

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Martin Philipp Steingassner

**Großversuch an einem Lärmschutzsteilwall –
Geotechnische Begleitung**



Juni 2006

BETREUER: Prof. Dr.-Ing. Wei Wu, DI Dr. Franz Aschauer, MBA

DIPLOMARBEIT NR. 329

Danksagung

Hier seien all jene Personen im privaten und universitären Bereich angesprochen, die mich während meines Studiums unterstützt haben.

In erster Linie richtet sich mein Dank an meinen Eltern, die mir meine Ausbildung ermöglichten und mich während meines Studiums immer motiviert haben.

Dann möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Ing. Wei Wu bedanken, der mir als Vorstand des Institutes für Geotechnik die Ausarbeitung dieser Diplomarbeit ermöglichte.

Weiters gilt mein Dank meinem Diplomarbeitsbetreuer, Herrn Dipl.-Ing. DWT Dr. Franz Aschauer MBA, für die fachliche Unterstützung während der Errichtung der Testkonstruktion und der Verfassung der Diplomarbeit.

Ich bedanke mich auch bei den Labormitarbeitern des Institutes, Herrn Helmut Buchner und Herrn Karl Pursch, für deren Unterstützung und Hilfe bei den Laborversuchen.

Weiters gilt mein Dank jenen Mitarbeitern der am Forschungsprojekt beteiligten Firmen, die uns bei der Errichtung der Testkonstruktion unterstützten. Hier seien erwähnt: Herr Dipl.-Ing. Jürgen Gruber (Polyfelt Geosynthetics), Herr Dipl.-Ing. Michael Auer (J. Krismer Handelsgesellschaft mbH) und Herr Bmst. Dipl.-Ing. Harald Schön (TEERAG ASDAG Krems). Ein besonderer Dank gilt dem Personal der Kiesgrube Seebarn am Wagram, Herrn Andreas Hagmann und Herrn Johann Reisinger, für deren maschinelle und manuelle Unterstützung und die praktischen Ratschläge während der Bauphase.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meinen Freunden und Studienkollegen Stefan Fuchs und Christoph Pressler, ohne deren gute Zusammenarbeit während der Zeit der Errichtung der Testkonstruktion und der Verfassung der Diplomarbeit, diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Martin Philipp Steingassner

Kurzzusammenfassung

Der zunehmende Berufs-, Güter- und Individualverkehr führte in den letzten Jahren zu einem immer größer werdenden Bedarf an Lärmschutzmaßnahmen, welche die für den Menschen als störend empfundenen Lärmimmissionen auf ein gesetzlich vorgeschriebenes Maß herabsetzen sollen.

Das Ziel des Forschungsprojektes „Begrünbare Lärmschutzsteilwälle aus Kunststoff- und Recyclingprodukten“ ist die Verwendung von Recyclingstoffen als Schüttmaterial in geotextilbewehrten Erdstützkonstruktionen, als Alternative zu den derzeit am Markt üblichen straßen- bzw. schienenseitigen Lärmschutzkonstruktionen.

Durch die Verwendung von recycelten Baustoffen können knapper Deponieraum und hohe Deponiekosten eingespart und gleichzeitig Baurestmassen einer vernünftigen Verwendung zugeführt werden.

Diese Diplomarbeit behandelt abfallwirtschaftliche Überlegungen bezüglich der Verwendung von Recyclingprodukten, im speziellen von recycelten mineralischen Hochbaurestmassen, und den daraus resultierenden gesetzlichen Rahmenbedingungen. Weiters wurden die im Forschungsprojekt verwendeten Einbaumaterialien (Schüttmaterial und Geokunststoffe) im Labor untersucht und deren Versuchsergebnisse dargestellt. Ebenso wurden die Ergebnisse extern vergebener Untersuchungen hinsichtlich ihrer rechtlichen Rahmenbedingungen bewertet.

Abstract

The increasing occupational traffic, goods traffic and individual traffic have led to a major need in noise prevention measures, which should lower the felt noise emissions to a legally prescribed level.

The aim of the research project "Living noise barrier by geosynthetics reinforced soil wall" is the use of recycling materials as a fillmaterial in geotextil- reinforced earth supporting constructions as an alternative to conventional noise prevention constructions. Rare dumpsite space and high dumping-costs can be saved by the use of recycled building materials.

This diploma thesis deals with waste management considerations regarding the use of recycling products, especially recycled mineral structural engineering rest masses, and with the corresponding legal framework. Furthermore, the installation materials (fillmaterial and geotextiles) used in the research project, have been examined in the lab and the results have been documented. Also the results of external investigations have been analyzed concerning the juridical framework.

Inhaltsverzeichnis

1	Forschungsprojekt.....	1
1.1	Inhalt.....	1
1.2	Standort.....	2
2	Allgemeines	6
2.1	Straßenverkehrslärm	6
2.2	Rechtslage und Lärmgrenzwerte.....	8
2.3	Lärmschutzmaßnahmen an Straßen	10
3	Rechtliche Rahmenbedingungen	17
3.1	Rechtliche Grundlagen	17
3.2	Abfallwirtschaftliche Überlegungen.....	22
3.3	Förderung mineralischer Rohstoffe	29
3.4	Recycling von Baurestmassen	30
4	Materialien.....	40
5	Laborversuche.....	41
5.1	Schüttmaterial RMH.....	41
5.2	Schüttmaterial Kies 0/11.....	56
5.3	Geokunststoffe.....	57
5.4	Feststoff und Sickerwasseranalyse	75
6	Systeme.....	83
7	Bauablauf	84
8	Messtechnische Überwachung.....	85
9	Stand sicherheitsberechnung von geotextilbewehrten Erdkörpern	86
10	Kostenkalkulation.....	87
11	Zusammenfassung.....	88
11.1	Rechtliche Grundlagen	88
11.2	Materialien	88
11.3	Laborversuche.....	89
11.4	Systeme.....	89
11.5	Bauablauf	90
11.6	Messtechnische Überwachung.....	90
11.7	Stand sicherheitsberechnung von geokunststoffbewehrten Erdkörpern	91
11.8	Kostenkalkulation.....	92
12	Sachverzeichnis	93
12.1	Abbildungsverzeichnis	93
12.2	Tabellenverzeichnis	96
12.3	Literaturverzeichnis.....	97

Anhang

1 Forschungsprojekt

Da Verkehrsprognosen in den kommenden Jahren einen weiteren Verkehrsanstieg prophezeien, mussten/müssen Überlegungen angestellt werden, den Menschen in seiner Umgebung vor den schädlichen Einflüssen des motorisierten Verkehrs zu schützen, ohne dabei zu große Einschnitte in seiner Lebensqualität vorzunehmen. Dies beinhaltet zum einen Vorkehrungen im Bereich der Raumordnung (Entwicklungskonzepte, Flächenwidmungsplan), zum anderen technische Lösungsvarianten, die den aktiven und passiven Lärmschutz umfassen, mit dem Hintergedanken der Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts. Aus diesem Grund hat man in den letzten Jahren sowohl in der Forschung, als auch in der Planung und Ausführung versucht, Konzepte zu entwickeln, die sich mit der Lärmvermeidung (Nachfahrverbot für LKWs, lokale Geschwindigkeitsbeschränkungen, Entwicklungen in der Autoindustrie, Flüsterbeläge, uvm.) und dem Lärmschutz (Lärmschutzwände und Erdwälle) entlang von Straßenzügen beschäftigen. Abbildung 1.1 zeigt die Kostenentwicklung für Lärmschutzmaßnahmen entlang von Autobahnen und Schnellstrassen in Österreich seit 1997.

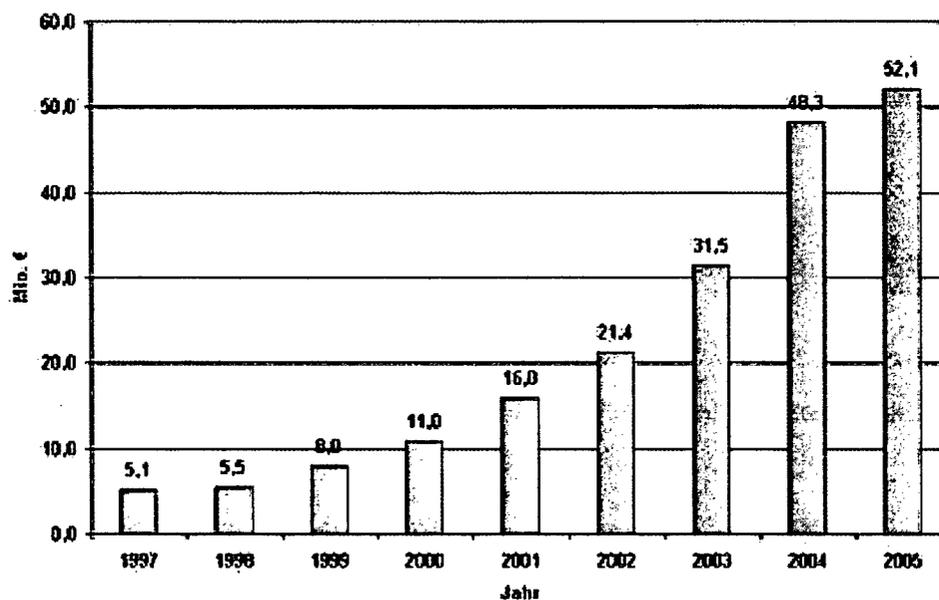


Abbildung 1.1 Kostenentwicklung für Lärmschutz im bestehenden Autobahn- und Schnellstraßennetz [45]

1.1 Inhalt

Im Zuge dieses Forschungsprojektes „Begrünbare Lärmschutzsteilwälle aus Kunststoff- und Recyclingprodukten“ an der Universität für Bodenkultur Wien, sollte der Einsatz von bewehrten Erdstützkonstruktionen in Verbindung mit Baurestmassen aus dem Hochbau als Lärmschutzmaßnahme gegen Verkehrslärm unter der Einhaltung von vorgeschriebenen Immissionsgrenzwerten und der Eignungsprüfung des zu verarbeitenden Baumaterials getestet werden.

Projektpartner

Durch die Zusammenarbeit von

- Institut für Geotechnik, BOKU (Projektleitung und –koordination, sowie Bauleitung),
- Institut für Ingenieurbiologie, BOKU (Begrünung),
- Bauwirtschaft (TEERAG ASDAG AG, Niederlassung Krems),
- Verwertungsfirmen für Baurestmassen (ÖKOTECHNA),
- Zulieferindustrie (KRISMER, POLYFELT),
- Ziviltechnikerbüro (GEOPRO),

konnte das Forschungsprojekt in einem 1:1 Modellversuch in einer Kiesgrube im Tullnerfeld/NÖ im Sommer 2005 in die Realität umgesetzt werden.

In der 70 m langen und 4,50 m hohen Testkonstruktion mit Ansichtsflächen die 70° bzw. 80° zur Horizontalen geneigt sind, kamen verschiedene Schalungssysteme, Geokunststoffe und Baustoffkombinationen zur Anwendung, deren Verhalten während und nach der Errichtung durch eine große Anzahl an Messeinrichtungen zahlenmäßig erfasst, dokumentiert und interpretiert wurden und auch künftig werden.

Ziel

Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, die Technik soweit zu entwickeln, dass Lärmschutzsteilwälle als Lärmschutzeinrichtung in Zukunft regelmäßig zur Anwendung kommen. Damit können knapper Deponieraum und hohe Deponiekosten eingespart, Baurestmassen einer vernünftigen Verwendung zugeführt, eine ansprechende und vor allem dauerhafte Begrünung und Renaturierung in Verbindung mit einer kostengünstigen Erhaltung entwickelt und eine landschaftsgerechte, ästhetische Lösung für den Lärmschutz am Markt angeboten werden. Die in den folgenden Kapiteln vorgestellten Systeme und Baustoffe sowie die ermittelten Messergebnisse und Kenngrößen sollen für Verkehrsplaner eine wirtschaftliche Alternative zu gängigen Lärmschutzmaßnahmen darstellen.

In den folgenden Kapiteln wird nun näher auf die verwendeten Baustoffe, Schalungssysteme, auf die baubetriebliche Durchführung, auf bauwirtschaftliche Aspekte, Messeinrichtungen, Messergebnisse und zu guter letzt, auf die Eignung des Systems im Vergleich mit konventionellen Lärmschutzbauten eingegangen.

1.2 Standort

Die 70 Meter lange Testkonstruktion wurde in einer Kiesgrube der Firma TEERAG ASDAG AG (Abbildung 1.2) in der Katastralgemeinde Seebarn am Wagram, Bezirk Tulln, nördlich der Schnellstrasse S5 errichtet (Abbildung 1.3). Dort soll das Verhalten und die Eignung der einzelnen Systemabschnitte in den kommenden Jahren weiter untersucht werden, und zugleich als Ausstellungsstück für interessierte Planungsbüros dienen.



Abbildung 1.2 Luftbild der Kiesgrube in Seebarn/Wagram der Fa. TEERAG ASDAG AG [49]

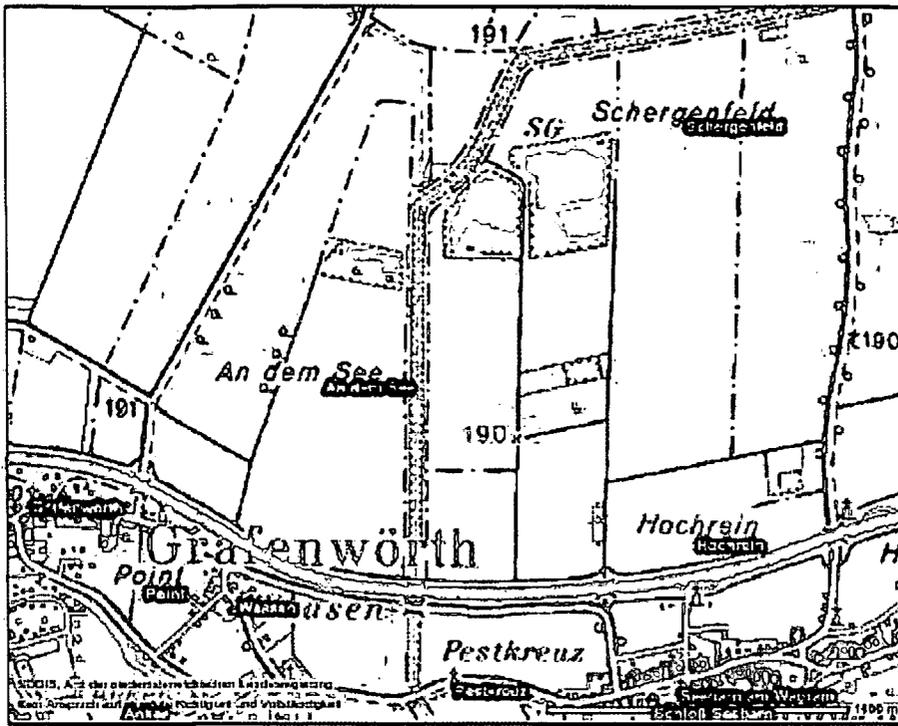


Abbildung 1.3 Übersichtsplan KG Seebarn/Wagram [49]

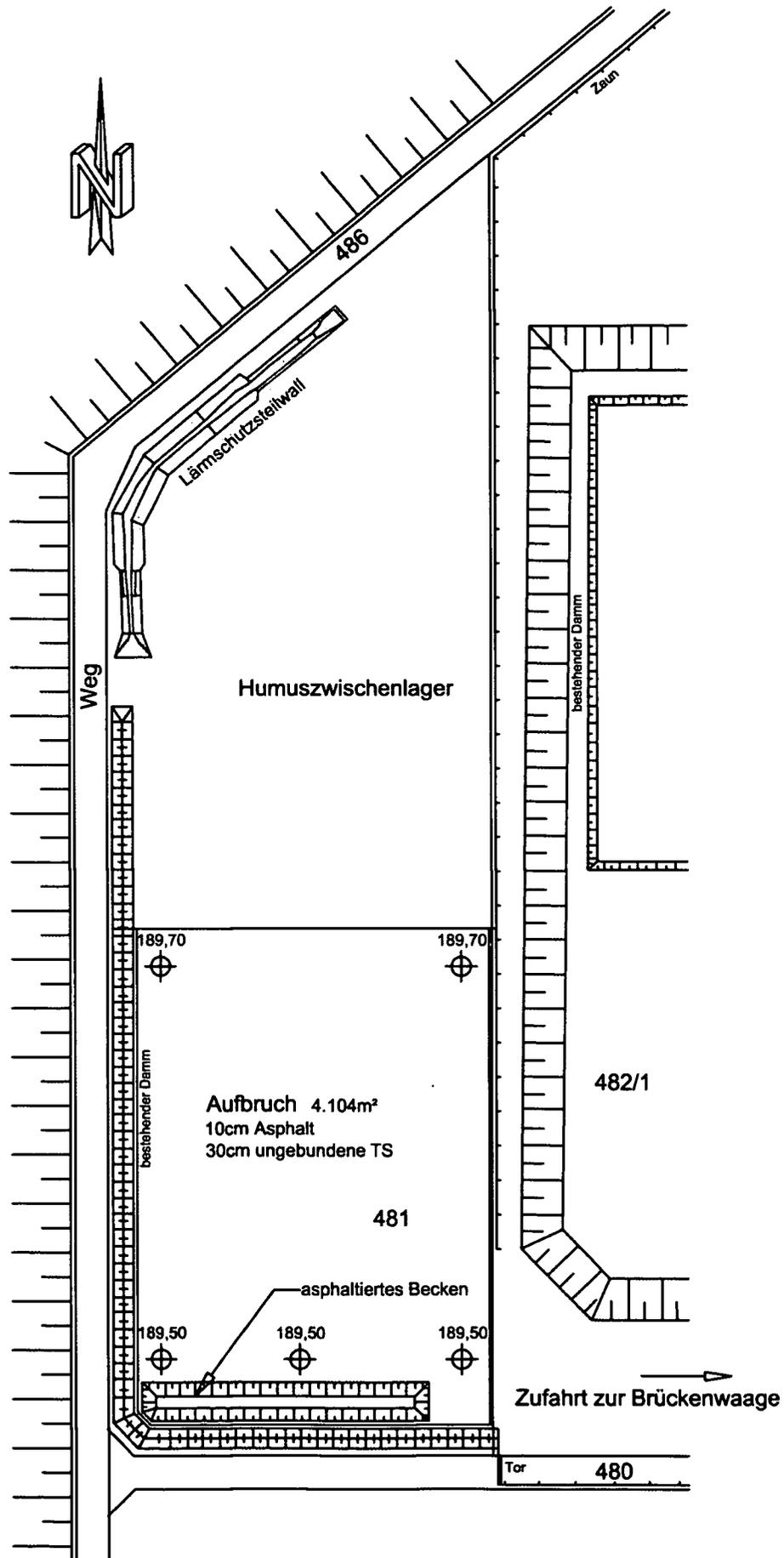


Abbildung 1.4 Lageplan

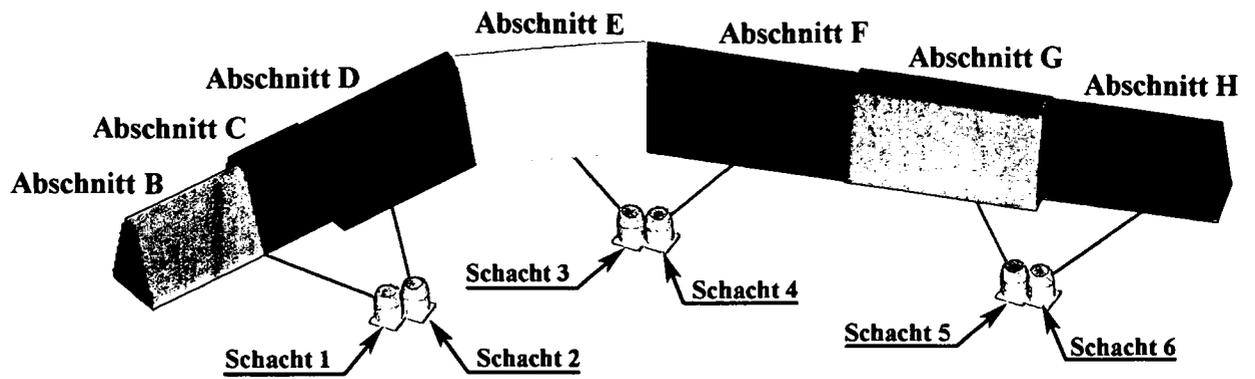


Abbildung 1.5 3D Modell (Steilwallinnenseite)

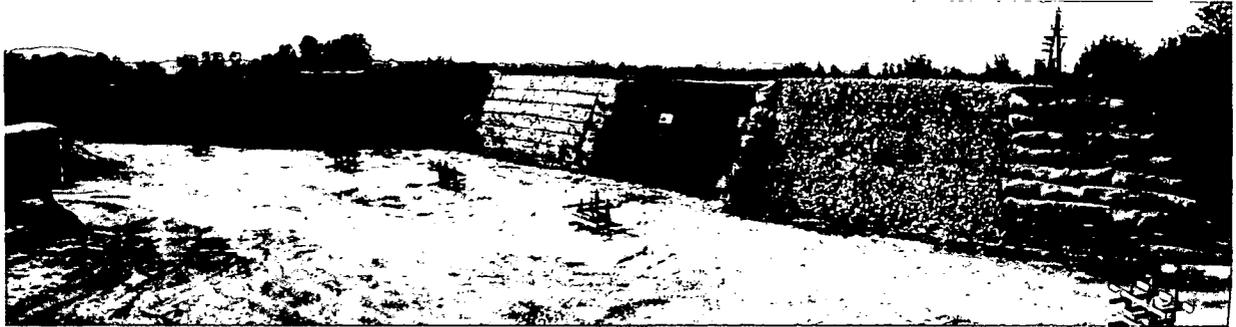


Abbildung 1.6 Ansicht Steilwallinnenseite [61]



Abbildung 1.7 Ansicht Steilwallaußenseite [61]

2 Allgemeines

Zur Verringerung der Lärmbeeinträchtigungen durch den Verkehr können sowohl aktive als auch passive Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Unter aktivem Lärmschutz versteht man den straßenseitigen Schallschutz am Ort der Entstehung. Die Wirkung solcher Lärmschutzmaßnahmen bezieht sich vor allem auf Freiraumflächen und untere Geschosse von Gebäuden und schützt vor dem Lärm aus einer einzigen Schallquelle. [2]

Unter passivem Lärmschutz versteht man den objektseitigen Schallschutz am Ort der Einwirkung. Durch solche Lärmschutzmaßnahmen soll der Innenraum von Gebäuden vor allen Schallquellen geschützt werden. [2]

2.1 Straßenverkehrslärm

Straßenverkehrslärm (auch kurz Straßenlärm) ist laut ÖNORM S 5004 [34] jener unerwünschte, störende und belästigende Schall, der durch Pkws, Lkws, Mopeds und Motorräder erzeugt wird. Die Auswertung von Befragungen an stark befahrenen Straßen ergab, dass der Lärm von Lastkraftwägen und der der motorisierten Zweiräder als besonders störend empfunden wird.

2.1.1 Schall

Die Druckänderungen in festen, flüssigen und gasförmigen Medien werden, sofern sich diese in einem Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz befinden, vom Menschen als Hörschall wahrgenommen. Unter Schall versteht man die Weitergabe von Impulsen, die bei Aneinanderstoßen der einzelnen Luftteilchen entstehen. Die Ausbreitung von Luftschall erfolgt in Form von Longitudinalwellen, die bei Auftreffen auf das menschliche Gehör einen bestimmten Schalldruck auslösen. Das Produkt aus Schalldruck p (N/m^2) und Schallschnelle v (m/s) bezeichnet man als Schallintensität I (W/m^2). Diese nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab; dementsprechend nimmt auch der Schalldruck mit der Distanz ab. Der geringste wahrnehmbare Schalldruck liegt bei etwa $100 \mu Pa$, der höchste bei $100 Pa$. Da sich die Messung des Schalldrucks in Pascal aber als unhandlich erwiesen hat, wurde der Begriff Schallpegel mit Einheit Dezibel eingeführt. Der Schallpegel L (dB) ist der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des Effektivwertes des Schalldrucks p (Pa) und des Bezugsschalldruckes p_0 (Pa); dieser wurde international mit $20 \mu Pa$ festgelegt und entspricht der Hörschwelle des Menschen. Der menschliche Schallpegelbereich liegt zwischen 0 dB (Hörschwelle) und 140 dB (Schmerzgrenze) (Abbildung 2.1, Abbildung 2.2). [2]

Schallausbreitung

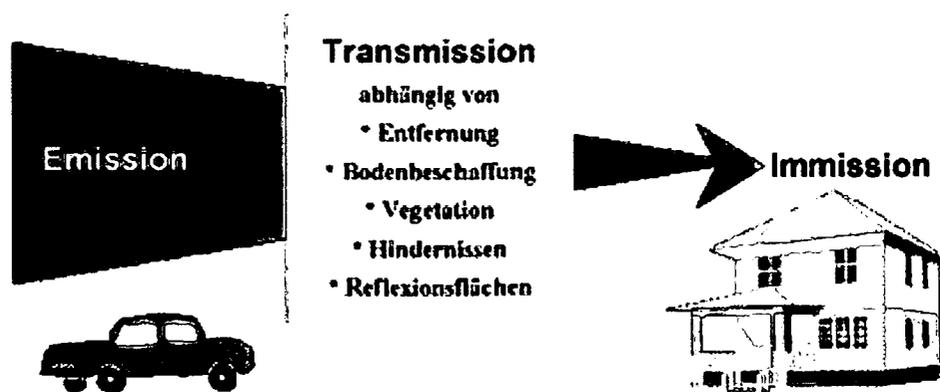


Abbildung 2.1 Schallausbreitung [45]

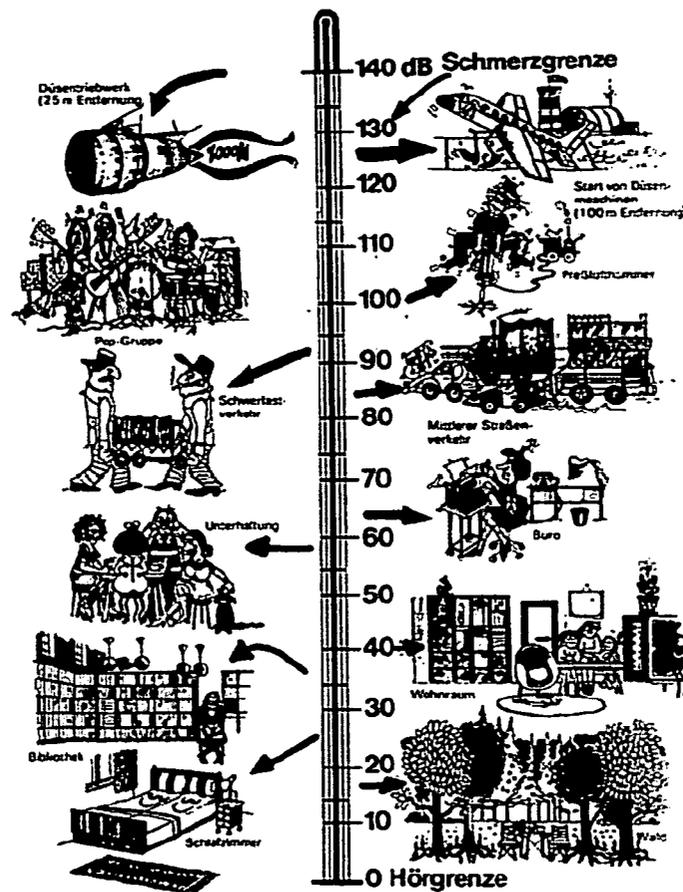


Abbildung 2.2 Schallpegel [1]

2.1.2 Wirkung von Lärm auf Menschen

Der Verkehrslärm stellt heutzutage ein soziales Problem mit volkswirtschaftlicher Bedeutung dar und bedarf deshalb großer Beachtung aus Sicht des Gesundheits- und Umweltschutzes. Lärm gilt als Stressor, der im Körper eine Stressreaktion auslöst und somit alle Organe im menschlichen Organismus in Alarmbereitschaft versetzt.

Dadurch erklären sich folgende physiologische Auswirkungen des Lärms im gesamten Körper [2]:

- **Überreizung des vegetativen Nervensystems:**
Neben der direkten Schädigung des Innenohres kann es zu Verengungen der Kapillaren, Herzfrequenzsteigerung und Bluthochdruck kommen. Weiters wurden Kreislaufveränderungen, Hemmung der Magen-Darm-Peristaltik, Erweiterung der Pupillen, erhöhter Muskelanspannung und zu einer Stoffwechselsteigerung in Gebieten mit starker Verkehrsbelastung festgestellt.
- **Schlafstörungen:**
Lärmreize bewirken Einschlafstörungen, Änderungen der Schlaftiefe, der Schlafrhythmik und der Schlafdauer. Die durch den Schlaf bewirkten Erholungsvorgänge werden gestört und führen zu Gesundheitsbeeinträchtigungen.
- **Psychologische Störungen:**
Reizbarkeit, Erregbarkeit, allgemeine Nervosität, Apathie, Geschwüre im Magen-Darm-Trakt, Störungen der Drüsenfunktion und einiges mehr.
- **Leistungsstörungen:**
Lärmbelästigung führt zu erheblichen Konzentrationsbeeinträchtigungen welche die Leistungsbereitschaft herabsetzt.
- **Zeitweise Hörverluste bis hin zu dauernden Hörschäden**

Derartige dauerhafte Beeinträchtigungen haben im Weiteren zwangsläufig

- soziale Auswirkungen
 - Anheben der Stimme, Lauterdrehen von Radio und Fernsehen, Abnahme der Verständlichkeit, Unterlassen von Kommunikation,
 - Veränderung der Nutzung von Wohnräumen, Terrassen, Balkonen und Gärten sowie des Lüftungsverhaltens,
 - Abnahme von Hilfsbereitschaft und häuslicher Geselligkeit, Ghettobildung
- sowie
- ökonomische Auswirkungen
 - Krankheitskosten und Berufsunfähigkeitsrente: Schwerhörigkeit ist die häufigste Berufskrankheit und zunehmende Kinder und Jugendkrankheit,
 - Kosten für Schlafmittel, Arzt,
 - Wertminderung von Grundstücken

Tabelle 2.1 zeigt Immissionsgrenzwerte und die dadurch entstehenden Belästigungen für den Organismus.

Immissionswerte am Tag im Freien ($L_{A,eq}$)	Gesundheitsrelevante Aspekte
55 dB	Grenzwert des vorbeugenden Gesundheitsschutzes
60 - 65 dB	Belästigungsreaktionen steigen stark an
65 - 70 dB	Übergangsbereich zur Gesundheitsgefährdung bei lang dauernder Einwirkung

Tabelle 2.1 Immissionsgrenzwerte [2]

2.2 Rechtslage und Lärmgrenzwerte

Die Europäische Union hat in den letzten Jahren zahlreiche Richtlinien erlassen, die die Lärmemissionen verschiedenster Maschinen behandeln und begrenzen.

Das **Grünbuch der Europäischen Kommission „Künftige Lärmschutzpolitik“** [45] sieht als Hauptziel einen höheren politischen Stellenwert der Thematik Lärmbekämpfung und schlägt ein umfassendes Maßnahmenprogramm vor. Dieses soll die bessere Erfassung der Lärmbelastung, die Verringerung des Straßenverkehrs, die Bekämpfung des Schienenverkehrs- und Fluglärms bis zur Kennzeichnung maschinenbezogener Geräuschemissionen beinhalten.

Im Fünften Umweltaktionsprogramm [45] wurden folgende Zielwerte, welche bis zum Jahr 2000 erreicht werden sollten, festgelegt:

- Durchschnittliche Belastung nicht über 65 dB(A)
- Ein Pegel von 85 dB(A) sollte zu keinem Zeitpunkt überschritten werden
- Die Lärmbelastung in ruhigen Gebieten sollte nicht über 55 dB(A) ansteigen

Die WHO (World Health Organisation) [45] schlägt einen durchschnittlichen Außengeräuschpegel von 55 dB(A) unter Tag vor.

In der österreichischen Gesetzgebung wird aufgrund fehlender Regulativa auf diesem Gebiet das Thema Lärm in mehreren verschiedenen lärmrelevanten Rechtsnormen abgehandelt, die sich mit der Lärmvorsorge, Lärmsanierung und Entschädigung Lärmgeschädigter beschäftigen.

Das **Kraftfahrzeuggesetz KFG** und die **Durchführungsverordnung KDV** regeln die Bauart der Fahrzeuge, deren Ausrüstung, sowie Überprüfungen und Pflichten der Lenker. In Anlehnung an die EU-Standards werden in der KDV auch Emissions-Grenzwerte in Form von A – bewerteten Schalldruckpegeln für die Betriebsgeräusche aller Fahrzeugtypen festgelegt. [45]

Die EG-Richtlinie 92/97/EWG (Emissionsschutz) zeigt die Entwicklung der Fahrgeräuschgrenzwerte gemäß den EG-Richtlinien seit dem Jahre 1970 (Abbildung 2.3). [45]

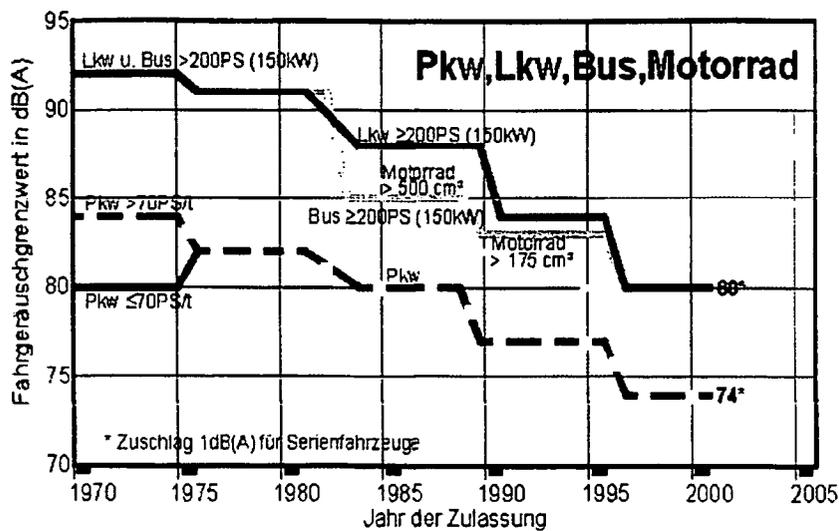


Abbildung 2.3 Fahrgeräuschgrenzwerte gemäß EG-Richtlinien in Abhängigkeit vom Jahr der Zulassung [2]

Das **Bundesstraßengesetz** regelt die Trassierung und die Nachbarrechte bei Bundesstrassenneubauten sowie die Erhaltung bestehender Strassen. Für das dicht verbaute Gebiet sieht dieses Regulativ förderungswürdige Maßnahmen, wie Lärmschutzfenster und Lärmschutztüren in Wohnungen an Bundesstraßen, vor. [45]

Die **Dienstanweisung betreffend Lärmschutz an Bundesstraßen (Immissionsschutz)** beschäftigt sich mit Lärmschutzmaßnahmen entlang von geplanten und bestehenden Straßen. In dieser Verfahrensanweisung werden Kriterien in Form von Immissionsgrenzwerten festgehalten, bei deren Überschreitung die Errichtung von Lärmschutzobjekten vorgesehen ist. [45]

In den **Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau – Lärmschutz (RVS)** wird von der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im österreichischen Ingenieur- und Architektenverein der Stand der Technik im Verkehrswesen dokumentiert und im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten (BMWA) Richtlinien für die Straßenverkehrslärberechnung ausgearbeitet, die dann durch Erlass des BMWA für verbindlich erklärt werden. [45]

Die **Straßenverkehrsordnung StVO** enthält Bestimmungen über verkehrslenkende und verkehrsberuhigende Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen, Nachtfahrverbot für LKWs, usw. [45].

Das **Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz UVP-G 2000** gilt bei der Festlegung und Umlegung von Bundesstrassen und sieht bei Vorhaben aller Art auch eine Prüfung der Umweltverträglichkeit hinsichtlich des Lärms vor.

Die **Umgebungslärmrichtlinie UL-RL 2002** verpflichtet alle EU-Mitgliedsstaaten zur Erstellung von Lärmkarten (siehe Straßenlärnkataster), welche Hilfestellung bei der Prioritätenreihung von Lärmschutzprojekten an österreichischen Bundes- und Landesstraßen leisten soll. [45]

Immissionsgrenzwerte werden in Dienstanweisungen der zuständigen Verwaltung festgelegt und dürfen nicht überschritten werden. [45]

Immissionsrichtwerte werden durch verschiedenste Normenwerke geregelt (z.B.: ÖN S 5021 [35]).

Basierend auf dem Bundesstraßengesetz wurde vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (BMWA) im Jahre 1999 eine überarbeitete Version der Dienstanweisung für Lärmschutz an Bundesstraßen herausgegeben. Diese hat eine Herabsetzung der Immissionsgrenzwerte zum Inhalt mit dem Ziel einer langfristigen Verringerung der Lärmbelastung durch den Straßenverkehr.

Die Immissionsgrenzwerte sind für bestehende und geplante Straßen identisch und betragen 60 dB für den Tag und 50 dB für die Nacht. Für geplante Straßen in besonders ruhigen Lagen, das sind Gebiete mit einem Fremdgeräuschepegel von weniger als 50 dB bei Tag und 40 dB bei Nacht, gelten Grenzwerte von 55 dB für den Tag und 45 dB für die Nacht.

Die Beurteilung von Straßenverkehrslärm hat ausschließlich auf der Basis physikalisch messbarer bzw. wissenschaftlich abgesicherter Größen zu erfolgen. Subjektive Einschätzungen sind dabei nicht in Rechnung zu stellen.

Erst bei Grenzwertüberschreitungen ist der Einsatz von entsprechenden Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen, soweit diese technisch durchführbar und im Hinblick auf den erzielbaren Zweck wirtschaftlich vertretbar sind. [45]

(Auszug aus der „Dienstanweisung – Lärmschutz an Bundesstraßen 1999“)

2.3 Lärmschutzmaßnahmen an Straßen

Die am häufigsten angewendeten Methoden zur Lärmverminderung entlang von stark befahrenen Straßenzügen bestehen darin, ein Hindernis zwischen Lärmquelle und betroffenem Objekt anzubringen. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten (Abbildung 2.4):

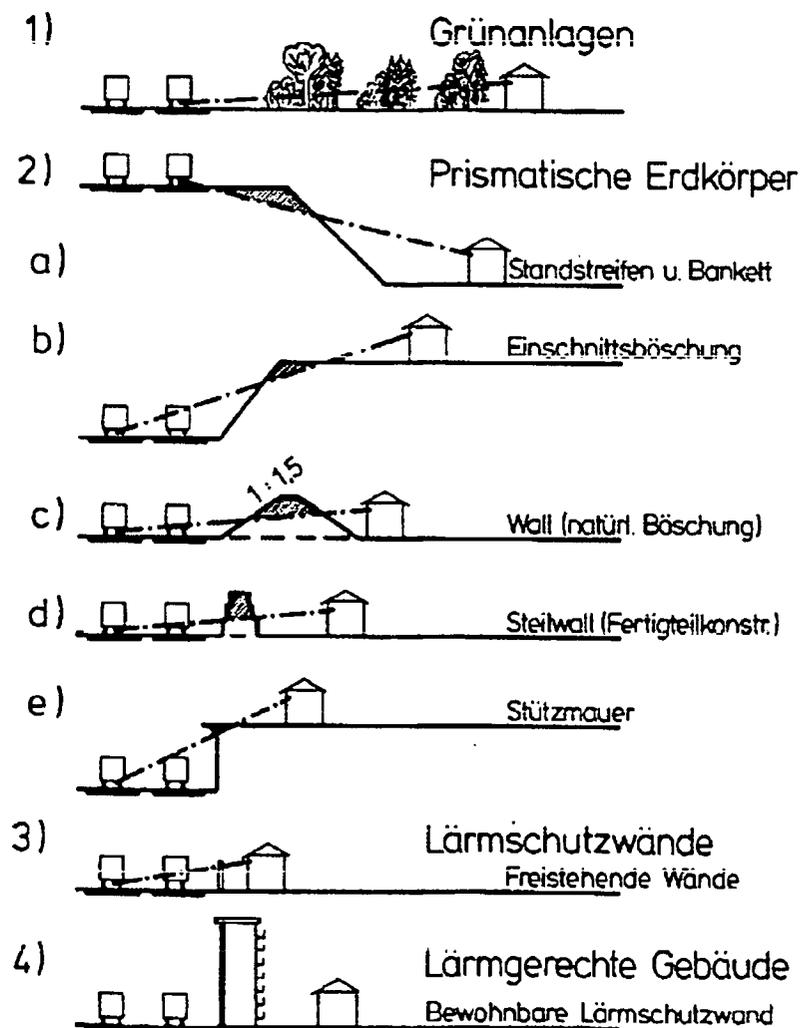


Abbildung 2.4 Platzbedarf verschiedener Schallschirme [7]

Da die Wirksamkeit derartiger Lärmschutzbauten in erster Linie von der Geometrie und der räumlichen Ausdehnung, aber auch vom verwendeten Baustoff abhängig ist, ergeben sich je nach Einsatzort spezielle Anforderungen an das Bauwerk.

2.3.1 Grüngürtel

Die wohl ökologischste und umweltfreundlichste Variante stellt eine Abschirmmaßnahme in Form eines Grüngürtels, bestehend aus verschiedensten Gehölzen und Bepflanzungen, dar. Dem psychologischen Effekt („grüner Eindruck“) des Autofahrers steht hierbei eine verminderte Schallschutzmaßnahme für den Anrainer gegenüber. Da wirksame Erfolge im Bezug auf die Verringerung der Lärmbelastung am Immissionsort aber erst ab Breiten von 50 m auftreten, mussten Lösungsvarianten gefunden werden, die Ökologie und Baumaßnahme, bei möglichst wenig Platzbedarf in Einklang bringen.

2.3.2 Lärmschutzwand

Unter dem Begriff Lärmschutzwand versteht man einen langen, schalldämmenden Baukörper, dessen Querschnittsform einem schmalen, stehenden Rechteck entspricht. Diese Bauform kommt vorwiegend in dicht verbauten Gebieten zum Einsatz, in denen es mehrere Gebäudegruppen zu schützen gilt (Abbildung 2.5) und es an ausreichend Platz und Baugrund mangelt, aber auch auf Straßen in hoher Dammlage und Brücken. Es sei erwähnt, dass der geringe Platz- und Baustoffbedarf für die Errichtung zwar den Eindruck einer kostengünstigen Variante vermittelt, verkehrspsychologisch aber den so genannten „Tunnelblick“ beim Autofahrer auslöst, was wiederum negative Auswirkungen auf den fließenden Verkehr haben kann.

Die Bemessung von Lärmschutzwänden erfolgt auf Grundlage der Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau – Lärmschutz (RVS 3.02 [41]) und zusätzlicher technischer Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV - Lsw 88).

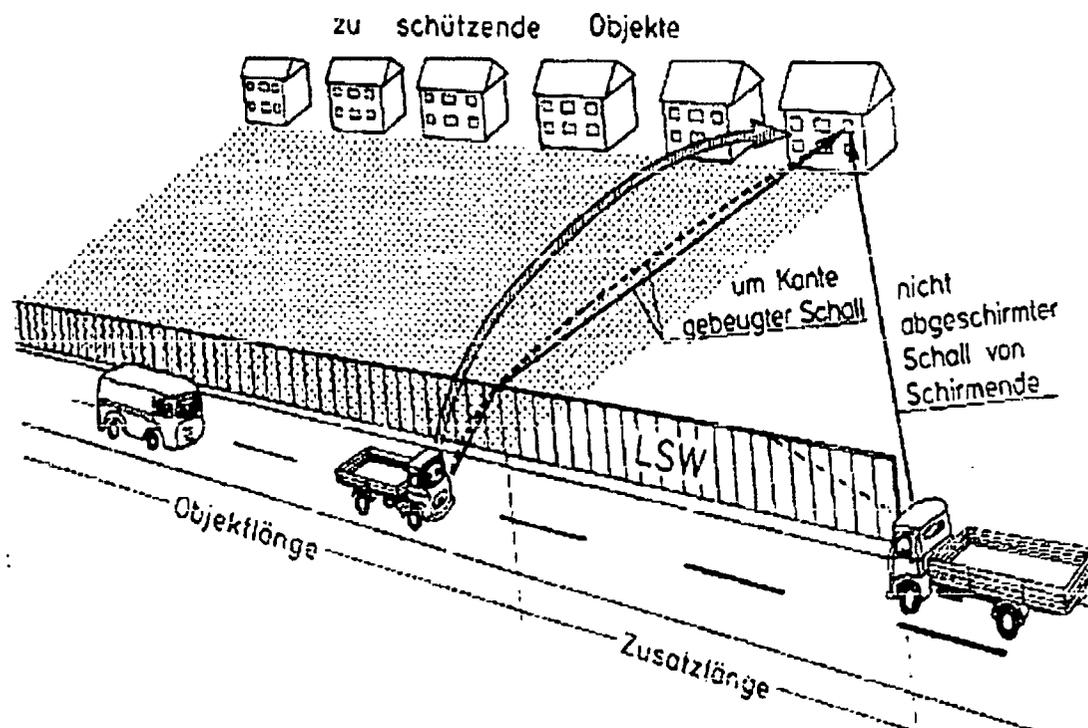


Abbildung 2.5 Anordnung einer Lärmschutzwand [7]

Als Dämmstoffe kommen Holz (Abbildung 2.7 bis Abbildung 2.10), Kunststoff, Dämmbeton (Abbildung 2.14) und Aluminium (Abbildung 2.11 bis Abbildung 2.13), sowie Einscheibensicherheitsglas bzw. Plexiglas (Abbildung 2.15 bis Abbildung 2.18) zur Anwendung. Lärmschutzwände können grob in reflektierende, absorbierende oder hoch absorbierende Wände unterteilt werden (Abbildung 2.6), wobei die Kosten mit zunehmendem Absorbierungsgrad steigen, die Lebensdauer jedoch abnimmt. In Fällen, in denen eine ausreichende Schalldämmung durch senkrechte Lärmschutzwände nicht bewerkstelligt werden kann, ist man dazu übergegangen, gebogene Lärmschutzwände zu errichten, oder die Straße über den gesamten Querschnitt einzuhausen.

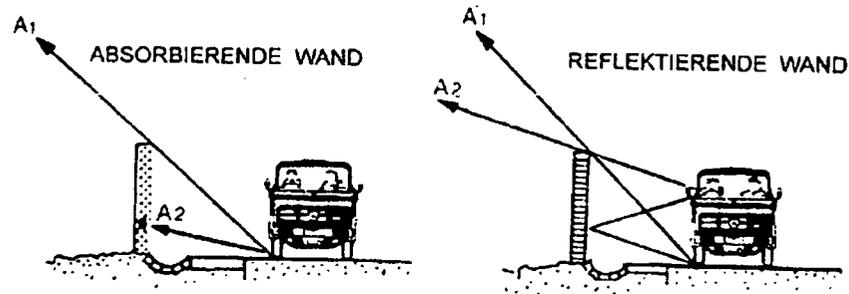


Abbildung 2.6 Anforderungen an Lärmschutzwände [7]

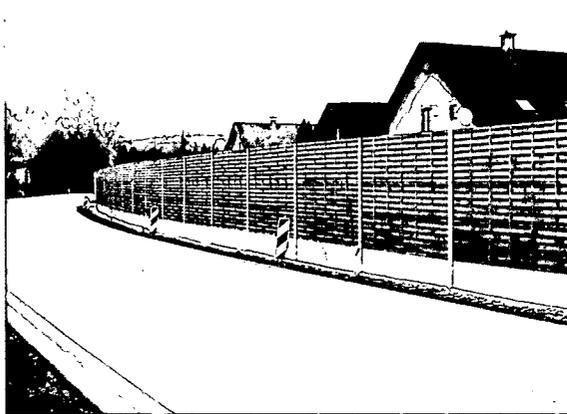


Abbildung 2.7 Holzwand [64]



Abbildung 2.8 Holzwand [64]



Abbildung 2.9 Holz- und Glaswand [64]



Abbildung 2.10 Holz- und Glaswand [64]



Abbildung 2.11 Aluwand [60]

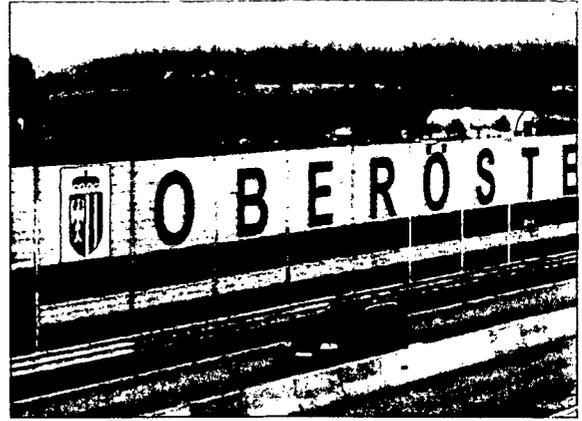


Abbildung 2.12 Aluwand [60]

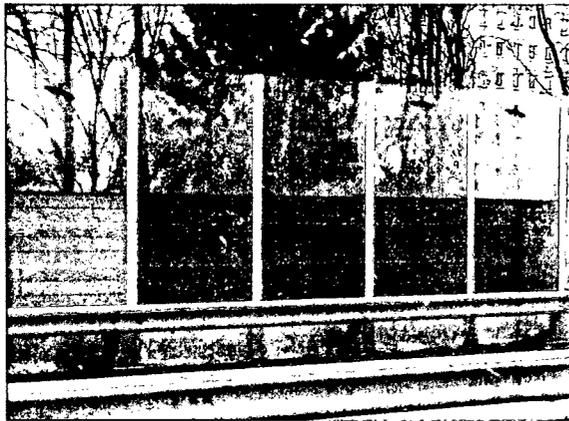


Abbildung 2.13 Glas- und Aluwand [61]



Abbildung 2.14 Dämmbeton [58]

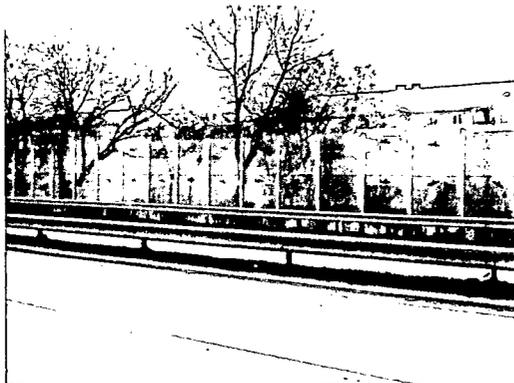


Abbildung 2.15 Glaswand [64]



Abbildung 2.16 Glaswand [64]

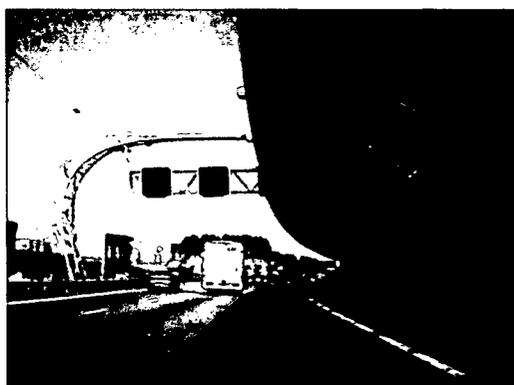


Abbildung 2.17 Glaswand [46]

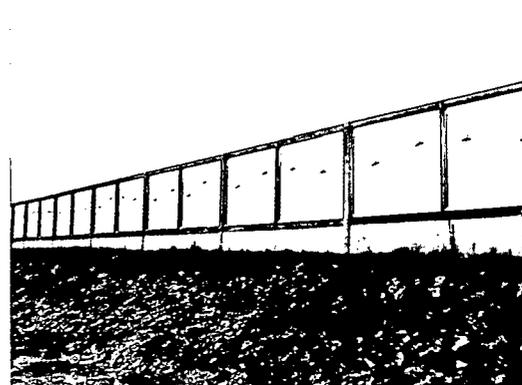


Abbildung 2.18 Glaswand [64]

2.3.3 Lärmschutzsteilwall

Lärmschutzsteilwälle werden als Verbundwandkonstruktion hergestellt, in der Tragwerkselemente und der sich dazwischen befindliche Boden statisch zusammenwirken. Die Tragwerksteile, bestehend aus den Materialien Holz, Beton (Abbildung 2.22 bis Abbildung 2.24) oder Stahlgittermatten (Abbildung 2.25), werden vor Ort auf vorbereiteten Untergrund zu kastenförmigen Raumgitterzellen zusammengebaut und mit nichtbindigem Boden verfüllt. Dem Vorteil des geringeren Platzbedarfes und der integrierten Bepflanzungsmöglichkeit steht eine sehr arbeits- und kostenintensive und wenig ressourcenschonende Bauart gegenüber, da Tragwerksteile oft über weitere Strecken antransportiert werden müssen und zusätzlich eine eigene Gründung erforderlich ist (Abbildung 2.19 bis Abbildung 2.21).

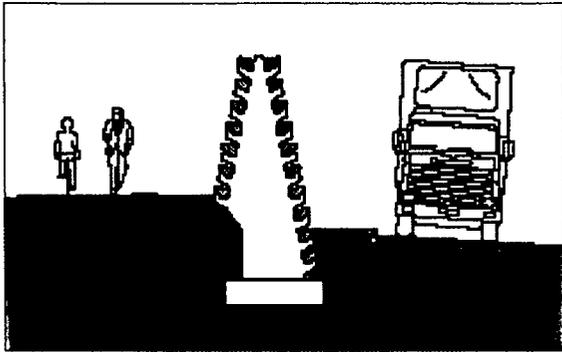


Abbildung 2.19 Raumgitterkonstruktion [58]

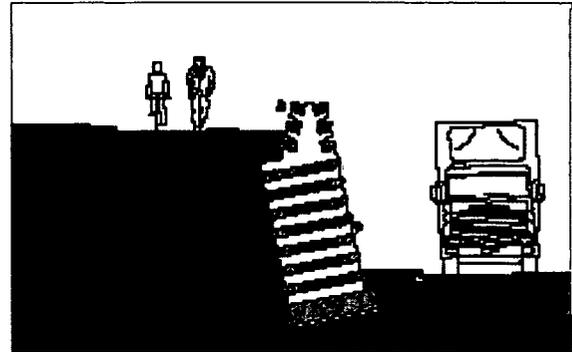


Abbildung 2.20 Raumgitterkonstruktion [58]

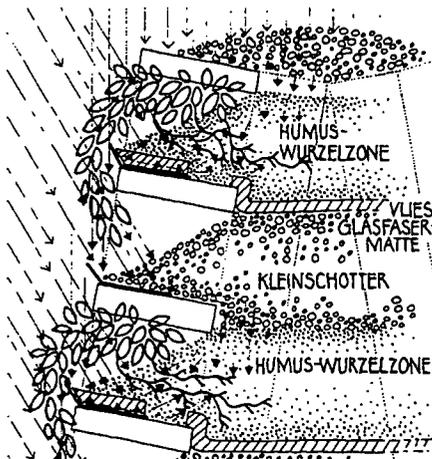


Abbildung 2.21 Raumgitterkonstruktion [59]



Abbildung 2.22 Raumgitterkonstruktion [58]



Abbildung 2.23 Raumgitterkonstruktion [58]

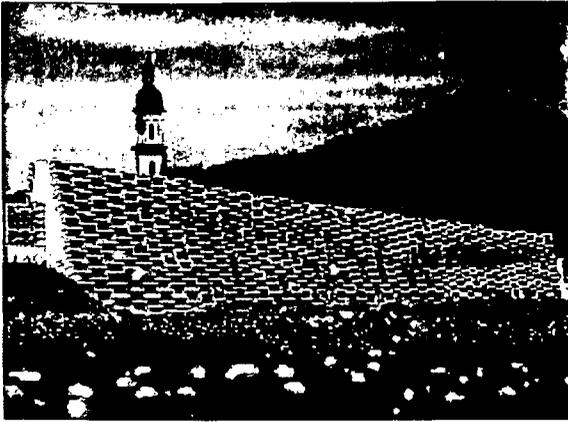


Abbildung 2.24 Raumgitterkonstruktion [58]

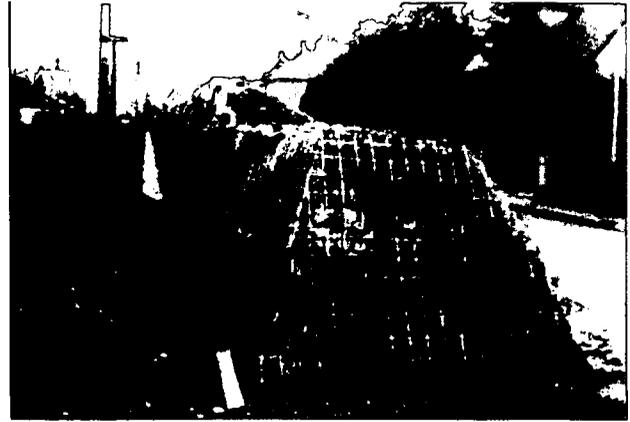


Abbildung 2.25 Raumgitterkonstruktion [62]

2.3.4 Geschütteter Erdwall

Geschütteten Erdwällen ist aus landschaftsgestalterischen Gründen immer dann der Vorzug zu geben, wenn aufgrund von naturräumlichen Gegebenheiten genügend Platz vorhanden ist (Abbildung 2.26). Erdwälle lassen sich kostengünstig errichten, gut in das Landschaftsbild einfügen und so bepflanzen, dass sie neben ihrer eigentlichen Lärmschutzfunktion auch einen Gewinn für die Ökologie darstellen. Der Nachteil dieser Bauart gegenüber einer schlanken Lärmschutzwand bzw. eines Steilwalls besteht in einer großen Grundfläche, die sich durch flache Böschungsneigungen (2:3) bei gleicher Dammhöhe und Kronenbreite ergibt (Abbildung 2.27 und Abbildung 2.28).

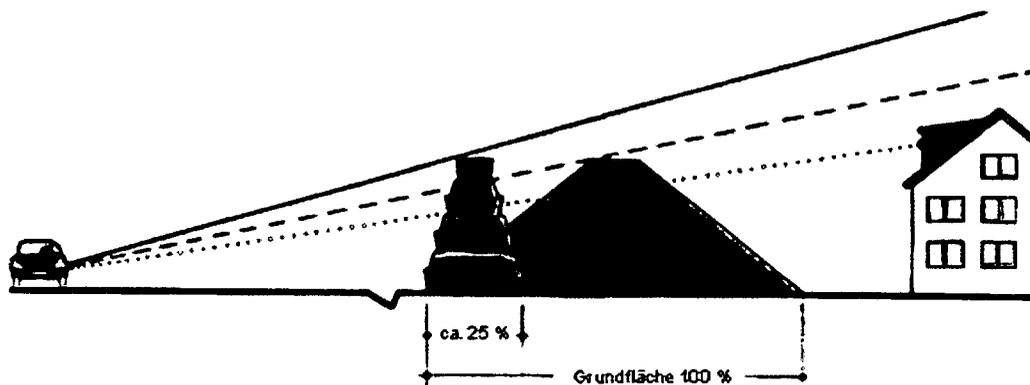


Abbildung 2.26 Gegenüberstellung Platzbedarf Steilwall und geschütteter Erddamm [7]



Abbildung 2.27 Erddamm [64]



Abbildung 2.28 Erddamm [64]

Der kurze Überblick zeigt die Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten von den zurzeit am häufigsten verwendeten Lärmschutzmaßnahmen samt deren Vor- und Nachteilen auf. Mit dem Hintergedanken eine ressourcenschonende, umweltfreundliche und kostengünstige Alternative zu planen, die alle positiven Eigenschaften der oben angeführten konstruktiven Maßnahmen trägt, wurde das Forschungsprojekt „Begrünte Lärmschutzsteilwälle aus Kunststoff- und Recyclingprodukten“ in das Leben gerufen. Durch die Zusammenarbeit der Universität für Bodenkultur mit Partnern aus der Bauwirtschaft wurde versucht, standhafte, konkurrenzfähige, den Anforderungen entsprechende Systeme zu entwickeln, zu planen und zu testen.

3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden rechtliche Grundlagen, abfallwirtschaftliche Überlegungen, die Förderung mineralischer Rohstoffe sowie Baustoffrecycling im Bezug auf die Anwendung von Baurestmassen, im speziellen Recycleprodukte aus mineralischen Hochbaurestmassen (RMH), betrachtet.

3.1 Rechtliche Grundlagen

Diese Betrachtung der rechtlichen Grundlagen bezieht sich auf die Verwendung des RMH-Materials als Baustoff in der Testkonstruktion in abfallrechtlicher sowie wasserrechtlicher Hinsicht.

3.1.1 Abfallwirtschaftsgesetz AWG

In § 1 Abs. 1 definiert das Abfallwirtschaftsgesetz [20] die Ziele. Im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit sind die schädlichen oder nachteiligen Einwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanzen und deren Umwelt so gering wie möglich zu halten. Die Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen soll so gering wie möglich gehalten werden. Ressourcen sollen geschont werden, bei der stofflichen Verwertung von Abfällen oder die daraus entstehenden Stoffe sollen kein höheres Gefährdungspotential aufweisen als ihre Primärstoffe. Weiters sollen nur solche Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung keine Gefährdung für nachfolgende Generationen darstellt.

Insbesondere die Punkte Ressourcenschonung und stoffliche Verwertung stellen im gegenständigen Projekt wichtige Aspekte dar, und werden durch die Verwendung des Sekundärrohstoffes RMH als Baustoff der Testkonstruktion erfüllt (siehe Punkt 4.2).

In § 1 Abs. 2 werden die Grundsätze Abfallvermeidung, Abfallverwertung und Abfallbeseitigung definiert.

§ 1 Abs. 2 Ziffer 2 regelt die Abfallverwertung. Die Abfälle sind zu verwerten, soweit es ökologisch zweckmäßig und technisch möglich ist, die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig hoch sind und ein Markt für die neu gewonnenen Stoffe oder Energien vorhanden ist oder geschaffen werden kann.

§ 16 Abs. 7 enthält weitere Regelungen zur Abfallverwertung von Abfällen die im Zuge von Bautätigkeiten anfallen. Für solche Abfälle gilt nach Ziffer 1: verwertbare Materialien sind einer Verwertung zuzuführen, sofern dies ökologisch zweckmäßig und technisch möglich ist und dies nicht mit unverhältnismäßigen Kosten verbunden ist. Nach Ziffer 2 gilt, nicht verwertbare Abfälle sind einer Behandlung im Sinne des § 1 Abs. 2 Z 3 zuzuführen.

Bei den Kosten der Verwertung können die Kosten des Altlastensanierungsbeitrages sowie der Verkaufserlös der Recyclingprodukte gegengerechnet werden. Der ökologische Aspekt wird in diesem Projekt durch Sickerwasseranalysen (siehe Punkt 5.4.2), sowie einer Feststoffanalyse der Baumaterialien (RMH Lieferung 1 und 2, des für die Substratherstellung verwendeten Humus und der Substratmischung 20%) berücksichtigt (siehe Punkt 5.4.1). Eine Betrachtung im Bezug auf „neue Märkte“ ist in Punkt 3.3 zu sehen.

§ 2 Abs. 1 definiert den Begriff Abfall, die Abfallgruppen werden in Anhang 1 explizit aufgelistet. Abs. 5 beschreibt „Abfallbehandlung“ als die in Anhang 2 explizit angeführten Verwertungs- und Beseitigungsverfahren.

§ 5 Abs. 2: Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft wird ermächtigt, in Übereinstimmung mit den Zielen und Grundsätzen der Abfallwirtschaft, unter Wahrung der öffentlichen Interessen (§ 1 Abs. 3) und unter Bedachtnahme auf die Vorgaben des Bundes-Abfallwirtschaftsplans mit Verordnung abweichend zu Abs. 1 festzulegen, unter welchen Voraussetzungen, zu welchem Zeitpunkt und für welchen Verwendungszweck bei bestimmten Abfällen die Abfalleigenschaft endet. Eine derartige Verordnung ist nur zu erlassen, wenn:

- die Sache üblicherweise für diesen bestimmten Verwendungszweck eingesetzt wird,
- ein Markt dafür existiert,
- Qualitätskriterien, welche die abfallspezifischen Schadstoffe berücksichtigen insbesondere in Form von technischen oder rechtlichen Normen oder anerkannten Qualitätsrichtlinien und,
- keine höhere Umweltbelastung und kein höheres Umweltrisiko von dieser Sache ausgeht als bei einem vergleichbaren Primärrohstoff oder einem vergleichbaren Produkt aus Primärrohstoff.

Somit ist im gegenständigen Projekt des Schüttmaterial nicht mehr als Abfall zu betrachten, sondern als ein Sekundärrohstoff.

In § 14 Abs. 3 wird eine Trennung bestimmter Stoffe ab einer festzulegenden Mengenschwelle vorgeschrieben, welchem mit der Verordnung Bauschutt [25] Rechnung getragen wird.

In § 17 wird der Abfallbesitzer verpflichtet, getrennt für jedes Kalenderjahr, fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib von Abfällen zu führen. Hier werden detaillierte Angaben über die Aufzeichnungen gemacht, bzw. wer keiner Aufzeichnungspflicht unterliegt, diese Regelung wird durch die Abfallnachweisverordnung [16] erfüllt.

Des Weiteren sind die Abfallwirtschaftsgesetze der einzelnen Bundesländer zu beachten.

3.1.2 Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallende Materialien BauMV

Das Abfallwirtschaftsgesetz [20] schreibt in § 14 Abs. 3 eine Trennung bestimmter Stoffe, ab einer festzulegenden Mengenschwelle (siehe Tabelle 3.1), vor welchem mit der Verordnung über die Trennung von Bauabfällen [25] Rechnung getragen wird.

In § 1 Abs. 1 der Verordnung werden die Mengenschwellen von Stoffgruppen angeführt, nach deren Überschreitung der Verursacher von Bauarbeiten diese zu trennen hat.

Die Stoffgruppen sind so zu trennen, dass eine Verwertung der Einzelnen möglich ist (§ 1 Abs. 2).

Diese Stoffgruppen sind grundsätzlich zu verwerten, außer es ist technisch nicht machbar oder mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden, dann sind diese Stoffe einer Behandlung zuzuführen (§ 3).

Tabelle 3.1 zeigt Mengenschwellen von Stoffgruppen.

Stoffgruppen	Mengenschwellen [t]
Bodenaushub	20
Betonabbruch	20
Asphaltaufruch	5
Holzabfälle	5
Metallabfälle	2
Kunststoffabfälle	2
Baustellenabfälle	10
mineralischer Bauschutt	40

Tabelle 3.1 Mengenschwellen (V Bauschutt, 1991) [25]

3.1.3 Deponieverordnung DepV

In § 2 werden im Sinne der Deponieverordnung [21] Begriffe festgelegt. Ziffer 4 definiert Baurestmassen als ein Gemenge von bei Bau- oder Abbrucharbeiten anfallenden Materialien, wie insbesondere Bodenaushub, Betonabbruch, Asphaltaufruch und mineralischen Bauschutt.

§ 3 legt im Sinne der Verordnung die Deponietypen Bodenaushubdeponie, Baurestmassendeponie, Reststoffdeponie und Massenabfalldeponie fest.

In § 4 Abs. 1 wird die Bodenaushubdeponie beschrieben als Deponie, in der die Ablagerung von Inertabfällen zulässig ist, die den Anforderungen der Tabellen 1 und 2 der Anlage 1 entsprechen, ausgenommen verfestigte Abfälle, Asbestabfälle und Asbestzementprodukte.

In Abs. 2 wird die Baurestmassendeponie beschrieben als Deponie, in der die Ablagerung von Inertabfällen zulässig ist, die zumindest den Anforderungen der Tabellen 3 und 4 der Anlage 1 entsprechen, sowie Baurestmassen gemäß Anlage 2.

§ 27 Abs. 1 beschreibt die erforderlichen Kontroll- und Folgemaßnahmen während des Betriebs und nach Stilllegung der Deponie. In Abs. 2 wird geregelt, dass das gesammelte Deponiesickerwasser mengenmäßig zu erfassen, regelmäßig zu beproben und zu analysieren ist.

Anlage A1 Tabelle 1-4, und Anlage A2 Tabelle 1 sind im Anhang 1.1, Seite 1ff dargestellt.

3.1.4 Altlastensanierungsgesetz AISAG

Das Altlastensanierungsgesetz [19] definiert als Ziel die Finanzierung der Sicherung und Sanierung von Altlasten (§1). Das Gesetz schreibt einen Altlastensanierungsbeitrag unter anderem vor für das mehr als einjährige Lagern von Abfällen zur Beseitigung oder das mehr als dreijährige Lagern von Abfällen zur Verwertung (§ 3 Abs. 1 lit. b) und das Verfüllen von Geländeunebenheiten (§ 3 Abs. 1 Z 1 lit. c). § 3 Abs. 1 lit. c gilt auch für Bodenaushubmaterial (§ 3 Abs.1 Z 4), Erdaushub (§ 3 Abs.1 Z 5) und mineralische Baurestmassen (§ 3 Abs.1 Z 6).

Für Abfälle die keiner Wiederverwertung zugeführt werden, ist ein Altlastensanierungsbeitrag zu entrichten.

Bei der Verwendung von recyceltem Material, wie bei dem vorhandenem Projekt, kann der Altlastensanierungsbetrag eingespart werden.

Tabelle 3.2 zeigt den zu entrichtenden Altlastensanierungsbeitrag je angelieferter Tonne.

Material	Beitrag ab 1.1.2006 [€/to]
Erdaushub und Baurestmassen (gem. Anlage 2 Deponie V, 1996)	7,20
Mineralische Abfälle (TOC<3% und Kriterien gem. Anlage 1, Tabelle 3 und 4 Deponie V, 1996 eingehalten)	21,80
alle übrigen Abfälle	87,00

Tabelle 3.2 Altlastensanierungsbeitrag je angefangener Tonne (AISAG, 1989) [19]

3.1.5 Abfallnachweisverordnung

Die Abfallnachweis V [16] (§ 1 Abs. 1) regelt die Aufzeichnungs-, Melde- und Nachweispflicht der Abfall(Altöl)besitzer im Sinne des AWG [20]. Die Verordnung gilt nicht für private Haushalte und vergleichbare Einrichtungen (§ 1 Abs. 2). Die Verordnung regelt unter anderem die Allgemeine Aufzeichnungspflicht (§ 2), die vereinfachte Aufzeichnungspflicht (§ 3), die Meldepflicht für Abfallersterzeuger betreffend gefährliche Abfälle (§ 4) und das Begleitscheinsystem für gefährliche Abfälle und deren Handhabung (§ 5, 6).

3.1.6 Abfallverzeichnisverordnung

Die Abfallverzeichnis V [17] ersetzt seit 1.1.2005 die Festsetzungs V [22] und den Abfallkatalog der ÖNORM S 2100 [33].

Durch diese Verordnung wird das Europäische Abfallverzeichnis [24] (§ 6 Z 3 bis 6) in österreichisches Recht umgesetzt (§ 1 Abs. 1). Die Verordnung regelt die Auflistung von Abfallarten in einem Abfallverzeichnis (Anlage 2), die Festlegung welche Abfälle als gefährlich gelten, die Festlegung eines Abfallcodes für jede Abfallart und die Angabe von Kriterien für die Zuordnung (Anlage 1) von Abfällen zu einem Abfallcode (§ 1 Abs. 1, Ziffer 1 bis 4). Anlage 4 beinhaltet die Untersuchungen für die Zuordnung zu einer Abfallart, wenn diese erforderlich sind.

In Anlage 1 werden die Zuordnungskriterien und die Hierarchie des Abfallcodes beschrieben. In Anlage 2 sind alle Abfallarten die explizit einem Abfallcode zugewiesen sind aufgelistet. Hierbei werden der Abfallcode (sechsstellig), die Spezifizierung (nach entsprechenden Zuordnungsregeln), die Kennzeichnung als gefährlichen Abfall mit „g“ und die Abfallbezeichnung aufgeführt.

In Anlage 4 werden Probenahme, Abfallaufbereitung, Abfallbeurteilung und die Aufschluss- und Auslaugmethoden mit Verweisen zu den entsprechenden Normen angeführt.

Durch die Zuordnung (eventuell durch Feststoffanalysen) eines Abfallcodes, kann eine Aussage über die Qualität des Abfalls getroffen werden. Daraus ist erkennbar ob der Abfall einer Wiederverwertung zugeführt werden kann.

3.1.7 Verordnung Mobile Anlagen zur Behandlung von Abfällen

Gemäß § 52 AWG [20] sind unter anderem Brechanlagen für mineralische Baurestmassen als genehmigungspflichtige mobile Behandlungsanlagen zu genehmigen (§ 1 Z 4). Unter diese Anlagen fallen Brechanlagen für Bauschutt und/oder Brandschutt (keine Baustellenabfälle), Straßenaufbruch, Betonabbruch, Bauschutt und/oder Brandschutt mit schädlichen Verunreinigungen, Gleisschotter und Asphalt bzw. Bitumen.

Voraussetzung für eine Genehmigung sind gemäß § 43 Abs. 1 AWG [20] keine Gefährdung für Leben und Gesundheit des Menschen, Emissionsbegrenzung, keine unzumutbare Belästigung der Nachbarn, Abfallverwertung nach dem Stand der Technik.

Eine genehmigte mobile Behandlungsanlage gemäß § 52 Abs. 1 berechtigt den Inhaber, die Anlage auf dem in Betracht kommenden Standort längstens sechs Monate aufzustellen und zu betreiben (§ 53 Abs. 1 AWG [20]). Für eine längere Nutzung ist eine Genehmigung für ortsfeste Behandlungsanlagen gemäß § 37 AWG [20]) einzuholen.

Anlagen unterliegen nur dann einer Genehmigungspflicht, wenn Abfälle damit behandelt werden. Abbruchmaterial, das durch eine mobile Behandlungsanlage behandelt und unmittelbar wieder eingesetzt wird, wie es im gegenständigen Projekt der Fall ist, ist kein Abfall (Mineralischer Bauschutt).

3.1.8 Wasserrechtsgesetz WRG

Das Wasserrechtsgesetz [27] § 32. (1) besagt, Einwirkungen auf Gewässer, die unmittelbar oder mittelbar deren Beschaffenheit (§ 30 Abs. 3) beeinträchtigen, sind nur nach wasserrechtlicher Bewilligung zulässig. Bloß geringfügige Einwirkungen, insbesondere der Gemeingebrauch (§ 8) sowie die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung (Abs. 8), gelten bis zum Beweis des Gegenteils nicht als Beeinträchtigung. (2) Nach Maßgabe des Abs. 1c) bedürfen einer Bewilligung insbesondere Maßnahmen, die zur Folge haben, dass durch Eindringen (Versickern) von Stoffen in den Boden das Grundwasser verunreinigt wird.

§ 33 f regelt Reinhaltungspflicht, Emissionsbegrenzung für Abwasserinhaltsstoffe, Immissionsbeschränkung und Gewässerschutz. Hier werden nur die Grundsätze festgelegt, explizit angeführte Anforderungen enthalten weiter Verordnungen wie etwa die Grundwasserschwellenwertverordnung [23].

3.1.9 Grundwasserschwellenverordnung GSwV

Die Grundwasserschwellenverordnung GSw V [23] regelt die in § 33 f WRG [27] (Reinhaltungspflicht, Emissionsbegrenzung für Abwasserinhaltsstoffe, Immissionsbeschränkung, Gewässerschutz) nicht explizit angeführten Anforderungen an die Grundwasserqualität.

Die GSw V [23] definiert in § 1 Begriffe wie Grundwasser, Grundwassergüte und Schwellenwert. In § 2 Abs. 1 wird auf Anlage A verwiesen, wo die entsprechenden Grundwasserinhaltsstoffe mit den dazugehörigen Schwellenwerten angeführt sind. Weiters wird auf Anlage B verwiesen, die zu den einzelnen Parametern die Normen der Analysemethoden auflistet.

Die im gegenständigen Projekt durchgeführten Sickerwasseranalysen bezog sich nicht explizit auf die Grenzwerte dieser Verordnung sondern auf die Grenzwerte der Allgemeine Abwasseremissionsverordnung. Würde als Grundlage für die Bewertung der Schadstoffinhaltsstoffe der Sickerwasseranalysen diese Verordnung herangezogen, könnten einzelne Parameter nicht eingehalten werden. (Somit würde ebenfalls aufgezeigt, dass nach Punkt 3.1.8 eine unmittelbare Beeinträchtigung gegeben wäre.)

3.1.10 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung AAEV

Die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung [15] regelt in § 1 Abs. 1 den Geltungsbereich von einzuleitendem Wasser in Fließgewässer oder öffentliche Kanalisationen. In Ziffer 3 wird Niederschlagswasser, mit welchem Schadstoffe von der Landoberfläche eines Einzugsgebietes in ein Gewässer abgeschwemmt werden, die überwiegend durch menschliche Tätigkeiten in diesem Einzugsgebiet entstanden sind, dieser Verordnung zugeordnet. Weiters wird in Ziffer 5 Sickerwasser aus Abfalldeponien dem Geltungsbereich der Verordnung zugewiesen.

§ 4 regelt die Begrenzung von Abwasseremissionen und deren Anwendungsbereich, die Emissionsbegrenzungen gemäß § 4 werden in Anlage A aufgelistet.

§ 4 Abs. 2 listet explizit Abwasser aus Herkunftsbereichen auf, für welches die Emissionsbegrenzungen der Anlage A nicht gelten, da diese in gesonderten Verordnungen (Abs. 3) festgelegt werden. Ziffer 12.1 führt in diesem Zusammenhang Sickerwasser aus Abfalldeponien an, hier werden die Grenzwerte in der AAEV Deponie, 2003 [18] festgelegt.

Anlage A1-3 sind im Anhang 1.2, Seite 6ff dargestellt.

3.2 Abfallwirtschaftliche Überlegungen

3.2.1 Bundesabfallwirtschaftsplan

Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erlässt in einem Abstand von längstens fünf Jahren den Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP) [48], basierend auf der Aufforderung der Europäischen Union durch die Richtlinie über Abfälle (91/156/EWG) [37], um eine Erläuterung der Kriterien für die Zuordnung von Behandlungsverfahren für Abfälle und eine Festlegung von Behandlungsgrundsätzen für Abfallströme höherer Umweltrelevanz zu erhalten.

Alle für Österreich abfallrelevanten Daten werden im BAWP zusammengefasst, der im Jahr 1992 erstmals erschienen ist, und danach in den Jahren 1995, 1998 und 2001. Zum heutigen Tag liegt der Entwurf des BAWP 06 (Bestandsaufnahme, Bezugsjahr 2004) vor, auf den in weiterer Folge Bezug genommen wird. Die gültige Fassung ist bis längstens Ende Juni 2006 zu veröffentlichen.

Grundlage für die Bestandsaufnahme sind jene in Folge beschriebenen Daten und Informationen, die bis zum Herbst 2005 im Umweltbundesamt eingelangt sind. [48]

- statistischen Erhebungen
 - des Bundes (Gewässerschutzberichte, Veterinärberichte, Grüne Berichte, ...);
 - der Ämter der Landesregierungen (Landes-Abfallwirtschaftspläne, Landes-Abfallwirtschaftsberichte, ...);
 - einzelner Abfallwirtschaftsverbände;
- aus Unterlagen der österreichischen Verwaltung,
 - Unterlagen aus Verwaltungsverfahren zur Genehmigung von Anlagen oder aus der Kontrolle von Abfallströmen liefern wesentliche Informationen über die Betriebsweise und technische Ausstattung von Anlagen sowie über deren genehmigten Kapazitäten;
- aus fachlichen Studien, die zur Lösung einzelner abfallwirtschaftlicher Fragestellungen erarbeitet wurden,
- von der Wirtschaftskammer Österreich (WKÖ),
- von fachlichen Institutionen (z.B. dem Baustoff Recycling Verband (BRV), dem Österreichischen Holzforschungsinstitut, der Vereinigung österreichischer Entsorgungsbetriebe (VOEB), der Statistik Austria, ...),
- von Betreibern von Anlagen zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen (Abfallwirtschaftskonzepte, Meldungen gemäß § 29 Absatz 2 Deponieverordnung sowie persönliche Angaben von Betreibern),
- von den Branchenrecyclinggesellschaften (BRG) und der Altstoff Recycling Austria AG (ARA) (Jahresberichte, gesonderte Veröffentlichungen,...),
- aus den vom Umweltbundesamt geführten Datenbanken.

3.2.2 Abfallmengen aus dem Entwurf des BAWP 2006

Das gesamt jährliche Abfallaufkommen in Österreich beläuft auf nicht ganz 54 Mio. Tonnen. [48]

Tabelle 3.3 zeigt das bundesweite Aufkommen an Abfällen im Jahr 2004, gegliedert nach Abfallgruppen gemäß ÖNORM S2100 [33], Angaben in Tonnen (Primär- und Sekundärabfälle).

Gruppenbezeichnung gemäß ÖNORM S 2100 (2005)	Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen	Altstoffe aus Gewerbe und Industrie	Aushubmaterialien	Abfälle aus dem Bauwesen	ausgewählte Sekundärabfälle	Übrige Abfälle	Aufkommen Gesamt
11 Nahrungs- und Genussmittelabfälle					77.000	759.000	836.000
12 Abfälle pflanzlicher und tierischer Fetterzeugnisse					28.000	271.000	299.000
13 Abfälle aus der Tierhaltung und Schlachtung						331.000	331.000
14 Häute und Lederabfälle						119.000	119.000
17 Holzabfälle	121.300	320.000				5.080.700	5.522.000
18 Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle	601.000	756.000			63.000	123.000	1.543.000
19 Andere Abfälle aus der Verarbeitung und Veredelung tierischer und pflanzlicher Produkte						302.000	302.000
31 Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)	191.000	61.000	21.848.000	5.508.000	1.373.000	4.615.000	33.596.000
35 Metallabfälle	131.000	1.124.000				677.000	1.932.000
39 Andere Abfälle mineralischen Ursprungs sowie Abfälle von Veredelungsprodukten						10.000	10.000
51 Oxide, Hydroxide, Salzsäure						144.000	144.000
52 Abfälle von Säuren, Laugen, Konzentraten						69.000	69.000
53 Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie von pharmazeutischen Erzeugnissen und Desinfektionsmitteln						2.000	2.000
54 Abfälle von Mineralöl- und Kohleveredlungsprodukten			152.000			323.000	475.000
55 Abfälle von organischen Lösemitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen, Kitten und Harzen						76.000	76.000
57 Kunststoff- und Gummiabfälle					108.000	518.000	624.000
58 Textilabfälle (Natur- und Chemiefaserprodukte)	23.000	12.500				11.500	47.000
59 Andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte						26.000	26.000
91 Feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle	2.292.400	37.000		1.100.000	360.000	2.127.000	5.916.000
92 Abfälle zur biologischen Verwertung						606.000	606.000
94 Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässeremutzung						1.907.000	1.907.000
95 Flüssige Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen						26.000	26.000
97 Abfälle aus dem medizinischen Bereich						61.000	61.000
Problemstoffe, Sonstige Altstoffe aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen	59.000						59.000
Gesamt gerundet	3,4 Mio	2,3 Mio	22 Mio	6,6 Mio	2,0 Mio	18 Mio	54 Mio

Tabelle 3.3 Bundesweites Abfallaufkommen im Jahr 2004, gegliedert nach Abfallgruppen gemäß ÖNORM S 2100, Angaben in Tonnen (Primär- und Sekundärabfälle) [48]

Abbildung 3.1 zeigt die prozentuelle Verteilung der Abfallgruppen.

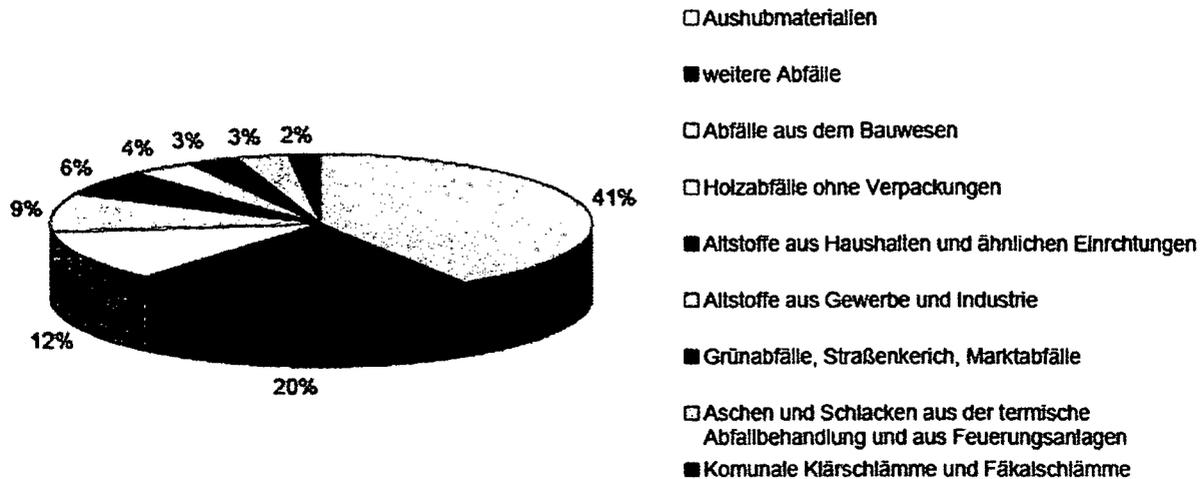


Abbildung 3.1 prozentuelle Verteilung der Abfallgruppen [48]

Gegenüber dem letzten Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2001 (Bezugsjahr 1999) ist das gesamte Abfallaufkommen um rund 5 Millionen Tonnen angestiegen und beläuft sich unter Berücksichtigung der Aushubmaterialien von rund 22 Millionen Tonnen auf nicht ganz über 54 Millionen Tonnen pro Jahr (Bezugsjahr 2004). Grundsätzlich ist anzumerken, dass sich das Gesamtaufkommen von rd. 54 Millionen Tonnen nicht nur aus primär angefallenen Abfällen zusammensetzt, sondern auch (Sekundär-)Abfälle hinzugerechnet werden, die aus der Behandlung von Primärabfällen resultieren (z.B. Schlacken und Aschen aus der Verbrennung von Restmüll, Tiermehl und Tierfett aus der Behandlung von tierischen Nebenprodukten).

Das gesamte Aufkommen an Primärabfällen beläuft sich auf rd. 52 Millionen Tonnen. [48]

Wesentliche Zu- und Abnahmen des Abfallaufkommens gegenüber dem letzten Bundesabfallwirtschaftsplan zeigen sich in folgenden Bereichen: [48]

- Aushubmaterialien (größter Anteil von derzeit rund 41 % am Gesamtabfallaufkommen) sind um weitere 2 Millionen Tonnen angestiegen. Ausschlaggebend dafür ist in erster Linie die vermehrte Bautätigkeit bei den Österreichischen Bundesbahnen.
- Das Aufkommen an Baurestmassen, Baustellenabfällen und Gleisschotter hat sich um rund 900.000 Tonnen verringert. Da das Aufkommen von der Entwicklung des Tief- und Hochbaus abhängig ist, sind die Angaben jährlich unterschiedlich und nicht exakt prognostizierbar.
- Zunahme um rd. 59 % bzw. um rd. 628.000 Tonnen bei „Schlacken und Aschen, Flugaschen und -stäube aus der thermischen Abfallbehandlung und aus Feuerungsanlagen“ auf Grund der Inbetriebnahme zusätzlicher Abfallverbrennungsanlagen. Die Erhöhung ist begründet durch eine konstant steigende Einbringung von Abfällen sowie von heizwertreichen Materialien in Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen.
- Das Aufkommen an Holzabfällen ist insgesamt um rund 1,5 Millionen Tonnen angestiegen. Gründe dafür sind verbesserte getrennte Sammlungen (Gewerbe und Industrie / Kommunale Abfälle) sowie vermehrter Holzeinschlag und Holzproduktion.
- Weiterer Anstieg des Abfallaufkommens aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen um über 10 % innerhalb von 5 Jahren.
- Verbesserte Sammelergebnisse bei der getrennten Erfassung einiger Altstoffarten (biogene Abfälle, Holz, Papier) sowie bei Problemstoffen.
- Rückgang des Aufkommens der Abfälle aus „Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässeremutzung“ um rd. 400.000 Tonnen. Wesentlicher Grund dafür ist der Anstieg des Anschlussgrades der österreichischen Bevölkerung

an das öffentliche Kanalnetz und der damit geringere Anfall von Fäkalschlamm aus Senkgruben.

- Mit rd. 1,1 Millionen Tonnen ist der Anteil an gefährlichen Abfällen, die in Anlagen für gefährliche Abfälle behandelt wurden, gleich geblieben.

Abbildung 3.2 zeigt den Verlauf des Gesamtaufkommens des Abfalls von den Jahren 1992 bis 2006.

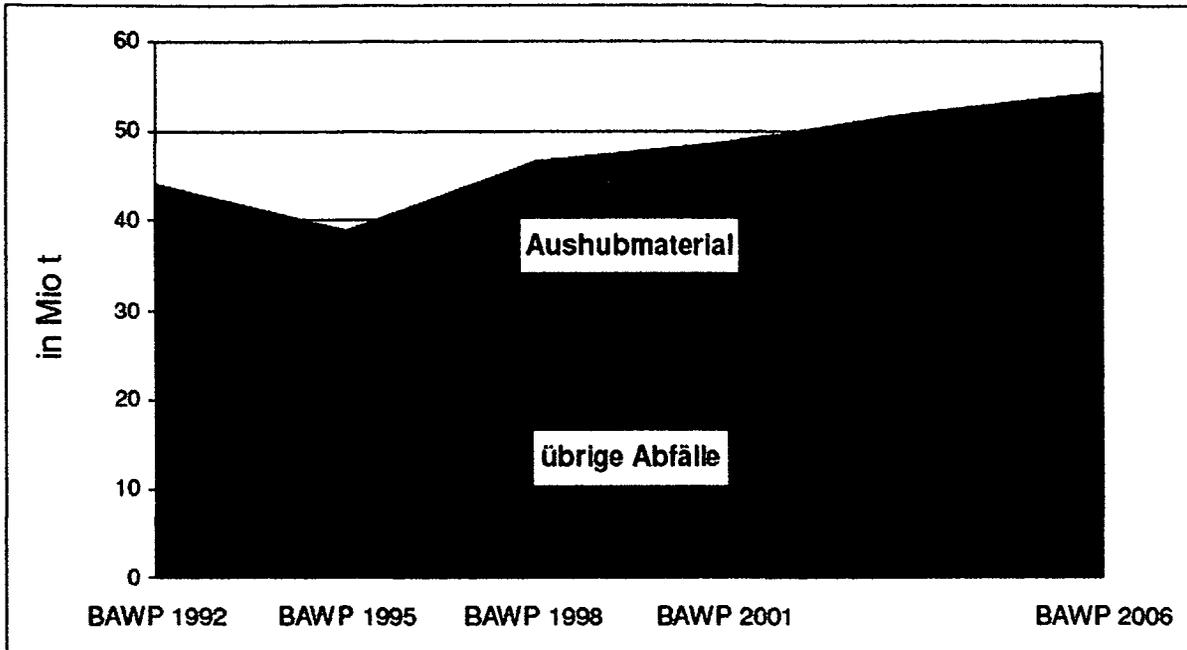


Abbildung 3.2 Verlauf des Gesamtabfallaufkommens in den Jahren 1992 – 2006 [48]

3.2.2.1 Bodenaushub

Aktuelle Abfallanalysen

Abfallanalysen werden im Einzelfall unter Berücksichtigung der Herkunft bzw. bei vermuteter Kontaminierung der Aushubmaterialien durchgeführt. Sollten diese Untersuchungen eine Verunreinigung zeigen, so wird dieser Abfall den Abfallströmen „Ölverunreinigte Böden“/ „Sonstige verunreinigte Böden“/ „Bauschutt und/oder Brandschutt mit schädlichen Verunreinigungen“ zugeordnet und ist nicht mehr Teil der Abfallart „Aushubmaterialien“. [48]

Das Aufkommen an Aushubmaterialien (siehe Abbildung 3.3) betrug im Jahr 2004 rund 22 Millionen Tonnen. Diese Fraktionen beinhalten nur den zu Geländekorrekturen eingesetzten oder auf Deponien verbrachten Anteil. Jene Massen, die für konkrete Baumaßnahmen im Nahbereich des Aushubs zum Zwecke des Massenausgleiches verwendet werden, sind nicht enthalten. [48]

Das Aufkommen dieser Abfälle ist abhängig von der Entwicklung des Tiefbaus in Österreich. Abfälle aus diesen Vorhaben sind somit jährlich variabel und nicht prognostizierbar. [48]

Zusammensetzung [48]

Aushubmaterial besteht überwiegend aus mineralischen Bestandteilen. Unbelastete Fraktionen können in reiner Form oder als Gemisch von Einzelchargen bestehen, beispielsweise aus Schotter, Kiesen, Sanden, Felsbruch, Erden, Humus, Lehm usw. [48]

Aushubmaterialien können aber auch natürliche Verunreinigungen wie Wurzelreste oder Holzstücke oder anthropogene Verunreinigungen wie Teile von Rohren, Leitungen, Fundamenten u. a. enthalten. [48]

Definition und Herkunft

Erdaushub: Erdaushub ist der Überbegriff und umfasst jedes Material, das durch Ausheben oder Abräumen anfällt und zum überwiegenden Anteil aus Boden oder Erde besteht. Erdaushub umfasst somit sowohl Bodenaushubmaterial als auch sonstigen Erdaushub (d.h. Erdaushub, der nicht natürlich gewachsenen Boden darstellt, oder die Bestandteile betragen über 5 Vol % oder die Verunreinigung mit organischen Bestandteilen sind nicht nur geringfügig). [48]

Bodenaushubmaterial: Bodenaushubmaterial ist ein Material, dass durch Ausheben oder Abräumen von im Wesentlichen natürlich gewachsenem Boden oder Untergrund – auch nach Umlagerung - anfällt, sofern der Anteil an bodenfremden Bestandteilen, z.B. mineralische Baurestmassen, nicht mehr als 5 Vol % beträgt und keine mehr als geringfügigen Verunreinigungen, insbesondere mit organischen Abfällen, vorliegen; die bodenfremden Bestandteile müssen bereits vor dem Aushub im Boden oder Untergrund vorhanden sein. [48]

Bodenaushub: Bodenaushub ist ein Material, dass in Wesentlichen den Definitionen des Bodenaushubmaterial entspricht, folgende ergänzende Definition betreffend Herkunft wird getroffen: Bodenaushub ist ein Material, das durch Ausheben oder Abräumen von im Wesentlichen natürlich gewachsenem Boden oder Untergrund einer Standorteinheit – auch nach Umlagerung - anfällt, sofern der Anteil an bodenfremden Bestandteilen, z.B. mineralische Baurestmassen, nicht mehr als 5 Vol % beträgt und keine mehr als geringfügigen Verunreinigungen, insbesondere mit organischen Abfällen, vorliegen; die bodenfremden Bestandteile müssen bereits vor dem Aushub im Boden vorhanden sein. [48]

Technisches Schüttmaterial: nicht gefährliches Aushubmaterial von bautechnischen Schichten wie Rollierung, Frostkoffer, Drainageschicht - das ist Material, das nicht von im Wesentlichen natürlich gewachsenen Boden oder Untergrund stammt, sondern entsprechend technischen Anforderungen wie z.B. einer bestimmten Sieblinie hergestellt wurde. [48]

Abfallarten nach ÖNORM S2100 (ausgegeben am 1.10.2005) [33]

SN 31411 29 „Bodenaushub“; Bodenaushubmaterial mit Hintergrundbelastung [48]

SN 31411 30 „Bodenaushub“; Klasse A1; eine Zuordnung zur Spezifizierung 30 - und somit die detaillierteren Untersuchungen hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der „Klasse A1“ - ist nur erforderlich für die Verwertung in landwirtschaftlichen Rekultivierungsschichten [48]

SN 31411 31 „Bodenaushub“; Klasse A2; allgemeine Verwertungskategorie - bei Einhaltung der Anforderungen der „Klasse A2“ kann der Bodenaushub für Verfüllungen und nichtlandwirtschaftliche Rekultivierungsschichten verwendet werden [48]

SN 31411 32 „Bodenaushub“; Klasse A2G; eine Zuordnung zur Spezifizierung 32 - und somit die Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen der „Klasse A2G“ - ist nur erforderlich für die Verwertung im Grundwasserschwankungsbereich. [48]

SN 31411 33 „Bodenaushub“; Baurestmassenqualität; Erdaushub einschließlich Bodenaushubmaterial. „Baurestmassenqualität“ liegt dann vor, wenn sowohl die Anforderungen einer Deponie für Inertabfälle gemäß der Richtlinie 1999/31/EG über Abfalldeponien [36], als auch die Anforderungen einer Baurestmassendeponie gemäß Deponie Verordnung [21] eingehalten werden. [48]

SN 31411 34 „Bodenaushub“; technisches Schüttmaterial, das weniger als 5 Vol% bodenfremde Bestandteile enthält. [48]

SN 31411 35 „Bodenaushub“; technisches Schüttmaterial, ab 5 Vol% bodenfremder Bestandteile. [48]

SN 31423 36 „ölverunreinigte Böden“; Bodenaushubmaterial sowie ausgehobenes Schüttmaterial, KW-verunreinigt, nicht gefährlich - Erdaushub einschließlich Bodenaushubmaterial sowie ausgehobenes Schüttmaterial, das zur Ablagerung auf Massenabfall- oder Reststoffdeponien geeignet ist. [48]

SN 31424 37 „sonstige verunreinigte Böden“; Bodenaushubmaterial sowie ausgehobenes Schüttmaterial, sonstig verunreinigt, nicht gefährlich - Erdaushub einschließlich Bodenaushubmaterial sowie ausgehobenes Schüttmaterial, das zur Ablagerung auf Massenabfall- oder Reststoffdeponien geeignet ist. [48]



Abbildung 3.3 Aushubmaterial [9]

Im Einzelnen stellt sich das Aufkommen von Aushubmaterialien nach den Angaben des Bundesabfallwirtschaftsplanes wie folgt dar: [48]

Schlüsselnummer	Abfallbezeichnung gemäß ÖNORM S 2100 (2005)	Spezifizierung	Aufkommen [kg]
31411 29	Bodenaushub	Bodenaushub mit Hintergrundbelastung	21.135.000
31411 33	Bodenaushub	Baurestmassenqualität	37.000
31411 34	Bodenaushub	technisches Schüttmaterial, das weniger als 5 Vol.% bodenfremde Bestandteile enthält	10.000
31423 36	ölverunreinigter Boden	Bodenaushubmaterial sowie ausgehobenes Schüttmaterial KW- Verunreinigt nicht gefährlich	183.000
31424 37	Sonstige verunreinigte Böden	Bodenaushubmaterial sowie ausgehobenes Schüttmaterial sonstig verunreinigt nicht gefährlich	483.000
54504 88	rohölverunreinigtes Erdreich, Aushub und Abbruchmaterial	ausgestuft	152.000
Gesamt gerundet			22 Mio. [t]

Tabelle 3.4 Abfallaufkommen Bodenaushub in Mio. Tonnen [48]

3.2.2.1.2 Baurestmassen und Baustellenabfälle

Das Aufkommen an Abfällen aus dem Bauwesen ist abhängig von der Entwicklung des Tief- und Hochbaus in Österreich. Die Abfälle aus diesen Vorhaben sind somit jährlich variabel und nicht exakt prognostizierbar. Das Aufkommen an Abfällen aus dem Bauwesen betrug im Jahr 2004 rund 6,6 Millionen Tonnen. [48]

Zu den Baurestmassen zählen: [9]

- Betonabbruch aus armierten oder nicht armierten hydraulisch gebundenen festen mineralischen Stoffen der bei Abbrucharbeiten von Hoch- und Tiefbauten gewonnen wird.
Beispiel: Fertigteile, Betondecken, Beton- Stahlbetonabbruch
- Straßenaufbruch (siehe Abbildung 3.5) aus bituminös oder hydraulisch gebundenen festen mineralischen Stoffen der überwiegend bei Abbrucharbeiten im Tiefbau/ Straßenaufbruch gewonnen wird.
Beispiel: bituminös gebundene Tragschicht
- Mineralischer Bauschutt (siehe Abbildung 3.4) aus festen mineralischen Stoffen der überwiegend bei Abbrucharbeiten in Hochbau gewonnen wird.
Beispiel: Dachziegel, Ziegelmauerwerk, Fliesen, Gasbeton
- Asbestzement und Asbestzementstäube die bei Abbrucharbeiten von Hochbauten gewonnen werden.
- Gleisschotter der bei der Demontage von Gleisanlagen gewonnen wird.

Im Einzelnen stellt sich das Aufkommen dieser Fraktionen wie folgt dar: [48]

Schlüsselnummer	Abfallbezeichnung gemäß ÖNORM S 2100 (2005)	Spezifizierung	Aufkommen [kg]
31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)		2.450.000
31409 18	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	nur Mischungen aus ausgewählten Abfällen aus Bau- und Abrissmaßnahmen	52.000
31410	Straßenaufbruch		1.200.000
31412 31413	Asbestzement Asbestzementstäube		11.400
31427	Betonabbruch		1.300.000
31427 17	Betonabbruch	nur Mischungen aus ausgewählten Abfällen aus Bau- und Abrissmaßnahmen	52.000
31437 88	Asbestzement Asbestzementstäube	ausgestuft	1.300
31467	Gleisschotter		440.000
91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)		1.100.000
Gesamt gerundet			6,6 Mio. [t]

Tabelle 3.5 Abfallaufkommen Baurestmassen und Baustellenabfälle in Mio. Tonnen [48]

Abbildung 3.4 und Abbildung 3.5 zeigen Mineralischer Bauschutt sowie Straßenaufbruch vor der Aufbereitung.



Abbildung 3.4 Mineralischer Bauschutt [9]



Abbildung 3.5 Straßenaufbruch [9]

3.3 Förderung mineralischer Rohstoffe

Abbildung 3.6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Förderung mineralischen Rohstoffen in den Jahren 1983 – 2003. Die Summe der mineralischen Rohstoffe wird aus Erzen (Eisenerz, Wolframerz, Blei, Kupfer, Zink, Antimonerz), Salz, Industriemineraie (Gips, Anhydrit, Grafit, Kaolin, Talk, Magnesit), Tone, Natursteine (inkl. Zement und Kalkrohstoffe) sowie Sand und Kies gebildet [52].

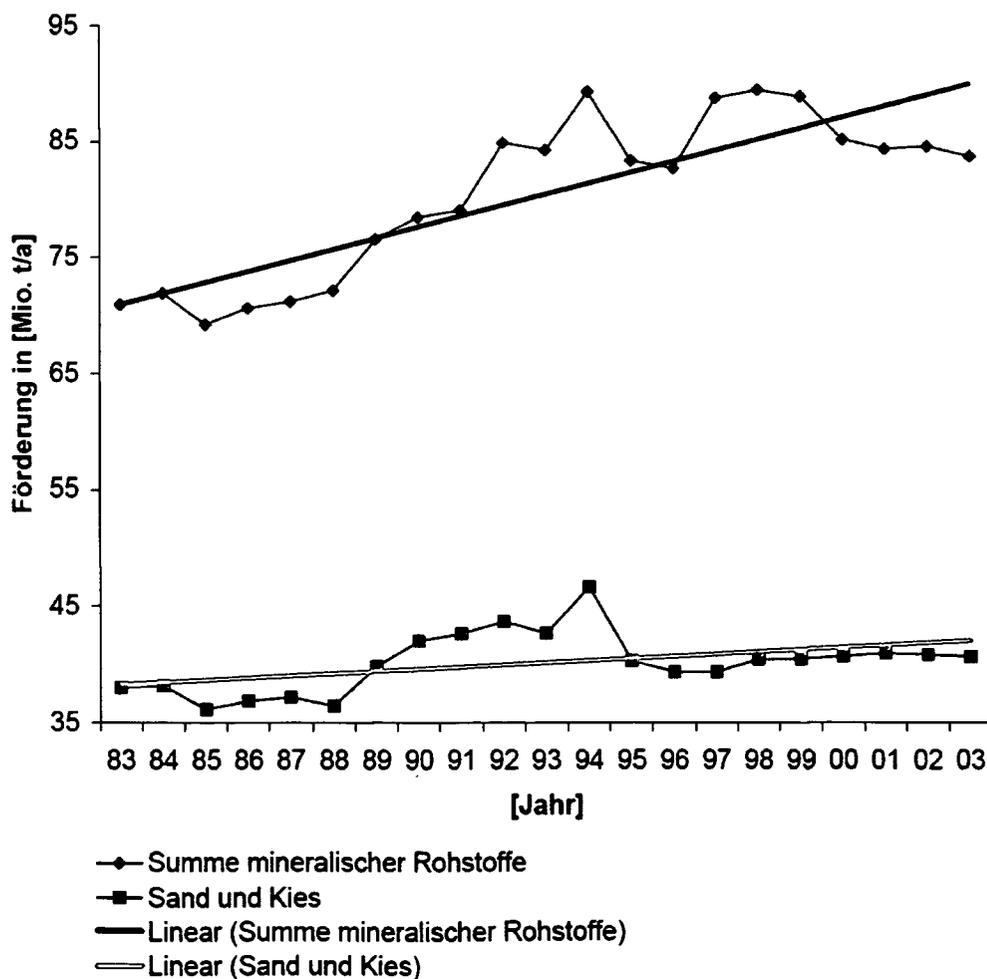


Abbildung 3.6 zeitlicher Verlauf der Förderung mineralischer Rohstoffe von 1983 – 2003 [52]

Hierbei wird in

- Demolierung: Abbruch ohne besondere Berücksichtigung der Trennung nach Stoffen.
- Demontage: Auseinandernehmen von Konstruktionsteilen durch Lösen von Verbindungen oder Abtrennen von Bauteilen.
- Rückbau: Abbruch mit besonderer Berücksichtigung der Trennung der Stoffe.

unterschieden. [8]

3.4.2 Baustoffe

„Mineralische Primärbaustoffe“ sind mineralische Materialien die für die Erstellung von Bauwerken erstmals eingesetzt werden. [8]

„Mineralische Sekundärrohstoffe“ sind mineralische Materialien die für die Erstellung von Bauwerken wiederverwendet/ wiederverwertet werden, wie etwa Baurestmassen. [8]

„Baurestmassen“ ist ein Überbegriff für jene Abfälle die bei Bautätigkeiten jeglicher Art anfallen ausgenommen Aushub (siehe Punkt 3.2.2.1.2). [8]

3.4.3 Wiederaufbereitung von Baurestmassen

Es ist auf eine sortenreine Gewinnung zu achten, um eine spätere Aussortierung von Verunreinigungen (Holz, Metalle, Humus, Kunststoffen etc.) zu verhindern. Der fachgerechte Rückbau stellt für die nachfolgende Wiederaufbereitung idealste Grundvoraussetzungen dar. [8]

Die Wiederaufbereitung des gewonnenen Materials erfolgt mit: [8]

- ortsfesten Brechern und Fräsmaschinen (siehe Abbildung 3.8 und Abbildung 3.9)
- mobilen Brechern und Fräsmaschinen (Abbildung 3.10 und Abbildung 3.11)

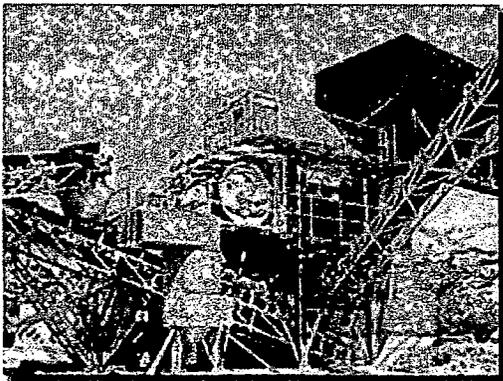


Abbildung 3.8 ortsfester Vorbrecher I [53]



Abbildung 3.9 ortsfester Nachbrecher II [53]



Abbildung 3.10 mobiler Brecher I [61]

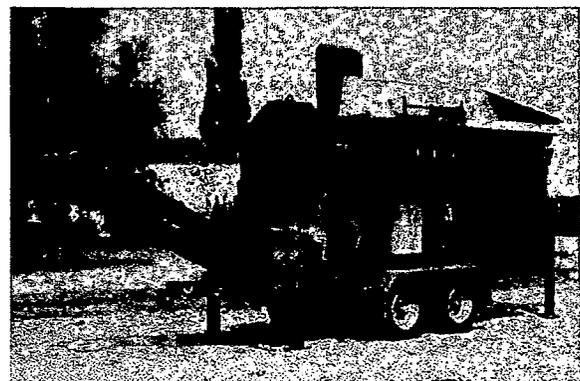


Abbildung 3.11 mobiler Brecher II [47]

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent and reliable data collection processes to ensure the validity of the results.

3. The third part of the document describes the different types of data that are collected and how they are used to inform decision-making. It notes that a combination of quantitative and qualitative data is often used to provide a comprehensive view of the organization's performance.

4. The fourth part of the document discusses the challenges and limitations of data collection and analysis. It acknowledges that there are often obstacles to obtaining complete and accurate data, and that the analysis of this data can be complex and time-consuming.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key findings and conclusions of the study. It emphasizes that the data collected and analyzed has provided valuable insights into the organization's operations and performance, and that these insights can be used to inform future decision-making and strategic planning.

6. The sixth part of the document discusses the implications of the findings and conclusions for the organization. It notes that the data collected and analyzed has identified areas of strength and weakness, and that these findings can be used to develop strategies to improve the organization's performance and efficiency.

7. The seventh part of the document provides a final summary and conclusion. It reiterates the importance of maintaining accurate records and using data to inform decision-making, and notes that the findings and conclusions of the study provide a solid foundation for future research and analysis.

8. The eighth part of the document discusses the future directions of the research. It notes that there are still many areas that need to be explored, and that future research should focus on developing more effective methods and tools for data collection and analysis.

9. The ninth part of the document provides a final summary and conclusion. It reiterates the importance of maintaining accurate records and using data to inform decision-making, and notes that the findings and conclusions of the study provide a solid foundation for future research and analysis.

10. The tenth part of the document discusses the future directions of the research. It notes that there are still many areas that need to be explored, and that future research should focus on developing more effective methods and tools for data collection and analysis.

11. The eleventh part of the document provides a final summary and conclusion. It reiterates the importance of maintaining accurate records and using data to inform decision-making, and notes that the findings and conclusions of the study provide a solid foundation for future research and analysis.

3.4.4 Der Österreichische Baustoff Recyclingverband

Der Österreichische Baustoff-Recyclingverband [51] ist eine freiwillige Vereinigung nationaler Unternehmen im Bereich des Baustoffrecyclings, dieser wurde 1990 gegründet. Die heutige Mitgliederzahl beläuft sich auf über 60 Unternehmen.

Von den in Österreich beim Abbruch von Hoch- und Tiefbauten anfallenden Baurestmassen werden von den Betrieben des Österreichischen Baustoff-Recyclingverband heute etwa 80% einer Verwertung zugeführt und die restlichen 20% deponiert, wobei in den letzten Jahren ein Anstieg der Recyclingquote zu verzeichnen ist (1995 wurden vergleichsweise 45% der Baurestmassen einer Verwertung zugeführt). So kann wertvoller Deponieraum eingespart und natürliche Rohstoffressourcen geschont werden. [51]

3.4.4.1 Gründe für Baustoffrecycling

Folgende Gründe sprechen für Baustoffrecycling: [51]

- Gesetzeskonformheit des Baustoffrecyclings
- Altlastensanierungsbeiträge sind höher als das Übernahmeentgelt für Baurestmassen
- höhere Qualität des recycelten Materials gegenüber Primärstoffen
- Recyclingprodukte sind durch Eigen- und Fremdüberwachung gütegeschützte Qualitätswaren
- ein in Österreich flächendeckendes Netzwerk an Recyclinganlagen stellt die Aufbereitung und Versorgung mit Baustoffrecyclingprodukten sicher
- sparen von wertvollen Deponieraums durch den Einsatz von wiederaufbereiteten Baurestmassen
- Schonung der natürlich begrenzten Rohstoffe
- vielseitiger Einsatz der Recyclingbaustoffe in weiten Bereichen des Hoch-, Tief- und Ingenieurbaus
- aktiver Beitrag zum Umweltschutz, durch direkte Entlastung der Umwelt

3.4.4.2 Verwertung von Baurestmassen

Vom Österreichischen Baustoffrecycling Verband werden zur Herstellung von Recycling-Baustoffen Hochbaurestmassen und Asphalt- Betonabbruch verwertet, und nach eigenen Angaben folgende Produkte hergestellt. [51]

3.4.4.2.1 Verwertung von Hochbaurestmassen

Ziegelbruch RZ

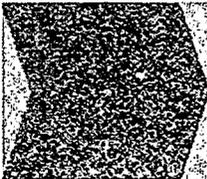
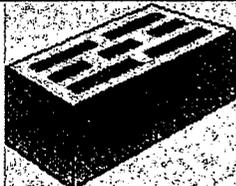
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Ziegelproduktion, Abbruch	recyclierter Ziegelsand, recyclierter Ziegelsplitt, (vorwiegend Ziegel)	Zuschlagstoff für die Produktion von Mauerwerksteinen, Beton und Leichtbeton, Stabilisierungen, Drainageschichten, Füllungen, Schüttungen
		

Tabelle 3.6 Recyclingmaterial Ziegelbruch RZ [51]

Hochbau-/ Ziegelbruch RHZ

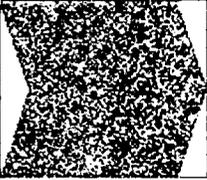
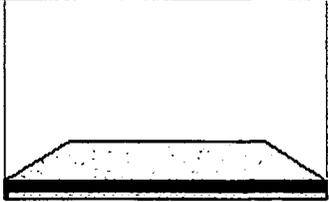
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Wohnbau und Hochbauabbruch	recycelter Hochbauziegelsand recycelter Hochbauziegelsplitt (Ziegel über 33%, mit z.B. Betonanteil)	Zuschlagstoff für die Produktion von Mauerwerk- steinen, Beton und Leichtbeton; Stabilisierungen, Füllungen Schüttungen, Estriche
		

Tabelle 3.7 Recyclingmaterial Hochbau-/Ziegelbruch RHZ [51]

Hochbauabbruch RH

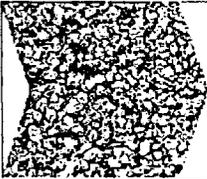
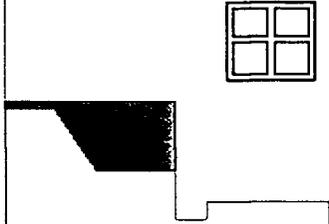
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Industriebauabbruch und allg. Hochbau- abbruch	recycelter Hochbausand recycelter Hochbausplitt (Ziegel unter 33% mit z.B. Betonanteil)	stabilisierte Schüttungen, stabilisierte Künettenverfüllungen, Bauwerkshinterfüllungen, Sportplatzbau
		

Tabelle 3.8 Recyclingmaterial Hochbauabbruch RH [51]

Mineralische Hochbaurestmassen RMH

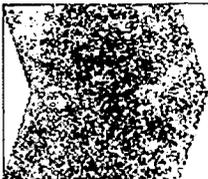
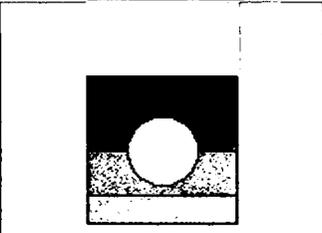
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Industriebauabbruch und allg. Hochbau- abbruch	Mineralische Hochbaurestmassen (Beton, Ziegel, natürliches Gestein)	Künettenverfüllungen, Hinterfüllungen Schüttungen, Sportplatzbau-Drainage
		

Tabelle 3.9 Recyclingmaterial Hochbaurestmassen RMH [51]

Recycling-Sand RS

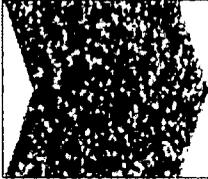
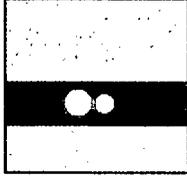
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Industriebau- und allg. Hochbauabbruch	Recycling-Sand	die Bettung von Energie- und Fernmeldekabeln (Kabelsand) von Leitungsrohren, z.B. von Kanal-, Gas-, Wasserleitungsrohren, sowie für weitere Infrastruktureinrichtungen
		

Tabelle 3.10 Recyclingmaterial Recycling-Sand RS [51]

3.4.4.2 Verwertung von Asphalt- / Betonabbruch

Asphaltaufbruch RA

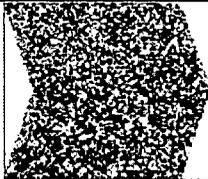
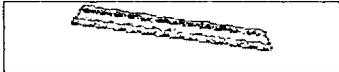
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Straßenbau	recyciertes gebrochenes Asphaltgranulat (vorwiegend Asphalt)	ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, gebundene Tragschichten, landwirtschaftlicher Wegebau, Zuschlagstoff für Asphaltproduktion
		

Tabelle 3.11 Recyclingmaterial Asphaltaufbruch RA [51]

Betonabbruch RB

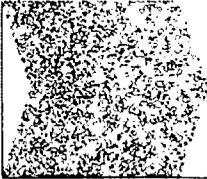
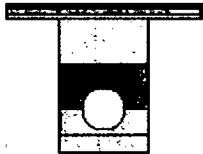
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Straßenbau, Brückenbau, Industriebau	recyciertes gebrochenes Betongranulat (vorwiegend Beton)	ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, zementgebundene Tragschichten, landwirtschaftlicher Wegebau, Zuschlagstoff für Betonproduktion, hochwertiges Künettenfüllmaterial, Drainageschichten
		

Tabelle 3.12 Recyclingmaterial Betonabbruch RB [51]

Asphalt- /Betonabbruch RAB

Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Straßenbau, Parkplätze, Brückenbau	recycliertes gebrochenes Asphalt-/Beton- Mischgranulat (Asphalt und Beton)	ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, gebundene Tragschichten, landwirtschaftlicher Wegebau
		

Tabelle 3.13 Recyclingmaterial Asphalt-/Betonabbruch RAB [51]

Mineralische Restmasse RM

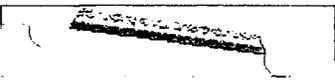
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Straßenbau	recycliertes gebrochenes Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürlichem Gestein	ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, gebundene Tragschichten
		

Tabelle 3.14 Recyclingmaterial Mineralische Restmassen RM [51]

Fließfähiges, Selbstverdichtendes Künnettenfüllmaterial RFM

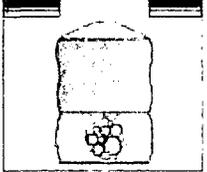
Herkunft	Bestandteile	Qualitätsbaustoff für
Industriebau- u. Allg. Hochbauabbruch	fließfähiges, selbstverdichtendes Künnettenmaterial mit recycliertem, gebrochenem Material	Künnettenverfüllungen, Hohlraum- verfüllungen (Tanks, Senkgruben), Hinterfüllungen
		

Tabelle 3.15 Recyclingmaterial Fließfähiges, Selbstverdichtendes Künnettenfüllmaterial RFM [51]

3.4.4.3 Richtlinie für Recycling-Baustoffe 6. Auflage Anwendungsbereich: Wiederverwertung von hydraulisch oder bituminös gebundenen sowie ungebundenen mineralischen Baurestmassen

Diese Richtlinie wurde vom Österreichischen Baustoffrecyclingverband herausgegeben und enthält Anforderungen und Regelungen für den Einsatz von Recycling-Baustoffen.

Diese Richtlinie regelt unter anderem Stoffbezeichnung, Güteklasse, Qualitätsklasse, Kornverteilung, Bezeichnung von Recycling-Baustoffen und Güteüberwachung, auf diese wird in weiteren Richtlinien des Österreichischen Baustoff Recycling bezug genommen.

3.4.4.3.1 Stoffbezeichnung

Stoffbezeichnungen: [40]

- RA Recycliertes gebrochenes Asphaltgranulat
- RB Recycliertes gebrochenes Betongranulat
- RAB Recycliertes gebrochenes Asphalt/ Beton Mischgranulat
- RM Recycliertes gebrochenes Mischgranulat aus Beton und/ oder Asphalt und natürlichem Gestein

3.4.4.3.2 Güteklassen

Die Güteklassen legen die bautechnischen Anwendungsbereiche der Recycling-Baustoffe fest: [40]

- Güteklasse I
Baustoffe für den Einsatz in oberer und unterer ungebundener Tragschicht sowie zur Herstellung von bituminös gebundenen Tragschichten im Straßenbau
- Güteklasse IIa
Baustoffe für den Einsatz in der unteren ungebundenen Tragschicht sowie zur Herstellung von hydraulisch gebundenen Tragschichten
- Güteklasse IIb, III
Baustoffe für den Einsatz in hydraulisch ungebundenen Tragschichten, land- und forstwirtschaftlichen Wegebau, Parkplätze, Lärmschutzwälle, Auffüllungen, Künettenverfüllungen und Untergrundverbesserungen

3.4.4.3.3 Sieblinien

Die Sieblinienbereiche werden in dieser Richtlinie für die einzelnen Güteklassen definiert, und sind dieser zu entnehmen. [40]

3.4.4.3.4 Qualitätsklassen

Die Qualitätsklassen legen Einsatzklassen der Recycling-Baustoff über die Güteklassen hinaus fest, zur Wahrung der Schutzinteressen hinsichtlich Boden und Wasser. [40]

- Qualitätsklasse A⁺
Dabei handelt es sich um Baustoffe, die in hydrogeologisch sensiblen Gebieten ungebunden und ohne Deckschicht zum Einsatz kommen können.
- Qualitätsklasse A
Dabei handelt es sich um Baustoffe, die in hydrogeologisch sensiblen Gebieten in gebundener Form bzw. in gebundener Form mit Deckschicht, oder in hydrogeologisch weniger sensiblen Gebieten in ungebundener Form ohne Deckschicht zum Einsatz kommen können

- **Qualitätsklasse B**
Dabei handelt es sich um Baustoffe, die in hydrogeologisch weniger sensiblen Gebieten in gebundener Form oder in ungebundener Form mit Deckschicht zum Einsatz kommen können

In Wasserschongebieten und in Gebieten mit wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügungen ist der Einsatz von Recyclingbaustoffen der Qualitätsklasse A⁺ grundsätzlich zulässig. In Wasserschutzgebieten und im Grundwasserschwankungsbereich ist ein solcher Einsatz jedoch nicht zulässig. [40]

Die maßgeblichen Parameter und die dazu einzuhaltenden Grenzwerte zur umwelttechnischen Klassifizierung der Recyclingbaustoffe sind im Anhang 1.3.1, Seite 9 dargestellt. [40]

3.4.4.3.5 Bezeichnung für Recyclingbaustoffe

Recycling-Baustoffe die nach dieser Richtlinie hergestellt werden wie folgt bezeichnet: Stoffbezeichnung/ Güteklasse/ Sieblinienbereich/ Qualitätsklasse [40]

3.4.4.3.6 Güteüberwachung Überwachung der Herstellung

Bei der Güteüberwachung ist zwischen Erstprüfung, Eingangsüberwachung und Fremdüberwachung zu unterscheiden. [40]

Sie wird anhand der folgenden Richtlinie erläutert wo sie als „Überwachung der Herstellung“ bezeichnet wird. [40]

3.4.4.4 Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen Anwendungsbereich: ungebundene Massen

3.4.4.4.1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie wurde vom Österreichischen Baustoffrecyclingverband herausgegeben und enthält Güteanforderungen und Prüfbestimmungen für Recycling-Baustoffe die aus Hochbaurestmassen gewonnen werden, und nach dieser Richtlinie in folgenden Bereichen Anwendungen finden: [39]

- Verdichtete Schüttungen: z.B.: Lärmschutzwälle, Künetten (unter Frosteindringtiefe), Wegebau
- Unverdichtete Schüttungen: z.B.: Hinterfüllungen und Auffüllungen
- Hydraulisch gebundene Anwendungen, ausgenommen jene nach Ö Norm B 4200/10 und /11 [30]/[31]

3.4.4.4.2 Definition

Recycling-Baustoffe gemäß dieser Richtlinie sind durch Rückbau und Aufbereitung gewonnene Sekundärrohstoffe aus mineralischen Hochbau-Restmassen, die den Anforderungen dieser Richtlinie entsprechen. [39]

3.4.4.4.3 Anforderungen an Korngemische

Im Folgenden werden die Anforderungen an Korngemische bezüglich dieser Richtlinie aufgezeigt.

Stoffbezeichnung [39]

RMH = Recycelte mineralische Hochbaurestmassen

Vergleiche Stoffbezeichnungen nach der Richtlinie für Recycling-Baustoffe (RM = Recyceltes gebrochenes Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürlichem Gestein (siehe Punkt 3.4.4.3.1).

Güteklassen [39]

Im Bezug auf die Richtlinie für Recycling-Baustoffe wird der Anwendungsbereich für das RMH wie folgt in Güteklassen unterteilt:

- Güteklasse IIb: Baustoffe für verdichtete Schüttungen z.B.: Lärmschutzwälle, Künetten (unter Frosteindringtiefe, Wegebau)
- Güteklasse III: Baustoffe für unverdichtete Schüttungen z.B.: Hinterfüllungen, Auf-füllungen

Sieblinien [39]

Nach dieser Richtlinie werden 4 Sieblinienbereiche (0/22, 0/32, 0/45, 0/63) unterschieden.

Die Anforderungen des RMH-Materials betreffend der Sieblinie sind im Anhang 1.4.1, Seite 9f dargestellt.

Abbildung 3.12 zeigt den nach dieser Richtlinie gültigen Kornverteilungsbereich der Körnung 0/63, das in die Testkonstruktion eingebaute Schüttmaterial entspricht einer Körnung 0/56 (siehe Punkt 5.1.1)

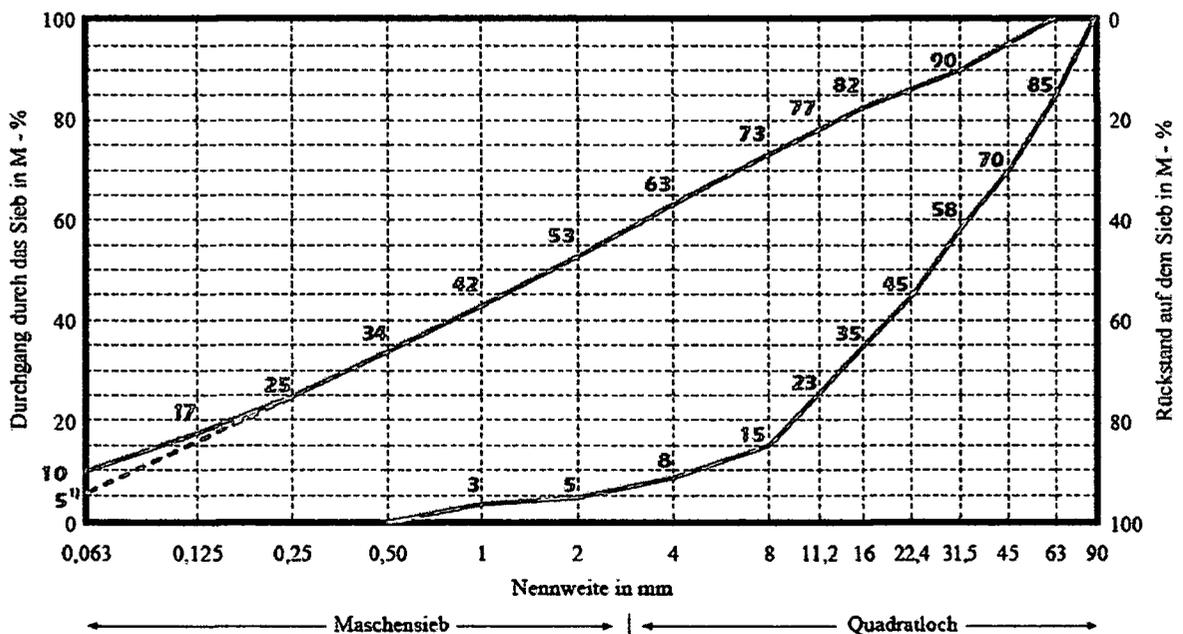


Abbildung 3.12 Kornverteilungsbereich 0/63 Güteklasse II [40]

Schüttdichte/ Frostbeständigkeit/ Fremdanteile/ Umweltverträglichkeit [39]

Die Kenngrößen und Parameter Schüttdichte, Frostsicherheit, Frostbeständigkeit, Fremdanteile und Umweltverträglichkeit sind gemäß der Richtlinie zu bestimmen.

3.4.4.4 Überwachung der Herstellung

Es ist zwischen Erstprüfung, Eingangsüberwachung und Fremdüberwachung zu unterscheiden.

Erstprüfung [39]

Der Güteschutzverband beauftragt akkreditierte Prüf- oder Überwachungsstellen mit der Durchführung der Erstprüfung, diese dient zur Feststellung ob die Überwachungsvoraussetzungen (z.B. Möglichkeit der Eigenüberwachung im Betrieb oder durch beauftragte Laboratorien, technische Voraussetzungen, maschinelle Anlagen) und die für Recyclingbaustoffe festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

Für die durchzuführenden Prüfungen laut Prüfbestimmungen der Fremdüberwachung sind Materialproben zu entnehmen. Bei negativen Erstprüfungen ist unverzüglich eine Wiederholung der Prüfung durchzuführen, wobei der Güteschutzverband zusätzliche Prüfungen anordnen kann. Ist diese zweite Prüfung erneut negativ, so wird die Überwachung eingestellt und dies schriftlich unter Angabe der Gründe dem Gütezeichennehmer und dem Güteschutzverband mitgeteilt.

Die Erstprüfung ist pro Betriebsstandort, Granulat und vorgesehener Lieferung einmal vorzunehmen.

Die durchzuführenden Prüfungen gehen aus dem Anhang 1.4.2, Seite 10 hervor.

Eigenüberwachung [39]

Der Recyclingbetrieb ist zu Durchführung der Eigenüberwachung verpflichtet und hat für eine kontinuierliche Überwachung der Einhaltung festgelegter Anforderungen selber Sorge zu tragen. Ist es dem Betrieb nicht möglich die Eigenüberwachung durchzuführen muss ein Labor mit der Durchführung beauftragt werden.

Weist die Eigenüberwachung auf, dass geforderte Güte- bzw. Qualitätsbestimmungen nicht eingehalten werden hat der Recyclingbetrieb sofort alle betrieblichen Maßnahmen zu Abstellung der Mängel zu setzen.

Die Prüfergebnisse und Überwachungsaufzeichnungen sind vierteljährlich dem Güteschutzverband zuzusenden und fünf Jahre aufzubewahren.

Die durchzuführenden Prüfungen gehen aus dem Anhang Punkt 1.4.2, Seite 10 hervor.

Fremdüberwachung [39]

Der Güteschutzverband beauftragt akkreditierte Prüf- oder Überwachungsstellen mit der Durchführung der Fremdprüfung. Sie dient zur Feststellung ob die Überwachungsvoraussetzungen gegeben sind, und die für Recycling-Baustoffe vorgeschriebenen Anforderungen erfüllen werden.

Für die erforderlichen Prüfungen müssen Probegebilde von den einzelnen Produkten entnommen werden. Bei negativen Ergebnissen der Regelprüfung ist unverzüglich eine Wiederholungsprüfung durchzuführen, wobei der Güteschutzverband zusätzliche Prüfungen anordnen kann. Ist diese zweite Prüfung erneut negativ, so wird die Überwachung eingestellt und dies schriftlich unter Angabe der Gründe dem Gütezeichennehmer und dem Güteschutzverband mitgeteilt.

Die durchzuführenden Prüfungen gehen aus Anhang Punkt 1.4.2, Seite 10 hervor.

Prüfverfahren [39]

Die Modalitäten der Probenahme sind in dieser Richtlinie geregelt, und sind dieser zu entnehmen.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in the context of public administration and financial management.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used for data collection and analysis. It highlights the need for standardized procedures to ensure the reliability and consistency of the information gathered. This includes the use of surveys, interviews, and digital data management systems.

3. The third part of the document focuses on the ethical considerations surrounding data collection and analysis. It stresses the importance of obtaining informed consent from participants and ensuring that their personal information is protected and used only for the intended purposes. This section also discusses the potential biases that can arise in data collection and how to mitigate them.

4. The fourth part of the document discusses the challenges and limitations of data collection and analysis. It notes that while data provides valuable insights, it is not always complete or perfect. Factors such as sampling error, non-response, and data quality can affect the accuracy of the results. Therefore, it is crucial to interpret the findings with caution and to acknowledge these limitations.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key findings and conclusions. It reiterates the importance of rigorous data collection and analysis practices and the need for ongoing evaluation and improvement of the data management process. The document concludes by emphasizing the value of data in informing decision-making and improving organizational performance.

6. The sixth part of the document includes a list of references and a bibliography. It cites various academic sources, industry reports, and government publications that provide additional context and support for the information presented in the document. This section is essential for readers who wish to explore the topics in more depth.

7. The seventh part of the document contains a list of appendices and supplementary materials. These include detailed data tables, charts, and additional information that supports the main text but is too large to include in the main body of the document. This section allows readers to access the raw data and other relevant information at their convenience.

8. The eighth part of the document provides a list of contact information for the authors and the organization responsible for the document. This includes email addresses, phone numbers, and website URLs. This information is provided to facilitate communication and to allow readers to provide feedback or request further information.

9. The ninth part of the document includes a list of acknowledgments and a list of contributors. It expresses gratitude to the individuals and organizations that provided support, resources, and assistance throughout the project. This section is a way to recognize the contributions of others and to show appreciation for their help.

10. The tenth part of the document is a list of footnotes and a list of references. It provides additional information and citations for the sources used in the document. This section is essential for ensuring the accuracy and credibility of the information presented and for allowing readers to verify the sources of the data.

4 Materialien

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 327] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Stefan Fuchs behandelt.

5 Laborversuche

Das in die Testkonstruktion eingebaute Schüttmaterial „Recycelte Mineralische Hochbaurestmassen RMH“ wurde im Labor des Institut für Geotechnik analysiert. Mit jenen Geokunststoffen die in der Testkonstruktion zur Anwendung kamen, wurden Zugversuche nach EN ISO 10319 im Labor des Instituts für Geotechnik durchgeführt. Das Schüttmaterial Kies 0/11 wurde aus dem in der Kiesgrube nassgebaggertem Material, das durch einen Prüfbericht [43] betreffend Erstprüfung beschrieben wird, gewonnen, ergänzend wurde ein Proctorversuch durchgeführt.

Weiters wurden Feststoffanalysen mit den Einbaumaterialien (RMH-Material Lieferung 1 und 2, dem für die Substratherstellung verwendeten Humus und dem 20% Substrat) durchgeführt, sowie das in den Sickerwasserschächten 1 - 6 gefassten Sickerwasser hinsichtlich seiner Schadstoffinhaltsstoffe analysiert.

5.1 Schüttmaterial RMH

Die Auswertung und graphische Darstellung der Versuchsergebnisse erfolgte mit dem EDV-Programm Expertensystem® [55].

Das Schüttmaterial „Recycelte Mineralische Hochbaurestmassen RMH“ ist ein güteüberwachter Recyclingbaustoff aus mineralischen Hochbaurestmassen, Beton und natürlichem Gestein, weitere Ausführungen siehe Punkt 3.4.4.2.1.

In die Testkonstruktion wurden zwei unterschiedliche RMH- Lieferungen, die in weiterer Folge als Lieferung 1 und Lieferung 2 bezeichnet werden, eingebaut.

Abbildung 5.1 und Abbildung 5.2 zeigen die Probematerialien Lieferung 1 und Lieferung 2.

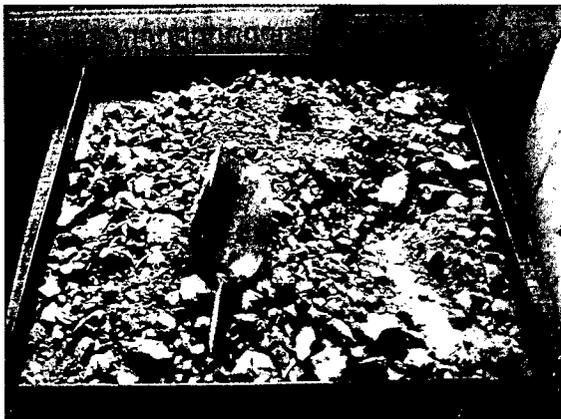


Abbildung 5.1 Probematerial Lieferung 1 [64]

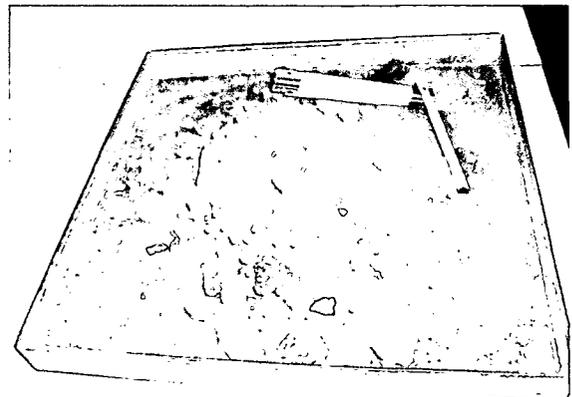


Abbildung 5.2 Probematerial Lieferung 2 [64]

Tabelle 5.1 zeigt die durchgeführten Versuche unterteilt nach Lieferung 1 und Lieferung 2.

	Lieferung	
	1	2
Bestimmung der Kornverteilung	x	
Proctorversuch	x	x
Rahmenscherversuch	x	
Durchlässigkeit mit fallender Druckhöhe	x	

Tabelle 5.1 durchgeführte Versuche unterteilt nach Lieferung 1 und Lieferung 2

Die für die Versuchsdurchführungen erforderlichen Probemengen wurden am Gelände der Firma ÖKOTECHNA [50] entnommen und in verschließbaren Kübeln in das Labor des Instituts für Geotechnik transportiert.

Vor der Durchführung der einzelnen Versuche wurde das gesamte Material sorgfältig durchmischt, sodass die Homogenität der Proben und die Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse gewährleistet werden konnte.

Für alle Versuche wurde eine Feststoffdichte ρ_s von 2,65 g/cm³ angenommen.

5.1.1 Bestimmung der Kornverteilung

Mit diesem Versuch wurde das Kornverteilungsband der Probe ermittelt, welche in weiterer Folge zur Abstimmung einer optimalen Substratmischung siehe Punkt 4.2.3 herangezogen wurde [4].

5.1.1.1 Material

Die Bestimmung der Kornverteilung erfolgte an zwei repräsentativen Proben des RMH-Materials der Lieferung 1.

5.1.1.2 Versuchsdurchführung

Mit den Einzelproben wurde nur eine Siebanalyse (Kornfraktion > 0,063 mm) durchgeführt. Eine Schlämmanalyse (Kornfraktion < 0,063 mm) wurde nicht durchgeführt, da die Kenntnis der Kornverteilung in diesen Fraktionsbereich nicht erforderlich war.

Die Siebung wurde mit folgenden Siebsatz durchgeführt:

Siebsatz A							
Grobsiebung	56,00	45,00	35,50	25,00	18,00	12,50	8,00
Mittelsiebung	4,00	2,00	1,00	0,40			
Feinsiebung	0,20	0,10	0,063				

Tabelle 5.2 Siebsatz A

Die Ermittlung der Kornverteilung gliederte sich so in die Nass-, Grob-, Mittel- und Feinsiebung.

5.1.1.2 Nasssiebung

Die beiden Proben wurden nach der Trocknung auf Gewichtskonstanz (Ofentrocknung bei 105°C) nass gesiebt (siehe Abbildung 5.5).

Die Siebung erfolgte mit Sieben mit einer Maschenweite von 8 mm und 0,4 mm (siehe Abbildung 5.3 und Abbildung 5.4), der Durchgang durch das 0,4 mm Sieb ($D_{0,4}$) wurde bei der Nasssiebung in einer Tonne aufgefangen (siehe Abbildung 5.7). Mit den Rückständen 8mm (R_8) und 0,4 mm ($R_{0,4}$) (siehe Abbildung 5.6) wurden, nach der Trocknung auf Gewichtskonstanz (Ofentrocknung bei 105°C), die Grob- bzw. Mittelsiebung durchgeführt. Abbildung 5.8 zeigt den Probenrückstand ($R_{0,4}$) nach der Trocknung auf Gewichtskonstanz.

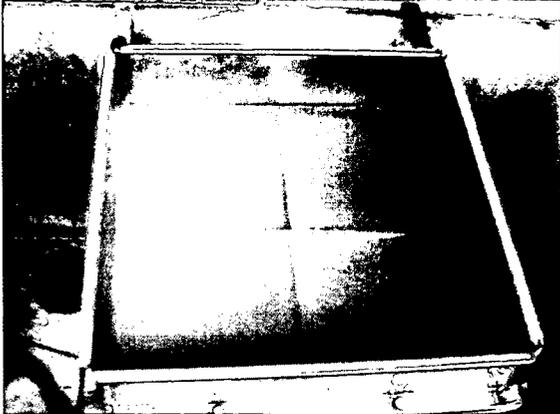


Abbildung 5.3 Sieb 0,4 mm [61]

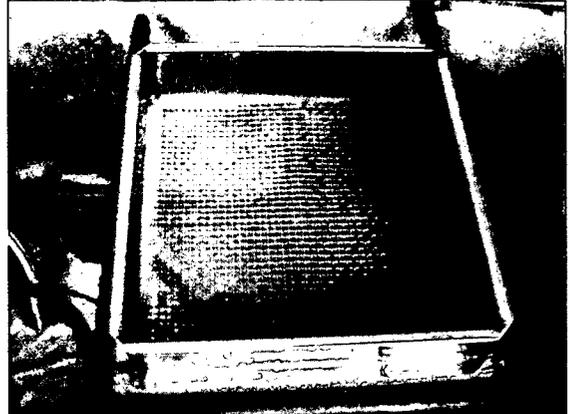


Abbildung 5.4 Sieb 8,0 mm [61]



Abbildung 5.5 Nasssiebung der Probe [64]



Abbildung 5.6 Rückstand 0,4 mm - 8,0 mm [64]



Abbildung 5.7 ausgewaschener Durchgang 0,4 mm [64]



Abbildung 5.8 getrockneter Rückstand 0,4 mm [61]

5.1.1.2.3 Grobsiebung

Mit dem getrockneten Material aus dem Rückstand der Nasssiebung wurde eine Grobsiebung (Durchgang: D_{45} / $D_{35,5}$ / D_{25} / D_{18} / $D_{12,5}$ / D_8) durchgeführt. Die Siebung erfolgte auf einem Rütteltisch, anschließend wurde händisch nachgesiebt.

Abbildung 5.9 bis Abbildung 5.14 zeigen die jeweiligen Rückstände auf den einzelnen Siebböden R_{45} / $R_{35,5}$ / R_{25} / R_{18} / $R_{12,5}$ / R_8 .

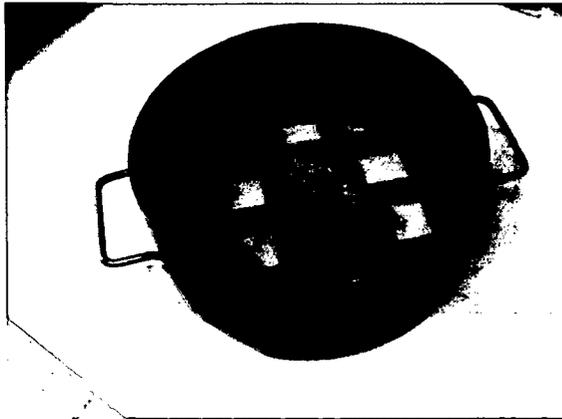


Abbildung 5.9 Rückstand 45 mm [61]

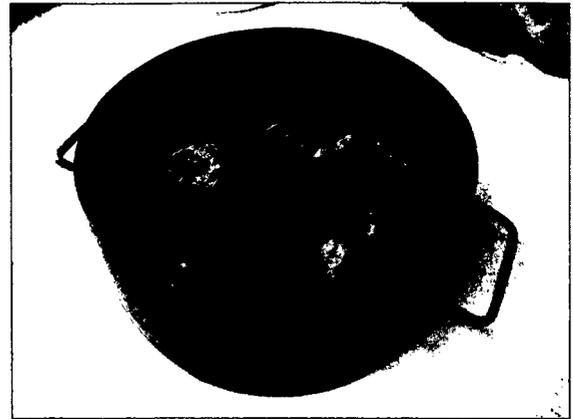


Abbildung 5.10 Rückstand 35,5 mm [61]

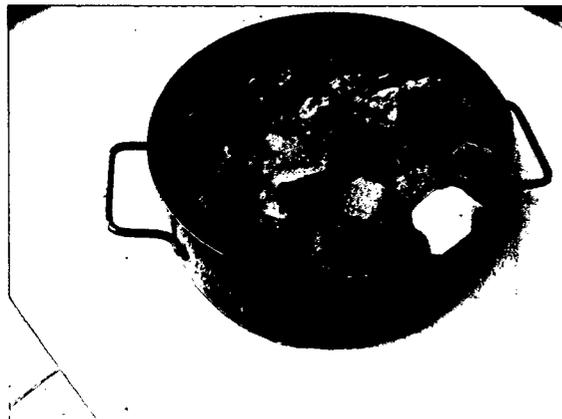


Abbildung 5.11 Rückstand 25 mm [61]

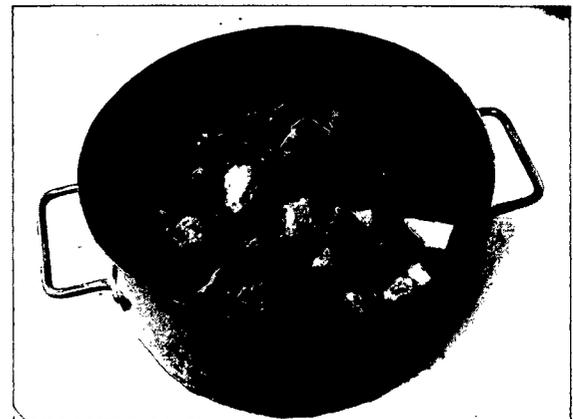


Abbildung 5.12 Rückstand 18 mm [61]

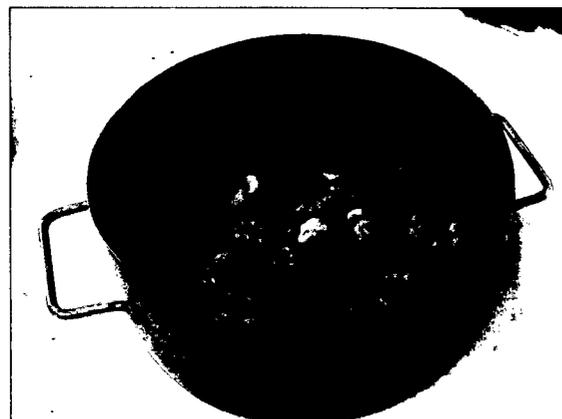


Abbildung 5.13 Rückstand 12,5 mm [61]



Abbildung 5.14 Rückstand 8 mm [61]

5.1.1.2.4 Mittelsiebung

Der Durchgang 8 mm (D_8) aus der Grobsiebung wurde mit einem Probeteiler (siehe Abbildung 5.15) zweimal geteilt (siehe Abbildung 5.16). Mit den Teilrestmengen wurde die Mittelsiebung (Durchgang: $D_4/ D_2/ D_{1/} D_{0,4}$) durchgeführt. Die Siebung erfolgte auf einem Rütteltisch, anschließend wurde händisch nachgesiebt.

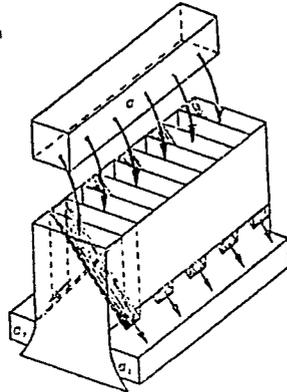


Abbildung 5.15 Probeteiler [4]



Abbildung 5.16 Teilung der Probe [61]

Abbildung 5.17 bis Abbildung 5.19 zeigen die jeweiligen Rückstände auf den Siebböden $R_4/ R_2/ R_1$.

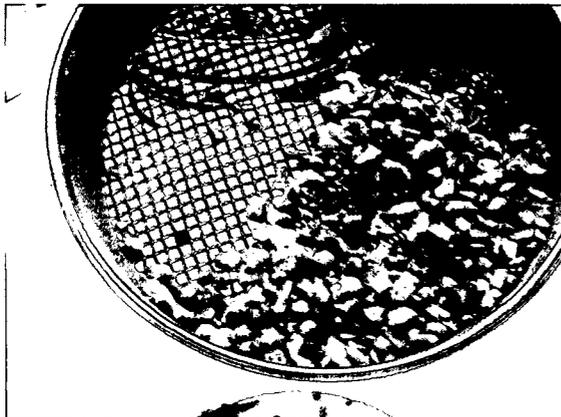


Abbildung 5.17 Rückstand 4mm [61]

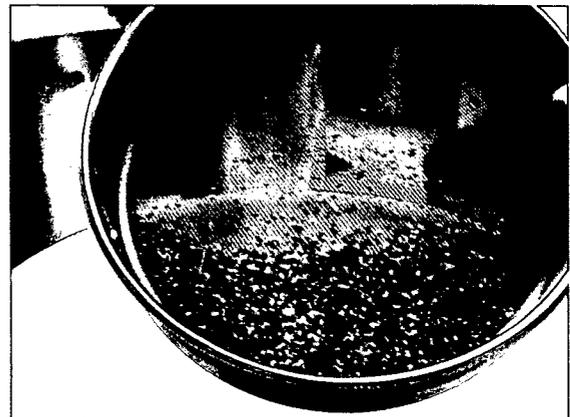


Abbildung 5.18 Rückstand 2 mm [61]

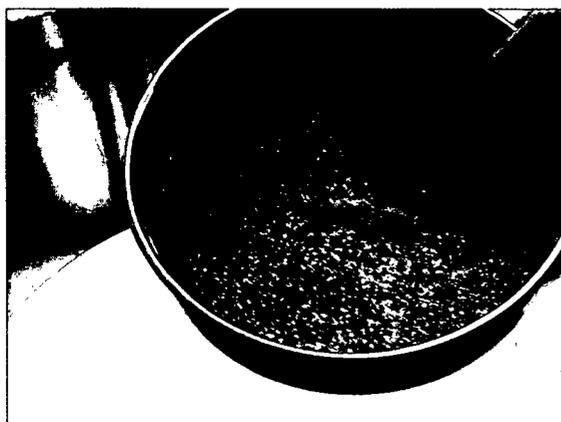


Abbildung 5.19 Rückstand 1mm [61]

5.1.1.2.5 Feinsiebung

Das bei der Nasssiebung in der Tonne aufgefangene Wasser wurde nach der Absetzung des Durchgangs 0,4 mm ($D_{0,4}$) abgehebert. Dem abgesetzten Material $D_{0,4}$ (siehe Abbildung 5.20) wurde der Durchgang 0,4 mm ($D_{0,4}$) der Mittelsiebung zugegeben, das gesamte Material wurde durchmischt, auf Gewichtskonstanz getrocknet (Ofentrocknung bei 105°C) und eine repräsentative Probe für die Feinsiebung entnommen. Abbildung 5.21 zeigt den getrockneten Durchgang 0,4 mm ($D_{0,4}$). Die Probe der Feinsiebung wurde durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 0,063 mm gespült, wobei der Durchgang $D_{0,063}$ ausgewaschen wurde (siehe Abbildung 5.22). Mit dem bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Rückstand 0,063 mm ($R_{0,063}$) (Ofentrocknung bei 105°C) wurde die Feinsiebung (Durchgang $D_{0,2}/D_{0,1}/D_{0,063}$) durchgeführt. Die Siebung erfolgte auf einem Rütteltisch, anschließend wurde händisch nachgesiebt.

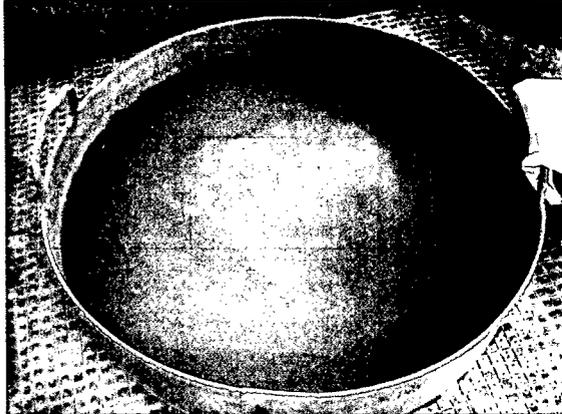


Abbildung 5.20 Material < 0,4 mm vor der Trocknung [61]



Abbildung 5.21 abgesetztes getr. Material < 0,4 mm [64]



Abbildung 5.22 auswaschen des Materials < 0,063 mm [64]

5.1.1.3 Auswertung

Lieferung 1

Probe 1

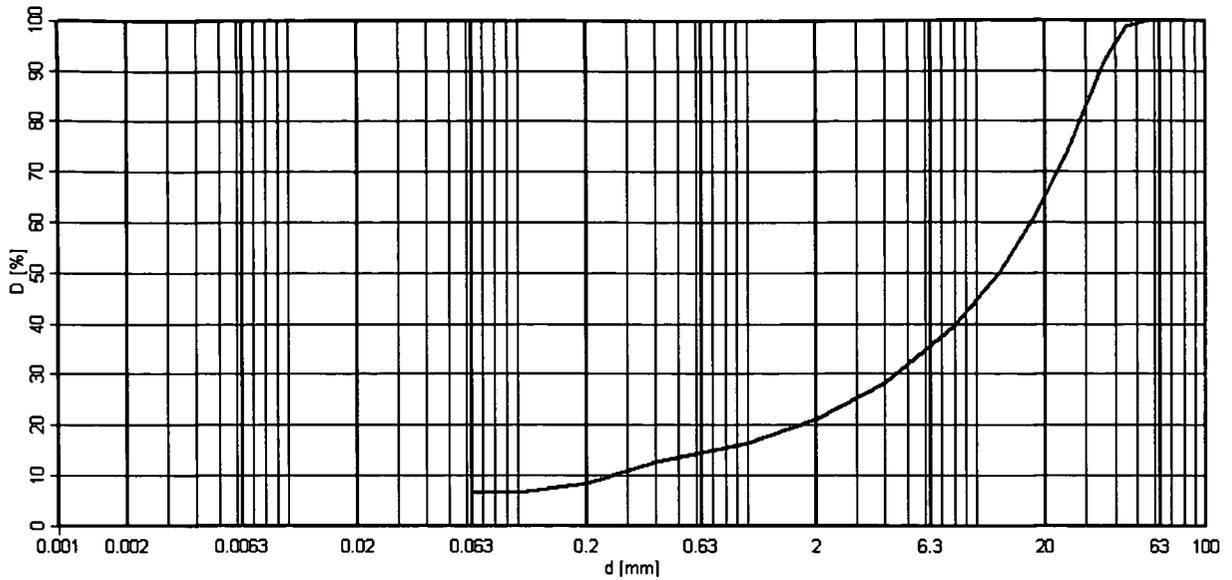


Abbildung 5.23 Kornverteilung RMH-Material Lieferung 1; Probe 1

Dieses Material wird nach der Kornverteilung als Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach tonig (G,s',u',t'), bzw. als RMH 0/56 bezeichnet. [4]

Lieferung 1

Probe 2

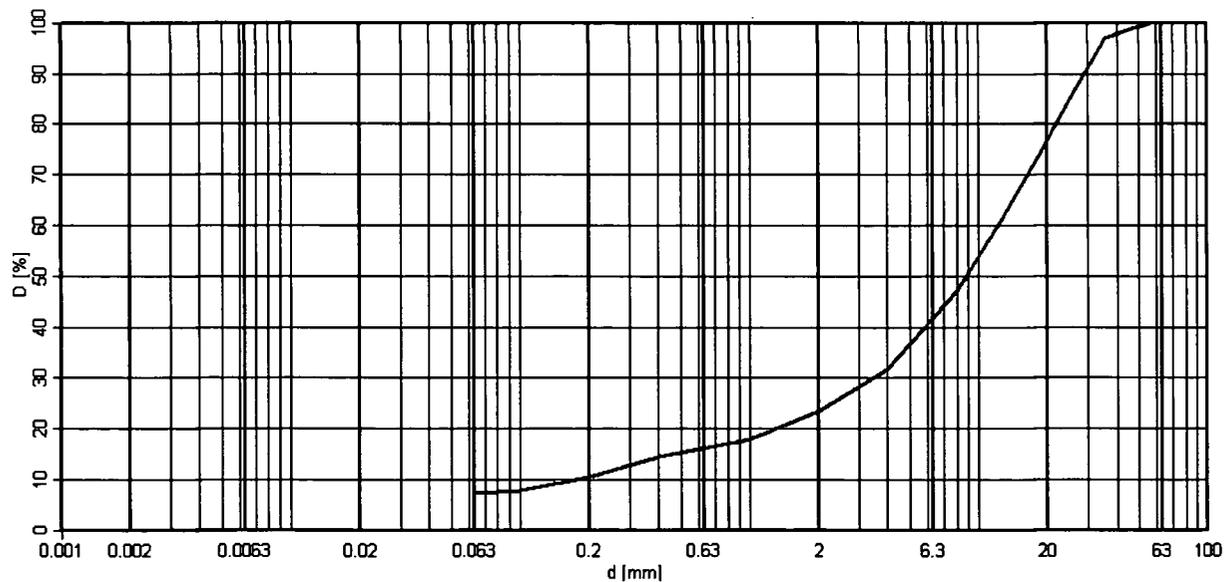


Abbildung 5.24 Kornverteilung RMH-Material Lieferung 1; Probe 2

Dieses Material wird nach der Kornverteilung als Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach tonig (G,s',u',t'), bzw. als RMH 0/56 bezeichnet. [4]

5.1.2 Proctorversuch

Mit diesem Versuch werden die Proctordichte ρ_{pr} und der Proctorwassergehalt w_{pr} bestimmt [6].

5.1.2.1 Material

Der Proctorversuch wurde mit dem Materialien der Lieferung 1 und Lieferung 2 durchgeführt.

Um eine Verfälschung der Versuchsergebnisse durch eine Kornverfeinerung der Probe ausschließen zu können, wurden bei der Versuchsdurchführung für jeden Punkt der Proctorkurve „neue“ unprobte Materialien für die Versuchsdurchführung herangezogen.

5.1.2.2 Versuchsdurchführung

Der Standard- Proctorversuch wurde maschinell mit den Proctorschlagapparat der Firma FHF Straßentest mit einer Einlageplatte durchgeführt.

Abbildung 5.25 und Abbildung 5.26 zeigen folgende Bestandteile:

1. Proctorzylinder
2. Fußplatte
3. Aufsatzring
4. Fallbär
5. Schlagapparat

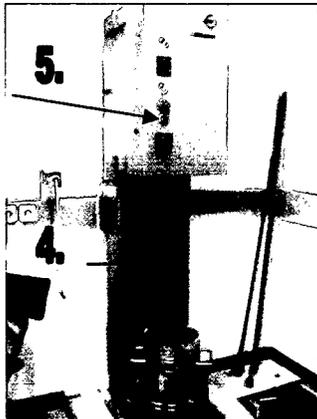


Abbildung 5.25 Schlagapparat mit Fallbär [61]

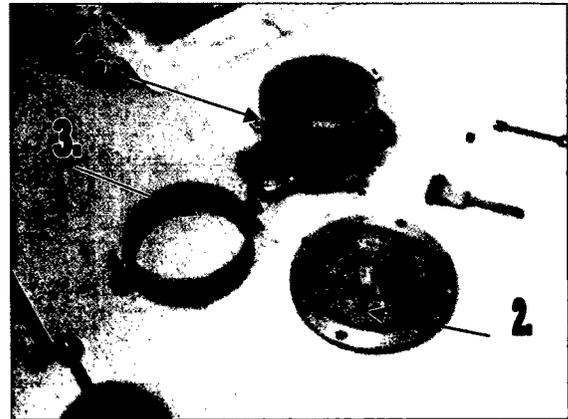


Abbildung 5.26 Fußplatte, Aufsatzring, Proctorzylinder [61]

Die erforderliche Verdichtungsenergie für den Standard-Proctorversuch beträgt $0,6 \text{ MNm/m}^3$.

$$E = \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot G \cdot h_f}{V} \quad [\text{MNm/m}^3] \quad (1)$$

Die einzelnen Faktoren stellen folgende Größen dar:

- V Volumen des Zylinders
- n_1 Anzahl der Schichten
- n_2 Anzahl der Schläge je Schicht
- G Gewicht des Fallkörpers
- m Masse des Fallkörpers
- d, h Durchmesser und Höhe des Proctorzylinders
- d_s Durchmesser des Stampfers
- h_f Fallhöhe des Fallkörpers

Das bei der Bestimmung der Kornverteilung ermittelte Größtkorn legt den Durchmesser des Proctorzylinders fest.

Nach Tabelle 5.3 ergibt sich für das RMH- Material 0/56 ein erforderlicher Durchmesser von 250mm.

Durchmesser des Zylinders	[mm]	100	150	250
Mindestprobenmasse für den Einzelversuch	[kg]	4,5	11	50
Zulässiges Größtkorn	[mm]	20	31,5	63

Tabelle 5.3 Zylinderdurchmesser und Größtkorn

In weiterer Folge werden, in Abhängigkeit des Durchmessers des Proctorzylinders, folgende Größen für den Standard- Proctorversuch festgelegt.

D	h	d _s	m	h _f	n ₁	n ₂
[mm]	[mm]	[mm]	[kg]	[mm]	[-]	[-]
250	200	125	15	600	3	22

Tabelle 5.4 Festlegung der Größen des Standardproctorversuchs

Die Fallhöhe des Fallkörpers wird durch eine Nockenscheibe erzeugt, indem diese den Fallbären über einen Reibbelag um die erforderliche Fallhöhe anhebt. Für die Versuchsdurchführung wäre eine Nockenscheibe Durchmesser 600 mm erforderlich (siehe Tabelle 5.4). Da jedoch nur eine Nockenscheibe Durchmesser 450 mm am Institut vorhanden war, musste die erforderliche Schlaganzahl je Schicht von 22 auf 29 Schläge erhöht werden, um die erforderliche Verdichtungsenergie von $E = 0,6 \text{ MNm/m}^3$ zu erreichen.

Die Teilproben wurden in drei Lagen eingebaut (siehe Abbildung 5.27) und verdichtet (Abbildung 5.28 zeigt eine verdichtete Lage), die Verdichtung erfolgt nicht unmittelbar auf die Probe sondern auf eine Einlageplatte (siehe Abbildung 5.29). Das Einbauvolumen der Teilprobe wurde arithmetisch bestimmt, die dazu erforderliche Einbauhöhe des Probematerials wurde durch Abstichmessung mit einer Schublehre gemessen (siehe Abbildung 5.30). Die Feuchtmasse wurde durch Wägung der Proben vor den Einbau bestimmt, die Trockenmasse durch Wägung der ausgebauten Probe nach Trocknung auf Gewichtskonstanz (Ofentrocknung bei 105°C).



Abbildung 5.27 unverdichtete Probe im Proctorzylinder [61]



Abbildung 5.28 verdichtete Probe im Proctorzylinder [61]



Abbildung 5.29 Einlageplatte in Proctorzylinder [61]

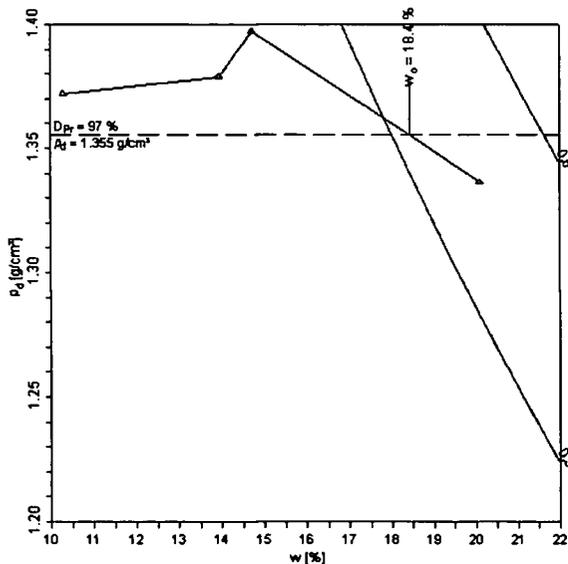


Abbildung 5.30 Messung der Einbauhöhe [61]

5.1.2.3 Auswertung

Bei der graphischen Darstellung wurden die aus den Einzelversuchen ermittelten Trockendichten mit den dazugehörigen Wassergehalten aufgetragen.

Lieferung 1: der Versuch ergab eine Proctordichte von $\rho_{pr} = 1,40 \text{ g/cm}^3$ bei einem Proctorwassergehalt von $w_{pr} = 14,7 \%$.



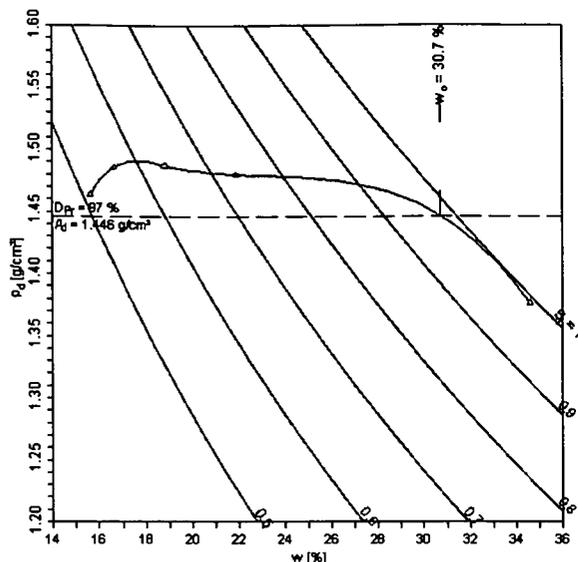
ρ_{pr}	=	1,40 [g/cm³]
w_{pr}	=	14,7 [%]

Tabelle 5.5 Versuchsergebnisse

Abbildung 5.31 Proctorkurve: RMH Lieferung 1

Die Proctorkurve (siehe Abbildung 5.31) zeigt einen äußerst untypischen Verlauf, der für den späteren Einbau eine Verdichtung von $D_{pr} > 97 \%$ mit einem breiten Band des Wassergehalts ermöglicht.

Lieferung 2: der Versuch ergab eine Proctordichte von $\rho_{pr} = 1,49 \text{ g/cm}^3$ bei einem Proctorwassergehalt von $w_{pr} = 17,5 \%$.



ρ_{pr}	=	1,49 [g/cm ³]
w_{pr}	=	17,5 [%]

Tabelle 5.6 Versuchsergebnisse

Abbildung 5.32 Proctorkurve: RMH Lieferung 2

Die Proctorkurve (siehe Abbildung 5.32) zeigt nach einem Anstieg ihr Maximum zwischen den zweiten und dritten Einzelversuch, in weiterer Folge fällt die Proctorkurve flach ab. Ab einem Wassergehalt von etwa 30% nähert sich der Verlauf der Proctorkurve asymptotisch der Sättigungslinie. Für den späteren Einbau wird eine Verdichtung von $D_{pr} > 97 \%$ mit einem breiten Band des Wassergehalts ermöglicht.

Die bei beiden Einbaumaterialien festgestellten Proctordichten von $\rho_{pr} = 1,40 \text{ g/cm}^3$ (Lieferung 1) und $\rho_{pr} = 1,49 \text{ g/cm}^3$ (Lieferung 2) mit den jeweiligen dazugehörigen relativ hohen Proctorwassergehalt von 14,7 % und 17,5 % lassen sich dadurch erklären, da es sich bei dem Material um einen Ziegelbruch mit saugenden Eigenschaften handelt.

5.1.3 Rahmenscherversuch

Mit diesem Versuch werden die Coulombschen-Scherparameter c , c_r , Φ und Φ_r ermittelt [11].

5.1.3.1 Material

Der Rahmenscherversuch wurde mit dem RMH-Material der Lieferung 1 durchgeführt. Aus dem versuchstechnischen Grund, dass die maximale Höhe der Scherfuge 20 mm beträgt, musste das Material händisch vorgesiebt werden. Das Vorsieben des Materials erfolgte mit einem Sieb mit der Maschenweite von 18 mm, am Firmengelände der Firma ÖKOTECHNA.

Abbildung 5.33 zeigt das Sieb mit der Maschenweite von 18 mm auf dem RMH-Material 0/56.



Abbildung 5.33 Sieb auf RMH-Material [64]

5.1.3.2 Versuchsdurchführung

Die Durchführung des Rahmenscherversuches erfolgte auf einem pneumatischen Großrahmenschergerät (siehe Abbildung 5.35). Das Großrahmenschergerät besteht aus zwei zueinander verschiebbaren Ober- und Unterteilen, wobei der Unterteil feststeht und der Oberteil mit einer Abschersgeschwindigkeit von 1,1 mm/sek. bewegt wurde. Der Versuch wurde mit drei Spannungsstufen (25 kN/m², 50 kN/m², 100 kN/m²) durchgeführt, die Aufbringung der Normalspannung erfolgte durch ein regelbares Luftkissen (Druckgeber P8AP). Als Messeinrichtungen wurden eine Kraftmessdose (C 10 HBM 100kN) für die Messung der Schubspannungen sowie ein Wegaufnehmer (C HBM WA 200) zur Aufzeichnung des Scherweges installiert. Der betrachtete Scherweg betrug 50 mm. Wegaufnehmer in den Ecken der Probe zur Setzungsmessung, wie sie in Bild 2.1.30 Punkt 11 zu sehen sind, wurden nicht installiert. Die Datenaufzeichnung erfolgte mit Spider 8 wobei pro Minute 60 Messimpulse aufgezeichnet wurden.

Abbildung 5.34 zeigt eine Systemskizze des Großrahmenschergeräts sowie deren Bestandteile.

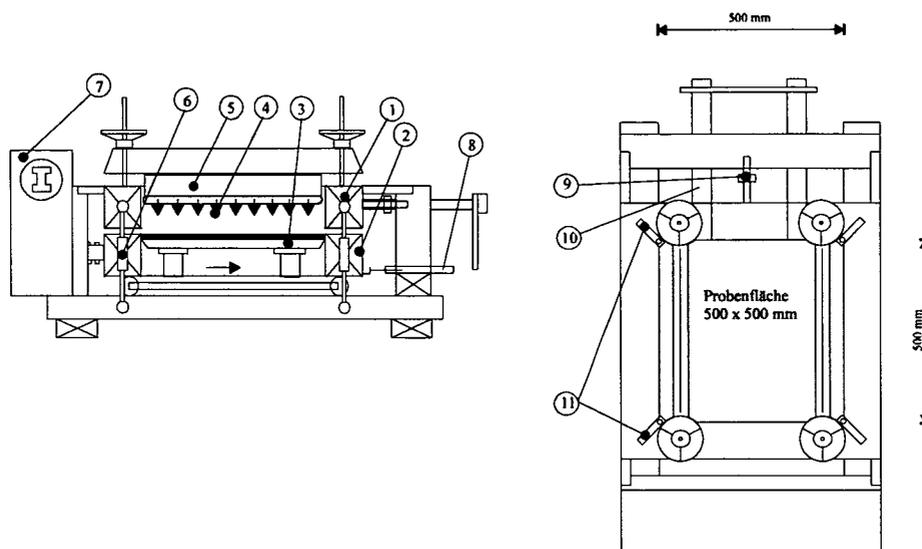


Abbildung 5.34 Systemskizze des Großrahmenschergeräts [11]

- | | | |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 Oberer Rahmen | 5 Luftkissen mit Gegenplatte | 9 Kraftdose |
| 2 Unterer Rahmen | 6 Höhenverstellung | 10 Führungsholme |
| 3 Höhenverstellbarer Block | 7 Motor- und Getriebeeinheit | 11 Wegaufnehmer (Setzung) |
| 4 Probenmaterial | 8 Wegaufnehmer (Verschiebung) | |

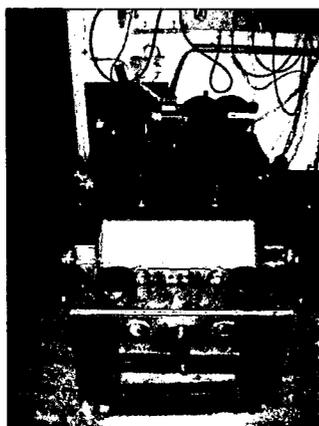


Abbildung 5.35 Großrahmenschergerät [64]

Das Material wurde zweilagig in das Großrahmenschergerät mit den Abmessungen 500/500 mm eingebaut. Die Einbauhöhen sind der nachstehenden Tabelle 5.7 zu entnehmen.

Spannungsstufe	Einbauhöhe Lage 1	Einbauhöhe Lage 2	Scherfuge
[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[mm]
25	60,3	65,5	19,0
50	60,3	75,5	19,1
100	60,3	69,9	19,1

Tabelle 5.7 Einbauhöhen und Öffnung der Scherfuge (Mittelwerte)

Die Verdichtung der Lagen erfolgte mit einem Proctorhammer (siehe Abbildung 5.37). Das Material wurde mit Proctordichte und Proctorwassergehalt eingebaut, wobei die Proctordichte volumetrisch (bekannte Einbaumasse, gesuchte Einbauhöhe) und der Proctorwassergehalt durch Zugabe der entsprechenden Wassermenge erreicht wurden. Abbildung 5.36 zeigt die verdichtete erste Einbaulage, welche nach dem erstmaligen Einbau bei Spannungsstufe 25 kN/m² nicht mehr ausgebaut wurde, da ersichtlich war, dass diese Lage durch den Versuchsablauf bei der ersten Spannungsstufe nicht gestört wurde und so auch für die weiteren Spannungsstufen verwendet werden konnte. Nach dem Einbau der zweiten Lage wurde der Oberteil des Großrahmenschergeräts um 19 mm gehoben, so die Scherfuge geöffnet, und anschließend die Probe abgesichert.

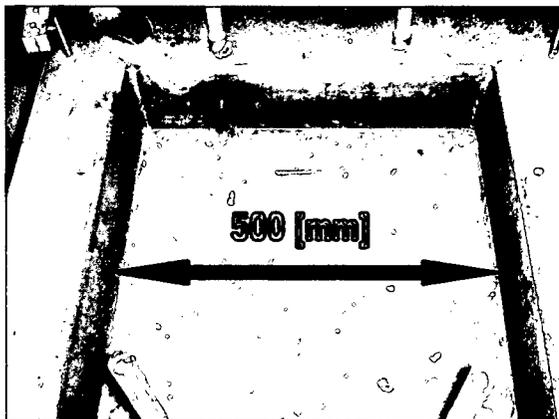


Abbildung 5.36 eingebaute erste Lage [61]

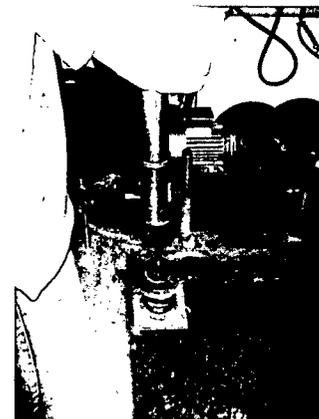


Abbildung 5.37 Verdichtung der zweiten Lage [61]

Abbildung 5.38 und Abbildung 5.39 zeigen die geöffnete Scherfuge.

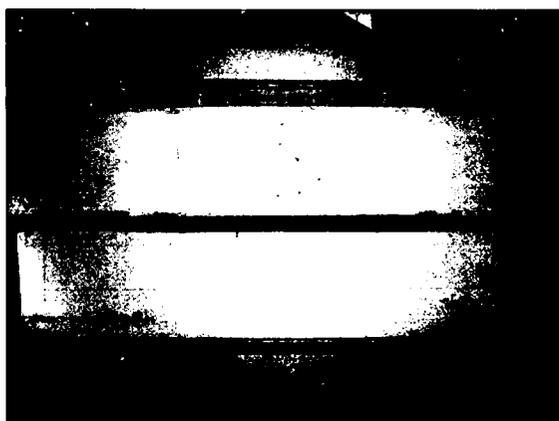


Abbildung 5.38 Scherfuge I [61]

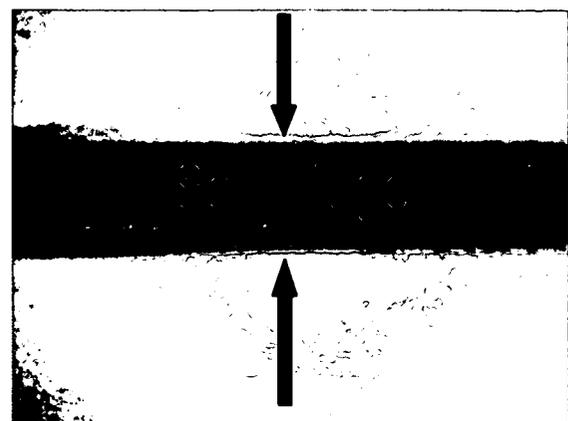
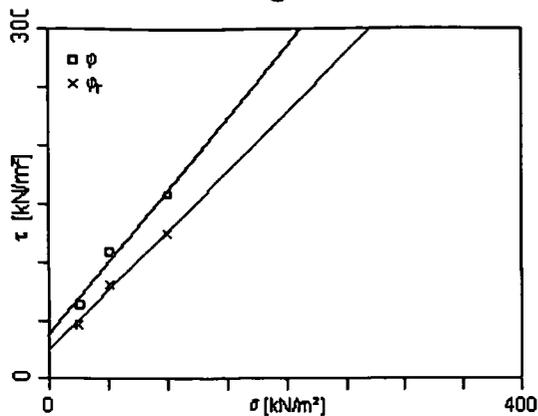
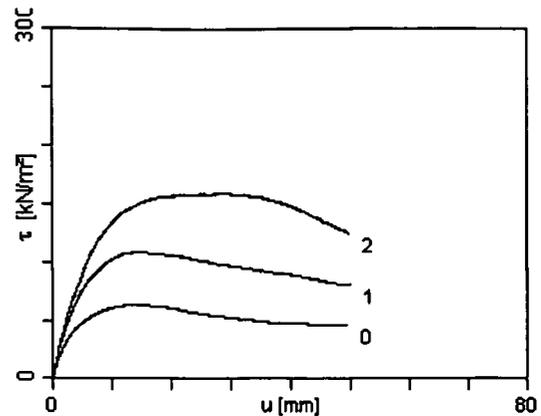


Abbildung 5.39 Scherfuge II [61]

5.1.3.3 Auswertung

Abbildung 5.40 σ/τ -DiagrammAbbildung 5.41 u/τ -Diagramm

σ/τ -Diagramm: Aus dem σ/τ -Diagramm (Abbildung 5.40) wird die größte Schubspannung bzw. die Schubspannung für einen gewissen Scherweg entnommen und mit der zugehörigen Normalspannung dargestellt. Aus dieser Darstellung sind die Scherwinkel φ der Einzelversuche ableitbar ($\tan \varphi = (\tau/\sigma)$).

u/τ -Diagramm: Im u/τ -Diagramm (Abbildung 5.41) wird für unterschiedliche annähernd konstante Normalspannungen die durch die horizontale Verschiebung u [mm] steigende Schubspannung τ [kN/m²] dargestellt. Dabei kann es zuerst zu einem Ansteigen und danach zu einem Abfallen der Schubspannung oder nur zu einem Ansteigen derselben kommen.

Tabelle 5.8 zeigt die im Großrahmenscherversuch ermittelten Werte.

Lieferung 1			
c	Φ	c_r	Φ_r
[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]	[°]
37,4	51,0	24,0	45,5

Tabelle 5.8 Versuchsergebnisse

Die hohen Versuchswerte werden dadurch begründet, dass es sich zum Einen beim verwendeten Versuchsmaterial um ein Bruchkorn handelt und zum Anderen könnte die relativ geringe Höhe der Scherfuge im Verhältnis zur Korngröße erhöhte Versuchsergebnisse liefern.

5.1.4 Durchlässigkeit mit fallender Druckhöhe

Mit diesem Versuch wird der Durchlässigkeitsbeiwert k_r bestimmt [5].

5.1.4.1 Material

Der Versuch zur Ermittlung Durchlässigkeit mit fallender Druckhöhe wurde mit dem Material der Lieferung 1 durchgeführt.

5.1.4.2 Versuchsdurchführung

Das Material wurde in einem k-Wertzylinder (Durchmesser 250 mm) 3-lagig eingebaut und mit einem Proctorhammer mit der Proctorenergie ($E = 0,6 \text{ MNm/m}^3$) verdichtet, (siehe Abbildung 5.43). Um ein Durchbrechen der Probe zu verhindern, wurde am Zylinderboden ein Filterrost eingebaut (siehe Abbildung 5.42). Es ist anzumerken, dass durch den Einbau

des Filterrostes das Versuchsergebnis geringfügig beeinflusst wird, dieser versuchstechnisch jedoch erforderlich ist. Der Versuchszylinder wurde in eine Überlaufschale gestellt (siehe Abbildung 5.44) und die Probe von unten her gesättigt (siehe Abbildung 5.45). In weiterer Folge wurde das Standrohr angeschossen und bis auf eine Höhe von 190 cm über Fußbodenoberkante gefüllt. Durch Öffnen eines Ventils am k-Wertzylinder wurde die Druckhöhe im Standrohr abgesenkt. An vorgegebenen Höhen (190 cm Nullmessung, 150 cm, 110 cm, 70 cm über Fußbodenoberkante) im Standrohr wurde die Zeitdifferenz zwischen Beginn der Absenkung und Erreichen der vorgegebenen Höhe aufgezeichnet (siehe Abbildung 5.47). Abbildung 5.46 zeigt den angeschlossenen k-Wertzylinder

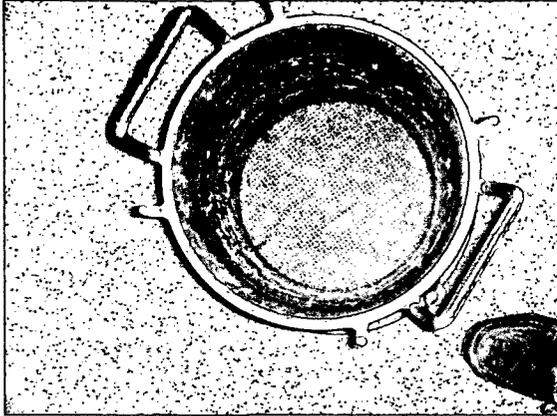


Abbildung 5.42 k-Wertzylinder mit Filterrost [61]



Abbildung 5.43 Verdichtung der Probe [61]



Abbildung 5.44 Überlaufschale [61]

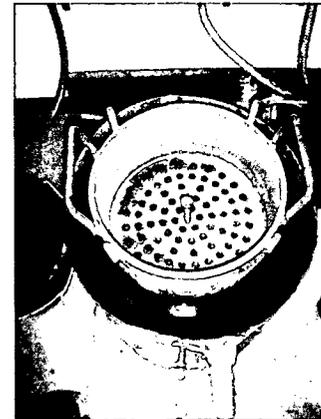


Abbildung 5.45 gesättigte Probe [61]

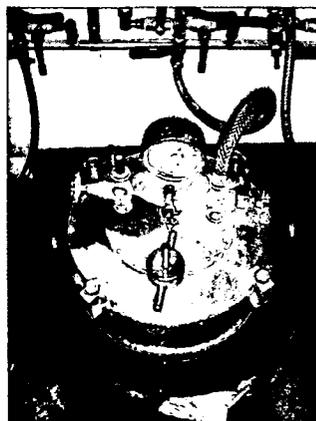


Abbildung 5.46 angeschlossener K-Wertzylinder [61]



Abbildung 5.47 Ablesung bei vorgegebener Standrohrhöhe [61]

5.1.4.3 Auswertung

Die Auswertung des durchgeführten Versuches ergab einen k -Wert von $1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s bei einem hydraulischen Gradienten von $i = 5,497$.

5.2 Schüttmaterial Kies 0/11

Das Schüttmaterial Kies 0/11 wurde aus dem in der Kiesgrube nassgebaggerte Abbaumaterial durch eine nachfolgende Siebung gewonnen.

Abbildung 5.48 zeigt das Schüttmaterial Kies 0/11.

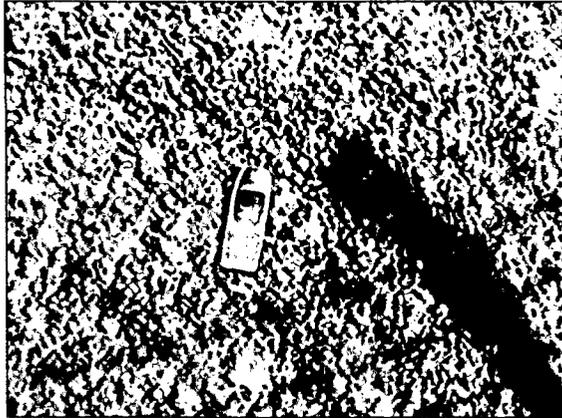


Abbildung 5.48 Schuttmaterial Kies 0/11 [63]

Das nassgebaggerte Material wird durch einen Prüfbericht betreffend Erstprüfung [43] beschrieben.

Ergänzend wurde ein Procterversuch durchgeführt.

5.2.2 Prüfbericht

Der Prüfbericht [43] ist dem Anhang 2.2.1, Seite 15ff zu entnehmen.

Abbildung 5.49 zeigt die aus dem Prüfbericht [43] ermittelte Kornverteilung des Schüttmaterials Kies 0/11.

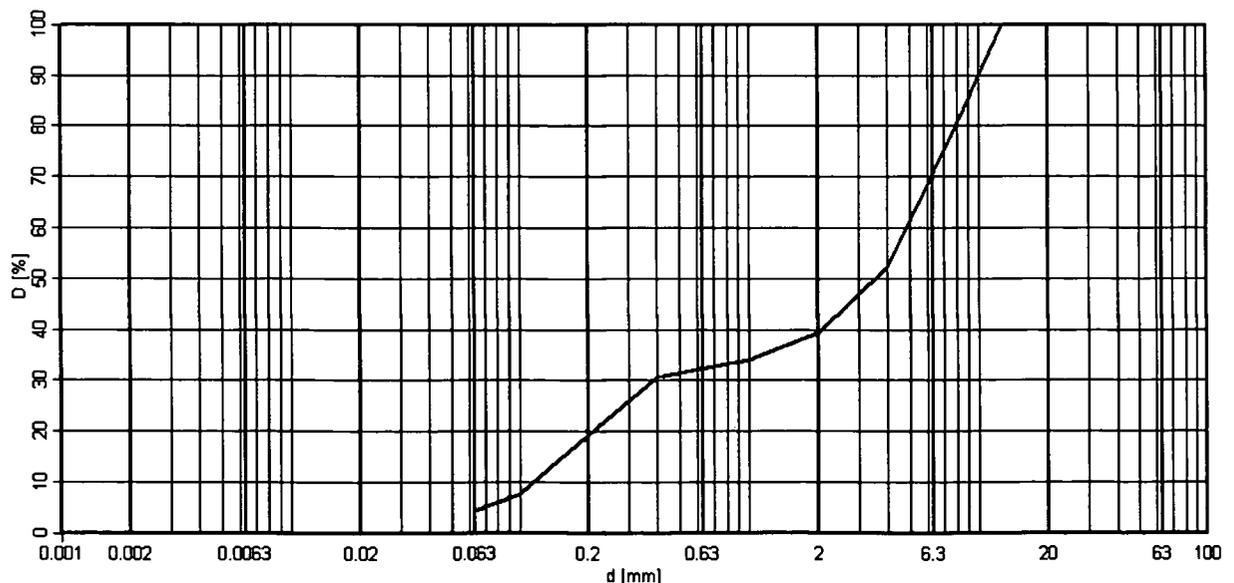


Abbildung 5.49 Kornverteilung Kies 0/11

Dieses Material wird nach der Kornverteilung als Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach tonig (G, \bar{s}, u', t'), bzw. als Kies 0/11 bezeichnet [4].

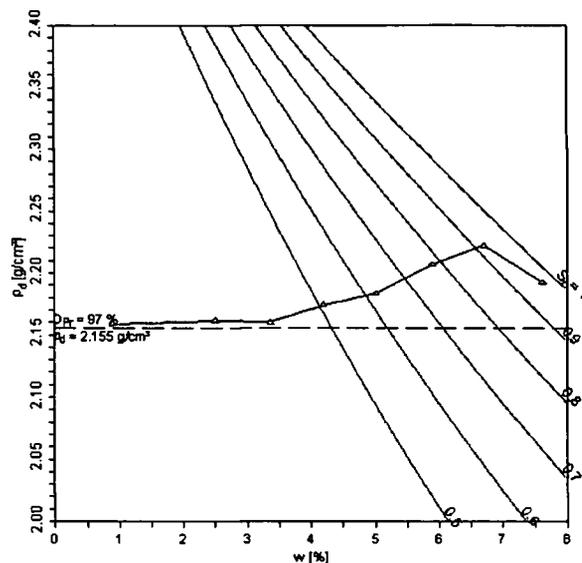
5.2.3 Proctorversuch

Der Versuch erfolgte analog Punkt 5.1.2 mit einem Proctorzylinder Durchmesser 100 mm.

Bei der graphischen Darstellung wurden die aus den Einzelversuchen ermittelten Trockendichten mit den dazugehörigen Wassergehalten aufgetragen.

Auswertung:

Der Versuch ergab eine Proctordichte von $\rho_{pr} = 2,22 \text{ g/cm}^3$ bei einem Proctorwassergehalt von $w_{pr} = 6,7 \%$.



ρ_{pr}	=	2,22 [g/cm³]
w_{pr}	=	6,7 [%]

Tabelle 5.9 Versuchsergebnisse

Abbildung 5.50 Proctorkurve: Kies 0/11

Die Proctorkurve (siehe Abbildung 5.50) zeigt in den unteren Wassergehalten einen annähernd horizontalen Verlauf bis zu einem Wassergehalt von etwa 3,5 %, danach steigt sie und erreicht ihr Maximum bei 6,7 %. Aus der Kurve ergibt sich, dass über den gesamten Wassergehaltsbereich eine Verdichtung von über 97 %- Proctordichte erreicht werden kann.

5.3 Geokunststoffe

Mit jenen Geokunststoffen, die in der Testkonstruktion zur Anwendung kamen, wurden Zugversuche im Labor des Instituts für Geotechnik durchgeführt, um deren Kraft-Dehnungseigenschaften zu ermitteln und die Versuchsergebnisse mit den Produktangaben der Herstellungsfirma vergleichen zu können.

5.3.1 Zugversuche

Es wurden folgende Produkte beprobt:

- Geogitter polyfelt.Rock GX 20/20 vor und nach dem Einbau (siehe Abbildung 5.51)
- Erosionsschutzgitter polyfelt.Green B110 (siehe Abbildung 5.62)
- Geoverbundstoff Geofilet (siehe Abbildung 5.69)

5.3.1.1 Versuch

Die Versuchsdurchführung erfolgte nach den Angaben des gültigen Regelwerkes EN ISO 10319 [28]. Die Versuche wurden mit einer Zugmaschine der Firma Wolfert durchgeführt.

Die Einspannung der Messproben erfolgte mit Klemmbacken (siehe Abbildung 5.70 und Abbildung 5.71) beim Prüfmaterial Geoverbundstoff sowie mit Capstan-Klemmen (siehe Abbildung 5.52, Abbildung 5.53, Abbildung 5.63 und Abbildung 5.64) bei den Prüfmaterialien Geogitter und Erosionsschutzgitter. Die Größe der Messproben betrug bei allen Versuchen 200 mm x 100 mm, die Dehnungsrate 20% je Minute. An den eingebauten Proben wurden in einem Abstand von 60 mm die Messpunkte fixiert. Dazu wurden Reisinägel mit aufgeklebten schwarz/ weißen Messstreifen verwendet. Die Dehnungen zwischen den Messpunkten wurden mittels eines Videoextensometer betrachtet, die Messdatenaufzeichnung erfolgte mit dem EDV- Programm Videoextensometer®. Die Auswertung und graphische Darstellung der Versuchsergebnisse erfolgte mit dem EDV- Programm Textilzugversuch® [56].

Die von der Zugmaschine über ein Schneckengewinde auf den Prüfkörper aufgebrachte Kraft wurde mittels einer Kraftmessdose (10 kN) gemessen.

Die Bezeichnung der Einzelversuche erfolgte nach folgendem dreistelligen Code.

Die erste Ziffer des Codes beschreibt das Prüfmaterial.

1. Stelle des Codes	Prüfmaterial
1	polyfelt.Rock GX 20/20F (nach dem Einbau)
2	polyfelt.Green B110
3	polyfelt.Rock GX 20/20F (vor dem Einbau)
4	Geofilet

Tabelle 5.10 1. Stelle des Codes

Die zweite Stelle des Codes beschreibt die Zugrichtung.

2. Stelle des Codes	Zugrichtung
1	Querzugrichtung
2	Hauptzugrichtung

Tabelle 5.11 2. Stelle des Codes

Die dritte Stelle des Codes stellt eine fortlaufende Nummerierung der Einzelversuche dar.

zB.: 224 Prüfmaterial: polyfelt.Green B110
 Zugrichtung: Hauptzugrichtung
 Einzelversuchsnummer: 4

Weitere Angaben zu Zugversuchen von Geokunststoffen befinden sich in am Institut für Geotechnik durchgeführten Diplomarbeiten [10], [12], [13], [14].

Aus den Ergebnissen des Zugversuches wurden die Zugfestigkeit α_t [kN/m] und die Sekantensteifheit J_{sec} [kN/m] der Geokunststoffe nach nachstehenden Berechnungen (Formel 2 - 4) ermittelt.

$$\alpha_t = F_t \cdot c \quad (2)$$

α_t Zugfestigkeit in [kN/m]
 F_t angezeigte Höchstzugkraft in [kN]
 c Multiplikationsfaktor zur Berechnung der Zugfestigkeit eines 1m breiten Teststreifens

$$c = \frac{N_m}{N_s} \quad (3)$$

N_m Die wirksame Anzahl von Zugelementen innerhalb 1m Breite des geprüften Produkts

N_s Die Anzahl der Zugelemente innerhalb der Messprobe

$$J_{sec} = \frac{(F \cdot c \cdot 100)}{\varepsilon} \quad (4)$$

J_{sec} die Sekantensteifigkeit in [kN/m] bei vorgegebener Dehnung

F die ermittelte Kraft in [kN] bei der Dehnung ε

ε die vorgegebene Dehnung in [%]

Die Sekantensteifigkeit gibt eine Aussage bezüglich des Kraft- Dehnungsverhaltens des Geogitters.

Bei gleicher Zugkraft haben Produkte mit einer hohen Sekantensteifigkeit geringere Dehnungen als Produkte mit einer geringeren Sekantensteifigkeit, gleichzeitig ist zu sagen, dass Geotextilien mit geringerer Sekantensteifigkeit und gleicher Höchstzugkraft eine hohe Anpassungsfähigkeit bezüglich Deformationen, Setzungen oder Verdichtung aufweisen und somit Beanspruchungen ohne größere negative Beeinträchtigungen aufnehmen können.

5.3.1.2 polyfelt.Rock GX 20/20F

Bei diesem Produkt handelt es sich um einen Geokunststoff aus hochzugfestem Polyester mit polymerer Schutzbeschichtung. Es wurden sowohl bereits eingebaute als auch fabrikneue Geogittermessstreifen untersucht.

5.3.1.2.1 Messwerte

Abbildung 5.62 zeigt das Bewehrungsprodukt polyfelt.Rock GX 20/20F

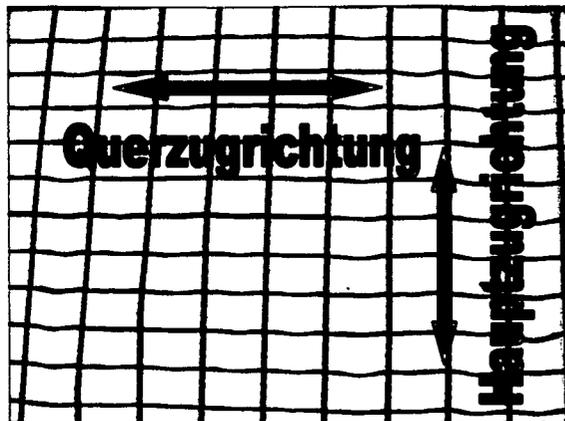


Abbildung 5.51 polyfel.Rock GX 20/20F [64]

Abbildung 5.52 und Abbildung 5.53 zeigen den eingespannten Teststreifen vor bzw. nach dem Zugversuch.

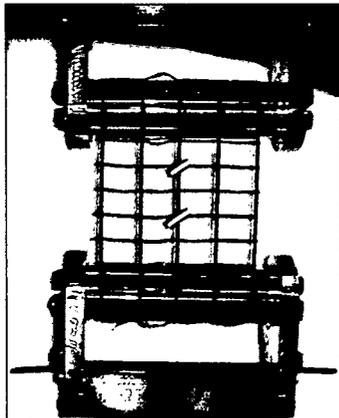


Abbildung 5.52 eingespannte Probe vor dem Zugversuch [64]



Abbildung 5.53 eingespannte Probe nach dem Zugversuch [64]

Versuchsergebnisse: polyfelt.Rock GX 20/20F (nicht eingebaut), Hauptzugrichtung

Abbildung 5.54 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.55 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

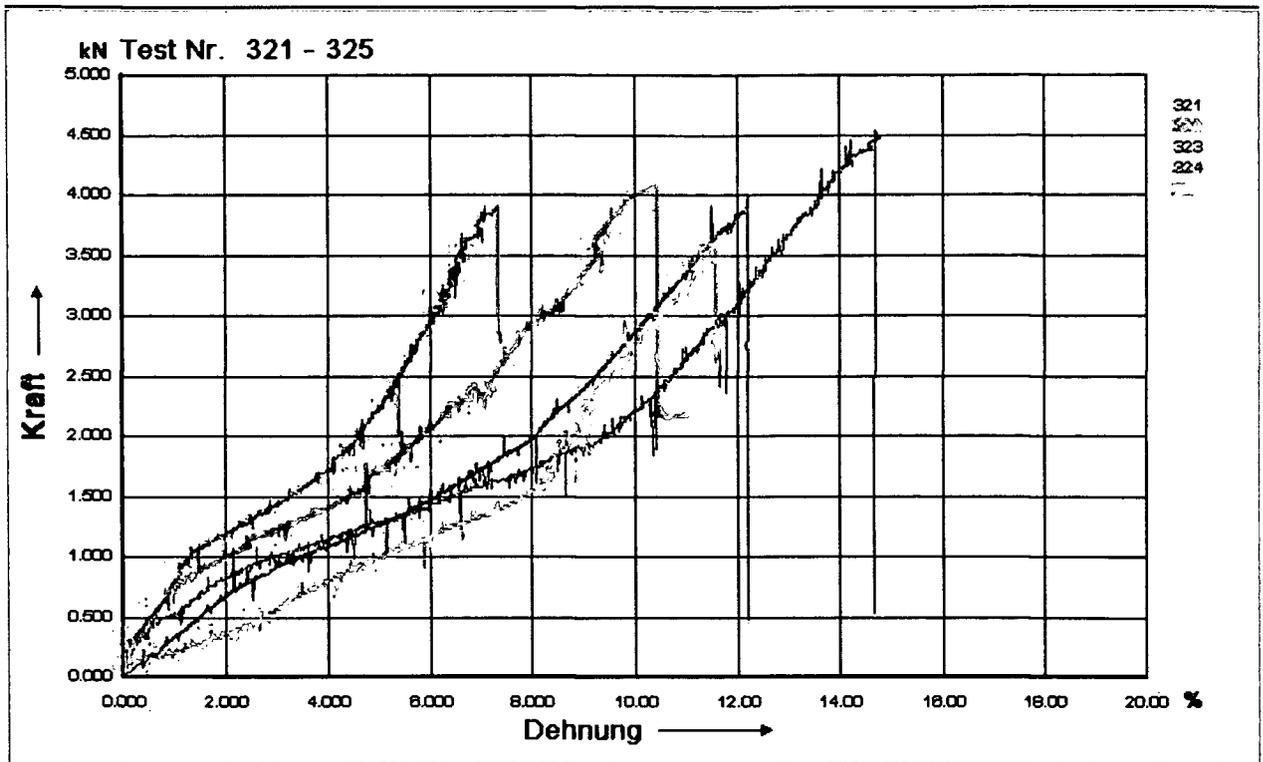


Abbildung 5.54 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter- Hauptzugrichtung- eingebaut

		kN	kN	%	kN	kN	kN
	321	4.527	0.587	14.66	0.823	1.008	1.284
	322	4.092	2.142	10.40	1.002	1.222	1.718
	323	3.990	0.471	12.17	0.659	0.912	1.253
	324	3.905	2.849	7.346	1.155	1.411	2.217
	325	3.623	2.720	11.51	0.363	0.571	0.997
Mittelwert:		4.027	1.754	11.22	0.800	1.025	1.494
Maximum:		4.527	2.849	14.66	1.155	1.411	2.217
L5%:		3325	698.1	5.526	144.8	345.1	470.0

Abbildung 5.55 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter- Hauptzugrichtung- eingebaut

Die Tabelle 5.12 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 20,14 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 179,46 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	α_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
4,027	25	5	5	11,22	20,14	179,46

Tabelle 5.12 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

Versuchsergebnisse: polyfelt.Rock GX 20/20F (nicht eingebaut), Querrugrichtung

Abbildung 5.56 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.57 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

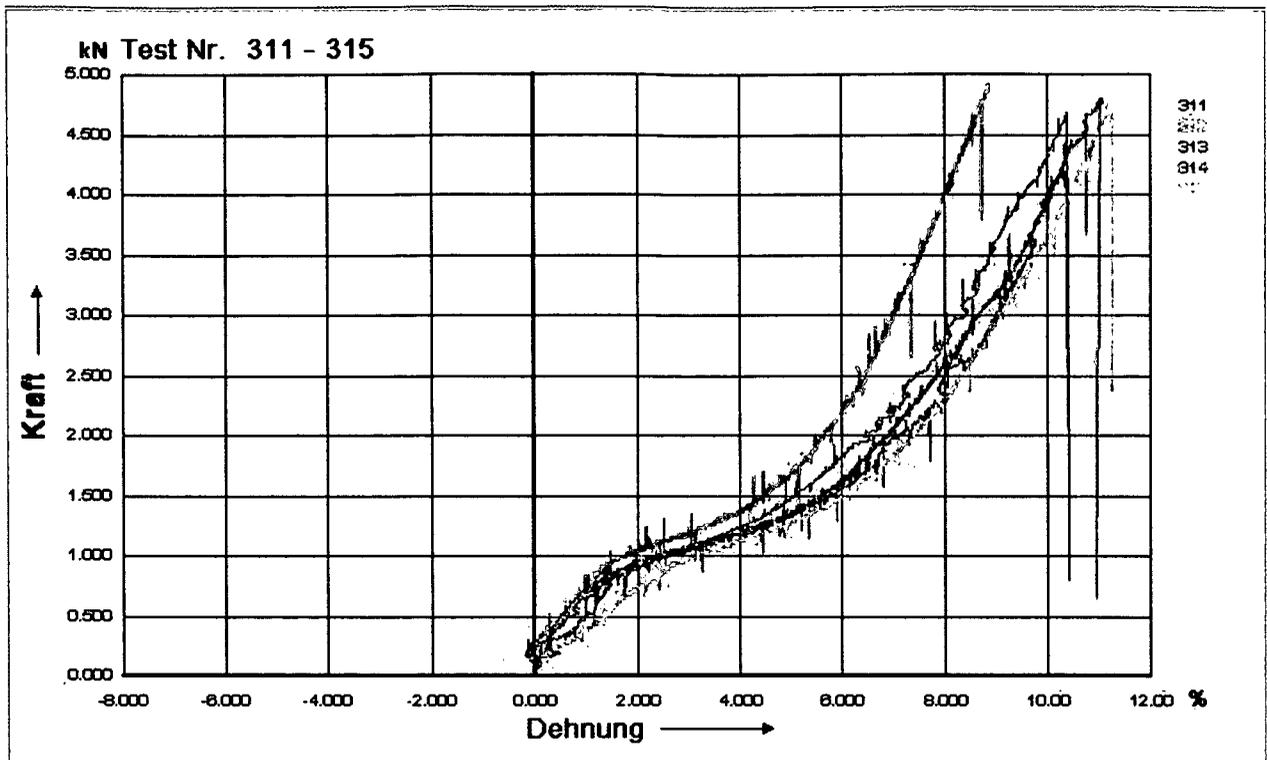


Abbildung 5.56 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter- Querrichtung- eingebaut

		kN	kN	%	kN	kN	kN
	311	4.680	0.788	10.37	0.936	1.083	1.477
	312	4.903	4.903	8.880	1.013	1.183	1.679
	313	4.191	2.067	10.32	0.887	1.048	1.327
	314	4.806	0.636	11.02	0.941	1.060	1.356
	315	4.755	2.444	11.24	0.742	0.976	1.267
Mittelwert:		4.667	2.168	10.37	0.904	1.070	1.421
Maximum:		4.903	4.903	11.24	1.013	1.183	1.679
L5%:		4074	-1497	8.400	688.4	910.9	1073

Abbildung 5.57 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter- Querrichtung- eingebaut

Die Tabelle 5.13 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 22,75 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 219,40 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ε [%]	α_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
4,667	39	8	4,875	10,37	22,75	219,40

Tabelle 5.13 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

Versuchsergebnisse: polyfelt.Rock GX 20/20F (eingebaut), Hauptzugrichtung

Abbildung 5.58 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.59 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

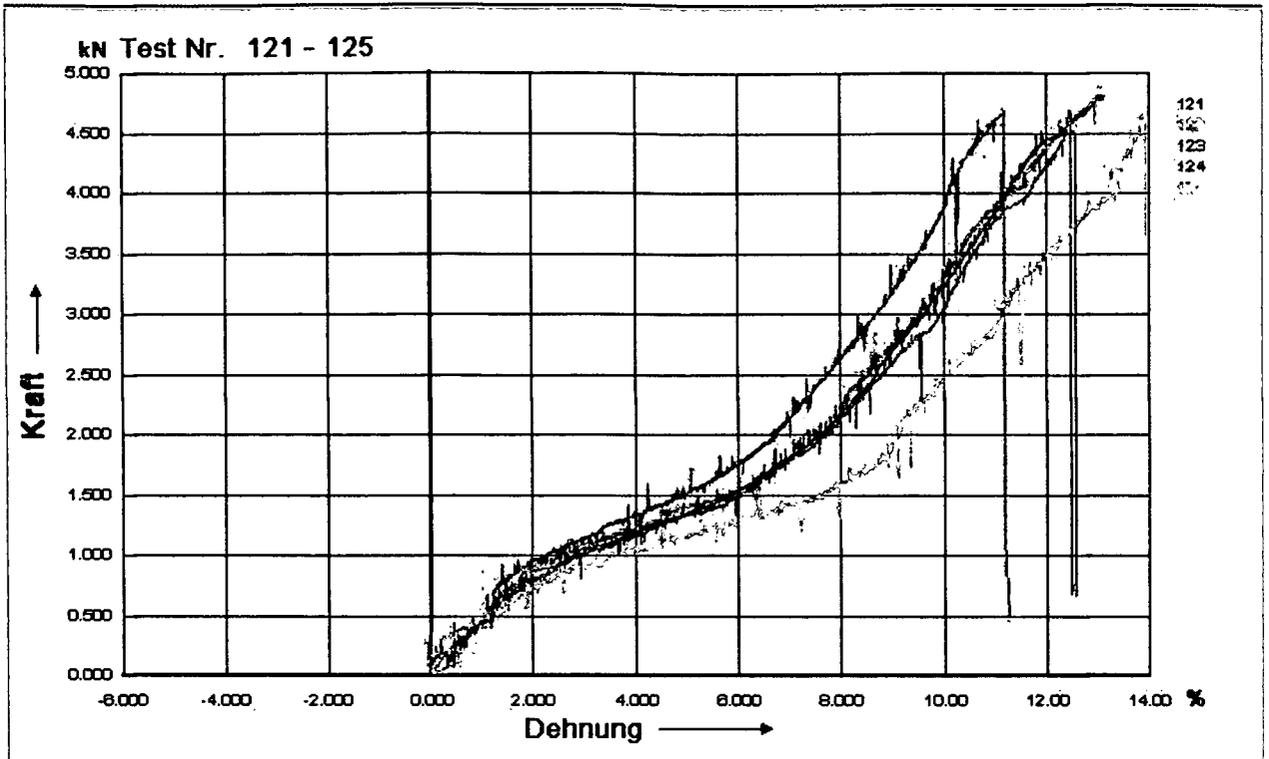


Abbildung 5.58 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter- Hauptzugrichtung- nicht eingebaut

Test Nr.	FH kN	FB kN	cH %	F(2%) kN	F(3%) kN	F(5%) kN
121	4.692	0.775	12.43	0.879	1.061	1.320
122	4.815	4.780	13.06	0.931	1.088	1.411
123	4.521	0.658	11.90	0.777	1.004	1.338
124	4.676	0.480	11.15	0.951	1.150	1.518
125	4.665	4.654	13.93	0.716	0.915	1.173
Mittelwert:	4.674	2.269	12.49	0.851	1.044	1.352
Maximum:	4.815	4.780	13.93	0.951	1.150	1.518
L5%:	4451	-2500	10.22	635.4	853.9	1082

Abbildung 5.59 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter- Hauptzugrichtung- nicht eingebaut

Die Tabelle 5.14 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 23,37 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 187,11 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	α_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
4,674	25	5	5	12,49	23,37	187,11

Tabelle 5.14 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

Versuchsergebnisse: polyfelt.Rock GX 20/20F (eingebaut), Querszugrichtung

Abbildung 5.60 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.61 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

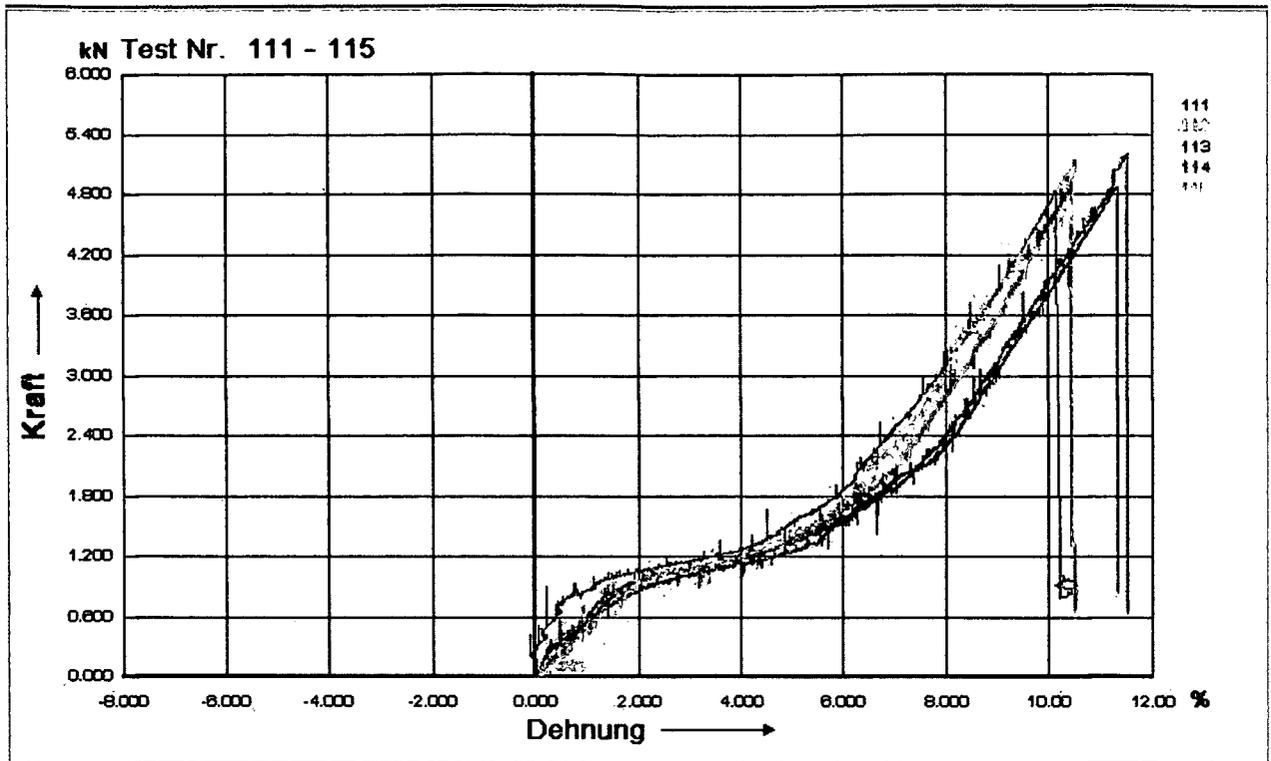


Abbildung 5.60 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter-Querrichtung- nicht eingebaut

		kN	kN	%	kN	kN	kN		
			111	4.826	0.980	10.14	1.053	1.144	1.547
			112	4.910	0.854	10.46	0.945	1.059	1.362
			113	4.863	1.034	11.31	0.876	1.015	1.235
			114	5.203	0.625	11.52	0.939	1.064	1.324
			115	5.144	5.128	10.50	0.954	1.067	1.397
Mittelwert:			4.989	1.724	10.79	0.953	1.070	1.373	
Maximum:			5.203	5.128	11.52	1.053	1.144	1.547	
L5%:			4622	-2347	9.516	817.5	970.6	1129	

Abbildung 5.61 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter-Querrichtung- nicht eingebaut

Die Tabelle 5.15 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 24,32 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 225,41 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	α_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
4,989	39	8	4,875	10,79	24,32	225,41

Tabelle 5.15 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

5.3.1.2.2 Interpretation

Tabelle 5.16 zeigt die aus den Streifenzugversuchen ermittelten mittleren Zugfestigkeiten, die Bruchdehnungen und die Sekantensteifigkeiten verglichen mit den Herstellerangaben.

Geokunststoff				
polyfelt.Rock GX 20/20F				
	Richtung	Zugfestigkeit [kN/m]	Bruchdehnung [%]	Sek.-steifigkeit [kN/m]
Herstellerangaben	längs	21	12	1)
	quer	21	11,5	1)
Prüfkörper (nicht eingebaut)	längs	23,37	12,49	179,46
	quer	24,32	10,79	219,40
Prüfkörper (eingebaut)	längs	20,14	11,22	187,11
	quer	22,75	10,32	225,41

Tabelle 5.16 Versuchsergebnisse der Zugversuche vs. Herstellerangaben

1) keine Herstellerangaben

Die Versuchsergebnisse des Bewehrungsproduktes polyfelt.Rock GX 20/20F zeigen, dass die Zugfestigkeiten sowohl in Hauptzug- als auch in Quertzugrichtung über den Herstellerangaben liegen. Bei der Betrachtung der Zugfestigkeiten des eingebauten Prüfkörpers ist eine Abnahme der Zugfestigkeit in der Hauptzugrichtung um 13,8 % und in Querrichtung um 6,5 % gegenüber dem fabrikneuen Produkt festzustellen.

Die von den Herstellern angegebenen Bruchdehnungen wurden beim nicht eingebauten Prüfkörper in der Hauptzugrichtung erreicht, in der Quertzugrichtung wurden die Herstellerangaben geringfügig unterschritten.

Bezüglich eines Vergleiches der bei den Versuchen ermittelten Sekantensteifigkeiten konnten keine Herstellerangaben gefunden werden und somit keine Rückschlüsse getroffen werden.

5.3.1.3 polyfelt.Green B110

Bei diesem Produkt handelt es sich um einen Geokunststoff aus polymerbeschichteten Glasfilamentgelegen.

5.3.1.3.1 Messwerte

Abbildung 5.62 zeigt das Erosionsschutzprodukt polyfelt.Green B110.

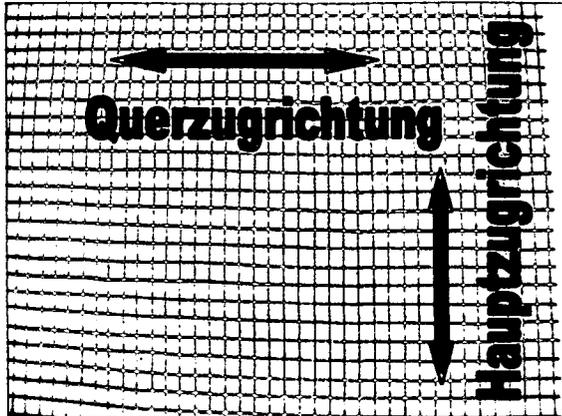


Abbildung 5.62 polyfelt.Green [64]

Abbildung 5.63 und Abbildung 5.64 zeigen den eingespannten Teststreifen vor bzw. nach dem Zugversuch.

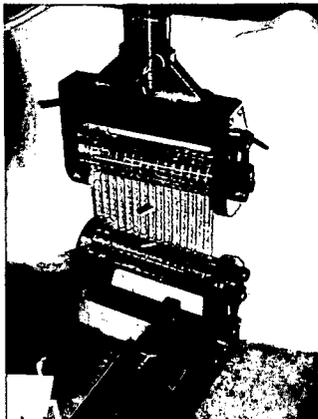


Abbildung 5.63 eingespannte Probe vor der Prüfung [64]

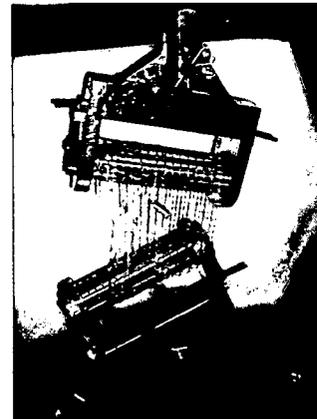


Abbildung 5.64 eingespannte Probe nach der Prüfung [64]

Versuchsergebnisse: polyfelt.Green B110, Hauptzugrichtung

Abbildung 5.65 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.66 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

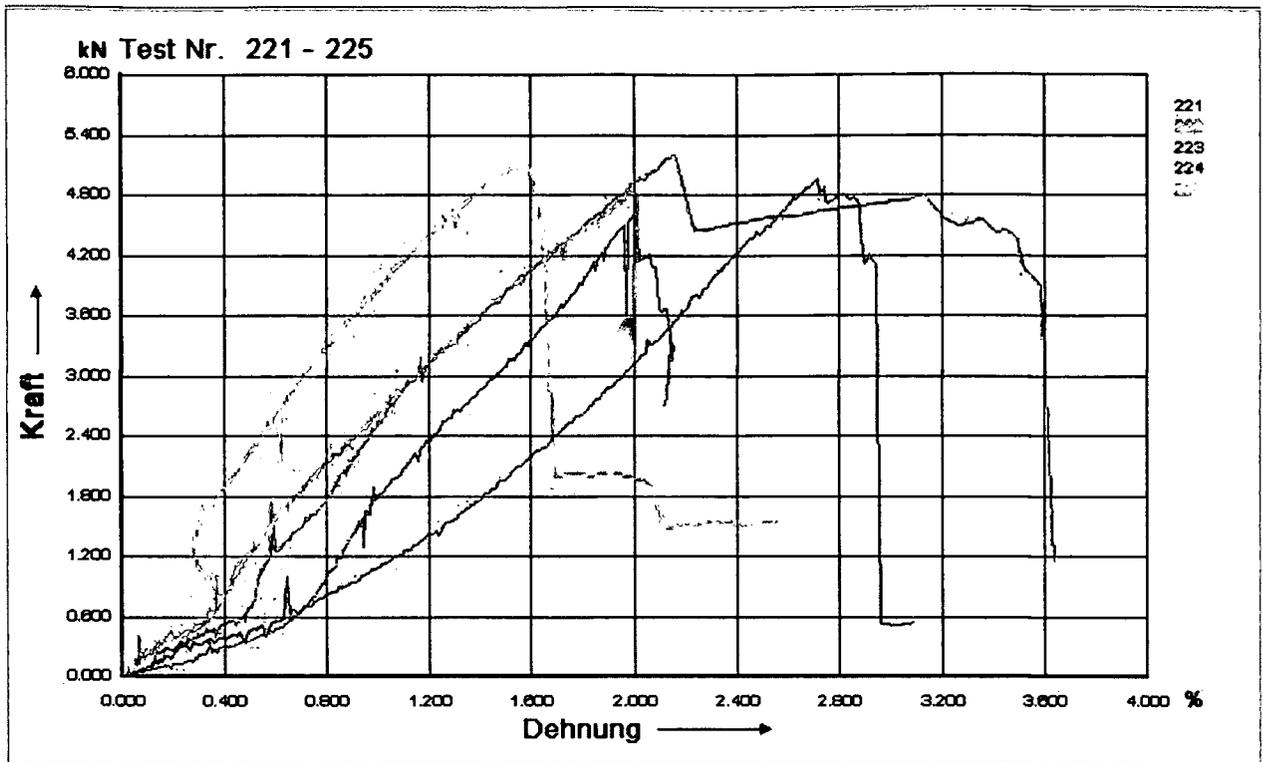


Abbildung 5.65 Kraft-Dehnungs-Diagramm Erosionsschutzgitter- Hauptzugrichtung

		kN	kN	%	kN	kN	kN
	221	4.594	2.683	2.004	4.591	n.a.	n.a.
	222	4.837	3.255	1.992	4.809	n.a.	n.a.
	223	4.960	0.552	2.711	3.119	0.517	n.a.
	224	5.192	1.159	2.157	4.914	4.729	n.a.
	225	5.128	1.556	1.578	1.971	n.a.	n.a.
Mittelwert:		4.942	1.841	2.088	3.881	2.623	
Maximum:		5.192	3.255	2.711	4.914	4.729	
L5%:		4431	-522,8	1.216	1130	-16183	

Abbildung 5.66 Kraft-Dehnungs-Tabelle Erosionsschutzgitter- Hauptzugrichtung

Die Tabelle 5.17 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 24,71 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 1183,43 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	α_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
4,942	80	16	5	2,088	24,71	1183,43

Tabelle 5.17 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

Versuchsergebnisse: polyfelt.Green B110, Querrugrichtung

Abbildung 5.67 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.68 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche. Die Tabelle 5.18 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte Zugfestigkeit bzw. Sekantensteifigkeit.

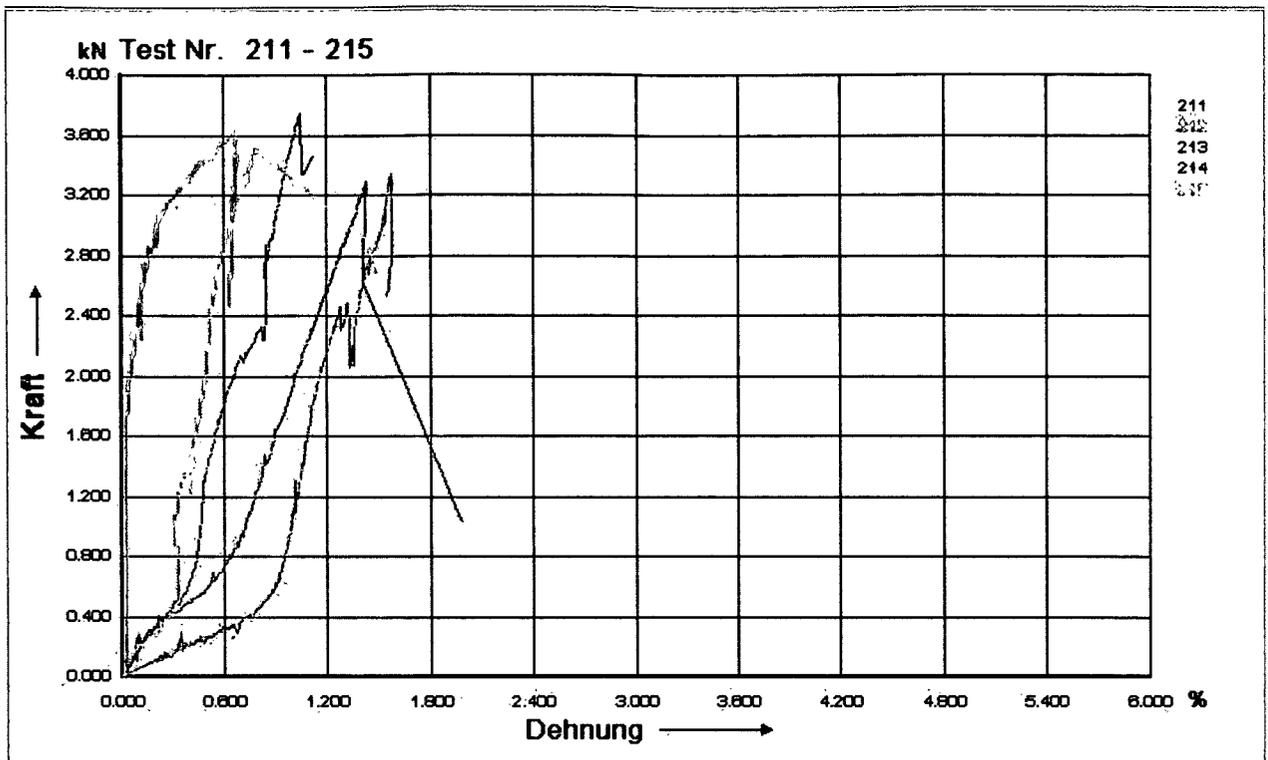


Abbildung 5.67 Kraft-Dehnungs-Diagramm Erosionsschutzgitter- Querrichtung

		kN	kN	%	kN	kN	kN
	211	3.739	3.463	1.039	n.a.	n.a.	n.a.
	212	3.624	2.468	0.661	n.a.	n.a.	n.a.
	213	3.285	1.029	1.432	1.029	n.a.	n.a.
	214	3.338	2.519	1.566	n.a.	n.a.	n.a.
	215	3.506	2.659	0.785	n.a.	n.a.	n.a.
Mittelwert:		3.498	2.428	1.097			
Maximum:		3.739	3.463	1.566			
L5%:		3092	553.2	0.255			

Abbildung 5.68 Kraft-Dehnungs-Tabelle Erosionsschutzgitter- Querrichtung

Die Tabelle 5.18 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 16,82 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 1533,61 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	a_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
3,498	101	21	4,81	1,097	16,82	1533,61

Tabelle 5.18 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

5.3.1.3.2 Interpretation

Tabelle 5.19 zeigt die aus den Streifenzugversuchen ermittelten Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen verglichen mit den Herstellerangaben.

Geokunststoff				
polyfelt.Green B110				
	Richtung	Zugfestigkeit [kN/m]	Bruchdehnung [%]	Sek.-steifigkeit [kN/m]
Herstellerangaben	längs	38	1)	1)
	quer	34	1)	1)
Prüfkörper	längs	24,71	2,09	1183,43
	quer	16,82	1,10	1533,61

Tabelle 5.19 Versuchsergebnisse der Zugversuche vs. Herstellerangaben

1) keine Herstellerangaben

Die Versuchsergebnisse des Erosionsschutzgitters polyfelt.Green B110 zeigen im Vergleich zu den Herstellerangaben deutlich geringere Zugfestigkeiten. Es ist anzumerken, dass über die Versuchsanordnung der Herstellerfirma keinerlei Information vorliegt, diese aber großen Einfluss auf die Versuchsergebnisse haben kann. Insbesondere bei Zugversuchen an Einzelfäden wären höhere Versuchsergebnisse zu erwarten, als bei den hier durchgeführten Versuchen mit Messstreifen.

Bezüglich eines Vergleiches der bei den Versuchen ermittelten Bruchdehnung und Sekantensteifigkeiten konnten keine Herstellerangaben gefunden werden, und somit keine Rückschlüsse getroffen werden.

5.3.1.4 Geofilet

Hierbei handelt es sich um ein Erosionsschutzprodukt bestehend aus hochzugfesten PE-Fasern in Kombination mit Baumwoll-Fasern.

5.3.1.4.1 Messwerte

Abbildung 5.69 zeigt den Geoverbundstoff Geofilet.



Abbildung 5.69 Geoverbundstoff Geofilet [64]

Abbildung 5.70 und Abbildung 5.71 zeigen den eingespannten Teststreifen vor bzw. nach dem Zugversuch.



Abbildung 5.70 eingespannte Probe vor der Prüfung [64]

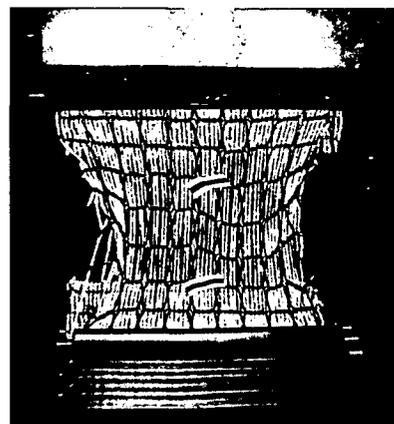


Abbildung 5.71 eingespannte Probe nach der Prüfung [64]

Versuchsergebnisse: Geofilet, Hauptzugrichtung

Abbildung 5.72 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.73 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

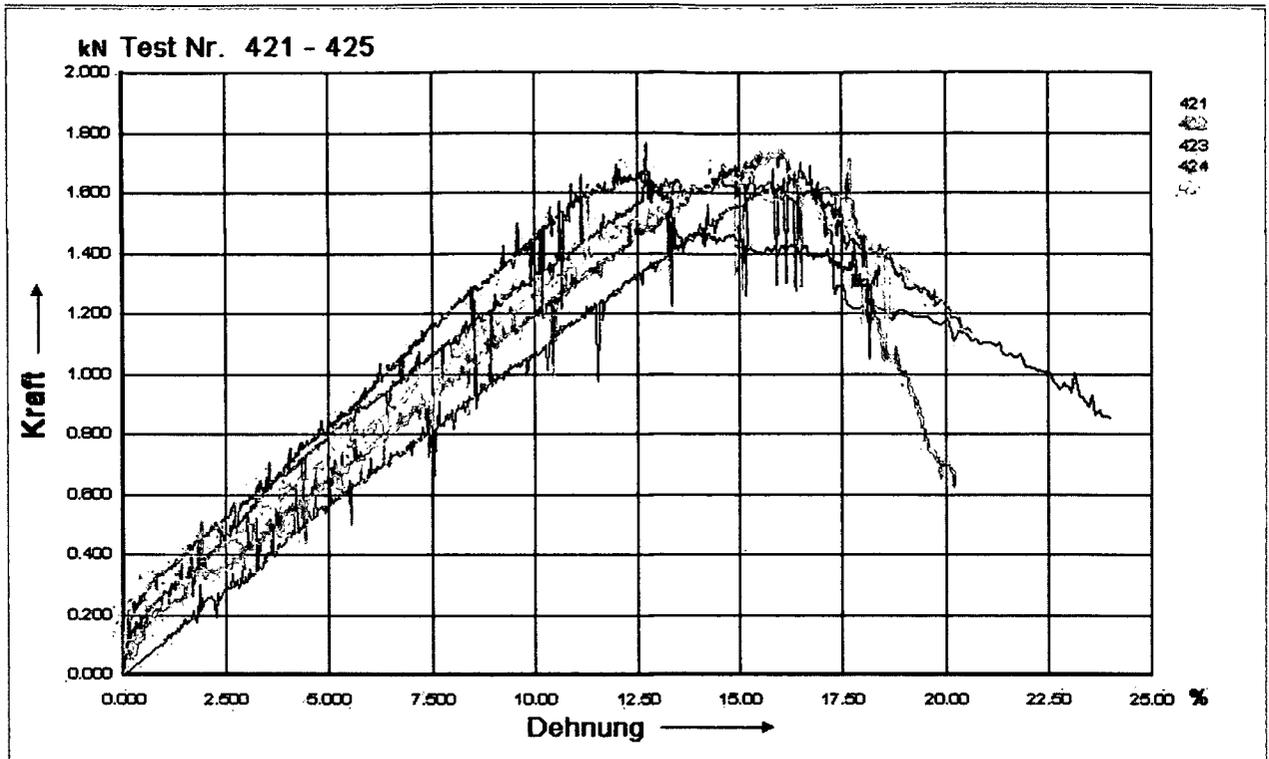


Abbildung 5.72 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geoverbundstoff- Hauptzugrichtung

	kN	kN	%	kN	kN	kN	kN
	421	1.700	0.854	24.03	0.248	0.312	0.590
	422	1.737	0.682	20.25	0.330	0.416	0.657
	423	1.688	1.360	18.37	0.381	0.531	0.839
	424	1.758	1.139	20.66	0.465	0.572	0.797
	425	1.682	1.300	19.16	0.373	0.521	0.719
Mittelwert:		1.713	1.067	20.49	0.359	0.470	0.720
Maximum:		1.758	1.360	24.03	0.465	0.572	0.839
L5%:		1643	446.8	15.86	190.5	245.3	505.3

Abbildung 5.73 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geoverbundstoff- Hauptzugrichtung

Die Tabelle 5.20 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 10,62 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 51,83 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	a_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
1,713	62	10	6,20	20,49	10,62	51,83

Tabelle 5.20 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

Versuchsergebnisse: Geofilet, Querrugrichtung

Abbildung 5.74 zeigt den Kraft- Dehnungsverlauf der Einzelversuche, Abbildung 5.75 zeigt die Messergebnisse der Einzelversuche.

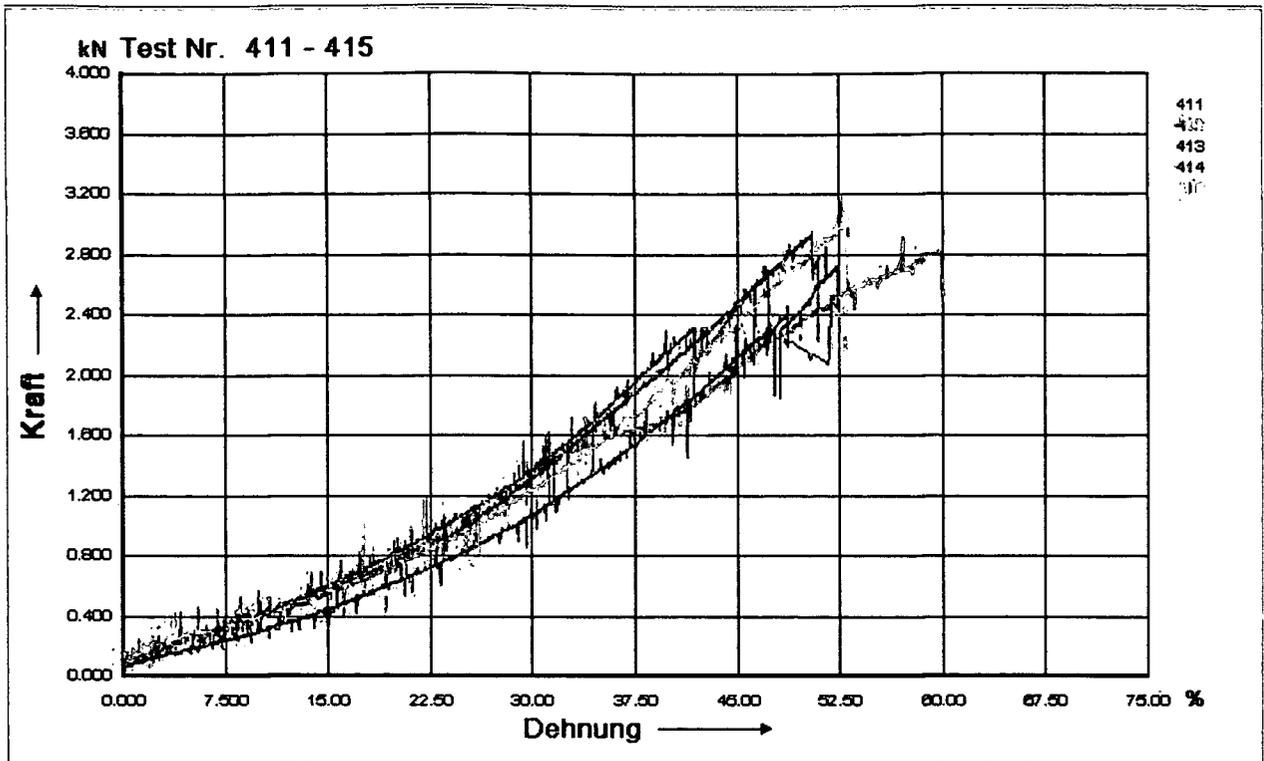


Abbildung 5.74 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geoverbundstoff- Querrichtung

		kN	kN	%	kN	kN	kN		
			411	2.681	2.407	47.16	0.154	0.206	0.248
			412	2.906	2.538	56.99	0.151	0.186	0.245
			413	2.851	2.234	51.45	0.112	0.139	0.196
			414	2.943	2.782	50.44	0.172	0.215	0.273
			415	3.196	2.199	52.53	0.210	0.222	0.275
Mittelwert:			2.915	2.432	51.71	0.160	0.194	0.247	
Maximum:			3.196	2.782	56.99	0.210	0.222	0.275	
L5%:			2518	1923	44.11	83.44	123.0	179.2	

Abbildung 5.75 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geoverbundstoff- Querrichtung

Die Tabelle 5.21 zeigt die aus Messergebnissen ermittelte mittlere Zugfestigkeit von 11,44 kN/m bzw. die Sekantensteifigkeit von 22,12 kN/m.

F_t [kN/m]	N_m	N_s	c	ϵ [%]	α_t [kN/m]	J_{sec} [kN/m]
2,915	51	13	3,92	51,71	11,44	22,12

Tabelle 5.21 aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit

5.3.1.4.2 Interpretation

Tabelle 5.22 zeigt die aus den Streifenzugversuchen ermittelten Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen verglichen mit den Herstellerangaben.

Geokunststoff				
Geofilet				
	Richtung	Zugfestigkeit [kN/m]	Bruchdehnung [%]	Sek.-steifigkeit [kN/m]
Herstellerangaben	längs	10	1)	1)
	quer	20	1)	1)
Prüfkörper	längs	10,62	20,49	51,83
	quer	11,44	51,71	22,12

Tabelle 5.22 Versuchsergebnisse der Zugversuche vs. Herstellerangaben

1) keine Herstellerangaben

Die Versuchsergebnisse des Geoverbundstoffes Geofilet zeigen, dass im Vergleich zu den Herstellerangaben in der Hauptzugrichtung die Zugfestigkeit erreicht werden konnte, jedoch in Versuche in Querrichtung erneut eine deutlich geringere Zugfestigkeit ergaben. Der Grund für die Unterschiede der Zugfestigkeiten könnte wieder die nicht bekannte Versuchsanordnung des Herstellers sein, die wie in 5.3.1.2.2 erläutert, Einfluss auf die Versuchsergebnisse haben kann.

Bezüglich eines Vergleiches der bei den Versuchen ermittelten Bruchdehnung und Sekantensteifigkeiten konnten keine Herstellerangaben gefunden werden und somit keine Rückschlüsse getroffen werden.

5.3.2 Ermittlung des Abminderungsfaktors A_2

Der Abminderungsfaktor A_2 ist jener Faktor, der bei der Ermittlung der Bemessungszugfestigkeit des Bewehrungsproduktes aufgrund Transport-, Einbau-, und Verdichtungsbeschädigung in die Bemessung abmindernd eingeht (siehe Punkt 9.3.2). Er ist vom Schüttmaterial sowie dem Bewehrungsprodukt abhängig [44].

5.3.2.1 Bemessungszugfähigkeit $F_{bi,d}$

Die Bemessungszugfestigkeit $F_{bi,d}$ einer Bewehrungslage ist die Grundlage für den Nachweis der inneren Standsicherheit und wird nach Formel (5) berechnet.

$$F_{bi,d} = \frac{F_{bi,k}}{\gamma_B} \quad (5)$$

$F_{bi,k}$ charakteristischer Wert der Langzeitzugfestigkeit wird nach Formel (6) berechnet.

γ_B Teilsicherheitsbeiwert gegen Bruch der Bewehrung

LF 1 Gebrauchszustand $\gamma_B = 1,4$

LF 2 Bauzustand $\gamma_B = 1,3$

$$F_{bi,k} = \frac{F_{bi,k0}}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4} \quad (6)$$

$F_{bi,k0}$ char. Wert der Kurzzeitzugfestigkeit (Produktangabe)

A_1 Abminderungsfaktor Kriechen

A_2 Abminderungsfaktor Transport, Einbau und Verdichtungsbeschädigungen

A_3 Abminderungsfaktor Fugen, Überlappung, Nähte

A_4 Abminderungsfaktor Umgebungseinflüsse (Umweltmilieu)

5.3.2.2 Versuchsanordnung im Feld

Ein Teststreifen des Geogitters polyfelt.Rock GX 20/20F (2,00 m x 4,10 m) wurde flächig auf den Untergrund aufgelegt, und in weiterer Folge wurden zwei Schüttlagen RMH (gesamte verdichtete Schütthöhe: 60 cm) aufgebracht. Die lagenweise Verdichtung (6-facher Walzenübergang) erfolgte mit einer Vibrationswalze der Firma BOMAG siehe Punkt 7.2.1.5.

Abbildung 5.76 und Abbildung 5.77 zeigen die verdichtete erste Schüttlage bzw. die zweite Schüttlage vor der Verdichtung.

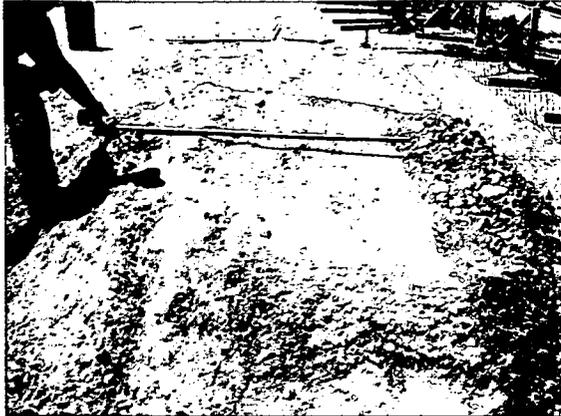


Abbildung 5.76 verdichtete 1. Schüttlage [61]

Abbildung 5.77 unverdichtete 2. Schüttlage [61]

5.3.2.3 Berechnung des Abminderungsfaktors A_2

Abbildung 5.78 zeigt das Prinzip der Berechnung des Abminderungsfaktor A_2 .

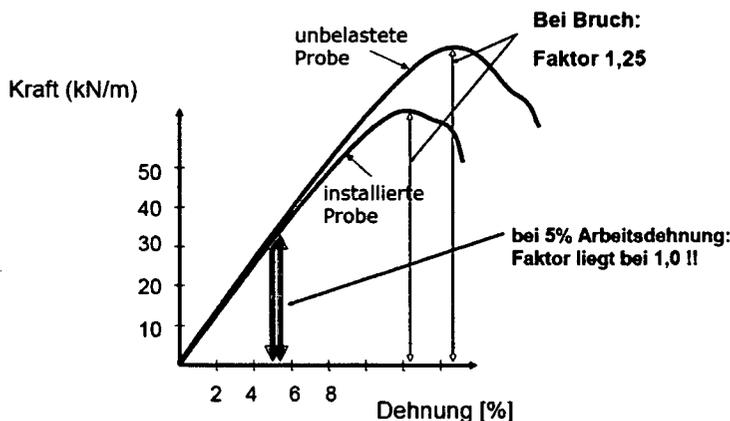


Abbildung 5.78 Prinzip der Berechnung des Abminderungsfaktors A_2 [44]

Tabelle 5.23 zeigt die in den durchgeführten Zug- Dehnungsversuchen ermittelten Zugfestigkeiten des Bewehrungsproduktes polyfelt.Rock GX 20/20F.

	Hauptzugrichtung	Querzugrichtung	Einheit
Zugfestigkeit polyfelt.Rock GX 20/20F (vor dem Einbau)	23,37	24,32	[KN/m]
Zugfestigkeit polyfelt.Rock GX 20/20F (nach dem Einbau)	20,14	22,75	[KN/m]

Tabelle 5.23 Zugfestigkeit des Bewehrungsproduktes polyfelt.Rock GX 20/20F (Mittelwerte)

Der Einbaufaktor A_2 ergibt sich somit:

$$A_2 = \text{Zugfestigkeit (vor dem Einbau)} / \text{Zugfestigkeit (nach dem Einbau)}$$

5.3.2.3.2 Hauptzugrichtung

$$A_2 = 23,37/20,14 = 1,160$$

5.3.2.3.3 Querszugrichtung

$$A_2 = 24,32/22,75 = 1,069$$

Nach Herstellerangaben wurden mit Bewehrungsprodukt polyfelt.Rock GX 20/20F keine entsprechenden Versuche durchgeführt.

Nach Herstellerangaben beträgt der Einbaufaktor bei dem Schüttmaterial Kies (> 20 mm) für die Geokunststoffe GX 50/30, 55/55, 80/30, 80/80 und höhere Typen: 1,10 sowie für den Geokunststoff GX 35/35: 1,21 für Bruchstein < 65 mm, 1,24 für Bruchstein < 20 mm und 1,14 für Sand < 2 mm.

5.4 Feststoff und Sickerwasseranalyse

Das Schüttmaterial RMH Lieferung 1 und Lieferung 2, dem für die Substratherstellung verwendeten Humus und die 20% Substratmischung wurden einer Feststoffanalyse unterzogen. Weiters wurde das in den Sickerwassersammelschächten siehe Punkt 7.1.3 angefallenen Sickerwassers analysiert.

Die Probenahmen und die Laboranalysen wurden durch das Zivilingenieurbüro GEOPRO durchgeführt.

5.4.1 Feststoffanalyse

Die Probenahme erfolgte am 23.03.2005. Für jede Mischprobe wurden repräsentative Stichproben aus verschiedenen Entnahmestellen gemäß ÖNORM S 2021 [32] entnommen.

5.4.1.1 Probebezeichnung und visuelle Bewertung

Tabelle 5.24 legt die externe und interne (die des Zivilingenieurbüros) Probenbezeichnung sowie die Probennummer fest. Des Weiteren werden die Materialien nach ihrem Aussehen beschrieben.

externe Probenbezeichnung	interne Probenbezeichnung	interne Proben Nr.	Material Aussehen
RMH Lieferung 1	Mischprobe 1	451/1/05	rotbraun/ braun sandiges, schluffiges Material und tw. Erde, Ziegelbruchstücke (arteigener Geruch)
RMH Lieferung 2	Mischprobe 2	451/2/05	rotbraun Sand, Schluff u. tw. Ziegelbruchstücke (muffiger Geruch)
Humus	Mischprobe 3	451/3/05	dunkelbraun/ dunkelgrau Erde, Humus (kein auffälliger Geruch)
Substrat 20%	Mischprobe 4	451/4/05	rotbraun Erde, Humus und tw. Ziegelbruchstücke (kein auffälliger Geruch)

Tabelle 5.24 Probenbezeichnung; Probennummer; Beschreibung nach dem Aussehen

5.4.1.2 Grenzwerte

Folgende Grenzwerte bilden die Grundlage der Bewertung der Proben:

Die Grenzwerte entsprechen der Deponie Verordnung [21]; sowie die Richtlinie für Recycling-Baustoffe [40] des Österreichischem Baustoff Recycling Verbandes.

5.4.1.3 Ergebnisse der Mischproben

Tabelle 5.25 bis Tabelle 5.28 zeigen den Vergleich der Messergebnisse zu den Grenzwerten der Deponie Verordnung.

5.4.1.3.1 Mischprobe 1 - 4, Grenzwerte für Schadstoffgesamtgehalte

		Gesamtgehalt					
Messgröße	Einheit	Messwert				Deponietyp 1) 2)	
						DVO 164/96	
		Mischprobe 1	Mischprobe 2	Mischprobe 3	Mischprobe 4	BA	BRM
Arsen (als As) a)	[mg/kg TS]	39,6	6,9	32,6	12,6	50	200
Blei (als Pb)	[mg/kg TS]	15,4	14,1	19,2	14,7	150	500
Cadmium (als Cd)	[mg/kg TS]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2	10
Chrom gesamt (als Cr)	[mg/kg TS]	26,5	27,8	60,1	36,1	300	500
Kobalt (als Co) a)	[mg/kg TS]	3,8	4,6	16,9	6,9	50	100
Kupfer (als Cu)	[mg/kg TS]	10,9	8,7	27,2	12,5	100	500
Nickel (als Ni)	[mg/kg TS]	11,5	15,1	39,7	20,0	100	500
Quecksilber (als Hg)	[mg/kg TS]	0,7	0,6	0,8	0,6	1	3
Vanadium (als V) a)	[mg/kg TS]	12,2	23,0	3,5	19,2	*	*
Zink (als Zn)	[mg/kg TS]	49,5	40,2	98,1	51,2	500	1500
TOC (als C)	[mg/kg TS]	11600	10500	17990	12850	20000	30000

Tabelle 5.25 Messergebnisse anorganische Stoffe

		Gesamtgehalt					
Messgröße	Einheit	Messwert				Deponietyp 1) 2)	
						DVO 164/96	
		Mischprobe 1	Mischprobe 2	Mischprobe 3	Mischprobe 4	BA	BRM
Kohlenwasserstoffindex	[mg/kg TS]	184,2	311,0	12,8	244,8	100 ³⁾	200 ⁴⁾
Summe PAK ^{a)}	[mg/kg TS]	0,94	2,28	1,63	2,25	4	20
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,4	*
BTEX	[mg/kg TS]		<0,1			6	*
Trockensubstanz	[M. %]	87,0	85,1	85,1	87,0	*	*

Tabelle 5.26 Messergebnisse organische Stoffe

TOC von weniger als 5.000 mg/kg TS

50 mg/kg TS

TOC von 5.000 bis 20.000 mg/kg TS

100 mg/kg TS

TOV von mehr als 20.000 mg/kg TS

200 mg/kg TS

4) Wird ein BTEX-Wert von 6 mg/kg TS eingehalten, so ist für den Kohlenwasserstoff-Index ein Grenzwert von 500 mg/kg TS zulässig. Für Bodenaushubmaterial, das einen BTEX-Wert von 6 mg/kg TS einhält, ist für den Kohlenwasserstoff-Index ein Grenzwert von 1.000 mg/kg TS zulässig.

+) im Grenzbereich bzw. geringfügige Überschreitung der Grenzwerte

< und ≤ bedeutet: Grenzwert der verwendeten Methode

Tabelle 5.29 und Tabelle 5.30 zeigen den Vergleich der Messergebnisse der Mischproben 1 und 2 zu den Grenzwerten der Richtlinie für Recycling-Baustoffe [40] des Österreichischen Baustoff Recycling Verbandes.

5.4.1.3.3 Mischprobe 1

Messgröße	Einheit	Messwert	Qualitätsklasse		
		Eluatgehalt	A ⁺	A	B
pH-Wert	-	8,06	7,5-12,5	7,5-12,5	7,5-12,5
Leitfähigkeit	[mS/m]	81,2	150	150	150
Chrom gesamt (als Cr)	[mg/kg TS]	< 0,2	0,3	0,5	0,5
Kupfer (als Cu)	[mg/kg TS]	< 0,2	0,5	1	2
Ammonium (als N)	[mg/kg TS]	0,6	1	4	8
Nitrit als (N)	[mg/kg TS]	0,3	0,5	1	2
Sulfat (als SO ₄)	[mg/kg TS]	2742	1500	2500	3500
Summe KW	[mg/kg TS]	< 1,0	1	3	5
Gesamtgehalt					
Σ 16PAK gem. EPA	[mg/kg TS]	0,94	4	12	20
Trockensubstanz	[%]	91,1	1)	1)	1)

Tabelle 5.29 Messergebnisse Mischprobe 1

5.4.1.3.4 Mischprobe 2

Messgröße	Einheit	Messwert	Qualitätsklasse		
		Eluatgehalt	A ⁺	A	B
pH-Wert	-	7,86	7,5-12,5	7,5-12,5	7,5-12,5
Leitfähigkeit	[mS/m]	104,7	150	150	150
Chrom gesamt (als Cr)	[mg/kg TS]	< 0,2	0,3	0,5	0,5
Kupfer (als Cu)	[mg/kg TS]	< 0,2	0,5	1	2
Ammonium (als N)	[mg/kg TS]	0,7	1	4	8
Nitrit als (N)	[mg/kg TS]	0,2	0,5	1	2
Sulfat (als SO ₄)	[mg/kg TS]	3528	1500	2500	3500
Summe KW	[mg/kg TS]	1,2	1	3	5
Gesamtgehalt					
Σ 16PAK gem. EPA	mg/kg TS]	2,28	4	12	20
Trockensubstanz	[%]	95,3	1)	1)	1)

Tabelle 5.30 Messergebnisse Mischprobe 2

1) keine Grenzwertangaben in der Richtlinie für Baustoffrecycling

5.4.1.4 Begründung für die Ergebnisse der Gesamtbeurteilung

Für die Beurteilung der Ergebnisse der Mischproben 1 bis 4 wurden alle vorhandenen Informationen berücksichtigt.

Aufgrund der Zusammensetzung weist der Abfall unter Deponiebedingungen keine gefahrenrelevanten Eigenschaften gemäß Anhang III der Richtlinie 91/689/EWG [38] über gefährliche Abfälle auf.

Das RMH-Material der 1. und 2. Lieferung entspricht aufgrund der analysierten Parameter im Feststoff und der visuellen Beurteilung, gemäß der Deponie Verordnung [21], den Zuordnungswerten für Qualität Baurestmassendeponie. Die Eluatwerte beider Proben entsprechen dem Zuordnungswert für Bodenaushubdeponie.

Zusätzlich wurde das Material gemäß der umwelttechnischen Klassifizierung für Recycling-Baustoffe beurteilt, wobei das RMH-Material der 1. Lieferung der Qualitätsklasse B gemäß der Richtlinie für Recycling Baustoffe [40] zugeordnet werden konnte, das RMH-Material der Lieferung 2 die Qualitätsanforderungen dieser Richtlinie jedoch nicht erfüllt.

Der Humus entspricht aufgrund der analysierten Parameter sowohl im Eluat als auch nach dem Gesamtgehalt im Feststoff der Inhaltsstoffe und der visuellen Beurteilung den Zuordnungswerten für Qualität Bodenaushubdeponie gemäß der Deponie Verordnung [21].

Das Substrat 20% entspricht aufgrund der analysierten Parameter im Feststoff den Zuordnungswerten für Qualität Baurestmassendeponie gemäß der Deponie Verordnung [21]. Die Eluatwerte entsprechen dem Zuordnungswert für Bodenaushubdeponie.

5.4.2 Sickerwasseranalyse

Vor der Herstellung der ersten Schüttlagen wurde aus allen Schächten das bis zu diesem Zeitpunkt angefallene Sickerwasser mit einer Unterwassersaugpumpe bzw. einen Nass-Staubsauger abgepumpt und die Schächte besenrein gesäubert (siehe Abbildung 5.80 bis Abbildung 5.82). Die Probenahme erfolgte am 22. Dezember 2005, dabei wurde jenes Sickerwasser beprobt, welches seit 25. Mai 2005 angefallen ist.

An Tag der Probenahme herrschten folgende örtliche Wetterverhältnisse: heiter, Lufttemperatur +11 C°; Vortage: Trocken

Abbildung 5.79 zeigt den Sickerwasserschacht 4 vor der Herstellung der ersten Schüttlage.

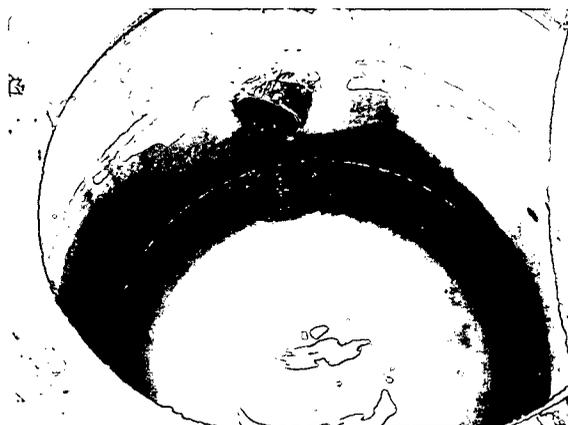


Abbildung 5.79 Sickerwasserschacht vor der Reinigung [64]



Abbildung 5.80 Auspumpen des Sickerwasserschachtes I [64]

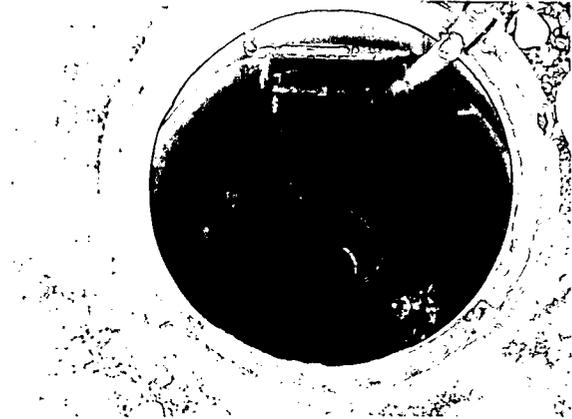


Abbildung 5.81 Auspumpen des Sickerwasserschachtes II Abbildung 5.82 Reinigung des Sickerwasserschachtes [64]
[64]

5.4.2.1 Schachtbezeichnung und Gesamtsickerwassermengen

Die Sickerwasserschächte werden von Abschnitt B/C bis Abschnitt H fortlaufend von Schachtnummer 1 bis 6 nummeriert. Ein Lageplan der Sickerwasserschächte ist in Abbildung 7.7 ein Systemschnitt in Abbildung 7.8 dargestellt.

Die Gesamtsickerwassermengen wurden wie folgt bestimmt: die in den Sammelschächten anfallenden Wassermengen wurden mittels Eimer soweit wie möglich ausgelitert, die restliche verbleibende Sickerwassermengen wurden mittels eines Nassstaubsaugers abgepumpt, und die Mengen mit einem Messbecher ermittelt. Parallel wurden die Ausmaße der Sickerwassermengen volumetrisch mittels Abstichmessung festgestellt.

Bei der Probennahme wurden folgende in Tabelle 5.31 dargestellten Gesamtmengen an Sickerwasser in den einzelnen Schächten gemessen:

Schacht 1	642,4 Liter
Schacht 2	718,3 Liter
Schacht 3	1049,4 Liter
Schacht 4	686,9 Liter
Schacht 5	673,7 Liter
Schacht 6	-

Tabelle 5.31 Sickerwassermengen

In Schacht 6 konnte aufgrund eines Lecks in der Schachtsohle keine exakte Gesamtsickerwassermenge ermittelt werden. Hier wurde der Bodensatz zur Analyse herangezogen, der bei der Probennahme eine bräunliche Verfärbung und einen leicht muffigen Geruch aufwies.

5.4.2.2 Grenzwerte

Folgende Grenzwerte bilden die Grundlage der Bewertung der Sickerwasserproben: Grenzwerte gemäß der Allgemeine Abwasseremissionsverordnung [15].

Parameter	Einheit	Messwert						Anforderungen an Einleitungen ¹⁾		Methode
		Schacht 1	Schacht 2	Schacht 3	Schacht 4	Schacht 5	Schacht 6	in ein Fließgewässer	in öffentl. Kanalisation	
Geruch	Ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	Ja/modrig	*	*	-
Aussehen (qualitativ)		klar	klar	klar	klar	klar	bräunlich	*	*	-
Bodensatz	Ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	Ja **	*	*	
pH- Wert		8,10	8,16	7,83	7,84	8,21	8,30	6,5-8,5	6,5-9,5	DIN 36404-C 5
Leitfähigkeit	ms/m	54,9	77,5	56,5	135,4	153,5	253,0	*	*	DIN 38404-C 8
Ammonium (NH ₄ -N)	mg/l	0,1	0,1	0,2	0,1	0,12	12,4	10	2)	DIN 38405-E 5
Nitrat als NO ₃ (NO ₃ -N)	mg/l	5,9	4,8	6,3	8,2	24,8	<1,0	3)	*	EN ISO 10304-1
Nitrit als NO ₂ (NO ₂ N)	mg/l	0,08	0,04	0,06	0,06	0,07	<0,1	1,0	1,0	DIN EN 26777- D10
orto- Phosphat (PO ₄)	mg/l	0,11	0,20	0,15	0,13	0,10	2,30	2,0	*	analog DIN 38405-T11
Chlorid (Cl)	mg/l	25	32	28	33	31	126	4)	*	analog DIN 38405-D19
Sulfat (SO ₄)	mg/l	87	141	126	446	497	120	3)	5)	DIN 38405-D19
Blei (Pb)	mg/l	0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,05	0,07	0,5	0,5	DIN 38406-E 6
Cadmium (Cd)	mg/l	0,005	0,005	0,006	0,005	0,004	0,01	0,1	0,1	DIN 38406-E 19
Chrom gesamt (Cr)	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	0,5	0,5	DIN 38406-E 10
Chrom VI	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,1	0,1	DIN 38405D24
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,11	0,5	0,5	DIN 38406-E 19
Kobalt	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1,0	1,0	DIN 38406-E
Nickel	mg/l	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,5	0,5	DIN 38406-E 19
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0005	0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005	0,006	0,01	0,01	DIN 38406-E 12
Zink (Zn)	mg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,4	2	2	DIN 38406-E 8
Kohlenwasserstoffe KW	mg/l	0,19	0,24	0,08	<0,05	0,12	1,9	10	20	DIN 38409 18
PAK (mittels HPLC)	µg/l	<0,1	0,20	<0,1	0,1	0,4	6,1	*	*	ÖNORM M 6621
TOC	mg/l	-	-	-	-	-	163	25	*	

Tabelle 5.32 Ergebnisse der Sickerwasseranalyse

* keine Grenzwerte in der AAEV

** Probe enthält ca. 20% Bodensatz (dunkelbraunes, Schlammartiges Material)

1) gem AAEV

2) im Einzelfall festlegen

3) im Bedarfsfall festlegen

4) durch GA,GD oder GF begrenzt

5) 200 mg/l im Einzelfall nach Baustoffen und Verdünnung im Kanal höhere Werte zulässig

5.4.2.4 Beurteilung der Messergebnisse

Die Analysenergebnisse der Sickerwasserproben aus den Schächten 1-5 entsprechen den Anforderungen für die Einleitung in ein Fließgewässer gemäß der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung [15].

Bei keiner Probe konnte eine Belastung mit Kohlenwasserstoff, Schwermetallen und PAK festgestellt werden. Die Messwerte liegen - mit Ausnahme einer geringfügigen Überschreitung der Leitfähigkeit bei Probe 5 - innerhalb der zulässigen Eluat- Grenzwerte für die Bodenaushubdeponie.

Das Analyseergebnis der Sickerwasserprobe aus dem Schacht 6 weist Konzentrationsüberschreitungen bei den Parametern TOC und Ammonium auf. Dieses Wasser zeigt im Vergleich zu denen der Schächte 1 - 5 eine relativ hohe Konzentration an Kohlenwasserstoffen und PAK, ist bräunlich gefärbt und weist einen leicht fauligen Geruch auf. Die Analyseergebnisse sind durch den Umstand zu interpretieren, dass nur „Restwasser“ des Sickerwasserschachtes analysiert wurde.

6 Systeme

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 327] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Stefan Fuchs behandelt.

7 Bauablauf

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 327] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Stefan Fuchs behandelt.

8 Messtechnische Überwachung

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 328] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Christoph Pressler behandelt.

9 Standsicherheitsberechnung von geotextilbewehrten Erdkörpern

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 328] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Christoph Pressler behandelt.

10 Kostenkalkulation

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 327] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Stefan Fuchs behandelt.

11 Zusammenfassung

Aufgrund des hohen Bedarfs an Lärmschutzmaßnahmen und des derzeit boomenden Baues von Lärmschutzwänden an den großen Verkehrsstrecken Österreichs, wird das Thema des Lärmschutzes und von baulichen Maßnahmen auch in den nächsten Jahren aktuell bleiben. Diese Arbeit erläutert eine Möglichkeit alternativer Lärmschutzmaßnahmen, deren Durchführbarkeit sowohl in rechtlicher, baulicher als auch wirtschaftlicher Sicht dargelegt wurde.

11.1 Rechtliche Grundlagen

Es wurden folgende rechtliche Grundlagen (Gesetze und Verordnungen), sowie bauliche Richtlinien für die Verwendung von Recycling Baustoffen in Betracht gezogen:

- Abfallwirtschaftsgesetz [20]
- Verordnung über die Trennung von Bauabfällen [25]
- Deponieverordnung [21]
- Altlastensanierungsgesetz [19]
- Abfallnachweisverordnung [16]
- Abfallverzeichnisverordnung [17]
- Verordnung über mobile Abfallbehandlungsanlagen [26]
- Wasserrechtsgesetz [27]
- Grundwasserswellenverordnung [23]
- Allgemeine Abwasseremissionsverordnung [15]
- Richtlinie für Recycling-Baustoffe [40]
- Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen [39]

11.2 Materialien

Die für die Errichtung des Lärmschutzsteilwalls maßgebenden Materialien (Tabelle 11.1) wurden mittels Laborversuchen untersucht und im Vergleich mit den Herstellerangaben für die Anwendung ausgewählt.

Material	Funktion
polyfelt.Rock GX 20/20F:	Bewehrung
Polymat:	Erosionsschutz
polyfelt.TS 820:	Trennen, Filtern
Polyfelt.Green B110:	Erosionsschutz
Geotalus:	Bewehrung, Erosionsschutz
RMH 0/56:	Schüttmaterial
Kies 0/11:	Schüttmaterial
Kantkorn 100/180:	Schüttmaterial
Rundkorn 100/250:	Schüttmaterial
Pflanzen:	Begrünung

Tabelle 11.1 Materialien

11.3 Laborversuche

Im Labor wurden sowohl die verwendeten Materialien (Schüttmaterial und Geokunststoffe) als auch das Sickerwasser untersucht.

Für die Schüttmaterialien wurden geotechnische Kenngrößen (Tabelle 11.2) bestimmt und eine Feststoffanalyse (Tabelle 11.3) durchgeführt.

Versuch		Material		
		RMH 1	RMH 2	Kies 0/11
Kornverteilung:		G, s', u', t'	-	G, \bar{s} , u', t'
Proctorversuch:	ρ_{Pr} [g/cm ³]	1,397	1,491	2,222
	w_{Pr} [%]	14,7	17,5	6,7
Rahmenscherversuch:	c [kN/m ²]	37,4	-	-
	Φ [°]	50,0	-	-
Durchlässigkeitsversuch:		k_f [m/s]	$1,90 \times 10^{-5}$	-

Tabelle 11.2 Schüttmaterial – geotechnische Untersuchung

Probe	DVO [21] Anlage 1 §4 Abs.1		RL für Recycling-Baustoffe [40]
	Feststoff	Eluat	
RMH 1	Baurestmassendeponie	Bodenaushubdeponie	ja
RMH 2	Baurestmassendeponie	Bodenaushubdeponie	nein
Humus	Bodenaushubdeponie	Bodenaushubdeponie	-
Substrat 20%	Baurestmassendeponie	Bodenaushubdeponie	-

Tabelle 11.3 Schüttmaterial – Feststoffanalyse

Mit den Geokunststoffen, die in die Testkonstruktion eingebaut wurden, wurden Zugversuche nach EN ISO 10319 [28] durchgeführt, die Ergebnisse sind Tabelle 11.4 zu entnehmen.

Material	Richtung	Zugfestigkeit [kN/m]	Bruchdehnung [%]
polyfelt.Rock GX 20/20F	längs:	23,37	12,49
	quer:	24,32	10,79
polyfelt.Green	längs:	24,71	2,088
	quer:	16,82	1,097
Geofilet	längs:	10,62	20,49
	quer:	11,44	51,71

Tabelle 11.4 Geokunststoffe

Die Grundlage für die Beurteilung des Sickerwassers der sechs Schächte bildete die Einhaltung der Grenzwerte der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung [15] für die Einleitung in Fließgewässer (Tabelle 11.5).

Probe	Grenzwerte AAEV
Schacht 1	ja
Schacht 2	ja
Schacht 3	ja
Schacht 4	ja
Schacht 5	ja
Schacht 6	nein

Tabelle 11.5 Sickerwasser

11.4 Systeme

Es wurden die Systeme Gabionen, Ecowall, Polyslope S, Polyslope T, Vector Wall®, Terramesh®, auf ihre Eignung zur Errichtung eines Lärmschutzsteilwalls getestet.

11.5 Bauablauf

Es wurden sowohl die für die Errichtung notwendigen Vorarbeiten zur Erfassung des Sickerwassers, als auch die bei der Ausführung der einzelnen Abschnitte durchgeführten Arbeitsschritte beschrieben.

In Folge werden die Vorteile der verwendeten Systeme, die bei der praktischen Ausführung ermittelt werden konnten, angeführt (Tabelle 11.6).

System	Abschnitt	Vorteile
Gabionen	A, B, C	Einfaches Aufstellen der leeren Gabionenschalung
		Schnelles Schütten des Kerns zwischen den gefüllten Gabionen
		Stabile verwitterungsunempfindliche Außenhaut
		Kein Verlegen von Geotextilien notwendig
Terramesh®	D	Einfacher und schneller Aufbau der Schalung (Erosionsschutz schon auf angelieferten Elementen)
		Einfaches Schütten und Herstellen der Lagen
Polyslope T	E, Ga, I	Einfaches Schütten
		Wieder verwendbare Schalung
Polyslope S	F	Einfacher und schneller Aufbau der Schalung
		Schalung auch beim Schütten stabil
		Einfaches Schütten und Herstellen der Lagen
		Geringe Verformungen an der Schalung bei Errichtung der einzelnen Lagen
Vector Wall®	Gi, Hi	Schneller Aufbau der Schalung, mehrere Lagen auf einmal
		Ebene Ansichtsfläche
		Schnelles Schütten des Kerns
		Zusätzlicher Erosionsschutz durch verlorene Schalung
Ecowall	Ha	Schnelles und einfaches Versetzen der Ecowall Elemente
		Schnelles Schütten des Kerns

Tabelle 11.6 Bauablauf

11.6 Messtechnische Überwachung

Die messtechnische Überwachung dieses Forschungsprojektes beinhaltete folgende Versuche:

- Lastplattenversuch

Mit diesem Versuch sollte die Verdichtungswirkung der zum Einsatz gekommenen, konventionellen Verdichtungsgeräte untersucht werden. Hierbei kamen sowohl der statische als auch der dynamische Lastplattenversuch zur Anwendung. Der erst genannte Versuch wurde in der Dammaufstandsfläche, der zweit genannte sowohl in der Dammaufstandsfläche, als auch in den einzelnen RMH-Schüttlagen durchgeführt. Die Versuchsauswertung hat gezeigt, dass bei RMH-Schüttlagen nach 4 Walzenübergängen die im Labor ermittelte Proctordichte erreicht bzw. überschritten wird.

- Isotopensonde

Mit diesem Versuch sollte die Verdichtungswirkung der zum Einsatz gekommenen, konventionellen Verdichtungsgeräte untersucht werden. Die Versuchsauswertung hat gezeigt, dass bei RMH-Schüttlagen nach 4 Walzenübergängen die im Labor ermittelte Proctordichte erreicht bzw. überschritten wird.

- Wassergehaltsmessung – System Deviner

Dieses Kapitel wird in einer Diplomarbeit am Institut für Ingenieurbiologie, an der Universität für Bodenkultur Wien, behandelt.

- **Mehrfach Stabextensometer**

Diese Messeinrichtung kam in den Abschnitten E und H in verschiedenen Lagenhöhen zum Einsatz und dient der Ermittlung der auftretenden Dehnungen im Geogitter in Abhängigkeit des Baufortschrittes (Versuchsanordnung siehe Kapitel 8.5). Die Versuchsauswertung hat gezeigt, dass die Dehnungen im Bereich des Substratkeils größer sind als in der Dammmitte, was auf die geringe Verdichtbarkeit im Bereich der Schalung und die Ausbildung von Gleitflächen im Randbereich zurückzuführen ist.

- **Geodetect**

Diese Messeinrichtung dient ebenso wie der mehrfach Stabextensometer der Erfassung von Dehnungen in einem Geogitter (Versuchsanordnung siehe Kapitel 8.6) und wurde von der Fa. Polyfelt zur Verfügung gestellt. Der Vergleich der beiden Messeinrichtungen Geodetect und mehrfach Stabextensometer hat gezeigt, dass das Produkt der Fa. Polyfelt geringere Dehnungen ermittelt, als der parallel dazu installierte mehrfach Stabextensometer.

- **Horizontalinklinometer**

Diese Messeinrichtung kam in den Abschnitten E und F über der 4. Lage zum Einsatz und dient der Ermittlung der lotrechten Bewegungen im Dammkörper in Abhängigkeit des Baufortschrittes (Versuchsanordnung siehe Kapitel 8.7). Die Versuchsauswertung hat gezeigt, dass die auftretenden Setzungen im Randbereich bei Verwendung einer temporären Schalung (Abschnitt E) größer sind, als bei der Verwendung einer verlorenen Schalung aus Baustahlgittermatten (Abschnitt F). Die unterschiedlichen Setzungen lassen sich durch die dem System verleihende Formstabilität einer verlorenen Schalung und durch die geringe Verdichtbarkeit im Randbereich erklären.

- **Geodätische Vermessung**

Diese Messeinrichtung dient der Erfassung der Bewegungsformen (Δx , Δy , ΔH) der Böschungsoberfläche eines jeden Abschnittes in Abhängigkeit des Baufortschrittes. Die Versuchsauswertung hat gezeigt, dass in den Abschnitten in denen eine temporäre Schalung zum Einsatz kam, aufgrund fehlender Formstabilität der Böschungsoberfläche, größere Bewegungen zu verzeichnen sind, als in den Abschnitten mit verllorener Schalung.

- **Bestimmung der akustischen Eigenschaften**

Durch die Verwendung eines standardisierten Verkehrslärmspektrums können über die Messgrößen Reflexions- und Schalldämmindex die akustischen Eigenschaften von Lärmschutzkonstruktionen überprüft und mit gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen werden. Der Versuch war zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieser Diplomarbeit noch nicht durchgeführt worden. Messergebnisse siehe Institut für Geotechnik.

11.7 Standsicherheitsberechnung von geokunststoffbewehrten Erdkörpern

Die Standsicherheitsberechnung von geokunststoffbewehrten Erdkörpern gliedert sich in die Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit:

- **innere Standsicherheit:**
 - Überdehnung oder Bruch der Bewehrung
 - Herausziehen der Bewehrung
- **äußere Standsicherheit:**
 - Geländebruch außerhalb des bewehrten Erdkörpers
 - Grundbruch in der Aufstandsfläche des bewehrten Erdkörpers
 - Kippen des bewehrten Erdkörpers
 - Gleiten

11.8 Kostenkalkulation

Aus der Kalkulation ging hervor, dass die unterschiedlichen Errichtungskosten () auf die unterschiedlichen Kosten der Schalungssysteme (verlorene oder wieder verwendbare Schalung) und auf die Materialkosten der Geokunststoffe (v.a. Geotalus) zurückzuführen sind.

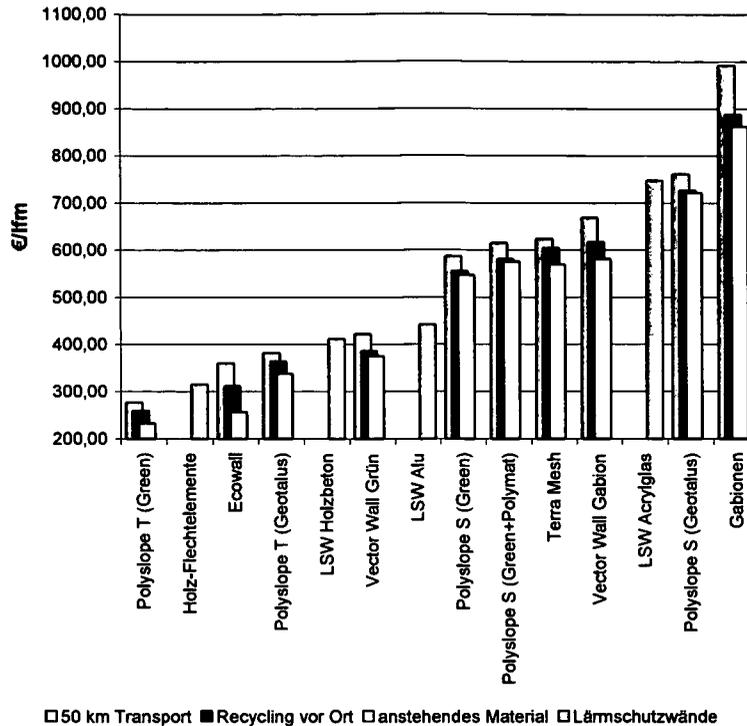


Abbildung 11.1 Errichtungskosten Lärmschutzwand - Lärmschutzsteilwall

Im Vergleich zu den derzeit am häufigsten verwendeten Lärmschutzwänden aus Aluelementen, ist zu erkennen, dass einzelne Systeme (Polyslope T, Ecowall und Vector Wall® Grün) eine kostengünstigere Alternative darstellen.

Bei den angeführten Errichtungskosten wurden die Kosten für den Grunderwerb nicht berücksichtigt, dadurch sind auf Grund der größeren Aufstandsfläche eines Lärmschutzsteilwalls, im Vergleich zu einer Lärmschutzwand, Mehrkosten für einen Steilwall zu kalkulieren.

Bei der Verwendung von Recyclingmaterial ist aber auch ein nicht außer Acht zu lassendes Einsparungspotential zu berücksichtigen. Durch die Wiederverwertung von Baurestmassen, kann der bei einer Deponierung fällige Altlastensanierungsbeitrag in der Höhe von 8,00 €/t [54] eingespart werden.

12 Sachverzeichnis

12.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Kostenentwicklung für Lärmschutz im bestehenden Autobahn- und Schnellstraßennetz [45].....	1
Abbildung 1.2	Luftbild der Kiesgrube in Seebarn/Wagram der Fa. TEERAG ASDAG AG [49].....	2
Abbildung 1.3	Übersichtsplan KG Seebarn/Wagram [49].....	3
Abbildung 1.4	Lageplan	4
Abbildung 1.5	3D Modell (Steilwallinnenseite)	5
Abbildung 1.6	Ansicht Steilwallinnenseite [61].....	5
Abbildung 1.7	Ansicht Steilwallaußenseite [61]	5
Abbildung 2.1	Schallausbreitung [45].....	6
Abbildung 2.2	Schallpegel [1].....	7
Abbildung 2.3	Fahrgeräuschgrenzwerte gemäß EG-Richtlinien in Abhängigkeit vom Jahr der Zulassung [2].....	9
Abbildung 2.4	Platzbedarf verschiedener Schallschirme [7].....	10
Abbildung 2.5	Anordnung einer Lärmschutzwand [7]	11
Abbildung 2.6	Anforderungen an Lärmschutzwände [7]	12
Abbildung 2.7	Holz wand [64].....	12
Abbildung 2.8	Holz wand [64].....	12
Abbildung 2.9	Holz- und Glaswand [64]	12
Abbildung 2.10	Holz- und Glaswand [64]	12
Abbildung 2.11	Aluwand [60].....	13
Abbildung 2.12	Aluwand [60].....	13
Abbildung 2.13	Glas- und Aluwand [61]	13
Abbildung 2.14	Dämmbeton [58].....	13
Abbildung 2.15	Glaswand [64]	13
Abbildung 2.16	Glaswand [64]	13
Abbildung 2.17	Glaswand [46]	13
Abbildung 2.18	Glaswand [64]	13
Abbildung 2.19	Raumgitterkonstruktion [58]	14
Abbildung 2.20	Raumgitterkonstruktion [58]	14
Abbildung 2.21	Raumgitterkonstruktion [59]	14
Abbildung 2.22	Raumgitterkonstruktion [58]	14
Abbildung 2.23	Raumgitterkonstruktion [58]	14
Abbildung 2.24	Raumgitterkonstruktion [58]	15
Abbildung 2.25	Raumgitterkonstruktion [62]	15
Abbildung 2.26	Gegenüberstellung Platzbedarf Steilwall und geschütteter Erddamm [7].....	15
Abbildung 2.27	Erddamm [64].....	15
Abbildung 2.28	Erddamm [64].....	15
Abbildung 3.1	prozentuelle Verteilung der Abfallgruppen [48].....	24
Abbildung 3.2	Verlauf des Gesamtabfallaufkommens in den Jahren 1992 – 2006 [48]	25
Abbildung 3.3	Aushubmaterial [9]	27
Abbildung 3.4	Mineralischer Bauschutt [9].....	29
Abbildung 3.5	Straßenaufbruch [9].....	29
Abbildung 3.6	zeitlicher Verlauf der Förderung mineralischer Rohstoffe von 1983 – 2003 [52].....	29
Abbildung 3.7	Materialfluss mineralischer Materialien in Österreich, 2003 [52]	30
Abbildung 3.8	ortsfester Vorbrecher I [53].....	31
Abbildung 3.9	ortsfester Nachbrecher II [53].....	31
Abbildung 3.10	mobiler Brecher I [61].....	31
Abbildung 3.11	mobiler Brecher II [47].....	31
Abbildung 3.12	Kornverteilungsband 0/63 Güteklasse II [40]	38
Abbildung 5.1	Probematerial Lieferung 1 [64].....	41
Abbildung 5.2	Probematerial Lieferung 2 [64].....	41
Abbildung 5.3	Sieb 0,4 mm [61]	43
Abbildung 5.4	Sieb 8,0 mm [61]	43
Abbildung 5.5	Nasssiebung der Probe [64].....	43
Abbildung 5.6	Rückstand 0,4 mm - 8,0 mm [64].....	43

Abbildung 5.7	ausgewaschener Durchgang 0,4 mm [64]	43
Abbildung 5.8	getrockneter Rückstand 0,4 mm [61]	43
Abbildung 5.9	Rückstand 45 mm [61]	44
Abbildung 5.10	Rückstand 35,5 mm [61]	44
Abbildung 5.11	Rückstand 25 mm [61]	44
Abbildung 5.12	Rückstand 18 mm [61]	44
Abbildung 5.13	Rückstand 12,5 mm [61]	44
Abbildung 5.14	Rückstand 8 mm [61]	44
Abbildung 5.15	Probeteiler [4]	45
Abbildung 5.16	Teilung der Probe [61]	45
Abbildung 5.17	Rückstand 4mm [61]	45
Abbildung 5.18	Rückstand 2 mm [61]	45
Abbildung 5.19	Rückstand 1mm [61]	45
Abbildung 5.20	Material < 0,4 mm vor der Trocknung [61]	46
Abbildung 5.21	abgesetztes getr. Material < 0,4 mm [64]	46
Abbildung 5.22	auswaschen des Materials < 0,063 mm [64]	46
Abbildung 5.23	Kornverteilung RMH-Material Lieferung 1; Probe 1	47
Abbildung 5.24	Kornverteilung RMH-Material Lieferung 1; Probe 2	47
Abbildung 5.25	Schlagaparat mit Fallbär [61]	48
Abbildung 5.26	Fußplatte, Aufsatzring, Proctorzylinder [61]	48
Abbildung 5.27	unverdichtete Probe im Proctorzylinder [61]	49
Abbildung 5.28	verdichtete Probe im Proctorzylinder [61]	49
Abbildung 5.29	Einlageplatte in Proctorzylinder [61]	50
Abbildung 5.30	Messung der Einbauhöhe [61]	50
Abbildung 5.31	Proctorkurve: RMH Lieferung 1	50
Abbildung 5.32	Proctorkurve: RMH Lieferung 2	51
Abbildung 5.33	Sieb auf RMH-Material [64]	51
Abbildung 5.34	Systemskizze des Großrahmenschergeräts [11]	52
Abbildung 5.35	Großrahmenschergerät [64]	52
Abbildung 5.36	eingebaute erste Lage [61]	53
Abbildung 5.37	Verdichtung der zweiten Lage [61]	53
Abbildung 5.38	Scherfuge I [61]	53
Abbildung 5.39	Scherfuge II [61]	53
Abbildung 5.40	σ/τ -Diagramm	54
Abbildung 5.41	u/τ -Diagramm	54
Abbildung 5.42	k-Wertzylinder mit Filterrost [61]	55
Abbildung 5.43	Verdichtung der Probe [61]	55
Abbildung 5.44	Überlaufschale [61]	55
Abbildung 5.45	gesättigte Probe [61]	55
Abbildung 5.46	angeschlossener K-Wertzylinder [61]	55
Abbildung 5.47	Ablesung bei vorgegebener Standrohrhöhe [61]	55
Abbildung 5.48	Schuttmaterial Kies 0/11 [63]	56
Abbildung 5.49	Kornverteilung Kies 0/11	56
Abbildung 5.50	Proctorkurve: Kies 0/11	57
Abbildung 5.51	polyfel.Rock GX 20/20F [64]	60
Abbildung 5.52	eingespannte Probe vor dem Zugversuch [64]	60
Abbildung 5.53	eingespannte Probe nach dem Zugversuch [64]	60
Abbildung 5.54	Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter- Hauptzugrichtung- eingebaut	61
Abbildung 5.55	Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter- Hauptzugrichtung- eingebaut	61
Abbildung 5.56	Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter- Querrichtung- eingebaut	62
Abbildung 5.57	Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter- Querrichtung- eingebaut	62
Abbildung 5.58	Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter- Hauptzugrichtung- nicht eingebaut	63
Abbildung 5.59	Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter- Hauptzugrichtung- nicht eingebaut	63
Abbildung 5.60	Kraft-Dehnungs-Diagramm Geogitter-Querrichtung- nicht eingebaut	64
Abbildung 5.61	Kraft-Dehnungs-Tabelle Geogitter-Querrichtung- nicht eingebaut	64
Abbildung 5.62	polyfelt.Green [64]	66
Abbildung 5.63	eingespannte Probe vor der Prüfung [64]	66
Abbildung 5.64	eingespannte Probe nach der Prüfung [64]	66
Abbildung 5.65	Kraft-Dehnungs-Diagramm Erosionsschutzgitter- Hauptzugrichtung	67
Abbildung 5.66	Kraft-Dehnungs-Tabelle Erosionsschutzgitter- Hauptzugrichtung	67
Abbildung 5.67	Kraft-Dehnungs-Diagramm Erosionsschutzgitter- Querrichtung	68

Abbildung 5.68 Kraft-Dehnungs-Tabelle Erosionsschutzgitter- Querrichtung.....	68
Abbildung 5.69 Geoverbundstoff Geofilet [64]	70
Abbildung 5.70 eingespannte Probe vor der Prüfung [64]	70
Abbildung 5.71 eingespannte Probe nach der Prüfung [64]	70
Abbildung 5.72 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geoverbundstoff- Hauptzugrichtung	71
Abbildung 5.73 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geoverbundstoff- Hauptzugrichtung	71
Abbildung 5.74 Kraft-Dehnungs-Diagramm Geoverbundstoff- Querrichtung.....	72
Abbildung 5.75 Kraft-Dehnungs-Tabelle Geoverbundstoff- Querrichtung.....	72
Abbildung 5.76 verdichtete 1.Schüttlage [61].....	74
Abbildung 5.77 unverdichtete 2. Schüttlage [61].....	74
Abbildung 5.78 Prinzip der Berechnung des Abminderungsfaktors A_2 [44]	74
Abbildung 5.79 Sickerwasserschacht vor der Reinigung [64].....	79
Abbildung 5.80 Auspumpen des Sickerwasserschachtes I [64]	79
Abbildung 5.81 Auspumpen des Sickerwasserschachtes II [64]	80
Abbildung 5.82 Reinigung des Sickerwasserschachtes [64].....	80
Abbildung 11.1 Errichtungskosten Lärmschutzwand - Lärmschutzsteilwall	92

12.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Immissionsgrenzwerte [2].....	8
Tabelle 3.1	Mengenschwellen (V Bauschutt, 1991) [25].....	18
Tabelle 3.2	Altlastensanierungsbeitrag je angefangener Tonne (AISAG, 1989) [19].....	19
Tabelle 3.3	Bundesweites Abfallaufkommen im Jahr 2004, gegliedert nach Abfallgruppen	23
Tabelle 3.4	Abfallaufkommen Bodenaushub in Mio. Tonnen [48]	27
Tabelle 3.5	Abfallaufkommen Baurestmassen und Baustellenabfälle in Mio. Tonnen [48].....	28
Tabelle 3.6	Recyclingmaterial Ziegelbruch RZ [51]	32
Tabelle 3.7	Recyclingmaterial Hochbau-/Ziegelbruch RHZ [51]	33
Tabelle 3.8	Recyclingmaterial Hochbauabbruch RH [51]	33
Tabelle 3.9	Recyclingmaterial Hochbaurestmassen RMH [51]	33
Tabelle 3.10	Recyclingmaterial Recycling-Sand RS [51].....	34
Tabelle 3.11	Recyclingmaterial Asphaltaufruch RA [51].....	34
Tabelle 3.12	Recyclingmaterial Betonabbruch RB [51]	34
Tabelle 3.13	Recyclingmaterial Asphalt-/Betonabbruch RAB [51].....	35
Tabelle 3.14	Recyclingmaterial Mineralische Restmassen RM [51].....	35
Tabelle 3.15	Recyclingmaterial Fließfähiges, Selbstverdichtendes Künnettenfüllmaterial RFM [51].	35
Tabelle 5.1	durchgeführte Versuche unterteilt nach Lieferung 1 und Lieferung 2	41
Tabelle 5.2	Siebsatz A.....	42
Tabelle 5.3	Zylinderdurchmesser und Größtkorn.....	49
Tabelle 5.4	Festlegung der Größen des Standardproctorversuchs	49
Tabelle 5.5	Versuchsergebnisse	50
Tabelle 5.6	Versuchsergebnisse	51
Tabelle 5.7	Einbauhöhen und Öffnung der Scherfuge (Mittelwerte).....	53
Tabelle 5.8	Versuchsergebnisse	54
Tabelle 5.9	Versuchsergebnisse	57
Tabelle 5.10	1. Stelle des Codes.....	58
Tabelle 5.11	2. Stelle des Codes.....	58
Tabelle 5.12	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	61
Tabelle 5.13	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	62
Tabelle 5.14	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	63
Tabelle 5.15	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	64
Tabelle 5.16	Versuchsergebnisse der Zugversuche vs. Herstellerangaben.....	65
Tabelle 5.17	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	67
Tabelle 5.18	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	68
Tabelle 5.19	Versuchsergebnisse der Zugversuche vs. Herstellerangaben.....	69
Tabelle 5.20	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	71
Tabelle 5.21	aus Versuch ermittelte mittlere Zugfestigkeit und Sekantensteifigkeit	72
Tabelle 5.22	Versuchsergebnisse der Zugversuche vs. Herstellerangaben.....	73
Tabelle 5.23	Zugfestigkeit des Bewehrungsproduktes polyfelt.Rock GX 20/20F (Mittelwerte)	74
Tabelle 5.24	Probenbezeichnung; Probennummer; Beschreibung nach dem Aussehen.....	75
Tabelle 5.25	Messergebnisse anorganische Stoffe	76
Tabelle 5.26	Messergebnisse organische Stoffe	76
Tabelle 5.27	Messergebnisse anorganische Stoffe	77
Tabelle 5.28	Messergebnisse organische Stoffe	77
Tabelle 5.29	Messergebnisse Mischprobe 1	78
Tabelle 5.30	Messergebnisse Mischprobe 2.....	78
Tabelle 5.31	Sickerwassermengen	80
Tabelle 11.1	Materialien	88
Tabelle 11.2	Schüttmaterial – geotechnische Untersuchung	89
Tabelle 11.3	Schüttmaterial – Feststoffanalyse	89
Tabelle 11.4	Geokunststoffe.....	89
Tabelle 11.5	Sickerwasser	89
Tabelle 11.6	Baublauf.....	90

12.3 Literaturverzeichnis

Bücher (und selbstständige Veröffentlichungen)

- [1] Jaros, Nussbaumer, Kunze: Physik-compact, Basiswissen 2, 2000
- [2] Kalivoda, M.: Verkehrslärmschutz in Österreich, 1999
- [3] Manssbart, G., Oberreiter, K.: Vorlesungsskriptum Geo- Kunststoffe in der Geotechnik, 2003
- [4] Pregel, O.: Handbuch der Geotechnik, Band 7. Zusammensetzung, Zustand und Struktur von Gesteinen. Wien, Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur, 2000
- [5] Pregel, O.: Handbuch der Geotechnik, Band 9. Wasser im Untergrund, Frost und Wärme im Untergrund. Wien, Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur, 2002
- [6] Pregel, O.: Handbuch der Geotechnik, Band 11. Erdbau Staudämme. Wien, Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur, 2002
- [7] Stögmüller, Kneidinger, Domenig: Entwicklung einer Typologie für Schallschutzbauten - Heft 493, 1999

Hochschulschriften

- [8] Androsch, M.: Recycling mineralischer Baustoffe im erweiterten EU- Raum – Ungarn und die Tschechische Republik im Vergleich zu Österreich. Wien, Diplomarbeit an der FH Campus Wien. 2005
- [9] Bucher, P.: Verwertung von Baurestmassen unter wirtschaftlichen und technischen Aspekten. Innsbruck 2004
- [10] Keiblinger, R.: Untersuchungen zur Zugfestigkeit von Geokunststoffen. Wien, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur. 2001
- [11] Sanin, O.: Standsicherheitsuntersuchung an vernagelten Böschungen. Wien, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur. 2005
- [12] Stadelbauer, W.: Untersuchungen zur Streifenzugfestigkeit von Geokunststoffen. Wien, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur. 1999
- [13] Steirer, St.: Untersuchungen zur Zugfestigkeit von hochzugfesten Geotextilien. Wien, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur. 2000
- [14] Wittmann, P.: Untersuchung über die Streifenzugfestigkeit von Geokunststoffen. Wien, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur. 2007

Gesetze und Verordnungen

- [15] AAEV, 1996: Allgemeine Abwasseremissionsverordnung, BGBl 1996/186, 1996
- [16] Abfallnachweis V, 2003: Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Nachweispflicht für Abfälle (Altöle) (Abfallnachweisverordnung), BGBl 1991/65, 2003

- [17] Abfallverzeichnis V, 2003: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung), BGBl II 2003/570, 2003
- [18] AEV Deponie, 2003: Abwasseremissionsverordnung Deponiesickerwasser, BGBl II 2003/263, 2003
- [19] AISAG, 1989: Bundesgesetz zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung (Altlastensanierungsgesetz), BGBl 1989/299, 1989
- [20] AWG, 2002: Abfallwirtschaftsgesetz 2002, BGBl I 2002/102, 2002
- [21] Deponie V, 1996: Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen (Deponieverordnung), BGBl 1996/164, 1996
- [22] Festsetzungs V, 2000: Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festsetzung von gefährlichen Abfällen und Problemstoffen (Festsetzungsverordnung gefährliche Abfälle), BGBl II 2000/178, 2000
- [23] GSw V, 1991: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft betreffend Schwellenwerte für Grundwasserinhaltsstoffe (Grundwasserschwellenverordnung), BGBl 1991/502, 1991
- [24] Kommissionsentscheidung 2005/53/EG, 2001/118/EG; Europäisches Abfallverzeichnis
- [25] Verordnung über die Trennung von Baustellenabfällen, BGBl 1991/259, 1991
- [26] Verordnung über mobile Abfallbehandlungsanlagen, BGBl. II 2002/472, 2002
- [27] WRG, 1959: Wasserrechtsgesetz, BGBl 1959/215, 1959

Normen und Richtlinien

- [28] EN ISO 10319 1993, Geotextilien – Zugversuch an breiten Streifen
- [29] ÖNORM B 2251: Abbrucharbeiten – Werkertragsnorm: Österreichisches Normungsinstitut, 1996
- [30] ÖNORM B 4200/10: Beton – Herstellung, Verwendung und Gütenachweise: Österreichisches Normungsinstitut, 1996
- [31] ÖNORM B 4200/11: Leichtbeton – Herstellung und Überwachung: Österreichisches Normungsinstitut, 1991
- [32] ÖNORM S 2021: Kultursubstrate – Qualitätsanforderungen und Untersuchungsmethoden: Österreichisches Normungsinstitut, 2004
- [33] ÖNORM S 2100: Abfallverzeichnis: Österreichisches Normungsinstitut, 2005
- [34] ÖNORM S 5004: Messung von Schallimmissionen: Österreichisches Normungsinstitut, 1998
- [35] ÖNNORM S 5021: Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung: Österreichisches Normungsinstitut, 1998

- [36] Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April über Abfalldeponien
- [37] Richtlinie 91/156/EG des Rates vom 18. März zur Änderung der Richtlinie 75/422/EG über Abfälle
- [38] Richtlinie 91/689/EG des Rates vom 12. Dezember über gefährliche Abfälle
- [39] Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen: Österreichischer Baustoff Recycling Verband, 1996
- [40] Richtlinie für Recycling-Baustoffe Österreichischer Baustoff Recycling Verband, 2004
- [41] RVS 3.02: Technische Vorschriften und Anleitungen für den Erdbau: Bundesministerium für Bauten und Technik, Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, 1998
- [42] RVS 8.24: Technische Vorschriften und Anleitungen für den Erdbau: Bundesministerium für Bauten und Technik, Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, 1979

Gutachten, Prüfberichte

- [43] Swietelsky Baugesellschaft m.b.H.: Prüfbericht Nr. 1596/04 betreffend Erstprüfung der groben Gesteinskörnung 0/11, 2004

Prospekte

- [44] Geokunststoffe in der Geotechnik, Bewehrte Erde Konstruktionen, 2005

Internet

- [45] ASFINAG, 07/2005
<http://www.asfinag.at/>
- [46] Autosnelwegen, 03/2006
<http://www.autosnelwegen.nl>
- [47] BEYER- Vertriebsbüro- West, 05/2006
www.sieben-brechen.de
- [48] Lebensministerium, 05/2006
www.bundesabfallwirtschaftsplan.at
- [49] NOEGIS, 01/2006
<http://www.noegis.at/>
- [50] ÖKO Techna Entsorgungs- und Umwelttechnik Ges.m.b.H, 05/2006
www.oekotechna.at
- [51] Österreichische Baustoff Recycling Verband, 05/2006
www.br.v.at
- [52] Statistik Austria, 05/2006
www.statistik.at
- [53] Thiele Granit, 05/2006
www.thiele-granit.de

- [54] Wirtschaftskammer Österreich: Altlastensanierungsbeitrag, 05/2006
http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?AnzID=1&DocID=443796&DstID#Dem_Altlastenbeitrag_unterliegen

Software

- [55] Expertensystem Geotechnik®
[56] Textilzugversuch®
[57] Videoextensometer®

Quellennachweis

- [58] Betonwerk Rieder GmbH: Lärmschutz, 2006
[59] Beyer, Erwin: "Konstruktiver Lärmschutz", Forschung und Praxis für Verkehrsbauten, Deutschland, 1982
[60] Forster Metallbau GmbH: Lärmschutz aus Aluminium, 2006
[61] Fuchs Stefan, 2005
[62] J.Krismer Handelsgesellschaft mbH: Steilwälle, Steilwall System Krismer, 2005
[63] polyfelt GesmbH, 2005
[64] Pressler Christoph, 2005

Inhaltsverzeichnis

1	Rechtliche Rahmenbedingungen	1
1.1	Deponieverordnung	1
1.2	Allgemeine Abwasseremissionsverordnung	6
1.3	Richtlinie für Recyclingbaustoffe Anwendungsbereich: Wiederverwendung von hydraulisch oder bitumimös gebundenen sowie ungebundenen mineralischen Baurestmassen.....	9
1.3.1	umwelttechnische Klassifizierung von Recycling-Baustoffen	9
1.4	Richtlinie für Recyclingbaustoffe aus Hochbau-Restmassen Anwendungsbereich: ungebundene Massen.....	9
1.4.1	Anforderungen an die Sieblinie.....	9
1.4.2	Prüfungen bei Eigen und Fremdüberwachung	10
2	Laborversuche	11
2.1	Schüttmaterial RMH.....	11
2.1.1	Ermittlung der Kornverteilung	11
2.1.2	Proctorversuch.....	13
2.1.3	Rahmenscherversuch.....	13
2.1.4	Durchlässigkeit mit fallender Druckhöhe	14
2.2	Schüttmaterial Kies 0/11	15
2.2.1	Prüfbericht	15
2.2.2	Proctorversuch.....	20
3	Messtechnische Überwachung	21
4	Kostenkalkulation.....	22

1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Anhang zu Kapitel 3 Rechtliche Rahmenbedingungen

1.1 Deponieverordnung

Bild 1.1 bis Bild 1.11 zeigen die Anlage 1 Tabelle 1 – 4 sowie Anlage 2 dieser Verordnung, die für die Bewertung der Feststoffanalyse herangezogen wurden.

Anlage A1 Tabelle 1: Grenzwerte für Schadstoffgesamtgehalte für Bodenaushubdeponien

Anorganische Stoffe	Grenzwerte [mg/kg TS]	
	I	II ₁₎
Arsen (als As)	50	200
Blei (als Pb)	150	500
Cadmium (als Cd)	2	4
Chrom gesamt (als Cr)	300	500
Cobalt (als Co)	50	
Kupfer (als Cu)	100	500
Nickel (als Ni)	100	500
Quecksilber (Hg)	1	2
Zink (als Zn)	500	1000

Bild 1.1 Anlage 1, Tabelle 1 Anorganische Stoffe (Deponie V,1996)

Organische Summenparameter	Grenzwerte [mg/kg TS]
Ges. org. geb. Kohlenstoff, TOC (als C)	20000 _{2) 3)}
Kohlenwasserstoff-Index	20 ₄₎
Summe der polyzyklischen aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK)	4
davon Benzol (a) pyren	0,4
BTEX	6

Bild 1.2 Anlage 1, Tabelle 1 Organische Summenparameter (Deponie V,1996)

- 1) Ist bei Bodenaushub oder Erde der Gehalt eines Schadstoffes geogen bedingt, so ist eine Überschreitung bis zu dem in Spalte II angeführten Grenzwert zulässig.
- 2) Bei einem Glühverlust von nicht größer als 3 Masseprozent gilt der TOC-Grenzwert als eingehalten.
- 3) Für nicht verunreinigten, natürlichen Bodenaushub sind höhere Grenzwerte zulässig, sofern der Anteil humus- oder torfreichen Bodens nicht mehr als 10 Volumprozent der gesamten, auf der Deponie abgelagerten Abfälle beträgt. Weiters können höhere Grenzwerte im Einzelfall in Abstimmung mit dem geogenen Hintergrund des Deponiestandortes zugelassen werden.
- 4) Für nicht verunreinigtes Bodenaushubmaterial mit einer organischen Substanz gemessen als TOC sind folgende Grenzwerte für den Kohlenwasserstoff-Index zulässig:

TOC von weniger als 5 000 mg/kg TS	50 mg/kg TS
TOC von 5 000 mg/kg TS bis 20 000 mg/kg TS	100 mg/kg TS
TOC von mehr als 20 000 mg/kg TS	200 mg/kg TS

Anlage A1 Tabelle 2: Grenzwerte für Schadstoffgehalte im Eluat für Bodenaushubdeponien

Lösliche Anteile und pH-Wert	Grenzwert mg/l TS ausg. pH-Wert und el. Leitfähigkeit
pH-Wert	6,5 bis 11 ¹⁾
elektrische Leitfähigkeit	150 ms/m ¹⁾
Abdampfrückstand	8000

Bild 1.3 Anlage 1, Tabelle 2 Lösliche Anteile und pH-Wert (Deponie V,1996)

Anorganische Stoffe	Grenzwert [mg/kg TS]
Aluminium (als Al)	5,0
Arsen (als As)	0,5
Barium (als Ba)	10,0
Blei (als Pb)	1,0
Cadmium (als Cd)	0,05
Chrom-gesamt (als Cr)	1,0
Chrom sechswertig (als Cr)	0,5
Cobalt (als Co)	1,0
Eisen (als Fe)	10,0
Kupfer (als Cu)	2,0
Nickel (als Ni)	1,0
Quecksilber (als Hg)	0,01
Silber (als Ag)	0,2
Zink (als Zn)	10,0
Zinn (als Sn)	2,0
Amonium (als N)	8,0
Chlorid (als Cl)	2000,0
Cyanid, leicht freisetzbar (als CN)	0,2
Fluorid (als F)	20,0
Nitrat (N)	100,0
Nitrat (als N)	2,0
Phosphat (als P)	5,0

Bild 1.4 Anlage 1, Tabelle 2 Anorganische Stoffe (Deponie V,1996)

Organische Summenparameter	Grenzwert [mg/kg TS]
TOC (als C)	200
Kohlenwasserstoff-Index	0,5
EOX (als Cl)	0,3
anionen aktive Tenside (als TBS)	1,0

Bild 1.5 Anlage 1, Tabelle 2 Organische Summenparameter (Deponie V,1996)

- 1) Werden die Gesamtgehalte der Spalte I in Tabelle 1 eingehalten, so ist ein pH-Wert von 6,5 bis 12 zulässig. In diesem Fall beträgt bei einem pH-Wert zwischen 11 und 12 der Grenzwert für die elektrische Leitfähigkeit 250 mS/m.
- 2) Überschreitungen um 100% sind zulässig, wenn es sich um geogene Hintergrundbelastungen handelt.

Anlage A1 Tabelle 3: Grenzwerte für Schadstoffgesamtheite für Baurestmassendeponien

Anorganische Stoffe	Grenzwerte [mg/kg TS]
Arsen (als As)	200
Blei (als Pb)	500 ¹⁾
Cadmium (als Cd)	10
Chrom gesamt (als Cr)	500 ¹⁾
Cobalt (als Co)	100 ¹⁾
Kupfer (als Cu)	500 ¹⁾
Nickel (als Ni)	500 ¹⁾
Quecksilber (Hg)	3
Zink (als Zn)	1500 ¹⁾

Bild 1.6 Anlage 1, Tabelle 3 Anorganische Stoffe (Deponie V, 1996)

Organische Summenparameter	Grenzwerte [mg/kg TS]
Ges. org. geb. Kohlenstoff, TOC (als C)	30000 ^{2) 3)}
Kohlenwasserstoff-Index	200 ⁴⁾
Summe der polyzyklischen aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK)	20

Bild 1.7 Anlage 1, Tabelle 3 Organische Summenparameter (Deponie V, 1996)

- 1) Für die Ablagerung verglaste, mineralischer Schmelzen können im Einzelfall höhere Grenzwerte zugelassen werden.
- 2) Bei einem Glühverlust von nicht größer als 5 Masseprozent gilt der TOC-Grenzwert als eingehalten.
- 3) Für Boden und Erde sind höhere Grenzwerte zulässig, sofern der Anteil humus- oder torfreichen oder mit Strukturmaterial versetzten Bodens nicht mehr als 10 Volumsprozent der gesamten, auf der Deponie abgelagerten Abfälle beträgt.
- 4) Wird ein BTEX-Wert von 6 mg/kg TS eingehalten, so ist für den Kohlenwasserstoff-Index ein Grenzwert von 500 mg/kg TS zulässig. Für Bodenaushubmaterial, der einen BTEX-Wert von 6 mg/kg TS einhält, ist für den Kohlenwasserstoff-Index ein Grenzwert von 1 000 mg/kg TS zulässig.

Anlage A1 Tabelle 4: Grenzwerte für Schadstoffgehalte im Eluat für Baurestmassendeponien

Lösliche Anteile und pH-Wert	Grenzwert [mg/l TS ausg. pH-Wert] und el. Leitfähigkeit
pH-Wert	6 bis 13
elektrische Leitfähigkeit	300 ms/m ^{1) 2)}
Abdampfdruckstand	25000

Bild 1.8 Anlage 1, Tabelle 4 Lösliche Anteile und pH-Wert (Deponie V, 1996)

Anorganische Stoffe	Grenzwert [mg/kg TS]
Arsen (als As)	0,75
Aluminium (als Al)	20,0
Barium (als Ba)	20,0
Blei (als Pb)	2,0
Bor (als B)	30,0
Cadmium (als Cd)	0,50
Chrom-gesamt (als Cr)	2,0
Chrom sechswertig (als Cr)	0,5
Kobalt (als Co)	2,0
Kupfer (als Cu)	10,0
Nickel (als Ni)	2,0
Quecksilber (als Hg)	0,05
Silber (als Ag)	1,00
Zink (als Zn)	20,0
Zinn (als Sn)	10,0
Amonium (als N)	40,0
Chlorid (als Cl)	5000,0
Cyanid, leicht freisetzbar (als CN)	1,0
Fluorid (als F)	50,0
Nitrat (N)	500,0
Nitrat (als N)	10,0
Phosphat (als P)	50,0
Sulfat (als SO ₄)	5000 ₃₎

Bild 1.9 Anlage 1, Tabelle 4 Anorganische Stoffe (Deponie V, 1996)

Organische Summenparameter	Grenzwert [mg/kg TS]
TOC (als C)	500 ₄₎
Kohlenwasserstoff-Index	50 ₄₎
EOX (als Cl)	3,0
anionen aktive Tenside (als TBS)	5,0

Bild 1.10 Anlage 1, Tabelle 4 Organische Summenparameter (Deponie V, 1996)

- 1) Für mit hydraulischen Bindemitteln verfestigte Abfälle ist der Grenzwert von 300 mS/m nach 28 Tagen Aushärtezeit einzuhalten.
- 2) Bei Frischbetonabbruch, Betonierungsrückständen u. Bentonit-Schlämmen: 800 mS/m.
- 3) Für gipshaltigen Bauschutt und andere gipshaltige Abfälle, sofern letztere auf einer Deponie abgelagert werden, die nur für die jeweilige Abfallart zugelassen ist (Monodeponie), ist eine Überschreitung bis zu 14 000 mg/kg Sulfat unter der Bedingung zulässig, dass die Ca-Konzentration im Eluat mindestens die 0,43-fache Sulfatkonzentration erreicht; in diesen Fällen ist auch eine Überschreitung des Grenzwertes für die elektrische Leitfähigkeit zulässig.
- 4) Für Boden und Erde sind höhere Grenzwerte zulässig, sofern der Anteil humus- oder torfreichen oder mit Strukturmaterial versetzten Bodens nicht mehr als 10 Volumsprozent der gesamten, auf der Deponie abgelagerten Abfälle beträgt.

Anlage 2: Baurestmassen, die gemäß § 4 Abs. 2 und 4 für die Ablagerung auf Baurestmassen- und Massenabfalldeponien geeignet sind, sofern sie bei Abbruch- oder Sanierungsarbeiten anfallen ¹⁾

Beton	Faserzement
Silikatbeton	Asbestzement
Gasbeton	Klinker
Ziegel	Fliesen
Porzellan	Kalksandstein
Mörtel und Verputze	Naturstein
Kies Sand	gebrochene natürliche Materialien
Asphalt	Mauerstein auf Gipsbasis
Glas	Stuckaturmaterial
Kaminsteine und Schamotte aus privaten Haushalten	

Bild 1.11 Anlage 2 (Deponie V,1996)

In den genannten Abfällen dürfen Bauwerksbestandteile aus Metall sowie Kunststoff, Holz oder anderen organischen Materialien wie Papier, Kork usw. in einem Ausmaß von insgesamt höchstens 10 Volumsprozent enthalten sein. Eine etwaige Überschreitung ist durch visuelle Kontrolle zu überprüfen. Baustellenabfälle dürfen nicht enthalten sein.

¹⁾ Die Verordnung über die Trennung von bei der Bautätigkeit anfallenden Materialien, BGBl. Nr. 259/1991, ist jedenfalls einzuhalten.

1.2 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung

Bild 1.12 bis Bild 1.14 zeigen die Anlage A1/2/3 dieser Verordnung, die für die Bewertung der Sickerwasseranalyse herangezogen wurden.

Anlage A1: Emissionsbegrenzungen gemäß §4

A. 1 Allgemeine Parameter		I. Anforderungen an Einleitung in ein Fließgewässer	II. Anforderung an Einleitung in eine öffentliche Kanalisation
1.	Temperatur	30 [°C]	35 [°C]
2.	Toxizität		
2.1	Algtoxizität G_A	a)	-
2.2	Bakterientoxizität G_L	a)	-
2.3	Daphnientoxizität G_D	a)	-
2.4	Fischttoxizität G_F	< 2 b)	-
2.5	Beeinträchtigung der biologischen Abbauvorgänge	-	c)
3.	Abfiltrierbare Stoffe	30 [mg/l] 50 [mg/l] betriebliche Abwässer mit vorwiegend ungelösten anorg. Stoffen	keine Beeinträchtigung des Betriebes von Kanalisations- und Abwasserreinigungsanlagen
4.	Absetzb. Stoffe	0,3 [ml/l]	10 ml/l oder keine den Kanalisations- betrieb beeinträchtigende Ablagerungen
5.	pH-Wert	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5

Bild 1.12 Anlage A1 (AAEV)

Anlage A2: Emissionsbegrenzungen gemäß §4

A. 2 Anorganische Parameter		I. Anforderungen an Einleitung in ein Fließgewässer	II. Anforderung an Einleitung in eine öffentliche Kanalisation
6.	Aluminium ber. als Al	2 [mg/l]	durch absetzbare Stoffe begrenzt
7.	Arsen ber. als Arsen	0,1 [mg/l]	[0,1 mg/l]
8.	Barium ber. als Ba	5,0 [mg/l]	[5,0 mg/l]
9.	Blei ber. als Pb	0,5 [mg/l]	[0,5 mg/l]
10.	Cadmium ber. als Cd	0,1 [mg/l]	[0,1 mg/l]
11.	Chrom-gesamt ber. als Cr	0,5 [mg/l]	[0,5 mg/l]
12.	Chrom-VI ber. als Cr	0,1 [mg/l]	[0,1 mg/l]
13.	Cobalt ber. als Co	1,0 [mg/l]	[1,0 mg/l]
14.	Eisen ber. als Fe	2,0 [mg/l]	durch absetzbare Stoffe begrenzt
15.	Kupfer ber. als Cu	0,5 [mg/l]	[0,5 mg/l]
16.	Nickel ber. als Ni	0,5 [mg/l]	[0,5 mg/l]
17.	Quecksilber ber. als Hg	0,01 [mg/l]	[0,01 mg/l]
18.	Silber ber. als Ag	0,1 [mg/l]	[0,1 mg/l]
19.	Zink ber. als Zn	2,0 [mg/l]	[2,0 mg/l]
20.	Zinn ber. als Sn	2,0 [mg/l]	[2,0 mg/l]
21.	Freies Chlor ber. als Cl ₂	0,2 [mg/l]	[0,2 mg/l]
22.	Gesamtchlor ber. als Cl ₂	0,4 [mg/l]	[0,4 mg/l]
23.	Amonium ber. als N	10,0 [mg/l]	d)
24.	Chlorid ber. als Cl	durch G _A , G _D oder G _F begrenzt	-
25.	Cyanid, leicht freisetzbar ber. als CN	0,1 [mg/l]	[0,1 mg/l]
26.	Fluorid ber. als F	10,0 [mg/l]	[20,0 mg/l]
27.	Nitrat ber. als N	a)	-
28.	Nitrit ber. als N	1,0 [mg/l]	[1,0 mg/l]
29.	Gesamt-Phosphor ber. als P	2,0 [mg/l] e)	-
30.	Sulfat ber. als SO ₄	a)	200 [mg/l], im Einzelfall nach Baustoffen und Verdünnung im Kanal höhere Werte zulässig ÖNORM B 2503, Sept 1992
31.	Sulfid ber. als S	0,1 [mg/l]	1,0 [mg/l]
32.	Sulfid ber. als SO ₃	1,0 [mg/l]	10,0 [mg/l]

Bild 1.13 Anlage A2 (AAEV)

Anlage A3: Emissionsbegrenzungen gemäß §4

A. 3		I.	II.
Organische Parameter		Anforderungen an Einleitung in ein Fließgewässer	Anforderung an Einleitung in eine öffentliche Kanalisation
33.	Ges. org. geb. Kohlenstoff TOC	25 [mg/l]	-
34.	Chem. Sauerstoffbedarf, CSB ber. als O tief 2	75 [mg/l]	-
35.	Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB tief 5 ber. Als O tief 2	20 [mg/l]	-
36.	Adsorb. org. geb. Halogene (AOX) ber. als Cl	0,5 [mg/l]	0,5 [mg/l]
37.	Schwerflüchtige lipophile Stoffe	20 [mg/l]	100 [mg/l]
38.	Summe der Kohlenwasserstoffe	10 [mg/l]	20 [mg/l]
39.	Ausblasbare org. geb. Halogene (POX) ber. als Cl	0,1 [mg/l]	0,1 [mg/l]
40.	Phenolindex ber. als Phenol	0,1 [mg/l]	10 [mg/l]
41.	Summe anion. und nichtion. Teside	1,0 [mg/l]	keine nachteiligen Beeinflussung des Kanal- und Klärbetriebes
42.	Summe d. flücht. Aromat. Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole (BTX)	0,1 [mg/l]	0,1 [mg/l]

Bild 1.14 Anlage A3 (AAEV)

- a) Im Bedarfsfall festlegen.
- b) Im Rahmen der Fremdüberwachung gemäß § 7 Abs. 3 bei begründetem Verdacht oder konkretem Hinweis der fließgewässerschädigenden Wirkung einer Abwassereinleitung, nicht jedoch im Rahmen der Eigenüberwachung gemäß § 7 Abs. 2 einzusetzen.
- c) Eine Abwassereinleitung in eine öffentliche Kanalisation darf keine Beeinträchtigungen der biologischen Abbauprozesse in der öffentlichen Abwasserreinigungsanlage hervorrufen. Eine Beeinträchtigung biologischer Abbauprozesse ist gegeben, wenn 1. das Abwasser im Sauerstoffverbrauchshemmtest nach ÖNORM EN ISO 8192 Methode B eine Hemmung des Sauerstoffverbrauches von größer als 50% aufweist oder 2. das Abwasser im Nitrifikationshemmtest nach ÖNORM EN ISO 9509 eine Hemmung der Nitrifikationsvorgänge von größer als 50% aufweist. Liegt bei einem Versuch gemäß Z 1 oder 2 das Versuchsergebnis unter dem jeweils genannten Kriterium, ohne dass der Verdacht der Beeinträchtigung der biologischen Abbauprozesse in der Abwasserreinigungsanlage ausgeräumt werden kann, so ist mittels Bestätigungstest das Ergebnis des Versuches gemäß Z 1 oder 2 abzusichern. Die Einzelheiten dieses Bestätigungstestes sind von der Wasserrechtsbehörde unter Berücksichtigung der Gegebenheiten der Abwassereinleitung derart festzulegen, dass Aussagen über die langfristige Beeinträchtigung des Abbauvermögens und der Wachstumsverhältnisse der von der Einleitung betroffenen Biozönose der öffentlichen Abwasserreinigungsanlage gewonnen werden können.
- d) Im Einzelfall bei Gefahr von Geruchsbelästigungen oder bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisations- und Kläranlagenbereich (ÖNORM B 2503, Sept. 1992) festlegen.
- e) Im Einzugsgebiet von nationalen oder internationalen Seen ist die Anforderung auf wenigstens 1 mg/l zu verschärfen.

1.3 Richtlinie für Recyclingbaustoffe Anwendungsbereich: Wiederverwendung von hydraulisch oder bitumimös gebundenen sowie ungebundenen mineralischen Baurestmassen

1.3.1 umwelttechnische Klassifizierung von Recycling-Baustoffen

Die maßgeblichen Parameter und die dazu einzuhaltenden Grenzwerte zur umwelttechnischen Klassifizierung der Qualitätsklassen sind in Bild 1.15 dargestellt.

Parameter	Einheit	Qualitätsklasse A ⁺	Qualitätsklasse A	Qualitätsklasse B
Eluat				
pH-Wert	[mS/m]	7,5-12,5	7,5-12,5	7,5-12,5
el. Leitf.	[mg/kg TS]	150 ¹⁾	150 ¹⁾	150 ¹⁾
Chrom _{gesamt}	[mg/kg TS]	0,3	0,5	0,5
Kupfer	[mg/kg TS]	0,5	1	2
Ammonium-N	[mg/kg TS]	1	4	8
Nitrit-N	[mg/kg TS]	0,5	1	2
Sulfat-SO ₄	[mg/kg TS]	1500	2500	3500
Summe KW	[mg/kg TS]	1	3	5
Gesamtgehalt				
S 16 PAK gem. EPA	[mg/kg TS]	4	12	20

Bild 1.15 umwelttechnische Klassifizierung von Recycling-Baustoffen

1) Bei einem pH-Wert zwischen 11,0 und 12,5 beträgt der Grenzwert für die el. Leitfähigkeit 2000 mS/m.

1.4 Richtlinie für Recyclingbaustoffe aus Hochbau-Restmassen Anwendungsbereich: ungebundene Massen

1.4.1 Anforderungen an die Sieblinie

Die Sieblinien des RMH-Materials müssen den Anforderungen der Bild 1.16 und Bild 1.17 hinsichtlich Kornverteilung sowie Über- und Unterkorn entsprechen.

RMH/ Körnung [mm]	Güteklasse IIb Korngrößenverteilung ermittelt im Anlieferungszustand	Güteklasse IIb Korngrößenverteilung ermittelt im Anlieferungszustand
RMH 0/8 RMH 0/16	lt. Lieferbedingungen	lt. Lieferbedingungen
RMH 0/22 RMH 0/32 RMH 0/45 RMH 0/63	Sieblinienbereich entsprechend der Richtlinie Abb. 1.4	lt. Lieferbedingungen

Bild 1.16 Anforderungen der Kornverteilung I

RMH/ Körnung [mm]	Unterkorn [M%]	Überkorn [M%]	RMH
RMH 8/16	30	10	8/16
RMH 16/32			16/32
RMH 32/63			32/63

Bild 1.17 Anforderungen der Kornverteilung II

- 1) maximal 50% des Unterkorns dürfen innerhalb des darunterliegenden Siebs sein
- 2) nur innerhalb des nächsthöchsten Siebs

1.4.2 Prüfungen bei Eigen und Fremdüberwachung

Bild 1.18 zeigt die für Erstprüfung/ Eigenüberwachung und Fremdüberwachung durchzuführenden Prüfungen:

Prüfparameter	Prüfmethode	Anforderung
Korngrößenverteilung	ÖN B 3304	Bild 1.16
Über-/ Unterkorn	Punkt 3.4.4.5.3	Bild 1.17
Schüttdichte	ÖN B 3121/ Pkt: 6	¹⁾
Frostsicherheit	Punkt. 3.4.4.4.3	Pkt: 4.4 der Richtl.
Frostbeständigkeit	Punkt. 3.4.4.4.3	Pkt: 4.5 der Richtl.
Fremdanteile	Punkt. 3.4.4.4.3	Pkt: 4.6 der Richtl.
Umweltverträglichkeit	ÖN S 2072	Eluatklasse Ib ²⁾

Bild 1.18 Prüfverfahren und Methoden bei Erstprüfung, Eigenüberwachung und Fremdüberwachung

- 1) die Bandbreite ist auf Verlangen vorzulegen/ nachzuweisen
- 2) eine Verwendung von Recyclingbaustoffen mit höherer Eluatklasse außerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches ist nur dann zulässig, wenn die Messwerte des Eluats für die spezifischen Parameter (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat, Gesamtkohlenwasserstoffe) höchstens die festgelegten Grenzwerte der Eluatklasse IIa erreichen. Für alle anderen ermittelten Parameter gelten die höchstzulässigen Grenzwerte der Eluatklasse Ib. Beträgt die Einbauhöhe von Dammschüttungen, in welche Recycling-Baustoffe zur Anwendung kommen, mehr als 1,0m so sind geeignete Überwachungsmaßnahmen (z.B. Messsonden, Messbrunnen, etc.) anzuordnen. Ist aufgrund der Messergebnisse eine Beeinträchtigung des Grundwassers zu erwarten, sind geeignete Maßnahmen zur Verhinderung zu treffen

Weiteres sind bei der Eigenüberwachung folgende in 0 angeführten Kontrollen in den angegebenen Häufigkeiten einzuhalten.

Häufigkeit der Kontrollen im Rahmen der Eigenüberwachung	
Prüfparameter	Mengenschwelle Häufigkeit je Tonne
Gewinnung, Anlieferung	augenscheinlich täglich
artfremde Bestandteile	1x je 2.500 Tonne
Schüttgewicht	1x je 2.500 Tonne
Umweltverträglichkeit	1x je 2.500 Tonne
Korngrößenverteilung	nur bei Güteklasse Iib 1x je 5.000 Tonne

zusätzliche Kontrollen und deren Häufigkeiten bei der Eigenüberwachung

2 Laborversuche

Anhang zu Kapitel 5 Laborversuche

2.1 Schüttmaterial RMH

2.1.1 Ermittlung der Kornverteilung

Versuchsmengen und Siebdurchgänge

Lieferung 1/ Probe 1

Siebsatz A		
$R_{\dot{U}}$	=	0,0 [%]
$D_{\max, \dot{U}}$	=	0,000 [mm]
m_s	=	13612,00 [g]
d_{\max}	=	56,000 [mm]
d_{\min}	=	0,063 [mm]
$d_{\min, G}$	=	8,000 [mm]
$d_{\min, M}$	=	0,400 [mm]
$D'_{(d_{\min, G})}$	=	4224,00 [g]
$D'_{(d_{\min, M})}$	=	51,00 [g]
$m_{s, F}$	=	58,25 [g]

Versuchsmengen

Steine	=	0,0 [%]
Kies	=	79,6 [%]
Sand	=	14,2 [%]
Feinteile	=	6,2 [%]
d_{\max}	=	56,0 [mm]
U	=	58,4
C	=	4,2
d_{10}	=	0,283 [mm]
d_{50}	=	11,790 [mm]

Fraktionsverteilung

	d [mm]	R [g]	D [%]
G	56,00	0,00	100,00
	45,00	145,00	98,93
	35,60	806,00	93,01
	25,00	2229,00	76,64
	18,00	1912,00	62,59
	12,50	1533,00	51,33
M	8,00	1382,00	41,18
	4,00	458,00	28,14
	2,00	273,00	20,37
	1,00	165,00	15,67
F	0,40	143,00	11,60
	0,20	16,12	8,39
	0,10	10,93	6,21
	0,06	0,17	6,18

Siebdurchgänge in %

Lieferung 1/ Probe 2

Siebsatz A			
R _Ü	=	0,0	[%]
D _{max,Ü}	=	0,000	[mm]
m _s	=	15577,00	[g]
d _{max}	=	56,000	[mm]
d _{min}	=	0,063	[mm]
d _{min,G}	=	8,000	[mm]
d _{min,M}	=	0,400	[mm]
D' _(dmin,G)	=	5229,00	[g]
D' _(min,M)	=	30,00	[g]
m _{s,F}	=	119,47	[g]

Versuchsmengen

Steine	=	0,0	[%]
Kies	=	76,5	[%]
Sand	=	16,0	[%]
Feinteile	=	7,4	[%]
d _{max}	=	56,0	[mm]
U	=	71,1	
C	=	5,9	
d ₁₀	=	0,169	[mm]
d ₅₀	=	8,787	[mm]

Fraktionsverteilung

	d [mm]	R [g]	D [%]
G	56,00	0,00	100,00
	45,00	203,00	98,70
	35,60	245,00	97,12
	25,00	1859,00	85,19
	18,00	1834,00	73,42
	12,50	1902,00	61,21
	8,00	2210,00	47,02
M	4,00	444,00	31,65
	2,00	237,00	23,45
	1,00	161,00	17,88
	0,40	98,00	14,49
F	0,20	31,46	10,67
	0,10	23,10	7,87
	0,06	3,48	7,45

Siebdurchgänge in %

2.1.2 Proctorversuch

Wassergehaltsbestimmung durch Trocknen der Probe

Lieferung 1

Nr	m_1 [g]	h' [cm]	$M_{1,w}$ [g]	$m_{2,w}$ [g]	$m_{c,w}$ [g]
2	15587,00	4,52	16636,00	15081,00	0,00
3	16313,00	4,35	17039,00	14951,00	0,00
4	15818,00	5,40	17728,00	15451,00	0,00
5	16231,00	4,90	17808,00	14826,00	0,00

Wassergehaltsbestimmung durch Trocknen der Teilproben

$h'' = 5,50$ [cm]

Lieferung 2

Nr	m_1 [g]	h' [cm]	$m_{1,w}$ [g]	$m_{2,w}$ [g]	$m_{c,w}$ [g]
0	16300,00	5,88	16850,00	14570,00	0,00
1	17240,00	5,23	18360,00	15740,00	0,00
2	18390,00	4,30	19350,00	16280,00	0,00
3	18197,00	4,95	18416,00	15104,00	0,00
4	18730,00	4,90	19990,00	14849,00	0,00

Wassergehaltsbestimmung durch Trocknen der Teilproben

$h'' = 5,50$ [cm]

2.1.3 Rahmenscherversuch

B.p. Nr.	d_p [mm]	$\rho_{d,o}$ [g/cm ³]	w_o [%]	$S_{r,o}$ [%]	e_1 [1]
0	500,0	1,520	14,0	49,9	0,743
1	500,0	1,560	14,0	53,1	0,699
2	500,0	1,490	14,0	47,7	0,779

Einbauzustand

B.p. Nr.	v_1 [mm/min]	v_2 [mm/min]	σ_f [kN/m ²]	σ_r [kN/m ²]	I_B [%]
0	1,140		25,4	25,1	26,3
1	1,140		50,7	50,7	26,0
2	1,140		100,7	100,3	21,5

Normalspannung

2.1.4 Durchlässigkeit mit fallender Druckhöhe

				d_{max}	=	56,0	[mm]
ρ_s	=	2,650	[g/cm ³]	d_R	=	2,07	[cm]
				d_P	=	25,44	[cm]
ρ_{pr}	=	1,397	[g/cm ³]	h_P	=	19,0	[cm]

Eingangsgrößen

Einbauzustand				Ausbauzustand			
ρ_d	=	1,380	[g/cm ³]	ρ_d	=	1,380	[g/cm ³]
w	=	18,3	[%]	w	=	26,08	[%]
S_r	=	52,81	[%]	S_r	=	75,27	[%]

Einbau- /Ausbauzustand

2.2 Schüttmaterial Kies 0/11

2.2.1 Prüfbericht



Baugesellschaft m.b.H.

Prüfstelle

Staatlich akkreditierte
Prüf- und Überwachungsstelle

A-4050 Traun
Styriastraße 40a
Telefon: + 43 (0) 72 29 / 73 3 33 - 42
Telefax: + 43 (0) 72 29 / 73 3 33 - 43
E-Mail: pruefstelle@swietelsky.at
Internet: www.swietelsky.com

Firma
Teerag-Asdag

Hafenstraße 64
3500 Krems

Nur gebührenfrei als Zeugnis
über vertragsgemäße Leistungen
an Gebietskörperschaften gemäß
Geb. Gesetz 1957, § 14, TP 14,
lit. (2), Zif. 13.

Dr. Kolgr/db

2004-06-08

PRÜFBERICHT
Nr. 1596/04
betreffend **Erstprüfung**
der groben Gesteinskörnung 0/11
gemäß ÖNORM EN 13043 und ÖNORM B 3130
Werk: Fa. Teerag-Asdag Krems, Kiesaufbereitung Seebarn

Auftragsgemäß führten wir die Erstprüfung für die obgenannte Gesteinskörnung gemäß ÖNORM EN 13043, Gesteinskörnung für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen durch.

Tabelle 1: Probenbezeichnung

Probenbezeichnung	Entnahmestelle/ Probenehmer	Tag der Probenahme	Labor Nr.:
Material Nassbaggerung	Abbaubereich/ Hr. Ing. Brunner	19.04.2004	D 2220
RK 0/11	ex Werk/		D 2219
EKK 8/11	Hr. Ing. Brunner		D 2218

./.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das untersuchte Prüfgut.
Prüf- und Überwachungsberichte oder Teile davon dürfen nur mit schriftlicher Zustimmung
der Prüfstelle veröffentlicht werden.
Akkreditiert durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten mit
Geschäftszahl 92714/802-V/12/03 vom 11.02.2004.
Akkreditiert gemäß ÖÖ. Bautechnikgesetz mit Geschäftszahl 018-140-001/01 - 010
vom 01.06.2002.
Anerkannt nach RAP Stra mit Gz. 809-43438-swietelsky/99 vom 10.12.99.
Zentrale: A-4020 Linz, Embacherstraße 10, Tel.: + 43 (0) 732 / 69 71 - 0, Telefax: 69 71 - 7410

Anerkannt nach RAP Stra für die Arten A1, B1, D1 und G1
Zweigstelle Nussdorf, Sondermoninger-Straße 41, D-83356 Nussdorf
Tel.: + 49 (0) 86 69 / 76 38, Telefax: + 49 (0) 86 69 / 90 92 83
E-Mail: labor-iz@swietelsky.de

Bankverbindung:
Volkskreditbank, Kto.-Nr. 10.026.169 (BLZ 18800)
FN 83 175k, LG-Linz, UID-Nr.: ATU 23240400

P:\VORSELE\03\WEF



Blatt 2 zu Prüfbericht Nr.: 1596/04

Tabelle 2: Prüfverfahren und herangezogene Proben

Parameter	Prüfnorm	Herangezogene Probe(n)	Prüfzeitraum
Petrographische Beschreibung	EN 932-3	D 2220	31.05.2004
Korngrößenverteilung	EN 933-1	D 2219	20.04.2004
Kornform	EN 933-4		21. – 22.04.2004
Kornrohddichte	EN 1097-6		20.04.2004
Anteil gebrochener Körner	EN 933-5		
Kantigkeit feiner Gesteinskörnungen	EN 933-6		
Affinität zu Bitumen *)	pr EN 12697-11	D 2218	26. – 28.04.2004
Widerstand gegen Zertrümmerung	EN 1097-2	siehe Ergänzung zu Prüfbericht 1503/03	
Wasseraufnahme	EN 1097-6	D 2219	21. – 22.04.2004
Frost-Tau-Widerstand	-	Bewertung über Wasseraufnahme	
Gefährliche Substanzen:		Bewertung über Herkunft der Körnung	31.05.2004
Freisetzung von Radioaktivität	-		
Freisetzung von Schwermetallen	-		
Freisetzung von PAK	-		
Freisetzung anderer gefährlicher Substanzen	-		
Grobe organische Verunreinigungen	EN 1744-1 Pkt. 14.2	D 2219	03. – 05.05.2004

*) geprüft mit 0,2 % Addibit L 100 (Haftmittel)

Prüfergebnisse

Petrographische Beschreibung

Das Abbaugelände liegt im Tullner Becken nördlich der Donau und des Kamps. Der Kies ist dadurch karbonatarm (ca. 10% Karbonat – hauptsächlich Calcit). Die Gewinnung erfolgt durch Nassbaggerung. Die typische Korngrößenverteilung ist beigelegt (Anlage 1). Die maximale Korngröße liegt bei ca. 125 mm. Das Material besteht aus gerundeten, glatten Gesteinskörnern mit guter Kornform. Muschelschalen sind nicht enthalten. Gefährliche Substanzen und radioaktive Stoffe sind in für den Verwendungszweck nicht nennenswerten Mengen vorhanden.

/.

Blatt 3 zu Prüfbericht Nr.: 1596/04

Tabelle 3: Zusammenstellung der Prüfergebnisse

Wesentliche Merkmale	Anforderungen gemäß EN 13043 Abschnitt	Einheit	Prüfergebnis	Zuzuordnende Angabe bei CE Kennzeichnung ¹⁾	
Kornform, Korngröße und Rohdichte	4.1.2 Korngruppe <i>d/D</i>	-	-	0/11	
	4.1.3 Korngrößenverteilung			G _C 90 oder und G _A 85	
	4.1.3 u. 4.1.3.1 Durchgang bei				
	2 <i>D</i> (22 mm)				100
	1,4 <i>D</i> (16 mm)				100
	<i>D</i> (11,2 mm)				97
	<i>d</i> (0 mm)				-
	<i>d/2</i> (0 mm)	-			
	0,063 mm	4,9			
	4.1.4 Gehalt an Feinanteilen	Masse -%	4,9	-	
Reinheit	4.1.6 Kornform von groben Gesteinskörnungen Kornklasse 4/8 (27 Masse %) Kornklasse 8/11 (14 Masse %)	Masse -%	13 10	<i>S</i> ₁₅ , <i>S</i> ₂₀ , <i>S</i> ₂₅	
	4.1.8 Kantigkeit von feinen Gesteinskörnungen	s	28	<i>E</i> _{CS} 30 oder NPD	
	4.2.7.1 Rohdichte	Mg/m ³	2,68	2,68 Mg/m ³	
	4.2.7.2 Wasseraufnahme Kornklasse 0,063/4 mm Kornklasse 4/ <i>D</i> mm	Masse -%	0,6 0,6	<i>W</i> _{A24} 1, <i>W</i> _{A24} 2	
Reinheit	4.1.5 Qualität der Feinanteile	-	Prüfung nicht nötig	-	
	4.3.3 grobe organische Verunreinigung	Masse -%	< 0,1	<i>m</i> _{hPC} 0,1 <i>m</i> _{hPC} 0,5	
Anteil gebrochener Oberflächen	4.1.7 Anteil gebrochener Oberflächen in groben Gesteinskörnungen Anteile an tc c r tr	Masse -%	0 3 97 85	<i>C</i> _{10/90} (angegebener Wert) oder NPD	
Affinität zu bitumenhaltigen Bindemitteln	4.2.11 Affinität von groben Gesteinskörnungen zu bitumenhaltigen Bindemitteln nach 6 h nach 24 h	% Be- deckung	86 58	≥ 85 % mit 0,2 % Addit L 100	
Widerstand gegen Zertrümmerung	4.2.2 Widerstand von groben Gesteinskörnungen gegen Zertrümmerung	LA-Wert	21	<i>L</i> _{A25} , <i>L</i> _{A30} , <i>L</i> _{A40} , <i>L</i> _{A50}	
Widerstand gegen Polieren/ Abrieb/ Verschleiß/ Abnutzung	4.2.3 Widerstand gegen Polieren von groben Gesteinskörnungen für Deckschicht	-	-	NPD	
	4.2.4 Widerstand gegen Oberflächenabrieb	-	-	NPD	
	4.2.5 Widerstand von groben Gesteinskörnungen gegen Verschleiß	-	-	NPD	

/.

Blatt 4 zu Prüfbericht Nr.: 1596/04

Wesentliche Merkmale	Anforderungen gemäß EN 13043 Abschnitt	Einheit	Prüfergebnis	Zuzuordnende Angabe bei CE Kennzeichnung ¹⁾ (Vorschläge)
Widerstand gegen Hitzebeanspruchung	4.2.10 Widerstand gegen Hitzebeanspruchung	-	-	NPD
Raumbeständigkeit	4.3.4.1 Dicalciumsilicat-Zerfall von Hochofenstüchschlacke	-	keine Prüfung nötig	-
	4.3.4.2 Eisen-Zerfall von Hochofenstüchschlacke	-		-
	4.3.4.3 Raumbeständigkeit von Gesteinskörnungen aus Stahlwerkschlacke	-		-
Gefährliche Substanzen	Abstrahlung von Radioaktivität	-	keine nennenswerte Freisetzung von gefährlichen Substanzen oder Radioaktivität aufgrund Vorkommen und bisheriger Erfahrung zu erwarten	-
	Freisetzung von Schwermetallen	-	-	-
	Freisetzung von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen	-	-	-
	Freisetzung anderer gefährlicher Substanzen	-	-	-
Frostwiderstand	4.2.9.2 Frostwiderstand	-	Frostbeständig infolge Wasseraufnahme	F ₁ , F ₂ , F ₄
Verwitterungsbeständigkeit	4.2.12 „Sonnenbrand“ von Basalt	-	keine Prüfung nötig	-
Widerstand gegen Abrieb durch Spikereifen	4.2.6 Widerstand von groben Gesteinskörnungen für Deckschichten gegen Abtrieb durch Spikereifen	-	-	NPD

1) fett gedruckte Angaben beinhalten ein sehr hohes Risiko der Nichteinhaltung (ca. 50%)

Anlage:
Korngrößenverteilung (Anlage 1)



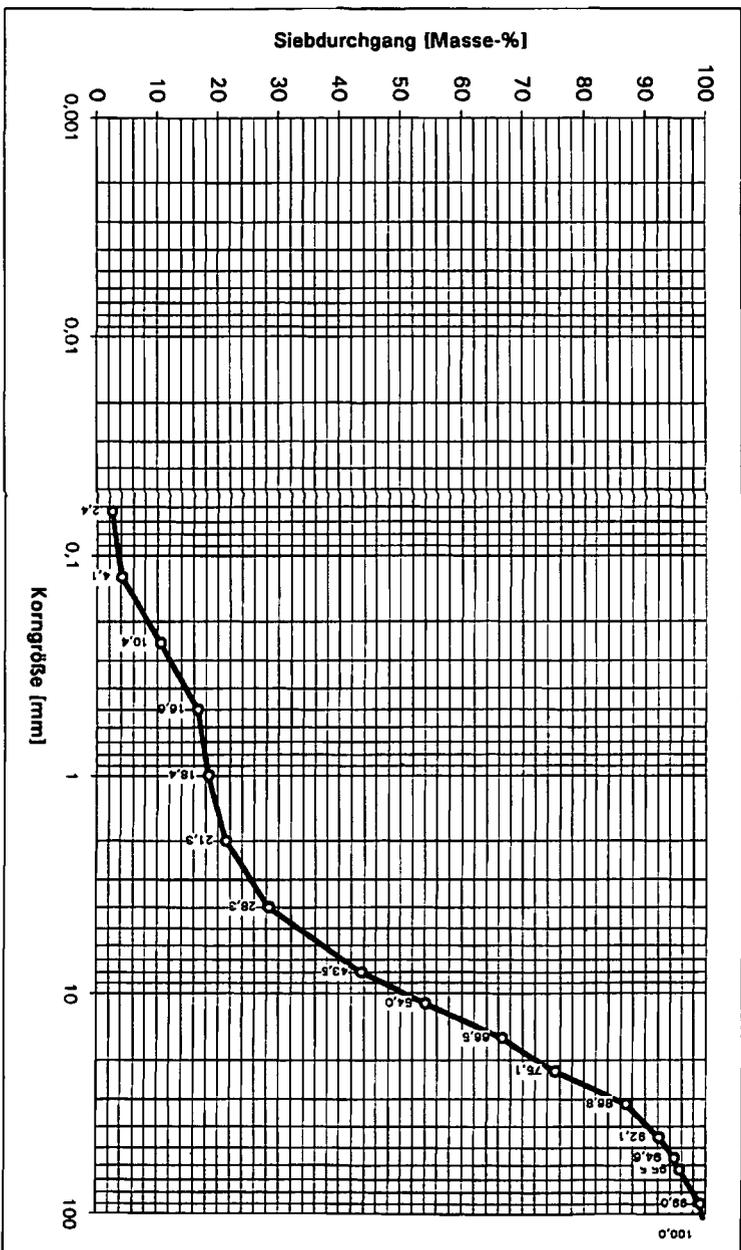
Hinweis: Die obigen Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums darf dieser Prüfbericht nicht - auch nicht auszugsweise - vervielfältigt werden. Der Prüfbericht besteht aus 4 Seiten und 1 Anlage.

PRÜFSTELLE
Swietelsky Bauges.m.b.H.
staatlich akkreditierte
Prüf- und Überwachungsstelle

KORNGRÖSSENVERTEILUNG

Labor Nr. D 2220

2004-06-08
Dr.Kor/db



Anlage 1 zu Prüfbericht Nr. 1596/04



2.2.2 Proctorversuch

Kies 0/11

Nr	m_1 [g]	h' [cm]	$m_{1,r}$ [g]	$m_1 + m_{1,r}$ [g]
0	2052,00	3,15	398,00	2450,00
1	2105,00	3,05	384,00	2489,00
2	2125,00	3,03	385,00	2510,00
3	2154,00	3,04	376,00	2530,00
4	2175,00	3,07	375,00	2550,00
5	2248,00	2,90	323,00	2571,00
6	2268,00	2,97	323,00	2591,00
7	2326,00	2,60	287,00	2613,00

Wassergehaltsbestimmung durch Trocknen der Teilproben
 $h'' = 2,98$ [cm] $m_{s,g} = 2428,00$ [g] $m_z = 0,00$ [g]

3 Messtechnische Überwachung

Anhang zu Kapitel 8 Messtechnische Überwachung

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 328] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Christoph Pressler behandelt.

4 Kostenkalkulation

Anhang zu Kapitel 9 Kostenkalkulation

Dieses Kapitel wird in der Diplomarbeit [Nr. 327] am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, von Stefan Fuchs behandelt.