

ENDBERICHT_Baumsubstrat mit mineralischem Baustoff – Recycling - Material



Laufzeit: 01.10.2006 bis 30.06.2010

Doris Astleitner

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung
2. Projektablauf
3. Untersuchungsmethoden
 - 3.1 Tragfähigkeitstest
 - 3.2 Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit
4. Ergebnisse
 - 4.1 Ergebnisse der Siebanalysen
 - 4.2 Ergebnisse der Tragfähigkeitstests mit der dynamischen Lastplatte
 - 4.3 Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsmessungen mit der Prallplatte
5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen
 - 5.1 Tragfähigkeit
 - 5.2 Wasserdurchlässigkeit

1. EINLEITUNG

Inhalt dieses Projektes ist die weiterführende Untersuchung verschiedener Baustoff-Recycling-Materialien auf ihre Eignung als Baumsubstrat. Zu diesem Zweck wurden im vorgehenden Projektzeitraum von 01.10.2006 bis 30.09.2008 im BOKU-Versuchsgarten in Essling 24 wurzelnackte Spitzahorne in unterschiedliche Substrate gepflanzt. Diese mussten jedoch am Ende der Projektlaufzeit aufgrund des Befalles der Bäume mit Prachkäfer entfernt werden. Eine Nachpflanzung wurde nicht veranlasst. Die Tragfähigkeit sowie die Wasserdurchlässigkeit der verwendeten Materialien wurden bis zum Projektende im Juni 2010 bei den sanierten Baumscheiben weiterführend untersucht.



2. PROJEKTABLAUF

10_2006:	Projektbeginn und Kontaktaufnahme mit Firma Böhm, Transportunternehmen mit Sitz in Neusiedl am See. Auswahl der 5 verschiedenen, zu testenden Recyclingsubstrate mit verschiedenen Kornzusammensetzungen (0/12, 0/20, 0/32, 0/45, 5/45) Mischung der Substrate in der Recycling-Anlage Himberg der Firma Böhm. Bereitstellung der 3 Referenzmischungen aus Naturschotter (0/22, 0/32, 0/45)
11 bis 12_2006	Durchführung der Siebanalysen der eingebauten Recyclingsmischungen im Labor des Institutes für Geotechnik der Universität für Bodenkultur Wien.
04 bis 06_2007	Laboruntersuchungen (pH – Wert, Kalkgehalt)
07_07 – 06_2008	geotechnische Untersuchungen zur Tragfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit der eingebauten Materialien
08 bis 09_2008	vegetationstechnische Untersuchungen
03_2007	Einbau der Substrate, Lieferung der Bäume (Acer platanoides)
05_2009	Übernahme des Projektes von DI Marion Kraft durch DI Doris Astleitner
08_2009	Untersuchung der Tragfähigkeit und der Wasserdurchlässigkeit
08 bis 10_2009	Befahrung der Baumscheiben 2 mal pro Woche mit dem PKW
10_2009	Untersuchung der Tragfähigkeit und der Wasserdurchlässigkeit
10_2009	Befahrung der Baumscheiben mit dem Traktor
03_2010	Pflege und Bewalzung der Baumscheiben (Sanierung)
03 bis 04_2010	Befahrung der Baumscheiben 2 mal pro Woche mit dem PKW
04 bis 06_2010	Befahrung der Baumscheiben 2 mal pro Woche mit dem Traktor
03 bis 05_2010	Untersuchung der Tragfähigkeit und der Wasserdurchlässigkeit
06_2010	Berichtslegung





Abbildung 1:
Recyclingmaterial 0/12 nach
der Siebung



Abbildung 2: Naturmaterial 0/22 nach der
Siebung



Abbildung 3: Substrateinbau am 08.03.2007 – Versuchsgarten Essling/Wien



Abbildung 4: Pflanzung der Bäume am 15.03.2007 – Versuchsgarten Essling/Wien



Abbildung 5: Wurzelbild eines nachgelieferten Spitzahorn vom 27.03.2007 – Versuchsgarten Essling/Wien



Abbildung 6: Baumbindung mit Kokosschnur vom 03.04.2007 – Versuchsgarten Essling/Wien



Abbildung 7: Baumstützung und Bindung vom 03.04.2007 – Versuchsgarten Essling/Wien



Abbildung 8: Gesamtaufnahme vom 08.05.2007 (1,5 Monate nach der Pflanzung) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 9: Gesamtaufnahme vom 14.08.2007 (nach 5 Monaten) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 10: Gesamtaufnahme vom 04.09.2007 (nach 6 Monaten) - Versuchsgarten Essling



Abbildung 11: Gesamtaufnahme vom 27.11.2007 (nach 8,5 Monaten) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 12: Gesamtaufnahme vom 12.02.2008 (nach 11 Monaten) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 13: Gesamtaufnahme vom 08.04.2008 (nach 13 Monaten) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 14: Gesamtaufnahme vom 29.04.2008 (nach 13,5 Monaten) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 15: Gesamtaufnahme vom 08.07.2008 (nach 16 Monaten) – Versuchsgarten Essling



Abbildung 16: Gesamtaufnahme vom 26.08.2008
(nach 17,5 Monaten) – Versuchsgarten Essling

Seit Mai 2009 wird das Projekt trotz des Ausfalles der Bäume weitergeführt. Aufgrund des Materialverlustes bei der Entfernung der Bäume wurde jeweils eine der drei Baumscheiben mit demselben Material aufgelöst um die beiden verbleibenden Baumscheiben demselben Material wieder auf zu füllen. Die aktuelle Anzahl der Baumscheiben beträgt nunmehr 16.

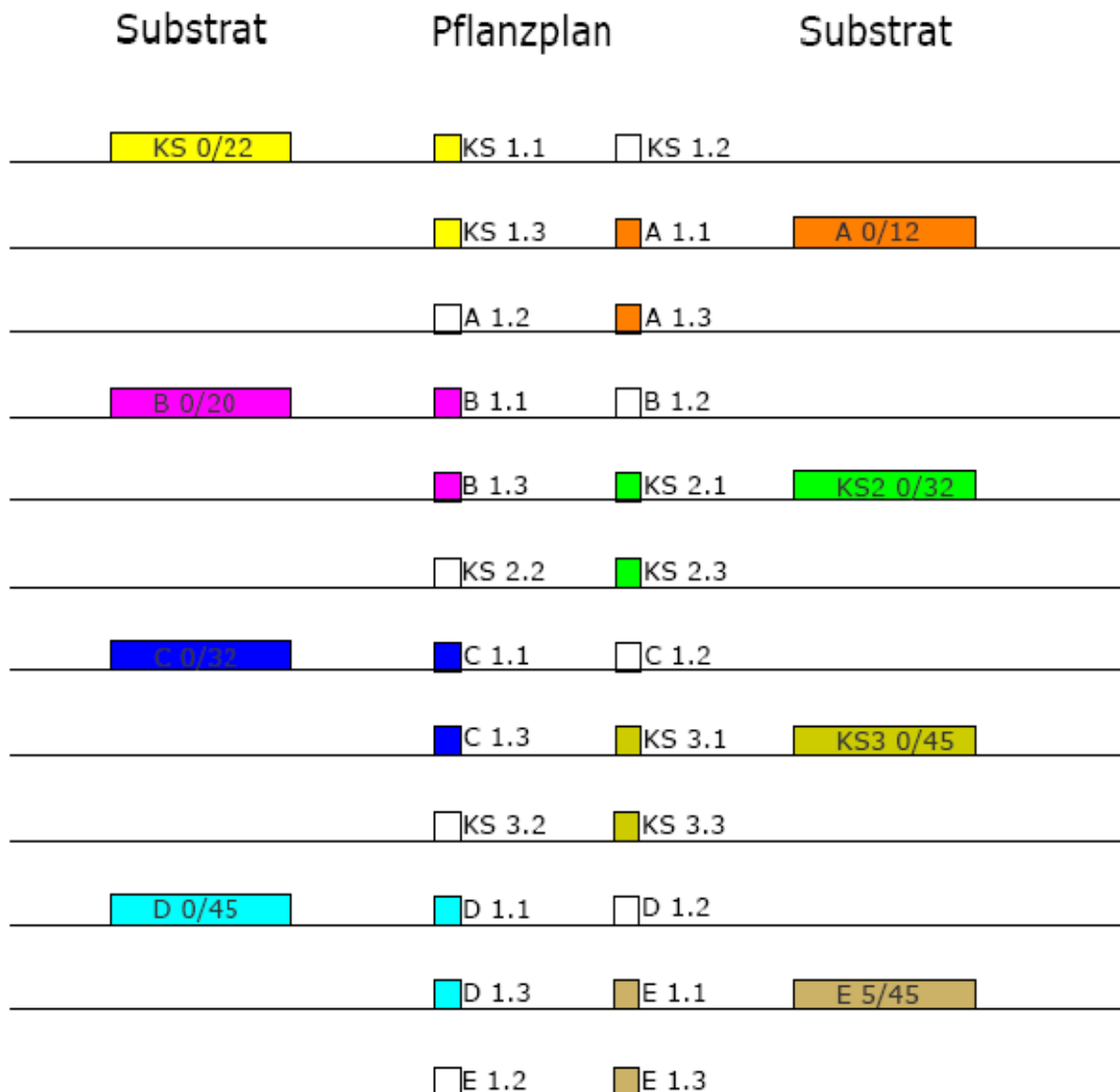


Abbildung 17: Baumscheibenübersichtsplan, Stand Juli 2009, weiße Felder = aufgelöst



3. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

3.1 Tragfähigkeitstests

Dynamischer Lastplattenversuch nach ÖNORM B4417

Zur Schnellüberprüfung der Tragfähigkeit wird das dynamische Verformungsmodul E_{vd} [MN/m^2] angewandt. Der E_{vd} ist eine Kennzahl der Tragfähigkeit und Verdichtung von Böden, ungebundenen Tragschichten, Verfüllmaterial, Bodenverbesserungen, Recyclingmaterialien und Erdfahrbahnen. Die dynamische Lastplatte ist nur für grob- und gemischtkörnige Böden mit einem Größtkorn bis 63mm einsetzbar.

Damit eine Befahrung des Substrates z.B. mittels PKW möglich ist, braucht es einen E_{v2} Wert von mindestens $25 \text{ MN}/\text{m}^2$, der aus dem gemessenen E_{vd} – Wert berechnet wird. Im Zuge dieses Prüfverfahrens wird der Untergrund, Unterbau und /oder die Vegetationstragschicht über eine kreisförmige Lastplatte durch ein Fallgewicht stoßartig mit maximaler Kraft belastet.

Das Resultat der Messung ist das dynamische Verformungsmodul E_{vd} .

Gerätebeschreibung

Das Gerät besteht aus einer runden starren Lastplatte mit 30cm Durchmesser, einer Belastungsvorrichtung mit Fallgewicht und Federelement, sowie einer elektronischen Setzungsmesseinrichtung (digitales Handmessgerät).

Vorbereitung der Messstelle

Die Prüfstelle soll möglichst horizontal, frei von lockerem Material und eben sein. Leichte Unebenheiten sind mit einer millimeterdünnen Schicht Mittelsand auszugleichen, damit die Lastplatte satt aufliegt.

Messung

Die Lastplatte ist mit dem digitalen Handmessgerät über ein Kabel verbunden. Nach dem Einschalten des Gerätes löst man das 10kg schwere Fallgewicht mit einem Hebel aus, wodurch die maximale Stoßkraft von 7,07 kN bei einer Stoßdauer von 18 Millisekunden erzeugt wird. Durch das Federelement wird das Fallgewicht wieder nach oben geschleudert, wo es aufzufangen und einzuklinken ist. Zur Vorverdichtung werden 3 Messtöße durchgeführt. Nach weiteren 3 Messtößen können auf dem Handmessgerät die 3 Setzungen und der Wert des dynamischen Verformungsmoduls E_{vd} abgelesen werden. Vor einer Messung sollte es mindestens drei Tage nicht geregnet haben.



Abbildung 18: Lastplattenmessung vom 24.07.2007 im Versuchsgarten Essling

3.2 Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit

Ausschüttversuch nach Pregl (RVS 11.062, 1999)

Die Wasserdurchlässigkeit (Wasserleitfähigkeit des gesättigten Boden, k_f – Wert) kennzeichnet die Durchlässigkeit von Böden. Sie hängt von der Bodenart und der Lagerungsdichte des Bodens ab. Die Wasserdurchlässigkeit ist wichtig für die Beurteilung von Staunässe, Filtereigenschaften, Erosionsanfälligkeit und Drainwirksamkeit von Böden. Die Geschwindigkeit wird in cm/s oder m/s angegeben. Die Geschwindigkeitsangaben für die Wasserbewegung gelten nur für den vollständig wassergesättigten Boden, bei dem alle Porenräume mit Wasser gefüllt sind.

Der Ausschüttversuch liefert im Gegensatz zum Doppelringinfiltrometer nur angenäherte Werte, ist aber rascher und einfacher durchzuführen und für grobe Materialien wie Schotter die einzige Möglichkeit. Für bewachsene Böden ist der Ausschüttversuch nicht geeignet. Aus einem Wassergefäß werden aus max. 10 cm Höhe 2 l Wasser innerhalb von 5 s auf eine plan aufliegende Prallplatte geleert. Nach dem dritten Versuch wird die Versickerungszeit gemessen. Das Ende der Versickerungszeit ist erreicht, wenn das ausgeschüttete Wasser von der Bodenoberfläche verschwunden ist. Aus der Versickerungszeit kann auf den Durchlässigkeitsbeiwert geschlossen werden (K_f – Wert). K_f – Werte zwischen 10^{-6} und 10^{-4} sind optimal (durchlässig).

10

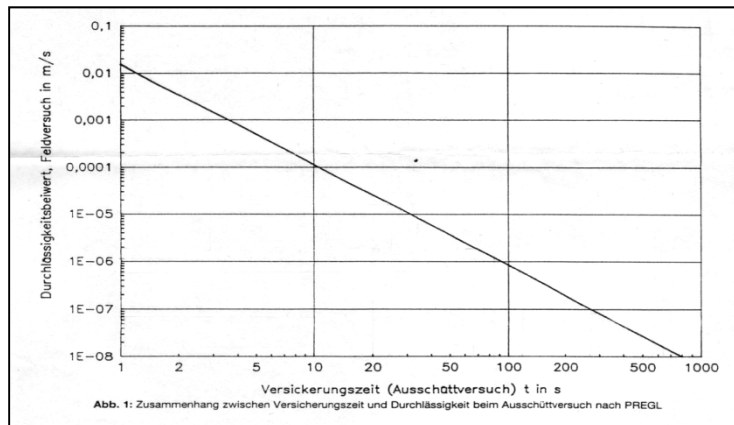


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen Versickerungszeit und Durchlässigkeit beim Ausschüttversuch nach PREGL (RVS 11.062, 1999)

4. ERGEBNISSE

4.1 Ergebnisse der Siebanalysen

SUBSTRAT A RECYCLINGMATERIAL (0/12)



11

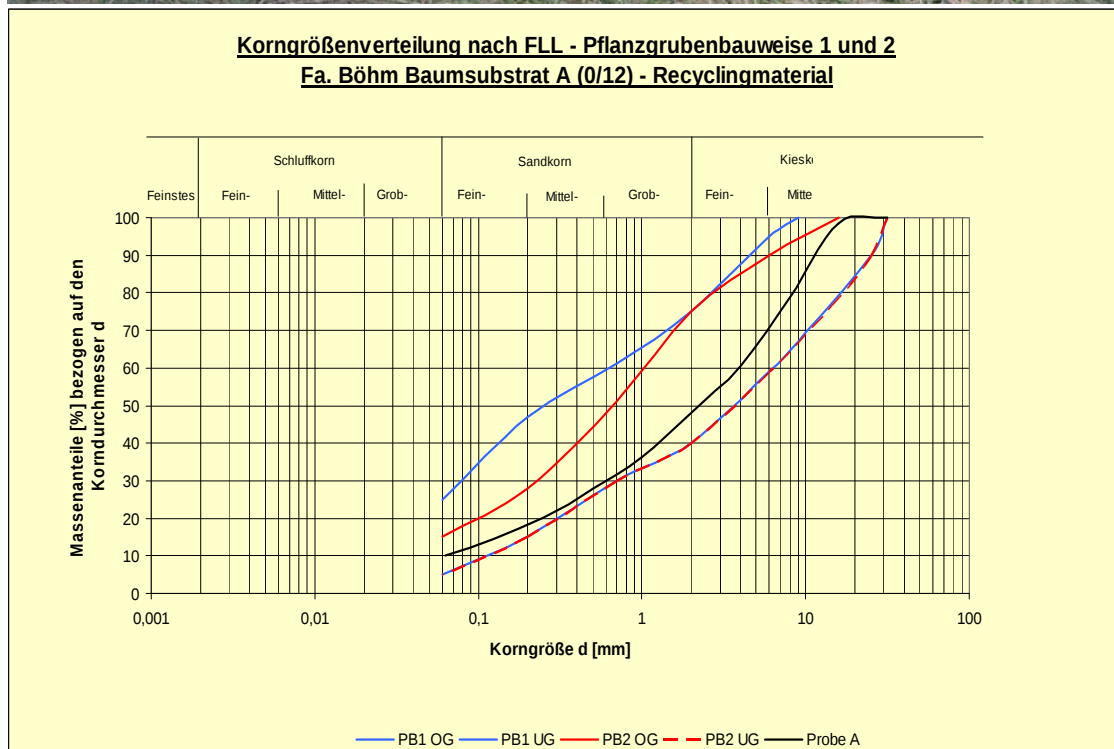


Abbildung 20: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat A (0/12)

SUBSTRAT B RECYCLINGMATERIAL (0/20)



12

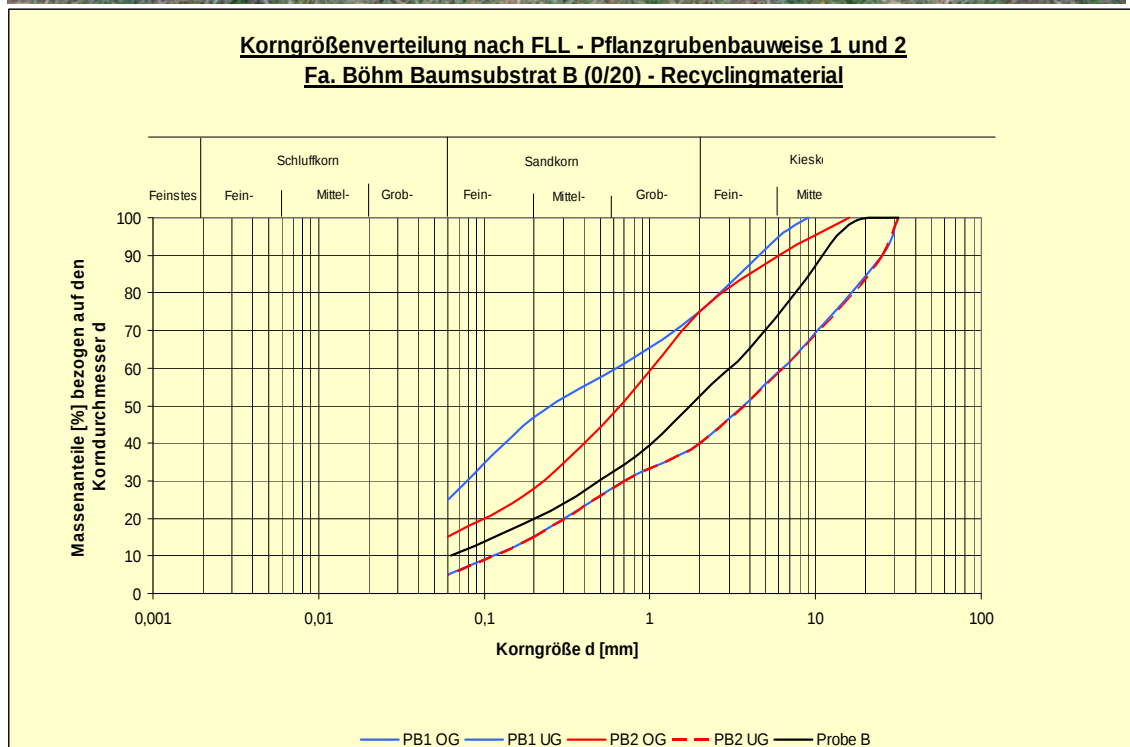


Abbildung 21: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat B (0/20)

SUBSTRAT RECYCLINGMATERIAL C (0/32)



13

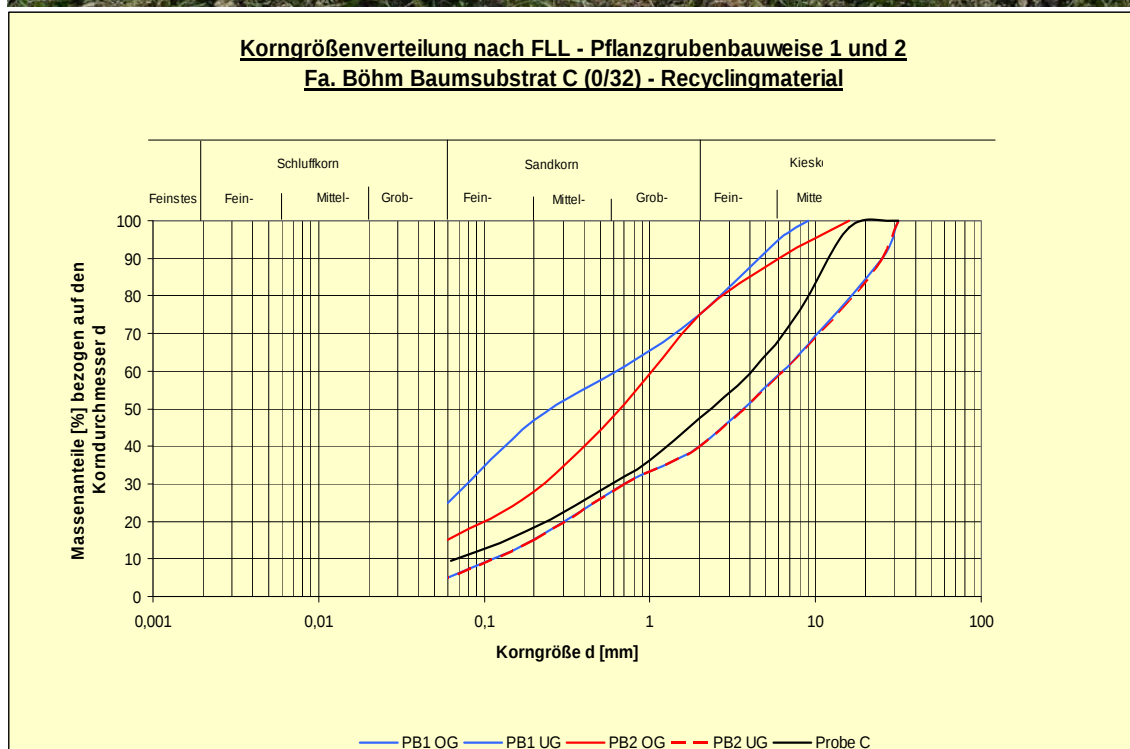


Abbildung 22: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat C (0/32)

SUBSTRAT RECYCLINGMATERIAL D (0/45)



14

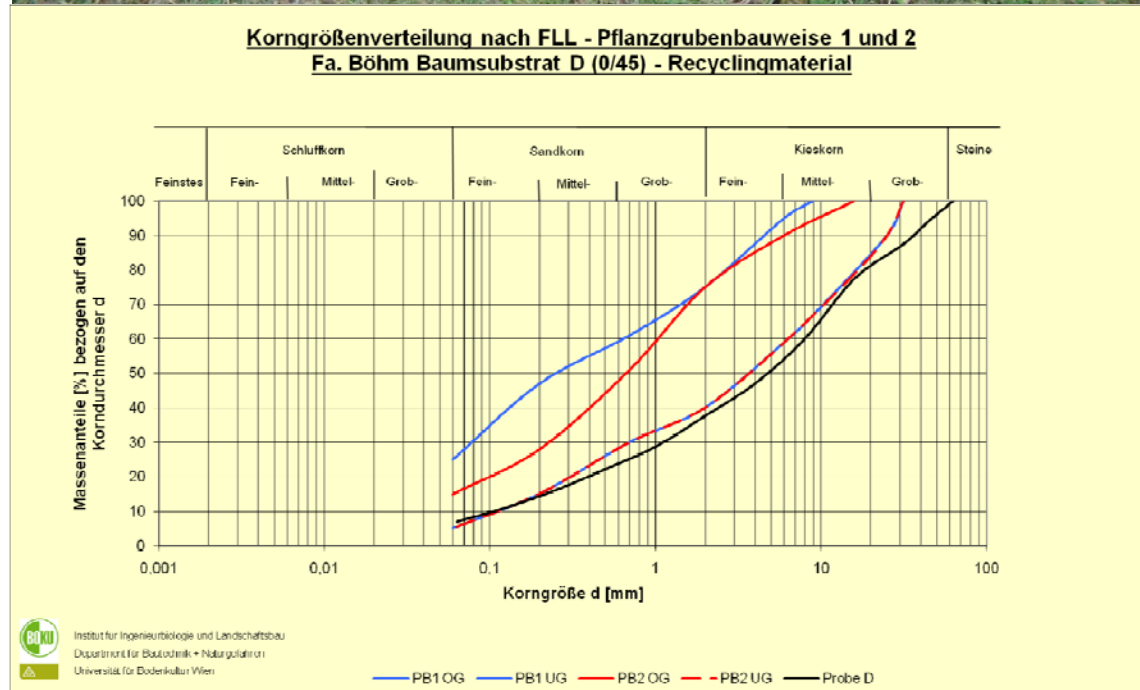


Abbildung 23: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat D (0/45)

SUBSTRAT RECYCLINGMATERIAL E (5/45)



15

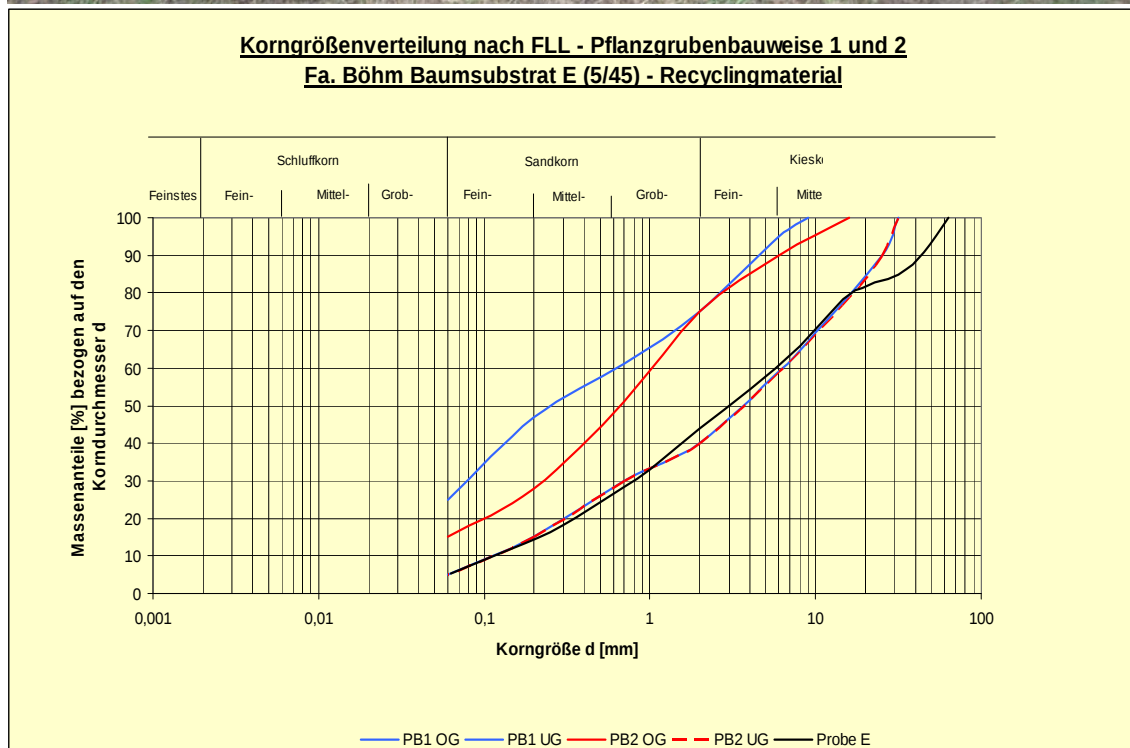


Abbildung 24: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat E (5/45)

SUBSTRAT NATURMATERIAL KS 1 (0/22)



16

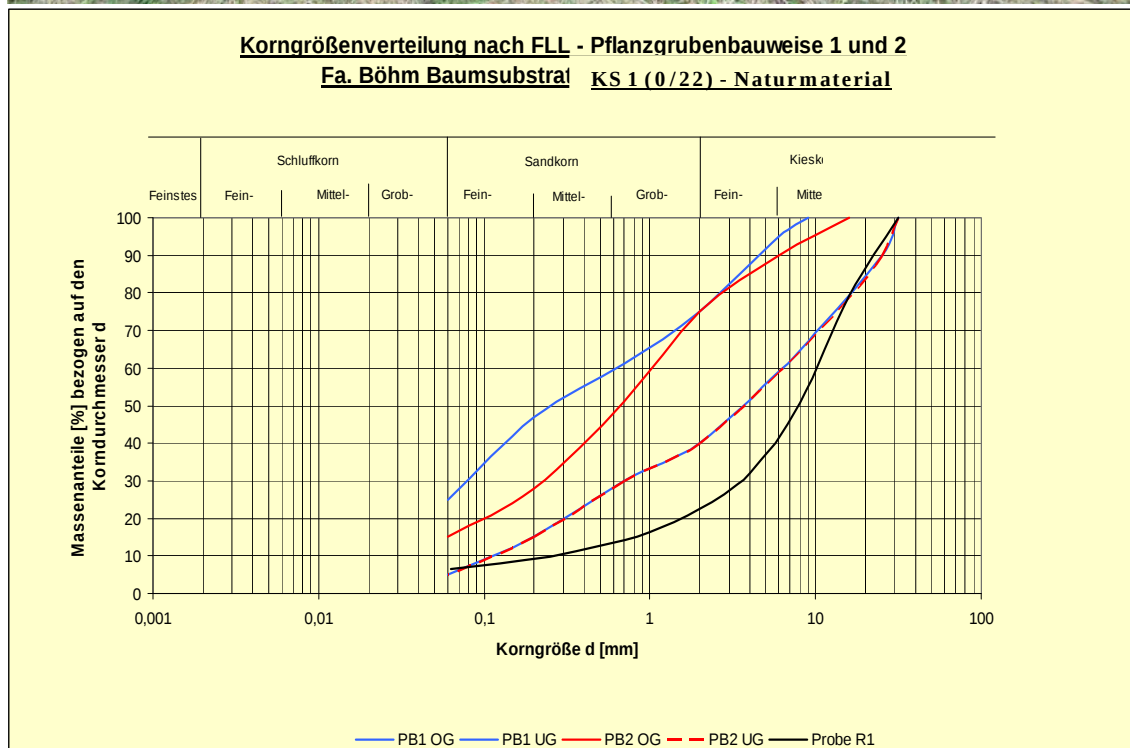


Abbildung 25: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat KS 1 (0/22)

SUBSTRAT NATURMATERIAL KS 2 (0/32)



17

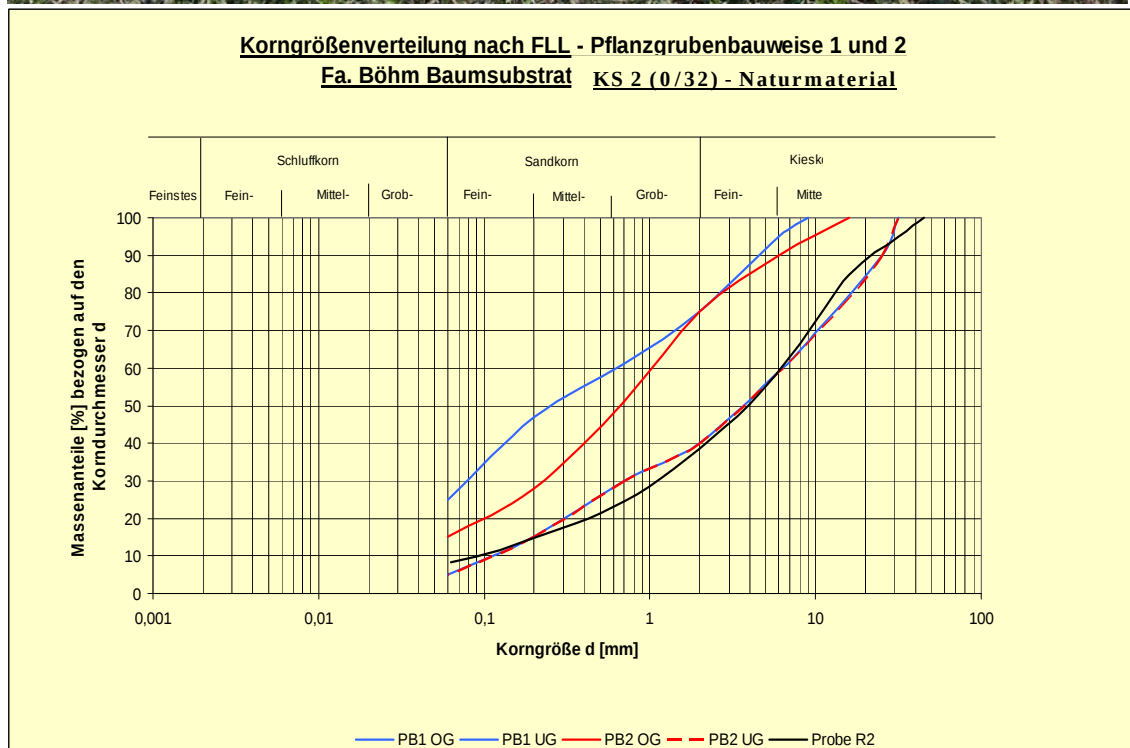


Abbildung 26: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat KS 2 (0/32)

SUBSTRAT NATURMATERIAL KS 3 (0/45)



18

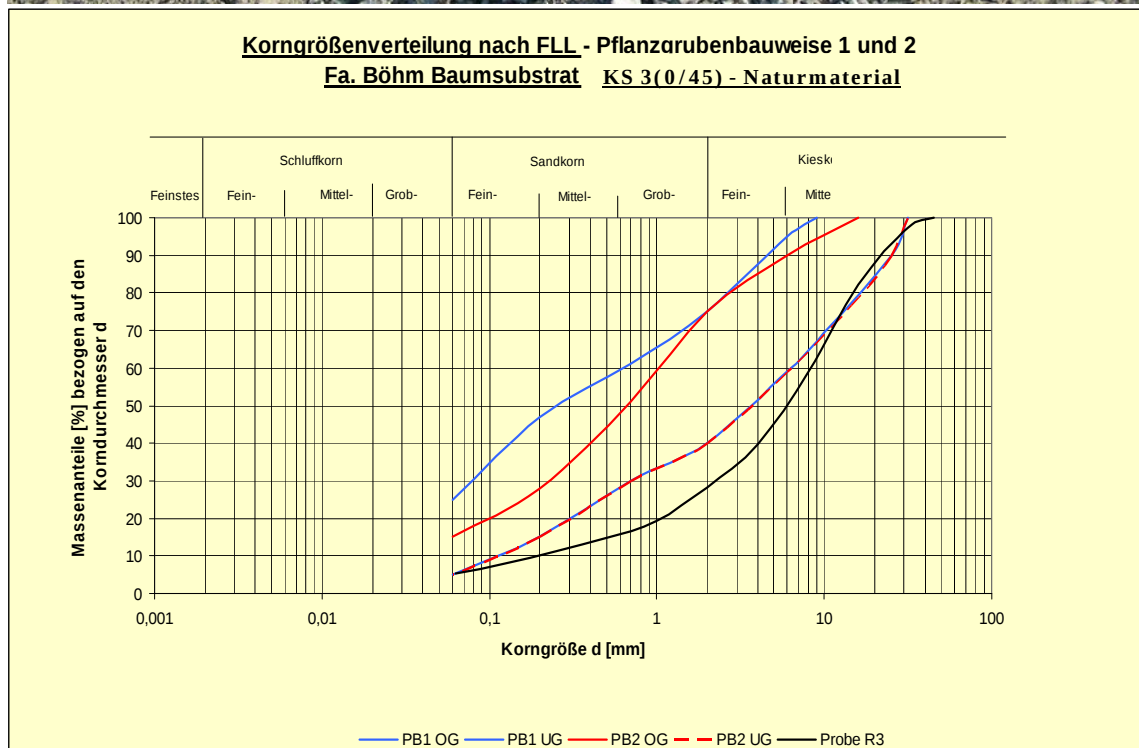


Abbildung 27: Ergebnisse der Siebanalyse Baumsubstrat KS 3 (0/45)

4.2 Ergebnisse der Tragfähigkeitstests mit der dynamischen Lastplatte

Substrat	Verformungsmodul E_{vd}	E_{v2} berechnet
	MN/m ²	
KS 1.1	6,7	13,4
KS 1.2	6,2	12,4
KS 1.3	9,0	18,0
KS 2.1	15,8	31,6
KS 2.2	11,6	23,2
KS 2.3	21,4	42,8
KS 3.1	8,9	17,8
KS 3.2	5,9	11,8
KS 3.3	11,4	22,8
A 1.1	4,2	8,4
A 1.2	5,0	10,0
A 1.3	6,6	13,2
B 1.1	5,2	10,4
B 1.2	4,7	9,4
B 1.3	5,2	10,4
C 1.1	5,1	10,2
C 1.2	5,1	10,2
C 1.3	5,4	10,8
D 1.1	5,1	10,2
D 1.2	4,2	8,4
D 1.3	4,8	9,6
E 1.1	4,3	8,6
E 1.2	5,3	10,6
E 1.3	4,3	8,6

Tabelle 1: Ergebnisse Lastplattenmessung E_{vol} vom 10.06.2008, E_{v2} -Wert berechnet nach PREGL

Baumsubstrat mit Recyclingmaterial

A = 0/12

B = 0/20

C = 0/32

D = 0/45

E = 5/45

Referenzsubstrat mit Naturschotter

KS 1 = 0/22

KS 2 = 0/32

KS 3 = 0/45



Substrat	Verformungsmodul	E_{v2} berechnet
	E_{vd} MN/m ²	
KS 1.1	4,6	9,2
KS 1.3	3,7	7,4
KS 2.1	2,9	5,8
KS 2.3	4,0	8,0
KS 3.1	3,9	7,8
KS 3.3	3,6	7,2
A 1.1	3,6	7,2
A 1.3	4,1	8,2
B 1.1	3,3	6,6
B 1.3	3,9	7,8
C 1.1	3,7	7,4
C 1.3	3,3	6,6
D 1.1	3,6	7,2
D 1.3	3,0	6,0
E 1.1	4,2	8,4
E 1.3	4,0	8,0

Tabelle 2: Ergebnisse Lastplattenmessung vom August 2009, E_{v2} -Wert nach PREGL

Substrat	Verformungsmodul	E_{v2} berechnet
	E_{vd} MN/m ²	
KS 1.1	8,9	17,8
KS 1.3	5,7	11,4
KS 2.1	6,5	13,0
KS 2.3	7,7	15,4
KS 3.1	5,2	10,4
KS 3.3	5,5	11,0
A 1.1	4,3	8,6
A 1.3	4,9	9,8
B 1.1	5,3	10,6
B 1.3	5,4	10,8
C 1.1	5,7	11,4
C 1.3	5,9	11,8
D 1.1	5,8	11,6
D 1.3	5,6	11,2
E 1.1	6,1	12,2
E 1.3	6,5	13,0

Tabelle 3: Ergebnisse Lastplattenmessung vom 19. Oktober 2009, E_{v2} -Wert nach PREGL

Substrat	Verformungsmodul E_{vd} , MN/m ² März 2010	E_{v2} berechnet
KS 1.1	9,1	18,2
KS 1.3	7,1	14,2
KS 2.1	4,2	8,4
KS 2.3	6,4	12,8
KS 3.1	4,9	9,8
KS 3.3	6,1	12,2
A 1.1	5,2	10,4
A 1.3	5,4	10,8
B 1.1	4,9	9,8
B 1.3	4,9	9,8
C 1.1	5,3	10,6
C 1.2	0,0	0,0
C 1.3	5,6	11,2
D 1.1	4,3	8,6
D 1.3	4,5	9,0
E 1.1	4,9	9,8
E 1.3	6,7	13,4

Tabelle 4: Ergebnisse Lastplattenmessung vom März 2010 nach der Sanierung der Baumscheiben , E_{v2} -Wert nach PREGL

Substrat	Verformungsmodul E_{vd} , MN/m ² Mai 2010	E_{v2} berechnet
KS 1.1	7,7	15,4
KS 1.3	8,8	17,6
KS 2.1	5,1	10,2
KS 2.3	6,1	12,2
KS 3.1	5,3	10,6
KS 3.3	6,7	13,4
A 1.1	6,5	13
A 1.3	6,2	12,4
B 1.1	6,1	12,2
B 1.3	5,9	11,8
C 1.1	4,6	9,2
C 1.3	5,8	11,6
D 1.1	5,5	11
D 1.3	6,1	12,2
E 1.1	5,5	11
E 1.3	5,7	11,4

Tabelle 5: Ergebnisse Lastplattenmessung vom Mai 2010 nach der Sanierung der Baumscheiben , E_{v2} -Wert nach PREGL



Tragfähigkeitswerte (E_{vd}) der einzelnen Substrate im Vergleich aller Messungen

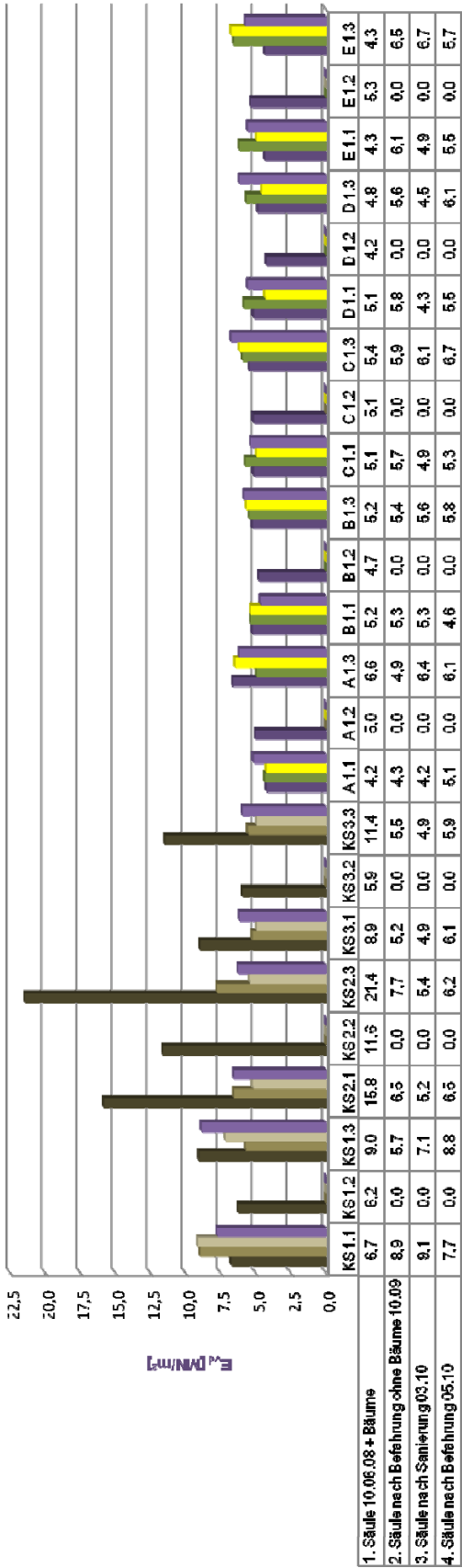


Abbildung 28: Ergebnisse der Tragfähigkeitstests mit der dynamischen Lastplatte im Vergleich aller Messdaten vom 06.05.2008

4.3 Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsmessungen

Substrat	k_f – Wert m/s
KS 1.1	9,50E-03
KS 1.2	9,50E-03
KS 1.3	8,00E-04
KS 2.1	7,50E-05
KS 2.2	9,30E-04
KS 2.3	8,50E-04
KS 3.1	2,00E-05
KS 3.2	8,00E-05
KS 3.3	6,00E-04
A 1.2	3,50E-06
A 1.3	3,00E-06
B 1.1	2,00E-06
B 1.2	9,50E-05
B 1.3	9,20E-05
C 1.1	3,50E-06
C 1.2	5,00E-05
C 1.3	1,00E-06
D 1.1	2,00E-06
D 1.2	9,20E-05
D 1.3	2,00E-06
E 1.1	9,10E-05
E 1.2	3,00E-06
E 1.3	9,60E-05

Tabelle 6: Ergebnisse Prallplattenmessung vom 06.05.2008

Baums substrat mit Recyclingmaterial

A = 0/12

B = 0/20

C = 0/32

D = 0/45

E = 5/45

Referenzsubstrat mit Naturschotter

R1 (neue Bezeichnung KS für Kalkschotter) = 0/22

R2 (neue Bezeichnung KS für Kalkschotter) = 0/32

R3 (neue Bezeichnung KS für Kalkschotter) = 0/45

K_f - Werte Mai 2008

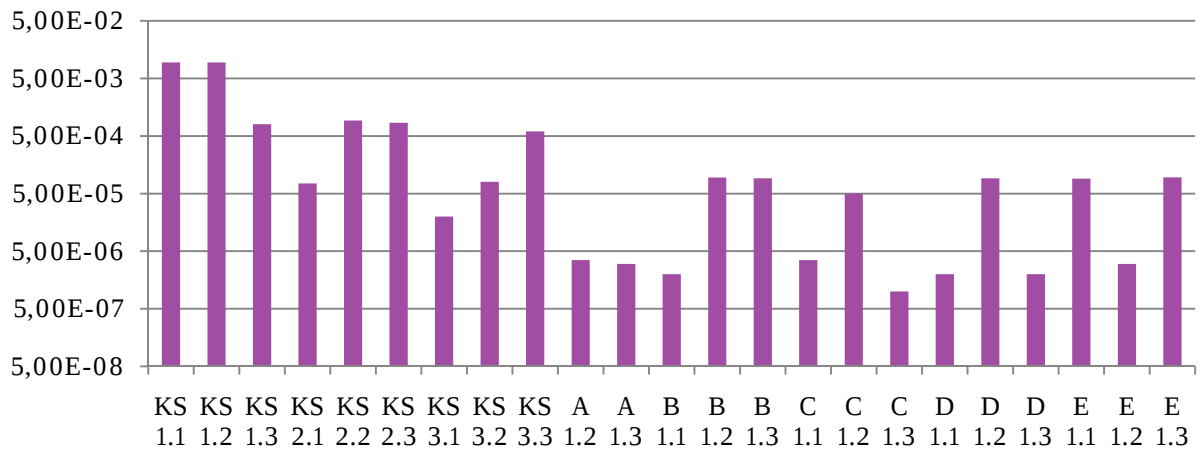


Abbildung 29: Wasserdurchlässigkeitswerte Mai 2008

Substrat	kf-Wert m/s
KS 1.1	7,41E-06
KS 1.3	4,01E-06
KS 2.1	6,49E-05
KS 2.3	4,17E-05
KS 3.1	9,27E-05
KS 3.3	1,42E-04
A 1.1	3,00E-06
A 1.3	1,22E-06
B 1.1	4,3E-07
B 1.3	2,10E-06
C 1.1	1,76E-05
C 1.3	8,22E-07
D 1.1	5,13E-07
D 1.3	1,32E-06
E 1.1	4,10E-07
E 1.3	9,58E-07

Tabelle 7: Ergebnisse Prallplattenmessung vom Oktober 2008

K_f-Werte Oktober 2008

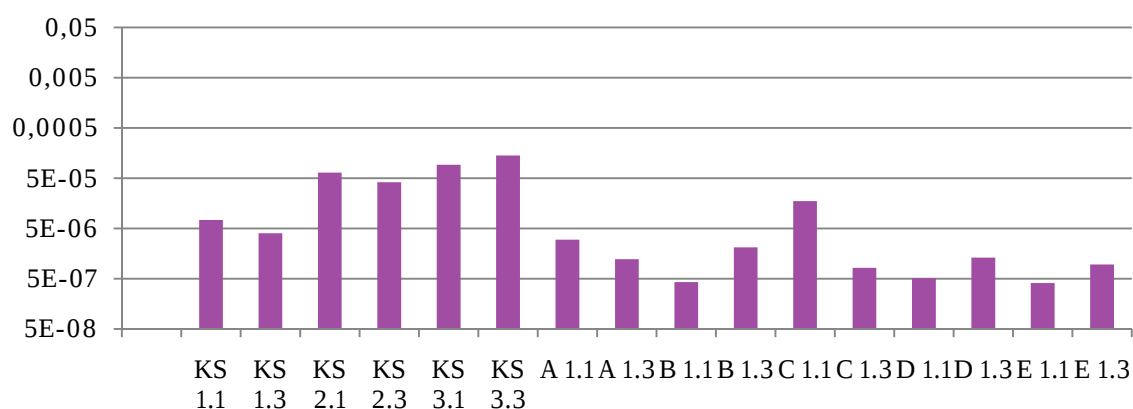


Abbildung 30: Wasserdurchlässigkeitswerte Oktober 2008

Substrat	kf-Wert
KS 1.1	6,60E-06
KS 1.3	1,76E-05
KS 2.1	1,37E-05
KS 2.3	1,22E-06
KS 3.1	3,53E-06
KS 3.3	4,83E-06
A 1.1	1,51E-06
A 1.3	7,41E-06
B 1.1	8,92E-06
B 1.3	5,92E-06
C 1.1	1,61E-05
C 1.3	9,52E-06
D 1.1	3,53E-06
D 1.3	3,84E-06
E 1.1	1,74E-06
E 1.3	1,28E-06

Tabelle 8: Ergebnisse Prallplattenmessung vom März 2010

K_f-Werte März 2010

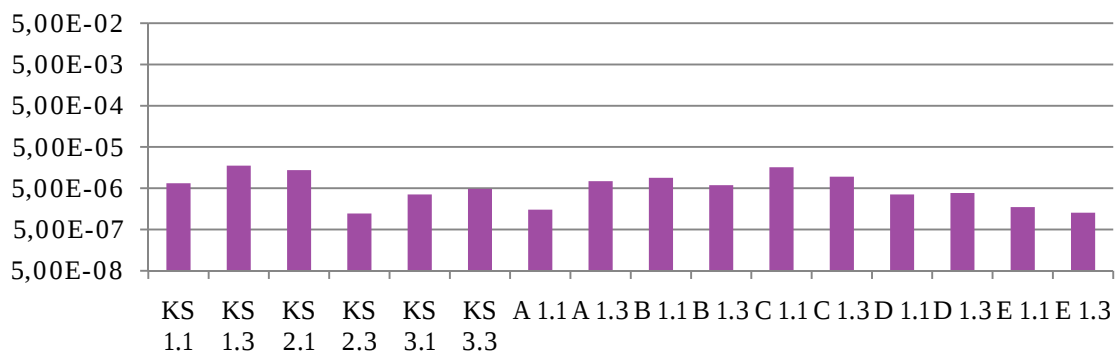


Abbildung 31: Wasserdurchlässigkeitswerte März 2010

Substrat	kf-Wert
KS 1.1	3,00E-06
KS 1.3	2,78E-06
KS 2.1	7,57E-07
KS 2.3	2,41E-06
KS 3.1	1,55E-06
KS 3.3	3,53E-06
A 1.1	3,64E-07
A 1.3	1,28E-06
B 1.1	6,99E-07
B 1.3	3,21E-07
C 1.1	5,61E-06
C 1.3	3,00E-06
D 1.1	1,85E-06
D 1.3	2,10E-06
E 1.1	5,05E-07
E 1.3	1,28E-06

Tabelle 9: Ergebnisse Prallplattenmessung vom Mai 2010

K_f-Werte Mai 2010

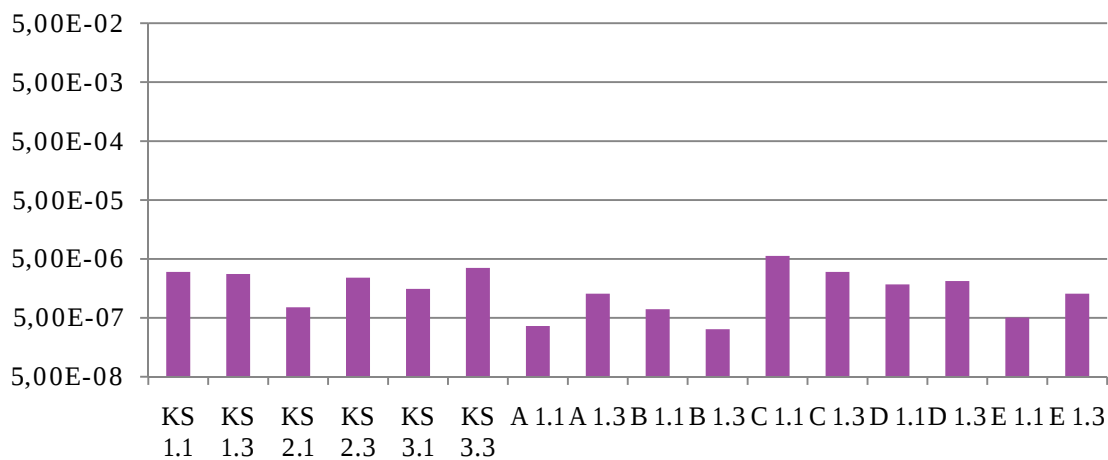


Abbildung 32: Wasserdurchlässigkeitswerte Mai 2010

Versickerungszeiten (in Sekunden) im Vergleich aller Messungen

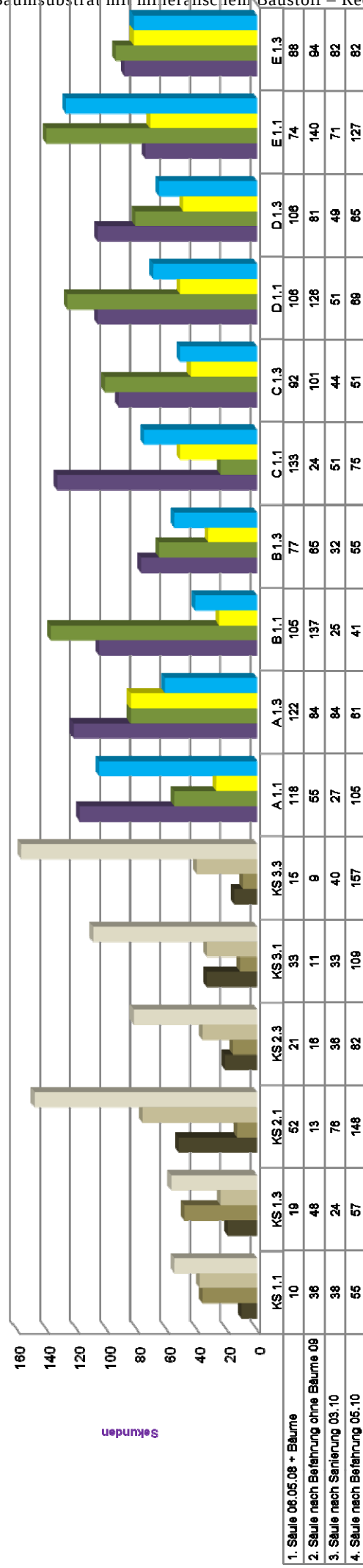


Abbildung 33: Ergebnisse aller Wasserdurchlässigkeitsmessungen (in Sekunden) mit der Prallplatte im Vergleich



Durchlässigkeitsbeiwerte (K_f) im Vergleich aller Messungen

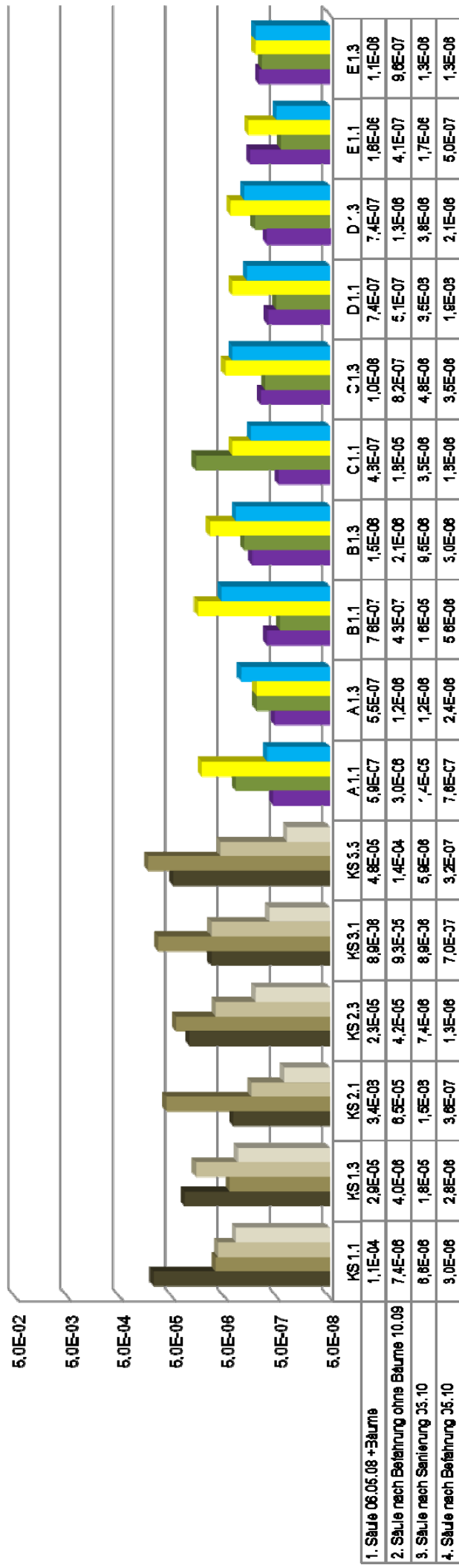


Abbildung 34: Ergebnisse aller Wasserdurchlässigkeitsmessungen (K_f – Werte) mit der Prallplatte im Vergleich

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Betrachtet man den Verlauf des Projektes „Baumsubstrat mit mineralischem Baustoff – Recycling – Material“ so ist leider mit dem schädlingsbedingten Ausfall der gepflanzten Bäume in den Baumscheiben in bestimmtem Maße die Aussagekraft der Untersuchung verloren gegangen. Eine wirkliche Aussage über die Eignung von mineralischem Baustoff – Recycling – Material als Baumsubstrat für städtische Baumscheiben lässt sich schwerlich nur über Optimalwerte der Wasserdurchlässigkeit und Tragfähigkeit feststellen.

Maßgeblich für die Beantwortung dieser Frage ist das Zusammenspiel aus der Vitalität und dem Zuwachs der Pflanze und dem Zustand des Bodenmaterials, welcher in diesem Falle über die Wasserdurchlässigkeit und die Tragfähigkeit dargestellt wird.

Sehr klar dagegen steht fest, dass schon im Zeitraum, indem die Pflanzen noch in den Baumscheiben standen, das Baumsubstrat mit Baustoff – Recycling – Material ein deutlich positiveres Pflanzenwachstum zeigte als der Kalkschotter. Auch ist anhand des Vergleiches aller Messdaten deutlich zu erkennen, dass jene Flächen, welche aus Kalkschotter gebaut wurden, kontinuierlich die Fähigkeit der Wasserdurchlässigkeit verlieren, während die Flächen mit Recyclingmaterialien die ursprünglichen, guten Versickerungszeiten wieder erreichen konnten.

DI Mario Kraft führte im Jahre 2006 vom 21.11 bis zum 19.12 Siebanalysen durch. Die Recycling Baumsubstrate 0/20 und 0/32 lagen sehr optimal zwischen der Ober –und Untergrenze des empfohlenen Sieblinienbereiches für Pflanzgrubenbauweise 1 (Pflanzgrube nicht oder nur freitragend überbaut) der FLL – Richtlinie 2004.

Empfohlen und propagiert werden daher vom Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Boku Wien die Recyclingmaterialien 0/20 und 0/32 als Baumsubstrat.

Zusätzlich wird eine Zugabe von 10 – 15 % Kompost in ein Einheitssubstrat für die gesamte Pflanzgrube vorgeschlagen um das Substrat ausreichend mit Nährstoffen und Feinanteilen, welche für ein optimales Pflanzenwachstum grundlegend sind, an zu reichern. Der Kompost wird im Einheitssubstrat in die obersten 50 cm der Pflanzgrube eingebracht. Anders als bei der Schönbrunner – Mischung, bei welcher zwei unterschiedliche Substrate eingebaut werden, schlagen wir für die einfache Handhabe nur ein Einheitssubstrat vor. An den abgebildeten Sieblinien (Abb. 35 und Abb. 36) wird die Lage der Substratproben des Recyclingmaterials 0/20 und 0/32 zwischen den von der FLL 2004 empfohlenen Unter- und Obergrenze der Pflanzgrubenbauweise 1 grafisch dargestellt. Vor allem das Recycling Baumsubstrat 0/20 liegt optimal inmitten des empfohlenen Bereiches der FLL - Richtlinie 2004 und wird daher, vor allem im städtischen Bereich zur Verwendung als Baumsubstrat empfohlen. Die notwendige Tragfähigkeit für eine Befahrung der Baumscheiben mit dem PKW, wie das auch beim Schotterrassen möglich ist, wird aufgrund der benötigten Feinanteile (die ein positives Pflanzenwachstum gewährleisten) im Moment nur bedingt erreicht. Eine Belastung der Baumscheibe durch Fußgänger stellt allerdings keinerlei Probleme dar. Zukünftig sollen bei einem Einbau von Recyclingmaterialien vor allem im städtischen Bereich, aber auch bei einem weiteren Forschungsprojekt auf folgende Komponenten geachtet werden:

Die Baumscheiben sind regelmäßig zu pflegen und von Beikräutern zu befreien, um eine zu große Wurzelkonkurrenz zu verhindern. Eine Entfernung im Nachhinein macht immer wieder eine Auflockerung des Bodenmaterials (dh. höhere Wasserdurchlässigkeit und



geringere Tragfähigkeit) notwendig. Die Baumscheiben sollen eine bestimmte Größe (6 – 16 m²) nicht unterschreiten um vor allem den Pflanzen genügend Wurzelraum zu garantieren und um andererseits die Randflächen so klein wie möglich zu halten und somit einen homogenen Pflanzgrubenaufbau gewährleisten zu können.

Auch wird es zukünftig vor allem beim Einsatz von Recyclingmaterial als Baumsubstrat notwendig sein, dieses deutlicher und exakter vom umliegenden Bodensubstrat ab zu grenzen um einen Eintrag von Erde und Feinmaterialien auf die Baumscheiben zu verhindern. Feines Erdmaterial vom Umfeld bedingt eine vorzeitige Verschlammung und Verdichtung des Baumsubstrates. Ebenso ist die Verwendung von wurzelnackten Bäumen (für das hier vorliegende Projekt wurden diese verwendet um eine schnellere Reaktion der Bäume auf das Substrat zu erkennen) eher nicht zu empfehlen, da sich so im unteren Bereich der Pflanzgruben immer wieder verstärkt Hohlräume bilden können, welche zu einer Verringerung der Tragfähigkeit führen können.

Grundsätzlich wurde festgestellt, dass Recyclingmaterialien mehr zu Abrieb durch mechanische Belastung wie Befahrung neigt als Kalkschotter.

TRAGFÄHIGKEIT

Um eine problemlose Befahrung des Baumsubstrates vorrangig mit dem PKW gewährleisten zu können, ist ein E_{vd} – Wert von mindestens 25 MN/m² bzw. E_{v2} von mindestens 45 MN / m², wie beim Schotterrasen, vonnöten.

25 MN/m² kann keine Baumscheibe aufweisen.

Jedoch ist nach einer Befahrung mit dem PKW und anschließend einem Traktor, eindeutig ein Trend der Tragfähigkeit nach oben zu erkennen, sowohl bei den Flächen mit Kalkschotter als auch bei den Flächen mit Recyclingmaterialien.

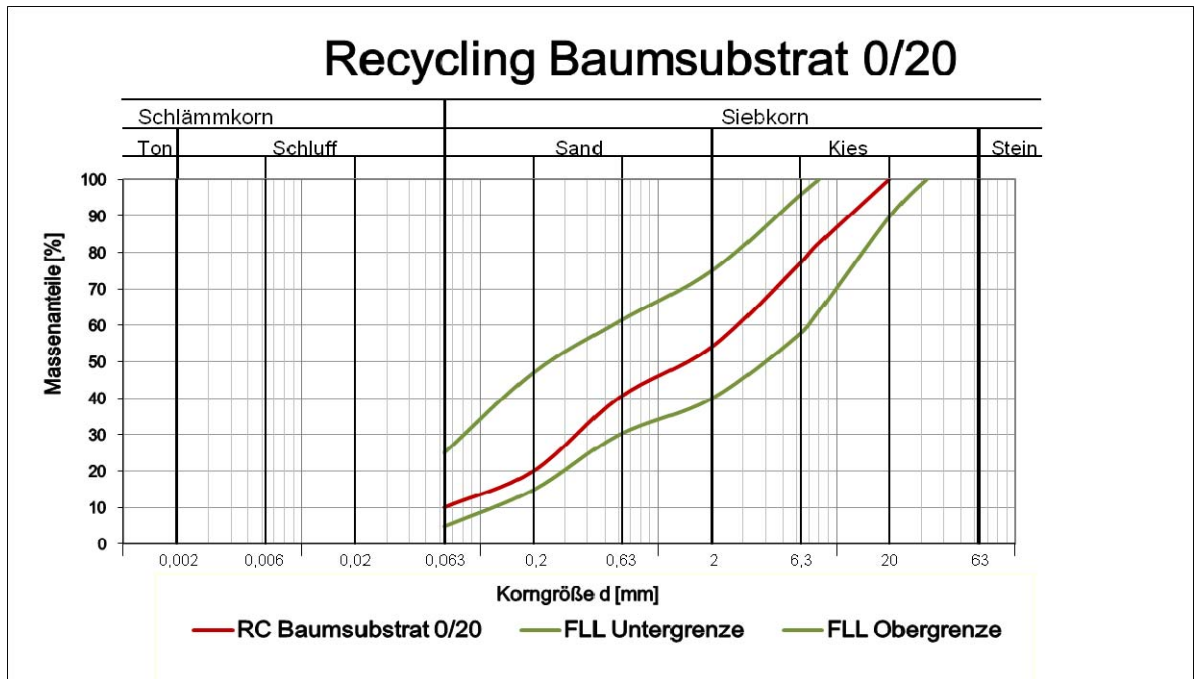
Eine Tragfähigkeit wie für Schotterrasen ist bei Baumscheiben nicht zu erreichen. In der FLL – 2004 „Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2“ werden auch keine Tragfähigkeitswerte angegeben. Die Schwankungen bei den Tragfähigkeitswerten sind auf die Entfernung der Prachtkäfer befallenen Ahornbäume zurück zu führen, sowie auf das nachträgliche Auffüllen der Baumscheiben. Die anschließende Befahrung durch PKW und Traktor, hat wie schon weiter oben erwähnt, die Tragfähigkeit erhöht.

WASSERDURCHLÄSSIGKEIT

Die Durchlässigkeitsbeiwerte (K_f) korrelieren mit den Tragfähigkeitswerten. Das heißt dort, wo es hohe Tragfähigkeiten gibt, dort sind auch niedrigere Wasserdurchlässigkeiten zu erwarten und umgekehrt. So sind direkt nach der Sanierung und nach der Entnahme der Wurzelstöcke hohe Wasserdurchlässigkeiten mit geringerer Tragfähigkeit zu erkennen.

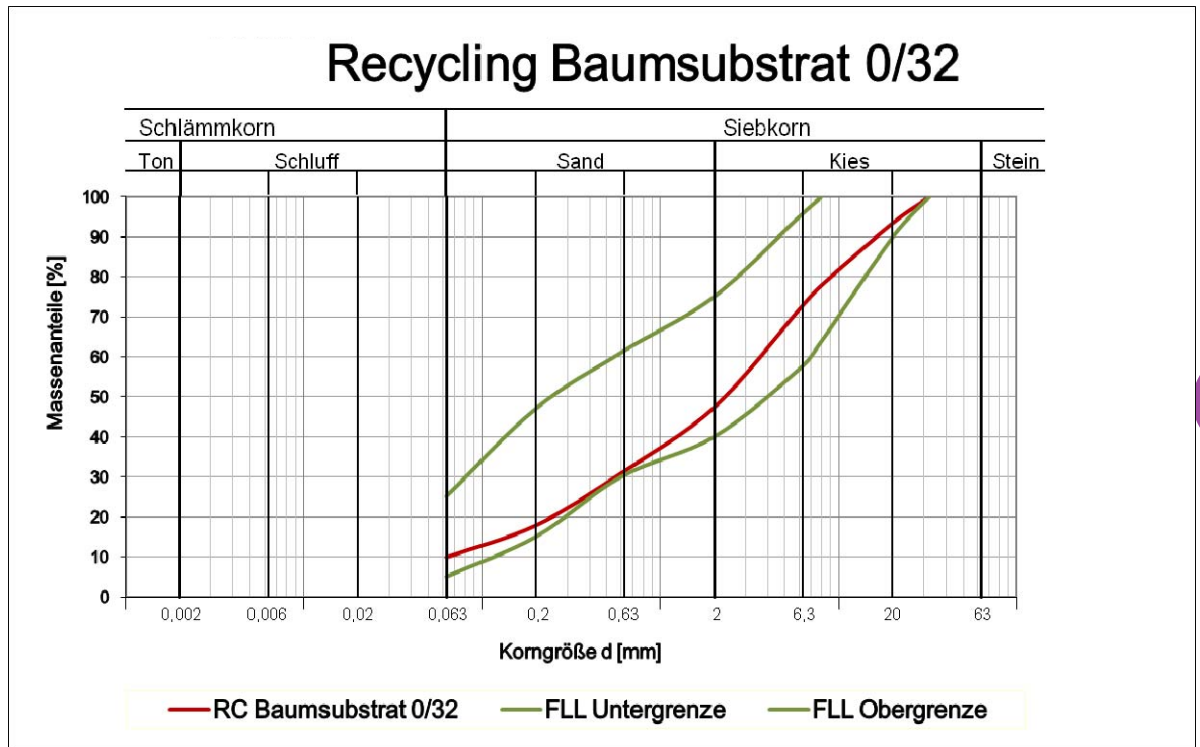
Nach der Befahrung sinken die Werte der Durchlässigkeit wieder. Sie liegen zum Großteil innerhalb der in den FLL – Richtlinien (2004) angegebenen minimalen Wasserdurchlässigkeiten von $1,0 \times 10^{-6}$.





Siebmaschenweite [mm]	Korngrößenverteilung Recycling Baumsubstrat 0/20	FLL Pflanzengrubenbauweise 2004	FLL Pflanzengrubenbauweise 2004
	RC Baumsubstrat 0/20	FLL Untergrenze	FLL Obergrenze
0,063	10	5	25
0,2	20	15	47
0,6	40	30	61
2	54	40	75
6	76	57	95
8	82,5	64	100
20	100	90	
32		100	

Abbildung 35: gute Eignung des Recyclingmaterials 0/20 für die Verwendung als Baumsubstrat



Siebmaschenweite [mm]	Korngrößenverteilung Recycling Baumsubstrat 0/32	FLL Pflanzengrubenbauweise 2004	FLL Pflanzengrubenbauweise 2004
	RC Baumsubstrat 0/32	FLL Untergrenze	FLL Obergrenze
0,063	10	5	25
0,2	18	15	47
0,6	31	30	61
2	47,5	40	75
6	72	57	95
8	78	64	100
20	93,5	90	
32	100	100	

Abbildung 36: Eignung des Recyclingmaterials 0/32 für die Verwendung als Baumsubstrat