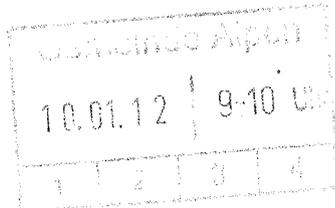


Wir sind umgezogen
neue Adresse:
Hellerstraße 21
44229 Dortmund

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH • ~~Baroper Straße 239 B~~ 44227 Dortmund

Gemeinde Alpen
Rathausstraße 5

46519 Alpen



Baugrunduntersuchung
Gründungsberatung
Bodenmechanik • Erdstatik
Altbergbauberatung
Alllastenuntersuchungen
Hydrogeologische Untersuchungen

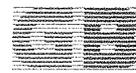
GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH
Dipl. - Ing. Siegm. Biedebach

Baroper Straße 239 B Telefon : 0231/880872 - 0
44227 Dortmund Telefax : 0231/880872-29
e-mail: info@grundbauinstitut-biedebach.de

06. Januar 2012
Bie/bi
Bearb. -Nr. 1183

Bebauungsplangebiet Nr. 73 "Alpen-Ost" in der Gemeinde Alpen

**- Baugrundvoruntersuchung, Beurteilung
der Bauwürdigkeit, Bodenuntersuchung
im Hinblick auf die Versickerungs-
fähigkeit von Niederschlagswasser -**



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. VORBEMERKUNGEN, AUFGABENSTELLUNG	3
2. BAUGRUND	4
2.1 Untersuchungen vor Ort, Schichtenfolge	4
2.2 Bodenmechanische Laboratoriumsuntersuchungen	6
2.3 Bodenklassen, bodenmechanische Kennwerte	6
2.3.1 Mutterboden (aufgefüllt)	6
2.3.2 Schluff, tonig, sandig, z.T. kiesig	7
2.3.3 Sand, schluffig, z.T. kiesig / Kies, sandig, z.T. schluffig	7
3. GRUNDWASSER	8
4. BEURTEILUNG DER BAUWÜRDIGKEIT	8
4.1 Tragfähigkeit	8
4.2 Sicherungsmaßnahmen gegen Stau- und Grundwasser	9
4.3 Straßenbau	9
5. VERSICKERUNG DES NIEDERSCHLAGSWASSERS	9
5.1 Felduntersuchung zur Bestimmung der Durchlässigkeit	9
5.2 Auswertung der Infiltrationsversuche	10
5.3 Bewertung der Ergebnisse	11
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN	12

1. VORBEMERKUNGEN, AUFGABENSTELLUNG

Die Gemeinde Alpen plant die Erschließung des Bebauungsplangebietes Nr. 73 "Alpen-Ost". Das auf den befestigten Flächen anfallende Niederschlagswasser soll entsprechend § 51 a des Wasserhaushaltsgesetzes nach Möglichkeit im Untergrund versickert werden.

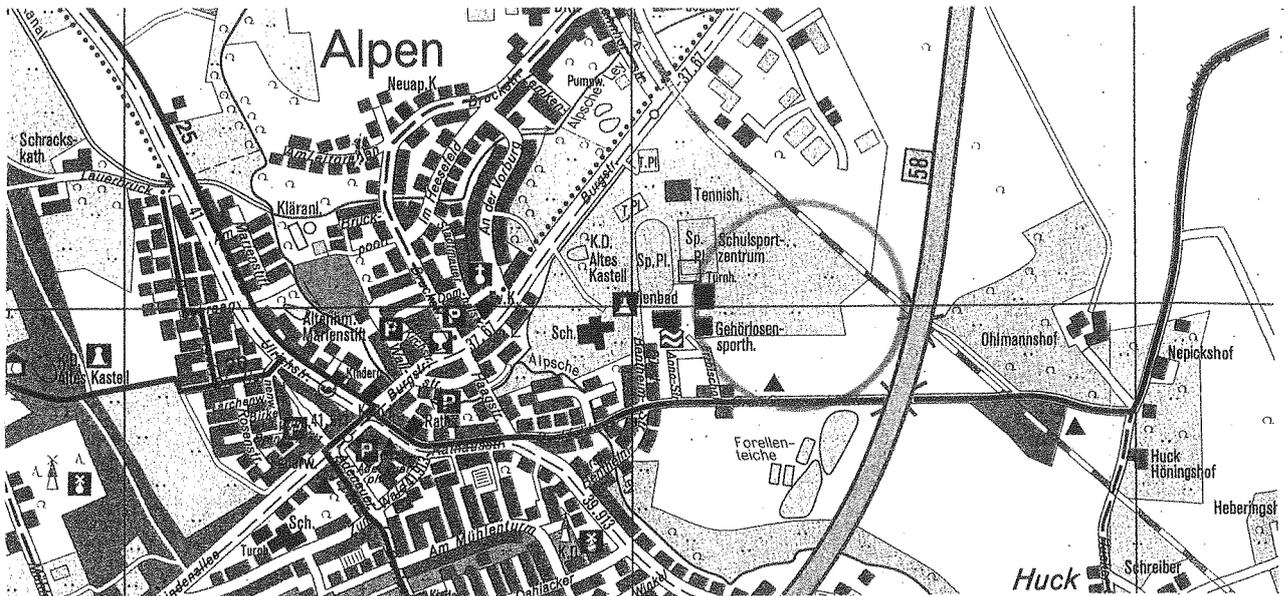
Das GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH wurde beauftragt, für das Bebauungsgebiet eine Baugrundvoruntersuchung durchzuführen und die Bauwürdigkeit zu beurteilen. Außerdem sollten Wassermesspegel installiert und darin Infiltrationsversuche zur Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens vorgenommen werden.

Zur Bearbeitung wurden dem GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 14240
- Lageplan, mit Angabe der Planbereichsgrenzen
- Lageplan, Maßstab 1 : 1000

Den vorgenannten Planungsunterlagen kann entnommen werden, dass das Bebauungsplangebiet einen unregelmäßigen Grundriss mit maximalen Abmessungen von etwa 500 m in Nord-Südrichtung und 350 m in Ost-Westrichtung aufweist. Im westlichen Bereich des Bebauungsplangebietes ist eine Erschließungsstraße vorgesehen, die in Nord-Südrichtung verläuft. Überwiegend im nördlichen und östlichen Untersuchungsgebiet sind Grünflächen vorgesehen, in denen die Versickerung des Niederschlagswassers vorgenommen werden soll.

Die Lage des Bebauungsplangebietes kann dem folgenden Stadtplan-ausschnitt entnommen werden:



Die Fläche des Bebauungsplangebietes wird derzeit überwiegend zu landwirtschaftlichen Zwecken (Maisanbau) genutzt.

2. BAUGRUND

2.1 Untersuchungen vor Ort, Schichtenfolge

Zur Erkundung des Baugrundes wurden vom GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH im Bereich des Bebauungsplangebietes Rammkernsondierungen ausgeführt. Zusätzlich wurden zur Erkundung des Lagerungszustandes der anstehenden Böden Rammsondierungen mit leichtem bzw. mittelschwerem Gerät niedergebracht.

Im Bereich der nordwestlichen Grünflächen sind Rammkernsondierungen ausgeführt worden. Die Sondierlöcher wurden zu Wassermesspegeln ausgebaut und darin Infiltrationsversuche zur Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens im Hinblick auf die geplante Versickerung von Niederschlagswasser durchgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan, Anlage 1/1, entnommen werden. Die Ergebnisse sind als Schichtprofile und Ramm diagrams in der Anlage 1/2 dargestellt. Dieser Anlage kann auch der Ausbau der Wassermesspegel entnommen werden.

Die Geländehöhen im Bereich der Aufschlusspunkte wurden auf einen vorhandenen Kanaldeckel in der Graf-Gumprecht-Straße, die die südliche Begrenzung des Bebauungsplangebietes darstellt, eingemessen. Die Höhe dieses Kanaldeckels wurde mit Kote 0,00 m angenommen. Nach dem Ergebnis des vom GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH durchgeführten Nivellements liegen die Sondieransatzhöhen zwischen den Koten - 0,79 m und - 2,91 m. Der gewählte Höhenbezugspunkt ist in dem Lageplan, Anlage 1/1, gekennzeichnet.

Nach Ansprache der Bodenproben, die bei den Rammkernsondierungen gewonnen wurden, stehen ab Geländeoberfläche folgende Bodenschichten an:

Bis ca. 0,3 m	Auffüllungen aus Mutterboden
bis \leq 1,8 m	Schluff, tonig, sandig, z.T. kiesig
bis 3,0/5,0 m (Endteufe der Rammkernsondierungen)	Sand, schluffig, zur Tiefe hin kiesig, in Wechsellagerung mit Kies, sandig, z.T. schluffig

Bei der Rammkernsondierung RKS 4 ist von 0,4 m bis 1,5 m Tiefe stark schluffiger, schwach feinsandiger Ton angetroffen worden. Im Bereich der Rammkernsondierungen RKS 1, 3 und 11 (im südlichen Untersuchungsgebiet) ist weder Schluff noch Ton angetroffen worden.

Dem Ergebnis der Rammsondierungen mit leichtem bzw. mittelschwerem Gerät ist zu entnehmen, dass die oberflächennah anstehenden bindigen Böden überwiegend eine weiche, zur Tiefe auch steife Konsistenz aufweisen. Die darunter anstehenden Sande und Kiese sind locker bis mitteldicht gelagert.

2.2. Bodenmechanische Laboratoriumsuntersuchungen

An charakteristischen Bodenproben, die bei den Rammkernsondierungen gewonnen wurden, sind im Laboratorium des GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH bodenphysikalische Untersuchungen durchgeführt worden. Zur Bestimmung der Korngrößenverteilungen wurden Sieb- und Schlämmanalysen ausgeführt. Die Ergebnisse sind in Form von Körnungslinien in den Anlagen 1/3.1 und 1/3.2 dargestellt. Außerdem wurden an diesen Bodenproben die Wassergehalte bestimmt. Die Ergebnisse können ebenfalls den Anlagen 1/3.1 und 1/3.2 entnommen werden.

2.3 Bodenklassen, bodenmechanische Kennwerte

Die anstehenden Bodenarten können hinsichtlich ihrer Bodenklassen und bodenmechanischen Eigenschaften wie folgt beurteilt werden:

2.3.1 Mutterboden (aufgefüllt)

Bodenklasse nach DIN 18 300: Klasse 1: Oberboden

Der Mutterboden muss vor Beginn der Erdarbeiten gesondert gewonnen und gelagert werden, damit er zum späteren Wiedereinbau verwendet werden kann.

Der Mutterboden wird als aufgefüllt bezeichnet, weil sich darin zum Teil Fremdbeimengungen befinden, die wahrscheinlich durch die Bearbeitung mit Ackerbaugeräten eingetragen worden sind.

2.3.2 Schluff, tonig, sandig, z.T. kiesig

Bodenklassen nach DIN 18 300: Klasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten

Im wassergesättigten Zustand können die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zutreffen.

Eine Wassersättigung tritt bereits bei anhaltenden Niederschlägen an der Geländeoberfläche ein. Im wassergesättigten Zustand sind die anstehenden bindigen Böden stark bewegungsempfindlich. Hinsichtlich der Tragfähigkeit stellen die bindigen Böden einen mäßig guten Baugrund dar.

2.3.3 Sand, schluffig, z. T. kiesig / Kies, sandig, z. T. schluffig

Bodenklassen nach DIN 18 300: Klasse 3: leicht lösbare Bodenarten bei einem Schluffgehalt von

> 15 Gew.-%:

Klasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten

Aufgrund der überwiegend lockeren bis mitteldichten Lagerung stellen die Sande und Kiese einen mäßig guten bis guten Baugrund dar. Der Sand ist unter Grundwasser stark fließgefährdet.

3. GRUNDWASSER

Während der Baugrunderkundung ist im Oktober und November 2011 Grundwasser zwischen 2,6 m und 4,0 m unter Geländeoberfläche angetroffen worden. Dies entspricht im Mittel etwa der Kote - 5,0 m. Das Grundwassergefälle und damit die Fließrichtung des Grundwassers ist etwa nach Norden hin gerichtet.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Grundwasserverhältnisse in Abhängigkeit von vorangegangenen Niederschlägen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Nach starken, anhaltenden Niederschlägen kann der Grundwasserspiegel noch erheblich ansteigen. Außerdem ist davon auszugehen, dass Sickerwasser innerhalb und über den relativ undurchlässigen bindigen Böden kurzzeitig bis zur Geländeoberfläche aufgestaut werden kann.

4. BEURTEILUNG DER BAUWÜRDIGKEIT

Derzeit gibt es noch keine Planung, in welcher Höhenlage die neuen Wohnhäuser erstellt werden sollen. Weiterhin ist nicht bekannt, ob die Neubauten mit oder ohne Unterkellerung erstellt werden sollen.

4.1 Tragfähigkeit

Aus der Anlage 1/2 ist ersichtlich, dass Mutterboden sowie aufgefüllte Sande und Schluffe bis maximal 0,5 m unter Geländeoberfläche reichen. Diese Böden sind für eine Wohnhausbebauung nicht ausreichend tragfähig. In die darunter anstehenden gewachsenen Böden (Schluff, Sand und Kies) können dagegen unter Beachtung der zulässigen Sohlnormalspannungen Bauwerkslasten über eine Flachgründung (Streifen- und Einzelfundamente, Plattengründung) eingeleitet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Schluff aufgrund seiner überwiegend weichen Konsistenz eine größere Zusammendrückbarkeit aufweist als der Sand und der Kies.

4.2 Sicherungsmaßnahmen gegen Stau- und Grundwasser

Grundwasser wurde ab 2,6 m unter Geländeoberfläche angetroffen. Weiterhin ist davon auszugehen, dass nach starken, anhaltenden Niederschlägen kurzzeitig Sickerwasser bis in die Nähe der Geländeoberfläche aufgestaut werden kann. Aus diesem Grund sind für nicht unterkellerte Gebäude Sicherungsmaßnahmen gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit und bei unterkellerten Gebäuden Sicherungsmaßnahmen gegen Stau- und Grundwasser vorzusehen.

4.3 Straßenbau

Aus den Schichtprofilen der Anlage 1/2 ist ersichtlich, dass mit Ausnahme des südlichen Untersuchungsbereiches oberflächennah bindige Böden anstehen, die als stark frostempfindlich einzustufen sind, so dass auf dem Planum ein Verformungsmodul in der Zweitbelastung von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden muss. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass dieser Wert auf dem Planum durch Nachverdichten erzielt werden kann, so dass dort voraussichtlich eine Verstärkung der Tragschicht oder eine Verfestigung des Untergrundes vorgenommen werden muss.

In Höhe des Erdplanums stehen überwiegend bindige Böden an, die in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) einzustufen sind.

5. VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER

5.1 Felduntersuchungen zur Bestimmung der Durchlässigkeit

Innerhalb der Wassermesspegel wurden vom GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH Schluckversuche durchgeführt. Dabei ist zunächst das Porenvolumen des Filtermaterials und des umgebenden Bodens über einen

Zeitraum von etwa einer halben Stunde mit Wasser aufgefüllt worden. Danach wurde während der Schluckversuche der Wasserspiegel innerhalb der Standrohre der Grundwassermessstellen konstant 0,6/0,8 m unter Geländeoberfläche, also unterhalb der inhomogenen Auffüllungen, gehalten. Dabei sind im Beharrungszustand hochgerechnet (als Endwert mehrerer Versuche) folgende Wassermengen infiltrierte worden:

Wasserpegel WP 9: $S = 42,4 \text{ l/h}$
 Wasserpegel WP 10: $S = 75,0 \text{ l/h}$
 Wasserpegel WP 11: $S = 225,0 \text{ l/h}$

5.2 Auswertung der Infiltrationsversuche

Anhand der Wasserschluckwerte und der technischen Daten der Sondierlöcher sind vom GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH nach der folgenden Formel die Durchlässigkeiten der anstehenden Böden ermittelt worden:

$$S = p \times k \times \frac{\ddot{u} \times (2H + \ddot{u})}{\ln(R/r)}$$

In der vorstehenden Formel bedeuten:

- S = Infiltrationsmenge in m^3/s
- k = Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens in m/s
- \ddot{u} = Höhe der Versickerungstrecke im Pegel in m
- H = Höhe des angetroffenen Grundwasserstandes im Pegel in m
- R = Reichweite des Infiltrationskegels in m
- r = Radius des Bohr- bzw. Sondierloches in m

Die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte k erfolgt iterativ, indem diese zunächst geschätzt und die rechnerische Infiltra-

tionsmenge mit dem tatsächlichen Messwert verglichen wird. Die Ergebnisse der elektronischen Berechnungen sind in den Anlagen 1/4.1 bis 1/4.3 aufgelistet. Diesen Anlagen ist zu entnehmen, dass folgende Durchlässigkeiten bestimmt worden sind:

Wasserpegel WP 9: $k = 2,3 \times 10^{-5}$ m/s

Wasserpegel WP 10: $k = 4,5 \times 10^{-5}$ m/s

Wasserpegel WP 11: $k = 1,7 \times 10^{-4}$ m/s

5.3 Bewertung der Ergebnisse

Die Bemessung von Versickerungsanlagen soll nach dem ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 138 zu "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" erfolgen. Um einerseits eine ausreichende Wasseraufnahme und andererseits den Abbau einer etwaigen Verunreinigung des Niederschlagswassers zu gewährleisten (vor Erreichen des Grundwasserspiegels), wird in dem vorgenannten Regelwerk angegeben, dass die Durchlässigkeit des Bodens $k \geq 1 \times 10^{-6}$ m/s bis $k \leq 1 \times 10^{-3}$ m/s betragen soll.

Aus den vorstehenden Versuchsergebnissen ist ersichtlich, dass die gemessene Durchlässigkeit innerhalb der vorgenannten Grenzwerte liegt, so dass die empirisch ermittelten Formeln der ATV-Richtlinie A 138 für die Bemessung der Versickerungsanlage angewendet werden können. Seitens des GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH wird empfohlen, die Durchlässigkeit auf der sicheren Seite liegend wie folgt für die Dimensionierung der Versickerungsanlagen in Ansatz zu bringen:

$$k = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Die Versickerung des Niederschlagswassers sollte in Mulden über die belebte Bodenzone erfolgen. Die Muldensohle muss unterhalb der undurchlässigen bindigen Bodenschichten angeordnet werden, die im Bereich der Rammkernsondierungen RKS 9 und RKS 10 bis 0,8 m bzw. 1,1 m unter Geländeoberfläche reichen. Bei der Rammkernsondierung RKS 11 im südlichen Bereich der Untersuchungsfläche stehen keine

bindigen Böden an. Bei der Versickerung über Rigolen muss sichergestellt werden, dass der Abstand der Versickerungsebene zum höchsten mittleren Grundwasserstand $\geq 1,0$ m beträgt.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Derzeit ist nicht bekannt, ob die Wohnhäuser mit oder ohne Unterkellerung erstellt werden sollen. Ebenfalls ist die höhenmäßige Lage der Wohnhäuser noch nicht festgelegt. Bei nicht unterkellerten Wohnhäusern wird die Gründungsebene voraussichtlich etwa in frostfreier Tiefe, also $\geq 0,8$ m unter Geländeoberfläche, angeordnet. In dieser Tiefe stehen gewachsene Schluffe und Sande an, die in ungestörtem Zustand für eine Wohnhausbebauung ausreichend tragfähig sind. Dies gilt auch bei einer Unterkellerung, deren Gründungsebene erfahrungsgemäß etwa 2,5 m bis 3,0 m unter Geländeoberfläche liegt. In dieser Tiefe stehen meist mitteldicht gelagerte Sande an, die eine gute Tragfähigkeit aufweisen.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden müssen Maßnahmen zur Vermeidung aufsteigender Bodenfeuchtigkeit vorgesehen werden. Bei Unterkellerungen müssen diese gegen Grund- und Stauwasser geschützt werden, zum Beispiel durch die Ausbildung der Kellersohlen- und außenwände in wasserundurchlässigem Beton als sogenannte "Weiße Wanne". Es besteht auch die Möglichkeit, Kombinationen einer "Weiße Wanne" mit einer Drainage auszuführen, wobei die Drainage dazu dient, den höchst möglichen Grundwasserstand zu begrenzen und damit eine wirtschaftliche Bauausführung zu gewährleisten.

Es ist zu berücksichtigen, dass im Rahmen der Baugrundvoruntersuchung die Sondierungen in einem relativ großen Abstand (bis zu 170 m) ausgeführt worden sind. Deshalb sind in den Zwischenbereichen Abweichungen in der Schichtenfolge möglich.

Entsprechend DIN 4020 sollte der Abstand direkter Aufschlüsse (z.B. Rammkernsondierungen) zwischen 20 m und 40 m betragen.

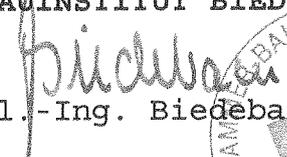
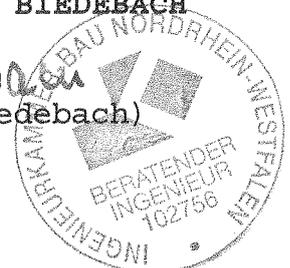
Nach Aufstellung einer konkreten Planung muss eine ergänzende Bau- grunduntersuchung, die gezielt im Bereich der geplanten Bebauung durchzuführen ist, sowie eine Gründungsberatung vorgenommen werden, um eine technisch richtige, einwandfreie und wirtschaftliche Gründung auf Böden ausreichender Tragfähigkeit zu gewährleisten.

Bei der Ansprache der Bodenproben durch die Laboranten des GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH wurden keine augenscheinlichen oder geruch- lichen Verunreinigungen festgestellt. Vom GRUNDBAUINSTITUT BIEDE- BACH wird dennoch empfohlen, die oberflächennahen Auffüllungen in chemischer Hinsicht nach der LAGA-Richtlinie zu untersuchen, um die Wiederverwertbarkeit bzw. Deponierfähigkeit der Aushubböden festzustellen.

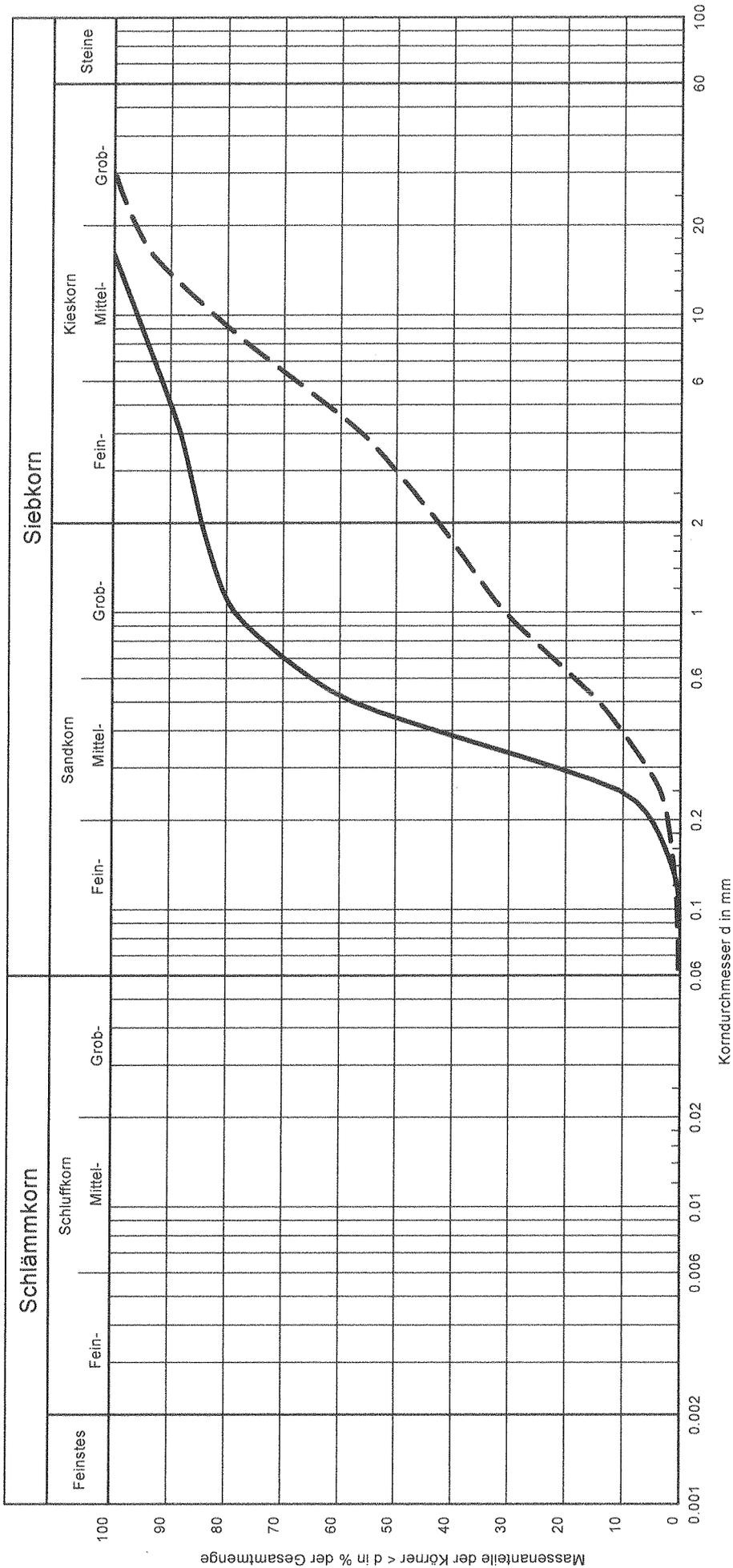
Nach Durchführung der ergänzenden Untersuchungen ist ein detail- liertes Gutachten zu erstellen, in dem genaue Angaben zur Bemessung der Gründung, Setzungsdifferenzen und Sicherungsmaßnahmen gegen Stau- und Grundwasser für die Bauausführung und den Bauendzu- stand zu machen sind.

Wenn die vorgenannten Leistungen vom GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH erbracht werden sollen, bitten wir hierzu um Benachrichtigung und Übersendung entsprechender Planunterlagen.

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH


(Dipl. - Ing. Biedebach)4 AnlagenVerteiler: Gemeinde Alpen, 3 x

Körnungslinie

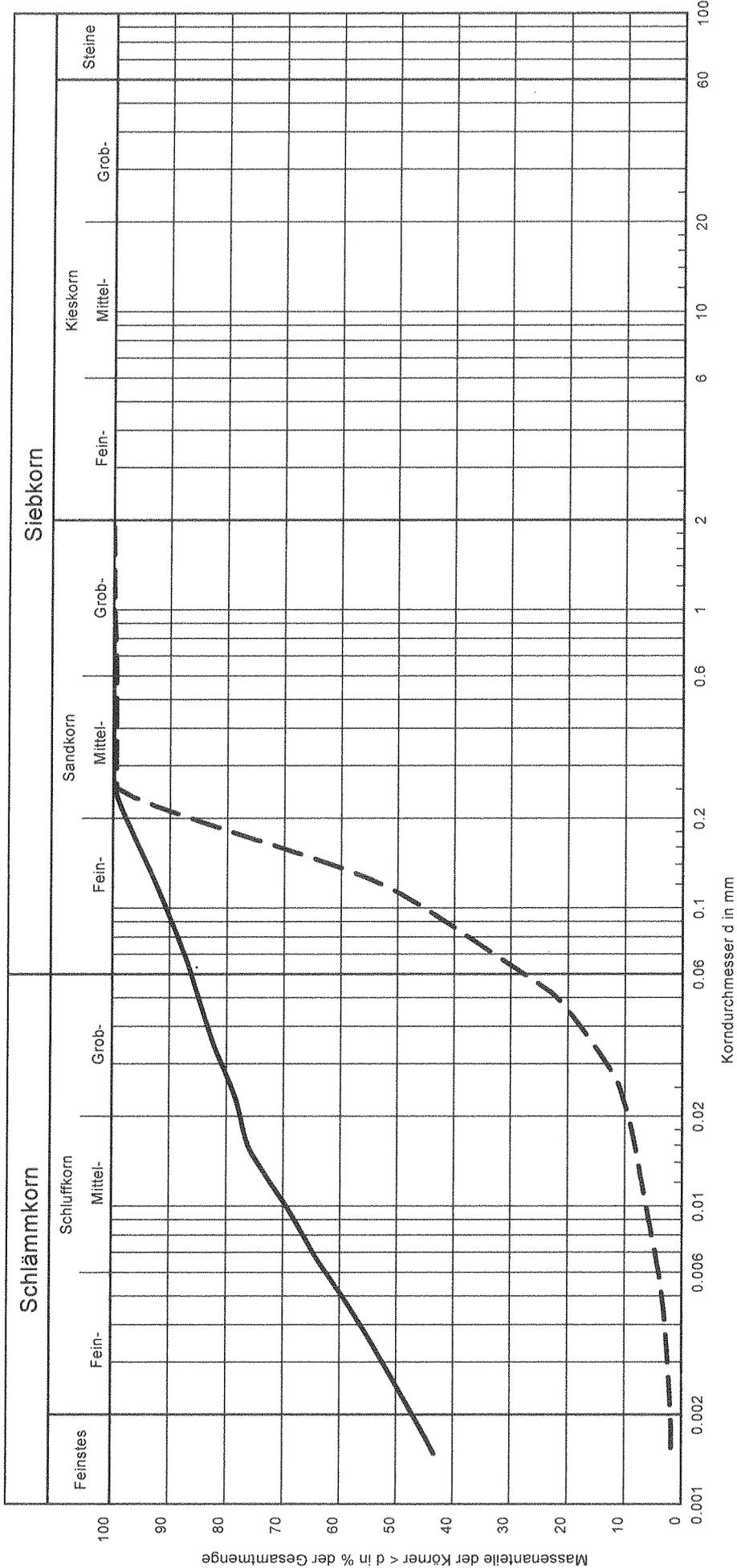


Bearb. - Nr.: 1183
Anlage - Nr.: 1/3.1

Labor-Nr. / Signatur	3204	3203
Entnahmestelle	RKS 3	RKS 3
Entnahmetiefe (m)	0,5 - 2,5	2,8 - 5,0
Bodenart	S. 9	G-S
Wassergehalt (%)	6,2	9,6
U/Cc	2.1/0.9	11.7/0.5

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH
Hellerstraße 21
44229 Dortmund

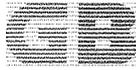
Körnungslinie



Bearb. - Nr.: 1183
Anlage - Nr.: 1/3.2

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH
Heilerstraße 21
44229 Dortmund

Labor-Nr. / Signatur	3202	3201
Entnahmestelle	RKS 4	RKS 8
Entnahmetiefe (m)	0,4 - 1,5	1,8 - 2,9
Bodenart	T, ū, fs'	fs, u, k
Wassergehalt (%)	27,6	22,0
U/C	-/-	6.2/1.4



**Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f
bei Wasserpegel Nr.9**

Eingabewerte			Versuchsergebnis	
GW-Spiegel im Brunnen	Überstauhöhe	Radius Bohr- bzw. Sondierloch	Infiltrationsmenge S	
			1,00 l 85 s 2,0	Volumen V Zeit t Korrekturfaktor c
H [m]	Ü [m]	r [m]		S = c * V / t
0,00	1,50	0,03	2,35E-02 l/s	

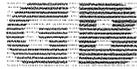
Rechenergebnis				
Reichweite	Infiltrationsmenge S			Durchlässig- keitsbeiwert
	R [m]	[m³/s]	[l/h]	
333,73	4,17E-03	15021,95	4,17E+00	5,50E-03
284,60	3,09E-03	11115,01	3,09E+00	4,00E-03
246,48	2,35E-03	8469,29	2,35E+00	3,00E-03
215,81	1,83E-03	6590,25	1,83E+00	2,30E-03
185,54	1,38E-03	4955,39	1,38E+00	1,70E-03
162,25	1,07E-03	3848,55	1,07E+00	1,30E-03
142,30	8,35E-04	3006,30	8,35E-01	1,00E-03
123,24	6,37E-04	2293,70	6,37E-01	7,50E-04
105,53	4,76E-04	1713,99	4,76E-01	5,50E-04
90,00	3,53E-04	1271,33	3,53E-01	4,00E-04
77,94	2,70E-04	970,94	2,70E-01	3,00E-04
68,25	2,10E-04	757,18	2,10E-01	2,30E-04
58,67	1,59E-04	570,82	1,59E-01	1,70E-04
51,31	1,23E-04	444,37	1,23E-01	1,30E-04
45,00	9,67E-05	347,96	9,67E-02	1,00E-04
38,97	7,39E-05	266,20	7,39E-02	7,50E-05
33,37	5,54E-05	199,53	5,54E-02	5,50E-05
28,46	4,12E-05	148,48	4,12E-02	4,00E-05
24,65	3,16E-05	113,75	3,16E-02	3,00E-05
21,58	2,47E-05	88,97	2,47E-02	2,30E-05
18,55	1,87E-05	67,31	1,87E-02	1,70E-05
16,22	1,46E-05	52,57	1,46E-02	1,30E-05
14,23	1,15E-05	41,30	1,15E-02	1,00E-05
12,32	8,81E-06	31,71	8,81E-03	7,50E-06
10,55	6,63E-06	23,87	6,63E-03	5,50E-06
9,00	4,96E-06	17,85	4,96E-03	4,00E-06
7,79	3,81E-06	13,73	3,81E-03	3,00E-06
6,82	3,00E-06	10,78	3,00E-03	2,30E-06
5,87	2,28E-06	8,20	2,28E-03	1,70E-06
5,13	1,79E-06	6,43	1,79E-03	1,30E-06
4,50	1,41E-06	5,08	1,41E-03	1,00E-06
3,90	1,09E-06	3,92	1,09E-03	7,50E-07
3,34	8,25E-07	2,97	8,25E-04	5,50E-07
2,85	6,21E-07	2,24	6,21E-04	4,00E-07
2,46	4,81E-07	1,73	4,81E-04	3,00E-07
2,16	3,80E-07	1,37	3,80E-04	2,30E-07
1,86	2,91E-07	1,05	2,91E-04	1,70E-07
1,62	2,30E-07	0,83	2,30E-04	1,30E-07
1,42	1,83E-07	0,66	1,83E-04	1,00E-07
1,23	1,43E-07	0,51	1,43E-04	7,50E-08
1,06	1,09E-07	0,39	1,09E-04	5,50E-08
0,90	8,31E-08	0,30	8,31E-05	4,00E-08
0,78	6,51E-08	0,23	6,51E-05	3,00E-08
0,68	5,20E-08	0,19	5,20E-05	2,30E-08
0,59	4,04E-08	0,15	4,04E-05	1,70E-08
0,51	3,24E-08	0,12	3,24E-05	1,30E-08
0,45	2,61E-08	0,09	2,61E-05	1,00E-08
0,39	2,07E-08	0,07	2,07E-05	7,50E-09
0,33	1,61E-08	0,06	1,61E-05	5,50E-09
0,28	1,26E-08	0,05	1,26E-05	4,00E-09
0,25	1,01E-08	0,04	1,01E-05	3,00E-09
0,22	8,24E-09	0,03	8,24E-06	2,30E-09



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f bei Wasserpegel Nr.10

Eingabewerte			Versuchsergebnis	
GW-Spiegel im Brunnen	Überstauhöhe	Radius Bohr- bzw. Sondierloch	Infiltrationsmenge S	
			1,00 l 48 s 2,0	Volumen V Zeit t Korrekturfaktor c
H [m]	Ü [m]	r [m]	S = c * V / t	
0,00	1,40	0,03	4,17E-02 l/s	

Rechenergebnis				
Reichweite R [m]	Infiltrationsmenge S			Durchlässig- keitsbeiwert k [m/s]
	[m³/s]	[l/h]	[l/s]	
311,48	3,66E-03	13183,41	3,66E+00	5,50E-03
265,63	2,71E-03	9755,91	2,71E+00	4,00E-03
230,04	2,07E-03	7434,60	2,07E+00	3,00E-03
201,42	1,61E-03	5785,79	1,61E+00	2,30E-03
173,17	1,21E-03	4351,08	1,21E+00	1,70E-03
151,43	9,39E-04	3379,64	9,39E-01	1,30E-03
132,82	7,33E-04	2640,34	7,33E-01	1,00E-03
115,02	5,60E-04	2014,78	5,60E-01	7,50E-04
98,50	4,18E-04	1505,80	4,18E-01	5,50E-04
84,00	3,10E-04	1117,10	3,10E-01	4,00E-04
72,75	2,37E-04	853,29	2,37E-01	3,00E-04
63,70	1,85E-04	665,53	1,85E-01	2,30E-04
54,76	1,39E-04	501,81	1,39E-01	1,70E-04
47,89	1,09E-04	390,72	1,09E-01	1,30E-04
42,00	8,50E-05	306,00	8,50E-02	1,00E-04
36,37	6,50E-05	234,15	6,50E-02	7,50E-05
31,15	4,88E-05	175,54	4,88E-02	5,50E-05
26,56	3,63E-05	130,66	3,63E-02	4,00E-05
23,00	2,78E-05	100,12	2,78E-02	3,00E-05
20,14	2,18E-05	78,32	2,18E-02	2,30E-05
17,32	1,65E-05	59,27	1,65E-02	1,70E-05
15,14	1,29E-05	46,30	1,29E-02	1,30E-05
13,28	1,01E-05	36,38	1,01E-02	1,00E-05
11,50	7,76E-06	27,95	7,76E-03	7,50E-06
9,85	5,85E-06	21,04	5,85E-03	5,50E-06
8,40	4,37E-06	15,74	4,37E-03	4,00E-06
7,27	3,36E-06	12,11	3,36E-03	3,00E-06
6,37	2,64E-06	9,52	2,64E-03	2,30E-06
5,48	2,01E-06	7,24	2,01E-03	1,70E-06
4,79	1,58E-06	5,68	1,58E-03	1,30E-06
4,20	1,25E-06	4,49	1,25E-03	1,00E-06
3,64	9,63E-07	3,47	9,63E-04	7,50E-07
3,11	7,29E-07	2,63	7,29E-04	5,50E-07
2,66	5,49E-07	1,98	5,49E-04	4,00E-07
2,30	4,26E-07	1,53	4,26E-04	3,00E-07
2,01	3,37E-07	1,21	3,37E-04	2,30E-07
1,73	2,58E-07	0,93	2,58E-04	1,70E-07
1,51	2,04E-07	0,73	2,04E-04	1,30E-07
1,33	1,62E-07	0,58	1,62E-04	1,00E-07
1,15	1,27E-07	0,46	1,27E-04	7,50E-08
0,98	9,70E-08	0,35	9,70E-05	5,50E-08
0,84	7,39E-08	0,27	7,39E-05	4,00E-08
0,73	5,79E-08	0,21	5,79E-05	3,00E-08
0,64	4,63E-08	0,17	4,63E-05	2,30E-08
0,55	3,60E-08	0,13	3,60E-05	1,70E-08
0,48	2,89E-08	0,10	2,89E-05	1,30E-08
0,42	2,33E-08	0,08	2,33E-05	1,00E-08
0,36	1,85E-08	0,07	1,85E-05	7,50E-09
0,31	1,45E-08	0,05	1,45E-05	5,50E-09
0,27	1,13E-08	0,04	1,13E-05	4,00E-09
0,23	9,07E-09	0,03	9,07E-06	3,00E-09
0,20	7,44E-09	0,03	7,44E-06	2,30E-09



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f bei Wasserpegel Nr. 11

Eingabewerte			Versuchsergebnis	
GW-Spiegel im Brunnen	Überstauhöhe	Radius Bohr- bzw. Sondierloch	Infiltrationsmenge S	
			1,00 l 15 s 2,0	Volumen V Zeit t Korrekturfaktor c
H [m]	Ü [m]	r [m]		S = c * V / t
0,00	1,30	0,03	1,33E-01 l/s	

Rechenergebnis				
Reichweite	Infiltrationsmenge S			Durchlässig- keitsbeiwert
	R [m]	[m³/s]	[l/h]	
289,23	3,18E-03	11459,16	3,18E+00	5,50E-03
246,66	2,36E-03	8481,14	2,36E+00	4,00E-03
213,61	1,80E-03	6464,00	1,80E+00	3,00E-03
187,04	1,40E-03	5031,08	1,40E+00	2,30E-03
160,80	1,05E-03	3784,08	1,05E+00	1,70E-03
140,62	8,17E-04	2939,63	8,17E-01	1,30E-03
123,33	6,38E-04	2296,90	6,38E-01	1,00E-03
106,81	4,87E-04	1752,97	4,87E-01	7,50E-04
91,46	3,64E-04	1310,36	3,64E-01	5,50E-04
78,00	2,70E-04	972,29	2,70E-01	4,00E-04
67,55	2,06E-04	742,81	2,06E-01	3,00E-04
59,15	1,61E-04	579,46	1,61E-01	2,30E-04
50,85	1,21E-04	437,00	1,21E-01	1,70E-04
44,47	9,45E-05	340,32	9,45E-02	1,30E-04
39,00	7,40E-05	266,57	7,40E-02	1,00E-04
33,77	5,67E-05	204,02	5,67E-02	7,50E-05
28,92	4,25E-05	152,99	4,25E-02	5,50E-05
24,67	3,16E-05	113,91	3,16E-02	4,00E-05
21,36	2,43E-05	87,30	2,43E-02	3,00E-05
18,70	1,90E-05	68,31	1,90E-02	2,30E-05
16,08	1,44E-05	51,71	1,44E-02	1,70E-05
14,06	1,12E-05	40,40	1,12E-02	1,30E-05
12,33	8,82E-06	31,76	8,82E-03	1,00E-05
10,68	6,78E-06	24,40	6,78E-03	7,50E-06
9,15	5,11E-06	18,38	5,11E-03	5,50E-06
7,80	3,82E-06	13,75	3,82E-03	4,00E-06
6,75	2,94E-06	10,59	2,94E-03	3,00E-06
5,91	2,31E-06	8,32	2,31E-03	2,30E-06
5,08	1,76E-06	6,33	1,76E-03	1,70E-06
4,45	1,38E-06	4,97	1,38E-03	1,30E-06
3,90	1,09E-06	3,93	1,09E-03	1,00E-06
3,38	8,43E-07	3,03	8,43E-04	7,50E-07
2,89	6,39E-07	2,30	6,39E-04	5,50E-07
2,47	4,82E-07	1,73	4,82E-04	4,00E-07
2,14	3,73E-07	1,34	3,73E-04	3,00E-07
1,87	2,95E-07	1,06	2,95E-04	2,30E-07
1,61	2,27E-07	0,82	2,27E-04	1,70E-07
1,41	1,79E-07	0,65	1,79E-04	1,30E-07
1,23	1,43E-07	0,51	1,43E-04	1,00E-07
1,07	1,11E-07	0,40	1,11E-04	7,50E-08
0,91	8,55E-08	0,31	8,55E-05	5,50E-08
0,78	6,52E-08	0,23	6,52E-05	4,00E-08
0,68	5,11E-08	0,18	5,11E-05	3,00E-08
0,59	4,10E-08	0,15	4,10E-05	2,30E-08
0,51	3,19E-08	0,11	3,19E-05	1,70E-08
0,44	2,56E-08	0,09	2,56E-05	1,30E-08
0,39	2,07E-08	0,07	2,07E-05	1,00E-08
0,34	1,64E-08	0,06	1,64E-05	7,50E-09
0,29	1,29E-08	0,05	1,29E-05	5,50E-09
0,25	1,01E-08	0,04	1,01E-05	4,00E-09
0,21	8,11E-09	0,03	8,11E-06	3,00E-09
0,19	6,67E-09	0,02	6,67E-06	2,30E-09