



**Ingenieurgesellschaft  
Baugrund und Grundbau Leipzig  
Dr.-Ing. Jochen Wünscher**

**Sachverständigenbüro für Erd- und Grundbau,  
insbesondere Rohrleitungen**

**04107 LEIPZIG , Grassstraße 12**

**Telefon: 0341 / 9 62 53 55**

**Telefax : 0341 / 4 01 11 46**

**Funk: 0171 / 6 21 81 50**

**E-Mail: IBG\_LPZ@t-online.de**

# Vortrag in der Arwed-Rossbach-Schule BSZ Leipzig

## Komplizierte Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

Was beim Kanalbau  
alles passieren kann!

# Gliederung

1. Erläuterungen zum Bauvorhaben
2. Baugrundverhältnisse
3. Problemkreise bei der Ausführung
4. Lösungen für die Probleme
5. Baubegleitung und Messungen
6. Schlussfolgerungen

# 1. Erläuterungen zum Bauvorhaben

- Verlegung einer Abwasserleitung (Mischwasser)
- Es sind 4455 m Leitungen zu rehabilitieren:
- Dies beinhaltet die Auswechslung der Haltungen über 1365 m
- Die Haltungen auf einer Länge von 975 m sollen durch ein Sanierungsverfahren (Inliner) in den Sollzustand gebracht werden.
- Auf einer Länge von 2115 m ist das vorhandene Kanalnetz zu reparieren.
- An 4 Punkten sind örtlich begrenzte Reparaturen in offener Bauweise vorgesehen.

# 1. Erläuterungen zum Bauvorhaben

- Zur Entwässerung eines Teilnetzes 1 sind ein Regenüberlauf und ein Pumpwerk in der Nähe des Vorfluters vorgesehen.
- Das Mischwasser des Teilnetzes 2 sowie der Drosselabfluss des Teilnetzes 1 werden im Freispiegelabfluss abgeleitet. Dazu sind 250 m Neubau DN 500 erforderlich.

# 2. Baugrundverhältnisse

## Standortverhältnisse

- Ein nördlicher Bereich wird durch den dort fließenden Fluss bzw. dessen Auegebiet vom weitaus größeren südlichen Ortsteil getrennt.
- Generell fällt das Gelände von Süd nach Nord zum Fluss hin über mehrere Meter ab.
- Liegen die höchsten Geländeabschnitte im Süden zwischen 130 und 131 m NN mit einem Extremwert von 132,6 bei RKS 18, so ist die niedrigste Geländehöhe bei RKS 25 mit 121,5 m NN in unmittelbarer Nähe zum Fluss anzutreffen.

# 2. Baugrundverhältnisse

## Geologische Verhältnisse

- Der Standort befindet sich aus regionalgeologischer Sicht im Bereich einer Flussaue und einer sich anschließenden Grundmoränenplatte.
- Die Lockergesteinsschichten über den im Liegenden von mächtigen tertiären Schichten in Form von Tonen, Schluffen und Sanden gebildeten Bereichen, sind durch Flussschotter, Schmelzwassersande und Geschiebelehm/-mergel geprägt. Die Auebereiche treten durch Auelehm und auch Lößlehm in Erscheinung. Die Geschiebelehme/-mergel sind durch regellos in Größe und Ausdehnung eingeschlossene Sandlinsen charakterisiert, die witterungs- und jahreszeitlich abhängig unterschiedlich wasserführend sein können. In diese Geschiebelehme/-mergel können auch Beckenschluff und -ton eingelagert sein.

# 2. Baugrundverhältnisse

## Geologische Verhältnisse

### **Besondere Merkmale:**

- die **Wechselhaftigkeit** des Geschiebelehm/-mergelkomplexes
- **Bindige und nichtbindige Böden** wechseln unregelmäßig
- **Feinsandlinsen führen Grundwasser** und neigen dann beim Aushub zum Ausfließen

# 3. Problemkreise bei der Ausführung

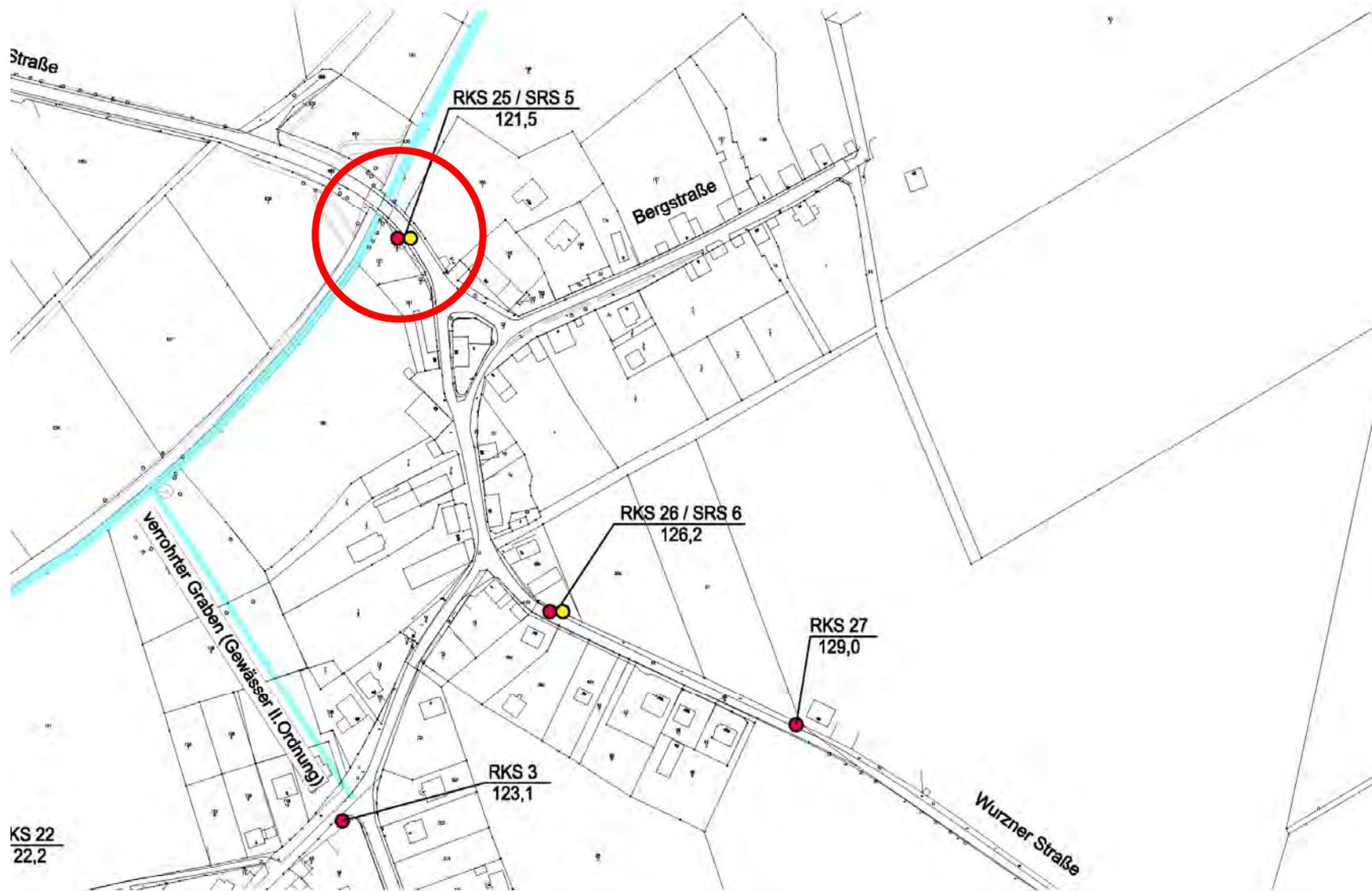
1. Problem „Feinsandlinsen“
2. Problem „Wasserhaltung“
3. Problem „Verbau bzw. Auswahl dessen“
4. Problem „Bauüberwachung“
5. Problem „Bauleitung“
6. Problem „Schadensvermeidung“
7. Problem „Beweissicherung“

# Wir hatten Sie gewarnt!

Ein Bild aus dem Baugrundgutachten

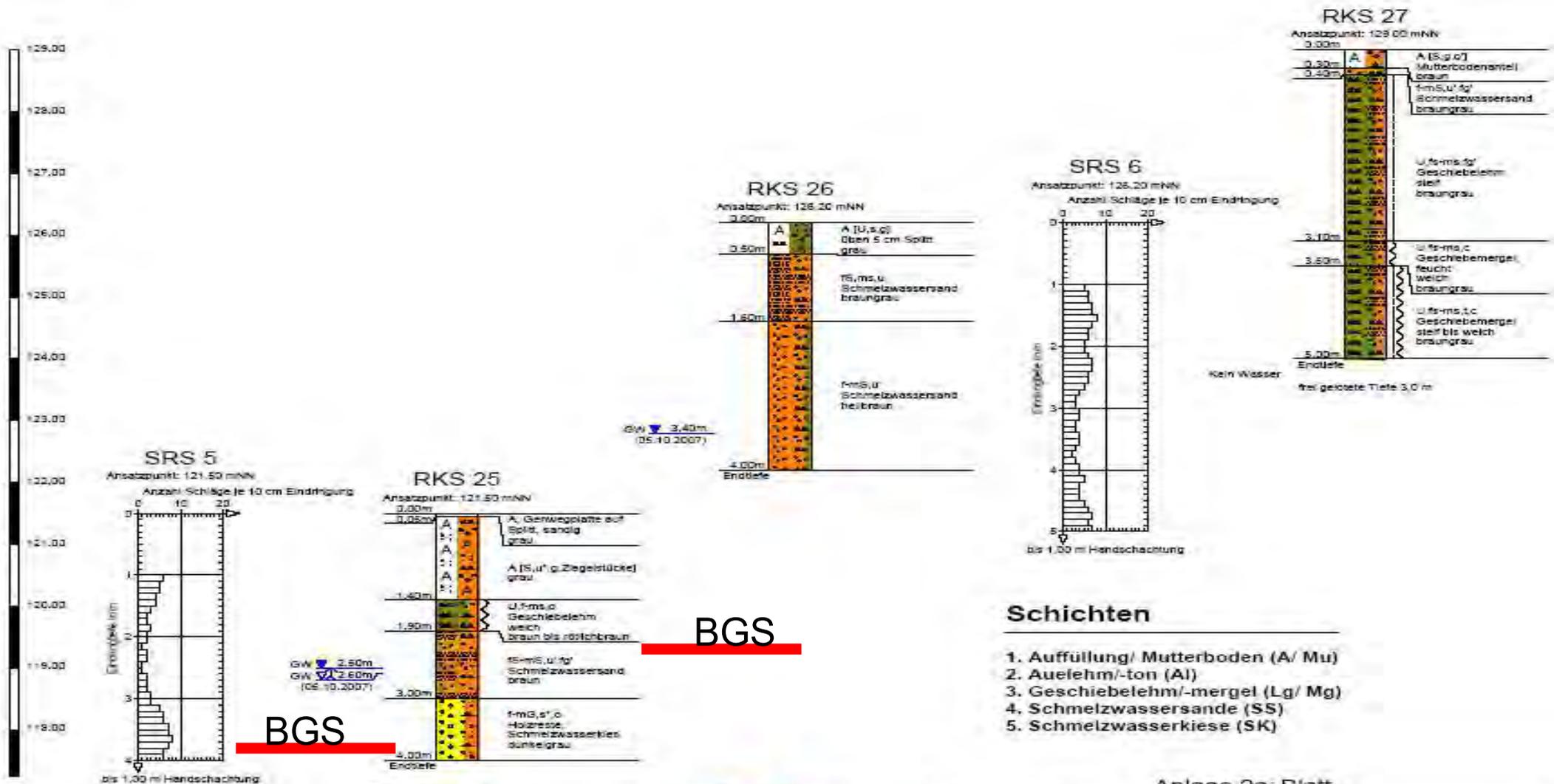


# Erkundung: 1. Aufschlussplan



**Forderung weiterer Bohrungen an den Bauwerken bei entsprechendem Planungsstand!**

# Baugrundschnitt in der Problemzone



**BGS**

**BGS**

## Schichten

1. Auffüllung/ Mutterboden (A/ Mu)
2. Auefelm/-ton (Al)
3. Geschiebelehm/-mergel (Lg/ Mg)
4. Schmelzwassersande (SS)
5. Schmelzwasserkiese (SK)

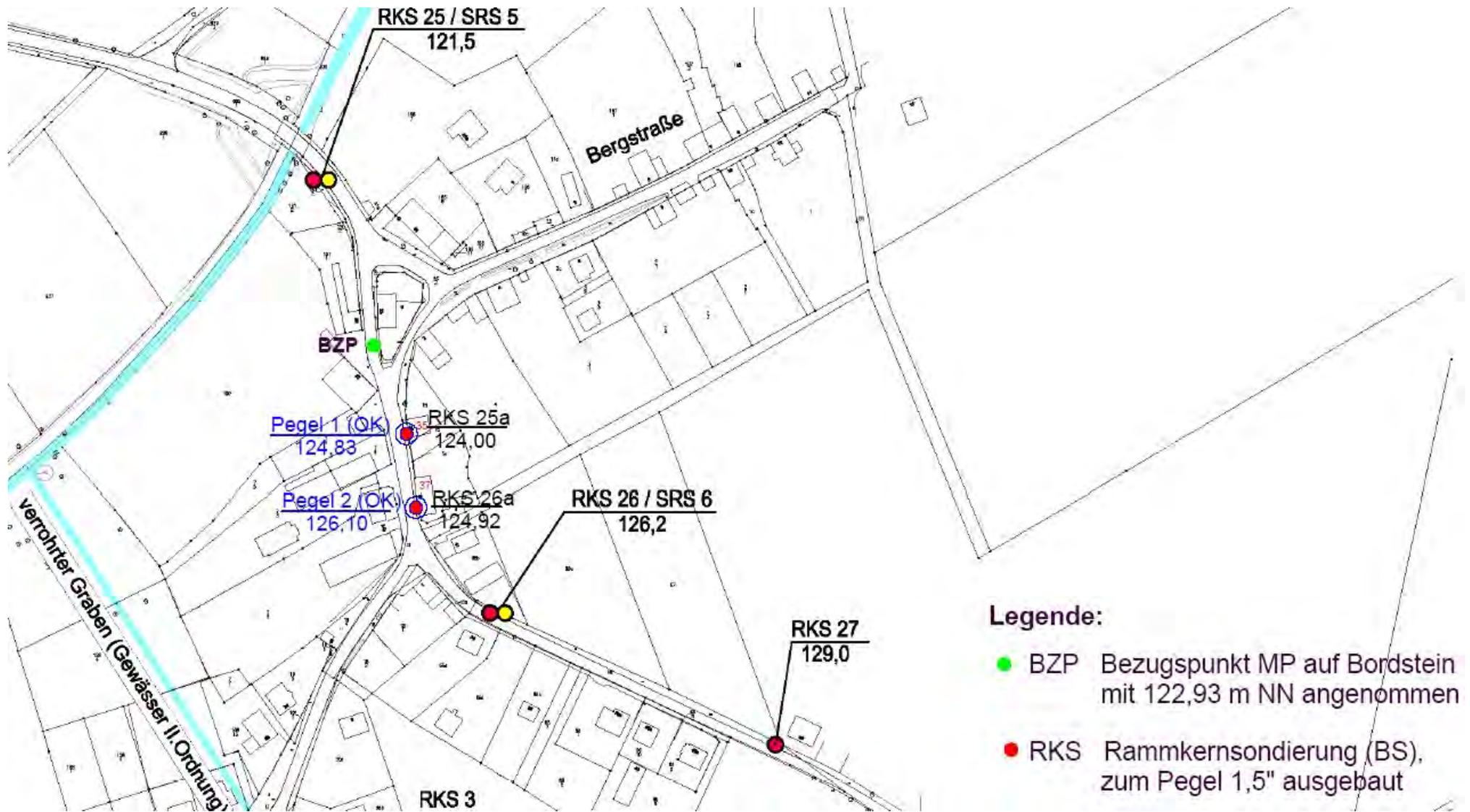
Rammprofil geht bis 112,5 mNN

Bodenprofil geht bis 115,5 mNN

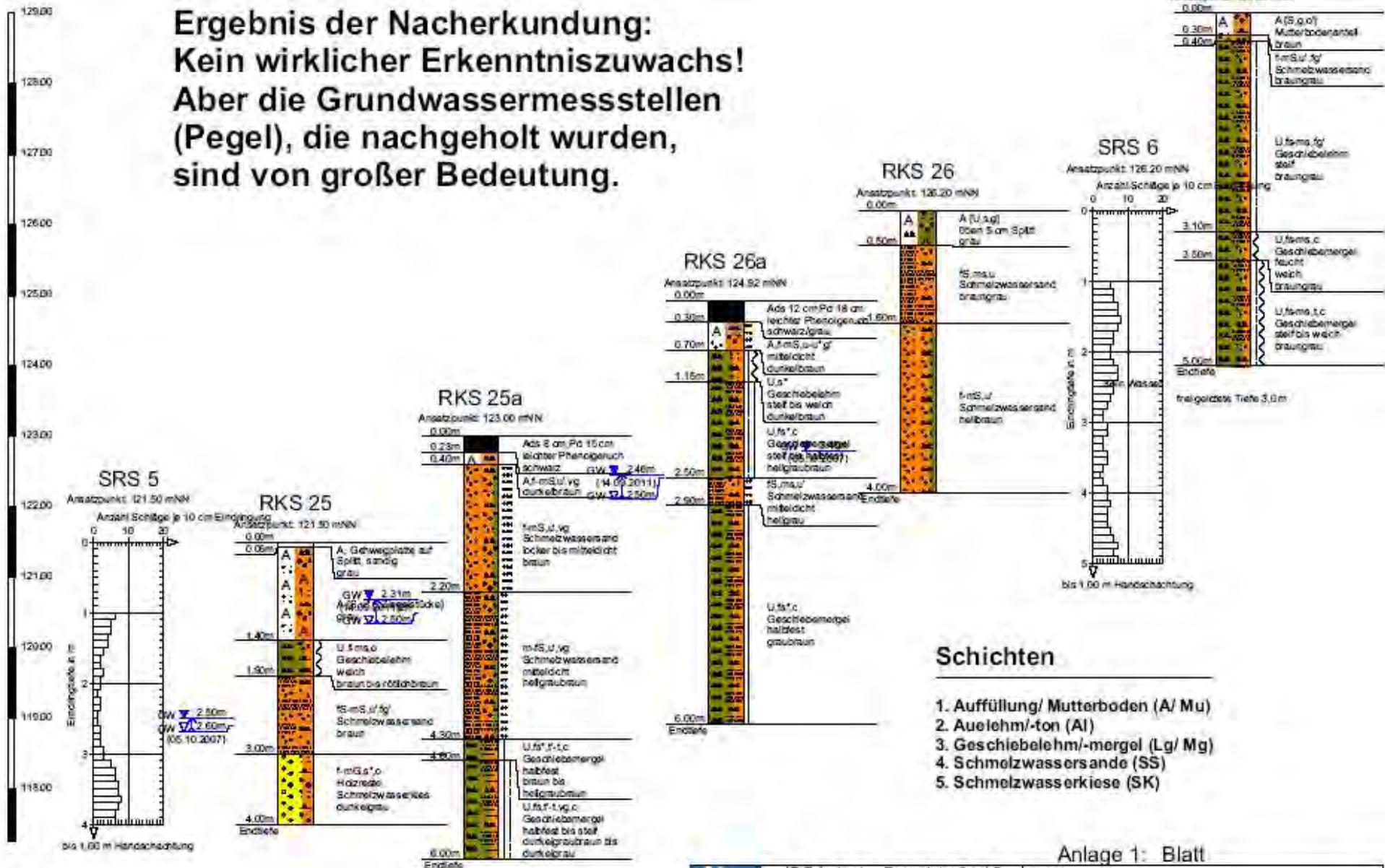
IBG	IBG Leipzig, Grassstraße 12 04107 Leipzig	Projekt: Abwasserseitige Erhebung
	Tel. 0341/ 9 62 83 54 o. 55 Fax 0341/ 4 01 11 45; IBG_LP2@t-online.de	Projekt-Nr.: L 0378/07-00, AG: Komm. Wasserwerke Leipzig
	Maßstab: 1:50	Datum: Belebungs
		<b>Baugrundschnitt</b>



# Aufschlussplan (Ausschnitt) der Nacherkundung



**Ergebnis der Nacherkundung:  
Kein wirklicher Erkenntniszuwachs!  
Aber die Grundwassermessstellen  
(Pegel), die nachgeholt wurden,  
sind von großer Bedeutung.**



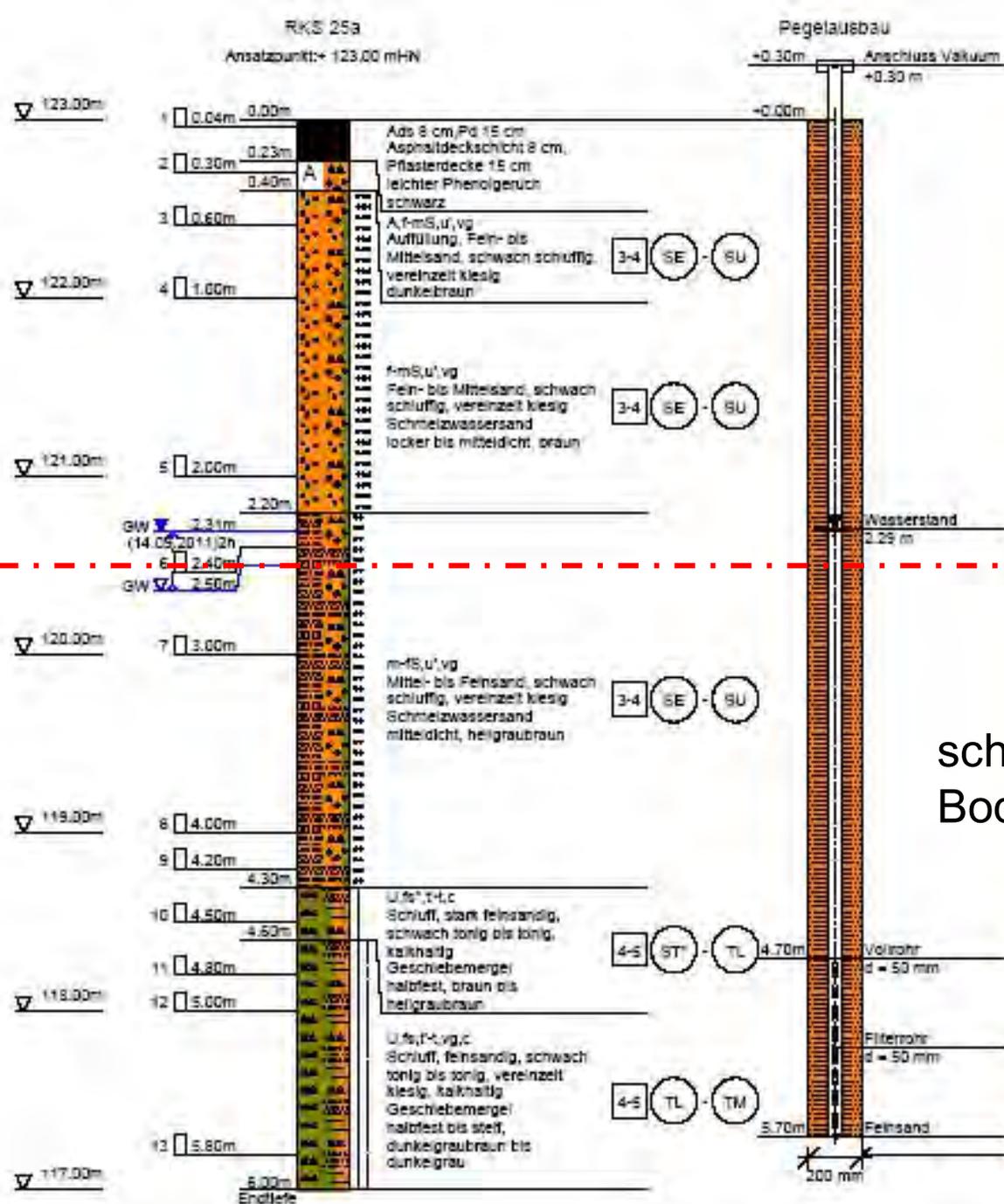
Anlage 1: Blatt

IBG	IBG Leipzig, Grassstraße 12 04107 Leipzig	Projekt	
	Tel 0341/ 9 62 63 64 o. 55	Projekt-Nr.	
	Fax 0341/ 4 01 11 46, IBG_LPZ@t-online.de	Maßstab: 1:50	Datum: 31.05.2013

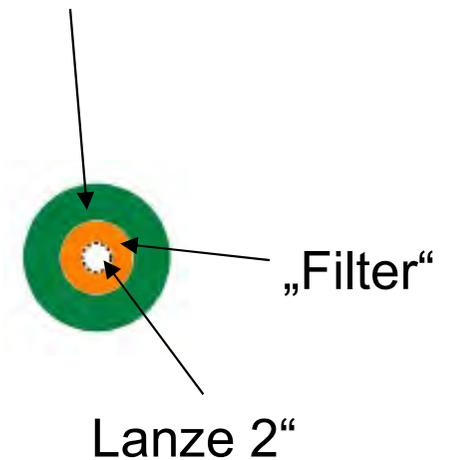
# Bohrungen für das Lanzensetzen vor der Nacherkundung



Grabensohle



schwach durchlässiger  
Boden,  $10^{-6}$  bis  $10^{-8}$  m/s



# Es gibt durchaus Alternativen, die allerdings auch Geld kosten!



Die Frage muss erlaubt sein, ob eine SUB-Firma, die sich u.a. mit  
„Reparatur, Vermietung und Verkauf von Pumpen“  
im Kopfbogen zu erkennen gibt, die richtige Wahl war.

# Das Ergebnis nach ersten Versuchen ist deprimierend!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Andere Orte, aber ähnliche Bilder!



# Es gibt nur eine vernünftige Maßnahme

1. Baugrube sofort verfüllen  
und weiter
2. Wasserhaltung neu überdenken
3. Verbauvariante überprüfen
4. Weitere Maßnahmen planen
5. z.B. Beweissicherung erweitern, d.h.  
auch Innen eine Beweissicherung  
durchführen

# Was kann passieren?

Zeigen die nachfolgenden Bilder  
und  
ein Video exemplarisch

# Szenario in der Baugrube



Darauf sollte man unbedingt achten!



Höchste Alarmstufe ist angesagt!



Fast schon zu spät!



Ein Pumpen-Sumpf?

# Hydraulischer Grundbruch ja oder nein?



# Szenario

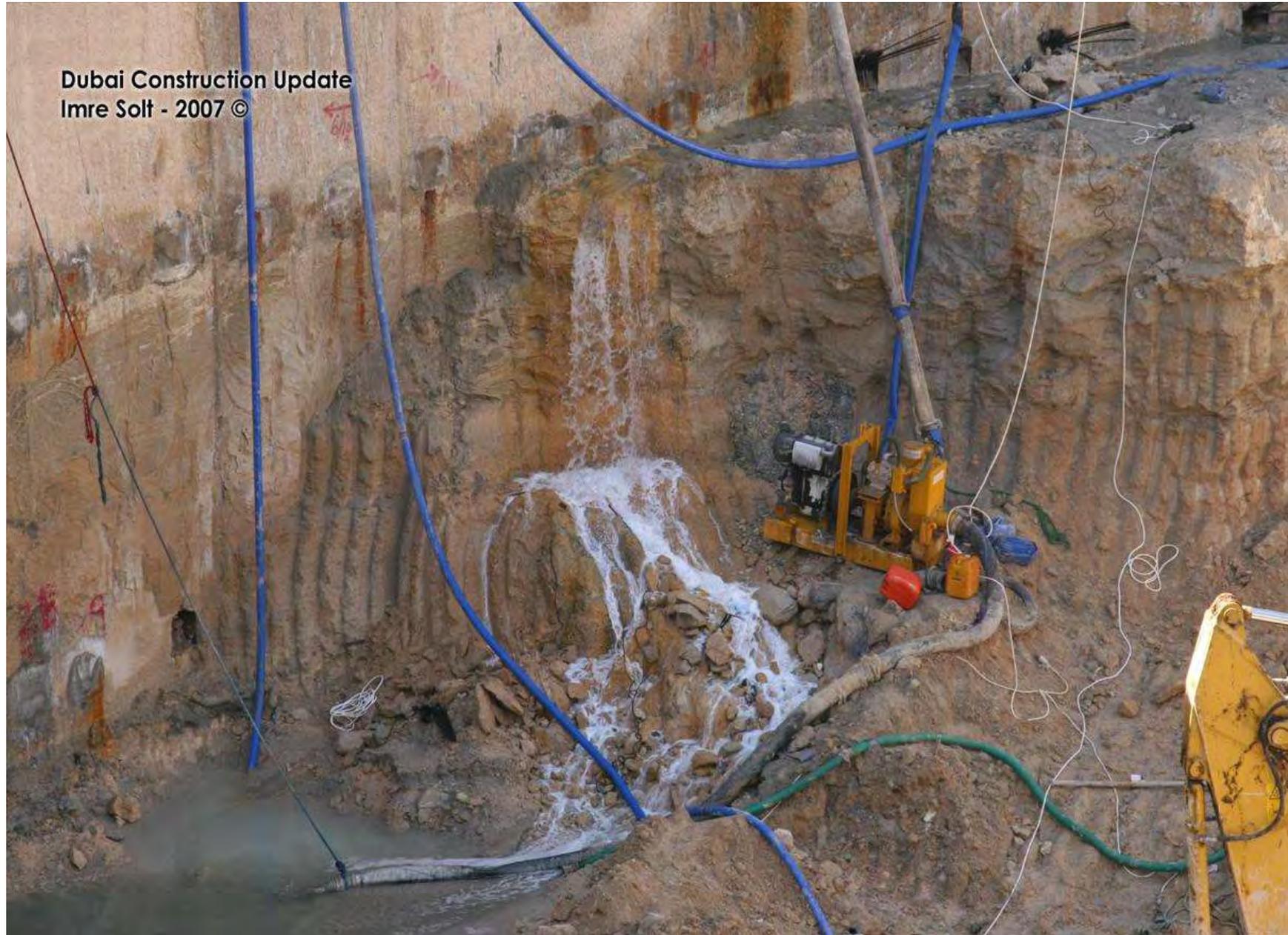
## Großaufnahme des Materialaustrages



# Die Kraft des Wassers – kleine Ursache



# Die Kraft des Wassers – das Detail



# Die Kraft des Wassers – und große Wirkung



# Die Kraft des Wassers – nach dem Dammbbruch



# Land unter!



# Der Polier etwas ratlos!



# Aber dann die richtige Reaktion!



# Maßnahmen, die greifen?



Offene Wasserhaltung i. O.



Bestenfalls ein Notbehelf!



Ein wenig Glück gehört dazu!



Endlich geschafft!

# Kanalbau mit Spundwand

- Es galt einen Spundwandverbau zu errichten, der **verformungsarm** ist!
- Dies ist **nur über** eine **Aussteifung** oder **Rückverankerung mit Gurtung** zu erreichen.
- Verformungsarm bedeutet: zulässige **Kopfverschiebung < 10 mm**
- Alle anderen Versuche bedeuten nur, dass **statische Grundsätze** ignoriert werden.
- Dies gilt insbesondere bei anstehendem **Wasserdruck!**

**Eine Spindelspreize ohne Gurtung kann den verformungsarmen Verbau keinesfalls gewährleisten!**



# Beginn der Spundwandarbeiten



Wichtig ist die richtige Geräteauswahl, wie z.B. Leistung des Rüttlers!

# Erschütterungsmessung und Bewertung

## Quelle: Dr. Lichte GbR, Leipzig

Abbildung 1 Lageskizze



# Erschütterungsmessung und Bewertung

Tabelle 2 Messpunkte

Messpunkt und Komp.	Messobjekt	Messort	Standort	Untergrund
---------------------	------------	---------	----------	------------

A <sub>x,y,z</sub>	Wurzner Straße 37	Erdgeschoss Hausflur	Fußboden	Fliesen
B <sub>x,y,z</sub>		1. Obergeschoss Bad	Fußboden	Fliesen
C <sub>x,y,z</sub>	Wurzner Straße 35	Keller	Fußboden	Beton
D <sub>x,y,z</sub>		1. Obergeschoss Schlafzimmer	Fußboden	Textilbelag

x-Komponente: horizontal in Richtung zur Rammstelle

y-Komponente: horizontal, senkrecht zu x

z-Komponente: vertikal

# Erschütterungsmessung und Bewertung

Für die Einwirkung der Erschütterungen auf Gebäude sind in der DIN 4150-3 Anhaltswerte angegeben, bei deren Einhaltung es nach den vorliegenden Erfahrungen nicht zu Schäden kommt, die den Gebrauchswert der Gebäude herabsetzen. Dabei wird zwischen

- kurzzeitigen Erschütterungen, das sind solche, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet ist, um in der betroffenen Struktur Resonanz zu erzeugen und
  - Dauererschütterungen, das sind alle Erschütterungen, auf die die Definition der kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft
- unterschieden.

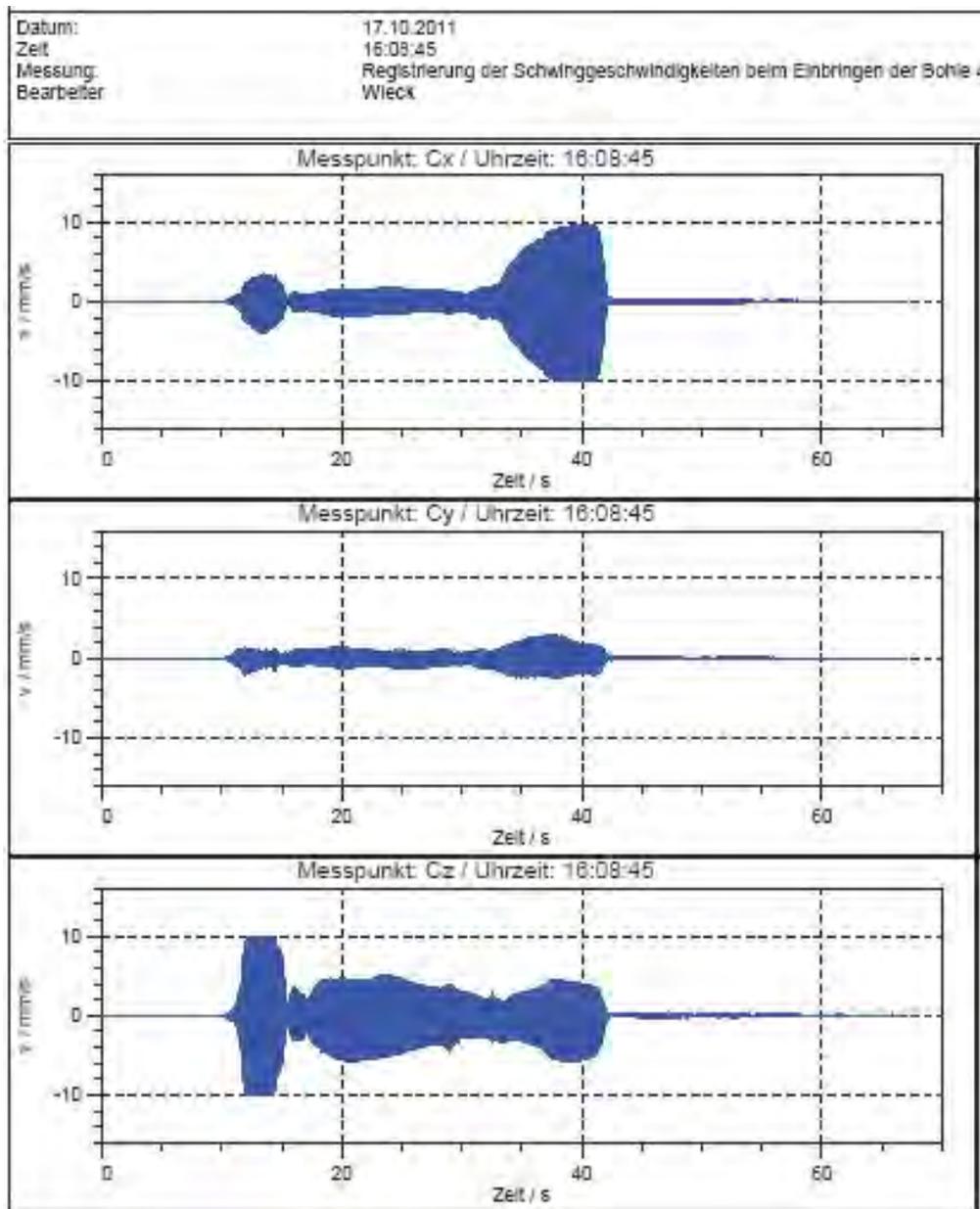
# Erschütterungsmessung und Bewertung

Tabelle 3 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen nach DIN 4150-3

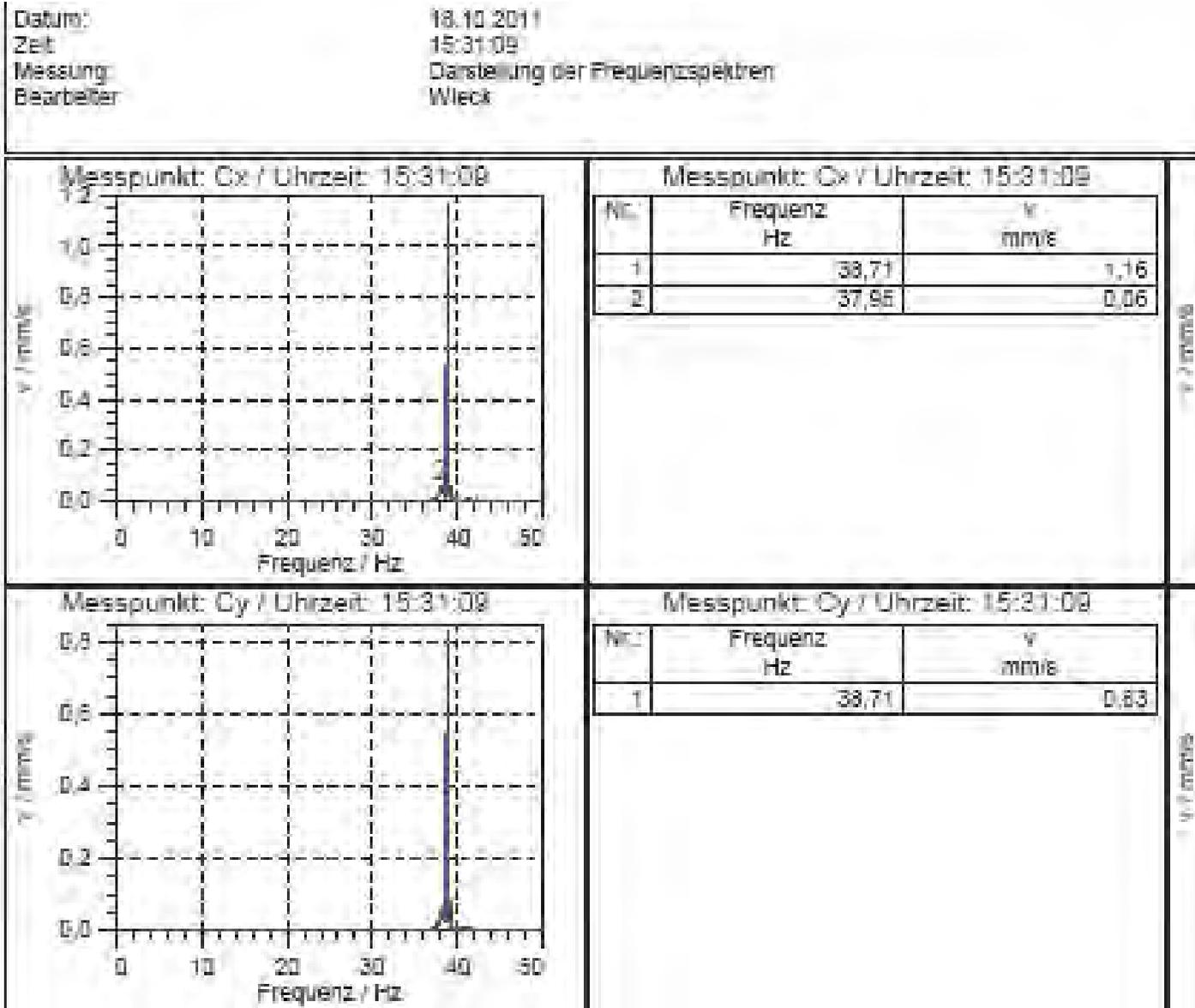
Zelle	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_v$ in mm/s
		Oberste Deckenebene, horizontal
		alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zelle 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5

Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschosdecken in Gebäuden nach Zellen 1 und 2 der Tabelle erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Bei Gebäuden nach Zelle 3 kann kein Anhaltswert angegeben werden.

# Erschütterungsmessung und Bewertung



# Erschütterungsmessung und Bewertung



# Die Quintessenz

- Spunden ohne Rammhilfen, wie zum Beispiel Entlastungsbohrungen führt zu erhöhten Erschütterungen.
- Also Rammwiderstand durch Vorbohren mindern.
- Regelmäßige Beobachtung der Rissmonitore, bei 1 mm Verschiebung sollte „alarmiert“ werden.
- Zuvor war eine Beweissicherung erforderlich

# Immer die gleiche Frage: Alt oder neu?



6 Diagonalrisse in straßenseitiger Außenwand des Nebengebäudes

# Eine Aufnahme vor dem Bau



# Die Vergrößerung der Originaldatei zeigt eindeutig: Alt



# Die Ursache liegt im Kellergeschoss

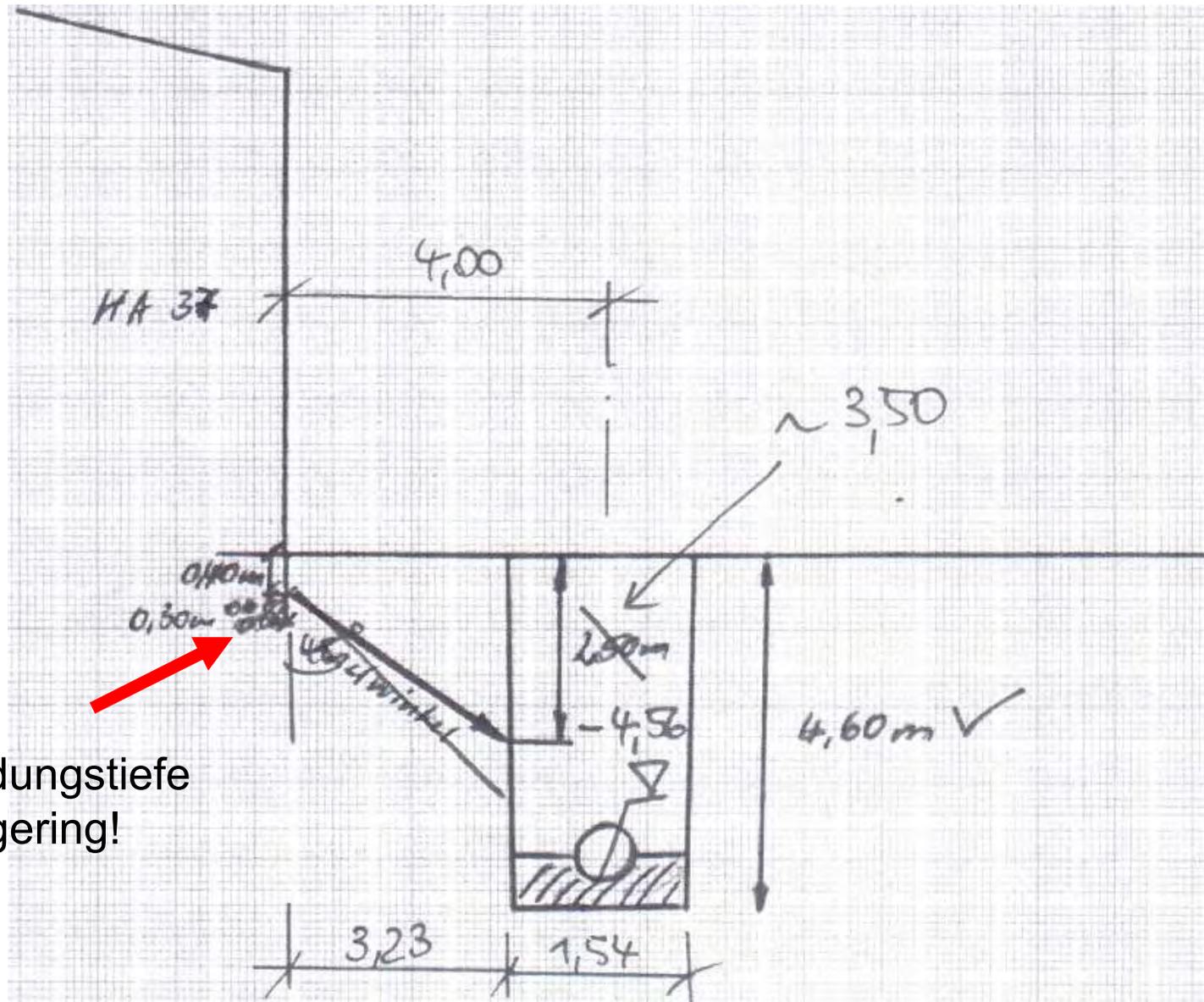


Preußische Kappen auf stark korrodierten Trägern mit verschiedenen Abstützungen (Spindelspreize und Mauersockel)

# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung



# Die allgemeinen Randbedingungen



Gründungstiefe  
sehr gering!

# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung und wieder die Frage: Alt oder neu?



vorher



nachher



# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung

## CBTR-Nachrichten

Centrum für  
deutsches und  
internationales  
Baugrund- und  
Tiefbaurecht e.V.

Geotechnik 12 (2011)

Heft 3

### § Das aktuelle Urteil §

Wer haftet bei Schäden durch  
Kanalarbeiten?

Nicht ganz selten ist leider der Fall, in dem Anwohner versuchen, schon seit längerer Zeit bestehende Risse als Schäden einer aktuellen Baumaßnahme zu deklarieren. Dagegen hilft nur eine rechtzeitige Beweissicherung durch einen Sachverständigen vor und nach der Bauausführung, um die Zustände vorher und nachher vergleichen zu können. Andernfalls sind die Beklagten auf den „Strohalm“ angewiesen, dass ein Gutachter hinterher feststellt, dass die Rissebilder nicht zu den vorgetragenen Tiefbauarbeiten passen oder aber die Risse schon älteren Datums sind.

# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung



Klaffende Fuge eines Diagonalrisses



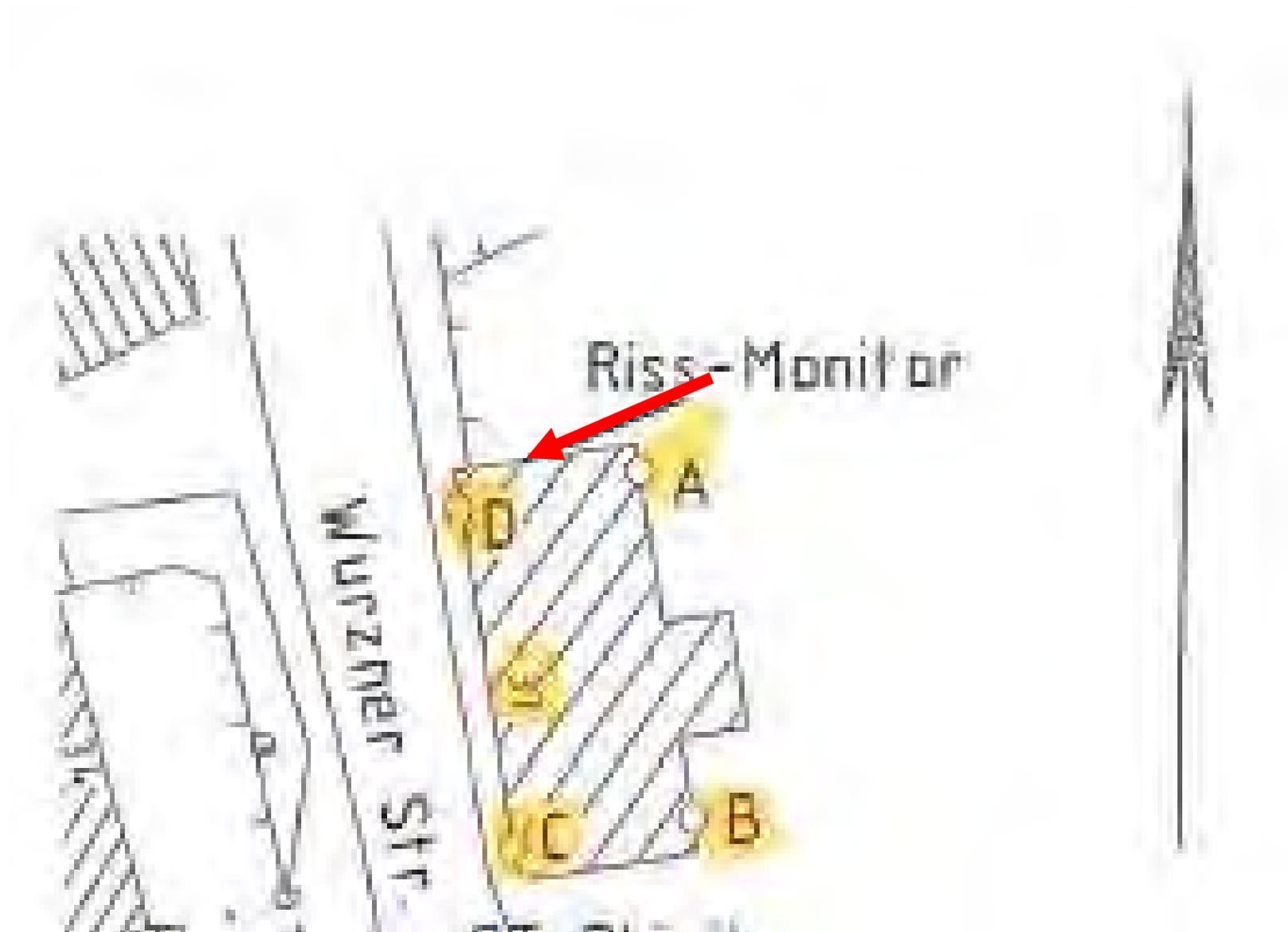
Pumpensumpf im Keller

# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung

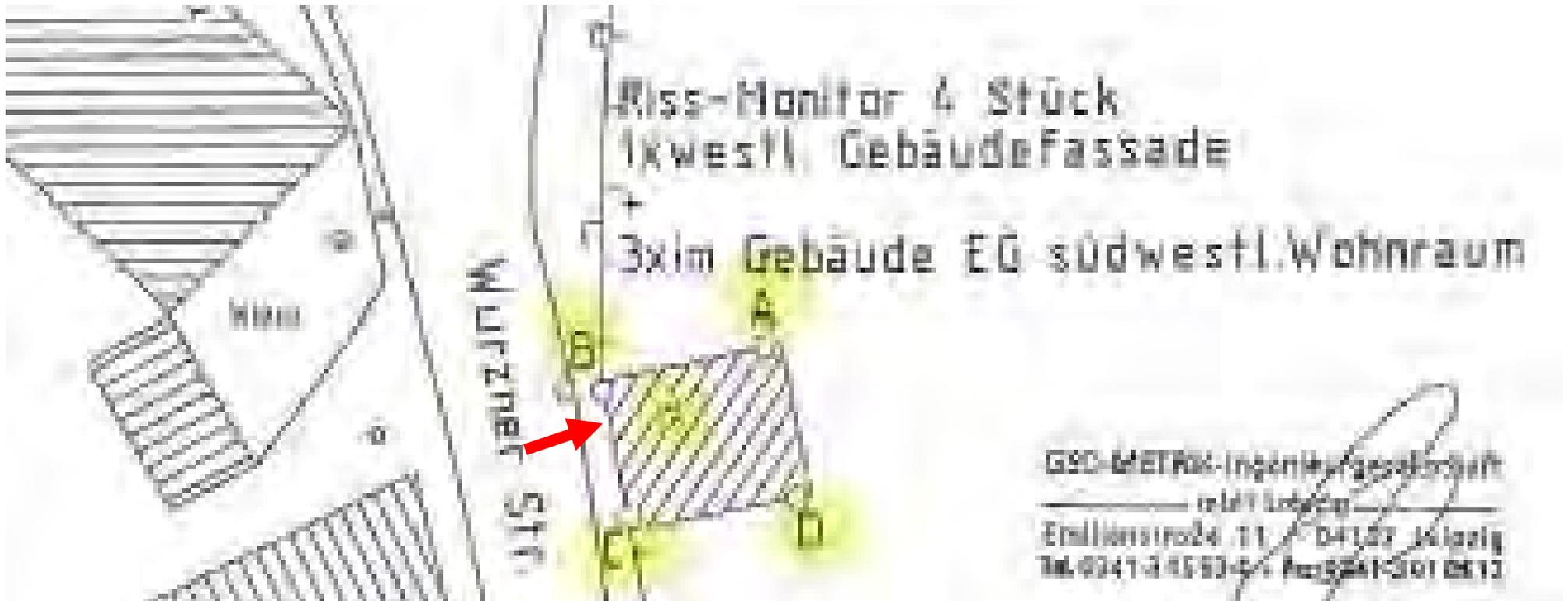


Nur bedingte Sicherheit, wenn der Kellerfußboden abgeht!

# Feinnivellement und Rissmonitoring



# Feinnivellement und Rissmonitoring



# Auswertung Feinnivellement

## Haus 35

Messpunkt	Null-messung	Zwischen-messung	Änderung in mm	End-messung	Änderung 1 in mm	Änderung 2 in mm
A	13,3625	13,3647	2,2	13,3650	0,3	2,5
B	13,3267	13,3277	1,0	13,3275	-0,2	0,8
C	13,3301	13,3295	-0,6	13,3293	-0,2	-0,8
D	14,4675	14,4697	2,2	14,4692	-0,5	1,7

## Haus 37

Mess-punkt	Null-messung	Zwischen-messung	Änderung in mm	End-messung	Änderung in mm	Änderung in mm
A	14,5216	14,5209	-0,7	14,5210	0,1	-0,6
B	14,8101	14,8088	-1,3	14,8085	-0,3	-1,6
C	14,9205	14,9169	-3,6	14,9165	-0,4	-4,0
D	14,8355	14,8281	-7,4	14,8269	-1,2	-8,6

Zahlenwerte sind das Eine, deren Relevanz das Andere

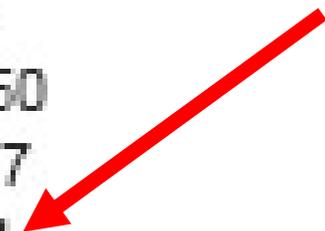
# Auswertung Feinnivellement

## - Schiefstellung bzw. Winkelverdrehung -

Grenze für erste Risse 1:300 Zulässiger Wert in m	Sicherheits- grenze zur Vermeidung 1:500 in m	Grenze für erste Risse 1:300 in mm	Sicherheits- grenze zur Vermeidung 1:500 in mm
0,0568	0,0341	56,8	34,1
0,0259	0,0155	25,9	15,5

tatsächliche Werte in mm		Winkelverdrehung 1: 1:	
0,6	1,0	28417	17050
3,6	4,6	4736	3707
6,7	8,0	1160	971
2,3	2,4	3378	3238

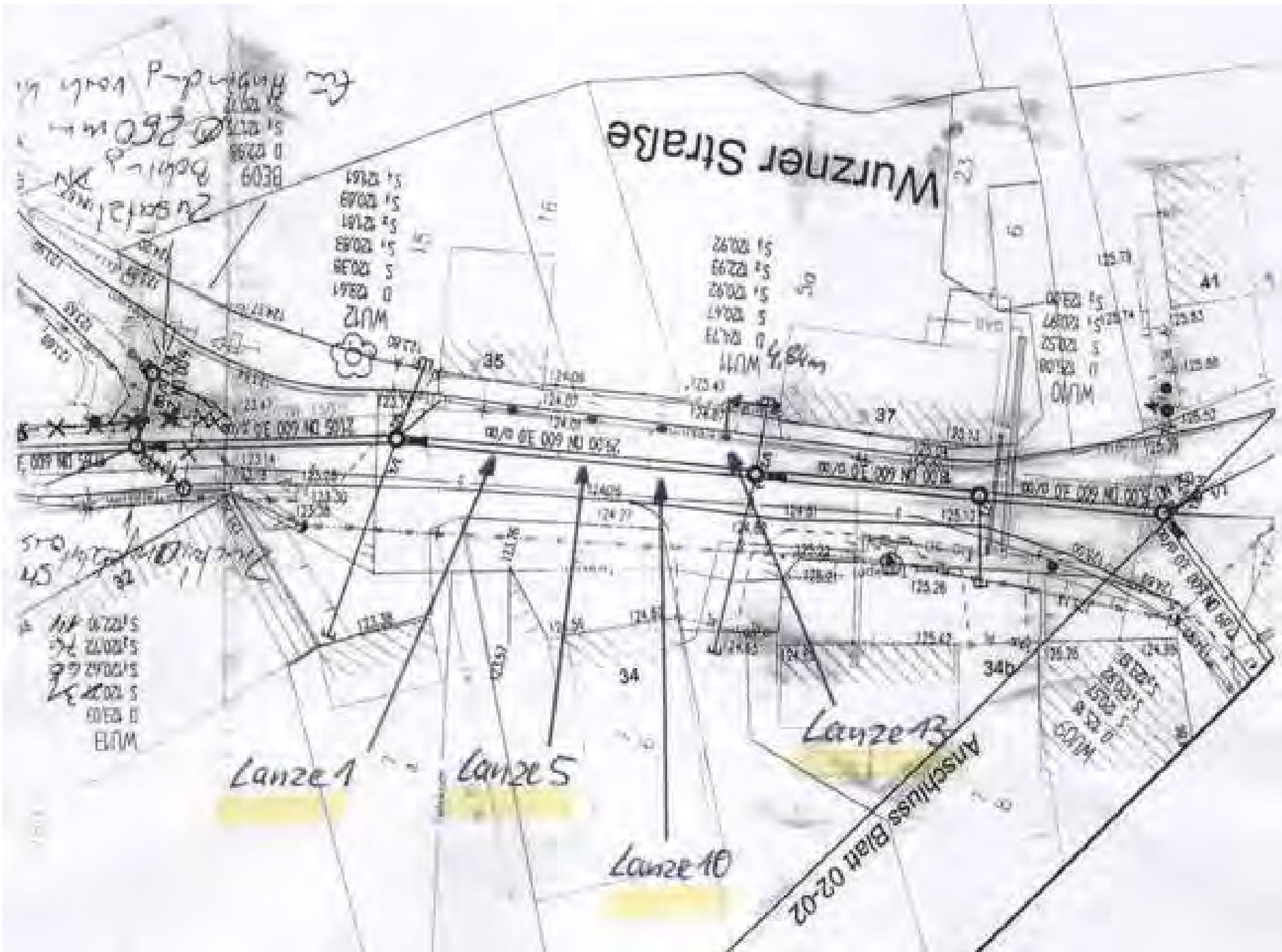


# 6. Schlussfolgerungen

- Die Baugrunduntersuchung ist eine wesentliche Grundlage für Planung und Ausführung – Das Baugrundgutachten muss aber auch gelesen werden.
- Die Ausschreibung muss konsequent umgesetzt werden – Dazu muss man aber die Inhalte auch im Detail kennen.
- Die Bauüberwachung hat für eine den allgemein anerkannten Regeln der Technik genügende Ausführung zu sorgen – Faule Kompromisse sind hier fehl am Platze.
- Es gilt hier gewisse Grundsätze zu verfolgen – Grundwasserabsenkung vor Erdaushub und blank anstehendes Wasser in Baugruben und Gräben zeigt Defizite in der Ausführung an.
- Es ist zwar sehr einfach für den Auftraggeber die Beweissicherung vom Auftragnehmer zu fordern – Es stellt sich aber die Frage nach der erforderlichen Kompetenz.
- Verbau und Wasserhaltungsmaßnahmen werden sehr oft nach Wahl des AN ausgeschrieben – Hier zeigt sich aber oft nur die Hilflosigkeit des Planers.
- Die Auswahl der geeigneten Baufirma sollte nicht vordergründig von der „Zahl unterm Strich“ abhängig gemacht werden – Sonderfachleute sind hier oft bei der Entscheidung zu wenig eingebunden. Es wird zuwenig auf den Zahn gefühlt.

# 6. Schlussfolgerungen

- Die Datenerfassung macht nur Sinn, wenn die Daten auch einer Auswertung zugeführt werden.
- Das Beispiel der Erschütterungsmessungen ist vorbildlich.
- Die Messdaten der Pegelstände sind in der vorhandenen Form ohne Aussagewert
- Die Darstellung des Rissmonitorings ist verbesserungswürdig.
- Nicht nur Daten erfassen, sondern auch auswerten und Schlussfolgerungen ziehen!



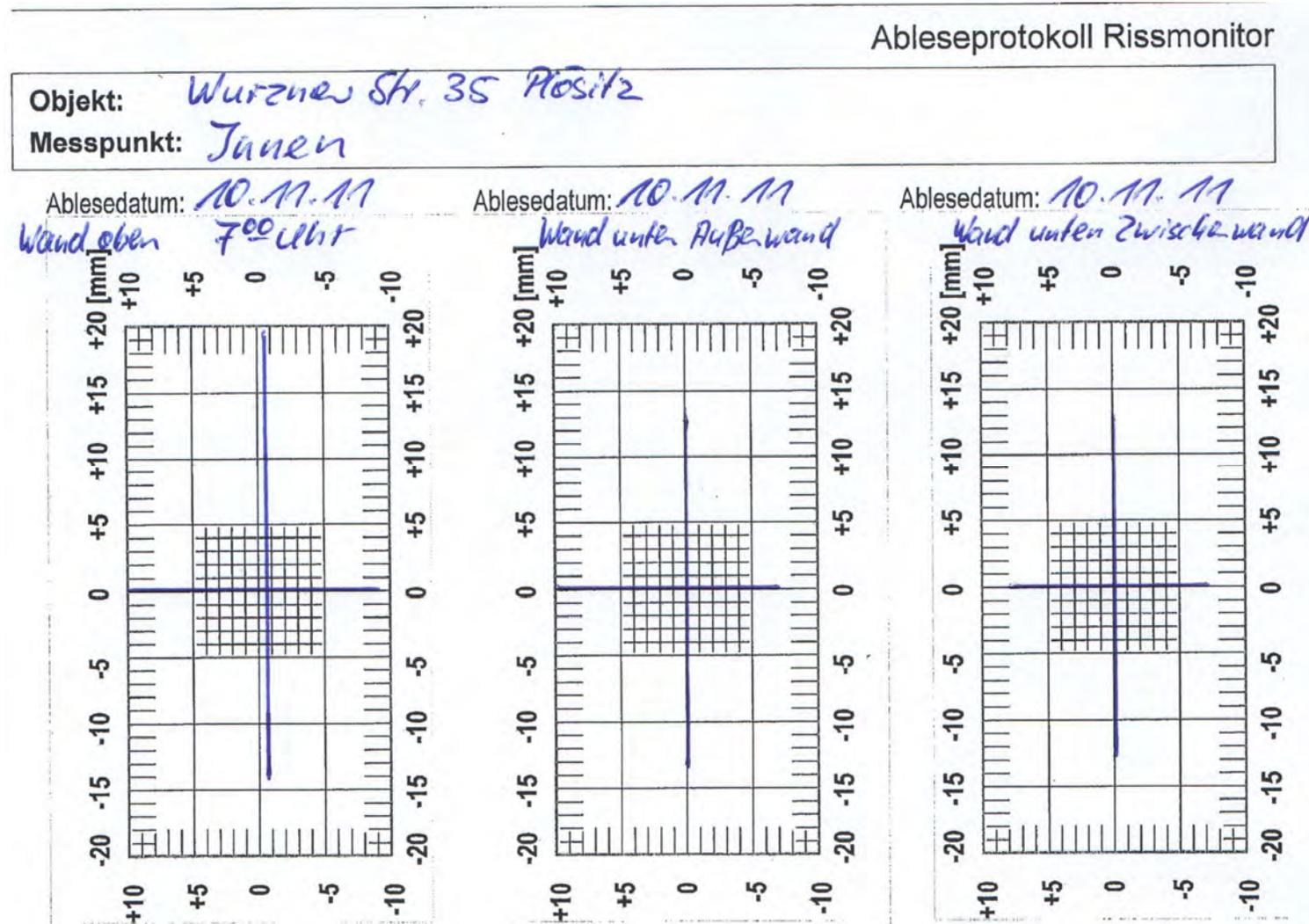
Grundwasserpegelstände nach Abschaltung/ Vakuum-  
wasserhaltung am 24.08.2011

*gemessen von OK SH.*

Ohne Höhenbezug!

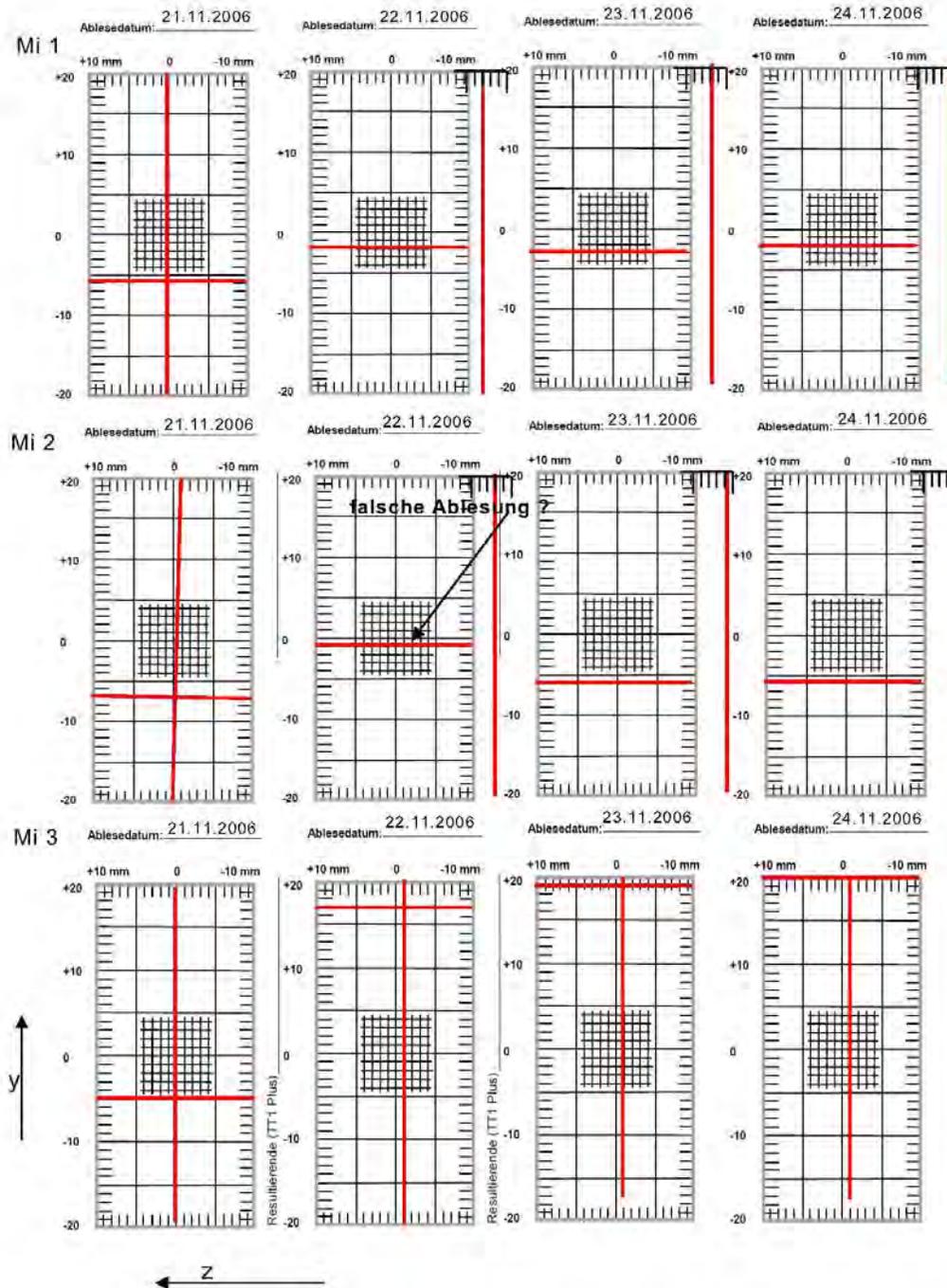
Datum	Uhrzeit	Messstelle 1 bei Hs.Nr. 35 Lanze 1 -0,52m bis OK Str.	Messstelle 2 Lanze 5 -0,58m bis OK Str.	Messstelle 3 Lanze 10 -0,21m bis OK Str.	Messstelle 4 Lanze 13 -0,25 bis OK Str.
25.08.	7 <sup>30</sup>	2,70	2,65	2,65	2,60
26.08.	6 <sup>45</sup>	2,60	2,60	2,50	2,50
29.08.	7 <sup>15</sup>	2,45	2,45	2,35	2,30
30.08.	10 <sup>45</sup>	2,30	2,35	2,25	2,25
31.08.	9 <sup>15</sup>	2,30	2,30	2,20	2,20
01.09.	8 <sup>30</sup>	2,25	2,25	2,30	2,35
02.09.	7 <sup>05</sup>	2,25	2,28	2,30	2,35
05.09.	7 <sup>20</sup>	2,40	2,45	2,35	2,30
06.09.	6 <sup>50</sup>	2,30	2,35	2,25	2,25
07.09.	9 <sup>15</sup>	2,25	2,25	2,30	2,35
08.09.	8 <sup>45</sup>	2,20	2,20	2,35	2,30
09.09.	8 <sup>00</sup>	2,25	2,15	2,30	2,38
12.09.	7 <sup>50</sup>	2,40	2,45	2,35	2,30
13.09.	8 <sup>20</sup>	2,35	2,30	2,25	2,30
14.09.	9 <sup>45</sup>	2,25	2,20	2,30	2,35

# Die Darstellung des Rissmonitorings



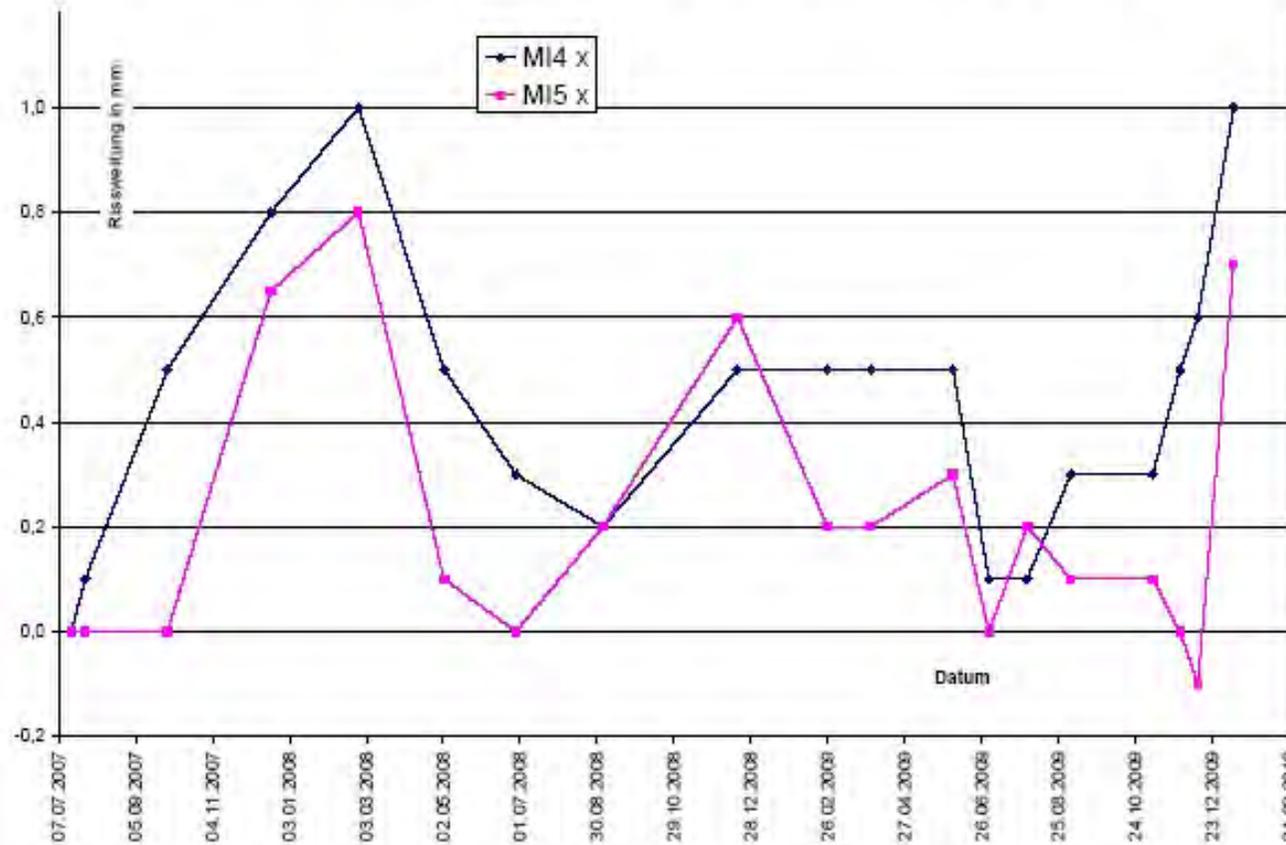
Besser so,  
weil der  
Verlauf  
erkennbar ist!

...und die  
fehlerhafte  
Ablesung  
auffällt.

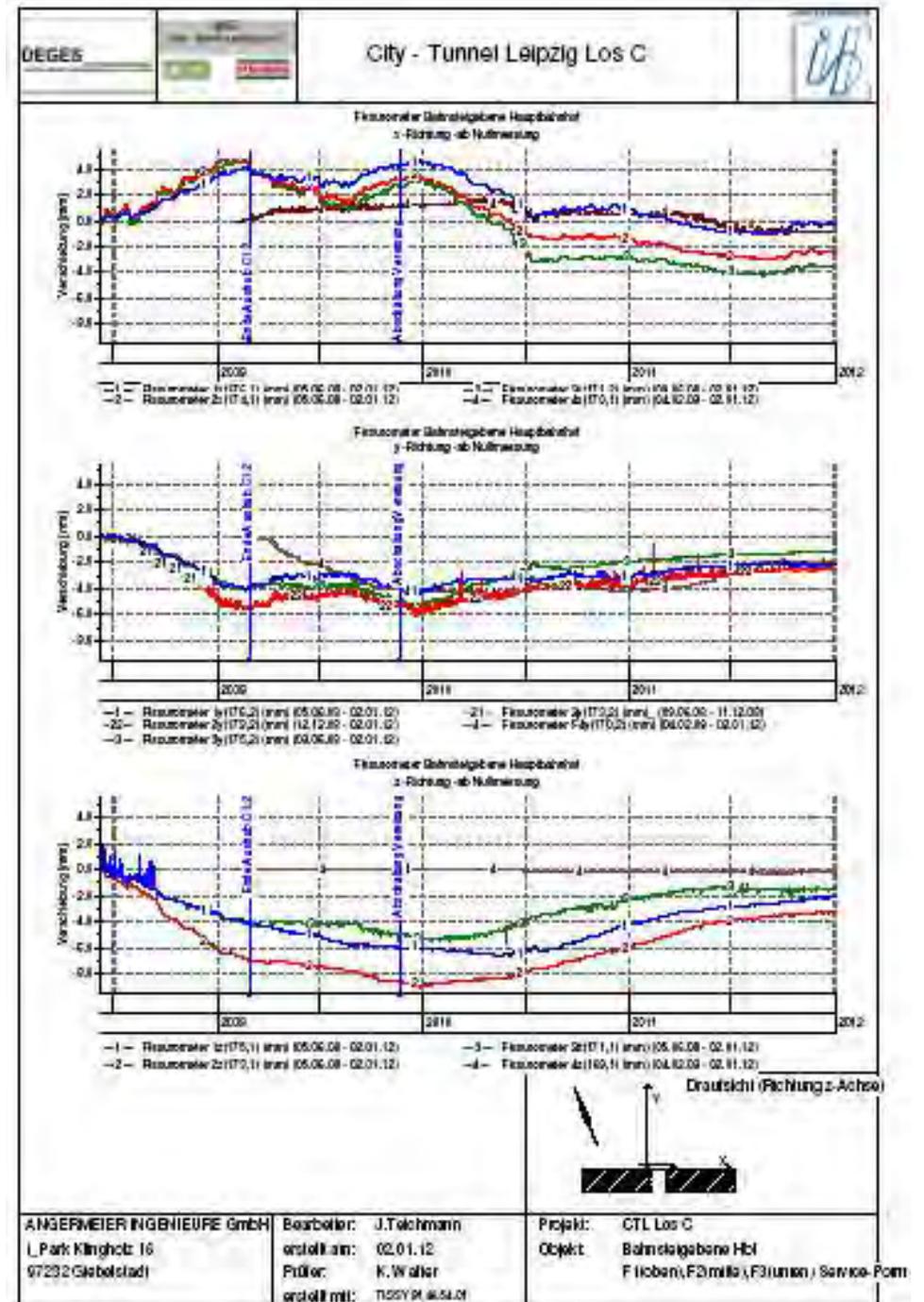


# Noch besser ist ein Verlaufsdiagramm

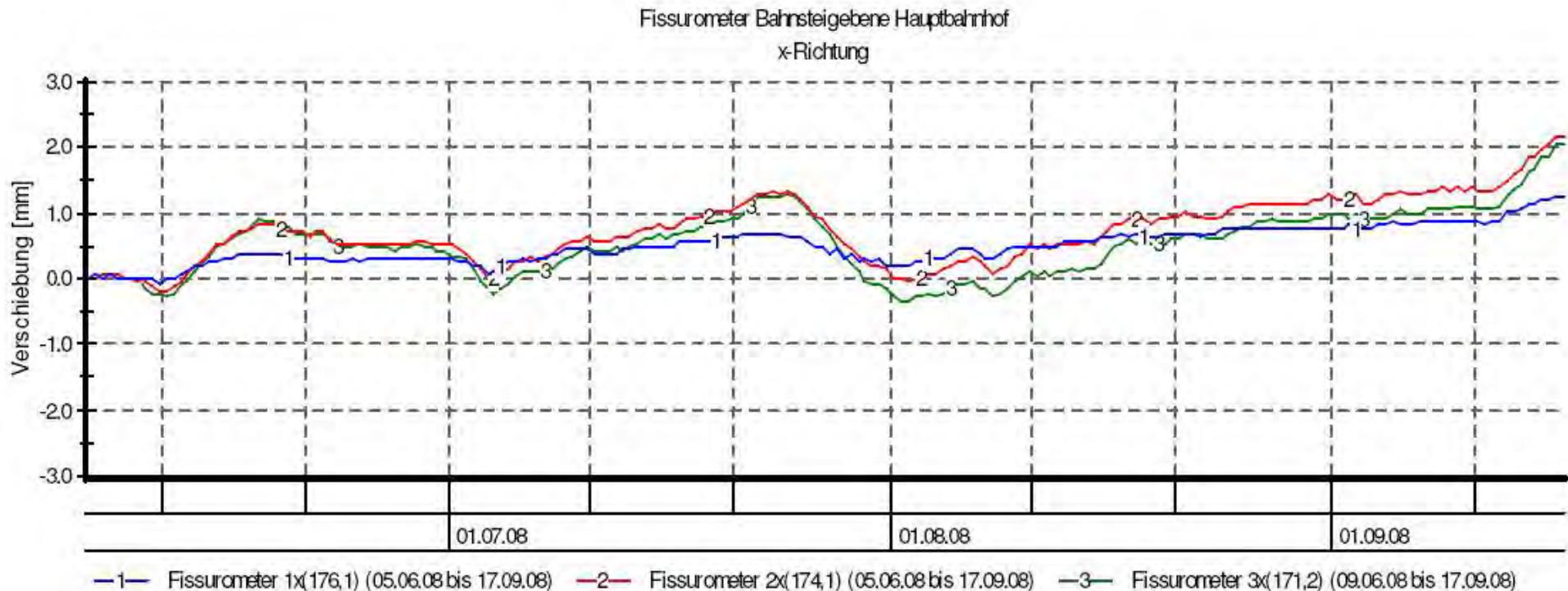
Diagramm 1 Rissbreitenveränderung an dem Monitoren MI 4 und MI 5



... und der Mercedes  
 unter den  
 Rissbeobachtungen  
 ist das Fissurometer



## Beobachtung ist dreidimensional möglich und Datenlogger bieten weitere Auswertmöglichkeiten

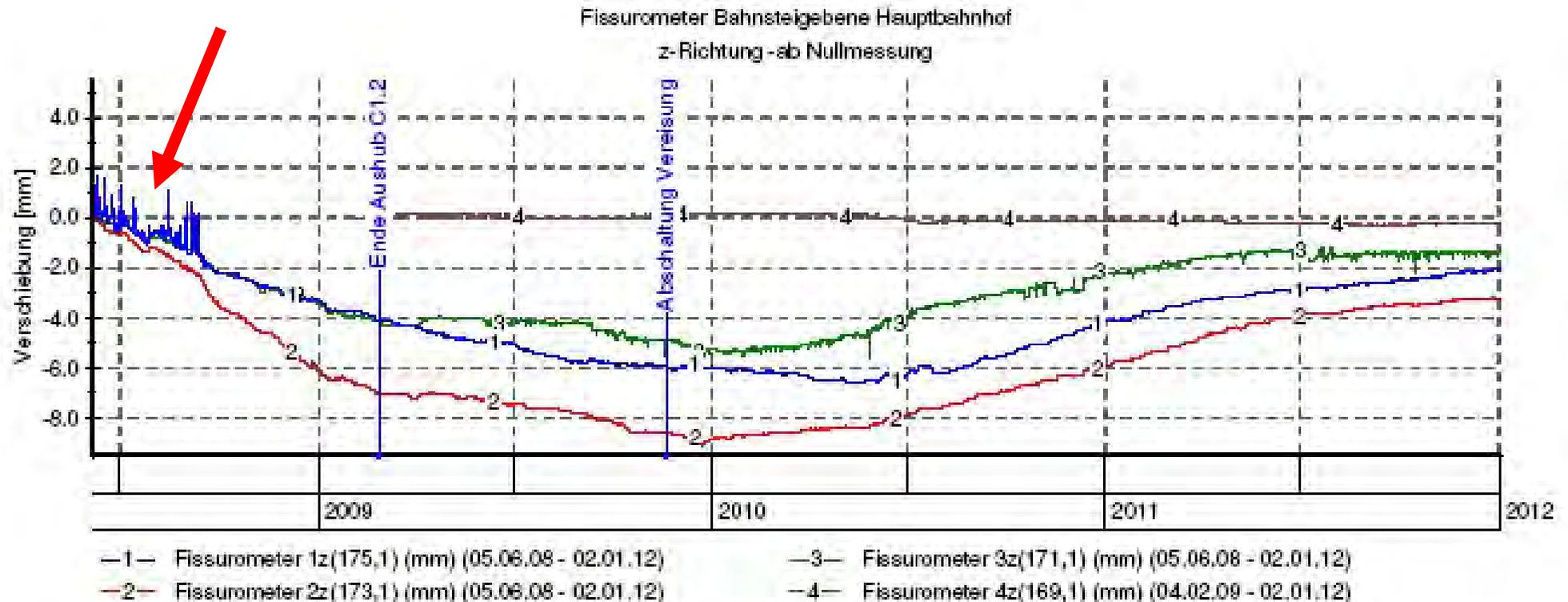


Beobachtung ist gut, die Auswertung und notwendige Schlussfolgerungen zu ziehen ist aber besser – Es muss alles einen Zweck haben!

Verformungen können schließlich sich beschleunigen oder entschleunigen.

# Verlauf über mehrere Jahre

... aber auch hier müssen die Aufzeichnungen im Blick behalten werden!



# Bei geologisch bedingten Schwächen im Untergrund können Jahrhunderte vergehen – Beispiel Erdfall



# Auswirkungen der Schwächen im Untergrund auf die Straßenbefestigung



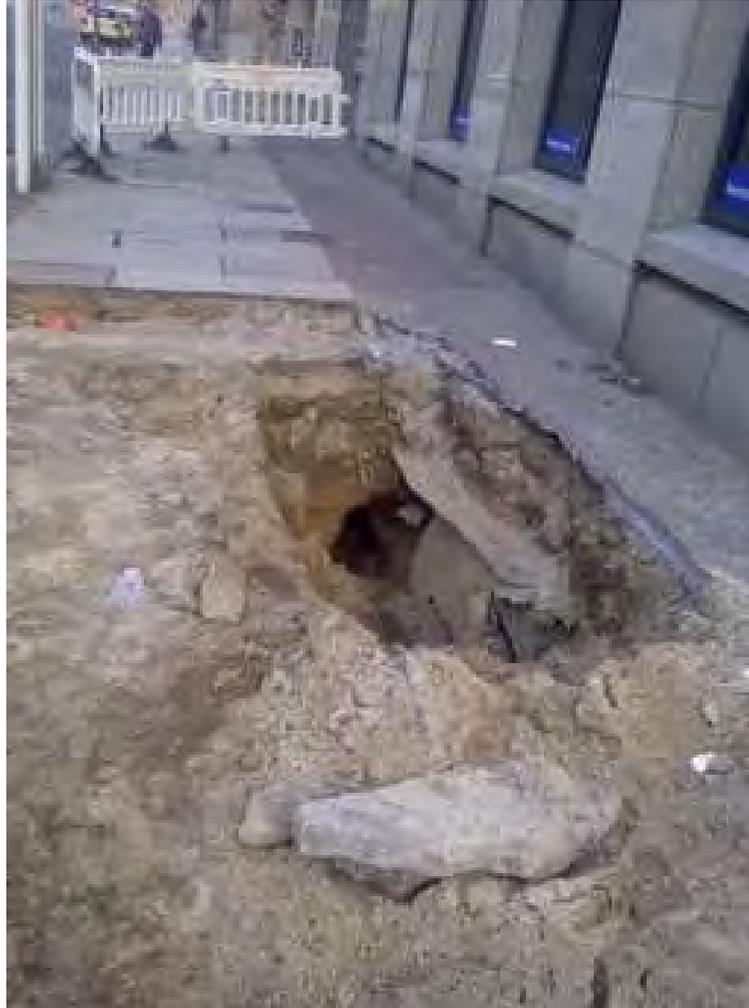
# Hier kann Oberflächenwasser mit allen erdenklichen Folgen eindringen



# Spur der Lockergesteine – eigentlich war kein Straßenbau geplant



# Hier wurde vor 20 Jahren ein Bohrträgerverbau hergestellt

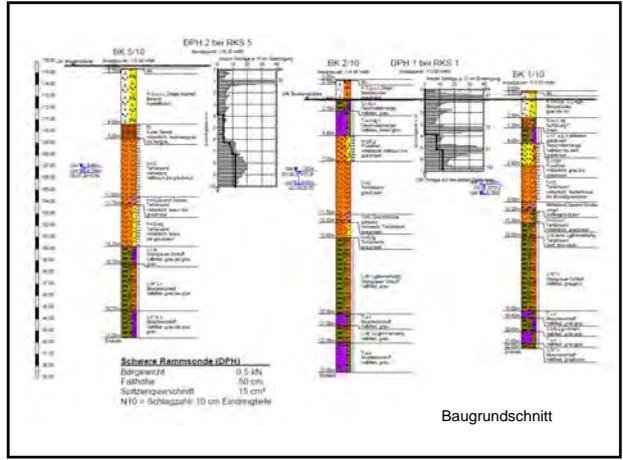
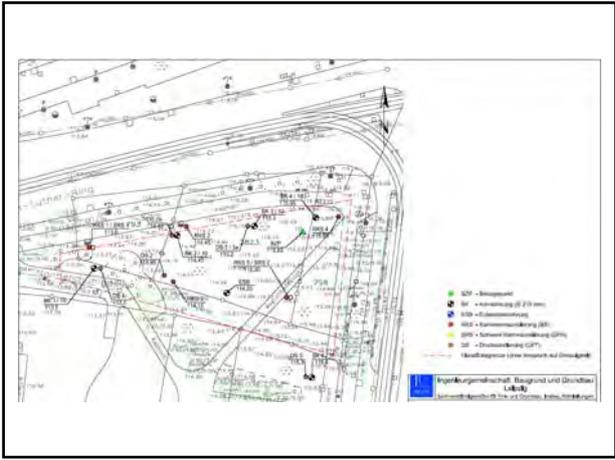


# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

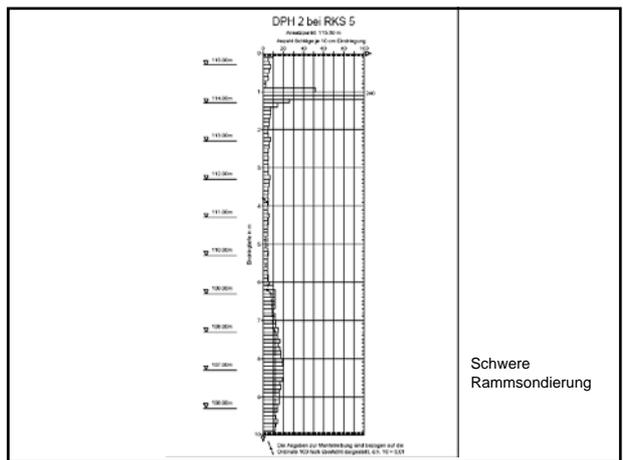
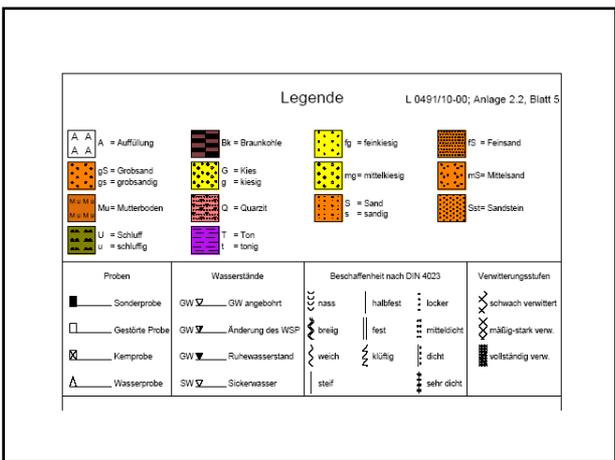


"... außerdem  
könnten wir noch  
700 Lire einsparen,  
wenn wir auf die  
Baugrund-  
untersuchung  
verzichten.,,

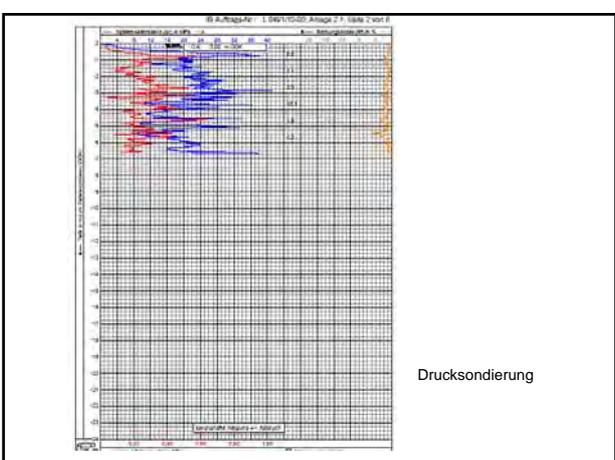
Pisa, anno 1137



Baugrundschnitt



Schwere Rammsondierung



Drucksondierung

Bohrung	10,00m	15,00m	20,00m	25,00m	30,00m	35,00m	40,00m
DPH 2 bei RKS 5	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
DPH 2 bei RKS 1	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
BK 1/10	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70



# Werkspolierausbildung

Riskante Sparsamkeit - Auswirkungen in  
der Baugrunduntersuchung im  
Zusammenhang mit der Planung und  
Ausführung der Wasserhaltung

Dr.-Ing. Jochen Wünscher  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau, insbesondere Rohrleitungen

# Ein Appell in 3 Richtungen

- An **Bauherren**, nicht von vornherein auf die Kostenbremse zu drücken, denn die Kostenfalle könnte später um so toller zuschnappen
- An **Planer und Bauüberwacher**, die Hinweise im geotechnischen Bericht ernst zu nehmen und notfalls zu hinterfragen
- An die **Bodengutachter**, nicht nach der Methode „Augen zu und durch“ zu verfahren und dabei die unbedingten Notwendigkeiten zu ignorieren

# Beispiele werden anonym vorgetragen

Die meisten, der vorgetragenen Beispiele sind  
aus der Zusammenarbeit mit

**Herrn Dipl.-Physiker Kurt Meyer**

Ingenieurbüro für Umweltgeologie und Wasserwirtschaft Nordhausen

**entstanden**

# Teil 1

## Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

Wer trägt das Risiko?

# Teil 2

## Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

Was eigentlich schon nicht mehr geht!

# Teil 3

## Komplizierte Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

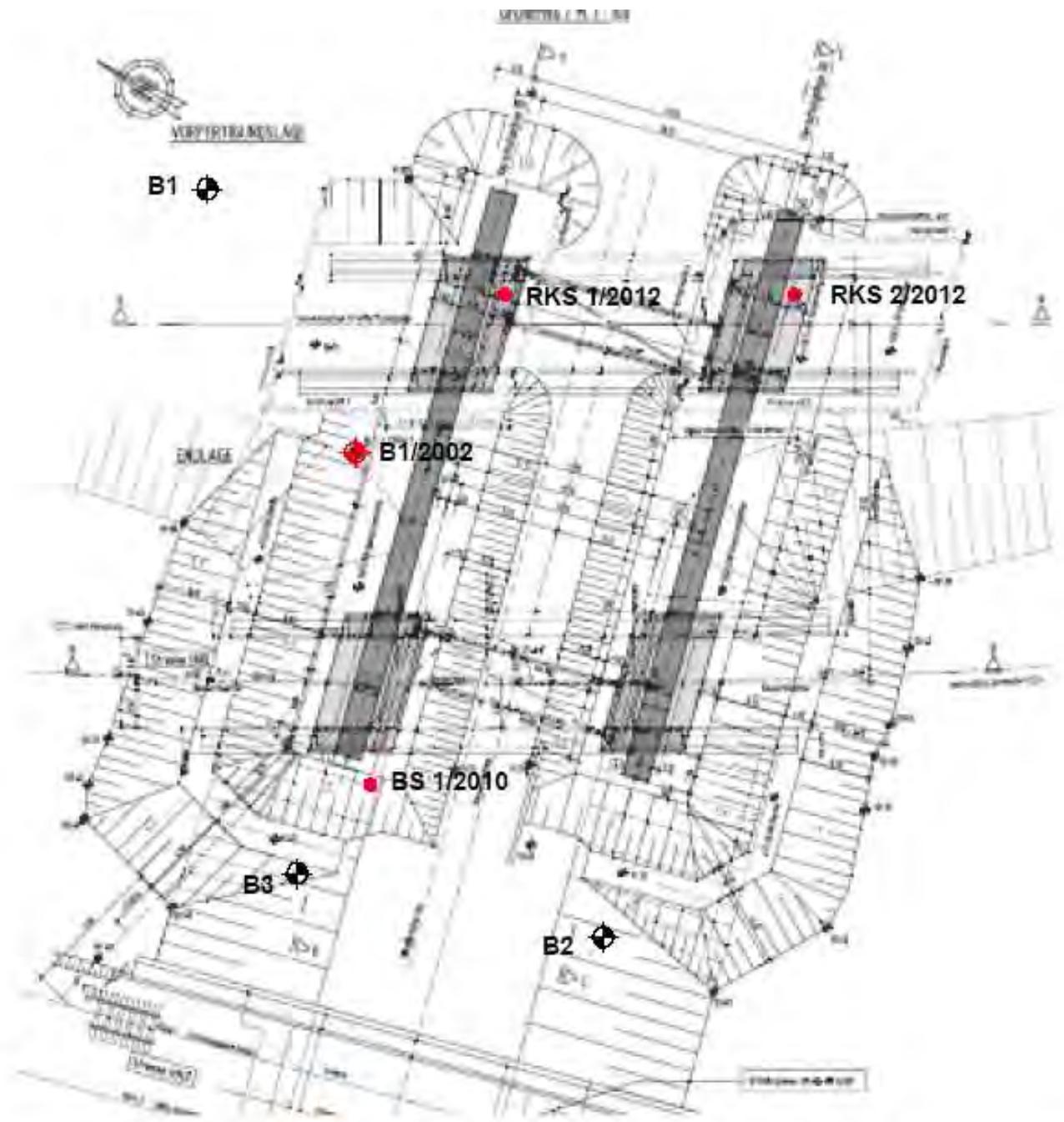
Was beim Kanalbau  
alles passieren kann!

# Teil 1

## Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

Wer trägt das Risiko?



**Legende**

-  Brunnenbohrung B 1 bis B 3  
 Bohrung B 1 dient als Probebohrung für Kurzpumpversuch
-  Rammkernsondierungen RKS aus 2010 und 2012
-  Altbohrung aus 2002

Anlage 1: Blatt 1

	IBG Leipzig, Grassstraße 12 04107 Leipzig		Projekt:
	Tel. 0341/ 5 62 53 54 o. 55		Projekt-Nr.:
	Fax 0341/ 4 01 11 46; IBG_LPZ@t-online.de		Maßstab: 1:330
			Datum: 29.10.2012
			<b>Aufschlussplan</b> 

# Blick in den „Schurf“ bzw. in die Baugrube



Erkundung mittels Rammkernsondierung ist äußerst problematisch!



Diese Steine sind bereits für die Bohrung zu groß, um erfasst zu werden!

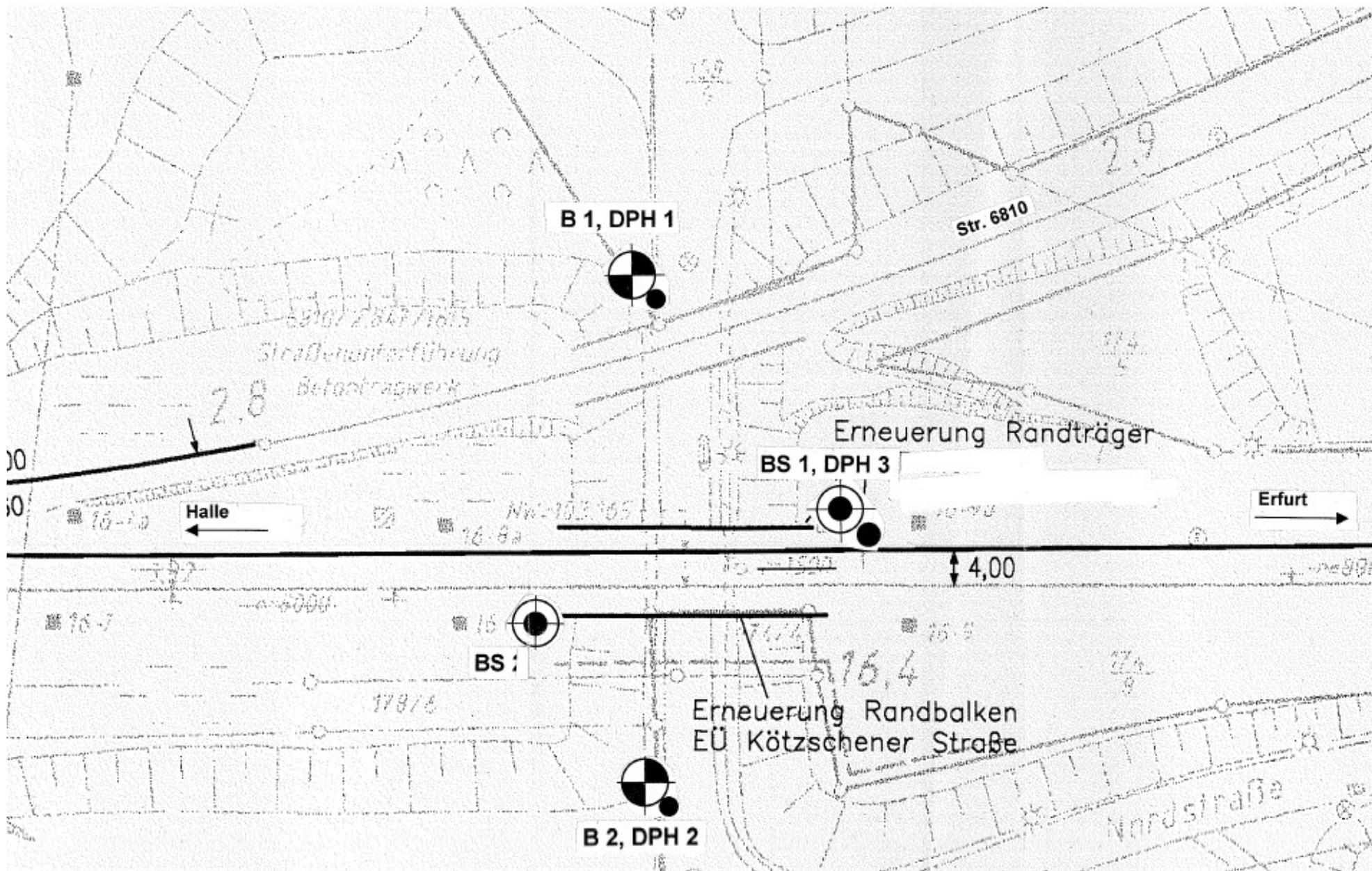


Dieses Beispiel zeigt, dass Steine keine Einzelererscheinung sind!

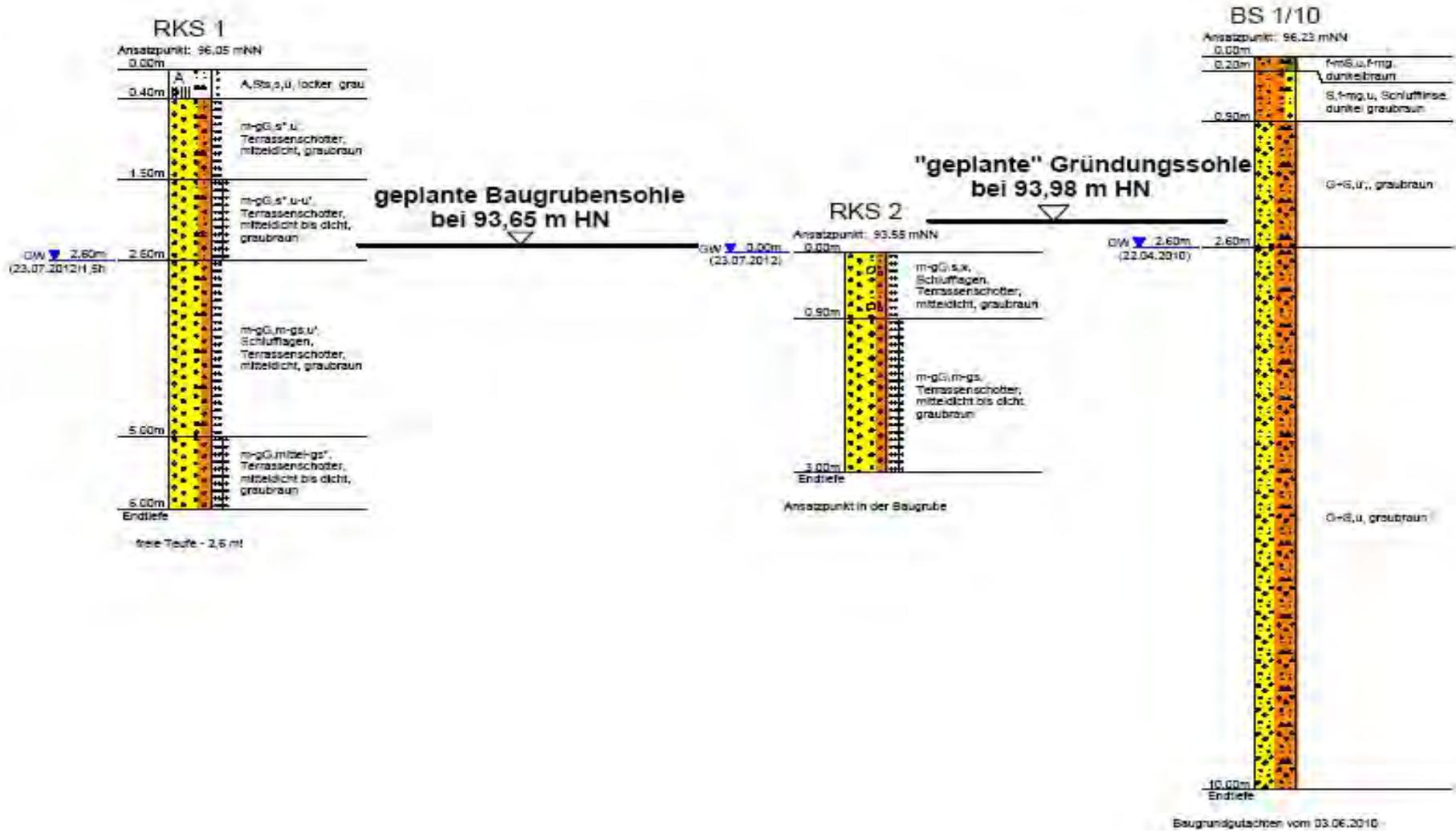


# Die große Frage: Womit erkunden?

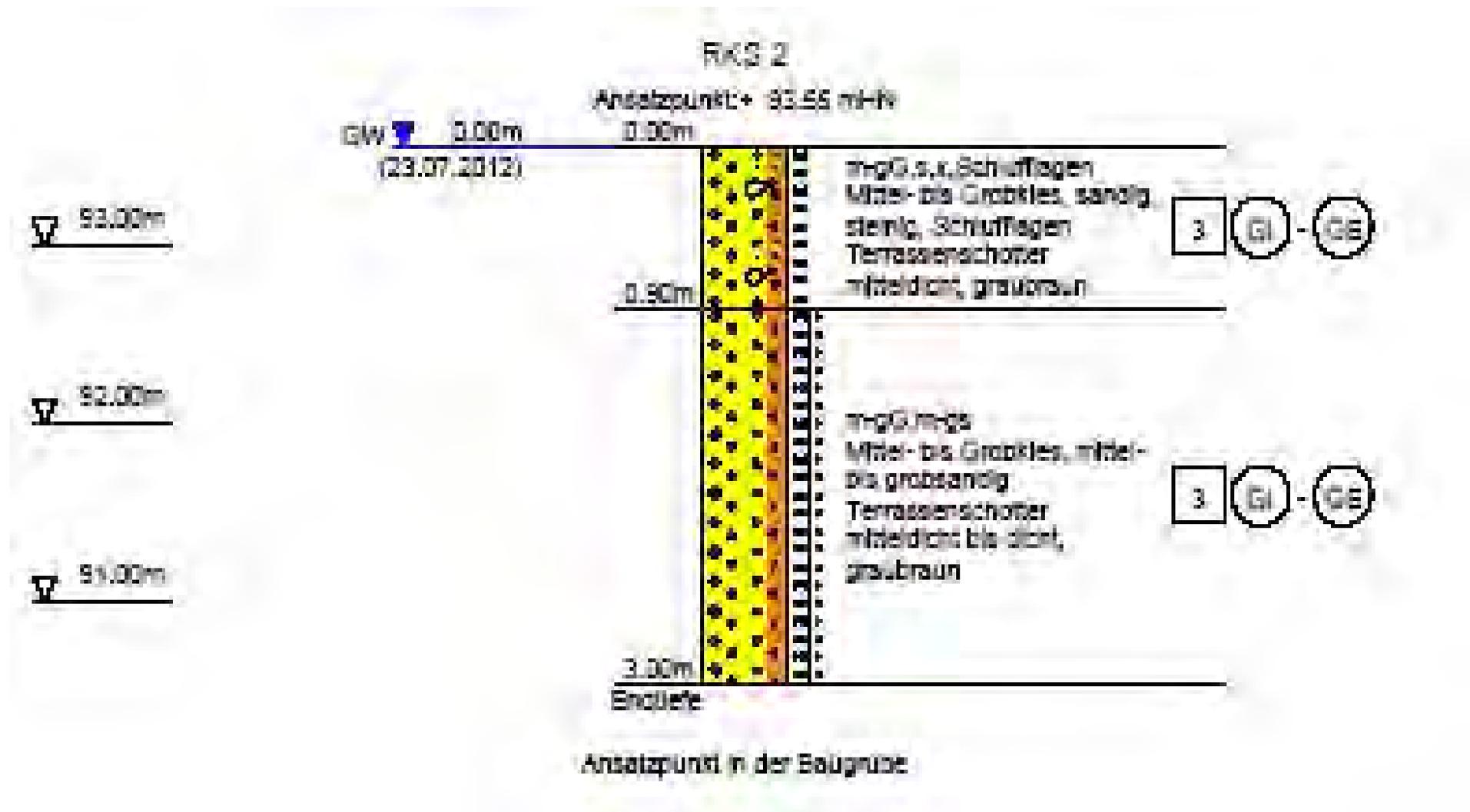
- Bohrung? Abgelehnt, weil zu teuer!
- Rammkernsondierung muss doch genügen!
- Terrassenschotter war bekannt, also warum nicht?
- Die Altbohrungen wurden verschwiegen!
- Was also soll der Baugrundgutachter tun?
- Natürlich, hinterher ist man immer klüger!



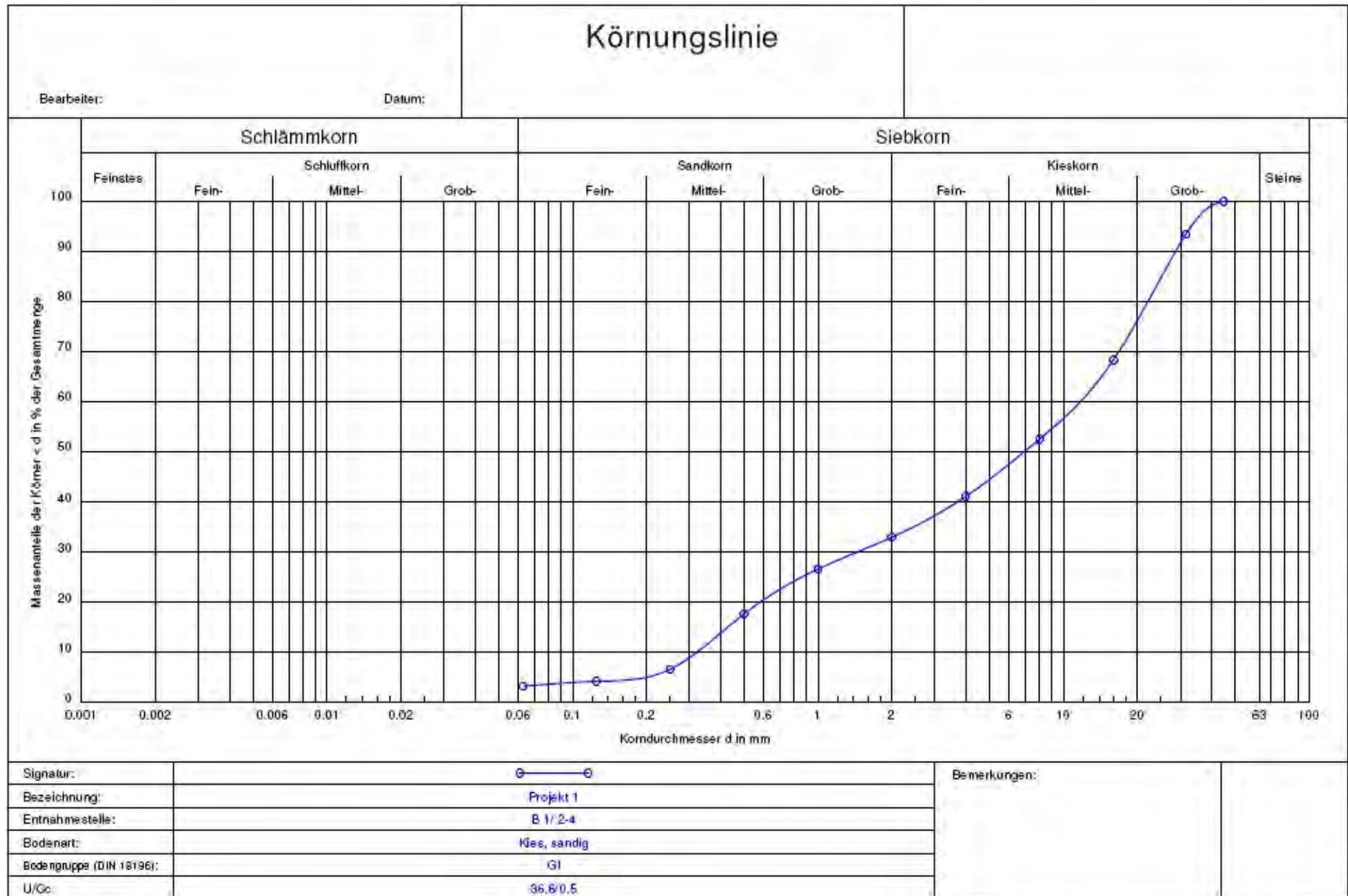
# Erkundungsergebnisse für das Bauwerk



# Beispiel: Aufschluss in der Baugrube



# Bodengruppe G1



# Ergebnisse auf einen Blick

Projekt 1: Bohrung BK 1,

Mischprobe 2 bis 4 m

Bodenart: Kies, sandig

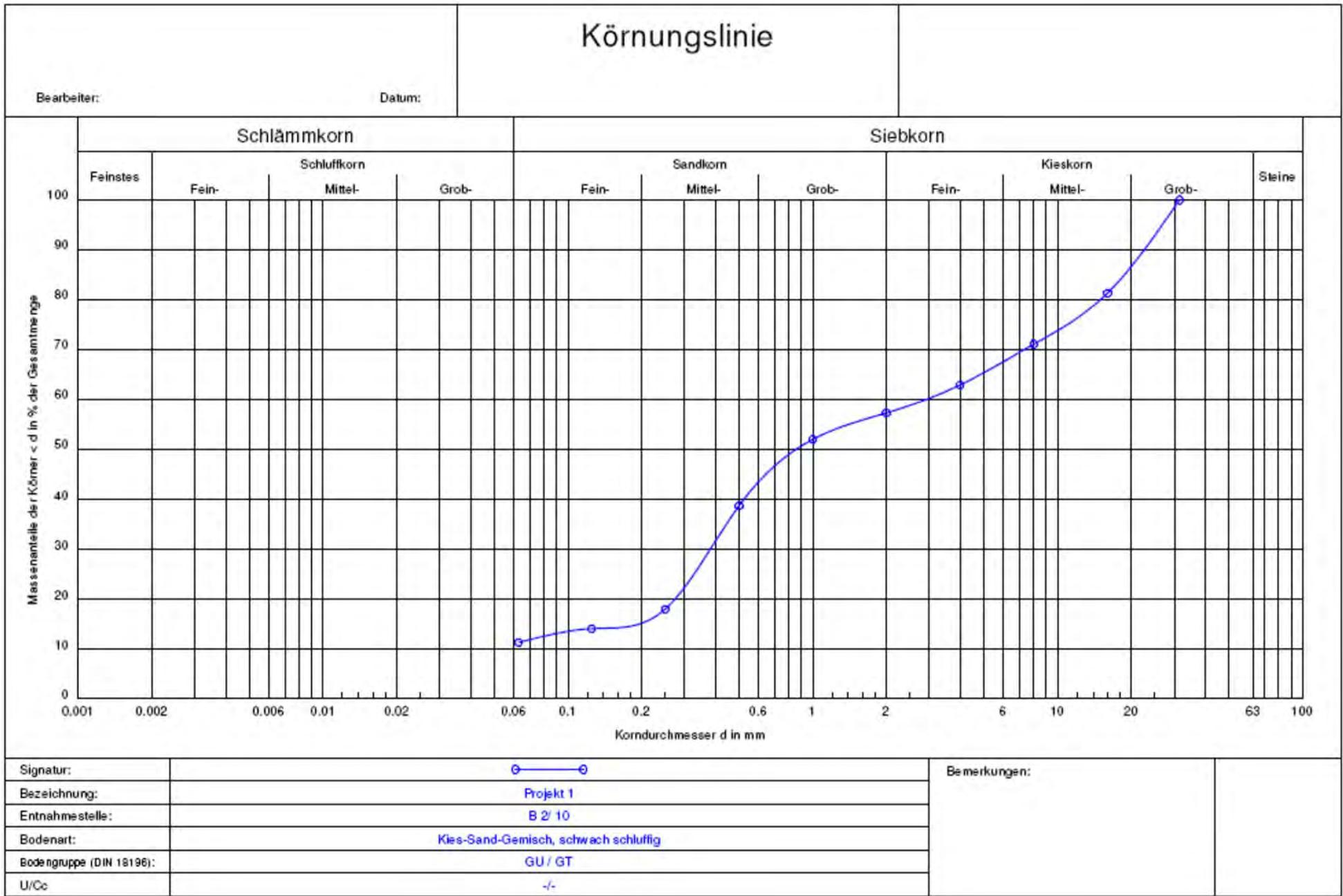
Bodengruppe: GI

Ungleichförmigkeit  $U = 36,6$

Krümmungszahl  $C_c = 0,5$

$k_f$  – Wert [m/s] =  $2,4 * 10^{-4}$

# Bodengruppe GU/GT



# Ergebnisse auf einen Blick

Projekt 1: Bohrung BK 2,

Probe bei 10 m

Bodenart: Kies-Sand-Gemisch,  
schwach schluffig

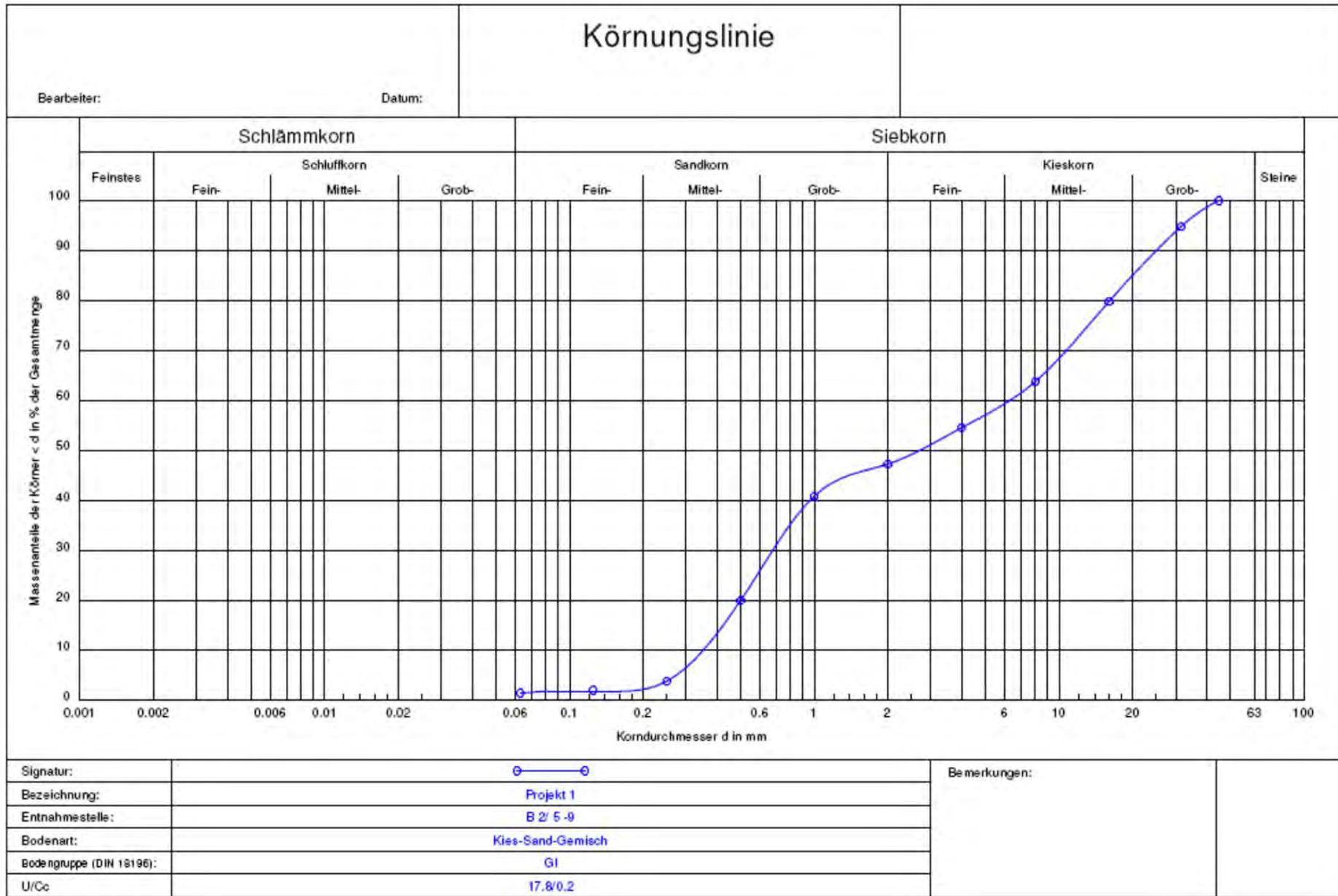
Bodengruppe: GU/GT

Ungleichförmigkeit  $U = ./.$

Krümmungszahl  $C_c = ./.$

$k_f$  – Wert [m/s] =  $7,5 * 10^{-5}$

# Bodengruppe GI



# Ergebnisse auf einen Blick

Projekt 1: Bohrung BK 2,

Mischprobe 5 bis 9 m

Bodenart: Kies, sandig

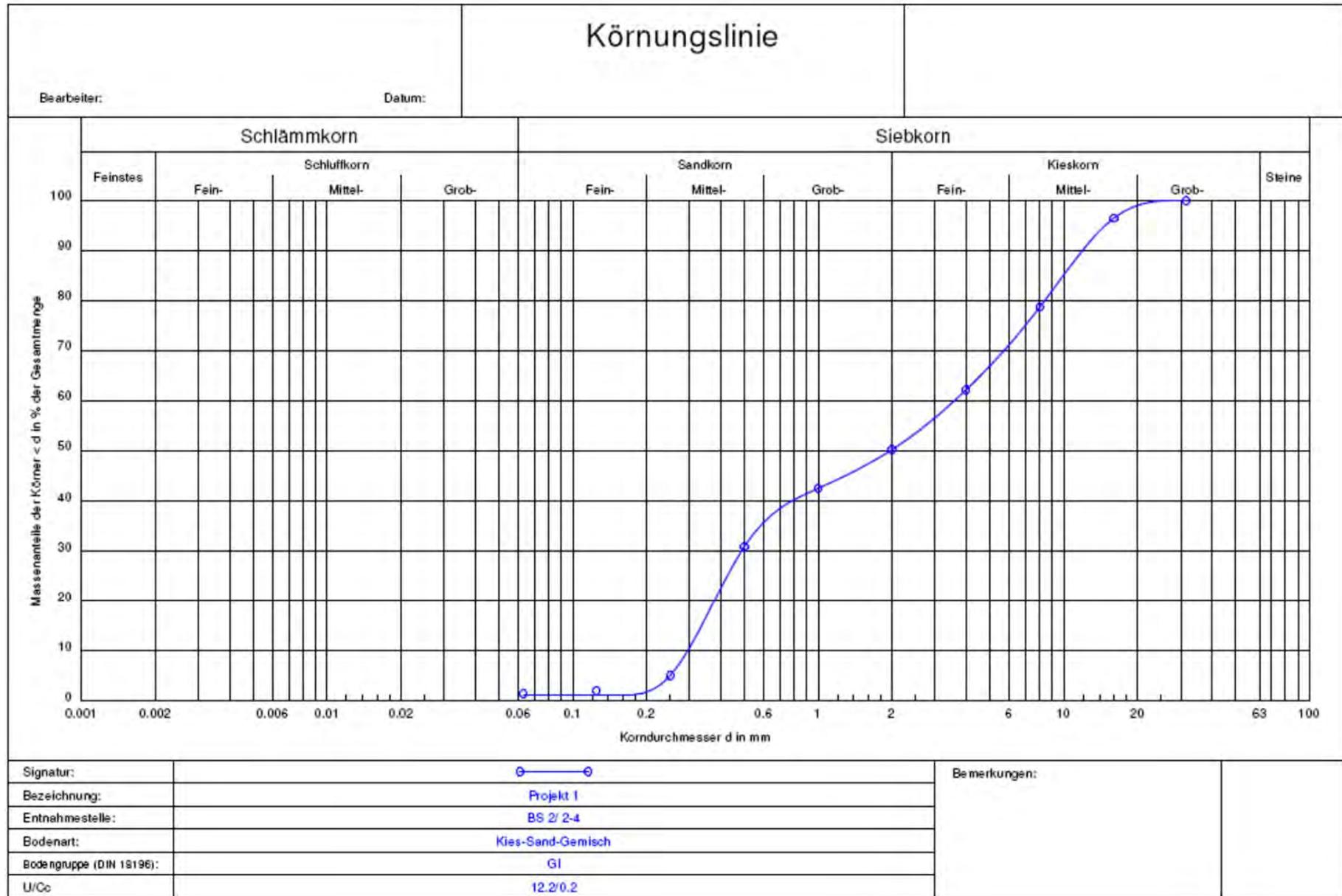
Bodengruppe: GI

Ungleichförmigkeit  $U = 17,8$

Krümmungszahl  $C_c = 0,2$

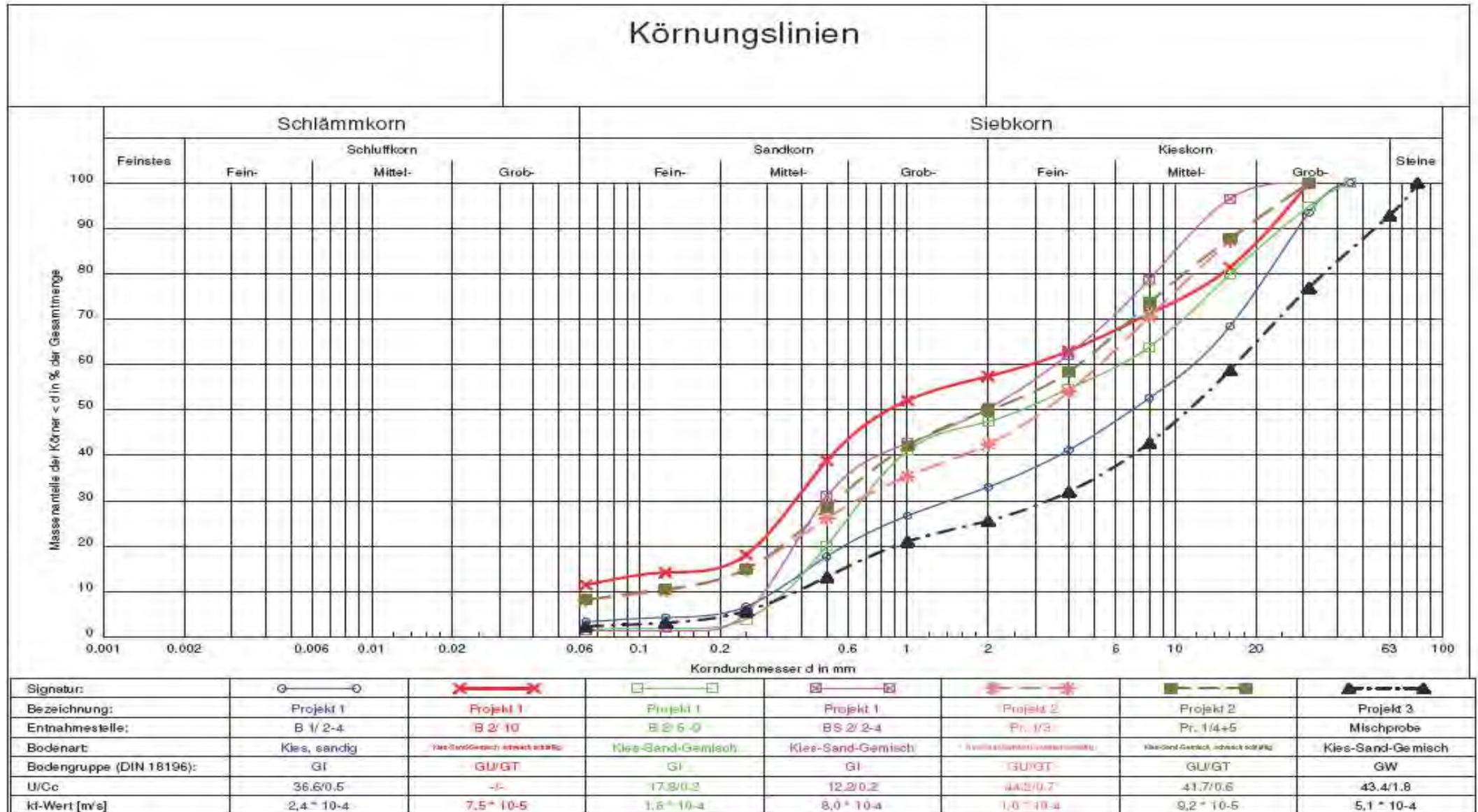
$k_f$  – Wert [m/s] =  $1,6 * 10^{-4}$

# Bodengruppe GI



Projekt 1: Sondierung BS 2,  
Mischprobe 2 bis 4 m  
Bodenart: Kies-Sand-Gemisch  
Bodengruppe: GI  
Ungleichförmigkeit  $U = 12,2$   
Krümmungszahl  $C_c = 0,2$   
 $k_f$  – Wert [m/s] =  $8,0 * 10^{-4}$

# Alle Körnungslinien zusammen



# Eigentlich war nur die Baugruben- bzw. Gründungssohle abzunehmen!

- Kein Aufschluss an der Stelle der Vormontage für den Vershub einer Eisenbahnbrücke!
- Geplant war, rasch 2 Rammkernsondierung abzuteufen!
- In einem bereits ausgehobenen Teil zeigte sich der Terrassenschotter mit den wahren Eigenschaften!
- Das Wasser in gleicher Höhe wie die BG-Sohle und Wasserhaltung sollte nicht notwendig sein!
- Was tun? Offene Wasserhaltung, schließlich sind nur 0,5 m abzusenken.
- Natürlich sind dazu Pumpensümpfe erforderlich!

Sohle des Pumpensumpfes rund 1,2 m unter OK Filterkorb!



# Das kann nicht gut gehen!

Sohle der Baugrube rund 0,8 m unter OK Filterkorb!



Die vorhergehenden Bilder neben einander zeigen deutlich, so geht das nicht!



# Nach der Korrektur kamen wieder neue Überraschungen!

- Tägliche Pumpleistung 550 m<sup>3</sup>
- Zulässige Pumpleistung 350 m<sup>3</sup>, in begrenzter Zeit
- Keine Vorflut und keine Zeit zum Bau einer Vorflutleitung
- Nutzung der Kanalisation ja, aber dann kommt das Veto der Kläranlage
- Abschaltung nicht ohne weiteres möglich

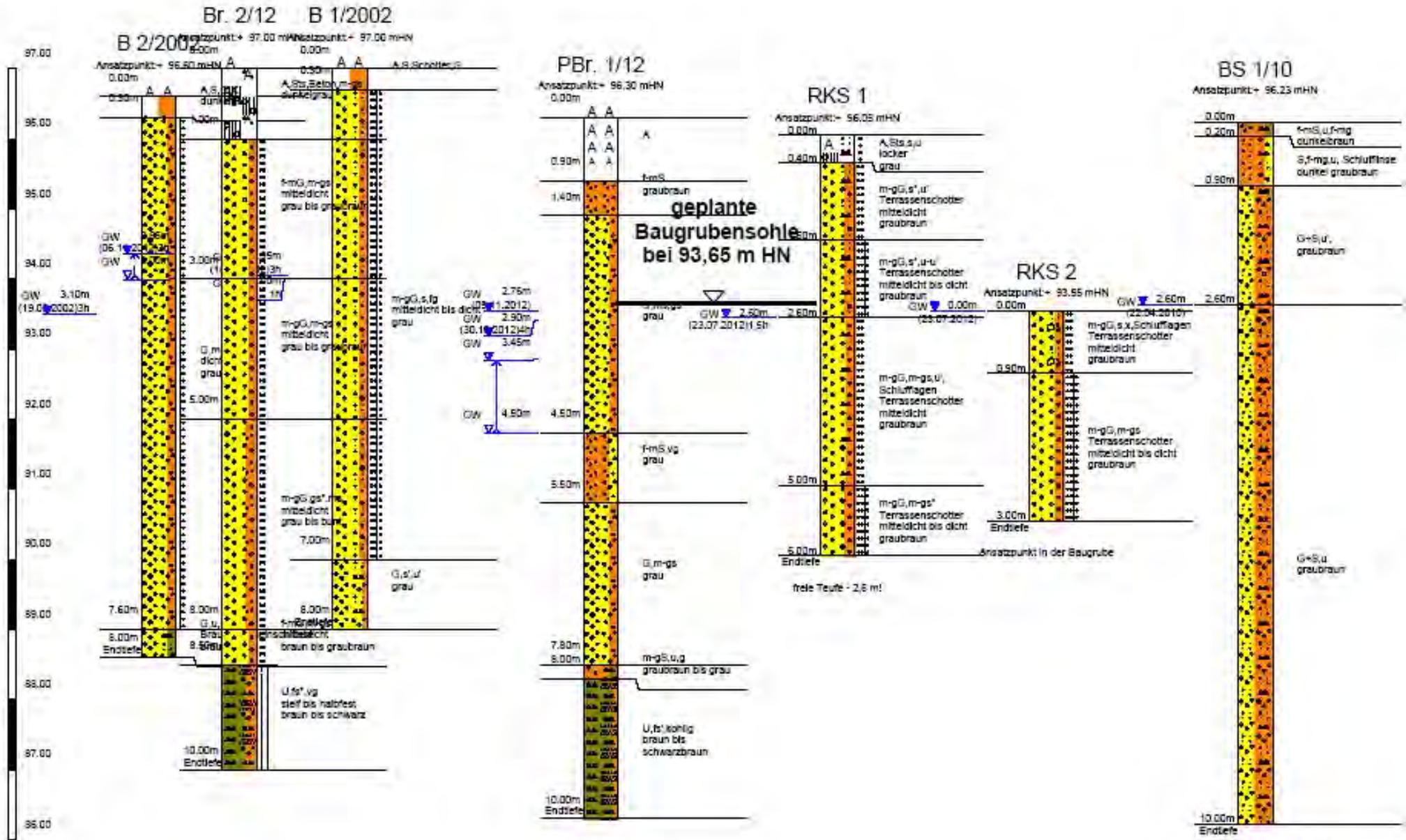
Die genehmigte Sperrpause setzt enge Grenzen, da muss alles in Ordnung gehen.

- Vorflutleitung wird geschaffen
- Offene Wasserhaltung nicht geeignet
- Geschlossene Wasserhaltung erforderlich
  - Brunnenbohrung mit großem Durchmesser
  - Pumpversuch einschließlich Auswertung
  - Konzepterstellung für die Wasserhaltung und Klärung der Frage: 1, 2 oder gar 3 Brunnen?

# Die Sicherheit stand im Mittelpunkt

- 1 Brunnen kann dieses Ziel nicht erfüllen
- 2 Brunnen können hier schon eher Ziel führend sein, wobei auch der Ausfall eines Brunnens bzw. einer Pumpe einzukalkulieren ist
- Nach dem Pumpversuch konnte auf einen dritten Brunnen begründet verzichtet werden – nur Schade für den Brunnenbauer

# Alle Aufschlüsse auf einen Blick



# Und wieder heißt es den richtigen $k_f$ -Wert zu finden!

- Eine Abschätzung in allen Ehren, wird schwierig zu einer Punktlandung führen!
- Ableitung aus der Korngrößenverteilung scheint auch gewagt bei der Probenqualität bzw. den unterschiedlichen Kurven!
- Die Auswertung eines ordentlichen Pumpversuches führt schließlich zum Ziel und zur erfolgreichen Durchführung des Versuchs.

# Teil 2

## Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

Was eigentlich schon nicht mehr geht!

# „Musterbeispiel“

---

## GÜNSTIGE FESTPREISE FÜR BODEN- UND BAUGRUNDGUTACHTEN speziell für den Eigenheimbau, für Erdwärmeanlagen und Kleinkläranlagen

Sehr geehrte Damen und Herren,

Sie wünschen günstige, gleichbleibende Preise für Ingenieurleistungen, um sicherer für Ihre Bauherren kalkulieren zu können ?

Hier ist die Lösung. Sie erhalten **schnell** für nur

**258,- € + MWSt = 307,02 € brutto** bzw.

**129,- € + MWSt = 153,51 € brutto** (bei gemeinsamer Ausführung mit einem Baugrundgutachten)

die **Dimensionierung von Erdwärmeanlagen (Tiefensonden, Kollektoren)**

auf Grund der Kenntnis der geologischen, hydrogeologischen und pedologischen Situation mit Angabe der voraussichtlichen Bohrprofile für Tiefensonden

**350,- € + MWSt = 416,50 € brutto**

ein **Versickerungsgutachten für Regenwasserversickerung / Kleinkläranlagen**

mit 2 Bohrungen, oder mit Sickertest in einem Schurf nach vorheriger Bohrerkundung auf der Sohle des Schurfes (Kosten für die Herstellung des Schurfes nicht enthalten)

**390,- € + MWSt = 464,10 € brutto** (nicht unterkellerte Gebäude) bzw.

**430,- € + MWSt = 511,70 € brutto** (unterkellerte Gebäude)

ein **ausführliches Baugrundgutachten mit Gründungsempfehlungen und Bewertung der Verhältnisse für die Regenwasserversickerung**

für Bauten bis ca. 150 m<sup>2</sup> Grundfläche (insbesondere EFH, ZFH), einschließlich Bodenerkundung durch 2 Bohrungen

Die angebotenen Festpreise bleiben mindestens bis zum 30.06.2012 gültig !

Für die Region 04 (Leipzig) werden keine zusätzlichen Fahrtkosten berechnet.

Haben Sie noch Fragen oder wünschen Sie weitere Informationen ? Bitte rufen Sie mich an oder senden Sie ein Fax oder eine E-Mail. Auf eine gute Zusammenarbeit mit Ihnen freut sich

# **GÜNSTIGE FESTPREISE FÜR BODEN- UND BAUGRUNDGUTACHTEN** **speziell für den Eigenheimbau, für Erdwärmeanlagen und Kleinkläranlagen**

Sie wünschen günstige, gleichbleibende Preise für Ingenieurleistungen, um sicherer für Ihre Bauherren kalkulieren zu können ?

Hier ist die Lösung. Sie erhalten **schnell** für nur

**258,- € + MWSt = 307,02 € brutto** bzw.

**129,- € + MWSt = 153,51 € brutto** (bei gemeinsamer Ausführung mit einem Baugrundgutachten)

die **Dimensionierung von Erdwärmeanlagen (Tiefensonden, Kollektoren)**

auf Grund der Kenntnis der geologischen, hydrogeologischen und pedologischen Situation mit Angabe der voraussichtlichen Bohrprofile für Tiefensonden

**350,- € + MWSt = 416,50 € brutto**

ein **Versickerungsgutachten für Regenwasserversickerung / Kleinkläranlagen**

mit 2 Bohrungen, oder mit Sickertest in einem Schurf nach vorheriger Bohrerkundung auf der Sohle des Schurfes (Kosten für die Herstellung des Schurfes nicht enthalten)

# „Musterbeispiel“

**390,- € + MWSt = 464,10 € brutto** (nicht unterkellerte Gebäude) bzw.

**430,- € + MWSt = 511,70 € brutto** (unterkellerte Gebäude)

**ein ausführliches Baugrundgutachten mit Gründungsempfehlungen und Bewertung der Verhältnisse für die Regenwasserversickerung**

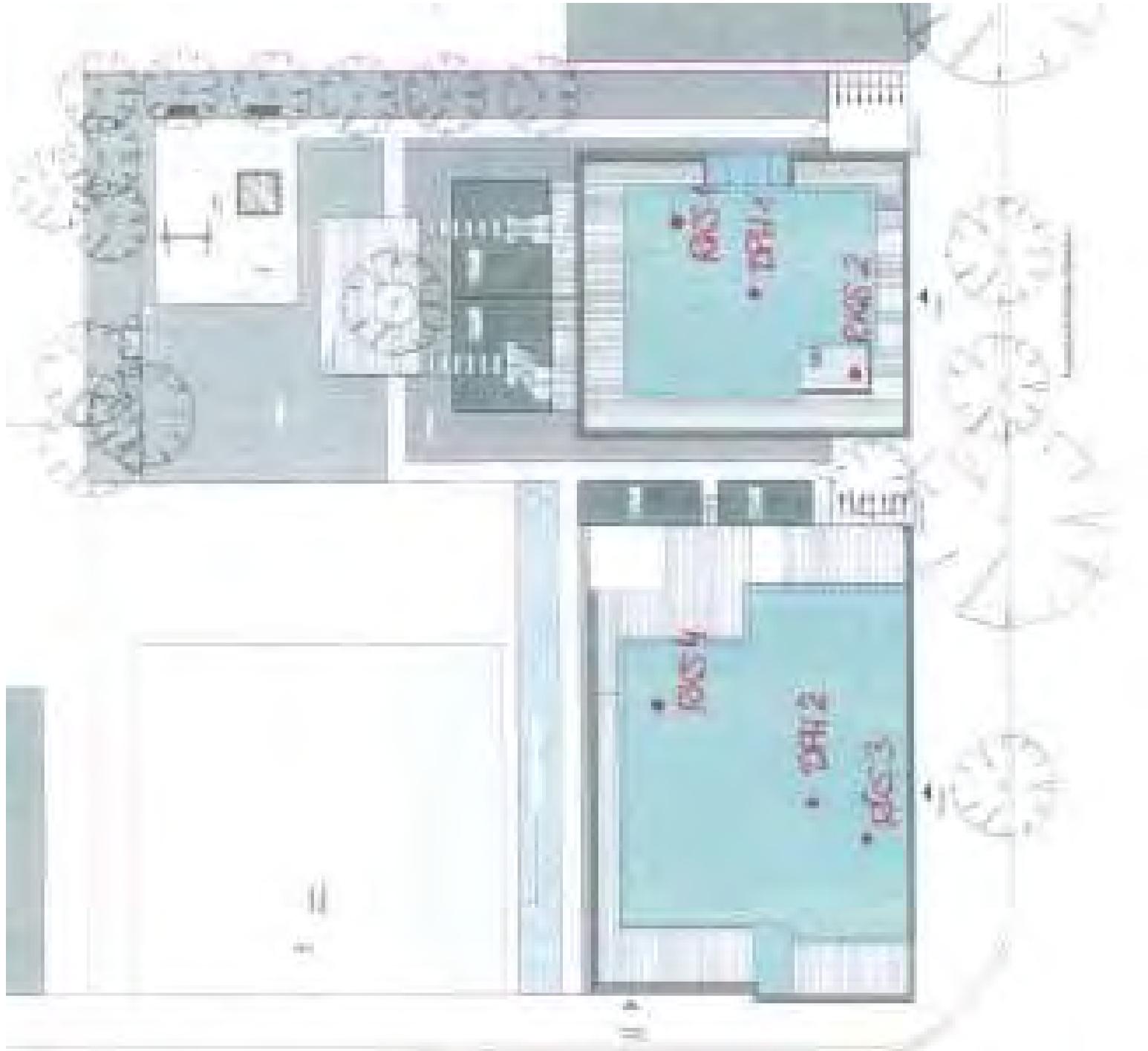
**für Bauten bis ca. 150 m<sup>2</sup> Grundfläche (insbesondere EFH, ZFH), einschließlich Bodenerkundung durch 2 Bohrungen**

**Die angebotenen Festpreise bleiben mindestens bis zum 30.06.2012 gültig !**

**Für die Region 04 (Leipzig) werden keine zusätzlichen Fahrtkosten berechnet.**

**Haben Sie noch Fragen oder wünschen Sie weitere Informationen ? Bitte rufen Sie mich an oder senden Sie ein Fax oder eine E-Mail. Auf eine gute Zusammenarbeit mit Ihnen freut sich**

# „Musterbeispiel“



# „Musterbeispiel“

RKS 1

Ansatzpunkt: GOK

0.00m

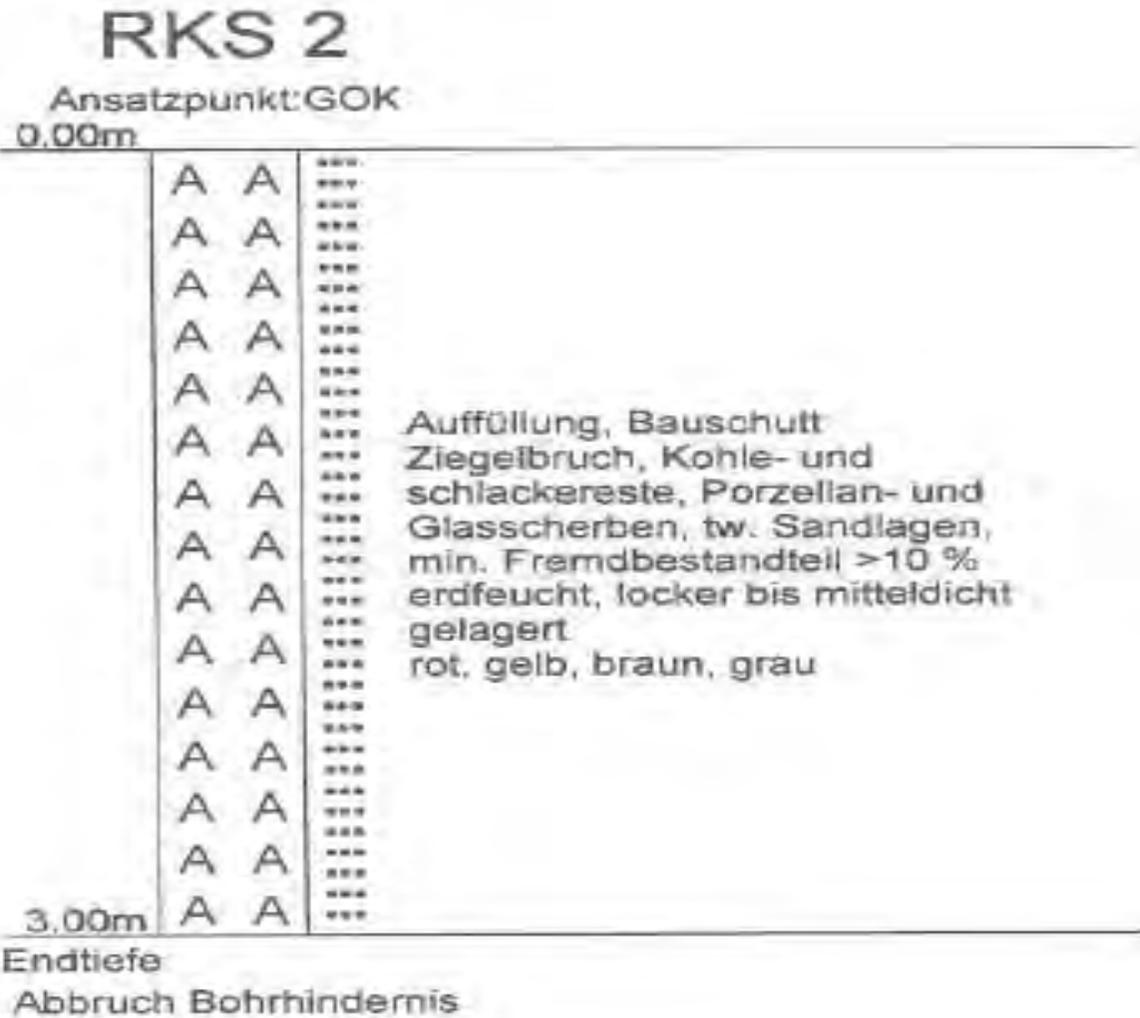
	A	A	...	
	A	A	...	
	A	A	...	Auffüllung, Bauschutt
	A	A	...	Ziegelbruch, Kohle- und
	A	A	...	schlackereste, Porzellan- und
	A	A	...	Glasscherben, min
	A	A	...	Fremdbestandteil >10 %
	A	A	...	erdfeucht, locker bis mitteldicht
	A	A	...	gelagert
	A	A	...	rot, gelb, braun, grau
1.50m	A	A	...	

Endtiefe

Abbruch Bohrhindernis

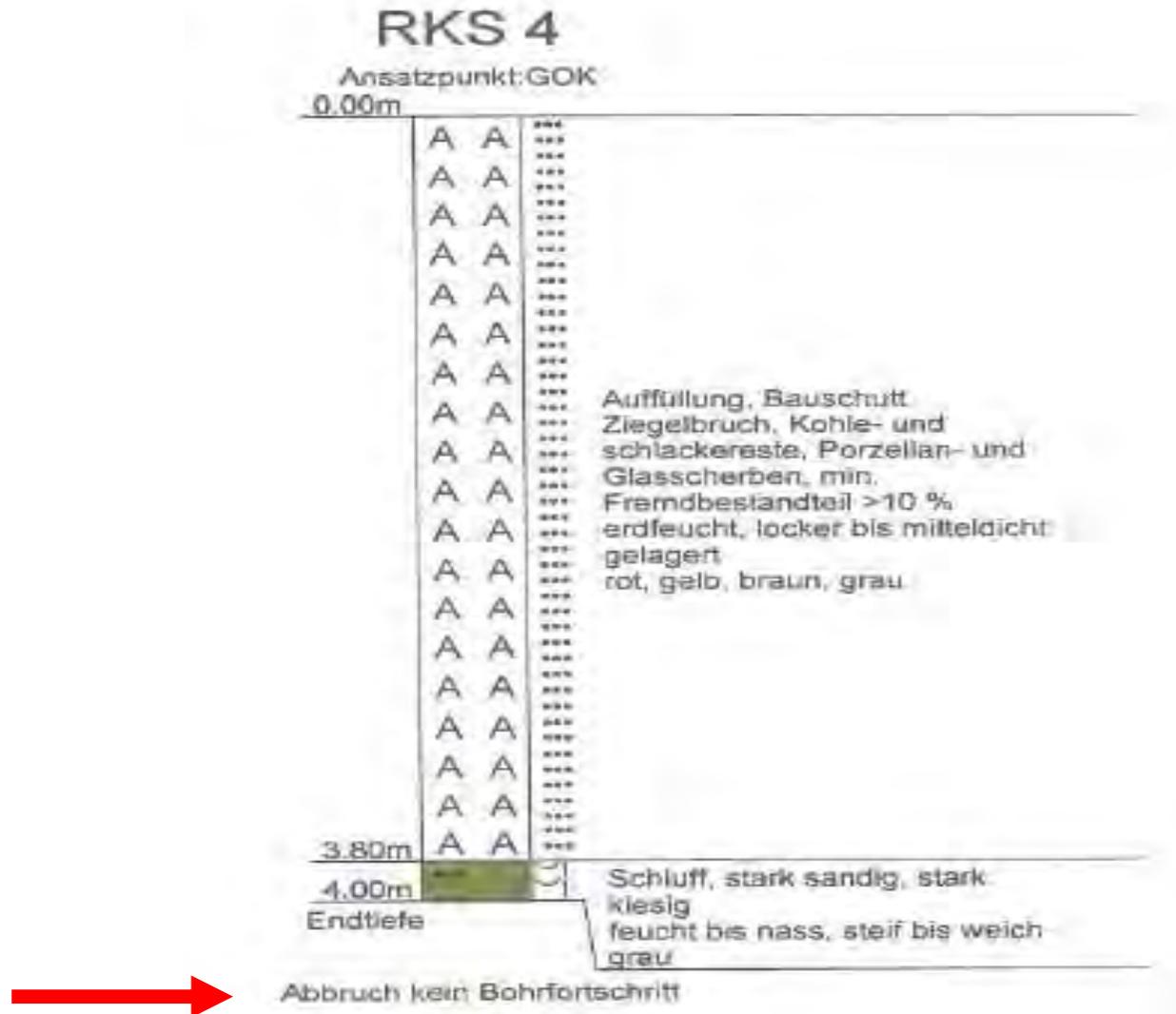


# „Musterbeispiel“

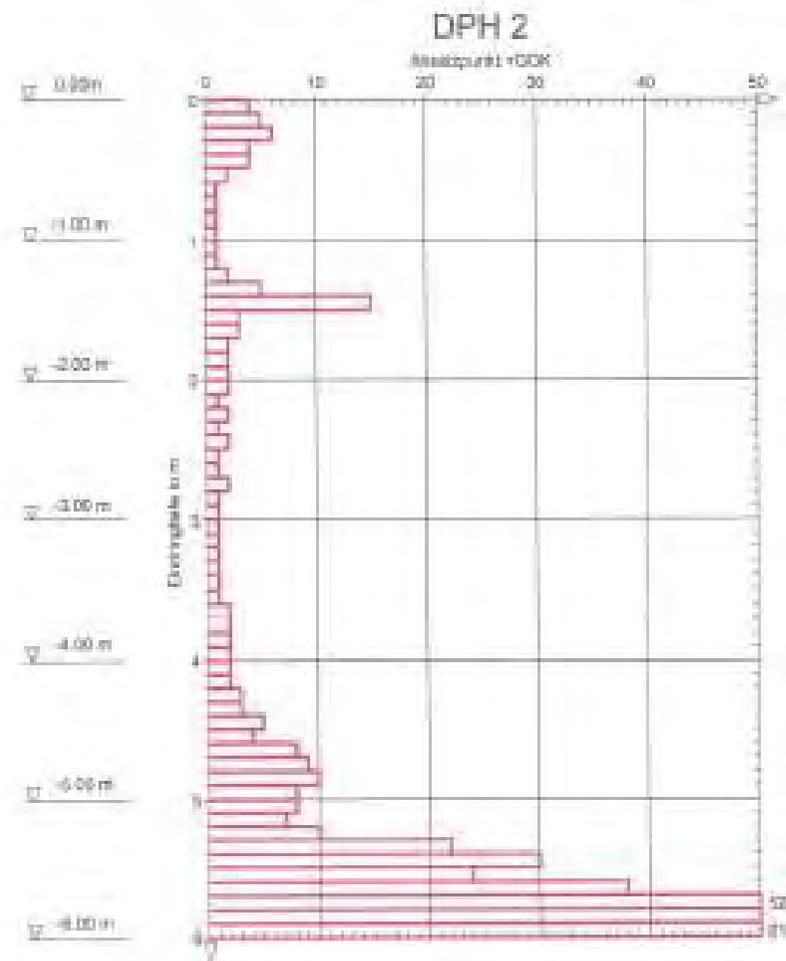
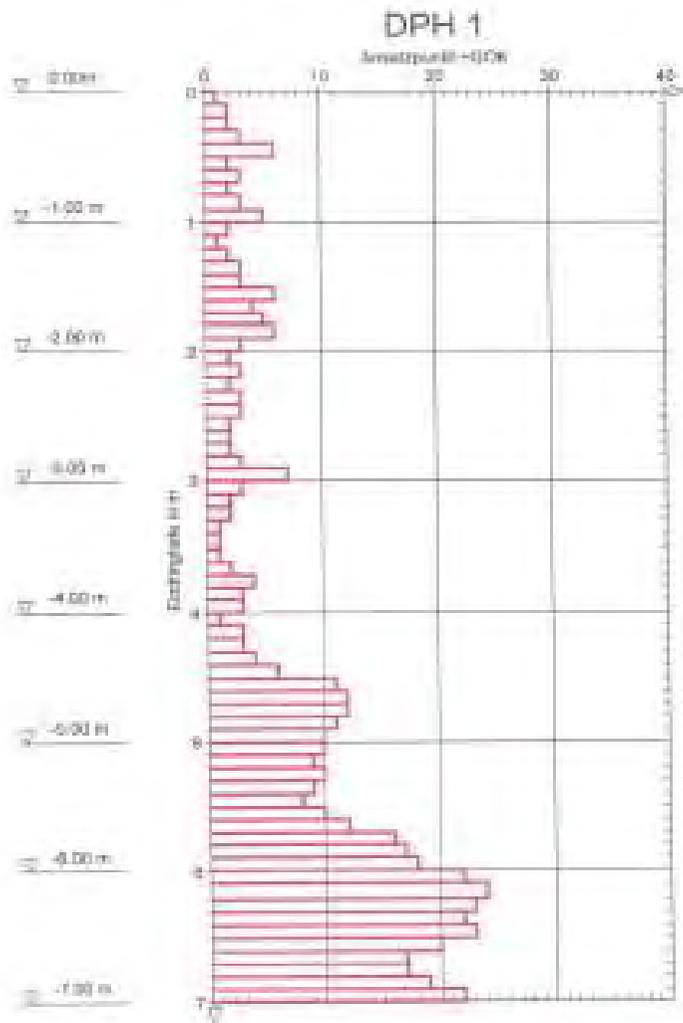


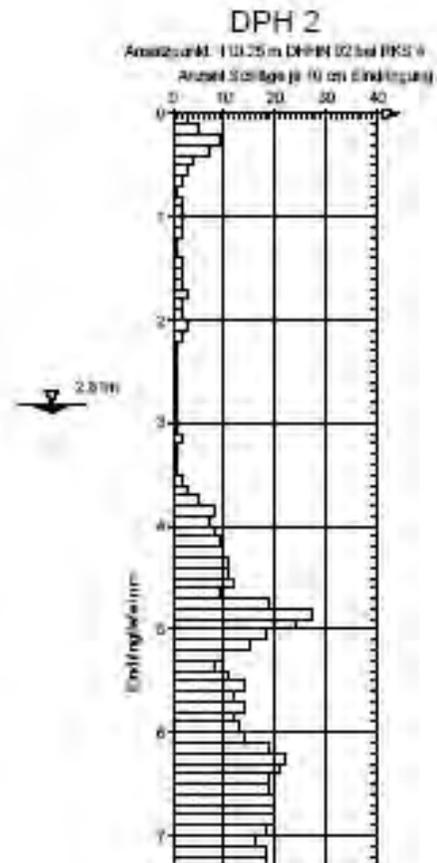
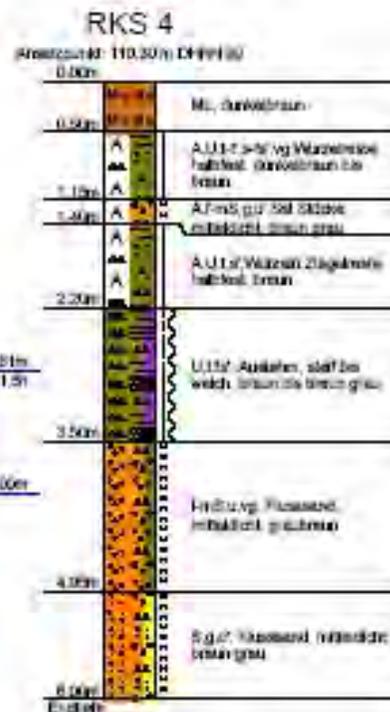
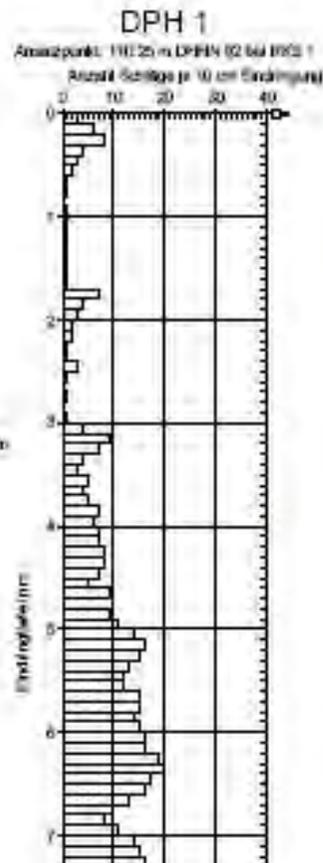
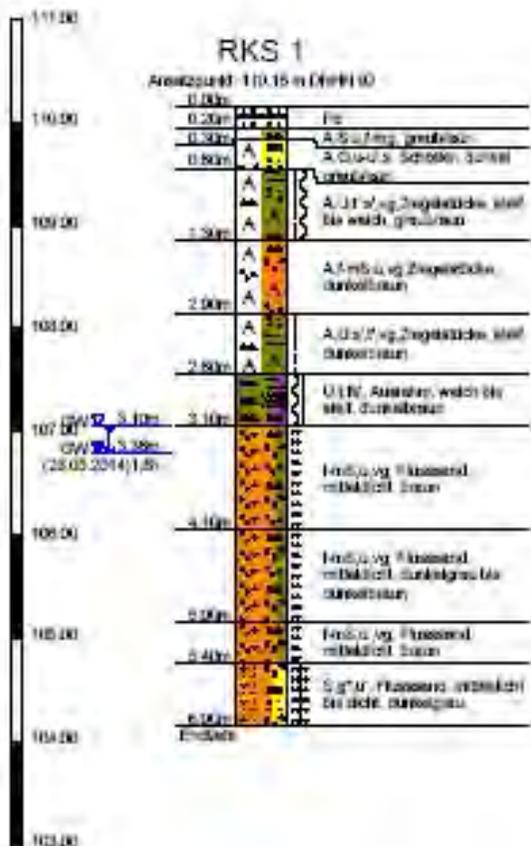


# „Musterbeispiel“



# „Musterbeispiel“





# „Musterbeispiel“

## Zusammenfassung des Gutachtens (Auszug)

### Geologie des Gründungsbereiches

Holozäner Aulehm, stark kiesig, sandig, über Mittelkiesen der frühpleistozänen Terrasse, mächtige Überlagerung durch Auffüllungen aus der Zeit um 1880

### Baugrundsichten

Schicht 1	0,00 m - 4,20 m	Auffüllungen	SU, A
Schicht 2	4,20 m - 5,50 m	Schluff, stark sandig, kiesig	SU*, GU*
Schicht 3	ab 5,50 m	Mittelkies, sandig	GW, SW

Für Schicht 2:

$$K_s = 18 \text{ MN} / \text{m}^3$$

$$\sigma = 310 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Bodenklassen:

Schicht 1	1	Schicht 2	3-4
Schicht 3	3-5		

### Grundwassersituation

Grundwasser ab 4,0 m mit schwachen, ab 7,0 m mit starken Zuflüssen

### Gründung / Erdbau

Plattengründung, Bauwerksabdichtung nach DIN 18195-6 gegen stauendes Sickerwasser

Baugrubenböschung max. 60° (gemischtkörnige Böden, DIN 4124)

### Versickerung von Regenwasser / Oberflächenwasser

nicht realistisch, Einleitung in die Kanalisation empfohlen

# „Musterbeispiel“

## Baugrundsichten

Schicht 1	0,00 m - 4,20 m	Auffüllungen	SU, A
Schicht 2	4,20 m - 5,50 m	Schluff, stark sandig, kiesig	SU*, GU*
Schicht 3	ab 5,50 m	Mittelkies, sandig	GW, SW

Für Schicht 2:

$$K_s = 18 \text{ MN} / \text{m}^3$$

$$\sigma = 310 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Bodenklassen:

Schicht 1	1	Schicht 2	3-4
Schicht 3	3-5		

# „Musterbeispiel“

## **Grundwassersituation**

Grundwasser ab 4,0 m mit schwachen, ab 7,0 m mit starken Zuflüssen

## **Gründung / Erdbau**

Plattengründung, Bauwerksabdichtung nach DIN 18195-6 gegen stauendes Sickerwasser

Baugrubenböschung max. 60° (gemischtkörnige Böden, DIN 4124)

## **Versickerung von Regenwasser / Oberflächenwasser**

nicht realistisch, Einleitung in die Kanalisation empfohlen

Urteilen

Sie

selbst!

# Teil 3

## Komplizierte Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

-

Was beim Kanalbau  
alles passieren kann!

# Gliederung

1. Erläuterungen zum Bauvorhaben
2. Baugrundverhältnisse
3. Problemkreise bei der Ausführung
4. Lösungen für die Probleme
5. Baubegleitung und Messungen
6. Schlussfolgerungen

# 1. Erläuterungen zum Bauvorhaben

- Verlegung einer Abwasserleitung (Mischwasser)
- Es sind 4455 m Leitungen zu rehabilitieren:
- Dies beinhaltet die Auswechslung der Haltungen über 1365 m bei Tiefen von 3 bis 4 m
- Die Haltungen auf einer Länge von 975 m sollen durch ein Sanierungsverfahren (Inliner) in den Sollzustand gebracht werden.
- Auf einer Länge von 2115 m ist das vorhandene Kanalnetz zu reparieren.
- An 4 Punkten sind örtlich begrenzte Reparaturen in offener Bauweise vorgesehen.

# 1. Erläuterungen zum Bauvorhaben

- Zur Entwässerung eines Teilnetzes 1 sind ein Regenüberlauf und ein Pumpwerk in der Nähe des Vorfluters vorgesehen.
- Das Mischwasser des Teilnetzes 2 sowie der Drosselabfluss des Teilnetzes 1 werden im Freispiegelabfluss abgeleitet. Dazu sind 250 m Neubau DN 500 erforderlich.

# 2. Baugrundverhältnisse

## Standortverhältnisse

- Ein nördlicher Bereich wird durch den dort fließenden Fluss bzw. dessen Auegebiet vom weitaus größeren südlichen Ortsteil getrennt.
- Generell fällt das Gelände von Süd nach Nord zum Fluss hin über mehrere Meter ab.
- Liegen die höchsten Geländeabschnitte im Süden zwischen 130 und 131 m NN mit einem Extremwert von **132,6** bei RKS 18, so ist die niedrigste Geländehöhe bei RKS 25 mit **121,5** m NN in unmittelbarer Nähe zum Fluss anzutreffen.

# 2. Baugrundverhältnisse

## Geologische Verhältnisse

- Der Standort befindet sich aus regionalgeologischer Sicht im Bereich einer Flussaue und einer sich anschließenden Grundmoränenplatte.
- Die Lockergesteinsschichten über den im Liegenden von mächtigen tertiären Schichten in Form von Tonen, Schluffen und Sanden gebildeten Bereichen, sind durch Flussschotter, Schmelzwassersande und Geschiebelehm/-mergel geprägt. Die Auebereiche treten durch Auelehm und auch Lößlehm in Erscheinung. Die Geschiebelehme/-mergel sind durch regellos in Größe und Ausdehnung eingeschlossene Sandlinsen charakterisiert, die witterungs- und jahreszeitlich abhängig unterschiedlich wasserführend sein können. In diese Geschiebelehme/-mergel können auch Beckenschluff und -ton eingelagert sein.

## 2. Baugrundverhältnisse

### **Besondere Merkmale:**

- die **Wechselhaftigkeit** des Geschiebelehm/-mergelkomplexes
- **Bindige und nichtbindige Böden** wechseln unregelmäßig
- **Feinsandlinsen führen Grundwasser** und neigen dann beim Aushub zum Ausfließen

# 3. Problemkreise bei der Ausführung

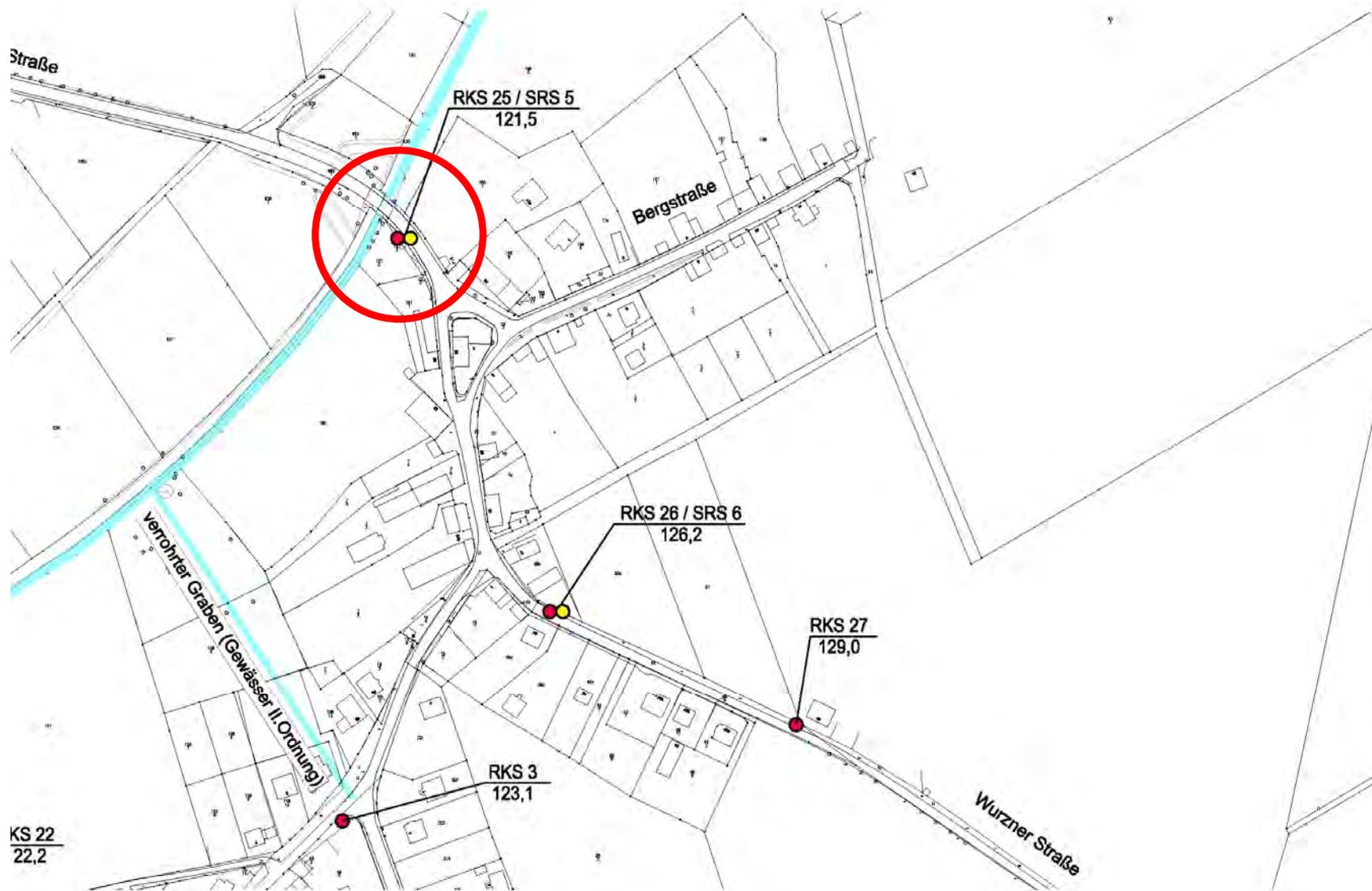
1. Problem „Baugrund/ Feinsandlinsen“
2. Problem „Wasserhaltung“
3. Problem „Verbau bzw. Auswahl dessen“
4. Problem „Bauüberwachung“
5. Problem „Bauleitung“
6. Problem „Schadensvermeidung“
7. Problem „Beweissicherung“

# Wir hatten Sie gewarnt!

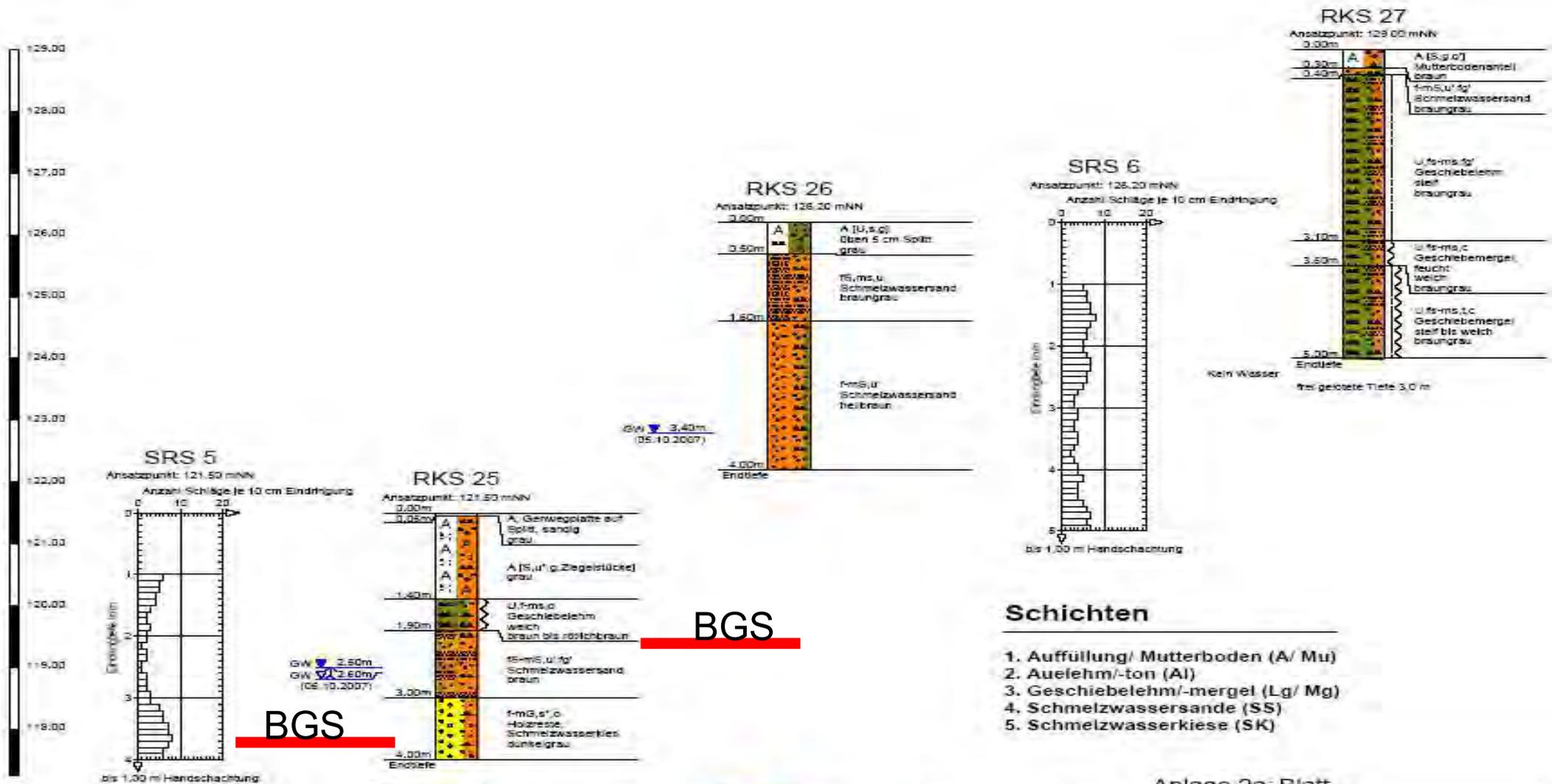
Ein Bild aus dem Baugrundgutachten



# Erkundung: 1. Aufschlussplan



# „Baugrundschnitt“ in der Problemzone



Rammprofil geht bis 112,5 mNN

Bodenprofil geht bis 115,5 mNN

## Schichten

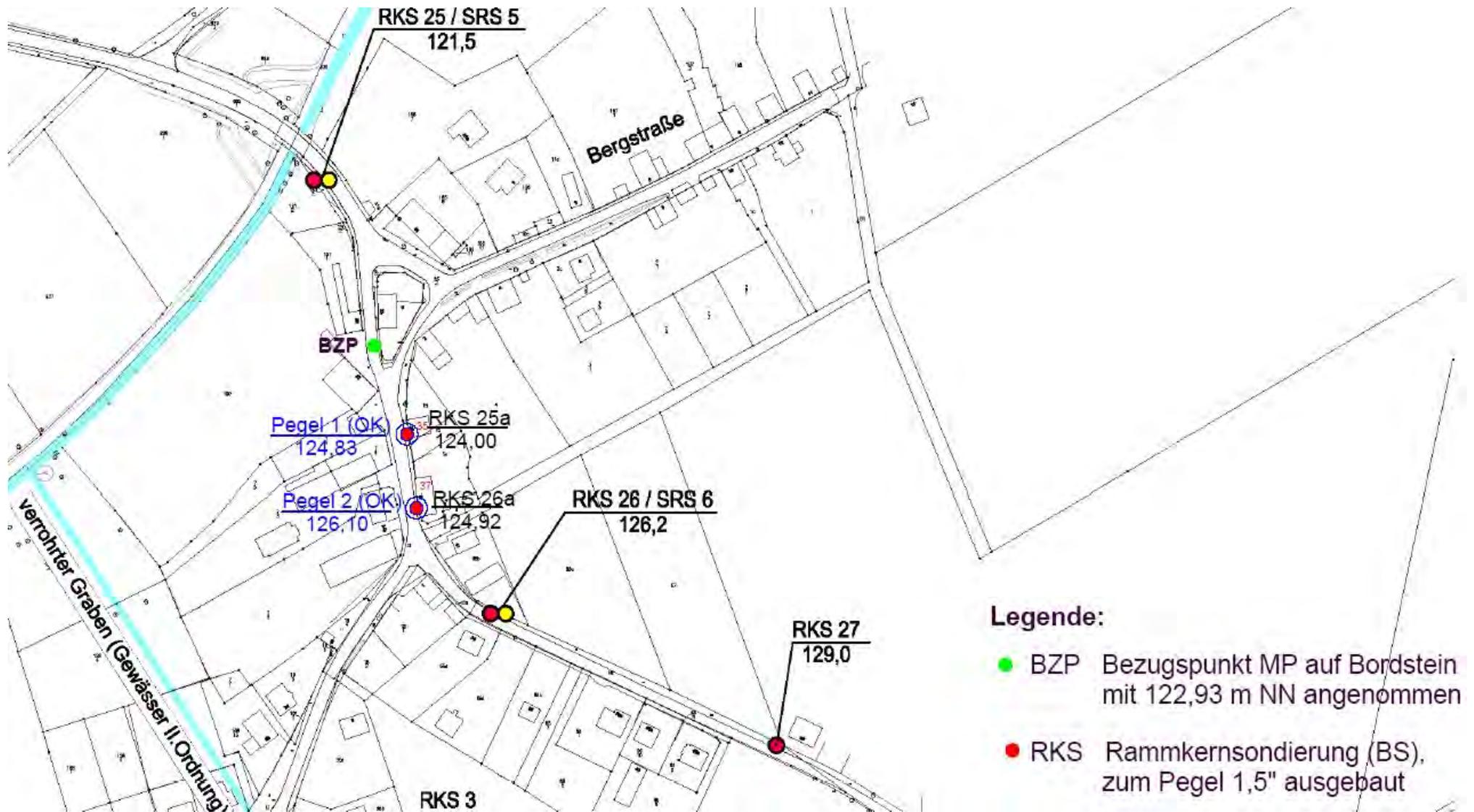
1. Auffüllung/ Mutterboden (A/ Mu)
2. Auelehm/-ton (Al)
3. Geschiebelehm/-mergel (Lg/ Mg)
4. Schmelzwassersande (SS)
5. Schmelzwasserkiese (SK)

Anlage 2a: Blatt

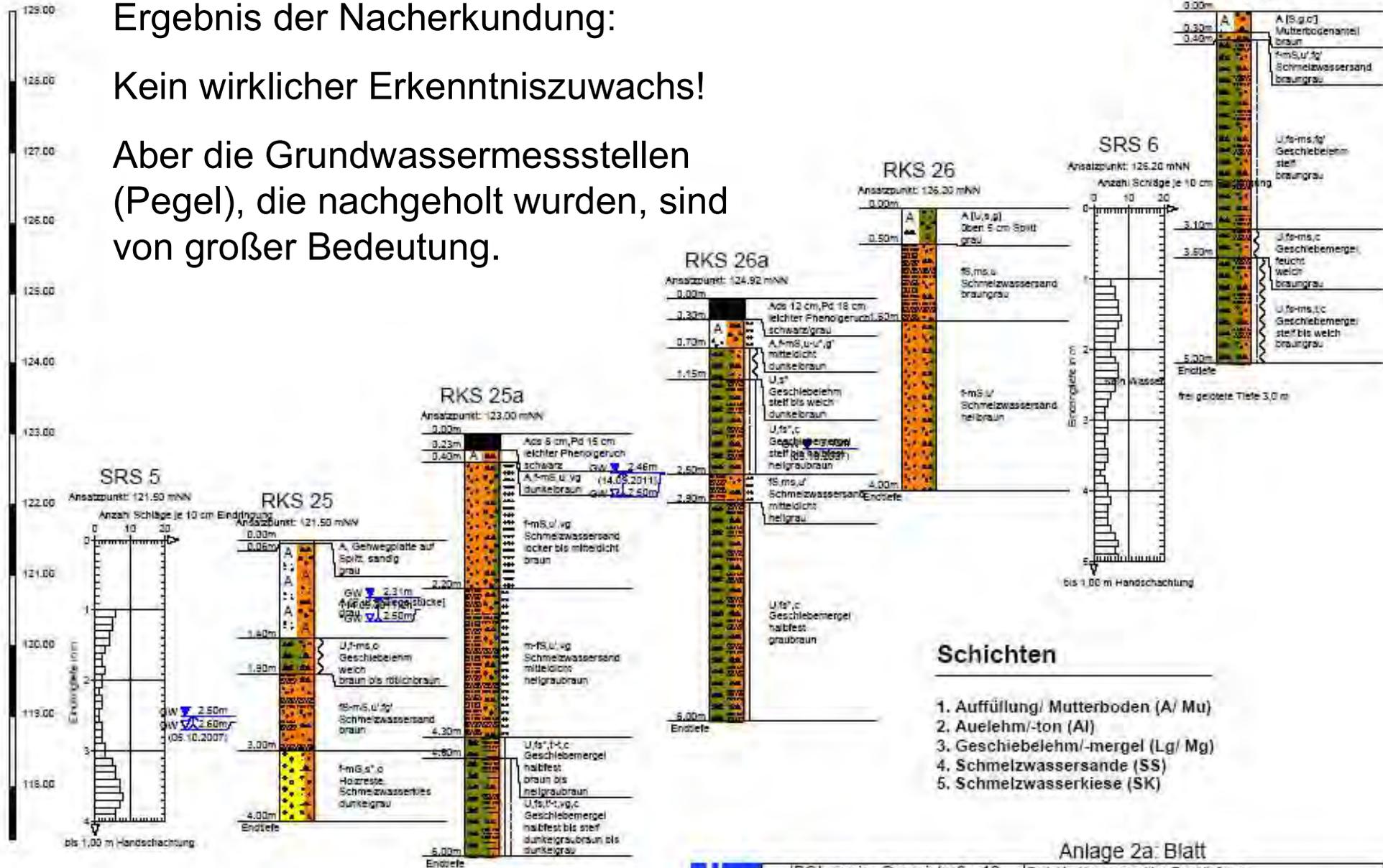
IBG	IBG Leipzig, Grassstraße 12 04107 Leipzig	Projekt: Abwasserseitige Erschließung
	Tel. 0341/ 9 62 83 54 o. 55	Projekt-Nr.: L 0378/07-00, AG: Komm. Wasserwerke Leipzig
	Fax 0341/ 4 01 11 46; IBG_LPZ@t-online.de	Maßstab: 1:50 Datum: Belebungs

**Baugrundschnitt**

# Aufschlussplan (Ausschnitt) der Nacherkundung



Ergebnis der Nacherkundung:  
 Kein wirklicher Erkenntniszuwachs!  
 Aber die Grundwassermessstellen  
 (Pegel), die nachgeholt wurden, sind  
 von großer Bedeutung.



### Schichten

1. Auffüllung/ Mutterboden (A/ Mu)
2. Auelehm/-ton (A)
3. Geschiebelehm/-mergel (Lg/ Mg)
4. Schmelzwassersande (SS)
5. Schmelzwasserkiese (SK)

Anlage 2a: Blatt

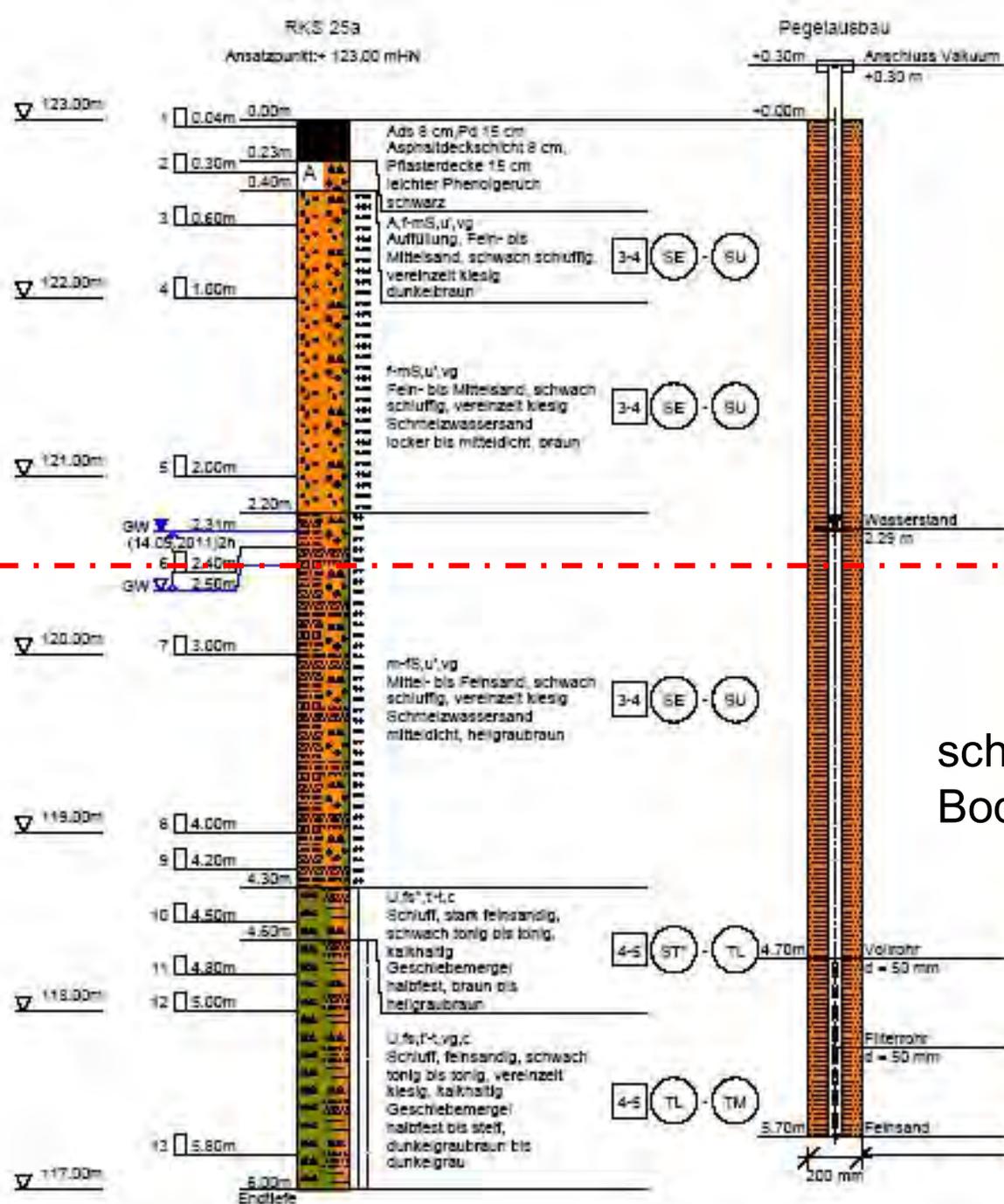
IBG	IBG Leipzig, Grassstraße 12 04107 Leipzig	Projekt: Abwasserseitige Erschließung
	Tel. 0341/ 9 62 53 54 o. 55	Projekt-Nr.: L 0378/07-00, AG: Komm. Wasserwerke Leipzig
	Fax 0341/ 4 01 11 45; IBG_LP2@t-online.de	Maßstab: 1:50 Datum: Beibung

**Baugrundschnitt**

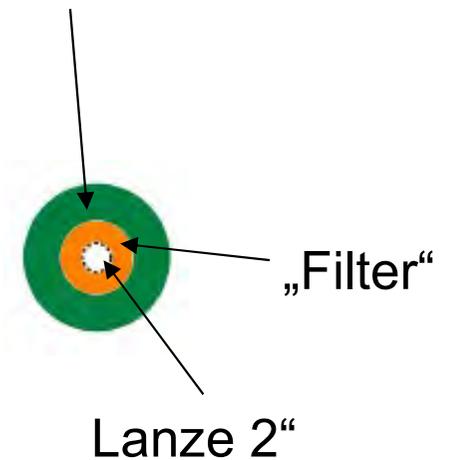
# Bohrungen für das Lanzensetzen vor der Nacherkundung



Grabensohle



schwach durchlässiger  
Boden,  $10^{-6}$  bis  $10^{-8}$  m/s



# Es gibt durchaus Alternativen, die allerdings auch Geld kosten!



Die Frage muss erlaubt sein, ob eine SUB-Firma, die sich u.a. mit  
„Reparatur, Vermietung und Verkauf von Pumpen“  
im Kopfbogen zu erkennen gibt, die richtige Wahl war.

# Das Ergebnis nach ersten Versuchen ist deprimierend!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Die weiteren Versuche ebenso!



# Andere Orte, aber ähnliche Bilder!



# Es gibt nur eine vernünftige Maßnahme

Baugrube sofort verfüllen und weiter:

- Wasserhaltung neu überdenken
- Verbauvariante überprüfen
- Weitere Maßnahmen planen,  
z.B. Beweissicherung erweitern, d.h.  
auch innerhalb der Gebäude eine  
Beweissicherung durchführen

Was kann passieren?

Zeigen die nachfolgenden Bilder  
und  
ein Video exemplarisch

# Szenario in der Baugrube



Darauf sollte man unbedingt achten!



Höchste Alarmstufe ist angesagt!



Fast schon zu spät!



Ein Pumpen-Sumpf?

# Hydraulischer Grundbruch ja oder nein?



# Szenario

## Großaufnahme des Materialaustrages



# Land unter!



# Der Polier etwas ratlos!



# Aber dann die richtige Reaktion!



# Maßnahmen, die greifen?



Offene Wasserhaltung i. O.



Bestenfalls ein Notbehelf!



Ein wenig Glück gehört dazu!



Endlich geschafft!

# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung

## CBTR-Nachrichten

Centrum für  
deutsches und  
internationales  
Baugrund- und  
Tiefbaurecht e.V.

Geotechnik 12 (2011)

Heft 3

### § Das aktuelle Urteil §

Wer haftet bei Schäden durch  
Kanalarbeiten?

Nicht ganz selten ist leider der Fall, in dem Anwohner versuchen, schon seit längerer Zeit bestehende Risse als Schäden einer aktuellen Baumaßnahme zu deklarieren. Dagegen hilft nur eine rechtzeitige Beweissicherung durch einen Sachverständigen vor und nach der Bauausführung, um die Zustände vorher und nachher vergleichen zu können. Andernfalls sind die Beklagten auf den „Strohalm“ angewiesen, dass ein Gutachter hinterher feststellt, dass die Rissebilder nicht zu den vorgetragenen Tiefbauarbeiten passen oder aber die Risse schon älteren Datums sind.

# Fazit:

- Es waren Pegel zur Kontrolle der Wasserhaltung ausgeschrieben, die aber erst verspätet realisiert wurden.
- Die ausführende Firma hatte laut Ausschreibung ein Konzept zur Wasserhaltung zu erstellen, was aber nicht abgefordert wurde
- Die Folge waren „Überraschungen“ bei der Bauausführung, die aber vermeidbar waren
- Zusätzliche Kosten in Größenordnung ebenso

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



"... außerdem  
könnten wir noch  
700 Lire einsparen,  
wenn wir auf die  
Baugrund-  
untersuchung  
verzichten.,,

Pisa, anno 1173

## Variante 1: Stahlrohrpresspfahl (Fa. Franki Grundbau GmbH)

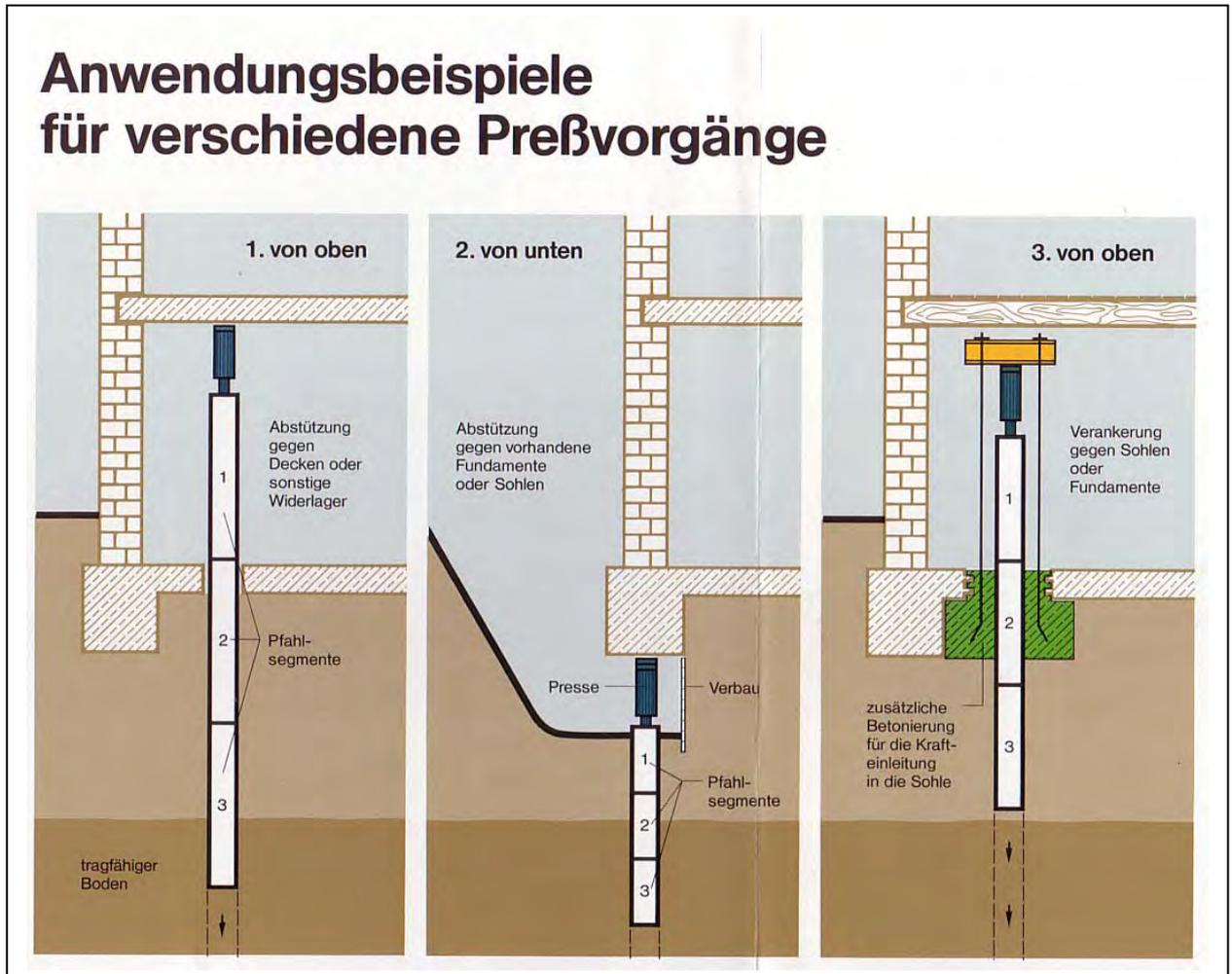
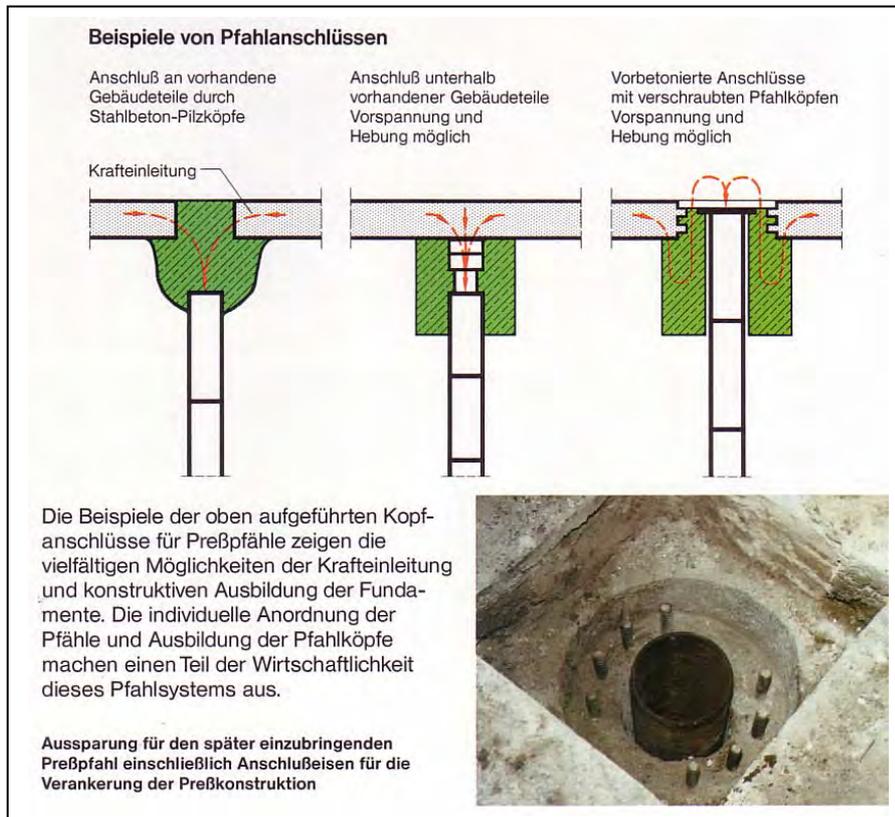


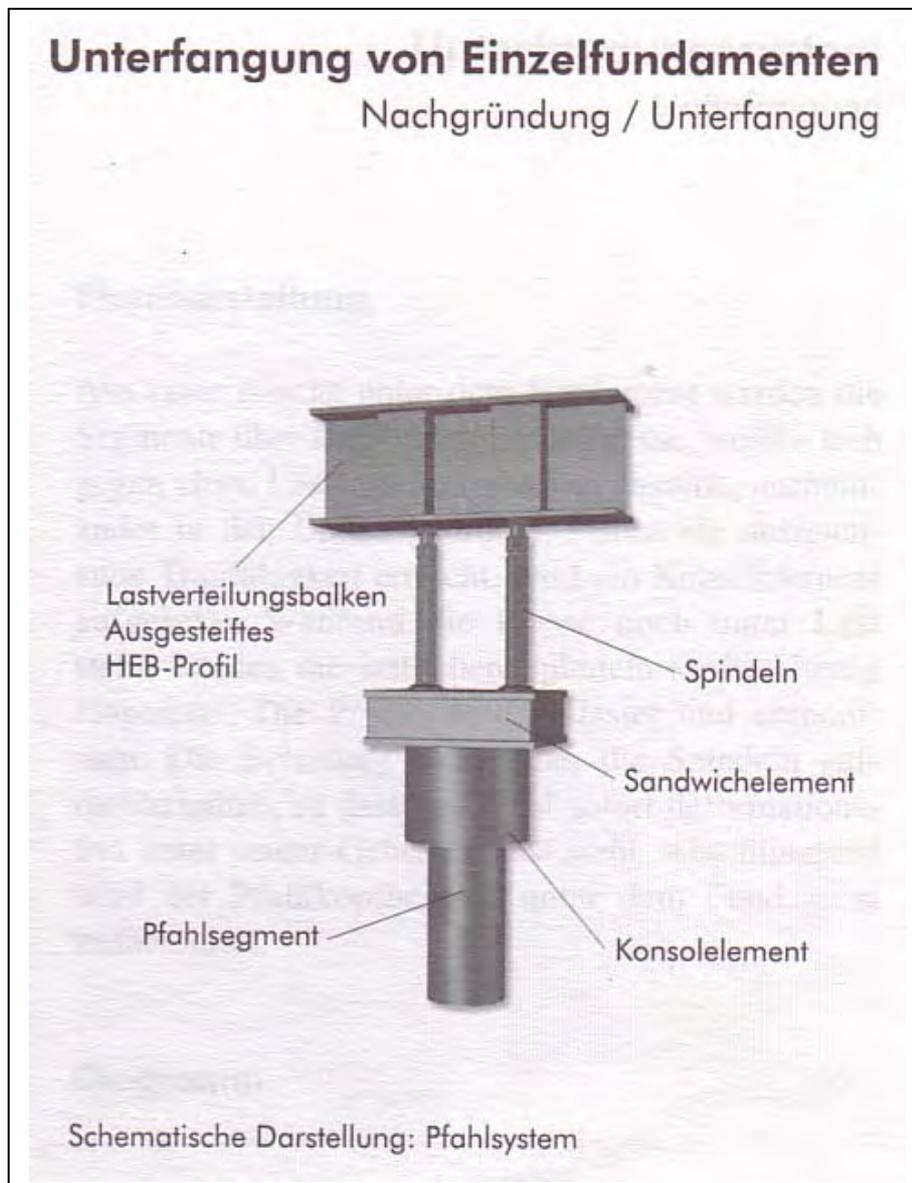
Bild 1: Konstruktive Lösungen, Widerlagermöglichkeiten, Pressenanordnungen

## Zu Variante 1: Stahlrohrpresspfahl (Fa. Franki Grundbau GmbH)



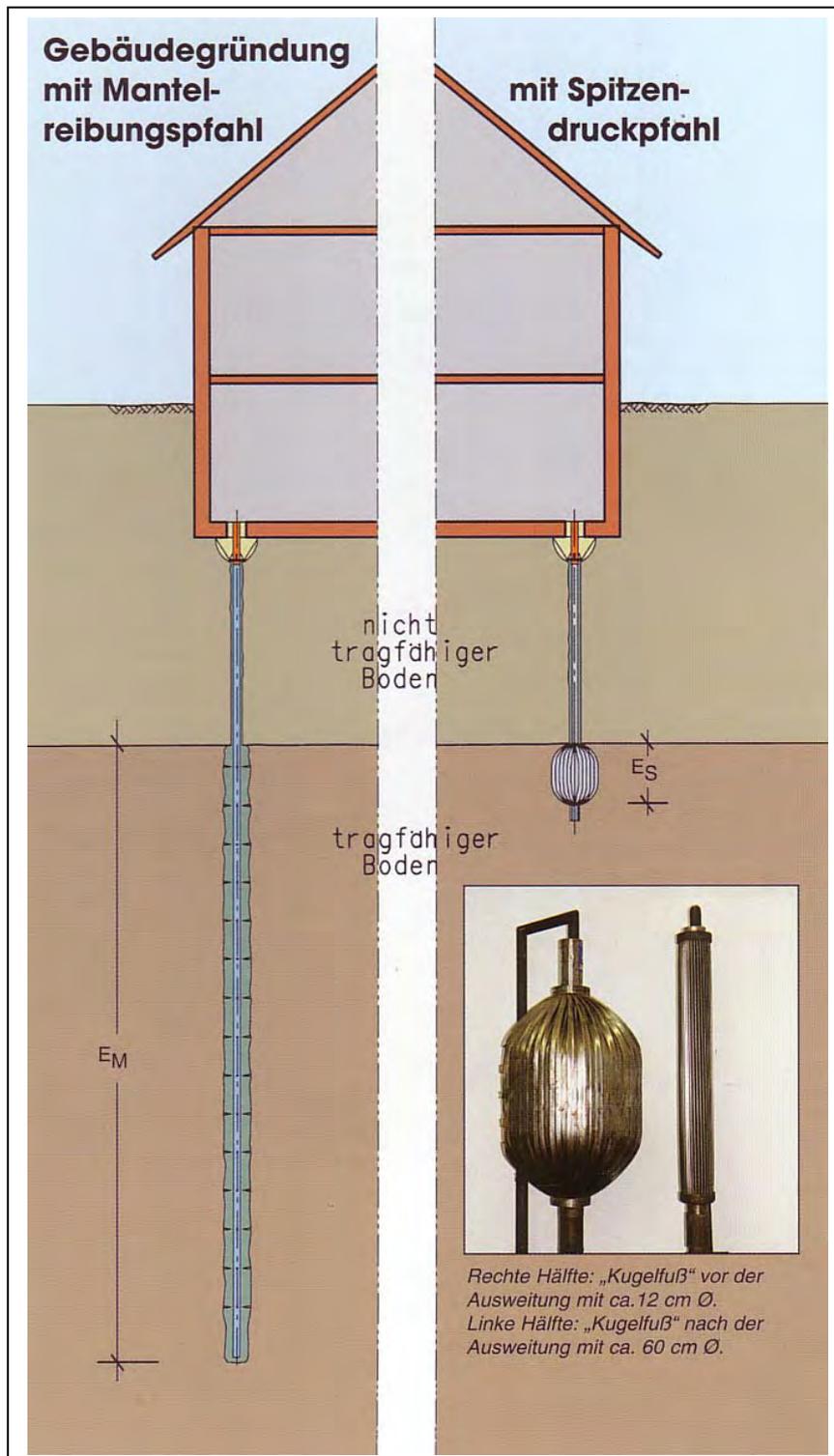
**Bild 2: Anschlussvarianten des Pfahles an die Decken, Wände etc.**

## Variante 2: Presspfahl (Fa. ERKA Pfahl GmbH)



**Bild 3: Alternative zur Variante 1 bei etwa gleichwertiger Anwendungsmethode**

### Variante 3: Stabverpresspfahl (Fa. BAUER Spezialtiefbau GmbH)



**Bild 4: Vorspannbarer Pfahl in zwei Varianten**  
 $E_M$  = Einbindestrecke Mantelreibungspfahl;

Vortrag in der Arwed-Rossbach-Schule BSZ Leipzig

# Beschreibung der Baugrundverhältnisse durch Homogenbereiche

Die neue DIN 18 300, VOB Teil C  
ATV Bauleistungen - Erdarbeiten  
Ausgabe August 2015

# Änderungen gegenüber DIN 18 300:2012-09

- a) Das Dokument wurde zur Anpassung an die Entwicklung des Baugeschehens fachtechnisch überarbeitet;
- b) Änderungen in der Zuordnung von bisher im Abschnitt 3 definierten Haupt- und Nebenleistungen dahingehend, dass sämtliche Leistungen, die in den Bereich der DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“ (Oberboden- und Rodungsarbeiten) sowie DIN 18 306 „Entwässerungskanalarbeiten“, DIN 18 307 „Druckrohrleitungsarbeiten außerhalb von Gebäuden“ und Arbeiten in der Leitungszone in DIN 18 322 „Kanalleitungsarbeiten“ fallen, in dieser Norm gestrichen wurden und diese Leistungen nun in die entsprechenden Normen aufgenommen werden; DIN 18 300 enthält damit nur noch reine Erdbauleistungen“:
- c) Regelungen, die bereits in technischen Normen definiert sind, werden hier nicht mehr beschrieben, dafür wird die technische Norm zitiert;
- d) **Homogenbereiche** statt Boden- und Felsklassen – in allen Tiefbaunormen der VOB/C mit einem Bezug zum Baugrund wird die bisher geltende Klassifizierung der Boden- und Felsklassen abgelöst;
- e) Abschnitt 5 „Abrechnung“ wurde neu strukturiert;
- f) Die Normenverweise wurden aktualisiert – Stand 2015-03

# 0.5 Abrechnungseinheiten

Im Leistungsverzeichnis sind die Abrechnungseinheiten, getrennt nach Art, Stoffen, **Homogenbereichen** sowie Maßen, wie folgt vorzusehen:

- Lösen, Laden, Fördern und Einbauen ...
- Steinpackungen, Steinwürfe, Bodenlieferungen und dgl. ...
- Verdichten
- Herstellen und Wiederherstellen der planmäßigen Höhenlage ...
- Herstellen von Montage- und Ziehgruben, Kopflöchern, Suchschlitzen und Schürfen ...
- Lösen, Laden und Fördern von Bauwerksresten, großen Blöcken und dergleichen ...
- Reinigen nach Flächenmaß (m<sup>2</sup>).

## 2.3 Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche

- Mutterboden ist immer ein gesonderter Homogenbereich
- Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- und Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.
- Sind umweltrelevante Inhaltstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.
- Für die Homogenbereiche sind folgende Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite anzugeben. Nachfolgend sind die Normen oder Empfehlungen angegeben, mit denen diese Kennwerte ggf. zu überprüfen sind. Wenn mehrere Verfahren zur Bestimmung möglich sind, ist eine Norm oder Empfehlung festzulegen.

# Für Boden:

- Ortsübliche Bezeichnung,
- Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18 123,
- Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1; Bestimmung durch Aussortieren und Vermessen bzw. Sieben, anschließend Wiegen und dann auf die zugehörige Aushubmasse beziehen, )\*
- Dichte nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2,
- Undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 (Flügelscherversuch) oder DIN 18 136 (einaxialer Druckversuch) oder DIN 18 137-2 (Triaxialversuch)
- Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1,
- Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1,
- Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1, )\*
- Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126, )\*
- Organischer Anteil nach DIN 18 128 sowie
- Bodengruppen nach DIN 18 196 )\*

Für geotechnische Kategorie GK 1 sind ausreichend: )\*

# Für Fels

- Ortsübliche Bezeichnung,
- Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14 689-1, )\*
- Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14 689-1, )\*
- Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins nach DGGT - Empfehlung Nr. 1: Einaxiale Druckfestigkeit an zylindrischen Gesteinsprüfkörpern“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“, sowie
- Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14 689-1. )\*

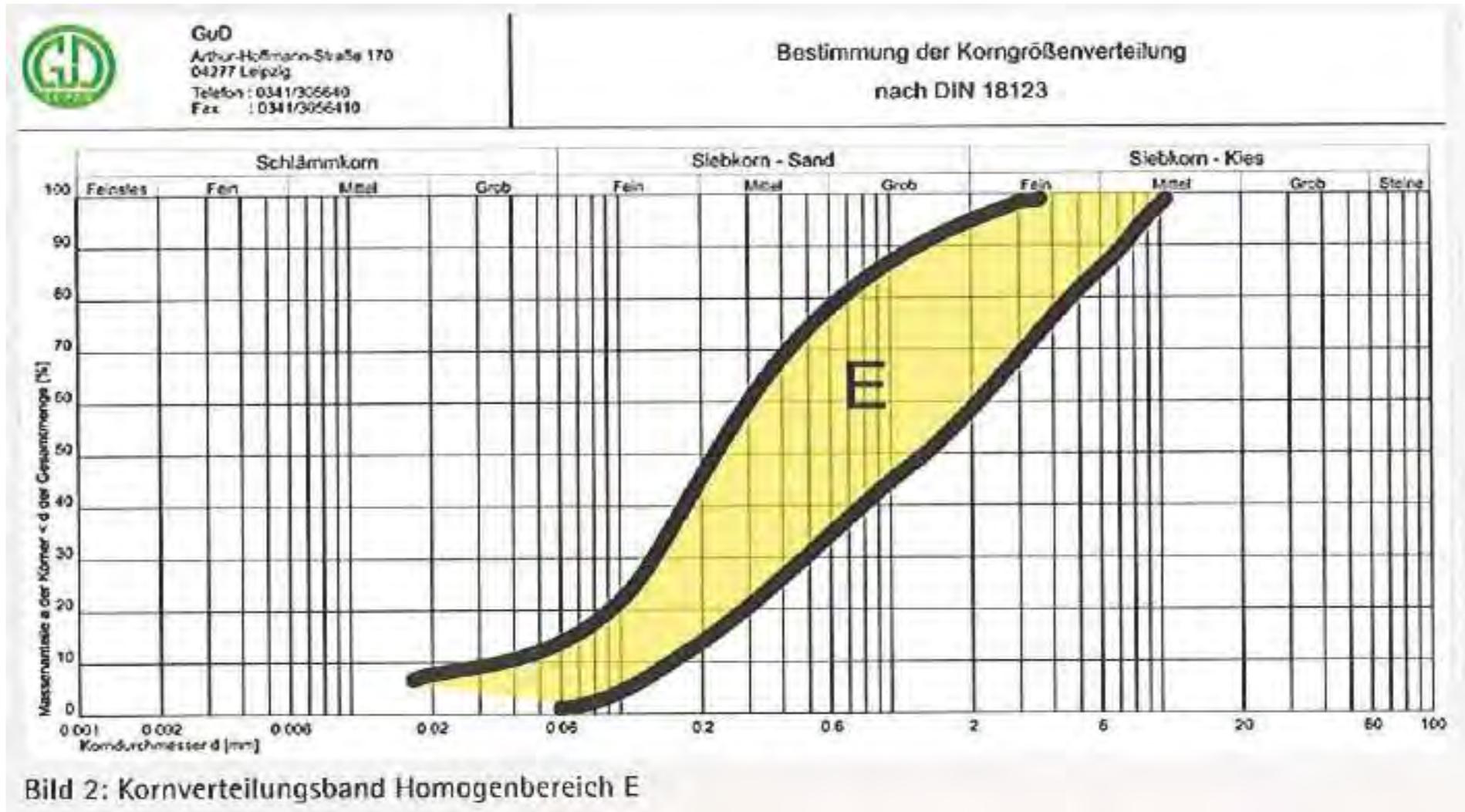
Für geotechnische Kategorie GK 1 sind ausreichend: )\*

# Quelle: GUD GmbH, 2009

Tabelle 5: Kennwerte für die vollständige Beschreibung einer Bodenschicht und erforderliche Kennwerte nach dem Entwurf der DIN 18300, Stand November 2013 in Abhängigkeit von der geotechnischen Kategorie GK

Nr.	Kennwerte	Erdbau GK2, GK3	Kleiner Erdbau GK1
1	Kornverteilungen	Band 1	
2	Anteil Steine Blöcke	8-12 %	8-12 %
3	feuchte Dichte	1,75-1,9 g/cm <sup>3</sup>	
4	Reibungswinkel		
5	Kohäsion		
6	undrainede Scherfestigkeit	-	
7	Sensitivität		
8	Konsistenz, Wassergehalt	-	-
9	Plastizität		
10	Verformungsmodul		
11	Durchlässigkeit		
12	Lagerungsdichte	$I_D = 30-50 \%$	$I_D = 30-50 \%$
13	Kalkgehalt		
14	Organischer Anteil	< 0,5 %	
15	Bodengruppe nach DIN 1896	SW	SW

# Erforderliche Laboruntersuchungen



# Beispiel

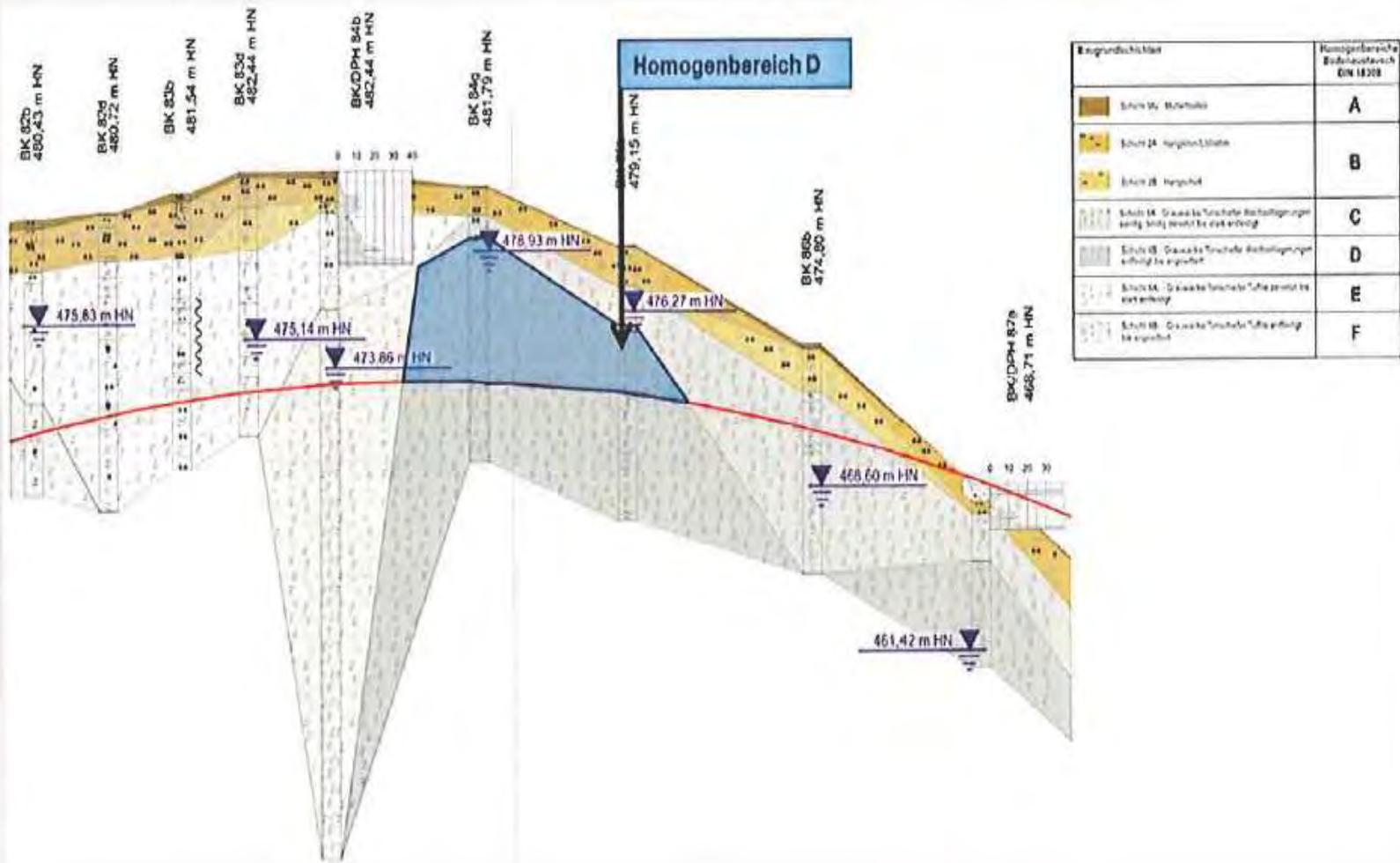


Bild 3: Beispiel für Fels – Baugrundsichten und Homogenbereiche

# Dies gilt es abzulösen!

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Anzahl der Boden- und Felsklassen der ATV-Normen (2009)

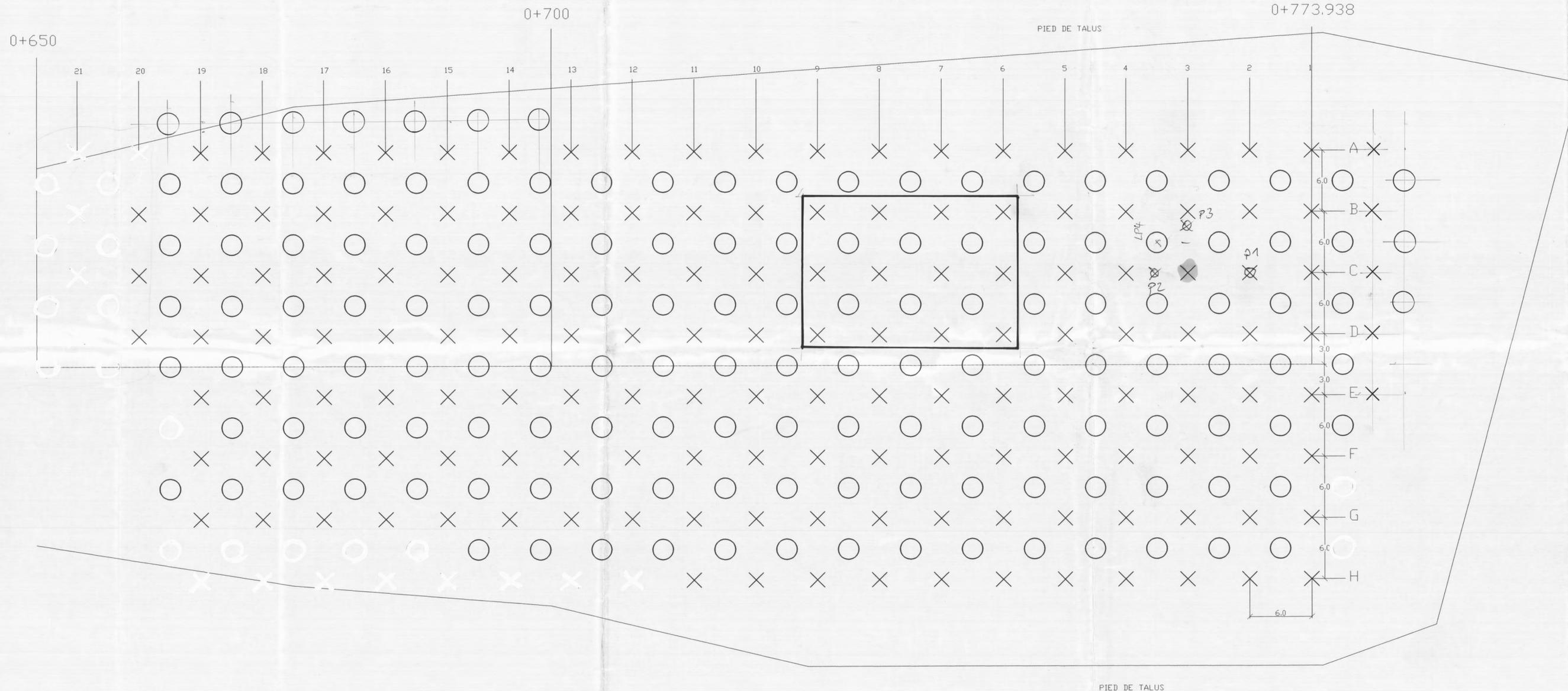
DIN	Gewerk	Anzahl für			
		Boden		Fels	
		Klassen	Zusatzklassen	Klassen	Zusatzklassen
18300	Erdarbeiten	5	0	2	0
18301	Bohrarbeiten	8	4	6	5
18311	Nassbaggerarbeiten	9	3	2	0
18319	Rohrvortriebsarbeiten	15	6	8	0
18312	Untertagebauarbeiten	bis 7 Vortriebsklassen			

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Bodenklassen für gemischtkörnige Böden aktueller Normen

DIN 1054 (DIN 18196)	DIN 18196	DIN 18300	DIN 18301	DIN 18311	DIN 18319
gemischtkörnige Böden	GU	3	BN1	NB5	LNW1-LNW3
	GT				
	GU*	4	BN2, BB1-BB4	NB5	LN1-LN3 LBM1-LBM3
	GT*				
	SU	3	BN1	NB1/ NB3	LNW1-LNW3
	ST				
	SU*	4	BN2, BB1-BB4	NB2/ NB4	LN1-LN3 LBM1-LBM3
	ST*				

# Ausblick

- Echte Erfahrungen stehen noch aus
- Die Diskussion unter den geotechnischen Sachverständigen fand noch nicht statt
- Erste Schritte am 04. Nov. 2015 beim 38. Erfahrungsaustausch der Ingenieure für Baugrund/ Bodengutachter
- Es gilt also abzuwarten, wie sich die Problematik entwickelt!
- Leider gibt es wenig positives Feedback!



X Phase 1  
 O Phase 2

A	07/08/00	1ère Diffusion	SC	JLC	SV
IND	DATE	MODIFICATION	DESS.	INGENIEUR	CERTIFIE

MAITRE D'OUVRAGE **Freistaat Sachsen**  
**Stadt Leipzig-Tiefbauamt**

MAITRISE D'OEUVRE  
 FAAG – Niederlassung Leipzig


**MENARD SOLTRAITEMENT**  
 2, Rue Gutenberg – BP 28  
 91620 NOZAY  
 Tél : 01 69 01 37 38 – Fax : 01 69 01 75 05


**FRANKI GRUNDBAU GmbH**  
 Niederlassung Mitte  
 Sperberweg 6a  
 41468 NEUSS  
 Tél : 02131/938-6 – Fax : 02131/938-800

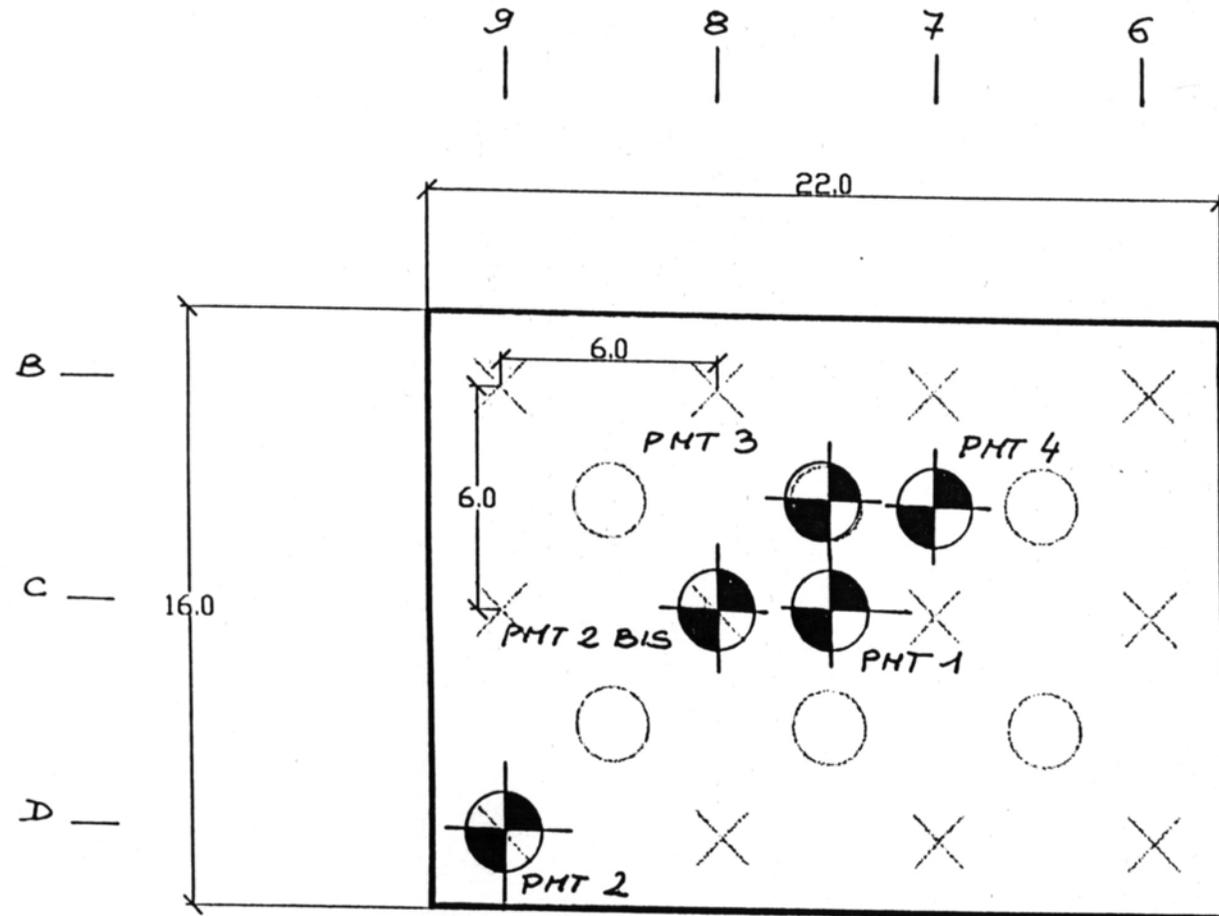
**B 87 Torgauer strasse - 2.BA**

DYNIV

ECHELLE	Fichier	N° <b>671-a</b>
1/200	Plan de calepinage	



FRANKI GRUNDBAU  
B 87 - LEUPOLDSTRASSE 2. BA



PRESSIOMETR TESTS

- X PHASE 1
- O PHASE 2

DINYV  
PROBEFELD

FRANKI GRUNDBAU  
 B.G.F. LEUFOLD STRASSE 2. BA

PRESSIOMETER TESTS

DATE	PMT NO	NUMBER OF TESTS	POSITION		TREATMENT					REMARKS	
			L	N	BEFORE	AFTER	PHASE 1	PHASE 2	BETWEEN		
17.08	1	5	C	7.8	BEFORE						<u>PROBEFELD</u>
17.08	2	2	D	9		AFTER	PHASE 1				REFUSAL
17.08	2 BIS	3	C	8		AFTER	PHASE 1				START 3M.
17.08	3	5	B.C	7.8		AFTER		PHASE 2			
17.08	4	5	B.C	7		AFTER			BETWEEN		

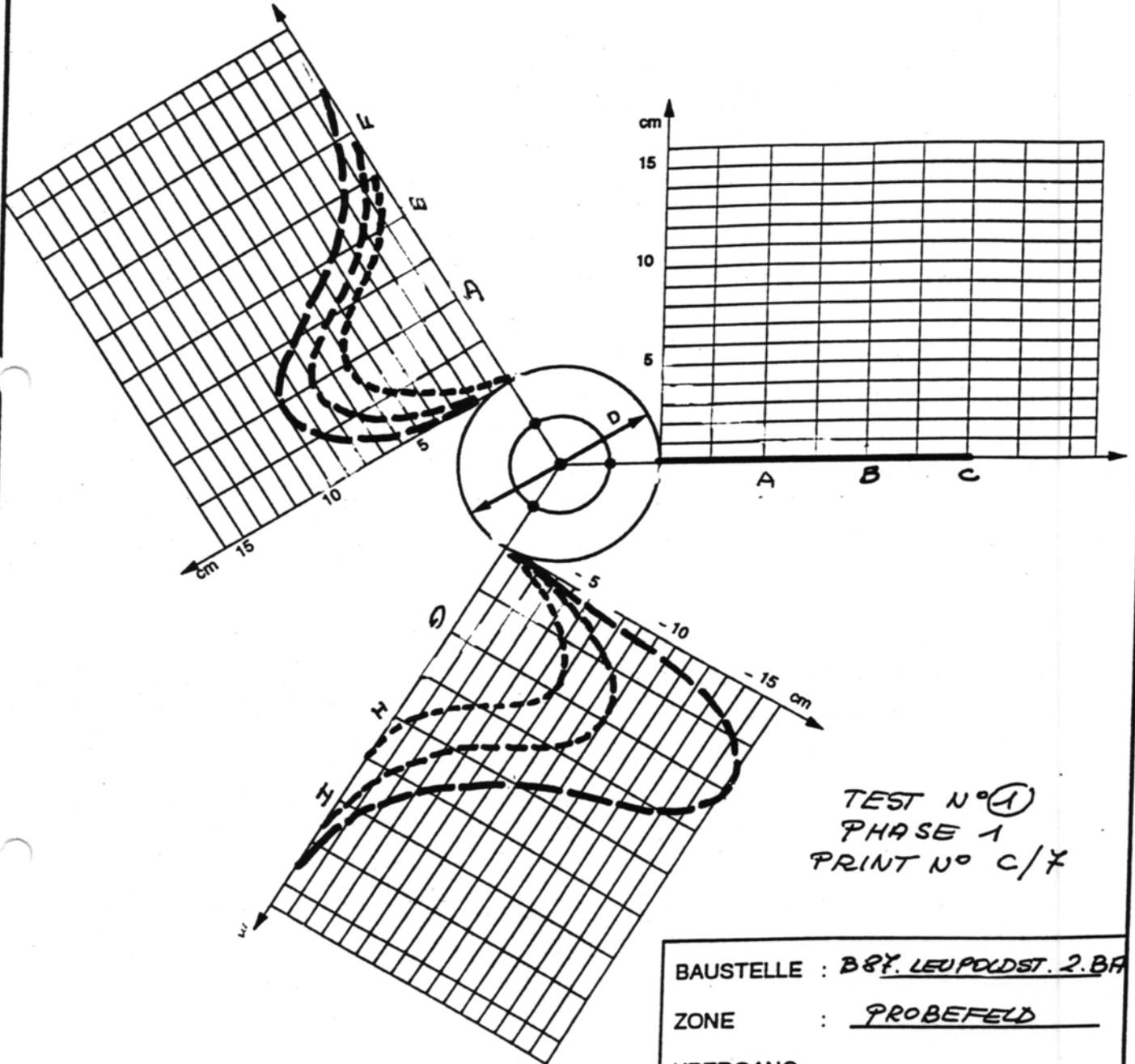
FRANKI GRUNDSTUM  
 B 87. LEUPOLDSTRASSE 2. BA  
 PROBEFELD

PRINT N°		PHASE	PASS 1							PASS 2						
L	N°		DATE	BLOWS	h	Ø	V	WATER.	REH.	DATE	BLOWS	h	Ø	V	WATER.	REH.
B	6	1	15.08	9	2,50	3,00	14,8	0 m <sup>3</sup>		16.08	4	0,90	2,80	5,5	0 m <sup>3</sup>	
C	6	1	-	10	2,30	3,00	13,1	2 m <sup>3</sup>		-	-	1,00	2,60	5,3	-	
D	6	1	-	9	2,40	3,20	14,8	2 m <sup>3</sup>		-	-	0,80	2,60	4,2	-	
B	7	1	-	9	2,40	3,50	16,4	0 m <sup>3</sup>	ST ①	-	-	0,70	2,70	4,0	-	
C	7	1	-	9	2,20	3,50	15,0	2 m <sup>3</sup>	HT ①	-	-	1,00	2,60	5,3	-	
D	7	1	-	10	1,80	3,00	10,3	2 m <sup>3</sup>		-	-	0,70	2,60	3,7	-	
B	8	1	-	10	2,80	2,70	14,3	2 m <sup>3</sup>		-	-	1,20	2,60	6,3	-	
C	8	1	-	10	2,50	2,80	13,2	2 m <sup>3</sup>		-	-	0,70	2,60	3,7	-	
D	8	1	-	9	2,40	3,00	13,7	0 m <sup>3</sup>		-	-	0,80	2,60	4,2	-	
B	9	1	-	10	2,40	2,80	12,7	2 m <sup>3</sup>		-	-	0,90	2,70	5,1	-	
C	9	1	-	10	2,00	3,00	11,4	0 m <sup>3</sup>		-	-	0,70	2,60	3,7	-	
D	9	1	-	10	2,30	3,50	15,7	0 m <sup>3</sup>		-	-	0,70	2,60	3,7	-	
B.C	6.7	2	15.08	8	2,20	3,00	12,6	2 m <sup>3</sup>		16.08	4	1,00	2,60	5,3	0 m <sup>3</sup>	
C.D	6.7	2	-	8	2,00	3,00	11,4	2 m <sup>3</sup>		-	-	0,80	2,70	4,6	-	
B.C	7.8	2	-	8	2,40	3,00	13,7	2 m <sup>3</sup>		-	-	0,70	2,60	3,7	-	
C.D	7.8	2	-	8	2,00	3,20	12,3	0 m <sup>3</sup>		-	-	0,80	2,50	3,9	-	
B.C	8.9	2	-	9	2,40	2,80	12,7	0 m <sup>3</sup>	ST ②	-	-	0,80	2,60	4,2	-	
C.D	8.9	2	-	9	2,40	3,00	13,7	0 m <sup>3</sup>	HT ②	-	-	0,70	2,50	3,4	-	



HEBUNGS-  
SETZUNGSTEST

**FRANKI**  
GRUNDBAU  
GmbH



TEST N° ①  
PHASE 1  
PRINT N° C/7

ZEICHENERKLÄRUNG

Schläge \_\_\_\_\_  
3 . . . - - - - -  
6 . . . - - - - -  
9 . . . - - - - -

BAUSTELLE : B&F. LEUPOLDST. 2. BA  
 ZONE : PROBEFELD  
 UBERGANG : \_\_\_\_\_  
 MASSE : 1,60 x 1,60  
 Gewicht : 17T  
 Fläche : \_\_\_\_\_  
 TRICHTER : \_\_\_\_\_  
 Durchmesser D = 3,50  
 Tiefe H = 2,20

BAUSTELLE : B87. LEUPOLDS. ASSE 2. BA

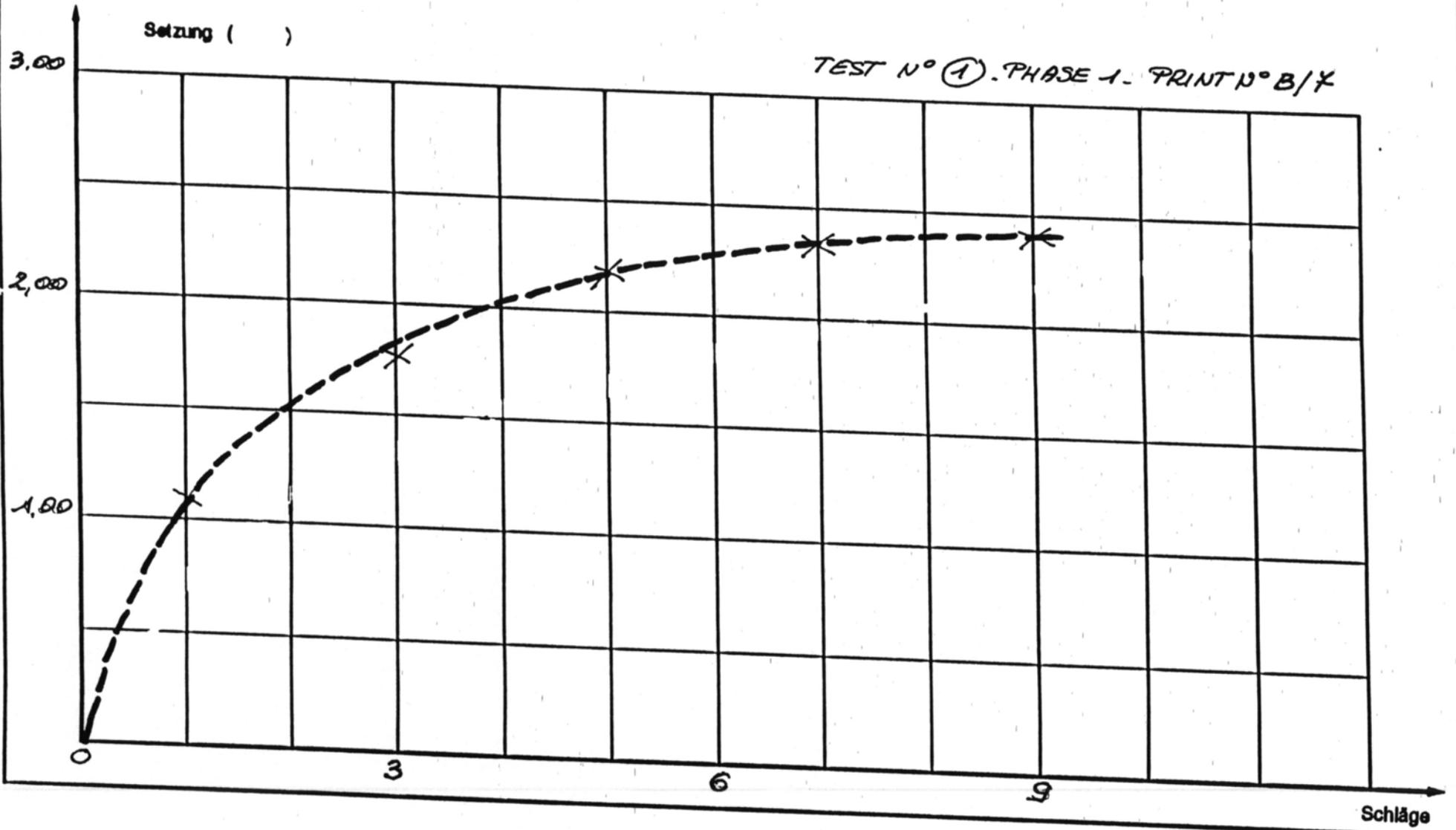
ZONE : PROBEFELD

ÜBERGANG : \_\_\_\_\_

DATUM : 15.08.2000

**FRANKI**  
GRUNDBAU  
GmbH

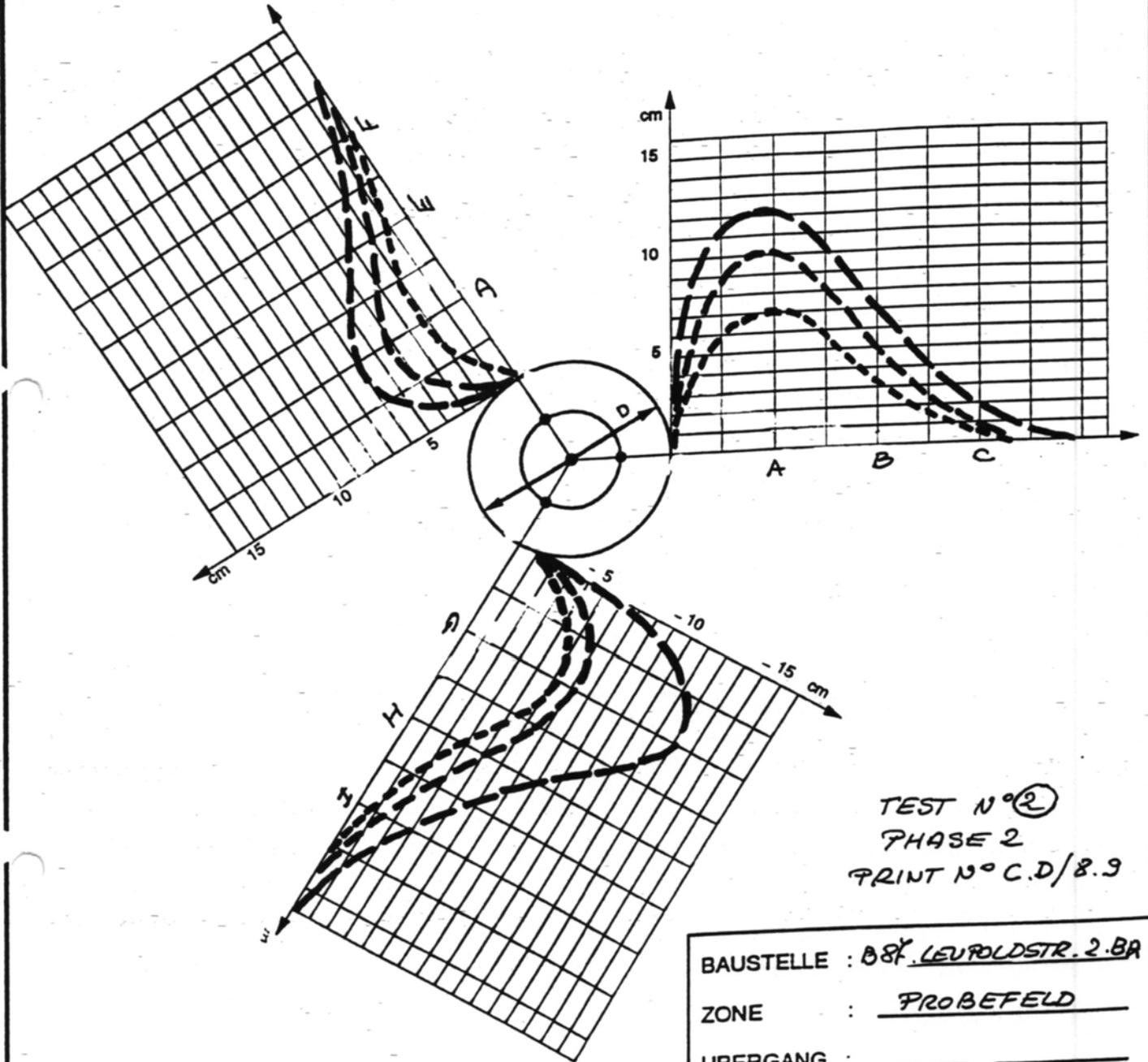
TEST N° (1). PHASE 1. PRINT N° B/X





HEBÜNGS-  
SETZUNGSTEST

**FRANKI**  
GRUNDBAU  
GmbH



TEST N°(2)  
PHASE 2  
PRINT N° C.D/8.9

ZEICHENERKLÄRUNG

Schläge	_____
3 . .	-----
6 . .	-----
9 . .	-----

BAUSTELLE	: 087 LEUFOLDSTR. 2. BA
ZONE	: <u>PROBEFELD</u>
UBERGANG	: _____
MASSE	: <u>1.60 x 1.60</u>
Gewicht	: <u>1 FT</u>
Fläche	: _____
TRICHTER	: _____
Durchmesser D	= <u>3,00</u>
Tiefe H	= <u>2,40</u>

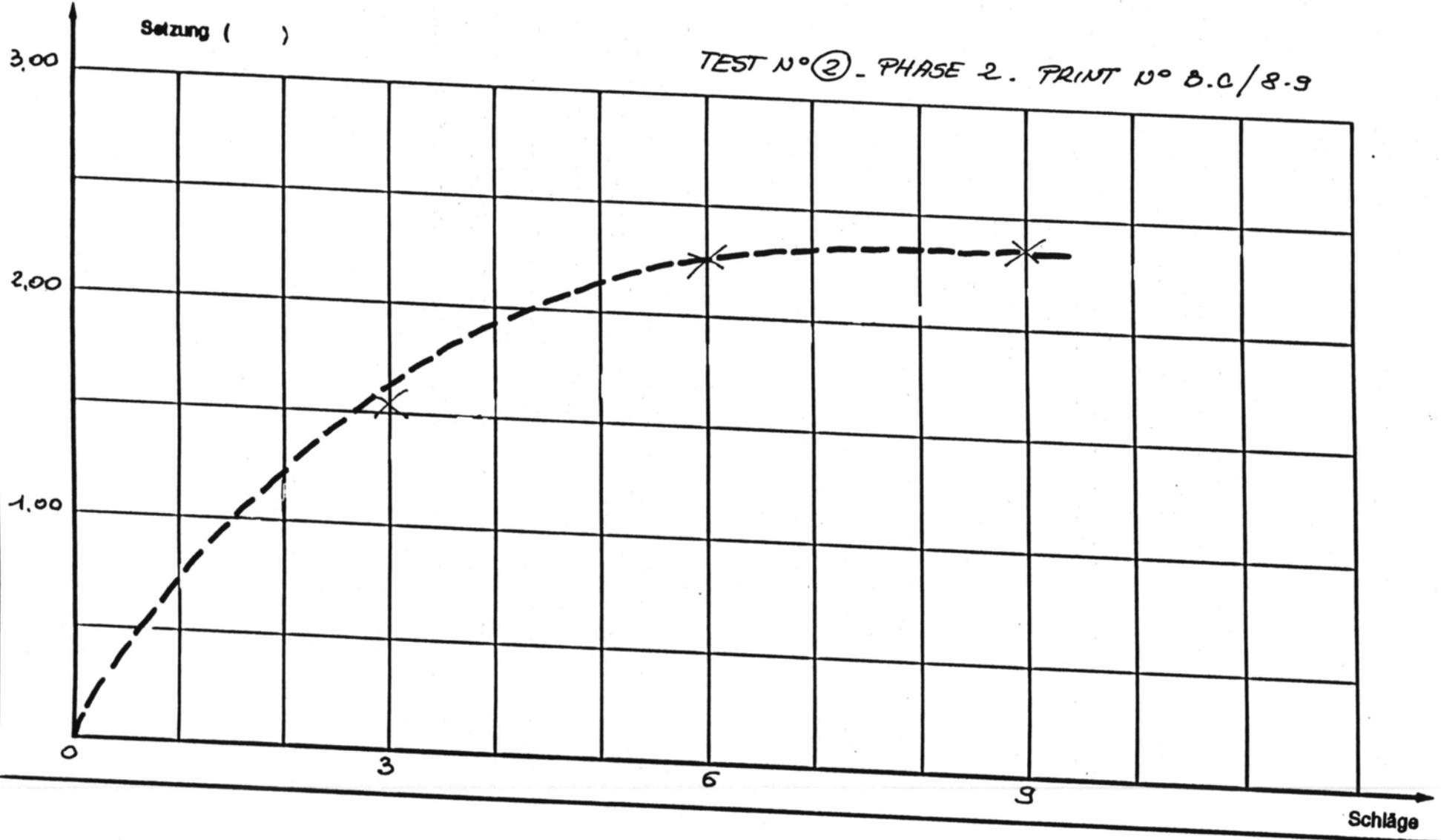
BAUSTELLE : B. 27 LEUPOLDSTRASSE 2 BA.

ZONE : PROBEFELD

ÜBERGANG : \_\_\_\_\_

DATUM : 15. 08. 2000

**FRANKI**  
GRUNDBAU  
GmbH



Baugrundlaboratorium  
Bodenuntersuchungen  
Erd- und Grundbau

Boden- und Felsmechanik  
Umweltechnik  
Vermessungen



**Ingenieurgesellschaft  
Baugrund und Grundbau  
Leipzig**

Sachverständigenbüro  
für Erd- und Grundbau, insbes. Rohrleitungen

IBG Leipzig, Erich-Zeigner-Allee 34, D 04229 Leipzig

Stadtverwaltung Leipzig  
Tiefbauamt  
Prager Straße 22  
04103 Leipzig

**04229 LEIPZIG**  
Erich-Zeigner-Allee 34  
Telefon 0341 / 4 78 19 18  
Telefax 0341 / 4 01 11 46  
Fritzfax 0341 / 4 78 19 31  
eMail: IBG\_LPZ@t-online.de

**Auftrag : L 0074/00-00**

Leipzig, 20.10.00  
Unser Zeichen : Wü

**Leipzig, Leupoldstraße u.a.; Verkehrslösung Torgauer Straße,  
Bauüberwachung Rüttelstopf- und Intensivverdichtung**

## **Prüfbericht**

### **Teil 2: Anlagen zu den Meßergebnissen**

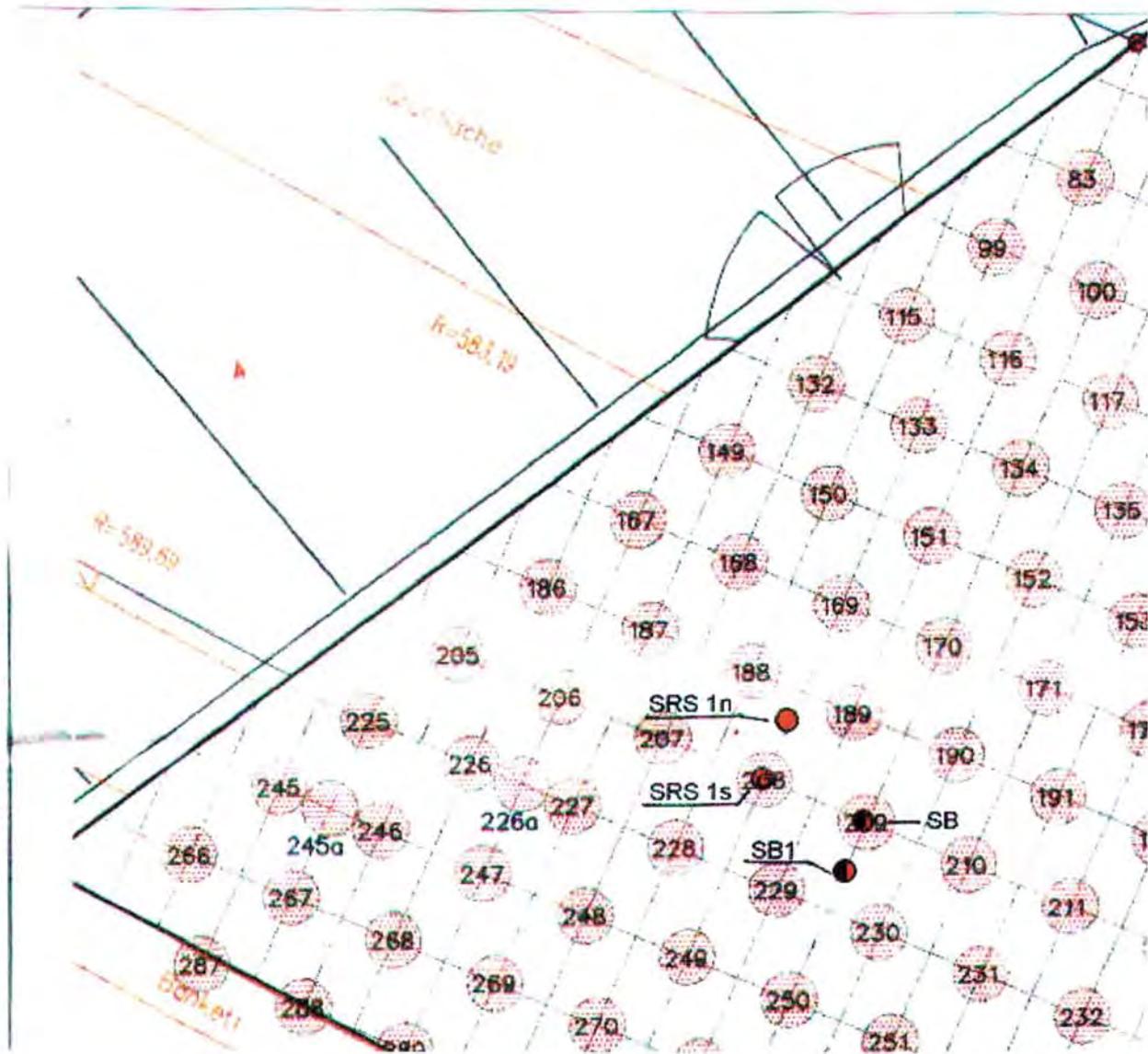
Anlagen:

Anlage 1 - Ausschnittpläne	Blatt 1 und 2
Anlage 2 - Rammsondierdiagramme	Blatt 1
Anlage 3.1 - Lastplattenprüfungen	Blatt 1 und 2
Anlage 3.2 - Vergleich der Steifezahlen bei der Intensivverdichtung	Blatt 1
Anlage 3.3 - Vergleich der Steifezahlen bei der Rüttelstopfverdichtung	Blatt 1

Geschäftsführer:  
Dr.-Ing. Jochen Wünscher

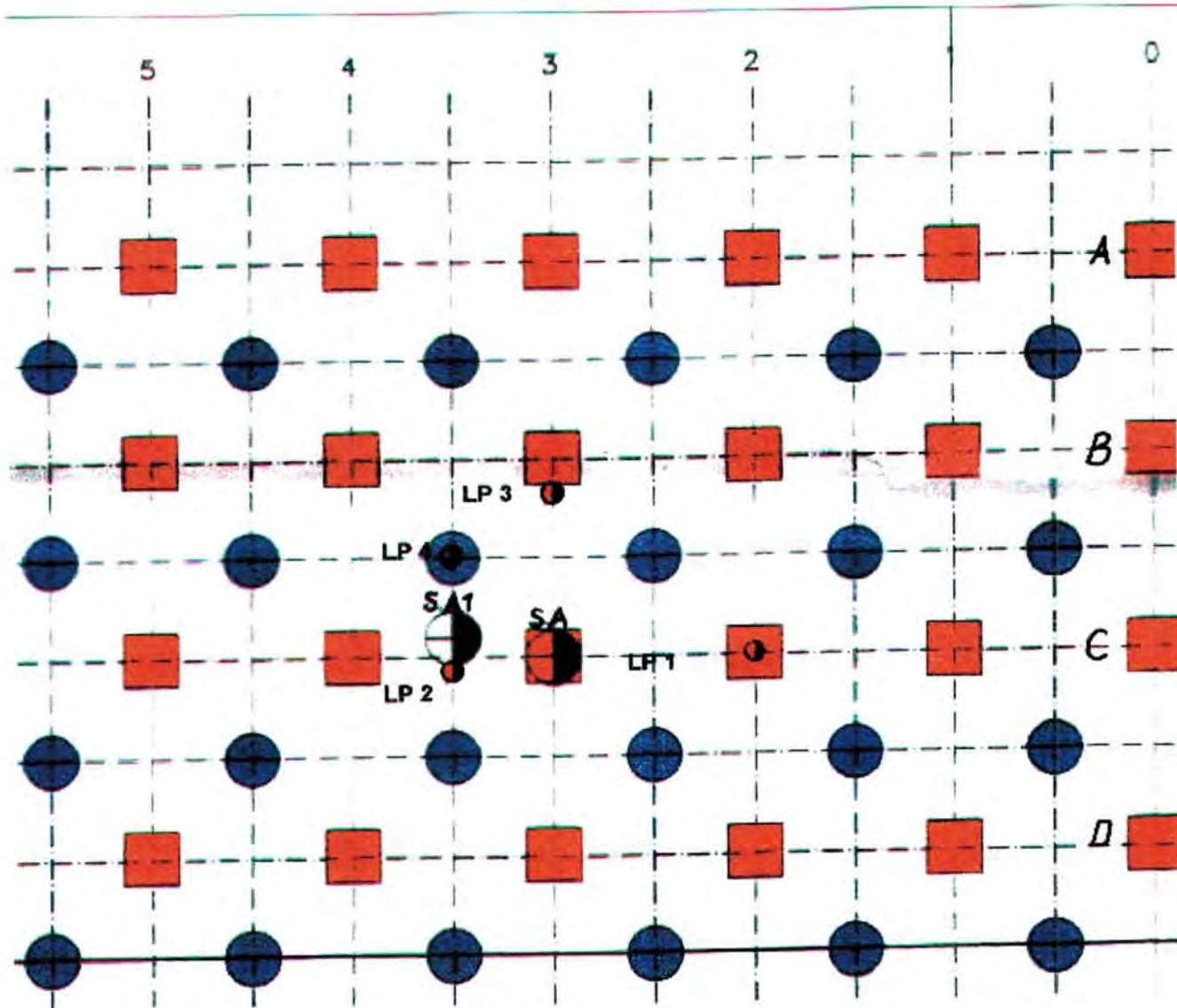
Nebenstelle:  
Peter - Paul - Straße 22  
06618 Naumburg

Bankkonten:  
Sparkasse Leipzig 18 51 17 92 20 (BLZ 860 555 92)  
Raiffeisenbank Altenburg 620 386 (BLZ 830 654 08)



- SRS - Schwere Rammsondierung
- SB - Pressiometerversuch

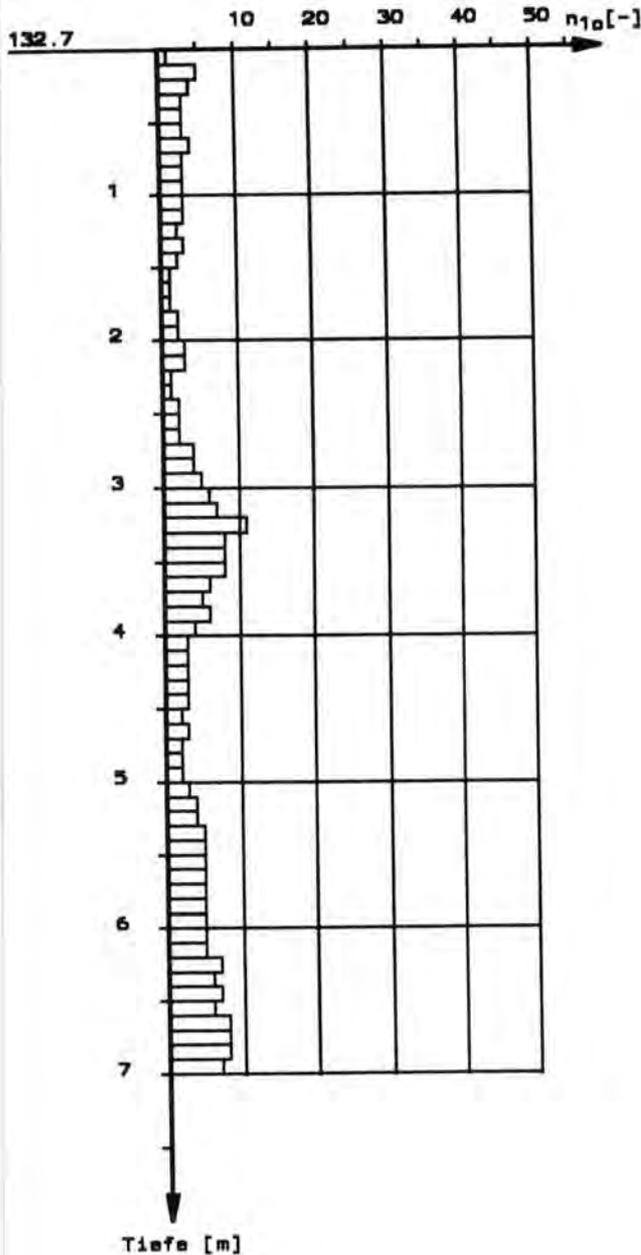
 <b>Ingenieurgesellschaft Baugrund und Grundbau Leipzig</b> Sachverständigenbüro für Erd- und Grundbau, insbes. Rohrleitungen					
Büro : Erich-Zeigner-Allee 34, 04229 Leipzig, Tel. 03 4 1 / 4 78 19 18; Fax : 03 4 1 / 4 01 11 46					
<b>Ausschnitt Rüttelstopfplan</b> Schwere Rammsondierungen und Pressiometerversuche					Auftrags-Nr. <b>L 0074/00-00</b>
AG: TIEFBAUAMT LEIPZIG <b>Leipzig, Leupoldstraße u.a.</b> <b>Bauüberwachung Rüttelstopfverdichtung</b>					Anlage-Nr. <b>1</b> Bl. 1
Längen-Maßstab	Höhen-System	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
1 : 100	lokal	Ku		04.10.00	Dr. Wünscher



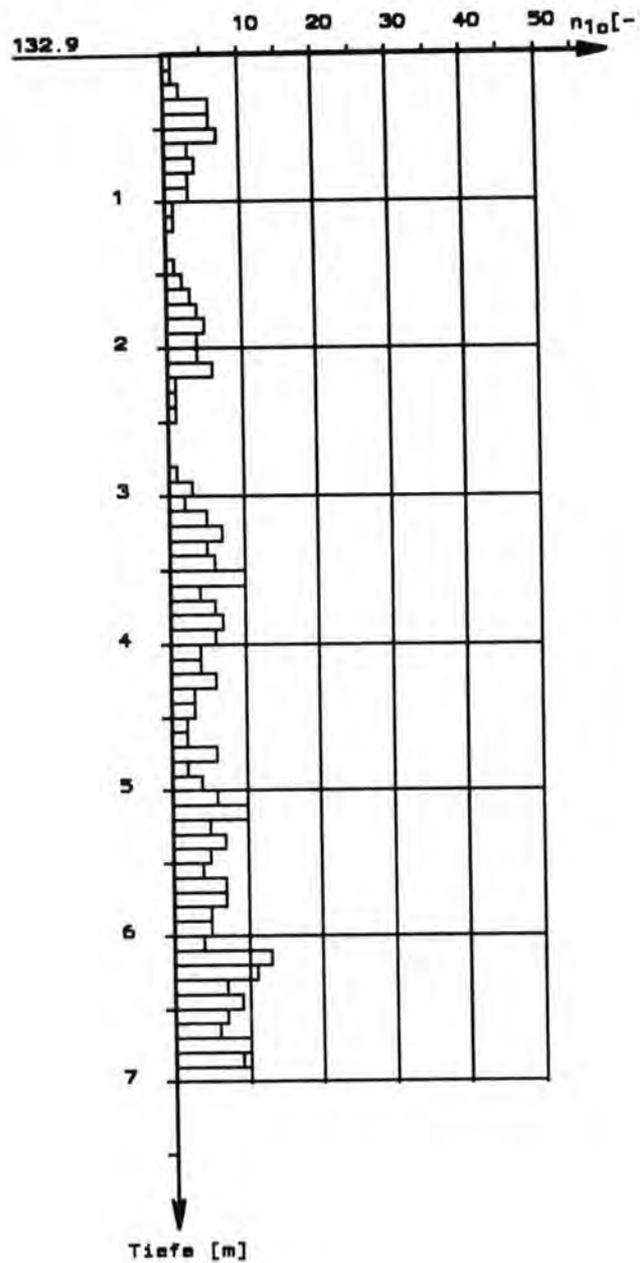
- LP - Statischer Lastplattenversuch
- SA - Pressiometerversuch

 <b>Ingenieurgesellschaft Baugrund und Grundbau Leipzig</b> Sachverständigenbüro für Erd- und Grundbau, insbes. Rohrleitungen		Büro : Erich-Zeigner-Allee 34, 04229 Leipzig, Tel. 03 41 / 4 78 19 18; Fax : 03 41 / 4 01 11 46			
		<b>Ausschnitt Intensivverdichtungsplan</b> Statische Plattendruckversuche und Pressiometerversuche		Auftrags-Nr. <b>L 0074/00-00</b>	
AG: TIEFBAUAMT LEIPZIG <b>Leipzig, Leupoldstraße u.a.</b> <b>Bauüberwachung Dynam. Intensivverdichtung</b>		Anlage-Nr. <b>1</b> Bl. 2			
Längen-Maßstab	Höhen-System	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
1 : 200	lokal	Ku		04.10.00	Dr. Wünscher

SRS1n



SRSF1

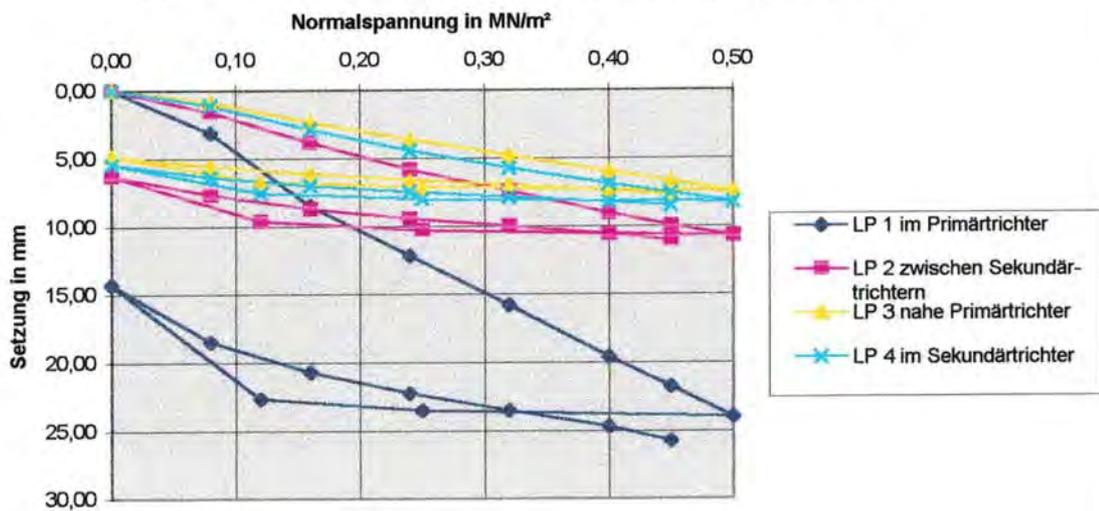


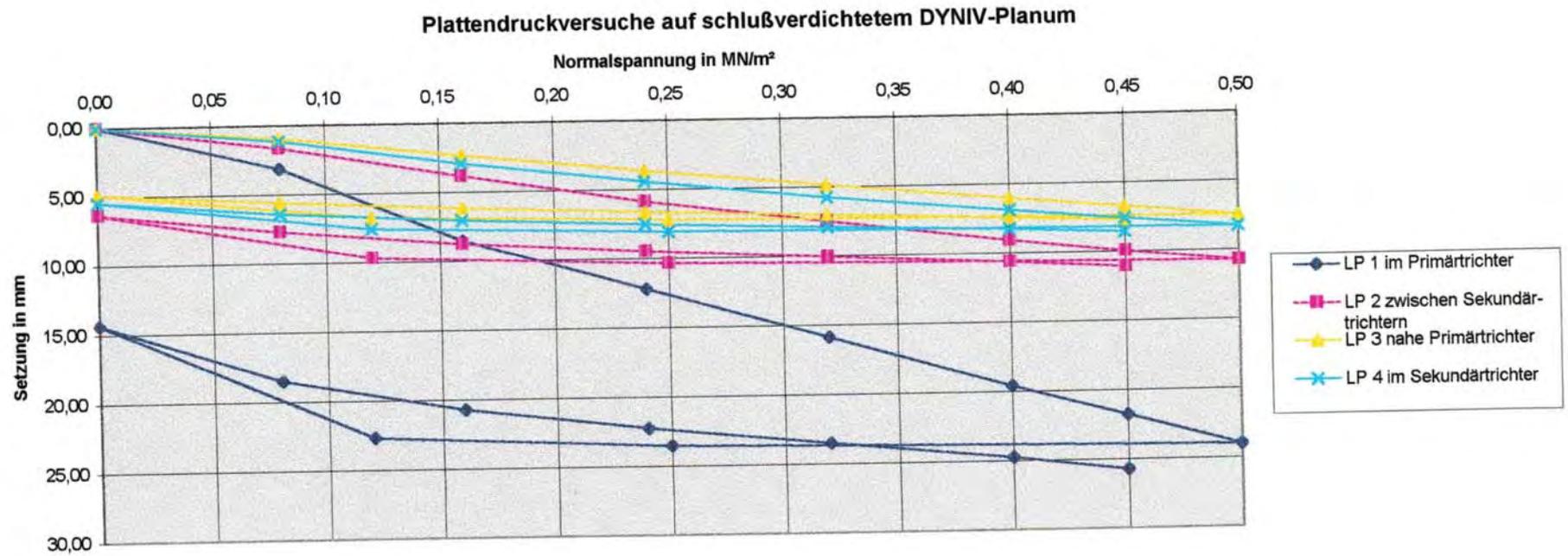
5 kN  
cm  
cm<sup>2</sup>

		<b>Ingenieurgesellschaft Baugrund und Grundbau Leipzig</b> Sachverständigenbüro für Erd- und Grundbau, insbes. Rohrleitungen			
Büro: Erich-Zeigner-Allee 34, 04229 Leipzig, Tel. 03 41 / 4 78 19 18; Fa x : 03 41 / 4 01 11 46					
<b>Aufschlußprofile</b> SRS 1, SRS 1s, SRS 1n, SRSF 1				Auftrags-Nr. <b>L 0074/00-00</b>	
AG: TIEFBAUAMT LEIPZIG <b>Leipzig, Leupoldstraße u.a.</b> Bauüberwachung Rüttelstopf- und Intensivverdichtung				Anlage-Nr. <b>2</b> Bl. 1	
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
-	1:50	Ku		04.10.00	Dr. Wünscher

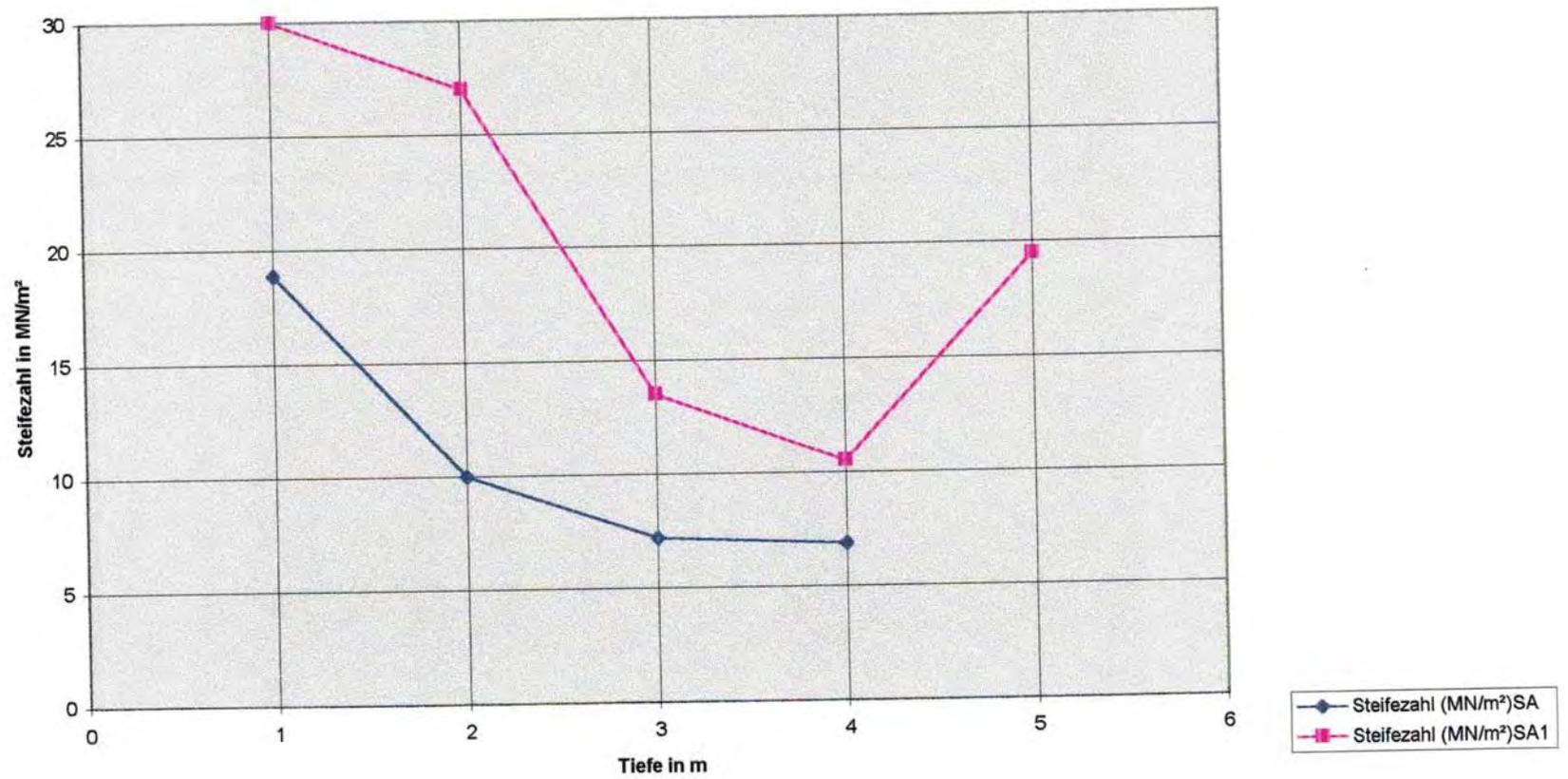
Normalspannung in MN/m <sup>2</sup>	Setzung s in mm			
	LP 1 im Primärtrichter	LP 2 zwischen Sekundär-trichtern	LP 3 nahe Primärtrichter	LP 4 im Sekundärtrichter
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,08	3,12	1,64	0,92	1,12
0,16	8,50	3,84	2,36	2,92
0,24	12,18	5,86	3,62	4,42
0,32	15,82	7,44	4,82	5,72
0,40	19,58	9,06	6,00	6,88
0,45	21,76	9,96	6,70	7,58
0,50	23,98	10,72	7,44	8,24
0,25	23,54	10,34	7,18	8,02
0,12	22,68	9,66	6,76	7,56
0,00	14,30	6,32	4,86	5,42
0,08	18,48	7,70	5,56	6,38
0,16	20,72	8,74	6,16	7,02
0,24	22,24	9,46	6,60	7,48
0,32	23,50	10,02	6,98	7,88
0,40	24,72	10,62	7,40	8,24
0,45	25,72	11,08	7,68	8,54
<b>E<sub>v1</sub></b>	<b>4,47</b>	<b>9,85</b>	<b>14,30</b>	<b>12,66</b>
<b>E<sub>v2</sub></b>	<b>10,52</b>	<b>23,83</b>	<b>38,62</b>	<b>36,68</b>
<b>E<sub>v2</sub>/ E<sub>v1</sub></b>	<b>2,35</b>	<b>2,42</b>	<b>2,70</b>	<b>2,90</b>

Plattendruckversuche auf schlußverdichtetem DYNIV-Planum

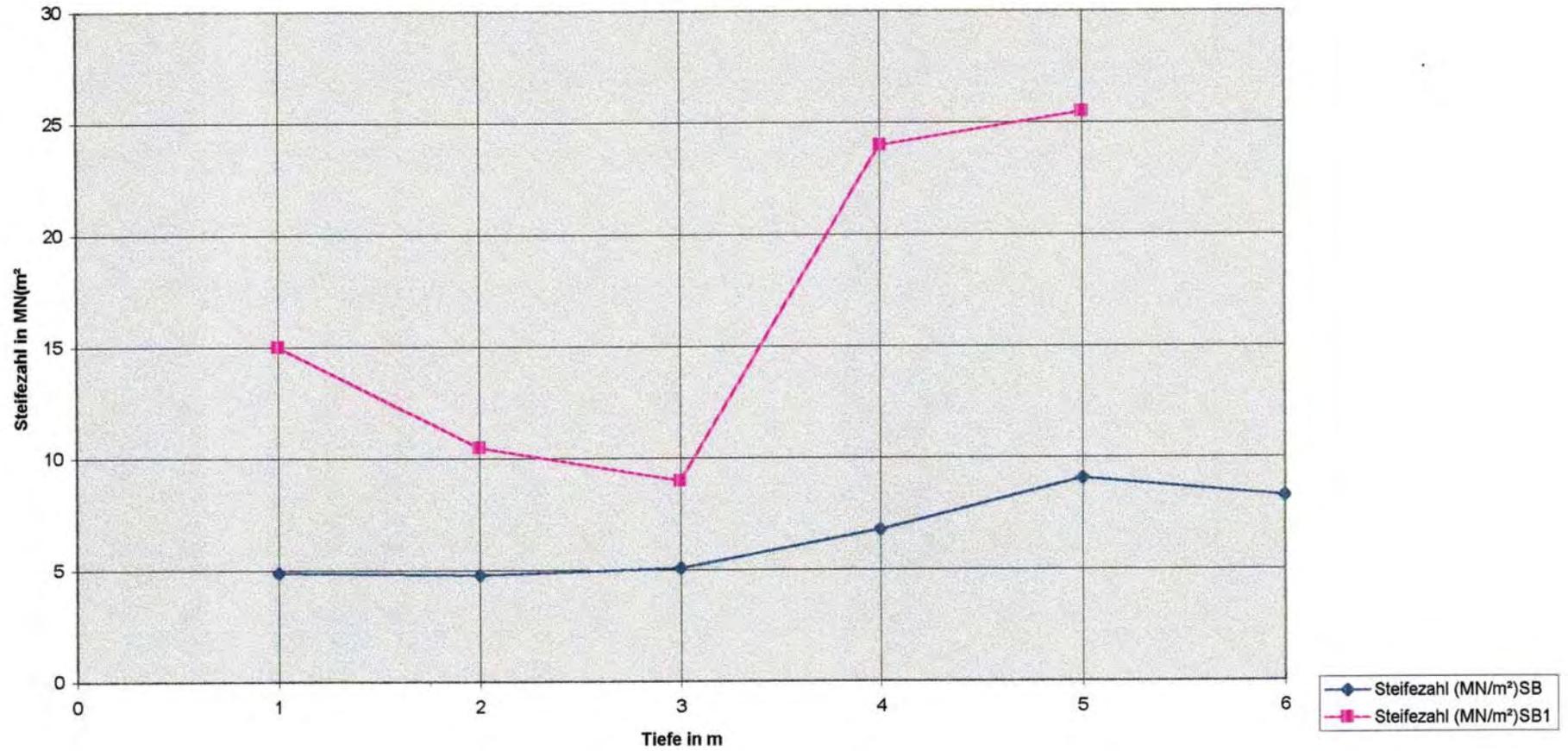




Vergleich der Steifzahlen vor (blau) und nach (rot) der Intensivverdichtung



Vergleich der Steifezahlen vor (blau) und nach (rot) der Rüttelstopfverdichtung



# Dr.-Ing. Jochen Wünscher

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Erd- und Grundbau, insbesondere Rohrleitungen

04107 Leipzig, Grassistraße 12

Telefon: 0341/ 9 62 53 55 oder 0171/ 62 18 150

[IBG\\_LPZ@t-online.de](mailto:IBG_LPZ@t-online.de)

Thema:

# - Beweissicherung -

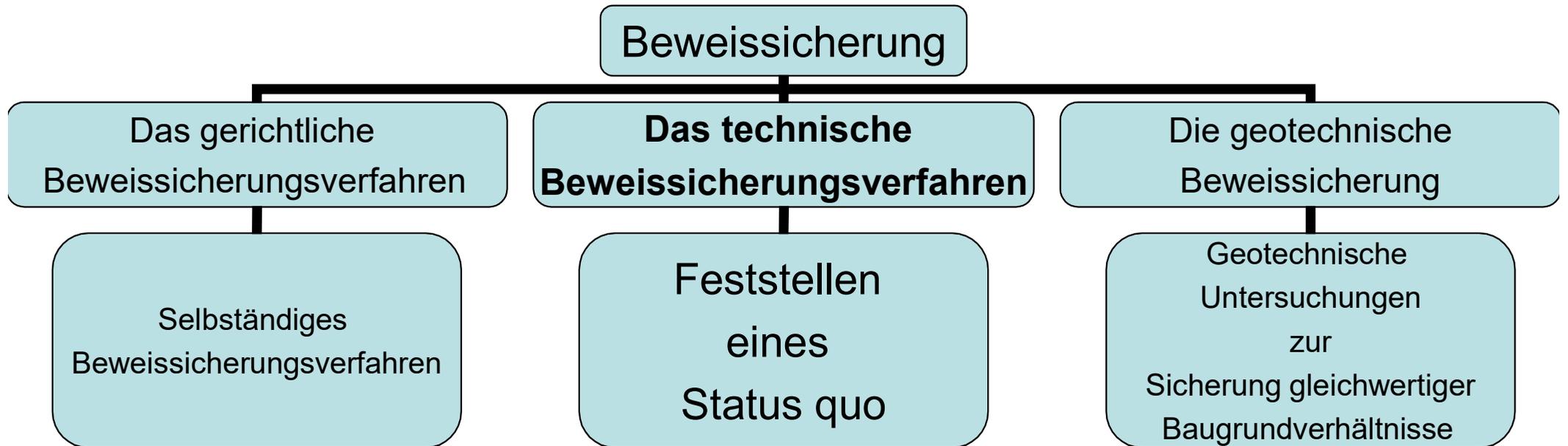
unter besonderer Berücksichtigung  
eines Linienbauwerkes am Beispiel  
des City Tunnels Leipzig

# City-Tunnel Leipzig



ARGE BOL/BÜ

# Unterteilung der Beweissicherung



**Merke:** Die Verfahrensübergänge sind fließend und alle Verfahrensteile können sich in **einem** Verfahren zur Beweissicherung wieder finden!

# Selbständiges Beweissicherungsverfahren

- **Ausgangspunkt** sind meist Schäden oder Mängel
- Es gibt **streitige Parteien**, die sich nicht einigen können
- Es bleibt nur noch der **Weg zum Gericht**, in dem ein Antragsteller/ AS (Geschädigter bzw. sein Anwalt) das Verfahren beantragt
- Das Gericht fasst einen **Beschluss**, dessen wesentlicher Inhalt die **Beweisfragen** sind
- **Beispiel:** Sind die Arbeiten des Antragsgegners/ AG ursächlich für die Schäden am Gebäude des Antragstellers/ AS?

# Technische Beweissicherung

- Ein Bauvorhaben steht bevor und Bauherr wie Auftragnehmer möchten sich vor **ungerechtfertigten Ansprüchen** schützen
- Deshalb wird der **Zustand** von Gebäuden, baulichen Anlagen schlechthin **beweisgesichert**
- Die Beweissicherung erfolgt **vor Beginn und nach Abschluß der Baumaßnahme** oder wesentlicher Bauabschnitte
- Sind besondere Ereignisse gegeben, dann wird auch eine **Zwischenbeweissicherung** durchgeführt
- **Wer zu spät kommt ...**

# Geotechnische Beweissicherung

- **Spezielle Form der Beweissicherung**, die zur Sicherung gleichwertiger Baugrundverhältnisse durchgeführt wird
- Im Vorfeld der Bauarbeiten werden vor allem **Trag- und Verformungsverhalten** des vorhandenen Baugrundes untersucht
- **Mit Beendigung** der Bauarbeiten, z.B. Austauschbohrungen, **muss nachgewiesen werden**, dass sich das Trag- und Verformungsverhalten nicht verschlechtert hat
- Unter Umständen sind **Sondermaßnahmen** zur Baugrundverbesserung zu ergreifen,
- z.B. Tiefenverdichtung wie **Rütteldruck- oder Rüttelstopfverdichtung**

# Deutliche Schäden verdienen besondere Beachtung

## CBTR-Nachrichten

Centrum für  
deutsches und  
internationales  
Baugrund- und  
Tiefbaurecht e.V.

Geotechnik 12 (2011)

Heft 3

### § Das aktuelle Urteil §

Wer haftet bei Schäden durch  
Kanalarbeiten?

Nicht ganz selten ist leider der Fall, in dem Anwohner versuchen, schon seit längerer Zeit bestehende Risse als Schäden einer aktuellen Baumaßnahme zu deklarieren. Dagegen hilft nur eine rechtzeitige Beweissicherung durch einen Sachverständigen vor und nach der Bauausführung, um die Zustände vorher und nachher vergleichen zu können. Andernfalls sind die Beklagten auf den „Strohalm“ angewiesen, dass ein Gutachter hinterher feststellt, dass die Rissebilder nicht zu den vorgetragenen Tiefbauarbeiten passen oder aber die Risse schon älteren Datums sind.

# Beweissicherung und Bauwerkssicherung

Kurzer Abriss der Tätigkeitsfelder  
am Beispiel des Bauvorhabens  
**City Tunnel Leipzig**

# Einzelne Elemente der Beweissicherung

1. Zustandsdokumentation:
  - bei Gebäuden
  - bei Brücken und Bahnanlagen
  - bei Zufahrtsstraßen
  - bei Entwässerungskanälen
  - bei Bäumen und Sträuchern
2. Erschütterungsmessung
3. Lärmmessung
4. Höhenkontrollmessungen
5. Kontinuierliche Höhenmessung
6. Kontinuierliche Grundwassermessung
7. Spezielle Verformungsmessungen
8. Munitionserkundung
9. Rissbeobachtung

# Zustandsdokumentation bei Gebäuden

1.



2.



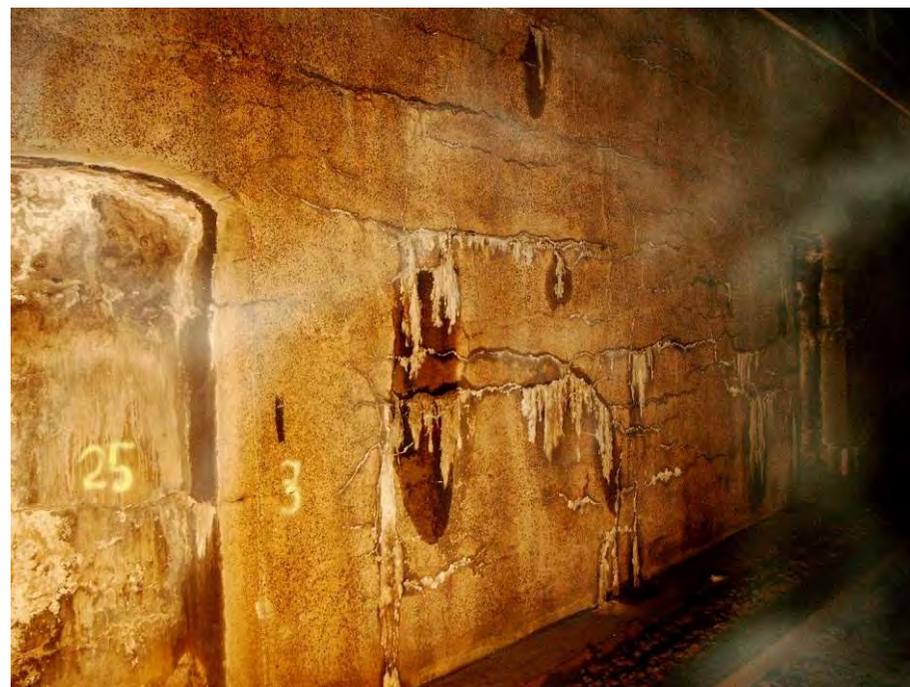
3.



4.



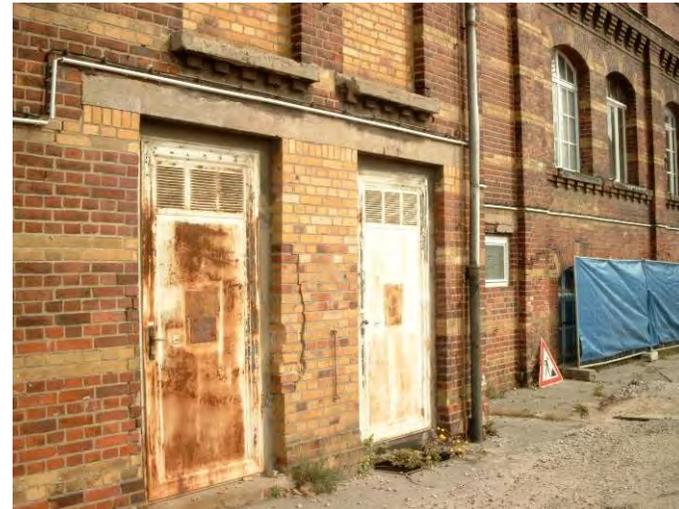
# Zustandsdokumentation bei Brücken und Bahnanlagen



# Zustandsdokumentation bei Bahnanlagen



# Detail zu Übersichtsfotos



# Zustandsdokumentation bei Straßen

Arbeitspapier AP 9 „Zustandserfassung und Bewertung“

1.



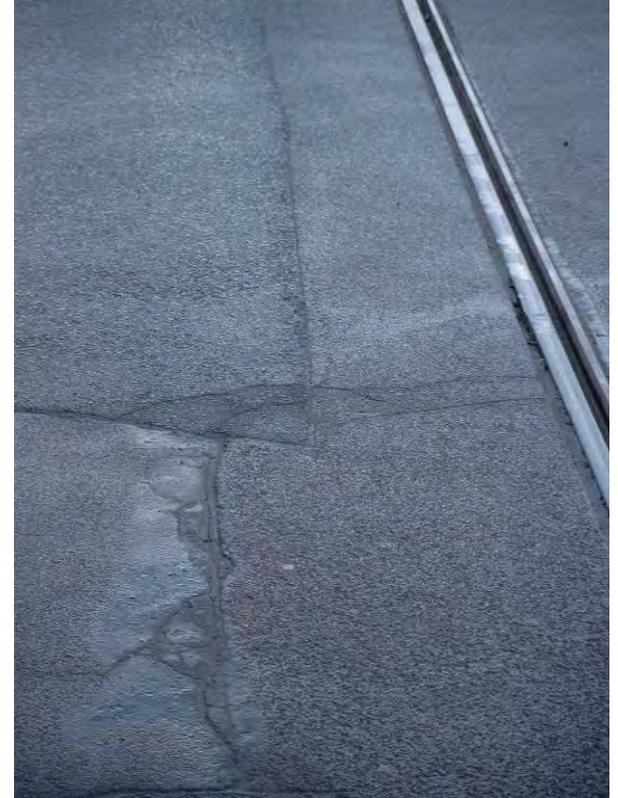
3.



2.

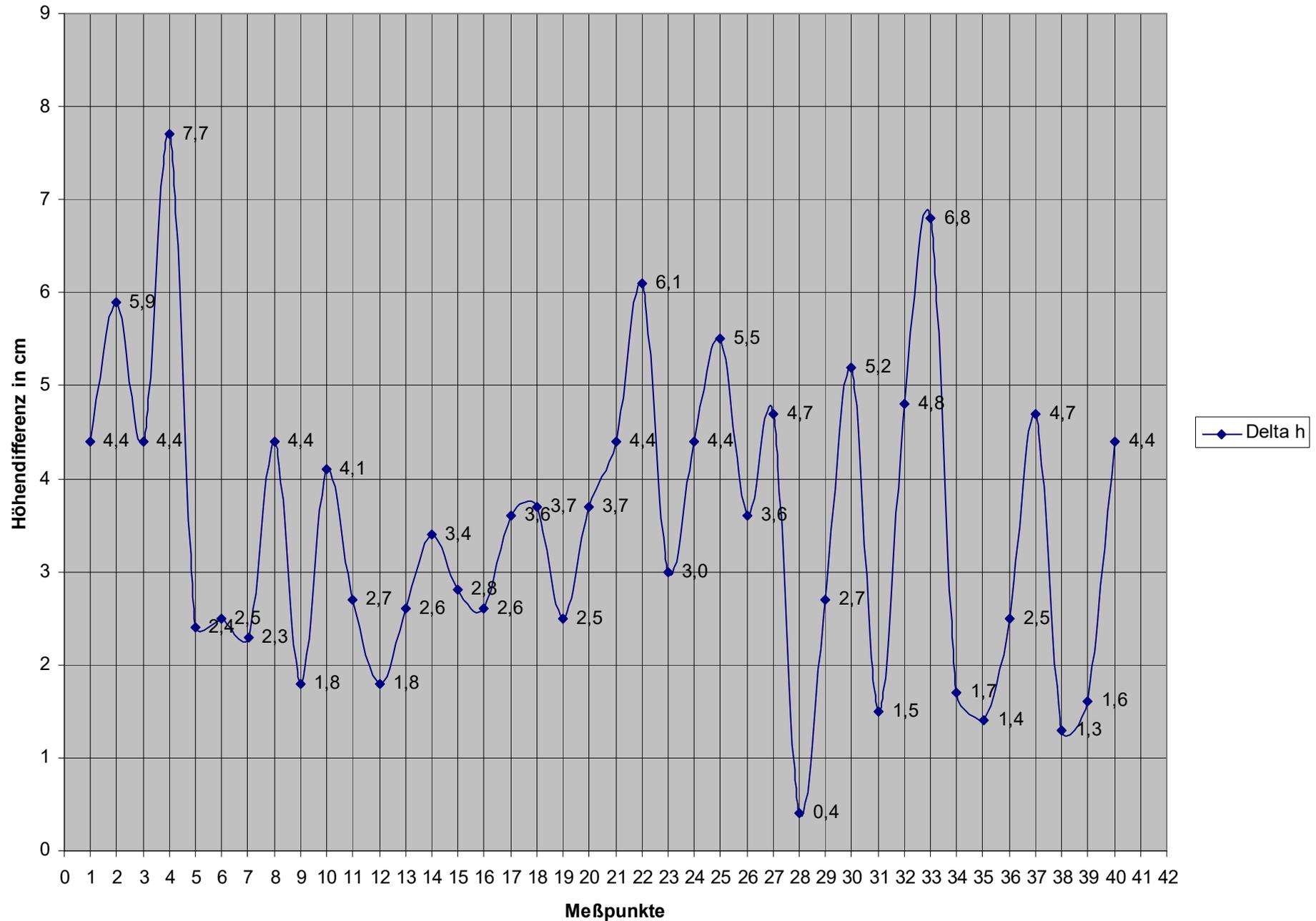


4.



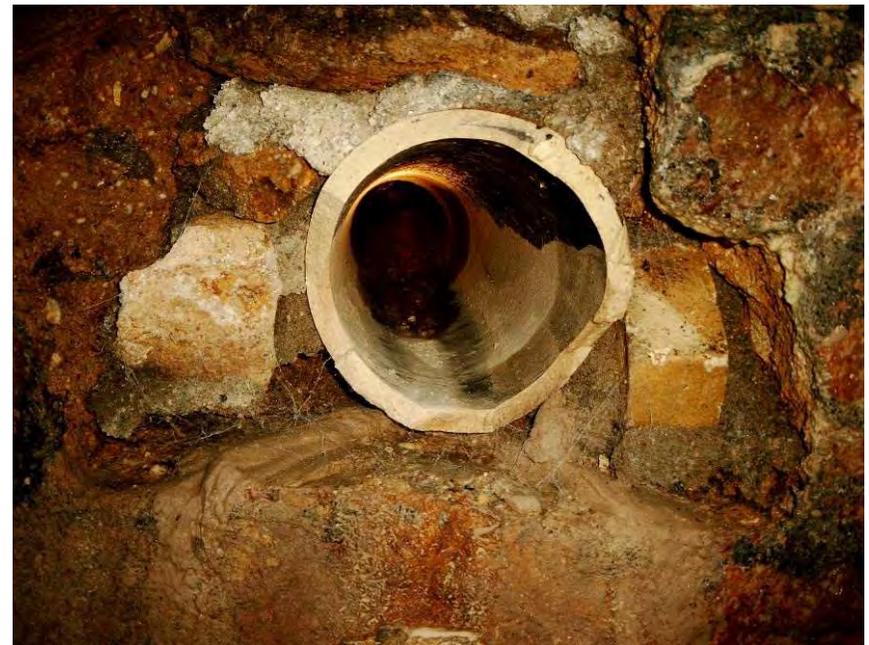
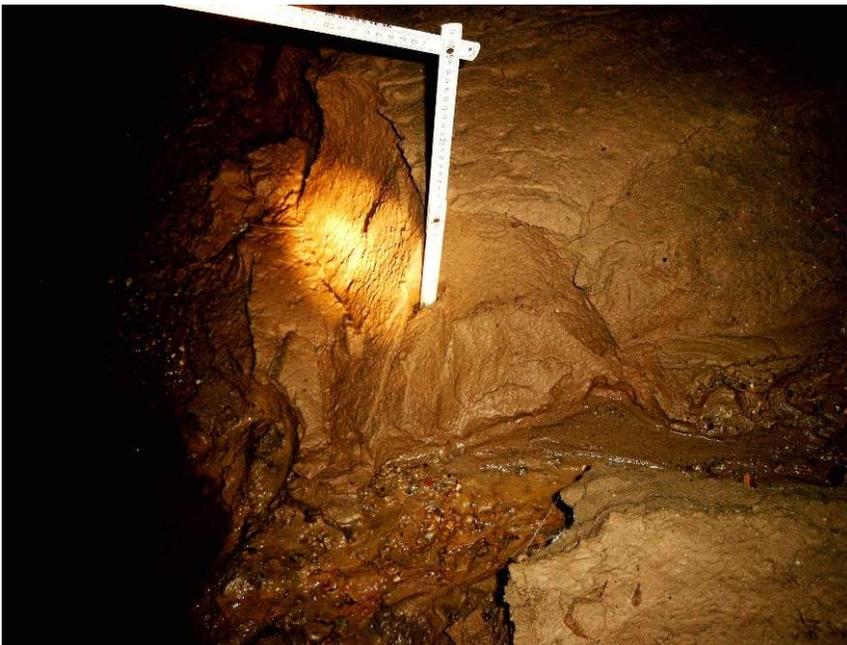
# Schachtdeckelhöhen

Höhendifferenzen zwischen Plan (Soll) und Messung (Ist)



# Zustandsdokumentation bei Entwässerungskanälen

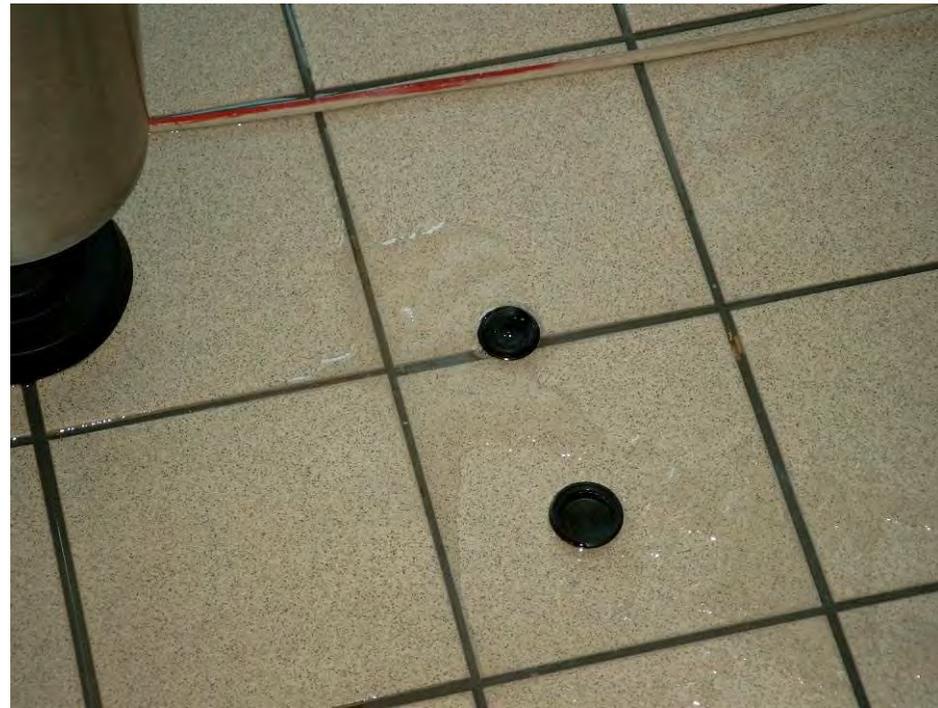
Merkblatt ATV – M 143, Teil 2 „Optische Inspektion“



# Zustandsdokumentation bei Bäumen und Sträuchern



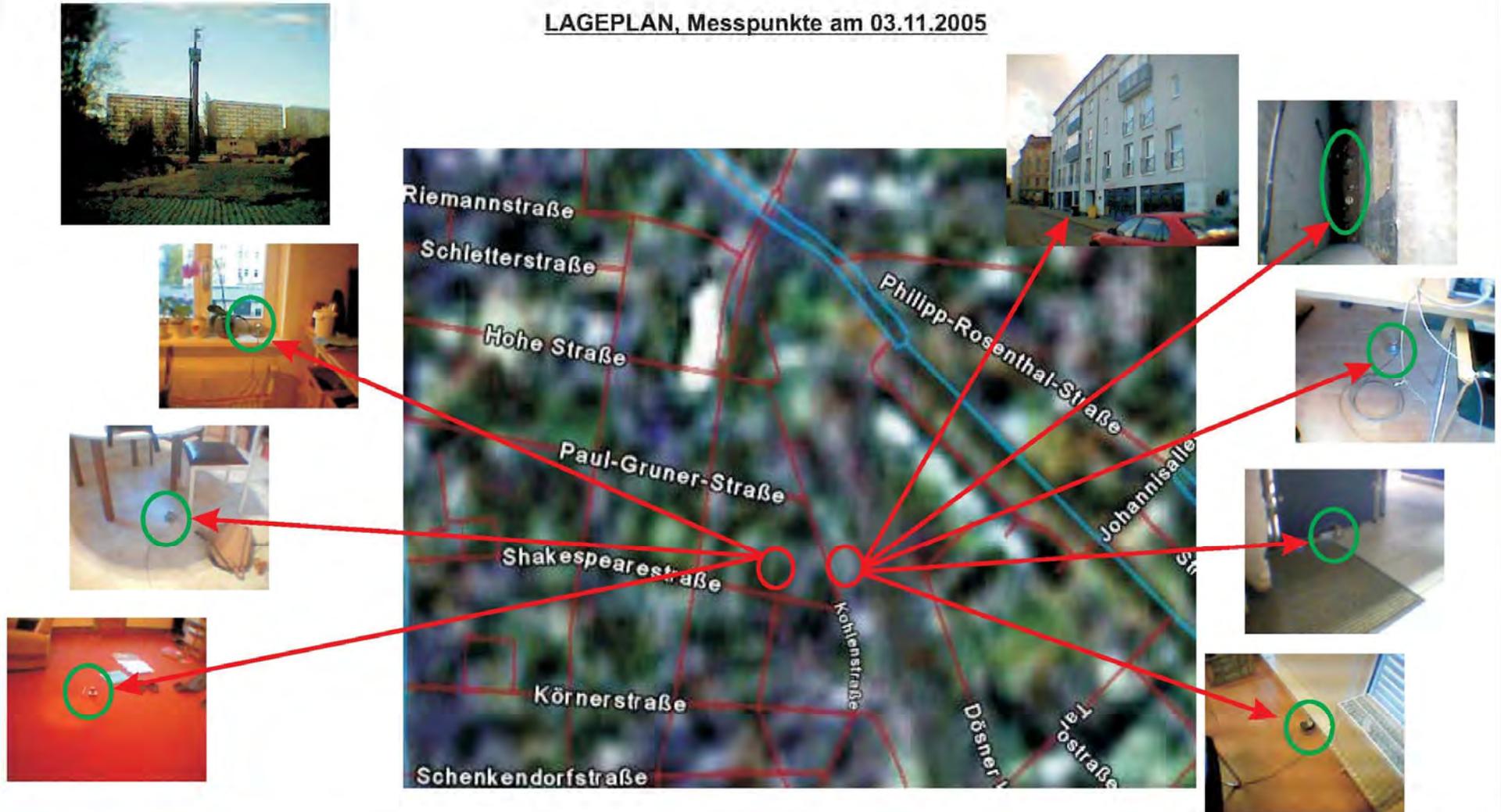
# Erschütterungsmessung



# Übersicht zu den Messpunkten

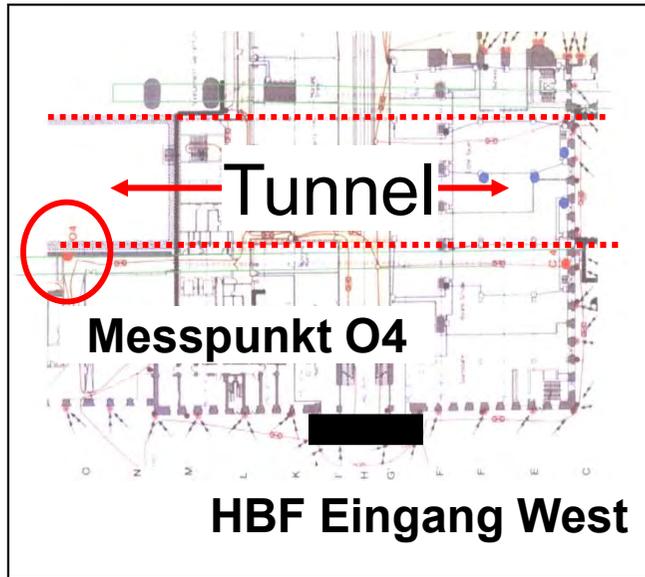
 <b>GuD</b> Geotechnik und Dynamik Consult GmbH	PROJEKT	Projekt-Nr.	Anlage	2
	City-Tunnel Leipzig, Messungen am 03.11.2005	G 102-2/05	Seite	1

## LAGEPLAN, Messpunkte am 03.11.2005



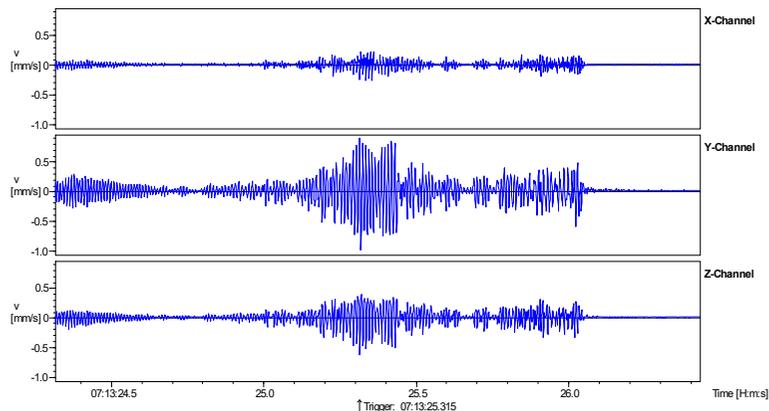
# Schwingungsmessungen

## Messpunkt



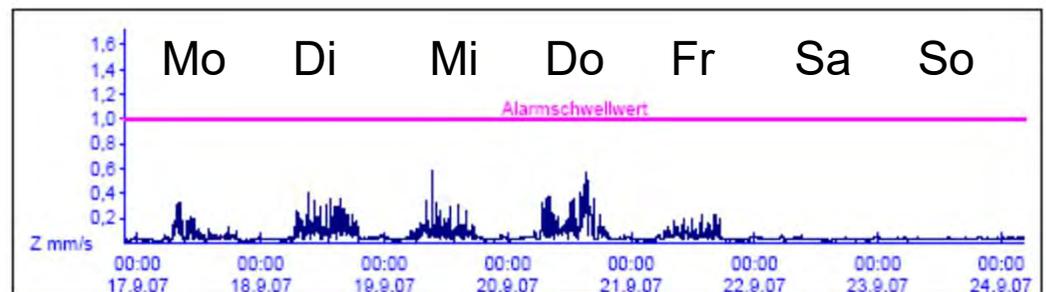
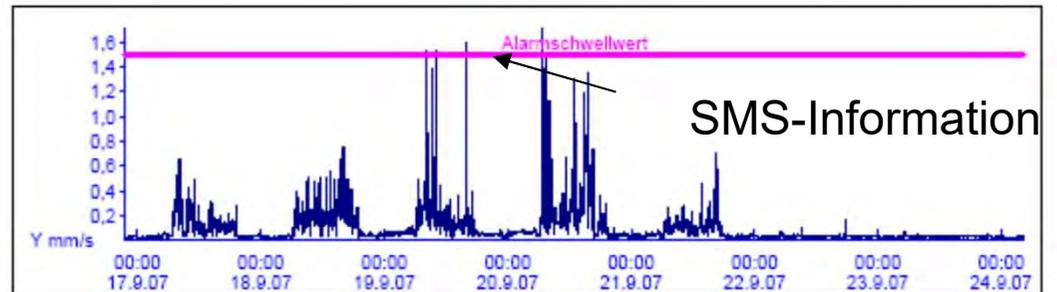
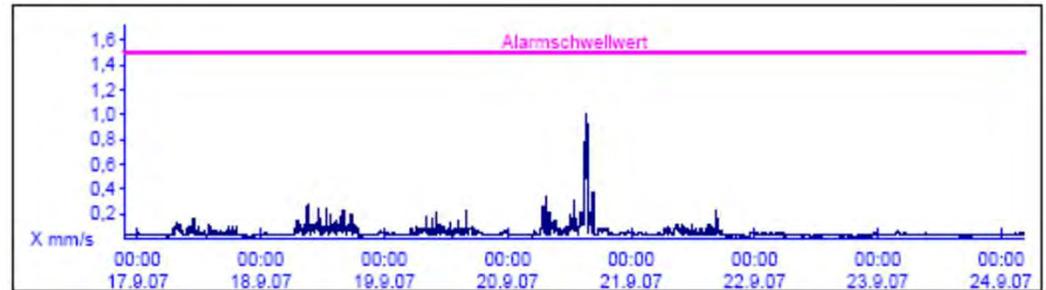
## Detail

### Schwingungsgeschwindigkeits-Zeit-Verlauf



## Wochenverlauf

File Name:	Concatenated Peak File	Start:	16.9.07 21:32	Max (1):	1,01 mm/s
MR-Name:	CMR2002	End:	24.9.07 4:21	Max (2):	1,72 mm/s
Station:	B638 City Tunnel, Messpunkt O4	Interval:	240 s	Max (3):	0,579 mm/s



B638 Leipzig, City-Tunnel, Messpunkt O4

# Lärmmessung



Messobjekt: Wohnscheibe, 11-geschossig, ca. 50 m von der Ramme entfernt



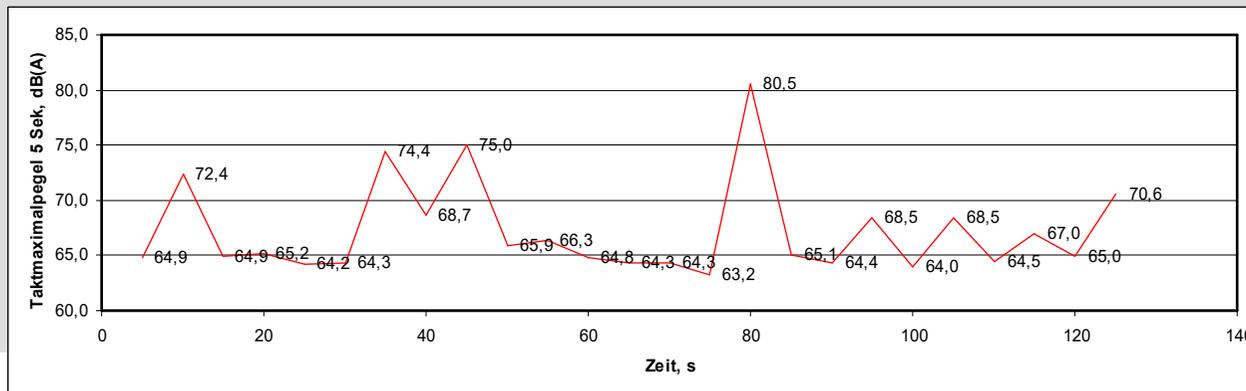
Blick vom Messobjekt auf das Baufeld



## SCHALLSCHUTZMESSUNG BAULÄRM BAYERISCHER BAHNHOF

Anforderung nach AVV Baulärm (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm: gemittelter Pegel < 60 dB(A) an Wohngebäuden (sehr problematische Forderung, ist kaum einzuhalten)

besonders laut: Rammen der Spundwände



typischer Zeitverlauf des Taktmaximalpegels am Fenster des oberen Stockwerkes (5 Sekunden-Takt)

# Höhenkontrollmessungen

<b>Objekt:</b>	Kontrollmessung der Gebäude für Beweissicherung		
<b>Datum:</b>	26.09.06	<b>Bearbeiter:</b>	Müller
		<b>Höhensystem:</b>	HN 76

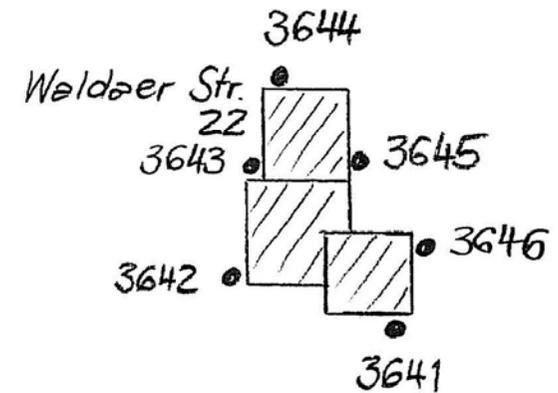
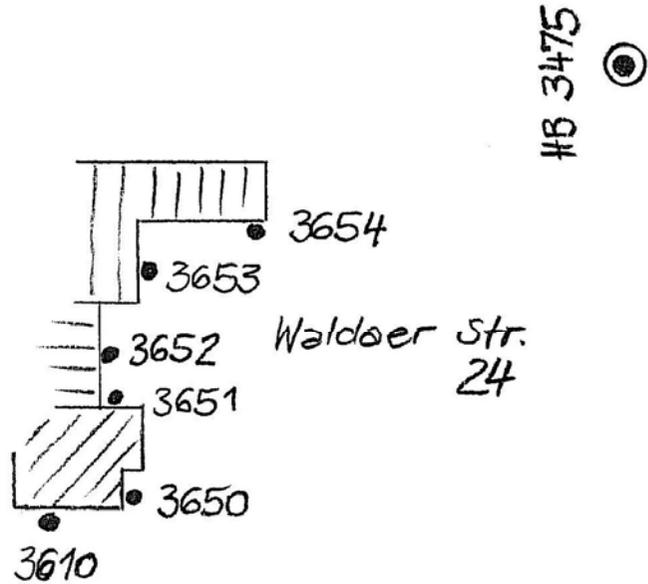
Objekt	Punkt.- Nr.	Nullmessung am 28./29.03. Höhe	1.Folgemessung 26.09.2006 Höhe	Differenz [mm]	2. Folgemessung Höhe	Differenz zur Nullmessung [mm]	Differenz z.1. Folgemessung [mm]
Wohnhaus Luxemburg- Straße 36	3601	118,0919	118,0918	-0,1	118,0913	-0,6	-0,5
	3602	118,1162	118,1163	0,1	118,1158	-0,4	-0,5
	3603	117,9356	117,9358	0,2	117,9354	-0,2	-0,3
Berufsschul- zentrum Luxemburgstr.	3604	118,9247			118,9247	0,0	0,0
	3605	118,9294			118,9294	0,0	0,0
	3606	118,9149			118,9149	0,0	0,0
Wohnhaus Waldaer Straße 43	3611	119,0065	119,0065	-0,1			
	3612	118,8896	118,8889	-0,8			
	3613	119,0077	119,0074	-0,3			

# Anordnung von Höhenmessbolzen an Gebäuden

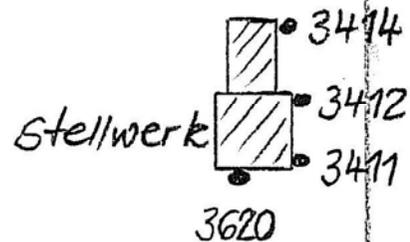
Datum: 28./29.03.06 Messtrupp: M. Müller

Geprüft am: 28.03.06

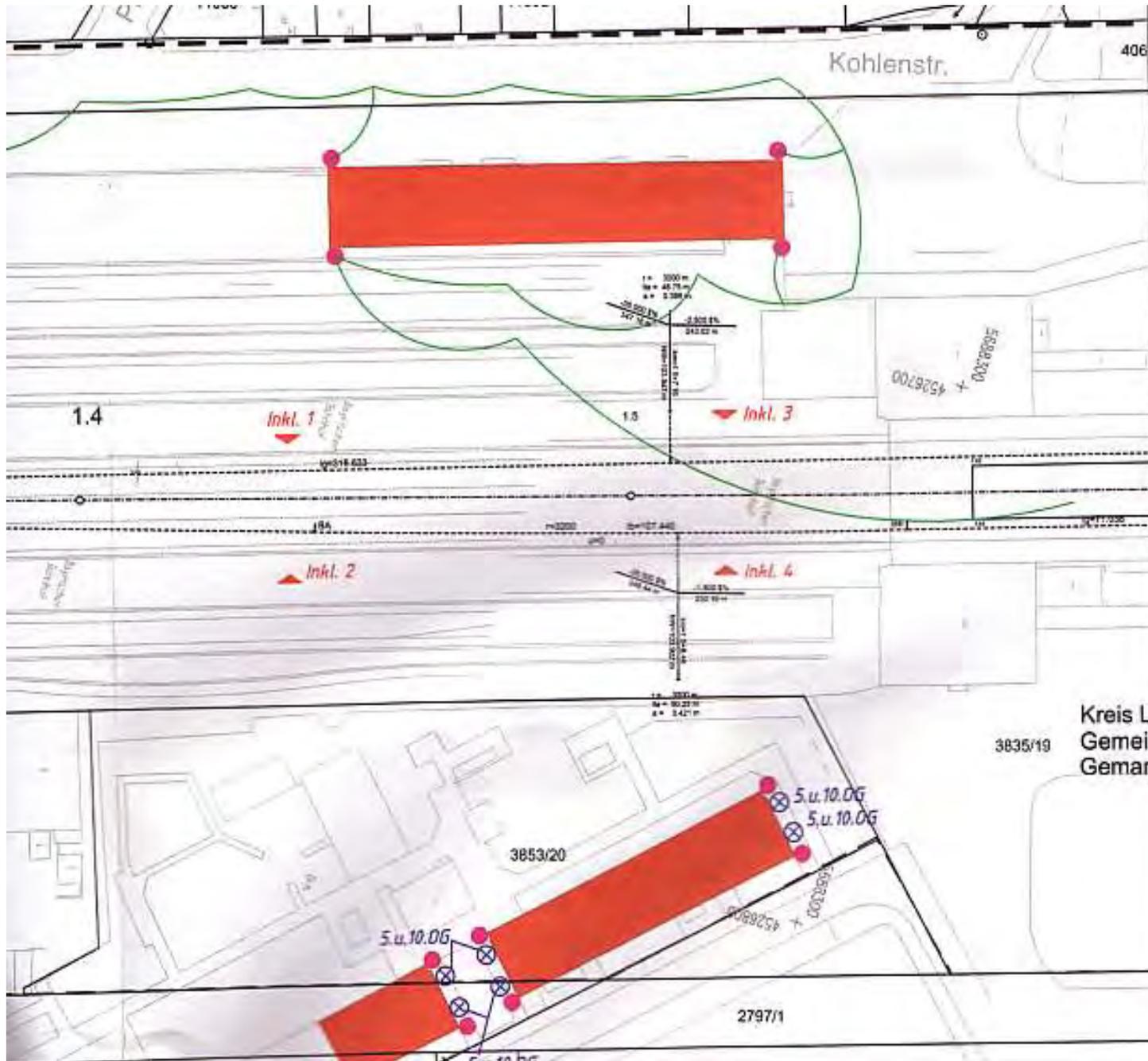
durch: Müller



898



# Anordnung von Höhenmessbolzen an Gebäuden



## Beachte:

Gestrichelte Linie  
markiert die Grenzen des  
Planfeststellungsgebietes

# Kontinuierliche Höhenmessung mittels Präzisionsschlauchwaage

Stand: 06.07.2007 / JGL / SP / P070.10.00.00.001R08.doc

## Typischer schematischer Aufbau einer Messeinrichtung:

### Hydrostatisches Setzungsmesssystem mit Pumpe und Referenzpunkt

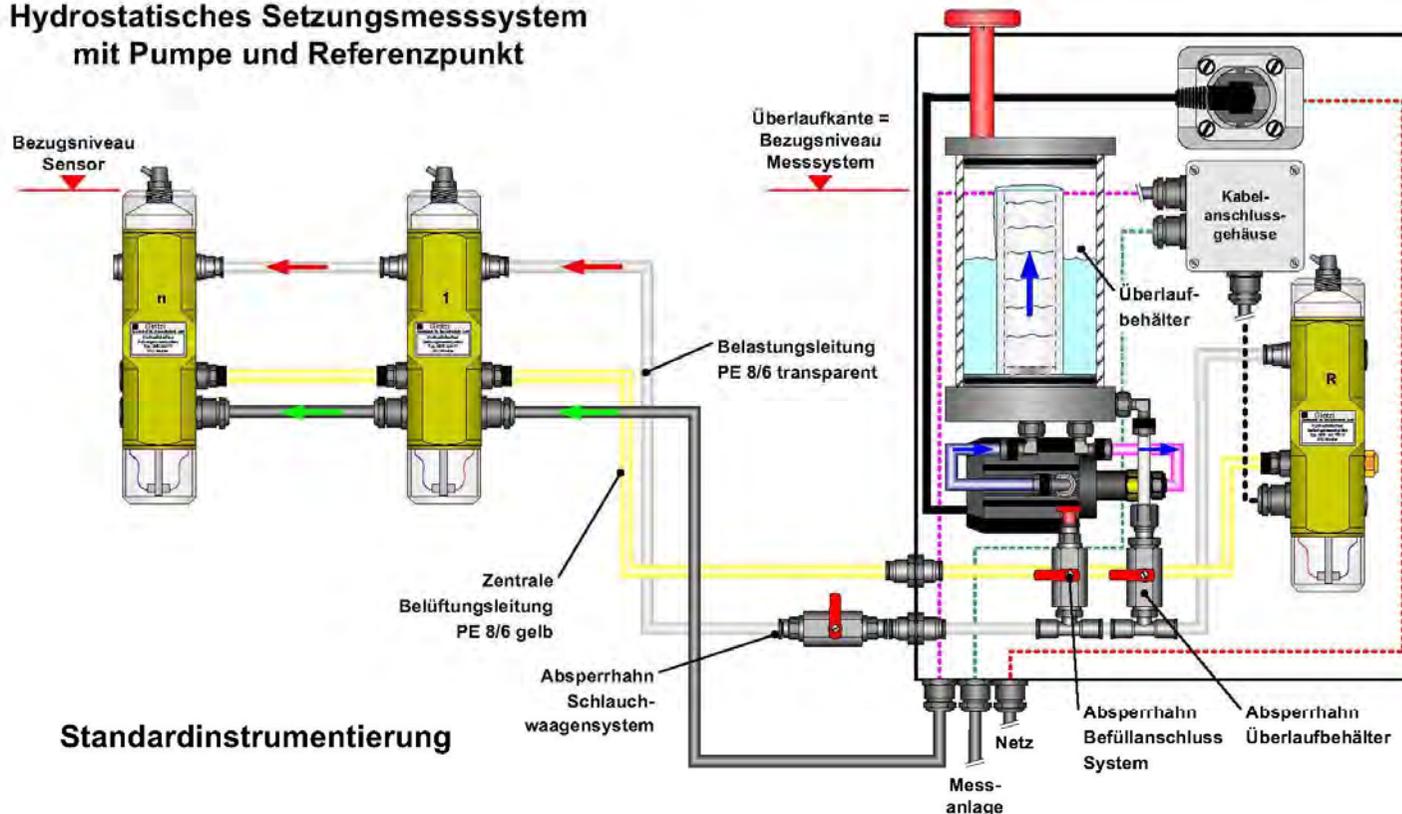
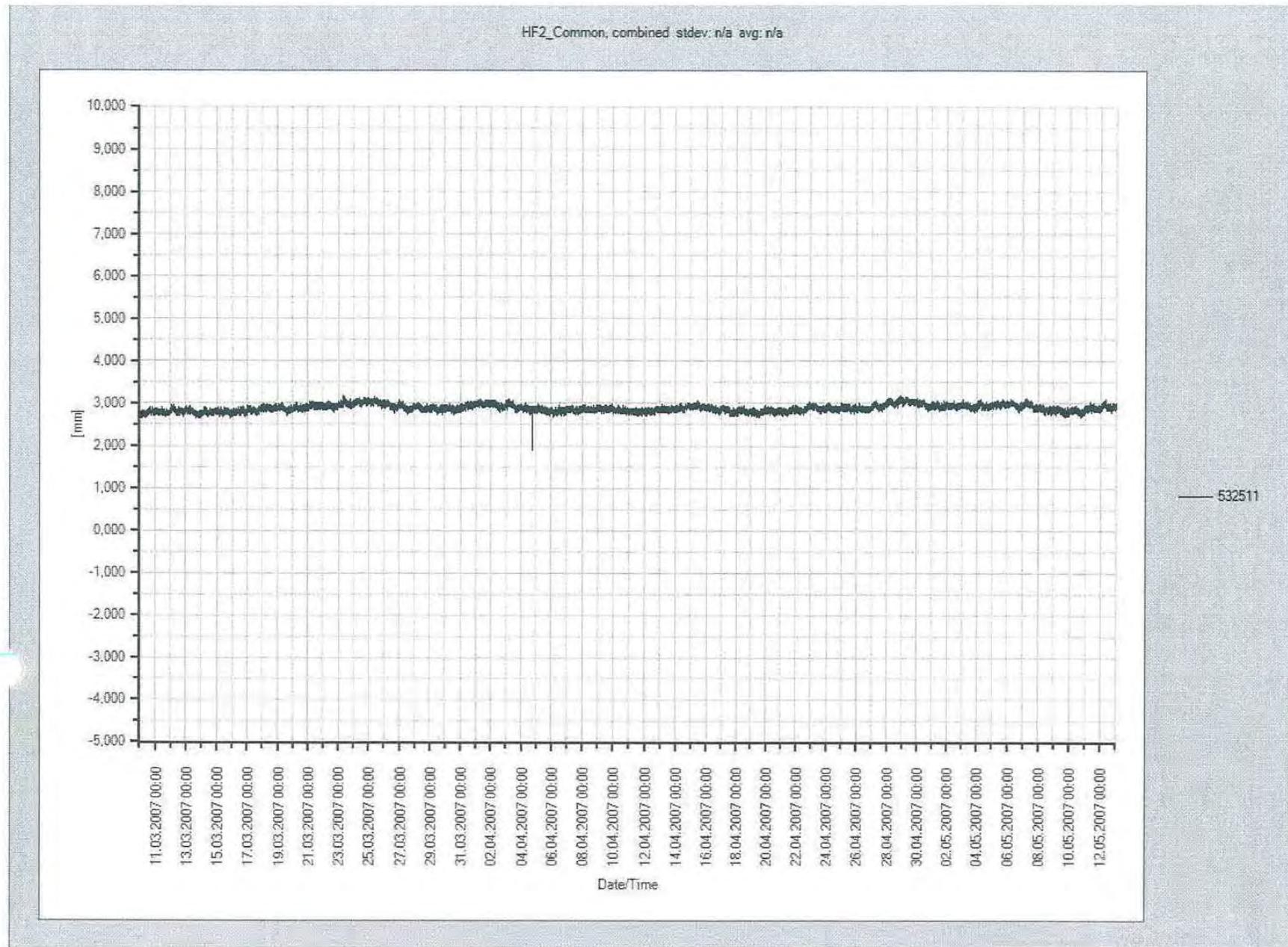


Abb: Die Darstellung zeigt den funktionalen Aufbau der Verbindung einzelner Sensoren mit der Referenz. In diesem Fall ist ein Referenzbehälter mit Ausgleichpumpe dargestellt, der ein gleichbleibendes Niveau des Flüssigkeitsstandes herstellt und eine Absolutbeurteilung der Einzelsensoren ermöglicht. Bewegungen können somit innerhalb von Alarmgrenzen für Meldeeinheiten beobachtet werden. Voraussetzung hierfür ist eine in der Höhenlage stabile Positionierung der Referenzstation außerhalb der zu beobachtenden Fläche mit geodätischer Überwachung.

Hinweis: Mit diesen elektronischen Druckschlauchwaagen können Höhenunterschiede im 0,01 mm-Bereich über Distanzen von bis zu 250 m gemessen werden.

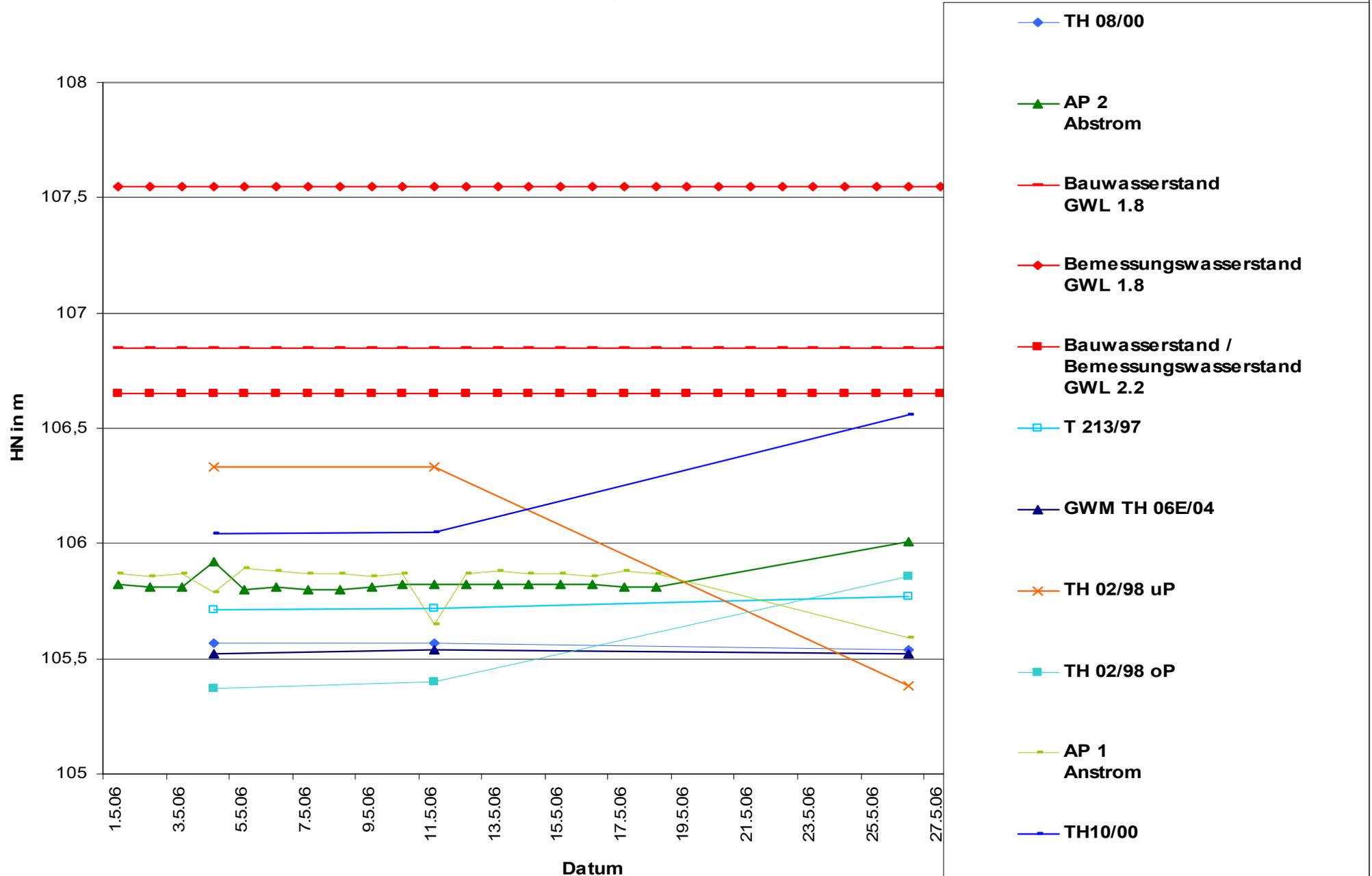
# Verlaufsprotokoll einer Präzisionschlauchwaage



# Kontinuierliche Grundwassermessung

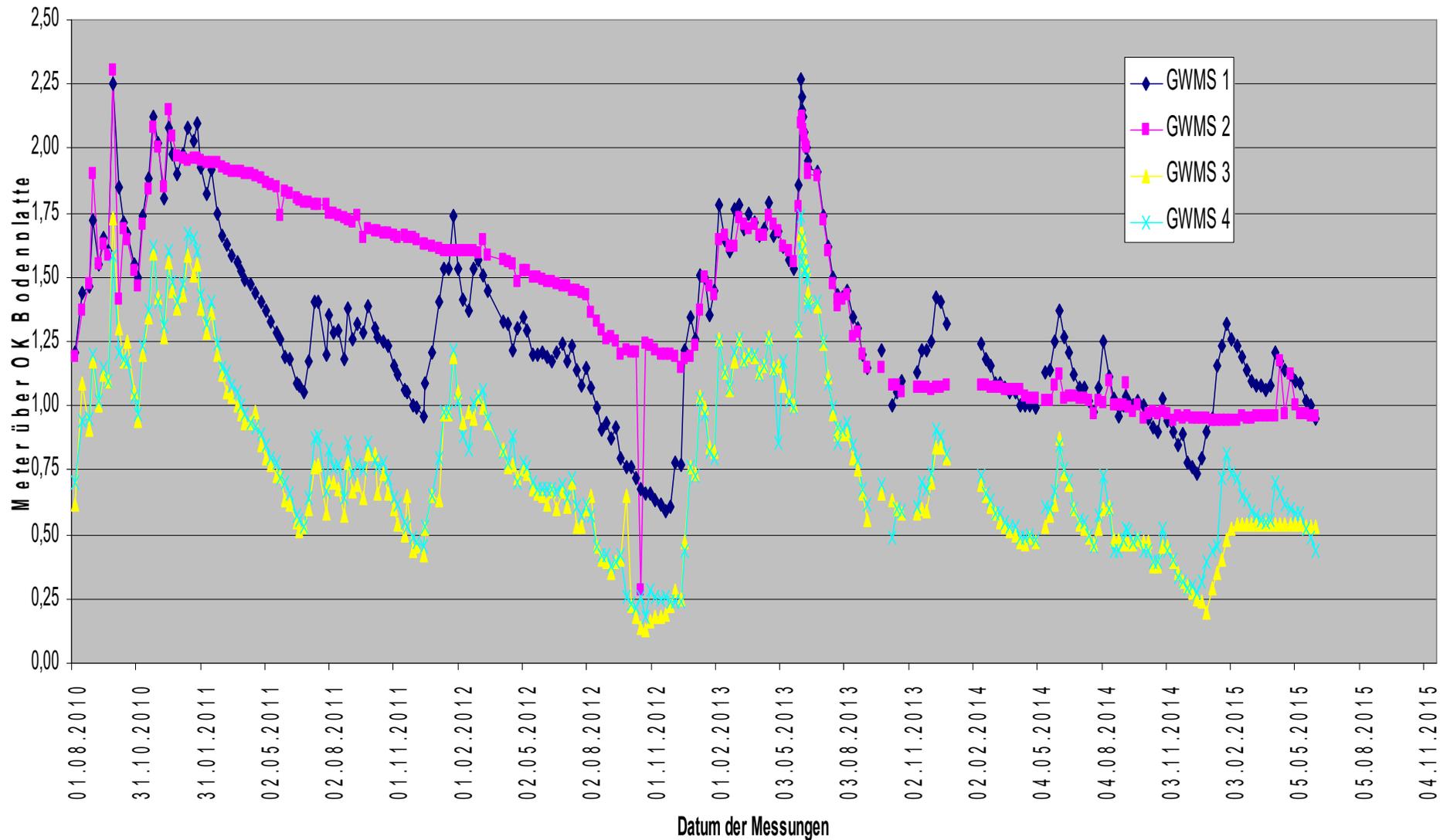
Quelle: CDM Leipzig GmbH

## GW-Pegel HP HBF Mai 06



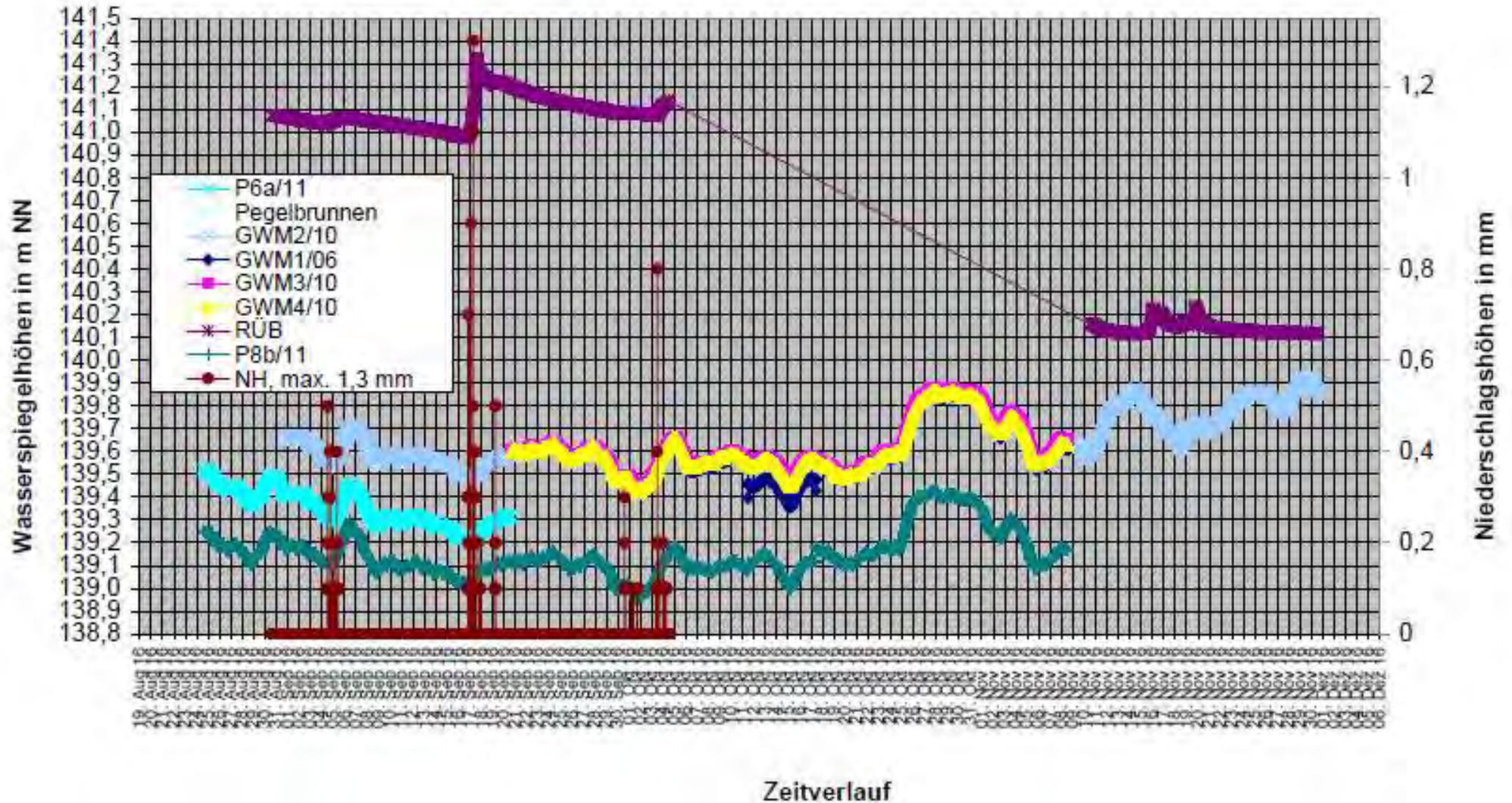
# Auswertung von 4 GWMS

Wasserstände über OK Bodenplatten



# Das gleiche Objekt bei Einsatz von Datenloggern mit überraschendem Ergebnis

## Ganglinien der Grundwassermeßstellen und des RÜB

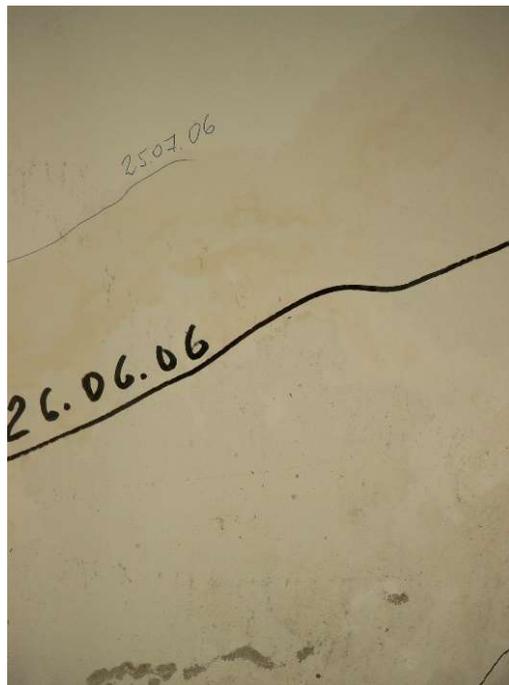
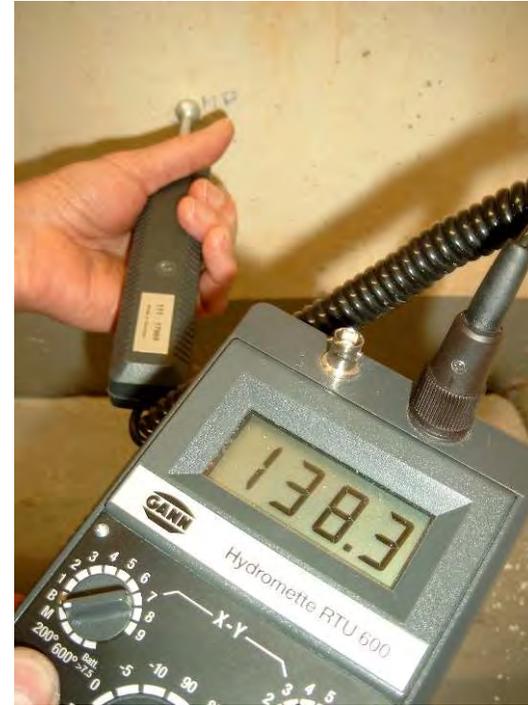


Messintervall: 15 Minuten

# Feuchteschäden



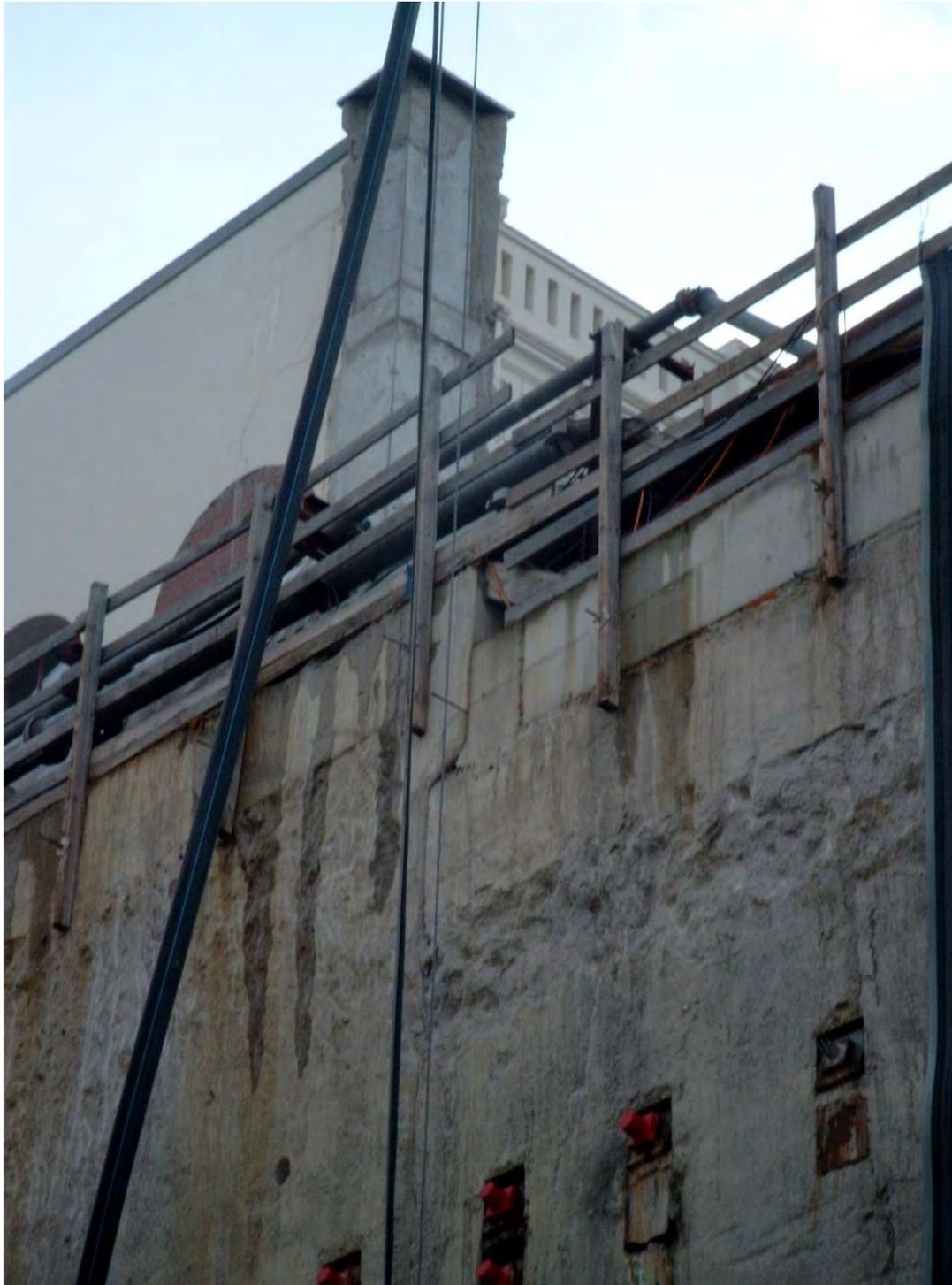
Links typisches Bild aufsteigender Feuchte, rechts Messgerät



Links sichtbarer Verlauf des Aufstiegs (Datumsangabe), rechts altes Schadensbild



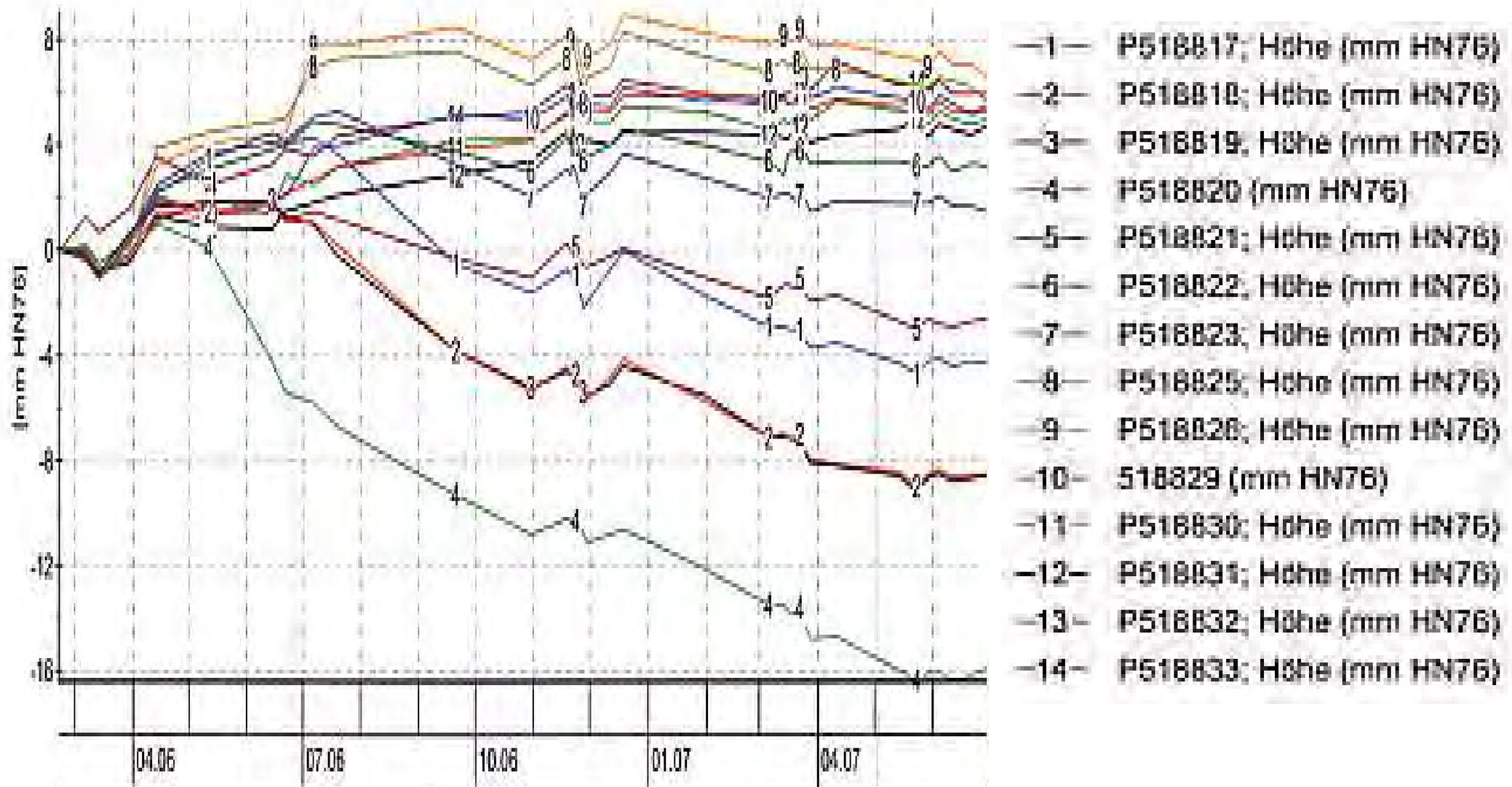
# Spezielle Verformungsmessungen



rückverankerte  
Schlitzwand  
als temporäre  
Baugrubensicherung

# Aufzeichnung der Verformungen über die Zeit

Setzungen Gose- Brauerei beobachtet vom 20.02.2006 bis 29.06.2007  
- = Setzung + = Hebung



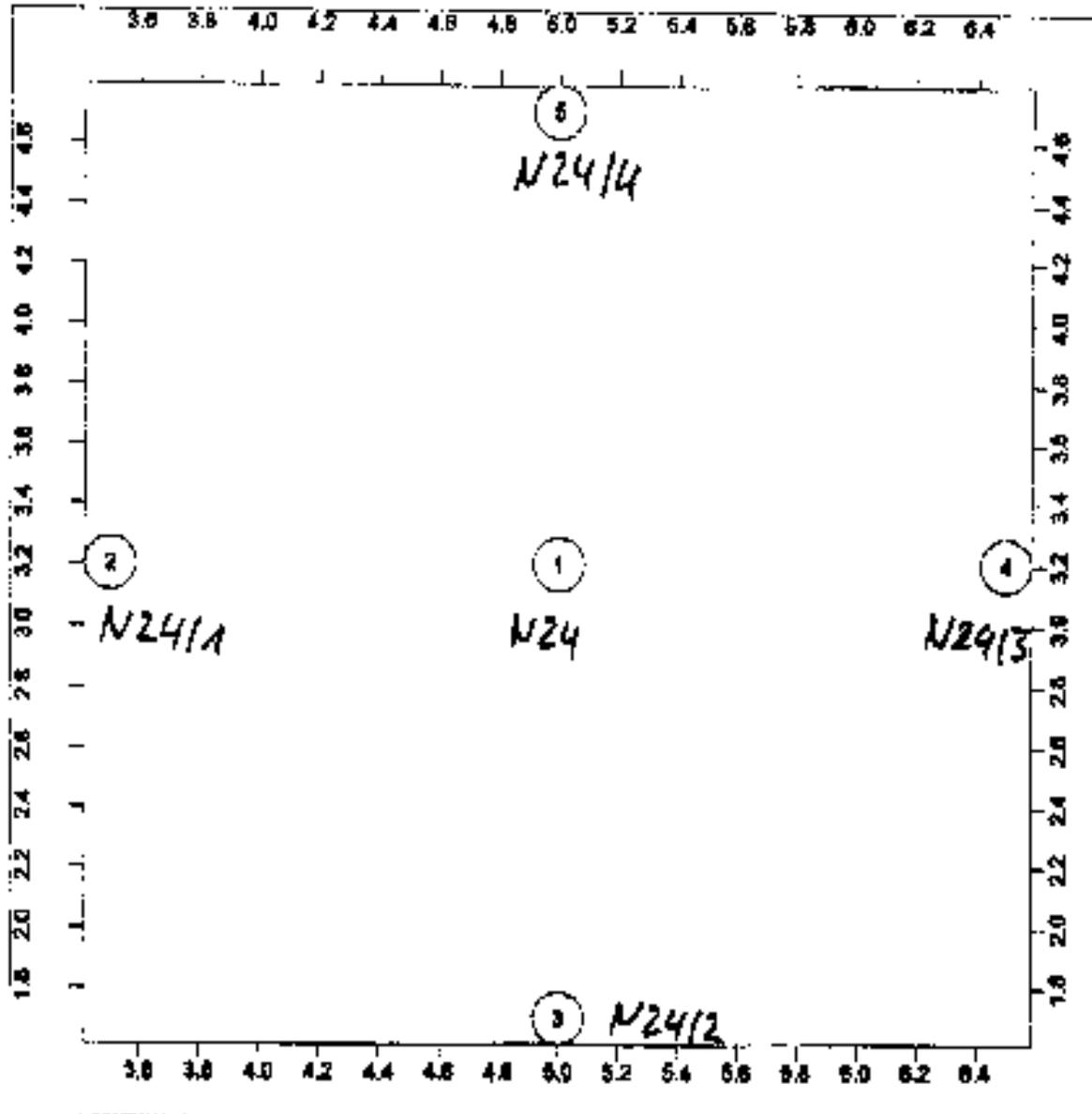
# Munitionserkundung - Bohrlochfeld

Bohrlochfeld:

Datum: 13.9.2007

Bearbeiter: Riedel - FeuerwerkerFirma/Institution. KÖCH Munitionsb GmbH

Maßstab: 5.00 m = 20.00 cm

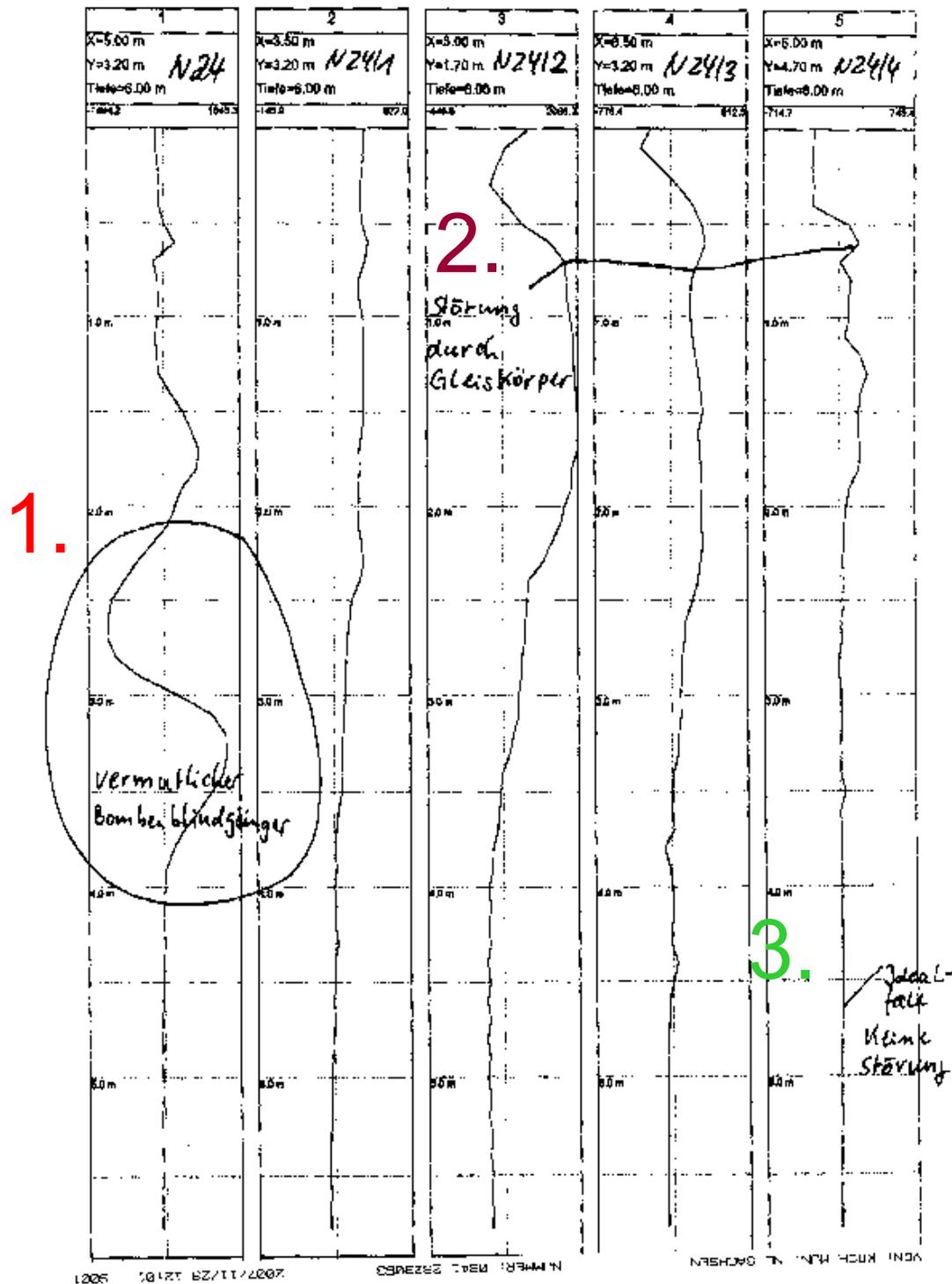


Richtung L. Hbf

**Gleis Nr. 5271**

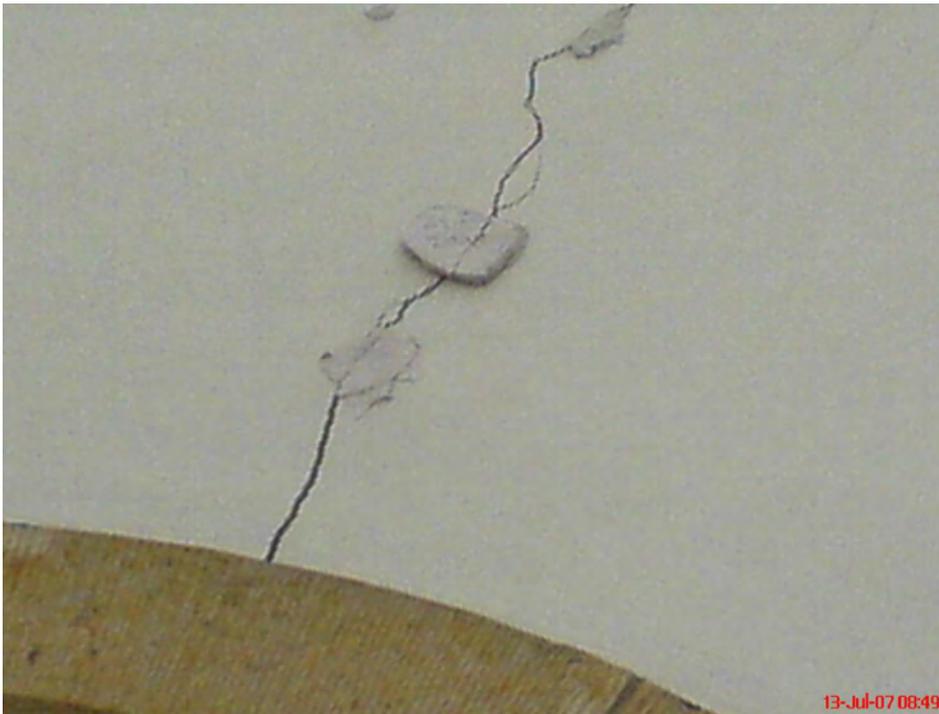
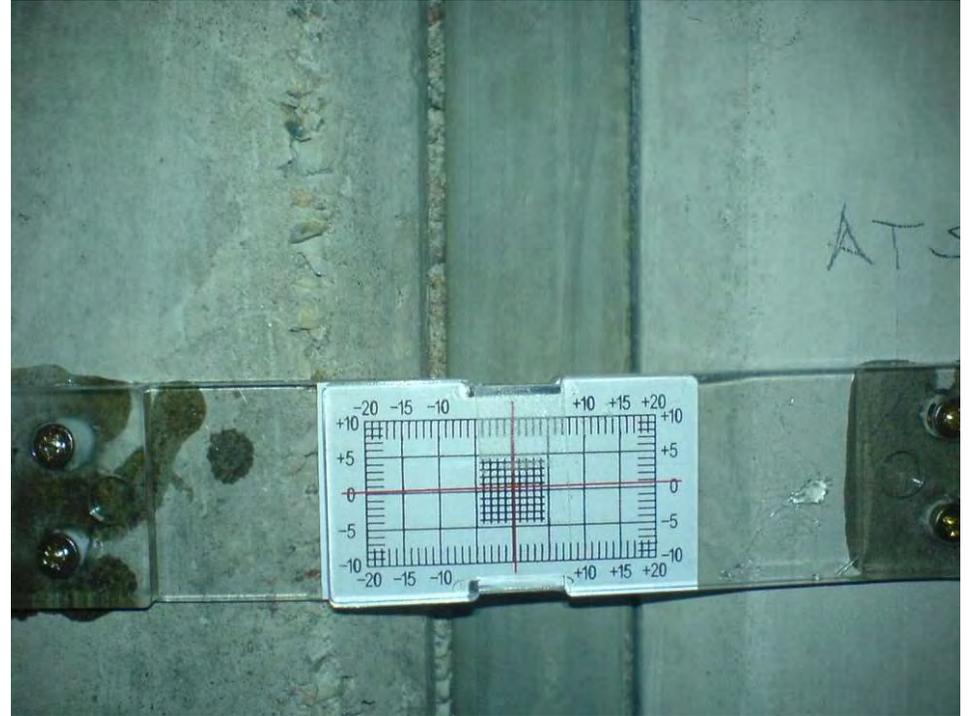
Richtung Wurzen



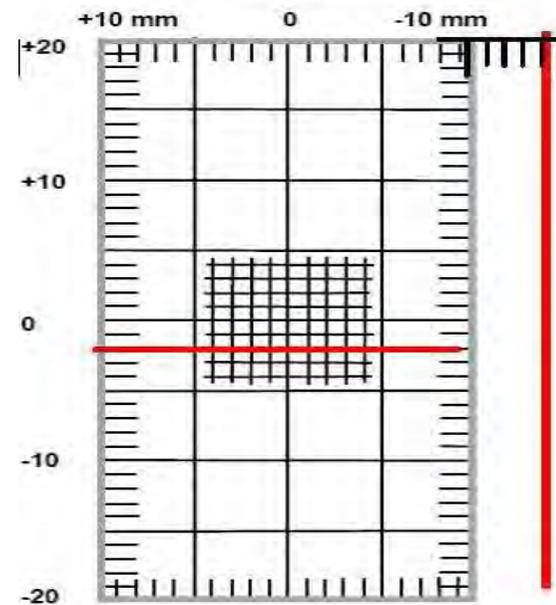


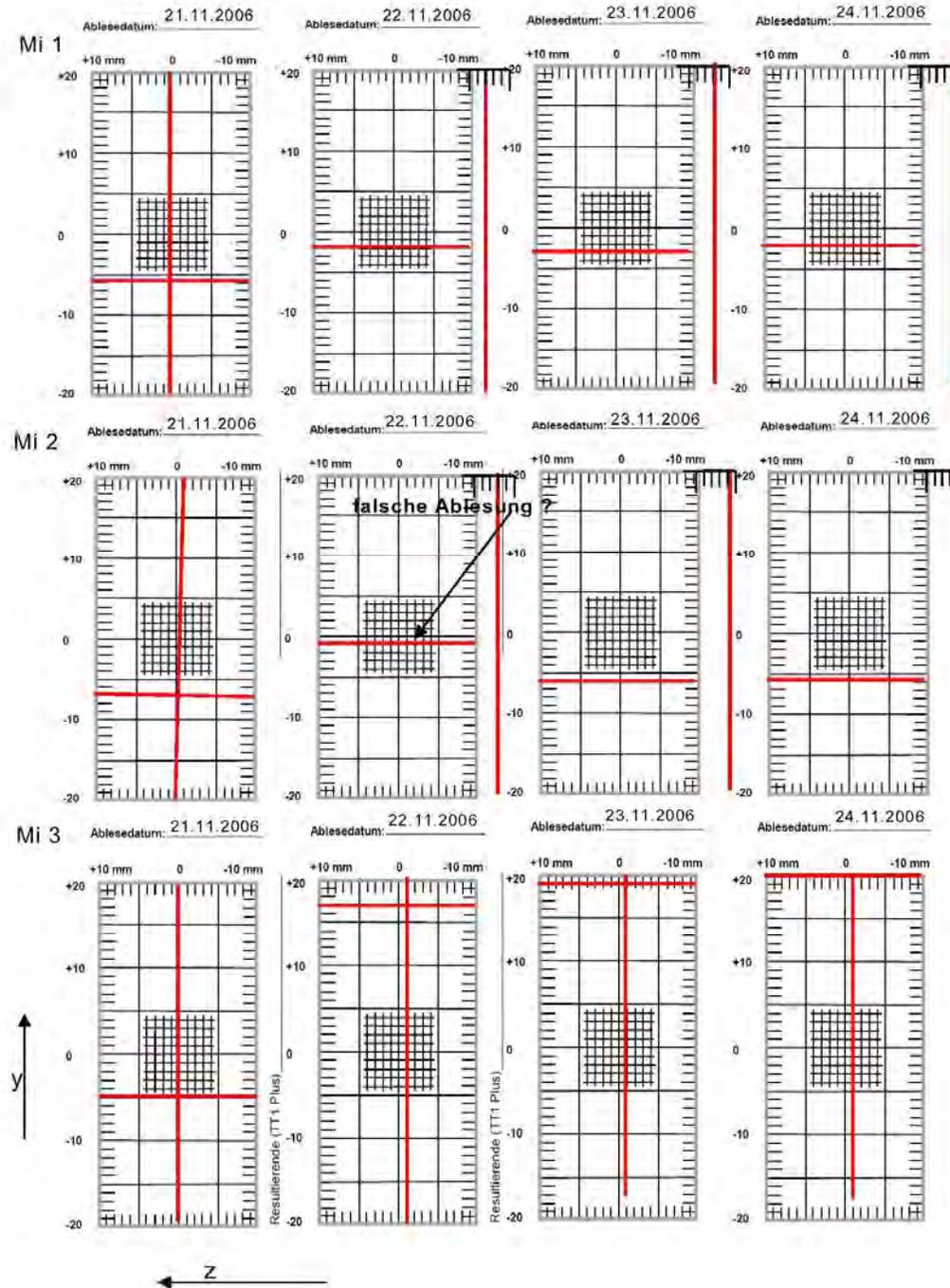
- Munitionserkundung
  - Auswertung der Sondierergebnisse
  - Interpretation der Messkurven
1. Vermutlicher Bombenblindgänger
  2. Störung durch Gleiskörper
  3. Idealfall – keine Störung

# Rissbeobachtung



Ablese datum: 24.11.2006

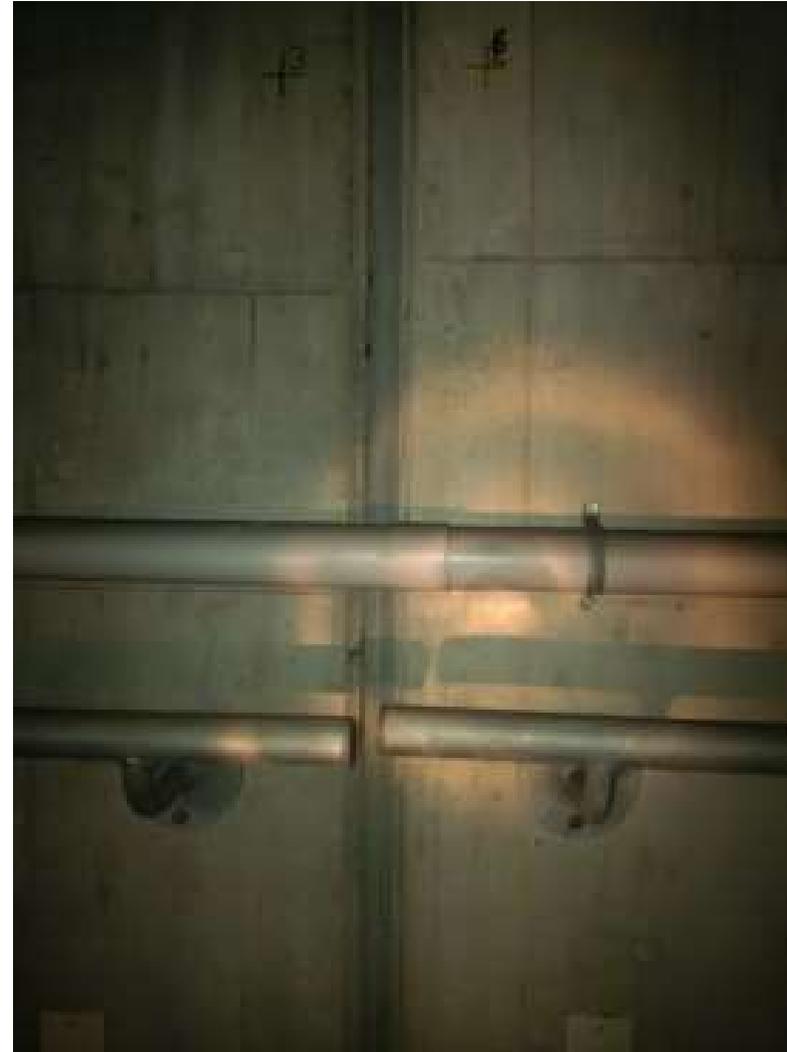




# Kleines Beispiel



Beobachtung einer vermuteten  
Vertikalverschiebung und  
Anordnung eines Rissmonitors  
zur Beobachtung



Ein Bild aus der Fotodoku-  
mentation der Beweis-  
sicherung = Nachweis für alt



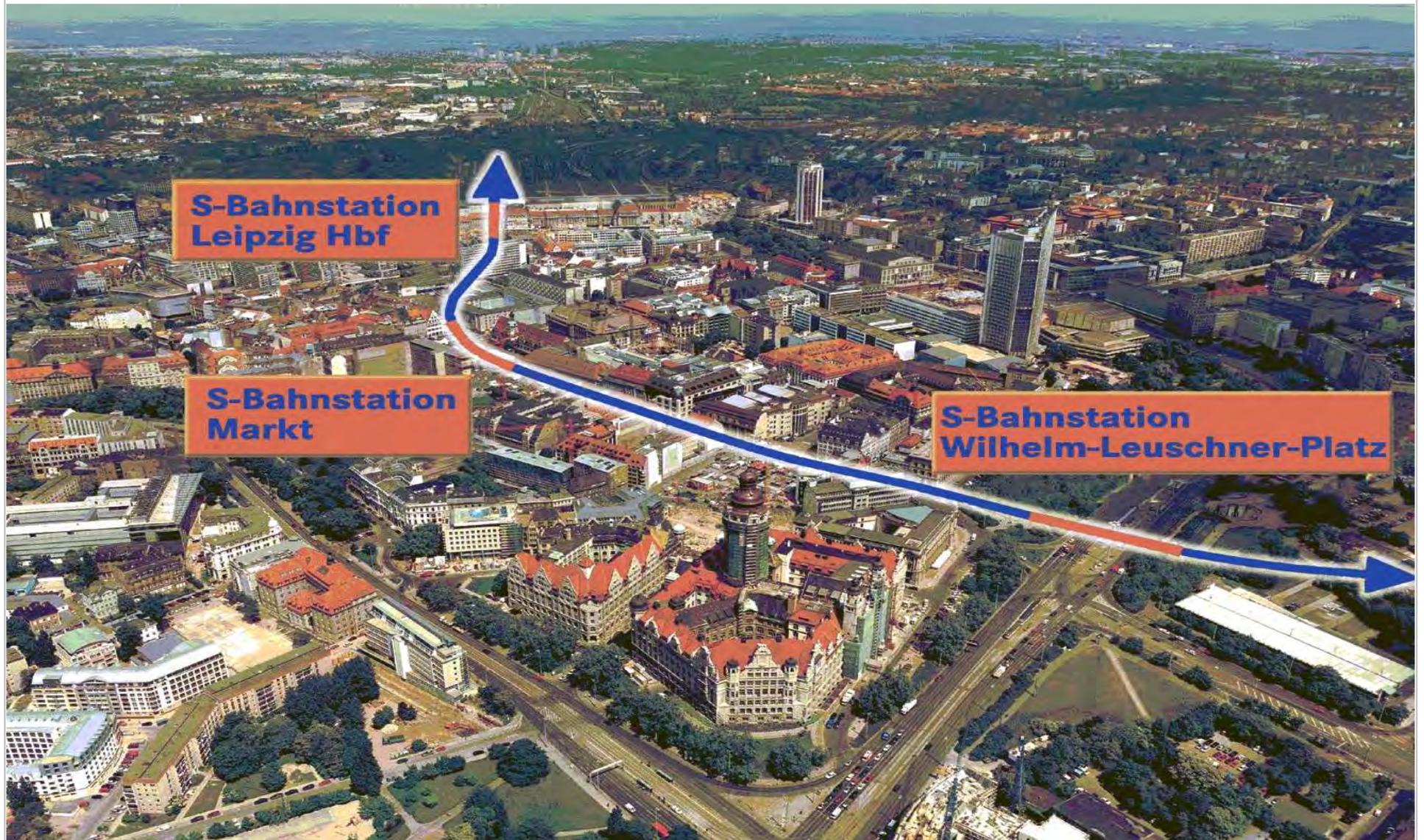


## Lage im Stadtgebiet (2)



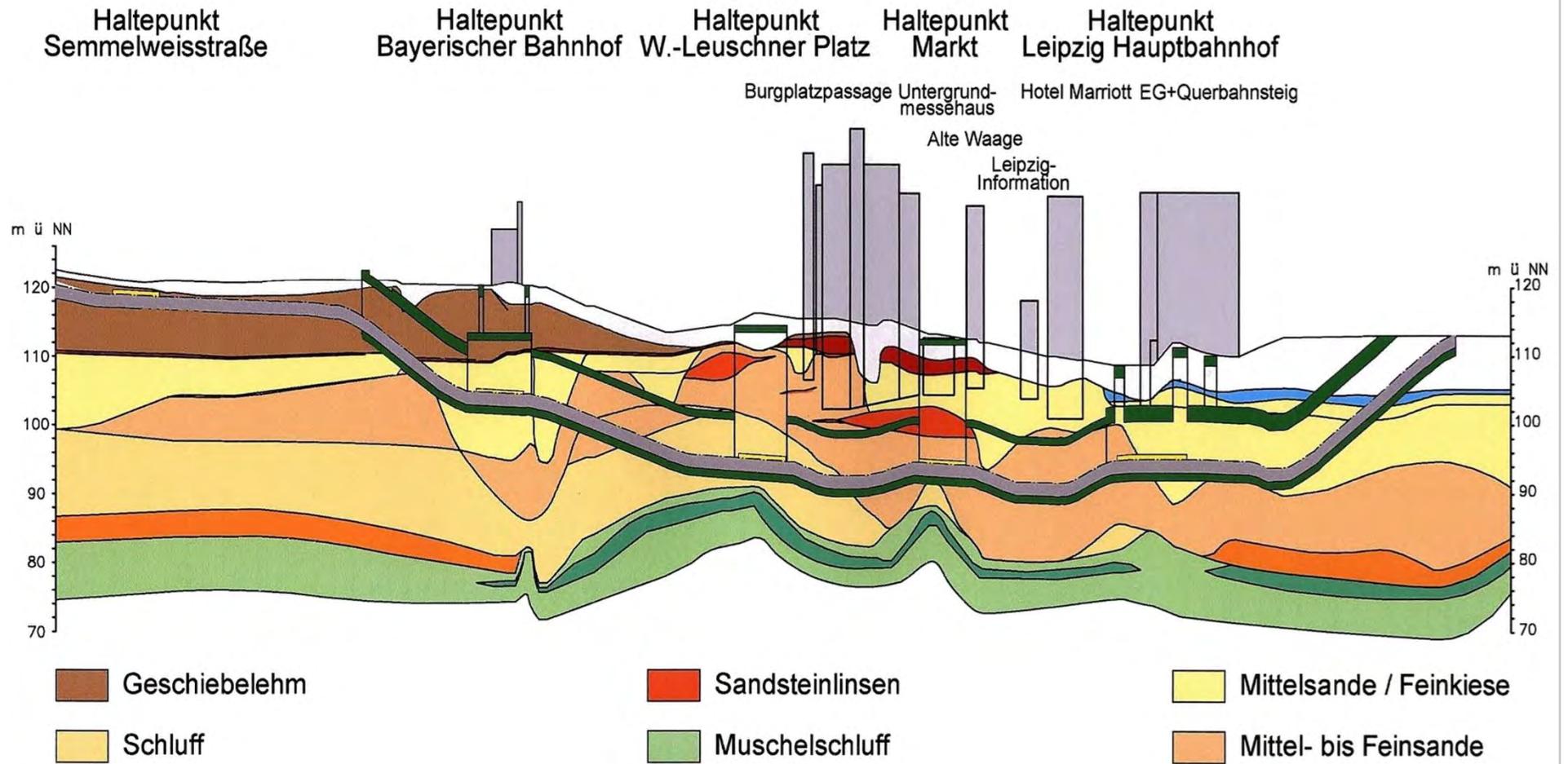


## Lage im Stadtgebiet (1)



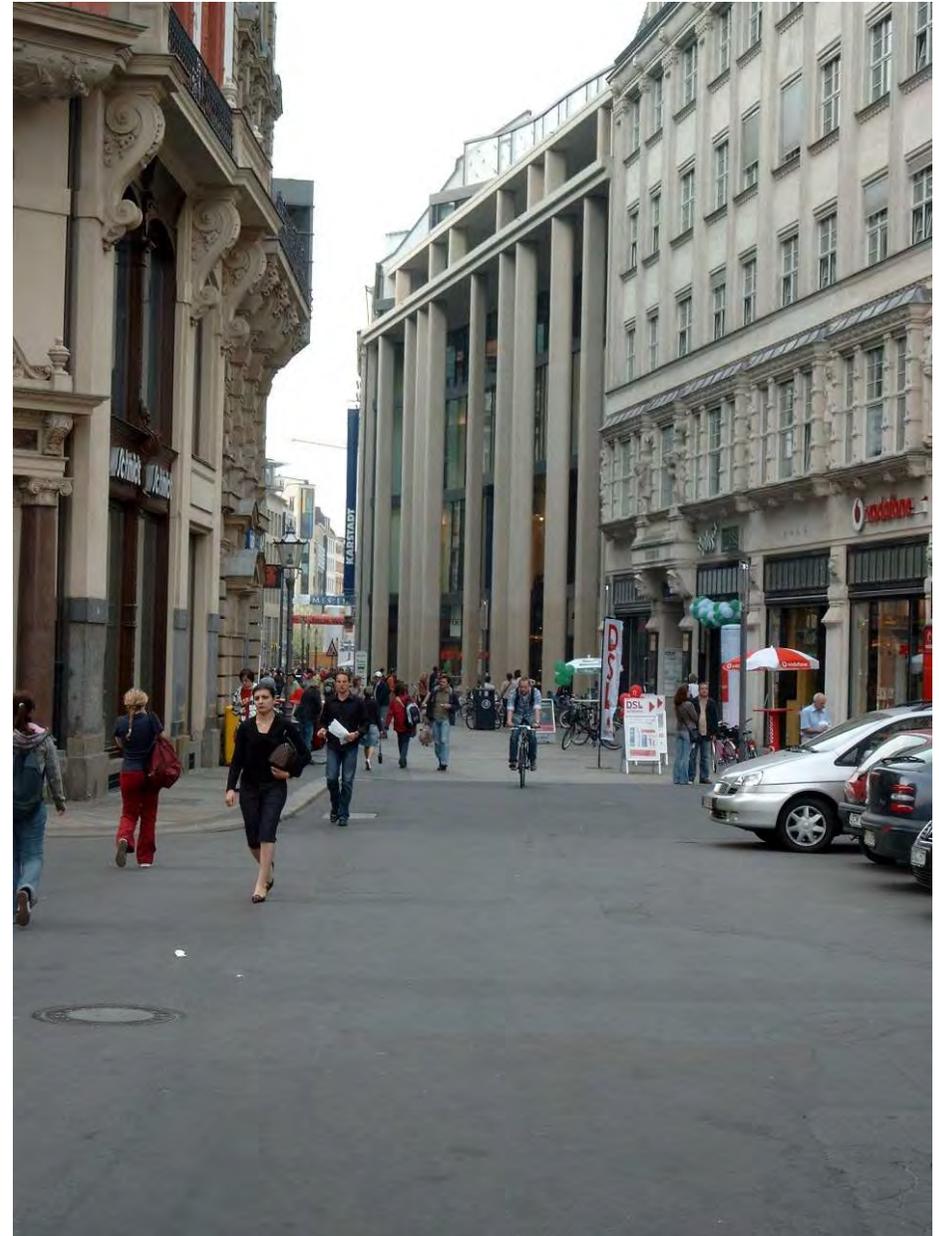


# Geologischer Längsschnitt



# Petersstraße

links Petersbogen – rechts Karstadt



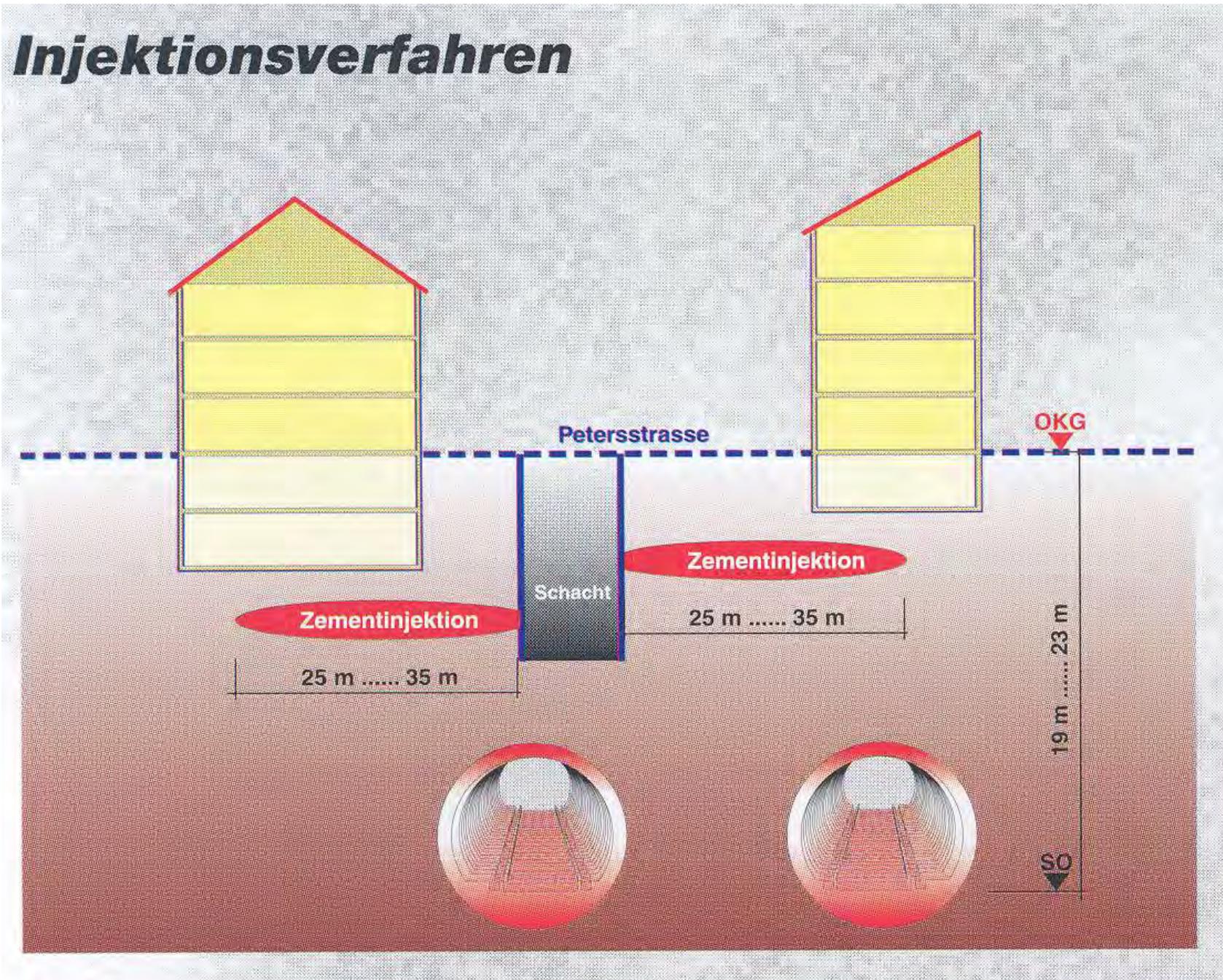
# Blick Richtung Markt – im Vordergrund ein CGV Schacht (Compensation Grouting Verfahren)





Konstruktion = überschnittene  
Bohrpfahlwand mit Kopfbalken

# Beweissicherung und Bauwerkssicherung

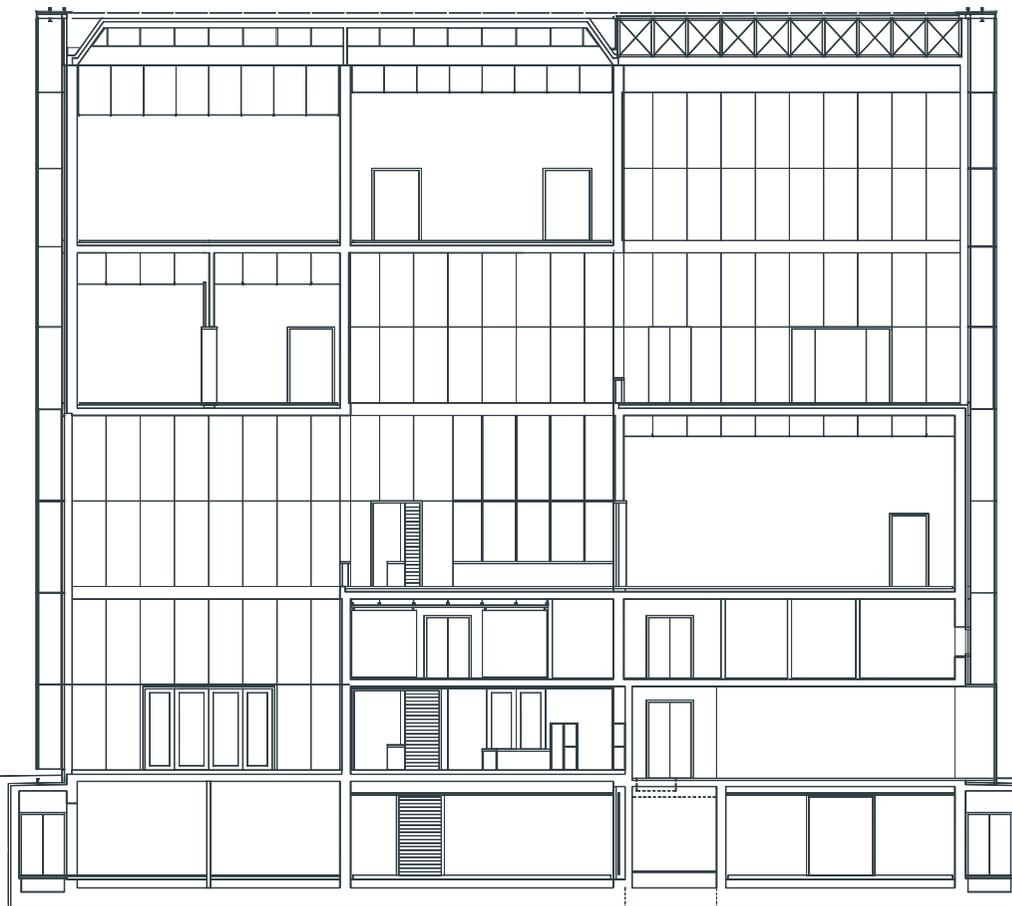
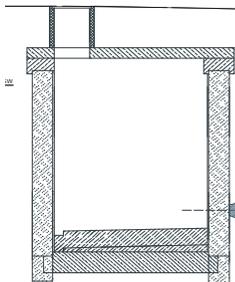


# CGV Schacht vor dem Museum der bildenden Künste



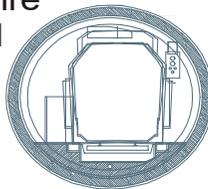
Museum der  
bildenden Künste

CGV-Schacht  
West

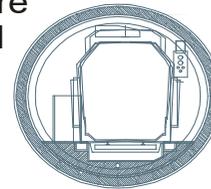


Fächerebene CGV

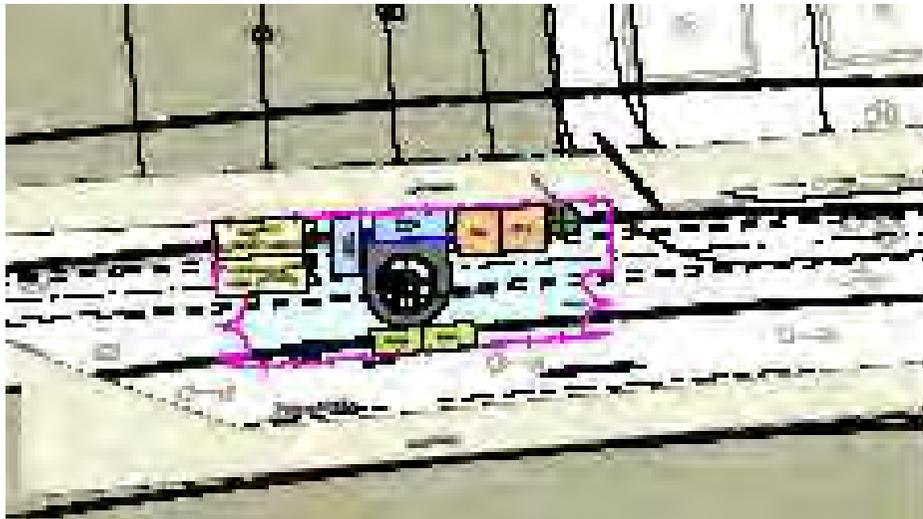
westliche Röhre  
City-Tunnel



östliche Röhre  
City-Tunnel



Bauphase Vorbereitung Hebungsinjektion



Bauphase Hebungsinjektion



# Das „CGV“ Verfahren





# Verfahrensbeschreibung

## Einbau der Manschettenrohre

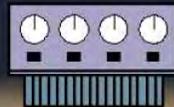
Zement-Füller  
Manschettenrohr-Verfahren



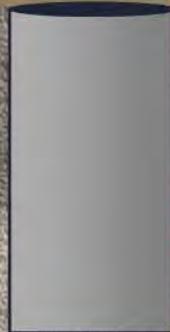
Mischanlage  
Pumpe



Meß- und  
Regeltechnik



Schacht





# Verfahrensbeschreibung

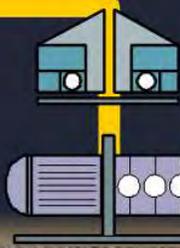
## Einbau der Manschettenrohre

Phase 1: Vorinjektion

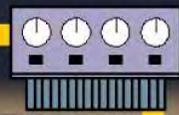
Zement-Füller  
Manschettenrohr-Verfahren



Mischanlage  
Pumpe



Meß- und  
Regeltechnik



Schacht





# Verfahrensbeschreibung

Einbau der Manschettenrohre

Phase 1: Vorinjektion

Phase 2: Hebungsinjektion

C-STRAP®-Verfahren

Zement -  
Füller

Mischanlage  
Pumpe

Meß- und  
Regeltechnik

Schacht





# Verfahrensbeschreibung

## Einbau der Manschettenrohre

Phase 1: **Vorinjektion**

Phase 2: **Hebungsinjektion**

© KELLER®-Verfahren

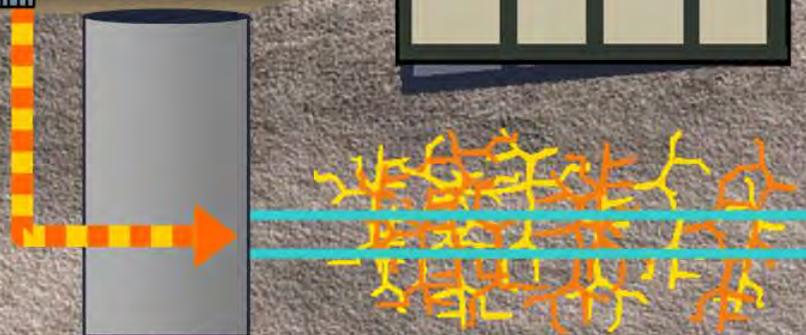
Zement -  
Füller

Mischanlage  
Pumpe

Meß- und  
Regeltechnik

Schacht

- Verbesserung der Baugrundeigenschaften
- Erhöhung der Tragwirkung



**Fehlstelle in der Bohrpfehlwand**



**Tagbruch oberhalb des Bändertons**



# Die Unterquerung eines Hotel

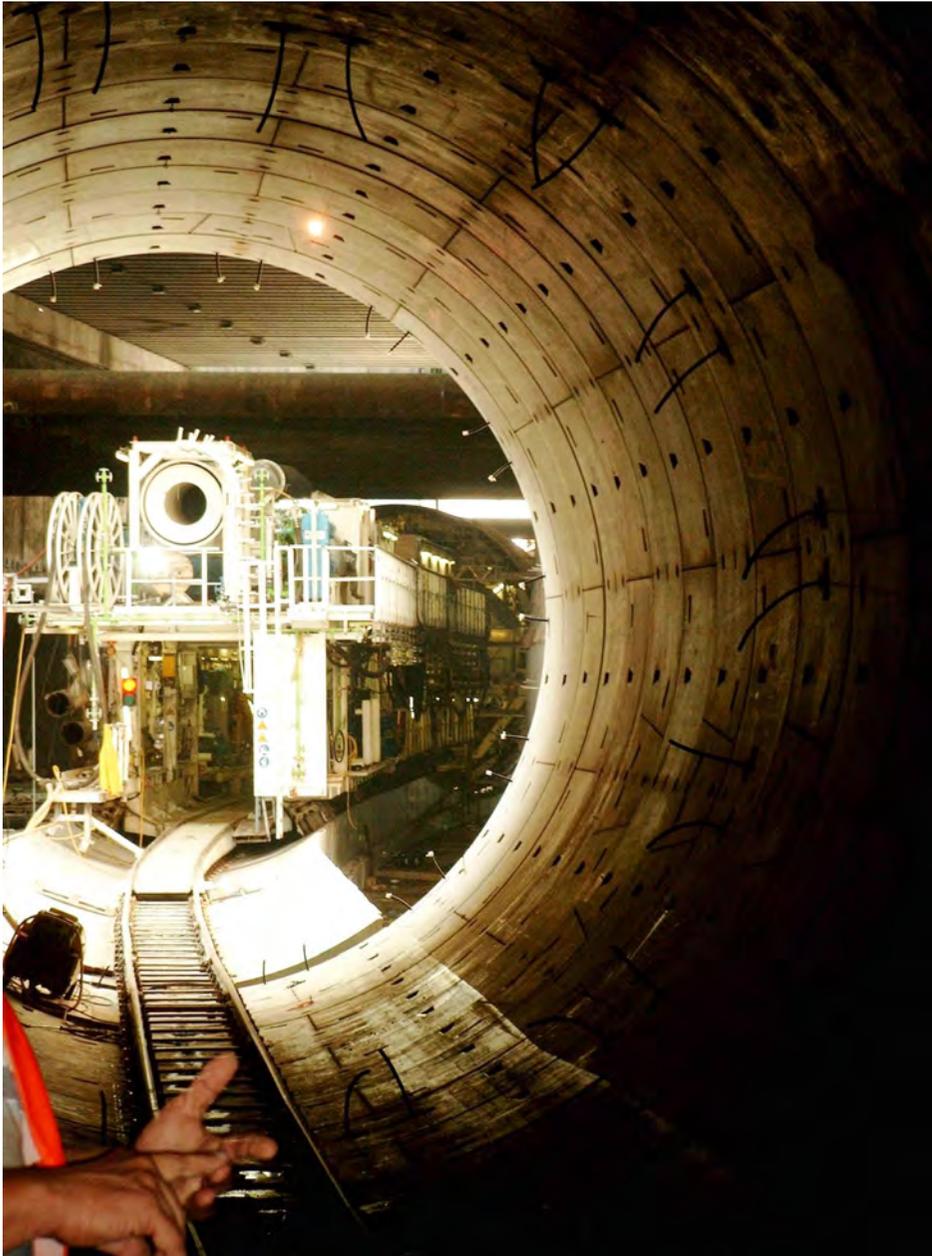


# Die Dimensionen des Projektes



# Bautenstand im Herbst 2007

1. Erste Tunnelröhre aufgefahren

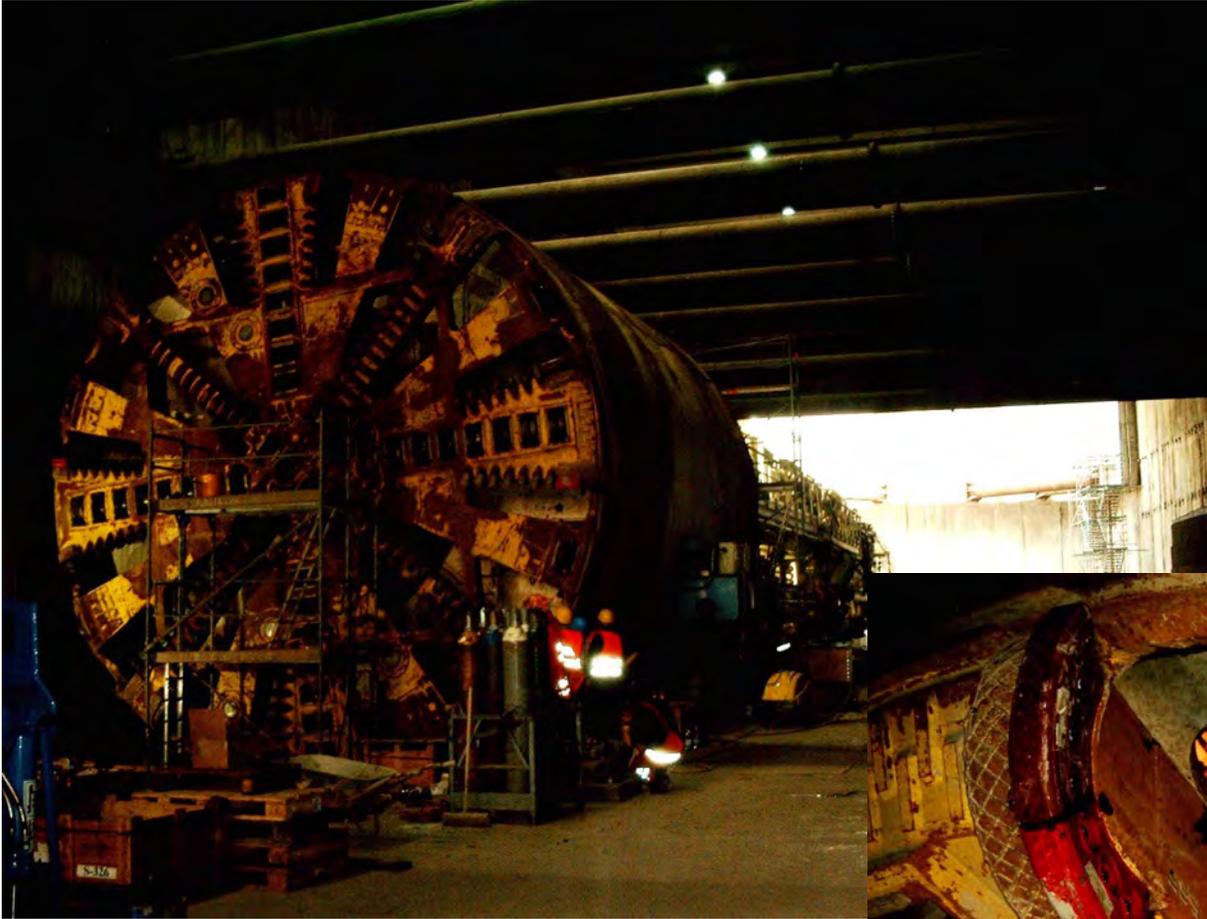


2. Eine Leckstelle auf 20.000 m<sup>2</sup>



# Bautenstand im Herbst 2007

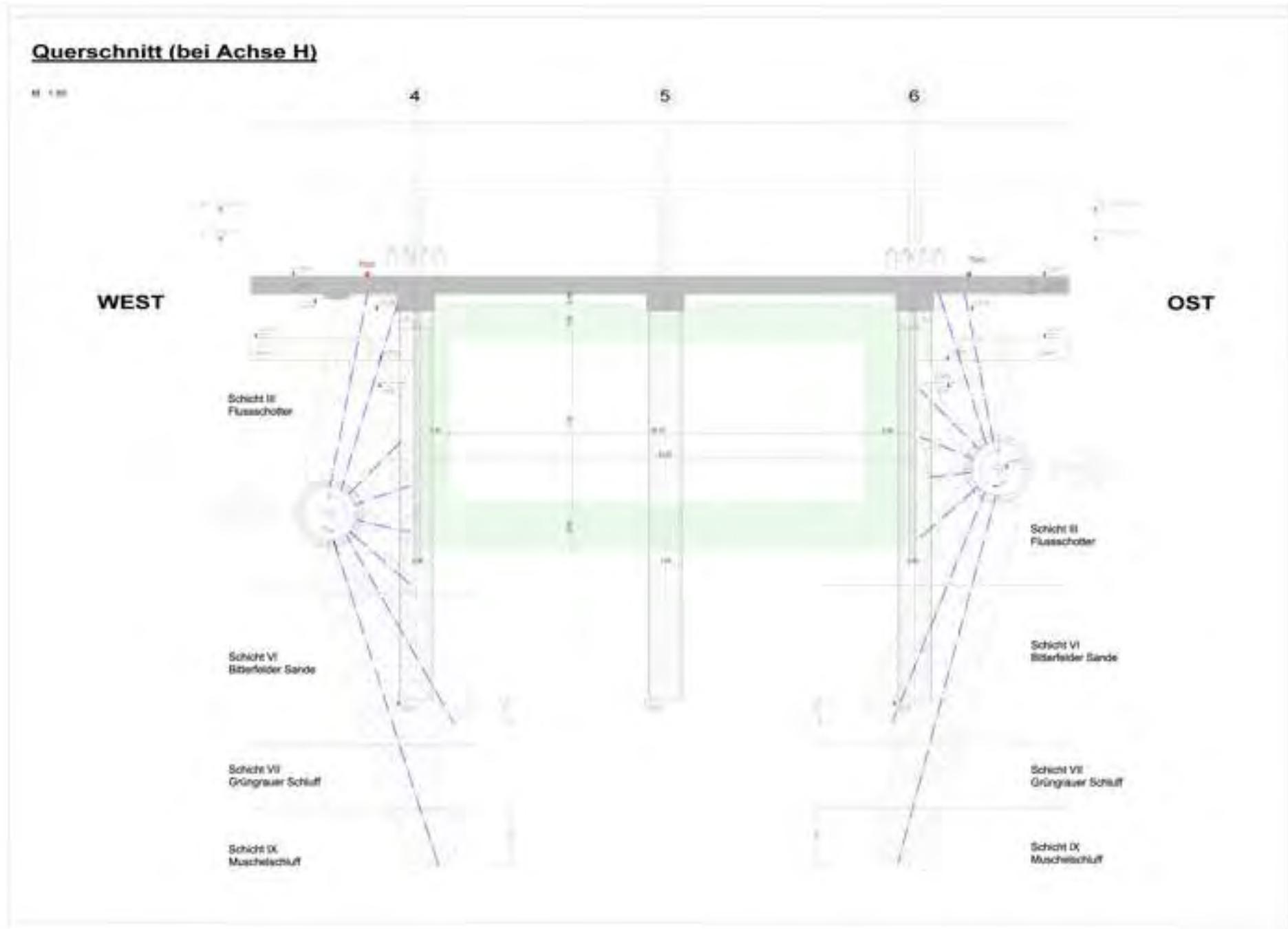
1.



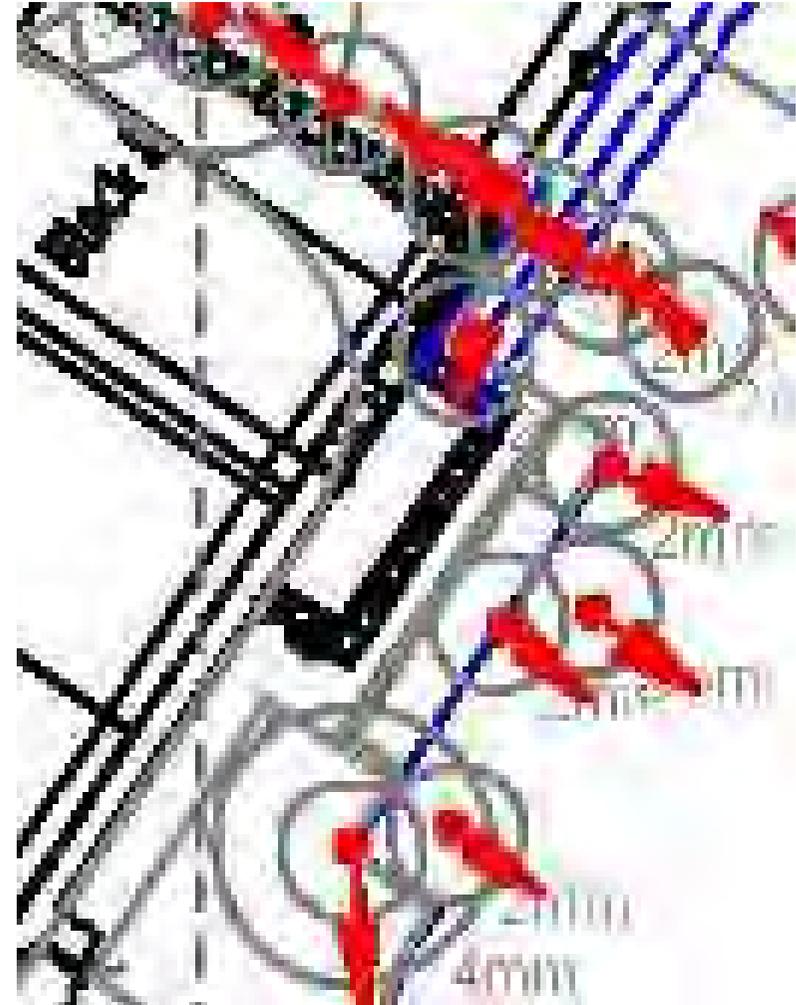
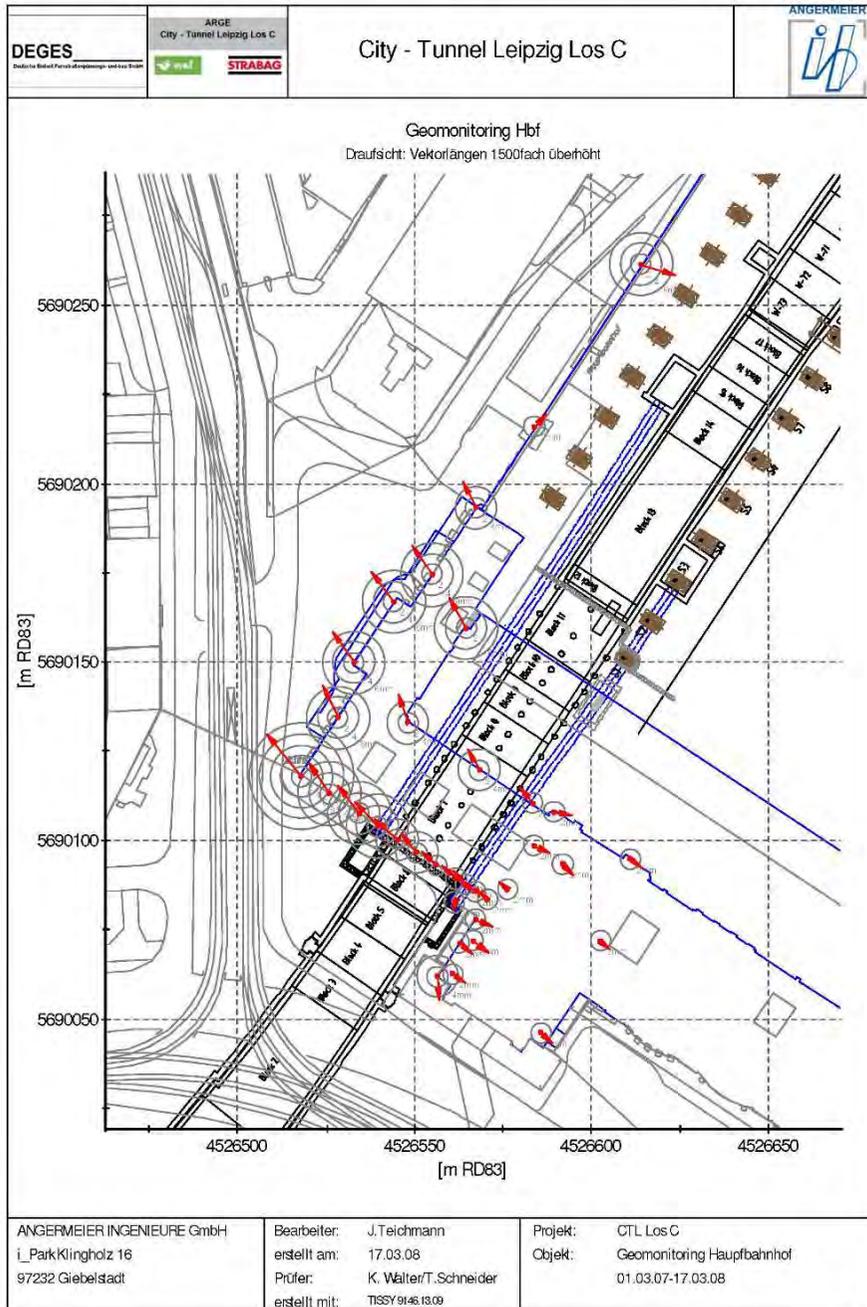
2.



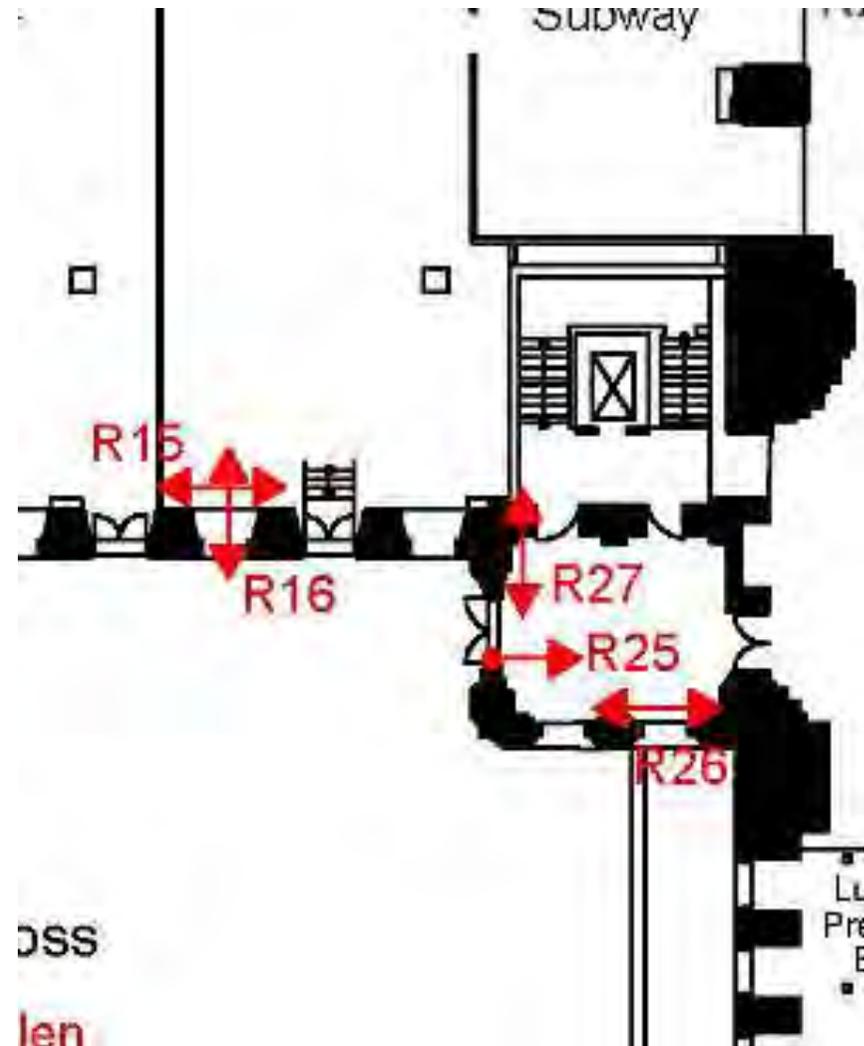
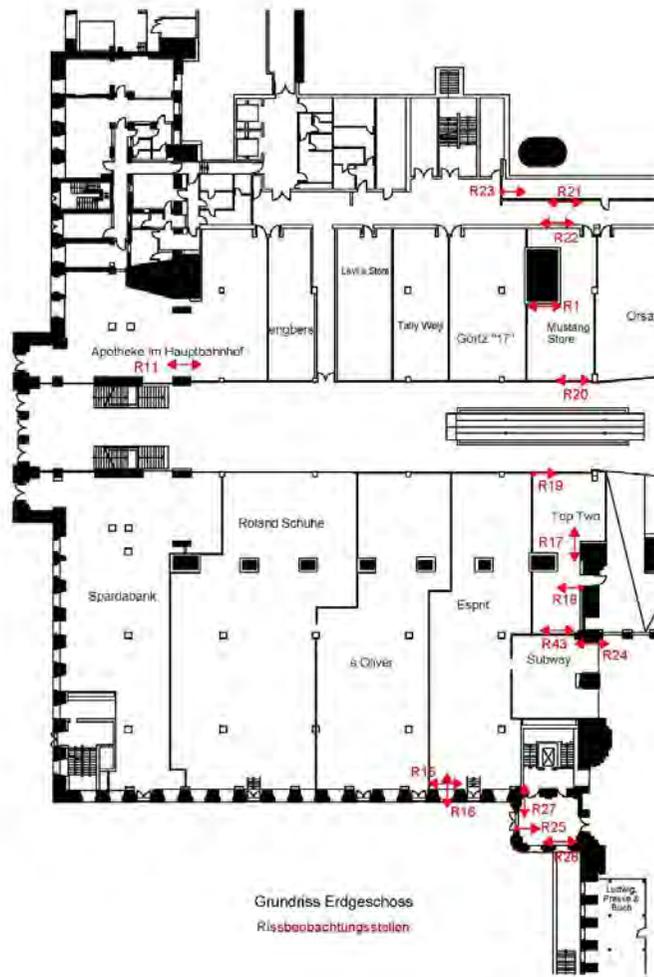
# Bergmännische Auffahrt unter dem Hbf-Gebäude



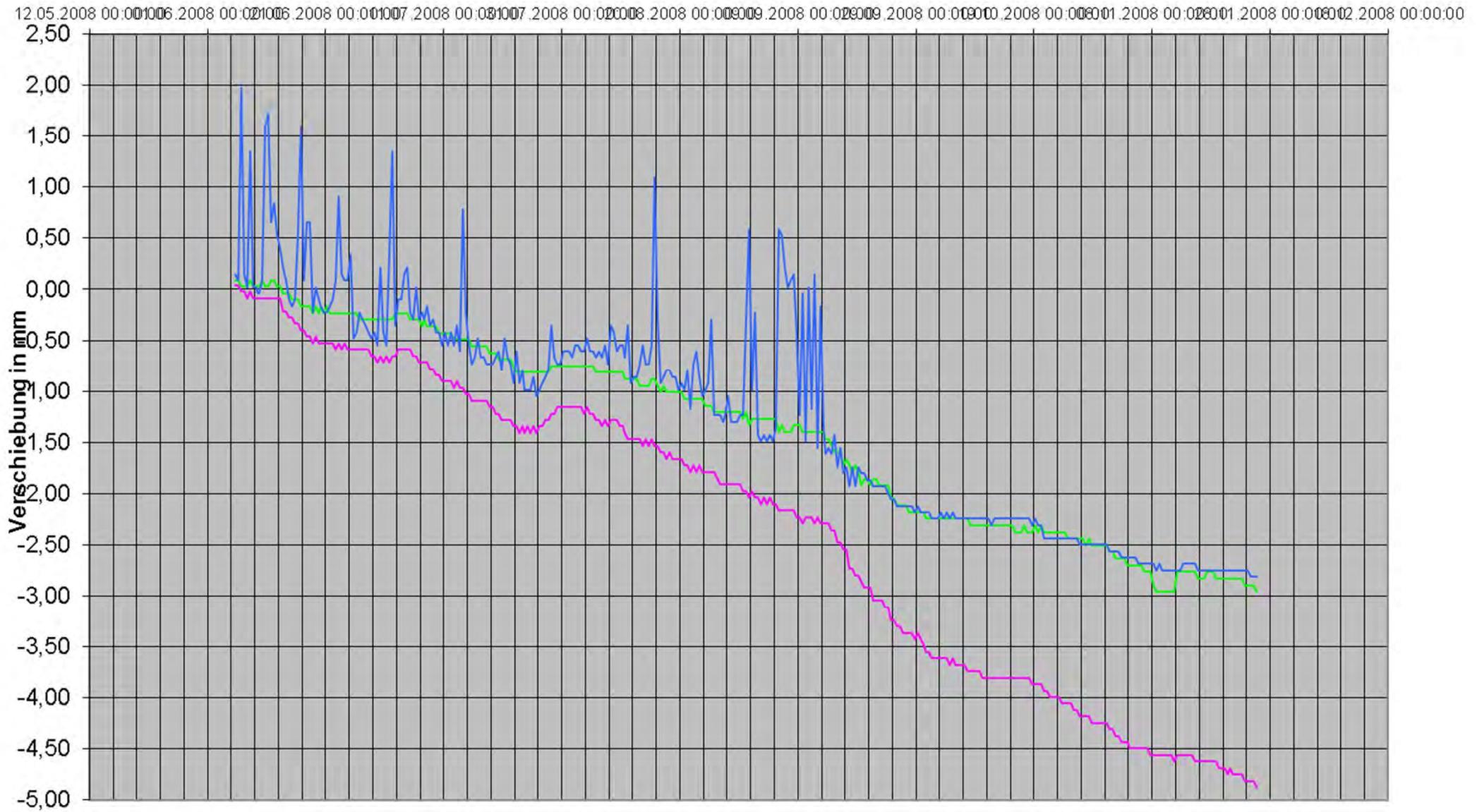
# Horizontalbewegungen im Vereisungsbereichen



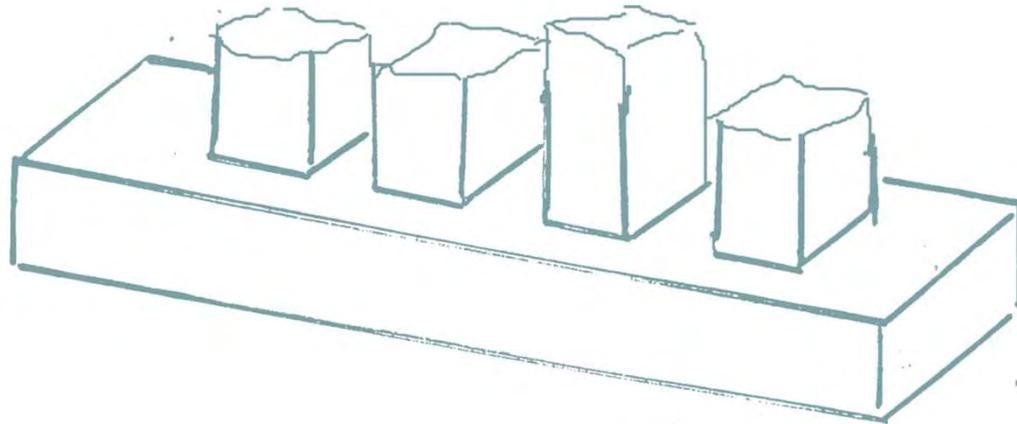
# Anordnung von Rissmonitoren



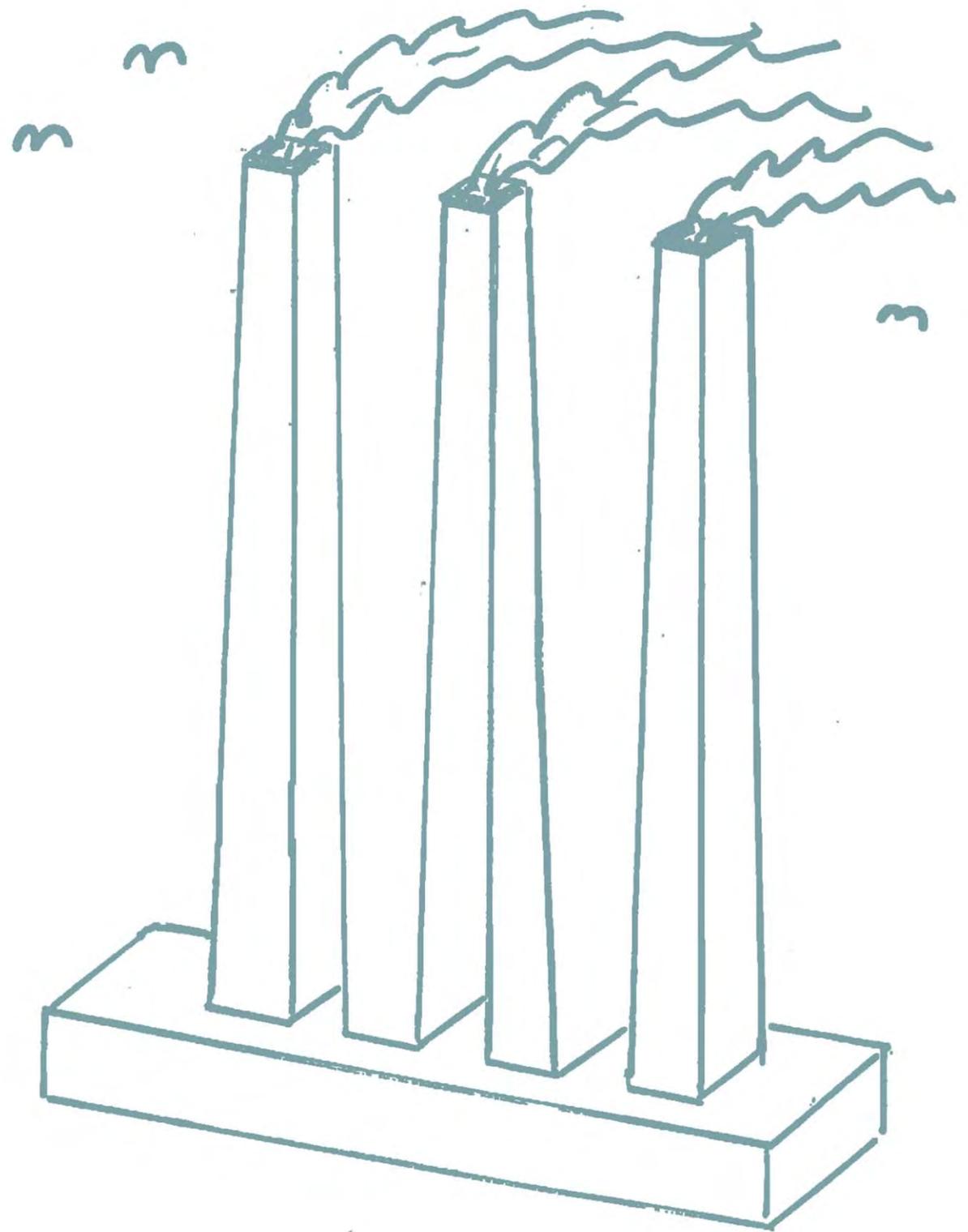
# Zeitachse



# Am Wege steht ein Fundament

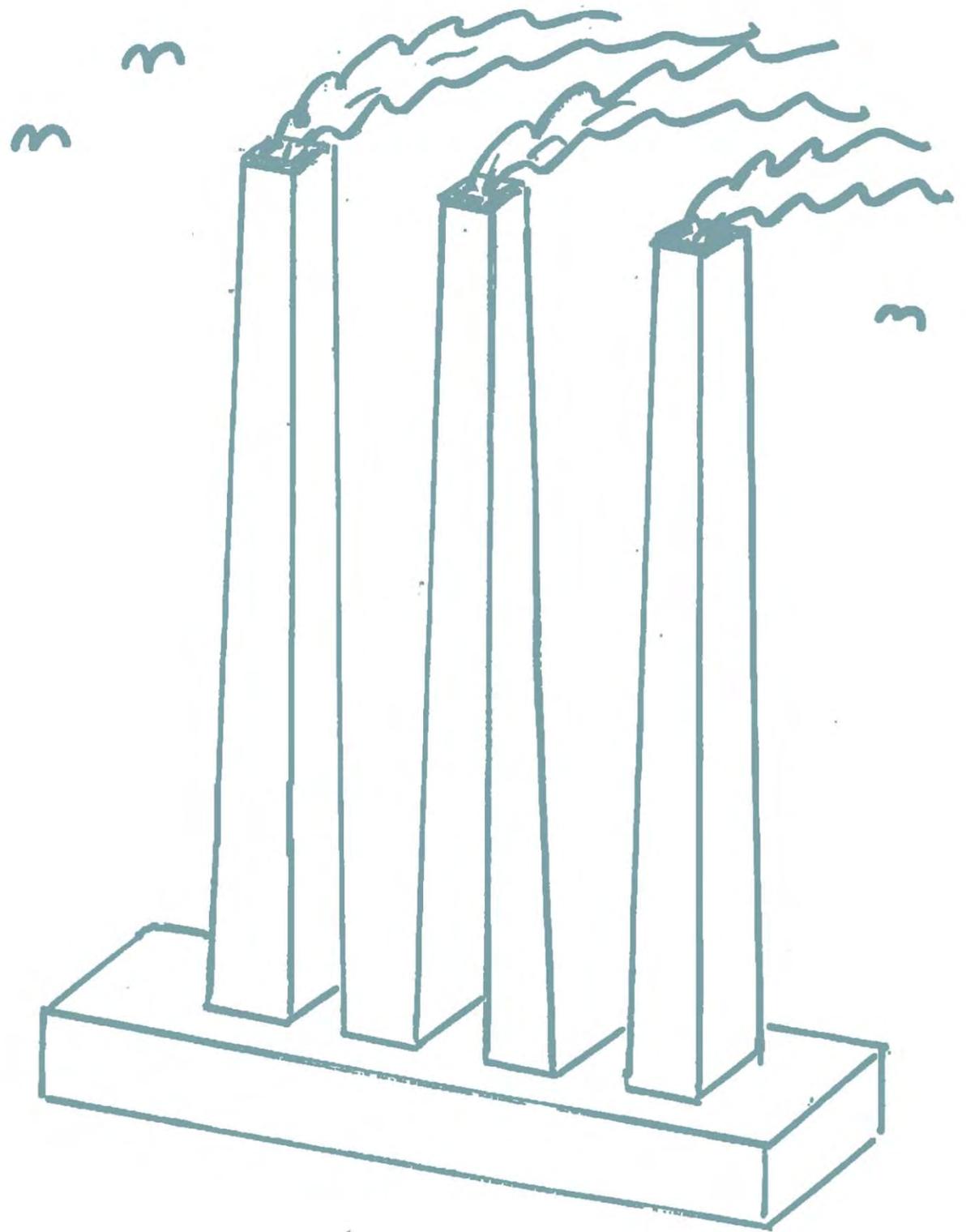


Später sehen wir  
das fertige Werk.



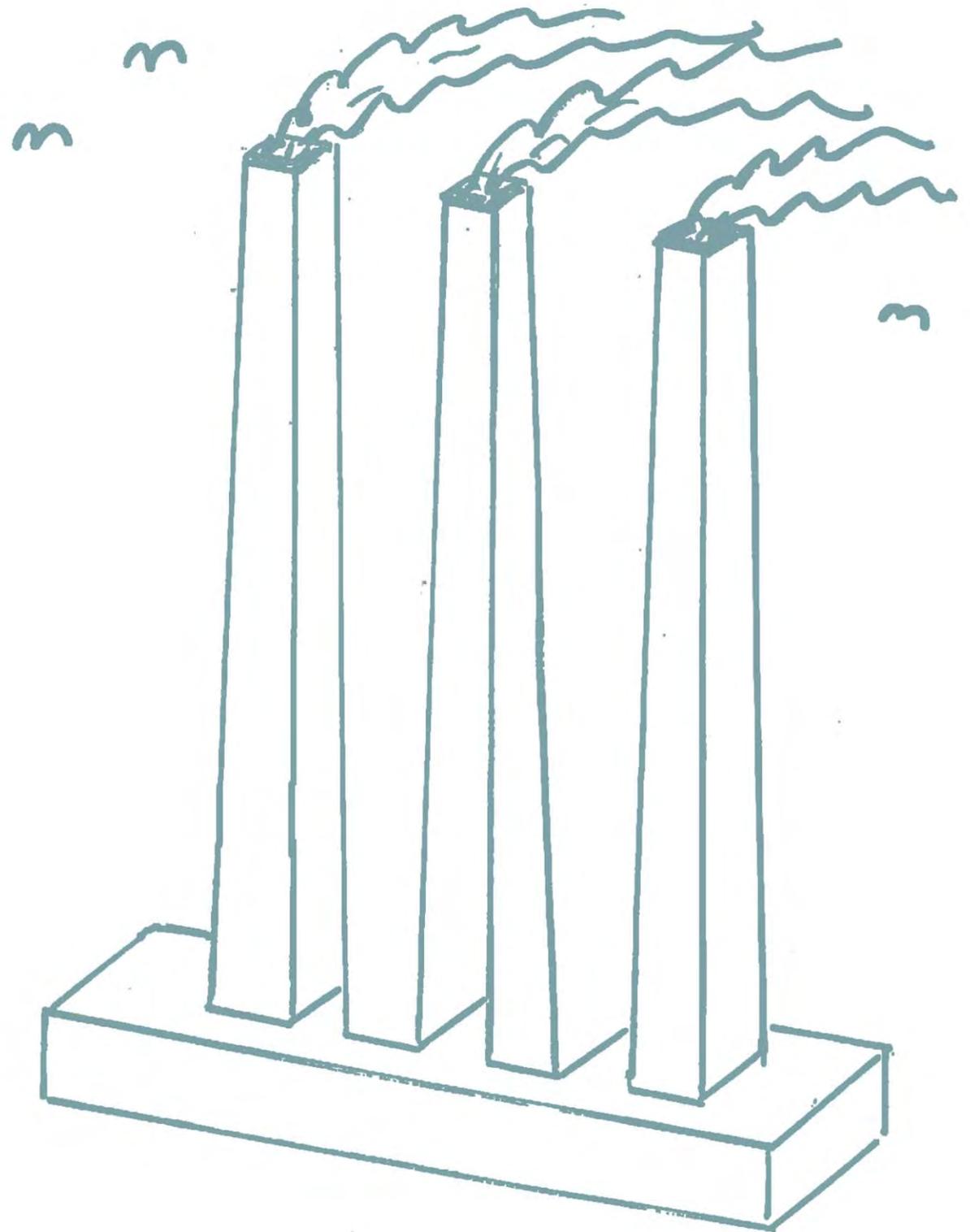
Später sehen wir  
das fertige Werk.

Setzen wir nun  
ein  
Fragezeichen?

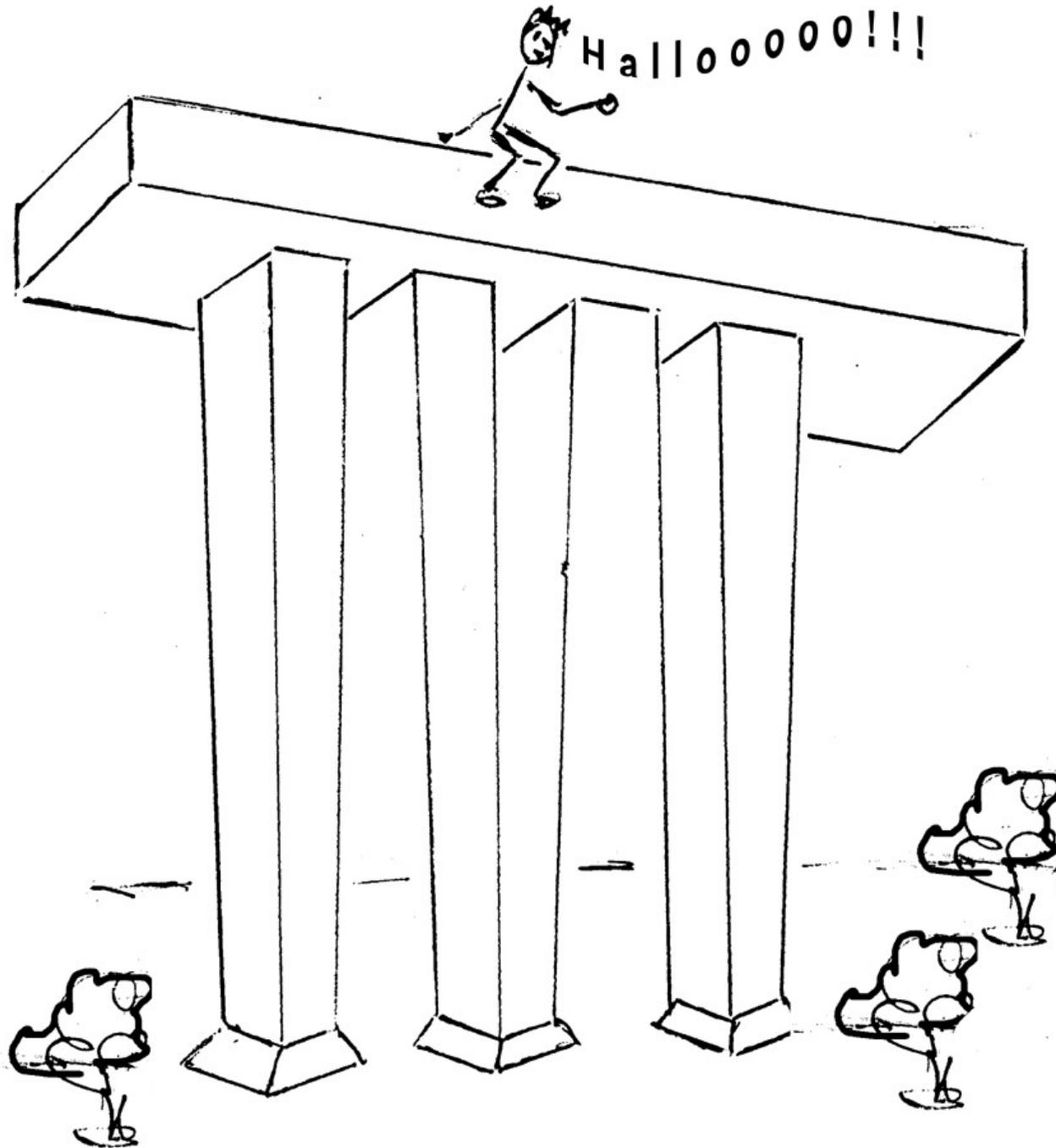


Natürlich nicht!

Denn:



... und schon sitzen wir wieder oben



# Fotos zum Bautenstand 2013

- am 24.10.2008 letzte Vortriebsfahrt und
- am 31.10.2008 1. Tunneldurchstich
- 2009 Beginn des Ausbaues und
- am 15.12.2013 wurde die Inbetriebnahme vorgenommen, und damit 4 Jahre später als ursprünglich geplant
- dafür gibt es mehrere Gründe

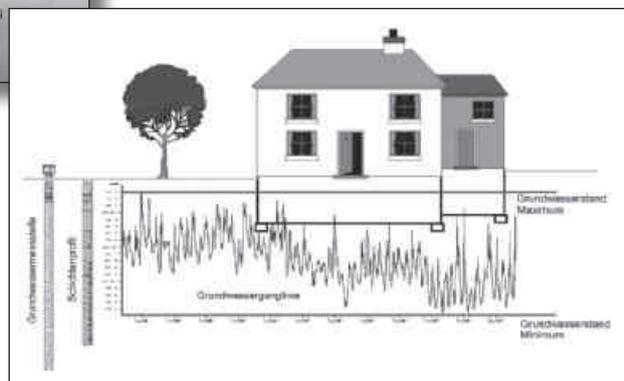
**Danke  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

# BWK-Regelwerk

## Merkblatt BWK-M8

### Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen

September 2009



## Verantwortlicher Herausgeber

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft,  
Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.  
Hintere Gasse 1, D-71063 Sindelfingen  
Telefon (0 70 31) 4 38 39 94, Telefax (0 70 31) 4 38 39 95  
E-Mail: info@bwk-bund.de  
http://www.bwk-bund.de

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von der BWK-Arbeitsgruppe 4.1 „Nutzungskonflikte bei hohen Grundwasserständen – Lösungsansätze“ unter Mitwirkung von:

<b>Gerdes, Heiko</b> , Dr.-Ing. (Vorsitzender)	BGS Umwelt Brandt Gerdes Sitzmann Umwelplanung GmbH, Darmstadt
<b>Dohr, Folker</b> , Dr.	Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt
<b>Getta, Michael</b> , Dipl.-Geol.	Emschergenossenschaft/ Lippeverband, Essen
<b>Hammer, Gert</b> , Dipl.-Hydr.	Büro für Hydrologie und Bodenkunde, Dresden
<b>Kempken, Ralf</b> , Dipl.-Ing.	Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossen- schaft (LINEG), Kamp-Lintfort
<b>Krob, Lutz</b> , Dipl.-Geogr.	BWS GmbH, Hamburg
<b>Limberg, Alexander</b>	Senatsverwaltung für Gesund- heit, Umwelt und Verbraucher- schutz, II E3 Geologie und Grundwassermanagement, Berlin
<b>Schelp, Horst</b> , Dipl.-Ing.	Düsseldorf
<b>Schöpfer, Christoph</b> , Dr.-Ing.	Björnßen Beratende Ingenieure GmbH (BCE), Koblenz
<b>Strotmann, Reinhold</b> , Dr.	Dr. Strotmann Umweltberatung GmbH, Krefeld
<b>Vogel, Petra</b> , BORin Dipl.-Ing.	Regierungspräsidium Darm- stadt, Abt. Staatl. Umweltamt
<b>Warm, Harmut</b> , Dipl.-Ing.	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Fachamt Gewäs- ser- und Bodenschutz, Hamburg

Externe Experten:

<b>Probst, Klaus</b> , Dipl.-Ing.	Fraunhofer Informationszent- rum Raum und Bau (IRB), Stuttgart
<b>von Grabczewski, Hubert</b>	Korschenbroich

Korrespondierendes Mitglied:

<b>Eckardt, Andreas</b> , Dr.-Ing.	Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft des Frei- staates Sachsen, Dresden
---------------------------------------	--

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

## Vertrieb

Fraunhofer IRB Verlag  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Postfach 800469, D-70504 Stuttgart  
Telefon: (07 11) 9 70 - 25 00, Telefax: (07 11) 9 70-25 08  
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de  
<http://www.baufachinformation.de>

## Urheberrecht

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2009 Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.

1. Auflage im September 2009  
ISBN 978-3-8167-7831-8

Die Schutzgebühr beträgt 30,- €, für BWK-Mitglieder 24,- €.

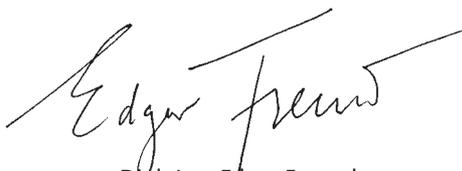
## Vorwort

Schäden an Bauwerken durch hohe Grundwasserstände und unzureichende Abdichtungen gehören in Deutschland zu den häufigsten Bauschäden und beschäftigen zunehmend die Gerichte. Der BWK hat aus diesem Grund im Herbst 2001 eine technisch-wissenschaftliche Arbeitsgruppe mit dem Ziel eingerichtet, diesen Problembereich systematisch aufzuarbeiten und Lösungsansätze für die Schadensbeseitigung und Schadensvorsorge aufzuzeigen. Dazu wurde zunächst in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Städtetag und dem Deutschen Städte- und Gemeindebund eine Umfrage bei den Städten und Gemeinden zum Ausmaß der Betroffenheit durchgeführt, ausgewertet und im Jahr 2003 mit Erläuterung der komplexen fachlichen Zusammenhänge in einem Statusbericht „Nutzungskonflikte bei hohen Grundwasserständen – Lösungsansätze“ veröffentlicht. Die festgestellte hohe Betroffenheit der Kommunen und große Nachfrage nach diesem Bericht haben die Mitglieder der Arbeitsgruppe darin bestärkt, die wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Systemzusammenhänge weitergehend zu konkretisieren. In Ergänzung zu den zahlreichen bereits vorhandenen technischen Regelwerken und Normen soll eine Lücke geschlossen werden, die die „Schnittstelle“ zwischen Bauwerk und Baugrund auf der einen und Wasserwirtschaft und Hydrogeologie auf der anderen Seite betrifft. Aufgezeigt werden sollen die konkreten Arbeitsschritte, die für die Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen erforderlich sind.

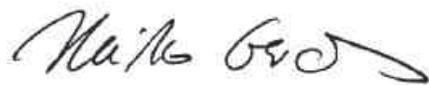
Die Ergebnisse dieser Arbeit führten zunächst zu einem als Gelbdruck herausgegebenen Entwurf eines BWK-Merkblattes zur Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes, das in der Fachwelt auf große Zustimmung gestoßen ist. Die eingegangenen Stellungnahmen und Hinweise wurden von der Arbeitsgruppe geprüft und in das Merkblatt eingearbeitet, sodass es hiermit als abgestimmtes technisches Regelwerk zur Verfügung gestellt werden kann.

Den Arbeitsgruppenmitgliedern wird an dieser Stelle für ihre engagierte und konstruktive ehrenamtliche Mitarbeit gedankt. Nur durch den intensiven Kontakt und Erfahrungsaustausch der Arbeitsgruppenmitglieder war eine tiefgehende Diskussion und Aufarbeitung der fachübergreifenden Thematik möglich. Der größte Nutzen des Merkblattes ist dann erreicht, wenn es möglichst viele Architekten, Ingenieure und Bauherren sowie alle Fachleute der Grundwasserbewirtschaftung als Information erreicht und hilft, Bauschäden zukünftig zu vermeiden.

Wir hoffen, dass das Merkblatt die hohen Erwartungen der Fachwelt erfüllen und zu einer wichtigen Hilfestellung für Ingenieurbüros und Verwaltung werden wird.



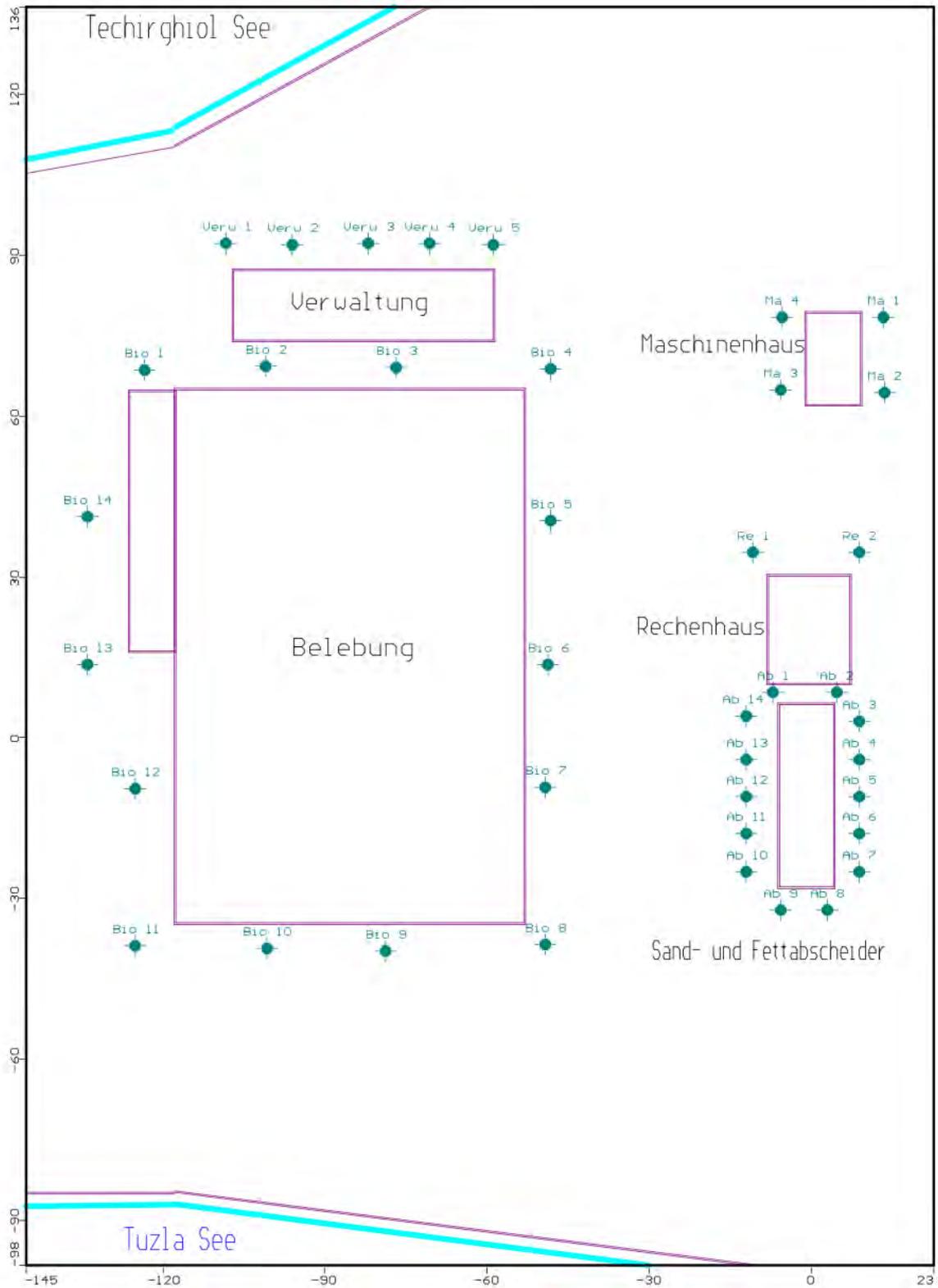
Dipl.-Ing. Edgar Freund  
Präsident des BWK



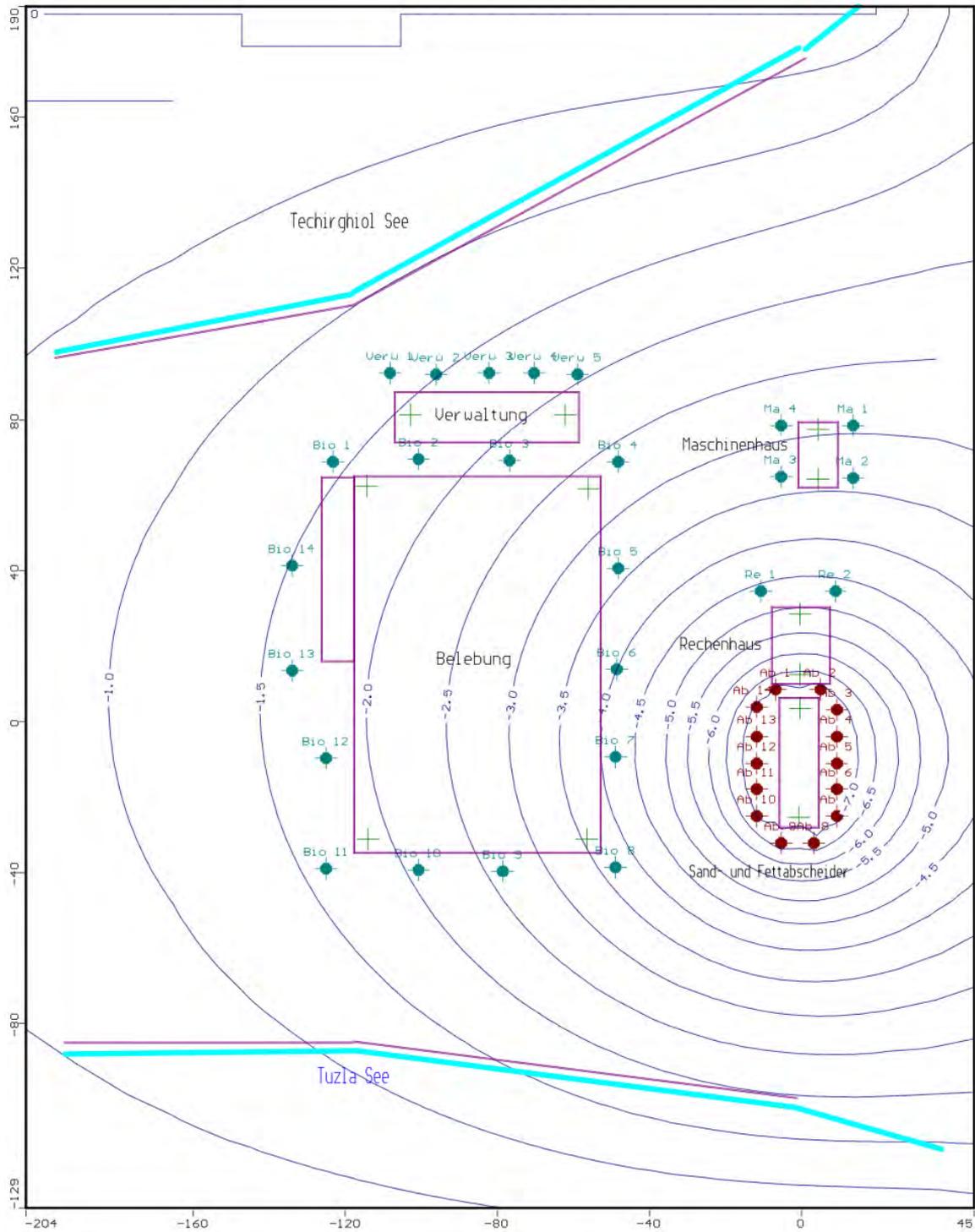
Dr.-Ing. Heiko Gerdes  
Vorsitzender der technisch-wissenschaftlichen Arbeitsgruppe 4.1  
„Nutzungskonflikte durch hohe Grundwasserstände“

## Inhalt

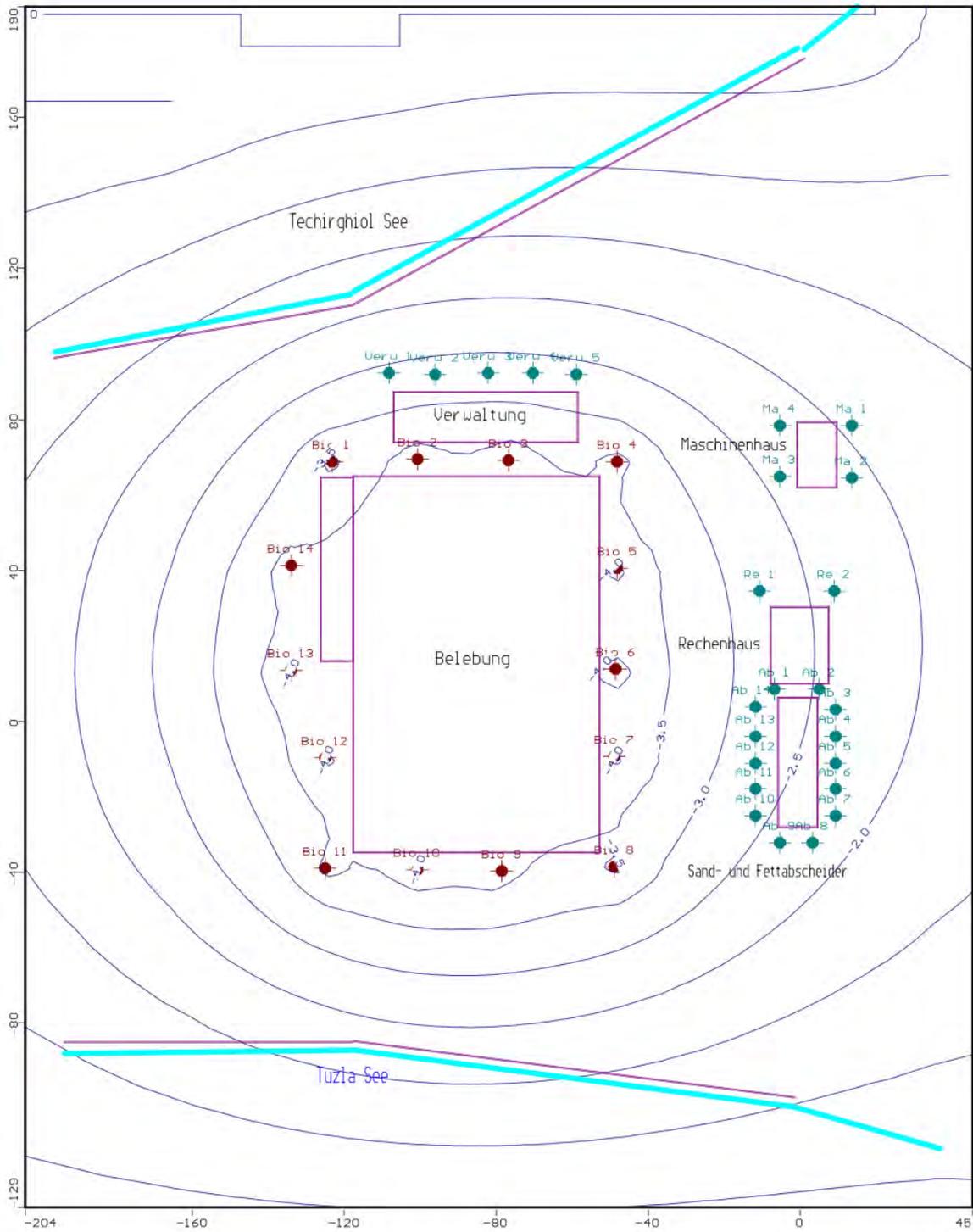
<b>1 Anlass und Einführung</b> .....	<b>5</b>	<b>5 Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes</b> .....	<b>16</b>
<b>2 Zielgruppe und Zuständigkeiten</b> .....	<b>7</b>	5.1 Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes ohne vorhandene Grundwasserstandsmessungen ...	17
<b>3 Definition des Bemessungsgrundwasserstandes</b> .....	<b>9</b>	5.2 Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes auf der Basis von Grundwasserstandsmessungen .....	17
<b>4 Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren</b> .....	<b>11</b>	5.2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes .....	17
4.1 Grundwasserförderung für Trink- und Brauchwasser	11	5.2.2 Ermittlung maßgeblicher Einflussfaktoren .....	18
4.2 Kanalisation mit Dränagewirkung .....	12	5.2.3 Repräsentative Fallgruppen und anwendbare Methoden .....	19
4.3 Versickerung von Niederschlagswasser .....	12	5.3 Aussageschärfe des Bemessungsgrundwasserstandes, Sicherheitszuschläge .....	20
4.4 Bauwerke im Grundwasser .....	12	5.4 Dokumentation und Darstellung des Bemessungs- grundwasserstandes .....	20
4.5 Rohstoffgewinnung und Bergbau .....	13	5.5 Fortschreibung des Bemessungsgrundwasserstandes .	21
4.5.1 Untertagebau .....	13	<b>6 Hinweise für die praktische Umsetzung</b> .....	<b>22</b>
4.5.2 Braunkohlentagebau .....	13	6.1 Bestehendes Regelwerk zur Bauwerksabdichtung ...	22
4.5.3 Nassabgrabungen .....	14	6.2 Erfahrungsberichte .....	23
4.6 Wechselwirkungen zwischen Fließgewässern und Grundwasser .....	14	6.2.1 Einzelnes Wohngebäude .....	23
4.6.1 Durch wasserbauliche Maßnahmen veränderte Gewässer .....	14	6.2.2 München .....	24
4.6.2 Durch wasserbauliche Maßnahmen geschützte Gebiete .....	15	6.2.3 Hessisches Ried .....	25
4.6.3 Rückbau von naturfern ausgebauten Gewässern unter Berücksichtigung naturnaher Gestaltungs- kriterien .....	15	<b>7 Literaturverzeichnis</b> .....	<b>27</b>



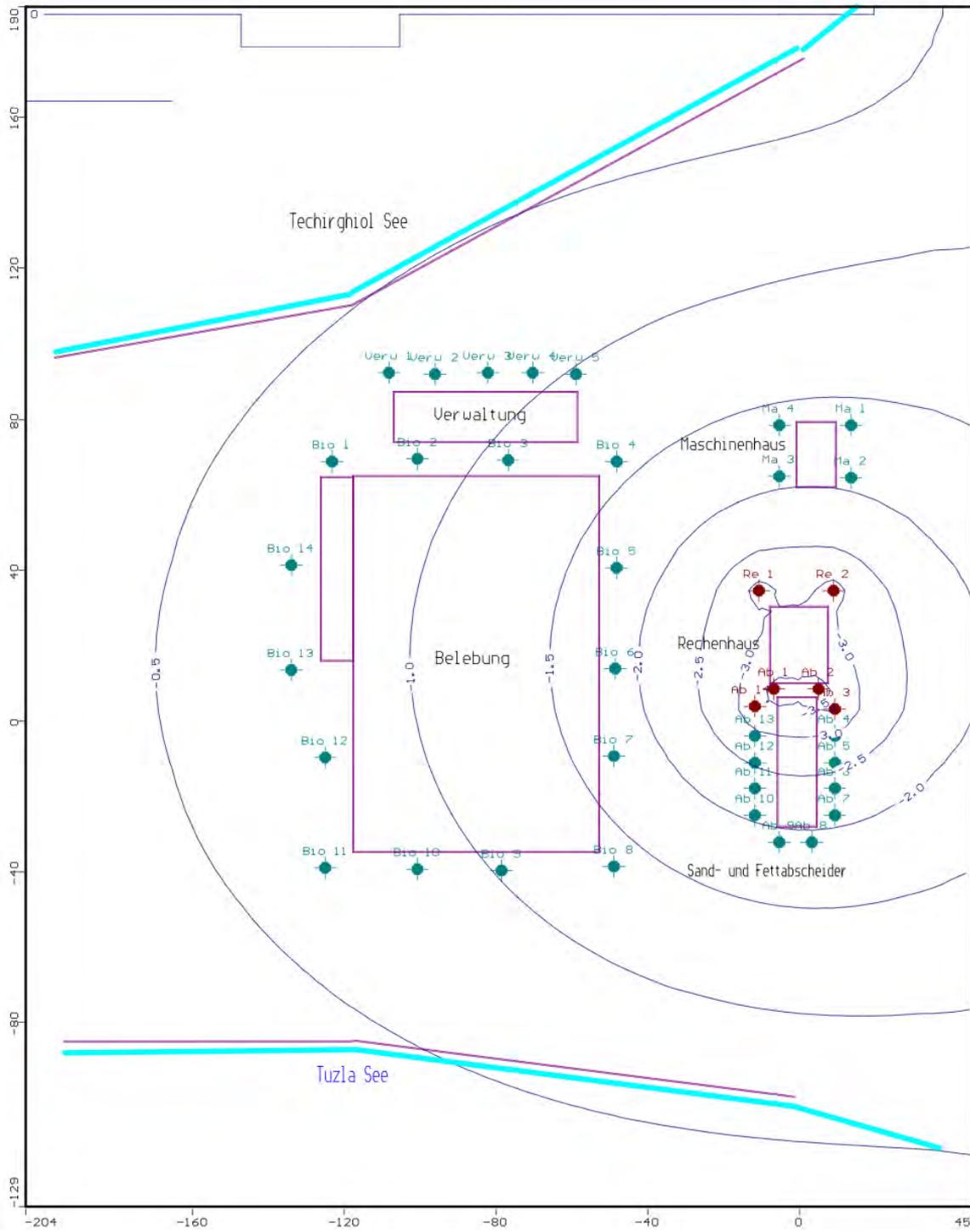
Anordnung der Brunnen



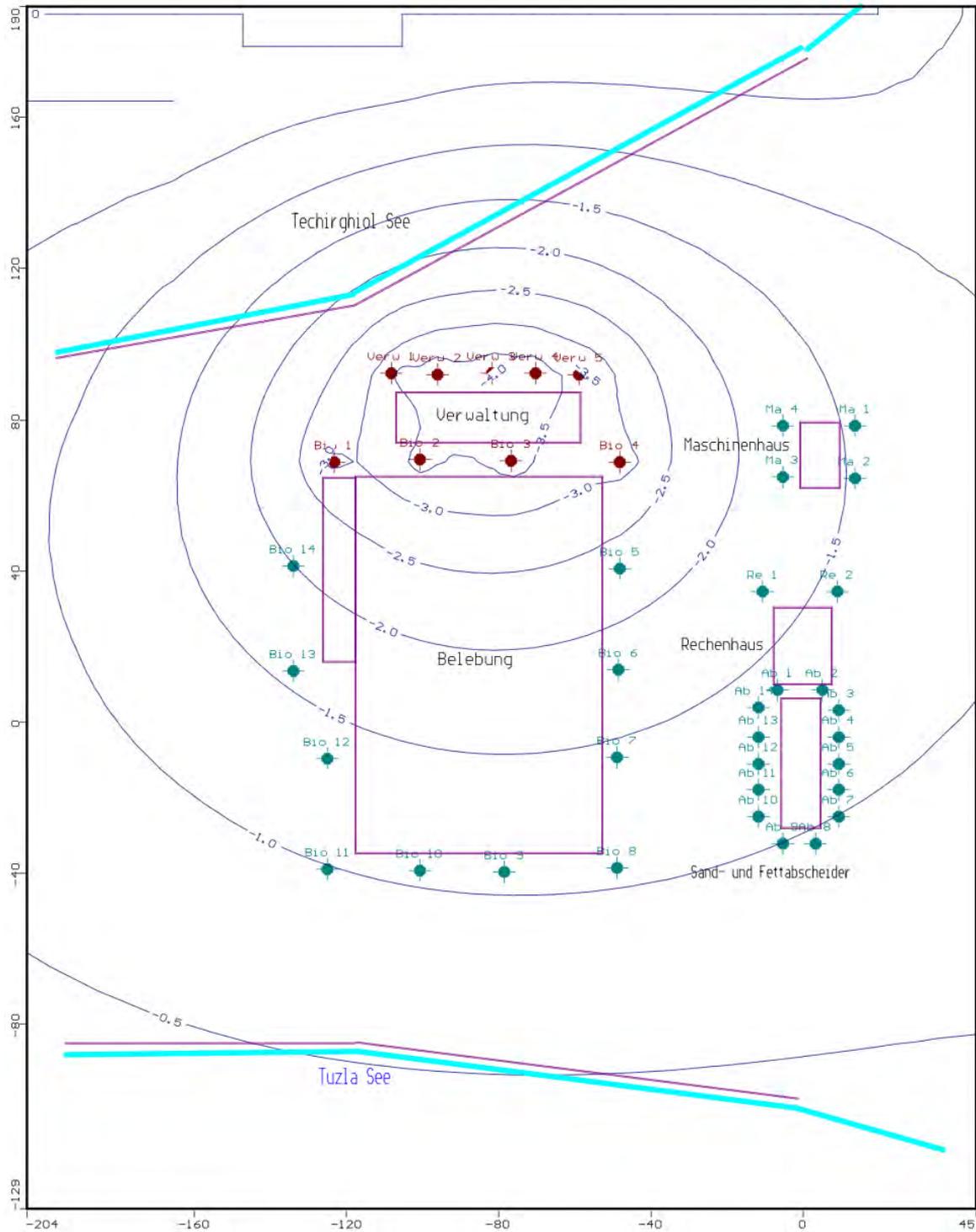
Berechnete Grundwasserabsenkung für den Sand- und Fettabscheider



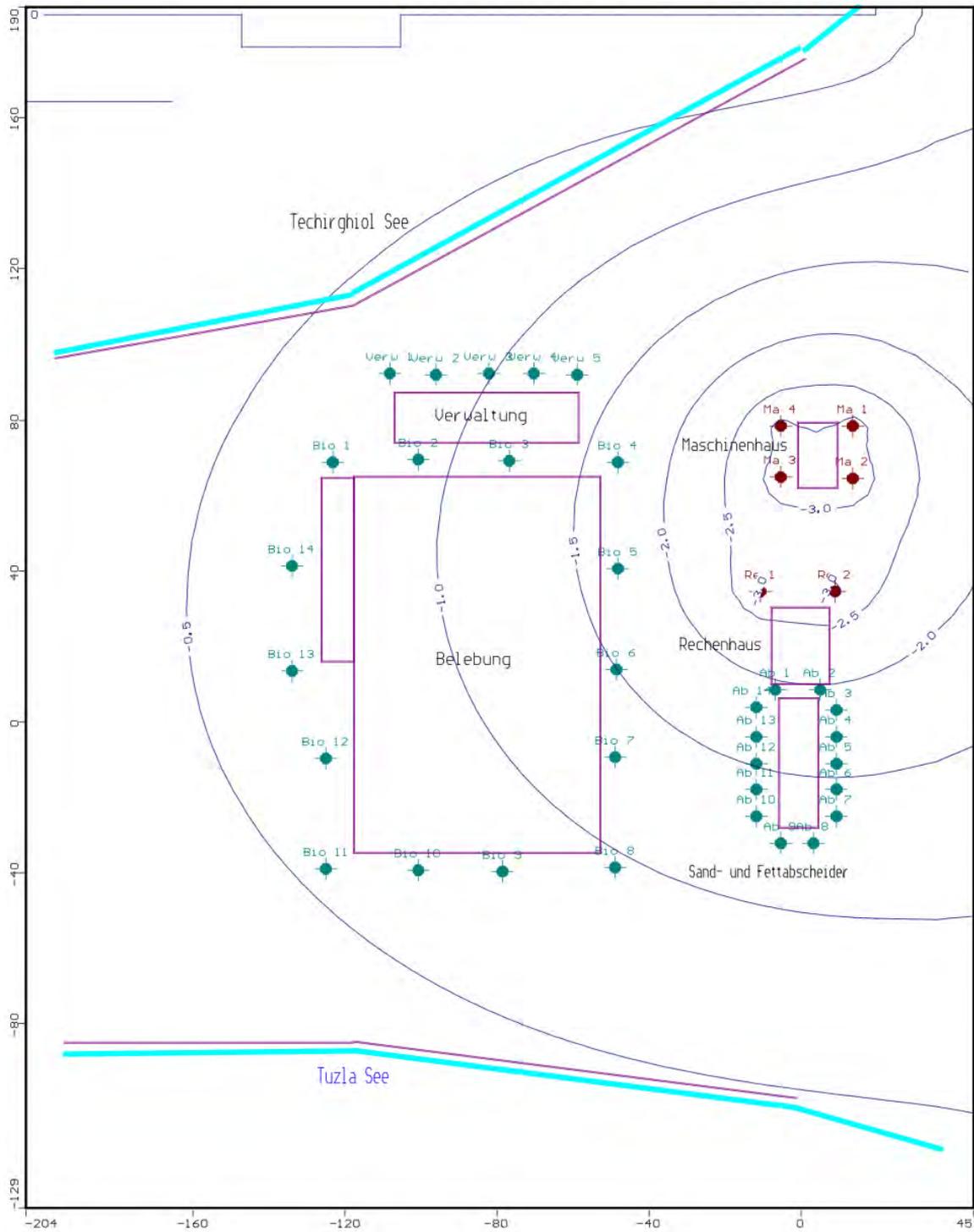
Berechnete Grundwasserabsenkung für das Belebungsbecken



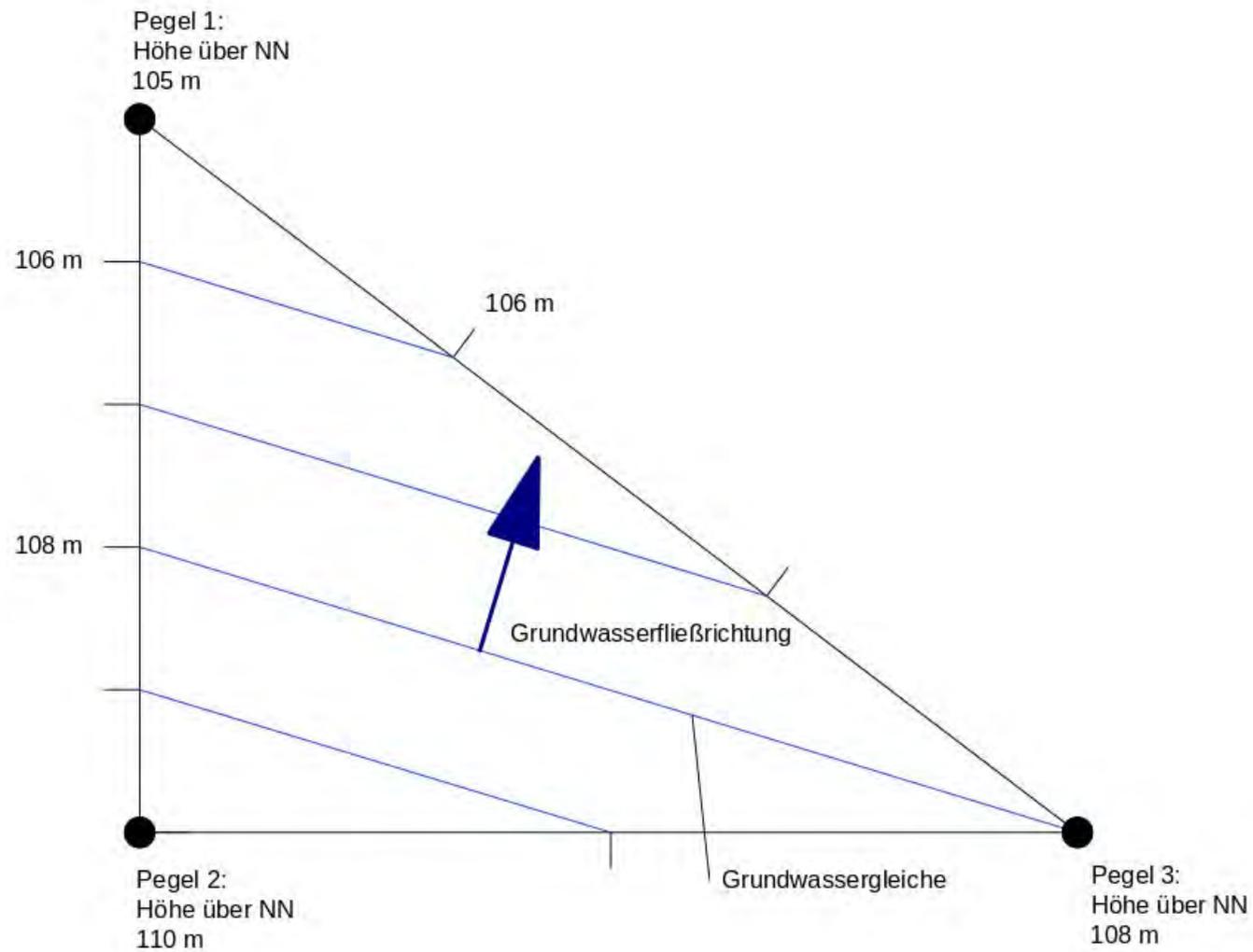
Berechnete Grundwasserabsenkung für das Rechenhaus



Berechnete Grundwasserabsenkung für das Verwaltungsgebäude



Berechnete Grundwasserabsenkung für das Maschinenhaus (Trafo, Schlamm entwässerung, Schaltraum, EMS)



## Beispiel eines hydrologischen Dreiecks

[Weitere Einzelheiten](#)

beispielhafte Darstellung eines hydrologischen Dreiecks (für Interpolation des Grundwassergleichenplans)

CC BY-SA 3.0 [Hinweise](#)

zur Weiternutz...  
File: HydrologischesDreieck.svg  
Erstellt: 1. Dezember 2013

### Einzelheiten zur Genehmigung

durch mich

[Über](#) | [Diskutieren](#) | [Hilfe](#)

# Merkblatt über Wasserhaltungen bei Baugruben

Der Arbeitskreis 23 „Wasserhaltungen“ der DGEG konstituierte sich 1989 neu, nachdem sich die Aufgabenstellung grundlegend geändert hatte.

Das vorliegende Merkblatt soll vor allem die Begriffe der Wasserhaltung ordnen und allgemeine Hinweise für die Planung und Ausführung geben.

*Predraining of excavations. In 1989 DGEG-working group 23 "predraining of excavations" has been newly constituted, since the technical problems have changed.*

*The purpose of the present technical document is to organize the terms used for predraining and to give in general recommendations for design and construction.*

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieses Merkblatt legt Begriffe fest und gibt Hinweise für die Planung und Ausführung einer Bauwasserhaltung zum Entnehmen, Ableiten und Einleiten von Grundwasser.

Die Wasserhaltung ist Bestandteil des wasserrechtlichen Genehmigungsverfahrens. Die Genehmigungsfähigkeit sollte daher möglichst frühzeitig durch eine Bauanfrage geklärt werden.

Es werden Verfahren behandelt, mit denen Baugruben, Bauflächen und erd- und wasserberührte Bauteile vorübergehend wasser- und auftriebsfrei gehalten werden.

## 2 Begriffsbestimmungen

- Grundwasserabsenkung ist die künstliche Erniedrigung des Grundwasserspiegels
- Grundwasserentspannung ist die Verminderung des Wasserdrucks im Boden
- Offene Wasserhaltungen werden durch die Anwendung von Dräns vorgenommen
- Dränung ist die Entwässerung des Bodens durch Dränschichten und Dränleitungen
- Geschlossene Wasserhaltung ist die Absenkung des Grundwassers mittels Brunnen
- Filter verhindern das Aus-schlämmen von Bodenteilchen in-

folge strömenden Wassers. Sie bestehen z. B. aus mineralischen Stoffen, Keramik, Kunststoffen oder Geotextilien. Sie sind dem anstehenden Boden anzupassen

- Vorfluter sind fließende oder stehende Gewässer, Kanalleitungen und Versickerungsanlagen
- Grundwasserumleitungen dienen der Verminderung eines störenden Einflusses auf den natürlichen Grundwasserstrom durch in das Grundwasser eintauchende Bauwerke

- Versickerung ist die Einleitung von Wasser in den Boden, z. B. über Brunnen, Gräben, Becken

- Grundwassermeßpegel dienen der Beobachtung des Wasserstandes und der Entnahme von Wasserproben. Der Aufbau ist in DIN 4021 beschrieben. Der Durchmesser und die Tiefe sind nach der Meßaufgabe festzulegen

- Gespanntes Grundwasser liegt dann vor, wenn der Druckwasserspiegel unter einer wassersperrenden Schicht (Stauer) oberhalb des freien (ungespannten) Grundwasserspiegels liegt.

- Artesisch gespanntes Grundwasser liegt dann vor, wenn der Druckwasserspiegel einer wassersperrenden Schicht (Stauer) über der Geländeoberfläche liegt

## 3 Untersuchungen

### 3.1 Örtliche Verhältnisse

Die örtlichen Verhältnisse, die Bebauung und die topographische Gestalt, z. B. Hang, Mulde, Talprofil des weiteren Baugebietes, ist durch Augenschein, topographische Karten und evtl. Vermessung zu erkunden. Hierbei sind Wasser- austritte, Quellen, Flußwasserstände, Brunnen, Wasserentnahmen und Trinkwasserfassungsgebiete zu erfassen.

### 3.2 Geologische und Baugrundverhältnisse

Die geologischen Verhältnisse und die Baugrundverhältnisse sind durch geologische Karten festzustellen und durch Bohrungen und

Schürfe näher zu erkunden. Hierzu ist ein Sonderfachmann gemäß DIN 4020 einzuschalten.

Von allen Lockergesteinsarten müssen Schichtgrenzen, Korngrößenverteilung und Wasserdurchlässigkeit bekannt sein, bei Festgestein der Verlauf der Klüfte.

Die Aufschlußbohrungen und Schürfe müssen alle von der Baumaßnahme und insbesondere der Wasserhaltung beeinflussten Bereiche nach Fläche und Tiefe erfassen.

### 3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse erfordert die Erfassung des gesamten Einflußbereiches der Wasserhaltung. Dabei bestimmen die geologischen Verhältnisse die Größe des Untersuchungsfeldes.

Von allen wasserführenden Bodenarten müssen durch Grundwasserpegel die Grund- und Druckwasserspiegel auf NN bezogen, die Grundwassermächtigkeit und die Grundwasserstockwerke erschlossen sein.

Die Grundwasserfließrichtung muß bekannt sein. Sie wird durch ein Netz von Grundwassermeßstellen über die Konstruktion von Grundwasserhöhengleichen ermittelt. In Sonderfällen, z. B. bei Kluftwasserleitern, stark profilierter Grundwassersole, Druckwasserleitern u. ä., können Tracer- und Farbversuche notwendig sein.

Die Grundwasserstände HHGW (höchstmöglicher Grundwasserstand), HGW (für die Bauzeit anzunehmender Höchststand), MGW (mittlerer Grundwasserstand) und eventuell NGW bzw. NNGW (niedrigste Grundwasserstände) sind durch Vergleich mit langjährig beobachteten Messungen oder aus Berechnungen zu ermitteln.

Durch Labor- und/oder Feldversuche wird der Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  [m/s] ermittelt. Der Beiwert bildet zusammen mit der

Transmissivität  $T = k \cdot H$  [ $m^2/s$ ] ( $H$  = Mächtigkeit der wasserführenden Schicht) die Grundlage für die Dimensionierung der Wasserhaltung.

**3.4 Vorflut für die Wassereinführung**

Vorfluter sind fließende oder stehende Gewässer, Kanalleitungen und Versickerungsanlagen. Das einzuleitende Wasser muß vor der Einleitung unter Umständen besonders behandelt werden, z. B. Klärung durch Sandfang- oder Absetzbecken oder chemische Neutralisation.

**3.5 Chemische Beschaffenheit des Grundwassers**

Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers ist im Hinblick auf den Pumpbetrieb und die Zulässigkeit der Einleitung in die Vorflut zu untersuchen. Dabei ist auf die Durchmischung verschiedener Wässer, die Entgasung, auf Ausfällungen und die Befruchtung mit Schadstoffen zu achten.

Repräsentative Proben sind aus Pegeln, Brunnen oder Schürfen zu entnehmen.

**4 Wasserhaltungen und Wasserabsenkungen**

**4.1 Allgemeines**

Der Grundwasserspiegel soll für die Zeit der Bauarbeiten in der Regel bis ca. 0.5 m unter die Aushubsohle abgesenkt sein. Die Absenkung  $s$  des Grundwasserspiegels wird je nach Durchlässigkeit und Absenktiefe durch Dränung (offene Wasserhaltung) oder mittels Brunnen (geschlossene Wasserhaltung) erreicht (siehe Bild 1).

Weiterhin gilt es, den Boden der Aushubsohle (Grundungssohle)

in dem ursprünglichen (ungestörten) Zustand zu erhalten. So ist bei Böden, die zur Schwimmsandbildung neigen, und bei bindigen Böden ein Aufweichen der Gründungssohle, z. B. durch Niederschläge, zu vermeiden. Die Entwässerung ist in der Regel über einen auf die Baugrubensohle aufbrachten Flächendrän mittels der offenen Wasserhaltung vorzunehmen. Bei den genannten Böden ist diese Entwässerung auch bei einem mehrere Meter unter der Baugrubensohle liegenden Grundwasserspiegel erforderlich.

Die zu wählende Art der Wasserhaltung ist vorrangig von dem zu entwässernden Boden abhängig (siehe Bild 2).

Bei der Schwerkraftwasserhaltung erfolgt die Entwässerung des Bodens durch den künstlich hergestellten Höhenunterschied zwischen dem ruhenden Grundwasserspiegel und dem abgesenkten Wasserspiegel im Brunnen. Das Grundwasser fließt, der Schwerkraft folgend, ohne weitere äußere Einwirkung dem Brunnen zu.

Die Vakuumwasserhaltung wird angewendet, wenn der Boden feinkörnig und schwer entwässerbar ist. So fließt z. B. bei einem Schluff nur noch ein kleiner Teil des Wassers infolge Schwerkraft dem Brunnen oder dem Drän zu.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte  $k$  schwanken für die verschiedenen Böden etwa zwischen  $10^{-1} m/s$  (Grobkies) bis etwa  $10^{-10} m/s$  (Ton). Man kann davon ausgehen, daß die Absenkung des Grundwassers mit Schwerkraft oder Vakuum für einen Bereich von etwa  $10^{-2} m/s$  bis  $10^{-7} m/s$  ausgeführt werden kann. Bei sehr stark durchlässigen Böden ( $k > 10^{-2} m/s$ ) kann

selbst bei Entnahme großer Wassermengen keine wesentliche Absenkung mehr erreicht werden. Um ein Bauwerk dann noch herstellen zu können, muß man sich anderer Maßnahmen bedienen, wie z. B. der Herstellung von wasserdichten Baugrubenwänden, die an dichten Bodenformationen im tieferen Untergrund anbinden, oder durch das Einbauen von Unterwasserbeton-, Injektions- oder Soilcrete-sohlen zwischen den dichten Baugrubenwänden. Dadurch wird eine Absperrung sowohl nach unten als auch zur Seite hin erreicht, und eine Absenkung nach außen ist nicht mehr erforderlich. Hierdurch entstehen tief in den Untergrund hineinreichende sperrende, den Grundwasserstrom hemmende Bauwerke, die gegebenenfalls zusätzliche Baumaßnahmen erfordern.

Der Bereich  $k = 10^{-4}$  bis  $10^{-5} m/s$  gilt als Übergangsbereich, in dem die Schwerkraftentwässerung wie auch die Vakuumentwässerung durch Brunnen anwendbar ist. Wegen der Gefahr der Schwimmsandbildung ist es sicherer, schon in diesem Bereich die Vakuumentwässerung vorzusehen.

Bei kleineren Durchlässigkeitsbeiwerten als  $k = 10^{-7} m/s$  können nur offene Wasserhaltungen betrieben werden. In gleichkörnigen Mittel- bis Feinsanden (Schwimmsand, Flicßsand) ist eine offene Wasserhaltung häufig nicht möglich.

Die Elektroosmose, deren Anwendung im Bereich von  $k = 10^{-7}$  bis  $10^{-9} m/s$  liegt, hat für die Bauwasserhaltung keine praktische Bedeutung.

Für die Abstände der Brunnen im nicht gespannten Grundwasser

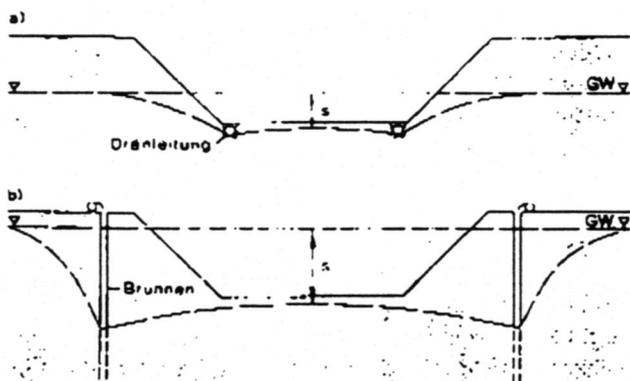


Bild 1. Absenkung des Grundwasserspiegels durch  
 a) Grundwasserabsenkung mit Drainage (offene Wasserhaltung)  
 b) Grundwasserabsenkung mit Brunnen (geschlossene Wasserhaltung)  
 Fig. 1. Lowering of the groundwater table by means of  
 a) lowering of the groundwater by drainage (open predraining)  
 b) lowering of the groundwater by wells (closed predraining)

Transmissivität  $T = k \cdot H$  [ $m^2/s$ ] ( $H$  = Mächtigkeit der wasserführenden Schicht) die Grundlage für die Dimensionierung der Wasserhaltung.

**3.4 Vorflut für die Wassereinleitung**

Vorfluter sind fließende oder stehende Gewässer, Kanalleitungen und Versickerungsanlagen. Das einzuleitende Wasser muß vor der Einleitung unter Umständen besonders behandelt werden, z. B. Klärung durch Sandfang- oder Absetzbecken oder chemische Neutralisation.

**3.5 Chem. Beschaffenheit des Grundwassers**

Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers ist im Hinblick auf den Pumpbetrieb und die Zulässigkeit der Einleitung in die Vorflut zu untersuchen. Dabei ist auf die Durchmischung verschiedener Wässer, die Entgasung, auf Ausfällungen und die Befruchtung mit Schadstoffen zu achten.

Repräsentative Proben sind aus Pegeln, Brunnen oder Schürfen zu entnehmen.

**4 Wasserhaltungen und Wasserabsenkungen**

**4.1 Allgemeines**

Der Grundwasserspiegel soll für die Zeit der Bauarbeiten in der Regel bis ca. 0,5 m unter die Aushubsohle gesenkt sein. Die Absenkung des Grundwasserspiegels wird je nach Durchlässigkeit und Absenkmethode durch Eröffnung (offene Wasserhaltung) oder mittels Brunnen (geschlossene Wasserhaltung) erreicht (siehe Bild 1).

Weiterhin gilt es, den Boden der Aushubsohle (Gründungssohle)

in dem ursprünglichen (ungestörten) Zustand zu erhalten. So ist bei Böden, die zur Schwimmsandbildung neigen, und bei bindigen Böden ein Aufweichen der Gründungssohle, z. B. durch Niederschläge, zu vermeiden. Die Entwässerung ist in der Regel über einen auf die Baugrubensohle eingebrachten Flächendrän mittels der offenen Wasserhaltung vorzunehmen. Bei den genannten Böden ist diese Entwässerung auch bei einem mehrere Meter unter der Baugrubensohle liegenden Grundwasserspiegel erforderlich.

Die zu wählende Art der Wasserhaltung ist vorrangig von dem zu entwässernden Boden abhängig (siehe Bild 2).

Bei der Schwerkraftwasserhaltung erfolgt die Entwässerung des Bodens durch den künstlich hergestellten Höhenunterschied zwischen dem ruhenden Grundwasserspiegel und dem abgesenkten Wasserspiegel im Brunnen. Das Grundwasser fließt, der Schwerkraft folgend, ohne weitere äußere Einwirkung dem Brunnen zu.

Die Vakuumwasserhaltung wird angewendet, wenn der Boden feinkörnig und schwer entwässerbar ist. So fließt z. B. bei einem Schluff nur noch ein kleiner Teil des Wassers infolge Schwerkraft dem Brunnen oder dem Drän zu.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte  $k$  schwanken für die verschiedenen Böden etwa zwischen  $10^{-1} m/s$  (Grobkies) bis etwa  $10^{-10} m/s$  (Ton). Man kann davon ausgehen, daß die Absenkung des Grundwassers mit Schwerkraft oder Vakuum für einen Bereich von etwa  $10^{-2} m/s$  bis  $10^{-7} m/s$  ausgeführt werden kann. Bei sehr stark durchlässigen Böden ( $k > 10^{-2} m/s$ ) kann

selbst bei Entnahme großer Wassermengen keine wesentliche Absenkung mehr erreicht werden. Um ein Bauwerk dann noch herstellen zu können, muß man sich anderer Maßnahmen bedienen, wie z. B. der Herstellung von wasserdichten Baugrubenwänden, die an dichten Bodenformationen im tieferen Untergrund anbinden, oder durch das Einbauen von Unterwasserbeton-, Injektions- oder Soilcrete-sohlen zwischen den dichten Baugrubenwänden. Dadurch wird eine Abspernung sowohl nach unten als auch zur Seite hin erreicht, und eine Absenkung nach außen ist nicht mehr erforderlich. Hierdurch entstehen tief in den Untergrund hineinreichende sperrende, den Grundwasserstrom hemmende Bauwerke, die gegebenenfalls zusätzliche Baumaßnahmen erfordern.

Der Bereich  $k = 10^{-4}$  bis  $10^{-5} m/s$  gilt als Übergangsbereich, in dem die Schwerkraftentwässerung wie auch die Vakuumentwässerung durch Brunnen anwendbar ist. Wegen der Gefahr der Schwimmsandbildung ist es sicherer, schon in diesem Bereich die Vakuumentwässerung vorzusehen.

Bei kleineren Durchlässigkeitsbeiwerten als  $k = 10^{-7} m/s$  können nur offene Wasserhaltungen betrieben werden. In gleichkörnigen Mittel- bis Feinsanden (Schwimmsand, Fließsand) ist eine offene Wasserhaltung häufig nicht möglich.

Die Elektroosmose, deren Anwendung im Bereich von  $k = 10^{-7}$  bis  $10^{-9} m/s$  liegt, hat für die Bauwasserhaltung keine praktische Bedeutung.

Für die Abstände der Brunnen im nicht gespannten Grundwasser

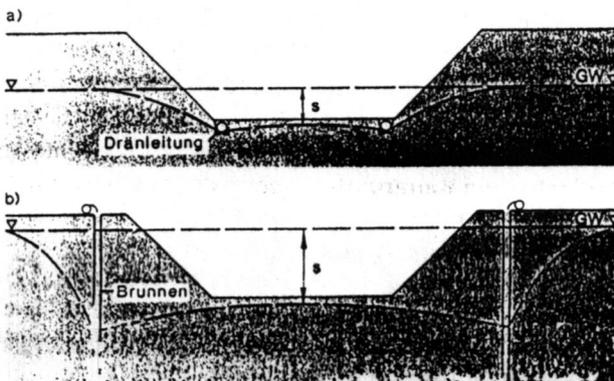


Bild 1. Absenkung des Grundwasserspiegels durch  
 a) Grundwasserabsenkung mit Dränleitung (offene Wasserhaltung)  
 b) Grundwasserabsenkung mit Brunnen (geschlossene Wasserhaltung)  
 Fig. 1. Lowering of the groundwater table by means of  
 a) lowering of the groundwater by drainage (open pre-draining)  
 b) lowering of the groundwater by wells (closed pre-draining)

gilt allgemein, daß, je kleiner der Durchlässigkeitsbeiwert ist, um so enger der Brunnenabstand gewählt werden muß. Bei großen Durchlässigkeitsbeiwerten und gespanntem Grundwasser sind in der Regel große Reichweiten zu erwarten.

Bei chemisch belastetem oder verschmutztem Wasser ist die Auswirkung auf die Absenkanlage (z. B. Versinterung, Verockerung, Algenbildung) zu beachten, insbesondere dann, wenn eine Entwässerung für längere Dauer vorgesehen ist.

Bei der zu wählenden Art der Wasserhaltung ist die Gewährleistung der Filterstabilität zu beachten. Grobkörnige, stark durchlässige Böden und geringe Absenkungen lassen eine offene Wasserhaltung zu. Gering durchlässige Böden bedürfen in der Regel bereits bei kleinem Absenkmaß einer geschlossenen Wasserhaltung.

Geschichtete Böden erfordern gegebenenfalls Sondermaßnahmen, sowohl bei der Planung, bei der sie konzipiert werden müssen, als auch bei der Ausführung der Absenkung, da häufig große Unterschiede zwischen der horizontalen und vertikalen Durchlässigkeit vorkommen.

## 4.2 Schwerkraftwasserhaltung

### 4.2.1 Offene Wasserhaltung

Das Wasser wird in Gräben oder Dränleitungen gefaßt und Sammelschächten zugeleitet, aus denen es abgepumpt wird. Sammelschächte bestehen aus Schachtringen, die unten geschlossen sind.

Die offene Wasserhaltung wird neben der im Bild 1 dargestellten Grundwasserabsenkung auch zur Fassung von Oberflächenwasser (Tagwasser) genutzt.

In gering durchlässigen Böden kann durch die Anordnung eines Flächendröns, in dem die Sickerleitungen eingelötet sind, die Entwässerungswirkung verbessert werden.

### 4.2.2 Geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen

Brunnen sind im Boden oder Fels eingebaute Sickerrohre. Sie können vertikal, geneigt oder horizontal angeordnet sein. Bei Pumpbrunnen wird das Wasser mittels einer Pumpeinrichtung entnommen, im

Gegensatz zu Überlaufbrunnen, bei denen artesisches Wasser im Brunnen aufsteigen und ohne Pumpeinrichtung auslaufen kann.

Die Wasserförderung erfolgt in der Regel mit Hilfe von Tauchmotorpumpen. Jeder Brunnen ist mit einer solchen Pumpe auszurüsten. Bei Saughöhen bis zu 6 m können auch Saugpumpen eingesetzt werden, wobei auch mehrere Brunnen über eine Saugleitung angeschlossen werden können.

#### 4.2.2.1 Bohrbrunnen

Der Bohrdurchmesser beträgt im allgemeinen 400 bis 800 mm, selten mehr. Das Bohrloch wird mit Sicker- und Aufsatzrohren (Vollwandrohren) ausgerüstet. Diese Rohre weisen im allgemeinen einen Durchmesser von 200 bis 600 mm auf. Zur Gewährleistung einer sandfreien Förderung wird zwischen Sickerrohr und Bohrlochwand ein Filter eingebaut (Bild 3). Der Filter kann auch mit dem Sickerrohr fest verbunden sein, z. B. bei Klebefiltern.

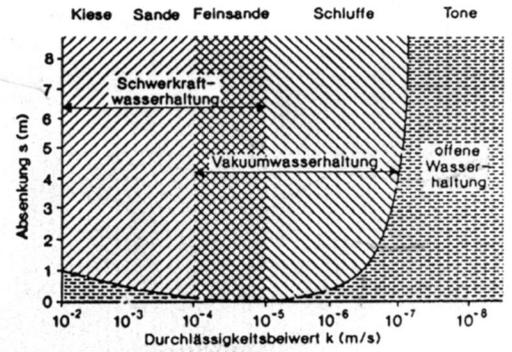


Bild 2. Anwendungsbereiche der Arten der Wasserhaltung  
Fig. 2. Applications of the predrainning

#### 4.2.2.2 Kleinbrunnen (Wellpoint)

Kleinbrunnen sind Brunnen mit einem Rohrdurchmesser von 50 bis 100 mm und einer Länge bis zu 7 m (Bild 4). Diese Brunnen werden auch als Wellpoint oder Nadelfilter bezeichnet.

Das Sicker- und Aufsatzrohr ist gleichzeitig Saugleitung des Brunnen.

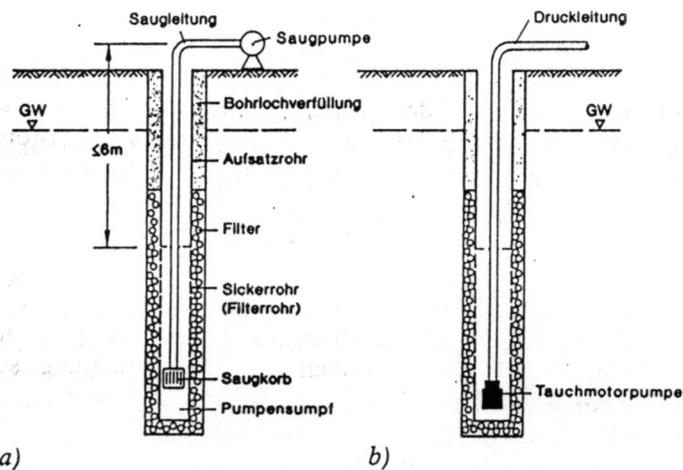


Bild 3.

- a) Brunnen mit Saugpumpe
- b) Brunnen mit Tauchmotorpumpe

Fig. 3.

- a) Sucking pump well
- b) Dive motor pump well

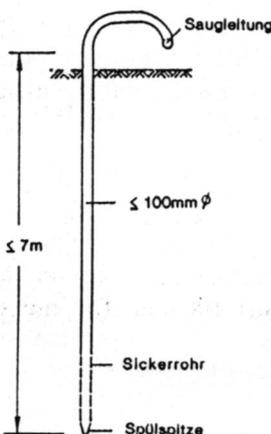


Bild 4. Kleinbrunnen (Wellpoint)  
Fig. 4. Wellpoint

gilt allgemein, daß, je kleiner der Durchlässigkeitsbeiwert ist, um so enger der Brunnenabstand gewählt werden muß. Bei großen Durchlässigkeitsbeiwerten und gespanntem Grundwasser sind in der Regel große Reichweiten zu erwarten.

Bei chemisch belastetem oder verschmutztem Wasser ist die Auswirkung auf die Absenkanlage (z. B. Versinterung, Verockerung, Algenbildung) zu beachten, insbesondere dann, wenn eine Entwässerung für längere Dauer vorgesehen ist.

Bei der zu wählenden Art der Wasserhaltung ist die Gewährleistung der Filterstabilität zu beachten. Grobkörnige, stark durchlässige Böden und geringe Absenkungen lassen eine offene Wasserhaltung zu. Gering durchlässige Böden bedürfen in der Regel bereits bei kleinem Absenkmaß einer geschlossenen Wasserhaltung.

Geschichtete Böden erfordern gegebenenfalls Sondermaßnahmen, sowohl bei der Planung, bei der sie konzipiert werden müssen, als auch bei der Ausführung der Absenkung, da häufig große Unterschiede zwischen der horizontalen und vertikalen Durchlässigkeit vorkommen.

#### 4.2 Schwerkraftwasserhaltung

##### 4.2.1 Offene Wasserhaltung

Das Wasser wird in Gräben oder Dränleitungen gefaßt und Sammelschächten zugeleitet, aus denen es abgepumpt wird. Sammelschächte bestehen aus Schachtringen, die unten geschlossen sind.

Die offene Wasserhaltung wird neben der im Bild 1 dargestellten Grundwasserabsenkung auch zur Fassung von Oberflächenwasser (Tagwasser) genutzt.

In gering durchlässigen Böden kann durch die Anordnung eines Flächendrains, in dem die Sickerleitungen eingelötet sind, die Entwässerungswirkung verbessert werden.

##### 4.2.2 Geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen

Brunnen sind im Boden oder Fels eingebaute Sickerrohre. Sie können vertikal, geneigt oder horizontal angeordnet sein. Bei Pumpbrunnen wird das Wasser mittels einer Pumpeinrichtung entnommen, im

Gegensatz zu Überlaufbrunnen, bei denen artesisches Wasser im Brunnen aufsteigen und ohne Pumpeinrichtung auslaufen kann.

Die Wasserförderung erfolgt in der Regel mit Hilfe von Tauchmotorpumpen. Jeder Brunnen ist mit einer solchen Pumpe auszurüsten. Bei Saughöhen bis zu 6 m können auch Saugpumpen eingesetzt werden, wobei auch mehrere Brunnen über eine Saugleitung angeschlossen werden können.

##### 4.2.2.1 Bohrbrunnen

Der Bohrdurchmesser beträgt im allgemeinen 400 bis 800 mm, selten mehr. Das Bohrloch wird mit Sicker- und Aufsatzrohren (Vollwandrohren) ausgerüstet. Diese Rohre weisen im allgemeinen einen Durchmesser von 200 bis 600 mm auf. Zur Gewährleistung einer sandfreien Förderung wird zwischen Sickerrohr und Bohrlochwand ein Filter eingebaut (Bild 3). Der Filter kann auch mit dem Sickerrohr fest verbunden sein, z. B. bei Klebefiltern.

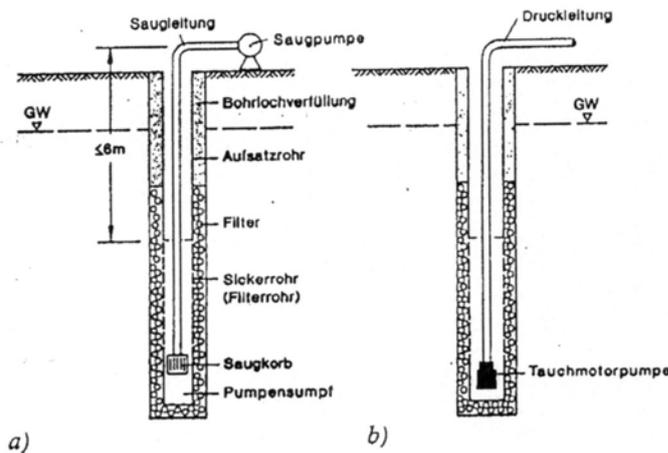


Bild 3. a) Brunnen mit Saugpumpe b) Brunnen mit Tauchmotorpumpe

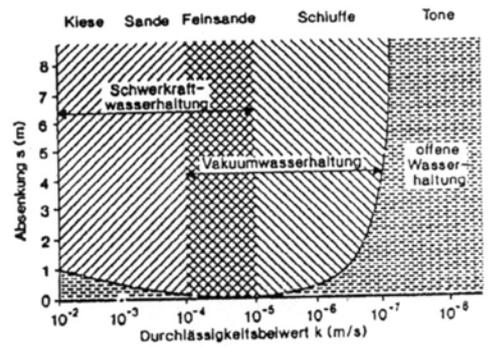
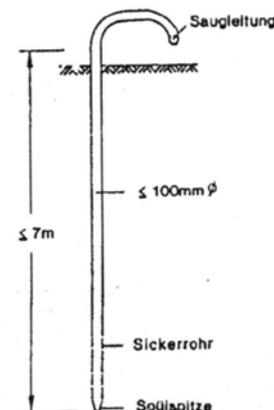


Bild 2. Anwendungsbereiche der Arten der Wasserhaltung  
Fig. 2. Applications of the predrain

##### 4.2.2.2 Kleinbrunnen (Wellpoint)

Kleinbrunnen sind Brunnen mit einem Rohrdurchmesser von 50 bis 100 mm und einer Länge bis zu 7 m (Bild 4). Diese Brunnen werden auch als Wellpoint oder Nadelfilter bezeichnet.

Das Sicker- und Aufsatzrohr ist gleichzeitig Saugleitung des Brunnens.

Bild 4. Kleinbrunnen (Wellpoint)  
Fig. 4. Wellpoint

a) Sucking pump well  
b) Dive motor pump well

Bild 4. Kleinbrunnen (Wellpoint)  
Fig. 4. Wellpoint

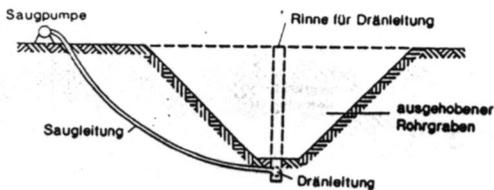


Bild 5. Vakuumschichtenbrunnen

Fig. 5. Vacuum horizontal well

Die im Abstand von 1,0 bis 3,0 m angeordneten Kleinbrunnen werden über eine gemeinsame Saugleitung an eine Vakuumanlage (Kreiselpumpe und Vakuumpumpe) oder Saugpumpen (Membran- oder Kolbenpumpe) angeschlossen.

Die Kleinbrunnen werden in der Regel in den Boden eingespült und nur in Ausnahmefällen in vorgebohrte Löcher gesetzt.

### 4.3 Vakuumwasserhaltung

#### 4.3.1 Allgemeines

Gering durchlässige Böden (Schluffe, Feinsande) sind nur entwässerbar, wenn außer der Schwerkraft ein Unterdruck (Vakuum) das Wasser zum Brunnen ansaugt. Bei einer Vakuumentwässerung wirkt der Unterdruck über das Sickerrohr auf das Wasser im Boden. Dies erfordert eine spezielle Gestaltung der Brunnen und der Pumpanlage. Der Unterdruck im Brunnen wird von einer Vakuumpumpe erzeugt.

Man unterscheidet zwischen Vakuumschichtenbrunnen und Vakuumtieftbrunnen.

#### 4.3.2 Vakuumschichtenbrunnen (Nadelfilter)

Die Wasserförderung erfolgt durch Unterdruck. Der Wasserzustrom wird durch den Unterdruck zusätzlich erhöht. Der Durchmesser von Vakuumschichtenbrunnen beträgt in der Regel 50 mm, ihr gegenseitiger Abstand ca. 1,0 m.

Mit Vakuumschichtenbrunnen können Absenkmaße wie bei der Schwerkraftwasserhaltung mit Saugpumpen (siehe Abschn. 4.2.2) erreicht werden. Für größere Absenkungen über 6 m sind mehrere Staffeln Vakuumschichtenbrunnen in mehreren Tiefenstufen oder Vakuumtieftbrunnen (siehe Abschn. 4.3.3) vorzusehen.

Die Vakuumschichtenbrunnen werden über eine gemeinsame Saugleitung mit der Pumpanlage verbunden. In der Pumpanlage sind Pumpen zur Erzeugung des Vakuums und zur Wasserförderung installiert. Durch den außen am Sickerrohr vorhandenen Unterdruck wird das Wasser aus dem Boden abgesaugt und der Pumpanlage zugeführt.

Um das Vakuum aufzubauen und zu erhalten, sind Abdichtungen am Brunnenkopf und gegebenenfalls zur Vermeidung einer Luftumlängigkeit auf der Baugrubensohle und der Geländeoberfläche (Folienauflage) vorzunehmen.

#### 4.3.3 Vakuumtieftbrunnen

Bei Vakuumtieftbrunnen erfolgt der Wasserzustrom durch Unterdruck (Vakuum). Die Förderung des Wassers wird wie beim Brunnen für die Schwerkraftentwässerung mit einer Tauchmotorpumpe vorgenommen. Die Anlage zur Erzeugung des Vakuums befindet sich außerhalb der Brunnen. Über eine Saugleitung wird das Vakuum in den Brunnen eingetragen und wirkt über das Sickerrohr auf den Boden. Wegen der Gefahr des Trockenlaufens der Tauchmotorpumpen muß jederzeit die Messung des Wasserstandes im Brunnen möglich sein, um das Absenkmaß über die Regulierung der Fördermenge ändern zu können.

Der Brunnen muß gegen Luft einzug abgedichtet sein. Dies bedeutet, daß neben der Steigleitung auch die Meßeinrichtung sowie Kabel für Stromversorgung und Trockenlaufschutz unterdruckfest abgedichtet sein müssen.

Bei Vorliegen von geschichteten Böden sind gegebenenfalls besondere Maßnahmen erforderlich.

#### 4.3.4 Vakuumschichtenbrunnen

Vakuumschichtenbrunnen sind bis zu einer Tiefe von ca. 6 m und einer Länge von 60 m möglich. Der Durchmesser der Leitung beträgt in der Regel 100 mm. Die mit einer speziellen Grabenmaschine verlegten Dränleitungen werden an eine Saugpumpe angeschlossen (siehe Bild 5).

## 5 Grundwasser-Druckentlastung (Entspannung)

### 5.1 Allgemeines

Eine Grundwasser-Entspannung bzw. -Druckentlastung ist die künstliche Erniedrigung des Grundwasserspiegels bzw. eine Verminderung der Grundwasserdruckhöhe. Sie kann durch Brunnen oder Dränung erfolgen, wobei diese Bauteile sowohl vertikal als auch schräg und horizontal eingebaut werden können.

### 5.2 Grundwasser-Entspannung durch Vertikalbrunnen und Vertikaldräns

Bei dem Vorhandensein einer wassersperrenden Schicht oder von Schichten, deren Durchlässigkeit nach unten zunimmt, kann es notwendig sein, das darunter anstehende Wasser zur Vermeidung eines Sohlaufbruchs zu entspannen (siehe Bild 6). Der Druck muß dabei soweit herabgesetzt werden, daß er mit der Bodenauflast unter Beachtung eines Sicherheitswertes im Gleichgewicht steht.

Die Entspannung kann durch Entspannungsbrunnen bzw. Überlaufbrunnen oder durch Vertikaldräns erfolgen. Dräns bestehen aus mit stark durchlässigem Material verfüllten Löchern. Die Anzahl und Abmessungen der Entspannungsbrunnen bzw. -dräns sind nach der erforderlichen Förderleistung zu berechnen und zu dimensionieren. Diese Berechnungen und die Wahl der Anordnung sind durch Fachleute vorzunehmen.

In den Fällen, in denen keine Pumpbrunnen notwendig sind, weil z. B. die aufsteigende Wassermenge gering genug ist und stattdessen Überlaufbrunnen angeordnet werden, geben diese am besten das Wasser unmittelbar in eine Sickerleitung innerhalb eines Flächendrains in der Baugrubensohle ab. Das Wasser strömt dann über die Sickerleitungen zum Sammelschacht (Bild 6).

Beim Betrieb der Anlage ist zu berücksichtigen, daß derartige Entspannungseinrichtungen, ebenso wie Absenkungseinrichtungen, so lange in Betrieb sein müssen, bis die Auftriebssicherheit der zu errichtenden baulichen Anlage gewährleistet ist. Danach werden die

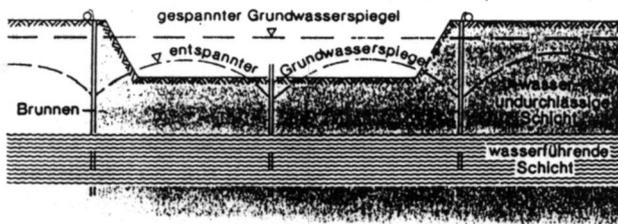


Bild 6a. Grundwasserabsenkung durch Entspannungsbrunnen  
Fig. 6a. Lowering groundwater by release wells



Bild 6b. Grundwasserabsenkung durch Vertikaldrainung  
Fig. 6b. Lowering groundwater by vertical drains

Brunnen verpreßt und die gegebenenfalls in der Sohle installierten Brunnentöpfe geschlossen.

Die Kontrolle der Grundwasserentspannung erfolgt über Grundwassermeßpegel, deren Sickerstrecke in der maßgeblichen Bodenschicht liegt. Die Höhe des Wasserspiegels im Meßrohr entspricht der Druckhöhe des entspannten Grundwassers an der Meßstelle (Bild 6).

### 5.3 Horizontale Brunnen bzw. Dränanlagen

Horizontale Bohrbrunnen bzw. Dränanlagen kommen bei der Anordnung von dichten Baugrubenwänden in Frage, wenn der auf diese Weise wirkende Wasserüberdruck vermieden werden soll. Dies kann z. B. dann zweckmäßig sein, wenn auf dichte Verbauwände bei stark schwankenden Grundwasserständen die Überschreitung einer bestimmten maximalen Grundwasserspiegellage vermieden werden soll. Auf dieser werden dann die Horizontalbrunnen bzw. Dränanlagen eingebaut.

Horizontalbrunnen bzw. horizontale Dränanlagen können auch zur Vermeidung eines unzulässigen Grundwasseraufstaus an baulichen Anlagen notwendig werden. In diesem Fall werden sie im Grundwasser eingebaut und an Schächte beidseitig des Bauwerks angeschlossen. Zur Grundwasserkommunikation werden sie in der Regel im Bauwerksbereich durch geschlossene Rohrleitungen miteinander verbunden und so das Grundwasser umgeleitet.

## 6 Versickerung

Bei einer Versickerung im Zusammenhang mit einer Grundwasser-

absenkung wird das dem Untergrund entnommene Grundwasser – gegebenenfalls nach Vorreinigung – dem Aquifer wieder zugeführt. Dafür stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung.

Die Anforderungen an die Versickerungsanlage und die Qualität des zu versickernden Wassers sind mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen. Das zu versickernde Wasser darf einerseits in der Qualität nicht schlechter sein als das Grundwasser an der Einleitungsstelle, muß andererseits aber auch nicht besser sein.

Bei der Entnahme und Versickerung können Ausfällungen, Verockerungen, Verstopfungen und dergleichen auftreten, die die Versickerungsanlage unbrauchbar machen.

Eine Grundwasserversickerung ist nur in Böden mit ausreichender Durchlässigkeit und bei ausreichend tiefliegendem Grundwasserhorizont möglich.

Oberflächen- und Betriebswässer können getrennt vom Grundwasser gefaßt dem Abwassersystem zugeführt oder nach Behandlung ebenfalls versickert werden. Das von einer Wasserhaltung der Versickerungsanlage zugeleitete Wasser wird hier über sickerfähigen Boden dem Untergrund wieder zugeführt. Bei der Versickerung kann unterschieden werden in flächenhafte, linienförmige und punktweise Versickerung.

Eine flächenhafte Versickerung ist z. B. ein Sickerbecken. Die Versickerung erfolgt hauptsächlich flächig über die Sohle. Die Versickerungsrate ist in den Randbereichen relativ gering und wird zu meist bei der rechnerischen Ermittlung der Versickerungskapazität vernachlässigt.

Eine linienförmige Versickerung wird z. B. durch Sickergräben bewirkt. Die hauptsächliche Versickerung erfolgt über die Grabenwände. Bei diesen Versickerungen in Gräben ist gegenüber der flächenhaften Versickerung eine leichtere Reinigung möglich.

Eine punktförmige Versickerung kann z. B. eine Grube, ein Schacht oder ein Brunnen sein. Die Versickerung erfolgt bei Grube und Schacht über die Sohle und die Wände und beim Brunnen fast ausschließlich über die Wand. Bei Brunnen besteht die Möglichkeit, das zu versickernde Wasser auch im Grundwasserbereich in tief liegende, durchlässige Schichten, z. B. Rollkieslagen, einzuleiten. In Einzelfällen besteht bei Brunnen die Möglichkeit der Druckerhöhung durch die Anordnung von Aufsatzrohren.

Der Betrieb von Versickerungsanlagen führt häufig im Lauf der Zeit zu Absetzungen von Feinstbestandteilen des Bodens und damit zu einer verringerten Aufnahme des zu versickernden Wassers. Die Anlagen sind daher regenerierbar zu konzipieren, sie müssen gewartet werden und sind großzügig zu dimensionieren.

Eine Grundwasserversickerung kann bei sehr unterschiedlich anfallenden Wassermengen über die Bauzeit mit einer Ableitung in eine andere Vorflut kombiniert werden. So können z. B. Grundmengen versickert werden und nur Spitzen einer erforderlichen Wasserförderung in einen Vorfluter abgeleitet werden. Die Versickerungsanlage ist für die Ableitung von Spitzenwerten der Wassermengen zu bemessen, wenn kein anderer Vorfluter zur Verfügung steht.

## 7 Planung einer Wasserhaltung

Die Planung einer Wasserhaltung und Wasserableitung, gleich welcher Art, muß durch Sonderfachleute durchgeführt werden. Die erforderlichen Voruntersuchungen für eine Wasserhaltung bezüglich geologischer und hydrogeologischer Verhältnisse sind im Abschn. 3 erläutert worden. Bei der Planung sind außer diesen Kenntnissen auch die Bauwerksdaten von Bedeutung.

Wenn die Genehmigung für eine Wasserhaltung durch die maßgebenden Behörden in Aussicht gestellt ist, kann mit der Detailplanung der Grundwasserhaltung begonnen werden. Stehen Größe und Tiefe der Baugrube, die Grundwasserstände, das Absenkmaß und der Baugrundaufbau im Bereich des Einflußbereiches der Wasserhaltung fest, dann sind die zu fördernde Wassermenge, die Anzahl, der Durchmesser sowie die Tiefen der Brunnen, die Vorlaufzeit, die Reichweite und das an den Brunnen zu erzielende Absenkmaß nach dem Stand der Technik zu ermitteln und die Brunnenstandorte festzulegen. Analog ist eine Dränanlage zu planen und zu bemessen.

Besonderes Augenmerk ist auf die Beeinflussung des Wasserstandes außerhalb des eigentlichen Baugrundstücks zu richten.

Die Planung muß so vorgenommen werden, daß unbeabsichtigte Durchörterungen unterschiedlicher Grundwasserstockwerke und deren hydraulische Verbindung vermieden werden.

Durch die Absenkung des Wasserspiegels tritt im Absenktrichter ein Auftriebsverlust ein, der zu einer Zusatzbelastung der anstehenden Böden führt. Dies kann schädliche Setzungen, auch Schrumpfungen bei stark organischen Böden verursachen.

Sicherungsmaßnahmen gegen das Einfrieren der Anlage sind gegebenenfalls vorzusehen.

Es ist zu prüfen, ob Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wasserstände und der Vorflutverhältnisse nach Beendigung der Baumaßnahme zu treffen sind, gegebenenfalls sind die erforderlichen

Maßnahmen in gleicher Weise zu planen und zu bemessen.

Beweissicherung und notwendige Kontrollen sind im Rahmen der Planung festzulegen.

## 8 Beweissicherung und Kontrollen

Rechnerische Nachweise beruhen auf Erfahrungswerten und stellen Näherungslösungen dar. Da deswegen häufig nicht beweiskräftig nachgewiesen werden kann, ob durch die Wasserhaltung bleibende Veränderungen aufgetreten sind, ist eine Beweissicherung im Einflußbereich der Wasserhaltung und der Versickerung durchzuführen.

Zur Beweissicherung gehören u. a.:

- das kontinuierliche Messen der Wasserstände durch Meßpegel im Einflußbereich der Absenkung und außerhalb, vor, während und nach der Durchführung der Baumaßnahme

- die Untersuchung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Grundwassers

- die optische, zu protokollierende Beweissicherung von Gebäuden, Leitungen, Straßen u. a.; gegebenenfalls Anbringung von Höhen- und Neigungsmeßbolzen, z. B. an Gebäuden, Einmessung dieser Punkte und Protokollierung der Meßdaten; Anbringung von Kontrollbändern über vorhandene Risse und Gebäudefugen bereits vor Beginn der Wasserhaltungsmaßnahme, insbesondere bei kompressiblen Böden

- die fortlaufende Messung und Protokollierung der geförderten Wassermengen an allen Einzelbrunnen und an der gesamten Anlage

- die Prüfung, ob durch die Baugrubenumschließung und/oder die Wasserabsenkung eine Veränderung der Grundwasserfließrichtung, der Grundwasserstände, des Chemismus des Grundwassers und der Vorflutverhältnisse offener Gräben und Gewässer eingetreten ist

- die Überprüfung aller im möglichen Einflußbereich der Absenkung bzw. Versickerung liegenden Wasserrechte, insbesondere die Feststellung der Leistungsfähigkeit der Anlagen durch Vergleichsmes-

sung der Schüttmengen in den entsprechenden Brunnen und der zugehörigen Grundwasserhöhen vor Beginn der Wasserhaltung.

Während der Bauausführung, d. h., zwischen Beginn der Wasserhaltung und Wiedererreichen des ursprünglichen Zustandes im Grundwasserbereich, sind zusätzliche ergänzende Messungen durchzuführen, um im Nachhinein für die Abrechnung oder für die Beweissicherung gesicherte Daten zu erhalten. Gemessen werden sollten insbesondere:

- Niederschlagswassermengen
- Fremdwassermengen innerhalb der Baugrube, z. B. Spülwasser bei Ankerbohrungen, Spülwasser bei der Herstellung von Brunnen und dgl.

- unplanmäßig eintretendes Grundwasser, z. B. aus Undichtigkeiten an dichten Baugrubenumschließungen oder Injektionssohlen

- Kontrollen sind vorzunehmen, ob durch Baumaßnahmen oder sonstige Vorgänge eine Verunreinigung des abgepumpten Wassers eintritt, dazu sind ergänzende chemische Analysen erforderlich.

Es wird in diesem Zusammenhang der Hinweis gegeben, daß die Messung von Grundwassermengen bei nicht volllaufenden Rohren häufig Schwierigkeiten bereitet. Es ist hier auf besonders zuverlässige und geeichte Meßinstrumente Wert zu legen.

## 9 Hinweise zu wasserrechtlichen Verfahren

In der Regel werden von den Aufsichtsbehörden zur Genehmigung einer zeitlich begrenzten Entnahme von Grundwasser und zur Wiedereinleitung in ein öffentliches Siel, in die Vorfluter, in Gewässer bzw. in den Untergrund besondere Anträge verlangt.

Da es zur Zeit in den einzelnen Bundesländern unterschiedliche Genehmigungsverfahren gibt, werden hier nur exemplarisch allgemeine Hinweise zur Erlangung der Genehmigungen gegeben.

Den Anträgen sind u. a. folgende Unterlagen beizufügen, bzw. es sind Angaben zu machen über:

- Unterlagen über die geplante

Baugrube und das geplante Bauwerk

- den Baugrundaufbau im Bereich des Absenktrichters (siehe Abschn. 3.2)
- Grundwassermeßprotokolle, aus denen die Wasserstände vor Beginn der Baumaßnahme hervorgehen (siehe Abschn. 3.3) sowie die in der Regel auftretenden Schwankungen und die extremen Grenzwerte
- Baumaßnahmen Dritter, durch die der Grundwasserstand beeinflusst sein kann bzw. wird oder bereits beeinflusst worden ist
- die chemische und physikalische Beschaffenheit des Wassers
- die Standorte der Absenkungsbrunnen und gegebenenfalls der Versickerungsanlagen sowie der Grundwassermeßpegel in einem Lageplan von der Baugrube und der Umgebung
- die erwartete Grundwasserfördermenge in l/s

- die Ableitungsart des Grundwassers
- die Dauer der Grundwasserentnahme
- der erwartete Maximalwert und Mittelwert der Ableitungs-Wassermenge
- die zu entnehmende und einzuleitende Grundwassermenge über die gesamte Haltungsdauer in m<sup>3</sup>
- das erforderliche Absenkmaß und den Einflußbereich der Wasserhaltungsmaßnahme
- den Einflußbereich der Versickerungsanlage einschließlich des Aufstaus an den einzelnen Brunnen
- den Aufstau und die Absenkung bei in das Grundwasser eintauchenden Bauteilen
- die Maßnahmen, die getroffen werden sollen, wenn durch das Bauwerk die Grundwasserverhältnisse und/oder die Vorflutverhältnisse sich ändern, z. B. Grundwasserumleitungsanlagen

- den Umfang und die Art der Beweissicherung.

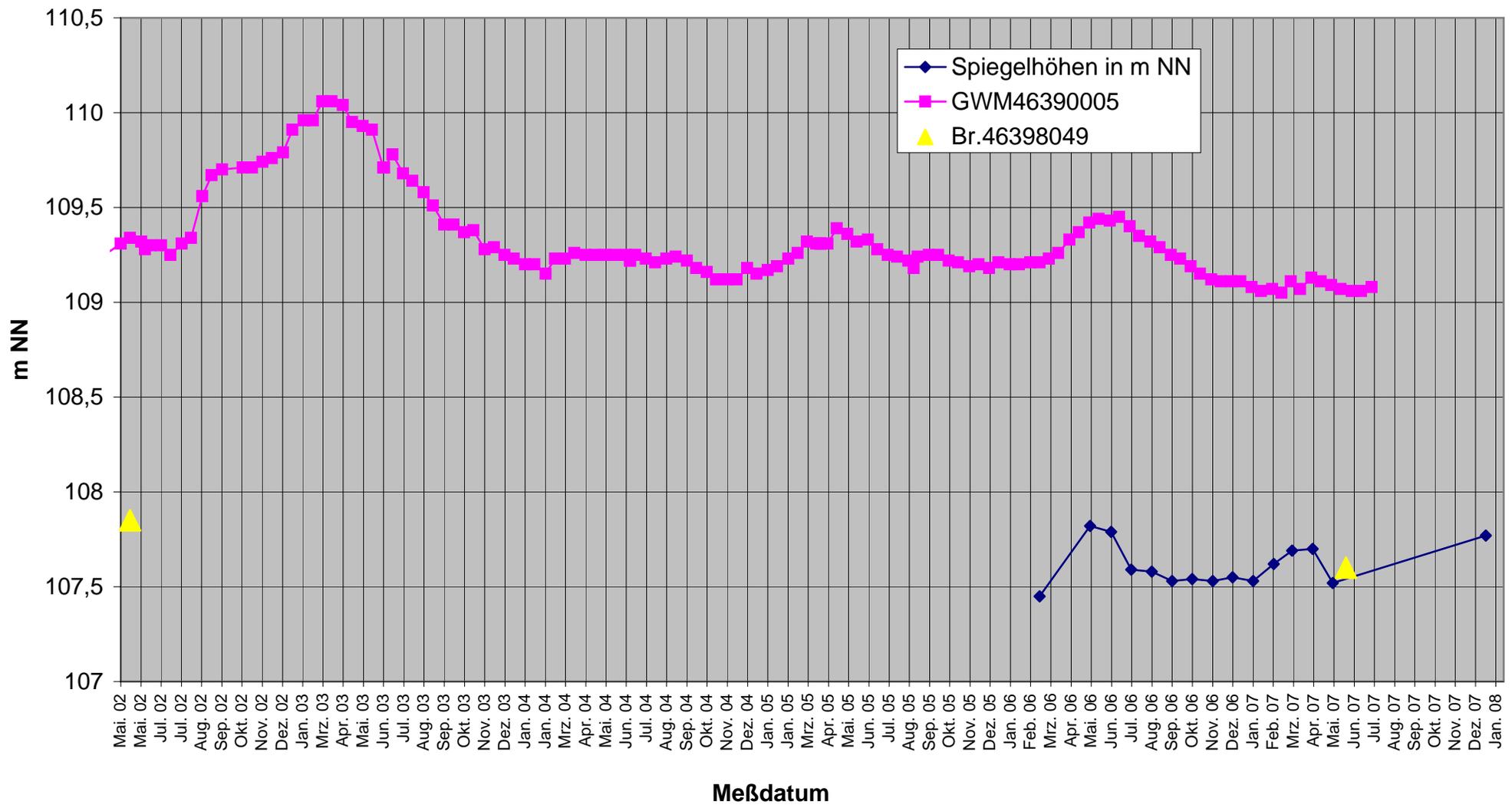
Bei umfangreichen Grundwasserabsenkungen wird häufig eine öffentliche Auslegung und Anhörung der geplanten Grundwasserabsenkung durch die Genehmigungsbehörden verlangt.

#### Autoren dieses Beitrages:

Dem Ausschuß gehören folgende Mitglieder an: Dr.-Ing. K. Hilmer (Obmann), Dipl.-Ing. J. Berg, Dipl.-Ing. G. Harden, Dipl.-Geol. H.-O. Hellerer, Dipl.-Ing. Nagel, Masch.-Ing. K. Pless, Prof. Dr. H. Rückert, Dipl.-Ing. H.-W. Koreck, Prof. Dr.-Ing. K. Ulrichs, Univ. Prof. Dr.-Ing. Th. Strobl.

Dr.-Ing. Klaus Hilmer, Landesgewerbeanstalt Bayern, Tillystraße 2, 8500 Nürnberg 80

## Grundwasserspiegel in m NN für verschiedene Meßstellen



**Meßstelle Stadion der Freundschaft; Brunnen nahe RKS 6**

Meßdatum	Spiegelhöhen in m NN	Ablesewert in m	Meßpunkt-Höhe in m NN	Bemerkungen
15.02.2006	107,45	Mittelwert RKS		
02.05.2006	107,82	1,43	109,25	
03.06.2006	107,79	1,46	109,25	
03.07.2006	107,59	1,66	109,25	
03.08.2006	107,58	1,67	109,25	
03.09.2006	107,53	1,72	109,25	
03.10.2006	107,54	1,71	109,25	
03.11.2006	107,53	1,72	109,25	
03.12.2006	107,55	1,70	109,25	
03.01.2007	107,53	1,72	109,25	
03.02.2007	107,62	1,63	109,25	
03.03.2007	107,69	1,56	109,25	
03.04.2007	107,70	1,55	109,25	
03.05.2007	107,52	1,73	109,25	
20.12.2007	107,77	1,48	109,25	Ende Messg.