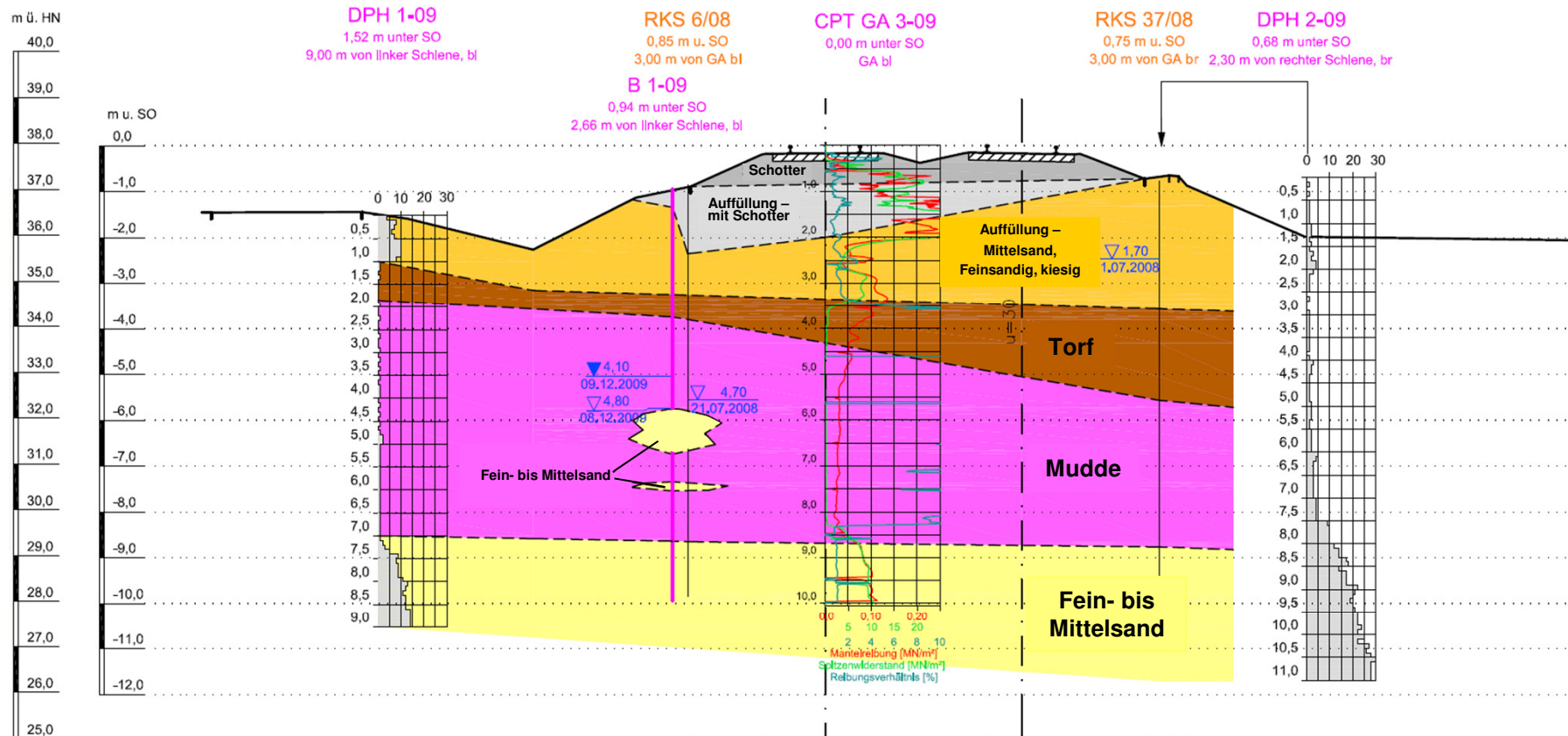
# Dynamische Stabilität Moor 1 und 2

## Infolge Weichschichten

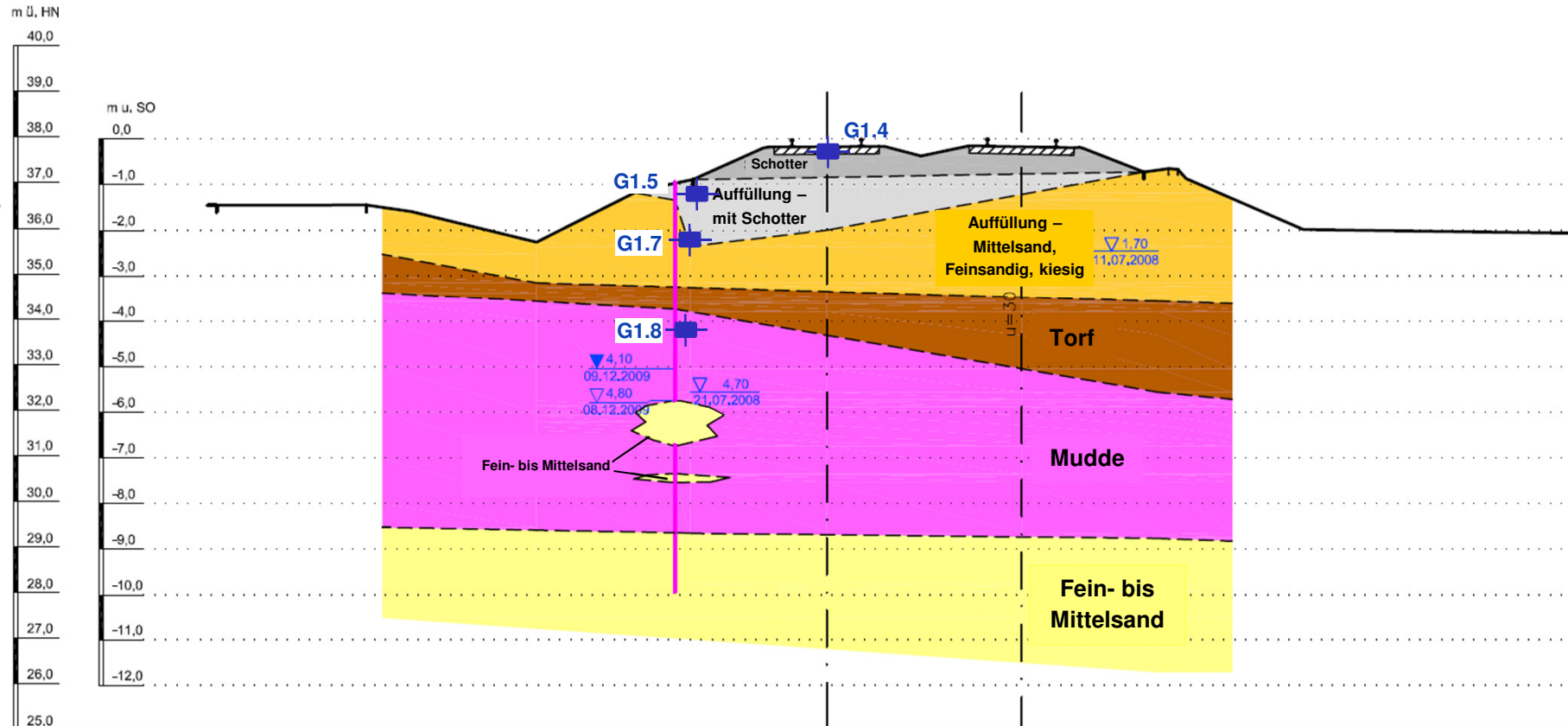


Zusammenhang zwischen Weichschichtdicke und Überdeckung bei Einhaltung des Kriteriums  $\gamma < \gamma_{tv,u}$  für untersuchte Projekte (aus: Auszug aus Entwurf Planungshilfe (Feb. 2009) des Forschungsvorhabens „Bewertung der Eignung Weichschichten im Eisenbahnbau“ übergeben von Herrn W. Vogel, DB AG, 2009)

# Moor 1, Querschnitt km 35,175, Baugrundsituation



# Moor 1, Querschnitt km 35,175 – vorhandene Messgeber

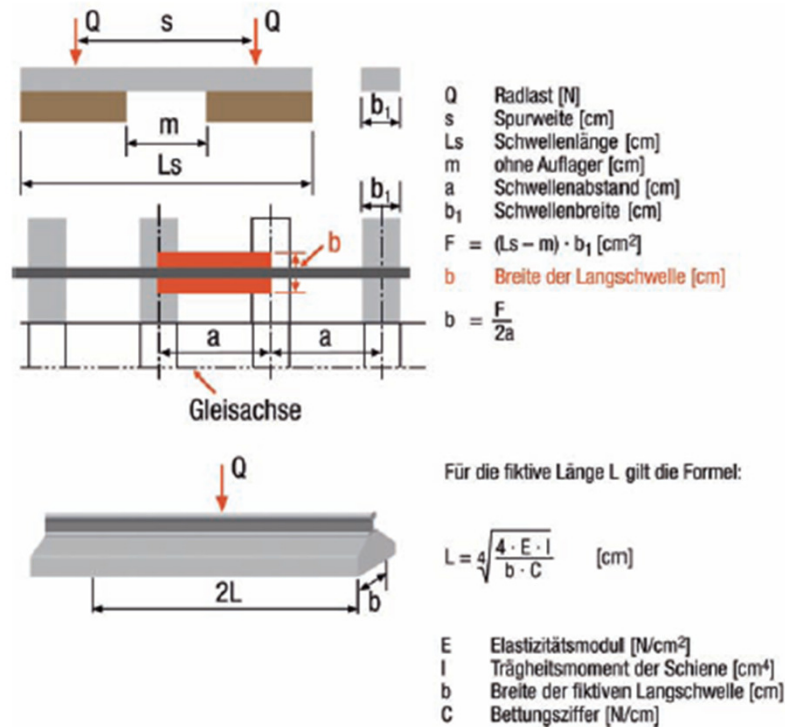




# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

Ermittlung der quasistatischen Einwirkung infolge der Zugüberfahrten

Umwandlung des Querswellenoberbaus in einen Langschwellenoberbau nach ZIMMERMANN



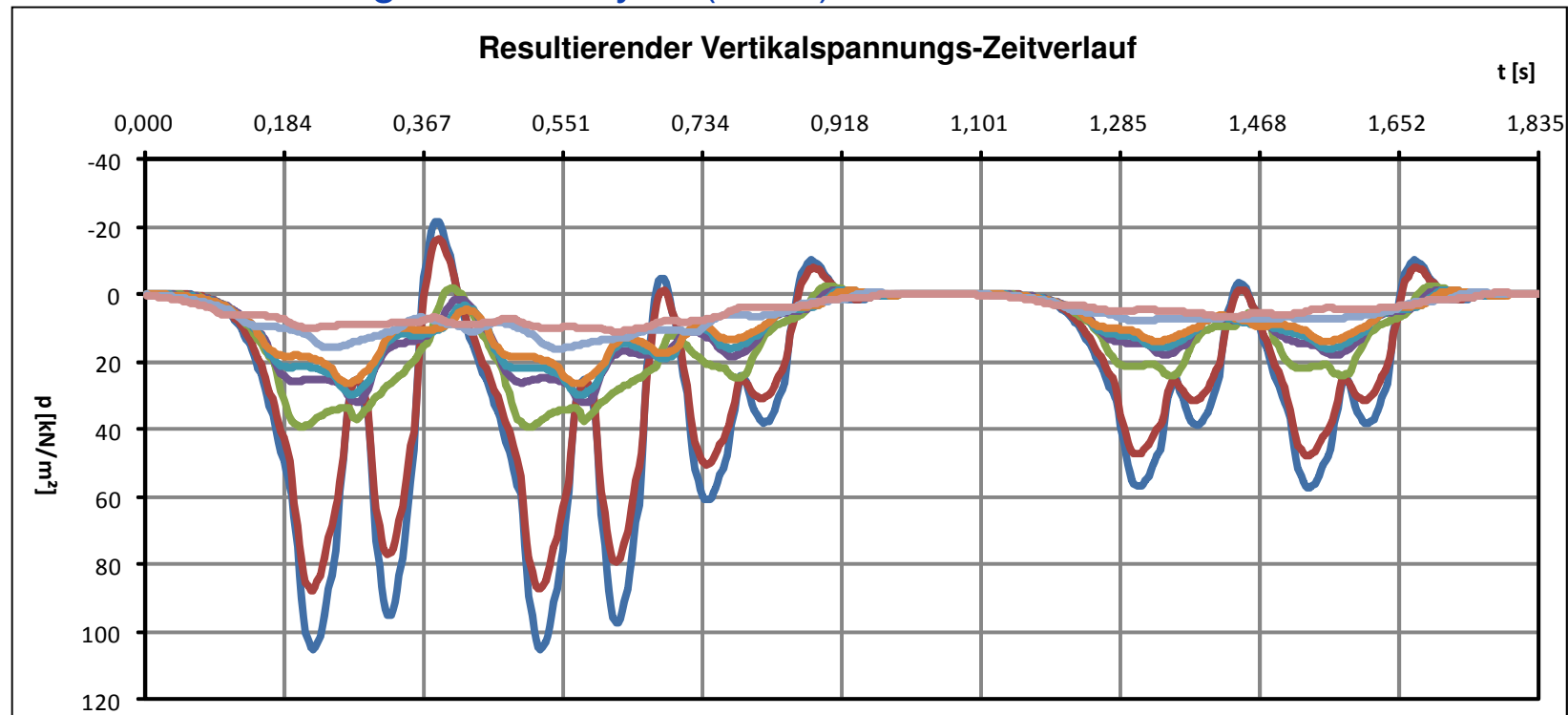
Quelle: Klotzinger, E, ETR Jan+Feb. 2008, S.34-41,  
 Der Oberbauscotter Teil 1:  
 Anforderungen und Beanspruchungen,

Querprofil		Moor 1	km 35,175	
Zustand		Bestand		
Typ	Typ 4 (Hochgeschwindigkeits-Reisezug)	120	km/h	
$r_p$	Zwischenlage/-stützpkt.	Zz 687	a	
$s$	Schwelle	B 70	W	
$b_s$	Schwellenbreite	0,3	m	
$l_s$	Schwellenlänge	2,6	m	
$a$	Schwellenabstand	0,6	m	
$m_{Schw}$	Masse der Schwelle	280	kg	
$l_{MT}$	Länge des auflagerfreien Mittelteils	0,5	m	
$F_w$	wirksame Schwellenauflagerfläche	0,63	m <sup>2</sup>	
$l_a$	Auflagerlänge	1,05	m	
$r$	Schiene	UIC 60		
$E$	E-Modul (Schiene)	2,10 E+08	kN/m <sup>2</sup>	
$I$	Trägheitsmoment (Schiene)	3,06 E-05	m <sup>4</sup>	
$E \times I$	Steifigkeit	6416	kN/m <sup>2</sup>	
$m_{Schi}$	Masse der Schiene	60,34	kg/m	
$k_{Soil}$	Bettungszahl Boden	7,67 E+04	kN/m <sup>3</sup>	
$k_{rp}$	Steifigkeit Zwischenlage	600	kN/mm	
$k_s$	Steifigkeit Schwelle	9500	kN/mm	
$C_b$	Bettungszahl gesamt	7,21 E+04	kN/m <sup>3</sup>	
$b_L$	Breite des idealisierten Längsträgers	0,525	m	
$L_i$	elastische Länge des Längsträgers	0,908	m	
$m_{(1/2 Schw+Schi)}$	Masse halbe Schwelle + Schiene	215,90	kg/m	
$Q_{TK}$	Radkraft Triebkopf	85	kN	
$Q_{MW}$	Radkraft Mittelwagen	85	kN	
$Z_{Schi,Lok}$	Schieneneneinsenkung unter statischer Last	1,24	mm	



# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

Ermittlung der quasistatischen Einwirkung infolge der Zugüberfahrten  
Beanspruchung  $p(t)$  nach dem mechanischen Modell des dynamisch belasteten Fahrweges nach Fryba (1957)

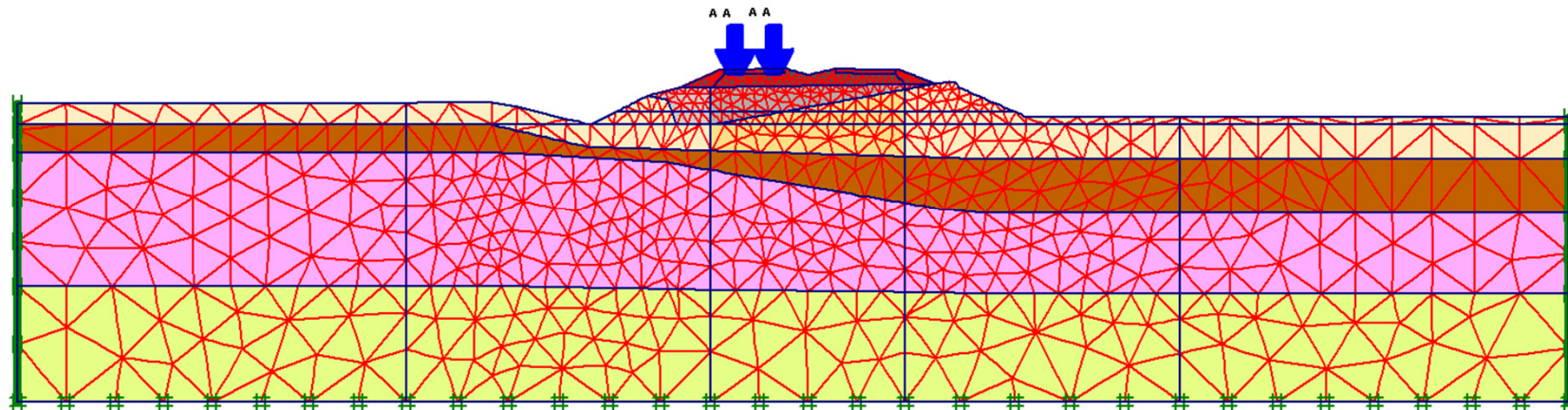


— UK Schwelle	— Mitte Schotter	— Mitte Damm	— UK Damm
— Mitte Torf	— UK Torf	— Mitte Mudde	— UK Mudde



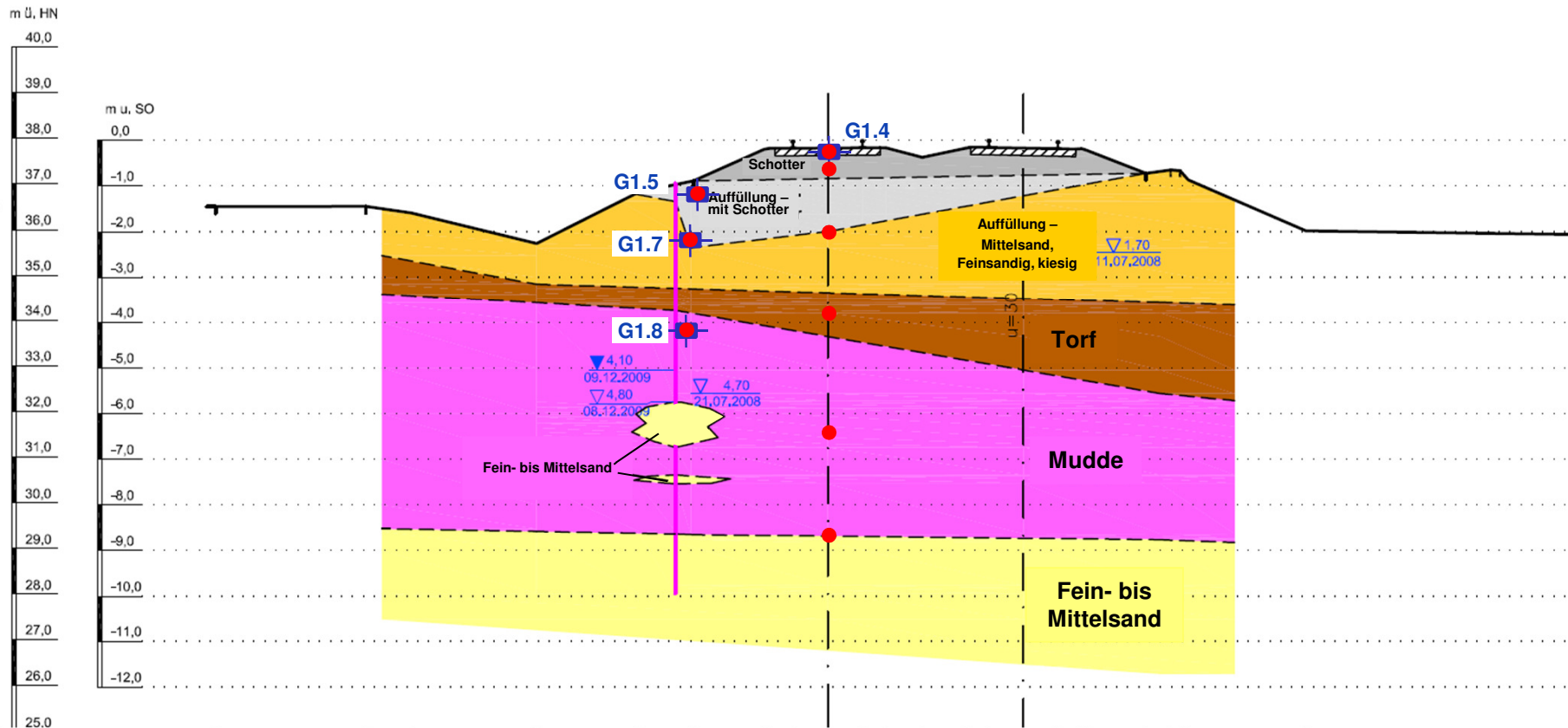
# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

## Berechnungs- und FE-Modell



# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

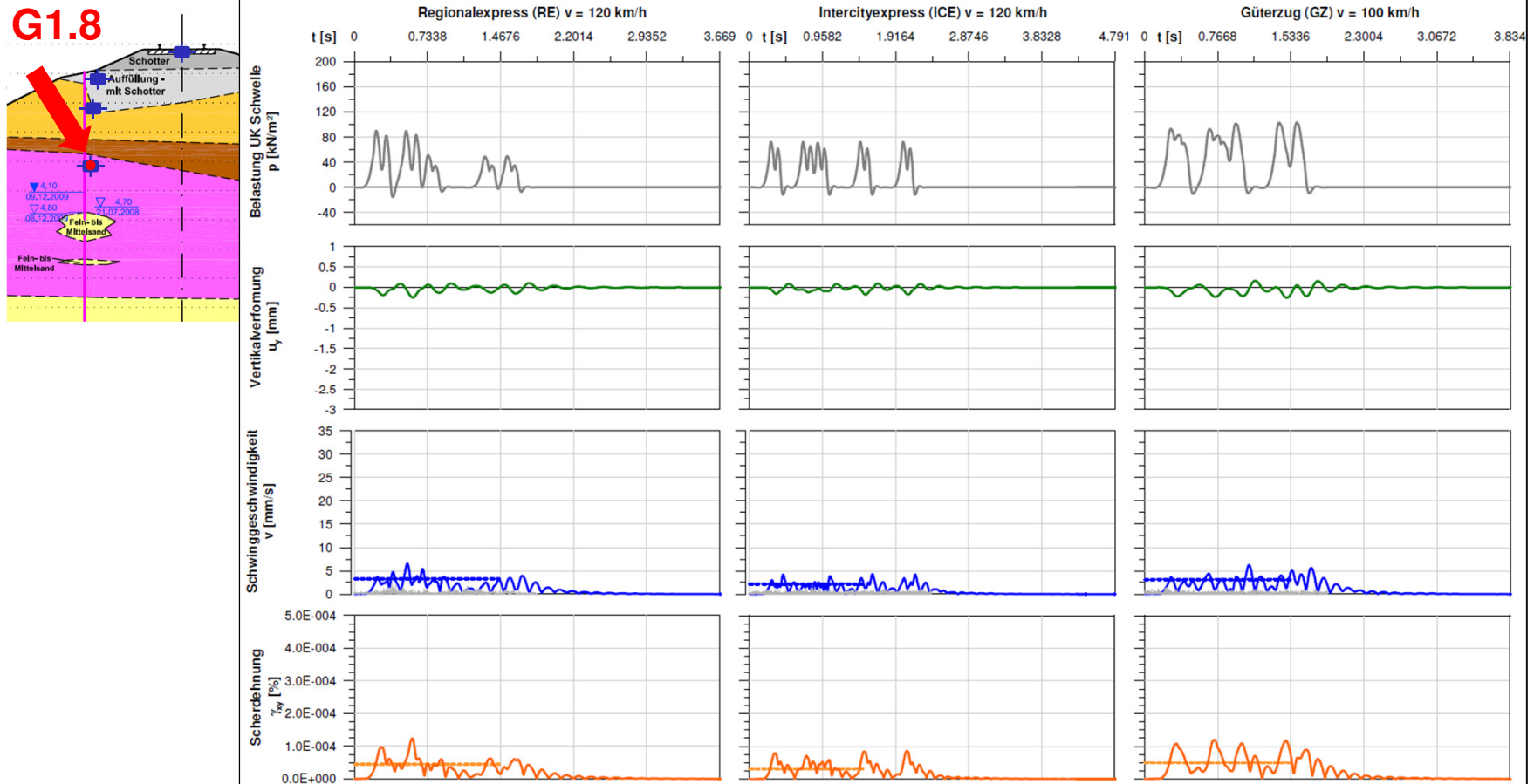
## Gewählte Spannungs- und Verformungspunkte für die Auswertung



# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

## Berechnungsergebnisse für ausgewählte Spannungs- Verformungspunkte

### Bestand

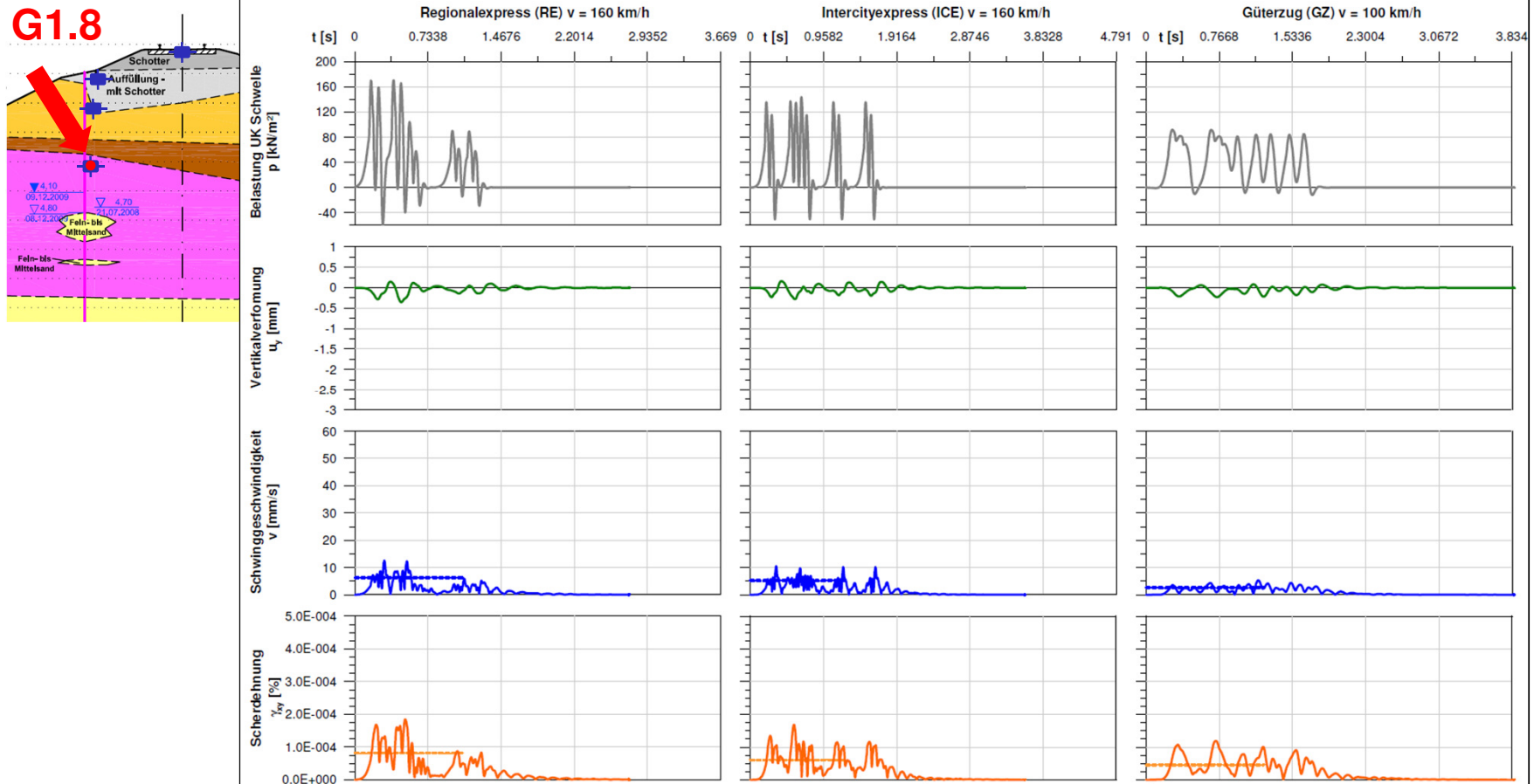




# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

## Berechnungsergebnisse für ausgewählte Spannungs- Verformungspunkte

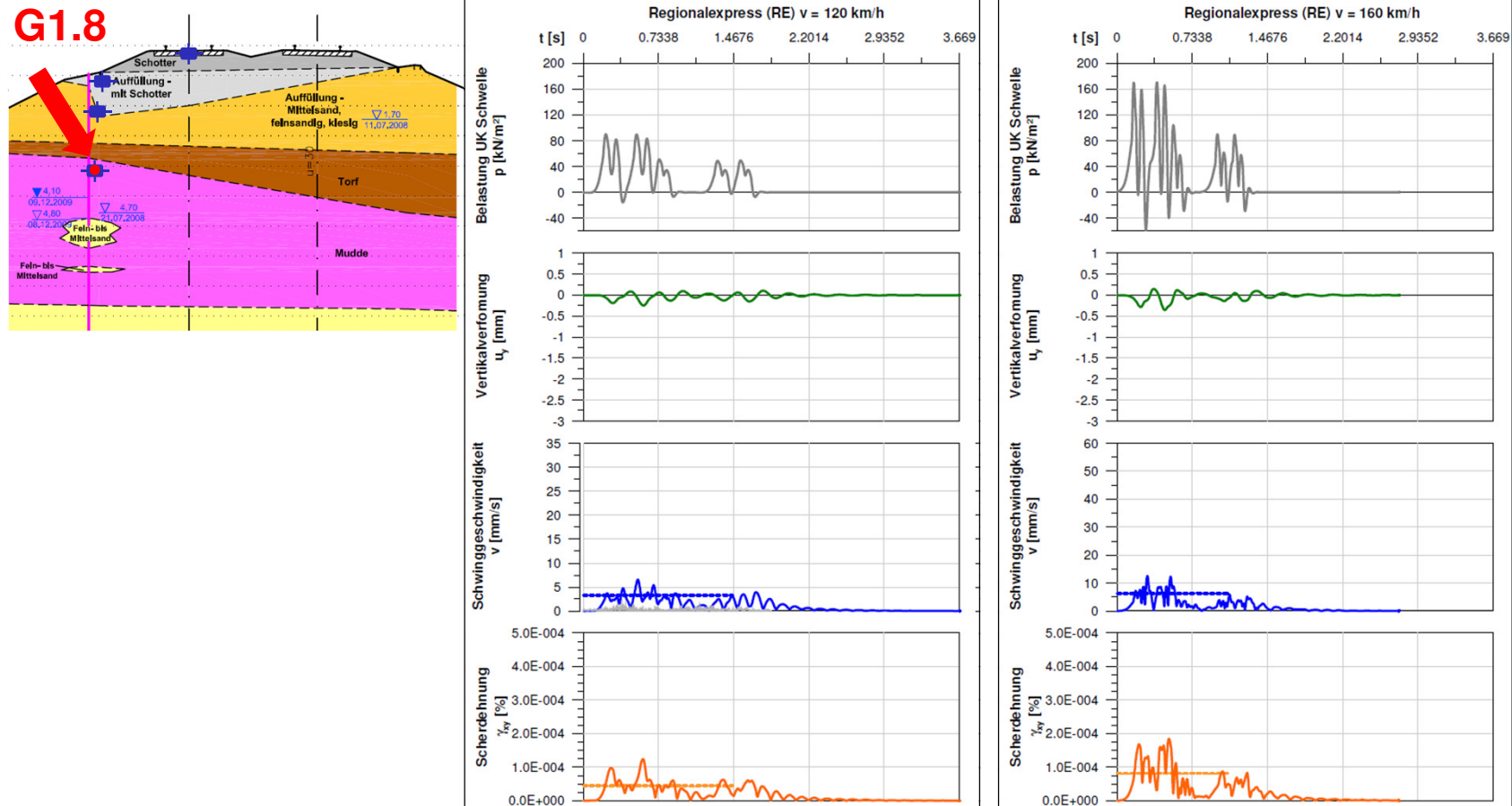
### Erhöhung Zuggeschwindigkeit bzw. Radsatzlasten



# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

## Berechnungsergebnisse für ausgewählte Spannungs- Verformungspunkte

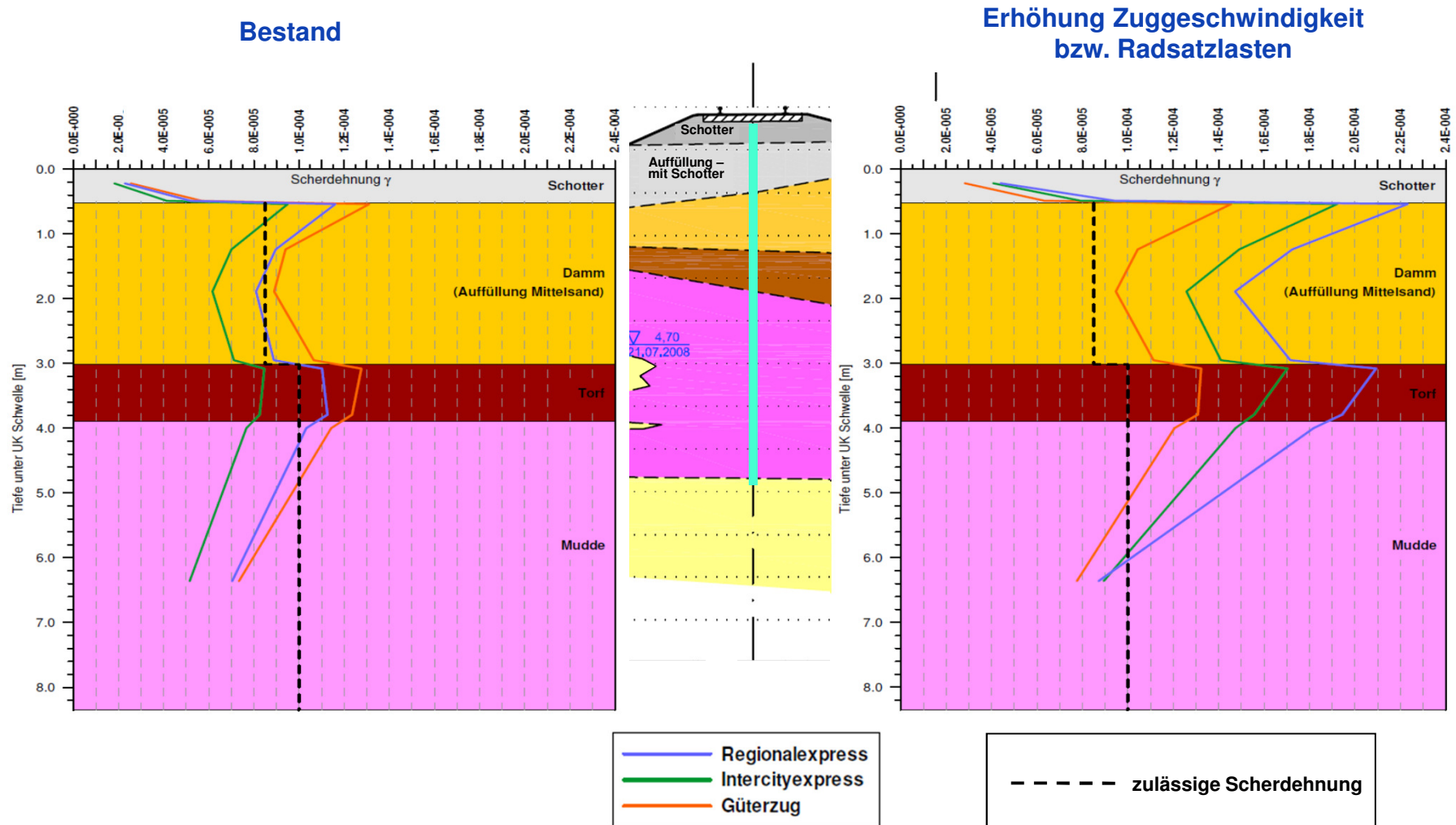
### Vergleich Bestand – Erhöhung für Typ Regionalexpress



07.10.2010 Beratung bei DB Netz AG Berlin, ABS HRO-B, Nass.-Löw.

# Moor 1, QP km 35,175 – Gleisdynamische Berechnungen

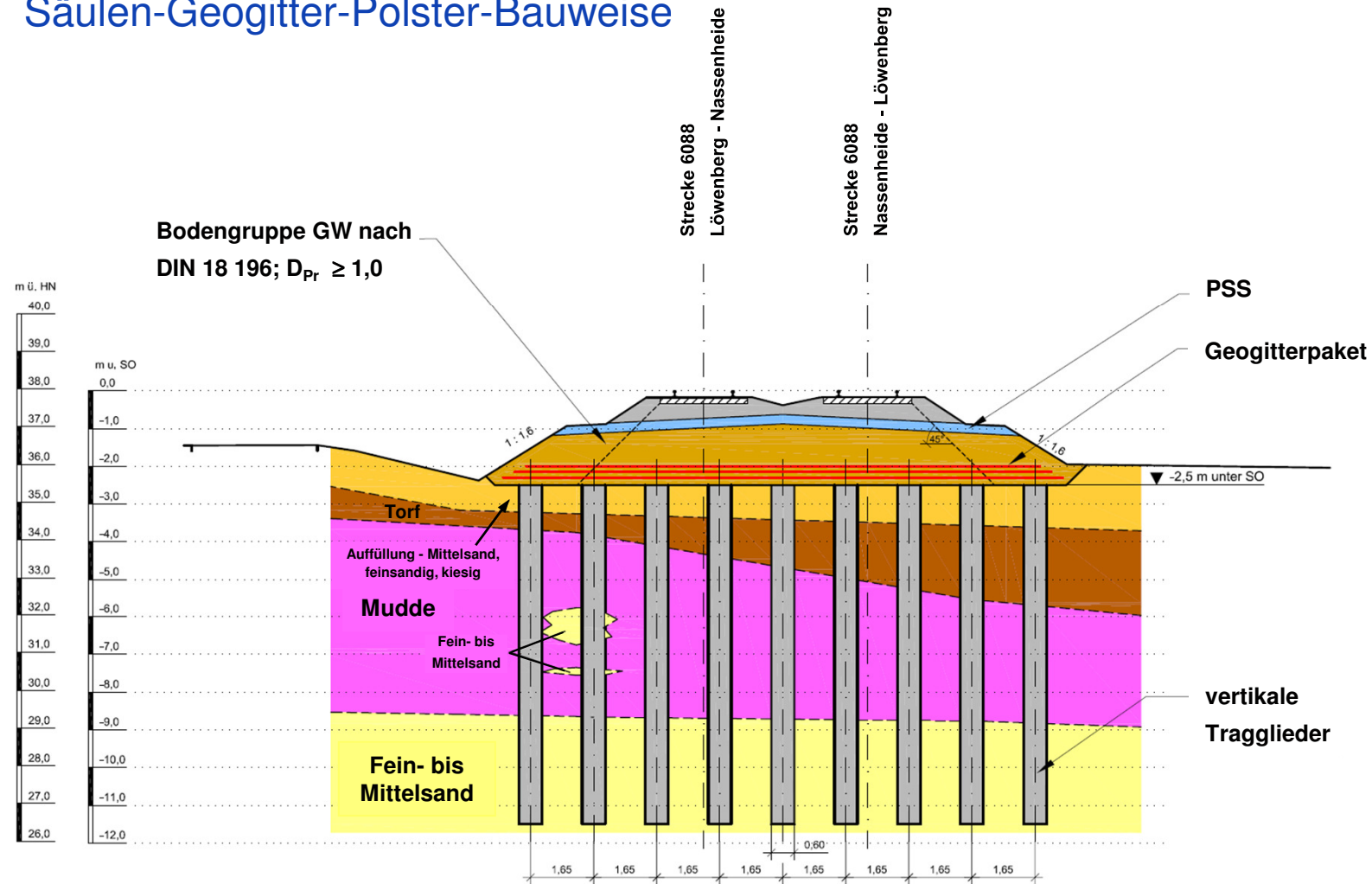
Berechnungsergebnisse – Vergleich ermittelte ↔ zulässige Scherdehnung





# Ertüchtigung Moor 1 und Moor 2: „dicke“ Weichschichten

## Säulen-Geogitter-Polster-Bauweise



# Fazit

- Bei geotechnischen Untersuchungen für Ausbaustrecken im Rahmen des Erkundungskonzeptes Kontakt mit den Anlagenverantwortlichen suchen
- Zusätzlich Erkundungen des Zustandes im Einflussbereich der Verkehrslasten durchführen
- Dynamische Berechnungen im Zusammenhang mit dynamischen Messungen und geophysikalischen Untersuchungen sinnvoll
- Empfehlung: Erstellung eines geotechnischen Streckenbandes zur Bündelung der Informationen



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

