

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Möbel Martin GmbH & Co. KG
Kurt-Schumacher-Straße 24

66130 Saarbrücken



Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Geschäftsführer
Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB 2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

<i>Projekt-Nr.</i>	<i>Bearbeiter</i>	<i>Durchwahl</i>	<i>Bezug / Aktenzeichen</i>	<i>Datum</i>
B09040	A. Reischmann	06374-80507-0	--	03.06.2009

Projekt: Möbel Martin – Konzeption Standort Wirtschaftspark Mainz Süd

Betreff: Orientierende Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht einschließlich Gründungsvorschlägen und Prüfung der Versickerungseignung der Böden

Geotechnischer Bericht

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach wurde durch die Architektengemeinschaft Stumperl – Becker – Klingenberg – Baum – Nieter GmbH im Namen der Bauherrin mit der Durchführung einer orientierenden Baugrunderkundungen sowie der Erstellung eines Geotechnischen Berichts beauftragt. Hierbei sollte insbesondere auf die Versickerungseignung der anstehenden Böden und auf mögliche Gründungsvarianten Bezug genommen werden.

Die Erkundung des Baugrundes erfolgte anhand von zwölf Kleinrammbohrungen RB 01 bis RB 12 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben nach DIN 4021. Die Bohrungen im Bereich der Versickerungsfläche (RB 01 bis RB 06) endeten auftragsgemäß in einer Tiefe von 3,0 m unter Ansatzpunkt (muAP). Die Bohrungen im Bereich der Gebäude (RB 07 bis RB 11) wurden bis in eine Tiefe von 5 muAP niedergebracht. Mit der Bohrung RB 12 war bereits in einer Tiefe von 1,3 muAP kein nennenswerter Bohrfortschritt zu erzielen, so dass an diesem Punkt der Abbruch in besagter Tiefe erfolgte (Bohrstillstand).

ICP Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Kopernikusstraße 1 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Büro Saarland

Konrad-Zuse-Straße 10 - 66459 Kirkel-Limbach
Telefon 06841-6989545
Telefax 06841-9863757
e-mail saarland@icp-geologen.de

Bankverbindung Kreissparkasse Kaiserslautern - BLZ 540 502 20 - Konto Nr. 971 531
IBAN DE89 5405 0220 0000 971531 - BIC MALA DE 51 KLK

www.icp-geologen.de

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Lockergesteinsböden kamen insgesamt acht schwere Rammsondierungen SRS 01 bis SRS 08 nach DIN 4094 (Methode DPH) mit Endteufen zwischen 6,2 m und 10,0 muAP zur Ausführung.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022 (Anlage 1) und Bohrprofilen nach DIN 4023 sowie in Messwertdiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN 4094 dargestellt (Anlage 2.1 bis 2.3).

Im Bereich der Versickerungsfläche wurden aus einer Tiefe von 0,5 bis 0,62 muAP zwei ungestörte Sonderproben nach DIN 4021 (Stechzylinderproben) entnommen. An diesen beiden Sonderproben wurde die Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130-ZY-ES-ST bei veränderlichem hydraulischem Gradient bestimmt. Die Versuchsprotokolle zu den beiden Versuchen sind als Anlage 3.1 und 3.2 beigelegt.

Zur Bestimmung der möglichen Infiltration im Bereich der zur Versickerung zur Verfügung stehenden Fläche wurde die Infiltrationsrate mit einem Doppelring-Infiltrationsversuch (instationäres Verfahren nach DIN 19682-7) bestimmt. Das Versuchsprotokoll ist als Anlage 4 beigelegt.

An insgesamt sechs charakteristischen Lockergesteinsproben wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung mittels Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123 ermittelt (Anlage 5.1 bis 5.6). An zwei weiteren Bodenproben wurden die Zustandsgrenzen nach DIN 18122 bestimmt (Anlage 6.1 und 6.2).

Zur Abschätzung des Setzungsverhaltens des geplanten Gebäudes und der herzustellenden Aufschüttung wurden exemplarische Setzungsberechnungen durchgeführt. Die zugehörigen Berechnungen sind in den Anlagen 7.1 bis 7.4 nachzulesen.

Zum Abschätzen des Setzungsverhaltens der neu herzustellenden Auffüllung wurden Konsolidationsberechnungen nach der einfachen Konsolidationstheorie durchgeführt (Anlage 8).

In Anlage 9 ist die Dimensionierung des erforderlichen Speichervolumens für ein Versickerungsbecken auf der zur Verfügung stehenden Fläche beigelegt. Die Berechnung erfolgte nach ATV-A 138.

Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente ein Schachtdeckel im angrenzenden Feldweg. Dessen Deckelhöhe wurde den vorliegenden Planunterlagen mit 164,17 müNN entnommen. Die Lage der Aufschlusspunkte und des Festpunkts geht aus dem beigelegten Lageplan hervor (Anlage 10).

Die Ansatzhöhen und Endteufen der Kleinrammbohrungen und der schweren Rammsondierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Nivellement mit Endteufen der Aufschlüsse

Nivellement		
Projekt:	Möbel Martin – Konzeption Standort Wirtschaftspark Mainz Süd	
Datum:	30.04.2009	
Beobachter:	Löffler	
Bezugshöhe:	Festpunkt: Schachtdeckel in Wirtschaftsweg, Kote 164,17 müNN	
Kleinrammbohrung (RB) Schwere Rammsondierung (SRS)	Ansatzpunkt (AP) Kote [müNN]	Endteufe [muAP] / [müNN]
RB 01	161,80	3,0 / 158,80
RB 02	162,19	3,0 / 159,19
RB 03	162,79	3,0 / 159,79
RB 04	163,85	3,0 / 160,85
RB 05	164,02	3,0 / 161,02
RB 06	164,84	3,0 / 161,84
RB 07	166,26	5,0 / 161,26
RB 08	163,53	5,0 / 158,53
RB 09	163,96	5,0 / 158,96
RB 10	166,00	5,0 / 161,00
RB 11	168,07	5,0 / 163,07
RB 12	168,09	1,3 / 166,79
SRS 01	166,26	8,3 / 157,96
SRS 02	163,58	8,0 / 155,58
SRS 03	163,53	8,0 / 155,53
SRS 04	163,96	8,0 / 155,96
SRS 05	166,00	6,2 / 159,80
SRS 06	166,56	7,0 / 159,56
SRS 07	168,07	9,5 / 158,57
SRS 08	168,09	10,0 / 158,09

Für die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden die charakteristischen Kenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300, die Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE-StB 94 (Fassung 1997) und ZTVA-StB 97 sowie die zulässige Bodenpressung in Regelfällen nach DIN 1054 ermittelt.

2 Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Gemäß der Geologischen Karte von Rheinland-Pfalz M 1 : 25.000, Blatt 6015 Mainz, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz, Mainz 1989, liegt das Projektgelände im Verbreitungsgebiet pleistozäner Lößablagerungen. Diese setzen sich allgemein aus gelbbraunen bis graubraunen, kalkhaltigen, feinsandigen Schluffen zusammen, die bereits teilweise verlehmt sind.

Unterhalb stehen ockerfarbene pliozäne Residualtone an. Diese sind aus den unterlagernden Kalk- und Mergelsteinen der Hydrobien- und Corbiculaschichten des Aquitan durch Kalksteinlösungsverwitterung entstanden.

Das nachfolgende Grundsatzprofil (Darstellung in sog. Schichtgliedern SG) veranschaulicht auf Grundlage der Kleinrammbohrungen die angetroffenen Bodenverhältnisse. Die aufgeschlossene Oberbodendecke besitzt eine Mächtigkeit von im Mittel ca. 15 cm. Die organischen Beimengungen in Oberflächennähe können aufgrund der ehemaligen Nutzung als Agrarfläche partiell schwanken (→ damit einhergehend evtl. Wechsel der Bodengruppe nach DIN 18196).

SG I: steifer Lößlehm

Schluff, schwach tonig bis tonig
verbraunt
Farbe: braun
Konsistenz: steif
Bodengruppe TL, UL-TL

SG II: halbfester Lößlehm

Schluff, schwach tonig bis stark tonig, schwach feinsandig,
teilweise sehr schwach feinkiesig
Farbe: hellbraun
Konsistenz: halbfest
Bodengruppe UL-TL, TL, TM

SG III: Residualtone

Schluff, Ton, teilweise schwach kiesig
Farbe: orangebraun, grüngrau
Konsistenz: halbfest
Bodengruppe TM

Die charakteristischen Kenngrößen und Bodenparameter der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Lößlehm	SG II	SG III Residualton
Bodengruppe (DIN 18196)	TL, UL-TL	TL, UL-TL, TM	TM
Bodenklasse (DIN 18300)	4, 2 ⁺)	4, 2 ⁺)	4, 2 ⁺)
Konsistenz / Lagerungsdichte	steif ---	halbfest --	steif - halbfest --
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³]			
cal γ	20	20,5	20 – 20,5
cal γ'	10	10,5	10 – 10,5
Reibungswinkel φ (DIN 1055)	27,5	22,5 – 27,5	22,5
Kohäsion (DIN 1055) [kN/m ²]			
cal c_u	15	40 - 60	25 - 60
cal c'	2	5 - 10	5 - 10
Steifemodul E_s [MN/m ³]	8 - 10	15 - 20	10 - 20
Frostklasse nach ZTVE-StB 94	F3	F3	F3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB 97	V3	V3	V3
Zulässige Bodenpressung σ_0 (DIN 1054) [kN/m ²]	TL: 140 ¹⁾³⁾ UL: --- ²⁾	TL, TM: 210 ¹⁾ UL: 180 ¹⁾²⁾	140 ¹⁾³⁾

* Aufgeweichte bindige Böden bzw. solche von breiiger Konsistenz gehen in Bodenklasse 2 nach DIN 18300 über.

- 1) Bei Streifenfundamenten mit Breiten b von 0,5 m bis 2,0 m und kleinster Einbindetiefe des Fundaments von 1,0 m nach DIN 1054, Tabelle 3, 4, 5.
- 2) Die DIN 1054 verlangt bei reinen Schluffen der Bodengruppe UL eine mindestens halbfeste Konsistenz.
- 3) Bei mindestens steifer Konsistenz bis zur Grenztiefe.

Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten (29./30.04.2009) wurde weder bei den schweren Rammsondierungen noch bei den Kleinrammbohrungen Grund-, Schicht- bzw. Stauwasser angetroffen. Dennoch ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. das Vorkommen stauwasser Horizonte nicht generell auszuschließen.

3 Organoleptische Auffälligkeiten und Ablagerungen

Organoleptische Auffälligkeiten an den entnommenen Bodenproben wurden nicht festgestellt. Sollten im Zuge der Erdarbeiten Anomalien hinsichtlich Zusammensetzung, Geruch oder Färbung auftreten, so ist der Unterzeichner hinzuzuziehen.

Das Gelände wird derzeit als Kippengelände für Baureststoffe (Bauschutt, gebrochen und ungebrochen; Asphaltfräsgut/Straßenaufbruch; Bodenaushub; Mutterboden; Rohre usw.) genutzt. Eine abfallrechtliche Deklaration der Ablagerungen war nicht Auftragsbestandteil und aufgrund der hohen Inhomogenität der vorgefundenen Ablagerungen wenig zielführend bzw. nur mit unverhältnismäßigem Aufwand und Kosten durchzuführen.



Aufgrund der Zusammensetzung (v.a. Asphaltfräsgut, Straßenaufbruch und Mauerwerksreste unbekannter Herkunft) sind relevante Belastungen zu erwarten, auf Grundlage der bekannten Datenlage jedoch nicht zu quantifizieren. Vor einem Einsatz zur Herstellung des Schüttkörpers ist eine chargen- und mengenbezogene Deklaration der Altablagerungen entsprechend den Vorgaben der LAGA-Mittelung TR 20 durch den derzeitigen Grundstückseigentümer zu veranlassen.

Aus erdbautechnischer Sicht sind die vorgefundenen Ablagerungen aufgrund ihrer stark inhomogenen Zusammensetzung und enthaltener Grobfractionen bis über 1 m Kantenlänge nicht für eine ordnungsgemäße Herstellung des Schüttkörpers geeignet. Vor einer Verwendung als Schüttmasse sind Grobfractionen auszusortieren bzw. mittels Brecher aufzubereiten.

4 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Zur Erfassung der Erdbebengefährdung weist die DIN 4149:2005-04 in Deutschland Erdbebenzonen 0, 1, 2 und 3 aus. Das Untersuchungsgebiet gehört gemäß DIN 4149:2005-04 zur **Erdbebenzone 1**. Die Erdbebenzone 1 bezeichnet Gebiete, in denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus (Auftrittswahrscheinlichkeit von 10 % innerhalb von 50 Jahren) rechnerisch die Mercalli-Sieberg-Intensitäten $6,5 \leq I < 7$ zu erwarten sind. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$.

Bezüglich des tieferen Untergrundes werden gemäß DIN 4149:2005-04, Bild 3 drei geologische Untergrundklassen unterschieden. Demnach ist das Baufeld der **geologischen Untergrundklasse S** zuzuordnen (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung). Weiterhin hängt die Wirkung eines Bebens auf ein Bauwerk innerhalb einer Erdbebenzone von den geologischen Untergrundverhältnissen und vom Baugrund des Standortes ab. Als „Baugrund“ gilt hier die oberflächennahe Bodenschicht bis zu einer Tiefe von 20 m, wobei der Boden bis zu einer Tiefe von 3 m außer Betracht bleibt. Basierend auf den Aufschlussergebnissen der im Baufeld niedergebrachten Bohrungen ist die **Baugrundklasse C** gemäß DIN 4149:2005-04 anzusetzen (feinkörnige bindige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz).

Auf Grundlage der Aufschlüsse wird der obere Geländeabschluss von bindigen feinkörnigen Böden (Lößlehme) der Schichtglieder SG I und SG II aufgebaut. Die aufgeschlossenen steif-konsistenten bis halbfesten Lößlehme gehören nach DIN 18196 zu den Bodengruppen TL und UL-TL, mit zunehmender Tiefe und Tonverlagerung auch zur Bodenklasse TM.

Das Schichtglied SG III (steife Residualtone) wird von Böden der Bodengruppen TM aufgebaut.

Nach DIN 18300 sind die aufgeschlossenen Lockergesteinsböden in die Bodenklasse 4 einzuordnen und als stark bis sehr stark wasserempfindlich einzuschätzen, d. h. sie verlieren bei Wassergehaltsänderung (Durchfeuchtung) rasch ihre im ungestörten Zustand befriedigenden bodenmechanischen Eigenschaften. Aufgeweichte, bindige Böden bzw. solche von breiiger Konsistenz gehen in Bodenklasse 2 nach DIN 18300 über.

Die Lockergesteinsböden steifer bis halbfester Konsistenz sind als gering bis mäßig tragfähig einzuschätzen.

Die in der Tabelle 2 aufgeführten zulässigen Bodenpressungen gelten für Streifenfundamente mit den in DIN 1054 geregelten Abmessungen. Die aufgeführten Bodenpressungen dürfen nur angesetzt werden, wenn der Baugrund mindestens steife Konsistenz (bei UL mindestens halbfeste Konsistenz) bzw. mitteldichte Lagerung aufweist und nicht geschichtet ist (\Rightarrow ab Unterkante Fundament bis zur Grenztiefe).

Liegt ein Regelfall nicht vor (hier: steifkonsistente Schluffe Bodengruppe UL), oder sollen die in DIN 1054 angegebenen Werte überschritten werden, so ist der Nachweis zu führen, dass die zu erwartenden Setzungen für das Gebäude unschädlich sind und die Grundbruchsicherheit gewährleistet ist.

Als Hilfskriterium wurde der Sondierwiderstand N_{10} (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei sind basierend auf Erfahrungswerten und den Aufschlussergebnissen der Kleinrammbohrungen folgende Schlagzahlen zu erreichen:

mindestens steife (TL, TM) bzw. halbfeste (UL) Konsistenz: Schlagzahl $N_{10} \geq 4$

Nach Auswertung der Ergebnisse der schweren Rammsondierungen SRS 01 bis SRS 08 ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 3 dargestellten Sachverhalte bezüglich der Tragfähigkeit des Untergrunds. Die hier aufgeführten Tiefenlagen der tragfähigen Bodenschichten gelten zur orientierenden Abschätzung der Bodenpressung bei Streifenfundamenten. Sie dienen aber auch zur orientierenden Einschätzung des Setzungsverhaltens bei Gründungen von tragenden Bodenplatten.

Tabelle 3: Tiefenlage „tragfähiger“ Boden im Sinne der DIN 1054

Schwere Rammsondierung (SRS)		Ansatzpunkt (AP) Kote [müNN]	„tragfähiger“ Untergrund [muAP] / [müNN]
SRS 01	Möbelhaus	166,26	ca. 4,6 / 161,66
SRS 02		163,58	ca. 3,1 / 160,48
SRS 03		163,53	ca. 1,5 / 162,03
SRS 04		163,96	ca. 2,0 / 161,96
SRS 05	Vollsortimenter	166,00	ca. 1,5 / 164,50
SRS 06	Baumarkt	166,56	ca. 2,7 / 163,86
SRS 07		168,07	ca. 2,7 / 165,37
SRS 08		168,09	ca. 3,5 / 164,59

In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass im Zuge der Erkundungsarbeiten nur punktuelle Untergrundaufschlüsse erfolgen konnten. Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen den Aufschlusspunkten und den Randbereichen können somit nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

5 Gebäudegründung

5.1 Allgemeines

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung lagen noch keine konkreten Angaben über abzutragende Gebäudelasten und die konstruktive Ausbildung vor. Bekannt war die geplante Höhe der jeweiligen Rohfußböden sowie die ungefähre Nutzung und Geschosszahl. Entsprechend sind die nachfolgenden Ausführungen zur Gebäudegründung als orientierende Einschätzung zum Grundbruch- und Setzungsverhalten des Neubaus zu verstehen.

OK FFB wird den vorliegenden Planunterlagen wie folgt entnommen.

Möbelhaus + Lager:	169,20 müNN
Vollsortimenter:	169,07 müNN
Bau- und Gartenmarkt:	169,07 müNN

Nach Aussagen des Planers soll die Auffüllung sowohl im Bereich der Verkehrsflächen als auch der Gebäude einheitlich bis 168,40 müNN hergestellt werden. Die Differenz bis zur OK FFB resultiert aus der Stärke der Bodenplatte sowie der Frostschutz-/Tragschicht. Die in der nachfolgenden Tabelle 4 angegebenen Auftragshöhen beziehen sich auf die derzeitige Geländeoberkante (→ keine Berücksichtigung der Oberbodendecke!) und geben die Auffüllmächtigkeit bis Unterkante Frostschutz-/Tragschicht wieder.

Tabelle 4: Geländeauftrag bis UK FSS/TS

Bereich		Natürliche Geländehöhe Kote [müNN]	Mächtigkeit* der Auffüllung [m]
Versickerung	RB 01	161,80	---
	RB 02	162,19	---
	RB 03	162,79	---
	RB 04	163,85	---
	RB 05	164,02	---
	RB 06	164,84	---
Möbelhaus	RB 07 / SRS 01	166,26	ca. 2,14
	SRS 02	163,58	ca. 4,82
	RB 08 / SRS 03	163,53	ca. 4,87
	RB 09 / SRS 04	163,96	ca. 4,44
Voll- sortimenter	RB 12 / SRS 08	168,09	ca. 0,31
Baumarkt	RB 10 / SRS 05	166,00	ca. 2,40
	SRS 06	166,56	ca. 1,84
	RB 11 / SRS 07	168,07	ca. 0,33

* Der Oberboden wurde nicht berücksichtigt!

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung waren keine Angaben über die Art und Zusammensetzung der Schüttmassen für die Herstellung der Dammschüttung vorhanden. Auf die erdbautechnische Unzulänglichkeit der auf dem Grundstück vorhandenen Ablagerungen wurde im vorhergehenden Kapitel kurz eingegangen. Für die im Folgenden durchgeführte überschlägige Setzungsermittlung wurde davon ausgegangen, dass überwiegend gemischtkörnige Erdstoffe für die Aufschüttung Verwendung finden, die im eingebauten Zustand die folgenden Mindesteigenschaften erfüllen:

- Reibungswinkel $\varphi' \geq 27,5^\circ$
- Kohäsion $c' \geq 2 \text{ kN/m}^2$
- Steifemodul $E_s \geq 30 \text{ MN/m}^2$
- Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$

Die geforderten Kennwerte sind über geeignete Versuche nachzuweisen. Als geeignet werden folgende Versuche angesehen:

- Der Nachweis von Reibungswinkel und Kohäsion erfolgt über Rahmenscherversuche nach DIN 18137.
- Der Nachweis des Steifemoduls kann über statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 erfolgen, der Plattendurchmesser hat sich am Größtkorn d_{\max} des Schüttmaterials zu orientieren und darf $3 \times d_{\max}$ bzw. 600 mm nicht unterschreiten. Die Ermittlung des Steifemoduls erfolgt über den Tragfähigkeitswert der Erstbelastung E_{v1} entsprechend der Beziehung $E_s \approx E_{v1} \times 1,1$.
- Der Nachweis des Verdichtungsgrades erfolgt über direkte Dichtebestimmungen nach DIN 18125 in Verbindung mit Proctorversuchen nach DIN 18127.
- Nach vorheriger Korrelation mittels direkter Dichtebestimmung ist auch eine indirekte Dichtebestimmung über statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 zulässig.

Die Anzahl der Prüfungen wird in Anlehnung an die Vorgaben der ZTVE-StB 94 (Fassung 1997) festgesetzt und beträgt mindestens 3 Versuche je angefangene 5000 m² und je Schüttlage.

ICP Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Kopernikusstraße 1 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Büro Saarland

Konrad-Zuse-Straße 10 - 66459 Kirkel-Limbach
Telefon 06841-6989545
Telefax 06841-9863757
e-mail saarland@icp-geologen.de

5.2 Orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die folgenden exemplarischen Setzungsberechnungen und die Fundamentdiagramme aufgrund der getroffenen Annahmen lediglich orientierenden Charakter haben können und insofern keinesfalls weitergehende Detailuntersuchungen bei entsprechender Planungsreife und Vorliegen der Gebäudestatik zu ersetzen vermögen!

5.2.1 Lager Möbelhaus/Vollsortimenter/Baumarkt

Für die überschlägige Ermittlung des Grundbruch- und Setzungsverhaltens werden folgende Festlegungen getroffen:

- Streifenfundamente sind soweit bekannt keine geplant und werden folglich auch nicht berücksichtigt.
- Es werden quadratische Einzelfundamente in Köcherbauweise (Seitenverhältnis $a/b = 1,0$) mit Fundamentbreiten von 1,0 m bis 3,0 m betrachtet, wobei von lotrecht mittlerer Belastung ausgegangen wird (d. h. keine Horizontalkräfte und Momenteneinwirkungen in der Fundamentsohle).
- Die Gründungssohle der Fundamente wird mit 1,6 m unter OK RFB angesetzt.

Mit den getroffenen Annahmen ergeben sich beispielhaft für ein quadratisches Einzelfundament mit den Abmessungen $a/b = 2,5 \text{ m} / 2,5 \text{ m}$ bei Beschränkung der Setzung auf 2,0 cm folgende zulässigen Vertikalkräfte bzw. Bodenpressungen:

Tabelle 5: Exemplarisch ermittelte, rechnerische Setzungen

	Lager Möbelhaus	Vollsortimenter	Baumarkt
Berechnungsgrundlage	SRS 01 / RB 07	SRS 08 / RB 12	SRS 01 / RB 07
zul V bei $s_{\max} = 2 \text{ cm}$	1150 kN	1100 kN	980 kN
zul σ bei $s_{\max} = 2 \text{ cm}$	184 kN/m ²	176 kN/m ²	157 kN/m ²
Anlagen-Nr.	7.1	7.3	7.4

Für andere Fundamentabmessungen können die zu erwartenden Setzungen in Abhängigkeit von der Bodenpressung (bzw. die zulässige Bodenpressung in Abhängigkeit von den tolerierbaren Setzungen) anhand der Fundamentdiagramme in der Anlage abgeschätzt werden.

5.2.2 Möbelhaus

Für die überschlägige Ermittlung des Grundbruch- und Setzungsverhaltens werden folgende Festlegungen getroffen:

- Die Gründung erfolgt über Fertigteilfundamente in Köcherbauweise der Abmessungen 3,0 m x 3,5 m.
- Das Möbelhaus ist 4-stöckig. Die Belastung wird nach Aussage des Planers mit etwa 1250 kN je Stockwerk und je Stütze angenommen, zzgl. einer Dachlast von etwa 300 kN je Stütze (Gründach). Mit den getroffenen Angaben ergeben sich Stützenlasten auf OK Fundament von etwa 5300 kN. Die Vertikallast wird lotrecht mittig angesetzt.
- Nach Aussage des Planers werden auftretende Momente und Horizontalkräfte über das Treppenhaus aufgenommen. Horizontalkräfte und Momenteneinwirkungen in der Fundamentsohle können demnach unberücksichtigt bleiben.
- Die Gründungssohle der Fundamente wird mit etwa 1,65 m unter OK RFB angesetzt.

Mit den getroffenen Annahmen ergibt sich eine rechnerische Setzung von 6,3 cm. Es ist davon auszugehen, dass Setzungen in dieser Größenordnung als nicht bauwerksverträglich einzustufen sind.

Als ursächlich für die hohen Setzungen sind die unter den Auffüllungen anstehenden mäßig tragfähigen Lößlehme anzusehen. Ein Bodenaustausch in diesem Tiefenbereich unter den Fundamenten ist aufgrund anzunehmender Austauschmchtigkeiten von mehreren Metern nicht zielführend und wird daher nicht weiter betrachtet.

Zum Abtragen der hohen Fundamentlasten ist eine Lasteinleitung in die unterhalb des Lößlehms anstehenden halbfesten Residualtone erforderlich. Als erfahrungsgemäß unter den gegebenen Verhältnissen kostengünstigste Lösung ist eine Gründung auf vermörtelten Rüttelstopfsäulen zu empfehlen. Um die Lastabtragung in den Untergrund zu verbessern, sollte im Fußbereich der Säule ein Schotterpolster eingerüttelt werden. Unter dieser Voraussetzung ist davon auszugehen, dass je vermörtelter Rüttelstopfsäule eine Lastabtragung in einer Größenordnung von etwa 500 bis 600 kN möglich ist. Diese Einschätzung wurde nach Rücksprache mit der Fa. Keller Grundbau GmbH, Niederlassung Renchen, 77871 Renchen vorbehaltlich einer genauen Prüfung bestätigt.

Auf Wunsch des Planers wurde durch den Verfasser eine **Kostenschätzung** für die geplante Gründung mittels vermörtelter Rüttelstopfsäulen erarbeitet. Hierbei wurde von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- Tragfähigkeit je Säule 600 kN => 9 Stück je Fundament.
- Die Mächtigkeit der Auffüllung beträgt im Mittel ca. 4 m.
- Die Auffüllung wird vorgebohrt, im Lößlehm wird direkt eingerüttelt.
- OK Säule wird mit 1,5m unter OK RFB angesetzt.
- Die Säulenlänge wird vereinfachend im Mittel mit 11 m angenommen.
- Nenndurchmesser der Säule 60 cm.
- Schotterverbrauch je Säule etwa 0,5 m³.

Tabelle 6: Kostenschätzung VSS

Beschreibung	Menge	Einheit	Einzelpreis in €	Gesamtpreis in €
BE/BR	1,00	psch	15.000,00	15.000,00
Statik	1,00	psch	3.500,00	3.500,00
Einmessen	945,00	Punkte	2,50	2.362,50
vorbohren	3.780,00	m	12,00	45.360,00
Rütteln	10.395,00	m	20,00	207.900,00
Leerstrecke	1.420,00	m	10,00	14.500,00
Messschriebe	10.395,00	m	1,00	10.395,00
Umsetzen	945,00	St	40,00	37.800,00
Material, Schotter	1.000,00	t	22,00	22.000,00
Material, Beton	2.080,00	m ³	90,00	187.200,00
Summe in € (netto)				546.017,50

Wir weisen an dieser Stelle darauf hin, dass die obige Kostenschätzung auf aktuell ermittelten Preisansätzen beruht, die sich bis zur Bauausführung ändern können. Weiterhin wurden teils Vereinfachungen getroffen. Die obige Kostenschätzung dient nur einer Abschätzung der zu erwartenden Kosten und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

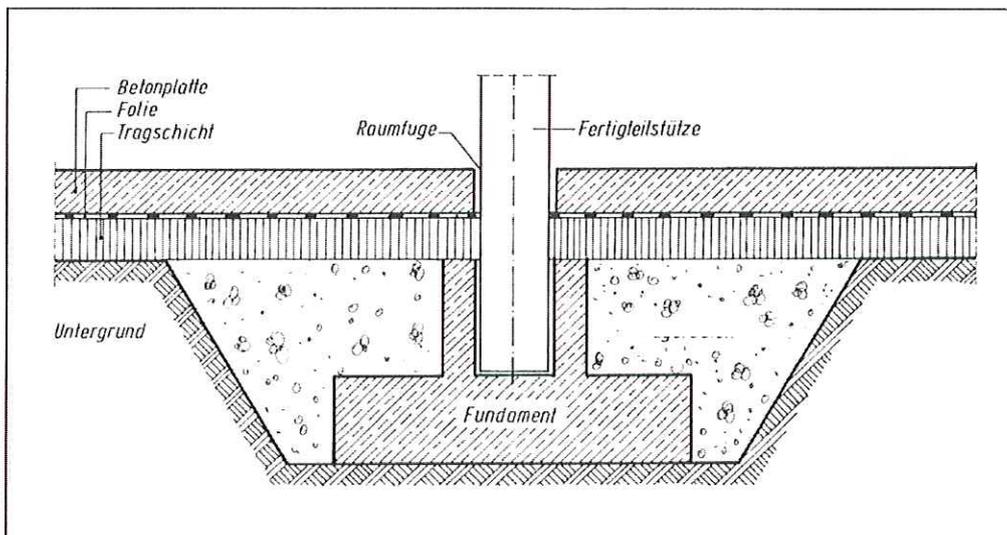
In der Kostenschätzung nicht berücksichtigt ist eine erforderliche Fußverbreiterung auf etwa 4 m x 4 m (Säulenabstand > 3d = 3 x 0,6m = 1,8m; 3 Säulen in Reihe => Achsabstand der äußersten Säulen 3,6 m). Diese ist noch gesondert einzukalkulieren.

Grundsätzlich ist auch eine Gründung z.B. auf Schneckenbohrpfählen möglich. Einer ersten überschlägigen Dimensionierung nach ist jedoch aufgrund der geringen ansetzbaren Mantelreibung mit Pfahlängen von im Mittel mindestens 18 m zu rechnen. Unter der Annahme einer erforderlichen Anzahl von 5 Stück je Fundament und eines Kostenansatzes von etwa 70 - 90 €/lfm (Pfahldurchmesser 0,65m, unbewehrt) ist bereits mit Kosten in einer Größenordnung 700.000 – 800.000 € zu rechnen. Aus diesem Grund wird auf eine genauere Betrachtung verzichtet.

5.3 Auflagerung der Bodenplatte

Die Bodenplatte des Baufachmarktes muss vollflächig auf einer in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Untergrundes dimensionierten Tragschicht aufliegen. Es wird davon ausgegangen, dass sie keine anderen Bauteile trägt und andere Bauteile auch nicht aussteift und insofern lediglich konstruktiv bewehrt wird. Zwischen der Betonplatte und den Konstruktionsteilen des Gebäudes ist durch Raumfugen (Bewegungsfugen) eine klare Trennung herbeizuführen.

Außerdem soll die Betonplatte nicht direkt auf Stützen- und Wandfundamenten aufliegen. Es ist zu empfehlen, die Fundamente so tief zu legen, dass die Tragschicht in voller Dicke darüber durchläuft (vgl. nachfolgende Prinzipskizze).



Aufgrund der vorgesehenen Nutzung als Lager- und Verkaufsfläche kommen als Belastungen der Bodenplatte überwiegend flächig wirkende Lasten in Betracht. Die tatsächlich auftretenden Lasten sind jedoch gegebenenfalls im Einzelfall noch zu klären.

In Abhängigkeit von der Größe der als Einzellast wirkenden, maßgebenden Belastung des Betonbodens werden an die Tragfähigkeit des Untergrundes und der Tragschicht die nachfolgenden Anforderungen gestellt (gemäß Lohmeyer, Betonböden im Industriebau, Hallen und Freiflächen, Hrsg. Bundesverband der deutschen Zementindustrie, 5. Auflage, 1996):

Tabelle 7: Anforderung an die Tragfähigkeit unter herkömmlich bewehrten Betonböden

Angenommene maßgebende Belastung max Q in [kN]	Verformungsmodul der Tragschicht E_{V2} [MN/m ²]
≤ 32,5	≥ 80
≤ 60	≥ 100

Dabei soll das Verhältnis der Verformungsmoduln nach Lohmeyer $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ sein.

Kommen faserbewehrte Betonböden zum Einsatz, so werden in der Regel erhöhte Anforderungen an das Verformungsmodul der Tragschicht gestellt (erfahrungsgemäß $E_{V2} \geq x + 20 \text{ MN/m}^2$; x = Verformungsmodul der Tragschicht bei herkömmlich bewehrten Betonböden).

Die Gebäude befinden sich im aufgeschütteten Bereich. Unter der Voraussetzung, dass die unter 5.1 genannten Anforderungen erfüllt werden, ist davon auszugehen, dass auf Oberkante Auffüllung (= OK Erdplanum) Tragfähigkeiten in einer Größenordnung $E_{V2} \approx 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden können. Diese auf Erfahrungswerten basierende Einschätzung sollte jedoch unbedingt vor Herstellung der Schottertragschicht mittels Lastplattendruckversuchen im Vorfeld bzw. zu Beginn der Baumaßnahme auf entsprechend hergerichteten Testfeldern verifiziert werden!

Aufgeweichte bzw. breiige Partien im Bereich der Gründungssohle (Bodenplatte) bzw. im Bereich Unterkante Auffüllkörper sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen.

Sofern die obigen Verformungsmoduln auf Oberkante Erdplanum nachgewiesen werden können, ist nach Literaturangaben (FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB 94 (Fassung 1997)) dann davon auszugehen, dass bei einer Tragschichtdicke von ca. 20 cm (25 cm) aus gebrochenem Hartgestein der Lieferkörnung 0/32 auf Oberkante Tragschicht Tragfähigkeiten in der Größenordnung $E_{V2} \approx 80 \text{ MN/m}^2$ (100 MN/m^2) erreicht werden. Die Tragfähigkeit ist zu kontrollieren und nachzuweisen!

Alternativvorschlag:

Aufgrund der nicht vorhandenen Frostbelastung in den Innenbereichen kommt alternativ eine Auflagerung der Bodenplatte mit zwischengeschalteter Filterschicht unmittelbar auf das anstehende Erdreich bzw. auf die Aufschüttung in Betracht. Um die erforderliche Tragfähigkeit sicherzustellen, ist - ausreichende Verdichtung der Aufschüttung entsprechend Kapitel 5.1 vorausgesetzt - erfahrungsgemäß eine qualifizierte Bodenverbesserung (d. h. Zugabemenge mindestens 3 – 5%) in einer Mächtigkeit von ca. 30 cm ausreichend. Hierbei ist von einem Bindemittelbedarf in einer Größenordnung von etwa $60 - 90 \text{ kg/m}^3$ (entspricht ca. 3 - 5 M-%) auszugehen. Die genaue Bindemittelart und -menge ist im Rahmen einer Eignungsprüfung festzulegen.

Zwischen verfestigter Schicht und Bodenplatte ist eine kapillarbrechende Filterschicht (z. B. Kies/Schotter 8/16 oder 4/16 nach DIN 4226, Teil 1 in einer Stärke von mindestens 10 cm) vorzusehen.

6 Erdarbeiten

6.1 Allgemein

Im Rahmen der Erdarbeiten ist grundsätzlich auf eine hinreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) zu achten. Die allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zum Schutz des Erdplanums vor Witterungseinflüssen (z. B. ZTVE-StB 94) sind zu beachten.

6.2 Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken

Für Auffüllungen im Gründungsbereich von Bauwerken gelten hinsichtlich der für Regelfälle zulässigen Bodenpressungen die Anforderungen für verdichtete Schüttungen aus nichtbindigen oder bindigen Bodenarten gemäß DIN 1054, Kapitel 4.2.3. Demnach werden in Abhängigkeit von der Bodenart (bindig/nichtbindig) und der Kornzusammensetzung (Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60}/d_{10}$) der Erdstoffe nachfolgende Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{pr} von Auffüllungen im Gründungsbereich von Bauwerken gestellt:

Nichtbindige Böden:

Eng gestufte grobkörnige Böden (Bodengruppen SE und GE) sowie gemischtkörnige Böden mit geringem Feinkornanteil, d. h. mit bis zu 15 Gew.-% Körnern $\leq 0,06$ mm (Bodengruppen SU, GU, GT) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U \leq 3$:

Lagerungsdichte $D \geq 0,30$ Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 95$ %

Eng, weit und intermittierend gestufte grobkörnige Böden (Bodengruppen SE, SW, SI, GE, GW, GI) sowie gemischtkörnige Böden mit geringem Feinkornanteil, d. h. mit bis zu 15 Gew.-% Körnern $\leq 0,06$ mm (Bodengruppen SU, ST, GU, GT) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U > 3$:

Lagerungsdichte $D \geq 0,45$ Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 98$ %

Die angegebenen Mindestwerte des Verdichtungsgrades D_{pr} entsprechen etwa einer mitteldichten Lagerung.

Bindige Böden:

Gemischtkörnige Böden mit größerem Feinkornanteil, d. h. mit 15 bis 40 Gew.-% Körnern $\leq 0,06$ mm (Bodengruppen SU*, ST*, GU*, GT*) sowie feinkörnige Böden (Bodengruppen T/U):

Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100$ %

6.3 Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Bereich von Verkehrswegen

Es gelten die Richtlinien der ZTVE StB-94. Demzufolge sind die nachfolgenden Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades (einfache Proctordichte D_{pr}) nachzuweisen:

Tabelle 8: Verdichtungsanforderungen gemäß ZTVE-StB 94 (Fassung 1997)

Bodengruppe	Bereich	$D_{pr}^{1)}$ [%]
T, U, GT*, GU*, SU*, ST*	Planum bis 0,5 m Tiefe	97
	ab 0,5 m unter Planum bis Dammsohle bzw. bis Leitungszone (Leitungsgraben)	95
GU, SU	Planum bis 0,5 m Tiefe	100
	ab 0,5 m unter Planum bis Dammsohle bzw. bis Leitungszone (Leitungsgraben)	97
GW, GI, SE, SI	Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	100
	ab 1,0 m unter Planum bis Dammsohle	98

¹⁾ Bestimmung durch Ersatzmethoden (z. B. Densitometerverfahren) in Verbindung mit Proctorversuchen

Darüber hinaus ist bei Böden der Bodengruppen GU*, GT*, SU*, ST*, U und T ergänzend ein Luftporenanteil < 12 % nachzuweisen. Diese Anforderung gilt auch beim Einbau von bindigen steinigen Mischböden und von veränderlich festen Gesteinen.

In der Leitungszone von Leitungsgräben wird in jedem Fall, auch bei Leitungsgräben außerhalb des Straßenkörpers, mindestens ein Verdichtungsgrad von 97% D_{pr} gefordert.

6.4 Herstellung der Geländeauffüllung

Die Auffüllung ist in Lagen von maximal 30 cm Dicke einzubauen. Auf eine ausreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) ist unbedingt zu achten.

Die Böschungen sind durch Ausrundung ihrer Übergangsbereiche gut in das Gelände einzupassen, was bereits bei den Erdarbeiten und nicht mit Oberboden vorzunehmen ist. Neben dem gestalterischen Element wirken ausgerundete Übergänge der Erosion und den Spreizspannungen im Böschungsbereich entgegen.

Bei der Wahl der Böschungsneigungen ist gemäß der „Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V. Arbeitskreis 8a“ zwischen bindigen und nichtbindigen Böden zu unterscheiden. Gemischte Böden werden wie bindige Böden behandelt.

Die Standsicherheit von Böschungen ist erheblich vom richtigen Einbau der Erdstoffe abhängig. Bindige und nichtbindige Böden dürfen nicht wahllos durcheinander geschüttet werden, da sich in den Sandlinsen Wasser stauen kann, das den umgebenden bindigen Boden aufweicht und zum Rutschen bringt. Der Einbau ist in getrennten Lagen vorzunehmen. Es dürfen nur Lagen über die ganze Breite der Auffüllung und von solcher Dicke geschüttet werden, dass mit den benutzten Geräten eine gründliche Verdichtung des Bodens erreicht wird.

Die Lagen sollen ein leichtes Seitengefälle erhalten, so dass Niederschlagswasser schnell abfließen kann. Die Verdichtung soll dem Schüttvorgang unmittelbar folgen. Dies gilt besonders bei leicht aufweichbaren gemischt- und feinkörnigen Böden. Bei nasser Witterung muss der Einbau von bindigem Boden in der Regel solange unterbleiben, bis er hinreichend abgetrocknet ist. Bei Verwendung bindiger Schüttstoffe auf nassem Untergrund soll der untere Dammkörper in einer ausreichend dicken Schicht aus nichtbindigem Boden geschüttet werden. Diese Schicht ist durch eine Neigung der Dammsohle zu entwässern. Bei bindigem Untergrund soll nach Möglichkeit an den Dammfüßen nichtbindiger Boden Verwendung finden.

In Abhängigkeit von der Bodenart und der Böschungshöhe h können erfahrungsgemäß folgende Böschungsneigungen angesetzt werden:

- feinkörnige und bindige gemischtkörnige Böden (U, T, SU*, ST*, GU*, GT*)
 - Dammhöhe bis 3,0 m $\Rightarrow 1 : 1,5$
 - Dammhöhe >3,0 bis 6,0 m $\Rightarrow 1 : 1,8$
 - Dammhöhe >6,0 bis 9,0 m $\Rightarrow 1 : 2,0$
- nicht bindige gemischtkörnige Böden (SU, ST, GU, GT)
 - Dammhöhe bis 10,0 m $\Rightarrow 1 : 1,5$
- weit- und intermittierend gestufte grobkörnige Böden (SW, SI, GW, GI)
 - Dammhöhe bis 10,0 m $\Rightarrow 1 : 1,5$
- eng gestufte grobkörnige Böden (SE, GE)
 - Dammhöhe bis 10,0 m $\Rightarrow 1 : 1,8$

Die angegebenen Böschungsneigungen gelten nur unter der Voraussetzung, dass die Anforderungen an den Verdichtungsgrad entsprechend den Kapiteln 6.2 und 6.3 erfüllt werden. Bei steileren Böschungen oder bei besonderen Einwirkungen auf die Böschung (z. B. Zufluss von Schichtwasser, einwirkende Bauwerkslasten, etc.) ist die Böschungsstandsicherheit im Einzelfall gemäß DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen. Verkehrslasten müssen einen Abstand von mindestens 2 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten.

6.5 Setzungen der Aufschüttung

Die prognostizierbaren Gesamtsetzungen setzen sich zum einen aus Konsolidationsvorgängen des Untergrundes sowie zum anderen aus Eigenverformungen der Aufschüttung zusammen. Die Eigenverformungen richten sich nach der Zusammensetzung, der Konsistenz und dem Verdichtungsgrad des Schüttmaterials. Sie nehmen mit der Eigenmasse der Schüttung zu (d. h. mit zunehmender Gesamthöhe der Auffüllung). Basierend auf Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB 94 (Fassung 1997)) muss bei gut verdichteten Schüttungen mit Eigensetzungen in der Größenordnung ca. 0,2 % bis 1,0 % der gesamten Auffüllhöhe gerechnet werden. Bei einer geplanten Dammschütthöhe von bis zu ca. 6 m ist demzufolge von einem maximalen Setzungsbetrag von etwa 6 cm aus Eigensetzungen auszugehen.

Ähnlich verhält es sich mit dem Setzungsanteil aus Konsolidationsvorgängen im Untergrund. In Abhängigkeit der Belastung (verwendetes Dammmaterial, Schütthöhe) sowie der Zusammensetzung des Untergrundes (Konsistenz, Wassergehalt, Durchlässigkeitsbeiwert, Steifemodul) lassen sich zu erwartende Setzungsbeträge abschätzen. Zur näherungsweisen Abschätzung der Konsolidationssetzungen wurden exemplarische Berechnungen nach der eindimensionalen Konsolidationstheorie durchgeführt. Gemäß den Berechnungen in der Anlage 8 ist mit einer maximalen Konsolidationssetzung von ca. 8,5 cm nach einem Zeitraum von etwa 60 Tagen zu rechnen, die Endsetzung beträgt ca. 11,4 cm.

Die zu erwartenden Gesamtsetzungen in Höhe der Böschungskante belaufen sich somit nach einer ersten Schätzung auf ca. 17 cm (Eigen- und Konsolidationssetzung).

Die prognostizierten Setzungen werden erfahrungsgemäß zum größten Teil bereits während des Herstellens der Aufschüttung abgeklungen sein. Nach der fertigen Herstellung der Aufschüttung ist jedoch grundsätzlich anzuraten, der Aufschüttung ausreichend Zeit zum Abklingen der Konsolidationssetzungen zu lassen (Empfehlung: mindestens 6 – 8 Wochen), bevor die Gebäude erstellt werden.

6.6 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

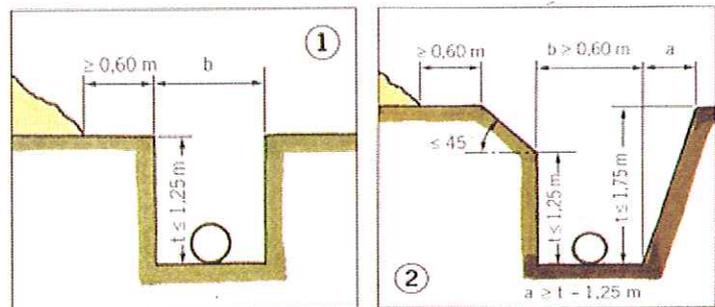
Grundsätzlich ist bei Aushubarbeiten die DIN 4124 zu beachten. Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind.

Hinweis: Die im Kapitel 6.6 „Baugruben und Gräben, Wasserhaltung“ verwendeten Graphiken wurden der Info-CD-ROM BG Bau 2007 der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen.

Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände:

Diese können bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von 1,25 m hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche die folgenden Höchstwerte für die Neigung einhält:

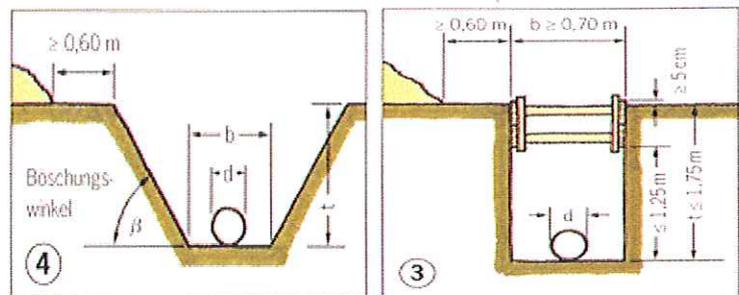
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



In mindestens steifen bindigen Böden darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböscht wird und die anschließende Geländeneigung nicht mehr als 1:10 beträgt.

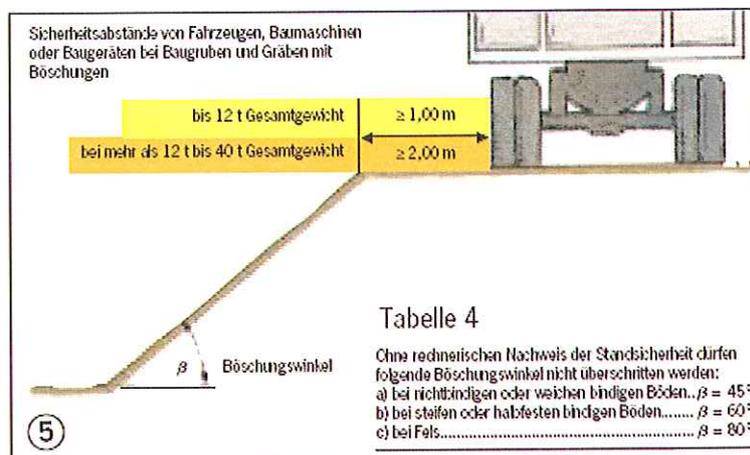
Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. >1,75 m:

Diese müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften der zu böschenden Böden und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

- Sande, Kiese (GU, GT, GW, GI, SW): ≤ 45°
 bindige Böden (GT*, GU*, ST*, SU*, T, U): ≤ 60° (ab mindestens steifer Konsistenz;
 bei weicher Konsistenz: 45°)



Verbau

Können die Regelabstände zu den Gräben nicht eingehalten werden oder befindet sich die Leitungstrasse im Einflussbereich bestehender Bebauung, sind Gräben mit einem ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Grabenverbau wie z. B. gleitschienegeführte Verbauplatten oder großformatige Verbautafeln zu sichern. Verschiedene Herstellerfirmen bieten für unterschiedliche Grabentiefen und Anwendungsbereiche entsprechende Gleitschiensysteme an, so dass eine Vielzahl von Kombinationen der Einzelelemente möglich ist.

Gemäß VOB/C ATV Verbauarbeiten – DIN 18303, Ausgabe 2006, ist die Wahl der Verbauart, des Bauverfahrens und -ablaufs Sache des bauausführenden Unternehmens.

Die Standsicherheit des Verbaus muss in jedem Bauzustand bis zum Erreichen der endgültigen Aushubsole und des Rückbaus bis zur vollständigen Verfüllung des Grabens bzw. Arbeitsraumes sichergestellt sein.

Der Verbau muss für die höchsten zu erwartenden Belastungen in ungünstigster Stellung bemessen sein. Hierbei sind insbesondere zusätzliche Belastungen durch Bagger, Hebezeuge, Lagerstoffe usw. zu berücksichtigen.



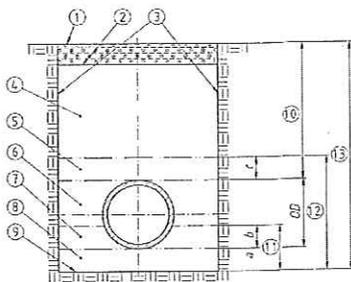
Bei unter Umständen jahreszeitlich bedingtem Schicht- bzw. Grundwasserzufluss ist der Baugru-
benverbau so zu wählen, dass sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser
ausgeschwemmt wird.

In der Baugrube anfallende Wässer sind mittels offener Wasserhaltung ordnungsgemäß zu
fassen und abzuleiten.

6.7 Rohr- und Schachtgründung

Eine Rohrbettung in den aufgeschlossenen Erdstoffen kann ohne zusätzliche Baugrundverbes-
serungsmaßnahmen erfolgen. Im Bereich der Aufschüttung ist jedoch auf die Steinfreiheit des
Bettungsmaterials zu achten.

Die Dicke der unteren Bettungsschicht a und der Abdeckung c ergibt sich gemäß DIN EN 1610
wie folgt:



$a \geq 100$ mm bei normalen
Bodenverhältnissen

bzw.

$a \geq 150$ mm bei Fels oder
Böden fester Konsistenz

$c \geq 100$ mm über
Verbindung

bzw.

$c \geq 150$ mm über
Rohrschaft

Die Dicke der oberen Bettungsschicht b orientiert sich am Außendurchmesser OD und muss der
statischen Berechnung entsprechen.

Nasse bzw. durchweichte Gründungsbereiche sind gegen geeignetes Austauschmaterial (z. B.
Kiessand oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW, im Bereich der Leitungszone maxi-
mal 20 mm Größtkorn gemäß ZTVE-StB 94) auszutauschen. Kann die Filterstabilität gegenüber
dem anstehenden Erdreich nicht gewährleistet werden, ist der Austauschkörper in ein Geotextil
der Robustheitsklasse GRK 3 einzuschlagen oder durch Magerbeton zu ersetzen.

Schachtbauwerke sollten generell auf einer Ausgleichsschicht (verdichteter Schotter 0/56, min-
destens 0,2 m mächtig) bzw. Magerbeton gegründet werden.

ICP Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Kopernikusstraße 1 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Büro Saarland

Konrad-Zuse-Straße 10 - 66459 Kirkel-Limbach
Telefon 06841-6989545
Telefax 06841-9863757
e-mail saarland@icp-geologen.de

7 Hinweise zum Bau von Fahrflächen und Parkplätzen

7.1 Erdplanum

Gemäß den Richtlinien der ZTVE-StB 94 (Fassung 1997) müssen bei Erdarbeiten die in den entsprechenden Tabellen 2 und 3 der ZTVE-StB genannten Verdichtungsanforderungen für die unterschiedlichen Bodengruppen eingehalten werden. Diese sind Kapitel 6.3 zu entnehmen.

Gleichermaßen muss auf dem Planum von Verkehrswegen bei frostempfindlichem Untergrund (Annahme: Auffüllung aus gemischtkörnigen Erdstoffen) ein Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Bei der Herstellung der Aufschüttung durch den Grundstückseigentümer ist hierauf besonders zu achten, die Tragfähigkeit ist nachzuweisen.

Das Erdplanum ist generell mit ausreichendem Längs- bzw. Quergefälle entsprechend den Empfehlungen der ZTVE-StB 94 (Fassung 1997) herzustellen. Des Weiteren ist auf eine ausreichende Drainage- bzw. Entwässerungsmöglichkeit zu achten.

7.2 Oberbau

7.2.1 Standardaufbau mit Frostschuttschicht

Für den frostsicheren Oberbau ist die RStO 01 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) zugrunde zu legen. Lokal zu erwartende besondere Beanspruchungen (z. B. spurfahrender Verkehr, Kurvenbereiche) sind bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Als Mindestdicke zur Gewährleistung der Frostsicherheit des Oberbaus ergibt sich gemäß RStO 01, Tabelle 6 in Abhängigkeit von der Bauklasse und den im Planumbereich anstehenden Erdstoffen der Frostempfindlichkeitsklasse F3:

Bauklassen III / IV: 60 cm

Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (z. B. Frosteinwirkungszone) sind nach RStO 01, Tabelle 7 zu berücksichtigen.

Zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeit ergibt sich gemäß den standardisierten Ausbauprodukten für Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/ Unterbau (RStO 01, Tafel 1, Zeile 1, in Verbindung mit RStO 01, Tabelle 8) für **Bauklasse III** eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm mit folgendem Regelaufbau:

22 cm Asphalt (4 cm Deck-, 4 cm Binder- und 14 cm Tragschicht)

38 cm Frostschuttschicht $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ und $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ für $D_{PR} \geq 103 \%$

Der Verdichtungsgrad und die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

Für die Frostschuttschicht sind gebrochene Gesteinskörnungen (Schotter-Splitt-Sand-Gemisch) zu verwenden, da mit rundkörnigen Gesteinskörnungen (Kies-Sand-Gemisch) die geforderten Tragfähigkeiten bei den angegebenen Schichtdicken erfahrungsgemäß nicht erreicht werden können.

Bei einer Einstufung in eine andere Bauklasse wird analog auf den entsprechenden Regelaufbau nach RStO 01 verwiesen.

7.2.2 Alternativvorschlag: Gebundener Oberbau auf verfestigter Schicht

In Anlehnung an RStO 01 kann die Frostschuttschicht entfallen, wenn der Untergrund unmittelbar unter dem gebundenen Oberbau aus Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 besteht oder der anstehende Untergrund gemäß ZTV T-StB verfestigt und auf diese Weise frostsicher hergerichtet wird. Hierbei wird insbesondere auf Bauweise 2 nach ZTVE-StB 94, Kap. 11.1.1 verwiesen, d. h. „Voll- oder Teilersatz der mineralischen Frostschuttschicht durch frostsicheres Verfestigen des in der Planumsschicht anstehenden oder eingebauten Bodens“. In der Regel werden hierzu Zemente eingesetzt. Die Zugabemenge an Bindemittel und Wasser sowie die Bindemittelart sind im Rahmen einer Eignungsprüfung (u. a. Frost-Tauwechsel-Versuch) im Vorfeld festzulegen.

Unter der Annahme, dass die Aufschüttung aus gemischtkörnigen und feinkörnigen Böden (Bodengruppen SU*, GU*, GT*, TL, TM) hergestellt wird, ist von einem Bindemittelbedarf für zementverfestigte Tragschichten in einer Größenordnung von etwa 140 bis 180 kg/m³ (ca. 8 – 12 M-%) auszugehen. Bei überfeuchten Böden sollte darüber hinaus eine Zugabemenge von etwa 1 – 3 M-% Weißfeinkalk eingeplant werden, um die voraussichtlich aufgefüllten Fein- und gemischtkörnigen Böden für die Verfestigung verarbeitbar zu machen. Die Mächtigkeit der verfestigten Schicht sollte mindestens ca. 40 cm betragen.

Verfestigungen sind nach dem Herstellen mindestens drei Tage feucht zu halten oder durch Abdecken vor dem Austrocknen zu schützen. Nach den Vorgaben des Merkblatts für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Stand 1997, Kapitel 5.4) ist eine Bodenbehandlung bei gefrorenem Boden nicht zulässig. Darüber hinaus sollten „bei Boden- und Lufttemperaturen unter +5°C möglichst keine Verfestigungen ausgeführt werden. Sofern Bodenverfestigungen oder -verbesserungen bei Temperaturen unter +5°C angeordnet werden sollen, sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen. In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass die Temperatur des Baustoff-Gemisches möglichst lange – mindestens in den ersten drei Tagen – nicht unter +5°C absinken sollte.“

Verfestigungen unter Asphaltsschichten sind im frischen Zustand zu kerben. Die Kerbtiefe muss mindestens 35% der Mächtigkeit der Verfestigung betragen. Der Abstand zwischen den Kerben darf bei Asphaltdecken > 14 cm in Querrichtung nicht mehr als 5 m betragen. In Längsrichtung sind Kerben maximal im 1,5-fachen Abstand der Querrichtung anzuordnen.

Da eine plangerechte Herstellung der verfestigten Schicht entsprechend den Ebenheitsanforderungen an eine Frostschutzschicht erfahrungsgemäß nicht bzw. nur schwer möglich ist, empfehlen wir, unter dem Asphalt eine etwa 10 cm mächtige Ausgleichsschicht aus gebrochenem Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/22 oder 0/32 einzuplanen. Die Mächtigkeit der verfestigten Schicht muss bei Asphaltoberbau mindestens der nach RStO 01, Tafel 1, Zeile 1, in Verbindung mit RStO 01, Tabelle 8 erforderlichen Frostschutzdicke entsprechen, in diesem Fall mindestens 38 bis 40 cm.

Zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeit empfehlen wir in Anlehnung an die standardisierten Ausbauvarianten für Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund / Unterbau für Bauklasse III folgenden Mindestaufbau:

22 cm Asphalt (4 cm Deck-, 4 cm Binder- und 14 cm Tragschicht)
10 cm Ausgleichsschicht
40 cm Verfestigung

Auf Oberkante verfestigter Schicht ist mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134 eine Mindesttragfähigkeit $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Weiterhin ist ein Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 98 \%$ sowie ein Luftporengehalt $n \leq 8 \%$ sicherzustellen. Der Nachweis des Verdichtungsgrades und des Luftporengehalts erfolgt unmittelbar nach dem Einbau mittels direkter Verdichtungskontrolle nach DIN 18125 (abhängig von Kornzusammensetzung Ballon-, Sandersatz- oder Ausstechzylinderverfahren) in Verbindung mit Proctorversuchen nach DIN 18127. Ein Nachweis des Verdichtungsgrades ist ebenso wie der Nachweis des Luftporengehalts mittels indirekter Verfahren (Plattendruckversuche) bei Verfestigungen aufgrund deren plastischen Verhaltens technisch nicht möglich und daher auch nicht zulässig!

8 Gebäudeabdichtung

Die Anforderungen an die Abdichtung richten sich nach der Feuchtebelastung. Mit der im August 2000 veröffentlichten Neufassung der DIN 18195 ist eine Neueinstufung der Lastfälle der Feuchtebelastung erfolgt. Unterschieden wird nunmehr zwischen Bodenfeuchtigkeit, nichtstauendem Sickerwasser, vorübergehend aufstauendem Sickerwasser und drückendem Wasser. Insbesondere bei in das Erdreich einbindenden Gebäuden sind diese Begrifflichkeiten mit Hilfe von geotechnischen Untersuchungen (→ Erkundung der geologischen bzw. hydrogeologischen Randbedingungen) abzuklären.

Aufgrund der oberflächennahen Gründung des Gebäudes im vorliegenden Fall beschränkt sich die Abdichtung im Wesentlichen auf den Teil 4 des Regelwerkes. Teil 4 behandelt Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung.

Der Ansatz des Lastfalls „Bodenfeuchte“ setzt nach DIN 18195, Teil 4 eine sehr gute Durchlässigkeit ($k_f > 10^{-4}$ m/s) des anstehenden Bodens und der Arbeitsraumverfüllung voraus.

Bei in die Schluffe und Tone einbindenden Gebäudeteilen besteht die Gefahr des so genannten „Badewanneneffekts“, d. h. versickerndes Niederschlagswasser staut sich im verfüllten Arbeitsraum ein und kann nicht abfließen. In derartigen Fällen sind im Regelfall Abdichtungen nach DIN 18195, Teil 6 erforderlich. Wird ein Aufstauen von Sickerwasser im verfüllten Arbeitsraum durch eine Dränung nach DIN 4095, deren Funktionsfähigkeit auf Dauer sichergestellt ist, verhindert, können Sohle und Außenwände auch in Böden mit $k_f \leq 10^{-4}$ m/s nach DIN 18195, Teil 4 abgedichtet werden.

9 Eignung der anstehenden Böden für Versickerungszwecke

9.1 Allgemein

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers und der Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung). Die andere besteht aus Bodeneigenschaften wie dem Zusammenhang zwischen Wasserspannung, Wasserleitfähigkeit und Wassergehalt und dazu dem Infiltrationsvermögen. Des Weiteren spielen die Tiefe der Grundwasseroberfläche und die Topographie der Bodenoberfläche (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (Flächenversickerung $2 \cdot 10^{-5}$ m/s). Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m bis 0,5 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten. Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle der Muldenfläche sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

9.2 Abschätzung der charakteristischen Durchlässigkeit

9.2.1 Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung

Es wurden insgesamt sechs verteilt über das Baufeld entnommene Proben einer Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123 unterzogen. Die jeweiligen Sieblinienverläufe sind Anlage 5.1 bis 5.6 zu entnehmen.

Eine Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes mithilfe gängiger Berechnungsmethoden (z.B. nach HAZEN oder MALLET/PAQUANT) ist aufgrund des hohen Tonanteils nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Ein Abschätzen der Durchlässigkeit über den Verlauf der Körnungslinie anhand des nachfolgenden Schaubildes ist jedoch möglich (nach RAPP; die Zuordnung der Körnungsbereiche zur Durchlässigkeit wurde empirisch ermittelt).

Korngrößenklassen und Durchlässigkeiten der Lockergesteine

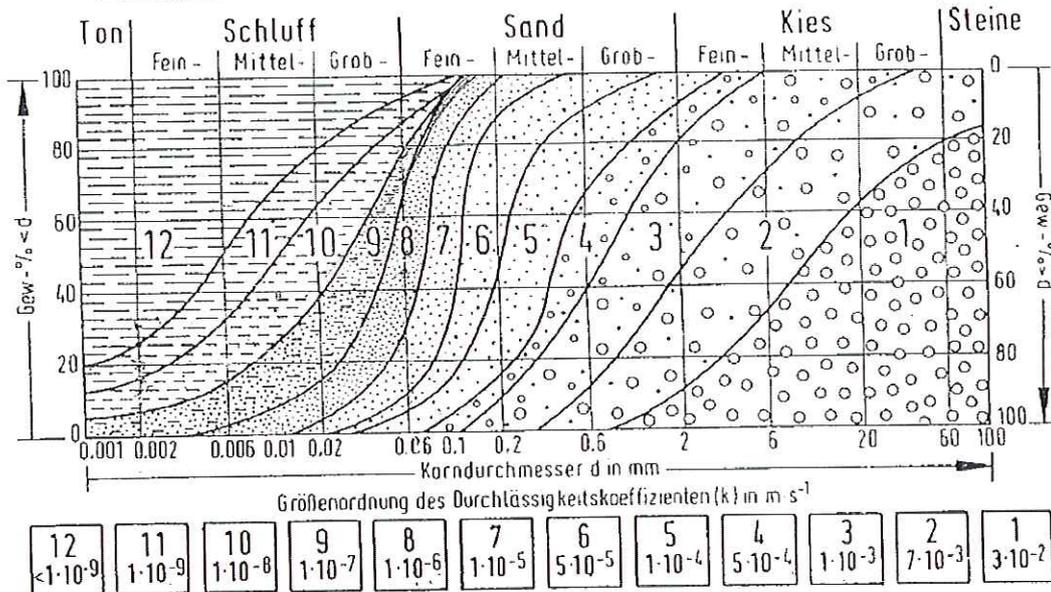


Tabelle 9: Abschätzung des k_f -Werts anhand der Korngrößenverteilung

Bodenmaterial aus Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Anlage	Korngrößenklasse	k_f - Wert [m/s]	Bodenart
RB 06	1,0 – 2,0	5.1	12	$< 10^{-9}$	U, t*, s'
RB 05	0,05 – 0,50	5.2	10 - 11	$10^{-8} - 10^{-9}$	U, t, fs'
RB 11	3,0 – 5,0	5.3	11	$\sim 10^{-9}$	U, t
RB 01	1,0 – 2,0	5.4	10	$\sim 10^{-8}$	U, t, fs'
RB 07	2,0 – 3,0	5.5	11	$\sim 10^{-9}$	U, t
RB 03	2,0 – 3,0	5.6	9 - 10	$10^{-7} - 10^{-8}$	U, fs, t'

9.2.2 Ermittlung der Infiltrationsrate mittels Doppelring-Infiltrometer

Am 30.04.2009 wurde auf derzeitiger Geländeoberkante bei überwiegend trockener Witterung eine Messserie mit dem Doppelring-Infiltrometer (30/60) nach DIN 19682-7 durchgeführt. Die gemäß DIN 19682-7 (instationär) bestimmte Infiltrationsrate gibt an, welche Wassermenge bezogen auf eine gegebene Fläche und eine gegebene Zeit senkrecht in den Boden eintritt. Die zur Entwässerungsplanung maßgebende Endinfiltration ist erreicht, wenn sich eine annähernd konstante Infiltrationsrate einstellt.

Die Endinfiltrationsrate I_{Re} gibt die Versickerungsleistung des feuchten Bodens wieder, wie er nach anhaltenden Niederschlägen und längeren Niederschlagsperioden vorliegt.

Im Zuge der durchgeführten Doppelring-Infiltrationsmeter-Versuchsreihe nach DIN 19682-7 wurde eine Endinfiltrationsrate von 7 mm/h bestimmt (siehe Anlagen 4). Gemäß dem „Leitfaden flächenhafte Niederschlagswasserversickerung - Handlungsempfehlungen für Planer, Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden“ (Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Mainz, Mai 1998) ist diese in die Infiltrationsklasse **IR 2 (gering)** einzustufen.

9.2.3 Ermittlung des Durchlässigkeitswertes k_f nach DIN 18130-ZY-ES-ST

Zur Beurteilung der Versickerungseignung der oberflächennah anstehenden Böden des Schichtgliedes SG I wurden zwei ungestörte Stechzylinderproben entnommen. An diesen wurden im bodenmechanischen Labor folgende Durchlässigkeitsbeiwerte k_f nach DIN 18130-ZY-ES-ST bestimmt (siehe Anlage 3.1 und 3.2).

Tabelle 10: Entnommene Stechzylinderproben, Durchlässigkeitsbeiwert k_f nach DIN 18130-ZY-ES-ST

Stechzylinder	Bodenart	Entnahmetiefe [muGOK]	Durchlässigkeit k_f [m/s]
SZ 01	U, t', h', g' (~5% Putzreste)	0,40 – 0,52	$1,91 \cdot 10^{-7}$
SZ 02	U, t', h'	0,40 – 0,52	$1,04 \cdot 10^{-7}$

Am Stechzylinder SZ 01 ist ein ungewöhnlicher Abfall der Durchlässigkeit in Abhängigkeit von der Versuchsdauer festzustellen. Die Ursache ist in quellfähigen Bestandteilen der eingeschlossenen Putzreste (Gips!) zu vermuten.

9.3 „Leitfaden flächenhafte Niederschlagswasserversickerung“

Nach dem "Leitfaden flächenhafte Niederschlagswasserversickerung" des Landesamtes für Wasserwirtschaft, Rheinland-Pfalz, erfolgt eine Bewertung zur Versickerung geeigneter Flächen anhand folgender Merkmalskomplexe:

- Begrenzung des versickerungsfähigen Volumens (V)
- Bodenarten (B)
- Biotische Merkmale (WB)
- Gefügemerkmale (A)
- Zusatzmerkmale (Z)

Dabei werden zur Bewertung der Flächen aus den Merkmalskomplexen Kennziffern (1-3) abgeleitet. Die Kennziffern bedeuten:

- 1 – geeignet
- 2 – bedingt geeignet
- 3 – ungeeignet

Für die Versickerungseignung von Standorten ist zunächst der Merkmalskomplex V, also die Begrenzung des versickerungsfähigen Volumens maßgebend. Aufgrund der bereits oberflächennah stark vertonten Lößlehme ergibt sich eine Einstufung in V 3 (ungeeignet).

Eine Weiterführung der Untersuchungen zur Ausweisung geeigneter Versickerungsflächen bei einer Einstufung in V 3 ist nur durchzuführen, wenn eine Sanierung/Melioration als sinnvoll zu erachten ist. Zur Sanierung/Melioration stehen folgende Maßnahmen zur Verfügung:

- Bodenaustausch
- Auflockerung
- Beimengung

Die anstehenden Lößlehme sind aufgrund ihrer ausgesprochenen Verschlammungsneigung der Gruppe X3 zuzuordnen. Eine Auflockerung ist daher als nicht sinnvoll einzustufen.

Eine Erhöhung der Durchlässigkeit durch Bodenaustausch ist möglich. Hierbei kann der ausgetauschte Lößlehm zur Herstellung der Auffüllung mitverwendet werden. Im Bereich der Versickerungseinrichtung wird ein neuer Bodenkörper eingebracht, dessen Eigenschaften zur Versickerung geeignet sind. Hierzu sollte ein schwach schluffiger bis schluffiger Sand verwendet werden. Es ist sicherzustellen, dass der Austauschboden dem Zuordnungswert Z0 nach LAGA TR 20 genügt.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Versickerungsfähigkeit stellt ein Untermischen von Kalk, Stroh und/oder Grobstoffkomposten dar.

9.4 Interpretation der Ergebnisse

Die Untersuchungen der Durchlässigkeiten im Bereich der für die Versickerung relevanten Zone (Stechzylinder, Infiltrometer und Siebungen) zeigen, dass die Durchlässigkeiten der anstehenden Lößlehme den nach DWA-A 138 für Versickerungszwecke geeigneten Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ teilweise um den Faktor 100 unterschreiten. Gemäß DIN 18130 sind die anstehenden Böden als gering durchlässig bis undurchlässig anzusehen.

Gemäß dem „Leitfaden flächenhafte Niederschlagswasserversickerung“ ist die untersuchte Fläche als ungeeignet für Versickerungszwecke zu bewerten. Eine Durchlässigkeitserhöhung durch eine Bodenauflockerung ist nicht zielführend, weil die vorliegenden Böden aufgrund ihrer Verschlammungsneigung hierfür als ungeeignet (Dauerhaftigkeit) erachtet werden müssen. Eine Sanierung/Melioration durch Bodenaustausch oder Beimischen von Kalk, Stroh und/oder Grobstoffkomposten im Bereich der Versickerungsanlage ist grundsätzlich möglich, jedoch technisch aufwendig und kostenintensiv.

10 Dimensionierung der Versickerungsmulden

Die Versickerung unbelasteten Niederschlagswassers erfolgt über insgesamt vier über das Baufeld verteilte Muldensysteme:

1. Eine schmale Mulde entlang der Zufahrtstraße; angeschlossen wird nur die Zufahrtstraße.
2. Ein am westlichen Baufeldrand gelegenes Muldensystem, bestehend aus drei terrassenförmig angeordneten Mulden; angeschlossen werden der Parkflächenbereich westlich des Möbelhauses sowie die westliche Böschung.
3. Eine zentral zwischen Möbelhaus und Baumarkt auf Oberkante Auffüllung gelegene Versickerungsmulde; angeschlossen wird der gesamte Park- und Fahrflächenbereich mit Ausnahme des unter 2. beschriebenen.
4. Eine am nördlichen Baufeldrand auf einem Grundstück der Stadt Mainz gelegene Versickerungsmulde; angeschlossen werden die Gebäudeflächen sowie die Umfahrten und die nördlichen sowie östlichen Böschungen.

10.1 Grundsätze

Die Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ erfolgt auf der Grundlage des DWA-A 117 „Bemessung von Regerückhalteräumen“. Danach erfolgen die Bemessungen entweder nach einem

- einfachen Bemessungsverfahren mittels statistischer Niederschlagsdaten oder durch
- Nachweis der Leistungsfähigkeit mittels Niederschlags-Abfluss-Langzeitsimulation.

Für die Anwendung eines einfachen Bemessungsverfahrens gelten in Übereinstimmung mit DIN EN 752 und unter Beachtung wirtschaftlicher und ingenieurtechnischer Aspekte für das gesamte Einzugsgebiet bis zur betrachteten Versickerungsanlage die folgenden Randbedingungen:

- Das Einzugsgebiet A_E hat eine Fläche von maximal 200 ha, oder die Fließzeit bis zum Becken beträgt maximal 15 Minuten und
- die gewählte bzw. zulässige Überschreitungshäufigkeit beträgt $n \geq 0,1/a$ bzw. $T_n \leq 10a$.

Die Bemessungsansätze nach DWA-A 117 setzen näherungsweise homogene Bodenverhältnisse insbesondere der Durchlässigkeit innerhalb der für die Versickerung relevanten Schicht voraus.

10.2 Eingangsdaten

10.2.1 Undurchlässige Fläche

Aus den vorliegenden Planunterlagen wurden zeichnerisch die folgenden Daten entnommen:

- Gesamtfläche: ca. 123.810 m²
- Gebäudefläche: ca. 33.050 m²
- Grünfläche (Annahme 20 % der Gesamtfläche): ca. 24.762 m²
- asphaltierte Flächen: ca. 36.300 m²
- gepflasterte Parkbuchten: ca. 29.700 m²

Hieraus wird unter Berücksichtigung der nach ATV-DVWK-A 117 ansetzbaren mittleren Abflussbeiwerte Ψ_m die undurchlässige Fläche A_u ermittelt.

Gebäude (Annahme: extensives Gründach <10cm):

$$A_{u,Geb.} = A_{u,Geb.,4} = 33.050 \times 0,5 = 16.525 \text{ m}^2$$

$$A_{u,Geb.,1} = A_{u,Geb.,2} = A_{u,Geb.,3} = 0 \text{ m}^2$$

Grünflächen (Annahme: geneigtes Gelände, toniger Boden):

$$A_{u,G} = 24.762 \times 0,5 \approx 12.400 \text{ m}^2; \text{ hiervon:}$$

$$A_{u,G,1} \approx 600 \text{ m}^2$$

$$A_{u,G,2} \approx 1.000 \text{ m}^2$$

$$A_{u,G,3} \approx 6.400 \text{ m}^2$$

$$A_{u,G,4} \approx 4.400 \text{ m}^2$$

asphaltierte Fahrflächen:

$$A_{u,F} = 36.300 \times 0,9 \approx 32.700 \text{ m}^2; \text{ hiervon}$$

$$A_{u,F,1} \approx 3.800 \text{ m}^2$$

$$A_{u,F,2} \approx 6.500 \text{ m}^2$$

$$A_{u,F,3} \approx 17.400 \text{ m}^2$$

$$A_{u,F,4} \approx 5.100 \text{ m}^2$$

Parkbuchten (Annahme: Sickerpflaster):

$$A_{u,P} = A_{u,P,3} = 29.700 \times 0,25 = 7.425 \text{ m}^2$$

$$A_{u,P,1} = A_{u,P,2} = A_{u,P,4} = 0 \text{ m}^2$$

10.2.2 Durchlässigkeit

Im Bereiche der Versickerungsmulden 1, 2, und 4 erfolgt die Versickerung unmittelbar in die anstehenden Lößlehme. Die Durchlässigkeit wird für den für die Versickerung relevanten Tiefenbereich auf Grundlage der unter Kapitel 8.2 beschriebenen Sachverhalte mit im Mittel ca. $5 \cdot 10^{-8}$ m/s angenommen. Ein Bodenaustausch o.ä. wird nicht in Ansatz gebracht.

Die Versickerungsmulde 3 befindet sich auf der Auffüllung. Die Auffüllung ist in diesem Bereich abweichend von der übrigen Vorgehensweise aus einem Kies-Sand-Gemisch herzustellen. Der Durchlässigkeitsbeiwert wird mit $5 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen. Bei der Auswahl der Schüttmaterialien ist sicherzustellen, dass diese Anforderung erfüllt wird.

10.2.3 Niederschlagshöhe

Die für die Berechnung angesetzten Niederschlagshöhen wurden für den Punkt mit den Gauss-Krüger-Koordinaten R=3446650/H=5534900 (etwa Grundstücksmitte) dem Rasterfeld Spalte 21 / Zeile 69 für die Zeitspanne Januar bis Dezember dem KOSTRA-DWD-2000-Atlas entnommen. Es wird eine Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) $n = 0,1/a$ angesetzt.

10.2.4 Versickerungsfläche

Mulde 1:

Die Versickerung erfolgt auf einem Grünstreifen zwischen der Zufahrtstraße und der Erschließungsstraße. Die mögliche Muldenbreite wird aus den vorliegenden Planunterlagen zeichnerisch zu im Mittel etwa 1,5 m bestimmt. Unter der Annahme einer nutzbaren Muldenlänge von etwa 600 m ergibt sich folgende Versickerungsfläche:

$$A_{S,1} \approx 900 \text{ m}^2$$

Mulde 2:

Die Breite des an die westliche Böschung anschließenden Grundstücks beträgt etwa 20 m, die Länge 170 m. Das Gelände ist leicht abschüssig. Die Versickerungsfläche muss daher auf 3 oder 4 kaskadenförmig angeordnete Mulden aufgeteilt werden. Für die Berechnung wird davon ausgegangen, dass von der Gesamtfläche abzüglich Schutzstreifen, Böschungen etc. noch etwa 50 % für Versickerungszwecke verbleiben.

$$A_{S,2} \approx 1.700 \text{ m}^2$$

Mulde 3:

Die Breite des zentral zwischen Baumarkt und Möbelhaus gelegenen Grundstücks beträgt etwa 25 m, die Länge 140 m. Das Gelände ist nahezu eben, da auf Oberkante Aufschüttung gelegen. Die Versickerung erfolgt über eine Mulde. Es wird davon ausgegangen, dass von der Gesamtfläche abzüglich Schutzstreifen, Böschungen etc. noch etwa 70-75 % für Versickerungszwecke verbleiben.

$$A_{S,3} \approx 2.500 \text{ m}^2$$

Mulde 4:

Das unmittelbar nördlich an das Baugrundstück anschließende Grundstück befindet sich im Besitz der Stadt Mainz. Die Gesamtfläche des Grundstücks wird aus den vorliegenden Planunterlagen zeichnerisch zu etwa 13500 m² bestimmt. Für die Berechnung wird davon ausgegangen, dass hiervon abzüglich Schutzstreifen, Böschungen etc. noch etwa 70-75 % für Versickerungszwecke verbleiben.

$$A_{S,4} \approx 9.500 \text{ m}^2$$

10.3 Erforderliches Speichervolumen

Die Berechnung erfolgte unter Zuhilfenahme des Rechenprogramms GGU-SEEP mit fester Muldenfläche und variabler Einstauhöhe t . Der Zuschlagsfaktor wird in DWA-A 117 mit $f_z = 1,1 - 1,2$ empfohlen. Für die Berechnung wird der Zuschlagsfaktor mit $f_z = 1,2$ angesetzt.

10.3.1 Mulde 1

Das Maximum ergibt sich bei einer Regendauer von 72 h. Das erforderliche Retentionsvolumen ergibt sich zu ca. 490 m³, die Einstauhöhe beträgt ca. $t = 0,54$ m. Die Entleerungszeit beträgt ca. 6.000 h ≈ 250 d.

10.3.2 Mulde 2

Das Maximum ergibt sich wiederum bei einer Regendauer von 72 h. Das erforderliche Retentionsvolumen ergibt sich zu ca. 850 m³, die Einstauhöhe beträgt ca. $t = 0,50$ m. Die Entleerungszeit beträgt ca. 5.500 h ≈ 230 d.

10.3.3 Mulde 3

Das Maximum ergibt sich wiederum bei einer Regendauer von 18 h. Das erforderliche Retentionsvolumen ergibt sich zu ca. 1.300 m³, die Einstauhöhe beträgt ca. $t = 0,52$ m. Die Entleerungszeit beträgt ca. 57,5 h $\approx 2,5$ d.

ICP Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Kopernikusstraße 1 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Büro Saarland

Konrad-Zuse-Straße 10 - 66459 Kirkel-Limbach
Telefon 06841-6989545
Telefax 06841-9863757
e-mail saarland@icp-geologen.de

10.3.4 Mulde 3

Das Maximum ergibt sich bei einer Regendauer von 72 h. Das erforderliche Retentionsvolumen ergibt sich zu ca. 3.050 m³, die Einstauhöhe beträgt ca. t = 0,35 m. Die Entleerungszeit beträgt ca. 3.800 h ≈ 160 d.

10.4 Verdunstung

Im Folgenden wird die Verdunstungsrate der freien Wasserfläche nach DVWK-M 238/1996 ermittelt:

Tabelle 11: Verdunstungsrate

	T [°C]	T* [°C]	Tw ₀ [°C]	e [hPa]	e _s [hPa]	E _w [mm/d]	E [mm]
Januar	1,8	1,81	1,65	6,96	6,88	0,22	6,82
Februar	2,5	2,45	2,28	7,31	7,20	0,20	5,60
März	5,5	5,45	5,22	9,03	8,86	0,18	5,58
April	10,0	9,82	11,84	12,27	13,86	0,90	27,00
Mai	14,5	14,43	17,23	16,49	19,64	1,54	47,74
Juni	17,8	17,73	21,09	20,35	24,97	2,14	64,2
Juli	19,5	19,45	23,10	22,63	28,22	2,54	78,74
August	18,6	18,62	22,13	21,40	26,61	2,39	74,09
September	15,1	15,15	18,08	17,15	20,72	1,71	51,3
Oktober	10,1	10,19	12,27	12,36	14,27	1,04	32,24
November	5,1	5,19	6,42	8,79	9,62	0,59	17,7
Dezember	2,6	2,65	3,45	7,37	7,82	0,43	13,33
						Σ	424,34

10.5 Fazit und Empfehlungen zur Versickerung

Die ermittelten Durchlässigkeiten der anstehenden Lößlehme unterschreiten den nach DWA-A 138 für Versickerungszwecke geeigneten Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ bei weitem, gemäß DIN 18130 sind die anstehenden Böden als gering durchlässig bis undurchlässig anzusehen. Nach dem „Leitfaden flächenhafte Niederschlagswasserversickerung“ ist die untersuchte Fläche als ungeeignet für Versickerungszwecke zu bewerten. Insgesamt ist daher festzuhalten, dass auf dem zur Verfügung stehenden Gelände eine Versickerung im Sinne des DWA-A 138 nicht möglich ist.

Da jedoch soweit bekannt die Versickerung trotz dieser bereits im Vorfeld bekannten Sachverhalte von Seiten der Stadt Mainz vorgeschrieben wird, wurden insgesamt vier Versickerungsmulden bzw. Muldensysteme in Anlehnung an DWA-A 138 dimensioniert. Hiervon befinden sich

die Versickerungsanlagen 1, 2 und 4 im anstehenden Gelände, die Mulde 2 befindet sich zentral zwischen Baumarkt und Möbelhaus auf der Auffüllung.

Die Aufschüttung im Bereich der Versickerungsmulde 3 wird aus einem vergleichsweise gut durchlässigen Kies-Sand-Gemisch hergestellt. Unter der Voraussetzung, dass die Aufschüttung die Anforderungen aus Kapitel 10.2 erfüllt, ist über die Mulde 3 eine Versickerung im Sinne von DWA-A 138 möglich, wenngleich die Einstaudauer mehr als 24 h beträgt. Bei einer rechnerischen Einstaudauer von ca. 57,5 h ist jedoch eine Begrünung durch Grasansaat möglich.

Wie zu erwarten werden zur Versickerung in den Anlagen 1, 2 und 4 hingegen sehr lange Zeiträume von etwa 5 bis 8 Monaten erforderlich. Es ist daher davon auszugehen, dass eine vollständige Leerung der Mulden unter den gegebenen Bodenverhältnissen rein über die Versickerung nicht bzw. nur schwer möglich sein wird. Um den Einfluss der Verdunstung aus diesen Becken abzuschätzen, wurde die Verdunstungsrate der freien Wasserfläche nach DVWK-M 238/1996 ermittelt und zu ca. 420 mm/a je m² Wasserfläche bestimmt. Unter Berücksichtigung der Verdunstung ist davon auszugehen, dass die Entleerungszeit je nach Becken in Abhängigkeit der Jahreszeit auf etwa 3 bis 5 Monate verkürzt werden kann. Es ist zu empfehlen, insbesondere bei den größeren Versickerungsanlagen 2 und 4 durch eine angepasste Bepflanzung (Pflanzen mit hoher Wasseraufnahme) die Verdunstung durch Transpiration zu unterstützen. Hierfür bieten sich im Wasserwechselbereich diverse Riedgrasarten an, wobei insbesondere die Simsenarten *Scirpus lacustris* und *Scirpus sylvatica* zu empfehlen sind. In zweiter Reihe sollten, sofern die Platzverhältnisse dies gestatten, an feuchte Standorte angepasste Baumarten wie Birken und Weiden gepflanzt werden.

11 Hinweise zu Herstellung und Wartung von Versickerungsmulden

1. Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern.
2. Die Sohle der Muldenfläche sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.
3. Den Mulden sollten zur Vermeidung einer schnellen Versandung Sandfänge in Form von „Vormulden“ vorgeschaltet werden. Alternativ ist das Wasser an Tiefpunkten einzuleiten.
4. Die Versickerungsmulde ist mit einem Notüberlauf zu versehen.
5. Die Böschungsneigungen der Mulde sollten nicht steiler als $h:l = 1:2$ ausgebildet werden.
6. Aufgrund von Aufweichungen infolge des zu erwartenden Dauerstaus in den Mulden ist mit Aufweichungen im Gründungsbereich der anschließenden Aufschüttung zu rechnen. Bei fortgeschrittenem Planungsstand (Vorliegen von Schnittdarstellungen, Größe der Mulde, usw.) und Bekanntsein der verwendeten Schüttmaterialien sind daher gesonderte Böschungs- und Grundbruchberechnungen zu erstellen.

12 Schlussbemerkungen

Wir weisen darauf hin, dass im Zuge der Untersuchungen nur punktuelle Untergrundaufschlüsse erfolgen konnten. Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Schichtglieder zwischen den Aufschlusspunkten können nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund-, Schicht- und Stauwasserzuflüsse nicht auszuschließen.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlinterpretation ist der Gutachter heranzuziehen.



Frank Neumann
(Dipl.-Geol./Beratender Geowissenschaftler)

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH

gez.
Andreas Reischmann
(Dipl.-Ing. (FH))

Anlagen:

- 1 Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
- 2 Bohrprofile nach DIN 4023 und Messwertdiagramme für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN 4094
 - 2.1 Bereich Versickerungsfläche
 - 2.2 Bereich Möbelhaus
 - 2.3 Vollsortimenter und Baumarkt
- 3 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130-ZY-ES-ST
 - 3.1 Stechzylinder SZ 1
 - 3.2 Stechzylinder SZ 2
- 4 Bestimmung der Infiltrationsrate mit dem Doppelringinfiltrometer
- 5 Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123
 - 5.1 RB 06, Tiefenbereich 1,0 – 2,0 m
 - 5.2 RB 05, Tiefenbereich 0,05 – 0,5 m
 - 5.3 RB 11, Tiefenbereich 3,0 – 5,0 m
 - 5.4 RB 01, Tiefenbereich 1,0 – 2,0 m
 - 5.5 RB 07, Tiefenbereich 2,0 – 3,0 m
 - 5.6 RB 03, Tiefenbereich 2,0 – 3,0 m
- 6 Zustandsgrenzen nach DIN 18122, T1 + T2
 - 6.1 RB 11, Tiefenbereich 0,05 – 2,2 m
 - 6.2 RB 08, Tiefenbereich 0,3 – 2,5 m
- 7 Exemplarische Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019
 - 7.1 Lager Möbelhaus
 - 7.2 Möbelhaus
 - 7.3 Vollsortimenter
 - 7.4 Baumarkt
- 8 Konsolidationssetzungen
- 9 Dimensionierung der Versickerungsmulden nach ATV-A 138
 - 9.1 Mulde 1
 - 9.2 Mulde 2
 - 9.3 Mulde 3
 - 9.4 Mulde 4
- 10 Lageplan (schematisch)

Kopie:

Architektengemeinschaft Stumperl - Becker - Klingenberg - Baum - Nieter GmbH
(per e-mail: t.nieter@architekten-sup.de)

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7		<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>			Bericht: B09040 Anlage: 1		
Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd							
Bohrung RB 01 / Blatt: 1					Datum: 29./30.04.2009		
Höhe: -2,31 müFP							
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.25	a) Schluff, schwach tonig, humos			feucht	bp3	SP1	0.25
	b)						
	c) steif	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) OU				
0.80	a) Schluff, tonig, schwach humos			schwach feucht	bp3	SP2	0.80
	b)						
	c) steif - halbfest	d)	e) braun				
	f)	g)	h) TL				
3.00	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig			schwach feucht	bp3	SP3	3.00
	b)						
	c) halbfest	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) TL				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 02 / Blatt: 1	Höhe: -1,98 müFP	Datum: 29./30.04.2009
--	------------------	--------------------------

1	2	3	4	5	6			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾							
Bis ... m unter Ansatz- punkt	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Tiefe in m (Unter- kante)			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.15	a) Schluff, tonig, humos			feucht	bp3	SP1	0.15	
	b)							
	c) steif	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU					i)
0.30	a) Schluff, tonig, schwach humos			schwach feucht	bp3	SP2	0.30	
	b)							
	c) steif - halbfest	d)	e) braun					
	f)	g)	h) TL					i)
3.00	a) Schluff, schwach tonig - tonig, schwach feinsandig			sehr schwach feucht	bp3	SP3	3.00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) UL - TL					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 03 / Blatt: 1

Höhe: -1,38 müFP

Datum:

29./30.04.2009

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.06	a) Schluff, schwach tonig, humos			feucht	bp3	SP1	0.06
	b)						
	c) steif	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) OU				
0.50	a) Schluff, schwach tonig, schwach humos			schwach feucht	bp3	SP2	0.50
	b)						
	c) steif - halbfest	d)	e) braun				
	f)	g)	h) UL - TL				
3.00	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig			sehr schwach feucht	bp3	SP3	3.00
	b)						
	c) halbfest	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) UL - TL				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung **RB 04** / Blatt: 1

Höhe: -0,32 müFP

Datum:

29./30.04.2009

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.33	a) Schluff, schwach tonig, schwach humos			schwach feucht	bp3	SP1	0.33
	b)						
	c) steif - halbfest	d)	e) braun				
	f)	g)	h) TL				
3.00	a) Schluff, schwach feinkiesig, schwach tonig			sehr schwach feucht	bp3	SP2	3.00
	b)						
	c) halbfest	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) UL - TL				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 05 / Blatt: 1

Höhe: -0,15 müFP

Datum:

29./30.04.2009

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.05	a) Schluff, tonig, humos			feucht	bp3	SP1	0.05
	b)						
	c) steif	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) OU				
0.50	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos			schwach feucht	bp3	SP2	0.50
	b)						
	c) steif - halbfest	d)	e) braun				
	f)	g)	h) TL				
3.00	a) Schluff, tonig, schwach feinkiesig			sehr schwach feucht	bp3	SP3	3.00
	b)						
	c) halbfest	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) TL				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung **RB 06** / Blatt: 1

Höhe: +0,67 müFP

Datum:
 29./30.04.2009

1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.05	a) Schluff, tonig, humos				feucht	bp3	SP1	0.05		
	b)									
	c) steif		d)						e) dunkelbraun	
	f) Oberboden		g)						h) OU	i)
1.95	a) Schluff, stark tonig, schwach humos				schwach feucht	bp3	SP2	1.95		
	b)									
	c) steif - halbfest		d)						e) braun	
	f)		g)						h) TL - TM	i)
3.00	a) Schluff, tonig, schwach feinkiesig				sehr schwach feucht	bp3	SP3	3.00		
	b)									
	c) halbfest		d)						e) hellbraun	
	f)		g)						h) TL	i)
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	i)
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 07 / Blatt: 1	Höhe: +2,09 müFP	Datum:	29./30.04.2009
--	------------------	--------	----------------

1	2	3	4	5	6			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾							
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾				e) Farbe	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt
		Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
0.18	a) Schluff, tonig, stark humos		feucht	bp3	SP1	0.18		
	b)							
	c) steif	d)					e) dunkelbraun	
	f) Oberboden	g)					h) OU	i)
0.30	a) Schluff, schwach tonig		schwach feucht	bp3	SP2	0.30		
	b)							
	c) steif	d)					e) graubraun	
	f)	g)					h) UL - TL	i)
3.60	a) Schluff, tonig		schwach feucht	bp3	SP3	3.60		
	b)							
	c) halbfest	d)					e) hellbraun	
	f)	g)					h) TL	i)
5.00	a) Ton, schluffig, schwach feinkiesig		feucht	bp3	SP4	5.00		
	b)							
	c) steif	d)					e) hellbraun	
	f)	g)					h) TM	i)
	a)							
	b)							
	c)	d)					e)	
	f)	g)					h)	i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 09 / Blatt: 1

Höhe: -0,21 müFP

Datum:

29./30.04.2009

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.25	a) Schluff, tonig, stark humos			feucht	bp3	SP1	0.25
	b)						
	c) steif	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) OU				
0.70	a) Schluff, tonig, schwach humos			schwach feucht	bp3	SP2	0.70
	b)						
	c) steif	d)	e) braun				
	f)	g)	h) TL				
4.10	a) Schluff, schwach tonig - tonig, schwach feinkiesig			sehr schwach feucht	bp3	SP3	4.10
	b)						
	c) steif - halbfest	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) TL				
5.00	a) Schluff, stark tonig, schwach feinkiesig			feucht	bp3	SP4	5.00
	b)						
	c) steif	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) TM				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 11 / Blatt: 1

Höhe: +3,90 müFP

Datum:

29./30.04.2009

1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.05	a) Schluff, stark tonig, humos				feucht	bp3	SP1	0.05		
	b)									
	c) steif		d)						e) dunkelbraun	
	f) Oberboden		g)						h) OT	i)
2.20	a) Schluff, tonig, schwach kiesig				schwach feucht	bp3	SP2	2.20		
	b)									
	c) steif		d)						e) braun	
	f)		g)						h) TL	i)
5.00	a) Schluff, tonig				sehr schwach feucht	bp3	SP3	5.00		
	b)									
	c) halbfest		d)						e) hellbraun	
	f)		g)						h) TL	i)
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	i)
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 12 / Blatt: 1

Höhe: +3,92 müFP

Datum:
 29./30.04.2009

1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾						h) ¹⁾ Gruppe	
0.40	a) Kies, Schluff, tonig, schwach sandig				feucht	bp3	SP1	0.40		
	b)									
	c) steif		d)						e) braun	
	f)		g)						h) GT*-TL	
0.80	a) Ton, schluffig, schwach kiesig, schwach sandig				feucht	bp3	SP2	0.80		
	b)									
	c) steif		d)						e) beige-grau	
	f)		g)						h) TM	
1.10	a) Ton, schluffig, schwach feinkiesig				feucht	bp3	SP3	1.10		
	b)									
	c) steif - halbfest		d)						e) braun	
	f)		g)						h) TM	
1.30	a) Kies, schluffig, tonig				schwach feucht	bp3	SP4	1.30		
	b)									
	c) halbfest		d)						e) gelbbraun	
	f)		g)						h) GT*	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Vorhaben: Möbel Martin - Konzeption Standort Mainz Süd

Bohrung RB 10 / Blatt: 1

Höhe: +1,83 müFP

Datum:

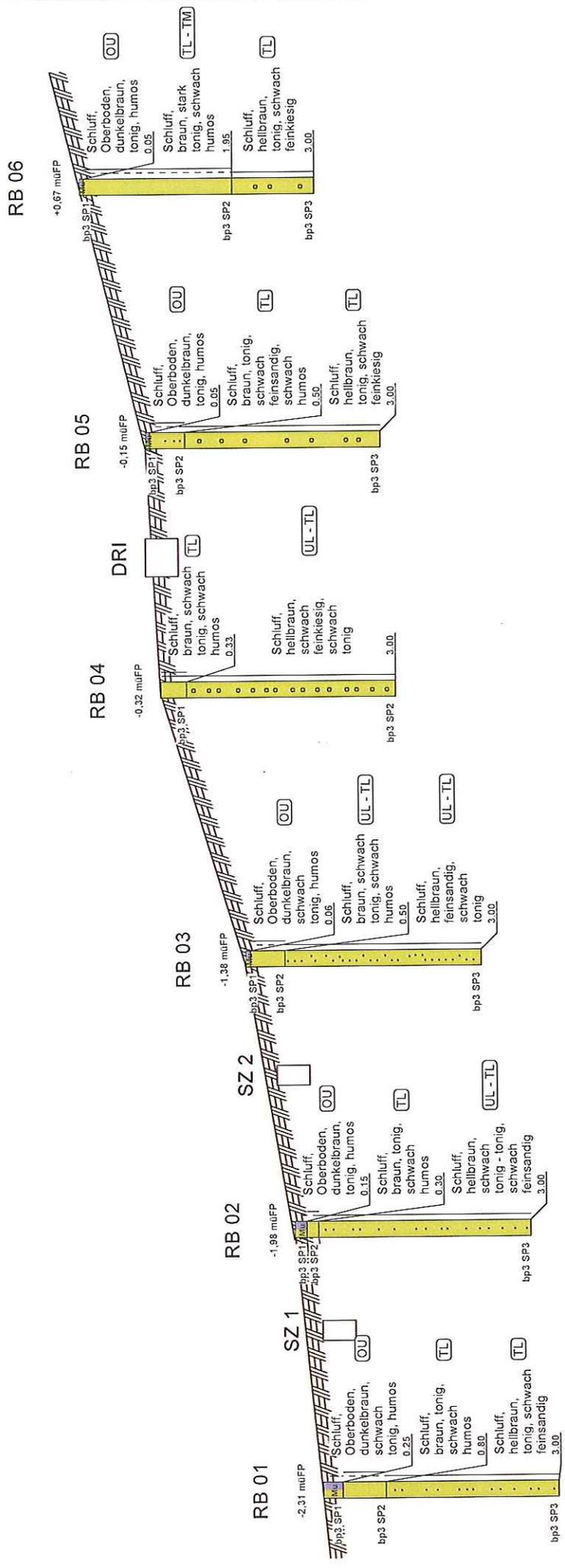
29./30.04.2009

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.25	a) Schluff, tonig, humos			feucht	bp3	SP1	0.25
	b)						
	c) steif	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) OU				
1.50	a) Schluff, schwach tonig, schwach feinkiesig			sehr schwach feucht	bp3	SP2	1.50
	b)						
	c) steif	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) UL - TL				
3.00	a) Schluff, Ton			schwach feucht	bp3	SP3	3.00
	b)						
	c) halbfest	d)	e) grau				
	f)	g)	h) TM				
5.00	a) Ton, schluffig, schwach feinkiesig			feucht	bp3	SP4	5.00
	b)						
	c) steif	d)	e) hellbraun				
	f)	g)	h) TM				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Ost

West



In keinem Aufschluss Grund-, Schicht- oder Stauwasser nachweisbar!

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
 Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbrach
 Tel.: (06374) 80507-0 Fax: 80507-7

Objekt: Möbel Martin Wirtschaftspark Mainz Süd
 Untergrundaufschlüsse
 Schnitt 1 (Versickerungsmulde)
 Maßstab: schematisch

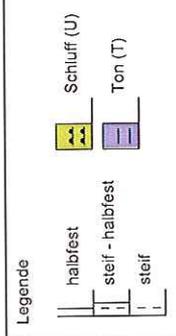
Anlage 2.1
 zu Bericht Nr.: B09040
 Dat.: 30.04.2009
 Bearb.: Löff./Rei.

Legende

	halbfest		Schluff (U)
	stief - halbfest		Ton (T)
	stief		

Ost

West



Ingenieurgesellschaft Prof. Czudra und Partner mbH
ICP
 Geotechnik und Ingenieurbau für Wasser und Boden
 Am Tränkefeld 27
 67688 Rodenbach
 Tel.: (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt: Möbel Martin Wirtschaftspark Mainz Süd
 Untergrundaufschlüsse
 Schnitt 2 (Möbelhaus)
 Maßstab: schematisch

Anlage 2.2
 zu Bericht Nr.: B09040
 Dat.: 29./30.04.2009
 Bearb.: Löff./Rei.

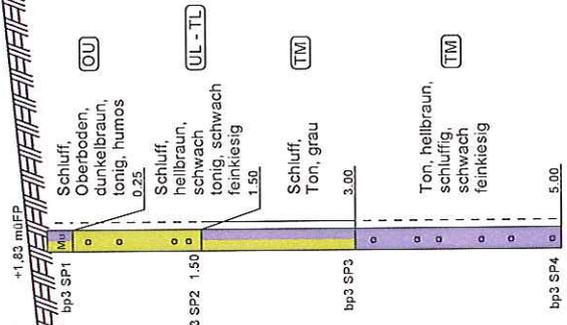
In keinem Aufschluss Grund-, Schicht- oder Stauwasser nachweisbar!

West

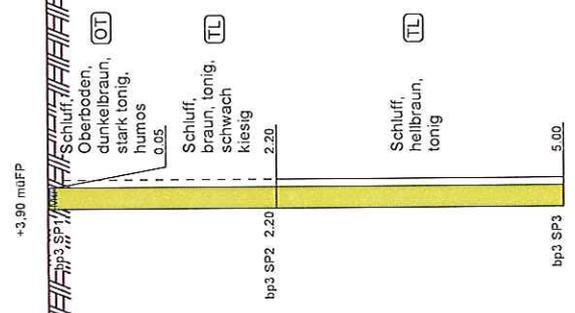
Ost



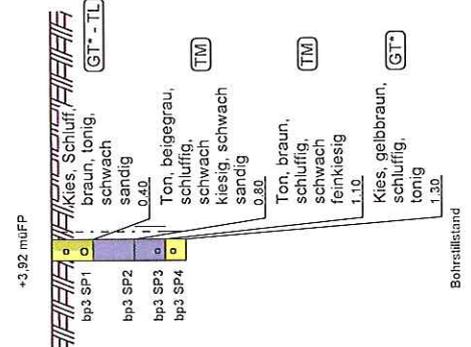
RB 10



RB 11



RB 12



Legende

—	halbfest	□	Kies (G)
—	steif - halbfest	▨	Schluff (U)
—	steif	■	Ton (T)

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH

ICP
Geologie und Ingenieure für Wasser und Boden

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel.: (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt: Möbel Martin Wirtschaftspark Mainz Süd

Untergrundaufschlüsse

Schnitt 3 (Vollsortimenter + Baumarkt)

Maßstab: schematisch

Anlage 2.3

zu Bericht Nr.: B09040

Dat.: 29./30.04.2009

Bearb.: Löff./Rei.

In keinem Aufschluss Grund-, Schicht- oder Stauwasser nachweisbar!

Projekt-Nr.:	B09040	Probennahme:	30.04.2009
Projekt:	Möbel Martin - Mainz Süd	durch:	Müller
Material:	U, g', h'	Anlage:	3.1

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130 -ZY -ES -ST
Sonderprobe SZ 1

Daten der geprüften Probe	
Probenlänge	12 cm
Probendurchmesser	9,6 cm
Probenquerschnitt	7,238E-03 m ²
Feuchtdichte	1,56 g/cm ³
Wassergehalt (Einbau)	17,76 %
Trockendichte	1,325 g/cm ³
Wassergehalt (Ausbau)	33,09 %
Porenanteil n	0,502
Sättigungszahl (Einbau)	0,47
Sättigungszahl (Ausbau)	0,87
Standrohrdurchmesser	8 mm
Standrohrquerschnitt	5,027E-05 mm ²

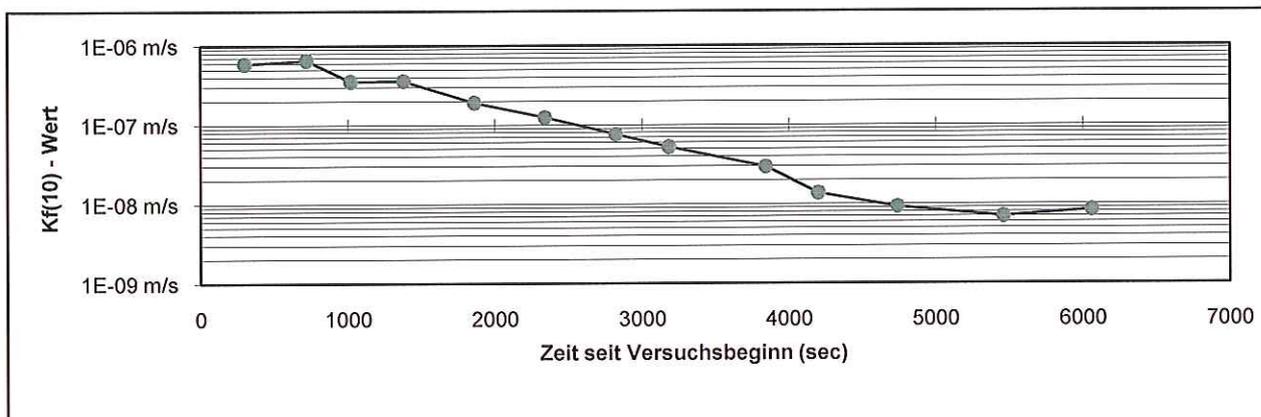
Bestimmung des Luftporengehaltes	
n(a) Einbau	26,7 %
n(a) Ausbau	6,4 %

Vordruck WS 0,05 m

	Zeit 1	Zeit 2	Temp. 1	Temp. 2	h1 [cm]	h2 [cm]	Kf (10)
d	05. Mai 13:33:00	05. Mai 13:38:00	17,3°C	17,3°C	100,00	76,00	5,94E-07
	05. Mai 13:38:00	05. Mai 13:45:00	17,3°C	17,3°C	76,00	49,20	6,57E-07
	05. Mai 13:45:00	05. Mai 13:50:00	17,3°C	17,3°C	49,20	41,40	3,56E-07
	05. Mai 13:50:00	05. Mai 13:56:00	17,3°C	17,3°C	41,40	33,40	3,61E-07
	05. Mai 13:56:00	05. Mai 14:04:00	17,3°C	17,3°C	33,40	28,60	1,91E-07
	05. Mai 14:04:00	05. Mai 14:12:00	17,3°C	17,4°C	28,60	25,80	1,24E-07
	05. Mai 14:12:00	05. Mai 14:20:00	17,4°C	17,5°C	25,80	24,20	7,60E-08
	05. Mai 14:20:00	05. Mai 14:26:00	17,5°C	17,5°C	24,20	23,40	5,27E-08
	05. Mai 14:26:00	05. Mai 14:37:00	17,5°C	17,6°C	23,40	22,60	2,96E-08
	05. Mai 14:37:00	05. Mai 14:43:00	17,6°C	17,6°C	22,60	22,40	1,38E-08
	05. Mai 14:43:00	05. Mai 14:52:00	17,6°C	17,6°C	22,40	22,20	9,25E-09
	05. Mai 14:52:00	05. Mai 15:04:00	17,6°C	17,8°C	22,20	22,00	6,97E-09
	05. Mai 15:04:00	05. Mai 15:14:00	17,8°C	17,9°C	22,00	21,80	8,40E-09

d = Durchfluß erreicht

Mittlerer Kf-Wert = 1,91E-07 m/s



Projekt-Nr.:	B09040	Probennahme:	30.04.2009
Projekt:	Möbel Martin - Mainz Süd	durch:	Müller
Material:	U, g', h'	Anlage:	3.2

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130 -ZY -ES -ST
Sonderprobe SZ 2

Daten der geprüften Probe	
Probenlänge	12 cm
Probendurchmesser	9,6 cm
Probenquerschnitt	7,238E-03 m ²
Feuchtdichte	1,56 g/cm ³
Wassergehalt (Einbau)	16,44 %
Trockendichte	1,340 g/cm ³
Wassergehalt (Ausbau)	19,18 %
Porenanteil n	0,496
Sättigungszahl (Einbau)	0,44
Sättigungszahl (Ausbau)	0,52
Standrohrdurchmesser	8 mm
Standrohrquerschnitt	5,027E-05 mm ²

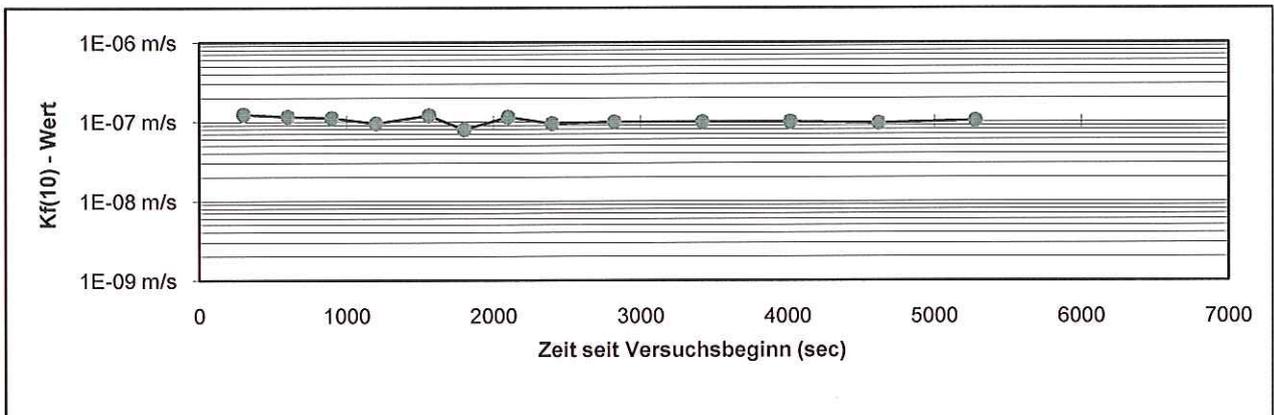
Bestimmung des Luftporengehaltes	
n(a) Einbau	27,6 %
n(a) Ausbau	23,9 %

Vordruck WS 0,05 m

	Zeit 1	Zeit 2	Temp. 1	Temp. 2	h1 [cm]	h2 [cm]	Kf (10)
d	06. Mai 09:18:00	06. Mai 09:23:00	16,5°C	16,5°C	100,00	94,60	1,23E-07
	06. Mai 09:23:00	06. Mai 09:28:00	16,5°C	16,5°C	94,60	89,80	1,15E-07
	06. Mai 09:28:00	06. Mai 09:33:00	16,5°C	16,5°C	89,80	85,40	1,11E-07
	06. Mai 09:33:00	06. Mai 09:38:00	16,5°C	16,6°C	85,40	81,80	9,48E-08
	06. Mai 09:38:00	06. Mai 09:44:00	16,6°C	16,6°C	81,80	76,60	1,20E-07
	06. Mai 09:44:00	06. Mai 09:48:00	16,6°C	16,6°C	76,60	74,40	7,96E-08
	06. Mai 09:48:00	06. Mai 09:53:00	16,6°C	16,6°C	74,40	70,60	1,14E-07
	06. Mai 09:53:00	06. Mai 09:58:00	16,6°C	16,6°C	70,60	67,60	9,44E-08
	06. Mai 09:58:00	06. Mai 10:05:00	16,6°C	16,6°C	67,60	63,40	9,92E-08
	06. Mai 10:05:00	06. Mai 10:15:00	16,6°C	16,9°C	63,40	57,80	9,91E-08
	06. Mai 10:15:00	06. Mai 10:25:00	16,9°C	17,0°C	57,80	52,60	9,98E-08
	06. Mai 10:25:00	06. Mai 10:35:00	17,0°C	17,0°C	52,60	48,00	9,60E-08
	06. Mai 10:35:00	06. Mai 10:46:00	17,0°C	17,3°C	48,00	43,00	1,04E-07

d = Durchfluß erreicht

Mittlerer Kf-Wert = 1,04E-07 m/s



**Bestimmung der Infiltrationsrate
mit dem Doppelring-Infiltrometer**
instationäres Verfahren nach DIN 19682-7

Anlage
4

Projekt:
Möbel Martin - Wirtschaftspark Mainz Süd

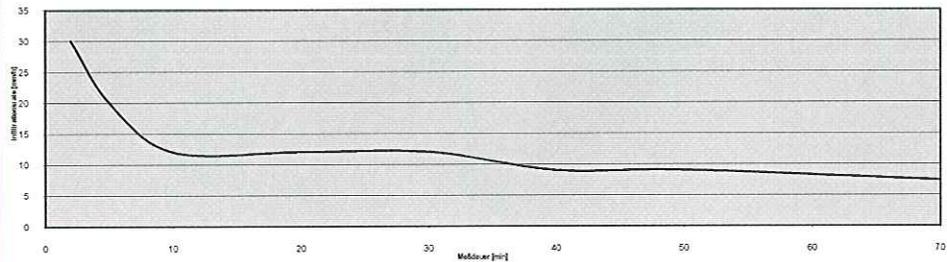
zu Bericht Nr.:
B09040

Datum: 30.04.2009 Witterung: bewölkt, 15°C Geräteführer: Müller

Versuchsdaten	Minuten	Abstich A ₀ bei t ₀ [cm]	Abstich A ₁ bei t ₁ [cm]	delta A [cm]	delta t [min]	IR [mm/h]	
Untergrund							
U, t, h'	DRI 2						
	2	17,8	17,7	0,1	2	30	
Ringdurchmesser [cm]	5	17,7	17,6	0,1	3	20	
Innen	30	10	17,6	17,5	0,1	5	12
Außen	60	20	17,5	17,3	0,2	10	12
Einbindetiefe [cm]	30	17,3	17,1	0,2	10	12	
5	40	17,1	17,0	0,2	10	9	
Sandschicht [cm]	50	17,0	16,8	0,1	10	9	
0	70	16,8	16,6	0,2	20	7	

max. Einstauhöhe [cm]
17,8

min. Einstauhöhe [cm]
16,6



Endinfiltrationsrate

7 [mm/h]

Infiltrationsklasse gemäß Leitfaden Flächenhafte Niederschlagswasserversickerung

IR 2 (gering)

Bemerkungen:
Versuchsreihe nach Wassersättigungszeit von 45 min durchgeführt.

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach

Körnungslinie

Möbel Martin

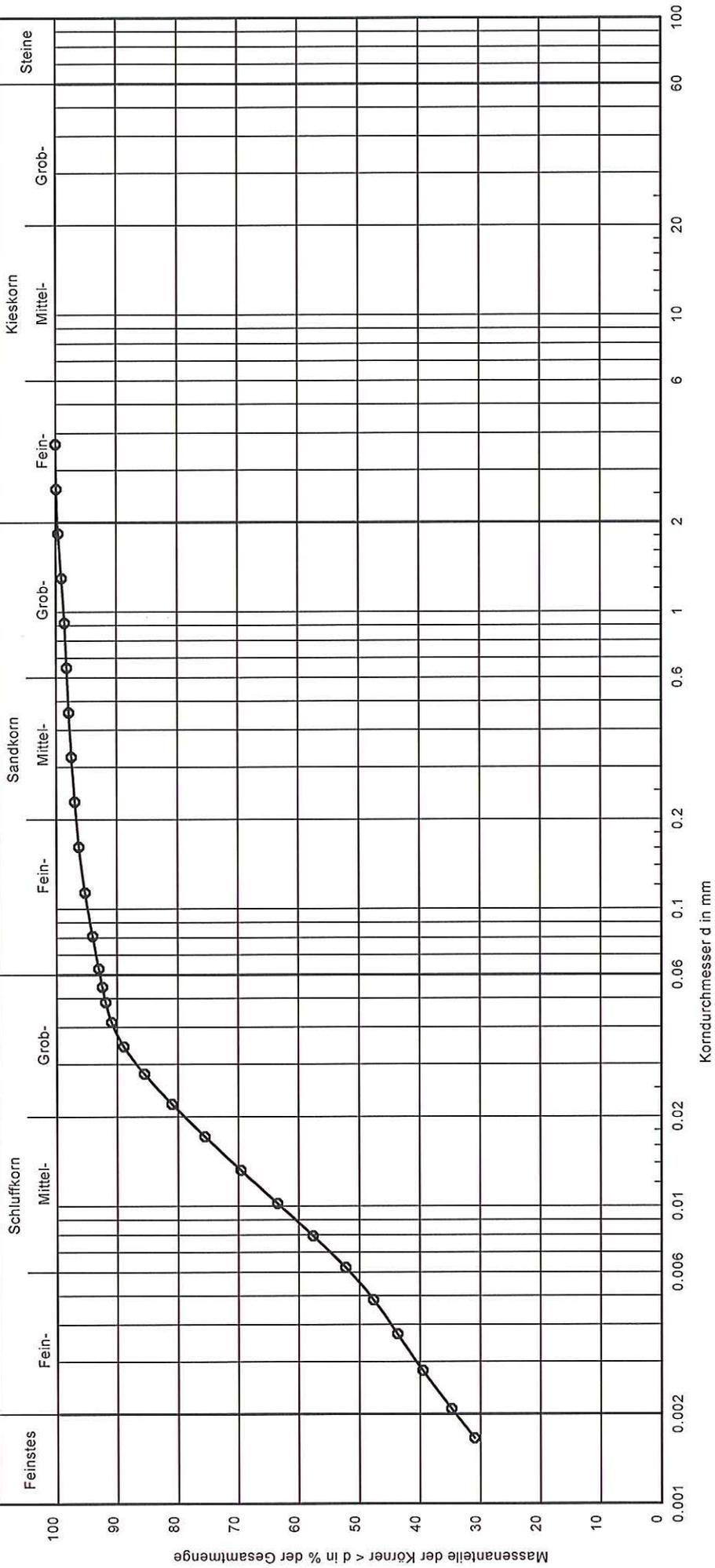
Wirtschaftspark Mainz Süd

Prüfungsnummer: ---
 Probe entnommen am: 30.04.2009
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123

Bearbeiter: Theisinger Datum: 05.05.2009

Schlammkorn

Siebkorn



Entnahmestelle: RB 6
 Tiefe: 1,0 - 2,0m
 Bezeichnung: SS 01
 Bodenart: U, T, s'
 Frostempfindlichkeitsklasse: F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 18,7 %
 Feinkorngehalt: 92,8%

Bericht: B09040
 Anlage: 5.1

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach

Körnungslinie

Möbel Martin

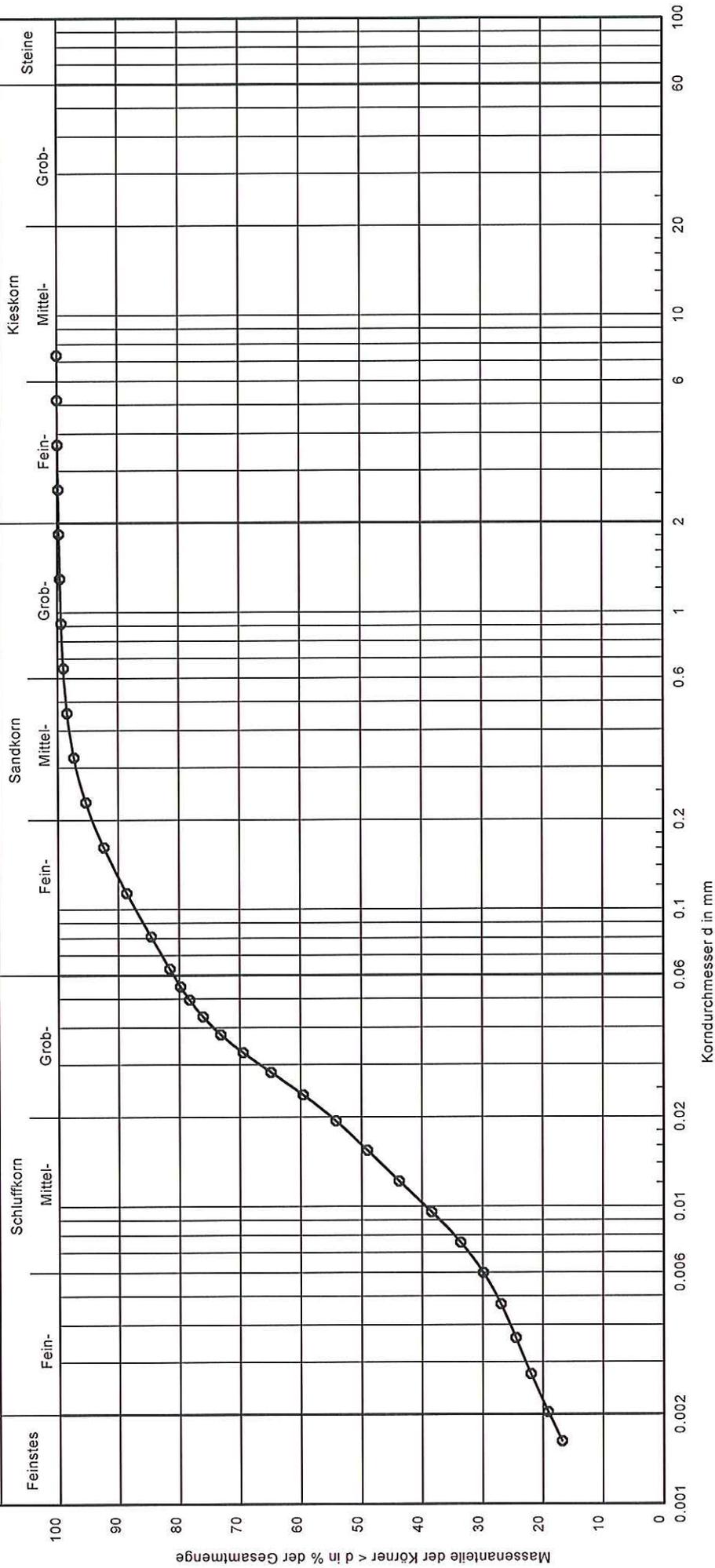
Wirtschaftspark Mainz Süd

Prüfungsnummer: ---
 Probe entnommen am: 30.04.2009
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123

Bearbeiter: Theisinger Datum: 05.05.2009

Schlammkorn

Siebkorn



Entnahmestelle: RB 5
 Tiefe: 0,05 - 0,5m
 Bezeichnung: SS 02
 Bodenart: U, t, fs'
 Frostempfindlichkeitsklasse: F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 13,2%
 Feinkorngehalt: 80,9%

Bericht: B09040
 Anlage: 5.2

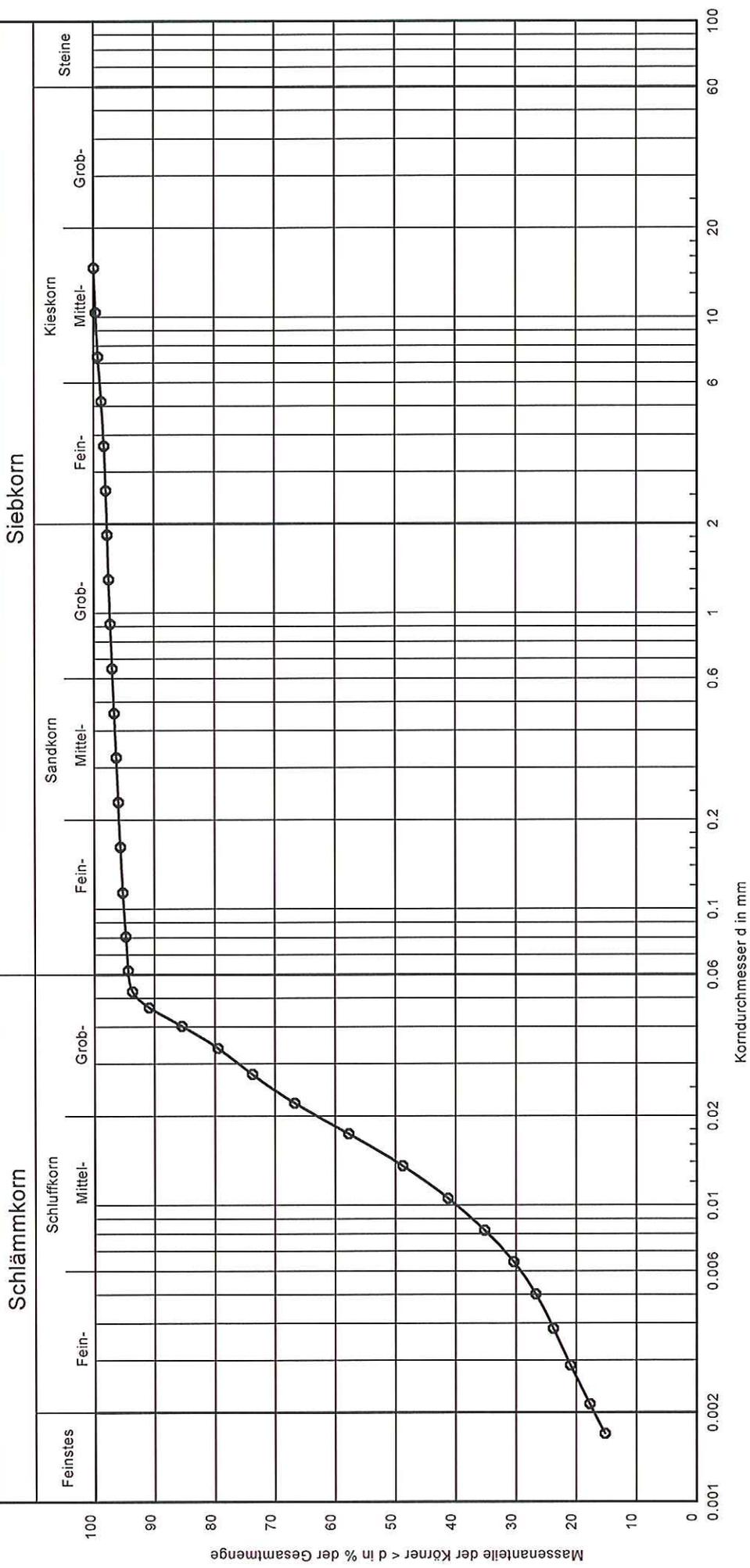
ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach

Körnungslinie

Möbel Martin
 Wirtschaftspark Mainz Süd

Prüfungsnummer: ---
 Probe entnommen am: 30.04.2009
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123

Bearbeiter: Theisnger Datum: 05.05.2009



Entnahmestelle:	RB 11
Tiefe:	3,0 - 5,0m
Bezeichnung:	SS 03
Bodenart:	U, t
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 11,8%
 Feinkorngehalt: 94,3%

Bericht: B09040
 Anlage: 5.3

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach

Körnungslinie

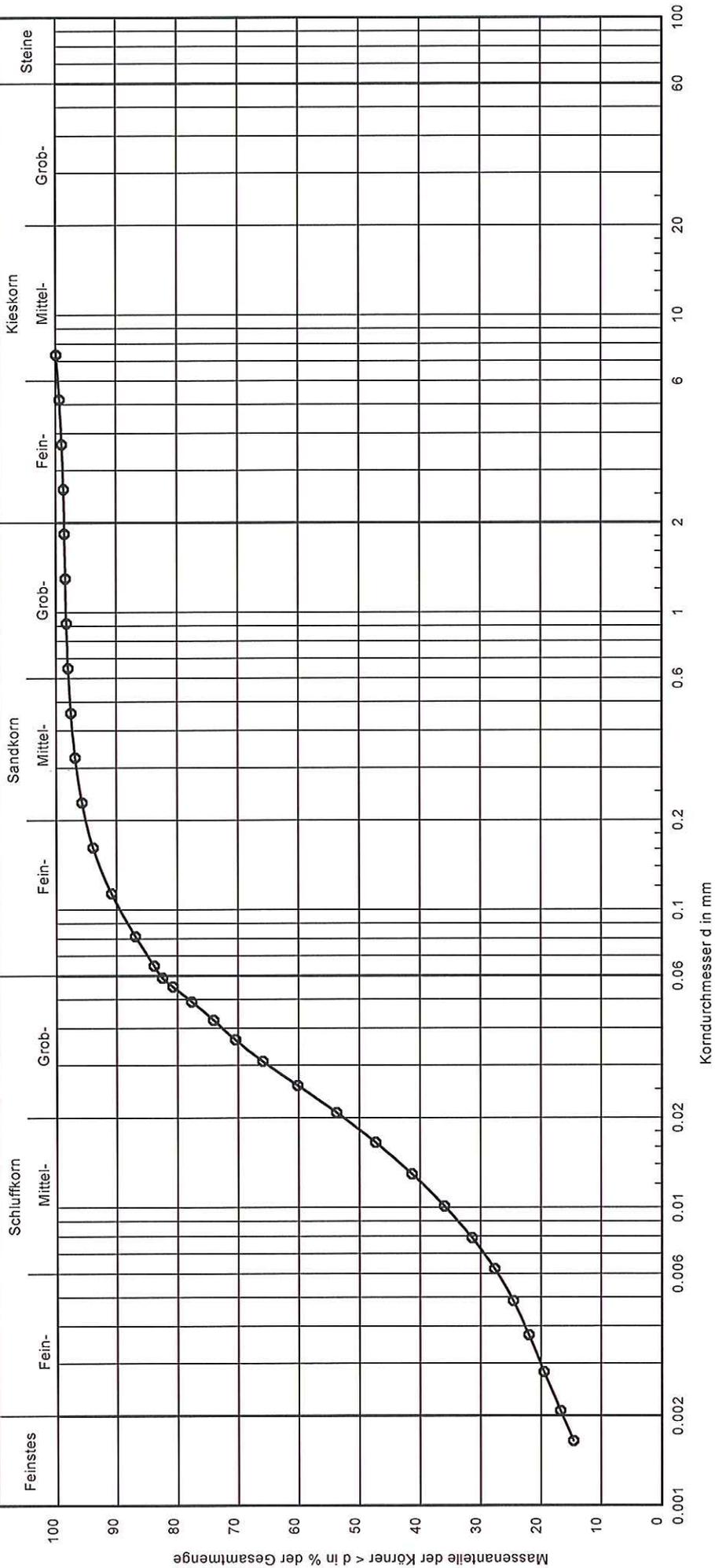
Möbel Martin
 Wirtschaftspark Mainz Süd

Prüfungsnummer: ---
 Probe entnommen am: 30.04.2009
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123

Bearbeiter: Theisinger Datum: 05.05.2009

Schlammkorn

Siebkorn



Entnahmestelle: RB 01
 Tiefe: 1,0 - 2,0m
 Bezeichnung: SS 04
 Bodenart: U, t, fs'
 Frostempfindlichkeitsklasse: F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 14,8%
 Feinkorngehalt: 82,7%

Bericht: B09040
 Anlage: 5.4

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach

Körnungslinie

Möbel Martin
 Wirtschaftspark Mainz Süd

Prüfungsnummer: ---
 Probe entnommen am: 30.04.2009
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123

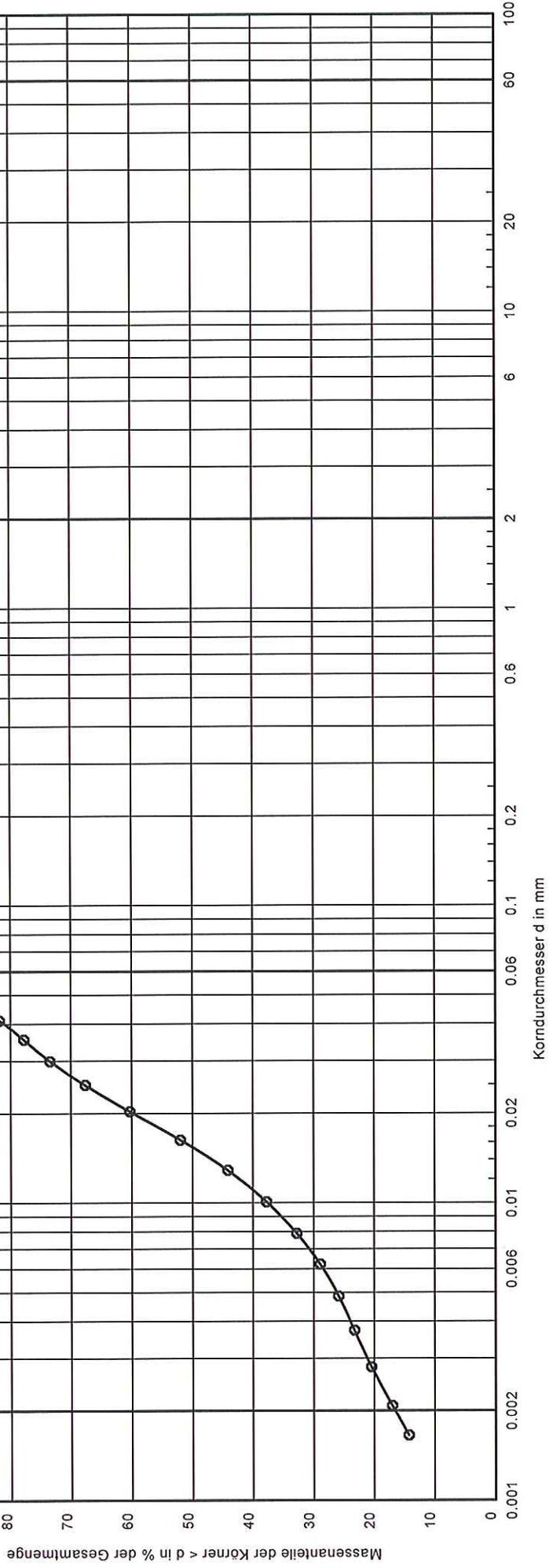
Bearbeiter: Theisinger Datum: 05.05.2009

Schlammkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn

Fein- Mittel- Grob- Sandkorn Mittel- Grob- Fein- Mittel- Grob- Kieskorn Mittel- Grob- Steine



Entnahmestelle: RB 07
 Tiefe: 2,0 - 3,0m
 Bezeichnung: SS 05
 Bodenart: U, t
 Frostempfindlichkeitsklasse: F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 14,6%
 Feinkorngehalt: 95,2%

Bericht: B09040
 Anlage: 5.5

ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Am Tränkwald 27
 67688 Rodenbach

Körnungslinie

Möbel Martin

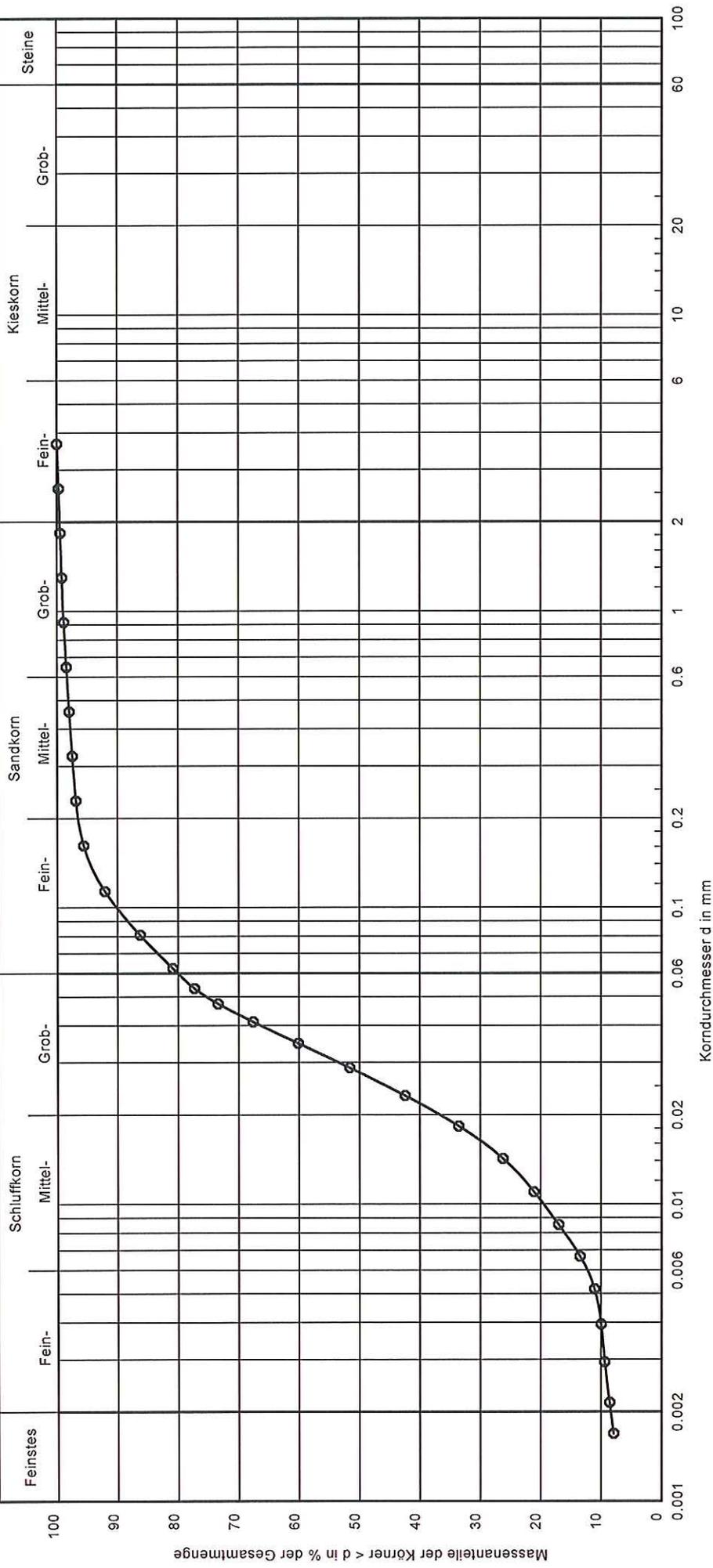
Wirtschaftspark Mainz Süd

Prüfungsnummer: ---
 Probe entnommen am: 30.04.2009
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123

Bearbeiter: Theisinger Datum: 05.05.2009

Schlammkorn

Siebkorn



Entnahmestelle:	RB 03	Bemerkungen:	Wassergehalt: 7,2% Feinkorngehalt: 80,1%	Report: B09040 Anlage: 5.6
Tiefe:	2,0 - 3,0m			
Bezeichnung:	SS 06			
Bodenart:	U, fs, t'			
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3			

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Möbel Martin
 Wirtschaftspark Mainz Süd

Bearbeiter: Theisinger

Datum: 06.05.2009

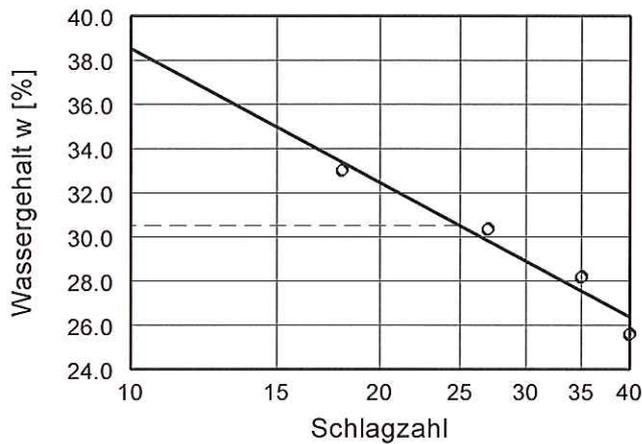
Entnahmestelle: RB 11

Tiefe: 0,05 - 2,2m

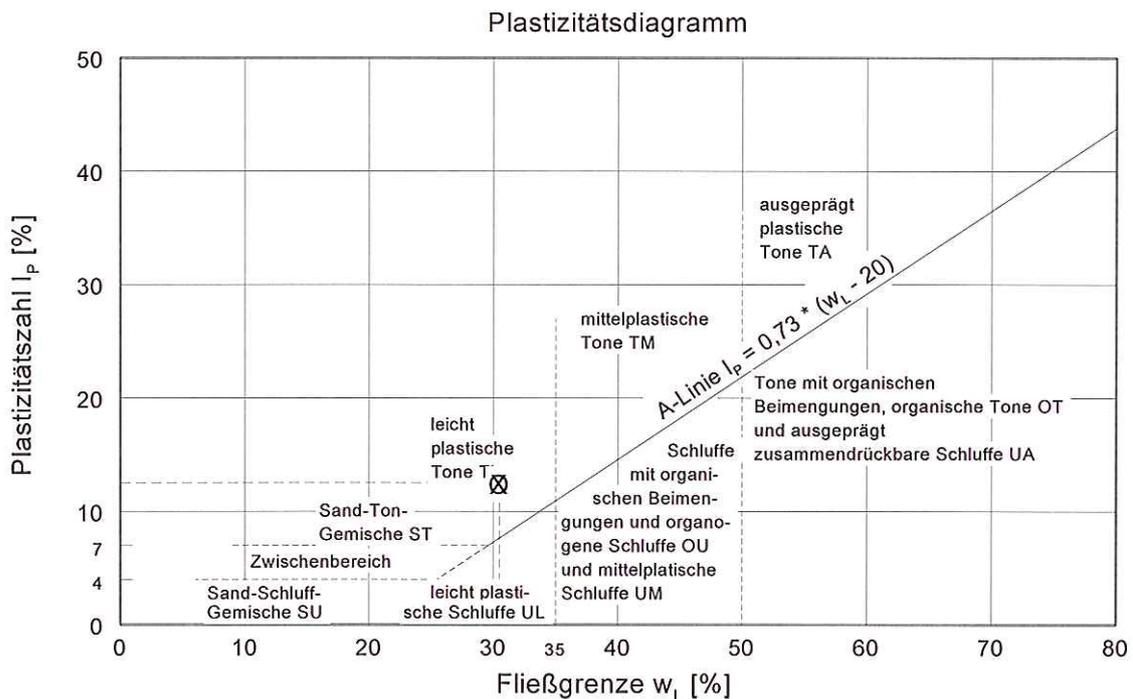
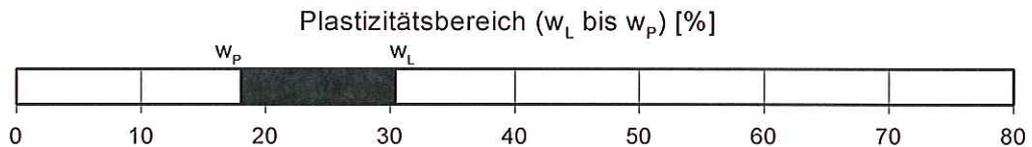
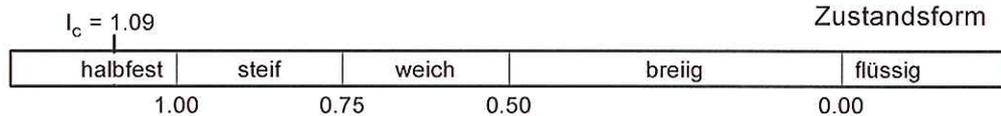
Bodenart: U, t, g'

Art der Entnahme: Rammkernbohrung

Probe entnommen am: 30.04.2009



Wassergehalt w =	16.8 %
Fließgrenze w_L =	30.5 %
Ausrollgrenze w_P =	18.0 %
Plastizitätszahl I_p =	12.5 %
Konsistenzzahl I_c =	1.09



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Möbel Martin
 Wirtschaftspark Mainz Süd

Bearbeiter: Theisinger

Datum: 06.05.2009

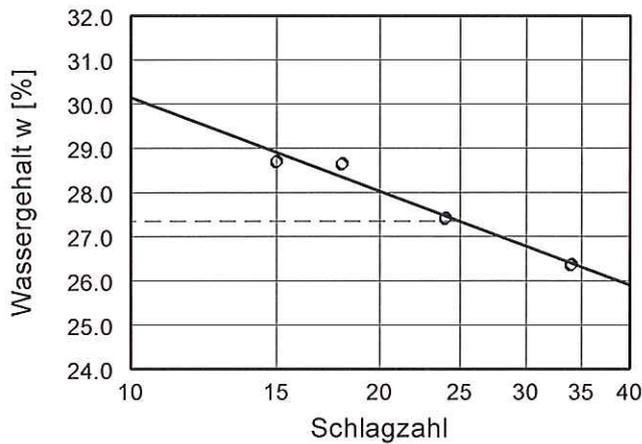
Entnahmestelle: RB 08

Tiefe: 0,3 - 2,5m

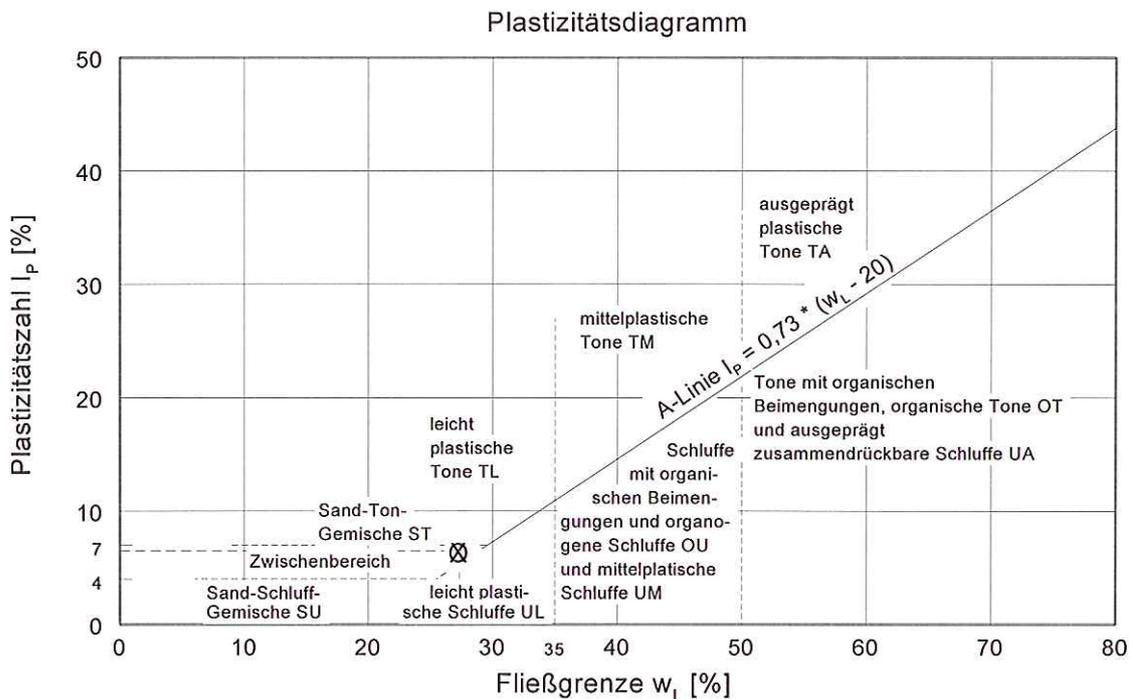
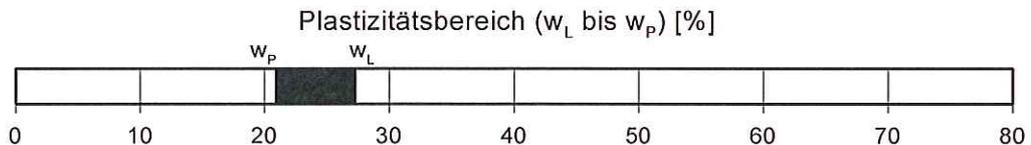
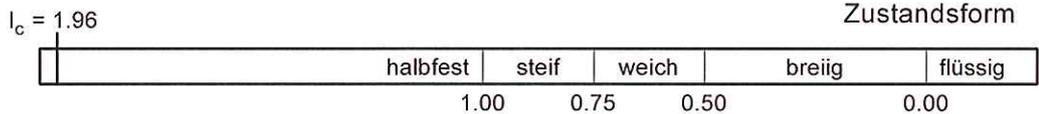
Bodenart: U, t

Art der Entnahme: Rammkernbohrung

Probe entnommen am: 30.04.2009



Wassergehalt w =	14.6 %
Fließgrenze w_L =	27.3 %
Ausrollgrenze w_p =	20.8 %
Plastizitätszahl I_p =	6.5 %
Konsistenzzahl I_c =	1.96



Möbel Martin - Wirtschaftspark Mainz Süd

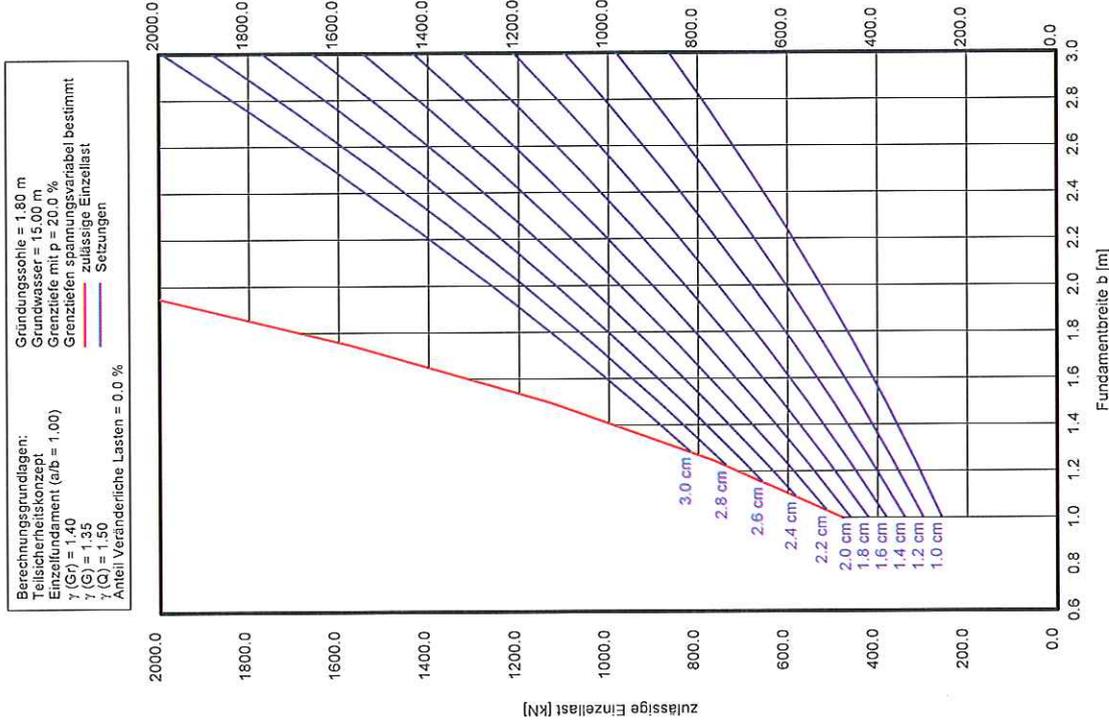
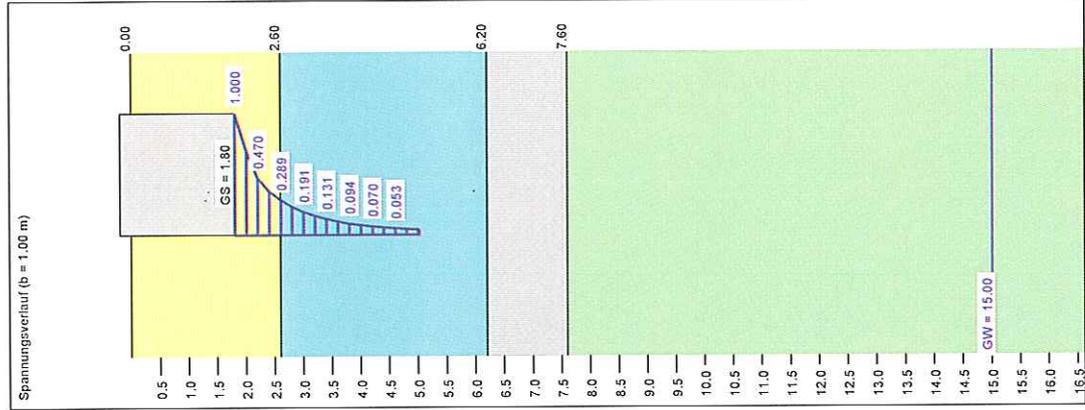
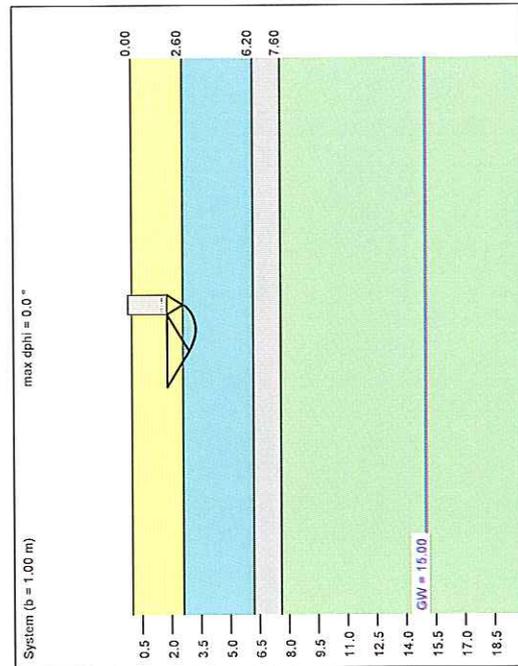
Anlage 7.1

Einzelfundamente Lager Möbelhaus

Grundlage: SRS 01 / RB 07

Kennwerte siehe Geotechnischer Bericht

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_{s0} [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	20.0	10.0	27.5	2.0	30.0	0.40	Auffüllung
2	20.0	10.0	27.5	2.0	8.0	0.40	Lößlehm, TL, steif
3	20.0	10.0	22.5	5.0	10.0	0.40	Lößlehm, TM, steif
4	20.5	10.5	22.5	10.0	25.0	0.40	Residualton, TM, halbfest



Berechnungsgrundlagen:
 Teilsicherheitskonzept
 Einzelfundament (arβ = 1,00)
 $\gamma(G) = 1,40$
 $\gamma(Q) = 1,35$
 $\gamma(Q) = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,0 %
 Grenzsetzungen
 zuzulässige Einzellast

Gründungssohle = 1,80 m
 Grundwasser = 15,00 m
 Grenzlinie mit p = 20,0 %
 Grenzlinien spannungsvariabel bestimmt

a	b	$z_{ul, \sigma}$ [kN/m ²]	$z_{ul, R}$ [kN]	s [cm]	$e_{d, \varphi}$ [°]	$e_{d, c}$ [kN/m ²]	$\gamma'_{z, c}$ [kN/m ²]	$\sigma'_{z, c}$ [kN/m ²]	$I_{d, c}$ [m]	UKLS [m]
1.00	1.00	477.3	477.3	2.08	27.5	2.00	20.00	36.00	5.01	3.25
1.25	1.25	489.7	765.2	2.87	27.5	2.00	20.00	36.00	5.62	3.62
1.50	1.50	502.2	1130.0	3.70	27.5	2.00	20.00	36.00	6.19	3.98
1.75	1.75	514.7	1576.2	4.53	27.5	2.00	20.00	36.00	6.75	4.34
2.00	2.00	527.2	2108.6	5.39	27.5	2.00	20.00	36.00	7.29	4.71
2.25	2.25	539.6	2731.9	6.24	27.5	2.00	20.00	36.00	7.81	5.07
2.50	2.50	552.1	3450.6	7.03	27.5	2.00	20.00	36.00	8.32	5.43
2.75	2.75	564.6	4269.5	7.83	27.5	2.00	20.00	36.00	8.82	5.79
3.00	3.00	577.0	5193.3	8.63	27.5	2.00	20.00	36.00	9.31	6.16

$z_{ul, \sigma} = \sigma_{ult} / \gamma_{var} \cdot \gamma_{c, \sigma} = \sigma_{ult} / (1,40 \cdot 1,35) = \sigma_{ult} / 1,89$
 $\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlast(G+Q)} [c] = 0,00$

Möbel Martin - Wirtschaftspark Mainz Süd

Anlage 7.2

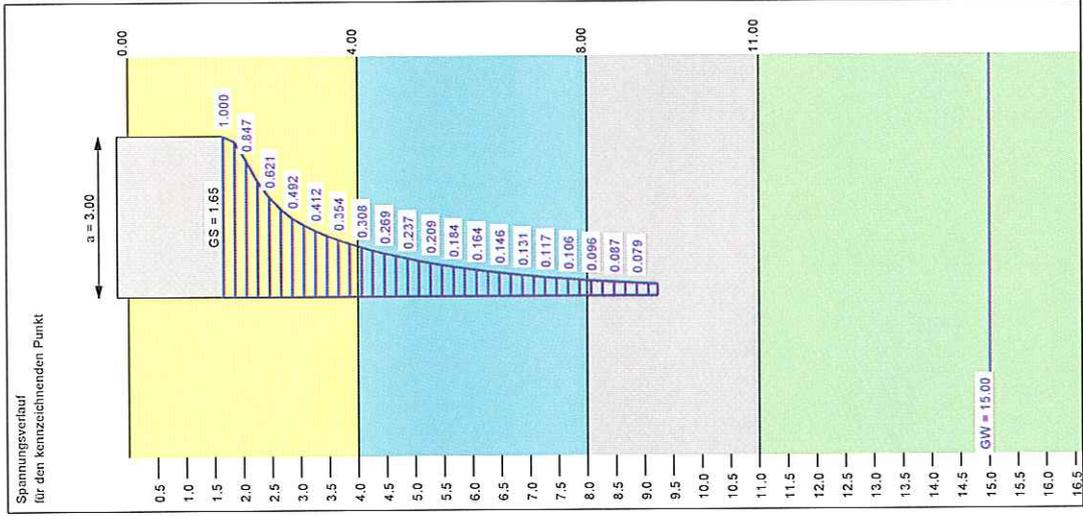
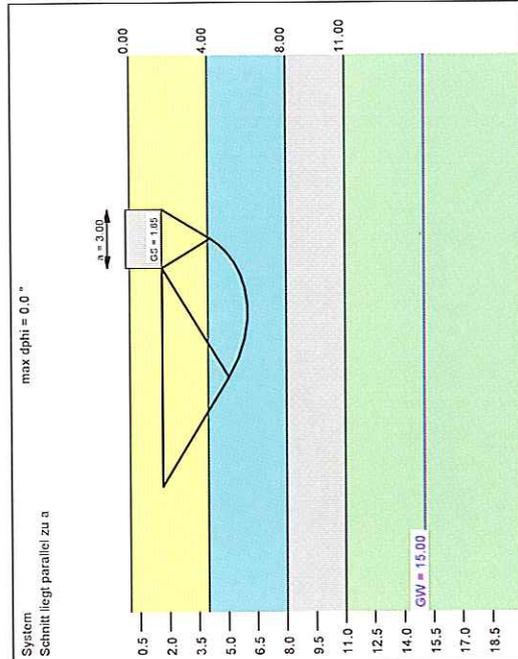
Einzelfundament 3,0 x 3,5m

Belastung V = 5300kN (Aufteilung ständig : veränderlich = 1:1)

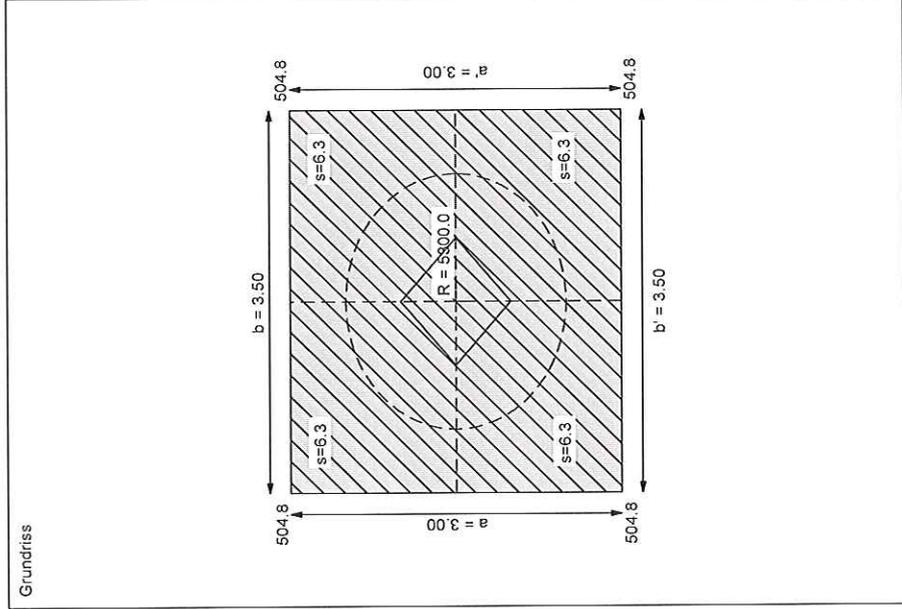
Grundlage: SRS 02 bis 04 / RB 08 + 09

Kennwerte siehe geotechnischer Bericht

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
	20.0	10.0	27.5	2.0	30.0	0.40	Auffüllung
	20.0	10.0	27.5	2.0	8.0	0.40	Lößlehm, UL-TL, steif
	20.0	10.0	22.5	5.0	10.0	0.40	Residualton, TM, steif
	20.5	10.5	22.5	10.0	20.0	0.40	Residualton, TM, halbfest



Berechnungsgrundlagen:
 Teilicherheitskonzept
 γ (Gr) = 1,40
 γ (G) = 1,35
 γ (Q) = 1,50
 Gründungssohle = 1,65 m
 Grundwasser = 15,00 m
 Grenztiefe mit p = 20,0 %



System
 Schnitt liegt parallel zu a
 max dphi = 0.0°

Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast F_{yk} = 2650.00 / 2650.00 kN
 Horizontalkraft F_{ykx} = 0.00 / 0.00 kN
 Horizontalkraft F_{yky} = 0.00 / 0.00 kN
 Moment M_{kx} = 0.00 / 0.00 kN * m
 Moment M_{ky} = 0.00 / 0.00 kN * m
 Länge a = 3.00 m
 Breite b = 3.50 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität e_x = 0.000 m
 Exzentrizität e_y = -0.000 m
 Resultierende liegt im 1. Kern
 Länge a = 3.00 m
 Breite b = 3.50 m
 Unter Gesamlasten:
 Exzentrizität e_x = 0.000 m
 Exzentrizität e_y = -0.000 m
 Resultierende liegt im 1. Kern
 Länge a = 3.00 m
 Breite b = 3.50 m

Setzung infolge Gesamlasten:
 Grenztiefe l_p = 9.21 m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 6.30 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 6.30 cm
 rechts oben = 6.30 cm
 links unten = 6.30 cm
 rechts unten = 6.30 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0

Grundbruch:
 Teilsicherheit (Grundbruch) γ_{Gr} = 1.40
 c_{yk} / c_{yEd} = 1012.9 / 723.5 kN/m²
 R_k = 10635.9 kN
 R_d = 7597.0 kN

$V_d = 1.35 \cdot 2650.00 + 1.50 \cdot 2650.0$ kN
 $V_d = 7552.5$ kN
 f (parallel zu a) = 0.994
 $\text{cal } \phi_0 = 27.5^\circ$
 $\text{cal } c = 2.00$ kN/m²
 $\text{cal } \sigma_u = 20.00$ kN/m²
 $\text{cal } \sigma_u = 33.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 6.01 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 17.36 m
 Fläche log. Spirale = 39.24 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_d = 24.8$; $N_d = 13.9$; $N_d = 6.7$
 $\gamma_c = 1.426$; $\gamma_d = 1.396$; $\gamma_b = 0.743$
 f [V(st), M und H(gesamt)] = 0.471

Möbel Martin - Wirtschaftspark Mainz Süd

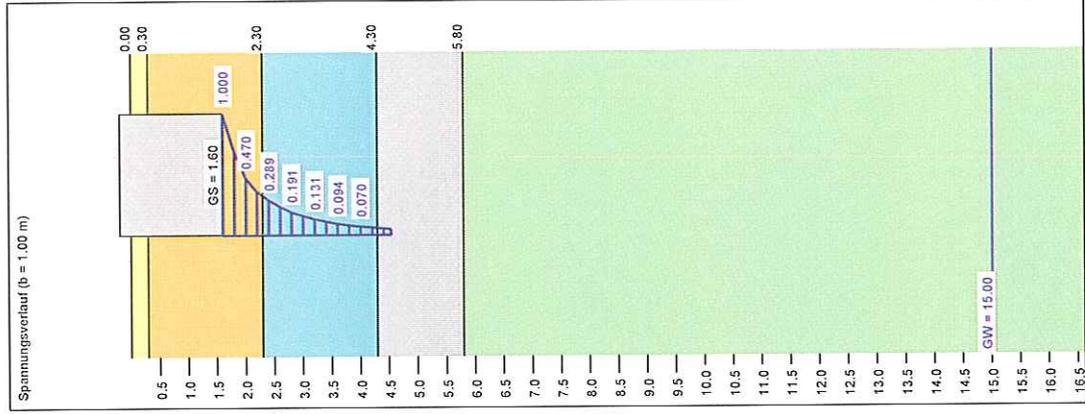
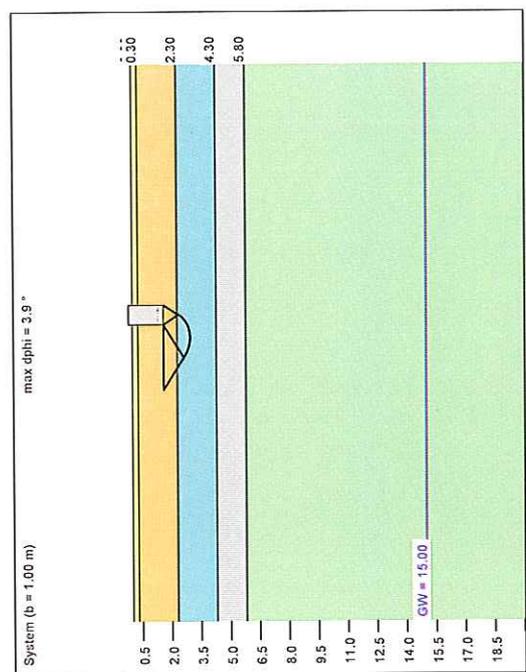
Anlage 7.3

Einzelfundamente Vollsortimenter

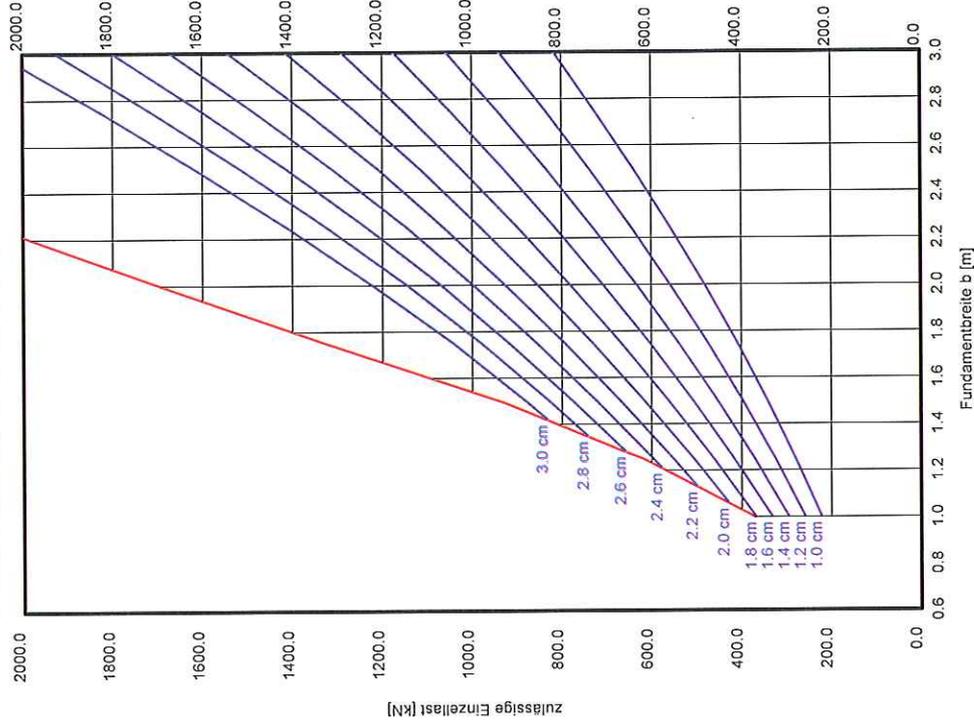
Grundlage: SRS 08 / RB 12

Kennwerte siehe Geotechnischer Bericht

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
0.5	20.0	10.0	27.5	2.0	30.0	0.40	Auffüllung
1.0	20.5	10.5	22.5	5.0	20.0	0.40	GT*-TM, steif-halbfest
1.5	20.0	10.0	27.5	2.0	8.0	0.40	Lößlehm, UL-TL, steif
2.0	20.0	10.0	22.5	5.0	10.0	0.40	Residualton, TM, steif-halbfest
2.5	20.5	10.5	22.5	10.0	25.0	0.40	Residualton, TM, halbfest



Berechnungsgrundlagen:
 Teilsicherheitskonzept
 Einzelfundament (a/b = 1,00)
 $\gamma(G) = 1,40$
 $\gamma(Q) = 1,35$
 $\gamma(Q) = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,0 %
 Gründungssohle = 1,60 m
 Grundwasser = 15,00 m
 Grenzlinie mit $p = 20,0$ %
 Grenzlinien spannungsvariabel bestimmt
 zulässige Einzellast
 Setzungen



a	b	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	caI η [°]	caI c [kN/m ²]	$\gamma' z$ [kN/m ²]	σ'_{ν} [kN/m ²]	I_0 [m]	UKLS [m]
1.00	1.00	370.2	370.2	1.81	25.5	3.20	20.33	32.65	4.53	2.97
1.25	1.25	394.0	615.6	2.49	25.0	2.95	20.27	32.65	5.13	3.33
1.50	1.50	414.1	931.6	3.20	26.2	2.78	20.23	32.65	5.71	3.69
1.75	1.75	432.0	1322.9	3.86	26.4	2.67	20.20	32.65	6.25	4.06
2.00	2.00	422.8	1691.2	4.23	26.0	2.95	20.18	32.65	6.66	4.36
2.25	2.25	405.3	2052.1	4.46	25.3	3.36	20.17	32.65	7.00	4.65
2.50	2.50	401.0	2506.2	4.79	25.0	3.56	20.15	32.65	7.37	4.95
2.75	2.75	399.7	3022.9	5.13	24.7	3.70	20.14	32.65	7.75	5.26
3.00	3.00	400.3	3602.9	5.48	24.5	3.81	20.13	32.65	8.12	5.57

zul $\sigma = \sigma_{\text{GK}} / \gamma_{\text{GK}} \cdot \gamma_{\text{GK,0.0}} = \sigma_{\text{GK}} / (1,40 \cdot 1,35) = \sigma_{\text{GK}} / 1,89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [] = 0,00

Möbel Martin - Wirtschaftspark Mainz Süd

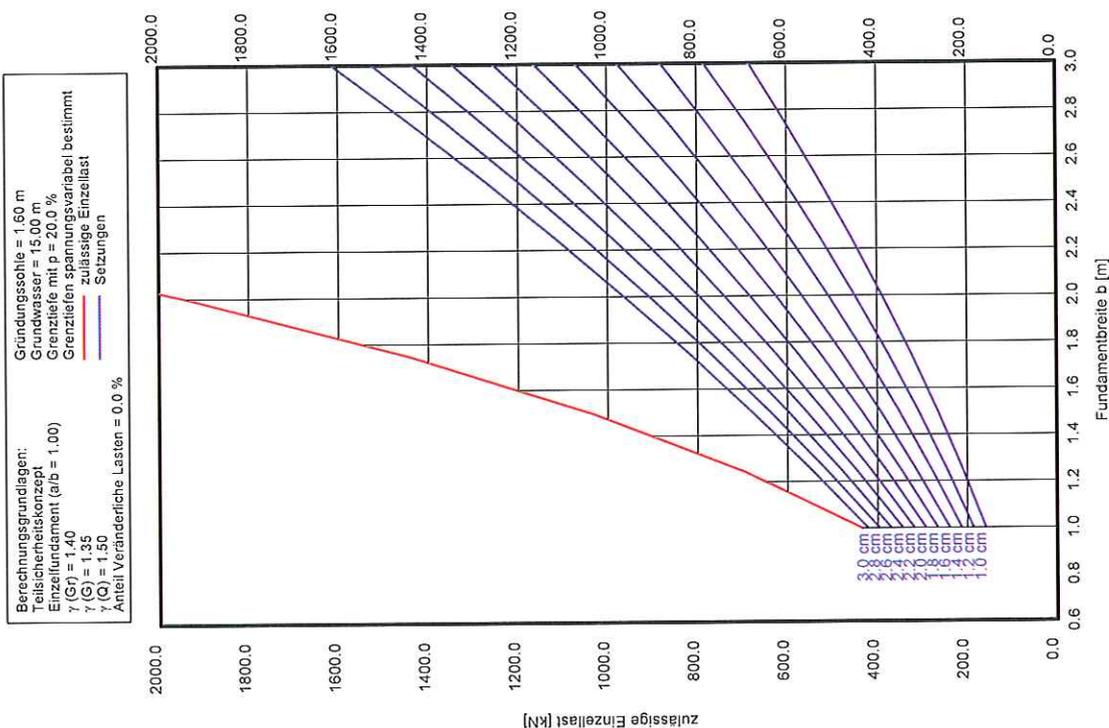
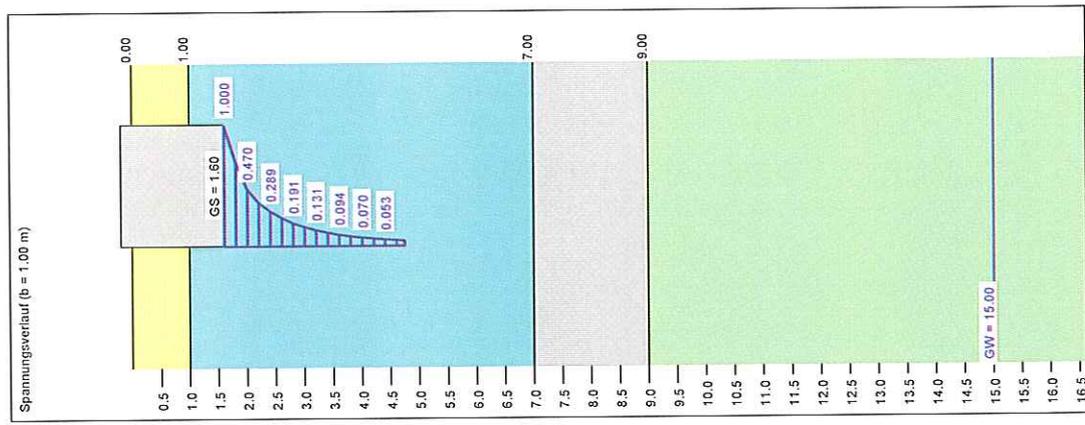
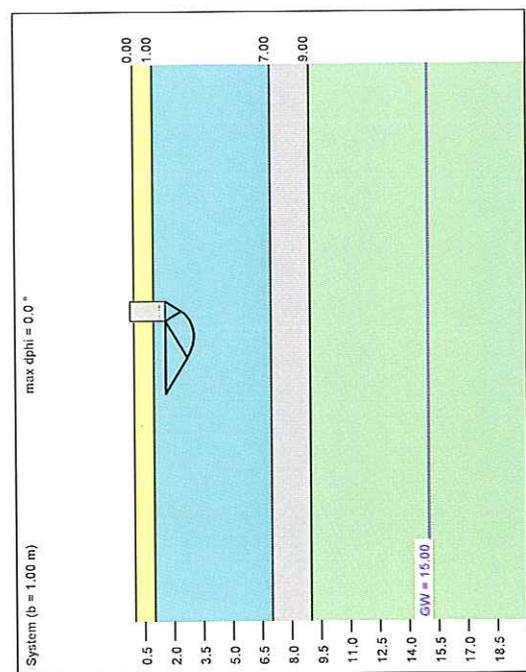
Anlage 7.4

Einzelfundamente Baumarkt

Grundlage: SRS 08 / RB 11

Kennwerte siehe Geotechnischer Bericht

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
20.0	10.0	27.5	27.5	2.0	30.0	0.40	Auffüllung
20.0	10.0	27.5	2.0	8.0			Lößlehm, TL, steif
20.0	10.0	27.5	5.0	15.0	0.40		Residualton, TL, halbfest
20.5	10.5	22.5	10.0	25.0	0.40		Residualton, TM, halbfest



Berechnungsgrundlagen:
 Teilsicherheitskonzept
 Einzelfundament (a/b = 1,00)
 $\gamma(G) = 1,40$
 $\gamma(G) = 1,35$
 $\gamma(Q) = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,0 %

Gründungssohle = 1,60 m
 Grundwasser = 15,00 m
 Grenzlinie mit $p = 20,0 \%$
 Grenzlinie spannungsvariabel bestimmt
 zulässige Einzellast
 Setzungen

a	b	zul σ [kN/m ²]	zulR [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_u [kN/m ²]	i_b [m]	UKLS [m]
1.00	1.00	434.2	434.2	3.10	27.5	2.00	20.00	32.00	4.74	3.05
1.25	1.25	446.6	697.9	3.94	27.5	2.00	20.00	32.00	5.33	3.42
1.50	1.50	459.1	1033.0	4.81	27.5	2.00	20.00	32.00	5.90	3.78
1.75	1.75	471.6	1444.2	5.70	27.5	2.00	20.00	32.00	6.44	4.14
2.00	2.00	484.0	1938.2	6.64	27.5	2.00	20.00	32.00	6.97	4.51
2.25	2.25	496.5	2513.6	7.51	27.5	2.00	20.00	32.00	7.48	4.87
2.50	2.50	509.0	3181.2	8.39	27.5	2.00	20.00	32.00	7.98	5.23
2.75	2.75	521.5	3943.5	9.27	27.5	2.00	20.00	32.00	8.48	5.59
3.00	3.00	533.9	4806.3	10.17	27.5	2.00	20.00	32.00	8.96	5.96

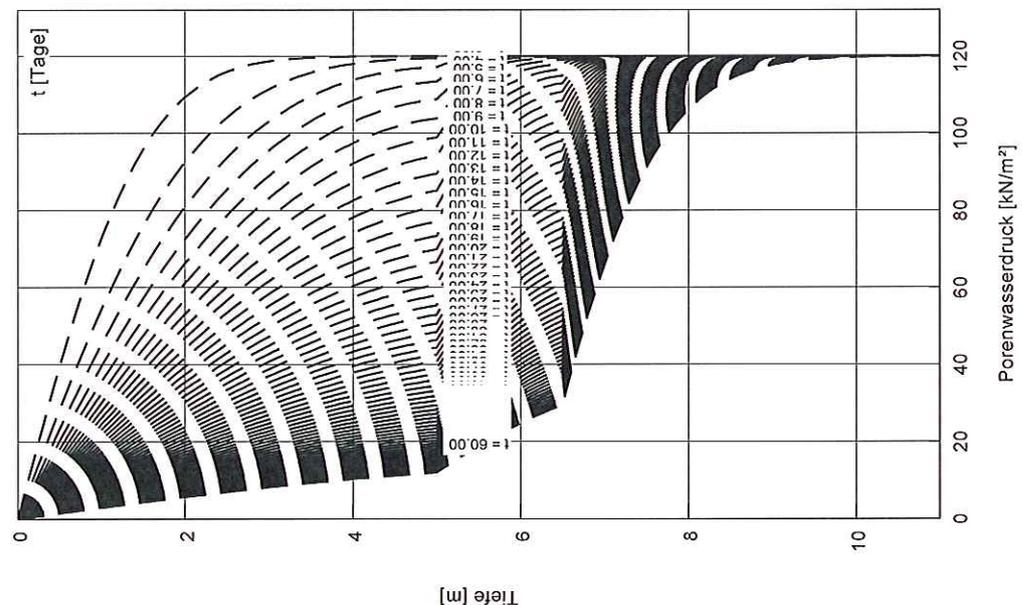
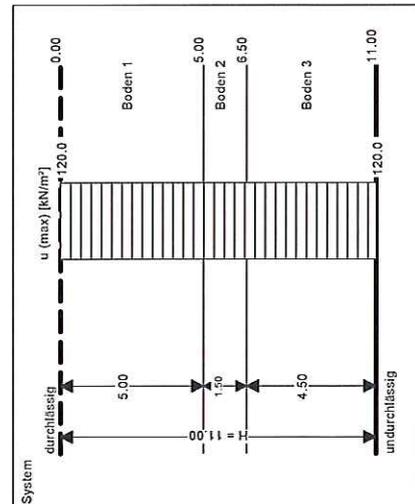
zul $\sigma = \sigma_{\text{Rk}} / (\gamma_{\text{GR}} \cdot \gamma_{\text{GEO}}) = \sigma_{\text{Rk}} / (1,40 \cdot 1,35) = \sigma_{\text{Rk}} / 1,89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [] = 0,00

Konzeption Möbel Martin - Wirtschaftspark Mainz Süd

Konsolidationssetzungen
 Grundlagen: siehe geotechnischer Bericht
 Anlage 8

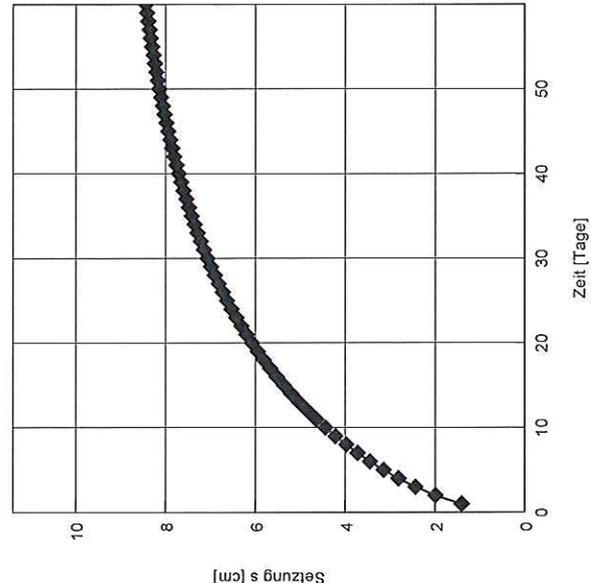
Boden	E_s [MN/m ²]	k [m/s]	c_v [m ² /s]	Bezeichnung
1	8.0	$1.00 \cdot 10^{-9}$	$8.00 \cdot 10^{-6}$	TL; UL; steif
2	15.0	$1.00 \cdot 10^{-9}$	$1.50 \cdot 10^{-6}$	TM; steif
3	20.0	$1.00 \cdot 10^{-10}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	TM; halbfest

Konsolidationssetzungen
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m
 Endsetzung = 11.400 cm



Zeit [Tage]	$T_v^{(1)}$ [-]	U [-]
1.000	0.006	0.123
2.000	0.011	0.175
4.000	0.023	0.247
6.000	0.034	0.302
8.000	0.046	0.349
10.000	0.057	0.389
12.000	0.069	0.425
14.000	0.080	0.456
16.000	0.091	0.484
18.000	0.103	0.510
20.000	0.114	0.533
22.000	0.126	0.554
24.000	0.137	0.573
26.000	0.149	0.590
28.000	0.160	0.606
30.000	0.171	0.620
32.000	0.183	0.633
34.000	0.194	0.645
36.000	0.206	0.656
38.000	0.217	0.667
40.000	0.228	0.676
42.000	0.240	0.685
44.000	0.251	0.693
46.000	0.263	0.700
48.000	0.274	0.707
50.000	0.286	0.714
52.000	0.297	0.720
54.000	0.308	0.725
56.000	0.320	0.731
58.000	0.331	0.736
60.000	0.343	0.740

(1) $T_v [-] = c_{v(1)} \cdot t / H^2$



ICP mbH

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Telefon: 06374-80507-0

Telefax: 06374-80507-7

Projekt: Möbel Martin, WP Mainz-Süd

Bearbeiter: Reischmann

Anlage 9.1: Mulde 1

Muldenversickerung

Durchlässigkeit = $5.000 \cdot 10^{-8}$ m/s

Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m

Grundwasserflurabstand = 15.00 m

Zuschlagsfaktor = 1.20

Häufigkeit $n [1/a] = 0.100$

$A(u) = 4400.00 \text{ m}^2$

Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m

Vorh. Versickerungsfläche = 900.0 m^2

Ergebnis

Erforderliche Muldentiefe = 0.54 m

Erforderliches Speichervolumen = 487.56 m^3

Maßgebende Regendauer = 4320.0 Minuten

Regenspende = 3.0 Liter/(sec*ha)

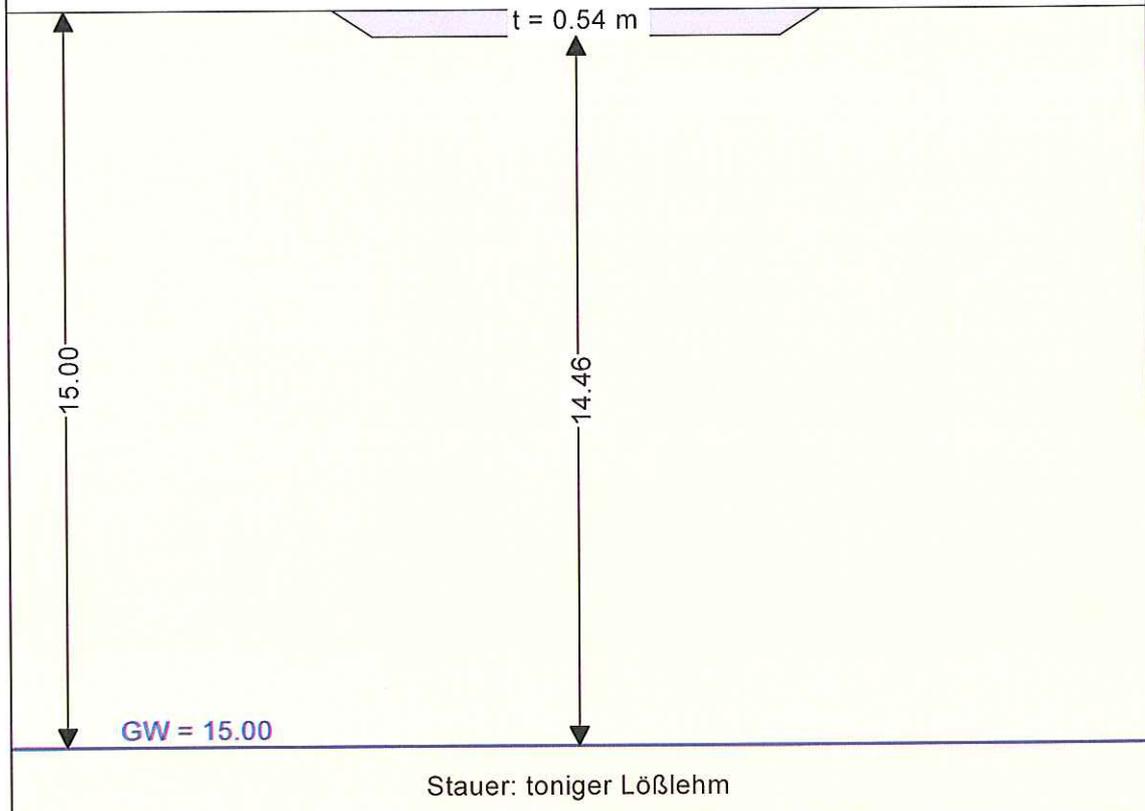
Entleerungszeit = 6019.2 Stunden

Mainz-Hechtsheim

D	$r_{0,(0,1)}$ [l/(s*ha)]	V [m ³]
5 min	388.0	74.02
10 min	256.5	97.86
15 min	201.4	115.26
20 min	169.7	129.48
30 min	133.2	152.44
45 min	104.7	179.72
60 min	88.2	201.85
90 min	63.5	217.94
2 h	50.3	230.14
3 h	36.2	248.36
4 h	28.7	262.46
6 h	20.7	283.79
9 h	14.9	306.16
12 h	11.8	323.04
18 h	8.7	356.80
24 h	7.1	387.82
48 h	4.0	434.94
72 h	3.0	487.56

Muldenversickerung

$A(\text{Mulde}) = 900.00 \text{ m}^2$



ICP mbH

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Telefon: 06374-80507-0

Telefax: 06374-80507-7

Projekt: Möbel Martin, WP Mainz-Süd

Bearbeiter: Reischmann

Anlage 9.2: Mulde 2
Muldenversickerung
Durchlässigkeit = $5.000 \cdot 10^{-8}$ m/s
Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
Grundwasserflurabstand = 15.00 m
Zuschlagsfaktor = 1.20
Häufigkeit $n [1/a] = 0.100$
 $A(u) = 7500.00 \text{ m}^2$
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
Vorh. Versickerungsfläche = 1700.0 m^2

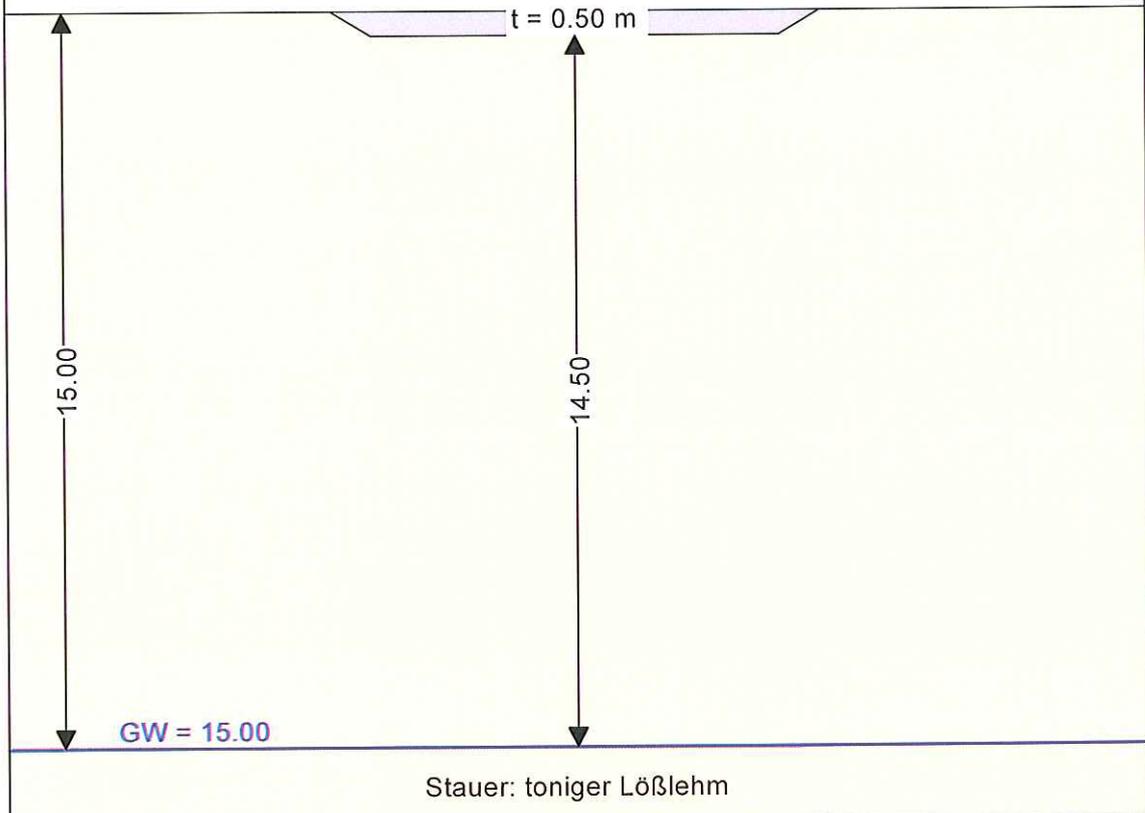
Ergebnis

Erforderliche Muldentiefe = 0.50 m
Erforderliches Speichervolumen = 845.25 m^3
Maßgebende Regendauer = 4320.0 Minuten
Regenspende = 3.0 Liter/(sec*ha)
Entleerungszeit = 5524.5 Stunden

Mainz-Hechtsheim		
D	$r_{0,(0,1)}$ [l/(s*ha)]	V [m ³]
5 min	388.0	128.49
10 min	256.5	169.88
15 min	201.4	200.07
20 min	169.7	224.76
30 min	133.2	264.60
45 min	104.7	311.95
60 min	88.2	350.36
90 min	63.5	378.29
2 h	50.3	399.46
3 h	36.2	431.07
4 h	28.7	455.53
6 h	20.7	492.52
9 h	14.9	531.31
12 h	11.8	560.57
18 h	8.7	619.09
24 h	7.1	672.83
48 h	4.0	754.27
72 h	3.0	845.25

Muldenversickerung

$A(\text{Mulde}) = 1700.00 \text{ m}^2$



ICP mbH

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Telefon: 06374-80507-0

Telefax: 06374-80507-7

Projekt: Möbel Martin, WP Mainz-Süd

Bearbeiter: Reischmann

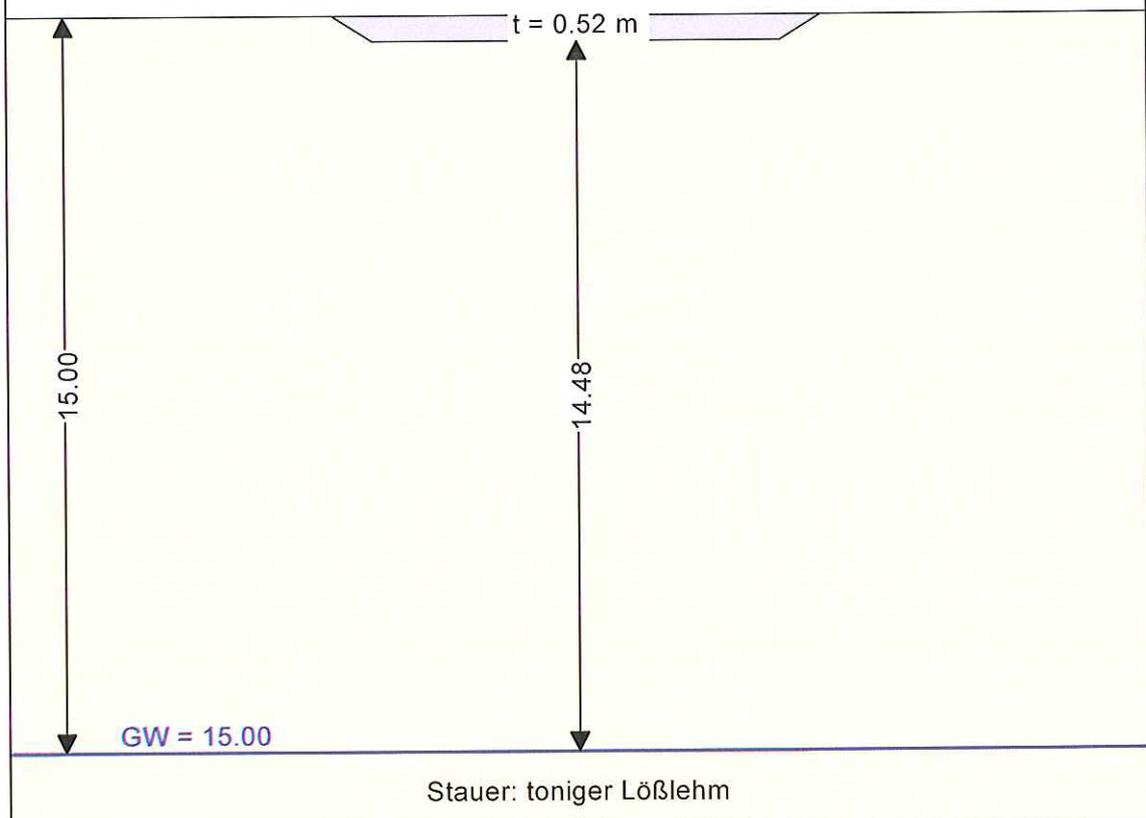
Anlage 9.3: Mulde 3
Muldenversickerung
Durchlässigkeit = $5.000 \cdot 10^{-6}$ m/s
Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
Grundwasserflurabstand = 15.00 m
Zuschlagsfaktor = 1.20
Häufigkeit $n [1/a] = 0.100$
 $A(u) = 23800.00 \text{ m}^2$
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
Vorh. Versickerungsfläche = 2500.0 m^2

Ergebnis
Erforderliche Muldentiefe = 0.52 m
Erforderliches Speichervolumen = 1293.23 m^3
Maßgebende Regendauer = 1080.0 Minuten
Regenspende = 8.7 Liter/(sec*ha)
Entleerungszeit = 57.5 Stunden

Mainz-Hechtsheim		
D	$r_{D(0,1)}$ [l/(s*ha)]	V [m ³]
5 min	388.0	365.11
10 min	256.5	481.21
15 min	201.4	565.31
20 min	169.7	633.69
30 min	133.2	743.18
45 min	104.7	871.92
60 min	88.2	975.09
90 min	63.5	1041.69
2 h	50.3	1088.98
3 h	36.2	1152.87
4 h	28.7	1196.31
6 h	20.7	1249.11
9 h	14.9	1280.59
12 h	11.8	1284.80
18 h	8.7	1293.23
24 h	7.1	1288.02
48 h	4.0	885.43
72 h	3.0	510.11

Muldenversickerung

$A(\text{Mulde}) = 2500.00 \text{ m}^2$



ICP mbH

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Telefon: 06374-80507-0

Telefax: 06374-80507-7

Projekt: Möbel Martin, WP Mainz-Süd

Bearbeiter: Reischmann

Anlage 9.4: Mulde 4
Muldenversickerung
Durchlässigkeit = $5.000 \cdot 10^{-8}$ m/s
Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
Grundwasserflurabstand = 15.00 m
Zuschlagsfaktor = 1.20
Häufigkeit $n [1/a] = 0.100$
 $A(u) = 26025.00 \text{ m}^2$
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
Vorh. Versickerungsfläche = 9500.0 m^2

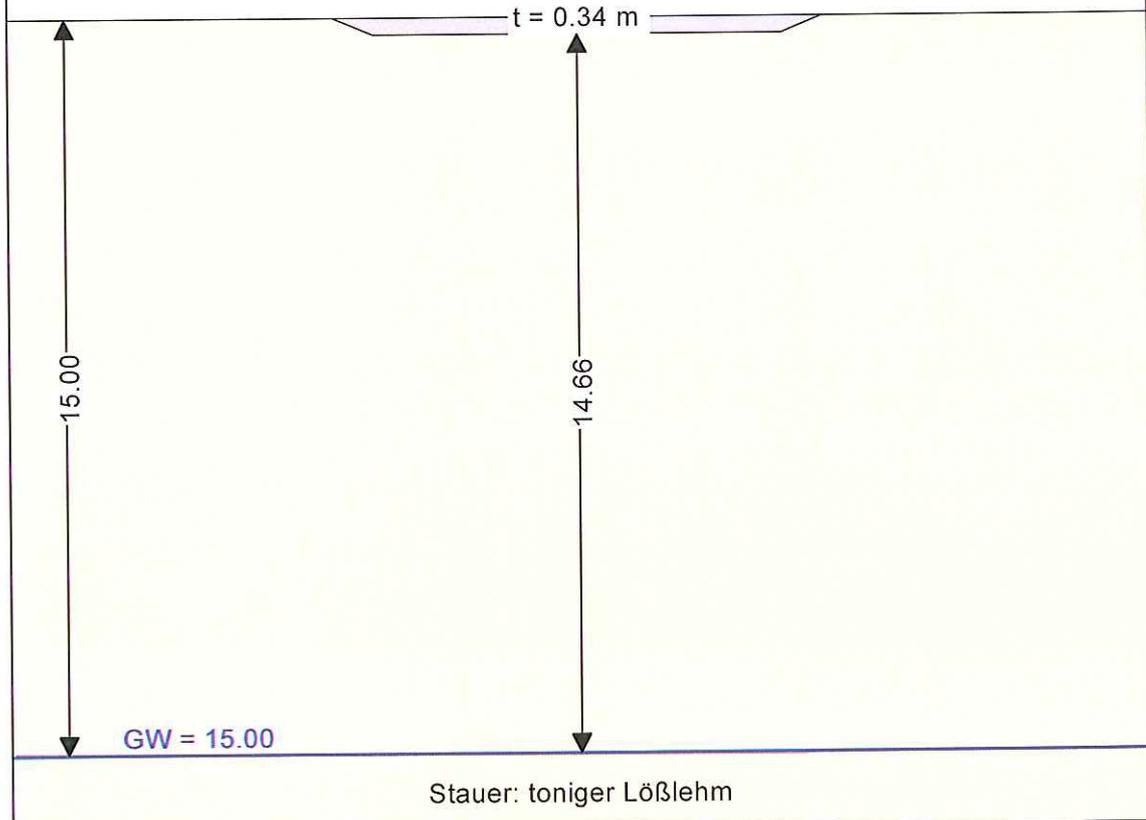
Ergebnis

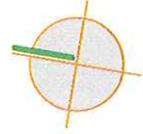
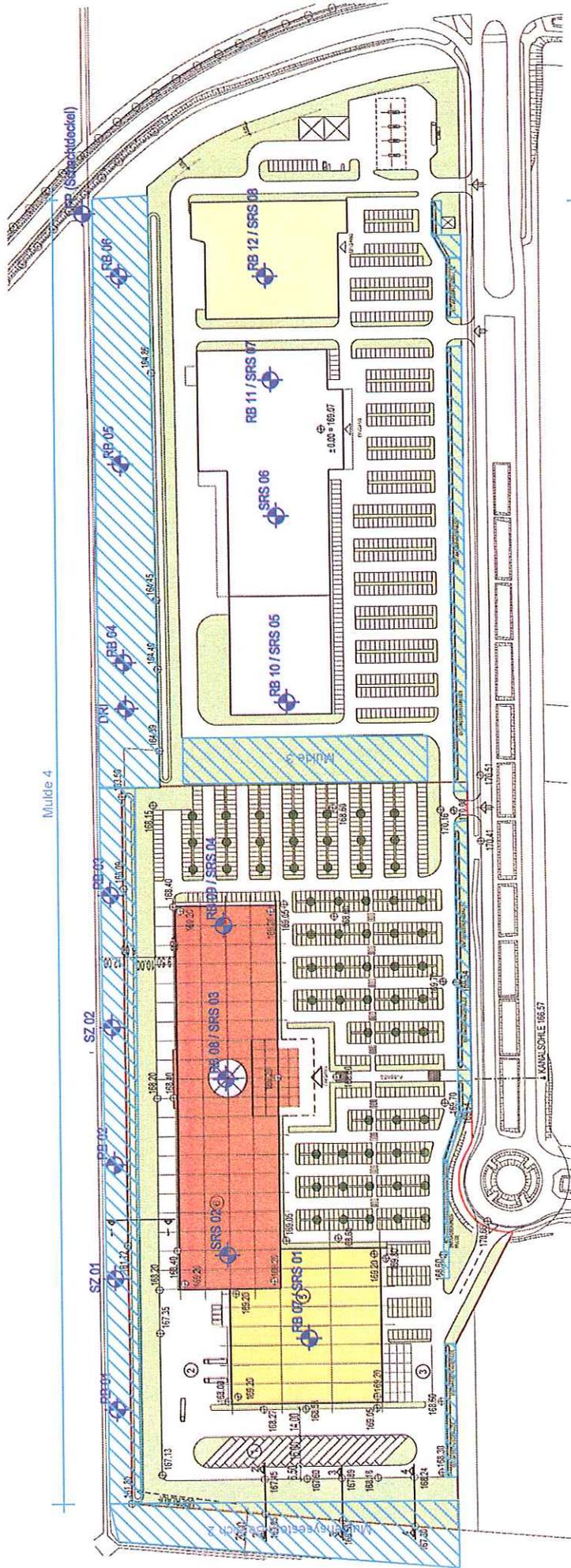
Erforderliche Muldentiefe = 0.34 m
Erforderliches Speichervolumen = 3241.04 m^3
Maßgebende Regendauer = 4320.0 Minuten
Regenspende = 3.0 Liter/(sec*ha)
Entleerungszeit = 3790.7 Stunden

Mainz-Hechtsheim		
D	$r_{D(0.1)}$ [l/(s*ha)]	V [m ³]
5 min	388.0	496.13
10 min	256.5	655.90
15 min	201.4	772.45
20 min	169.7	867.78
30 min	133.2	1021.58
45 min	104.7	1204.34
60 min	88.2	1352.56
90 min	63.5	1460.24
2 h	50.3	1541.84
3 h	36.2	1663.58
4 h	28.7	1757.71
6 h	20.7	1899.92
9 h	14.9	2048.77
12 h	11.8	2160.79
18 h	8.7	2384.84
24 h	7.1	2590.47
48 h	4.0	2897.34
72 h	3.0	3241.04

Muldenversickerung

$A(\text{Mulde}) = 9500.00 \text{ m}^2$





Legende: Bohrpunkt Doppelringinfiltrometer Sonderprobe/Stechzylinder	Festpunkt Brutto-Versickerungsfläche	Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax. 80507-7	Objekt: Möbel Martin Konzeption Standort Mainz Süd	Anlage: 10
			Baugrunduntersuchung Lageplan Maßstab: schematisch	zu Bericht Nr.: B09040 Dat.: 29./30.04.2009 Bearb.: Löffler/Reischm