SCHOTTERRASEN – Im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Titels eines Diplomingenieurs

VERFASST & EINGEREICHT VON

STEPHAN MASLOWSKI

WIEN, Mai 2007

BETREUT DURCH

O. UNIV. PROF. DR. FLORIN FLORINETH

&

MITBETREUT DURCH

DI SIMONE LÄNGERT

Universität für Bodenkultur, Wien

Institut für Ingenieurbiologie & Landschaftsbau

Universität für Bodenkultur

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die mich im Laufe meines Studentenlebens begleitet und letztendlich auch zum akademischen Titel des „Diplomingenieurs" geführt haben.

In erster Linie bedanke ich mich bei meiner Familie, speziell jedoch bei meinen Eltern: die Entscheidungsfreiheit meine Ausbildungswahl selbständig treffen zu können und ihre großzügige finanzielle Unterstützung ermöglichten es mir, das Diplomstudium der Landschaftsplanung und Landschaftspflege erfolgreich zu absolvieren.

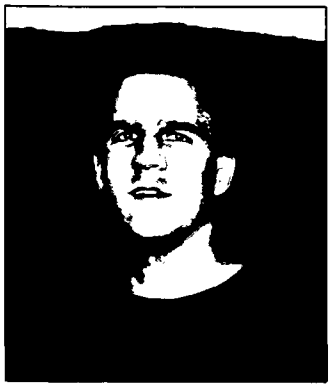
Weiters gilt mein außerordentlicher Dank dem Betreuer meiner Diplomarbeit, O. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth sowie meiner Mitbetreuerin DI Simone Längert. Neben hilfreichen Tipps, fachlichem Input, wertvollen Diskussionen und der Weiterentwicklung von Ideen waren vor allem Geduld, das partnerschaftliche Verhältnis und die ausgezeichnete Betreuung ausschlaggebend für den Erfolg dieser Arbeit.

Ebenfalls gebührt mein Dank sämtlichen Firmen, Fachbetrieben und Experten, die durch ihre praxisorientierten Auskünfte, hilfreichen Tipps und die hervorragende Zusammenarbeit wesentlich zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

Abschließend sei auch noch meine Freundin Joana erwähnt, die mir besonders in der Endphase meines Studiums zusätzliche Motivation für das Fertigstellen meiner Diplomarbeit gegeben hat. Zudem möchte ich auch noch meine Studienkollegen und -kolleginnen sowie meinen gesamten Freundeskreis anführen. Wir haben nicht nur zahlreiche Projekte erfolgreich gemeistert, sondern auch gemeinsam für Prüfungen gelernt und diverse Feste gefeiert. Weiters haben zahlreiche Urlaube und Auslandsaufenthalte neue Erfahrungen mit sich gebracht, und lustige Abende das Studentenleben zu dem gemacht, was es letztendlich sein soll: ein entsprechender Mix aus Lernen, Erfolg und Spaß!

DANKE!

VORWORT



Ich möchte das Vorwort meiner Diplomarbeit für eine kurze Schilderung des persönlichen Zugangs zur Themenwahl nutzen.

Gegen Ende meiner Studienzeit wurde mir schnell bewusst, dass die Entscheidung zur Auswahl einer geeigneten Diplomarbeit rechtzeitig erfolgen musste. Die Themensuche für diese abschließende wissenschaftliche Arbeit begann unmittelbar nach Festlegung bestimmter Auswahlkriterien. Die Bandbreite persönlicher Aspekte erstreckte sich dabei von einem für mich interessanten und möglichst zukunftsorientierten Themenbereich über sympathische, kooperative Professoren bis hin zu einer partnerschaftlichen Arbeitsatmosphäre.

Die Wahl fiel schnell auf das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau. Im Zuge eines ersten Gesprächtermins stellte mir Herr Prof. Florineth verschiedene Diplomarbeitsvarianten aus den Fachbereichen der Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik vor. Nach einer kurzen Bedenkzeit traf ich meine Entscheidung zugunsten des Themas „SCHOTTERRASEN". Dabei waren unterschiedliche Aspekte für die Auswahl dieses wissenschaftlichen Arbeitsthemas ausschlaggebend.

Einerseits reizte mich die Herausforderung an die Herangehensweise an ein noch weitgehend unbekanntes Fachgebiet, andererseits sah ich in der zunehmenden Landschaftsversiegelung eine große Perspektive für diese Bauweise. Zudem ergaben sich für mich bei einer genaueren Betrachtung des „Schotterrasens" einige Unklarheiten – in der Diplomarbeit später als Problemzonen bezeichnet – und so schritt die Idee langsam voran, das Entwicklungspotential von Schotterrasen im Rahmen einer Diplomarbeit aufzuzeigen. Zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte die indirekte Bestätigung meiner Entscheidung mit der Genehmigung des EU Projektes „Entwicklung von Schotterrasen aus Recyclingmaterialien als ökonomische und ökologische Alternative zur Schaffung von wasserdurchlässigen und wasserspeichernden Tragflächen für Parkplätze und Zufahrten".

STEPHAN MASLOWSKI

INHALTSVERZEICHNIS

1 ZUSAMMENFASSUNG 8

2 ABSTRACT 9

3 EINLEITUNG 10

3.1 PROJEKTBESCHREIBUNG 10

3.2 ZIELSETZUNG 11

4 SCHOTTERRASEN UND SEIN ENTWICKLUNGSPOTENZIAL – EINE RECHERCHE 12

4.1 DEFINITION SCHOTTERRASEN 12

4.1.1 Allgemeine Definition 12

4.1.2 SchotterRasen – weitläufige Definitionen und seine Folgen 13

4.2 VORTEILE DES SCHOTTERRASENS 16

4.2.1 Literaturverweise zu den Vorteilen von Schotterrasen 18

4.3 PROBLEMZONEN DES SCHOTTERRASENS 20

4.3.1 Fehlende Norm für die Schotterrasenbauweise 21

4.3.1.1 Begriffsdefinitionen – was ist eine Norm, was ist eine Empfehlung? 21

4.3.1.2 Allgemeine Ziele und Vorteile der Normung 23

4.3.1.3 Die Wichtigkeit einer Schotterrasennorm für die Praxis 24

4.3.1.4 Zusammenfassung: fehlende Norm für die Schotterrasenbauweise 28

4.3.2 Mangelhafte Akzeptanz und Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung von Schotterrasen 29

4.3.2.1 Mangelhafte Akzeptanz von Schotterrasen 29

4.3.2.2 Mögliche Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität von Schotterrasen 32

4.3.2.3 Zusammenfassung: Mangelhafte Akzeptanz und Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung bei Schotterrasen 36

4.3.3 Ungeeignete Materialien für die Schotterrasenbauweise 37

4.3.4 Problematik der Abnahme und Gewährleistung bei Schotterrasenflächen 39

4.3.5 Der Winterdienst - Schneeräumung und Glättebekämpfung auf Schotterrasen 42

4.3.5.1 Einleitung – Aufgaben des Winterdienstes 42

4.3.5.2 Gesetzliche Grundlagen des Winterdienstes 43

4.3.5.3 Mechanische Schneeräumung auf Schotterrasenflächen 46

4.3.5.4 Zusammenfassung: mechanische Schneeräumung auf Schotterrasenflächen 55

4.3.5.5 Glättebekämpfung auf Schotterrasenflächen 58

4.3.6 Mögliche Einträge auf Schotterrasenflächen und ihre Auswirkungen 59

4.3.6.1 Der mögliche Eintrag abstumpfender Streumittel auf Schotterrasenflächen und seine Auswirkungen 60

4.3.6.2 Der mögliche Eintrag von Auftaumitteln auf Schotterrasenflächen und seine Auswirkungen 74

4.3.6.3 Der Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen 82

4.3.6.4 Staubeintrag auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen 95

4.3.6.5 Der Eintrag von organischen Ausgangsstoffen wie z.B. Mähgut oder Laub auf Schotterrasenflächen 99

4.3.6.6 Zusammenfassung: mögliche Einträge auf Schotterrasenflächen und ihre Auswirkungen 109

4.3.7 Problemzonen und daraus resultierende Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen 111

4.3.7.1 Problemzonen und ihre möglichen Grenzen im Einsatzbereich – ein einleitender Überblick 111
4.3.7.2 Mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „mangelhafte Akzeptanz“ 112
4.3.7.3 Mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „Pflege und Instandhaltung“ 114
4.3.7.4 Zusammenfassung: mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „Pflege und Instandhaltung“ 119

5 METHODIK 120

5.1 METHODIK DER LITERATURRECHERCHE UND EXPERTEN-INTERVIEWS 121
5.1.1 Literaturrecherche 121
5.1.2 Experten-Interview 122
5.2 METHODIK DER FELDVERSUCHE 126
5.2.1 Geotechnische Untersuchungen 126
5.2.1.1 Wasserdurchlässigkeitsbestimmung mittels Ausschüttversuch nach RVS 11.062 Blatt 15 126
5.2.1.2 Überprüfung der Tragfähigkeit mittels dynamischer Lastplatte nach ÖNORM B 4417 129
5.2.1.3 Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Siebanalyse nach ÖNORM B 4412 134
5.2.2 Vegetationsaufnahmen 139
5.2.2.1 Gesamtdeckungsgrad (Dominanz) 140
5.2.2.2 Detaillierte Pflanzenaufnahmen 143

6 STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS 148

6.1 LAGE DES STANDORTS 149
6.2 BESCHREIBUNG DER SITUATION 150
6.2.1 Einleitung - allgemeine Hintergrundinformation 150
6.2.2 Unterlaufene Fehler und ihre Folgen – ein Überblick 151
6.2.3 Aufbau des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus 154
6.3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE – AUSWERTUNG, ANALYSE UND INTERPRETATION 155
6.3.1 Tragfähigkeit 156
6.3.1.1 Tragfähigkeit der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) 157
6.3.1.2 Tragfähigkeit der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) 159
6.3.1.3 Zusammenfassung: Tragfähigkeit am Standort Schwackhöfer-Haus 165
6.3.2 Korngrößenverteilung 166
6.3.2.1 Korngrößenverteilung der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) 167
6.3.2.2 Korngrößenverteilung der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) 169
6.3.2.3 Korngrößenverteilung des verbleibenden Unterbaus (Kantkorn) 171
6.3.2.4 Korngrößenverteilungen weiterer geprüfter und nicht geeigneter Materialien 173
6.3.2.5 Zusammenfassung: Korngrößenverteilung am Standort Schwackhöfer-Haus 179
6.3.3 Wasserdurchlässigkeit 180
6.3.3.1 Wasserdurchlässigkeit der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) 181
6.3.3.2 Wasserdurchlässigkeit der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn 0/45) 185
6.3.3.3 Wasserdurchlässigkeit des Unterbaus (Kantkorn 0/63) 188
6.3.3.4 Zusammenfassung: Wasserdurchlässigkeit am Standort Schwackhöfer-Haus 190

6.3.4 Vegetation ... *191*
6.3.4.1 Pflanzenbewuchs der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) ... 191
6.3.4.2 Begrünung der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) ... 195
6.3.4.3 Zusammenfassung: Vegetation am Standort Schwackhöfer-Haus ... 199
6.4 STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS: ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGS-ERGEBNISSE ... 200

7 STANDORTE DONAUINSEL: „VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG“ UND „PARKPLATZ SEGELHAFEN“ ... 203

7.1 EINLEITUNG – ALLGEMEINE HINTERGRUNDINFORMATIONEN ... 203
7.2 AUSWERTUNG DER VEGETATIONSAUFNAHMEN VON DER „VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG“ UND DEM „PARKPLATZ SEGELHAFEN“ ... 206
7.2.1 Analyse der Gesamtdeckungsgrade ... *207*
7.2.1.1 Gesamtdeckungsgrade der „Versuchsfläche Treppelweg“ ... 207
7.2.1.2 Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen“ ... 213
7.2.1.3 Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade am „Standort Treppelweg“ und am „Parkplatz Segelhafen“ im Zeitraum 2001/02 - 2005 ... 220
7.2.2 Auswertung der detaillierten Pflanzenaufnahmen ... *222*
7.2.2.1 Entwicklung der Einzelarten – Auswertung des Standortes „Versuchsfläche Treppelweg“ ... 222
7.2.2.2 Entwicklung der Einzelarten – Auswertung des Standortes „Parkplatz Segelhafen“ ... 229

8 AUSBLICK ... 234

8.1 AUSBLICK FÜR DEN STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS ... 234
8.2 ABSCHLIEßENDER ALLGEMEINER AUSBLICK ... 235

9 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS ... 236

9.1 LITERATUR ... 236
9.2 INTERNETQUELLEN ... 244

10 ANHANG ... 247

10.1 BEFRAGTE FIRMEN, ABTEILUNGEN UND EXPERTEN ... 248
10.2 PLÄNE VOM SCHOTTERRASENPARKPLATZ AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS - BOKU WIEN ... 251
10.3 DATENGRUNDLAGEN (CD) ... 252

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
ABGB	Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch
BOKU	Universität für Bodenkultur
BStG	Bundesstrassengesetz
bzw.	beziehungsweise
ca.	cirka
cm	Zentimeter
DG	Deckungsgrad
DI	Diplomingenieur
DIN	Deutsches Institut für Normung
Dr.	Doktor
EU	Europäische Union
Ev_2	Verformungsmodul der Zweitbelastung – statisch gemessen
Evd_1	Verformungsmodul der Erstbelastung – dynamisch gemessen
Evd_2	Verformungsmodul der Zweitbelastung – dynamisch gemessen
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau
FS	Frischsubstanz; Futter in ursprünglichem Zustand
g	Gramm
ges. DG	Gesamtdeckungsgrad
g/m^2	Gramm pro Quadratmeter
G-K-SM	Gräser-Kräuter-Saatgutmischung
G-SM	Gräser-Saatgutmischung
inkl.	inklusive
K	Kantkorn
k_f- Wert	Durchlässigkeitsbeiwert
kg	Kilogramm
kN	Kilo-Newton
l	Liter
LKW	Lastkraftwagen
MA	Magistratsabteilung der Stadt Wien
max.	Maximum
min.	Minuten oder Minimum (je nach Zusammenhang)
mm	Millimeter
m/s	Meter pro Sekunde
M %	Masseprozent
m^2	Quadratmeter
MN/m^2	Mega Newton pro Quadratmeter
NfE	N-freie Extrastoffe
Nr.	Nummer
OG	Obergrenze
ON	Österreichisches Normungsinstitut
ÖNORM	nationale Norm in Österreich
org.	organisch
Pkt.	Punkt
PKW	Personenkraftwagen
PNr.	Parkplatznummer

Pr.Nr.	Probennummer
Prof.	Professor
PS	Parkstreifen
R	Rundkorn
RSG	Rindenstreugranulat
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
s	Seitenlänge
sec.	Sekunden
StVO	Straßenverkehrsordnung
t	Tonnen
Tab.	Tabelle
TGM	Technisches Gebäude Management der Universität für Bodenkultur Wien
TS	Trockensubstanz
u. a.	unter anderem
UG	Untergrenze
Univ.	Universität
vgl.	vergleiche
Vol. %	Volumprozent
WWW	World Wide Web
x	mal
z.B.	zum Beispiel
<	kleiner
>	größer
Ø	durchschnittlich
%	Prozent
° C	Grad Celsius

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Schotterrasen ist eine ökologisch wertvolle Bauweise mit zahlreichen Vorteilen. Es handelt sich hierbei um eine unversiegelte Form der Flächenbefestigung, die aus gebrochenem Kantkorn besteht und mit Gräsern und Kräutern begrünt ist. Schotterrasenflächen lassen Niederschlagswasser versickern, sind belastbar und multifunktional nutzbar. Weitere positive Aspekte liegen in der Ästhetik und der Kostenersparnis.

Allerdings weist die Schotterrasenbauweise auch problematische Aspekte und Unklarheiten auf, die zukünftig weitere Entwicklungs- und Forschungsarbeit verlangen. Diese Diplomarbeit beschäftigt sich im Rechercheteil mit ausgewählten Problemzonen von Schotterrasen und versucht Ansätze für Lösungsmöglichkeiten zu finden.

Im praktischen Teil dieser Arbeit wird ein „Negativbeispiel" eines Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus analysiert, um Fehler aus der Praxis aufzuzeigen und diese in Zukunft zu vermeiden. Die dortige Vegetationstragschicht wurde ursprünglich aus Rundkorn errichtet, welches im Zuge von Sanierungsmaßnahmen durch Kantkorn ersetzt worden ist. Von November 2005 bis Juli 2006 wurden Lastplattenversuche zur Überprüfung der Tragfähigkeit, Siebanalysen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung und Ausschüttversuche zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit, durchgeführt. Nach einer genauen Bestandsaufnahme der Vegetation und der Auswertung der Untersuchungsergebnisse kann die Sanierung des Schotterrasenparkplatzes als notwendig erachtet und letztendlich als Erfolg bezeichnet werden.

Des weiteren wurden auf der „Versuchsfläche Treppelweg" und am „Parkplatz Segelhafen" auf der Donauinsel bei Wien Vegetationsaufnahmen gemacht. Dabei wurden von Mai bis September 2005 in regelmäßigen Abständen die Gesamtdeckungsgrade ermittelt sowie detaillierte Pflanzenaufnahmen durchgeführt, um die Vegetationsentwicklung zu beobachten und die Untersuchungen vergangener Jahre von HAAS/SCHILD (2001/2002) und LÄNGERT (2003) weiterzuverfolgen.

2 ABSTRACT

Gravel turf consists of a gravel area, ideally composed of square-edged grain and planted with herbs and grasses. It is more ecological than other construction methods and has numerous additional advantages. Gravel turfs have a high loading capacity and can be used multi-functionally. The unsealed area allows rain water to permeate. Further positive aspects are aesthetics and low costs.

Nevertheless there are also uncertainties and problems connected with gravel turfs, requiring more research in the future. In the theoretical part of this diploma thesis, some of these problem areas are investigated and possible solutions are discussed.

The practical part of the paper contains the analysis of a negative example of a gravel turf car-park situated near the Schwackhöfer-Haus on the Campus of the University of Natural Resources and Applied Life Sciences in Vienna. For the original surface at this location, round grain was used, which was then replaced by square-edged grain during reconstruction. From November 2005 to July 2006 tests for the identification of the loading capacity, of the grain size distribution and of the water permeability were conducted. After a study of the vegetation and the interpretation of the test results, it can be concluded that the reconstruction was necessary and successful.

In addition to the investigation near the Schwackhöfer-Haus, the vegetation of the test areas "Treppelweg" and the car-park "Segelhafen" was analysed. In the course of this analysis, research concerning the coverage of the surface and the dominance of certain plants was carried out, in order to find out how vegetation has developed and changed since previous research projects HAAS/SCHILD (2001/2002) and LÄNGERT (2003).

3 EINLEITUNG

3.1 PROJEKTBESCHREIBUNG

Im Rahmen der Diplomarbeit „Schotterrasen – Im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis" erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit der Schotterrasenbauweise.

Zunächst kommt es im Rechercheteil zu einer Erörterung von ausgewählten Problembereichen. Des weiteren soll die Analyse eines „Negativbeispiels" Erfahrungen aus der Praxis aufzeigen und in weiterer Folge zur zukünftigen Optimierung der Schotterrasenbauweise beitragen. Hierfür wird am Standort Schwackhöfer-Haus die Situation vor und nach den dortigen Sanierungsmaßnahmen verglichen. Zudem wird auf zwei weiteren Versuchsflächen (Treppelweg und Segelhafen auf der Donauinsel Wien) die Vegetation erhoben, um die Entwicklung des Pflanzenbestandes aufzuzeigen.

Das nachfolgende Kapitel 3.2 ermöglicht einen detaillierten Einblick in die genauen Zielsetzungen dieser wissenschaftlichen Arbeit.

3.2 ZIELSETZUNG

Einleitend muss erwähnt werden, dass die Schotterrasenbauweise unumstrittene Vorteile (vgl. Kapitel 4.2) mit sich bringt. Dennoch könnte die Behebung von Wissenslücken und Problembereichen zu einer weiteren Steigerung des Potentials dieser ökologisch wertvollen Bauweise beitragen. Das Ziel dieser Diplomarbeit besteht somit darin, einen Beitrag bzw. Ansatz zur Weiterentwicklung für den Bau von Schotterrasenflächen zu leisten.

In diesem Zusammenhang sollen die Problemzonen von Schotterrasen aufgezählt und analysiert werden. Ziel ist es, mögliche Lösungsansätze zu erarbeiten bzw. Schwerpunkte für zukünftige Forschungsbereiche aufzuzeigen.

Folglich soll die Abhandlung der Problembereiche zu einer Reduktion der Mängel und somit indirekt zu einer Attraktivitätssteigerung führen. Durch diese Maßnahme wird zukünftig eine vermehrte Anwendung von Schotterrasenflächen angestrebt, da die Behebung von Wissenslücken einen effizienteren Einsatz in der Praxis ermöglicht – denn nur eine klare, funktionstüchtige Bauweise ruft auch bei entsprechenden Fachfirmen das notwendige Interesse hervor.

Weiters beinhaltet diese wissenschaftliche Arbeit die Analyse eines Schotterrasenparkplatzes in Form von einem Negativbeispiel (vgl. Kapitel 6 „Standort Schwackhöfer-Haus"). Im Gegensatz zu den oft veranschaulichten „Positivbeispielen" sollen in diesem Fall u. a. die Auswirkungen einer falschen Materialwahl festgehalten werden. Der Grundgedanke besteht darin, unterlaufene Fehler aus der Praxis aufzuzeigen, um diese in Zukunft zu vermeiden. Ziel ist es, von einem Negativbeispiel zu lernen und daraus positive Erkenntnisse abzuleiten.

Eine Beschreibung der persönlichen Gründe für die Auswahl des Arbeitsthemas „Schotterrasen" befindet sich im Vorwort dieser Diplomarbeit.

4 SCHOTTERRASEN UND SEIN ENTWICKLUNGSPOTENZIAL – EINE RECHERCHE

Die durch Hochwasserereignisse und Naturkatastrophen sowie durch Begriffe wie ökologisches Bauen und Nachhaltigkeit geprägte Gegenwart bietet die Möglichkeit, vermehrt über alternative Bauweisen nachzudenken und diese auch einzusetzen. Besonders gefragt sind in Zukunft versickerungsfähige Bodenbefestigungen mit hohem ökologischem Wert. Eine Variante bietet hierbei der Schotterrasen. Diese Bauweise bringt nicht nur zahlreiche Vorteile mit sich, sondern beinhaltet auch einige Problemzonen, die in den folgenden Kapiteln näher ausgeführt werden.

4.1 DEFINITION SCHOTTERRASEN

„Was versteht man unter Schotterrasen?" – diese zentrale Frage ist von essentieller Bedeutung für die Diplomarbeit und muss daher vorab geklärt werden.

4.1.1 Allgemeine Definition

Zahlreiche Beschreibungen charakterisieren den Begriff „Schotterrasen". Wie das Kapitel 4.1.2 „SchotterRasen – weitläufige Definitionen und seine Folgen" zeigt, sind genaue Definitionen für eine exakte Umsetzung in die Praxis besonders wichtig.

> Nach ZEH (1986) handelt es sich hierbei um „Schotterflächen, die sich entweder mit Spontanvegetation selbst besiedeln oder von Anfang an mit einer Saatgutmischung angesät werden" (ZEH, 1986).
>
> Im „Baulexikon" von Rüdiger Wormuth und Klaus-Jürgen Schneider aus dem Jahr 2000 wird hingegen von „befahrbarem Rasen, dessen Gräser in den mit Oberboden ausgefüllten Zwischenräumen eines 20 bis 30 cm dicken Schottertraggerüstes verwurzelt sind" (WORMUTH; SCHNEIDER, 2000) gesprochen.
>
> Laut dem deutschen FLL - Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" ist „der Schotterrasen eine für gelegentliche Verkehrsbelastung geeignete und mit Rasen begrünte Fläche" (FLL, 2000) oder nach der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (1977) „ein

hohlraumarmes Gemisch aus Schotter und Mutterboden, mit dem eine befahrbare Rasenfläche hergestellt werden kann" (FGSV, 1977).

Die eben angeführten Beschreibungen beinhalten sowohl den Begriff „Schotter" als auch den Begriff „Rasen". Wie das folgende Kapitel zeigt, existieren für diese Begriffe weitläufige Definitionen, die in der Praxis zu Unsicherheiten und in der Folge zu Fehlern bei der Anwendung führen können.

4.1.2 SchotterRasen – weitläufige Definitionen und seine Folgen

Es wurden zuletzt einige, allgemeine Definitionen für „Schotterrasen" angeführt. Was passiert jedoch, wenn die Begriffe „Schotter" und „Rasen" getrennt beschrieben werden?

Für den Begriff „Schotter" existieren laut dem Lexikon Bautechnik zwei grundlegende Definitionen:

a) „Schotter ist gebrochener Zuschlag mit einem Kleinstkorn von 32 mm und einen Größtkorn von 63 mm" (PETER, 2005)

oder

b) „Schotter (natürlicher Steinschlag) sind durch Verwitterung im Gebirge, in Gebirgsflüssen und -bächen zerkleinerte Gesteinstrümmer, die abgerundet und als Geschiebe und Geröll zu Tal geschwemmt werden" (PETER, 2005)

Die Betrachtung dieser beiden Definitionen zeigt, dass unter „Schotter" im Volksmund sowohl Rundkorn, als auch gebrochenes Korn verstanden werden kann. Auf Grund der besseren Verzahnung und der somit erhöhten Tragfähigkeit wird für die Schotterrasenbauweise jedoch ausschließlich Kantkorn vorgeschlagen.

Dennoch zeigt sich in der Praxis teilweise ein anderes Bild: auch heutzutage wird noch Rundkorn für die Vegetationstragschicht verwendet, wie das Beispiel Standort Schwackhöfer-Haus (vgl. Kapitel 6) zeigt. Die Folge sind teure Sanierungsmaßnahmen, die das Entfernen der alten Vegetationstragschicht (Rundkorn) und das Einbringen von neuem Material (Kantkorn) mit sich bringen.

Um Verunsicherungen und Fehlern vorzubeugen, sollte angemerkt werden, dass in Bezug auf Schotterrasen nur von der bautechnischen Definition von Schotter ausgegangen werden darf. In diesem Zusammenhang ist auch folgende Beschreibung aus dem Lexikon Bauwesen durchaus erwähnenswert: „Grober Gesteinsbruch für den Gleis- und Straßenbau" (BEUTH, 2001).

Die Betrachtung des Begriffes „Rasen" ist etwas komplexer. Auf Grund unterschiedlicher Nutzungsansprüche existieren spezielle Anforderungen an den Rasen. Somit ist die Notwendigkeit einer Unterteilung in verschiedene Rasentypen wie beispielsweise Zier-, Gebrauchs-, Sport- oder Parkplatzrasen gegeben. Dementsprechend unterschiedlich sind auch die einzelnen Eigenschaften und Begriffsdefinitionen:

> Eine Rasendecke wird gemäß dem deutschen FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 folgendermaßen beschrieben: „Die Rasendecke ist ein aus Gräsern und Kräutern entwickelter Pflanzenbestand" (FLL, 2000).
>
> Entsprechend der DIN 18 917 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau, Rasen und Saatarbeiten" vom September 1990 ist „Rasen im Sinne dieser Norm eine durch Wurzeln und Ausläufer mit der Vegetationstragschicht fest verwachsene Pflanzendecke aus Gräsern, die im Regelfall keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegt." Allerdings wird angeführt, dass „entsprechend dem Verwendungszweck auch Leguminosen und sonstige Kräuter enthalten sein können" (DIN 18 917, 1990).
>
> Die DIN 18 035 Teil 4 „Sportplätze, Rasenflächen" aus dem Juli des Jahres 1991 definiert hingegen: „Eine Rasenfläche im Sinne dieser Norm ist eine Sportfläche mit einer aus Gräsern bestehenden Pflanzendecke" (DIN 18 035, 1991).
>
> Im Handbuch Rasen von Klaus-Dietrich Gandert und Frantisek Bures (1991) kennzeichnet der Begriff Rasen „eine den Erdboden bedeckende Pflanzengemeinschaft aus vorwiegend dicht beisammen wachsenden Gräsern, (...)" (GANDERT, 1991).

Wie diese vier genannten Definitionsmöglichkeiten zeigen, wird teilweise von Gräsern und Kräutern, in anderen Fällen - wie im Rahmen der DIN 18 035 - jedoch ausschließlich von Gräsern gesprochen. Dieser Aspekt zeigt die Wichtigkeit einer genauen Definition des Begriffes „Rasen" im jeweiligen Zusammenhang mit dem entsprechenden Verwendungszweck.

Wie der oben angeführten Definition der FLL Richtlinie entnommen werden kann, empfiehlt diese beispielsweise für die Schotterrasenbauweise eine zweckmäßig angebrachte Gräser-Kräuter-Saatgutmischung. Genau dieser Punkt ist entscheidend: die Definitionsmöglichkeiten in der Theorie müssen so eingeschränkt sein, dass eine Anwendung in der Praxis problemlos erfolgen kann.

Zusammenfassung:

Abschließend muss festgehalten werden, dass einzelne Begriffe eine große Bandbreite an Definitionen aufweisen können. Dieser Aspekt kann in der Praxis zu Missverständnissen, Unsicherheiten bei der Anwendung und somit auch zu Fehlern führen. Um diesem Problem entgegenzutreten, ist es notwendig, genaue Begriffsdefinitionen und Anwendungshinweise in Form von entsprechenden Empfehlungen, Richtlinien oder Normen auszuarbeiten.

Eine vertiefende Auseinandersetzung mit dem Thema „Fehlende Norm für die Schotterrasenbauweise" erfolgt in Kapitel 4.3.1.

4.2 VORTEILE DES SCHOTTERRASENS

Die zunehmende Flächenversiegelung bringt zahlreiche Nachteile mit sich: einerseits gehen wichtige Bodenfunktionen wie beispielsweise die Filter- und Pufferfunktion des Bodens oder der Lebensraum für Pflanzen und Tiere verloren, andererseits kann Oberflächenwasser nicht in tiefere Bodenschichten versickern. Zudem werden diverse Austauschvorgänge beeinträchtigt bzw. gänzlich unterbrochen.

Verglichen mit versiegelten Bodenbefestigungen bringt die Schotterrasenbauweise unübersehbare Vorteile mit sich. In der folgenden Abbildung (vgl. Abb.1) sind diese positiven Aspekte im Überblick dargestellt.

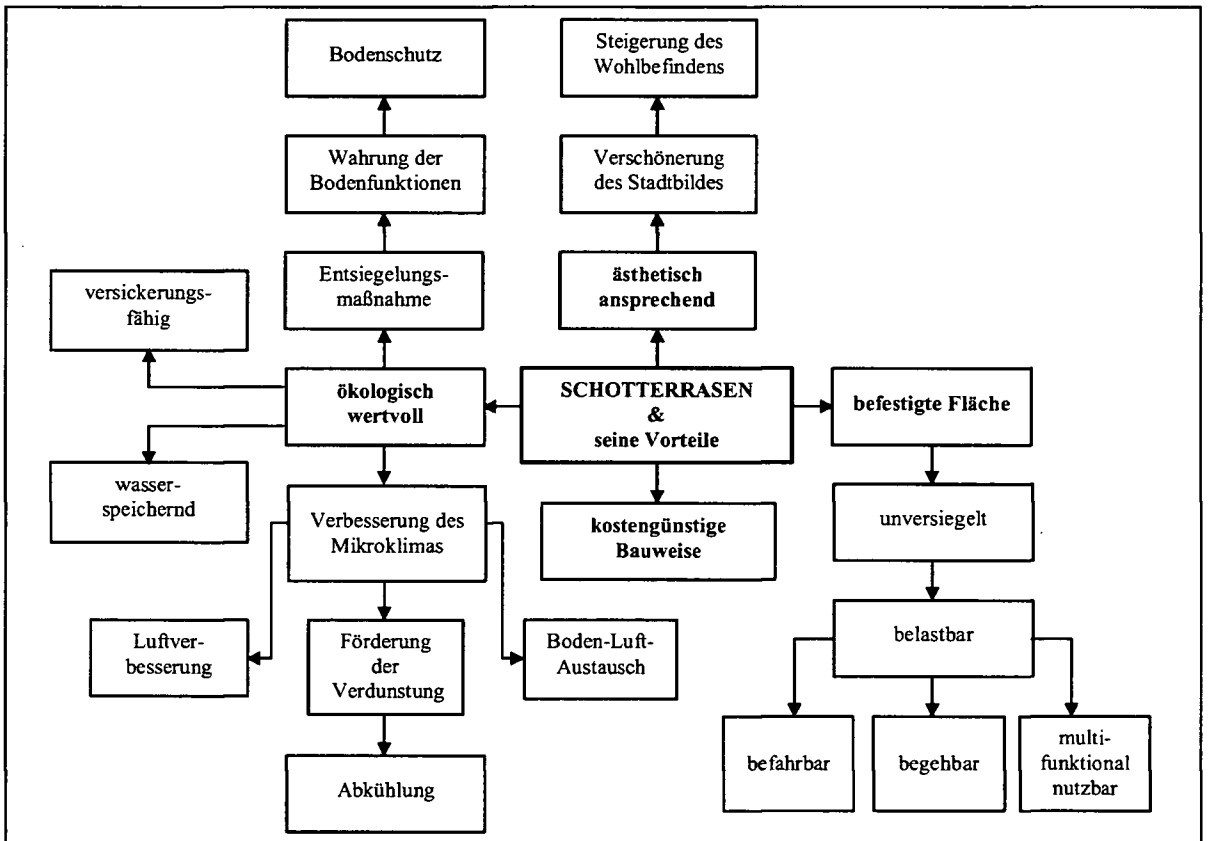


Abbildung 1: Vorteile des Schotterrasens

- **befestigte Fläche:** der Schotterrasen ist eine befestigte Fläche, die jedoch gleichzeitig unversiegelt und in Folge versickerungsfähig sowie ökologisch wertvoll ist. Dennoch ist beispielsweise eine Belastbarkeit durch Befahren oder eine multifunktionale Nutzung als Fest- oder Marktplatz möglich. Auch im Wegbau stellt der Schotterrasen eine Alternative zu versiegelten Bodenbefestigungen dar.

- **ökologisch wertvoll:** wie bereits in Abb. 1 ersichtlich ist, beinhaltet der ökologische Aspekt eine große Komplexität und Reichweite. Die Bauweise des Schotterrasens stellt eine Entsiegelungsmaßnahme da, die in weiterer Folge zur Wahrung der Bodenfunktionen und somit zum Schutz dieser Ressource beiträgt. Weiters wird das Kanalnetz entlastet, da das Oberflächenwasser sowohl versickern als auch gespeichert werden kann. Letztendlich erwärmen sich Grünflächen weit weniger als unbewachsener Boden. Somit kommt es zu einer im Stadtgebiet besonders wichtigen Verbesserung des Kleinklimas.

- **ästhetisch ansprechend:** sämtliche Eigenschaften der Umwelt werden über die Sinnesorgane des Menschen aufgenommen, wobei Farben, Formen, Strukturen und Vielfalt eine entscheidende Rolle spielen. Diese Elemente rufen beim Menschen positive Aspekte wie Glücksgefühle, Lebensfreude, Neugier oder Phantasie hervor und bringen Abwechslung und Erholung mit sich.

Die folgenden Bilder (vgl. Abb. 2 und Abb. 3) zeigen eine Gegenüberstellung eines aus Asphalt gebauten und eines in Schotterrasenbauweise errichteten Parkplatzes. In einem Detail veranschaulicht Abbildung 4 den Blütenstand von Plantago media und Salvia pratensis auf der Schotterrasenfläche „Treppelweg".

Abbildung 2: asphaltierter Parkplatz der Sportanlage Stadlau; Februar 2006

Abbildung 3: Schotterrasenparkplatz „Segelhafen"; Donauinsel bei Wien; März 2006

Abbildung 4: Schotterrasen auf der „Versuchsfläche Treppelweg"; Donauinsel bei Wien; März 2006

- **kostengünstige Bauweise:** ebenfalls vorteilhaft erweist sich der ökonomische Aspekt. Der Schotterrasen stellt im Vergleich zu anderen Bodenbefestigungen eine äußerst kostengünstige Bauweise dar.

  Bezogen auf den Artikel „Schotterrasen" von O. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth und DI Simone Längert im GALABAU Journal (Ausgabe 3 – Seite 10, Jahr 2005) ist eine einschichtige Schotterrasenbauweise mit 30 cm Aufbautiefe bezogen auf die Gesamtherstellungskosten im Schnitt um 49 % billiger als eine Parkplatzfläche aus Asphalt mit 33 cm Aufbautiefe. Verglichen mit einer aus Rasengittersteinen gefertigten Parkplatzfläche (31 cm Aufbautiefe) ist der eben genannte Schotterrasen sogar um 53 % billiger.

  Die zweischichtige Schotterrasenbauweise mit 50 cm Aufbautiefe weist eine Verbilligung von 34 % gegenüber einer Asphalt-Parkplatzfläche (53 cm Aufbautiefe) und eine Verbilligung von 39 % gegenüber einer Rasengitterstein-Parkplatzfläche (51 cm Aufbautiefe) auf.

  Die Kosten für Aushub, Abtransport und eventuelle Entsorgung des auszuhebenden Materials sowie die Mehrwertsteuer wurden bei diesem Kostenvergleich nicht berücksichtigt.

4.2.1 Literaturverweise zu den Vorteilen von Schotterrasen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird nicht noch näher auf die Vorteile eingegangen, da aus der entsprechenden Fachliteratur ausreichend Information gewonnen werden kann. In diesem Zusammenhang sollen einige Hinweise das Nachschlagen erleichtern:

Die dritte Auflage des Buches „Handbuch des Bodenschutzes" von H.-P. BLUME aus dem Jahr 2004 bietet einen guten Überblick über die grundlegenden Bodenfunktionen, Eigenschaften und die Schutzwürdigkeit des Bodens. Weiters werden die Themenbereiche Bodenverbrauch und Versiegelung ebenso angesprochen wie Entsiegelungs- bzw. Schutz-, Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen. Die im Buch angeführten Entsiegelungsmaßnahmen reichen von technischen Entwässerungsmaßnahmen über die Sicherung von unversiegelten Freiflächen bis hin zur Verwendung von wasserdurchlässigen Bodenbelägen. In diesem Zusammenhang stellt die versickerungsfähige Schotterrasenbauweise eine Möglichkeit dar.

Um die generelle Bedeutung des Bodens sowie sämtliche Grundlagen zu verstehen, kann die durch Winfried E. H. BLUM im Jahr 1992 revidierte und erweiterte Auflage des Lehrbuches „Bodenkunde in Stichworten" von Diedrich SCHRÖDER empfohlen werden. In dem stark chemisch geprägten Buch

werden nicht nur grundlegende Begriffe und Definitionen erklärt, sondern auch der Bodenwasser- und -lufthaushalt sowie bodenbildende Prozesse erläutert. Weiters werden die wichtigen Bodenfunktionen sowie der anthropogene Einfluss auf Böden angesprochen.

Als ebenfalls äußerst hilfreich erwies sich die vierte Auflage des Buches „Meteorologie" von Hans HÄCKEL aus dem Jahr 1999. Sie ermöglicht umfangreiche Einblicke in die Entstehung, Zusammensetzung und ökologische Bedeutung der Atmosphäre. Zu finden sind u. a. detaillierte Informationen zum Wasserkreislauf, zu Verdunstungs- und Strahlungsprozessen und eine genaue Schilderung des Energiehaushaltes. Besonders interessant ist Kapitel 7, in dem u. a. ausführlich auf das Thema „Stadtklima" eingegangen wird. Erst das Verständnis dieser komplexen Grundlagen zeigt die gesamte Bedeutung meteorologischer und klimatischer Einflüsse und letztendlich auch die Notwendigkeit des Handelns.

Im Zuge der Recherchearbeiten wurde u. a. auch in die Diplomarbeit „Landschaft_Bild" von Regina HALBWIDL Einsicht genommen. Sie beschäftigt sich u. a. mit der Wirkung des Landschaftsbildes auf den Menschen. Es werden sowohl Begriffe wie Wohlbefinden und Ästhetik definiert, als auch auf das Thema der Wahrnehmung und die Aufnahme von Umweltreizen eingegangen. Zudem folgt eine Analyse, inwiefern sich unterschiedliche Landschaftsbilder auf die Befindlichkeit des Menschen auswirken. In dieser Diplomarbeit können interessante Erkenntnisse gewonnen werden, warum ein Park bzw. eine Grünzone in der Stadt ein äußerst wichtiges Element darstellt oder warum Farben, Strukturen und Vielfalt von entscheidender Bedeutung sind.

Weiters wird auch im Buch „Landschaftsästhetik" von Hans Hermann WÖBSE aus dem Jahr 2002 auf die Begriffe Landschaft und Ästhetik eingegangen. Der Einfluss von Licht, Farben und die Dynamik wird ebenso angesprochen wie die sinnliche Wahrnehmung (sehen-hören-riechen-schmecken-fühlen).

4.3 PROBLEMZONEN DES SCHOTTERRASENS

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel 4.2 aufgezeigt wurde, bringen Schotterrasenflächen zahlreiche positive Aspekte mit sich. Dennoch existieren auch Problemzonen, die in Zukunft näher untersucht werden müssen. In dieser Diplomarbeit werden unter den Problemzonen jene Bereiche verstanden, die Unklarheiten oder Mängel aufweisen bzw. zukünftiges Entwicklungspotential darstellen. Die folgende Abbildung (vgl. Abb.5) stellt diese im Überblick dar.

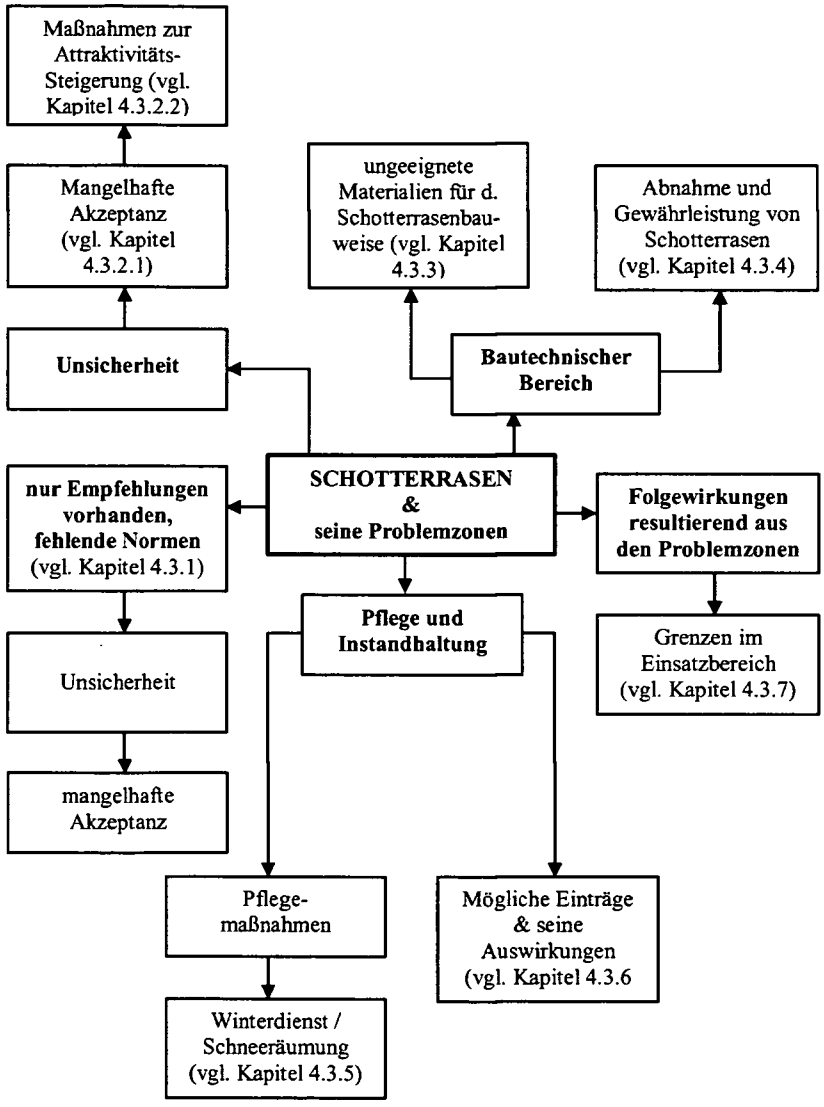


Abbildung 5: Problemzonen des Schotterrasens

Die anschließenden Kapitel beschäftigen sich nun ausführlich mit den einzelnen Problembereichen und möglichen Lösungsansätzen.

4.3.1 Fehlende Norm für die Schotterrasenbauweise

Dieses Kapitel setzt sich mit dem Problembereich einer fehlenden Norm für die Schotterrasenbauweise auseinander. Zunächst werden kurz die Begriffe „Norm" und „Empfehlung" definiert. Anschließend wird versucht, die allgemeinen Vorteile der Normung aufzuzeigen und in weiterer Folge den möglichen Handlungsbedarf im Hinblick auf das Thema Schotterrasen abzuleiten.

4.3.1.1 Begriffsdefinitionen – was ist eine Norm, was ist eine Empfehlung?

Der folgende Abschnitt dieses Kapitels stellt die Begriffe „Norm" und „Empfehlung" gegenüber (vgl. Tab.1) und bildet so die Grundlage für weitere Schlüsse.

GEGENÜBERSTELLUNG NORM - EMPFEHLUNG		
	[illegible]	[illegible]
	grundsätzlich *freiwillig*	*rechtlich unverbindlich*
	durch Gesetze, Verordnungen od. Verträge *verbindlich*	kann mittels Vertrag *verbindlich* gemacht werden
	spiegelt den aktuellen Stand der Technik wider	durch Anwendung sollen in d. Praxis Erfahrungen gesammelt werden
	keine Norm vorhanden bzw. geplant	FLL Regelwerk vorhanden: *"Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" (Ausgabe 2000)*

Tabelle 1: Gegenüberstellung Norm – Empfehlung

Was ist eine „Norm"?

Der Band zwei des Deutschen Rechts-Lexikons definiert den **Begriff „Norm"** folgendermaßen: eine Norm „ist allgemein eine Richtlinie, nach der etwas geschehen soll" (TILCH, 1992). Gemäß der zweiten Auflage von Band drei des Deutschen Rechts-Lexikons ist eine Richtlinie „allgemein ein Grundsatz oder eine Anweisung für ein bestimmtes Verhalten" (TILCH, 1992).

Das österreichische Normungsinstitut spricht auf seiner Homepage von **„qualifizierten Empfehlungen"**, die für jedermann **öffentlich zugänglich** sind und „die **Basis für geordnete Abläufe**" bilden (vgl. ON, 2007). Entsprechend der jeweiligen Fachgebiete spiegelt eine Norm den aktuellen Stand der Technik und Wirtschaft wider und bildet in weiterer Folge sehr oft die Grundlage

für technische und wirtschaftliche Lösungen. „Normen sind – einfach ausgedrückt – Regeln der Technik" (ON, 2007).

Generell stellt eine Norm kein Gesetz dar – somit ist deren **Anwendung „grundsätzlich freiwillig"** (vgl. ON, 2007). Der **Gesetzgeber** (Bund oder Länder) kann allerdings „Normen oder Teile von Normen durch Gesetz oder Verordnung auch für **"verbindlich" erklären**" (ON, 2007). In diesem Fall ist dann die Einhaltung der Norm zwingend vorgeschrieben. Auch der Abschluss eines Vertrages kann zur verbindlichen Einhaltung von Normen beitragen, wobei der Vorteil darin besteht, dass rechtliche Probleme oder Unklarheiten vermieden werden können. Somit kann eine Norm auch „als Sorgfaltsmaßstab bei Gerichtsverfahren zur Klärung der Schuldfrage" dienen (GRÜN, 2007).

Unterschieden wird grundsätzlich zwischen **nationalen, europäischen und internationalen Normen**. Dabei bildet z.B. das österreichische Normungsinstitut die Plattform für die Entwicklung von so genannten **ÖNORMEN** oder das deutsche Institut für Normung jene für die so genannten **DIN-NORMEN.** Heutzutage erfolgt die Ausarbeitung von Normen in erster Linie auf europäischer und internationaler Ebene. Die europäischen Normen müssen in die entsprechenden nationalen Normenwerke übernommen werden – in Österreich erfolgt die Benennung mit **ÖNORM EN**. Die International Organization for Standardization entwickelt hingegen die weltweit einheitlichen **ISO-NORMEN**. Diese können – müssen aber nicht – in die nationalen Normen übernommen werden und tragen dann z.B. in Österreich die Bezeichnung **ÖNORM ISO** (vgl. ON, 2007).

Was ist eine Empfehlung?

Neben Normen und Richtlinien existieren noch so genannte **Empfehlungen**. Folglich stellt sich auch hier die Frage nach einer genauen Definition.

„Empfehlungen sind rechtlich unverbindliche Erklärungen, durch die dem Empfänger der Empfehlung eine Ware, eine Dienstleistung oder ein Verhalten als zweckmäßig oder vorteilhaft empfohlen werden, in der Absicht, den Empfänger zu beeinflussen, der Empfehlung Folge zu leisten" (TILCH, 1992).

Die bereits angesprochenen Regelwerke der FLL beinhalten auch so genannte **FLL-Handelsempfehlungen**. „Diese werden der Fachwelt zugänglich gemacht, damit durch ihre Anwendung die notwendigen gesicherten Erkenntnisse der Wissenschaft und/oder umfassenden Erfahrungen der Praxis noch gesammelt werden können" (Geschäftsordnung vom FLL-Präsidium, November 2005).

Gemäß dieser Definition besteht der Unterschied zur FLL Richtlinie darin, dass bei den Empfehlungen der FLL die **wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht weit genug fortgeschritten** sind, um „als Anleitung zum Handeln" zu dienen. **Ziel** ist es, in der Praxis **weitere Erfahrungen zu sammeln** und das Regelwerk bei Bedarf zu überarbeiten, anzupassen und zu aktualisieren.

FLL Empfehlungen können somit in der Praxis als Anleitung herangezogen und im Endeffekt auch **mittels Vertrag** zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer **verbindlich** gemacht werden. Es gilt jedoch zu beachten, dass der Inhalt zukünftiger Regelwerke von den ursprünglichen Empfehlungen abweichen kann. Ist in entsprechenden Verträgen oder Normen die Anwendung von FLL Empfehlungen geregelt, müssen diese verpflichtend eingehalten werden.

4.3.1.2 Allgemeine Ziele und Vorteile der Normung

Dieses Unterkapitel beschäftigt sich mit allgemeinen Zielen und Vorteilen der Normung.

Die Entwicklung von Normen bringt für die unterschiedlichsten Personenkreise eine **Vielzahl an Vorteilen** mit sich. Gemäß der Homepage des österreichischen Normungsinstitutes nützt die Normung beispielsweise dem **Hersteller**, der „sein Produkt auf einer fundierten technischen Basis rationell herstellen will" (ON, 2007). In der Folge kann sich **der Konsument** sicher sein, dass er beim Erwerb eines normgerechten Produktes auch ein gutes Erzeugnis gekauft hat. Zudem helfen genormte Mess- und Prüfverfahren **Wissenschaftlern** vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. So fand beispielsweise im Rahmen dieser Diplomarbeit für die Bestimmung der Tragfähigkeit einer Schotterrasenfläche die ÖNORM B 4417 vom 1. Dezember 1979 Anwendung. Auch **Prüfanstalten** können nur mit Hilfe genormter Tests ihre Kontrollfunktion wahrnehmen.

Im Prinzip trägt die **Normung** zur **Definition des Stands der Technik für Produkte und Dienstleistungen** bei und führt in weiterer Folge zum **Schutz der Umwelt, Sicherheit** und **Gesundheit** (vgl. ON, 2007). Zudem **erleichtern** Normen beispielsweise „die **Verständigung** in Wirtschaft, Technik, Wissenschaft, Verwaltung und Öffentlichkeit" (ON, 2007).

Weiters sorgen Normen „für die Kompatibilität von Produkten und Dienstleistungen und stellen so eine wesentliche Voraussetzung für den Warenaustausch dar" (GRÜN, 2007). Handelshemmnisse können auf regionaler, nationaler sowie internationaler Ebene beseitigt und der Warenaustausch leichter vorangetrieben werden. Letztendlich fördern Normen „die Chancengleichheit im Wettbewerb und erleichtern den Marktzugang" (GRÜN, 2007).

Schließlich können laut der Homepage des deutschen Institutes für Normung (Stand: 2007) durch die Normungsvorgänge aufwendige Beschreibungen eingespart, die **Transparenz der Investitionen und Konsumgütern** erhöht sowie **Vertrauen und Sicherheit** geschaffen werden. Demnach findet durch die Normung eine Stärkung der **Qualitätssicherung** statt (vgl. DIN, 2007). Diesen Aspekt bestätigt das österreichische Normungsinstitut: Normen „ermöglichen die Qualitätssicherung, dienen der Sicherheit am Arbeitsplatz und in der Freizeit" (ON, 2007).

Bereits diese kurze Darstellung zeigt die extrem wichtige Stellung der Normung in der heutigen Zeit. Im nachfolgenden Unterkapitel wird nun versucht, die Auswirkungen einer fehlenden Norm für Schotterrasen zu erläutern und in weiterer Folge die Wichtigkeit der Entwicklung einer Norm für die Schotterrasenbauweise zu unterstreichen.

4.3.1.3 Die Wichtigkeit einer Schotterrasennorm für die Praxis

Wie bereits dem Kapitel 4.3.1.1 „Begriffsdefinitionen – was ist eine Norm, Richtlinie oder Empfehlung?" entnommen werden konnte, existiert für die **Schotterrasenbauweise** derzeit **keine Norm**. Laut Auskunft eines Mitarbeiters des österreichischen Normungsinstitutes vom Jänner 2006 ist in absehbarer Zeit auch keine ÖNORM zum Thema Schotterrasen geplant. Eine Nachfrage beim deutschen Informationszentrum für technische Regeln führte im Juni 2006 zum selben Ergebnis: auch in Deutschland ist keine entsprechende Norm für Schotterrasen in Planung.

Somit kann für die Schotterrasenbauweise zum jetzigen Zeitpunkt nur

- das deutsche **FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen"** Ausgabe 2000

und

- der Endbericht **„Anlage und Monitoring von Schotterrasen-Versuchsflächen im Raum Wien - Empfehlung für die Errichtung und Erhaltung von Schotterrasen"** von Univ. Prof. Dr. Florin Florineth und DI Simone Längert im Auftrag der Wiener Magistratsabteilung Wasserbau (MA 45) aus dem Jahr 2005

angeführt werden.

Wie allerdings bereits aus den beiden Titeln hervorgeht, handelt es sich hierbei **lediglich** um **Empfehlungen** und nicht um Richtlinien bzw. Normen. Weist eine Veröffentlichung die Bezeichnung „Empfehlung" auf, so lässt dieser Aspekt darauf schließen, dass das jeweils behandelte

Fachthema sowohl technisch als auch wissenschaftlich noch nicht vollständig ausgereift ist. Mit Hilfe von Erfahrungswerten aus der Praxis soll das vorhandene Potential weiterentwickelt und ausgebaut sowie Erkenntnisse für die Zukunft gewonnen werden. Diesen Gedanken greift auch der Präsident der FLL, Prof. Albert Schmidt, in seinem Vorwort des Regelwerks „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 auf. Hier heißt es: „Durch die Veröffentlichung dieser Empfehlungen erhofft sich die Arbeitsgruppe, neben der Wiederentdeckung einer altbewährten Bauweise, neue Anregungen und Impulse für die zukünftige Arbeit. Aus diesem Grund ist die FLL für Hinweise und Anregungen dankbar, die sich aus der praktischen Anwendung der Handlungsempfehlungen ergeben" (FLL, 2000).

Dieser Aspekt erklärt auch die mangelnde Anerkennung bzw. fehlende Akzeptanz von Schotterrasen in der Praxis. In den, im Rahmen der Recherchetätigkeit durchgeführten Experteninterviews, war bei diversen Behörden und Unternehmen immer wieder Skepsis gegenüber der Schotterrasenbauweise zu vernehmen. Offensichtlich herrscht eine gewisse Unsicherheit – es fehlen klare Hinweise, die besagen, dass Schotterrasenflächen auch in der Praxis funktionstüchtig sind. Nicht zuletzt deshalb heißt es „Normung schafft Vertrauen und Sicherheit" (DIN, 2007).

Eine entsprechende Plattform könnte das österreichische Normungsinstitut bilden. Durch die Mitarbeit am Normungsprozess entsteht ein Netzwerk, „in dem unter anderem Kundenbedürfnisse strukturiert aufbereitet werden und Synergien über Organisationsgrenzen hinaus erzielbar sind" (ON, 2007).

Die **Entwicklung einer** eigenen **Norm zum Thema „Schotterrasen"** würde nicht nur den Auftraggebern und beteiligten Firmen **unübersehbare Vorteile** bieten, sondern auch eine Förderung der Attraktivität dieser Bauweise mit sich bringen.

Durch die Existenz einer entsprechenden Norm für Schotterrasen könnten Planer und ausführende Unternehmen davon ausgehen, nach dem aktuellen Stand der Technik zu handeln. Wie bereits erwähnt, tragen Normen zur Qualitätssicherung bei. Alle Beteiligten wüssten, dass sie ein „ausgereiftes Produkt" vertreten und könnten somit leichter „hinter dem Erzeugnis" stehen. In weiterer Folge würde diese ökologisch wertvolle Bauweise an Ansehen gewinnen, es kommt zu einer Aufwertung bzw. Attraktivitätssteigerung und letztendlich zu einem häufigeren Einsatz in der Praxis.

Eine Norm kann außerdem eine rechtliche Basis für die Schotterrasenbauweise bilden und dazu beitragen, Ungereimtheiten zu vermeiden. Somit entsteht für die beteiligten Unternehmen eine gesetzliche Absicherung. Sollten dennoch Probleme auftreten, kann die Schotterrasennorm – wie bereits erwähnt – im schlimmsten Fall auch „als Sorgfaltsmaßstab bei Gerichtsverfahren zur Klärung der Schuldfrage" dienen (GRÜN, 2007). Dieser Aspekt sollte allen nach der Norm handelnden

Fachbetrieben ein zusätzliches Sicherheitsgefühl vermitteln und letztendlich zu einem verstärkten Einsatz der Schotterrasenbauweise in der Praxis führen.

Zudem ist das österreichische Normungsinstitut der Ansicht, dass Personen, die sich für eine Mitarbeit an der Normung entscheiden, einen „**Informations- und Wettbewerbsvorsprung**" (ON, 2007) erlangen. Weitere Vorteile für Unternehmen beschriebt das österreichische Normungsinstitut folgendermaßen: es ergibt sich durch die Teilnahme am Normungsprozess die Möglichkeit der **Marktbeobachtung** und somit ein Gewinn von Informationen über Kundeninteressen und Marktpartner (vgl. ON, 2007). Zudem erfolgt ein **Zeitgewinn**, da man aktiv am Geschehen ist, und es können neue **Maßstäbe** gesetzt werden (vgl. ON, 2007). Für die teilnehmenden Firmen ist die Beteiligung an der Entwicklung einer Norm auch gemäß des Deutschen Instituts für Normung äußerst interessant. So heißt es auf deren Homepage http://www.ins.din.de/, dass „Normung und Standardisierung als Maßnahmen der Verwertung von Forschungsergebnissen und des Technologietransfers zunehmend an Bedeutung gewinnen und damit Unternehmen Wettbewerbsvorteile verschaffen können" (DIN, 2007). Die Entwicklung einer Norm für Schotterrasen ist somit auch aus der Sicht der beteiligten Unternehmen durchaus von Vorteil.

Wie das derzeitige EU Projekt „Entwicklung von Schotterrasen aus Recyclingmaterialien als ökonomische und ökologische Alternative zur Schaffung von wasserdurchlässigen und wasserspeichernden Tragflächen für Parkplätze und Zufahrten" beweist, ist das Potential dieser ökologisch wertvollen Bauweise unumstritten. Demnach wäre in Zukunft die Entwicklung einer Norm durchaus erstrebenswert – die folgende Grafik (vgl. Abb.7) auf der nächsten Seite skizziert den Weg zu einer möglichen ÖNORM für die Schotterrasenbauweise.

Abschließend sei noch angemerkt, dass die Entwicklung einer neuen Norm fast 3 Jahre in Anspruch nehmen kann. Die Dokumentation des genauen, zeitlichen Ablaufs erfolgt gemäß Abbildung 6. Von der Ausarbeitung des Entwurfes einer Norm bis zur endgültigen Herausgabe einer neuen ÖNORM können gemäß des Österreichischen Normungsinstitutes insgesamt bis zu 32,5 Monate vergehen, wobei eine schnellere Abwicklung des gesamten Vorgangs nicht auszuschließen ist.

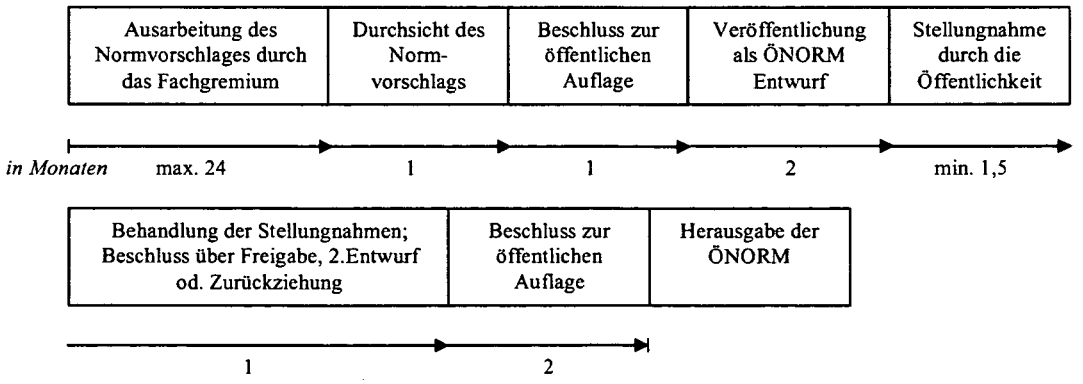


Abbildung 6: Zeitlicher Ablauf der Entwicklung einer neuen Norm; Quelle: ON, 2007

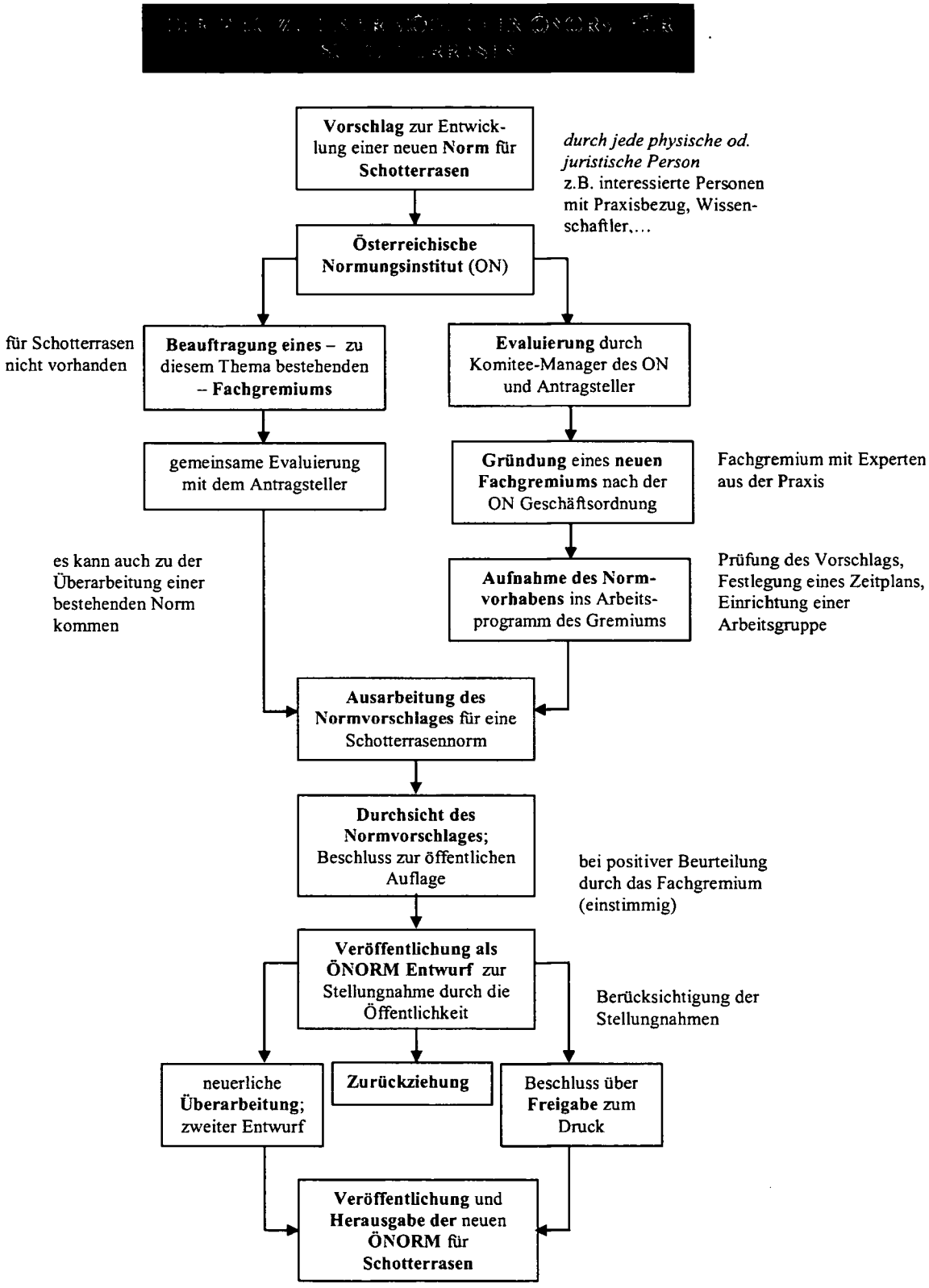


Abbildung 7: Darstellung des Weges zu einer möglichen ÖNORM für Schotterrasen; Quelle: GRÜN, 2007 und ON, 2007

4.3.1.4 Zusammenfassung: fehlende Norm für die Schotterrasenbauweise

Abschließend kann abermals festgehalten werden, dass eine Norm für Schotterrasen zahlreiche Vorteile mit sich bringen würde. Abbildung 8 fasst die positiven Auswirkungen einer Schotterrasennorm zusammen.

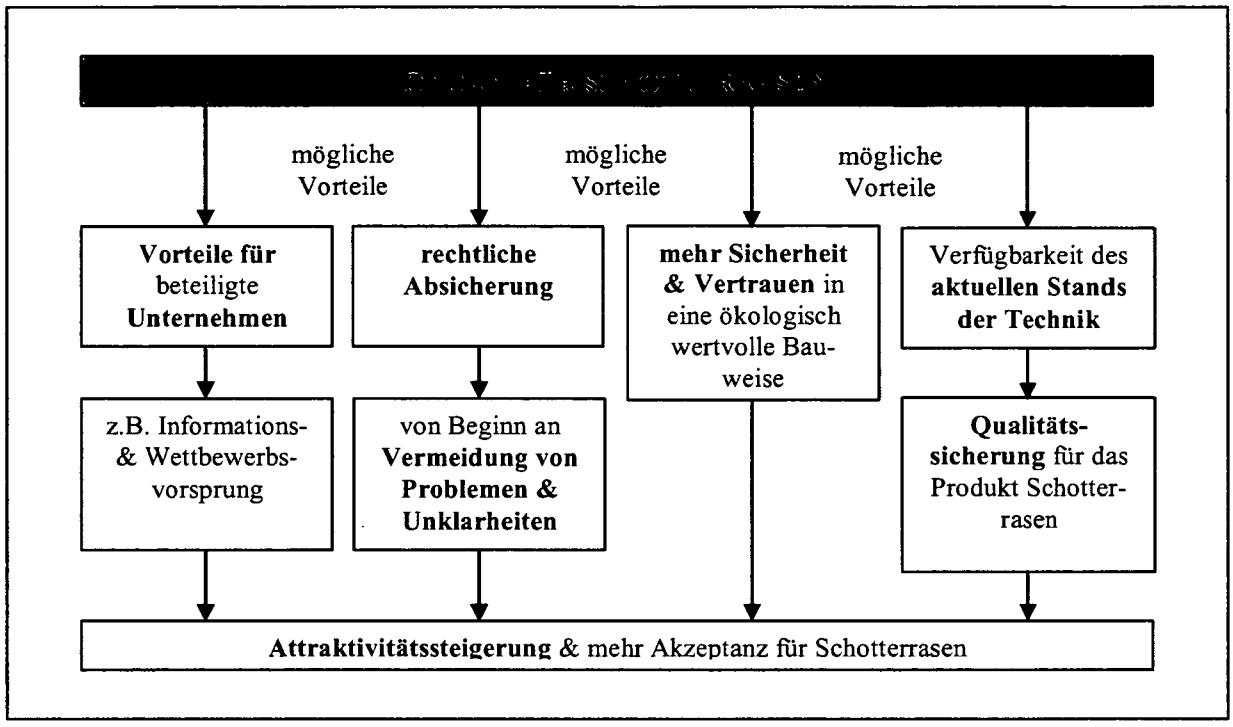


Abbildung 8: Die Vorteile einer Norm für die Schotterrasenbauweise – eine Zusammenfassung

Wie die Grafik verdeutlicht, könnten am Normungsprozess beteiligte Unternehmen Erkenntnisse austauschen und würden so einen Informationsvorsprung gegenüber anderen Firmen erhalten. Gerade in einer Zeit, in der die Bodenversiegelung immer mehr zunimmt, könnten beispielsweise Garten- und Landschafts-baubetriebe diese Wettbewerbsvorteile zu ihren Gunsten nutzen.

Weiters könnte eine Norm für Schotterrasen dazu beitragen, Probleme und Unklarheiten bereits am Beginn eines Projektes zu beseitigen – es entsteht eine anerkannte rechtliche Absicherungsmöglichkeit für alle Beteiligten.

Zudem würden Planungsbüros und ausführende Firmen durch eine neue Schotterrasennorm zunehmend Vertrauen und Sicherheit in eine ökologisch wertvolle Bauweise entwickeln. Sie könnten sich bei der Planung und Ausführung darauf verlassen, nach dem aktuellen Stand der Technik zu handeln. So entsteht eine Qualitätssicherung, die zu einer Attraktivitätssteigerung des Produkts Schotterrasen führt. In weiterer Folge käme es in der Praxis auch bei skeptischen Personen oder Firmen zu mehr Akzeptanz und einem Gewinn für diese Bauweise.

4.3.2 Mangelhafte Akzeptanz und Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung von Schotterrasen

Wie sich im Zuge der Recherchetätigkeit für diese Diplomarbeit immer wieder gezeigt hat, wird die Schotterrasenbauweise in der Praxis sehr oft mit Kritik und Skepsis betrachtet. Im Rahmen dieses Kapitels stellt sich die Frage, warum eine alternative Bauweise mit offensichtlichen Vorteilen nur mangelhaft akzeptiert wird. Zudem werden mögliche Maßnahmen diskutiert, um die Attraktivität bzw. Akzeptanz von Schotterrasen zu steigern.

Da diese beiden Fragestellungen auch in engem Zusammenhang mit anderen Kapiteln der Diplomarbeit stehen, sind an den jeweiligen Stellen entsprechende Verweise angebracht.

4.3.2.1 Mangelhafte Akzeptanz von Schotterrasen

Das Kapitel 4.3.2.2 beschäftigt sich mit den Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung von Schotterrasen. Davor allerdings gilt es zunächst mögliche Ursachen für die Skepsis gegenüber der Schotterrasenbauweise herauszufinden. Vorab folgt – für einen besseren Überblick – eine grobe **Auflistung von Punkten**, die **zu einer kritischen Betrachtung der Schotterrasenbauweise beitragen können**:

- Forderung nach dem gleichen Gebrauchsnutzen bei ökologischen Produkten wie bei herkömmlichen Produkten in der Praxis nicht immer umsetzbar
- Unsicherheitsfaktoren bei der Schotterrasenbauweise führen zu Zweifel bei den Konsumenten (Pflege, Schneeräumung,...)
- unsichere Folgeerscheinungen etwa zum Thema Bodenfilterungsvermögen von Ölverschmutzungen (notwendiger Forschungs- und Entwicklungsbedarf)
- teilweise skeptische Betrachtung alternativer Lösungen auf Grund schlechter bzw. nachteiliger Erfahrungen in der Praxis (mangelhafte Tragfähigkeit,...)
- sehr oft Diskrepanz zwischen geäußerter Einstellung zum Thema Umweltschutz und dem tatsächlichen Verhalten von Konsumenten

Einleitend muss erwähnt werden, „dass die Marktverhältnisse für umweltorientierte Produkte anders sind als für herkömmliche Produkte“ (TÜRCK, 1990). Dieser Aspekt lässt bereits darauf schließen, dass sich alternative Produkte am Markt schwieriger durchsetzen als konventionelle Produkte bzw. leichter einen Angriffspunkt für Kritik darstellen. So sind z.B. oft ungenügend entwickelte Wettbewerbsstrategien einer der Gründe, warum Unternehmen bei der Einführung ökologischer

Produkte zurückhaltend agieren (vgl. TÜRCK, 1990). „Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, für diese Produkte spezielle Strategien zu entwickeln" (TÜRCK, 1990).

Der Produktbegriff ist sehr vielseitig und kann aus Sicht der Hersteller für Güter, Problemlösungen oder auch Dienstleistungen stehen (vgl. BÖTTGER, 1996). Demgegenüber sind Produkte für Käufer vielmehr Objekte oder Verrichtungen, die ihre speziellen Bedürfnisse und Wünsche erfüllen (vgl. BÖTTGER, 1996). Ein ökologisches Produkt zeichnet sich dadurch aus, „daß es im Vergleich zum konventionellen Produkt in seinen Lebensphasen die Umwelt geringer belastet bzw. weniger Ressourcen verbraucht" (TÜRCK, 1990). Ein Aspekt, der auf Schotterrasen durchaus zutrifft, wenn man sämtliche Vorteile dieser ökologisch wertvollen Bauweise betrachtet (vgl. Kapitel 4.2 „Vorteile des Schotterrasens").

Eine andere Definition besagt hingegen, dass ein ökologisches Produkt den gleichen Gebrauchsnutzen erfüllen muss wie ein herkömmliches Produkt, gleichzeitig aber durch die Herstellung, Verwendung und Vernichtung zu einer geringeren Umweltbelastung führt (vgl. TÜRCK, 1990). „Die Forderung nach dem gleichen Nutzenniveau wird sich in der Praxis jedoch nicht immer in strenger Form aufrechterhalten lassen" (TÜRCK, 1990). Genau dieser Gedankengang könnte einer der möglichen Gründe für eine mangelhafte Akzeptanz von Schotterrasen darstellen. So erweist sich der Wunsch von ökologischen Produkten, die dem gleichen Gebrauchsnutzen wie konventionelle Produkte unterliegen, im Zusammenhang mit der Schotterrasenbauweise als problematisch. Schotterrasenflächen eröffnen nach dem derzeitigen Wissensstand nicht in allen Bereichen die gleichen Nutzungsmöglichkeiten wie asphaltierte oder gepflasterte Flächen. Wie sich im Zuge der Recherchetätigkeit für diese Diplomarbeit gezeigt hat, ist auf Schotterrasenflächen beispielsweise nur ein eingeschränkter Winterdienst möglich (vgl. Kapitel 4.3.5 und 4.3.6.1 bzw. 4.3.6.2), während die winterliche Betreuung auf äquivalenten Flächen aus Asphalt kein Problem darstellt. Einschränkungen oder sogar Grenzen im Einsatzbereich (vgl. Kapitel 4.3.7) sind mögliche Folgeerscheinungen und können als eine der Ursachen für eine kritische Betrachtung von Schotterrasen gesehen werden.

Diese Überlegungen bestätigt auch Michael BÖTTGER in seinem Buch „Einführung ökologischer Produkte" aus dem Jahr 1996. „Ein verbreiteter Kritikpunkt an ökologischen Produkten bezieht sich auf den niedrigeren *Gebrauchsnutzen* (Grundnutzen), meist aufgrund geringerer Effizienz. Ansatzpunkte sind hier im Forschungs- und Entwicklungsbereich (...) zu suchen (...)" (BÖTTGER, 1996). Ergeben sich auf Grund geringerer Effizienz oder eingeschränkter Nutzungsmöglichkeiten für ein Produkt Grenzen im Einsatzbereich, ist eine kritische Betrachtung durchaus nachvollziehbar. Dennoch sollte auch erwähnt werden, dass beim Schotterrasen die – im Vergleich zu herkömmlichen Flächenbefestigungen – möglicherweise geringere Effizienz bzw. Einschränkung bei der Nutzung zu einer weitaus höheren Effizienz beim Umweltschutz führt.

Zudem verweist Michael BÖTTGER in seinem Buch „Einführung ökologischer Produkte“ auch darauf, dass „die erstmalig kaufenden Konsumenten von der Leistungsfähigkeit überzeugt und Zweifel an der Gebrauchstauglichkeit beseitigt werden“ (BÖTTGER, 1996) müssen. Ein Gedankengang, der durchaus nachvollziehbar ist: warum sollten sich Konsumenten für den Kauf eines Produktes entscheiden, von dem sie nicht überzeugt sind bzw. von dem sie nicht wissen, ob es ihren Nutzungsanforderungen und Ansprüchen genügt? Berücksichtigt man die – teilweise noch vorhandenen – Unsicherheitsfaktoren bei der Schotterrasenbauweise, könnte dieser Aspekt ebenfalls einen Grund für die mangelhafte Akzeptanz von Schotterrasen darstellen.

Obwohl der Schotterrasen unumstrittenes Potential mit sich bringt, besteht in einigen Bereichen dennoch weiterer Entwicklungs- bzw. Forschungsbedarf. Dieser Aspekt wird auch indirekt durch das FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege für Flächen aus Schotterrasen“ bestätigt. So kann dem Vorwort entnommen werden, dass Hinweise, die sich aus der praktischen Anwendung von Schotterrasen ergeben, durchaus wünschenswert sind. Demnach zeigt sich, dass auch Skepsis gegenüber der Bauweise durchaus erlaubt ist, da diese noch nicht vollständig ausgereift zu sein scheint. Gelingt es jedoch die Schotterrasenbauweise unter praxisnahen Bedingungen weiter zu verbessern, wird auch in Zukunft weniger Kritik anfallen und des Weiteren eine verstärkte Nutzung dieser Bauweise erfolgen.

Ein weiterer Kritikpunkt kann sich zudem daraus ergeben, dass im öffentlichen Bereich vor allem robuste, funktionstüchtige und pflegeleichte Lösungen gefragt sind. Wie sich im Rahmen der Recherche für diese Diplomarbeit allerdings herausgestellt hat, sind bestimmte Pflegemaßnahmen auf Schotterrasenflächen nur bedingt durchführbar. So ist z.B. – wie bereits erwähnt – nur eine eingeschränkte winterliche Betreuung (vgl. Kapitel 4.3.5 und 4.3.6.1 bzw. 4.3.6.2) möglich und zudem gestaltet sich auch die Beseitigung von Hundekot äußerst schwierig, da diese auf Schotterrasen nur händisch vorgenommen werden kann (vgl. Kapitel 4.3.6.3). Ein weiteres Problem im Stadtgebiet stellt der Vandalismus dar. So finden – nach Auskunft des Stadtgartenamtes – in Parkanlagen sogar Pflastersteine, die als Einfassung von wassergebundenen Decken oder Baumscheiben dienen, als Wurfgeschosse Verwendung. Zudem werden unversiegelte Bodenbeläge wie z.B. wassergebundene Decken oft aufgegraben und somit mutwillig zerstört. Bei Berücksichtigung solcher Erfahrungen ist auch eine gewisse skeptische Betrachtung alternativer Lösungen verständlich.

Letztendlich sollte auch erwähnt werden, dass das Kaufverhalten bei ökologischen Produkten eng mit dem Umweltbewusstsein in Verbindung stehen kann. „Konsumenten verhalten sich umweltbewußt, wenn eine saubere Umwelt für sie einen Wert besitz“ (BÖTTGER, 1996). Zu den Konsumenten der Schotterrasenbauweise können beispielsweise Leute aus dem privaten Bereich ebenso zählen wie Personen des öffentlichen Bereichs. „Nur wenn die Umweltschädlichkeit einzelner Produktgruppen in

der Öffentlichkeit bekannt und die Notwendigkeit ökologischer Lösungen akzeptiert ist, können ökologische Argumente als Differenzierungsargument bei den Konsumenten eingesetzt werden" (BÖTTGER, 1996). Eine Person, die das Gefühl hat, von Umweltproblemen persönlich betroffen zu sein, wird daher eher dazu bereit sein, auf ökologische, alternative Lösungen zurückzugreifen (vgl. BÖTTGER, 1996). Für viele Menschen sind jedoch die nachteiligen Auswirkungen von Produkten oder Maßnahmen auf die Umwelt nur schwer zu erkennen. So stellt sich beispielsweise die Frage, inwieweit jene Nachteile, die durch die zunehmende Flächenversiegelung entstehen, Privatpersonen dazu animieren, den Schotterrasen als alternative Bodenbefestigung z.B. im Einfahrts- oder Terrassenbereich einzusetzen.

Ein anderes Problem besteht darin, dass der Mensch die Umweltprobleme einerseits verursacht und andererseits gleichzeitig das Opfer darstellt (vgl. TÜRCK, 1990). Im Prinzip kann daraus folgendes abgeleitet werden: „Der Mensch leidet unter den Folgen seines eigenen Handelns, er wird sein eigenes Opfer" (TÜRCK, 1990). „Die Sorge um die Umwelt, d.h. die Bedeutung der Umwelt als zu schützender Bereich nimmt inzwischen den ersten Platz in der Wertehierachie des größten Teils der Bevölkerung ein" (TÜRCK, 1990). Im Grunde bedeutet dies, dass zwar die meisten Menschen ein entsprechendes Umweltbewusstsein zeigen, aber letztendlich doch „eine deutliche Diskrepanz zwischen der geäußerten Einstellung und dem tatsächlichen Verhalten" (TÜRDCK, 1990) besteht. Im Endeffekt wird heutzutage sehr viel geredet, aber weit weniger gehandelt. Ein weiterer Aspekt, der sich für ökologische, umweltorientierte Maßnahmen nicht gerade als förderlich erweist.

Abschließend sei noch ein allgemeiner Grund für die Zurückhaltung beim Kauf ökologischer Produkte angeführt. Dieser ist laut Michael BÖTTGER – in Anlehnung an eine empirische Studie von BÄNSCH aus dem Jahr 1990 – im folgenden Punkt zu finden: im Preisvorbehalt liegt der wichtigste Hinderungsgrund beim Erwerb ökologischer Produkte. Da die Schotterrasenbauweise eine billige Alternative gegenüber herkömmlichen Flächenbefestigungen darstellt (vgl. Kapitel 4.2), kommt dieser Aspekt hier nicht zu tragen. Somit zeigt sich auch, dass die Gründe für mangelhafte Akzeptanz eines Produktes individuell analysiert und beurteilt werden müssen, um anschließend konkrete Schlüsse über Verbesserungsmaßnahmen ziehen zu können.

4.3.2.2 Mögliche Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität von Schotterrasen

In der Praxis stoßen alternative Produkte bzw. Projekte häufig auf Skepsis und werden dementsprechend kritisch betrachtet. Aus diesem Grund ist es gerade für eine ökologisch wertvolle Bauweise besonders wichtig, eine entsprechende Attraktivität zu besitzen. Um die notwendige Akzeptanz zu erreichen, muss das Produkt doppelt überzeugen – beim Schotterrasen ein schwieriger Aspekt, wenn man bedenkt, dass teilweise noch immer Fehler bei der Errichtung gemacht werden

(vgl. Kapitel 6) bzw. Unsicherheiten, Problemzonen und Grenzen im Einsatzbereich (vgl. Kapitel 4.3.1 – 4.3.7) vorhanden sind.

Um die Attraktivität von Schotterrasen zu steigern, sind unterschiedliche Strategien und viel Arbeit notwendig. Im Anschluss folgen nun **Überlegungen, mit Hilfe welcher Maßnahmen die Akzeptanz der Schotterrasenbauweise erhöht werden kann**.

- Funktionstüchtigkeit der Schotterrasenbauweise in der Praxis nachweisen
- den Schotterrasen als Markt- und Innovationschance für Unternehmen sehen
- Anreize für Hersteller schaffen wie z.B. finanzielle Förderung durch Länder und Gemeinden oder die Entwicklung einer Norm
- Instrumente der Umweltpolitik nutzen (Umweltschutzgesetze, Umweltzeichen)
- Wünsche der Konsumenten berücksichtigen

Zunächst einmal müssen den Planern und ausführenden Firmen die Vorzüge dieser ökologisch wertvollen Bauweise näher gebracht werden. Dabei gilt es in erster Linie, den Herstellern die Funktionstüchtigkeit der Schotterrasenbauweise in der Praxis nachzuweisen – schließlich lässt sich nur ein ausgereiftes Produkt gut vermarkten und in weiterer Folge auch eingesetzen. Diesen Aspekt bestätigt auch Michael BÖTTGER in seinem Buch „Einführung ökologischer Produkte" aus dem Jahr 1996. Demnach „(...) sollten auch nur *ausgereifte Produkte* auf dem Markt eingeführt werden; denn es besteht die Gefahr, daß ökologische Produkte aufgrund verfrühter Produkteinführungen Imagenachteile erleiden, die kaum wieder aufzuholen sind" (BÖTTGER, 1996). Zudem ist vor allem in der Anlaufphase mit „Abweichungen von gewohnten Qualitätsstandards oder Gebrauchseigenschaften" (BÖTTGER, 1996) zu rechnen. Somit ist es auch verständlich, dass es bei der Errichtung von Schotterrasenparkplätzen noch zu Fehlern kommen kann, wie das Beispiel Standort Schwackhöfer-Haus an der BOKU (vgl. Kapitel 6) zeigt. In diesem Zusammenhang sind vor allem Wissenschaftler gefragt, Praxistests an Schotterrasenparkplätzen zu absolvieren und entsprechende Schlüsse zu ziehen. Gerade in der Entwicklung und Forschung müssen noch einige Tests und Untersuchungen durchgeführt werden, um letztendlich ein überzeugendes und den Ansprüchen entsprechend qualitatives bzw. funktionstüchtiges Produkt „Schotterrasen" zu erhalten.

Weiters sollten vor allem Unternehmen aus dem Umweltbereich den Schotterrasen als Chance sehen, anstatt ihn kritisch zu betrachten. „Umweltschutz darf nicht als Behinderung aufgefasst werden. (...) Vielmehr muß der Umweltschutz als Markt- und Innovationschance gesehen werden" (TÜRCK, 1990). In diesem Zusammenhang sollte angemerkt werden, dass Innovation nicht unbedingt bedeutet, Neues zu schaffen, sondern auch Bestehendes zu verbessern (vgl. BÖTTGER, 1996). Der Schotterrasen könnte z.B. als Verbesserungsinnovation gesehen werden und bietet so die Möglichkeit

für Weiterentwicklungen. „(...) gerade kleine, qualitätsorientierte Anbieter können mit ökologischen Produkten aus einer Nische heraus gute Erfolge erzielen" (TÜRCK, 1990). Zudem sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Bedrohung der natürlichen Umwelt bei den Konsumenten für ein steigendes Interesse an ökologischen Produkten sorgt (vgl. BÖTTGER, 1996). Gerade in der heutigen Zeit entstehen so Chancen und Möglichkeiten, die auch im Umweltbereich genutzt werden sollten.

„Um eine ständige Verbesserung der Umwelt zu erzielen, müssen Anreize für die Hersteller geschaffen werden, umweltgerechtere Produkte zu entwickeln und zu produzieren" (HUBER, 2003). Im Hinblick auf das Thema „Schotterrasen" wäre beispielsweise die Entwicklung einer entsprechenden Norm ein möglicher Ansatz. Diesen Aspekt bestätigt Maria HUBER in ihrer Diplomarbeit: „Um Produkte wirksam umweltschonender zu machen, müssen neben Rechtsvorschriften nicht legislative Lösungen wie Umweltvereinbarungen und der Normungsprozess in Erwägung gezogen werden" (HUBER, 2003). Es zeigt sich somit, dass die Ausarbeitung einer Norm durchaus sinnvoll ist. Wie dem Kapitel 4.3.1 „Fehlende Normen und Richtlinien für die Schotterrasenbauweise" entnommen werden konnte, bringt die Normung zahlreiche positive Aspekte mit sich. So tragen Normen beispielsweise zur Definition des aktuellen Standes der Technik bei, führen in weiterer Folge zur Qualitätssicherung, bringen Herstellern, Konsumenten und Wissenschaftlern Vorteile unterschiedlicher Art und schaffen letztendlich Vertrauen und Sicherheit. Demnach kann eine ÖNORM für Schotterrasen durchaus einen Anreiz für Planer und Unternehmen darstellen, diese Bauweise vermehrt einzusetzen.

Des Weiteren können im Rahmen der Umweltpolitik Akzente gesetzt werden. So besteht die Möglichkeit neuer Umweltschutzgesetze, die wiederum auch für „Schotterrasen" als ökologisch wertvolle Bauweise interessant sein könnten. Gerade in einer Zeit, in der die Flächenversiegelungen im städtischen Raum ständig zunehmen, stellen Entsiegelungsmaßnahmen zukunftsorientierte Lösungen dar, die mit Hilfe entsprechender Gesetze weiter gefördert werden könnten. In der Umweltpolitik stehen neben ordnungsrechtlichen auch marktwirtschaftliche und ökonomische Instrumente zur Verfügung. Während ordnungsrechtliche Instrumente rechtliche Vorgaben und verbindliche Rahmenbedingungen setzen, knüpfen marktwirtschaftliche Instrumente „an die wirtschaftliche Orientierung von Unternehmen, Bürgern und Gemeinden an und nutzen die marktwirtschaftlichen Gesetze" (BÖTTGER, 1996).

Auch Förderungsmaßnahmen können als Instrumente der Umweltpolitik gesehen werden und bilden einen weiteren Anreiz bzw. Ansatzpunkt für den Kauf und die Verwendung von ökologischen Produkten. Schließlich entscheidet letztendlich der Konsument, welches Produkt er kauft oder verwendet. „Aufgabe der Europäischen Gemeinschaft ist es, EU-weite Instrumente bereitzustellen und geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen, damit eine Sensibilisierung der Verbraucher auf

umweltgerechte Produkte erfolgen kann" (HUBER, 2003). „Auch ökonomische Bedingungen können den Erfolg von ökologischen Produkteninnovationen beeinflussen" (BÖTTGER, 1996). So können Unternehmen z.B. in einer konjunkturellen Hochphase leichter Geld in die Entwicklung und Einführung ökologischer Produkte stecken und „auch der Staat verfügt über mehr Mittel, um ökologische Produktinnovationen finanziell zu fördern" (BÖTTGER, 1996). Im Hinblick auf die Schotterrasenbauweise wäre es in Zukunft ebenfalls überlegenswert, über mögliche Förderungsmaßnahmen nachzudenken.

Schließlich wird noch auf die Möglichkeit des Einsatzes von Umweltzeichen verwiesen, die ebenfalls als Elemente einer umfassenden Umweltpolitik gesehen werden können. „Umweltzeichen gelten als positive Kennzeichen, da weniger umweltbelastende Produkte und Dienstleistungen ausgezeichnet werden" (HUBER, 2003). Demnach könnte sich die Einführung von einer Art Umweltsiegel auch für die Schotterrasenbauweise als vorteilhaft erweisen. „Mit dem Begriff des Umweltzeichens ist eine spezielle Auszeichnung von Produkten, die im Vergleich zu anderen, dem gleichen Gebrauchszweck dienenden Produkten weniger umweltbelastend sind, verbunden" (HUBER, 2003). An dieser Stelle muss jedoch auch festgehalten werden, dass Umweltzeichen viel Kritik einstecken und Anwendungsprobleme hinnehmen müssen. Vor-, Nachteile und weitere Details von Umweltzeichen werden in dieser Diplomarbeit nicht näher behandelt und können bei Bedarf in der Diplomarbeit „Ökologische Produktauszeichnung und ihr Einfluss auf nachhaltigen Konsum" von Maria Huber aus dem Jahr 2003 nachgeschlagen werden.

Letztendlich dürfen sich die Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität von Schotterrasen nicht nur auf Planer, beteiligte bzw. ausführende Firmen und die Politik beschränken, sondern müssen auch die Wünsche der Kunden berücksichtigen. Schließlich sind die Abnehmer bzw. der Absatzmarkt ein wichtiger Einflussfaktor für die ökologischen Produktinnovationen (vgl. BÖTTGER, 1996). „Der Erfolg neuer Produkte im Markt ist von der Akzeptanz der Konsumenten abhängig. Dies gilt in besonderem Maße für ökologische Produkte, die i. d. R. Substitutionsprodukte für umweltschädlichere Lösungen darstellen" (BÖTTGER, 1996). Außerdem hängt die Nachfrage nach weniger umweltschädigenden Produkten von einem gewissen „Leidensdruck" ab, der durch die tatsächliche Schädlichkeit bestehender Produkte ausgelöst und mit der Sensibilität der Öffentlichkeit verbunden ist (vgl. BÖTTGER, 1996).

Es existieren durchaus ökologische Produkte, „die gegenüber herkömmlichen Produkten keine zusätzlichen Kosten für den Konsumenten bedeuten, gleichzeitig aber den individuellen Nutzen erhöhen" (BÖTTGER, 1996). Der Individualnutzen setzt sich aus dem Grund- und Zusatznutzen zusammen. Während sich der Grundnutzen auf die stofflich-technischen Eigenschaften und den Nutzen aus der Funktion eines Produktes bezieht, beinhaltet der Zusatznutzen den seelisch-geistigen

Bereich (vgl. BÖTTGER, 1996). Hier wird zwischen der persönlichen Zufriedenheit des Konsumenten mit dem Produkt und dem Prestige bzw. der Achtung des Konsumenten in seinem sozialen Umfeld unterschieden (vgl. BÖTTGER, 1996). Solchen Produkten kann beispielsweise „ökologisches Bauen mit Material, das nicht schlechter und nicht teurer als anderes ist" (BÖTTGER, 1996) zugeordnet werden. Eine Betrachtung zeigt, dass der Schotterrasen diesem Bereich durchaus zuzuweisen ist. So ist diese ökologische Bauweise nicht teurer, sondern sogar billiger als vergleichbare, konventionelle Maßnahmen zur Flächenbefestigung. Letztendlich muss dem Kunden aber auch noch bewiesen werden, dass diese Bauweise „nicht schlechter" ist als ein herkömmliches Produkt. In diesem Zusammenhang sind weitere Praxistests, Nachforschungen und Entwicklungsbedarf notwenig, um Unsicherheiten zu beseitigen und die Vorteile zu unterstreichen.

4.3.2.3 Zusammenfassung: Mangelhafte Akzeptanz und Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung bei Schotterrasen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die kritische Betrachtung der Schotterrasenbauweise auf unterschiedliche Gründe zurückzuführen ist. So sollten beispielsweise ökologische Produkte den gleichen Gebrauchsnutzen aufweisen wie herkömmliche Produkte, wobei dieser Aspekt in der Praxis oft nur schwer umsetzbar ist wie das Beispiel „Schotterrasen" zeigt. Zudem benötigt diese ökologisch wertvolle Bauweise in einigen Bereichen noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf, obwohl das Potential zweifelsfrei vorhanden ist. Auch negative Erfahrungswerte im Zusammenhang mit alternativen Lösungen, die beispielsweise auf Vandalismus zurückzuführen sind, tragen zur Skepsis gegenüber der Schotterrasenbauweise bei. Hinzu kommt, dass sehr häufig die geäußerte Meinung zum Thema Umweltschutz nicht dem tatsächlichen Handeln entspricht.

Wie sich im Zuge der Recherchetätigkeit jedoch herausgestellt hat, existieren durchaus Möglichkeiten, um die Attraktivität von Schotterrasen in Zukunft zu verbessern. Besonders wichtig wäre dabei der Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Schotterrasenbauweise in der Praxis, da nur ausgereifte Produkte vermarktbar und in der Folge auch einsetzbar sind. Grundsätzlich gilt es, mögliche Unsicherheitsfaktoren von Schotterrasen auszuschließen, um so Zweifel an der Leistungs- und Gebrauchstauglichkeit zu beseitigen. In diesem Zusammenhang ist vor allem die Wissenschaft gefragt, da ausgiebige Praxistests für die Forschungs- und Entwicklungsarbeit vorteilhaft sind. Weiters sollten Unternehmen die Schotterrasenbauweise als Markt- und Innovationschance sehen. Somit ist es auch wichtig, entsprechende Anreize für die Hersteller zu schaffen – eine Möglichkeit bietet beispielsweise die Entwicklung einer Norm für Schotterrasen. Zudem bilden Umweltgesetze und Förderungsmaßnahmen ebenso Ansatzpunkte zur Attraktivitätssteigerung wie die Konsumenten selbst. Hier muss einerseits „ein Umdenken" hervorgerufen werden, andererseits gilt es zu beweisen, dass die Schotterrasenbauweise nicht nur billiger, sondern auch „nicht schlechter" als ein äquivalentes, herkömmliches Produkte ist.

4.3.3 Ungeeignete Materialien für die Schotterrasenbauweise

In diesem Kapitel soll lediglich darauf verwiesen werden, dass sich die Lieferung von geeigneten Materialien für die Schotterrasenbauweise in der Praxis offensichtlich recht schwierig gestaltet. Wie das Beispiel „Standort Schwackhöfer-Haus" (vgl. Kapitel 6) zeigt, weisen die Schottermaterialien teilweise Mängel auf und entsprechen nicht den gewünschten Korngrößenverteilungen des FLL Regelwerks „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen".

Beispiel: Standort Schwackhöfer-Haus

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus steht fest, dass die Lieferung bzw. der Einbau falscher Materialien weitreichende Folgen mit sich bringen kann. Wird beispielsweise ungeeignetes Material (Rundkorn) für die Vegetationstragschicht eingebaut, sind wegen der mangelhaften Verdichtbarkeit aufwendige Sanierungsmaßnahmen notwendig. Selbst wenn sich bereits vor dem Einbau des Materials herausstellen sollte, dass dieses nicht geeignet ist, muss auf der Baustelle lagernder Schotter wieder abgeholt und neu geliefert werden. All diese Maßnahmen sind mit Kosten und unnötigem Zeitverlust verbunden und könnten mittels Lieferung entsprechend geeigneter Materialien leicht vermieden werden.

Zudem hat das Beispiel Standort Schwackhöfer-Haus gezeigt, dass Planungsaspekte berücksichtigt werden müssen, sofern dies technisch möglich ist. Wird beispielsweise Kantkorn mit der Beimischung von Kompost bestellt, muss dieses Material auch geliefert werden. Wie sich allerdings im Zuge der Sanierungsmaßnahmen herausgestellt hat, kann in der Praxis auch eine vermeintlich leichte Aufgabe zum Problem werden. Am Standort Schwackhöfer-Haus wurde dem Kantkorn beispielsweise lehmige Erde anstelle des bestellten Kompostes beigemengt. Nähere Informationen können dem Kapitel 6 entnommen werden.

Diese kurze Betrachtung zeigt bereits, dass in der Praxis ungeeignete Materialien verwendet bzw. geliefert werden. Inwieweit sich dieses Problem jedoch speziell auf den Standort Schwackhöfer-Haus bzw. die hier beteiligten Firmen beschränkt, kann im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht geklärt werden. Geht man allerdings davon aus, dass solche nahezu banalen Fehler mit etwas gutem Willen und entsprechender Planung normalerweise nicht auftreten dürfen, stellen die eben aufgezeigten Aspekte keine direkte Problemzone für die Schotterrasenbauweise dar.

Die Feldversuche am Standort Schwackhöfer-Haus haben allerdings auch gezeigt, dass beim Erstellen der Korngrößenverteilungen die geforderte Sieblinie des deutschen FLL Regelwerks „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 offensichtlich nicht immer eingehalten werden kann. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse hat ergeben (vgl. Kapitel 6.3.2), dass am Standort Schwackhöfer-Haus lediglich eines von sechs geprüften Materialien den Anforderungen des oben angeführten FLL Regelwerks (vgl. Tab. 2) entsprach. Tabelle 2 fasst die geprüften Materialien und ihre Eignung für Schotterrasen im Überblick zusammen.

KORNGRÖßENVERTEILUNGEN AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS UND IHRE EIGNUNG FÜR SCHOTTERRASEN	
Kantkorn 0/45	v
Kantkorn 0/63	v / X
Rundkorn 0/16	X
Kantkorn 0/45-Erde-Gemisch	X
Kantkorn 0/45 (unbehandeltes Steinbruchmaterial)	X
Kantkorn 0/45 (Zentralgemisch)	X
v ..... entspricht den Anforderungen der FLL Empfehlung; für die Schotterrasenbauweise geeignet	
X / v ..... entspricht in Teilbereichen den Anforderungen der FLL Empfehlung	
X ..... entspricht nicht den Anforderungen der FLL Empfehlung; für die Schotterrasenbauweise nicht geeignet	

Tabelle 2: Korngrößenverteilungen am Standort Schwackhöfer-Haus und ihre Eignung für Schotterrasen

Welche Probleme das Zusammenstellen der gewünschten Sieblinien genau mit sich bringt, sollte in Zukunft verstärkt analysiert werden – auf Grund des Umfangs der Diplomarbeit kann auf diese Problematik hier nicht näher eingegangen werden. Bestätigen sich jedoch die am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus beobachteten Schwierigkeiten beim Erstellen von Sieblinien an weiteren Standorten, sollten zukünftig Verbesserungen angestrebt werden. Inwieweit sich nun das Einhalten der gewünschten Korngrößenverteilung des FLL Regelwerks als Problemzone herausstellt, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Das Fehlen geeigneter Materialien bzw. Kornstufen ergibt jedoch interessante Ansätze für zukünftige Forschungsbereiche.

Weitere Ausführungen über die Problematik ungeeigneter Materialien sind an dieser Stelle nicht vorgesehen. Detaillierte Informationen über die Korngrößenverteilungen geprüfter Materialien und ihre Eignung für Schotterrasen können dem Kapitel 6.3.2 „Korngrößenverteilung" entnommen werden.

4.3.4 Problematik der Abnahme und Gewährleistung bei Schotterrasenflächen

Dieses Unterkapitel befasst sich mit der Problematik der Abnahme und Gewährleistung bei Schotterrasenflächen. Dabei wird versucht, einen Bezug zwischen dem FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 und der Praxis herzustellen sowie mögliche nachteilige Auswirkungen aufzuzeigen.

Abnahme von Schotterrasenflächen

Gemäß dem FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" ist der abnahmefähige Zustand erreicht, „wenn die Fläche eine projektive Bodenbedeckung von 50 % aufweist" (FLL, 2000).

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit diese theoretische Forderung auch in der Praxis umgesetzt werden kann. Gemäß den Versuchsflächen „Standort Schwackhöfer-Haus" und „Parkplatz Segelhafen" scheint eine Abnahme nach dem eben angeführten Aspekt der FLL nur bedingt möglich zu sein.

Ein gutes Beispiel bildet der Schotterrasenparkplatz „Segelhafen" auf der Donauinsel bei Wien. Hier wurden im Rahmen der Diplomarbeit von Juni bis September 2005 Aufnahmen des Gesamtdeckungsgrades durchgeführt. Nähere Informationen können dem Kapitel 7.2.1.2 „Gesamtdeckungsgrade am Parkplatz Segelhafen" entnommen werden. Abhängig von den einzelnen Versuchsfeldern und den darauf getesteten Varianten wurden dabei nach 3 Jahren Deckungsgrade zwischen 3 % und 33 % ermittelt. Für die Fläche des Parkstreifens mit unverändertem Untergrund ergibt sich ebenso wie für die Fläche jenes Parkstreifens mit anstehendem Untergrund ein durchschnittlicher Gesamtdeckungsgrad von rund 16 %. Im Aufnahmezeitraum 2005 (3 Jahre nach der Begrünung) erzielt somit keiner der beiden Parkstreifen am „Standort Segelhafen" die, laut der FLL Empfehlung erforderliche, Bodenbedeckung von 50 %. Ein durchaus interessanter Aspekt, wenn man bedenkt, dass die Ansaat dieser Fläche im März und Mai 2002 statt gefunden hat. Rein theoretisch wäre am „Parkplatz Segelhafen" somit auch 3 Jahre nach der Ansaat noch immer kein abnahmefähiger Zustand erreicht.

Auch am „Standort Schwackhöfer-Haus" (vgl. Kapitel 6.3.4.1) weist die aus Rundkorn bestehende Vegetationstragschicht knapp vor den Sanierungsmaßnahmen auf keinem der drei untersuchten Parkstreifen einen Gesamtdeckungsgrad von 50 % auf. Während die Schotterrasenflächen von Parkstreifen zwei und drei mit jeweils 31 % bzw. 33 % im Aufnahmezeitraum nahezu äquivalente

Werte erreichten, betrug der Deckungsgrad von Parkstreifen eins lediglich 18 %. Die Aufnahme der Gesamtdeckungsgrade erfolgte im November 2005 – nach 6 Monaten Wuchszeit wäre am Standort Schwackhöfer-Haus gemäß der FLL Empfehlung somit keine Abnahme des Schotterrasenparkplatzes möglich gewesen. An dieser Stelle muss allerdings angeführt werden, dass sich die Werte der Gesamtdeckungsgrade auf jene, im Zuge der Generalsanierung des Parkplatzes entfernten, Vegetationstragschicht aus Rundkorn beziehen. Inwieweit sich die Situation auf der neu eingebauten und aus Kantkorn errichteten Vegetationstragschicht verbessert hat, muss Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein.

Allein am „Treppelweg" (Donauinsel Wien) erreichte der Schotterrasen nach 4 Jahren auf allen getesteten Varianten einen Deckungsgrad von über 50 %.

Ausgehend von den eben angeführten Erkenntnissen zeigt sich, dass in der Abnahme von Schotterrasenflächen durchaus Ansätze für zukünftige Forschungsschwerpunkte liegen. Demnach gilt es, detaillierte und vor allem realistische Kriterien für die Abnahme von Schotterrasen zu entwickeln.

Weiters ist nach dem FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 grundsätzlich eine Fertigstellungspflege vorzusehen. Sollte dies jedoch nicht der Fall sein, findet eine Abnahme des Schotterrasens nach dem Ausbringen des Saatgutes statt (vgl. FLL, 2000). Ein ebenfalls gewagter Schritt, wenn man die unterschiedliche Entwicklung der einzelnen Schotterrasenstandorte berücksichtigt. Auf Grund der geforderten Nutzungsansprüche und der daraus resultierenden Eigenschaften im Aufbau, weisen Schotterasenflächen andere Wachstumsbedingungen auf als herkömmliche Rasenflächen. Zahlreiche Faktoren wie z.B. Art und Höhe der Belastungsintensität oder auch mangelhafte Pflegemaßnahmen wirken auf Schotterrasenflächen ein und können zu ungeplanten Veränderungen führen. Ist der Kunde nach dem Keimen des Saatgutes bzw. im Laufe der Zeit mit der Weiterentwicklung der Fläche unzufrieden, sind Kritik und nachträgliche Konflikte vorprogrammiert.

Resümee: Abnahme von Schotterrasenflächen

Bereits eine grobe Betrachtung der FLL Empfehlung zeigt, dass sich die Abnahme von Schotterrasen in der Praxis problematisch gestalten kann. In weiterer Folge stellt sich somit die Frage, wie der optimale Abnahmezustand bzw. -zeitpunkt für Schotterrasenflächen festgelegt werden kann. Eine Bodenbedeckung von 50 % erscheint bei Berücksichtigung der Deckungsgrade vom „Parkplatz Segelhafen" und dem „Standort Schwackhöfer-Haus" zu hoch. Entsprechend hohe Deckungswerte liefert die „Versuchsfläche Treppelweg", wobei hier allerdings keine regelmäßige Nutzung erfolgt.

Angesichts dieser Ausführungen sollte die Abnahme von Schotterrasenflächen in Zukunft verstärkt untersucht und genaue Abnahmekriterien formuliert werden.

Gewährleistung

Einleitend gilt es den Begriff der „Gewährleistung" zu klären. Nach dem Buch „Baumängel" von Herbert Gartner und Karl Mezera aus dem Jahr 1999 ist darunter folgende Definition zu verstehen:

> „Gewährleistung ist das Einstehenmüssen des Unternehmens für eine mangelhafte Leistung" (GARTNER; MEZERA; 1999).

So kann beispielsweise das Fehlen von ausdrücklich vereinbarten oder auch gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften an der gelieferten bzw. hergestellten Sache bereits als Sachmangel aufgefasst werden (vgl. GARTNER; MEZERA, 1999). Demnach verpflichten Mängel bei einem fertig gestellten Bauvorhaben oder auch objektive Abweichungen vom vertraglich vereinbarten Werk zu einer Gewährleistung. Dies bedeutet im Prinzip, dass das Unternehmen das Vorhandensein dieses Mangels objektiv eingestehen muss.

Da sich Flächen aus Schotterrasen je nach Eigenschaften, Belastung und Pflege unterschiedlich entwickeln können, sind Abweichungen vom FLL Regelwerk bzw. den vertraglich festgelegten Punkten in der Praxis durchaus möglich. So kann sich beispielsweise die Vegetation zurückentwickeln – ein bei der Abnahme hoher Deckungsgrad kann in den folgenden Jahren sinken. In diesem Fall stellt sich die Frage, inwieweit dies der Gewährleistung entspricht. Für Planer sowie ausführende oder beteiligte Unternehmen gestaltet es sich in der Praxis äußerst schwierig, die Gewährleistung für ein Produkt zu übernehmen, das nicht absehbaren Veränderungen unterliegen kann. Diese Überlegungen werden auch im FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" angesprochen – hier heißt es: „Eine Gewährleistung für die Rasendecke über die Abnahme hinaus ist in der Regel nicht erforderlich, da sowohl Übernutzung als auch zu geringe Nutzung, aber auch unzureichende Pflegemaßnahmen zu unerwünschten Veränderungen führen können, auf die der Auftragnehmer keinen Einfluss hat" (FLL, 2000).

Da das Thema der Gewährleistung sehr komplex ist, kann im Rahmen der Diplomarbeit nicht weiter darauf eingegangen werden. Es wurde jedoch versucht, die mögliche Problematik bei der Gewährleistung kurz aufzuzeigen. Weitere Nachforschungen scheinen in Zukunft durchaus sinnvoll.

4.3.5 Der Winterdienst - Schneeräumung und Glättebekämpfung auf Schotterrasen

Nach einer kurzen Einleitung folgt in den weiteren Unterkapiteln ein grundlegender Einblick in jene, für die Schneeräumung relevante Gesetzeslage, wobei das Hauptaugenmerk auf der Stadt Wien liegt. Anschließend sollen unterschiedliche Möglichkeiten der Schneeräumung bzw. Maßnahmen zur Glättebekämpfung dargestellt und eine Verbindung zu Schotterrasenflächen hergestellt werden.

4.3.5.1 Einleitung – Aufgaben des Winterdienstes

Einleitend sollte erwähnt werden, dass schneebedeckte Wege Jahrhunderte lang eine wichtige Rolle bei der Personen- und Güterbeförderung spielten. Im Laufe der Zeit gewann der Winterdienst durch die Entwicklung der Infrastruktur und den Ausbau des Verkehrssystems zunehmend an Bedeutung (vgl. BALASCH, 1988).

Mit der

- *Schneeräumung:* „...muss gemäß Stoffverordnung zum Umweltschutzgesetz (Anhang 4.6, Art.32 lit. b) mechanisch erfolgen“ (GRUBBER, 1993)

und der

- *Glättebekämpfung:* kann mit Hilfe abstumpfender Streumittel wie beispielsweise Sand und Splitt oder durch auftauende Mittel wie Salze, Harnstoff oder Alkohole erfolgen (vgl. GRUBBER, 1993)

hat der Winterdienst zwei grundsätzliche Aufgaben zu erfüllen.

Heutzutage verleihen Gedanken an Umwelt und menschliche Gesundheit sowie neue Erkenntnisse in Verbindung mit modernster Technik dem Winterdienst ein neues Bild. Die schonende Anwendung und Reduktion von Streumitteln auf ein erforderliches Mindestmaß bilden dabei die grundlegenden Aspekte. Wie das folgende Unterkapitel zeigt, kommt in der heutigen Zeit vor allem der Gesetzesmaterie eine immer bedeutendere Rolle zu. So ist beispielsweise der schonende und sparsame Einsatz von Auftaumitteln und abstumpfenden Streumitteln in der Winterdienstverordnung 2003 geregelt.

4.3.5.2 Gesetzliche Grundlagen des Winterdienstes

Obwohl die Rechtslage heutzutage eine äußerst komplexe Angelegenheit darstellt, spielen die rechtlichen Gesichtspunkte in nahezu allen Fachbereichen eine größere Rolle als je zuvor.

Um die Problematik der Schneeräumung in Bezug auf Schotterrasenflächen genauer analysieren zu können, müssen zunächst gesetzliche Grundlagen näher erläutert werden. Dabei stellt sich in erster Linie die Frage, ob eine allgemeine Verpflichtung zur Schneeräumung und anschließenden Glättebekämpfung existiert.

Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang der **§ 93 Absatz 1 der StVO**:

> „Die Eigentümer von Liegenschaften in Ortsgebieten, ausgenommen die Eigentümer von unverbauten, land- und forstwirtschaftlichen Liegenschaften, haben dafür zu sorgen, dass die entlang der Liegenschaft in einer Entfernung von nicht mehr als 3 m vorhandenen, dem öffentlichen Verkehr dienenden Gehsteige und Gehwege einschließlich der in ihrem Zuge befindlichen Stiegenanlagen entlang der ganzen Liegenschaft in der Zeit von 6 bis 22 Uhr von Schnee und Verunreinigungen gesäubert sowie bei Schnee und Glatteis bestreut sind. Ist ein Gehsteig (Gehweg) nicht vorhanden, so ist der Straßenrand in der Breite von 1 m zu säubern und zu bestreuen. Die gleiche Verpflichtung trifft die Eigentümer von Verkaufshütten“ (BKA/RIS, 2005).

Folglich ergibt sich für den **Grundstückseigentümer** eine **eindeutige Verpflichtung zur Schneeräumung und Streuung bei Glätte** für alle angrenzenden öffentlichen Gehsteige, Gehwege und Stiegenanlagen.

Dieser Paragraph der StVO ist auch im Hinblick auf Schotterrasenflächen interessant. Schließlich können im öffentlichen Bereich durchaus begrünte Gehsteige eingesetzt werden, wie ein Beispiel in Südtirol zeigt. Mit der Errichtung eines neuen Lärmschutzdammes für den botanischen Landesgarten von Meran, erfolgte auch der Bau eines begrünten Gehsteiges. Im Stadtgebiet von Wien müsste dieser Gehsteig gemäß § 93 Abs. 1 der StVO geräumt und bestreut werden – ein nicht zu unterschätzender Aspekt, wie sich in den folgenden Kapiteln zeigt.

Abbildung 9: begrünter Gehsteig; botanischer Landesgarten von Meran, Südtirol; Juni 2006

An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass die Pflichten gemäß § 93 der StVO durch eine **Verordnung des Magistrates der Stadt Wien** vom 16.11.1962, in der Fassung der Verordnung vom 14.10.1965, Zl.MA 70 – II/81/65, betreffend die Reinigung von Gehsteigen, Gehwegen und Stiegenanlagen für das Ortsgebiet Wien, Wien-Inzersdorf, Wien-Neu-Eßling und Wien-Süßenbrunn eingeschränkt wurden. Die Beschränkung der Schneeräumpflicht auf bestimmte Gehsteigbreiten ermöglicht z.B. die Ablagerung von Schnee. Bezüglich der Schneeräumung auf Schotterrasenflächen sind diese Änderungen jedoch nicht maßgebend und werden aus diesem Grund hier nicht näher angeführt.

Weiters wird die Schneeräumung und Glättebekämpfung im so genannten Hausbesorgergesetz angesprochen. Demnach obliegt dem Hausbesorger gemäß **§ 4 Absatz 1 Punkt e) des Hausbesorgergesetzes**

> „das Reinigen der Gehsteige und deren Bestreuung bei Glatteis, soweit dies in Erfüllung der dem Hauseigentümer nach den bestehenden Vorschriften obliegenden Verpflichtungen erforderlich ist" (BKA/RIS, 2005).

Besonders ausschlaggebend ist zudem der **§ 1319a des ABGBs**:

> Gemäß **Absatz (1)** „wird durch den mangelhaften Zustand eines Weges ein Mensch getötet, an seinem Körper oder an seiner Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt, so haftet derjenige für den Ersatz des Schadens, der für den ordnungsgemäßen Zustand des Weges als Halter verantwortlich ist, sofern er oder einer seiner Leute den Mangel grobfahrlässig verschuldet hat. (...)" (BKA/RIS, 2005).

Ist also die gefahrlose Benützung eines Weges nur in geräumtem oder gestreutem Zustand möglich, so ist jene Person, welche die Kosten für die Errichtung und Erhaltung des Weges trägt, verpflichtet entsprechende Maßnahmen zu setzen. Hierbei ist auch der Punkt der „groben Fahrlässigkeit" zu berücksichtigen: grundsätzlich obliegt die Entscheidung, wann „grobe Fahrlässigkeit" vorliegt, dem Gericht. Dennoch kann angenommen werden, dass beispielsweise bereits das Missachten grundlegender Vorschriften oder die Vernachlässigung der Sorgfaltspflicht als solche gewertet wird. So gilt es beispielsweise zu prüfen, ob der Betreffende ganz einfache oder nahe liegende Überlegungen nicht angestellt hat (vgl. LANGER, 2002).

Wie die Definition des Begriffes „Weg" im **ABGB** in **Absatz 2 des § 1319a** zeigt, gilt dies auch für einen Parkplatz.

„Ein Weg im Sinn des Abs. 1 ist eine Landfläche, die von jedermann unter gleichen Bedingungen für den Verkehr jeder Art oder für bestimmte Arten des Verkehrs benützt werden darf, auch wenn sie nur für einen eingeschränkten Benützerkreis bestimmt ist; (...)" (BKA/RIS, 2005).

Demnach müsste z.B. ein Autoabstellplatz aus Schotterrasen, der sich auf einem privaten Grundstück befindet und nur von dessen Eigentümer benützt wird, im Winter nicht geräumt und gestreut werden. Handelt es sich jedoch um einen Schotterrasenparkplatz, der für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht und auch benutzbar ist, gilt für diesen, auch wenn er sich in Privatbesitz befindet, der § 1319a des ABGBs.

Schließlich ist aus rechtlicher Sicht eine **weitere Verordnung des Magistrats der Stadt Wien** von entscheidender Bedeutung. Die so genannte **Winterdienstverordnung 2003** regelt die eingeschränkte Verwendung von Auftau- und Streumitteln unter Berücksichtigung des nachhaltigen Schutzes der menschlichen Gesundheit, des Bodens, der Tiere und Pflanzen. Sie beinhaltet u. a. Begriffsbestimmungen, das Verbot der Verwendung bestimmter Auftau- und Streumittel sowie Strafbestimmungen.

Die Winterdienstverordnung 2003 ist besonders in Zusammenhang mit den Kapiteln 4.3.6.1 „Der Eintrag abstumpfender Streumittel auf Schotterrasenflächen und seine Auswirkungen" und 4.3.6.2 „Der Eintrag von Auftaumitteln auf Schotterrasenflächen und seine Auswirkungen" interessant. In den entsprechenden Abschnitten der Arbeit wird noch genauer auf diese Verordnung eingegangen.

Abschließend seien noch die folgenden, in Verbindung mit dem Winterdienst ebenfalls wichtigen, gesetzlichen Grundlagen angeführt:

- **§ 1295** (Verbindlichkeit zum Schadenersatz) **des ABGBs**
- **§ 24** (Anrainerverpflichtungen) **des BStGs**
- **§ 9** Straßenbaulast in Ortsgebieten **des BStGs**

<u>Resümee</u>

Zusammenfassend betrachtet zeigt dieser kurze Einblick in die Rechtslage, dass der Winterdienst auf Grund der Gesetzesmaterie aus dem Stadtgebiet in der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken ist. Gehsteige, Wege und Straßen müssen, sofern sie öffentlich zugänglich sind, gemäß den oben angeführten Erkenntnissen geräumt bzw. gestreut werden. Von diesen Regelungen können auch Schotterrasenflächen betroffen sein. Die Ausführungen im folgenden Kapitel 4.3.5.3 „Mechanische

Schneeräumung auf Schotterrasenflächen“ und die Kapitel 4.3.6.1 und 4.3.6.2 versuchen jene Problematik aufzuzeigen, die eine winterliche Betreuung (Schneeräumung und anschließende Glättebekämpfung) von Schotterrasen mit sich bringt.

4.3.5.3 Mechanische Schneeräumung auf Schotterrasenflächen

Funktionsweise

Die mechanische Schneeräumung bildet die Grundlage des Winterdienstes. Mit ihrer Hilfe werden kleinere oder größere Schneemengen beseitigt, um im Winter die Benützung von Straßen, Parkplätzen oder anderen Verkehrsflächen zu gewährleisten. Zudem werden die entsprechenden Flächen für den Einsatz von Auftausalzen und abstumpfenden Streumitteln zur anschließenden Glättebekämpfung vorbereitet.

Die Beseitigung des Schnees erfolgt mit Hilfe von Schneepflügen, Schneefräsen, so genannten Walzen- bzw. Schneebesen oder auch einfachen Hilfsmitteln wie Schaufeln. Das beengte Platzangebot im innerstädtischen Bereich führt dazu, dass vermehrt Bagger und Lastkraftwagen zum Abtransport des Schnees eingesetzt werden. Aus Umweltschutzgründen erfolgt die Lagerung des oft verunreinigten Schnees anschließend auf speziellen Lagerplätzen mit Anschluss an die Kanalisation bzw. Kläranlagen.

Problemzone „unversiegelte Flächen“

Heutzutage bringt das Räumen von robusten, versiegelten Flächen wie z.B. asphaltierten Straßen, Wegen oder Plätzen keine gröberen Probleme mit sich.

Wie sich im Zuge der Recherchetätigkeiten jedoch herausgestellt hat, ist die mechanische Schneeräumung auf unversiegelten Flächen, zu denen auch der Schotterrasen zählt, weitaus problematischer. Auch das Zeitalter der modernen Technik kann die Lücken in diesem Bereich (noch) nicht schließen.

Schneeräumung auf Schotterrasenflächen – Mission Impossible?

Einleitend muss erwähnt werden, dass laut der deutschen FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen“ Ausgabe 2000 „die Schneebeseitigung mit Räumschild nicht zulässig ist.“

Auf der Suche nach Alternativen erfolgte die Befragung einschlägiger Fachfirmen aus der Praxis (vgl. Kapitel 10 ANHANG – TEIL A). Bei der Auswahl der Unternehmen standen Betriebe mit Reinigungsmaschinen aus dem Bereich der Kommunal- und Umwelttechnik im Vordergrund. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf Geräten für den Winterdienst, Kehrmaschinen, aber auch Spezialmaschinen für den Einsatz im Flughafenbereich.

Im Anschluss werden nun unterschiedliche Verfahren bzw. alternative Ideen zur Schneeräumung angeführt und ihre Eignung im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten für Schotterrasenflächen geprüft.

a) Kehrmaschinen

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um Reinigungsgeräte aus dem Kommunalbereich zur Säuberung öffentlicher Außenanlagen, Straßen oder Gehsteige. Je nach Ausführung und Zubehör werden diese Maschinen beispielsweise zum Einkehren von Streusplitt oder Wegwaschen von hartnäckigen Verschmutzungen eingesetzt.

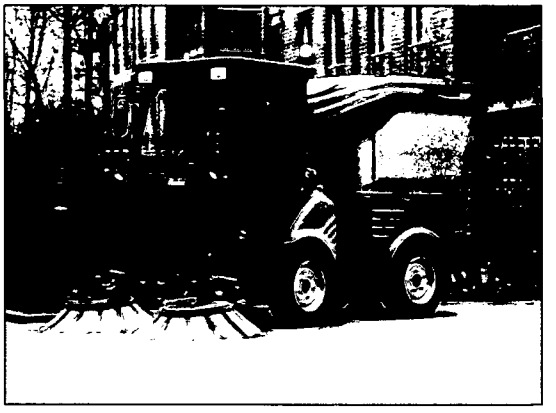


Abbildung 10: Hako Citymaster 1200; multifunktional einsetzbare Kehrmaschine der Firma STANGL; 2006 Quelle: STANGL REINIGUNGS-TECHNIK GmbH (siehe Anhang 10.1; Tab. 36)

Eignung zur Schneeräumung

Abhängig vom Typ der Kommunalmaschine kann diese zur Schneeräumung umgerüstet werden, wobei vorzugsweise ein Schild oder ein sogenannter Schneebesen montiert wird. Der Einsatz von Kehrmaschinen speziell zur Schneeräumung erfolgt in der Praxis hingegen nur auf Flughäfen in einem mehrstufigen Arbeitsprozess. Hierbei werden nach durchgeführter Schildräumung mit Hilfe der Bürstenwirkung der Kehrmaschinen die Start- und Landebahnen von Restschneemengen befreit.

Die Nachfrage bei entsprechenden Fachfirmen (BERGER Kräne-Stapler-Kommunal- und Industriemaschinen, DANNINGER Kommunalmaschinen, EDER Kommunalmaschinen, M-U-T, SCHMIDT Winterdienst- und Kommunaltechnik, STANGL Reinigungstechnik – vgl. ANHANG Kapitel 10.1) brachte ein einschlägiges Ergebnis mit sich:

alle befragten Unternehmen waren der Meinung, dass Kehrmaschinen in der Praxis grundsätzlich nicht zur Schneeräumung verwendet werden bzw. für diesen Zweck ungeeignet sind. Dabei werden Ursachen unterschiedlichster Art angeführt:

Gemäß der Aussagen von zwei Firmenvertretern sind diese Geräte – von einzelnen Ausnahmen abgesehen – technisch nicht für einen Einsatz im Winterdienst ausgelegt (z.B. fehlender Allradantrieb,...).

Weiters ist der Schnee in unseren Breiten besonders nass. In diesem Zusammenhang sagt der Vertreter eines Fachbetriebes, dass die Maschinen beim Aufsaugen des eingekehrten Schnees vereisen würden. Auch diese Aussage wird von einem weiteren Unternehmen bestätigt.

Zudem wird von den befragten Betrieben die unzureichende Größe der Schmutzbehälter für das Einkehren und Aufsaugen von Schnee angesprochen. Das Volumen dieser Maschinen wäre bereits bei geringen Schneehöhen nach kürzester Zeit erschöpft.

Weiters vertritt ein Unternehmen die Ansicht, dass mittels Kehrmaschinen nur kleine Restschneemengen auf festem, hartem Untergrund entfernt werden können. Die auf Asphalt eingesetzten Stahlbürsten würden auf unbefestigten Flächen zu Beschädigungen führen. Eine Umrüstung auf Kunststoffbürsten ist in der Praxis nicht vorstellbar und außerdem keine Garantie für eine Schneeräumung ohne Folgeschaden. Auch ein weiterer Experte ist sich sicher, dass Kehrmaschinen auf einem Untergrund aus Schotter nicht einsetzbar seien. Die intensiv rotierenden Bürsten würden u. a. z.B. Pflanzen ausreißen.

Resümee

Wie die Nachforschungen bei Fachfirmen ergeben haben, sind **Kehrmaschinen** aus dem Kommunalbereich **zur Schneeräumung auf Schotterrasenflächen nicht geeignet**. Einerseits sind die Geräte technisch nicht für diesen Einsatzzweck ausgelegt, andererseits sind auf Grund der rotierenden Bürsten Schäden an Tragschicht und Vegetation zu befürchten – so können beispielsweise sowohl Schotter und Humus weggeschleudert, als auch Pflanzen ausgerissen werden.

b) Walzenbesen / Schneebesen

Kurzbeschreibung

Hierbei handelt es sich um eine Art Bürste, die – abhängig vom Gerätetyp – mit jeweils unterschiedlichen Besen ausgestattet und auf nahezu jedem Geräteträger montiert werden kann. Das Fehlen eines Schmutzfangkastens führt dazu, dass der Schnee nicht aufgesaugt sondern lediglich weggeschleudert wird.

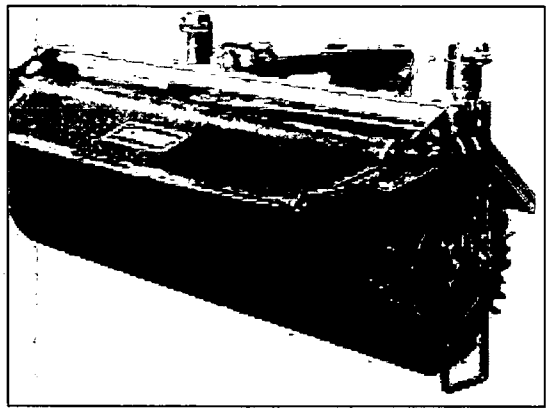


Abbildung 11: LKS Vorbaukehrmaschine der Firma SCHMIDT; u. a. für Schneebeseitigung im Winter geeignet; 2006 Quelle: SCHMIDT HOLDING (siehe Anhang 10.1; Tab. 36)

Eignung zur Schneeräumung

Laut der Aussage eines Mitarbeiters einer der befragten Firmen (BERGER Kräne-Stapler-Kommunal- und Industriemaschinen, DANNINGER Kommunalmaschinen, EDER Kommunalmaschinen, M-U-T, SCHMIDT Winterdienst- und Kommunaltechnik, STANGL Reinigungstechnik – vgl. ANHANG Kapitel 10.1) eignet sich diese Maschine in erster Linie zur Reinigung von Gehsteigen und Radwegen bei einer Schneehöhe von ca. 0-10 cm. Voraussetzung ist allerdings ein harter, fester Untergrund wie beispielsweise eine Asphaltfläche. Auch der Experte eines weiteren Unternehmens ist der Ansicht, dass die Einsatzmöglichkeit des Schneebesens stark vom Untergrund abhängig ist. Die Frage bezüglich der Anwendung auf einer mit Vegetation bewachsenen Fläche wird von ihm mit einem klaren „nein" beantwortet.

Resümee

Wie bereits unter Punkt a) „Kehrmaschinen" deutlich wurde, lassen sich auf unversiegelten Flächen, insbesondere auf Vegetationsflächen, Beschädigungen durch rotierende Bürsten nicht vermeiden. Folglich ist auch die **Anwendung des Schneebesens auf Schotterrasenflächen** auf Grund des sich drehenden Walzenkörpers **nicht möglich**.

c) Aufsaugen von Schnee

Kurzbeschreibung

Die Suche nach weiteren Alternativen führte zur Idee des „Aufsaugens von Schnee". Nach dem „Staubsaugerprinzip" soll der Schnee direkt von der entsprechenden Fläche abgesaugt und somit die

rotierenden Bürsten umgangen werden. Das Problem der Schneeräumung auf unversiegelten Ebenen scheint aber nur auf den ersten Blick gelöst…

Eignung zur Schneeräumung

Bereits erste Kontakte mit Firmen (DANNINGER Kommunalmaschinen, EDER Kommunalmaschinen, M-U-T, STANGL Reinigungstechnik – vgl. ANHANG Kapitel 10.1) zeigten die Grenzen dieser Methode auf. Laut Aussage eines Experten müsste prinzipiell das Saug-Mundstück vor dem Räumfahrzeug angebracht sein, da sonst die Räder den Schnee niederdrücken und ein Aufsaugen unmöglich machen. Zu- und abfahrende Autos auf einem Schotterrasenparkplatz würden dieses Problem wohl nur verstärken. Diese Überlegung lässt darauf schließen, dass eine Schneeräumung – wenn überhaupt – nur im Fall von frischem Neuschnee möglich wäre.

Auch weitere Fachfirmen sind der Meinung, dass diese Methode in der Praxis kaum durchführbar ist. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, müssten die Maschinen teuer umgerüstet werden. Außerdem würden bereits geringe Schneemengen ausreichen, um die Kapazität des Schmutzbehälters auszuschöpfen, wodurch ein ständiges Entleeren notwendig wäre.

Nicht zuletzt kommt wieder jener Aspekt zu tragen, der bereits unter Punkt a) Kehrmaschinen, angesprochen wurde. Das Aufsaugen des Schnees kann laut der Aussage eines befragten Mitarbeiters zum Verpicken der Geräte führen und folglich die Dauer der Einsatzzeit extrem einschränken bzw. einen Einsatz gänzlich unmöglich machen.

Resümee:

Wie die Recherchearbeiten ergeben haben, ist die **Methode des „Aufsaugens von Schnee“** in der Praxis **nicht anwendbar**. Probleme bereiten sowohl niedergedrückter, festgefahrener Schnee als auch der extrem nasse, feuchte Schnee unserer Breiten, der ein Aufsaugen unmöglich macht. Hinzu kommen technische Schwierigkeiten, wie das mögliche Vereisen der Maschinen oder die unzureichende Größe der Schmutzbehälter.

d) „Blasmaschinen“:

Kurzbeschreibung

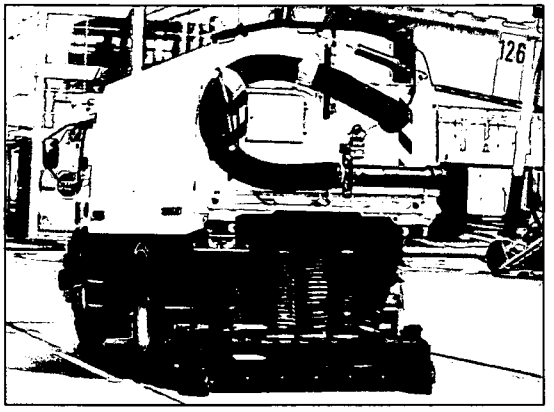


Abbildung 12: TerraJet; Kehrmaschine mit Blasdüsen der Firma Faun; 2006 Quelle: FAUN KIRCHHOFF GRUPPE (siehe Anhang 10.1; Tab. 36)

Im Laufe der Recherchetätigkeit zeichnete sich ein möglicher Lösungsansatz ab. In Wüstengebieten werden spezielle Blasmaschinen verwendet, um Flugsand von entsprechenden Flächen zu entfernen. Es stellte sich die Frage, ob diese Methode auch zum Wegblasen von Schnee geeignet wäre. Wie weitere Nachforschungen ergeben haben, finden „Blasmaschinen“ in der Praxis vorwiegend im Bereich der Luftfahrt Verwendung. Sie werden als Hilfsmittel zur Reinigung von Start- und Landebahnen auf Flughäfen herangezogen.

Eignung zur Schneeräumung

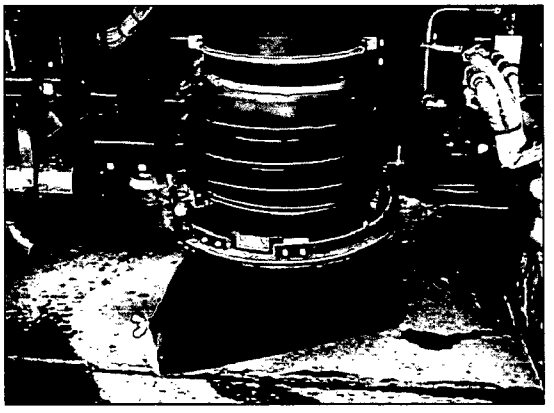


Abbildung 13: Detail einer Blasdüse des TerraJets der Firma Faun; 2006 Quelle: FAUN KIRCHHOFF GRUPPE (siehe Anhang 10.1; Tab. 36)

Zur Gewährleistung eines sicheren Flugbetriebes dürfen die Flugfelder keinerlei Verschmutzungen aufweisen. Der sogenannte „TERRAJET“ der Firma FAUN wird auf Flughäfen beispielsweise zur Beseitigung von Schmutz, Sand, Laub, Wasserlachen oder Schnee verwendet. Mit Hilfe eines Walzenbesens sowie Saug- und verstellbaren Blasdüsen werden Verunreinigungen von Start- und Landebahnen entfernt bzw. geblasen – unter anderem auch Schnee.

Ein Experte behauptet, dass der „TERRAJET“ durchaus zur „Schneeräumung“ eingesetzt werden kann. Handelt es sich um leichten Schnee, seien nicht einmal größere Schneehöhen (Annahme: bis zu 20 cm und mehr) ein Problem. Entscheidend ist in diesem Fall vor allem die Fahrtgeschwindigkeit des Gerätes.

Grundsätzlich ist sich der Spezialist sicher, dass für den Erfolg dieser Methode in erster Linie die Schneeeigenschaften ausschlaggebend sind. Diese Ansicht deckt sich mit den Aussagen von zwei weiteren Firmen: sie vertreten die Meinung, dass die Funktionsweise dieser Maschinen prinzipiell für die Schneeräumung Anwendung finden kann. Voraussetzung ist allerdings trockener, frischer und leichter Schnee, der in unseren Breiten kaum existiert.

Ein weiterer Experte eines im Bereich der Flughafentechnologie spezialisierten Unternehmens kann sich jedoch eine Schneeräumung ausschließlich durch das „Wegblasen" von Schnee nicht vorstellen. Seiner Ansicht nach sprechen u. a. Umweltschutzgründe wie z.B. die extrem hohe Lärmentwicklung dagegen. Zudem funktioniere dieses Prinzip auf Flughäfen nur, da zunächst Schneepflüge und Kehrmaschinen zum Einsatz kommen und die grobe Vorarbeit leisten.

Skeptisch steht dieser Methode auch der Mitarbeiter einer anderen Firma gegenüber. Er ist der Meinung, dass man auf Grund des starken Luftstroms der Blasdüsen beispielsweise auch den Schotteruntergrund oder andere Gegenstände „wegblasen" würde.

Resümee:

Das **„Wegblasen" von Schnee** ist in der Praxis zwar technisch durchführbar, nach dem derzeitigen Stand der durchgeführten Recherchearbeiten ist diese Methode **auf Schotterrasenflächen** jedoch **nicht anwendbar**. Auf Grund der geteilten Expertenmeinungen wären in Zukunft einige Tests durchaus interessant. Dabei stellt sich vor allem die Frage, wie der in unseren Breiten extrem feuchte Schnee auf die Blaswirkung der Maschinen reagiert. Zudem sollte Gegenstand der Untersuchungen sein, ob in Folge der großen Blaskraft der Maschinen auf Schotterrasenflächen Staub oder Schotter aufgewirbelt werden würde. Um einen Einsatz von „Blasmaschinen" im Stadtgebiet zu ermöglichen, müssten während des Einsatzes auch Messungen im Hinblick auf die Lärmentwicklung dieser Maschinen erfolgen.

e) Schneepflug / Schildräumung:

Kurzbeschreibung

Beim Schneepflug handelt es sich um das älteste zur Schneeräumung verwendete Gerät. An entsprechenden Trägerfahrzeugen wird ein hydraulisch verstellbarer Schild montiert. Mit einer auswechselbaren Schürfleiste gleitet er über Fahrbahnen und Gehsteige und schiebt den Schnee zur Seite. Im Winterdienst gehört er auch heute noch zur Grundausstattung.

Abbildung 14: Schneeschild montiert an einem Geräteträgerfahrzeug (UNIMOG) der Stadt Wien; *2006 Quelle: MA 48* (siehe Anhang 10.1; Tab. 36)

Eignung zur Schneeräumung

Laut Mehrheit der befragten Firmen (BERGER Kräne-Stapler-Kommunal- und Industriemaschinen,

DANNINGER Kommunalmaschinen, EDER Kommunalmaschinen, M-U-T, SCHMIDT Winterdienst- und Kommunaltechnik, STANGL Reinigungstechnik – vgl. ANHANG Kapitel 10.1) werden in der Praxis fast alle unversiegelten Flächen mit Hilfe des Pfluges geräumt. Für diesen Zweck verfügt auch die Stadt Wien nach Auskunft der MA 48 über keine Spezialgeräte. Auf Grund mangelnder Alternativen wird hierbei auch das Risiko von Beschädigungen des Untergrundes in Kauf genommen. Bereits kleine Unebenheiten einer unbefestigten bzw. unversiegelten Fläche haben zur Folge, dass sich das Schild eingräbt und den Boden aufreißt. Um diese Gefahr zu minimieren, ist heutzutage eine Umrüstung des Räumschildes möglich.

Gemäß der Auskunft einzelner befragter Firmen können statt der üblichen Stahlschürfleisten spezielle Kunststoff- oder Gummischürfleisten montiert werden. Allerdings liegt mit der schnelleren Abnutzung ein Nachteil auf der Hand.

Weiters können am Schild Abstandsräder montiert werden, die dieses rund 2 cm über der Bodenoberfläche gleiten lassen. Dennoch können auf einem unebenen Untergrund mit Hilfe dieser Maßnahmen Beschädigungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Ein Unternehmen zeigt zudem die Möglichkeit der Montage von Kufen auf. Das Prinzip ist dem eines Schis ähnlich: das Schild gleitet bzw. rutscht über die Fläche. Dieser Aspekt erscheint laut Aussage des Betriebes jedoch nicht sinnvoll, da auf Grund der schnellen Abnützung ein Einsatz auf Asphalt nicht empfehlenswert und somit eine multifunktionale Nutzung nicht gegeben ist.

Mit dem Einsatz von gefederten Schürfleisten nennt ein Fachbetrieb noch eine weitere Möglichkeit. Die Entwicklung dieser Leisten erfolgte, um im Fall von überstehenden Kanaldeckeln eine Beschädigung des Räumschildes zu vermeiden.

Resümee:

Nach Ansicht sämtlicher befragter Fachfirmen und Auskunft der MA 48 der Stadt Wien erfolgt in der Praxis das **Entfernen von Schnee auf unversiegelten Flächen** in fast allen Fällen **mit Hilfe des Schneepfluges**. Dieser Aspekt ist umso interessanter, wenn man den eingangs erwähnten Hinweis der FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen“ Ausgabe 2000 betrachtet, wonach „die Schneebeseitigung mit Räumschild nicht zulässig ist“. An dieser Stelle wird somit das Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis deutlich sichtbar. Abschließend sei noch angemerkt, dass das Risiko einer Beschädigung des Untergrundes durch den Schneepflug nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Mit Hilfe von technischen Maßnahmen wie z.B. einer Umrüstung des Räumschildes kann in der heutigen Zeit die Gefahr jedoch minimiert werden.

f) Schneefräse:

Kurzbeschreibung

Eine Schneefräse stellt eine wirkungsvolle Methode dar, um große Mengen von Schnee und Eis zu räumen. Im Gegensatz zum Schneepflug wird der Schnee nicht zur Seite geschoben, sondern gefräst, aufgenommen und in hohem Bogen seitlich ausgeworfen oder auf die Ladefläche eines LKWs befördert. In der Praxis sind unterschiedliche Arten und Bauweisen im Einsatz. So existieren neben Anbau-Schneefräsen für gängige Geräteträgerfahrzeuge auch selbstfahrende Maschinen.

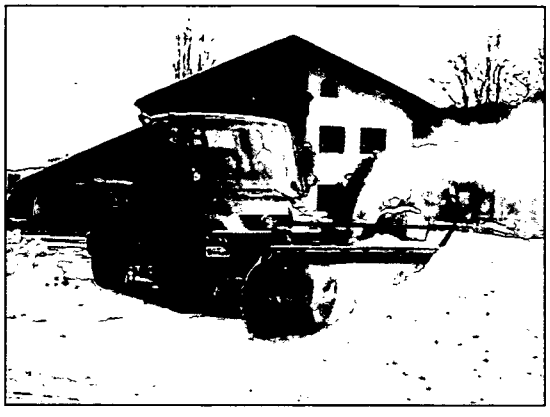


Abbildung 15: Anbau-Schneerfrässchleuder (FS 75) der Firma SCHMIDT; 2006
Quelle: SCHMIDT HOLDING (siehe Anhang 10.1; Tab. 36)

Eignung zur Schneeräumung

Im Rahmen der durchgeführten Umfrage (BERGER Kräne-Stapler-Kommunal- und Industriemaschinen, DANNINGER Kommunalmaschinen, EDER Kommunalmaschinen, SCHMIDT Winterdienst- und Kommunaltechnik, STANGL Reinigungstechnik - vgl. ANHANG Kapitel 10.1) wird die Schneefräse von einigen Betrieben als ernsthafte Alternative zum Pflug genannt. Die Einstellmöglichkeiten sind dabei jenen vom Pflug sehr ähnlich: die Schneefräse kann beispielsweise auf höhenverstellbaren Kufen geführt werden. Weiters gibt es zahlreiche Geräte mit unterschiedlichsten Eigenschaften, Räumbreiten und -leistungen. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass auch bei dieser Methode zur Schneeräumung das Risiko einer Beschädigung des unversiegelten Untergrundes gegeben ist.

Zudem existieren unterschiedliche Meinungen im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeit im Zusammenhang mit der Schneehöhe. Während zwei Firmen ausdrücklich auf eine Verwendung „bei größeren Schneemengen" hinweisen, ist das dritte Unternehmen der Ansicht, dass die Schneefräse schon ab 5-6 cm Schneehöhe eingesetzt werden kann.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die sogenannten Anbau-Geräte wie z.B. Schneeschild oder Schneefräse für die Schotterrasenbauweise einen Vorteil mit sich bringen. Sie können u. a. auf gängigen Trägerfahrzeugen wie Geräteträgern, UNIMOG oder Traktoren montiert werden. Schotterrasenparkplätze, die z.B. nur für eine PKW Belastung ausgelegt sind, müssten somit nicht mit schweren LKWs befahren werden.

Resümee

Die **Schneefräse** kann als **Alternative zum Pflug** gesehen werden, wobei Beschädigungen der Vegetationstragschicht definitiv nicht ausgeschlossen werden können. Auf Grund der großen Palette an unterschiedlichen Maschinen kann in der Praxis je nach Einsatzgebiet, Räumaufgabe und Schneeeigenschaften das optimale Gerät ausgewählt werden.

4.3.5.4 Zusammenfassung: mechanische Schneeräumung auf Schotterrasenflächen

Bringt man das Thema „Schotterrasen" in Verbindung mit dem Winterdienst treten bereits beim Punkt der mechanischen Schneeräumung erste Probleme bzw. Ungereimtheiten auf.

Die im Kapitel 4.3.5.2 „Gesetzliche Grundlagen des Winterdienstes" angeführten Paragraphen und Verordnungen sind im Hinblick auf Schotterrasenflächen durchaus interessant. Wege oder Parkplätze aus Schotterrasen unterliegen schließlich genau denselben Gesetzen wie äquivalente Flächen aus Asphalt. Wie sich jedoch gezeigt hat, ist die Umsetzung dieser rechtlichen Aspekte bei unversiegelten Schotterrasenflächen weitaus problematischer.

Gemäß der nebenstehenden Tabelle (vgl. Tab.3) zeigt sich, dass zum heutigen Zeitpunkt keine einzige Methodik vorhanden ist, die eine optimale Schneeräumung auf Schotterrasenflächen gewährleistet.

MECHANISCHE SCHNEERÄUMUNG AUF SCHOTTERRASENFLÄCHEN	
[redacted]	[redacted]
[redacted]	Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt a)
[redacted]	Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt b)
[redacted]	Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt c)
[redacted]	Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt d)
Schildräumung	Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt e)
Schneefräse	Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt f)
Legende	
[redacted]	
bedingt geeignet	

Tabelle 3: Möglichkeiten der mechanischen Schneeräumung und ihre Eignung für Schotterrasenflächen

So geht auf Grund der durchgeführten Experteninterviews hervor, dass gleich vier Ideen zur alternativen Schneebeseitigung auf unversiegelten Flächen nicht geeignet sind. Schließlich bleibt – unter Berücksichtigung des Restrisikos – nur die Möglichkeit der altbewährten Schildräumung bzw. der Einsatz der Schneefräse. Da jedoch die Gefahr einer Beschädigung der Tragschicht bzw. der Vegetation im Zuge der Schneeräumung nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, sind auch diese beiden Methoden letztendlich nur bedingt geeignet.

Dennoch herrscht bei allen befragten Firmen in einem Punkt Einigkeit: die Schneeräumung auf unversiegelten Flächen wird in der Praxis mit größter Wahrscheinlichkeit mittels Schneepflug erfolgen. Diesen Aspekt bestätigt ein Mitarbeiter der MA 48, wonach auch die Stadt Wien über keine Spezialgeräte zur Schneeräumung auf unversiegelten Flächen verfügt – bei Bedarf kommt in Wien die Schildräumung zum Einsatz. Trotz des Risikos einer Beschädigung der zu räumenden Fläche, handelt es sich um die effektivste und wirtschaftlichste Methode. Eine Voraussetzung für die Anwendung auf Schotterrasenflächen ist jedenfalls eine entsprechende Adaption des Räumschildes (vgl. Kapitel 4.3.5.3 Unterpunkt e) sowie ein behutsames Vorgehen der zuständigen Betreuungspersonen. Mit der Schneefräse gibt es eine mögliche Alternative zum Pflug – sie weist jedoch bezüglich des Schadpotentials ein ähnlich hohes Risiko auf.

Die eben angesprochene Problematik verdeutlicht das Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis: wie bereits der Beginn des Kapitels 4.3.5.3 „Mechanische Schneeräumung auf Schotterrasenflächen" zeigt, ist gemäß der FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 „die Schneebeseitigung mit Räumschild nicht zulässig". Das Bild in der Praxis zeigt jedoch das genaue Gegenteil. Gemäß den durchgeführten Erhebungen und dem heutigen Stand der Technik bildet die Schildräumung – abgesehen vom Risiko einer Beschädigung der Fläche und dem Einsatz der Schneefräse – die einzige Möglichkeit zur Schneeräumung auf Schotterrasenflächen.

Dennoch hat sich im Zusammenhang mit weiteren Nachforschungen eine interessante Möglichkeit ergeben um in der Praxis das Risiko von Beschädigungen an unversiegelten Flächen im Zuge der Schneeräumung zu minimieren.

Im Areal des Schlosses Schönbrunn existieren zahlreiche Wege aus wassergebundenen Decken, die zusätzlich bekiest sind und im Winter entsprechend betreut werden müssen. Die Frage nach der Art der Schneeräumung beantwortete ein Mitarbeiter der Bundesgärten während eines Telefoninterviews: um im Winter die bekiesten Wege zu räumen, findet ein „spitzer Holzpflug" Anwendung, der eigentlich historischen Ursprungs ist. Für den Einsatz im Bereich des Schlosses Schönbrunn wurde der Pflug nach altem Prinzip neu aufgebaut. Starke Holzleisten und Eisenbeschläge führen zu einem hohen Eigengewicht des Pfluges und ermöglichen ein Nachziehen hinter dem Traktor oder einem anderen landwirtschaftlichen Fahrzeug. Dabei schiebt die zugespitzte Form des Pfluges den Schnee links und rechts zur Seite hin weg. Nach den Aussagen des Interviewpartners wurden mit dieser, im Zeitalter der modernen Technik doch etwas veralteten Methode, allgemein äußerst gute Erfahrungen erzielt. Der große Vorteil liegt darin, dass sich der Holzpflug durch das Nachziehen nicht so stark eingräbt wie beispielsweise ein vor einem Trägerfahrzeug befestigter Eisenschild. Allerdings sollte an dieser Stelle auch angemerkt werden, dass bei der Räumung mittels nachgezogenen Holzpflugs mehr

Schnee auf den Wegen liegen bleibt als bei der herkömmlichen Schildräumung. Da bei Schotterrasenflächen jedoch die schonende Schneeräumung ohne bleibende Schäden im Vordergrund steht, könnte der Schneebeseitigung mittels nachgezogenen, spitzen Holzpflug in der Zukunft durchaus etwas abgewonnen werden.

Nicht zuletzt sollte noch erwähnt werden, dass sämtliche wassergebundenen Wege des Schlosses Schönbrunn nur von eigenem Personal der Bundesgärten gesäubert werden. So können größere Schäden vermieden bzw. reduziert werden. Nach Aussage des Mitarbeiters der Bundesgärten werden Subunternehmer nur für die Räumung der asphaltierten Wege beauftragt, da diese bei unversiegelten Wegen nicht mit der notwendigen Vorsicht vorgehen würden. Somit zeigt sich, dass Schäden, die eventuell im Zuge der Schneeräumung auftreten könnten, nicht zuletzt durch den „guten Willen" des Betreuungspersonals minimiert werden können – in der Praxis ein nicht zu unterschätzender Aspekt.

Wie die Nachfrage bei Fachfirmen gezeigt hat, sind sich die Experten der Problematik der Schneeräumung auf unversiegelten Flächen durchaus bewusst. Anfragen bezüglich der Entfernung von Schnee auf unversiegelten oder unbefestigten Flächen kommen in der Praxis – wenn auch selten – vor. Wie ein Beispiel unterstreicht sind dabei die Ansätze zu Problemlösung sehr vielseitig: angedacht wurde sogar das Wegschmelzen von Schnee, wie die theoretische Idee der Umrüstung eines Fahrzeuges zu einem überdimensionalen Flammenwerfer zeigt. Eine optimale Lösung wurde bis zum heutigen Zeitpunkt nicht gefunden. Ein Experte ist sogar der Meinung, dass es „für dieses Problem wohl keine Lösung geben wird".

4.3.5.5 Glättebekämpfung auf Schotterrasenflächen

Wie bereits eingangs erwähnt obliegen dem Winterdienst mit der Schneeräumung (vgl. Kapitel 4.3.5.3) und der Glättebekämpfung zwei grundlegende Aufgaben. Dieses Unterkapitel beinhaltet lediglich einen ersten Einblick in die Gliederung der im Winterdienst eingesetzten Streumittelarten (vgl. Abb. 16).

Eine detaillierte Analyse der gängigen Streumittel mit abstumpfender und auftauender Wirkung sowie die Prüfung ihrer Einsatzmöglichkeiten für Schotterrasenflächen erfolgt in Kapitel 4.3.6 „Mögliche Einträge auf Schotterrasenflächen und ihre Auswirkungen". Wie bereits der Titel dieses Kapitels vorwegnimmt, geht es u. a. auch um mögliche Folgeerscheinungen wie beispielsweise die Auswirkungen der Streustoffe auf die Vegetation.

Streumittelarten im Winterdienst

Besonders in den Wintermonaten wird die Verkehrssicherheit auf öffentlichen und privaten Flächen durch Glätte beeinträchtigt. Streumittel haben die Aufgabe die Sicherheit für den Fahrzeug- und Fußgängerverkehr aufrecht zu erhalten (vgl. SPET, o. A.).

Wie die folgende Grafik (vgl. Abb. 16) zeigt, werden Streumittel mit abstumpfender und auftauender Wirkung unterschieden, wobei auch eine Kombination beider Arten möglich ist. Letztere wird im Rahmen dieser Diplomarbeit aus Umfanggründen nicht näher ausgeführt.

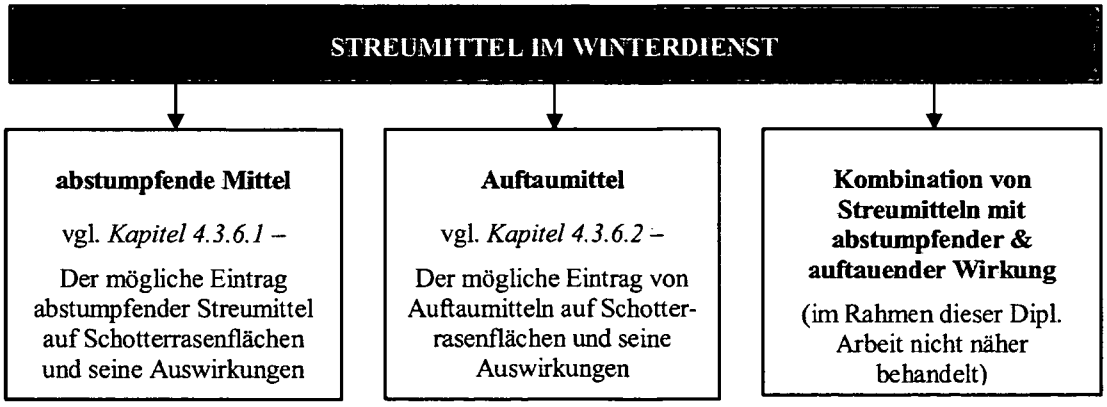


Abbildung 16: Gliederung der im Winterdienst eingesetzten Streumittelarten – ein Überblick

4.3.6 Mögliche Einträge auf Schotterrasenflächen und ihre Auswirkungen

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit ausgewählten Einträgen auf Schotterrasenflächen und ihren Auswirkungen. Auf Grund der Vielzahl an möglichen Einträgen und dem umfangreichen Themenkomplex wird im Rahmen dieser Diplomarbeit lediglich eine kleine Auswahl behandelt.

Abbildung 17 gibt einen einleitenden Überblick über jene in den folgenden Unterkapiteln abgehandelten Themenbereiche, wobei die Schwerpunkte der Analyse auf den Kapiteln 4.3.6.1 bis 4.3.6.3 liegen.

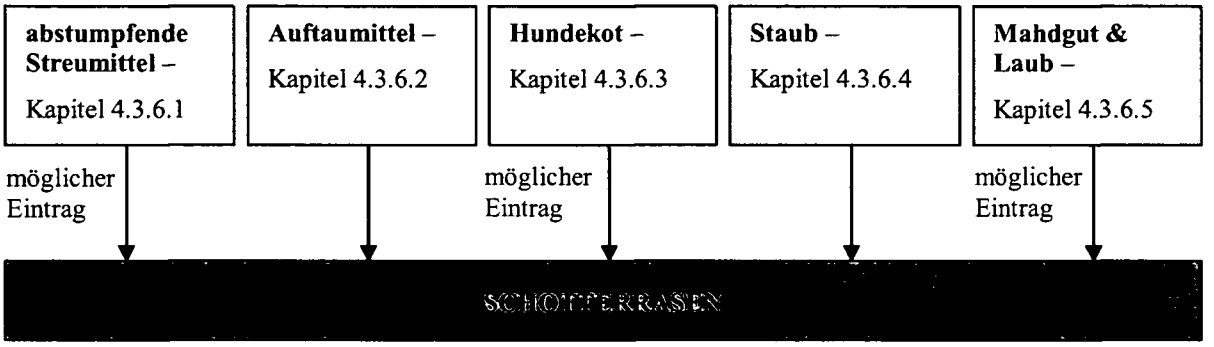


Abbildung 17: Ausgewählte Einträge auf Schotterrasenflächen – ein einleitender Überblick

In Anlehnung an das Kapitel 4.3.5 „Der Winterdienst – Schneeräumung und Glättebekämpfung auf Schotterrasenflächen" beschäftigt sich zunächst das Kapitel 4.3.6.1 mit dem möglichen Eintrag abstumpfender Streumittel bzw. das Kapitel 4.3.6.2 mit jenem von Streustoffen mit auftauender Wirkung. Auf Grund der Hundekotproblematik in nahezu allen (Groß-) Städten wird auch der Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenflächen verstärkt bearbeitet (vgl. Kapitel 4.3.6.3). Auf Grund des Umfangs dieser Arbeit werden die Einträge von Staub und organischen Ausgangsstoffen wie Mahdgut oder Laub etwas kürzer abgehandelt.

4.3.6.1 Der mögliche Eintrag abstumpfender Streumittel auf Schotterrasenflächen und seine Auswirkungen

Wie bereits dem Kapitel 4.3.5.2 „Gesetzliche Grundlagen des Winterdienstes" entnommen werden kann, besteht auf Wegen und Straßen, die öffentlich zugänglich sind, gemäß der Straßenverkehrsordnung eine Pflicht zur Schneeräumung bzw. anschließenden Glättebekämpfung. Dieses Unterkapitel beschäftigt sich mit dem Eintrag abstumpfender Streumittel auf Schotterrasenflächen, versucht ihre Funktionsweise darzustellen und im Anschluss mögliche Auswirkungen auf diese Bauweise näher zu erläutern.

Funktionsweise abstumpfender Streumittel

Die Wirkungsweise abstumpfender Streumittel ist relativ einfach: sie wirken mechanisch, indem sie die Reibung zwischen Untergrund und Rädern der Kraftfahrzeuge bzw. den Schuhen der Fußgänger erhöhen. Das kantige Material verzahnt sich mit der glatten Oberfläche und wirkt in Folge rutschhemmend. Entscheidend ist dabei auch die Abriebhärte des Streustoffes (vgl. MORITZ, 1999).

Nachteilige Auswirkungen abstumpfender Streustoffe

Abstumpfende Streumittel weisen im Allgemeinen zwar keine unmittelbaren chemischen Auswirkungen auf Straßen, verkehrstechnische Einrichtungen, Vegetation oder Gewässer auf, dennoch existieren zahlreiche Nachteile (vgl. Tab. 4), die zu der allgemeinen Überlegung geführt haben, abstumpfende Streumittel gänzlich aus dem Winterdienst zu verbannen. Wie sich allerdings gezeigt hat, ist dies in der Praxis kaum durchführbar. Besonders auf Gehwegen und in Parkanlagen eignen sich abstumpfende Mittel sehr gut zur Glättebekämpfung, teilweise in Kombination mit auftauenden Mitteln. Im Jahr 2003 erließ das

NACHTEILIGE AUSWIRKUNGEN ABSTUMPFENDER STREUMITTEL (allgemeiner Überblick)	
[illegible]	[illegible]
spezifische Einsatzbereiche (je nach Streumittelart)	Berücksichtigung der Art des abstumpfenden Streumittels, seiner techn. Parameter & der Umweltverträglichkeit bei der jeweiligen Anwendung
Abrieb (je nach Streumittelart unterschiedliche Abriebfestigkeit)	Gesundheitsbelastung- und -gefährdung durch Feinstaub
Schäden (Aufwirbeln und Wegschleudern der Streustoffe durch Fahrzeuge)	Glas-, Lack- und Korrosionsschäden an fahrenden und parkenden Fahrzeugen; mechanische Beschädigungen am Straßenbegleitgrün
Vertragung der Streumittel (durch Niederschläge, Schneeschlemze, KFZ oder Fußgänger)	Verstopfung von Entwässerungseinrichtungen; aufwendige Reinigungsmaßnahmen im Bereich von Baumscheiben, Grün- und Wiesenflächen
Sonstige Beeinträchtigungen (z.B. von offenporigen Fahrbahnbelägen wie Drän- oder Flüsterasphalt)	Zusetzen der Poren; Funktionsverlust

Tabelle 4: Nachteilige Auswirkungen abstumpfender Streumittel – ein allgemeiner Überblick
Quellen: SPET, o. A.; MORITZ, 1999; AS, 2004

Magistrat der Stadt Wien die so genannte „Winterdienstverordnung 2003“ und schränkte damit die Verwendung von abstumpfenden Streumitteln im Raum Wien ein. Ziel war es, den richtigen und sparsamen Einsatz von abstumpfenden Streustoffen zu regeln. Gemäß dieser „Winterdienstverordnung 2003“ ist u. a. auch eine vorbeugende Verwendung von abstumpfenden Streumittel im Winterdienst verboten. Zudem müssen die Streustoffe wieder eingekehrt werden, sobald sie für die Erhaltung der Verkehrssicherheit nicht mehr benötigt werden (vgl. WINTERDIENSTVERORDUNG, 2003) – wie die Nachforschungen ergeben haben, ist dieser Aspekt besonders im Zusammenhang mit Schotterrasen nicht zu unterschätzen.

Abstumpfende Streumittelarten und ihre Eigenschaften

Im Folgenden wird nun versucht, einen allgemeinen Überblick über die verschiedenen Arten abstumpfender Streumittel zu geben und deren Eigenschaften näher zu erläutern.

Einen detaillierten Überblick über die Einsatzbereiche, technischen Parameter sowie Vor- und Nachteile verschafft die Tabelle 5 auf der nachfolgenden Seite. Zusätzlich zeigt eine entsprechende Farbcodierung, welche Streustoffe in Wien erlaubt bzw. verboten sind. So kann der Tabelle 5 z.B. entnommen werden, dass in Wien Schlacke, Asche, Quarz und Betonrecyclingsplitt nicht zur Glättebekämpfung eingesetzt werden dürfen.

Zudem sei angemerkt, dass jene in der Tabelle 5 angeführten Preise [€/m³] nur als grobe Referenzwerte dienen sollen, um die Preisunterschiede zwischen den Materialien zu verdeutlichen. Auf die Nennung der Namen der entsprechenden Firmen wird somit bewusst verzichtet.

Abstumpfende Streumittel	Einsatzbereich	Abriebfestigkeit	Feinstaub-belastung	Wirkungsdauer [in Tagen]	Preis [€/m³]	Sonstiges	negative Aspekte	positive Aspekte	Verweise zur Detailinformation
Basaltsplitt	Fahrbahnen; Fußgänger- & Gehsteigbereich	mittel	gering	3 - 6	78 (inkl. MWSt.)	natürlich mineralisch	präventive Anwendung verboten; Einkehrpflicht	relativ wenig Abrieb; kaum schwebefähiger Staub, d.h. geringe Staubentwicklung	Kapitel 4.3.6.1 - Unterpunkt **a) Splitt**
Dolomitsplitt	universell einsetzbar; z.B. Fahrbahnen; Gehsteigbereich	weich	mittel	3 - 5	/	natürlich mineralisch	präventive Anwendung verboten; Einkehrpflicht	wenig Abrieb (etwas höher als bei Basaltsplitt)	
Blähton (z.B. Liapor Winterstreu)	vorwiegend im Fußgängerbereich; zwischen Grün- anlagen	weich	stark	1 - 3	97,68 (inkl.MWSt.)	künstlich mineralisch	geringe Abriebfestigkeit; präventive Anwendung verboten; Qualität mit hoher Druckbeständig- keit verwenden; sehr teuer	bodenverbessernd; niedrige Dichte; läuft mit Schmelzwasser ab; d.h. geringe Entsorgungs-kosten	Kapitel 4.3.6.1 - Unterpunkt **b) Blähton**
Rindenstreugranulat	Parkanlagen; Garten-siedlungen; Grün-flächenbereich; Stiegenanlagen	sehr gering	sehr gering	2 - 4	56,40 (inkl. MWSt.)	organisch	starke Verunreinigung angrenzender Räume	sinkt nicht ein; vermittelt zusätzliches Sicherheits-gefühl (optisch sehr gut erkennbar); geringes Transportgewicht	Kapitel 4.3.6.1 - Unterpunkt **c) Rindenstreu-granulat**
Sägespäne	nicht im öffentl. Bereich; evt. Innen- höfe, Laubengänge & Eingangsbereiche	/	sehr gering	1	4 - 8,80 (inkl. MWSt.)	organisch	wird leicht verweht; können durch Feuchtig-keit zu quellen beginnen, d.h. eher rutschfördernd	verhältnismäßig billig	/
Quarz	nicht im Bereich von Fahrzeugen (wegen gefährlichem Abrieb)	hart	gering	3 - 6	/	natürlich mineralisch	hoher Feinstaubabrieb; gesundheitsgefährdend	/	/
Schlacke	im häuslichen Bereich; zwischen Grünanlagen; keine Belastung durch Fahrzeuge möglich	mittel	mittel	1 - 3	/	künstlich mineralisch	großtechnisch nicht verfügbar; unbekannte Inhaltsstoffe (evt. auch Schadstoffe); Beein-trächtigung von Schutzgütern	transportgünstig	/
Betonrecyclingsplitt	nur geringe Belastung durch Fahrzeuge möglich	weich	stark	2 - 4	/	künstlich mineralisch	niedrige Abrieb- festigkeit; erhöhte Staubbildung; gesund-heitsgefährdend	preisgünstig	/
Asche	im häuslichen Bereich; Eisdecken von gering frequen- tierten Fußwegen	/	stark	1	/	/	großtechnisch nicht verfügbar; beeinhaltet mögliche Schadstoffe; Gefahr der Verwehung	/	/

Legende

Verwendung in Wien gemäß der Winterdienstverordnung 2003 (§ 3 Abs. 4) seit 01.Mai. 2005 **erlaubt;** Voraussetzung: Korngrößenbereich 2 - 8 mm, kantig, hohe Abriebhärte, staubarm, trocken, ohne bindige & schmierige Bestandteile

Verwendung in Wien grundsätzlich **erlaub**; Streumittel sind allerdings nicht in der Winterdienstverordnung 2003 erfasst

gemäß der Winterdienstverordnung 2003 (§ 3 Abs. 3) **in Wien verboten**; seit 01.Mai 2005 in Kraft

Tabelle 5: Abstumpfende Streumittel und ihre Eigenschaften – eine tabellarische Zusammenfassung; Informationen basierend auf der Winterdienstverordnung 2003; AS, 2005; MORITZ, 1999; SPET, o. A.

Der Eintrag abstumpfender Streumittel auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen

Einleitend muss erwähnt werden, dass der Einsatz von Streumitteln auf Schotterrasenflächen in der deutschen FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 unter dem Punkt 6.3.5 „Winterdienst" angesprochen wird. Demnach „sollten nur abstumpfende Mittel verwendet werden" (FLL, 2000).

Die Ausführungen des nachfolgenden Kapitels 4.3.6.2 „Der mögliche Eintrag von Auftaumitteln und seine Auswirkungen" bestätigt diese Empfehlung: einerseits existieren zahlreiche negative Auswirkungen von Auftaumitteln auf die Vegetation, andererseits ist die Anwendung von Streustoffen mit auftauender Wirkung in Wien auf unversiegelten Flächen bzw. deren näheren Umgebung generell verboten oder nur eingeschränkt erlaubt. Demnach ist auch der Schotterrasen als unversiegelte Bodenbefestigung von dieser Regelung betroffen.

Wie bereits zuvor erwähnt wurde, sind Schlacke, Asche, Quarz sowie Betonrecyclingsplitt in Wien generell verboten (vgl. Tab.5) und dürfen somit nicht zur Glättebekämpfung eingesetzt werden. Demnach fallen diese Streustoffe in weiterer Folge auch für eine Verwendung auf Schotterrasenflächen aus.

Gemäß Tabelle 5 verbleibt somit die Prüfung der Eignung von Splitt für einen möglichen Einsatz auf Schotterrasen. Zudem erfolgt die Suche nach alternativen Streustoffen wie z.B. die Glättebekämpfung mittels Blähton oder Rindenstreugranulat. Im Anschluss werden die einzelnen Materialien analysiert, um Klarheit im Hinblick auf mögliche Auswirkungen und Folgeerscheinungen der Anwendung dieser abstumpfenden Streustoffe auf Schotterrasen zu verschaffen.

a) Splitt:

Kurzbeschreibung

Bei Splitt (= Steinmaterial in der Korngröße 2 – 8 (12) mm) handelt es sich um ein gängiges Streumittel mit abstumpfender Wirkung. Das Material muss spezielle Eigenschaften gemäß der Winterdienstverordnung 2003 erfüllen, welche in der Legende der Tabelle 5 angeführt sind. Die Einsatzmöglichkeiten erstrecken sich von – in erster Linie – Gehsteigen und Parkanlagen bis hin zum Fahrbahnbereich.

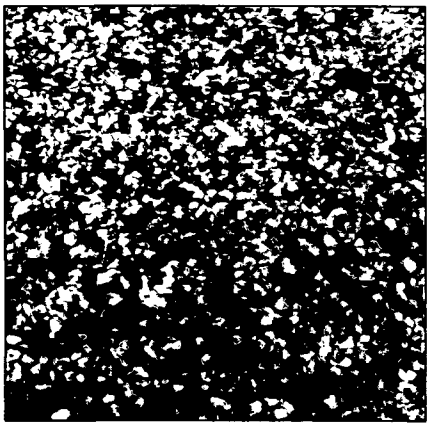


Abbildung 18: gewaschener Streusplitt; 2-4 mm der Firma AUSTRO-SCHNEE; Quelle: AS, 2007

Weitere Details wie technische Parameter, Vor- und Nachteile können ebenfalls der oben angeführten Tabelle (vgl. Tab.5) entnommen werden.

Eignung von Splitt für die Anwendung auf Schotterrasenflächen

Grundsätzlich geht von abstumpfenden Streumitteln wie beispielsweise Splitt keine unmittelbare chemische Wirkung auf das Straßenbegleitgrün aus (vgl. MORITZ, 1999).

Aufwirbelnder Splitt kann allerdings mechanische Schäden an der Vegetation verursachen. MORITZ zitiert in seinem Buch „Umweltauswirkungen abstumpfender Streustoffe im Winterdienst" aus dem Jahr 1999 den Artikel „Winterdienst außerhalb geschlossener Ortslagen", in dem folgendes geschrieben steht: „Ablagerungen auf angrenzenden Flächen können Schäden am Straßenbegleitgrün hervorrufen und die Qualität insbesondere von landwirtschaftlich genutzten Böden verschlechtern" (FGSV, 1984). Beobachtet wurden bereits Schädigungen von Baum-, Strauch-, und Grasbewuchs. So kann laut der Zeitschrift „Motor im Schnee" (Ausgabe 2, 1983) aufwirbelnder Splitt beispielsweise Rindenschäden an Bäumen und Sträuchern verursachen und in weiterer Folge die Lebenskraft der Flora beeinträchtigen und das Eindringen von Schadstoffen begünstigen. Spezielle nachteilige Auswirkungen von Splitt auf Gräser bzw. Kräuter konnten in der Literatur im Zuge der Nachforschungen nicht gefunden werden.

Besonders interessant wird das Thema Streusplitt im Hinblick auf Schotterrasenflächen, wenn man **§ 8 Abs. 2 der Winterdienstverordnung 2003** betrachtet.

Dieser besagt:

> „Sobald aufgebrachte Auftaumittel und abstumpfende Streumittel für die Sicherheit des öffentlichen Verkehrs nicht mehr erforderlich sind, sind die für den öffentlichen Verkehr bestimmten Flächen (z.B. Gehsteige, Gehwege, Fahrbahnen, Radwege) sowie die angrenzenden unversiegelten Bodenflächen durch denjenigen, der die Streuung vorgenommen hat, zu reinigen (...)" (WINTERDIENSTVERORDNUNG, 2003).

Splitt müsste somit auch auf Schotterrasenflächen wieder beseitigt werden. „Eine Entfernung des Streusplittes nach Winterende ist – im Außerortsbereich – aus Wiesengrundstücken nur mit hohem Zeitaufwand und nicht restlos möglich, aus Äckern und Walsgrundstücken, besonders bei Jungholz, nahezu unmöglich" (MORITZ, 1999).

Auch die folgenden Ausführungen bestätigen, dass das Beseitigen von abstumpfenden Streumitteln wie z.B. Splitt in der Praxis aus Grün- und Wiesenflächen nur unter großem Zeitaufwand möglich ist. Gemäß der Aussage eines Mitarbeiters der MA 42 (Stadtgartenamt Wien) erfolgt die Entfernung von Splitt aus Grünflächen zu 80 % händisch und ist zudem mit einem enormen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Dieser Aspekt wird von einem weiteren Vertreter des Stadtgartenamts eines anderen Bezirkes bestätigt. Weiters wird auch die Möglichkeit des Einsatzes von einem motorisierten Bandrechen angemerkt. Dieser nimmt den Streustoff allerdings nicht auf, sondern schleudert ihn lediglich auf eine Seite, wo er später z.B. mittels Kehrmaschinen leichter eingesammelt werden kann. Eine Methode, die für Schotterrasen wohl nicht zu Tragen kommt.

Resümee

Streusplitt kann grundsätzlich Schäden am Straßenbegleitgrün hervorrufen, wobei vorwiegend Bäume und Sträucher betroffen sind. Eine Glättebekämpfung mittels Splitt ist auf Schotterrasenflächen auf Grund der Einkehrpflicht abstumpfender Streumittel nicht möglich. Das Beseitigen von Splitt aus Grün- und Wiesenflächen ist in der Praxis fast nur händisch durchführbar und mit großem Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden.

b) Blähton:

Kurzbeschreibung

Abbildung 19: Winterstreu aus Liapor-Granulat bestehend aus gebrochenen Blähton-Kugeln; 2007 Quelle: LIAS ÖSTERREICH GesmbH

Laut Homepage der Firma HanseGrand handelt es sich bei Blähton um mechanisch aufbereiteten Ton, der bei 1050 - 1150 Grad Celsius in einem Drehrohrofen gebrannt werden kann (vgl. HANSEGRAND, 2007). Nach den Vortragsunterlagen von DI Gerhard SPET ist Blähton ein künstlich hergestelltes Streumittel, welches für die Erhöhung der Rutschfestigkeit geeignet ist (vgl. SPET, o. A.). Als Beispiel für geblähte Tone kann Leca genannt werden. „Da Blähton keine chemischen Zusätze enthält, ist er somit baubiologisch neutral. Blähton ist feuerfest, Feuchtigkeits- und frostbeständig" (HANSEGRAND, 2007).

Eignung von Blähton für die Anwendung auf Schotterrasenflächen

In der im Jahr 2005 von der Firma AUSTRO-SCHNEE erstellten Übersicht „Arten, Eigenschaften, Einsatzbereich abstumpfender Streumittel" wird die Einsatzmöglichkeit von Blähton in Grünanlagen als „unbedenklich" eingestuft. Auch auf der Homepage der Firma HanseGrand wird Blähton als

„reines Naturprodukt“ (HANSEGRAND, 2007) beschrieben. Demnach stellt die Anwendung zwischen Grünanlagen aus vegetationsökologischer Sicht kein Problem dar. Im Gegenteil – Blähton kann sogar als bodenverbesserndes Substrat Verwendung finden (vgl. AS, 2005). Gemäß diesem Aspekt ist die Anwendung von Blähton als abstumpfendes Streumittel auf Schotterrasen somit grundsätzlich möglich.

Allerdings ist die Eignung von Blähton auf Grund der geringen Abriebfestigkeit vorwiegend auf einen Einsatz im Fußgängerbereich beschränkt (vgl. SPET, o. A.). Die Firma AUSTRO-SCHNEE gibt in der bereits zuvor erwähnten Übersicht „Arten, Eigenschaften, Einsatzbereich abstumpfender Streumittel“ aus dem Jahr 2005 die Abriebfestigkeit für Blähton mit „weich“ an. Der Einsatz dieses abstumpfenden Streustoffes ist somit im Bereich von Schotterrasenwegen durchaus überlegenswert. Auf Parkplätzen wirken hingegen durch an- und abfahrende Autos besonders hohe Kräfte. Auf Schotterrasenparkplätzen scheint somit die Verwendung von Blähton als abstumpfendes Streumittel auf Grund der starken Abreibung des Streustoffes durch Kraftfahrzeuge nicht in Frage zu kommen. Auch der Einsatzbereich des Winterstreu Granulats der Firma HanseGrand wird auf deren Homepage folgendermaßen beschrieben: „HansePor-W pur ist gebrannter und gebrochener Blähton, der als umweltfreundliches Winterstreugut auf Fußwegen, Parks und öffentlichen Plätzen, Gewerbe- und Industrieanlagen sehr gut einsetzbar ist“ (HANSEGRAND, 2007).

Im Zusammenhang mit der bereits zuvor erwähnten Winterdienstverordnung 2003 wären einige Tests zur Beseitigung von Blähton aus Grünflächen durchaus empfehlenswert. Blähton weist eine relativ geringe Dichte auf und kann z.B. mit Schmelzwasser vertragen werden, wodurch das Einkehren dieses Material nach Winterende entfällt (vgl. SPET, o. A.). Ob dieser Aspekt auf Grund der rauen mit Vegetation bewachsenen Fläche auch auf Schotterrasen zu tragen kommt, sollte Gegenstand eines Versuchs sein. Bestätigt sich dieser Gedankengang jedoch nicht, müsste Blähton in Wien gemäß § 8 Abs. 2 der Winterdienstverordnung 2003 nach Erfüllung seiner Aufgabe wieder aufwendig von den entsprechenden Flächen entfernt werden.

Resümee

Blähton ist als reines Naturprodukt für den Einsatz im Grünflächenbereich geeignet und kann u. a. als bodenverbesserndes Substrat ebenso Verwendung finden wie als abstumpfender Streustoff. Auf Grund der niedrigen Abriebfestigkeit ist die Anwendung allerdings dem Fußgängerbereich vorbehalten. Weiters sind Versuche im Hinblick auf die Materialbeseitigung aus Grünflächen erstrebenswert und im Falle eines positiven Abschlusses ein Einsatz im Bereich von Schotterrasenwegen möglich.

c) Rindenstreugranulat (RSG):

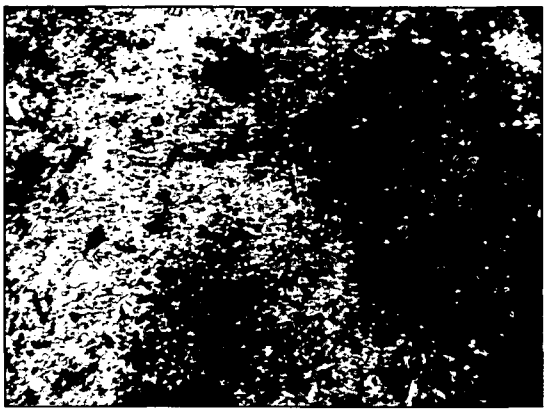


Abbildung 20: Rindenstreugranulat der Firma AUSTROSCHNEE; „Praxistest" im März 2006

Kurzbeschreibung

Die Suche nach alternativen Streumitteln für Schotterrasenflächen führte zu einem eigens von der Firma AUSTROSCHNEE entwickelten Streugranulat für Grünflächen. Das so genannte Rindenstreugranulat ist ein reines Naturprodukt bestehend aus Rinden- und Blähtonanteilen. Es stellt eine umweltfreundliche Alternative zu anderen Streumitteln wie Salz oder Splitt dar. Die Eigenschaften dieses abstumpfenden Streustoffes können der Tabelle 5 am Beginn des Kapitels 4.3.6.1 entnommen werden; Vor- und Nachteile werden u. a. im Folgenden behandelt.

Eignung des Rindenstreugranulats für die Anwendung auf Schotterrasenflächen

Die Einsatzmöglichkeit von Rindenstreugranulat wird auf dem Merkblatt „Streumaterial und Verkehrssicherheit auf Fußwegen" der Firma AUSTROSCHNEE für Grünanlagen mit „stark" bezeichnet. Indirekt verrät somit bereits der Titel dieses Merkblattes, dass eine Anwendung von Rindenstreugranulat vorwiegend auf Wegen angedacht ist.

Auch gemäß der Übersicht „Arten, Eigenschaften, Einsatzbereich abstumpfender Streumittel" der Firma AUSTROSCHNEE aus dem Jahr 2005 werden als Einsatzbereiche für Rindenstreugranulat vorwiegend Parkanlagen, Gartensiedlungen und Stiegenanlagen angegeben. Eine Nachfrage beim Wiener Stadtgartenamt brachte folgendes Ergebnis: dieser, u. a. für die Pflege von Parkanlagen zuständigen Magistratsabteilung (MA 42), ist das Rindenstreugranulat als abstumpfendes Streumittel nur teilweise bekannt und wird mit großer Skepsis betrachtet. Eine Anwendung dieses alternativen Streumittels in der Praxis erfolgt nicht.

Interessanter verlief hingegen das Telefoninterview mit einem Mitarbeiter der MA 48 (Straßenreinigung). Diese Magistratsabteilung ist u. a. auch für den Winterdienst der Stadt Wien zuständig und hier ist das Rindenstreugranulat zwar bekannt, wird in der Praxis allerdings nicht eingesetzt. Gemäß den Aussagen des Experten wird dieser Streustoff nicht den Ansprüchen der MA 48 gerecht. In diesem Zusammenhang verweist er auf die „verhältnismäßig schnelle" Zersetzung bzw. Abreibung durch Kraftfahrzeuge. Laut Auskunft des Experten der MA 48 sei die Verwendung von Rindenstreugranulat im Kleingartenbereich durchaus vorstellbar, das Bestreuen des „Grabens" in der Wiener Innenstadt hingegen unrealistisch und nicht durchführbar. Der Grund liegt einerseits im

schnellen Abrieb des Streumittels durch Kraftfahrzeuge, andererseits an der Farbe dieses abstumpfenden Streumaterials. In Schrebergartensiedlungen kann z.B. die extreme Braunfärbung der bestreuten Flächen – im Gegensatz zur Wiener Innenstadt – weitaus leichter akzeptiert werden.

Die Firma AUSTROSCHNEE gibt übrigens in der Übersicht „Arten, Eigenschaften, Einsatzbereich abstumpfender Streumittel" aus dem Jahr 2005 im Gegensatz zu anderen abstumpfenden Streumitteln keinen Wert für die Abriebfestigkeit von Rindenstreugranulat an. Die verkehrs- und windabhängige Wirkungsdauer wird hingegen mit zwei bis vier Tagen beschrieben.

Die beiden anschließenden Grafiken (vgl. Abb.21 und Abb.22) fassen sowohl Vor- als auch Nachteile von Rindenstreugranulat zusammen und sollen gemeinsam mit den oben angeführten Erkenntnissen zur Klärung der Frage beitragen, ob Rindenstreugranulat für eine Anwendung auf Schotterrasenflächen geeignet ist.

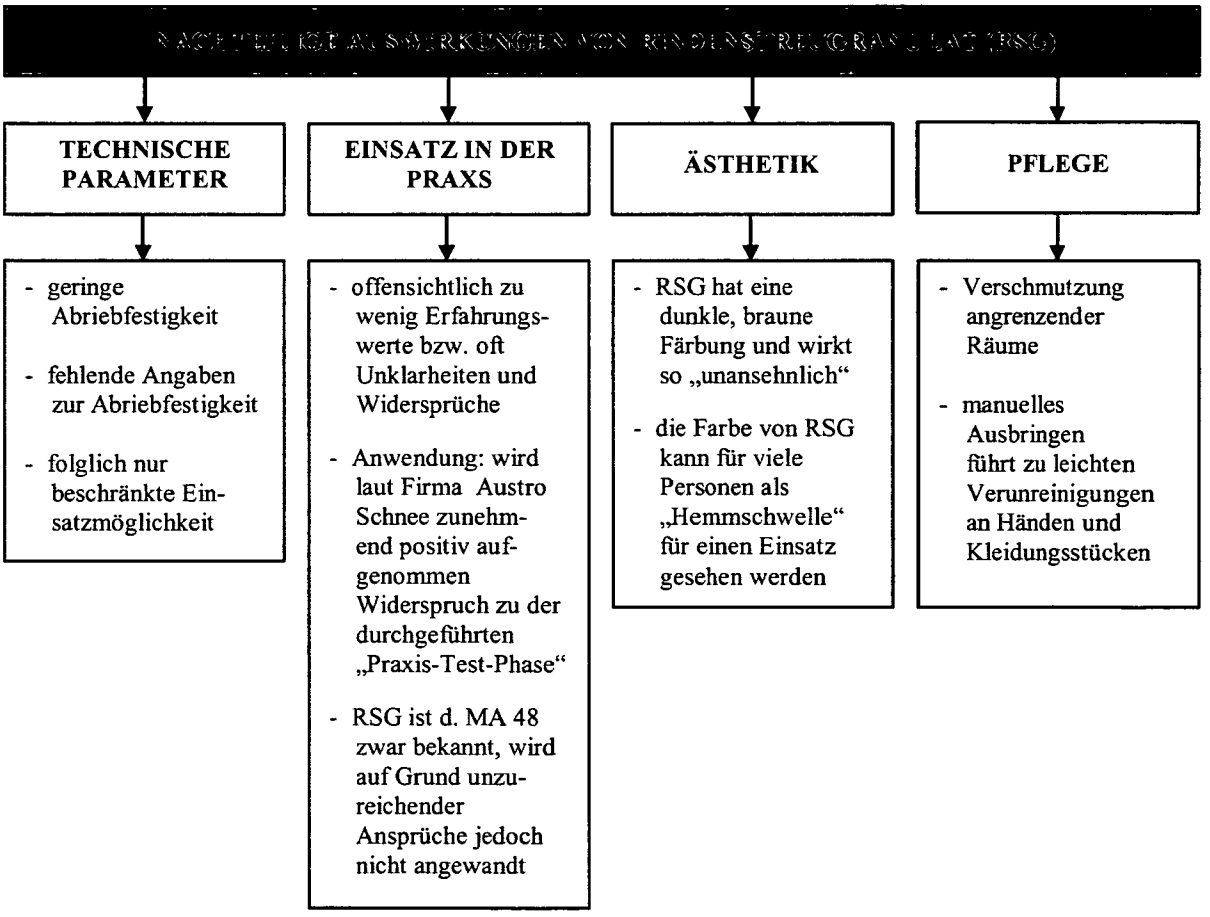


Abbildung 21: nachteilige Auswirkungen von Rindenstreugranulat – ein Überblick; Quellen: AS, 2004 und absolvierte Praxistest-Serie, 2006

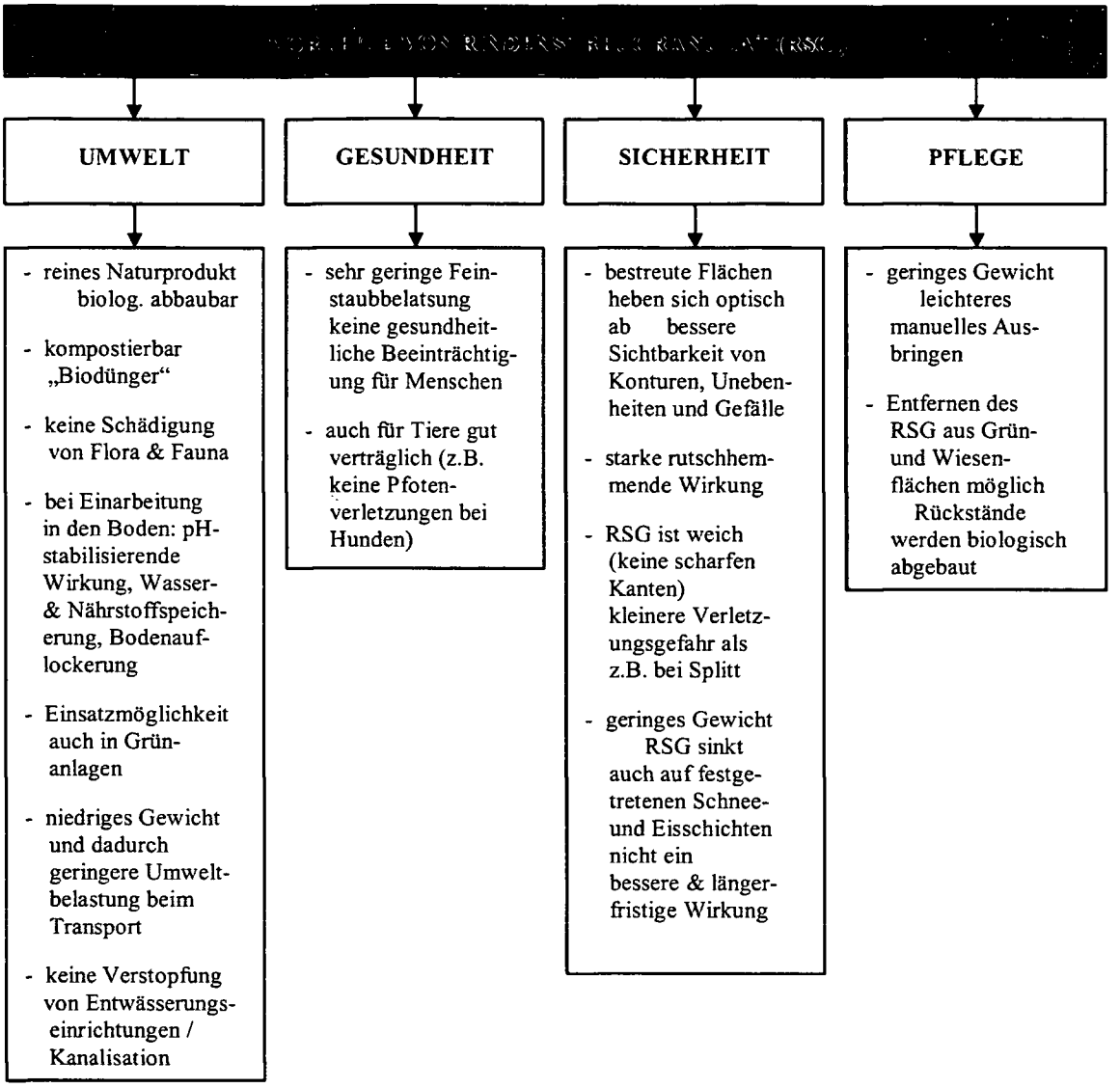


Abbildung 22: Vorteile von Rindenstreugranulat – ein Überblick; Quellen: AS, 2004 und absolvierte Praxistest-Serie, 2006

Das Rindenstreugranulat im Praxistest (Praxistest-Serie 2006)

Um einen Einblick in Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Rindenstreugranulat in der Praxis zu bekommen, wurden im Zuge dieser Diplomarbeit mit einer – von der Firma AUSTRO-SCHNEE zur Verfügung gestellten – Probe kleine Tests durchgeführt. Als Versuchsfläche dienten ein asphaltierter Gehsteig und eine abschüssige Wiesenfläche im Garten eines Reihenhauses im 19. Wiener Gemeindebezirk.

Auf den eben erwähnten Flächen wurden ca. 15 cm Neuschnee manuell geräumt und anschließend das Rindenstreugranulat als abstumpfendes Streumittel zur Glättebekämpfung aufgebracht. Es erfolgte eine Begehung sowie eine optische Begutachtung durch unterschiedliche Testpersonen. Dabei hatten fünf Leute aus dem Familien- und Freundeskreis die Aufgabe, die Versuchsflächen nach folgenden Parametern zu betrachten:

- rutschhemmende Wirkung des Materials bei der Begehung
- Ästhetik / optischer Eindruck von RSG
- manuelles Ausbringen von RSG
- Entfernen des Materials

Es folgt eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse der Praxistests:

Im Merkblatt „Streumaterial und Verkehrssicherheit auf Fußwegen" der Firma AUSTRO-SCHNEE wird die rutschhemmende Wirkung bei Schnee und Eis mit „stark" und bei Regen mit „mittel" angegeben. Die Betrachtung der Versuchsergebnisse der Praxistests bestätigt eine „deutliche rutschhemmende Wirkung" des Rindenstreugranulates. Verglichen mit dem ungestreuten Gehsteig des Nachbargrundstückes bringen jene im Zuge der Tests mit RSG bestreuten Flächen eindeutige Vorteile mit sich: es wird sogar auf eisigen Stellen oder der leicht abschüssigen Wiesenfläche ein sichtlich besserer Halt erzielt. Auch der Einsatz im Bereich einer Stiegenanlage kann als äußerst erfolgreich angesehen werden.

Zudem brachte die optische Begutachtung ein einschlägiges Ergebnis: das braune Rindenstreugranulat hebt sich von der weißen Winterlandschaft deutlich ab (vgl. Abb. 23). Im Endeffekt kann die auffällige Farbe dieses Streumittels nicht geleugnet werden. Die Aussagen der Testpersonen reichen von „gewöhnungsbedürftig" bis „unansehnlich". Dieser Aspekt spielt jedoch meiner Meinung nach gerade bei der Anwendung auf Wegen eine eher untergeordnete Rolle. Beim Bestreuen von zahlreichen Abstellflächen eines großen Parkplatzes, ist dieser Punkt hingegen sicherlich nicht zu unterschätzen.

Abbildung 23: Rindenstreugranulat im Praxistest; manuell geräumter und anschließend mit RSG betreuter Gehsteig in Wien; März 2006

Dennoch sollte in diesem Zusammenhang auch auf die im Informationsblatt „AS-Streugranulat – Endlich eine Alternative zu Salz und Splitt" von der Firma AUSTRO-SCHNEE angeführten Sicherheitsaspekte verwiesen werden; demnach heißt es: „Bestreute Flächen sind optisch gut erkennbar". Die im Rahmen des durchgeführten Praxistests gemachten Fotos (vgl. Abb. 24 und Abb. 25) bestätigen diesen Aspekt. Sowohl die Wegführung als auch Konturen oder Unebenheiten werden nach dem Bestreuen mit Rindenstreugranulat deutlich sichtbarer und erhöhen somit den Sicherheitseffekt. Hinzu kommt folgender Gedankengang aus dem Buch „Umweltauswirkungen abstumpfender Streustoffe im Winterdienst" von Karl MORITZ aus dem Jahr 1999: „Dunkle

Streustoffe absorbieren mehr Sonnenenergie, erwärmen sich und schmelzen so leichter die abzustumpfende Glätteschicht".

Abbildung 24: Rindenstreugranulat im Praxistest; manuell geräumter Gartenweg ohne Streuung; Garten im 19. Bezirk; Wien; März 2006 Untergrund: Wiese; keine Streuung schlecht sichtbare Konturen

Abbildung 25: Rindenstreugranulat im Praxistest; Gartenweg bestreut mit Rindenstreugranulat; Garten im 19. Bezirk; Wien; März 2006 Untergrund: Wiese; manuell geräumt; bestreut mit Rindenstreugranulat besser sichtbare Konturen, Unebenheiten

Für die Beseitigung des Rindenstreugranulates verwendet die Firma AUSTROSCHNEE beispielsweise Laubblasgeräte, mit denen das trockene Rindenstreugranulat auf einen Haufen geblasen werden kann. Inwieweit diese Methode in der Praxis, speziell auch auf Vegetationsflächen, funktioniert, kann Gegendstand weiterer Untersuchungen sein. Im Zuge der durchgeführten Praxistests wurde mit dem Ausrechen des Granulates eine mögliche Alternative getestet. Mit Hilfe eines einfachen Plastikrechens funktionierte die Entfernung des Rindenstreugranulates aus einer Wiesenfläche recht gut, dennoch war es nicht möglich das gesamte Streugut wieder einzusammeln. Die verbleibenden Rückstände, werden jedoch biologisch abgebaut und stellen in geringen Dosierungen kein Problem dar. Die Beseitigung des Rindenstreugranulats vom asphaltierten Gehsteig verlief hingegen problemlos – es wurde einfach mittels Besen zusammengekehrt, mit einer Schaufel aufgenommen und anschließend beseitigt.

Abschließend sei noch der folgende Aspekt erwähnt: nach dem bereits genannten Merkblatt „Streumaterial und Verkehrssicherheit auf Fußwegen" wird das – 1990 erstmals eingesetzte – Rindenstreugranulat „von Passanten und Kunden zunehmend positiv" aufgenommen und „hat inzwischen österreichweit Verbreitung gefunden" (AS, 2004). Dieser Satz ist gemäß den oben angeführten Erkenntnissen mit Vorsicht zu genießen. Teilweise ist das Rindenstreugranulat in der Praxis gar nicht bekannt, teilweise wird es nicht eingesetzt. Außerdem wurde im Zuge der durchgeführten Praxistests in erster Linie die braune Farbe des Rindenstreugranulats bemängelt und das Material somit nicht kritiklos akzeptiert.

Resümee

Beim Rindenstreugranulat handelt es sich um ein reines Naturprodukt, das für den Einsatz im Grünflächenbereich geeignet ist. Ähnlich wie beim Blähton ist eine Anwendung – auf Grund der geringen Abriebfestigkeit – wohl Fußwegen in Garten- und Parkanlagen vorbehalten. Als ein Vorteil gegenüber den anderen abstumpfenden Streumitteln kann jene, verhältnismäßig leichte, Beseitigung des Rindenstreugranulats aus Grün- und Wiesenflächen angesehen werden. Der Einsatz von Rindenstreugranulat auf Schotterrasenwegen ist demnach möglich.

Zusammenfassung: Eintrag abstumpfender Streumittel auf Schotterrasenflächen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich auf Schotterrasenflächen neben der mechanischen Schneeräumung (vgl. Kapitel 4.3.5.3) auch das Streuen von abstumpfenden Mitteln als problematisch erweist. Dafür sind einerseits die Abriebeigenschaften der Materialien und andererseits das Entfernen der Streustoffe nach erfüllter Aufgabe ausschlaggebend – in Wien gemäß § 8 (2) der Winterdienstverordnung 2003 gesetzlich vorgeschrieben (vgl. Kapitel 4.3.6.1 – Unterpunkt a) Splitt).

Basierend auf den durchgeführten Recherchearbeiten ergibt sich zum derzeitigen Zeitpunkt das in Tabelle 6 dargestellte Ergebnis.

ABSTUMPFENDE STREUMITTEL AUF SCHOTTERRASENFLÄCHEN		
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]		Kapitel 4.3.6.1 Unterpunkt a)
[redacted]	**Blähton**	Kapitel 4.3.6.1 Unterpunkt b)
Rindenstreugranulat	**Rindenstreugranulat**	Kapitel 4.3.6.1 Unterpunkt c)
Legende		
[redacted]		
bedingt geeignet		

Tabelle 6: abstumpfende Streumittel und ihre Eignung zur Anwendung auf Schotterrasenflächen – eine Zusammenfassung

Auf Schotterrasenparkplätzen können zur Glättebekämpfung somit weder Splitt noch Blähton eingesetzt werden. Auch Rindenstreugranulat ist nur bedingt geeignet. Dafür ist zum einen die Einkehrpflicht verantwortlich, zum anderen die geringe Abriebhärte der Materialien. So gestaltet sich

beispielsweise das Beseitigen von Splitt aus Grün- und Wiesenflächen in der Praxis äußerst zeitaufwendig und mühsam, da dies fast nur händisch möglich ist. Zudem weisen Blähton und Rindenstreugranulat eine niedrige Abriebfestigkeit auf und sind aus diesem Grund einer Anwendung im Fußgängerbereich vorbehalten.

Dennoch sind – nicht zuletzt auf Grund der Einkehrpflicht – auch Blähton und Rindenstreugranulat für einen Einsatz auf Schotterrasenwegen nur bedingt geeignet. Vor allem bei Blähton sind einige Versuche bezüglich der Beseitigung dieses abstumpfenden Streumittels erstrebenswert. Geteilte Meinungen existieren in der Praxis über die Verwendung von Rindenstreugranulat. So könnte sich beispielsweise die braune Färbung dieses Materials als problematisch erweisen – eine weiße Schotterrasenfläche würde sich in einen „riesigen braunen Fleck" verwandeln. Dies bringt zwar eine Erhöhung des Sicherheitsaspektes mit sich, wirkt jedoch für viele Personen äußerst unansehnlich.

Abgesehen von der offensichtlichen Problematik der Glättebekämpfung auf Schotterrasenflächen, stellt sich für mich abschließend noch die Frage, ob eine Streuung von unversiegelten Flächen wie Schotterrasen überhaupt sinnvoll ist. Die aus kantigem Schottermaterial bestehende Vegetationstragschicht bildet zusammen mit dem Pflanzenbewuchs eine raue Oberfläche und führt so – abhängig von der Schneehöhe – zu einer Art „natürlichen Streuung". In diesem Sinne bedeutet es fast einen Widerspruch diese Flächen zu streuen.

Wie dem Kapitel 4.3.5.2 entnommen werden kann, besteht jedoch nach der österreichischen Gesetzeslage eine eindeutige Verpflichtung zur Schneeräumung und anschließenden Glättebekämpfung. Wie sich allerdings im Zuge der Recherchetätigkeit herausgestellt hat, ist eine winterliche Betreuung von Schotterrasenflächen fast nicht möglich. Welche Auswirkungen dieser Aspekt auf den möglichen Einsatzbereich von Schotterrasen mit sich bringt, wird kurz in Kapitel 4.3.7 „Problemzonen und daraus resultierende Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen" angesprochen.

Letztendlich kann festgehalten werden, dass – sofern es die gesetzliche Lage zulässt – auf Grund der gegebenen Problematik auf eine winterliche Betreuung von Schotterrasenflächen verzichtet werden sollte. Im Winter beispielsweise nicht gestreut sind in der Praxis teilweise die Parkplätze von Lift- und Gondelanlagen in Schigebieten. Die unbedingte Notwendigkeit scheint also nicht gegeben zu sein…

4.3.6.2 Der mögliche Eintrag von Auftaumitteln auf Schotterrasenflächen und seine Auswirkungen

Dieses Unterkapitel beschäftigt sich mit gängigen Auftaumitteln im Winterdienst, versucht ihre Funktionsweise darzulegen und anschließend mögliche Auswirkungen auf die Schotterrasenbauweise zu erläutern. Im Hinblick auf das Thema „Schotterrasen" wird dabei das Hauptaugenmerk speziell auf Gräser und Kräuter gerichtet.

Funktion und Definition von Auftaumitteln

Im Winter wird die Verkehrssicherheit durch Fahrbahnglätte besonders beeinträchtigt. Einen wirksamen Schutz gegen Glätte bilden Auftaumittel, die durch chemische Prozesse Eis und Schnee zum Schmelzen bringen.

Gemäß § 2 Abs. 1 der Winterdienstverordnung 2003 werden Streumittel mit auftauender Wirkung folgendermaßen charakterisiert:

> „Auftaumittel sind auftauende, wasserlösliche Streumittel, die auf Grund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften den Gefrierpunkt von Wasser herabsetzen. (...)" (WINTERDIENSTVERORDNUNG, 2003)

Auftaumittel in der Praxis – Arten und Eigenschaften

Die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab.7) gibt einen groben Überblick über geläufige Auftaumittel, deren Eigenschaften und mögliche Einsatzbereiche.

Wie bereits in Kapitel 4.3.5.2 (Gesetzliche Grundlagen) erwähnt wurde, regelt in Wien die so genannte „Winterdienstverordnung 2003" u. a. eine gezielte und sparsame Verwendung bestimmter Auftaumittel. Die Farbcodierung der Tabelle soll zusätzlich einen ersten Einblick in jene auftauenden Mittel ermöglichen, die in Wien erlaubt bzw. verboten sind (vgl. „Legende" am Ende der Tabelle).

Auftaumittel	chemische Bezeichnung	häufiger Anwendungs-bereich	wirtschaftl. vertretbarer Einsatzbereich	Verbrauch / Menge	negative Aspekte	positivie Aspekte
Kaliumcarbonat	K_2CO_3	z.B. im Grünflächen-bereich; auf Verkehrsflächen mit angrenzendem Baumbewuchs (z.B. Wienerwald- bereich)	bis -5 °C	19 g / m²	8-fache Kosten gegenüber Natriumchlorid (NaCl); neigt bei Mischung mit Dolomit od. Kalk zur Verklumpung; lange Lieferzeiten; schwächere Wirkung als NaCl	umweltfreundliche Alternative zu "Salz"; Düngeeffekt (Kalium); geringere Pflanzen-schädigung als bei NaCl; nur leicht korrosive Wirkung; vorbeugende Verwendung erlaubt
Feuchtsalz	*Mischung aus NaCl, CaC_2 und MgC_2*	Fahrbahnen; Einsatzgrenzen hängen vom Mischungs-verhältnis & Chemismus ab	etwa zwischen -10 und -15 °C	allgemein: bis zu 30 % geringere Mengen	Umstellung des gesamten Fuhrparks notwendig	vorbeugende Verwendung; geringere Mengen reichen aus; wirkt auch unter -10 °C; starkes Haftvermögen; kleinere Verluste durch Wind und Verkehr
Natriumchlorid	NaCl	Fahrbahnen; Gehsteigbereich; vorwiegend bei Eisregen & anhaltenden Schneefällen	bis -5 °C wirtschaftlich einsetzbar	bis -5 °C etwa 40 g NaCl/m²; ist aber auch von der Eis- bzw. Schneemenge abhängig	Schädigung von Bäumen & Sträuchern; Bodenstruktur-verschlechterung; Korrosionswirkung; mögliche Reizung von Haustieren (Pfoten)	langsam einsetzende, aber dafür anhaltende Tau-wirkung; die Dauer der Tauwirkung ist aber auch von Art und Menge der Niederschläge abhängig
Calciumchlorid	$CaCl_2$	vorwiegend bei Eisregen & anhaltenden Schneefällen	bis etwa -15 °C	bei -10 °C etwa 90 g CaCl/m² im Gehsteigbereich; auf Straßen bei -10 °C etwa 12 g CaCl/m²	ähnliche Probleme wie bei NaCl	schneller einsetzende Tauwirkung; Vorteile in Mischsystemen

Tabelle 7: Auftaumittel und ihre Eigenschaften (Teil 1) – eine tabellarische Zusammenfassung; Informationen basierend auf der Winterdienstverordnung 2003; AS, 2005; SPET, o. A.

Auftaumittel	chemische Bezeichnung	häufiger Anwendungs-bereich	wirtschaftl. vertretbarer Einsatzbereich	Verbrauch / Menge	negative Aspekte	positivie Aspekte
Calzium-Magnesiumacetat	$Ca(CH_3COO)_2$ x 2 H_2O & $Mg(CH_3COO)_2$ x 4 H_2O	als Taumittel	wirtschaftlich bis etwa -4 °C	30 g / m²	hohe Kosten; geringere Gefrierpunktsverminderung; schlechte hygroskopische Eigenschaften	geringere Korrosionsrate; gute Pflanzenverträglichkeit; biologisch abbaubar
Formamid & Tetrakalium-diphosphat	/	/		/	unzureichende Tauwirkung; extrem hohe Kosten	/
Ammoniak & Ammonium-verbindungen	/	Auftaumittel	/	/	umweltgefährdend; nicht ökonomisch; Gefahr der Überdüngung; Korrosionsangriff auf Beton	/
Alkohole & Glykole	/	Eisbekämpfung und Pistenenteisung auf Flughafen	/	/	giftig; leicht entflammbar; umweltgefährdend; belasten Kläranlagen & Böden; extrem hohe Kosten	keine korrosive Wirkung; verschont Metalle & Beläge (wichtig für Flugsicherheit); höhere Taugeschwindigkeit als NaCl
Technischer Harnstoff ($CO(NH_2)_2$)	$CO(NH_2)_2$	Pistenenteisung auf Flughäfen; Anwendung ist auch im Gehsteigbereich dokumentiert (z.B. gemischt mit Blähton)	bis -3 °C wirtschaftlich	doppelte Mengen wie bei NaCl	Grundwassergefährdung; Überdüngungserscheinungen bei Pflanzen & Böden; belastet Kläranlagen	gute Lagerfähigkeit; wenig korrosiv

Legende

(zur vorbeugenden Verwendung) ***in Wien erlaubt***

in Wien eingeschränkt erlaubt *(gemäß Winterdienstverordnung 2003)*

in Wien generell verboten *(b*zw. nicht geeignet)

(*) ..... siehe Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 8: Auftaumittel und ihre Eigenschaften (Teil 2) – eine tabellarische Zusammenfassung; Informationen basierend auf der Winterdienstverordnung 2003; AS. 2005; SPET. o. A.

Im Weiteren folgt eine Auseinandersetzung mit möglichen Auswirkungen von Auftaumitteln auf die Vegetation von Schotterrasenflächen.

Auswirkungen von Auftaumitteln auf die Vegetation

Vorab sei angemerkt, dass sich die Literatur in erster Linie mit Salzschäden bei Gehölzen beschäftigt. Während Schadensbilder bei Bäumen und Sträuchern immer wieder beschrieben werden, tauchen hingegen Gräser und Kräuter im Zusammenhang mit auftauenden Mitteln in der Fachliteratur weit seltener auf. Dies mag auch daran liegen, dass sich – gemäß dem Artikel „Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt" von Hans Georg BROD aus dem Jahr 1993 – „Gräser (...) im allgemeinen salztoleranter als Holzgewächse verhalten".

Bezug nehmend auf das Thema „Schotterrasen" wird im Folgenden ausschließlich zu Gräsern und Kräutern Stellung genommen. Die Auswirkungen auftauender Mittel auf Gehölze müssen bei Bedarf der entsprechenden Fachliteratur entnommen werden.

Mögliche Schadsymptome bei Gräsern und Kräutern

Die bereits zuvor angeführte Definition von Auftaumitteln lässt erkennen, dass eine Anwendung dieser Substanzen auf Vegetationsflächen nicht zulässig ist. Auch die FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" aus dem Jahr 2000 macht deutlich, dass „auf den Einsatz von Streusalz wegen der pflanzenschädigenden Auswirkungen zu verzichten ist (...)" (FLL, 2000).

Anschließend folgt eine Auflistung möglicher Schadsymptome, die durch Salzeinwirkung bei Pflanzen auftreten kann:

- deutliche Wachstumseinbußen bei salzindifferenten und halophoben Pflanzen (vgl. LARCHER, 1994; LERCH 1991)
- Hemmung des Wurzelwachstums (vgl. LARCHER, 1994; LERCH, 1991)
- verspäteter bzw. verkümmerter Knospenaustrieb (vgl. LARCHER, 1994; LERCH 1991)
- kleine Blätter (vgl. LARCHER, 1994; LERCH 1991); kleiner Spross (vgl. LERCH, 1991)
- Wurzel-, Knospen-, Blattrand- und Sprossspitzennekrosen; vergilbte Blätter bis hin zum vorzeitigen Absterben ganzer Sprossbereiche (vgl. LARCHER, 1994; LERCH, 1991)
- Funktionsstörungen des Organismus; z.B. Einschränkung der Photosynthese (vgl. LARCHER, 1994)

Detaillierte Ausführungen zum Themenbereich „Salz“ bzw. „Salzstress und Pflanzen“ können den Büchern „Ökophysiologie der Pflanzen“ von Walter LARCHER aus dem Jahr 1994 und „Pflanzenökologie“ von Gerhard LERCH aus dem Jahr 1991 entnommen werden.

In seinem Artikel „Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt“ listet auch Hans Georg BROD 1993 Schadsymptome auf, die infolge der Salzeinwirkung an Gräsern entstehen können:

- von den Blattspitzen ausgehende Bleichungen der Blattspreite durch den
- Chlorophyllabbau (SKIRDE, 1970)
- trockene Blattspitzen & -ränder Chlorosen und Nekrosen (KIANG, 1974)
- nach innen fortschreitender Wachstumsrückgang (KIANG, 1974)
- dunklere grüne Farbe der Blätter durch Na-Überschuss (ZULAUF, 1966; WESTING, 1969)

Es zeigt sich somit, dass bei einer Anwendung von Auftausalzen im Winterdienst negative Auswirkungen auf die krautige Vegetation zu erwarten sind. Gemäß dem Buch „Pflanzenökologie“ von Gerhard LERCH aus dem Jahr 1991 hängt die Schadwirkung davon ab, „wie viel Salz durch die Epidermis und sonstigen Abschlussgewebe in die oberirdischen Pflanzenorgane eindringt und von deren Zellen vertragen wird“.

Salztoleranz von Gräsern und Kräutern

Die nebenstehende Tabelle (vgl. Tab.9) gibt einen Überblick über die Salztoleranz verschiedener Grasarten. Salztolerante Rasen werden vor allem an tausalzgefährdeten Straßenrandzonen eingesetzt. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass es durchaus salztolerante Gräser gibt, die in der Praxis auch bei der Schotterrasenbauweise Verwendung finden.

Salztoleranz	Gräserarten
Gut salztolerant bis teilresistent	Festuca rubra trichophylla, Agrostis stolonifera, Lolium perenne
Teilresistent bis mäßig salztolerant	Festuca rubra rubra, Festuca vallesiaca pseudovina, Poa pratensis, Festuca ovina tenuifolia, Festuca ovina duriuscula
Wenig salztolerant	Festuca rubra communata, Agrostis canina, A.tenuis, Poa annua

Tabelle 9: Salztoleranz verschiedener Grasarten (SKIRDE, 1979)

Am Standort „Schwackhöfer-Haus“ (vgl. Kapitel 6.3.4.2) wurden beispielsweise mit Festuca rubra trichophylla und Lolium perenne zwei Grasarten angesät, die nach SKIRDE (1979) „gut salztolerant bis teilresistent“ sind. Ebenfalls in der Saatgutmischung des Schotterrasenparkplatzes „Schwackhöfer-Haus“ enthalten sind die „teilresistent bis mäßig salztoleranten“ Arten Festuca rubra rubra, Festuca ovina duriuscula und Poa pratensis.

Zudem weisen laut dem Artikel „Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt" salztolerante Gräser neben einer erhöhten Resistenz auch ein größeres Regenerationsvermögen auf (vgl. BROD, 1993) – ein wichtiger Faktor für den Einsatz in der Praxis. Außerdem ist bei der Verwendung einzelner Arten darauf zu achten, dass bereits innerhalb einer Art Unterschiede in der Salzverträglichkeit bestehen können. Letztendlich muss noch angemerkt werden, dass die Anwendung von Auftausalzen eine Änderung der Artenverteilung mit sich bringen kann.

Auftaumittel und ihre Auswirkungen auf Gräser und Kräuter

Auftaumittel beeinflussen die Vegetation auf unterschiedlichste Art und Weise: sie können einerseits als Lösung über den Boden einwirken und andererseits als Spritzwasser oder Staub durch die direkte Einwirkung auf oberirdische Pflanzenorgane Kontaktschäden verursachen.

Bedingt durch ihre Wirkungsweise, haben ausgebrachte Auftaumittel eine sehr gute Löslichkeit und können so über die Entwässerungssysteme der Straßen in Vorfluter gelangen oder direkt in Boden und Grundwasser versickern. In der Folge entstehen erhöhte NaCl-Konzentrationen in der Bodenlösung, die wiederum zu ausgeprägten Krankheitssymptomen bei Pflanzen führen können. „Hohe Salzkonzentration belastet die Pflanzen über die osmotische Wasserbindung und durch spezifische Ionenwirkungen" (LARCHER, 1994). Na- und Cl-Ionen gelangen in den Boden und werden von dort über die Wurzeln aufgenommen, gespeichert und weitertransportiert. Es kommt zum Überschuss an Na^+ und Cl^-, in der Folge entstehen Ionenungleichgewichte und letztendlich Funktionsstörungen und Schädigungen des Organismus der Pflanze. Vor allem im innerstädtischen Bereich wirkt Tausalz fast ausschließlich über den Boden. So stellten beispielsweise RUGE und STACH 1968 in Untersuchungen fest, dass als Hauptursache für Salzschäden an Straßenbäumen die Bodenversalzung angesehen werden kann. Salzhaltiges Schmelzwasser versickert aber auch im außerörtlichen Bereich und verursacht dort Schäden. So treten laut SKIRDE (1978) und SCHWEIZER (1973) Salzschäden vor allem am Grasbestand des Mittelstreifens von Autobahnen auf, da dort die Fahrbahnabwässer versickern.

Vegetationsschäden, die durch das Versickern von salzhaltigem Schmelzwasser entstehen, werden einerseits durch gesetzliche Grundlagen (vgl. auch Kapitel 4.3.5.2) entschärft und können andererseits mit Hilfe von baulichen Maßnahmen weiter reduziert bzw. gänzlich vermieden werden. Dabei geht es in erster Linie darum, das Eindringen von Tausalz in den Wurzelbereich der Pflanzen zu verhindern. Mittels planerischem Geschick und technischem Know-how können auf einem Schotterrasenparkplatz beispielsweise die aus Schotterrasen gebauten Abstellflächen gegenüber den asphaltierten Zufahrtswegen leicht erhöht errichtet werden. GLATZEL und KRAPFENBAUER empfehlen 1975 wasserdichte Bordsteine mit einer Mindesthöhe von 25 cm, um Tausalz aus dem Wurzelbereich der

Straßenrandvegetation fernzuhalten. So ergibt sich in Verbindung mit einer entsprechenden, umweltschonenden Ableitung der Straßenabwässer die Möglichkeit, das Risiko eines Eintrages verunreinigter Fahrbahnabwässer auf die Schotterrasenflächen zu reduzieren bzw. zu verhindern.

Weiters treten nach dem Artikel „Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt" von Hans-Georg BORD (1993) **Kontaktschäden durch Tausalze** an Pflanzen in erster Linie entlang jener Straßen auf, wo hohe Geschwindigkeiten gefahren werden. Dabei wirbeln Kraftfahrzeuge das salzhaltige Schmelzwasser auf, verspritzen es in Richtung Rand- und Mittelstreifenvegetation, wo es sich anschließend an oberirdischen Pflanzenteilen ablagert. Gemäß § 20 Absatz 2 der Straßenverkehrsordnung (StVO) sind in Österreich auf Autobahnen Höchstgeschwindigkeiten von 130 km/h zulässig, auf Autostraßen 100 km/h und im Ortsgebiet lediglich 50 km/h. Exakte Geschwindigkeitsangaben für Parkplätze konnten im Zuge der Recherchetätigkeit nicht gefunden werden. Eine Wohnstrasse kann jedoch als „verkehrsberuhigter Bereich" angesehen werden und stellt somit am ehesten eine Vergleichsmöglichkeit mit Parkplätzen dar. Gemäß § 76a und 76b der StVO dürfen z.B. Wohnstrassen und Fußgängerzonen nur in Schrittgeschwindigkeit befahren werden. Die Geschwindigkeitsangaben für die Definition des Begriffes „Schrittgeschwindigkeit" variieren stark. Auf der Internet Homepage des ADAC (Stand: Februar 2007) wird die Schrittgeschwindigkeit in Wohnstrassen mit 4-7 km/h angegeben. Am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus existiert eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 10 km/h. Da sich Kontaktschäden – gemäß dem oben angeführten Artikel – jedoch auf Straßen des außerörtlichen Bereichs mit höheren Fahrgeschwindigkeiten beschränken, lässt dieser Aspekt darauf schließen, dass Pflanzenschäden, die aus der direkten Einwirkung von Auftaumitteln auf oberirdische Pflanzenteile resultieren, auf Schotterrasenparkplätzen nicht zu erwarten bzw. vernachlässigbar gering sind. Das Schadensausmaß bei Kontaktschäden hängt nach SAUER (1967) sowohl von der versprühten Menge, dem Zeitpunkt des Besprühens, den Witterungsbedingungen als auch von der Pflanzenart ab.

Abschließend seien noch die folgenden Aspekte der „Winterdienstverordnung 2003" (gültig für Wien) angeführt, die vor allem für den innerstädtischen Bereich interessant sind. Diese Ausschnitte sollen das Bewusstsein wecken, dass es durchaus gesetzliche Einschränkungen und Verordnungen im Hinblick auf den Einsatz von Auftaumitteln gibt und diese auch in unmittelbarem Zusammenhang mit der unversiegelten Bodenbefestigung einer Schotterrasenbauweise stehen können.

> „Auf allen für den öffentlichen Fußgängerverkehr bestimmten Verkehrsflächen (z.B. Gehsteige, Gehwege) dürfen im Abstand von zehn Metern zu unversiegelten Bodenoberflächen keine Auftaumittel verwendet werden, die als Wirkstoff natrium- oder halogenidhältige Substanzen enthalten, (...)."

> Weiters wird festgehalten, dass „Auf den in der Anlage angeführten, für den öffentlichen Fahrzeugverkehr bestimmten Verkehrsflächen (z.B. Fahrbahnen, Radwege) keine Auftaumittel verwendet werden dürfen, die als Wirkstoff natrium- oder halogenidhaltige Substanzen enthalten, (...)."

Ausnahmeregelungen und weitere Details sind der „Winterdienstverordnung 2003" zu entnehmen.

Zusammenfassung: Eintrag von Auftaumitteln auf Schotterrasenflächen

Die bereits zuvor erwähnte FLL Richtlinie (2000) verbietet die Anwendung von Streusalz auf Schotterrasenflächen. Auch die „Winterdienstverordnung 2003" regelt in Wien den richtigen und sparsamen Einsatz von auftauenden Mitteln und trägt so zu einer umweltschonenden Anwendung dieser Substanzen bei.

Gemäß der durchgeführten Recherchetätigkeit haben Auftaumittel negative Auswirkungen auf die Vegetation zur Folge und somit ist auch das Verbot der Anwendung von Streusalz auf Schotterrasen durchaus gerechtfertigt. Besonders ausschlaggebend ist in diesem Zusammenhang die Aufnahme von salzhaltigem Schmelzwasser über die Bodenlösung. Kontaktschäden durch Spritzwasser spielen hingegen auf Parkplätzen auf Grund der geringen Fahrgeschwindigkeiten nur eine untergeordnete Rolle.

Bei der Errichtung von Schotterrasenflächen im Stadtgebiet ist vorwiegend darauf zu achten, dass verunreinigtes Schmelzwasser nicht im Wurzelbereich der Pflanzenbestände versickern kann. Demnach ist für eine entsprechende Ableitung der Straßenabwässer angrenzender Verkehrsflächen zu sorgen. Zudem gilt es die jeweilige Gesetzeslage zu beachten – so müssen im Raum Wien beispielsweise die Anforderungen der Winterdienstverordnung 2003 berücksichtigt werden.

Letztendlich zeigt die Betrachtung der „Problematik" von Auftaumitteln auf Schotterrasenparkplätzen, dass die Befürchtung von Einträgen weitaus geringer ist als zuvor angenommen. Streumittel mit auftauender Wirkung stellen auf Schotterrasenparkplätzen auf Grund der Gesetzeslage und der möglichen baulichen Maßnahmen keine unmittelbare Gefahr dar. Ob die rechtlichen Vorschriften jedoch eingehalten werden, ist schwer zu überprüfen.

4.3.6.3 Der Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen

Einleitend sollte erwähnt werden, dass Hundehaufen in nahezu allen (Groß-) Städten das Stadtbild prägen: sie sind auf Straßen, Gehsteigen und öffentlichen Plätzen ebenso zu finden wie auf Spielplätzen, dem Straßenbegleitgrün oder auf Rasen- und Wiesenflächen sowie in Parkanlagen. Besonders im Raum Wien liefert das Thema „Hundekot" ständiges Konfliktpotential und sorgt für Gesprächsstoff zwischen Hundebesitzern, Bürgern und Politikern. Im Rahmen dieses Unterkapitels wird versucht, die Gesetzeslage darzulegen und im Weiteren auf die möglichen Folgeerscheinungen durch den Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenflächen hinzuweisen.

Gesetzliche Grundlagen am Beispiel Wien

Die Rechtslage in Wien ist eindeutig: es existieren zahlreiche gesetzliche Grundlagen, die u. a. den Umgang mit Hundekot und die Verunreinigung von Straßen, Gehwegen oder Parkanlagen regeln. Demnach besteht **in Wien** grundsätzlich ein **Verbot von Verunreinigungen** bzw. eine **Entsorgungspflicht von Hundekot** durch den Hundehalter bzw. die Hundehalterin. Dennoch kommen nur wenige Hundebesitzer dieser verpflichtenden Aufgabe nach. Laut der Internet-Homepage www.hundekot.at kann als eine der möglichen Ursachen die fehlende Kontrolle und die damit verbundene mangelhafte Umsetzung dieser Gesetze im Raum Wien angesehen werden.

Gemäß der Auskunft der MA 58 gibt es **in Wien** keine eigenen „Einsatztrupps" zur Kontrolle der relevanten Rechtsvorschriften, es erfolgen lediglich mehr oder weniger regelmäßige Schwerpunktaktionen der Polizei. Einsichtige Personen werden jedoch oft nur ermahnt, gestraft werden eher die Uneinsichtigen. Das Strafausmaß ist nach der Straßenverkehrsordnung (§§ 92 und 99 Abs. 4) mit bis zu 72 EUR festgesetzt. Die Höhe der Strafe nach der Reinhalte- und Grünanlagenverordnung richtet sich nach § 108 der Wiener Stadtverfassung und beträgt maximal 700 EUR.

In Berlin führt hingegen neben der Polizei auch das Ordnungsamt während der Streifentätigkeit Ahndungen auf Grund von Nicht-Beseitigungen von Hundekot durch. Zudem besteht auch für Bürger die Möglichkeit, Beobachtungen über Verunreinigungen durch Hundekot schriftlich anzuzeigen. Gemäß dem Verwarngeldkatalog der bezirklichen Ordnungsämter für nichtverkehrsrechtliche Ordnungswidrigkeiten ist grundsätzlich ein Verwarngeld in Höhe von 35,00 EUR fällig – bei erneuter Nicht-Beseitigung ist auch die Festsetzung eines höheren Bußgeldes möglich.

Es folgt nun eine Auflistung der relevanten Gesetze und Verordnungen der Stadt Wien inklusive einer kurzen Stellungnahme:

- Grünanlagenverordnung
- Reinhalteverordnung
- Wiener Hundeführerscheinverordnung
- Wiener Tierhaltegesetz
- Straßenverkehrsordnung (§ 92)

Einleitend sei auf die **Wiener Hundeführerscheinverordnung** hingewiesen. **§ 2 (1)** verlangt im Zuge der Prüfung zum Theorieteil eindeutige Fragen aus den Themenbereichen der Hundehaltung, der tiergerechten Hundeausbildung sowie der relevanten Rechtsvorschriften. In diesem Zusammenhang werden u. a. das Wiener Tierhaltegesetz, die Grünanlagenverordnung, die Reinhalteverordnung sowie die Straßenverkehrsordnung angeführt. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass der Hundebesitzer über eine entsprechende Kenntnis der relevanten Gesetze verfügt.

Die so genannte **Grünanlagenverordnung** beschäftigt sich in **§ 7** mit der Hundehaltung. Gemäß **Absatz (2)** haben die Verwahrer von Hunden „dafür zu sorgen, daß die Tiere öffentlich zugängliche Parkanlagen nicht durch Kot verunreinigen" (GRÜNANLAGENVERORDNUNG, 1993). Laut dem **Absatz (3)** sind die gekennzeichneten Hundezonen von jenen, in Abs. 1 und 2 angeführten, Verboten ausgenommen.

Weiters ist gemäß **§ 1 (1)** der **Reinhalteverordnung** „Das Verunreinigen von im öffentlichen Gut stehenden Grundstücken, insbesondere der Straßen und Plätze, Gehwege, Unterführungen, Brücken, Straßenböschungen, Gräben und Flußufer sowie von in öffentlichem Eigentum stehenden Einrichtungen (...) verboten" (REINHALTEVERORDNUNG, 1982). Auch **§ 7 (3)** der **Reinhalteverordnung** kommt zu tragen – dieser besagt folgendes: „Verunreinigungen durch tierische Ausscheidungen in Gebäuden und Höfen hat der Tierhalter unverzüglich zu beseitigen" (REINHALTEVERORDNUNG, 1982).

Zudem existiert mit der **Straßenverkehrsordnung** eine weitere relevante Verordnung; so handelt **§ 92** von der Verunreinigung der Straße. Nach **Absatz 2** haben „Die Besitzer oder Verwahrer von Hunden dafür zu sorgen, daß diese Gehsteige und Gehwege sowie Fußgängerzonen und Wohnstraßen nicht verunreinigen" (BKA/RIS, 2005).

Trotz eindeutiger Gesetzeslage landen in Wien täglich schätzungsweise 20 Tonnen Hundekot auf den Straßen (vgl. www.natur-wien.at; 2003). Die ÖVP spricht sogar von 40 Tonnen Hundekot, die jeden Tag in der Bundeshauptstadt anfallen (vgl. www.wienweb.at; 2007). Laut Auskunft der Berliner Stadtreinigungsbetriebe verunreinigen auch in Deutschlands Hauptstadt Berlin täglich rund 55 Tonnen

Hundekot öffentliches Straßenland, Parkanlagen und Grünflächen. So entstehen häufige Konflikte zwischen Hundebesitzern, Bürgern, Anrainern und Politikern sowie zahlreiche Kampagnen über mögliche Lösungsansätze. Eine Betrachtung der Folgewirkungen von Hundehaufen zeigt, dass die Diskussionen durchaus gerechtfertigt sind.

Im Anschluss wird nun versucht, die möglichen Auswirkungen des Eintrags von Hundekot auf Schotterrasenflächen näher zu erörtern.

Der Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen

Begrünte Schotterrasenparkplätze bringen im dicht verbauten Stadtgebiet ökologische Vorteile mit sich und liefern ein optisch ansprechendes Bild. Betrachtet man jedoch die großen Mengen an Hundekot, die täglich im städtischen Raum anfallen, besitzen diese unversiegelten Flächen erhöhtes Potential für Verunreinigungen. Nicht zuletzt auf Grund des beengten Platzangebotes besteht gerade in stark versiegelten Gebieten die Möglichkeit des Eintrages von Hundekot auf Schotterrasenflächen. In diesem Zusammenhang sind vor allem zwei Fragen interessant: welche Auswirkungen sind auf diese ökologische Bauweise zu erwarten und wie kann Hundekot wieder entfernt werden? Es wird nun versucht, Antworten auf diese Fragestellungen zu finden.

Mögliche Auswirkungen von Hundekot auf Schotterrasenflächen

Einleitend muss vorweg genommen werden, dass sich im Internet zahlreiche Einträge zum Thema „Hundekot“ befinden. In erster Linie existieren Unterschriftenaktionen und so genannte „Hundstrümmerlpetitionen“ gegen Hundekot, allgemeine Presse- und Medienberichte zu diesem Thema sowie Maßnahmen für die Entsorgung von Hundehaufen. Im Zuge der Recherchetätigkeit gestaltete es sich jedoch als äußerst schwierig, brauchbare Informationen über die möglichen Auswirkungen von Hundekot aufzutreiben. In diesem Zusammenhang werden zwar Artikel und Meinungen über hygiene- und gesundheitlich bedingte Probleme ebenso aufgelistet wie die Folgeerscheinungen für die Landwirtschaft durch den Eintrag von Hundekot, die speziellen Auswirkungen auf die Vegetation werden – wenn überhaupt – nur kurz angedeutet bzw. gar nicht angesprochen.

Die auf der folgenden Seite dargestellte Abbildung 26 ermöglicht einen groben Einblick in die allgemeinen Folgeerscheinungen, die durch die Ausscheidungen von Hunden entstehen können.

Dabei zeigt sich, dass für Schotterrasenflächen sowohl relevante (grüne Kennzeichnung in der Grafik) als auch nicht relevante Auswirkungen (rote Darstellung in der Grafik) existieren. Der Hygiene- /

Gesundheitsaspekt kann im Hinblick auf die Schotterrasenbauweise ebenso vernachlässigt werden wie die Verunreinigung von Weideflächen. Weitaus interessanter gestalten sich die Auswirkungen der Verunreinigungen im Stadtgebiet sowie der Einfluss des Hundekots auf die Vegetation.

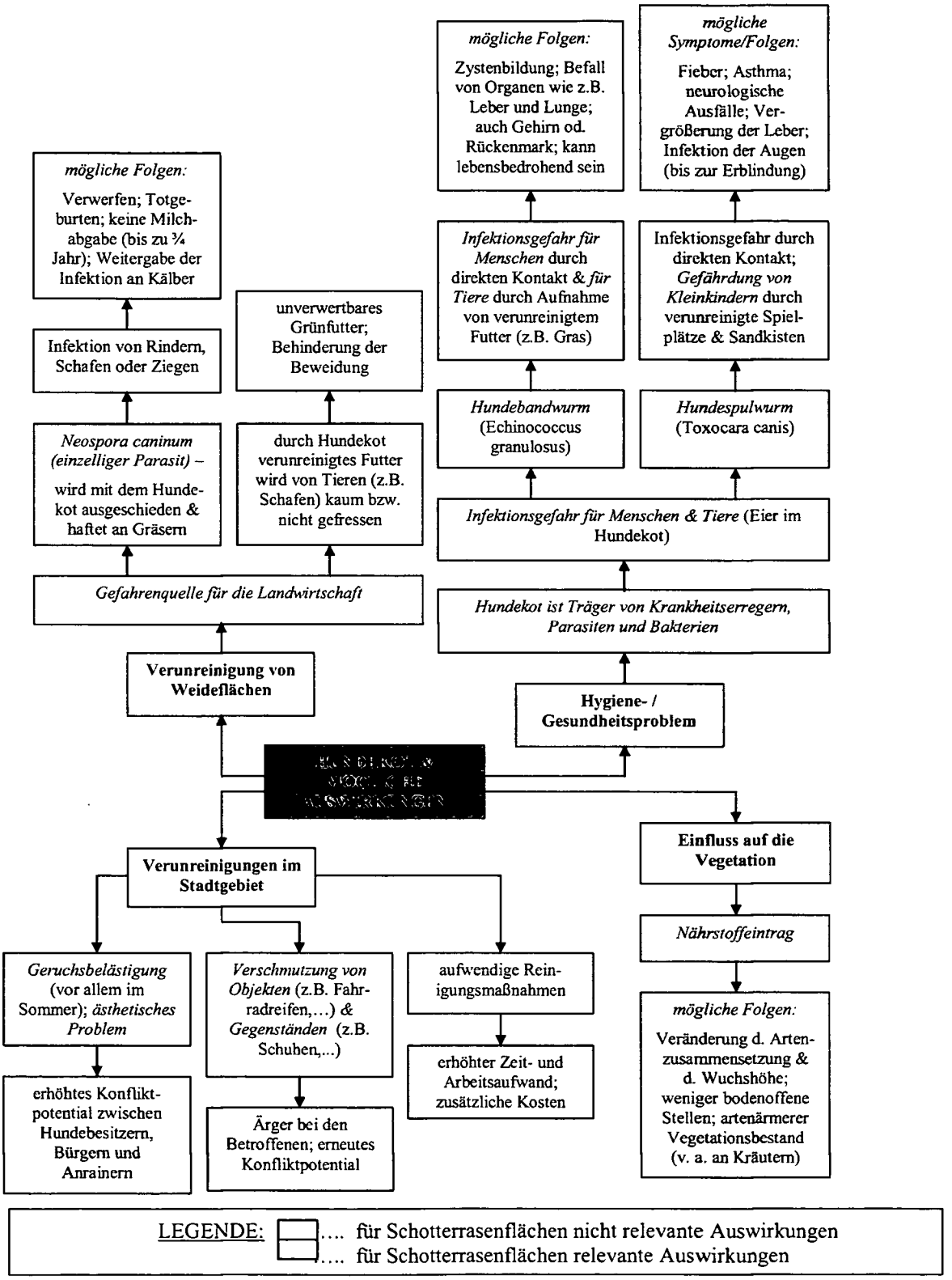


Abbildung 26: Mögliche Auswirkungen von Hundekot – ein allgemeiner Überblick; Grafik basierend auf Informationen und Recherchen aus dem Internet

Wie die Abbildung 26 zeigt, kommt es durch Hundekot nicht nur zu Verschmutzungen in Stadtgebieten, sondern auch zu **Verunreinigungen von Weideflächen**. Dieser Aspekt stellt zwar eine mögliche Gefahrenquelle für die Landwirtschaft dar, hat jedoch im Hinblick auf Schotterrasenflächen keine Bedeutung. Auf einem Schotterrasenparkplatz werden weder Rinder, Schafe oder Ziegen weiden, noch wird das Mahdgut als Tierfutter Verwendung finden.

Das **Hygiene- bzw. Gesundheitsproblem** darf zwar generell nicht unterschätzt werden, im Zusammenhang mit Schotterrasen ist es dennoch als äußerst gering bzw. unproblematisch einzustufen. So erfolgt eine Infektion vorwiegend über den direkten Kontakt – etwa durch Streicheln des infizierten Hundes oder durch das Abschlecken verunreinigter Finger. Betroffen sind in erster Linie Kleinkinder, die auf verunreinigten Spielplätzen oder Sandkisten beispielsweise mit jenen, im Sand befindlichen Eiern, in Berührung kommen oder Erde, Sand und Wasser über den Mund aufnehmen. Da auf einem Parkplatz spielende Kinder im Allgemeinen wenig verloren haben und vielmehr eine Gefahr darstellen, ist auch diesem Aspekt eine untergeordnete Rolle zuzuordnen.

Weitaus interessanter sind im Hinblick auf die Schotterrasenbauweise hingegen die allgemeinen Auswirkungen von **Verunreinigungen** durch Hundekot **im Stadtgebiet**.

Auf Grund des beengten Platzangebotes im städtischen Raum sowie der zuvor genannten Mengen an Hundekot, die jeden Tag anfallen, muss davon ausgegangen werden, dass in Städten errichtete Schotterrasenflächen als Hundeklo missbraucht werden. An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass derzeit jenen, im Jahr 2006 in Wien gemeldeten 50 282 Hunden, 117 Hundezonen zwischen 10 m² und 250 000 m² zur Verfügung stehen – insgesamt eine Fläche von 890 210 m² (vgl. ECKL; RAMHARTER, 2006). Der 4. Wiener Gemeindebezirk weist lediglich eine Hundezone auf, der 10.Bezirk hingegen fünfzehn (vgl. ECKL; RAMHARTER, 2006).

Die **Auswirkungen von Hundehaufen auf Schotterrasenparkplätzen** können mit den allgemeinen Folgen von Verunreinigungen durch Hundekot im Stadtgebiet gleichgesetzt und wie folgt beschrieben werden: einerseits kommt es zu einer **Geruchsbelästigung**, andererseits spielt der **ästhetische Aspekt** eine große Rolle. „Der Geruch des Kotes hängt von Futterart, Passagezeit (Fehlgärungen) und Wassergehalt ab“ (MEYER; ZENTEK, 1998). Unangenehm faulig riechender Kot wird beispielsweise bei der Fütterung von großen Mengen tierischer Eiweiße und zu geringer Rohfaserversorgung bei langsamer oder nur teilweiser Verdauung von eiweißhaltigen Komponenten abgesetzt (vgl. MEYER; ZENTEK, 1998). Weiters wirken die über Monate konservierten Ausscheidungen von Hunden vor allem im Frühling nach der Schneeschmelze äußerst unansehnlich. Zudem kann es durch eine große Anzahl an Hundehaufen zu einer **Verschmutzung von Gegenständen** kommen. So erweist es sich für Autofahrer beispielsweise häufig als schwierig, parkende Kraftfahrzeuge zu erreichen, ohne vorher in

einen Hundehaufen zu steigen. Sollte es tatsächlich zu einer Verunreinigung des Schuhwerks kommen, ist der Ärger verständlich und ein neuerlicher Konflikt vorprogrammiert. Weiters wird Hundekot in der Praxis aus Grün-, Rasen- und Wiesenflächen sowie dem Straßenbegleitgrün nur händisch entfernt (vgl. Unterpunkt Beseitigung von Hundekot auf Schotterrasenflächen). Je nach Standort und Zugänglichkeit sind somit **aufwendige Reinigungsmaßnahmen** mit Besen, Rechen und Schaufel notwendig, die von den jeweils zuständigen Betreuungs- und Verwaltungsorganen durchgeführt werden müssen. Vor allem auf großen, stark frequentierten und öffentlich zugänglichen Parkplätzen ist demnach ein zusätzlicher Arbeits- und Zeitaufwand bei den Pflegemaßnahmen zu berücksichtigen und zudem mit erhöhten Pflege- bzw. Instandhaltungskosten zu rechen.

In Abbildung 26 sind die **Auswirkungen** von Hundekot **auf die Vegetation** dargestellt worden. Im Hinblick auf die Vegetationstragschicht der Schotterrasenbauweise muss diesem Aspekt wohl die größte Bedeutung zugemessen werden. Aus diesem Grund wird im folgenden Unterpunkt separat auf das Problem „Hundekot und Vegetation" eingegangen.

Auswirkungen von Hundekot auf die Vegetation

Wie bereits zuvor erwähnt, war es im Zuge der Recherche trotz intensiver Nachforschungen nicht möglich, aktuelle Studien über die Auswirkungen von Hundekot auf die Vegetation zu finden. Dennoch gelang es letztendlich über das Natura 2000 Gebiet der Perchtoldsdorfer Heide, Daten einer Untersuchung über die Folgen des Eintrags von Hundekot im Heidegebiet aufzutreiben. Die Untersuchungen wurden im Februar und März 2006 im Zuge einer wissenschaftlichen Arbeit von Irene DROZDOWSKI mit dem Titel "Untersuchungen zu den Auswirkungen des Besucherdrucks Erholungssuchender auf die Vegetation und ausgewählte Faunenelemente von Trockenrasen am Beispiel der Perchtoldsdorfer Heide (NÖ)" durchgeführt, allerdings nicht publiziert. Eine Publikation dieser Untersuchungsergebnisse ist in Zukunft geplant, um die Informationen öffentlich zugänglich und somit für Interessierte auch verwertbar zu machen. Erste grobe Informationen über die Daten der Untersuchung zeigen, dass sich der Eintrag von Hundekot massiv auf die Vegetation der Perchtoldsdorfer Heide auswirkt.

Abbildung 27: Zählung der Hundehaufen auf der Perchtoldsdorfer Heide; März 2006; Quelle: Irene Drozdowski; bearbeitet: Stephan Maslowski

Von der Hundekotproblematik sind besonders die Bereiche in der Nähe des Parkplatzes betroffen – dieser Aspekt lässt darauf schließen, dass Hunde ihren Kot relativ schnell fallen lassen. Vor allem

entlang der Wege ist auf ca. 5 m breiten Streifen extrem viel Hundekot zu finden. Die Abbildung 27 dokumentiert die Situation vor Ort – die eher schlechte Bildqualität führt jedoch dazu, dass die Fähnchen, die zur Markierung der Hundehaufen verwendet wurden, nur schlecht zu erkennen sind. Aus diesem Grund wurde das Foto nachbearbeitet und die Hundehaufen für eine bessere Sichtbarkeit mit roten Pfeilen markiert. Alleine dieser Ausschnitt beherbergt 41 „Hundstrümmerln".

Laut der mündlichen und schriftlichen Auskunft von Irene DROZDOWSKI im März 2007 „hat der massive Eintrag von Hundekot auf der Perchtoldsdorfer Heide deutliche Auswirkungen auf die Vegetation". Eine Hochrechnung bei der Annahme von Mittelwerten bei Nährstoffgehalt und Kotmenge ergab zum Teil einen Stickstoffeintrag der deutlich höher ist als jener, der ohnehin schon über die Luft erfolgt. Gemäß der Informationen von Irene DROZDOWSKI konnten die folgenden Auswirkungen von Hundekot auf den Pflanzenbestand der Perchtoldsdorfer Heide beobachtet werden: die **Wuchshöhe der Vegetation ist** deutlich **höher**, der **Pflanzenbestand artenärmer** (vor allem an Kräutern) und es existieren **keine bodenoffenen Stellen**. Zudem kommt es durch die starke Eutrophierung zu einer **Veränderung der Artenzusammensetzung der Vegetation** (vgl. DROZDOWSKI, 2006; not published). In diesem Zusammenhang sei folgendes Beispiel angeführt: dort wo ursprünglich Halbtrockenrasen zu finden waren, sind beispielsweise Carex humilis, Pulsatilla grandis und Potentilla arenaria gänzlich verschwunden und von Adonis vernalis nur noch einzelne, verkümmerte Exemplare zu erkennen. Im Vergleich zum Halbtrockenrasen nimmt der Anteil folgender Arten stark zu: Arrhenatherum elatius, Artemisia vulgaris, Bromus erectus und Dactylis glomerata. Zudem finden sich Arten wie Carduus acanthoides, Taraxacum officinale, Linaria vulgaris, Hordeum murinum, Lolium perenne oder Polygonum aviculare (vgl. DROZDOWSKI, 2006; not published).

Diese Hundekotzählungen und Untersuchungen auf der Perchtoldsdorfer Heide zeigen, dass sich der Eintrag von Hundekot durchaus auf den Pflanzenbestand auswirkt. Aufgrund der charakteristischen Eigenschaften und der unterschiedlichen Standortansprüche einzelner Pflanzen, sind jedoch die möglichen Folgeerscheinungen von den ursprünglichen Vegetationsgesellschaften abhängig. An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass es sich die Vegetation der Perchtoldsdorfer Heide aus Trockenrasen- und Halbtrockenrasengesellschaften zusammensetzt. Die Bedingungen von Halbtrockenrasenstandorten können wohl annähernd mit Schotterrasenflächen verglichen werden.

Menge und Zusammensetzung von Hundekot

Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Menge des Eintrags von Hundekot in das jeweilige System eine entscheidende Rolle spielt.

Abbildung 28: Hundehaufen im Straßenbegleitgrün; Hohe Warte, 19. Bezirk, Wien; Mai 2007

Gemäß dem Buch „Ernährung des Hundes" von Helmut MEYER und Jürgen ZENTEK aus dem Jahr 1998 sollte ein Hund im Normalfall 1- bis 2 mal täglich Kot absetzen, wobei die Frischkotmenge durch die Verdaulichkeit des Futters und den Wassergehalt im Kot bestimmt wird. Der normale Wassergehalt im Kot liegt zwischen 55 % und 75 %. Betrachtet man das Beispiel eines durchschnittlich 10 kg schweren Hundes, nimmt dieser pro Tag etwa 200 g Trockensubstanz an Nahrung zu sich. Dennoch sei an dieser Stelle angemerkt, dass sich die „richtige" Futtermenge in der Praxis aus dem Ernährungs- und dem Allgemeinzustand des Hundes ergibt und nicht durch das Einhalten von Zahlen und Empfehlungen. Allgemein werden zwischen 80 % und 90% des Futters verdaut und somit in weiterer Folge rund 10 % – 20 % der aufgenommenen Futtertrockensubstanz wieder ausgeschieden. Bei dem oben angeführten Beispiel würde der 10 kg schwere Hund 20 – 40 g Kot ausscheiden; bei einem durchschnittlichen Wassergehalt von 70 % würde dies eine tägliche Kotmenge von 67 – 130 g bedeuten. „Die Frequenz des Kotabsatzes unterliegt Variationen in Abhängigkeit von tierindividuellen Faktoren, daneben spielen auch Erziehung und Haltungsbedingungen, aber auch Rasseneinflüsse eine erhebliche Rolle" (MEYER; ZENTEK, 1998). Kein Wunder, dass in der Praxis die Mengenangaben über die Ausscheidungen von Hunden oft nur auf Schätzungen beruhen und dementsprechend variieren. In München geht beispielsweise das Baureferat Gartenbau davon aus, dass jeder Hund pro Tag rund 200 g Kot hinterlässt.

Im Hinblick auf die Auswirkungen von Hundekot auf die Vegetation sind auch die verschiedenen Bestandteile der Ausscheidungen von Hunden interessant. „Die Zusammensetzung des Kotes variiert je nach Futterart und Verdaulichkeit des Futters" (MEYER; ZENTEK, 1998). Die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 10) gibt einen groben Überblick über die durchschnittliche Zusammensetzung von Hundekot bei unterschiedlicher Fütterung der Hunde.

DURCHSCHNITTLICHE ZUSAMMENSETZUNG VON HUNDEKOT BEI UNTERSCHIEDLICHER FÜTTERUNG

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Trockensubstanz	[g / 100 g FS] (*)	30 - 40	20 - 30	25 - 30
Rohasche	[g / 100 g TS] (*)	7 - 15	45	20 - 25
Rohprotein	[g / 100 g TS]	35 - 55	25 - 50	20 - 25
Rohfett	[g / 100 g TS]	20	5 - 10	4 - 6
Rohfaser	[g / 100 g TS]	5 - 10 + NfE (*)	5 - 10	5 - 10
N-freie Extrastoffe	[g / 100 g TS]	/	10 - 15	30 - 50

Abkürzungen: FS ..... Frischsubstanz, Futter in ursprünglichem Zustand; TS ..... Trockensubstanz

Tabelle 10: Durchschnittliche Zusammensetzung von Hundekot bei unterschiedlicher Fütterung; Quelle: MEYER; ZENTEK, 1998; Tabelle angepasst durch Stephan MASLOWSKI

Grundsätzlich sind im Kot unverdautes Material, Bakterien und Substanzen endogener Herkunft sowie auch Haare enthalten. Zudem kann die Fäzes strukturierte Partikel beinhalten, die der Hund aufgenommen hat und die für körpereigene und mikrobielle Enzyme unverdaulich waren (vgl. MEYER; ZENTEK, 1998).

Das Rohprotein umfasst neben unverdautem Nahrungseiweiß, auch Muzine, Darmepithelien und Bakterieneiweiß und macht ¼ bis ½ der gesamten Kotmasse aus (vgl. MEYER; ZENTEK, 1998). Der Fettgehalt liegt bei hochverdaulichen Rationen bei rund 20 %, in der Regel jedoch bei unter 10 %. Nach MEYER und ZENTEK hängt der Gehalt von Rohfaser und N-freien Extrastoffen von der Zusammensetzung der Nahrung ab – wird überwiegend pflanzliche Kost gefüttert, erreichen diese Bestandteile bis zu 50 % der Gesamtmasse, wobei es zu einer Verdünnung der übrigen Anteile kommt. Weiters können im Kot flüchtige Fettsäuren wie z.B. Essig-, Propion- und Buttersäure (normalerweise nur in geringen Mengen) ebenso enthalten sein wie z.B. Milchsäure. Nach dem Buch „Ernährung des Hundes" von Helmut MEYER und Jürgen ZENTEK aus dem Jahr 1989 erreicht der Kot unter üblichen Fütterungsbedingungen einen pH Wert zwischen 6 und 7.

Die Betrachtung der genauen Zusammensetzung von Hundekot macht deutlich, warum Auswirkungen auf die Vegetation möglich sind. Weitere Details über die Nahrungsaufnahme und Verdauung, den Energie- und Stoffwechsel von Hunden sowie Informationen über die Futtermittelkunde bzw. Fütterung können dem Buch „Ernährung des Hundes – Grundlagen – Fütterung – Diätetik" von Helmut MEYER und Jürgen ZENTEK aus dem Jahr 1989 entnommen werden.

Beseitigung von Hundekot auf Schotterrasenflächen

Die möglichen Auswirkungen von Hundekot auf die Vegetation eröffnen die Fragestellung nach den Methoden zur Entfernung von Hundehaufen auf Schotterrasenflächen.

Zunächst muss jedoch einleitend noch erwähnt werden, dass bei der Beseitigung von Hundekot aus Grün-, Rasen- und Wiesenflächen vor allem die Konsistenz der Ausscheidungen von Hunden eine entscheidende Rolle spielt. „Der Kot sollte gut geformt sein, so daß er einfach beseitigt werden kann, allerdings nicht so fest, daß die Defäkation für das Tier erschwert wird" (MEYER; ZENTEK, 1998). „Eine unerwünscht weiche Kotbeschaffenheit wird insbesondere nach Verabreichung überhöhter Mengen bindegewebereicher Schlachtabfälle, aber auch von präzäkal nicht oder wenig verdaulichen Kohlenhydraten (z.B. Laktose) sowie bei einem zu geringen Gehalt des Futters an pflanzlichen Faserstoffen beobachtet" (MEYER; ZENTEK, 1998). Weiters kann Erfahrungen aus der Praxis entnommen werden, dass sich die Beschaffenheit von Hundekot – abhängig von der Witterung – bereits nach wenigen Stunden oder Tagen verändert und somit eine Aufnahme erschwert. Vermengt sich der Kot beispielsweise auf Grünflächen mit dem Untergrund, ist eine Beseitigung – wenn überhaupt – nur noch händisch unter großem Zeit- und Arbeitsaufwand möglich.

Um genaue Informationen über die Beseitigung von Hundekot in Stadtgebieten zu bekommen, wurden per e-Mail Informationen aus der Praxis eingeholt. Befragt wurden dabei die zuständigen Stellen bzw. Abteilungen ausgewählter Städte in Österreich und Deutschland. Die Fragestellungen und dazugehörigen Antworten können dem Kapitel 10.1 (ANHANG) entnommen werden. Wie das Ergebnis zeigt, ist die Entfernung von Hundekot auf Schotterrasenflächen wohl nur händisch durchführbar.

Nachgefragt wurde in Österreich bei der MA 48 der Stadt Wien (Abfallwirtschaft, Straßenreinigung, Fuhrpark), beim Geschäftsbereich Grünraum der Stadt Graz und dem Bürgerservice/Bauregie der Stadt Salzburg. Es folgt eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse.

In **Wien** werden die Ausscheidungen von Hunden vorwiegend händisch durch Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Straßenreinigung bzw. des Stadtgartenamts im Zuge der regelmäßigen Reinigungsmaßnahmen entfernt. Als Werkzeuge stehen dafür sowohl Besen und Schaufeln als auch Rechen zur Verfügung. Spezielle Geräte kommen auf Grün- und Wiesenflächen, dem Straßenbegleitgrün, Kieswegen oder wassergebundenen Decken nicht zum Einsatz. Eine maschinelle Entfernung von Hundekot erfolgt auf Straßen, Gehsteigen und asphaltierten Flächen mittels Kehrmaschinen und handgeführten Sauggeräten (z.B. Glutton bzw. Swipper). Da sich der Schotterrasen jedoch nicht für einen Kehrmaschineneinsatz eignet, ist die Beseitigung von Hundkot –

nach Auskunft der Straßenreinigung in Wien (MA 48) – nur manuell mittels Besen, Rechen oder Schaufel möglich.

Auch in der **Stadt Salzburg** gibt es keine speziellen Eingreiftrupps für die Entfernung von Hundekot; diese erfolgt im Zuge der allgemeinen Straßenreinigung. Das Beseitigen von Hundekot aus Grün-, Rasen- und Wiesenflächen bzw. dem Straßenbegleitgrün wird zumeist händisch durchgeführt. Dabei finden vor allem Fächerbesen und Schaufel Verwendung. Maschinell kommen zudem die üblichen Wiesenpflegegeräte wie z.B. der Sichelmäher mit Sauger oder der Rasenmäher zum Einsatz. Schotterrasenflächen sind in Salzburg im öffentlichen Raum eher selten. Laut Auskunft des Bürgerservices werden sie ebenso gereinigt wie Grünflächen, nämlich zumeist manuell. Die Reinigung von Straßen, Gehsteigen und asphaltierten Flächen erfolgt mittels der handelsüblichen Kommunalgeräte wie Kehrmaschinen und Wasserspritzwagen. Eine Anwendung dieser Geräte auf Schotterrasenflächen ist jedoch nicht möglich.

Gemäß dem Geschäftsbereich Grünraum finden in der **Stadt Graz** auf befestigten Flächen „Hundekotsauger" Anwendung, auf Wiesen- bzw. Rasenflächen wird der Hundekot mittels Sichelmäher und Absaugung nach der ersten Mahd im Frühjahr entfernt. Bei dieser Maßnahme besteht jedoch die Gefahr, dass der Hundekot durch die Messer der Geräte zerkleinert und fein verteilt satt aufgenommen wird.

Um eine vergleichbare Basis zu schaffen, wurden auch Informationen aus dem benachbarten Deutschland eingeholt – im Zuge dessen erfolgte eine Nachfrage bei den Berliner Stadtreinigungsbetrieben, den für das Stadtgrün zuständigen Bezirksämtern in Berlin sowie dem Baureferat Gartenbau in München. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die entsprechenden Auskünfte nur für den jeweiligen Zuständigkeitsbereich gelten. Letztendlich zeigt sich auch hier ein ähnliches Ergebnis wie zuvor in Österreich.

In **Berlin** beseitigen Straßen- und Grünflächenreiniger den Hundekot neben ihren normalen Reinigungsaufgaben, wobei eine maschinelle sowie eine manuelle Entfernung der Hundehaufen Anwendung findet. Zum Einsatz kommen so genannte „Hundekotmobile" bei denen der Kraftfahrer die Verunreinigung mittels „Saugrohr" aufnimmt. Zudem erfolgt die händische Beseitigung von Hundekot im Rahmen der täglichen Arbeit mittels Besen und Schippe. Den Berliner Stadtreinigungsbetrieben obliegt die Zuständigkeit vom Straßenbegleitgrün, den Natur- und Grünflächenämtern fast ausnahmslose jene von Grün-, Rasen- und Wiesenflächen. Kieswege fallen in die Kategorie unbefestigte Gehwege/Flächen und müssen so von groben Verunreinigungen einschließlich Hundekot manuell befreit werden. Gemäß diesen Informationen bleibt die abschließende Erkenntnis, dass die Beseitigung von Hundekot auf Schotterrasenflächen ausschließlich

manuell erfolgen kann. Die Einsatzmöglichkeit von Maschinen zur Hundekotbeseitigung wird auf Grün- Rasen- und Wiesenflächen auf Grund der äußeren Einflüsse und der örtlichen Gegebenheiten in Frage gestellt, wobei vor allem das Argument des Einsinkens der Maschinen nach lang anhaltenden, starken Regenfällen für die tragfähige Schotterrasenbauweise entkräftet werden kann. Problematischer könnte sich hingegen das Aufsaugen der Hundehaufen erweisen – so besteht auf Schotterrasen die Möglichkeit, dass sich der Hundekot durch an- und abfahrende Autos mit dem Untergrund vermengt und in der Folge nicht aufgesaugt werden kann.

Eine Hundekotreinigung auf Grünflächen sowie Grünflächen des Straßenbegleitgrüns wird in der **Stadt München** im Rahmen der üblichen Flächenreinigung im Wesentlichen dann durchgeführt, wenn eine offensichtliche Verunreinigung von Sandkästen oder Wegen sichtbar ist. Maschinelle Reinigungen der eben genannten Flächen finden nicht statt. In diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, dass ein Einsatz von Kehrmaschinen auf Grünflächen nicht möglich ist, da Beschädigungen an der Vegetation durch die Kehrbesen unvermeidlich sind. Auch eine Mähgutaufnahme im Zuge der Mahd erfolgt in den allermeisten Fällen nicht. Laut Auskunft des Baureferats Gartenbau unterliegt die Entfernung von Hundekot auf Schotterrasenflächen den gleichen Bedingungen wie auf wassergebundenen Wegen und Wiesen – eine systematische Hundekotreinigung ist somit nicht umsetzbar. Schließlich wird noch angemerkt, dass der Hundekot – je nach Witterungsverhältnissen – nach einigen Stunden bzw. Tagen eine Konsistenz erreicht, die eine gesonderte Aufnahme unmöglich machen.

Die eingeholten Informationen aus Österreich und Deutschland bestätigen, dass das Entfernen von Hundekot aus Grün-, Rasen- und Wiesenflächen sowie dem Straßenbegleitgrün in der Praxis einen mühsamen Prozess darstellt. Die Hundehaufen werden – mit Ausnahme asphaltierter Straßen – zumeist händisch im Zuge der regelmäßigen Straßenreinigung beseitigt, teilweise jedoch nur, wenn die „Hundstrümmerln" offensichtlich im Weg liegen. Nach den oben angeführten Erkenntnissen kann demnach davon ausgegangen werden, dass eine **Entsorgung von Hundekot auf Schotterrasenflächen** mit einem entsprechenden Arbeitsaufwand verbunden ist und **lediglich manuell** durchgeführt werden kann.

An erster Stelle muss somit weiterhin an die Vernunft der Hundebesitzer appelliert werden, wenn die Reinigungsmaßnahmen nicht ausschließlich bei jenen, für die Instandhaltung und Betreuung der Schotterrasenflächen, zuständigen Personen liegen soll. Auch das Aufstellen von Hinweistafeln (vgl Abb. 30) und so genannten „Dog Stationen" mit Plastiksackerln zur Hundekot-Entsorgung (vgl. Abb. 29) kann sich vor allem bei größeren und öffentlich zugänglichen Schotterrasenparkplätzen durchaus als nützlich erweisen. Auf entsprechenden Schildern sollten Informationen über die Auswirkungen

von Hundekot ebenso vermerkt sein, wie der Hinweis auf mögliche Strafen bei der Nicht-Beseitigung von Hundekot.

Abbildung 29: Hinweistafel gegen die Verschmutzung durch Hundekot; Wien; Mai 2007

Abbildung 30: Dog Station zur Entsorgung von Hundekot; Wien; Mai 2007

Zusammenfassung: der Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen

Wie sich im Zuge der Recherchetätigkeit herausgestellt hat, wirkt sich der Eintrag von Hundekot auf Schotterrasenparkplätzen auf unterschiedliche Art und Weise aus: so kommt es einerseits zu einer Geruchsbelästigung, andererseits zu einer Beeinträchtigung des ästhetischen Aspektes. Weiters können Hundehaufen auf Parkplätzen dazu führen, dass Autofahrer einen „Hindernislauf" absolvieren müssen, um ihre Fahrzeuge ohne stinkende Verschmutzung am Schuhwerk zu erreichen. Zudem kann der Eintrag von Hundekot auch Auswirkungen auf die Vegetation mit sich bringen. So wurde im Rahmen von Untersuchungen auf der Perchtoldsdorfer Heide beispielsweise ein deutlicher Rückgang des Kräuteranteiles und eine Veränderung der Artenzusammensetzung festgestellt. Zudem wurden auf Grund des Nährstoffeintrags eine deutlich höhere Wuchshöhe der Vegetation und weniger bodenoffene Stellen beobachtet. Zusammenfassend sollte somit festgehalten werden, dass neben praktischen Aspekten wie Geruchsbelästigung oder Verunreinigungen auch die vegetationsökologischen Auswirkungen zu beachten sind.

Letztendlich muss noch angemerkt werden, dass die Menge der Ausscheidungen von Hunden eine entscheidende Rolle spielt und dass die Folgen eines Eintrags von Hundekot in erster Linie vom Standort und den Nutzungsansprüchen abhängig sind und dementsprechend variieren. So sind die Auswirkungen auf einer Abstellfläche aus Schotterrasen im privaten Bereich nach anderen Gesichtspunkten zu bewerten als jene auf einem Schotterrasenparkplatz im öffentlichen Bereich.

4.3.6.4 Staubeintrag auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen

Dieses Unterkapitel soll einen kurzen Einblick in die möglichen Auswirkungen von Staubeinträgen auf die Vegetation vermitteln. Aufgrund des umfangreichen und komplexen Themenbereiches erfolgt jedoch lediglich eine kurze, allgemeine Stellungnahme.

Definition und Einteilung von Stäuben:

„Unter Stäuben (...) versteht man in der Luft schwebende feinste oder weniger feine Teilchen" (SCHILDBERGER, 1992). Die Entstehung von Stäuben beruht gemäß der Internetseite http://www.biologie.de sowohl auf natürlichen Ursachen wie z.B. Bodenerosion, Sandstürmen oder dem Pollenflug als auch auf anthropogenen Ursachen wie z.B. industriellen Prozessen, dem Verkehr oder der Bautätigkeit. Dabei spielen die mechanische Bearbeitung, physikalische Einflüsse, chemische Reaktionen oder auch die Aufwirbelung von Partikeln eine entscheidende Rolle. Unterschieden wird grundsätzlich nach Abbildung 31 zwischen Grob- und Feinstaub. Auf weitere Aufgliederung sowie einzelne Staubarten wird im Rahmen dieser Diplomarbeit aus Umfanggründen nicht näher eingegangen.

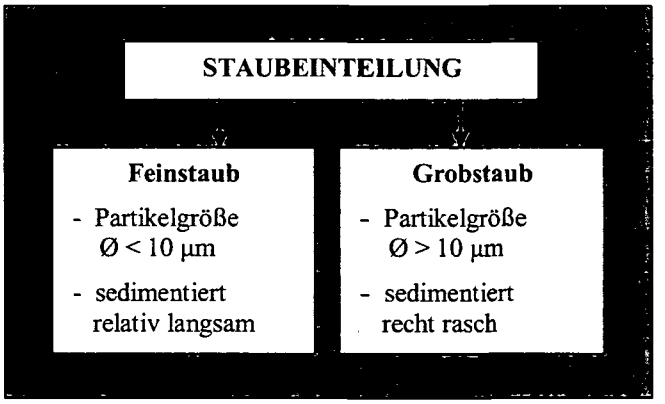


Abbildung 31: Einteilung von Stäuben; Quelle: BIOLOGIE, DE., 2007; Grafik: Stephan MASLOWSKI

Auswirkung von Staub auf die Vegetation

Auf einer Schotterrasenfläche kann es vor allem bei trockenen Witterungsverhältnissen und spärlichem Pflanzenbewuchs zu einer Staubentwicklung kommen. Zudem gab es in letzter Zeit häufig Diskussionen um das Thema „Feinstaub". Folglich stellt sich die Frage nach den direkten und indirekten Auswirkungen von Stäuben. Im Hinblick auf den Schotterrasen sollen im Rahmen dieser Diplomarbeit jedoch nur die möglichen Auswirkungen auf diese Bauweise aufgezeigt werden.

Staubablagerungen können unterschiedliche Auswirkungen auf den Pflanzenbestand mit sich bringen – eine mögliche Gliederung der Wirkungsweise erfolgt gemäß Abbildung 32.

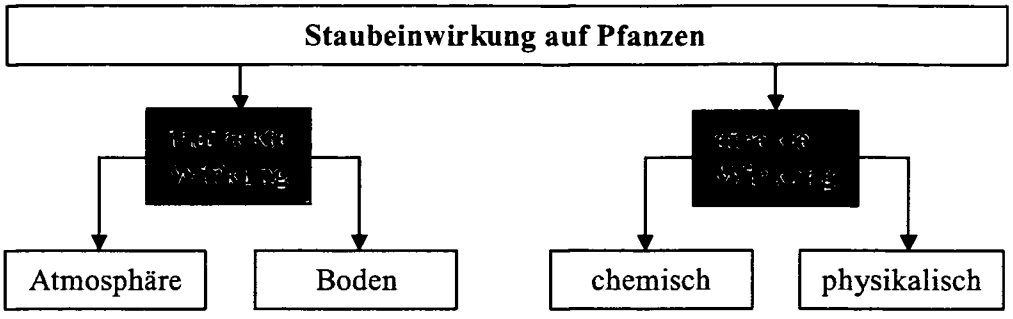


Abbildung 32: Wirkung von Staub auf Pflanzen

„Unter *direkter Staubeinwirkung* ist die Ablagerung des Staubes auf die oberirdischen Pflanzenteile zu verstehen" (SCHILDBERGER, 1992). Wie aus der Abbildung 32 hervorgeht, wird bei der direkten Staubeinwirkung zwischen der chemischen und der physikalischen Wirkung unterschieden.

Infolge eines extrem hohen pH-Wertes kann es beispielsweise durch die **chemische Wirkung** zu Schäden an Pflanzen kommen. Zudem besitzen Stäube wasserlösliche toxische Inhaltsstoffe, die je nach Art des Staubes, der Pflanzenart und den Umwelteinflüssen zu Schadbildern führen können. Dieser Aspekt wird in dem Buch „Pflanzenökologie" von Gerhard LERCH aus dem Jahr 1991 bestätigt: demnach lösen sich bei feuchten Witterungsverhältnissen bestimmte Anteile von Stäuben und dringen in die Pflanze ein – so entsteht ein Einfluss auf den Zellstoffwechsel der Pflanzen.

Laut dem eben genannten Werk von Gerhard LERCH, kann eine Staubschicht auf den Blättern auch eine rein **physikalische Wirkung** ausüben und somit zu einer Veränderung des Wärmeaustausches mit der umgebenden Luft beitragen. Außerdem kann der Staub zu einer Verstopfung der Spaltöffnungen und dadurch zu einer Behinderung des Gasaustausches beitragen – folglich kommt es zu einer Beeinträchtigung des Wasserhaushaltes, der Photosynthese und der Atmung. Gemäß der Diplomarbeit „Zur Problematik Staub und Pflanze" von Andreas SCHILDBERGER aus dem Jahr 1992 beziehen sich die physikalischen Wirkungen von Stäuben „z.B. auf eine Verstopfung der Stomata, Abschattung der Assimilationsorgane, Bildung stabiler und fest anhaftender Krusten oder, bei dunklen Stäuben infolge erhöhter Infrarotabsorption, eine Erwärmung des gesamten Blattes".

Indirekte Einwirkungen können sowohl über die Atmosphäre als auch über den Boden erfolgen, wobei die indirekten Wirkungen der **Atmosphäre** in globale und lokale Auswirkungen gegliedert werden. Die Bildung einer Dunstglocke kann z.B. die lokalen Licht- und Klimaverhältnisse mit beeinflussen (vgl. FEDROW, 1958). Weiters fördern Stäube als Kondensationskerne die Bildung von Nebel und können so zu einem Wirkungsgefüge von partikel- und gasförmigen Luftverunreinigungen führen. Dieser Aspekt ist besonders interessant, wenn man bedenkt, dass die negativen Auswirkungen von

gasförmigen Luftverunreinigungen im Allgemeinen höher einzustufen sind als jene von Stäuben (vgl. SCHILDBERGER, 1992).

Die indirekte Staubwirkung über den **Boden** hängt laut der Diplomarbeit „Zur Problematik Staub und Pflanze" von Andreas SCHILDBERGER aus dem Jahr 1992 „von Witterung, Staub, Boden und Pflanze" ab. Stäube können beispielsweise eine Veränderung des pH-Wertes im Boden bewirken und somit einerseits zu einer Beeinträchtigung der Mobilität der im Boden enthaltenen Nähr- und Schadstoffe als auch zu einer Beeinträchtigung von Pflanzengesellschaften beitragen. Dennoch können sich Staubablagerungen laut Gerhard LERCH auch als vorteilhaft erweisen. Die Ablagerungen von Kalkstaub mildern etwa die Bodenversauerung und wirken so dem sauren Regen entgegen.

An dieser Stelle muss jedoch erwähnt werden, dass die spezielle Wirkung verschiedener Stäube nicht verallgemeinbar ist (vgl. SCHILDBERGER, 1992). Abhängig von den Umgebungsparametern können beispielsweise auch die Ergebnisse von Bestaubungsversuchen differenzieren (vgl. SCHILDBERGER, 1992). Es zeigt sich somit, dass dieses System zu komplex ist, um es im Rahmen dieser Diplomarbeit ausführlicher zu behandeln.

Obwohl Staubablagerungen negative Folgeerscheinungen für die Vegetation mit sich bringen können, weist das **Staubbindevermögen der Pflanzen** dennoch **auch** eine **positive Bedeutung** für die Umwelt auf. Je nach Art des Ökosystems besteht die Möglichkeit, mehr oder weniger große Mengen an Staub zu binden. Durchdringt der Wind ein durchlässiges Hindernis, wird er abgebremst und sedimentiert mit ihm beförderte Teilchen. „Die potentielle Staubfangfläche pro m^2 Bodenoberfläche beträgt im Wald etwa 1000 m^2, bei Strauchgesellschaften 100 m^2, bei Rasengesellschaften 10 m^2 und bei Ackerflächen 5 m^2" (MAYER, 1984). Das Staubbindevermögen eines Waldökosystems ist also deutlich größer als jenes einer Rasenfläche. Betrachtet man die unterschiedlichen Parameter, die Andreas SCHILDBERGER in seiner Diplomarbeit „Zur Problematik Staub und Pflanze" 1992 anführt, bestätigt sich dieser Aspekt: demnach ist die Blattgröße für die Bindung von Staub umso vorteilhafter, je größer sie ist. Zudem stellen senkrechte Blätter zwar eine Prallfläche dar und führen zu Sedimentationsprozessen, dennoch weist eine waagrechte Blattstellung ein höheres Staubfangvermögen auf. Wald- und Heckengesellschaften haben somit ein deutlich größeres Staubbindungspotential als die niedrig gewachsenen Schotterrasenflächen. Um mögliche Staubeinträge von Schotterrasenflächen auf die nähere Umgebung zu vermeiden bzw. zu mindern, könnte die Schutzfunktion von Hecken oder Bäumen im Zuge der Gestaltungsmaßnahmen genutzt werden.

Stäube in der Praxis – Beispiel Salzstaub

In der Praxis kommen zahlreiche Staubarten in unterschiedlichster Zusammensetzung vor. Auf Grund des Umfangs dieser Diplomarbeit ist es nicht möglich, sich mit den speziellen Auswirkungen und Bestandteilen einzelner Staubarten zu befassen. Dennoch soll anhand eines Beispiels auf den möglichen Einfluss von Staub im Hinblick auf die Vegetation hingewiesen werden.

Wie bereits in Kapitel 4.3.6.2 erwähnt wurde, können Streusalze Pflanzen schädigen. Diese können einerseits als Lösung über den Boden und andererseits als Spritzwasser auf die Vegetation einwirken. Zudem besteht die Möglichkeit einer Schädigung der Pflanzen durch den Eintrag von Salzstaub, wie die folgenden Ausführungen zeigen.

Salzstaub entsteht beispielsweise nach Abtrocknung der Fahrbahn und kann gemäß dem Artikel „Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt" von Hans-Georg BROD aus dem Jahr 1993 – anhängig von den orographischen Verhältnissen – sogar noch weiter transportiert werden als Schmelz- und Spritzwasser. An salzempfindlichen Nadelgehölzen (Fichte, Kiefer) konnten in 100-200 m Entfernung von der Straße noch Schäden durch Salzverwehungen nachgewiesen werden (vgl. BEHM und KESSLER 1971, HOFSTRA und HALL 1971, WENTZEL 1973). Auch wenn in 10 m Entfernung von unversiegelten Bodenoberflächen in Wien keine Auftaumittel mit natrium- oder halogenidhältigen Bestandteilen verwendet werden dürfen, kann mit Hilfe von Staub und Wind eine Verfrachtung des Streusalzes über mehr oder weniger weite Strecken erfolgen.

Letztendlich kann es also auch durch Salzstaub zu unerwünschten Beeinträchtigungen an der Vegetation kommen. Mögliche Schadsymptome an der Vegetation durch den Einsatz von Auftaumitteln (u. a. durch Streusalz) wurden bereits in Kapitel 4.3.6.2 aufgezeigt und werden daher an dieser Stelle nicht erneut behandelt.

Literaturhinweise zum Thema „Staub und Pflanze"

Die von der Staubart abhängigen speziellen Auswirkungen von Stäuben können in der Diplomarbeit „Zur Problematik Staub und Pflanze" von Andreas SCHILDBERGER aus dem Jahr 1992 nachgelesen werden. Er fasst u. a. den Einfluss von Zement- und Kalkstaub sowie fluor-, metall- und kohlenstoffhältigem Staub auf Pflanzen bzw. Boden zusammen, spricht jedoch vorwiegend Bäume und Sträucher an.

Zudem können Informationen über den Einfluss äußerer Faktoren wie beispielsweise Schadstoffe oder Salz dem Buch „Pflanzenökologie" von Gerhard LERCH aus dem Jahr 1991 und Hinweise auf

natürliche Umweltbelastungen sowie Stresseinfluss auf Pflanzen dem Buch „Ökophysiologie der Pflanzen“ von Walter LARCHER aus dem Jahr 1994 entnommen werden.

Zusammenfassung: Staubeintrag auf Schotterrasenflächen und mögliche Auswirkungen

Wie die oben angeführten Erkenntnisse zeigen, können Stäube sowohl direkt als auch indirekt auf Pflanzen einwirken und in der Folge zu unterschiedlichen Schadbildern führen.

Stäube können z.B. wasserlösliche, toxische Inhaltsstoffe besitzen, die in die Pflanze eindringen, den Zellstoffwechsel beeinflussen und somit chemisch wirken. Eine physikalische Wirkung besteht beispielsweise bei einer Verstopfung der Stomata, wodurch es zur Beeinflussung des Gasaustausches kommen kann.

Die jeweiligen Wirkungen verschiedener Stäube sind jedoch sehr spezifisch und u. a. von den Umgebungsparametern abhängig. Abschließend lässt sich nur festhalten, dass dieses Thema zu komplex ist, um es im Rahmen dieser Diplomarbeit näher zu behandeln. Es verbleibt die Erkenntnis, dass Stäube – je nach Art – unterschiedliche Auswirkungen auf Pflanzen mit sich bringen können.

4.3.6.5 Der Eintrag von organischen Ausgangsstoffen wie z.B. Mähgut oder Laub auf Schotterrasenflächen

Im Anschluss wird kurz auf den Eintrag von organischem Material wie z.B. Mähgut bzw. Laub auf Schotterrasenflächen eingegangen. Es wird versucht, die Bedeutung der Zersetzung von organischem Material darzustellen und auf mögliche Probleme im Zusammenhang mit Schotterrasenflächen hinzuweisen. Wie bereits beim Staubeintrag handelt es sich auch hier um einen äußerst komplexen Themenbereich, der folglich nur grob angesprochen werden kann.

Abbau- und Zersetzungsprozesse auf Standorten aus Schotterrasen

Organische Ausgangsstoffe auf Schotterrasenflächen

Einleitend stellt sich die Frage nach der genauen Definition von organischen Bestandteilen.

> „Zur organischen Substanz der Böden gehören alle in und auf dem Mineralboden befindlichen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte“ (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1998).

Das Ausgangsmaterial für die organische Bodensubstanz ist somit pflanzlicher und tierischer Art. SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL definieren in ihrem „Lehrbuch der Bodenkunde“:

> „**Organische Ausgangsstoffe** sind a) die von grünen Pflanzen durch Photosynthese produzierte oberirdische Biomasse (Blätter, Nadeln, Zweige, Samen), die nach dem Absterben als Streu auf den Boden fällt, b) abgestorbene Wurzeln, c) organische Ausscheidungsprodukte der Wurzeln und Mikroorganismen und d) abgestorbene Bodentiere und Mikroorganismen“ (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1998).

Unter Streu wird weitgehend unzersetztes org. Ausgangsmaterial verstanden (vgl. BLUM, 1992).

Auf Schotterrasenflächen können die abgestorbenen, organischen Substanzen einerseits von den Gräsern und Kräutern der Vegetationstragschicht stammen, andererseits von einer möglichen Baum- oder Strauchbepflanzung des Standortes. Zum einen produzieren Gräser und Kräuter selbst Streu, zum anderen können im Zuge der Pflegemaßnahmen Vegetationsrückstände vom Mähgut auf den Flächen verbleiben. Zudem besteht – je nach Bepflanzung des Schotterrasenparkplatzes oder seiner näheren Umgebung – die Möglichkeit des Eintrags von Blättern, Nadeln oder Zweigen. Weitere organische Ausgangsprodukte auf Schotterrasenflächen sind abgestorbene Wurzeln sowie die Körpersubstanz aller Bodenorganismen.

Menge der organischen Substanz

„Die jährliche Streuerzeugung hängt vom Klima, vom Vegetationstyp sowie von den Bodenverhältnissen ab“ (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1998). So wird in tropischen Regenwäldern „eine Menge organischer Masse erzeugt, die aber durch stetige Feuchtigkeit und hohe Temperatur schnell zersetzt wird“ (MÜCKENHAUSEN, 1993). Demnach wird in tropischen Regenwäldern am meisten Streu in die Böden eingetragen, während Halbwüsten- und Wüstenböden auf Grund der anhaltenden Trockenheit kaum noch Vegetation und somit Streu entstehen lassen.

Nach der von Winfried E. H. BLUM erweiterten fünften Auflage des Buches „Bodenkunde in Stichworten“ aus dem Jahr 1992 ist die „Menge der anfallenden org. Substanz je nach Kulturart und Produktivität des Standortes außerordentlich variabel“ (BLUM, 1992).

Es zeigt sich somit, dass bereits die Menge der organischen Ausgangsstoffe an einem Standort von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird und somit stark voneinander abweichend ist.

Bodenorganismen, ihre Aufgaben und mögliche Probleme auf Schotterrasenstandorten

Die organische Substanz eines Bodens bildet die Lebensgrundlage für Bodenorganismen unterschiedlichster Art, die entweder in oder auf den Böden leben. „Die Lebensweise der Bodenlebewesen ist den besonderen Eigenschaften der Böden angepasst" (SCHEFFER/ SCHACHTSCHABEL, 1998). Das Vorkommen der Organismen hängt von der Bodenfeuchtigkeit, Größe und Zahl der Hohlräume, vom Nahrungsangebot sowie dem Luft-, Wasser- und Wärmeangebot des Bodens und ab. Somit ist die Leistung der verschiedenen Tierarten stark von den Standortverhältnissen abhängig und variiert dementsprechend (vgl. SCHEFFER/ SCHACHTSCHABEL, 1998).

Die Gesamtheit der Bodenorganismen wird als Edaphon bezeichnet und in Bodenflora und Bodenfauna unterteilt.

„Je nach Art und Menge der Nahrung, Feuchtigkeits-, Temperatur-, Reaktions-Verhältnissen und der Durchlüftung des Bodens schwanken Gesamtzahl und –gewicht der pflanzlichen Mikroorganismen sowie Verhältnis der einzelnen Gruppen zueinander sehr stark" (BLUM, 1992).

Tabelle 11 ermöglicht einen Einblick in die unterschiedlichen Lebensansprüche der Bodenflora.

LEBENSANSPRÜCHE DER BODENFLORA - BEISPIELE			
	Bakterien	Pilze	Actinomyceten
allgemeine Ansprüche	benötigen leicht umsetzbare org. Substanz als Nahrung	auch resistentere org. Verbindungen als Nahrung verwertbar	Mittelstellung bei Nahrung und Feuchtigkeit
	hohe Feuchtigkeitsansprüche	bevorzugen trockenere Standorte	
	schwach saure bis alkalische Reaktion	schwach saure bis saure Reaktion	wie Bakterien: schwach saure bis alkalische Reaktion

Tabelle 11: Lebensansprüche der Bodenflora – ausgewählte Beispiele; Quelle: BLUM, 1992

Auch die Zusammensetzung der Bodenfauna ist wie jene der Bodenflora sehr variabel und von den jeweiligen Lebensbedingungen abhängig (vgl. BLUM, 1992). Nach der Größe der Organismen erfolgt eine Einteilung in Mikro-, Meso- und Makrofauna des Bodens. Der Mesofauna zuzuordnen sind z.B. Milben und Borstenwürmer, die feuchte Böden bevorzugen, während Springschwänze mehr auf trocknen Standorten auftreten (vgl. BLUM, 1992). Zur Makrofauna gehören z.B. Regenwürmer, die feuchte Verhältnisse und schwach saure bis neutrale Reaktion sowie frischen Bestandsabfall lieben,

und Arthropoden mit Asseln, Tausendfüßern, Larven und Imagines von Insekten, die häufiger auf trockenen Standorten und bei saurer Reaktion zu finden sind (vgl. BLUM, 1992).

Diese Ausführungen zeigen bereits, wie umfangreich und komplex sich dieser Themenbereich gestaltet. Im Zusammenhang mit der Zersetzung von organischen Ausgangsstoffen auf Schotterrasenflächen stellt sich nun die Frage nach den optimalen Lebensbedingungen für die Bodenorganismen.

Die günstigsten Bedingungen für die Arbeit des Edaphons fasst MÜCKENHAUSEN 1993 in seinem Buch „Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen" wie folgt zusammen:

- schwach alkalische bis schwach saure Bodenreaktion
- ausreichend Sauerstoff (Luft) und Feuchtigkeit
- Temperatur zwischen 25 und 35 °C
- ausreichend Nährstoffe, vor allem Eiweiß

Nach BLUM ist die Abbauintensität „von Konstellation der Standortfaktoren (Umsetzungen am intensivsten bei mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen, guter Durchlüftung des Bodens, optimaler Temperatur und neutraler bis schwach alkalischer Reaktion) sowie Art und Menge der zur Verfügung stehenden Nahrung" (BLUM, 1992) abhängig. Optimale Verwesungsbedingungen führen zu raschem und weitgehendem Abbau der leicht zersetzbaren Substanzen zu anorganischen Endprodukten und einer relativen Anreicherung schwer abbaubarer Verbindungen (vgl. BLUM, 1992). Zudem spielt die unterschiedliche Abbauresistenz der organischen Ausgangsprodukte eine Rolle. So nimmt diese in folgender Reihenfolge zu: „Leguminosen, Gräser und Kräuter, Laubsträucher und –bäume, Nadelbäume, Zwergsträucher (...)" (MÜCKENHAUSEN, 1993).

Der Zersetzungsprozess von organischen Komponenten wird kurz anhand der folgenden Grafik (vgl. Abb.33) dargestellt.

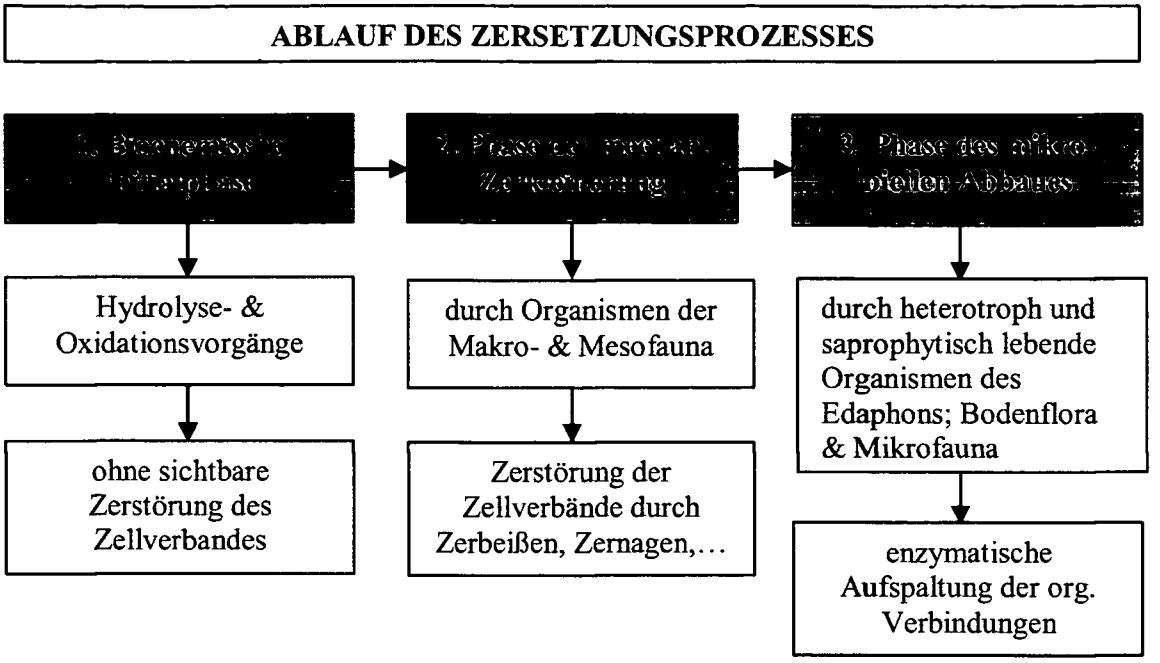


Abbildung 33: Ablauf des Zersetzungsprozesses bei Ausgangssubstanzen mit organischen Komponenten; Quelle: vgl. BLUM, 1992

Entsprechen jedoch die Voraussetzungen nicht den oben angeführten Bedingungen, besteht die Möglichkeit einer Verzögerung der Abbau- bzw. Verwesungsprozesse. Die Ursachen dafür sind unterschiedlich, können jedoch in einer Einschränkung der Lebensbedingungen der Mikroben gesucht werden (vgl. MÜCKENHAUSEN, 1993). „Sind die Bedingungen nicht optimal (Wassermangel, Wasserüberschuß, Luftmangel, niedrige Temperatur, saure Reaktion, schwer umsetzbares Ausgangsmaterial): verzögerter Abbau und Anreicherung von mehr oder weniger stark veränderten Teilen potentiell umsetzbarer org. Substanz“ (BLUM, 1992).

Beispiele für gehemmte Abbauprozesse im Stadtgebiet können dem Buch „Zur Biologie städtischer Böden – Beispielraum: Bonn-Bad Godesberg“ aus dem Jahr 1989 entnommen werden. Hier wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, um die „unterschiedlichen ökologischen Bedingungen im Bereich ausgewählter stadttypischer Böden bzw. Freilandtypen zu ermitteln“ (SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998).

Wie die Untersuchung einer öffentlich stark genutzten Rasenfläche zeigt, kann es bereits infolge einer starken Trittbelastung zu nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenorganismen kommen. „Die negative Wirkung hoher Trittbelastung auf die Belebtheit des Bodens wird an allen untersuchten Tiergruppen deutlich“ (SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998). Auf Grund der reichlichen Nahrungsversorgung weisen lediglich Regenwürmer eine hohe Abundanz weisen auf, da sie an diesem

Standort mit der Aufarbeitung des beim Mähen anfallenden Schnittguts eine wichtige Funktion zu erfüllen haben. „Die restliche hier untersuchte Fauna (...) ist an diesem Standort in ihrem Vorkommen stark reduziert" (SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998).

Im Vergleich dazu zeigt eine private Rasenfläche ohne Trittbelastung ein anderes Bild: „Entsprechend der geringeren Pflege- und Nutzungsbelastung dieser Fläche findet sich bei fast allen untersuchten Tiergruppen eine relativ zu den anderen Parkrasen artenreiche Besiedelung" (SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998). Allerdings existieren hier zusätzliche Habitatstrukturen für Bodenorganismen, die sich aus einer schwachen Streuauflage aus Rasenschnitt und Moos sowie dem Laub Schattenspendender Bäume zusammensetzen.

Auch auf unversiegelten Parkplätzen besteht die Möglichkeit einer Hemmung der Abbauprozesse, wie dem Buch „Zur Biologie städtischer Böden – Beispielraum: Bonn-Bad Godesberg" entnommen werden kann. Hier wurde am Rand des Parkplatzes Rigal'sche Wiese eine Plantago major-Trifolium repens-Gesellschaft untersucht, die zu einem Asphaltweg hin in einen Mäusegerstensaum übergeht. Der Boden besteht aus einer 1 – 2 cm starken Rohhumusbildung auf künstlichem, aufgeschüttetem Substrat. Mit Ausnahme der Auflageschicht ist der Boden humusarm und hat keinen Kontakt zum Unterboden. Nach der Gesamtbetrachtung sind die Zersetzungsprozesse wahrscheinlich gehemmt und werden hauptsächlich durch Borstenwürmer beeinflusst (vgl. SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998). Regenwürmer fehlen hier gänzlich, Schnecken praktisch ebenfalls; eine geringe Häufigkeit weisen Asseln auf. Auch Doppelfüßer kommen zwar vor, haben jedoch eine geringe Aktivitätsdichte. Eine mittlere Aktivitätsdichte besitzen an diesem Standort Springschwänze und Spinnen, eine hohe Aktivitätsdichte die Laufkäfer.

Weiters können Baumscheiben im Stadtgebiet mehr oder weniger stark gestörte Standorte darstellen. Diese Bereiche werden z.B. durch vollsonnige, stickstoffreiche (Hundekot) und trittbelastete Vegetation charakterisiert. Gemäß den Handlungsempfehlungen des Buches „Zur Biologie städtischer Böden – Beispielraum Bonn-Bad Godesberg" aus dem Jahr 1989 „sollte auf eine Abdeckung der Bodenoberfläche mit technisch-mineralischem Substrat (Bims, Splitt o.ä.) verzichtet werden, da dieses die Besiedelung durch Bodentiere weitgehend verhindert" (SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998). So ist der Standort einer Baumscheibe mit Splitt als Abdeckung zwar trotz des unnatürlichen Substrates erstaunlich „natürlich" besiedelt, dennoch sind Bodenbildungs- und Humifizierungsprozesse mit

großer Wahrscheinlichkeit eingeschränkt (vgl. SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998).

Inwieweit all diese Faktoren auch für Schotterrasenparkplätze zutreffen bzw. inwieweit Abbau- und Zersetzungsprozesse an Schotterrasenstandorten gehemmt sind, kann im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht geklärt werden. Fest steht jedoch, dass die organischen Ausgangsstoffe auf Schotterrasen in erster Linie aus Vegetationsrückständen von Gräsern und Kräutern bestehen und somit grundsätzlich verhältnismäßig leicht abbaubar sind. Dennoch muss abschließend auf die zusammenfassende Betrachtung der Handlungsempfehlungen des Buches „Zur Biologie städtischer Böden – Beispielraum Bonn-Bad Godesberg" aus dem Jahr 1989 verwiesen werden – hier heißt es: „Bodenverdichtung durch Trittbelastung und Befahren beeinflußt die Lebensraumqualität sehr negativ und führt in der Endkonsequenz zur Ausbildung nahezu unbelebter Substrate" (SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N., 1998). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass auf Schotterrasenparkplätzen eine Möglichkeit der Hemmung von Abbau- und Zersetzungsprozessen besteht. In Zukunft wären entsprechende Versuche im Hinblick auf die Besiedelung von Schotterrasenflächen durch Bodenorganismen sowie eine Analyse ihrer Lebensraumbedingungen und der damit verbundenen Aktivität bei Abbauprozessen durchaus interessant.

Beseitigung von organischem Material wie Mähgut oder Laub auf Schotterrasenstandorten

Auf Grund einer möglichen Beeinträchtigung von Abbau- bzw. Zersetzungsprozessen auf Schotterrasen stellt sich die Frage, ob auf diesen Flächen eine Beseitigung von organischem Material wie Mahdgut oder Laub im Rahmen der Pflegemaßnahmen möglich ist.

Zudem ist nach der deutschen FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 das Schnittgut zu entfernen (vgl. FLL; 2000). Gemäß derselben Empfehlung sollte Laub hingegen „nur dann entfernt werden, wenn sonst die Rasendecke so beeinträchtigt wird, dass sie die vorgegebene Funktion nicht mehr erfüllen kann" (FLL, 2000).

Entfernung von Mähgut auf Schotterrasenflächen

Einleitend muss darauf hingewiesen werden, dass Mähgeräte auf Standorten aus Schotterrasen bestimmte Eigenschaften erfüllen sollten. Dabei sind vor allem die folgenden Kriterien ausschlaggebend:

- Eignung der Mähmaschinen für unebene Flächen

- verstellbare Einstellung der Schnitthöhe, um eine Schnitthöhe von 4 – 6 cm bei einer Wuchshöhe von 6 – 10 cm zu erzielen (gemäß FLL Empfehlung)
- Fangkorb für Mähgutaufnahme (laut FLL Empfehlung ist das Schnittgut zu entfernen)

An dieser Stelle sei noch angemerkt, dass auf jeder öffentlichen Fläche kleine oder größere Steine bzw. andere Gegenstände liegen und diese im Normalfall einem Profimähgerät nicht schaden. Problematischer ist die Gefahr von Verletzungen oder Sachbeschädigungen durch wegschleudernde Steine oder Gegenstände, wenn beispielsweise bei Handmähern ohne Klappe und Fangkorb gefahren wird.

Eine Recherche bei den zuständigen Stellen der Stadt Wien, Graz, Salzburg und Berlin ergab, dass eine Vielzahl an unterschiedlichen Mähgeräten existiert und letztendlich auch eingesetzt wird. Die entsprechenden Auskünfte beziehen sich allerdings nur auf die befragten Behörden und ihre Einsatzgebiete. Wie das Ergebnis zeigt, stellt das Mähen von Schotterrasenflächen und die Aufnahme des Mähgutes in der Praxis kein Problem dar.

Bei der Stadt Wien kommen in der Regel u. a. Aufsitzmäher bzw. Großflächenmäher mit Absaugung (Kreisel- oder Sichelmäher), Mulchmäher, Handrasenmäher mit und ohne Fangkorb oder Schnürlmäher für das Ausmähen zum Einsatz. Auch Spindelmäher finden Verwendung, wobei sich diese – laut Auskunft eines Mitarbeiters des Stadtgartemamts – nicht für Schotterrasen eignen, da eine ebene Fläche Voraussetzung für die Anwendung ist. Bei Spindelmähern werden Grashalme zuerst erfasst und dann glatt abgeschnitten; diese Methode verhindert ein Ausfransen der Blattspitzen, somit ein Braunwerden und verleiht dem Schnitt damit ein optisch ansprechendes Bild – ein Aspekt, der auf Schotterrasen nicht unbedingt notwendig ist und vielmehr auf Golf- und Sportplätzen zu Tragen kommt.

Neben den Spindelmähern scheint auch die Anwendung von so genannten Mulch- oder Recyclingmähern auf Grund der möglicherweise gehemmten Abbau- und Zersetzungsprozesse auf Standorten aus Schotterrasen nicht geeignet. Bei Mulchmähern wird das Schnittgut zigfach zerkleinert, auf den zu mähenden Flächen verteilt und somit vor Ort recycelt. Nach den Aussagen eines Mitarbeiters des Wiener Stadtgartenamtes kommt dieser Mulcheffekt in der Praxis jedoch nur zu Tragen, wenn regelmäßige Mäheinsätze erfolgen und dabei eine Schnitthöhe von max. 5 cm eingehalten wird.

Die Voraussetzungen für einen Einsatz von Aufsitzmähern auf Schotterrasenflächen sind hingegen gegeben. Abhängig vom jeweiligen Modell kann mit Aufsitzmähern eine Schnittbreite von 122 bzw. 137 cm und eine Schnitthöhe von 25 – 102 mm erzielt werden. Ja nach Typ kann die Schnitthöhe vom Fahrersitz zentral eingestellt werden. Das Mähwerk der als robust beschriebenen Aufsitzmäher setzt sich aus drei Messern zusammen. Zudem besitzen die Geräte einen Großfangbehälter für Gras mit einem Volumen von rund 500 Litern. Weitere technische Details sind den Informationen entsprechender Fachfirmen zu entnehmen.

Abbildung 34: Aufsitzmäher der Firma Kubota; Modell G 21 pro; Quelle: KUBOTA, 2007

In der **Stadt Salzburg** finden Aufsitzmäher ebenso Verwendung wie schwere Handmäher. In **Graz** kommen unterschiedliche Techniken zum Einsatz: gearbeitet wird mit Sichelmähern mit Absaugung, Spindelmähern und Schlägelmulchern. Auch in der **Stadt Berlin** werden mit Kreisel-/Sichel-, Spindel- und Schlegelmähern diese drei Techniken angewendet, wobei Kleinflächenmäher bis hin zu Großflächenmähern eingesetzt werden. Wiesen mit niedrigem Grasstand werden teilweise gemulcht, es erfolgt also keine Aufnahme des Mahdguts. Überwiegend kommt es jedoch zu einem Einsatz von Mähgeräten mit Sammelbehälter.

Auf einzelne Modelle oder spezifische Typen wird auf Grund des Umfangs dieser Diplomarbeit nicht näher eingegangen. Wie die Recherche gezeigt hat, verfügen die zuständigen Stellen der Städte über eine große Bandbreite an unterschiedlichen Geräten. So kommen in den Städten Wien, Salzburg, Graz und Berlin u. a. Aufsitzmäher bzw. Großflächenmäher der Marke Kubota (G-Serie) bzw. Etesia sowie Modelle der Fa. Amazone (Grasshopper, Profihopper) und Iseki zum Einsatz. Zudem findet das Mähgerät Torro ebenso Verwendung wie schwere Handmäher der Marke Ransomes Rotary.

Zusammenfassend kann somit davon ausgegangen werden, dass das Mähen von Schotterrasenflächen in der Praxis kein Problem darstellt – auch die Aufnahme des Schnittgutes ist technisch durchführbar.

Entfernung von Laub auf Schotterrasenflächen

Wie eine Nachfrage bei den zuständigen Behörden einzelner Städte in Österreich und Deutschland ergab, stellt die Beseitigung von Laub auf Grün-, Wiesen und Rasenflächen in der Praxis grundsätzlich kein Problem dar. Neben der manuellen Entfernung mittels Rechen haben die Städte auch die Möglichkeit, auf maschinelle Unterstützung zurückzugreifen. Somit kann Laub von Schotterrasenflächen bei Bedarf jederzeit aufgesammelt und entsprechend entsorgt werden.

Laut Auskunft der MA 42 wird in der Stadt **Wien** das Laub von Grün-, Wiesen- und Rasenflächen sowie dem Straßenbegleitgrün teils händisch, teils maschinell zusammengefasst. Dabei finden vor allem auf größeren Flächen u. a. Großflächenmäher, spezielle Anbaukehrmaschinen und motorisierte Bandrechen Verwendung. Ein Großteil des Laubes wird bereits im Zuge der letzten Mahd durch die Großflächenmäher aufgenommen. Bis vor zwei Jahren kamen beim Wiener Stadtgartenamt auch Handgeführte und fahrbare Laubgebläse zum Einsatz. Im Zuge der aktuellen Feinstaub-Thematik hat die Stadt Wien auf Grund ihrer Vorzeigerolle diese beiden Geräte jedoch eingezogen. Seit diesem Zeitpunkt wird das Laub nicht mehr mit Hilfe von Laubgebläsen, sondern vorwiegend händisch beseitigt.

Die **Stadt Graz** setzt gemäß den Informationen des Geschäftsbereiches Grünraum neben der händischen Arbeit mittels Laubrechen auch auf maschinelle Unterstützung. Dabei kommen Laubbläser, Heurechen und Sichelmäher zur Anwendung.

Letztendlich führte auch eine Nachfrage bei jenen, für das Stadtgrün in **Berlin** zuständigen, Bezirksämtern zu einem ähnlichen Ergebnis. In Gehölzflächen wird das Laub großteils belassen, um so dem natürlichen Kreislauf wieder zur Verfügung zu stehen. Zur Laubbeseitigung werden Laubblasgeräte eben so eingesetzt wie Laubsauger. Außerdem erfolgt das Aufsaugen von Laub mittels der Grasaufnehmer im Zuge der Mahd. Vorwiegend wird allerdings auch hier das Laub in Handarbeit zusammengetragen.

Es zeigt sich somit, dass in der Praxis unterschiedliche Methoden zur Beseitigung von Laub aus Grün-, Rasen- und Wiesenflächen sowie dem Straßenbegleitgrün existieren. In der deutschen FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen“ wird die Entfernung von Laub nur im Falle einer Funktionsstörung der Rassenfläche gefordert. Sollte es notwendig sein, den Eintrag von Laub auf Schotterrasenstandorten zu verhindern bzw. zu minimieren, stellt das Zusammenrechen und Entsorgen von Laub in der Praxis kein Problem dar.

Zusammenfassung: Eintrag organischer Ausgangsstoffe wie z.B. Mähgut oder Laub auf Schotterrasenflächen

Wie diesem Kapitel entnommen werden kann, hängt die Besiedelung des Lebensraumes mit Bodenorganismen von unterschiedlichen Faktoren ab; auch ihr Leistungspotential ist an verschiedene Bedingungen geknüpft. Sind diese Bedingungen nicht optimal, kann es zur Hemmung von Abbau- und Zersetzungsprozessen kommen. So wirkt sich beispielsweise bereits die Trittbelastung an einer öffentlich stark genutzten Rasenfläche auf die Belebtheit des Bodens aus. Zudem sind

Zersetzungsprozesse bereits im untersuchten Mäusegerstensaum im Randbereich eines asphaltierten Parkplatzes gehemmt. Im Rahmen dieser Diplomarbeit kann jedoch lediglich darauf verwiesen werden, dass auf Standorten aus Schotterrasen möglicherweise eine Verzögerung der Abbauprozesse vorliegt. Genaue Untersuchungen bezüglich der Besiedelung einer Schotterrasenfläche mit Bodenorganismen und ihrer Lebensbedingungen sind für die Zukunft durchaus interessant und somit erstrebenswert.

Der Eintrag von organischen Ausgangsstoffen wie z.B. Schnittgut oder Laub sollte auf Schotterrasen dennoch kein Problem darstellen. Wie die Nachforschungen gezeigt haben, gibt es in der Praxis bei Bedarf ausreichend Möglichkeiten, sowohl Mahdgut also auch Laub von den entsprechenden Flächen zu entfernen.

4.3.6.6 Zusammenfassung: mögliche Einträge auf Schotterrasenflächen und ihre Auswirkungen

Obwohl im Rahmen dieser Diplomarbeit nur ausgewählte Einträge genauer analysiert wurden, zeigt sich bereits die Komplexität dieses Themenbereiches. Wie die durchgeführte Recherche ergeben hat, besteht auf Schotterrasenflächen durchaus die Möglichkeit zahlreicher Einträge, die wiederum unterschiedliche Auswirkungen mit sich bringen.

So erweist sich beispielsweise die, im Zuge der winterlichen Betreuung notwendige Glättebekämpfung auf Schotterrasenstandorten als problematisch. Der Eintrag abstumpfender Streumittel weist zwar keine chemischen oder unmittelbar negativen Auswirkungen auf die Vegetation auf, dennoch sind Einschränkungen für den Winterdienst zu erwarten. So kann einerseits die, gemäß der Winterdienstverordnung 2003 der Gemeinde Wien, bestehende Einkehrpflicht auf Schotterrasen nur bedingt ausgeübt werden, andererseits ist der Einsatz von Streustoffen mit abstumpfender Wirkung auf Grund der Abriebfestigkeit alternativer Steumittel nur bedingt möglich. Weitere Details sind dem Kapitel 4.3.6.1 zu entnehmen.

Der Eintrag von Auftaumittel bringt eindeutig negative Auswirkungen auf die Vegetation mit sich wobei für Flächen aus Schotterrasen dennoch keine direkte Gefahr besteht. So ist auf Grund der gesetzlichen Lage in Wien (Winterdienstverordnung 2003) in der Umgebung von unversiegelten Flächen nur eine eingeschränkte Anwendung von Streustoffen mit auftauender Wirkung möglich. Zudem existiert die Möglichkeit von baulichen Maßnahmen, um das Eindringen von schmelzhaltigen Straßenabwässern in den Wurzelbereich der Pflanzen zu verhindern. Das Kapitel 4.3.6.2 beinhaltet ausführliche Informationen zu diesem Themenbereich.

Bedingt durch das beengte Platzangebot im städtischen Raum ist auf Schotterrasenflächen je nach Standort und Nutzungsart (privat/öffentlich) mit einem mehr oder weniger starken Eintrag von Hundekot zu rechnen. Dabei sind unterschiedliche Auswirkungen wie z.B. Geruchsbelästigung, ästhetische Aspekte oder Verschmutzungen von Schuhen ebenso zu erwarten wie Auswirkungen auf die Vegetation. Zudem erweist sich vor allem die Entfernung der Hundehaufen im Zuge der Pflegemaßnahmen als problematisch. Das Beseitigen von Hundekot aus Grün- und Wiesenflächen kann in der Praxis fast nur händisch durchgeführt werden. Das Thema Hundekot wird in Kapitel 4.3.6.3 genauer behandelt.

Auch der Staubeintrag führt zu direkten und indirekten Auswirkungen auf die Vegetation, wobei die Art des Staubes ebenso entscheidend wie die genaue Zusammensetzung – im Rahmen dieser Diplomarbeit wird jedoch darauf nicht näher eingegangen. Es verbleibt die Erkenntnis, dass sich Stäube nachteilig auf die Vegetation auswirken können, wobei das Staubbindungsvermögen von Rasenflächen weitaus kleiner ist als jenes von Waldflächen. Details über mögliche Auswirkungen werden in Kapitel 4.3.6.4 angeführt.

Abschließend kann noch festgehalten werden, dass auf Standorten, die in Schotterrasenbauweise errichtet wurden, Abbau- und Zersetzungsprozesse gehemmt sein könnten. In diesem Zusammenhang wären in Zukunft Untersuchungen bezüglich der Lebensbedingungen der Bodenorganismen und der Besiedelung entsprechender Standorte durchaus interessant. Wie das Kapitel 4.3.6.5 zeigt, kann jedoch der Eintrag von organischen Ausgangsstoffen wie z.B. Mähgut oder Laub auf Schotterrasenflächen durch Pflegemaßnahmen verhindert werden.

4.3.7 Problemzonen und daraus resultierende Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen

Dieses Unterkapitel beschäftigt sich erneut mit den – in Kapitel 4.3.1 bis Kapitel 4.3.6 analysierten – Problemzonen. Dabei wird verstärkt die Frage behandelt, ob durch diese Problembereiche mögliche Einschränkungen bei der Anwendung der Schotterrasenbauweise zu befürchten sind.

4.3.7.1 Problemzonen und ihre möglichen Grenzen im Einsatzbereich – ein einleitender Überblick

Im Zuge der Recherchetätigkeit für diese wissenschaftliche Arbeit folgte bereits eine ausführliche Auseinandersetzung mit ausgewählten Problemzonen von Schotterrasen (vgl. Kapitel 4.3.1 bis 4.3.6). Wie aus Tabelle 12 hervor geht, werden die so genannten „Problemzonen" teilweise zu Recht als solche bezeichnet – so können diese zum Teil als Ursache für mögliche Grenzen im Hinblick auf den Einsatzbereich von Schotterrasenflächen angesehen werden.

ÜBERBLICK ÜBER DIE PROBLEMZONEN VON SCHOTTERRASEN UND DARAUS RESULTIERENDE NUTZUNGSEINSCHRÄNKUNGEN		
[illegible]		[illegible]
fehlende Normen & Richtlinien		Kapitel 4.3.1
Bautech-nischer Bereich	Erstellen von Sieblinien	Kapitel 4.3.3
	Abnahmekriterien	Kapitel 4.3.4
mangelhafte Akzeptanz		Kapitel 4.3.2
Pflege & Instand-haltung	Winterdienst / Schneeräumung	Kapitel 4.3.5
	Einträge & Ihre Auswirkungen	Kapitel 4.3.6
[illegible]		
durch die Problemzone entstehen **keine direkten Einschränkungen** bei der Anwendung von Schotterrasenflächen		
Problemzone kann zu **möglichen Einschränkungen** im Einsatzbereich von Schotterrasen führen		

Tabelle 12: Überblick über die Problemzonen von Schotterrasen und daraus resultierende Nutzungseinschränkungen

Fehlende Normen und Richtlinien schränken die Anwendung der Schotterrasenbauweise ebenso wenig ein wie Probleme im bautechnischen Bereich. So kann eine Schotterrasenfläche in der Praxis auch ohne entsprechende Norm geplant und anschließend gebaut werden. Es besteht beispielsweise die

Möglichkeit sich auf das deutsche FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen“ Ausgabe 2000 zu berufen oder im Leistungsverzeichnis spezielle Anforderungen oder Qualitätsansprüche festzulegen. Die Entwicklung einer Norm für die Schotterrasenbauweise würde dennoch zahlreiche Vorteile mit sich bringen, wie bereits dem Kapitel 4.3.1 entnommen werden konnte.

Auch die behandelten Problemzonen des bautechnischen Bereichs (vgl. Kapitel 4.3.3 und Kapitel 4.3.4) setzen der Schotterrasenbauweise keine direkten Grenzen, wobei auch hier in Zukunft Verbesserungen anzustreben sind. So wurde am Standort Schwackhöfer-Haus (vgl. Kapitel 6) lediglich eines von sechs geprüften Materialien den Ansprüchen des FLL Regelwerks „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen“ gerecht. Dieser Aspekt lässt darauf schließen, dass das Erstellen von geforderten Sieblinien in der Praxis offensichtlich nicht so einfach ist (vgl. Kapitel 4.3.3). Direkte Grenzen für den Bau von Schotterrasenflächen entstehen zwar keine, Verbesserungen scheinen in Zukunft jedoch sinnvoll. Ähnliches gilt übrigens auch für die Abnahme von Schotterrasen (vgl. Kapitel 4.3.4).

Wie bereits in Tabelle 12 dargestellt wurde, erweisen sich hingegen die Problemzonen „mangelhafte Akzeptanz“ und „Pflege und Instandhaltung“ als weitaus problematischer. So können durch die kritische Betrachtung der Schotterrasenbauweise mögliche Grenzen bei der Anwendung von Schotterrasenflächen entstehen. Zudem können die Einsatzmöglichkeiten von Schotterrasen auch durch den Winterdienst (Schneeräumung und Glättebekämpfung) eingeschränkt werden.

4.3.7.2 Mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „mangelhafte Akzeptanz“

In diesem Kapitel soll lediglich darauf hingewiesen werden, dass es auch auf Grund von mangelhafter Akzeptanz zu Einschränkungen bei der Anwendung eines Produktes kommen kann.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit setzt sich das Kapitel 4.3.2 mit dem Thema „Mangelhafte Akzeptanz und Möglichkeiten zur Attraktivitätssteigerung bei Schotterrasen“ auseinander. Dementsprechend sind auch nähere Informationen und Details im eben angeführten Kapitel nachzuschlagen.

<u>Mögliche Einschränkungen bei der Anwendung der Schotterrasenbauweise durch die Problemzone „mangelhafte Akzeptanz“</u>

Gemäß den Ausführungen in Kapitel 4.3.2.1 existieren unterschiedliche Ursachen für eine kritische Betrachtung der Schotterrasenbauweise in der Praxis. Die möglichen Gründe für eine mangelhafte

Akzeptanz von Schotterrasen werden in Abbildung 35 noch einmal zusammengefasst und können letztendlich auch als Hemmnisse für eine Anwendung dieser ökologisch wertvollen Bauweise gesehen werden.

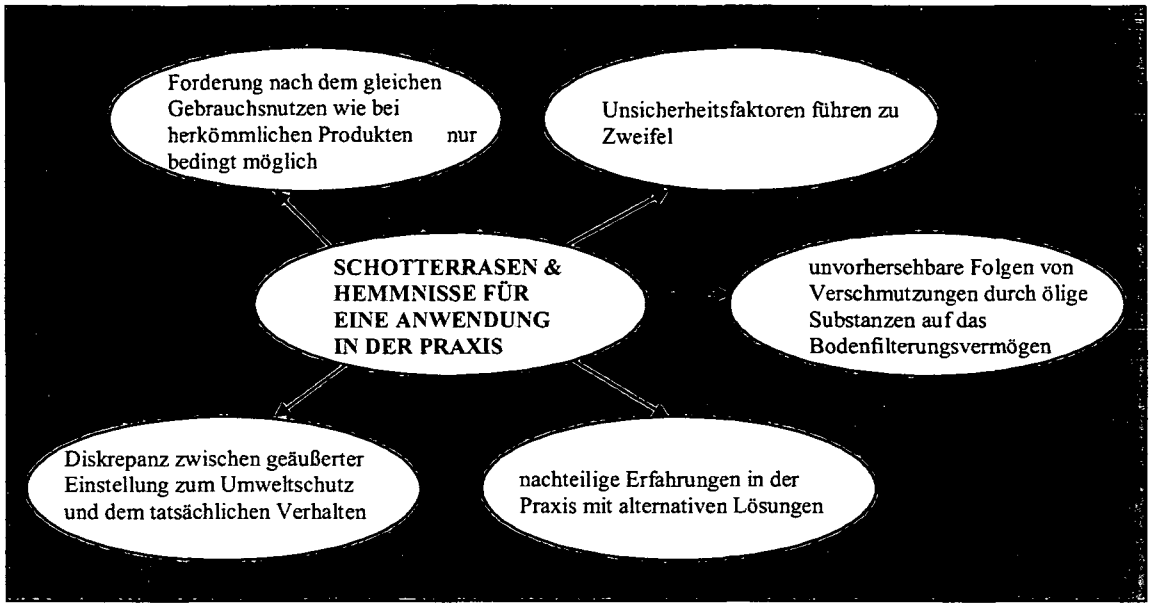


Abbildung 35: Hemmnisse für eine Anwendung von Schotterrasen in der Praxis – eine Übersicht

Die Grafik wird im Anschluss nur kurz erläutert, da weitere Details dem Kapitel 4.3.2.1 entnommen werden können.

Planer/innen oder ausführende Unternehmen werden eine alternative Bauweise in der Praxis nicht einsetzen, wenn Sie von deren Eigenschaften und Funktionstüchtigkeit nicht restlos überzeugt sind. So unterliegen ökologische Produkte sehr häufig den gleichen Anforderungen wie herkömmliche Produkte. Da es in der Praxis jedoch oft nicht möglich ist, den gleichen Gebrauchsnutzen zu erfüllen, wird letztendlich wieder auf Altbewährtes zurückgegriffen. Somit kann es auch beim Schotterrasen durch mangelhafte Akzeptanz zu Grenzen im Hinblick auf den Einsatzbereich kommen.

Asphaltierte Flächen sind im Stadtgebiet nicht zuletzt deshalb gefragt, weil sie uneingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten darstellen, robust und pflegeleicht sind – Eigenschaften, die zum Teil bei der Schotterrasenbauweise nur bedingt zutreffen. Unsicherheitsfaktoren führen zu einer kritischen Betrachtung und in weiterer Folge zu einer ablehnenden Einstellung gegenüber dem Produkt.

Zudem bestehen Unklarheiten des Bodenfilterungsvermögens bei öligen Substanzen (bei asphaltierten Flächen sind Ölscheider vorgeschrieben), was Skepsis und Kritik bis zu einem gewissen Grad auch verständlich macht. Das Produkt scheint (noch) nicht vollständig ausgereift zu sein und wird aus

diesem Grund möglicherweise nicht eingesetzt. Unternehmen sollten diesen Aspekt jedoch nicht als Grenze sehen, sondern vielmehr als Markt- und Innovationschance.

Abschließend sei abermals erwähnt, dass heutzutage allgemein eine positive Einstellung gegenüber dem Umweltschutz vernommen, in der Praxis jedoch sehr oft anders gehandelt wird – ein ebenfalls nicht gerade förderlicher Aspekt im Zusammenhang mit einer ökologisch wertvollen Bauweise.

Zusammenfassung: mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „mangelhafte Akzeptanz"

In der Praxis werden gerade alternative Methoden immer wieder mit Skepsis betrachtet, weil Sie etwas Neues, Ungewohntes oder Anderes darstellen. Dementsprechend wird es auch immer wieder Leute geben, die der alternativen Bauweise mit Kritik gegenübertreten. Wenn es nicht gelingt, die beteiligten Personenkreise von den Vorteilen und vor allem der Funktionstüchtigkeit von Schotterrasen zu überzeugen, sind der Schotterrasenbauweise Grenzen gesetzt. In der Praxis ist es nur schwer möglich ein Produkt zu verkaufen, das nicht zu 100 % überzeugt und vollständig akzeptiert wird.

4.3.7.3 Mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „Pflege und Instandhaltung"

Einleitend sei erwähnt, dass sich die Problemzone „Pflege und Instandhaltung" aus dem Kapitel 4.3.5 „Der Winterdienst – Schneeräumung und Glättebekämpfung auf Schotterrasenflächen" und dem Kapitel 4.3.6 „Mögliche Einträge von Schotterrasenflächen und ihre Auswirkungen" zusammensetzt. Entsprechende Detailinformationen sind diesen beiden Kapiteln zu entnehmen. Im folgenden Unterkapitel werden nun die möglichen Auswirkungen im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten der Schotterrasenbauweise analysiert.

Einleitung – Problematik der winterlichen Betreuung von Schotterrasenflächen

Wie aus den beiden Kapiteln 4.3.5 und 4.3.6 hervorgeht, ist eine winterliche Betreuung von Schotterrasenflächen nur sehr schwer möglich. So kommt es einerseits zu Problemen bei der mechanischen Schneeräumung, andererseits zu Problemen bei der Glättebekämpfung.

Gemäß der durchgeführten Recherche und dem derzeitigen Stand der Technik ist die maschinelle Schneeräumung auf unversiegelten Flächen in der Praxis nur mittels Schneeschild oder Schneefräse möglich. Nach der entsprechenden FLL Richtlinie ist jedoch eine Beseitigung des Schnees mit Räumschild nicht zulässig – somit entsteht bereits der erste Konfliktpunkt. Hinzu kommt, dass bei der

Räumung von Schnee auf wassergebundenen Decken, Kieswegen oder Grünflächen eine Beschädigung der Fläche nicht ausgeschlossen werden kann. Eine Schneebeseitigung auf unversiegelten Flächen wie dem Schotterrasen ist demnach kaum möglich.

Auch die Glättebekämpfung gestaltet sich in der Praxis weitaus schwieriger als in der Theorie angenommen wird. Die FLL Richtlinie „verbietet" zwar den Einsatz von Streusalz auf Schotterrasenflächen, schlägt jedoch gleichzeitig die Verwendung abstumpfender Mittel vor. Allerdings bereitet auch die Anwendung von Streustoffen mit abstumpfender Wirkung auf unversiegelten Flächen Probleme. So führen die Einkehrpflicht und die geringe Abriebhärte der Streustoffe zu großen Einschränkungen.

Mögliche Einschränkungen bei der Anwendung der Schotterrasenbauweise durch die Problemzone „Pflege und Instandhaltung"

Wie aus den einleitenden Ausführungen ersichtlich ist, kann auf Schotterrasenstandorten auf Grund der besonderen Bodenverhältnisse nur ein eingeschränkter Winterdienst ausgeübt werden. In weiterer Folge besteht die Möglichkeit der Gefahr einer Einschränkung des Einsatzbereiches dieser Bauweise. Dabei spielen vor allem die gesetzlichen Grundlagen eine entscheidende Rolle – diese werden im Kapitel 4.3.5.2 „Gesetzliche Grundlagen des Winterdienstes" ausführlich analysiert.

Straßen, Gehsteige, öffentliche Parkplätze, Grünflächen oder Parkanlagen unterliegen in Österreich u. a. der Straßenverkehrs-, der Reinhalte- bzw. der Grünanlagenverordnung. In Verbindung mit dem Winterdienst sind dabei besonders die Straßenverkehrsordnung (§ 93), das allgemeine bürgerliche Gesetzbuch (§ 1319a & § 1295), das Bundesstraßengesetz (§ 24 & § 9) sowie für Wien die Verordnung des Magistrates der Stadt Wien vom 16.11.1962 betreffend der Reinigung von Gehsteigen, Gehwegen und Stiegenanlagen für das Ortsgebiet Wien, Wien-Inzersdorf, Wien-Neu-Eßling und Wien-Süßenbrunn und die Winterdienstverordnung 2003 zu beachten. All diese gesetzlichen Grundlagen regeln eindeutig die Maßnahmen bei Schneefall und Glättebildung.

Die winterliche Betreuung von robusten, asphaltierten Flächen stellt in der heutigen Zeit kein großes Problem dar – eine Umsetzung der rechtlichen Aspekte kann gemäß dem aktuellen Stand der Technik ausgeübt werden. Die entsprechenden Gesetze besitzen jedoch für versiegelte Flächen ebenso ihre Gültigkeit wie für unversiegelte Flächen. Wie bereits in den Kapiteln 4.3.5 und 4.3.6 analysiert wurde, bringt jedoch der Winterdienst auf Schotterrasen Hindernisse mit sich. Durch diese Problematik könnten bei der Schotterrasenbauweise Grenzen im Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten entstehen. Sind die im Winter notwendigen Maßnahmen wie Schneeräumung oder Glättebekämpfung auf

bestimmten Bodenbelägen nicht durchführbar, ist auch in der Praxis theoretisch kein Einsatz dieser Beläge möglich.

Im Folgenden wird nun versucht, an Hand von Beispielen unterschiedliche Einsatzgebiete für Schotterrasen aufzeigen, bei denen es gesetzlich vorstellbar wäre, auf eine winterliche Betreuung dieser Flächen zu verzichten.

Alle öffentlich zugänglichen Flächen, die den Vorschriften der StVO unterliegen, müssen geräumt bzw. gestreut werden. Als weniger problematisch erweist sich der private Bereich, wobei es auch hier Unterschiede zu beachten gibt. Somit gilt es bereits im Planungsprozess die Gesetze in Verbindung mit den möglichen Auswirkungen der Pflegemaßnahmen von Schotterrasenflächen zu berücksichtigen und entsprechende Schlüsse zu ziehen.

§ 4 Absatz 4 der Grünanlagenverordnung besagt z.B. folgendes: „In öffentlich zugänglichen Park-anlagen dürfen bei Schneelage und Glatteis nur die bestreuten Wege benützt werden" (MAGISTRAT DER STADT WIEN, 1993). Wird beispielsweise in einer Parkanlage eine Fläche aus Schotterrasen geplant, muss diese im Winter nicht unbedingt geräumt und gestreut werden, wie ein durchaus realistisches Szenario in der Praxis zeigt. Im „Raimund-Zoder Park" in Wien setzt sich z.B. das gesamte Wegenetz dieser naturnahen Anlage aus Schotterwegen zusammen (vgl. Abb. 37.). An den Parkeingängen befinden sich Informationstafeln mit dem Hinweis, dass es sich um eine naturnahe Anlage ohne winterliche Betreuung handelt (vgl. Abb. 38) – in weiterer Folge stört es hier offensichtlich auch niemanden. Dieses Beispiel zeigt, dass in der Praxis nicht immer eine winterliche Betreuung erforderlich ist. Dementsprechend ergeben sich für Schotterrasen unter Berücksichtigung des Winterdienstes beispielsweise Einsatzmöglichkeiten in Parkanlagen.

Abbildung 36: Hinweistafel der Stadt Wien; Raimund-Zoder Park; April 2007

Abbildung 37: Schotterwege in einer naturnahen Parkanlage; Wegenetz Raimund-Zoder Park; Wien; April 2007

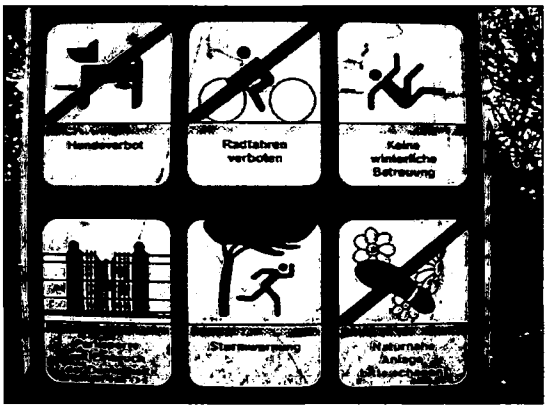


Abbildung 38: Hinweistafel im Raimund-Zoder Park; naturnahe Parkanlage ohne winterliche Betreuung; Wien; April 2007

Wie die nachfolgenden Erkenntnisse zeigen, eröffnen sich auch im privaten Bereich Nutzungsmöglichkeiten für die Schotterrasenbauweise ohne der Notwendigkeit einer winterlichen Betreuung.

So müssen z.B. im häuslichen Bereich Autoabstellplätze oder Garageneinfahrten, die ausschließlich der privaten Nutzung dienen, nicht geräumt bzw. bestreut werden. Zudem besteht auch die Möglichkeit, dass beispielsweise Privatparkplätze von Geschäftslokalen durch Kunden „auf eigene Gefahr" benutzt werden und somit nicht dem Winterdienst unterliegen. In diesen Fällen existieren zwecks einer rechtlichen Absicherung meistens entsprechende Hinweistafeln (vgl. Abb.39 und Abb. 40).

Abbildung 39: Hinweistafel auf dem Privatparkplatz eines Blumenmarktes; Wien; April 2007

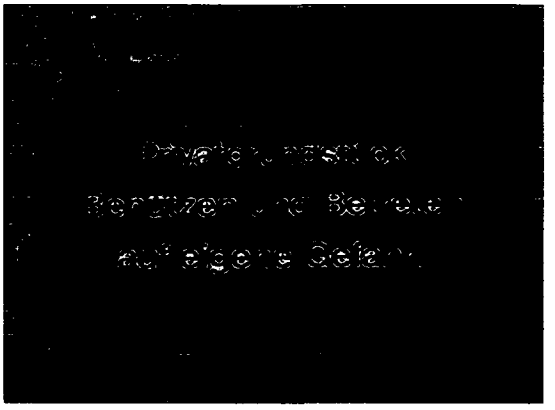


Abbildung 40: Benutzerhinweis auf dem Privatparkplatz eines Blumenmarktes; Wien; April 2007

Sobald jedoch derselbe Parkplatz der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird und somit der StVO unterliegt, besteht eine Schneeräum- bzw. Streupflicht, auch wenn sich dieser Parkplatz in Privatbesitz befindet. Als Beispiel aus der Praxis sei der Kundenparkplatz einer Supermarktfiliale in Wien angeführt (vgl. Abb. 41). Auf den Benutzerhinweisen ist eindeutig ersichtlich, dass auf diesem Parkplatz die Vorschriften der StVO gelten – somit ist auch eine winterliche Betreuung erforderlich und der Einsatz der Schotterrasenbauweise problematisch.

Abbildung 41: Benutzerhinweise am Kundenparkplatz einer Supermarktfiliale in Wien; April 2007

In diesem Zusammenhang kann noch ein weiteres konkretes Beispiel aus der Praxis angeführt werden. Am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus signalisiert bereits im Einfahrtsbereich ein Schild, dass auf diesem Parkplatz die Vorschriften der StVO gelten (vgl. Abb.42). Die Problematik der Schneeräumung und Glättebekämpfung auf Schotterrasenflächen wurde hier aber offensichtlich erkannt, wie ein Zusatzschild (vgl. Abb. 43) beweist. Der klein gedruckte Text besagt: „Im Bereich der Parkplätze ist aufgrund der besonderen Bodenbeschaffenheit nur ein eingeschränkter Winterdienst (Räumung und Splittstreuung) möglich. Die Universität für Bodenkultur Wien übernimmt keine Haftung für Personen oder Sachschäden". Gemäß der StVO müsste jedoch eine komplette winterliche Betreuung erfolgen.

Abbildung 42: Schild mit dem Hinweis auf die Vorschriften der StVO; Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; April 2007

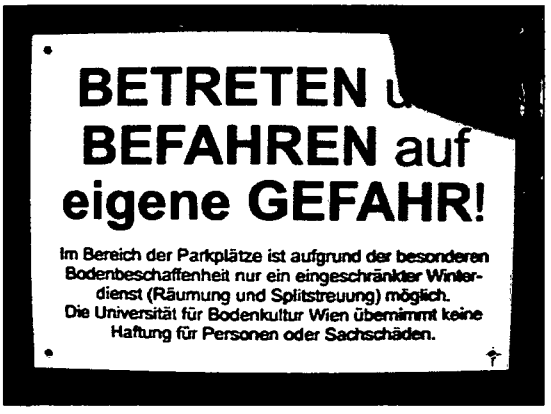


Abbildung 43: Zusatzschild mit dem Hinweis auf einen eingeschränkten Winterdienst; Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; April 2007

4.3.7.4 Zusammenfassung: mögliche Grenzen im Einsatzbereich von Schotterrasen resultierend aus der Problemzone „Pflege und Instandhaltung“

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der eingeschränkte Winterdienst (Schneeräumung und Glättebekämpfung durch Streustoffe) auf Schotterrasenflächen und die nur bedingt erfüllbaren rechtlichen Grundlagen zu möglichen Grenzen im Einsatzbereich dieser Bauweise führen können.

Dennoch existieren in der Praxis durchaus Bereiche, für welche eine winterliche Betreuung gesetzlich nicht zwingend notwendig ist. So eröffnen sich Möglichkeiten für die Anwendung von Schotterrasen beispielsweise in Parkanlagen oder auch im privaten Bereich. Zudem gibt es öffentlich zugängliche Flächen wie z.B. Gastgärten von Restaurants oder Parkplätze von Fußballstadien, die im Winter keiner Nutzung unterliegen und somit auch keiner winterlichen Betreuung bedürfen, sofern sie im entsprechenden Zeitraum gesperrt werden. Im Winter genutzt werden hingegen beispielsweise die Parkplätze von Eishockeystadien oder Supermärkten, wo der Einsatz der Schotterrasenbauweise aufgrund des eingeschränkten Winterdienstes als problematisch anzusehen ist und somit bereits im Planungsprozess genau analysiert und überdacht werden sollte.

5 METHODIK

Das folgende Kapitel beinhaltet sämtliche im Rahmen dieser Diplomarbeit angewandten Methodiken. Erläutert werden dabei einerseits der Rechercheteil mit Literatursuche und Experteninterviews, andererseits die Untersuchungsmethoden der Feldversuche.

Der Schwerpunkt der Beschreibung liegt bewusst auf der praxisorientierten Seite der Anwendung einzelner Methodiken. Spezielle technische Informationen sind den jeweiligen Normen und Richtlinien zu entnehmen, die in den nachfolgenden Kapiteln durch entsprechende Hinweise angeführt werden.

Zudem existieren weitere Ausführungen über die Untersuchungsmethoden u. a. in der Diplomarbeit „Untersuchung vegetationstechnischer und geotechnischer Parameter zur Optimierung der Schotterrasenbauweise“ von Simone LÄNGERT (2004), in der Diplomarbeit „Vegetationsentwicklung und geotechnische Eigenschaften verschiedener Aufbauten von Schotterrasen in Wien“ von Monika HAAS und Isabella SCHILD (2003) sowie in der wissenschaftlichen Arbeit von Petra Pfeiffer-Vogel und Ulrike PITHA aus dem Jahr 2002 mit dem Titel „Wege in der Gartenanlage Hellbrunn und im Kurpark Baden“.

5.1 METHODIK DER LITERATURRECHERCHE UND EXPERTEN-INTERVIEWS

5.1.1 Literaturrecherche

Allgemeines

Um die spezifische Fachliteratur für diese wissenschaftliche Arbeit zusammenzutragen, wurden unterschiedliche Recherchemöglichkeiten genutzt. Das Hauptaugenmerk beschränkte sich dabei auf die Online-Suche in Bibliothekskatalogen sowie auf Suchmaschinen des World Wide Webs[1].

Die folgende Tabelle (vgl. Tab.13) bietet einen groben Überblick über jene Kataloge von Bibliotheken, die im Zuge der Diplomarbeit Anwendung gefunden haben. Zudem wird der entsprechende Verweis zur jeweiligen Webseite angeführt.

BIBLIOTHEK	LINK ZUR HOMEPAGE
Universitätsbibliothek Bodenkultur Wien	http://www.boku.ac.at/bib.html
Österreichische Nationalbibliothek	http://www.onb.ac.at
Universitätsbibliothek der Wirtschaftsuniversität Wien	http://www.wu-wien.ac.at/bib/

Tabelle 13: Literaturrecherche – relevante Bibliotheken inkl. Hinweis auf deren Homepage

Zur Unterstützung der Recherchetätigkeit im Internet wurde die Suchmaschine „Google" herangezogen. Zu finden ist diese unter dem Link www.google.at bzw. www.google.com. Weiters wurden für die Nachforschungen auch Querverweise in Literaturverzeichnissen genutzt, und vereinzelt Literaturhinweise von Professoren bzw. meiner Mitbetreuerin DI Simone Längert miteinbezogen.

Vorgangsweise

Im Laufe der Diplomarbeit wurde eine systematische Klassifikation der Literatur vorgenommen, um ein Ausufern der Quantität des Recherchematerials zu verhindern und gleichzeitig die notwendige Qualität zu wahren.

Um für die entsprechenden Themenbereiche Literatur zu finden, wurden ausgewählte Schlagwörter in

[1] World Wide Web: besser bekannt unter der Abkürzung WWW; Internetdienst; Datenbank mit sehr großem und weitreichendem Informationsangebot

die Kataloge der jeweiligen Online-Bibliothek eingegeben. Nach einer ausgiebigen Sichtung der Ergebnisse erfolgte die Eingrenzung bzw. Auswahl interessanter Literatur.

Im Anschluss wurde die Eignung der literarischen Werke auf die Anwendbarkeit hinsichtlich der Diplomarbeit untersucht. Dazu wurden zunächst Titel, Buchklappe, Inhalts- und Literaturverzeichnis sowie Vorwort, Einleitung und Zusammenfassung des ausgewählten Buches gelesen. Bereits jetzt zeigte sich, ob die gefundene Literaturquelle Verwendung finden konnte oder zurückgestuft bzw. gänzlich ausgeschieden werden musste.

War die Entscheidung zugunsten eines Buches, einer Zeitschrift oder sonstigen Quelle gefallen, wurde versucht, u. a. mit Hilfe der Überschriften alle für die Diplomarbeit interessanten und hilfreichen Textstellen herauszufiltern. Anschließend wurden die einzelnen Kapitel und Abschnitte intensiv gelesen und – falls als notwendig erachtet – Notizen und Exzerpte angefertigt.

Quell- und Literaturverzeichnis

Kapitel 9 beinhaltet sämtliche für diese wissenschaftliche Arbeit relevanten bzw. verwendeten Literaturangaben einschließlich einer Gliederung in Literatur- und Internetquellen.

5.1.2 Experten-Interview

Für die Durchführung einer genauen Analyse der definierten Problemzonen von Schotterrasenflächen reichte eine reine Literaturrecherche nicht aus. Dazu waren aktuelle Informationen aus der Praxis notwendig, die im Zuge von so genannten „Experten-Interviews“ eingeholt wurden.

Definition „Experten-Interview“

Bei einem Experten-Interview handelt es sich um die Befragung von Spezialisten, die ein – entsprechend der Fragestellung ausgewähltes – Tätigkeitsfeld repräsentieren. Da sich die Interviewtätigkeit vor allem auf Vertreter einer Expertengruppe beschränkt, wird auch die potentiell relevante Information stärker als bei andren Interviewvarianten eingegrenzt. Um die Befragung auf das Wesentliche zu fokussieren, ist die Entwicklung eines Leitfadens bei dieser Methodik umso wichtiger.

Form der Befragung:
teilstrukturiertes Interview

Die ausgewählte Form des Interviews entspricht in diesem Fall jener eines teilstrukturierten Interviews. In Anlehnung an einen fachspezifischen Themenbereich erfolgt die Erstellung eines Gesprächleitfadens (vgl. Abb. 44). Dieser übernimmt einerseits eine Art Steuerungsfunktion, gewährleistet aber andererseits dem Interviewführer einen verhältnisäßig großen Handlungsspielraum. So können beispielsweise die Anordnung der Fragen an den Gesprächverlauf angepasst oder auch mit Hilfe von Zwischenfragen spezielle Probleme vertieft behandelt werden.

Die nebenstehende Grafik (vgl. Abb. 44) veranschaulicht die im Zuge dieser Diplomarbeit angewandte Vorgangsweise bei der Erstellung eines Gesprächleitfadens.

Die Befragung in Form eines teilstrukturierten Interviews stellt jedoch hohe Ansprüche an den Interviewer selbst. In möglichst kurzer Zeit sollen die wichtigsten Informationen zur jeweiligen Problemstellung eingeholt, und gleichzeitig die Antworten für eine

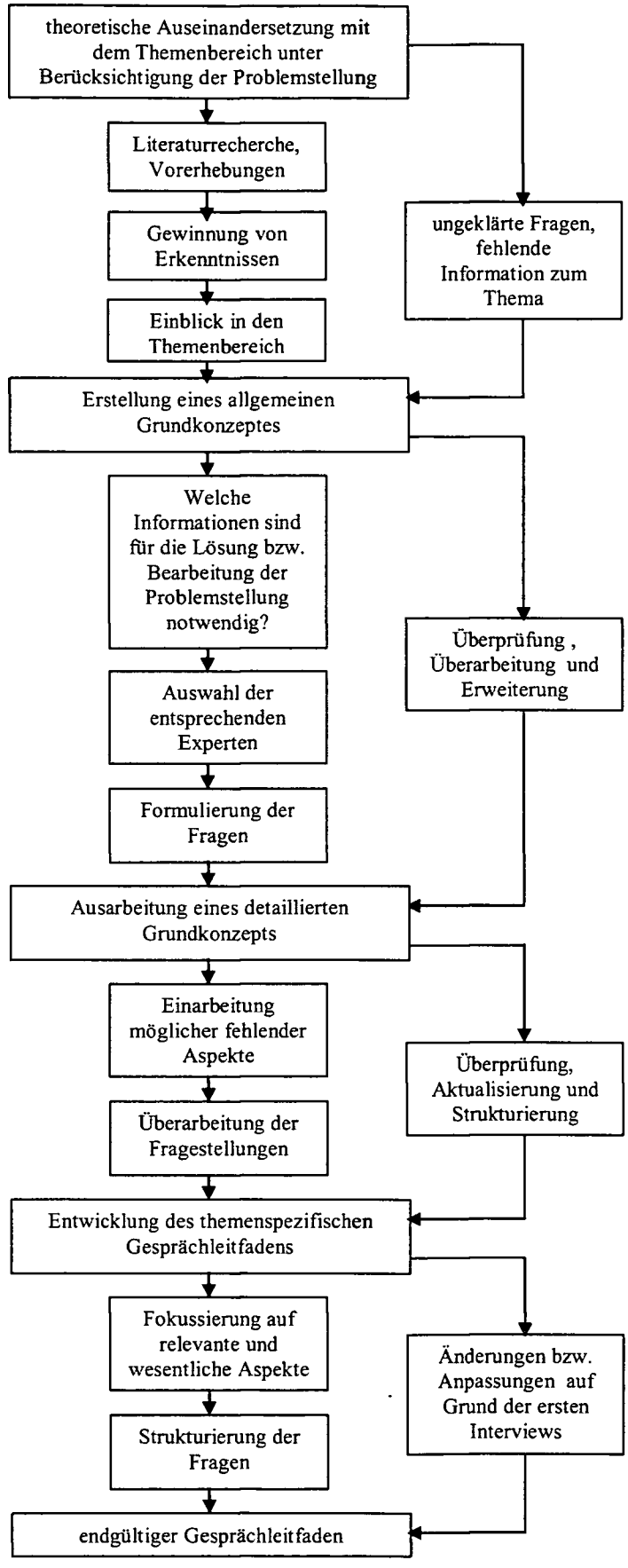


Abbildung 44: schematische Darstellung der stufenartigen Entwicklung eines Gesprächleitfadens

spätere Auswertung festgehalten werden. Zudem muss der befragten Person ausreichend Gelegenheit gegeben werden, ihre Gedankengänge klar und möglichst unbeeinflusst zum Ausdruck zu bringen. Der Interviewführer muss sich somit auf die Verwendung möglichst kurzer Fragen beschränken.

Art der Fragestellung

Basierend auf „offenen Fragen" wurde zur jeweiligen Problemstellung ein entsprechender Gesprächleitfaden entwickelt (vgl. Abb. 44). Die Fragen wurden dabei thematisch gegliedert und in geordneten Bereichen zusammengefasst. Die offene Fragestellung enthält keine vorgegebenen Antwortkategorien. Somit muss der Befragte nicht nur seine Antwort selbstständig formulieren sondern auch gleichzeitig den geforderten Inhalt wiedergeben. Nach dem Lehr- und Handbuch „Sozialwissenschaftliche Methoden" von Prof. Dr. Erwin ROTH aus dem Jahr 1993, kann der Interviewte „gemäß seinem Wissen und seiner Fähigkeit zur sprachlichen Ausdrucksweise antworten".

Weiters führt ATTESLANDER in seinem Buch „Methoden der empirischen Sozialforschung" (1993) folgendes an: „Offene Fragen helfen Unwissenheit, Missverständnisse, unerwartete Bezugssysteme zu entdecken. Sie können auch den Gesprächskontakt und das Interesse am Interview fördern, weil sie einer alltäglichen Gesprächssituation nahe kommen."

Auswahl der Interviewpartner

In Anlehnung an den erstellten Gesprächleitfaden wurden die jeweiligen Interviewpartner ausgesucht. Abhängig von der Problemstellung und dem zu behandelnden Themenbereich erfolgte die Auswahl der entsprechenden Firmen, Fachbetriebe und Experten unter Zuhilfenahme der Internet-Suchmaschine „Google" (vgl. Kapitel 5.1.1 Literaturrecherche). Die endgültige Entscheidung, welche der aufgelisteten Unternehmen telefonisch befragt werden, wurde mehr oder weniger nach dem Zufallsprinzip getroffen. Dennoch wurde im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeit darauf geachtet möglichst große, renommierte und vor allem spezialisierte Fachbetriebe aus dem In- und Ausland (z.B. Deutschland) für die Experteninterviews auszuwählen.

Ablauf: Telefoninterview

Die Experten-Interviews wurden letztendlich in Form einer telefonischen Befragung abgewickelt. Mit Hilfe dieser Methode wurden Spezialisten der jeweils ausgewählten Zielgruppen kontaktiert und in Anlehnung an den zuvor entwickelten Gesprächleitfaden zu den entsprechenden Themenbereichen interviewt.

Die Vorteile dieser Methode sind laut ATTESLANDER (1993) die „erhöhte Erreichbarkeit", die „rasche Verarbeitungsmöglichkeit der erhaltenen Daten" sowie der „relativ rasche Ersatz für Ausfälle". Als Nachteil wird u. a. das Wegfallen von „Erinnerungsstützen etwa durch Vorlage von Tabellen" (ATTESLANDER, 1993) angeführt. Dieser Aspekt war jedoch für die Umfrage im Zuge dieser Diplomarbeit nicht relevant.

Schließlich sei noch angemerkt, dass der Interviewer bei der mündlichen Befragung via Telefon gleich zu Beginn die Bereitschaft zur Teilnahme wecken sowie die Aufmerksamkeit für den gesamten Gesprächsverlauf aufrechterhalten muss.

Zudem wurden die Informationen teilweise auch per e-Mail eingeholt, wobei der Gesprächsleitfaden in Form eines Fragenkatalogs versendet wurde.

Auswertung

Eine ausführliche Dokumentation des gesamten Gesprächsverlaufes ist die Voraussetzung für eine spätere Auswertung. Aus diesem Grund wurden während der durchgeführten Telefoninterviews möglichst genaue Notizen angefertigt und unmittelbar nach Ende jeder Befragung ein Gesprächsprotokoll erstellt. Die Datengrundlage für die Auswertung (Firmennamen der befragten Unternehmen, Gesprächsleitfaden und -protokoll) befindet sich in Kapitel 10.1 (ANHANG) zur Einsichtnahme.

Die Auswertung erfolgte anschließend in Form einer Analyse und eines Vergleichs des eingeholten Expertenwissens. Um die angestrebte Vergleichbarkeit der Informationen herzustellen, war es notwendig, sich am Gesprächleitfaden zu orientieren. Das Ergebnis wird schriftlich in den einzelnen Kapiteln festgehalten.

5.2 METHODIK DER FELDVERSUCHE

Um an entsprechende wissenschaftliche Parameter der Versuchsflächen zu gelangen, mussten vor Ort unterschiedliche Feldversuche durchgeführt werden. Im Anschluss folgt eine genaue Beschreibung der einzelnen Methoden.

5.2.1 Geotechnische Untersuchungen

Dieses Kapitel beinhaltet eine ausführliche Erklärung jener Untersuchungsmethoden, die zur Bestimmung und Analyse folgender geotechnischer Parameter benötigt wurden:

- Wasserdurchlässigkeit
- Tragfähigkeit
- Korngrößenverteilung

Im Anschluss werden somit Ausschüttversuch, dynamischer Lastplattenversuch und Siebanalyse näher erläutert. Zudem werden kurz die wichtigsten persönlichen Erfahrungen mit der jeweiligen Untersuchungsmethode angesprochen.

5.2.1.1 Wasserdurchlässigkeitsbestimmung mittels Ausschüttversuch nach RVS 11.062 Blatt 15

Definition

Gemäß der RVS 11.062 Blatt 15 Grundlagen Prüfverfahren Steinmaterial, Ausgabe September 1997, dient diese Methode „zur überschlägigen Bestimmung der Durchlässigkeit ungebundener Tragschichten".

Gerätebeschreibung

Für die Durchführung des Ausschüttversuches werden gemäß der oben genannten RVS 11.062 Blatt 15 jene – auf der nächsten Seite angeführten – Geräte benötigt. Abbildung 45 veranschaulicht die Auflistung.

- Wassergefäß, Inhalt: zwei Liter
- zylindrische Prallplatte aus korrosionsbeständigem Material, Durchmesser 15 cm
- Stoppuhr
- Wasservorratstank mit Leitungswasser, ohne entspannende Zusätze
- Thermometer

Abbildung 45: Geräte für den Ausschüttversuch (Wasserkanister, 2 l Gefäß & Prallplatte)

Versuchsablauf

Der Auswahl einer geeigneten Messstelle folgt das Plazieren der Prallplatte, wobei darauf zu achten ist, dass diese satt und eben am Untergrund aufliegt. Im Anschluss werden aus einer Höhe von maximal 10 cm zwei Liter Wasser innerhalb von 5 sec. auf die Prallplatte geschüttet. An jedem Messpunkt sind jeweils drei solcher Ausschüttversuche durchzuführen, wobei beim dritten und letzten Versuch mittels Stoppuhr die Versickerungszeit des Wassers gemessen wird.

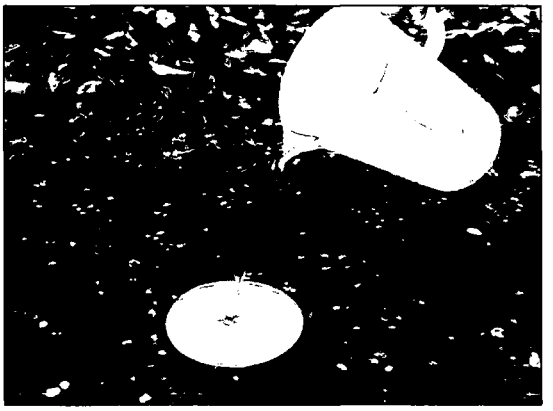


Abbildung 46: Ausschüttversuch; Schotterrasen-parkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; Nov. 2005

Ist der zwei Liter Inhalt des Gefäßes geleert, muss umgehend die Zeitnehmung aktiviert werden. Das Wasser gilt dann als versickert, wenn die gesamte Wassermenge von der Bodenoberfläche verschwunden ist. An diesem Punkt angelangt, ist die Zeitmessung wieder zu deaktivieren.

Liegt die Dauer der Versickerungszeiten über 30 sec., so ist die Durchlässigkeit mit Hilfe des Ausflussmessgerätes zu bestimmen. Der Ablauf dieses Verfahrens wird ebenfalls in der bereits erwähnten RVS 11.062 Blatt 15 beschrieben. Bei der Versuchsreihe am Parkplatz des Schwackhöfer-Hauses wurde auf die Durchlässigkeitsbestimmung mittels des Ausflussmessgerätes aus Zeitgründen (anstehende Parkplatzrenovierung) verzichtet.

Anwendung im Rahmen der Diplomarbeit

Der Ausschüttversuch fand zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit am Schotterrasenparkplatz des Standorts Schwackhöfer-Haus der Universität für Bodenkultur in Wien Verwendung.

Die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 14) gibt einen groben Überblick über die Aufnahmetermine, die auf ihre Durchlässigkeit geprüften Schichten und die Anzahl der jeweils durchgeführten Versuche.

AUSSCHÜTTVERSUCHE NACH RVS 11.062 BLATT 15 AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS		
[illegible]	[illegible]	[illegible]
16.11.2005	entfernte Vegetations-tragschicht (Rundkorn)	9
31.11.2005	Unterbau (Kantkorn)	6
22.05.2006	neu eingebaute Vegetations-tragschicht (Kantkorn)	6

Tabelle 14: durchgeführte Ausschüttversuche am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass während der durchgeführten Versuchsreihen der Parkplatz Schwackhöfer-Haus für Kraftfahrzeuge nicht gesperrt war. Die Auswahl von geeigneten Messpunkten für die Ausschüttversuche wurde somit durch parkende Autos leicht beeinträchtigt.

Eine genaue Zuordnung der Messstellen wird mit den, im Zuge der Auswertung erstellten Diagrammen (vgl. Kapitel 6.3.3) und dem Übersichtsplan „Standort Schwackhöfer-Haus" (vgl. Kapitel 10.2 „ANHANG") mittels Farbcodierung und Legende ermöglicht.

Zudem enthält Kapitel 10.3 (ANHANG) eine Beschreibung aller durchgeführten Ausschüttversuche inklusive der ermittelten Messergebnisse.

Auswertung

Analyse und Interpretation der Ergebnisse aller durchgeführten Ausschüttversuche erfolgt in Kapitel 6.3.3. Zu diesem Zweck wurden Excel-Tabellen angefertigt und anschließend entsprechende Säulen-Diagramme erstellt. Während auf der x-Achse die durchgeführten Ausschüttversuche dargestellt sind, können auf der y-Achse die Versickerungszeiten abgelesen werden. Die Diagramme tragen zu einer besseren Veranschaulichung bei und ermöglichen einen leichteren Vergleich zwischen den Wasserdurchlässigkeiten der geprüften Schichten.

Das Korrelationsdiagramm von Otto PREGL (1994) gibt die Umrechnung der Versickerungszeiten [sec.] auf k_f - Werte [m/s] an (vgl. Abb. 87 auf Seite 181).

Persönliche Erfahrungen

Der Ausschüttversuch hat sich als einfaches und schnelles Verfahren zur Bestimmung der Durchlässigkeit ungebundener Tragschichten bestätigt. Ist auf einer Baustelle ausreichend Wasser vorhanden, reicht bereits das Mitnehmen eines 2 Liter Gefäßes und einer Prallplatte aus, um einen Anhaltspunkt für die Wasserdurchlässigkeit zu bekommen.

Weiters hat sich jedoch im Laufe der Versuche gezeigt, dass das Auffinden einer geeigneten, d. h. möglichst horizontalen und ebenen Messstelle, nicht immer einfach bzw. möglich ist. Zudem werden für einen regelkonformen Ausschüttversuch 6 Liter (3 x 2l) Wasser benötigt. Bei der Durchführung mehrerer Versuchsreihen ist somit eine Anlieferung der entsprechenden Wassermenge in Kanistern mittels Scheibtruhe oder das Legen einer Schlauchleitung empfehlenswert.

Abschließend kann angemerkt werden, dass eine ausführliche fachgerechte Einweisung in diese Untersuchungsmethode nicht zwingend notwendig ist. Eine kurze mündliche Erklärung bzw. ein Nachschlag in der Literatur ist vollkommen ausreichend.

5.2.1.2 Überprüfung der Tragfähigkeit mittels dynamischer Lastplatte nach ÖNORM B 4417

Definition

Nach der ÖNORM B 4417, Erd- und Grundbau, Untersuchung von Böden, Lastplattenversuch vom 1. Dezember 1979 wird „der Lastplattenversuch zur Prüfung der Verformbarkeit und Tragfähigkeit des Untergrundes und im Erdbau auch zur Überprüfung der Verdichtung angewendet".

Bei dieser Untersuchungsmethode wird der Boden über einer kreisförmigen Lastplatte durch ein Fallgewicht stoßartig mit der maximalen Kraft belastet.

Gerätebeschreibung

Die dynamische Lastplatte setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Lastplatte (starre Platte in Kreisform); Durchmesser 30 cm
- Belastungsvorrichtung mit Fallgewicht (10 kg) und Federelement
- elektronische Setzungsmesseinrichtung (digitales Handmessgerät)

Die nachfolgenden Fotos (vgl. Abb. 47, Abb. 48 und Abb. 49) veranschaulichen die Beschreibung des Gerätes.

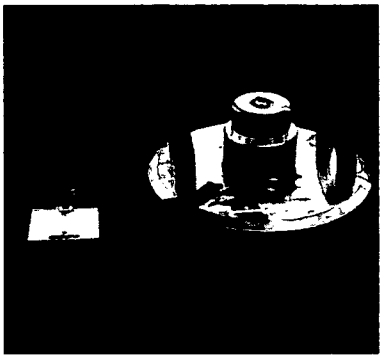


Abbildung 47: Lastplatte mit digitalem Handmessgerät

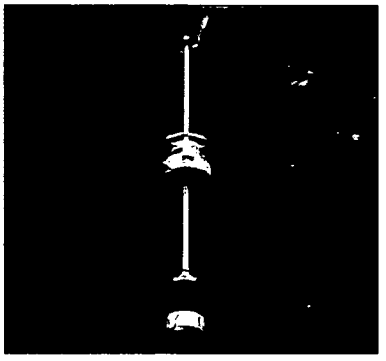


Abbildung 48: Belastungs-vorrichtung mit Fallgewicht

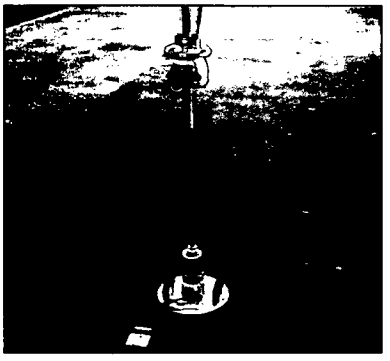


Abbildung 49: dynamische Lastplatte (zusammengesetzt)

Verglichen mit der statischen Lastplatte zeichnen sich gegenüber der, besonders in den letzten Jahren immer häufiger eingesetzten, dynamischen Lastplatte einige Vorteile ab:

- weniger Platzbedarf
- geringerer Zeitaufwand
- es wird kein Belastungswiderlager benötigt
- vielfältiges Einsatzgebiet (auch an schwer zugänglichen Orten einsetzbar, wo die statische Lastplatte bereits an ihre Grenzen stoßen würde)
- geringer finanzieller Aufwand

Versuchsablauf

Nach der Auswahl geeigneter Messpunkte wird die dynamische Lastplatte – oft auch als leichtes Fallgewicht bezeichnet – satt auf die Prüfstelle aufgelegt. Dazu ist es notwendig, lockeres Material von der Bodenoberfläche zu entfernen bzw. diese zu glätten (vgl. Abb. 50). Zum Ausgleichen von Bodenunebenheiten kann trockener, sauberer Mittelsand verwendet werden, wobei diese Ausgleichsschicht gemäß ÖNORM B 4417 eine Dicke von nur wenigen Millimetern nicht überschreiten darf (Abb. 51). Ist die Messstelle mit Vegetation bewachsen, muss diese bis zum Wurzelhals zurückgeschnitten werden. Anschließend kann mit dem Aufstellen der Lastplatte begonnen werden (vgl. Abb. 52).

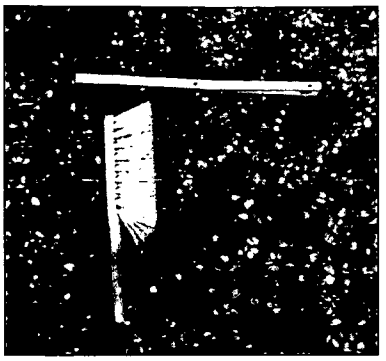


Abbildung 50: Säuberung der Prüfstelle mittels Handbesen

Abbildung 51: Aufbringen von Ausgleichsand

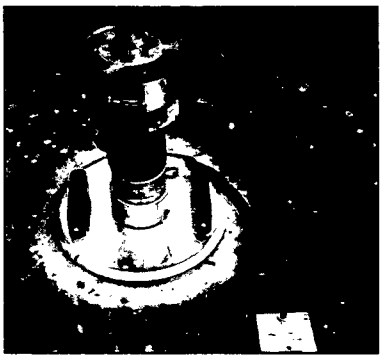


Abbildung 52: anschließendes Setzen der Lastplatte

Die Lastplatte wird über ein Kabel mit dem digitalen Handmessgerät verbunden und die Belastungsvorrichtung aufgesetzt. Dem Lösen der Transportsicherung sowie dem Einklinken des Fallgewichtes am oberen Anschlag folgt das Einschalten des Setzungsmessgerätes. Nach Drücken der „Start-Taste" erscheinen am Display entsprechende Anweisungen zum Ausführen des ersten, zweiten und dritten Stoßes, wobei das Auslösen des 10 kg schweren Fallgewichtes mit einem Hebel erfolgt. Dadurch wird eine maximale Stoßkraft von 7,07 kN bei einer Stoßdauer von 18 Millisekunden erzeugt. Durch das Federelement wird das Fallgewicht nach jedem Stoß nach oben geschleudert, wo es händisch aufzufangen und erneut einzuklinken ist. Nach den ersten drei durchgeführten Stößen zeigt das Handmessgerät die gemessenen Setzungsamplituden an. Durch erneutes Drücken der „Start-Taste" kann der Wert des dynamischen Verformungsmoduls Evd_1 abgelesen werden. Werden an derselben Messstelle – wie bereits oben beschrieben - drei Zweitbelastungsstöße durchgeführt, wird der entsprechende Wert für Evd_2 bestimmt.

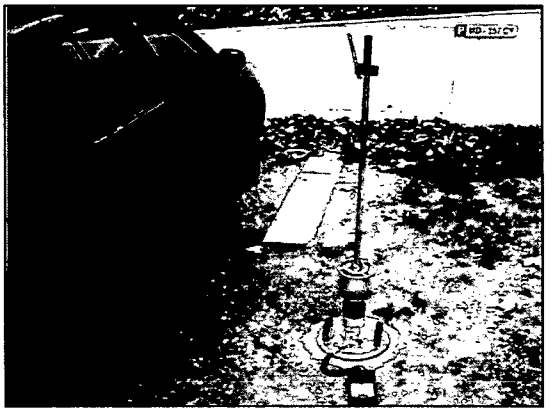


Abbildung 53: dynamischer Lastplattenversuch; Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; November 2005

In der ÖNORM B 4417 vom 1. Dezember 1979 wird das Verformungsmodul Ev als „eine Kenngröße für die Verformbarkeit des Bodens" beschrieben.

Anwendung im Rahmen der Diplomarbeit

Mit Hilfe der dynamischen Lastplatte wurden am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus der Universität für Bodenkultur in Wien die Tragfähigkeitswerte ermittelt.

Tabelle 15 zeigt sämtliche Versuchstermine, geprüften Schichten und die Anzahl der durchgeführten Versuche im Überblick.

LASTPLATTENVERSUCHE NACH ÖNORM B 4417 AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS		
[illegible]	[illegible]	[illegible]
15.11.2005	entfernte Vegetationstragschicht (Rundkorn)	9
15.12.2005	neu eingebaute Vegetations-tragschicht (Kantkorn)	9
21.07.2006	neu eingebaute Vegetations-tragschicht (Kantkorn)	18

Tabelle 15: durchgeführte Lastplattenversuche am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Die Tragfähigkeitswerte der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) wurden am 15.11.2005 mittels dynamischer Lastplatte und unter Verwendung von Ausgleichsand gemessen.

Im Gegensatz dazu erfolgte die Bestimmung der Tragfähigkeit der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am 15.12.2005 ohne Ausgleichsand. Auf Grund der Ebenheit des unmittelbar gewalzten und fertig gestellten Parkplatzes war die Notwendigkeit einer dünnen Ausgleichsschicht nicht gegeben.

Die am 21.07.2006 durchgeführten Lastplattenversuche mussten hingegen wegen auftretender Unebenheiten wieder unter Zuhilfenahme von Ausgleichsand erfolgen.

Eine Zuordnung der Prüfstellen wird – wie bereits bei den Ausschüttversuchen erwähnt (vgl. Kapitel 5.2.1.1) – mit Hilfe der im Auswertungskapitel erstellten Diagrammen (vgl. Kapitel 6.3.1) und dem Übersichtsplan „Standort Schwackhöfer-Haus" (vgl. ANHANG Kapitel 10.2) ermöglicht. Weiters beinhaltet Kapitel 10.3 (ANHANG) eine tabellarische Beschreibung der dynamischen Lastplattenversuche und hält zudem sämtliche ermittelten Evd_1 und Evd_2 Werte fest.

Die Darstellung der Beziehung zwischen dem dynamischen (Evd_2) und dem statischen (Ev_2) Verformungsmodul erfolgt in Tabelle 16.

VERGLEICHSWERTE NACH PREGEL	
[illegible]	[illegible]
180	80
150	70
120	55
100	45
80	40
60	30
45	25
20	15

Tabelle 16: Beziehung zw. dem dynamischen (Evd_2) und dem statischen (Ev_2) Verformungs-modul; Quelle: PREGEL, o. A.

Auswertung

Das Kapitel 6.3.1 behandelt die Auswertung der dynamischen Lastplattenversuche vom Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus. Mit Hilfe von Diagrammen werden die ermittelten Tragfähigkeitswerte dargestellt. Die x-Achse zeigt die Anzahl der durchgeführten Versuche, während die gemessenen Verformungsmodule auf der y-Achse aufgetragen sind. Die Diagramme dienen der Darstellung der Verteilung aller Tragfähigkeitswerte über die gesamte Aufnahmefläche und erleichtern den Vergleich.

Persönliche Erfahrungen

Wird vor der Durchführung der Versuchsreihe rechtzeitig ein funktionstüchtiges Gerät samt „Zubehör" (u. a. Besen und Ausgleichsand,...) organisiert, zeigt das Verfahren mit der dynamischen Lastplatte durchwegs positive Aspekte.

Im Laufe der Untersuchungen hat sich bestätigt, dass in relativ kurzer Zeit verhältnismäßig viele Messungen durchgeführt werden können.

Zum Säubern und Ebnen der Messstelle hat sich ein einfacher Handbesen bewährt. Als Ausgleichsand wurde feiner Quarzsand verwendet, wobei die Erfahrungen gezeigt haben, dass bei Versuchen auf einer unmittelbar fertig gestellten Schotterfläche kein Ausgleichsand benötigt wird. Die Ebenheit der gewalzten Bodenoberfläche ermöglicht ein sattes Aufliegen der Lastplatte auch ohne Hilfsmittel.

Weiters ist bei einer längeren Benutzungsdauer des Gerätes darauf zu achten, dass der Akku des digitalen Handmessgerätes stets voll aufgeladen ist oder Ersatzbatterien bereit liegen. Dieser Aspekt kommt besonders während der kalten Jahreszeit zu tragen.

Letztendlich muss noch erwähnt werden, dass eine Einweisung in die Technik dieser Messmethode durch fachgerechtes Personal durchaus empfehlenswert ist. Missverständnisse oder kleine Unachtsamkeiten können schnell zu Fehlern und somit zu nicht verwertbaren Messergebnissen führen. Ist das Grundprinzip jedoch einmal verstanden worden, können Messungen problemlos selbständig durchführen werden.

5.2.1.3 Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Siebanalyse nach ÖNORM B 4412

Definition

Die Siebanalyse ist eine in der ÖNORM B 4412 beschriebene Untersuchungsmethode, die im Rahmen dieser Diplomarbeit zur Bestimmung der Korngrößenverteilung sowie der anschließenden Ermittlung der Sieblinie eingesetzt wurde.

Laut ÖNORM B 4412 aus dem Jahr 1974 „gibt die Korngrößenverteilung die Massenanteile der in einer Bodenart vorhandenen Körnungsgruppen an". Weiters wird in dieser Norm festgehalten, dass „Korngrößen über 0,063 mm durch Siebung, Korngrößen unter 0,125 mm durch Sedimentation getrennt werden".

Gerätebeschreibung

Für die Durchführung des Verfahrens wurde eine Siebmaschine zur Nasssiebung des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau eingesetzt (vgl. Abb. 54). Diese befindet sich im Labor des Institutes für Alpine Naturgefahren an der Universität für Bodenkultur in Wien.

Abbildung 54: Siebmaschine zur Nasssiebung; Labor des Institutes für Alpine Naturgefahren; BOKU, Wien; November 2005

Vor Verwendung der Maschine ist vor allem auf die richtige Zusammensetzung des Siebsatzes zu achten. Hierfür werden die Siebe entsprechend ihrer Größe, ausgehend vom kleinsten bis hin zum größten Sieb, auf ein Auffangbecken mit Schlauch übereinander gesetzt. Zum Verschließen der Siebmaschine dient ein Deckel mit eingelassenem Sprühkopf, an den ein Schlauch für die Wasserversorgung angeschlossen ist.

Versuchsablauf

Zunächst sind entsprechende Bodenproben zu entnehmen (vgl. Abb. 55), wobei gemäß ÖNORM B 4412 „die Probenmenge des zu untersuchenden Bodens dem darin enthaltenen Größtkorn anzupassen ist" (ÖNORM B 4412, 1974). So ist beispielsweise bei einem geschätzten Größtkorn von 40 mm eine Mindestprobenmenge von 7 kg zu verwenden. Diese ÖNORM Angaben konnten allerdings nicht bei allen Untersuchungen der Diplomarbeit berücksichtigt werden. Teilweise war der Probenumfang durch

die liefernden Firmen bereits vorgegeben, teilweise gestaltete sich die Probenentnahme aufgrund von nachrutschendem Material sehr schwierig.

Eine ausführliche Beschreibung der Materialproben (u. a. Ort der Entnahme, Entnahmeperson und das Trockengewicht der Probe) befindet sich im Anhang (vgl. ANHANG Kapitel 10.3).

Die Bodenproben werden im Trockenschrank bei 103° C zwei Tage lang getrocknet und anschließend die jeweiligen Trockengewichte bestimmt (vgl. Abb. 56).

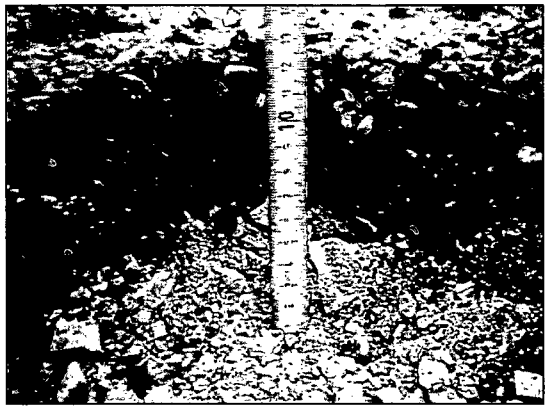


Abbildung 55: Entnahme von Bodenproben; entfernte Vegetationstragschicht 0-10 cm (Rundkorn); Parkplatz Schwackhöfer-Haus; BOKU, Wien

Abbildung 56: Bestimmung des Trockengewichtes einer Bodenprobe; Labor des Institutes für Alpine Naturgefahren; BOKU, Wien

Erst jetzt beginnt der Vorgang der eigentlichen Siebung:

die Bodenprobe wird auf das oberste Quadratlochblech geleert und bei verschlossener Maschine unter gleichmäßiger Wasserzugabe und mittlerer Intensität in der Regel 10 Minuten gesiebt. Die Rüttelbewegung der Maschine teilt die Probe in ihre Kornfraktionen auf, wobei die Krongröße < 0,063 mm über ein Auffangbecken und einen Schlauch in einen sauberen Kübel abgeleitet wird (vgl. Abb. 57). Nach einer Wartezeit von 2 bis 3 Tagen haben sich die Feinstoffe abgesetzt und das überschüssige Wasser kann mit Hilfe des Prinzips der kommunizierenden Gefäße abgesaugt werden.

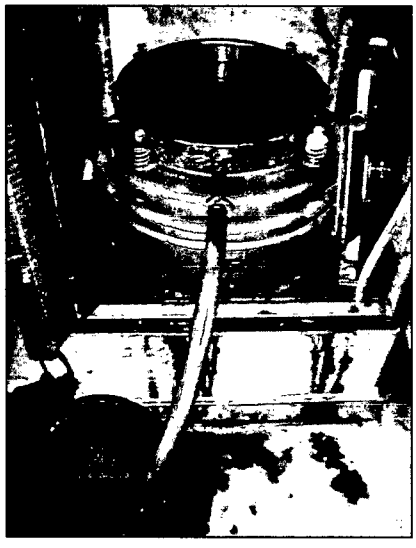


Abbildung 57: Auffangbecken einer Siebmaschine für die Korngröße < 0,063 mm; Labor des Institutes für Alpine Naturgefahren; BOKU, Wien

Nach Ende des Siebvorgangs werden die ermittelten Korngrößen aus den jeweiligen Sieben herausgenommen und anschließend nach der Lochweite der Quadratlochsiebe oder der Maschenweite der Siebgewebe, in denen sie sich befinden, benannt.

Folgende Siebe werden unterschieden:

- Siebe mit Prüfsiebgewebe nach DIN 4288 Blatt 1 mit Maschenweiten von 0,063 mm; 0,125 mm; 0,25 mm; 0,5 mm; 1 mm; 2 mm

- Siebe mit Quadratlochblechen nach DIN 4187 Blatt 2 mit Lochweiten von 4 mm; 8 mm; 16 mm; 31,5 mm; 45 mm; 63 mm

Abbildung 58: Sieb mit Prüfsiebgewebe; Korngröße 0,25 mm

Abbildung 59: Sieb mit Quadratlochblech; Korngröße 16 mm

Die einzelnen Kornfraktionen werden in Metallgefäßen in den Trockenschrank gestellt (vgl. Abb. 60), erneut zwei Tage lang bei 103° C getrocknet und im Anschluss gewogen. Der Masseunterschied zwischen der Trockenmasse vor der Siebung und der Trockenmasse nach der Siebung darf laut ÖNORM B 4412 nicht mehr als 1 % des Trockengewichtes der gesamten Probe betragen, da sonst die Siebung mit einer neuen Probe wiederholt werden muss.

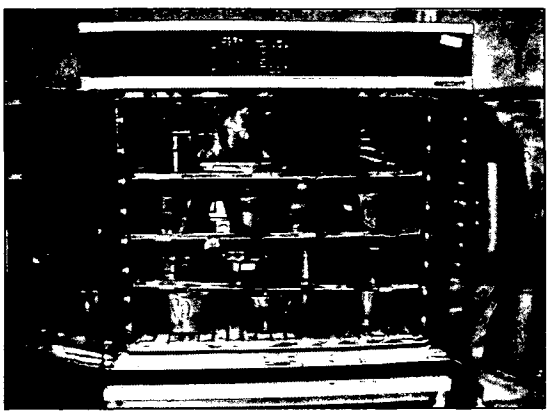


Abbildung 60: Trockenschrank mit Bodenproben nach der Nasssiebung; Labor des Instituts für Alpine Naturgefahren; BOKU, Wien

Anwendung im Rahmen der Diplomarbeit

Im Laufe der Untersuchungen für diese wissenschaftliche Arbeit wurden 13 Siebungen von unterschiedlichen Bodenproben durchgeführt. Getestet wurde sowohl das Rundkorn der alten Vegetationstragschicht, als auch das – im Zuge der Parkplatzrenovierung eingesetzte – Kantkorn. Die nachfolgende Tabelle 17 verschafft einen Überblick über das geprüfte Material.

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG MITTELS SIEBANALYSE NACH ÖNORM B 44 12 FÜR DEN STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS		
[illegible]	[illegible]	[illegible]
24.11.2005 27.11.2005 29.11.2005	entfernte Vegetationstragschicht (Rundkorn 0/16); Schichtstärke: 0-10 cm	Fa. Gabau
24.11.2005 27.11.2005 29.11.2005	Unterbau (Kantkorn 0/63); Schichtstärke: 10-20 cm	Fa. Gabau
21.11.2005	Material "Zentralgemisch" (Kantkorn 0/45)	Werk Gießhübl
21.11.2005	Material "Steinbruch" (Kantkorn 0/45)	Werk Gießhübl
19.12.2005 22.12.2005	Neues Material "lehmige Erde" (Kantkorn 0/45)	Fa. Hollitzer
14.12.2005 14.12.2005 18.12.2005	Material "neue Vegetationstrag-schicht" (Kantkorn 0/45)	Fa. Hollitzer

Tabelle 17: durchgeführte Materialprüfungen für den Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Um das Rundkorn der entfernten Vegetationstragschicht einer Siebanalyse zu unterziehen, wurden am 16.11.2005 am Parkplatz Schwackhöfer-Haus entsprechende Bodenproben entnommen.

Weiters wurden am 30.11.2005 Proben von der ersten Lieferung des neuen Kantkorns, das für die Parkplatzsanierung jedoch abgelehnt werden musste, angefertigt und zudem am 02.12.2005 noch Materialproben des – im Zuge der Parkplatzsanierung – letztendlich neu eingebauten Kantkorns gezogen.

Für die Ermittlung der Korngrößenverteilung weiterer Materialien wie z.B. des „Zentralgemisches" (Kantkorn 0/45) aus dem Werk Gießhübl wurden die Proben von der jeweiligen Firma zur Verfügung gestellt. In diesem Fall ist das Datum der Probenentnahme ebenso unbekannt wie der Name jener Person, die für die Entnahme der Probe verantwortlich war.

Eine ausführliche Beschreibung der Materialproben befindet sich in der Datensammlung im Anhang von Kapitel 10.3 (ANHANG). Hier wird auch der genaue Ort der Probenentnahme angeführt, wobei die entsprechende Stelle dem Übersichtsplan des Parkplatzes Schwackhöfer-Haus (vgl. ANHANG Kapitel 10.2) zugeordnet werden kann.

Auswertung - Siebliniendiagramm

Das gewogene Trockengewicht der einzelnen Kornfraktionen dient als Grundlage für die Erstellung einer Sieblinie, welche die Korngrößenverteilung darstellt. In einem so genannten Siebliniendiagramm wird nach ÖNORM B 4412 auf einem einfachen logarithmischen Papier der Korndurchmesser d [in mm] auf der x-Achse logarithmisch und die Massenanteile der einzelnen Korngrößen [in %] auf der y-Achse linear von unten nach oben summiert aufgetragen. Die Sieblinie der jeweiligen Probe ergibt sich aus dem prozentmäßigen Anteil des Trockengewichtes jeder Kornfraktion, welcher in das Diagramm eingetragen und durch eine stetige Linie verbunden wird.

Die Auswertung und Interpretation der oben angeführten Materialproben wird in Kapitel 6.3.2 ausführlich behandelt.

Persönliche Erfahrungen

Im Laufe der Untersuchungen für diese Diplomarbeit hat sich herausgestellt, dass Siebanalysen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung recht zeitaufwendig sind. Verantwortlich zeigen sich hierfür in erster Linie die benötigten Trockenzeiten.

Zur Bestimmung des Trockengewichtes muss eine Bodenprobe vor der Siebung mind. zwei Tage lang in den Trockenschrank gestellt werden. Nach erfolgter Nasssiebung muss das – in seine Kornfraktionen aufgeteilte – Material erneut zwei bis drei Tage lang bei 103° C getrocknet werden. Wird zusätzlich noch ein Tag für die eigentliche Siebung hinzugerechnet, werden für die Siebanalyse einer einzigen Bodenprobe zwischen fünf und sechs Tage benötigt. Dieser Aspekt gestaltet sich besonders dann als problematisch, wenn großer Zeitdruck herrscht. Zudem ist hier das Auswerteverfahren noch nicht mit eingerechnet.

Weiters haben die Erfahrungen gezeigt, dass der eingesetzte Trockenschrank des Labors vom Institut für Alpine Naturgefahren maximal vier Proben (abhängig vom Probenumfang) gleichzeitig Platz bietet. Dabei können zwei Materialproben auf Blechen ausgebreitet in den oberen Teil des Ofens geschoben werden. Diese noch ungesiebten Proben werden so zur Bestimmung des Gesamttrockengewichtes und der anschließenden Siebung vorbereitet. Zur selben Zeit können zwei weitere Bodenproben in den unteren Bereich des Trockenschrankes gestellt werden. Hierbei handelt es sich um bereits gesiebte und in ihre Kornfraktionen aufgeteilte Proben. Die beschrifteten Metallgefäße müssen jedoch Platz sparend geschlichtet werden. Diese Vorgangsweise spart Zeit, da die Siebung einer Materialprobe und die Massenbestimmung des Trockengewichtes einzelner Kornfraktionen einer anderen Probe parallel abgehandelt werden können.

Das Entfernen der Siebrückstände aus den Sieben mit den Quadratlochblechen nach DIN 4187 Blatt 2 mit den oben angeführten Lochweiten, erwies sich als problemlos. Löffel, eine kleine Schaufel sowie zwei Spritzflaschen sind geeignete Hilfsmittel.

Das Säubern der Prüfsiebgewebe nach DIN 4288 Blatt 1 gestaltet sich hingegen vor allem bei der Maschenweite 2 mm als etwas schwieriger, bei den Maschenweiten 1 mm und 0,5 mm als besonders schwierig. Hier erweist sich ein spitzer Gegenstand wie zum Beispiel ein dünner Metallspieß als äußerst hilfreich. Das Ausputzen der übrigen Siebe (u. a. 0,063 mm; 0,125 mm; 0,25 mm) funktioniert mit Hilfe von Spritzflaschen und ausreichend Wasser sehr gut. Auf Grund des feinen Siebgewebes muss jedoch mit entsprechender Vorsicht vorgegangen werden.

Das Absaugen überschüssigen Wassers aus den Kübeln mit dem abgelagerten Material < 0,063 mm muss ebenfalls mit größter Vorsicht erfolgen. Bereits eine kleine Unachtsamkeit kann zum Aufwirbeln von Feinmaterial und somit zu einer unnötigen Verzögerung führen, da sich diese Feinsedimente erst nach rund drei Tagen erneut ablagern.

Schließlich sei noch angemerkt, dass im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen keine Siebanalyse auf Grund eines zu hohen Materialverlustes während der Siebdurchgänge wiederholt werden musste. Durch exaktes und konzentriertes Arbeiten wurde bei 13 absolvierten Siebanalysen ein durchschnittlicher Materialverlust von 23,05 g verbucht. Der Wert lag somit deutlich unter der von der ÖNORM B 4412 geforderten 1% Grenze (in diesem Fall durchschnittlich 69,55 g bei 13 Proben).

Eine kurze Einweisung in die Funktionsweise des Trockenschrankes sowie die Bedienung der Nasssiebmaschine durch erfahrene Personen erweist sich durchaus als vorteilhaft und somit als empfehlenswert.

5.2.2 Vegetationsaufnahmen

Einleitung

Um die fortschreitende Entwicklung der Versuchsflächen „Treppelweg“ und „Segelhafen“ auf der Donauinsel/Wien im Laufe der Jahre festzuhalten, wurden auch 2005 ausgiebige Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Einerseits wurde dabei der Gesamtdeckungsgrad der einzelnen Versuchsfelder geschätzt, andererseits detaillierte Vegetationsaufnahmen nach ausgewählten Parametern vorgenommen.

Unmittelbar vor Beginn der Pflanzenaufnahmen erfolgte an den Versuchsflächen eine Einweisung durch DI Simone LÄNGERT. Zweck dieser Maßnahme war das Herstellen eines Bezuges zu vorangegangenen Aufnahmen sowie das Kennenlernen der Situation vor Ort.

Alle Vegetationsdaten wurden direkt an den Versuchsflächen schriftlich mit Hilfe eines vorgefertigten Aufnahmebogens festgehalten und die Ergebnisse zu einem späteren Zeitpunkt mittels Computers in eine Datenbank eingetragen (vgl. Kapitel 10.3 – „ANHANG"). Ein Aufnahmeblatt befindet sich als Beispiel zur Einsichtnahme am Ende des Kapitels 5.2.2.1 „Gesamtdeckungsgrad".

5.2.2.1 Gesamtdeckungsgrad (Dominanz)

Aufnahmezeitraum

Der Beobachtungszeitraum zur Schätzung des Gesamtdeckungsgrades auf den einzelnen Versuchsfeldern erstreckte sich für die Flächen „Treppelweg" und „Segelhafen" von Mai bis September 2005 (vgl. Tab. 18). Die Aufnahmen erfolgten ungefähr im Abstand von vier bis fünf Wochen. Auf der „Versuchsfläche Treppelweg" wurde der Gesamtdeckungsgrad vier Mal bestimmt, wobei die erste Aufnahme ebenso wie die letzte Aufnahme im Zuge der detaillierten Pflanzenaufnahmen Ende Mai/Anfang Juni bzw. Anfang September erfolgte. Am „Parkplatz Segelhafen" wurde hingegen erst einen knappen Monat später der Bestimmung des Gesamtdeckungsgrades begonnen, wobei der Aufnahmetermin Mitte September sowohl die Ermittlung der Gesamtdeckungsgrade als auch die Ermittlung der Einzelarten umfasste.

AUFNAHMETERMINE DER GESAMTDECKUNGSGRADE - STANDORTE DONAUINSEL, WIEN

Standort	Aufnahmefläche	Aufnahmetermin
Versuchsfläche Treppelweg	Versuchsfelder 1 - 27; sämtliche Varianten und Substrate	31.05.2005 - 07.06.2005
	Versuchsfelder 1 - 27; sämtliche Varianten und Substrate	27.06.2005
	Versuchsfelder 1 - 27; sämtliche Varianten und Substrate	25.07.2005
	Versuchsfelder 1 - 27; sämtliche Varianten und Substrate	02.09.2005 - 08.09.2005
Parkplatz Segelhafen	Parkplätze 1 - 11 & 23 - 33	24.06.2005
	Parkplätze 12 - 22 & 34 - 46	25.06.2005
	Parkplätze 1 - 15 & 34 - 46	27.07.2005
	Parkplätze 16 - 33	28.07.2005
	Parkplätze 1 - 22	10.09.2005 - 11.09.2005
	Parkplätze 23 - 46	12.09.2005 - 15.09.2005

Tabelle 18: Aufnahmetermine der Gesamtdeckungsgrade auf der „Versuchsfläche Treppelweg" und am „Standort Segelhafen"

Vorgangsweise

Unter dem Gesamtdeckungsgrad wird der Prozentanteil der von Pflanzen bedeckten Bodenoberfläche bezogen auf die Feldgröße der Einzelfelder verstanden. Die Bestimmung des Gesamtdeckungsgrades erfolgte mittels visueller Schätzung.

Als Schätzhilfe dienten hierbei jene, von DI Simone LÄNGERT im Jahr 2004 ausgerechneten Relationen zwischen Feldgröße und 1 % Gesamtflächenanteil. Dabei entspricht 1 % der Gesamtfläche eines Versuchsfeldes am Treppelweg einem Quadrat mit der Seitenlänge von 30 x 30 cm, wobei die Größe des Versuchsfeldes 10 m² beträgt. Am Segelhafen ergeben sich hingegen auf Grund von variierenden Maßen der einzelnen Versuchsfelder folgende Werte:

Größe des Versuchsfeldes: 26.5 m^2 (Felder 3 - 41)	Quadrat mit s = 51 x 51 cm
Größe des Versuchsfeldes: 6.625 m^2 (Felder 1,2,45,46)	Quadrat mit s = 26 x 26 cm
Größe des Versuchsfeldes: 13.25 m^2 (Felder 3,44)	Quadrat mit s = 36 x 36 cm
Größe des Versuchsfeldes: 39.75 m^2 (Feld 42+43)	Quadrat mit s = 63 x 63 cm

Zur Überprüfung der visuellen Schätzgenauigkeit wurde der Deckungsgrad stichprobenartig auf ausgewählten Vergleichsfeldern zusätzlich mittels „Point-Line-Methode" bestimmt. Bei diesem Verfahren wird die Deckung der Pflanzen punktuell aufgenommen, indem die Vegetation vertikal auf die Bodenebene projiziert wird. Mit Hilfe eines Nagels wird entlang einer diagonal gespannten Schur (in Abb. 61 als rote Linie dargestellt) im Abstand von 1 cm in den Boden gestochen. Dabei wird festgehalten, ob die Nagelspitze auf Vegetation oder eine unbewachsene Schotterfläche trifft. Aus dem Quotient der Trefferanzahl und der Gesamtpunkteanzahl multipliziert mit 100 ergibt sich anschließend die Deckung in Prozent. Das Ergebnis der „Point-Line-Methode" wird im Kapitel 7.2.1.1 dargestellt.

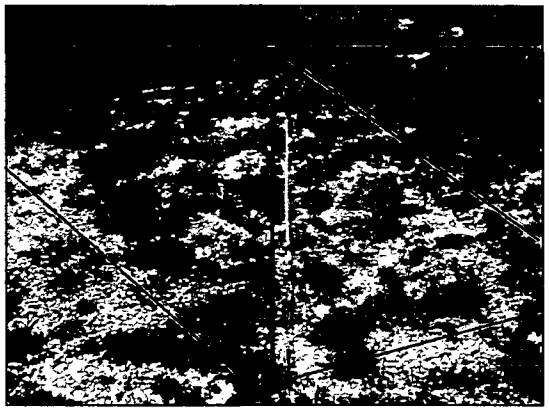


Abbildung 61: „Point-Line-Methode" auf der „Versuchsfläche Treppelweg"; Donauinsel; Mai 2005

Aufnahmebogen

Tabelle 19 veranschaulicht noch ein Aufnahmeblatt, das für die Bestimmung des Gesamtdeckungs-

grades auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ Anwendung gefunden hat. Am Standort „Parkplatz Segelhafen“ kam derselbe Aufnahmebogen zum Einsatz, er wurde allerdings zuvor entsprechend modifiziert und angepasst.

AUFNAHMEBLATT FÜR DEN GESAMTDECKUNGSGRAD - "VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG"

[redacted]

Bezeichnung der Variante	Bezeichnung des Versuchsfeldes	[redacted]	[redacted]	[redacted]	allgemeine Bemerkungen
/	Zwischen-Feld	/	/	/	/
/	Kompost Feld	/	/	/	/
ausgetauschter Untergrund (befahren)	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
/	Zwischen-Feld	/	/	/	/
anstehender Untergrund (befahren)	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
/	Zwischen-Feld	/	/	/	/
anstehender Untergrund (unbefahren)	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
/	Zwischen-Feld	/	/	/	/

Tabelle 19: Aufnahmeblatt für den Gesamtdeckungsgrad – „Versuchsfläche Treppelweg“

5.2.2.2 Detaillierte Pflanzenaufnahmen

Aufnahmezeitraum

Wie bereits beim Gesamtdeckungsgrad reichte auch hier der Beobachtungszeitraum von Mai bis September 2005. Hierzu wurden auf der Versuchsfläche „Treppelweg" detaillierte Pflanzenaufnahmen Ende Mai/Anfang Juni und Anfang September durchgeführt. Da die Aufnahmen der einzelnen Versuchsfelder mehrere Tage in Anspruch genommen haben, wird an dieser Stelle auf eine Auflistung des genauen Datums verzichtet. Bei Bedarf können die exakten Aufnahmezeitpunkte der einzelnen Versuchsfelder jedoch in der Datenbank von Kapitel 10.3 (ANHANG) nachgeschlagen werden.

Des weiteren sei angemerkt, dass diese Aufnahmen auf Grund von mangelnden Vergleichswerten auf der Fläche am „Segelhafen" nur im September stattgefunden haben.

Im Anschluss werden alle erfassten Parameter der detaillierten Pflanzenaufnahmen näher erläutert. Zudem folgt abschließend eine kurze Schilderung der persönlichen Erfahrungen, die im Zuge der Vegetationsaufnahmen gesammelt wurden.

Vorgangsweise – aufgenommene Parameter

- *Gräser-Kräuter-Verhältnis*

Das Gräser-Kräuter-Verhältnis spiegelt das Verhältnis zwischen dem Deckungsgrad der Gräser und dem Deckungsgrad der Kräuter wieder, wobei die Summe der jeweiligen Werte in Prozent 100 (%) ergibt (vgl. LÄNGERT, 2004).

Die Beschreibung des Verhältnisses zwischen Gräsern und Kräutern wurde durch die Schätzung der Dominanz der Einzelarten ermöglicht. Für jedes Versuchsfeld wurde vor Ort das Gräser-Kräuter-Verhältnis im Aufnahmebogen schriftlich dokumentiert.

- *mittlere Blatthöhe*

Mit Hilfe eines Lineals wurde die Höhe des beblätterten Sprosses stichprobenartig gemessen, anschließend der Durchschnitt der ermittelten Werte pro Einzelblatt ausgerechnet und letztendlich das Ergebnis als mittlere Blatthöhe schriftlich festgehalten. Die Eintragung in den Aufnahmebogen erfolgte in der Spalte „Blatthöhe".

- *Dominanz der Einzelarten*

Die Schätzung der Dominanz der Einzelarten wurde mit einer modifizierten Skala der Deckungsgradklassen nach LONDO (1976) durchgeführt. Um niedrige Deckungswerte ansprechen zu können, wurde eine Klasse eingeführt, die Deckungen zwischen 0,5% und 1% umfasst (vgl. LÄNGERT, 2004). Befindet sich der Deckungsgrad einer Art unter 0,5 %, wurden die Kürzel **r**, **w**, **z** oder **v** verwendet (siehe Abundanz der Einzelarten) (vgl. LÄNGERT, 2004).

- *Abundanz der Einzelarten*

Da sich im Laufe der Diplomarbeit „Untersuchung vegetationstechnischer und geotechnischer Parameter zur Optimierung der Schotterrasenbauweise" von Simone LÄNGERT aus dem Jahr 2004 die Einteilung in Abundanzklassen für Pflanzen einer Art unter 0,5 % Deckung bewährt hat, wurden folgende Klassen übernommen:

- **r**:	einzelne bis rare Exemplare	(1-4 Einzelpflanzen)
- **w**:	wenige Exemplare	(5-14 Einzelpflanzen)
- **z**:	zahlreiche Exemplare	(14 - 30 Einzelpflanzen)
- **v**:	viele Exemplare	(> 30 Einzelpflanzen)

Sofern eine Art unter 0,5 % Deckung aufwies, wurden hierfür im Aufnahmebogen die Kürzel **r**, **w**, **z** oder **v** verwendet und in der Spalte „Deckungsgrad" (DG) eingetragen.

- *Blühhäufigkeit*

Mit dem Begriff der Blühhäufigkeit werden sowohl Blütezeit als auch Häufigkeit der Blüte pro Pflanzenart beschrieben. Ausschlaggebend ist hierbei die Ausprägung der Einzelblüten.

Die Einteilung der Blühhäufigkeit erfolgte in 4 Klassen:

- **r**:	einzelne bis rare Blüten	(1-3 Einzelblüten)
- **w**:	wenige Blüten	(4-10 Einzelblüten)
- **z**:	zahlreiche Blüten	(10-20 Einzelblüten)
- **v**:	viele Blüten	(> 20 Einzelblüten)

Für jede Pflanzenart wurde der entsprechende Index für die Blühhäufigkeit (**r**, **w**, **z** und **v**) im Aufnahmebogen in der Spalte „Blüte" eingetragen.

- *Vitalität*

Nach MEYERS online Lexikon beschreibt der Begriff der „Vitalität" die „genetisch und von Umwelterscheinungen beeinflusste Lebenskraft (Lebensfähigkeit) eines Organismus oder einer Population" (MEYERS LEXIKON ONLINE, 2007).

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde jene – im Jahr 2004 von DI Simone LÄNGERT modifizierte – Vitalitätsskala nach MURMANN-KIRSTEN (1991) angewandt.

- Klasse **1**: sehr schwach, zufällig gekeimt, sich nicht vermehrend
- Klasse **2**: geschwächt, kümmerlich, langsam oder sich nicht vermehrend
- Klasse **3**: geschwächt, zäh, sich vermehrend
- Klasse **4**: normal, gut gehend
- Klasse **5**: überaus kräftig

Die jeweilige Vitalitätsklasse einer Pflanzenart wurde im Aufnahmebogen mit der sie beschreibenden Klassenzahl (1 – 5) vermerkt. Befindet sich eine Pflanze beispielsweise in einem „überaus kräftigen Zustand" wird im Aufnahmebogen in der Spalte „Vitalität" eine **5** eingetragen. So sehen z.B. alle unter der Klasse **5** aufgenommenen Pflanzenarten frisch und gesund aus, sind regenerationsfähig und bilden Blüten sowie Samen aus (vgl. LÄNGERT 2004).

Zu beachten ist das jeweilige Leitbild für eine Pflanzenart, welches hinsichtlich der Wuchsform die Eignung für Schotterrasenflächen widerspiegeln soll.

Aufnahmebogen

Abschließend wird auch an dieser Stelle noch ein Aufnahmebogen (vgl. Tab. 20) angeführt, der im Zuge der detaillierten Pflanzenaufnahmen verwendet wurde. Abgesehen von kleinen Variationen ist das Aufnahmeblatt für den Standort „Parkplatz Segelhafen" grundsätzlich äquivalent aufgebaut – auf Grund der unterschiedlichen Standorteigenschaften mussten jedoch kleine Veränderungen vorgenommen werden.

AUFNAHMEBLATT FÜR DIE DETAILLIERTE PFLANZENAUFNAHME - "VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG"

GRÄSER				**GRÄSER**			
Festuca sp.				Festuca sp.			
Lol. per.				Lol. per.			
Poa prat./ od. Poa sp.				Poa prat./ od. Poa sp.			
LEGUMIN-OSEN				**LEGUMIN-OSEN**			
Anthyl. vul.				Anthyl. vul.			
Medi. lup.				Medi. lup.			
Lot. corn.				Lot. corn.			
Trif. rep.				Trif. rep.			
KRÄUTER				**KRÄUTER**			
Ach. mill.				Ach. mill.			
Anth. tinc.				Anth. tinc.			
Crepis				Crepis			
Hier. pilos.				Hier. pilos.			
Leont. hisp.				Leont. hisp.			
Leuc. vulg.				Leuc. vulg.			
Plant. med.				Plant. med.			
Plant. lanc.				Plant. lanc.			
Prun. vulg.				Prun. vulg.			
Salv. prat.				Salv. prat.			
Sang. min.				Sang. min.			
Sil. vulg.				Sil. vulg.			
Thym. serp.				Thym. serp.			
SONSTIGE				**SONSTIGE**			

Tabelle 20: Aufnahmeblatt für die detaillierten Pflanzenaufnahmen – „Versuchsfläche Treppelweg"

Persönliche Erfahrungen

Wie bereits in Kapitel 5.2.2.1 angesprochen, wurden als Schätzhilfe zur Bestimmung des Gesamtdeckungsgrades jene, von DI Simone LÄNGERT im Jahr 2004 ausgerechneten, Relationen von Feldgröße und 1 % Gesamtflächenanteil herangezogen. Um ein Gefühl dafür zu entwickeln, welche Größe einem Prozent des Versuchsfeldes entspricht, bewährte sich folgender Trick:

Aus einem – möglichst harten – Pappkarton wurde ein Quadrat ausgeschnitten, das 1 % des jeweiligen Versuchsfeldes entsprach. Für die Fläche am Treppelweg betrug eine Seitenlänge des Quadrates beispielsweise 30 cm. Das Prinzip ist einfach: man stellt sich vor, wie oft die jeweilige Pflanzenart, die man gerade aufnimmt, in das ausgeschnittene Kartonquadrat passt. Gleichzeitig summiert man die einzelnen „vollen Quadrate" und erhält somit die Deckung in Prozent. Da sich diese selbst gebastelte Schätzhilfe als äußerst vorteilhaft erwies, sollte diese während der gesamten Vegetationsaufnahmen stets vor Ort sein.

Das gleiche Prinzip kann übrigens auch für die Ermittlung des Gesamtdeckungsgrades herangezogen werden.

Abschließend könnte sich noch folgender Hinweis für zukünftige Vegetationsaufnahmen auf Schotterrasenflächen als nützlich erweisen: die Aufnahme des Pflanzenbestandes nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Dies zehrt vor allem in den heißen Sommermonaten an der Substanz der ausführenden Person. Diese bewegt sich während der Aufnahmen den ganzen Tag über vorwiegend in Bodennähe, wo es an warmen Sommertagen vor allem an weniger stark bewachsenen Stellen zu einer enormen Hitzeentwicklung kommt. Ein entsprechender Sonnenschutz (Kopfbedeckung, T-Shirt, Sonnencreme) ist ebenso empfehlenswert wie ausreichend Proviant. In dieser Hinsicht sollte in erster Linie für große Mengen an Flüssigkeit vorgesorgt werden.

6 STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS

Beim „Standort Schwackhöfer-Haus" handelt es sich um einen erst kürzlich angelegten Schotterrasenparkplatz am Gelände der Universität für Bodenkultur in Wien. Der Parkplatz dient auf Grund der hier unterlaufenen Fehler als Vorzeigebeispiel. Dabei soll die Schotterrasenfläche jedoch nicht als Musterbeispiel im eigentlichen Sinn gesehen, sondern vielmehr als Lernbeispiel für die Zukunft herangezogen werden.

Das Ziel dieses Kapitels besteht darin, in der Praxis vorkommende Mängel aufzuzeigen und ausführlich zu analysieren. Die Situation vor der Parkplatzsanierung soll mit jener Situation nach den durchgeführten Verbesserungsmaßnahmen verglichen und entsprechende Schlüsse gezogen werden.

Die Abbildungen 62 und 63 vermitteln einen ersten Eindruck vom Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus.

Abbildung 62: Einfahrtsituation Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; Nov. 2005

Abbildung 63: Überblicksfoto Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; November 2005

6.1 LAGE DES STANDORTS

Der im Rahmen dieser Diplomarbeit als Standort Schwackhöfer-Haus bezeichnete Schotterrasenparkplatz befindet sich westlich des Wilhelm-Exner-Hauses in der Peter-Jordan-Strasse 82.

Die genaue Lage der eben angeführten Adresse kann dem nachfolgenden Lageplan (vgl. Abb. 64) entnommen werden.

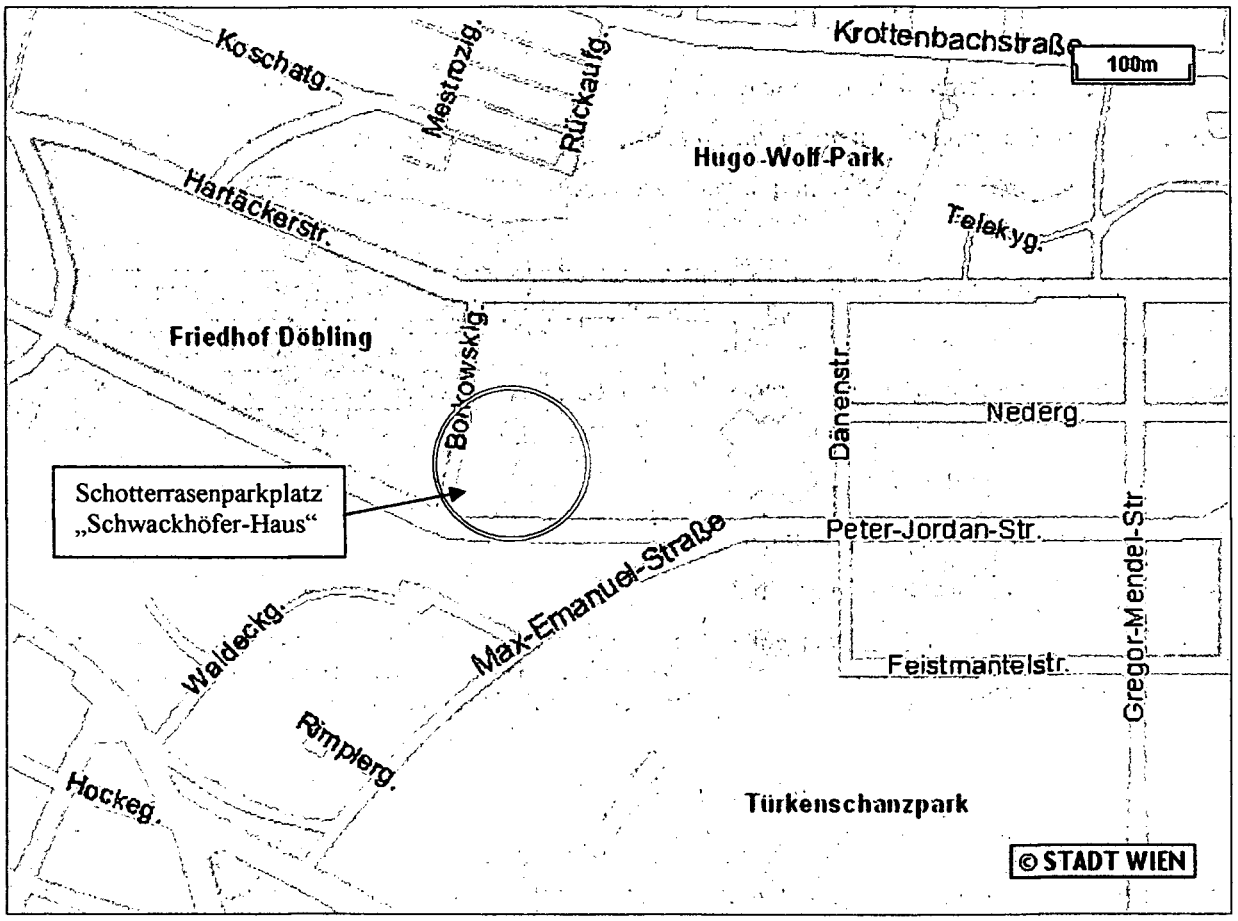


Abbildung 64: Lageplan Standort Schwackhöfer-Haus; Schotterrasenparkplatz am Gelände der Universität für Bodenkultur, Wien

Quelle der Plangrundlage: http://www.wien.gv.at/stadtplan/

6.2 BESCHREIBUNG DER SITUATION

6.2.1 Einleitung - allgemeine Hintergrundinformation

Das im Jahr 1974 errichtete Franz Schwackhöfer-Haus wurde im Laufe der Zeit aufgrund einer Asbestproblematik sowie fortschreitender Korrosion unbenutzbar und musste zunehmend abgesiedelt werden. Eine Renovierung des Bauwerks war nicht mehr möglich, dennoch gelang es dem Architektenteam SCHWALM-THEISS, GRESSENBAUER und BOHRN das alte Tragwerk zu erhalten und einen Neubau zu integrieren. Die Fertigstellung erfolgte im August 2004.

Anlässlich der Neuerrichtung des Schwackhöfer-Hauses wurde auch die Freiraumsituation neu überdacht. Um die Erreichbarkeit zu optimieren, wurden Zugänge gebündelt und verlegt. Zudem erfolgte eine Neuorganisation des Parkplatzes westlich des Wilhelm-Exner-Hauses.

Die Grundidee bestand darin, sowohl für Mitarbeiter der Universität als auch für den universitätsinternen Fuhrpark Parkmöglichkeiten zu schaffen, wobei das Hauptaugenmerk auf einer befestigten aber unversiegelten Bodenoberfläche liegen sollte. Die Entscheidung fiel letztendlich auf die ökologisch wertvolle Schotterrasenbauweise.

"STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS"	
[illegible]	1190 Wien, Peter-Jordan-Strasse 82
[illegible]	Parkplatz
[illegible]	Schotterrasen
[illegible]	ca. 640 m²
[illegible]	50
[illegible]	vgl. Kapitel 6.2.2 und 6.3
[illegible]	vgl. Kapitel 10.2 (ANHANG); PLAN I & II

Tabelle 21: Eckdaten „Standort Schwackhöfer-Haus"; Universität für Bodenkultur, Wien

Im Zuge der Errichtung des Parkplatzes wurden jedoch grobe Fehler gemacht, die eine Generalsanierung des erst ein Jahr alten Parkplatzes zur Folge hatten (vgl. Kapitel 6.2.2 Unterlaufene Fehler und ihre Folgen - ein Überblick). Im Jahr 2005 erfolgte Ende November bzw. Anfang Dezember der Versuch mit Hilfe entsprechender Sanierungsmaßnahmen sämtliche Mängel zu beheben.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit konnten am Parkplatz Schwackhöfer-Haus einige Untersuchungen bezüglich der Korngrößenverteilung einzelner Materialien, der Tragfähigkeit sowie der Wasserdurchlässigkeit sowohl vor als auch nach den Ausbesserungsarbeiten durchgeführt werden. Im Anschluss werden die gewonnen Erkenntnisse als Ergebnis festgehalten, analysiert und interpretiert.

6.2.2 Unterlaufene Fehler und ihre Folgen – ein Überblick

Dieses Kapitel beinhaltet eine kurze Auflistung aller Mängel und gewährt somit einen ersten Einblick in die für diesen Standort typischen Problemebereiche. Eine ausführliche Auseinandersetzung mit den Untersuchungsergebnissen erfolgt in Kapitel 6.3.

falsche Materialwahl:

Im Zuge der Errichtung des neuen Parkplatzes wurde rundes, kiesiges Material an Stelle von geeignetem Kantkorn eingebaut. Welche Auswirkungen diese Materialwahl mit sich bringen kann, wird in Kapitel 6.3 Untersuchungsergebnisse – Auswertung, Analyse und Interpretation näher erläutert. Bereits ein erster Blick auf die Abbildungen 65 und 66 verdeutlicht jedoch den groben Unterschied zwischen den beiden Materialien.

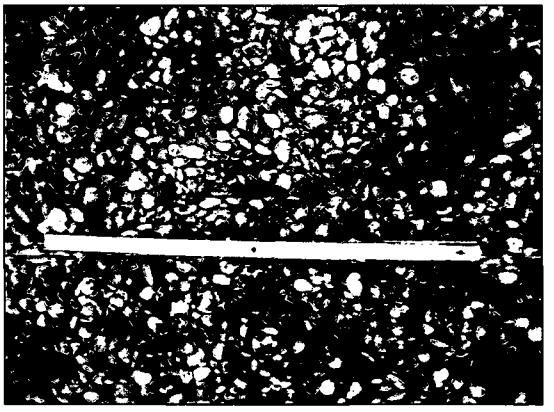


Abbildung 65: Rundkorn der entfernten Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; Nov. 2005

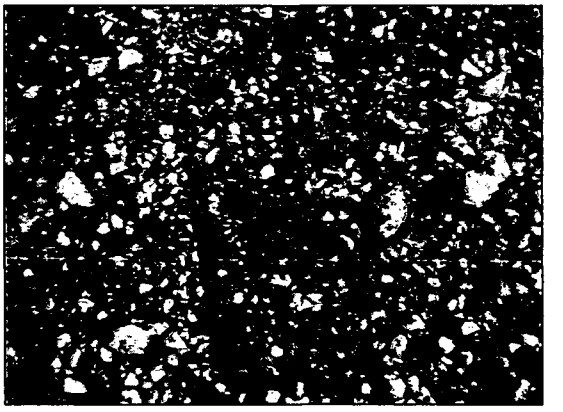


Abbildung 66: Kantkorn der neu eingebauten Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien; Dez.2005

ungeeignete Saatgutmischung:

Angesät wurde am Standort Schwackhöfer-Haus eine handelsübliche Gräser-Saatgutmischung, die für die Begrünung eines Schotterrasenparkplatzes nicht optimal ist. Die Kombination von Gräsern und Kräutern ist bei dieser Bauweise aus folgenden Gründen vorteilhaft:

Das Wurzelsystem von Pflanzen besitzt diverse Aufgaben: über die Wurzeln stützt sich die Pflanze beispielsweise selbst, verankert einzelne Bodenschichten miteinander oder nimmt Nährstoffe auf und speichert diese. Das Wurzelsystem ist jedoch artspezifisch bedingt und weist somit unterschiedliche Eigenschaften im Hinblick auf die Reiß- und Zugfestigkeit oder auch die Wurzeltiefe auf. Um eine optimale Stabilität des Bodens zu gewährleisten, ist eine entsprechende Auswahl der Pflanzen

notwendig. Bei der richtigen Zusammenstellung des Saatgutes sollte somit nicht nur auf eine standortgerechte, sondern auch auf eine zweckmäßige Mischung geachtet werden.

Während Gräser ein intensives Wurzelsystem aufweisen, sind viele Kräuter Extensivwurzler. Laut dem Buch „Pflanzenökologie" von Gerhard LERCH aus dem Jahr 1991 besitzen Gräser „Zahlreiche Adventivwurzeln, die sich nach allen Seiten verzweigen und äußerst dicht einen glockenförmigen Wurzelraum durchziehen, der zwar relativ klein ist, aber dafür völlig ausgenutzt wird." Gemäß derselben Quelle durchzieht bei einem extensiven Wurzelsystem (Kräuter) meist „eine pfahlförmige Hauptwurzel mit ausgedehntem Seitenwurzelsystem einen großen Wurzelraum, nutzt ihn aber weniger gründlich aus".

Weitere allgemeine Informationen über das Wurzelsystem sowie spezielle Details zu den Wurzeln einzelner Pflanzen können z.B. dem „Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen" von Dipl. Ing. agr. Lore KUTSCHERA aus dem Jahr 1960 entnommen werden.

Hinzu kommt weiters, dass der fehlende Kräuteranteil beispielsweise zum Verlust von bunten Blüten und wahrnehmbaren Gerüchen führt und somit in weiterer Folge die Attraktivität einer Schotterrasenfläche senkt. Die anschließenden Abbildungen 67 und 68 veranschaulichen diesen Aspekt.

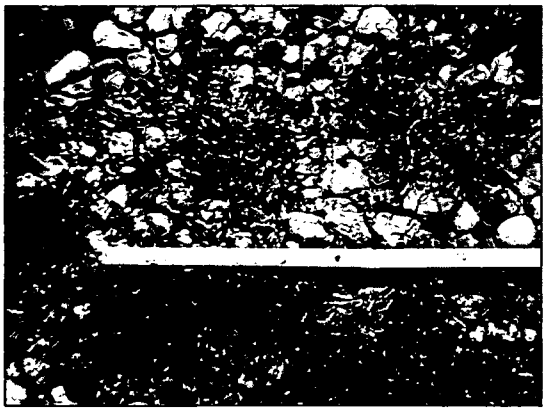


Abbildung 67: Festuca sp. am Schotterrasen-parkplatz „Segelhafen"; Donauinsel bei Wien; Juni 2005

Abbildung 68: Blüte von Thymus serpyllum auf der Schotterrasenversuchsfläche „Treppelweg"; Donauinsel bei Wien; Mai 2005

mangelhafte Materiallieferungen / Siebkornlinien:

In der Praxis kommt es einerseits immer wieder zu Lieferungen von ungeeignetem Material, andererseits werden oft vermeidbare, teilweise sogar banale Fehler gemacht. So wird dem Schottermaterial beispielsweise „lehmige Erde" anstelle des bestellten Kompostes beigemengt.

Zudem gestaltet es sich offensichtlich recht schwierig, die geforderte Siebkornlinie der deutschen FLL Richtlinie einzuhalten. Im Zuge dieser wissenschaftlichen Arbeit wurden sechs Materialprüfungen vorgenommen, von denen lediglich eine dem FLL Regelwerk „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" entsprach.

schlechte bzw. fehlende Pflegemaßnahmen

Als auffallend erweisen sich auch die unzureichenden Pflegemaßnahmen am Standort Schwackhöfer-Haus. Herumliegender Müll kann ebenso angeführt werden, wie großen Mengen an Laub, die im Herbst die Abstellplätze aus Schotterrasen zentimeterhoch bedecken. Allerdings muss in diesem Zusammenhang erwähnt werden, dass laut der FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" aus dem Jahr 2000 Laub nur dann entfernt werden sollte, „wenn sonst die Rasendecke so beeinträchtigt wird, dass sie die vorgesehene Funktion nicht mehr erfüllen kann." Auf Grund der großen Laubmengen am Standort Schwackhöfer-Haus sollte jedoch über eine Entfernung zumindest nachgedacht werden. Hinzu kommt noch die fehlende Behebung von Beschädigungen wie Löchern oder Spurrillen. Die nachfolgenden Fotos (Abb. 69, 70 und 71) dokumentieren diese Situation.

Abbildung 69: Laub am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus (vor der Sanierung); Universität für Bodenkultur, Wien; November 2005

Abbildung 70: Abfall am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus (vor der Sanierung); Universität für Bodenkultur, Wien; November 2005

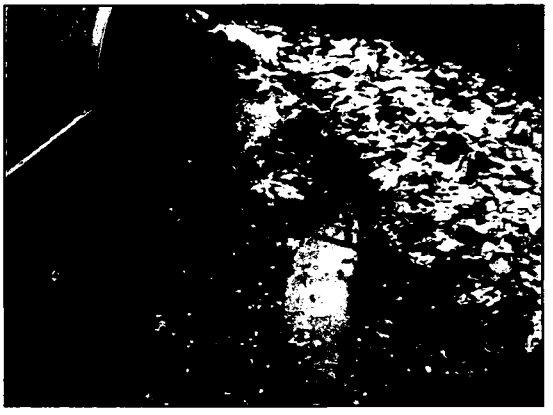


Abbildung 71: Spurrille am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus (vor der Sanierung); Universität für Bodenkultur, Wien; November 2005

6.2.3 Aufbau des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus

Einleitend wird an dieser Stelle noch kurz der Aufbau des Schotterrasenparkplatzes erläutert. Die genauen Übersichtspläne vom Standort Schwackhöfer-Haus sind bei Bedarf dem Kapitel 10.2 (ANHANG) zu entnehmen.

Der Parkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus wurde in Schotterrasenbauweise mit zweischichtigem Aufbau – bestehend aus einem Unterbau und einer Vegetationstragschicht – errichtet. Während für den Unterbau Kantkorn 0/64 verwendet wurde, setzte sich die ursprüngliche Vegetationstragschicht mit einer Schichtstärke von 10 cm aus Rundkorn 0/16 zusammen. Im Zuge von Sanierungsmaßnahmen wurde diese alte und ungeeignete Tragschicht entfernt und durch eine neue ersetzt. Eingebaut wurde Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer mit einer erneuten Schichtstärke von 10 cm. Die Dicke des Schotterkörpers vom Unterbau konnte trotz Nachforschungen nicht ermittelt werden.

Tabelle 22 fasst den Aufbau des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus tabellarisch zusammen.

AUFBAU DES SCHOTTERRASENPARKPLATZES AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS - eine Übersicht			
[illegible]	**Unterbau**	**alte Vegetations-tragschicht**	**neue Vegetations-tragschicht**
[illegible]	Kantkorn 0/64	Rundkorn 0/16	Kantkorn 0/45
[illegible]	40	10	10

Tabelle 22: Übersicht über den Aufbau des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

6.3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE – AUSWERTUNG, ANALYSE UND INTERPRETATION

Der anschließende Teil der Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Auswertung der Untersuchungsergebnisse des Standortes Schwackhöfer-Haus. Es werden die Parameter der Tragfähigkeit, Korngrößenverteilung, Wasserdurchlässigkeit und die Vegetation genauer analysiert. Zudem wird versucht die Situation vor der Sanierung des Parkplatzes mit jener nach der Sanierung zu vergleichen und etwaige Verbesserungen aufzuzeigen. Demnach kommt es zum Vergleich zwischen einer aus Rundkorn und einer aus Kantkorn bestehenden Vegetationstragschicht.

6.3.1 Tragfähigkeit

Die Bestimmung der Tragfähigkeit erfolgte mit Hilfe des dynamischen Lastplattenversuches in Anlehnung an die ÖNORM B 4417 (vgl. Kapitel 5.2.1.2). Gemessen wurde dabei das dynamische Verformungsmodul Evd_1 und Evd_2. Auf Grund eines Messfehlers konnte der Evd_2 Wert der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) jedoch leider nicht gewertet werden.

Anmerkungen zur Tragfähigkeit der FLL Richtlinie

Gemäß der deutschen FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" (Ausgabe 2000) ist der Untergrund bzw. Unterbau so zu verdichten, „dass auf dem Planum ein Verformungsmodul Ev_2 von mindestens 25 MN/m² erreicht wird".

Die Tragfähigkeit ist durch das Befahren mit einem LKW mit 100 KN (10 t) Achsenlast nachzuweisen, wobei keine Verformungen über 20 mm eintreten dürfen. Weiters besteht die Nachweismöglichkeit einer ausreichenden Tragfähigkeit mit Hilfe des Lastplattendruckversuches.

Für die Anforderungen der Tragfähigkeit an die Vegetationstragschicht gelten laut dem oben angeführten Regelwerk dieselben Anforderungen wie für den Unterbau.

Zudem seien an dieser Stelle als Vergleichszahlen noch die folgenden Tragfähigkeitswerte angeführt:

Nach der RStO 86 wird für den Baugrund unter mindestbelasteten Verkehrsflächen eine Tragfähigkeit von Ev = 45 MN/m² gefordert. Bei mineralischen Tragschichten unter Tennenflächen im Sportplatzbau ist hingegen eine Tragfähigkeit von 30 MN/m² vorgesehen.

Einleitung – ein erster Überblick

Auf der nachfolgenden Seite wird in Tabelle 23 sowohl die Bandbreite der ermittelten Tragfähigkeitswerte als auch der durchschnittliche Evd_1 bzw. Evd_2 Wert des neu eingebauten Materials aus Kantkorn jenen Werten des entfernten Rundkorns gegenübergestellt. Im Anschluss folgt in den weiteren Unterkapiteln eine Analyse der Tragfähigkeit der beiden Vegetationstragschichten.

Tragfähigkeitswerte "Standort Schwackhöfer-Haus" - eine Übersicht

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
entfernte Vegetations-tragschicht **(Rundkorn)**	37,1 - 99,6	67,4	/ (*)	/ (*)	15.11.2005	9
neu eingebaute Vegetationstragschicht **(Kantkorn)**	26,9 - 72,1	45,4	37,4 - 104,7	59	15.12.2005	9
	46,6 - 129,3	81,3	62,8 - 144,2	94,2	21.07.2006	18

(*)..... Messfehler

Tabelle 23: tabellarische Darstellung der ermittelten Tragfähigkeitswerte am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Bei neun durchgeführten Lastplattenversuchen wurde auf der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) ein durchschnittlicher Evd_1 Wert von 67,4 MN/m² gemessen. Das neu eingebaute Kantkorn weist hingegen bei den am 15.12.2005 durchgeführten Messungen mit 45,4 MN/m² im Durchschnitt einen deutlich niedrigeren Evd_1 Wert auf. Die Tragfähigkeitswerte vom 21.07.2006 ergeben für dasselbe Material einen nahezu doppelt so großen Wert (durchschnittlich 81,3 MN/m² bei 18 absolvierten Messungen). Dieser Aspekt dürfte auf den Zeitpunkt der Versuchsdurchführung und die damit verbundenen Witterungsverhältnisse zurückzuführen sein (vgl. Kapitel 6.3.1.2).

Auch das Verformungsmodul Evd_2 der neu eingebauten Vegetationstragschicht weist im arithmetischen Mittel am 15.12.2005 mit 59 MN/m² einen deutlich niedrigeren Wert auf als am 21.07.2006 mit 94,2 MN/m².

Die in den folgenden Unterkapiteln angeführten Grafiken veranschaulichen die am Standort Schwackhöfer-Haus eingeholten Ergebnisse der Lastplattenversuche. Dabei sind die gemessenen Tragfähigkeitswerte in unterschiedlichen Farben dargestellt und können so mit Hilfe der Legende und dem Übersichtsplan (vgl. ANHANG Kapitel 10.2) den entsprechenden Messstellen zugeordnet werden. Die Abkürzung „PS" steht für ParkStreifen, die ParkplatzNummer wird hingegen mit dem Kürzel „PNr." angegeben.

6.3.1.1 Tragfähigkeit der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn)

Auf der im Zuge der Sanierungsmaßnahmen entfernten Vegetationstragschicht aus Rundkorn wurden neun Lastplattenversuche zur Ermittlung der Tragfähigkeit durchgeführt. Wie bereits erwähnt stehen allerdings auf Grund eines, während der Messungen unterlaufenen Fehlers leider keine Evd_2 Werte zur Verfügung.

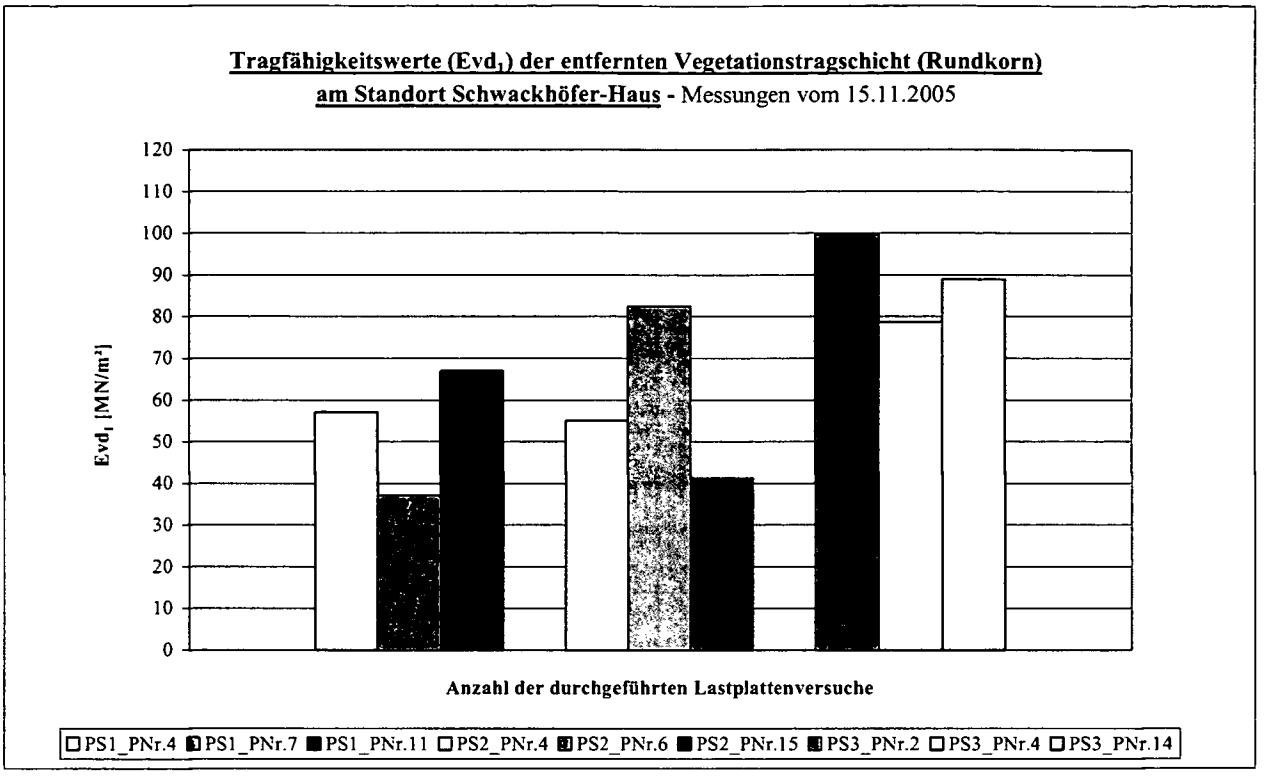


Abbildung 72: schematische Darstellung der Tragfähigkeitswerte (Evd_1) der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien
Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen; PNr. ..... Parkplatznummer

Auf den ersten Blick zeigt die Abb. 72 sehr große Schwankungen im Hinblick auf die Verteilung der Evd_1 Werte (37,1 MN/m² - 99,6 MN/m²). Bei etwas genauerer Betrachtung weisen diese jedoch im Durchschnitt für PS 1 mit 53,7 MN/m² und für PS 2 mit 59,5 MN/m² äußerst ähnliche Werte auf. Im arithmetischen Mittel erreichen hingegen die Messergebnisse von PS 3 mit 89 MN/m² einen deutlich höheren Wert. Dabei wird mit 99,6 MN/m² auf PS 3 auch der höchste Messwert dieser Versuchsreihe aufgezeichnet. Im Gegensatz dazu erzielt der Lastplattenversuch auf PS 1 PNr. 7 mit 37,1 MN/m² den niedrigsten Evd_1 Wert.

Da die entsprechenden Evd_2 Werte größer als die gemessenen Evd_1 Werte sein müssen, kann davon ausgegangen werden, dass die Tragfähigkeit für die aus Rundkorn bestehende Vegetationstragschicht gegeben war.

In diesem Zusammenhang kann auch auf ein Gutachten der Firma MAPAG verwiesen werden. Am 20.07.2005 wurden am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus vier Lastplattenversuche gemäß ÖNORM B 4417 durchgeführt. Der Prüfbericht bestätigt, dass der geforderte Ev_2-Wert von 25 MN/m² bei den Prüfstellen 2, 3 und 4 erreicht wurde. Dabei wurden bei jenen, auf PS 3 liegenden Messstellen Lastplattenversuch (LPV) 2 und Lastplattenversuch (LPV) 3 die Ev_2 Werte von 321 MN/m² bzw. 300 MN/m² ermittelt. Die – im Rahmen dieser Versuchsreihe – niedrigste Tragfähigkeit erzielte mit 161

MN/m² der Lastplattenversuch (LPV) 4 auf PS 1. An der Prüfstelle LPV 1 (auf PS 3) konnte der entsprechende Ev_2 Wert nicht nachgewiesen werden. Dieses Gutachten bestätigt somit jene für die Schotterrasenbauweise vergleichsweise außerordentlich hohen Ev_2 Werte.

6.3.1.2 Tragfähigkeit der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn)

1.Messreihe – durchgeführt am 15.12.2005

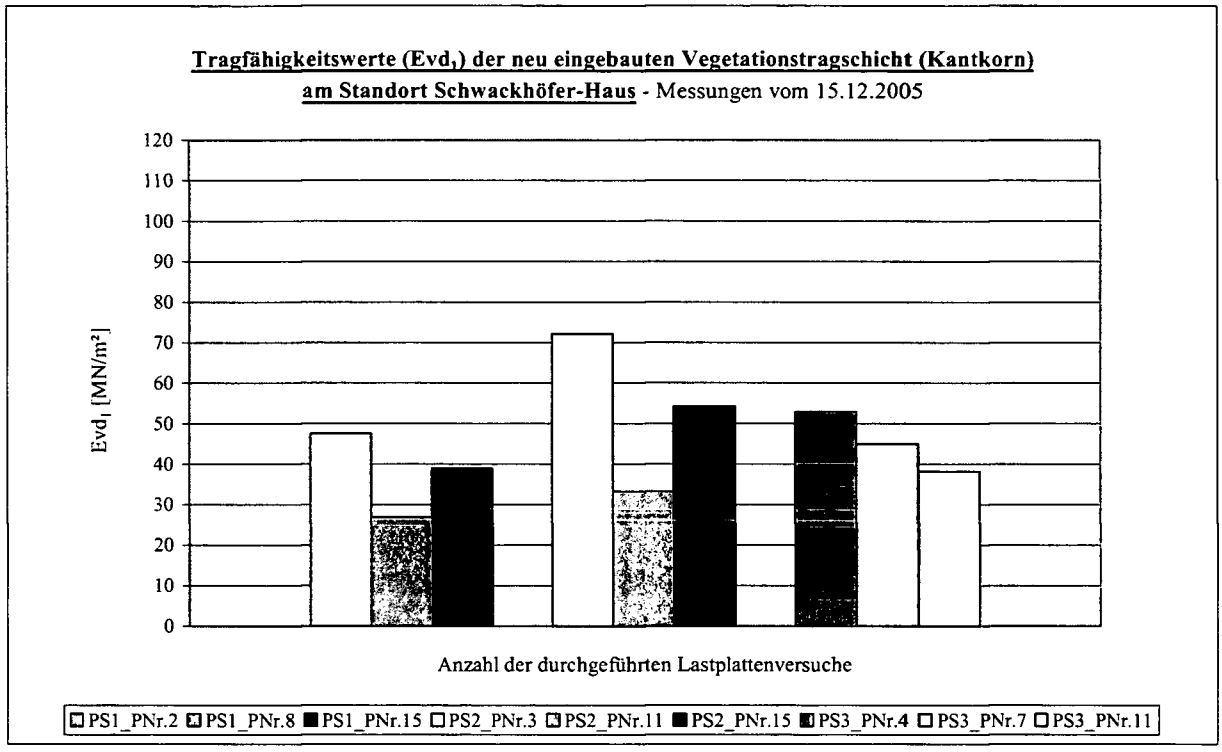


Abbildung 73: schematische Darstellung der Tragfähigkeitswerte (Evd_1) der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; 1.Messreihe im Dezember 2005; Universität für Bodenkultur, Wien
Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen; PNr. ..... Parkplatznummer

Im Vergleich der beiden Diagramme (vgl. Abb. 72 und Abb. 73) zeigt sich, dass durch den Materialaustausch die Evd_1 Werte verhältnismäßig stark gesunken sind. So weist PS 1 nach den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen einen durchschnittlichen Evd_1 Wert von 37,8 MN/m² und der PS 3 einen Evd_1 Wert von 45,3 MN/m² auf. Die Lastplattenversuche von PS 2 ergeben hingegen mit einen Mittelwert Evd_1 von 53,2 MN/m² einen ähnlichen Wert wie beim entfernten Rundkorn.

Das niedrigste Verformungsmodul Evd_1 wird auf PS 1 PNr. 8 (26,9 MN/m²), das höchste auf PS 2 PNr. 3 (72,1 MN/m²) gemessen.

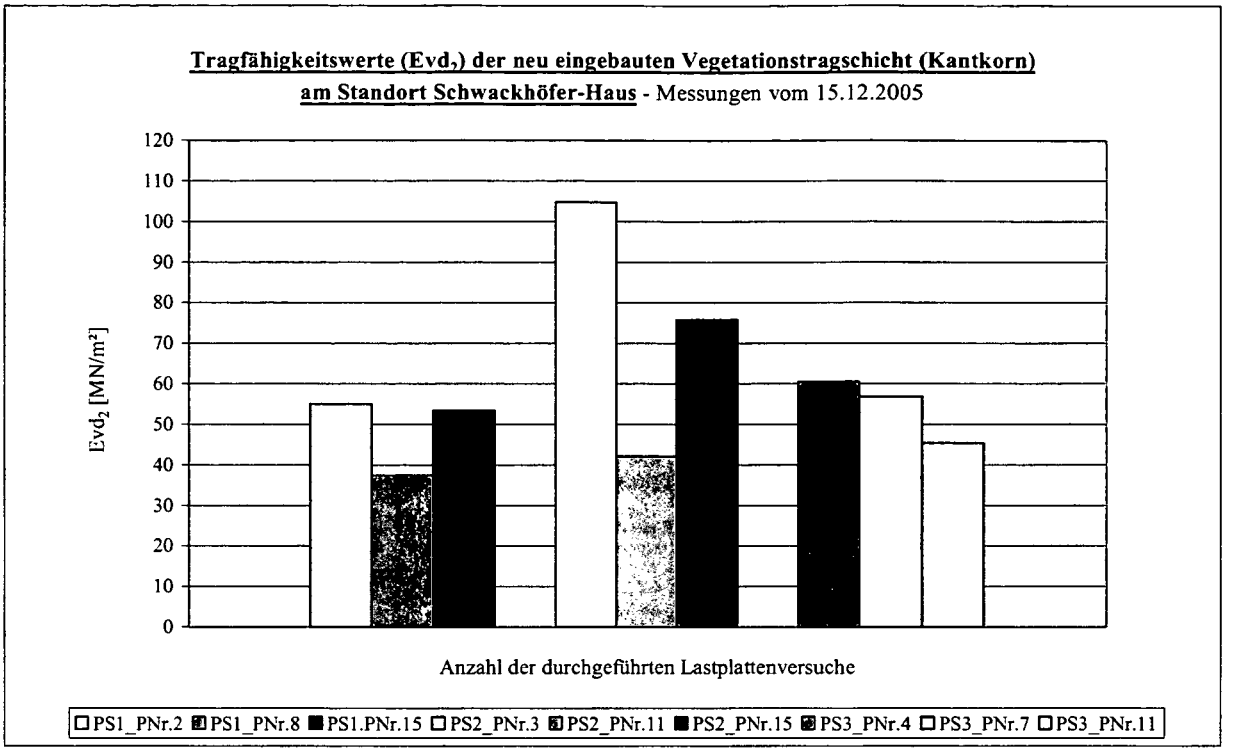


Abbildung 74: schematische Darstellung der Tragfähigkeitswerte (Evd_2) der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; 1.Messreihe im Dezember 2005; Universität für Bodenkultur, Wien
Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen; PNr. ..... Parkplatznummer

In weiterer Folge wurden bei den dynamischen Lastplattenversuchen vom 15.12.2005 auf der neu eingebauten Vegetationstragschicht auch die Evd_2 Werte ermittelt (vgl. Abb. 74).

Besonders auffallend sind dabei jene 104,7 MN/m², die auf PS 2 PNr. 3 (im Diagramm der Abb. 74 als hellgrüne Säule dargestellt) festgestellt wurden. Diese – im Vergleich zu den anderen Evd Werten – verhältnismäßig hohe Tragfähigkeit kann auf einen großen Stein an der Messstelle zurückgeführt werden.

Das arithmetische Mittel des – nach der Parkplatzsanierung – gemessenen Verformungsmoduls Evd_2 liegt bei 59 MN/m². Dabei weist PS 1 einen Evd_2 Wert von 48,6 MN/m², PS 2 einen von 74,2 MN/m² und PS 3 einen von 54,2 MN/m² auf.

Die Tragfähigkeitswerte dieser Versuchsreihe können jedoch durch die kalte Jahreszeit zum Messzeitpunkt beeinflusst worden sein. Mitte Dezember wirken Frost und Kälte auf den Boden und beeinflussen unter Umständen die Messungen. Um diesen Aspekt zu bestätigen oder zu widerlegen, wurden Anfang Juni erneut Lastplattenversuche durchgeführt (vgl. 2. Messreihe – durchgeführt am 21.07.2006).

2. Messreihe – durchgeführt am 21.07.2006

Tabelle 24 stellt die am Standort Schwackhöfer-Haus im Durchschnitt ermittelten Tragfähigkeitswerte der ersten Messreihe jenen Werten der zweiten Messreihe gegenüber.

arithmetisches Mittel der Tragfähigkeitswerte am Standort Schwackhöfer-Haus				
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
neu eingebaute Vegetationstragschicht (Kantkorn)	[illegible]	PS 1	37,8	48,6
		PS 2	53,1	74,2
		PS 3	45,3	54,2
	[illegible]	PS 1	79,3	91,1
		PS 2	70,9	81,9
		PS 3	93,5	109,5
Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen				

Tabelle 24: Vergleich der durchschnittlichen Evd-Werte des neu eingebauten Kantkorns; Lastplattenversuche Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Es zeigt sich, dass die Versuchsreihe am 21.07.2006 durchschnittlich deutlich höhere Evd_1 und Evd_2 Werte erzielt als jene am 15.12.2005. Dieser Aspekt lässt darauf schließen, dass die Lastplattenversuche im Dezember 2005 tatsächlich durch Witterungs- und Bodenverhältnisse beeinflusst worden sind. Zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung war es zwar sonnig, jedoch extrem kalt. Der Boden war gefroren und teilweise mit Raureif bedeckt. Im Juli 2006 herrschten hingegen trockene, sehr harte Bodenverhältnisse bei einer sonnigen, windstillen und heißen Witterung.

Das durchschnittliche Verformungsmodul Evd_2 der zweiten Messreihe (21.07.2006) weist gegenüber der ersten Messreihe (15.12.2005) auf PS 1 einen Anstieg um 42,5 MN/m² auf. Der Durchschnittswert von PS 2 erhöht sich lediglich um 7,7 MN/m², jener von PS 3 wiederum um 55,3 MN/m².

Die folgenden Graphiken (vgl. Abb. 75 und Abb. 76) veranschaulichen die Ergebnisse der Lastplattenversuche der zweiten Messreihe.

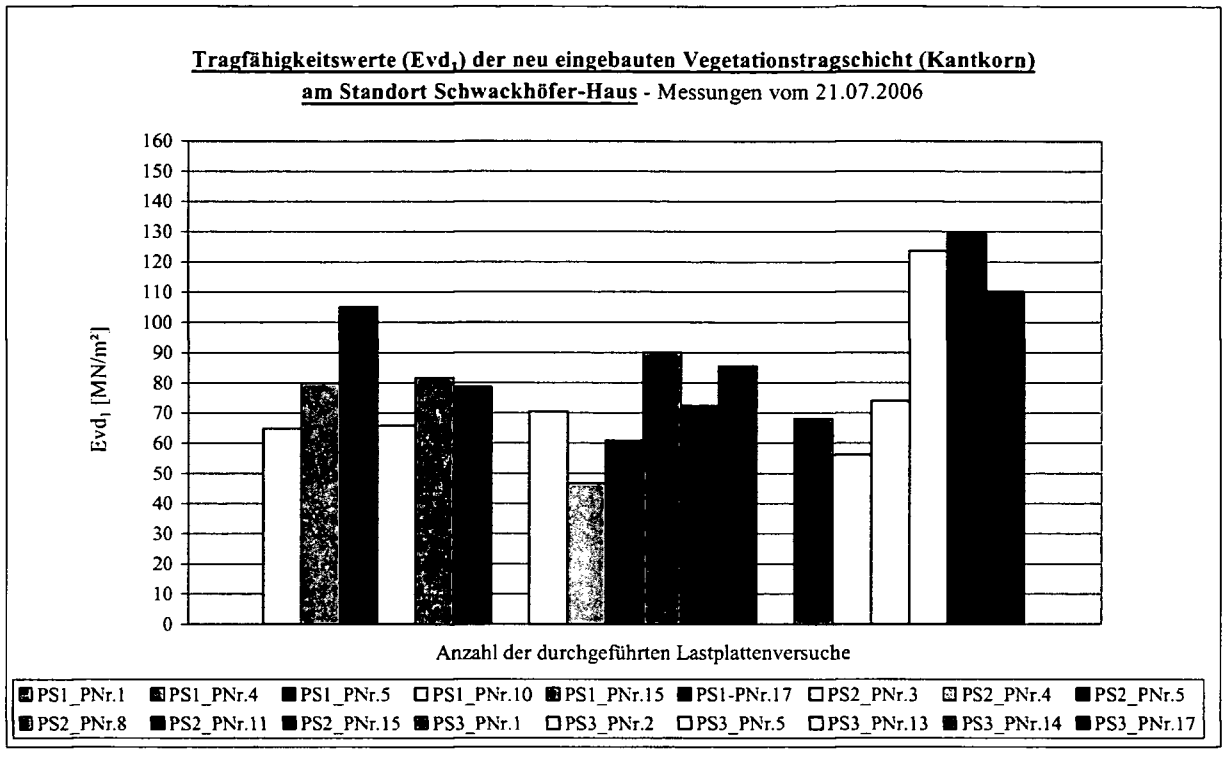


Abbildung 75: schematische Darstellung der Tragfähigkeitswerte (Evd_1) der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; 2. Messreihe im Juli 2006; Universität für Bodenkultur, Wien
Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen; PNr. ..... Parkplatznummer

Der Durchschnittswert des Verformungsmoduls Evd_1 beträgt auf PS 1 79,3 MN/m², auf PS 2 70,9 MN/m² und auf PS 3 93,5 MN/m². Verglichen mit der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht (vgl. Kapitel 6.3.1.1) ergibt sich eine leichte Erhöhung des durchschnittlichen Evd_1 Wertes, wobei PS 3 mit 4,5 MN/m² den geringsten Anstieg verzeichnet. Der Mittelwert von Evd_1 erhöht sich auf PS 1 um 25,6 MN/m², jener von PS 2 um 11,4 MN/m².

Den maximalen Evd_1 Wert des neu eingebauten Kantkorns erzielt bei der zweiten Messreihe PNr. 14 auf PS 3 mit 129,3 MN/m², den minimalen Wert PNr. 4 auf PS 2 mit 46,6 MN/m².

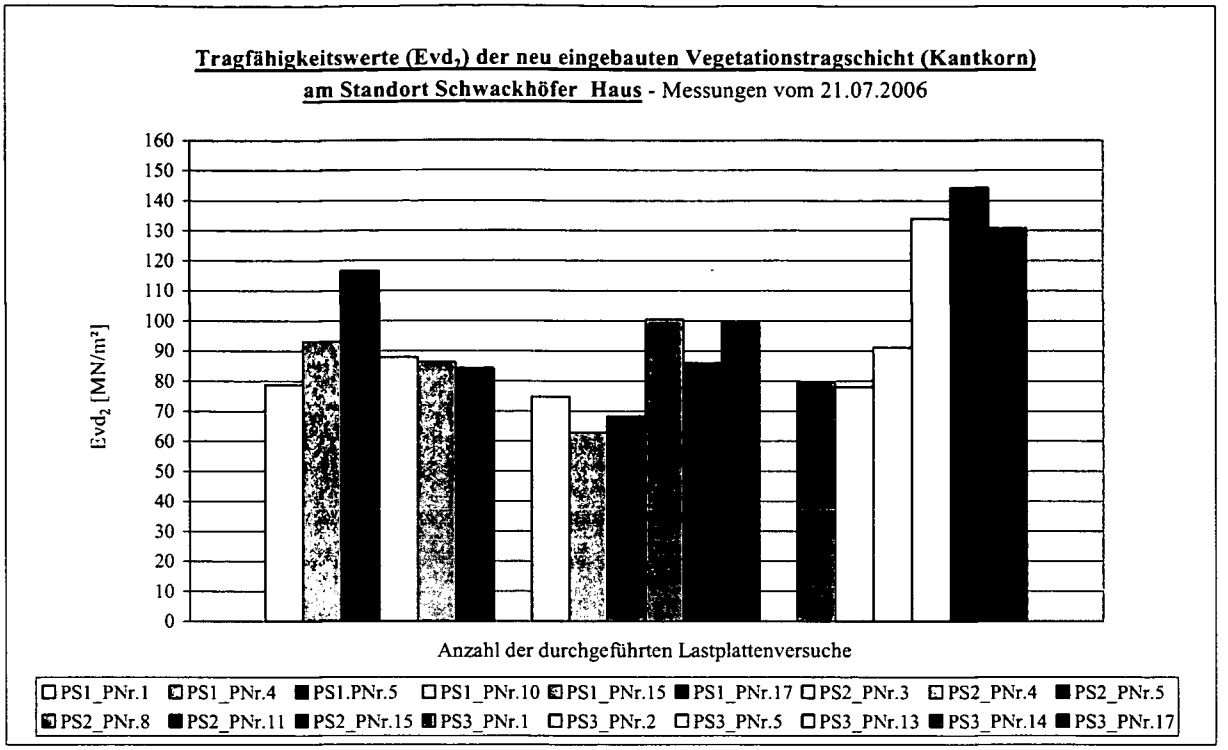


Abbildung 76: schematische Darstellung der Tragfähigkeitswerte (Evd_2) der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; 2. Messreihe im Juli 2006; Universität für Bodenkultur, Wien
Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen; PNr. ..... Parkplatznummer

Die Betrachtung der Abbildung 76 zeigt, dass die neu eingebaute Vegetationstragschicht den Erfordernissen der Tragfähigkeit entspricht, wobei jedoch für die Schotterrasenbauweise extrem hohe Evd_2 Werte gemessen wurden.

Die höchste Tragfähigkeit dieser Versuchsreihe wird mit Evd_2=144,2 MN/m² auf PS 3 PNr. 14 gemessen. Den niedrigsten Evd_2 Wert erzielt die Messstelle auf PS 2 PNr. 4 mit 62,8 MN/m².

Auf PS 1 wird im Zuge der zweiten Messreihe im Juli 2006 ein durchschnittlicher Evd_2 Wert von 91,1 MN/m² gemessen. Die Lastplattenversuche auf PS 2 führen zu einem arithmetischen Mittel von 81,9 MN/m², jene auf PS 3 zu einem Mittelwert von 109,5 MN/m². In Summe ergibt sich somit für die neu eingebaute Vegetationstragschicht im Rahmen der zweiten Messreihe vom 21.07.2006 eine durchschnittliche Tragfähigkeit Evd_2 von 94,2 MN/m².

Diese hohen Tragfähigkeitswerte können auf den Zeitpunkt des Einbaus der neuen Vegetationstragschicht zurückgeführt werden. Die Sanierungsmaßnahmen am Standort Schwackhöfer-Haus fanden Ende November bzw. Anfang Dezember statt – für den Einbau einer Tragschicht und den damit verbundenen Verdichtungsarbeiten ein sehr später Zeitpunkt. Während der

Renovierungsarbeiten bestätigt ein Vorarbeiter, dass sich das neue Kantkorn auf Grund der kalten Jahreszeit witterungsbedingt teilweise eher schlecht einbauen lässt.

In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass die Verdichtungsarbeiten am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus mit einer 500 kg Straßenbauwalze durchgeführt wurden. Vor dem Einbringen des neuen Kantkorns wurde der Unterbau bei extrem kalten Bedingungen und teilweise leicht schneebedeckter Bodenoberfläche verdichtet (vgl. Abb. 77). Anschließend wurde das neue Material mittels Bobcat und Schaufeln eingebracht und in weiterer Folge ebenfalls mittels Doppel-Vibrationswalze verdichtet.

Abbildung 77: Verdichtungsarbeiten am Unterbau; Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Zudem sei an dieser Stelle noch folgender Aspekt angemerkt: wie das Kapitel 6.3.2.2 zeigt, ergibt das im Zuge der Siebanalyse erstellte Siebliniendiagramm des neu eingebauten Kantkorns eine weitgestufte Korngrößenverteilung. „Bei weitgestuften Böden können bei der Verdichtung durch Vibrieren oder Schlagen die Porenräume zwischen den größeren Körnern kontinuierlich gefüllt und damit hohe Tragfähigkeiten erreicht werden“ (BORGWARDT, 2000). Nach dem Artikel „Bau- und vegetationstechnische Maßnahmen und Anforderungen beim Bau von Schotterrasen“ aus der Zeitschrift Neue Landschaft, Ausgabe Juli 1998 muss nach FRANKEN (1974) jedoch „der Bodenaufbau einer belastbaren Rasenfläche so gestaltet werden, daß einerseits die differenzierten Anforderungen des Benutzers an den Boden und andererseits die zumutbaren Wachstumsbedingungen für Pflanzen in Einklang gebracht werden können“. Im Hinblick auf die Schotterrasenbauweise gilt damit zu beachten, dass sowohl die bautechnischen als auch die vegetationstechnischen Anforderungen erfüllt werden müssen und somit ein Kompromiss bezüglich Verdichtung und Tragfähigkeit erreicht wird.

6.3.1.3 Zusammenfassung: Tragfähigkeit am Standort Schwackhöfer-Haus

Es folgt eine abschließende Zusammenfassung der am Standort Schwackhöfer-Haus durchgeführten Lastplattenversuche. Dabei wird die Tragfähigkeit jener, im Zuge der Parkplatzsanierung entfernten Vegetationstragschicht aus Rundkorn mit der Tragfähigkeit jener, im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen neu eingebauten Vegetationstragschicht aus Kantkorn verglichen.

Auf Grund eines Messfehlers innerhalb der Versuchsreihe dieser Diplomarbeit stehen für die entfernte Vegetationstragschicht aus Rundkorn leider keine Evd_2 Werte zur Verfügung. Die Evd_1 Werte weisen einen Schwankungsbereich von 37,1 MN/m² bis 99,6 MN/m² auf. Da die Messergebnisse für die Evd_2 Werte jedoch höher liegen müssen als die Evd_1 Werte, kann davon ausgegangen werden, dass die Tragfähigkeit der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus gegeben und vor allem überraschend hoch war.

Diesen Aspekt bestätigt ein Gutachten der Firma MAPAG, einer staatlich akkreditierten Prüf- und Überwachungsstelle. Demnach wurden am 20.07.2005 am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus vier Lastplattenversuche gemäß ÖNORM B 4417 durchgeführt. Laut dem Prüfbericht wurden an drei von vier Messstellen die geforderten Ev_2 Werte von 25 MN/m² erreicht. An der Prüfstelle eins (auf PS 3) konnte der entsprechende Ev_2 Wert nicht nachgewiesen werden. Der Schwankungsbereich der übrigen ermittelten Ev_2 Werte lag zwischen 161 MN/m² und 321 MN/m².

Weiters wurde im Zuge der durchgeführten Lastplattenversuche am Standort Schwackhöfer-Haus für die neu eingebaute Vegetationstragschicht, bestehend aus Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer, an achtzehn Messstellen ein durchschnittlicher Evd_2 Wert von 94,2 MN/m² gemessen. Die ermittelte Bandbreite des Verformungsmoduls Evd_2 bewegt sich dabei zwischen 62,8 MN/m² und 144,2 MN/m².

Das neu eingebaute Kantkorn entspricht somit den Erfordernissen der Tragfähigkeit. Verglichen mit dem Referenzwert des FLL Regelwerks von 25 MN/m² (Ev_2) ist am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus auch nach den Sanierungsmaßnahmen noch eine außerordentlich hohe Tragfähigkeit gegeben. Dennoch sei an dieser Stelle angemerkt, dass im Hinblick auf die Tragfähigkeit eine deutliche Verbesserung gegenüber der Situation vor der Parkplatzsanierung erzielt wurde.

6.3.2 Korngrößenverteilung

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen des Schotterrasenparkplatzes Schwackhöfer-Haus wurden unterschiedliche Materialproben einer Siebanalyse gemäß ÖNORM B 4412 (vgl. Kapitel 5.2.1.3) unterzogen. Dabei wurden neue Materiallieferungen ebenso getestet wie das Rundkorn der entfernten Vegetationstragschicht. Ziel war es, Mängel aufzuzeigen und die Eignung des Schotters im Hinblick auf eine Verwendung für den Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus zu prüfen.

Anmerkung zur Korngrößenverteilung der FLL Richtlinie

Da die deutsche FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" aus dem Jahr 2000 als Richtlinie für die Interpretation herangezogen wird, sei an dieser Stelle noch eine kurze Anmerkung im Hinblick auf die Korngrößenverteilung dieses Regelwerks angeführt.

Im Rahmen der oben genannten Richtlinie werden die folgenden Grenzbereiche festgelegt, um die vegetations- und bautechnischen Anforderungen an eine Schotterrasenfläche zu erfüllen.

Schluff	5 - 10 M %
Sand	20 - 40 M %
Kies	50 - 70 M %

Der Kornverteilungsbereich, in dem sich die Körnungslinie gemäß der FLL Richtlinie bewegen soll, ist im Zuge der Auswertung in den jeweiligen Siebliniendiagrammen der geprüften Materialien dargestellt. Dabei sind die beiden Körnungslinien der **O**bergrenze (OG) bzw. der **U**ntergrenze (UG) als blaue Linien eingezeichnet.

Eine Bestimmung der Korngrößenverteilung des Schlämmkorns (Korngröße bis 0,06 mm; vgl. Tab. 25) wurde nicht durchgeführt. Beim Schlämmkorn handelt es sich um jene Feinanteile, die sich im Zuge der Siebanalyse im Auffangbecken der Siebmaschine abgesetzt haben.

	[illegible]	[illegible]
Grobkornbereich (Siebkorn)	BLÖCKE	über 200
	STEINE	über 63 bis 200
	KIES	über 2 bis 63
	Grobkies	über 20 bis 63
	Mittelkies	über 6,3 bis 20
	Feinkies	über 2,0 bis 6,3
	SAND	über 0,06 bis 2,0
	Grobsand	über 0,6 bis 2,0
	Mittelsand	über 0,2 bis 0,6
	Feinsand	über 0,06 bis 0,2
Feinkornbereich (Schlämmkorn)	SCHLUFF	über 0,002 bis 0,06
	Grobschluff	über 0,02 bis 0,06
	Mittelschluff	über 0,006 bis 0,02
	Feinschluff	über 0,002 bis 0,006
	TON (Feinstes)	unter 0,002

Tabelle 25: Einteilung der Böden nach dem Korngrößenbereich
Quelle: BORGWARDT, 2000; ÖNORM B 4490, Ausgabe 1. Dez. 1981 Grafik: Stephan Maslowski

6.3.2.1 Korngrößenverteilung der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn)

Für die Siebanalyse der entfernten Vegetationstragschicht (Schichtstärke 0-10 cm) wurde je eine Bodenprobe des kiesartigen Materials pro Parkstreifen entnommen und daraus eine stichprobenartige Korngrößenverteilung im Labor des Instituts für Alpine Naturgefahren an der Universität für Bodenkultur in Wien bestimmt.

Eine ausführliche Beschreibung der Materialproben befindet sich in Kapitel 10.3 – „ANHANG". Dieser Abschnitt des Anhangs gewährt dabei einerseits einen Einblick in die Probenbeschreibung (Ort und Datum der Probenentnahme, Entnahmeperson,...), andererseits besteht die Möglichkeit die Massenanteile der einzelnen Korngrößen nachzuschlagen.

Abbildung 78 zeigt das im Zuge der Auswertung erstellte Siebliniendiagramm. Es folgt eine Diskussion der einzelnen Körnungslinien und ein Vergleich mit der bereits erwähnten FLL Richtlinie. Die Massenanteile der Korngrößen (in Prozent) werden für die Interpretation aus dem Diagramm herausgelesen und nicht den Tabellen der Materialbeschreibung aus dem Anhang entnommen.

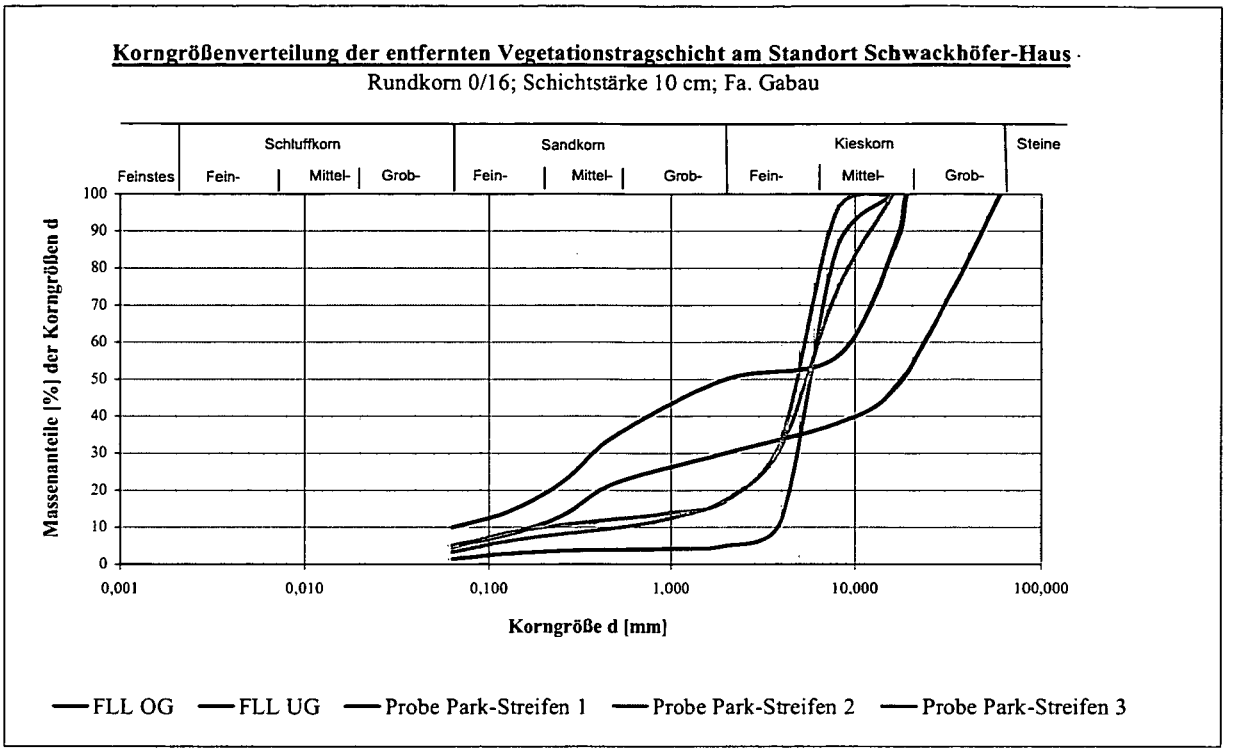


Abbildung 78: Korngrößenverteilung der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn); Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Wie aus dem Diagramm (Abb. 78) hervorgeht, ist in diesem Fall von einer so genannten enggestuften Korngrößenverteilung zu sprechen. „Bodenarten mit enggestufter Korngrößenverteilung zeigen steilverlaufende Körnungslinien, die im Extremfall in einem Korngrößenbereich verbleiben" (ÖNORM B 4400, 1978). Hier weisen alle drei untersuchten Bodenproben sehr steil verlaufende Körnungslinien auf.

Sandkornbereich (von 0,06 bis 2,0 mm)

Die **Probe von PS 1** (im Diagramm als **rote Linie** dargestellt) zeigt vor allem im Sandkorn- sowie im Feinkieskornbereich eine deutliche Abweichung gegenüber den zwei weiteren entnommenen Bodenproben.

Die eben angesprochene Probe erreicht dabei für den Sandkornbereich einen Massenanteil von lediglich 3,5 %. Dieser Wert liegt somit deutlich unter den geforderten 20 – 40 % der FLL Richtlinie.

Die **Probe von PS 2** (im Diagramm als **hellgrüne Linie** eingezeichnet) weist hingegen im Sandkornbereich mit 12,5 % einen etwas höheren Massenanteil auf. Eine ähnliche Situation ergibt sich für die Materialprobe von **PS 3 (hellblaue Linie)** mit 14 %. Dennoch unterschreiten auch diese beiden Werte die empfohlene Untergrenze der FLL Richtlinie (20 %).

Fein- und Mittelkieskornbereich (von 2,0 bis 20 mm)

Weiters bestätigt der steile Anstieg der Körnungslinie, dass 95 % des Materials der **Probe von PS 1** dem Fein- und Mittelkieskornbereich zuzuordnen sind. Die FLL Richtlinie empfiehlt allerdings für den gesamten Kieskornbereich (inklusive dem Grobkieskorn) nur 50 – 70 %.

Auch die Werte der Bodenproben von PS 2 und drei liegen im Korngrößenbereich von 2 bis 20 mm unter jenen der FLL Richtlinie. Wie das Diagramm (vgl. Abb. 78) zeigt, befinden sich 83 % Massenanteil der **Materialprobe von PS 2** in diesem Korngrößenbereich. Mit 82,5 % weist die **Probe von PS 3** einen ähnlichen Wert auf.

Obwohl die drei Körnungslinien auf den ersten Blick zumindest in Teilbereichen relativ homogen verlaufen, können bei etwas genauerer Betrachtung Unterschiede zwischen den drei Materialproben festgestellt werden.

So beinhaltet der Korngrößenbereich von 4 bis 8 mm bei der Probe von PS 1 74 % Massenanteil, bei der Probe von PS 2 lediglich 63 % und bei jener von PS 3 nur noch 42 %.

Zudem zeigt das Diagramm (vgl. Abb. 78) auch für den Korngrößenbereich zwischen 8 und 16 mm eine inhomogene Verteilung der Korngrößen. So weist die Probe von PS 1 15 % Massenanteil auf, die Probe von PS 2 gar nur 5 % und jene von PS 3 wiederum 26 %.

Obwohl nur drei Materialproben einer Siebanalyse unterzogen wurden, lässt die Korngrößenverteilung des Rundkorns gewisse Unregelmäßigkeiten erkennen. Zudem entspricht das geprüfte Material – gemäß den oben angeführten Erkenntnissen – nicht den Anforderungen der FLL Richtlinie.

6.3.2.2 Korngrößenverteilung der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn)

An dieser Stelle muss einleitend erwähnt werden, dass zahlreiche Materiallieferungen notwendig waren, um das gewünschte Material mit der entsprechenden Korngrößenverteilung zu erhalten (vgl. Kapitel 6.3.2.4). Letztendlich wurde am Standort Schwackhöfer-Haus im Zuge der Parkplatzsanierung Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer eingebaut.

Unmittelbar nach Anlieferung des Materials wurden von den jeweiligen Schotterhaufen drei Materialproben entnommen. Die Untersuchungen im Labor führten anschließend zu jenem in Abbildung 79 dargestellten Siebliniendiagramm.

Kapitel 10.3 (ANHANG) beinhaltet eine genaue Beschreibung der Materialproben. Zudem werden in einer Tabelle die exakten Massenanteile der einzelnen Kornfraktionen festgehalten.

Die Abbildung 79 entspricht einer weitgestuften Korngrößenverteilung. Der zu Abbildung 78 vergleichsweise deutlich flacher verlaufende Anstieg der Körnungslinien lässt auf eine gleichmäßigere Verteilung der Korngrößen schließen. Zudem weisen die drei Sieblinien der jeweiligen Proben einen äußerst kontinuierlichen Verlauf auf.

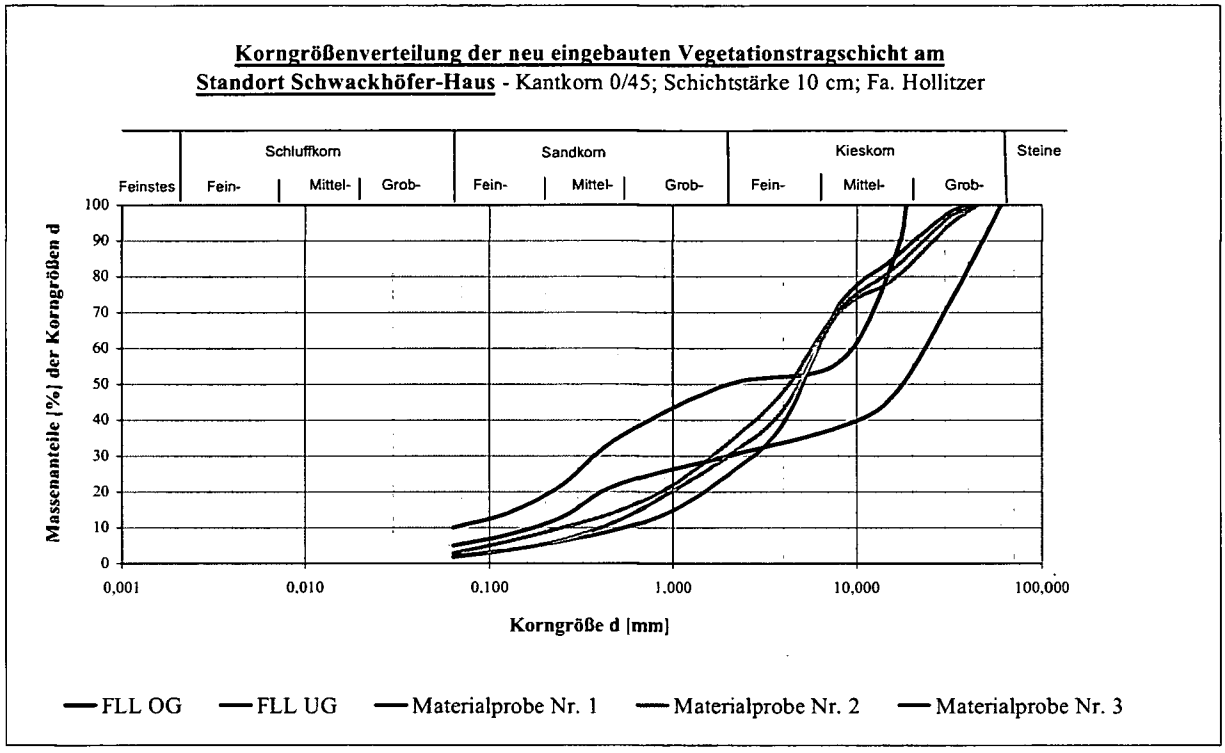


Abbildung 79: Korngrößenverteilung der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn); Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Sandkornbereich (von 0,06 bis 2,0 mm)

Der Massenanteil des Sandkornbereichs beträgt bei Materialprobe Nr. 1 (rote Linie im Diagramm) 23 %, bei Materialprobe Nr. 2 (hellgrüne Linie) 28 % und bei Materialprobe Nr. 3 (hellblaue Linie) 30 %.

Das Kantkorn der neu eingebauten Vegetationstragschicht der Firma Hollitzer wird somit innerhalb des Korngrößenbereichs von 0,06 bis 2,0 mm der Bandbreite (Max. – Min.) der deutschen FLL Richtlinie gerecht. Dieses Regelwerk sieht beim Sandkorn einen Massenanteil zwischen 20 und 40 % vor. Die Materialprobe Nr. 1 liegt somit knapp über der Untergrenze, die Proben Nr. 2 und 3 hingegen praktisch in der Mitte des Grenzbereichs der FLL Richtlinie.

Kieskornbereich (von 2,0 bis 63 mm)

65 % der Masse von **Probe Nr. 1** sind dem Kieskornbereich zuzuordnen. Die von der FLL Richtlinie vorgegebene Obergrenze von maximal 70 % wird somit nicht überschritten. Da die entsprechende Untergrenze der FLL Richtlinie beim Kieskornbereich mit 50 % Massenanteil festgesetzt ist, liegt auch die **Probe Nr. 2** mit 53 % sowie **Probe Nr. 3** (52 %) innerhalb des geforderten Bereichs.

Das in Abbildung 79 dargestellte Siebliniendiagramm lässt einen gleichmäßigen Anstieg der drei Körnungslinien erkennen. Folglich sind auch die Unterschiede in der Korngrößenverteilung zwischen den drei Materialproben des Kantkorns weitaus geringer als jene des Rundkorns.

So weist Probe Nr. 1 für den Korngrößenbereich zwischen 4 und 8 mm einen Massenanteil von 33 % auf. Auch Probe Nr. 2 erreicht mit 28 % einen ähnlichen Prozentsatz. Der Massenanteil von Probe Nr. 3 liegt hingegen mit 22 % etwas hinter jenen der beiden anderen Proben zurück.

Betrachtet man die Massenanteile des Korngrößenbereichs zwischen 8 und 45 mm, können sogar nahezu identische Werte festgestellt werden. Probe Nr. 1 erreicht 28 %, Probe Nr. 2 30 % und Probe Nr. 3 ebenfalls 30 %.

Anhand dieser Zahlen wird sichtbar, dass die Korngrößenverteilung des neu eingebauten Kantkorns gleichmäßiger ist als jene des Rundkorns. Dennoch muss auch in diesem Zusammenhang angemerkt werden, dass der Probenumfang auf nur drei Materialproben beschränkt war. Wie die oben durchgeführte Auswertung zeigt, wird das – im Rahmen dieser Siebanalyse getestete – Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer den Bandbreiten der FLL Richtlinie gerecht.

6.3.2.3 Korngrößenverteilung des verbleibenden Unterbaus (Kantkorn)

Weiters wurde der aus Kantkorn bestehende Unterbau einer Siebanalyse unterzogen. Zu diesem Zweck wurden unterhalb der Vegetationstragschicht in einer Tiefe von 10 – 20 cm drei Bodenproben entnommen. Abbildung 80 stellt auf der nachfolgenden Seite das Ergebnis in Form eines Siebliniendiagramms dar.

Werden zusätzliche, detaillierte Informationen über die Bodenproben benötigt, kann eine Einsichtnahme in Kapitel 10.3 – „ANHANG) erfolgen. Hier sind auch die einzelnen Probenentnahmestellen aufgelistet und können mit Hilfe des Übersichtsplans (vgl. ANHANG Kapitel 10.2) entsprechend zugeordnet werden.

Da die alte Vegetationstragschicht aus Rundkorn zum Zeitpunkt der Probenentnahme des Unterbaus noch nicht entfernt war, stand die Auswahl der einzelnen Entnahmestellen für die Materialproben des Unterbaus in direktem Zusammenhang mit jenen Entnahmestellen der entfernten Vegetationstragschicht. Nach der Probenentnahme vom Rundkorn wurden dieselben Löcher genutzt, um Proben des darunter liegenden Unterbaus zu ziehen.

Während die Körnungslinien der Proben des PS 2 und 3 äußerst homogen verlaufen, lässt die **Probe von PS 1** (im Diagramm als **rote Linie** dargestellt) eine deutliche Abweichung erkennen. In diesem Fall kann schon von einer intermittierenden Korngrößenverteilung gesprochen werden, da die Körnungslinie einen treppenartigen Verlauf aufweist. Dieser Aspekt ist jedoch auf eine Verunreinigung bei der Probeentnahme zurückzuführen. Das an dieser Stelle (PS 1, PNr. 8) extrem lockere, kiesartige Material der später entfernten Vegetationstragschicht war nur schwer vom Kantkorn des Unterbaus zu trennen und rutschte immer wieder in die Entnahmestelle.

Die homogen verlaufenden Sieblinien der **Materialproben von PS 2 (hellgrüne Linie)** und **PS 3 (hellblaue Linie)** lassen jedoch auf eine gleichmäßige Verteilung der Korngrößen über den gesamten Parkplatz schließen. Dieser Aspekt wird auch durch die konstanten Werte der Ausschüttversuche (vgl. Kapitel 6.3.3.3) bestätigt.

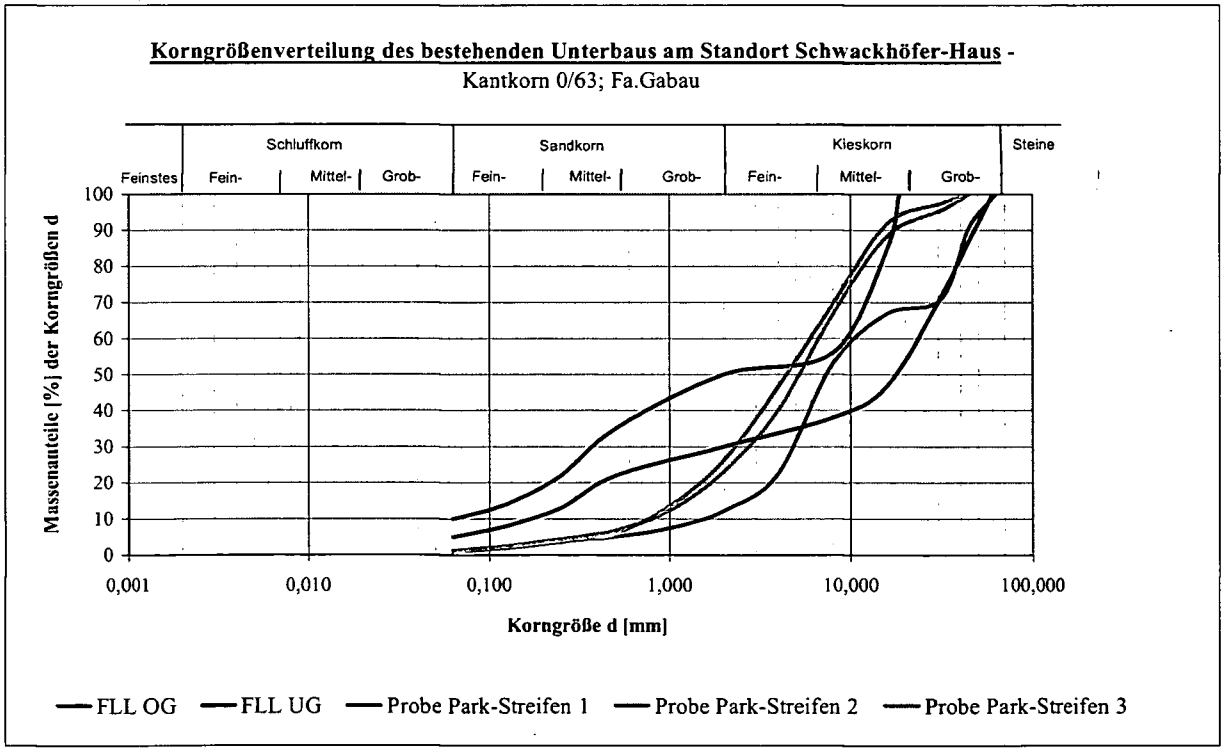


Abbildung 80: Korngrößenverteilung des bestehenden und verbleibenden Unterbaus (Kantkorn); Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Sandkornbereich (von 0,06 bis 2,0 mm)

Die Begutachtung des Diagramms (vgl. Abb. 80) ergibt für die **Probe von PS 1** einen Massenanteil von 11 % für den Sandkornbereich. Dieser Wert liegt somit deutlich unterhalb der geforderten Untergrenze der FLL Richtlinie, die mindestens 20 % Sandkorn vorsieht. Im Gegensatz dazu befinden sich die beiden anderen Bodenproben im Grenzbereich der FLL Richtlinie (20 % – 40 %). So weist die **Probe von PS 2** 25 % und jene **Probe von PS 3** 22 % Massenanteil auf.

Kieskornbereich (von 2,0 bis 63 mm)

Die Analyse des gesamten Kieskornbereichs führt zu dem Ergebnis, dass keine der getesteten Bodenproben innerhalb des empfohlenen Grenzbereichs der FLL Richtlinie liegt. Diese sieht für den Korngrößenbereich zwischen 2,0 und 63 mm einen Massenanteil von 50 – 70 % vor. Der Kieskornbereich der **Probe von PS 1** beinhaltet jedoch 88 %, jener der **Probe von PS 2** 74 % und jener der **Probe von PS 3** 77 %. Während die Probe von PS 1 die obere Grenze somit um 18 % sehr deutlich überschreitet, liegen die beiden anderen Proben lediglich um 4 % bzw. 7 % über der Obergrenze.

Gemäß den Untersuchungsergebnissen der Siebanalyse entspricht der Unterbau am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus nur in einzelnen Teilbereichen den Anforderungen der FLL Richtlinie. So liegen beispielsweise die Proben von PS 2 und 3 innerhalb des gewünschten Siebkornbereichs. Extrem grobe Abweichungen von den empfohlenen Werten der FLL Richtlinie weist letztendlich nur eine von drei entnommenen Bodenproben auf (Probe von PS 1).

Der Unterbau am Standort Schwackhöfer-Haus wurde aus Kostengründen und auf Grund der gegebenen Wasserdurchlässigkeit (vgl. Kapitel 6.3.3.1) im Zuge der Sanierungsmaßnahmen nicht erneuert.

6.3.2.4 Korngrößenverteilungen weiterer geprüfter und nicht geeigneter Materialien

Dieses Kapitel beinhaltet die Ergebnisse von weiteren Materialprüfungen, die aus unterschiedlichsten Gründen für eine Verwendung am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus abgelehnt werden mussten. Die Problematik umfasst dabei das Nichterfüllen von Anforderungen der FLL Richtlinie bis hin zu vergleichsweise banalen Fehlern.

Angeführt sind in weiterer Folge die jeweils geprüften Materialien inklusive der Siebliniendiagramme und einer kurzen Stellungnahme. Eine ausführliche Interpretation ist in diesem Kapitel jedoch nicht vorgesehen.

Kantkorn-Erde-Gemisch der Firma Hollitzer

Die Körnungslinien dieser beiden Proben verlaufen nahezu identisch (vgl. Abbildung 81) und entsprechen beinahe dem zuvor beschriebenen und letztendlich eingebauten Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer. Dieser Aspekt ist nicht verwunderlich, zumal das Material dieser Proben ebenfalls von der Firma Hollitzer stammt.

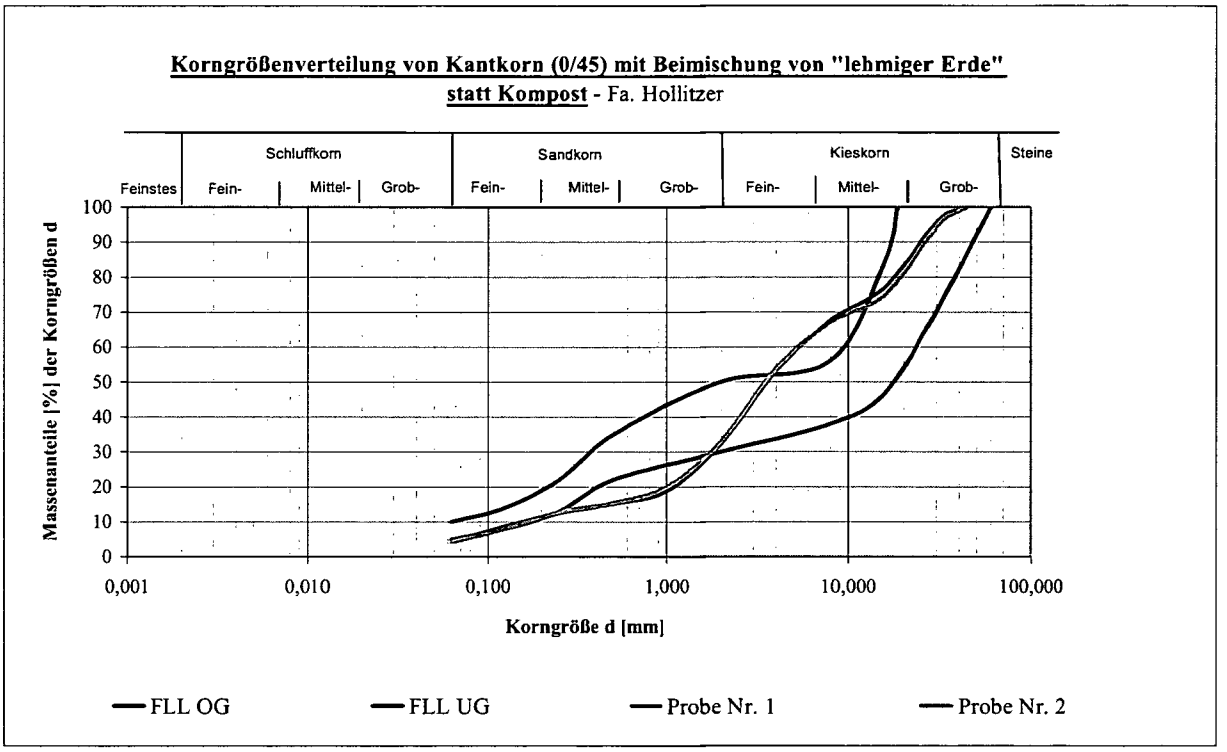


Abbildung 81: Korngrößenverteilung von Kantkorn (0/45) mit Beimischung von „lehmiger Erde" statt Kompost; Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Allerdings wurde in diesem Fall ein schwerwiegender und zudem leicht vermeidbarer Fehler begangen. Dem Schottermaterial wurde an Stelle des bestellten Kompostes (15 % reifer Kompost der Klasse A) „lehmige Erde" beigemischt. Die logische Konsequenz: das Material musste wieder abgeholt (vgl. Abb. 82) und in weiterer Folge neu geliefert werden. Eine Komplikation, die in der Praxis schlichtweg nicht vorkommen darf und mit unnötigem Zeitverlust verbunden ist.

Abbildung 82: Abtransport des ungeeigneten Kantkorn-Erde-Gemisches; Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Gemäß den Aussagen eines Vorarbeiters lässt sich das feuchte, lehmige Schotter-Erde-Gemisch nur schwer verdichten und entspricht zudem bereits optisch betrachtet nicht dem Bild einer herkömmlichen Schotterrasenfläche. Die Abbildungen 83 und 84 veranschaulichen die Problematik.

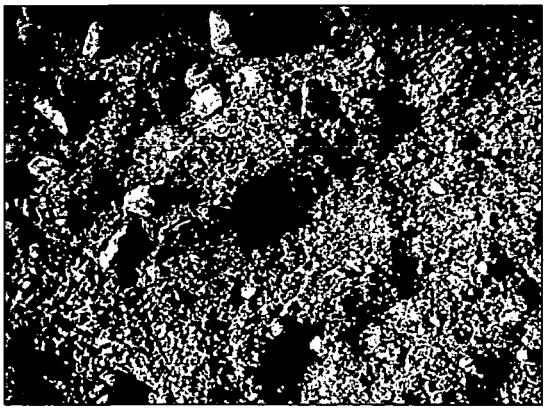


Abbildung 83: Schotter-Erde-Gemisch im unverdichteten Zustand; Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

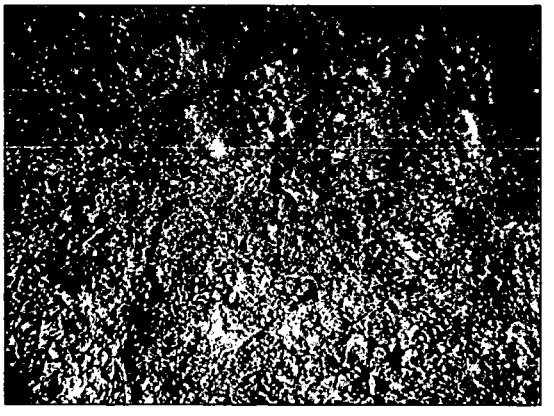


Abbildung 84: Schotter-Erde-Gemisch im verdichteten Zustand; Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Das Buch „Bodenverdichtung – Grundlagen, Geräte, Prüfverfahren" hält fest, dass „ein bindiger Boden verdichtungsunwilliger ist als ein nichtbindiger Boden, also schwerer bearbeitbar" (BORGWARDT, 2000).

Bestätigt wird dieser Aspekt im Werk „Die Bodenverdichtung im Verkehrswege-, Grund- und Dammbau" von Reinmar VOSS aus dem Jahr 1986; demnach hat „ein bindiger Boden bei geringem Wassergehalt (...) eine halbfeste Konsistenz und setzt der Verdichtung erheblichen Widerstand entgegen" (VOSS, 1986).

Der Einbauversuch des lehmigen Schotter-Erde-Gemisches am Parkplatz Schwackhöfer-Haus führte zu einer ähnlichen Beobachtung. So verhielt sich das eben beschriebene Material während der Verdichtung ähnlich einer gallertartigen bzw. gummiartigen Masse.

Um eine hohe und gleichbleibende Tragfähigkeit zu erzielen, muss ein bindiger Boden unter seinem optimalen Wassergehalt verdichtet werden. Ist der Wassergehalt zu gering, ist ein extrem hoher Verdichtungsaufwand notwendig. Ist der Wassergehalt wiederum zu hoch, kann auf Grund der Füllung der Poren nur wenig verdichtet werden. Grundsätzlich ist die Tragfähigkeit eines bindigen Bodens am höchsten, wenn er sich in einem ausgetrockneten, harten Zustand befindet.

Neben Wasser muss im Zuge der Verdichtung allerdings auch Luft aus den Poren verdrängt werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass Wasser in die Hohlräume des verdichteten bindigen Bodens eindringt, diesen aufweicht und in weiterer Folge die Tragfähigkeit sowie Standfestigkeit herabsetzt. Ein verdichteter, bindiger Boden darf somit ein Luftporengehalt von maximal 12 Vol. % enthalten (vgl. VOSS, 1986).

Kantkorn 0/45 – unbehandeltes Steinbruchmaterial vom Werk Gießhübl

Der Hintergedanke bezüglich dieser Materialprobe lautet wie folgt: das Schottermaterial soll direkt aus dem Steinbruch entnommen und ungemischt zur weiteren Verwendung auf Schotterrasenflächen herangezogen werden. Zur Überprüfung der Eignung des Materials wurde von der liefernden Firma lediglich eine Probe zur Verfügung gestellt. Der genaue Ort sowie das Datum der Probenentnahme sind ebenso unbekannt wie die Entnahmeperson.

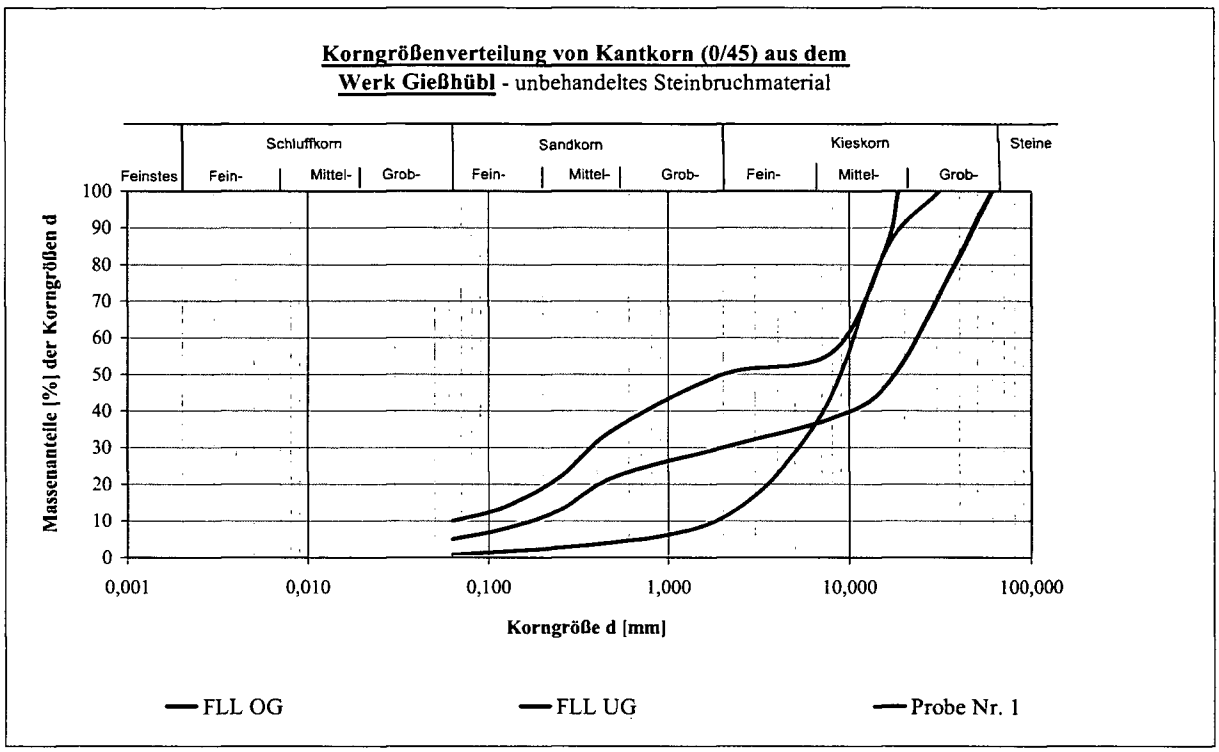


Abbildung 85: Korngrößenverteilung von Kantkorn (0/45) aus dem Werk Gießhübl; unbehandeltes Steinbruchmaterial; geprüft im Labor des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau; Universität für Bodenkultur, Wien

Das Ergebnis der Siebanalyse (vgl. Abb. 85) zeigt, dass dieses Material für die Schotterrasenbauweise nicht geeignet ist. Der Massenanteil des Sandkorns beträgt nur 10 % und liegt somit weit unterhalb der geforderten FLL Untergrenze von 20 %. Diese empfiehlt sogar einen Massenanteil bis zu 40 %. Die restlichen 90 % der Probe sind dem Kieskornbereich zuzuordnen. Verglichen mit den vorgeschlagenen 50 % - 70 % der FLL Richtlinie ist dieser Anteil deutlich zu hoch.

Kantkorn 0/45 – Zentralgemisch vom Werk Gießhübl

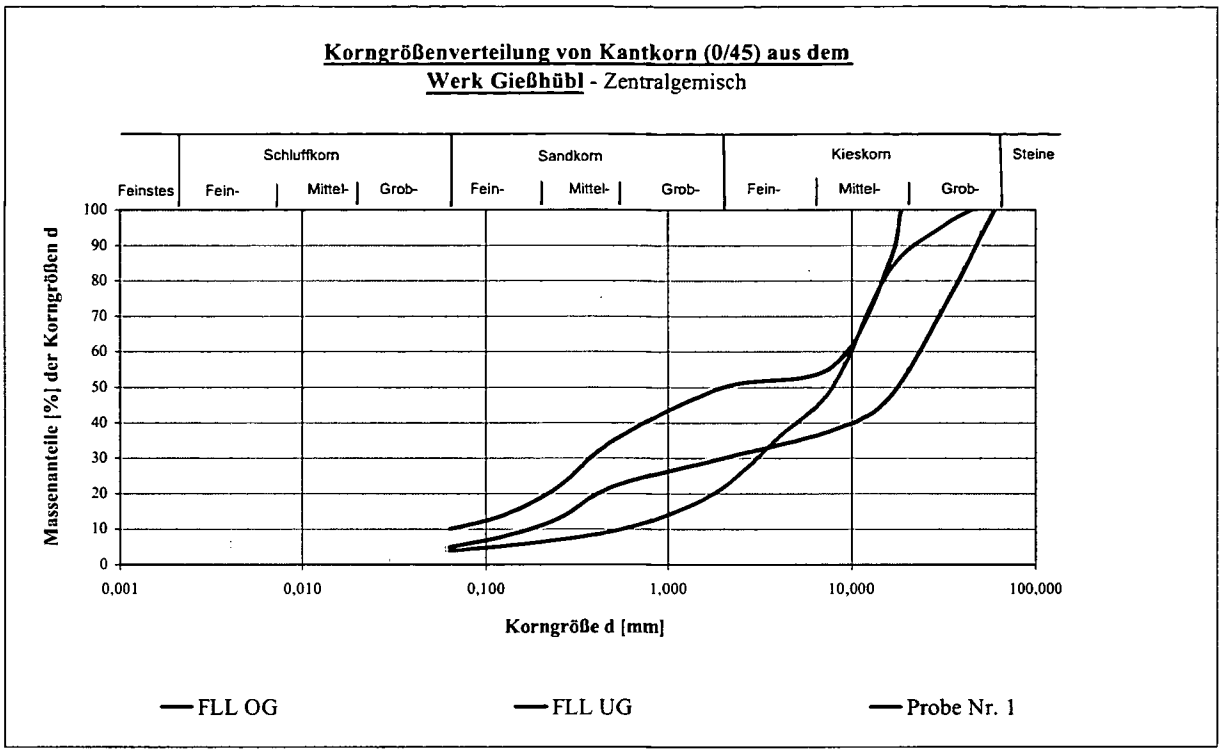


Abbildung 86: Korngrößenverteilung von Kantkorn (0/45) aus dem Werk Gießhübl; Zentralgemsich; geprüft im Labor des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau; Universität für Bodenkultur Wien

Bei diesem Material handelt es sich um ein so genanntes Zentralgemisch vom Werk Gießhübl. Die der Siebanalyse unterzogene Probe weist eine relativ ähnliche, etwas flacher verlaufende Körnungslinie auf wie das zuvor beschriebene und getestete unbehandelte Steinbruchmaterial.

Im Vergleich der beiden Siebliniendiagramme (Abb. 85 und Abb. 86) wird sichtbar, dass lediglich der Massenanteil des Sandkornbereichs erhöht wurde. Dieser beträgt beim unbehandelten Steinbruchmaterial nur 10 % (vgl. Abb. 85), beim Zentralgemisch jedoch 18 %. Dennoch unterschreitet auch dieser Wert noch immer die von der FLL Richtlinie empfohlene Untergrenze von 20 %. Weiters ist der Anstieg der Sieblinie des Zentralgemisches etwas flacher und ergibt somit eine gleichmäßigere Verteilung der Korngrößen. Zudem ist ein Korngrößenbereich von über 30 mm vorhanden, während beim unbehandelten Steinbruchmaterial dieser Bereich gänzlich fehlt. Verglichen mit der FLL Richtlinie ist jedoch auch Zentralgemisch vom Werk Gießhübl für die Schotterrasenbauweise nicht geeignet.

6.3.2.5 Zusammenfassung: Korngrößenverteilung am Standort Schwackhöfer-Haus

Abschließend folgt noch ein zusammenfassender Überblick über die Ergebnisse der Siebanalysen am Standort Schwackhöfer-Haus. In diesem Zusammenhang sollte jedoch darauf verwiesen werden, dass der Probenumfang für die einzelnen Materialprüfungen bei maximal drei Proben lag.

Von insgesamt sechs geprüften Materialien waren für die Schotterrasenbauweise gleich vier ungeeignet. Sie entsprachen entweder nicht den Anforderungen der FLL Richtlinie oder mussten auf Grund der Beimengung von falschen Substraten (wie z.B. lehmige Erde statt Kompost) für die Anwendung auf einer Schotterrasenfläche abgelehnt werden.

Ein weiteres getestetes Material lag zumindest in einzelnen Teilbereichen innerhalb des empfohlenen Grenzbereiches der FLL Richtlinie. Hierbei handelt es sich um das Kantkorn 0/63 des Unterbaus am Standort Schwackhöfer-Haus. Aus Kostengründen und auf Grund der gegeben Wasserdurchlässigkeit wurde jedoch bei der Sanierung auf einen Austausch dieses Materials verzichtet. Gemäß den durchgeführten Siebanalysen wurde nur das Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer den Anforderungen der FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" gerecht. Dieses Material wurde letztendlich auch als neue Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus eingebaut.

Schließlich sei noch angemerkt, dass die Parkplatzsanierung aus Sicht der Korngrößenverteilung als Erfolg zu bezeichnen ist. Das gemäß der deutschen FLL Richtlinie nicht geeignete Rundkorn 0/16 wurde im Zuge der Sanierungsmaßnahmen entfernt und durch ein geeignetes Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer ersetzt. Die ersten positiven Auswirkungen der neuen Vegetationstragschicht werden bereits bei der Auswertung der Wasserdurchlässigkeit im nachfolgenden Kapitel 6.3.3 sichtbar.

Abbildung 87: Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; 1-jährige Begrünung von PS 1; Universität für Bodenkultur, Wien; Juni 2007

Abbildung 88: Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus; 2-monatige Begrünung von PS 2 & 3; Universität für Bodenkultur, Wien; Juni 2007

6.3.3 Wasserdurchlässigkeit

Ziel des Kapitels ist die Darstellung der Auswirkungen verschiedener Schottermaterialien auf die Wasserdurchlässigkeit. Zu diesem Zweck erfolgte die Bestimmung der Durchlässigkeit mit Hilfe des Ausschüttversuches gemäß der RVS 11.062 Blatt 15 (vgl. Kapitel 5.2.1.1). Getestet wurde die Wasserdurchlässigkeit der Schotterrasenfläche sowohl vor als auch nach der Generalsanierung des Parkplatzes.

Eine Messwerttabelle zu den durchgeführten Ausschüttversuchen ist im Kapitel 10.3 (ANHANG) angeführt. Diese beinhaltet eine Beschreibung der einzelnen Messstellen, das Datum der Versuchsdurchführung, den Namen der ausführenden Person sowie die gestoppten Versickerungszeiten in Minuten. Letztere wurden zusätzlich in eine Korrelation mit den dazugehörigen k_f-Werten gesetzt; diese können ebenfalls der Tabelle entnommen werden.

Anmerkung zur Wasserdurchlässigkeit der FLL Richtlinie

An dieser Stelle sei angemerkt, dass laut der FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen" Ausgabe 2000 auf der Vegetationstragschicht einer Schotterrasenfläche eine Wasserdurchlässigkeit k_f von mindestens $5 \cdot 10^{-6}$ m/s vorliegen sollte. Dies entspricht beim Ausschüttversuch gemäß dem Handbuch der Geotechnik Band 9 von Otto PREGL aus dem Jahr 1994 einer Versickerungszeit von etwa 40 Sekunden.

Für den Untergrund bzw. den Unterbau muss die Wasserdurchlässigkeit k_f hingegen gemäß der oben angeführten FLL Richtlinie mindestens $1 \cdot 10^{-6}$ m/s betragen. Wie dem Korrelationsdiagramm in Abbildung 89 entnommen werden kann, muss demnach eine Versickerungszeit von 90 sec. (1 min. 30 sec.) vorliegen (vgl. PREGL, 1994).

Die im Zuge der Auswertung der Wasserdurchlässigkeit erstellten Diagramme beinhalten auch eine Darstellung des eben angeführten Richtwertes; dieser ist in der Grafik mittels schräg gestellter, rot-weiß-roter Straffur gekennzeichnet.

Abbildung 89 zeigt das Korrelationsdiagramm zwischen den Versickerungszeiten in Sekunden und den Durchlässigkeitsbeiwerten in m/s.

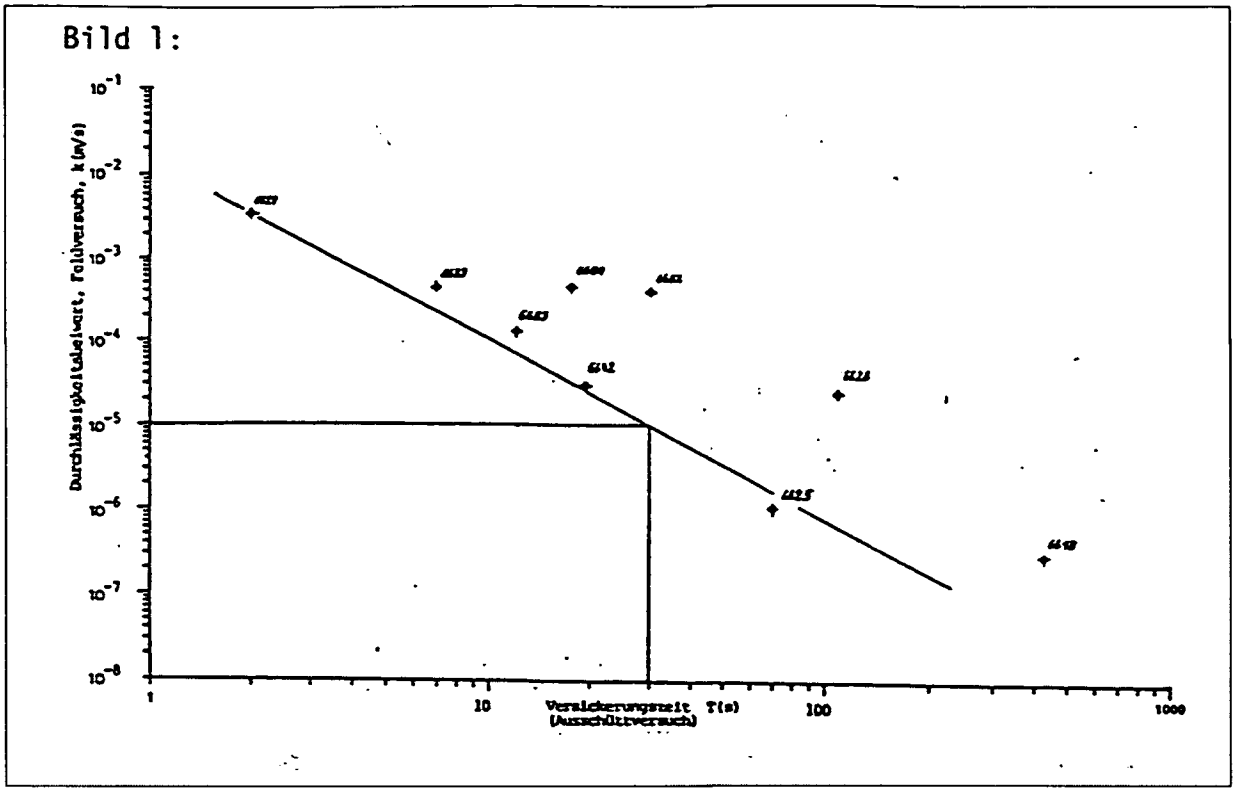


Abbildung 89: Korrelationsdiagramm zwischen Versickerungszeiten in Sekunden (x-Achse) und Durchlässigkeitsbeiwerten (y-Achse)
Quelle: eingescannt aus O. Pregl (1994)

6.3.3.1 Wasserdurchlässigkeit der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn)

Es wurden insgesamt neun Ausschüttversuche auf der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht durchgeführt, wobei jeweils drei Messungen pro Parkstreifen stattgefunden haben.

Bereits eine erste Betrachtung der Untersuchungsergebnisse zeigt, dass diese einen sehr großen Schwankungsbereich aufweisen (vgl. Abb. 90), wobei als Ursache die falsche Materialauswahl angeführt werden kann.

Nach dem Buch „Bodenverdichtung – Grundlagen, Geräte, Prüfverfahren" von Sönke BORGWARDT aus dem Jahr 2000 ist „bei gleichem Verdichtungsgrad die Belastbarkeit von Schotter und Splitt aufgrund der rauen Oberfläche und der besseren Verkantung größer als bei Kies und Sand". Folglich kann daraus geschlossen werden, dass die Verzahnungsfähigkeit von Rundkorn geringer ist als jene von Kantkorn. Somit kommt es durch die hohen Kräfte, die auf einem Parkplatz durch an- und abfahrende Kraftfahrzeuge entstehen, zu einer Entmischung des Materials. In weiterer Folge entstehen neben stark verdichteten Bereichen auch Stellen mit lockerem, losem Material. Dieser Aspekt ist auf

der entfernten, aus Rundkorn bestehenden, Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus optisch gut erkennbar und spiegelt sich auch im Rahmen der Versuchsreihe in den stark voneinander abweichenden Versickerungszeiten wieder.

Das ursprünglich eingebaute Material aus Rundkorn weist bei den Versickerungszeiten der durchgeführten Ausschüttversuche eine Bandbreite von 24 sec. bis 615 sec. (vgl. Tab. 26) auf. Die Wasserdurchlässigkeit der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht schwankt somit zwischen $2 \cdot 10^{-5}$ m/s und $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Der von der deutschen FLL Richtlinie empfohlene Wert liegt bei $5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Verglichen mit den Messergebnissen vom Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus nähert sich lediglich eine einzige Versickerungszeit diesem geforderten Wert an. Es handelt sich hierbei um den Ausschüttversuch auf PS 1 PNr. 8 (in Abb. 90 als dunkelblaue Säule zu erkennen); der entsprechende k_f-Wert liegt bei etwa $2 \cdot 10^{-5}$ und entspricht einer Versickerungszeit von 24 Sekunden.

Wasserdurchlässigkeit der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn 0/16) - **Standort Schwackhöfer-Haus**

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
PS 1	PNr. 1	112	$7 \cdot 10^{-7}$
	PNr. 4	555	$2 \cdot 10^{-8}$
	PNr. 8	24	$2 \cdot 10^{-5}$
PS 2	PNr. 4	153	$3 \cdot 10^{-7}$
	PNr. 7	376	$5 \cdot 10^{-8}$
	PNr. 15	268	$1 \cdot 10^{-7}$
PS 3	PNr. 1	615	$1 \cdot 10^{-8}$
	PNr. 4	355	$5 \cdot 10^{-8}$
	PNr. 16	312	$7 \cdot 10^{-8}$

Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen;
PNr. ..... Parkplatznummer

Tabelle 26: Zusammenfassung der Messergebnisse der Ausschüttversuche - entfernte Vegetationstragschicht (Rundkorn); Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Die Graphik auf der nachfolgenden Seite (vgl. Abb. 90) verdeutlicht die inhomogene Verteilung der einzelnen Versickerungszeiten. Der Referenzwert der deutschen FLL Richtlinie ist mittels rot-weiß-roter Straffur gekennzeichnet. Weiters sind – wie bereits bei den Abbildungen der Tragfähigkeit – die Ergebnisse der Ausschüttversuche in unterschiedlichen Farben dargestellt und können mittels Legende und Übersichtsplan (vgl. Kapitel 10.2 – „ANHANG") den entsprechenden Messstellen zugeordnet werden. Die Abkürzungen in der Legende müssen bei Bedarf dem Abkürzungsverzeichnis entnommen werden.

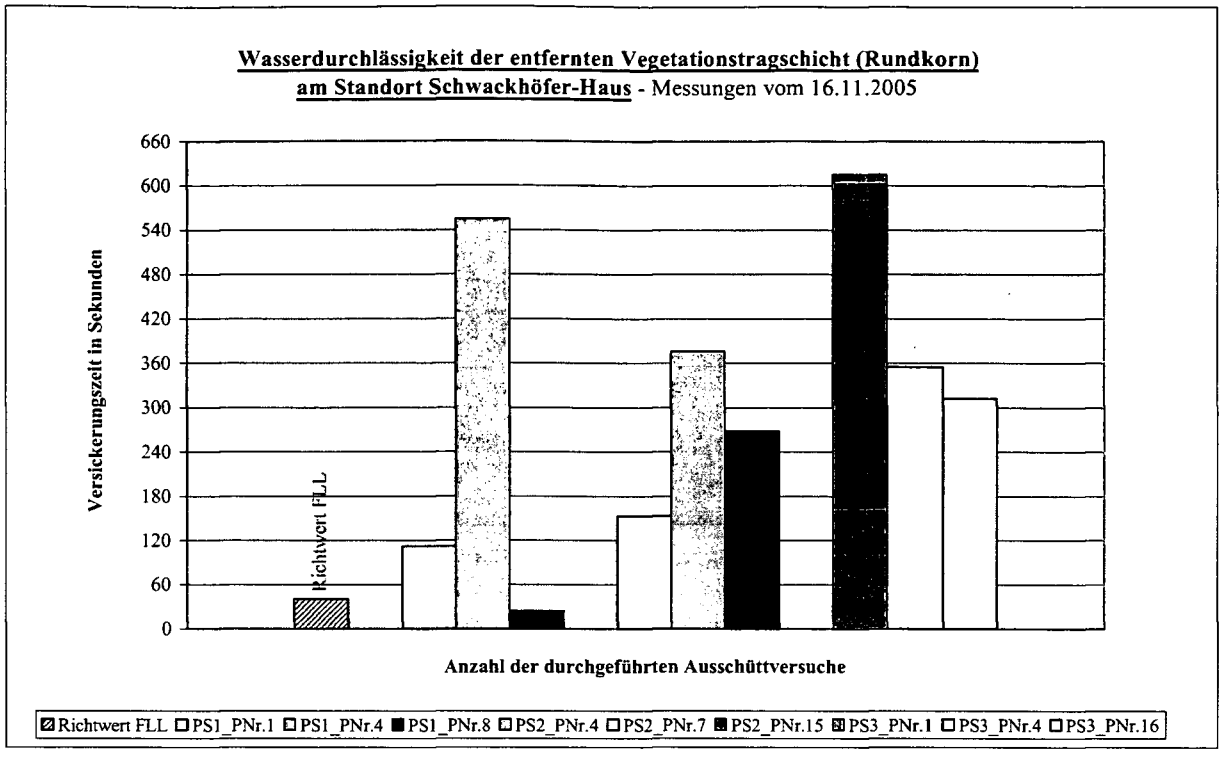


Abbildung 90: Schematische Darstellung der Versickerungszeiten [in sec.] der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Wie aus der Abbildung 90 hervorgeht, ist die Verteilung der Wasserdurchlässigkeit der entfernten Vegetationstragschicht äußerst inhomogen. Hinzu kommt, dass bei nur einem einzigen Ausschüttversuch der von der FLL Richtlinie empfohlene Wert erreicht wurde. Dies bedeutet, dass die gewünschte Wasserdurchlässigkeit von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s nicht gegeben ist. Mit durchschnittlich 307,2 Sekunden liegt die Versickerungszeit der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht deutlich über den erwünschten 40 Sekunden der FLL Richtlinie. Dieser Aspekt mag darauf zurückzuführen sein, dass „gemischte Böden mit mehr glatten und runden Einzelkörnern verdichtungswilliger sind als solche mit kantigen und rauen Oberflächen" (BORGWARDT, 2000). Offensichtlich wird das grobe, kiesartige Material durch die Reifen der Fahrzeuge verdrängt und die feineren Anteile in weiterer Folge stark komprimiert. Optisch dominiert an besagten Stellen ein auffallend hoher Anteil an stark verdichtetem Feinmaterial (vgl. Abb. 91).

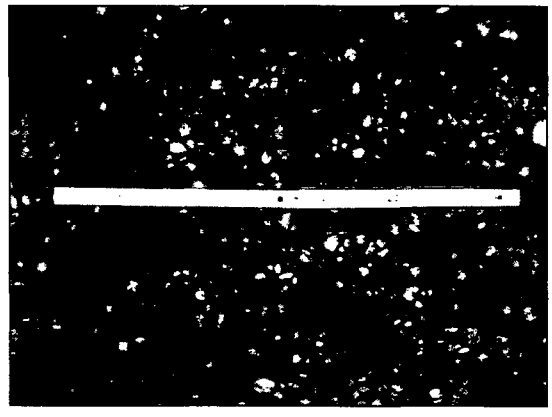


Abbildung 91: Messstelle des Ausschüttversuches auf Parkstreifen 2, Parkplatznummer 4 (entfernte Vegetationstragschicht – Rundkorn); Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Eine Ausnahme in der Messreihe bildet der im Übersichtsplan mit der Nr. 8 gekennzeichnete Parkplatz auf PS 1. Dieser weist mit 24 Sekunden die mit Abstand geringste Versickerungszeit auf – der entsprechende k_f-Wert von $2 \cdot 10^{-5}$ m/s nähert sich zumindest dem Referenzwert der FLL Richtlinie ($5 \cdot 10^{-6}$ m/s) an. Als Ursache kann das – an dieser Stelle – extrem lockere, runde Material gesehen werden (vgl. Abb. 92). Wie bereits in Kapitel 6.3.2.1 angeführt wurde, weist das Siebliniendiagramm des Rundkorns eine enggestufte Korngrößenverteilung auf. „Enggestufte Böden weisen eine gleichförmige Körnung mit großen Poren auf (...)“ und „(...) lassen sich nicht oder nur wenig verdichten“ (BORGWARDT, 2000). An- und abfahrende Autos schieben hier auf Grund der mangelnden Verzahnungs- und Verdichtungsfähigkeit das Rundkorn zusammen und häufen es an. Die Folgeerscheinung ist das deutlich schnellere Versickern des Wassers an dieser Messstelle.

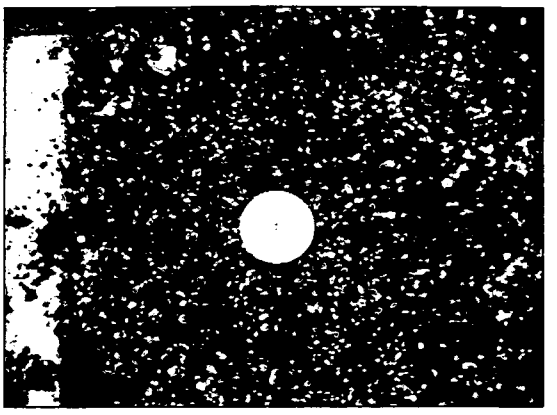


Abbildung 92: Messstelle des Ausschüttversuches auf Parkstreifen 1, Parkplatznummer 8 (entfernte Vegetationstragschicht – Rundkorn); Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Wasserdurchlässigkeit der entfernten Vegetationstragschicht aus Rundkorn eine äußerst inhomogene Verteilung aufweist und zudem nicht den Anforderungen der FLL Richtlinie „Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen“ (Ausgabe 2000) entspricht.

Eine Bestätigung der Ergebnisse der – im Rahmen dieser Diplomarbeit – durchgeführten Ausschüttversuche erfolgt durch ein Gutachten der Firma MAPAG. Von dem besagten Unternehmen wurde am 20.07.2005 die Wasserdurchlässigkeit der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus gemäß der RVS 11.062 Teil 9 Pkt. 5, Ausgabe September 1997 überprüft und gemäß der RVS 11.062 Teil 10 Pkt.10.5, Ausgabe September 2000 ausgewertet. An der Prüfstelle SRV1 wurde eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f=1{,}8 \cdot 10^{-7}$ m/s und an der Messstelle SRV2 eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f=2{,}4 \cdot 10^{-7}$ m/s gemessen. Weiters sei angemerkt, dass auf Grund der geringen Durchlässigkeit nur eine Messung je Prüfstelle erfolgte.

6.3.3.2 Wasserdurchlässigkeit der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn)

Um etwaige Verbesserungen nach der Sanierung des Schotterrasenparkplatzes aufzuzeigen, wurden Mitte Mai erneut Ausschüttversuche auf den PS 2 und 3 durchgeführt. Auf Grund der bereits stattgefundenen Begrünung wurde der PS 1 jedoch nicht berücksichtigt.

Die Versickerungszeiten des Kantkorns der neu eingebauten Vegetationstragschicht schwanken zwischen 55 und 276 Sekunden. Die Wasserdurchlässigkeit liegt somit im Bereich von $3 \cdot 10^{-6}$ m/s und $9 \cdot 10^{-8}$ m/s. Im Durchschnitt beträgt die Versickerungszeit bei 12 durchgeführten Ausschüttversuchen rund 113,8 sec. und konnte somit gegenüber der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht mehr als halbiert werden (Ø 307,2 sec.). Mit 276 sec. bildet der PNr. 16 auf PS 3 die Ausnahme dieser Versuchsreihe; jene, gegenüber den anderen Werten, verhältnismäßig hohe Zeit, ist auf eine unebene, leicht vertiefte Stelle zurückzuführen. Bei Vernachlässigung dieses Wertes beträgt die durchschnittliche Versickerungszeit nur 98,4 sec.; dies entspricht einem k_f-Wert von $8 \cdot 10^{-7}$ m/s und nähert sich somit der von der FLL Richtlinie erwünschten Wasserdurchlässigkeit von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s (Versickerungszeit: 40 sec.) an. Verglichen mit der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht und ihrer durchschnittlichen Wasserdurchlässigkeit von $7 \cdot 10^{-8}$ m/s (Versickerungszeit von Ø 307,2 sec.) zeigt sich somit in Folge des Materialaustausches eine deutliche Verbesserung.

Wasserdurchlässigkeit der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn 0/45) - **Standort Schwackhöfer-Haus**

Messstelle		Versickerungszeit [sec]	k_f-Wert [m/s]
PS 2	PNr. 4	55	$3 \cdot 10^{-6}$
	PNr. 8	108	$8 \cdot 10^{-7}$
	PNr. 9	100	$8 \cdot 10^{-7}$
	PNr. 13	78	$1 \cdot 10^{-6}$
	PNr. 15	125	$6 \cdot 10^{-7}$
	PNr.17	117	$6 \cdot 10^{-7}$
PS 3	PNr. 1	103	$8 \cdot 10^{-7}$
	PNr. 4	134	$5 \cdot 10^{-7}$
	PNr. 8	72	$1 \cdot 10^{-6}$
	PNr. 9	86	$1 \cdot 10^{-6}$
	PNr. 12	112	$6 \cdot 10^{-7}$
	PNr.16	276	$9 \cdot 10^{-8}$

Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen;
PNr. ..... Parkplatznummer

Tabelle 27: Zusammenfassung der Messergebnisse der Ausschüttversuche - neu eingebaute Vegetationstragschicht (Kantkorn); Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Weiters weist die neue, aus kantigem Material errichtete, Vegetationstragschicht – im Gegensatz zur alten, aus Rundkorn bestehenden Tragschicht – deutlich homogenere Versickerungswerte auf. Wie bereits dem Kapitel 6.3.2.2 entnommen werden kann, führt die Siebanalyse des neu eingebauten Kantkorns zu einer weitgestuften Korngrößenverteilung. Nach dem Buch „Bodenverdichtung – Grundlagen, Geräte, Prüfverfahren“ von Sönke BORGWARDT aus dem Jahr 2000 können bei weitgestuften Böden „bei der Verdichtung durch Vibrieren oder Schlagen die Porenräume zwischen

den größeren Körnern kontinuierlich gefüllt (...) werden." Folglich lassen sich auch die konstanteren Versickerungszeiten erklären.

Gemäß den durchgeführten Ausschüttversuchen wurde mittels des Materialaustausches somit eine ausgeglichenere Verteilung der Wasserdurchlässigkeit erzielt.

In den folgenden zwei Abbildungen werden die Untersuchungsergebnisse der Ausschüttversuche schematisch dargestellt und anschließend kurz erläutert. Dabei sind die PS 2 (vgl. Abb. 93) und PS 3 (vgl. Abb. 94) in voneinander unabhängigen Diagrammen abgebildet.

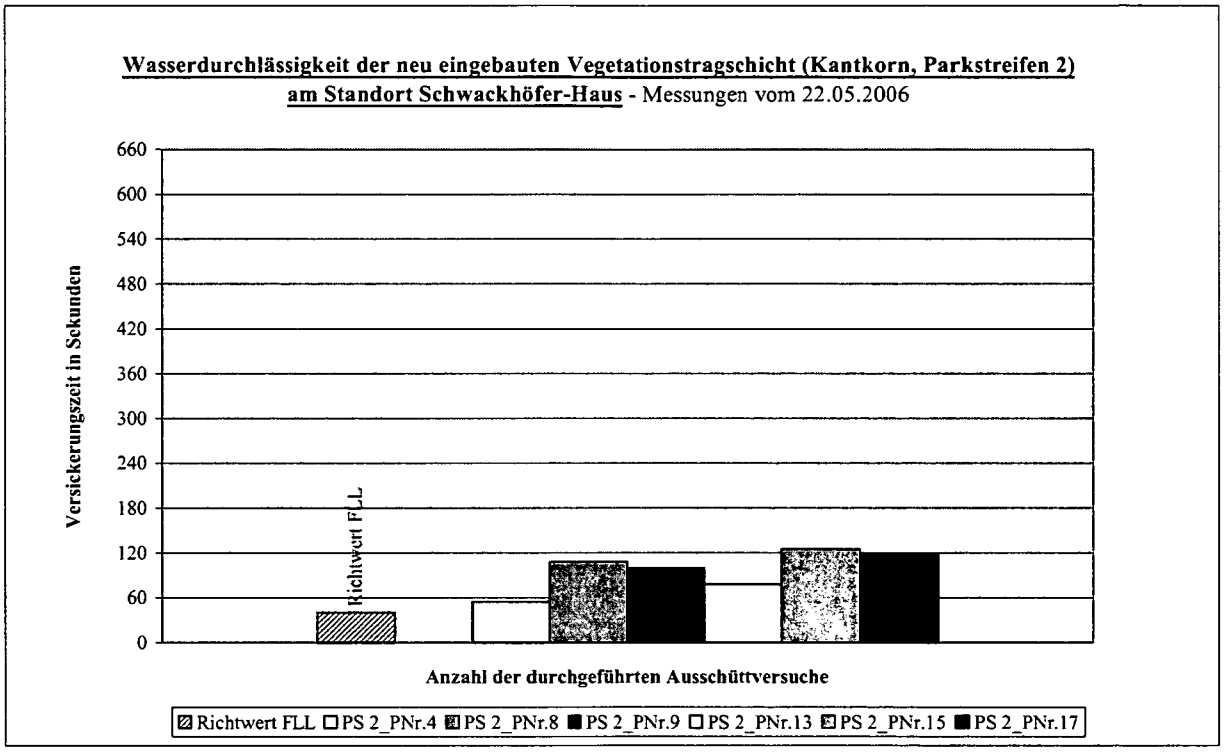


Abbildung 93: Schematische Darstellung der Versickerungszeiten [in sec.] der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; PS 2; Universität für Bodenkultur, Wien

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Ausschüttversuche von PS 2 bestätigt sich der oben angeführte Gedankengang. Verglichen mit Abbildung 90 der entfernten Tragschicht (Rundkorn) weist das Kantkorn der neu eingebauten Vegetationstragschicht augenscheinlich geringere Schwankungen hinsichtlich der Versickerungszeiten auf. Dieser Aspekt lässt auch darauf schließen, dass „(...) Schotter und Splitt aufgrund der rauen Oberfläche und der besseren Verkantung (...)" (BORGWARDT, 2000) zu keiner Entmischung des Materials und somit in weiterer Folge zu einer vergleichsweise homogenen Verteilung der Wasserdurchlässigkeit führen. Auf Grund der größeren Verformungsstabilität von Kantkorn kann das eingebaute Material durch die auftretenden Kräfte an-

und abfahrender Autos nicht so leicht verdrängt und zusammen geschoben werden. Die gleichmäßige Verteilung des Schottermaterials bleibt erhalten, die Versickerungszeiten somit konstanter.

Zudem macht – wie bereits zuvor angesprochen – der Vergleich der Abbildungen. 88 und 91 deutlich, dass mittels der Sanierungsmaßnahmen die Versickerungszeiten reduziert und somit die Wasserdurchlässigkeit stark verbessert werden konnte. So kommt z.B. die Versickerungszeit von 78 sec. ($1 \cdot 10^{-6}$ m/s), gemessen auf PNr. 13, dem Referenzwert der FLL recht nahe. Weiters entspricht der beim Ausschüttversuch auf PNr. 4 der neu eingebauten Vegetationstragschicht gemessene Wert von 55 sec. ($3 \cdot 10^{-6}$ m/s) nahezu den erwünschten 40 sec. ($5 \cdot 10^{-6}$ m/s) der FLL Richtlinie. Vor der Parkplatzsanierung wurde auf der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht hingegen für denselben Parkplatz mit 153 sec. ($3 \cdot 10^{-7}$ m/s) eine deutlich höhere Versickerungszeit gemessen. Auch der auf PNr. 15 durchgeführte Ausschüttversuch bestätigt diese Verbesserung: hier konnte die Versickerungszeit der alten Tragschicht aus Rundkorn (268 sec.; $1 \cdot 10^{-7}$ m/s) halbiert werden (125 sec.; $6 \cdot 10^{-7}$ m/s).

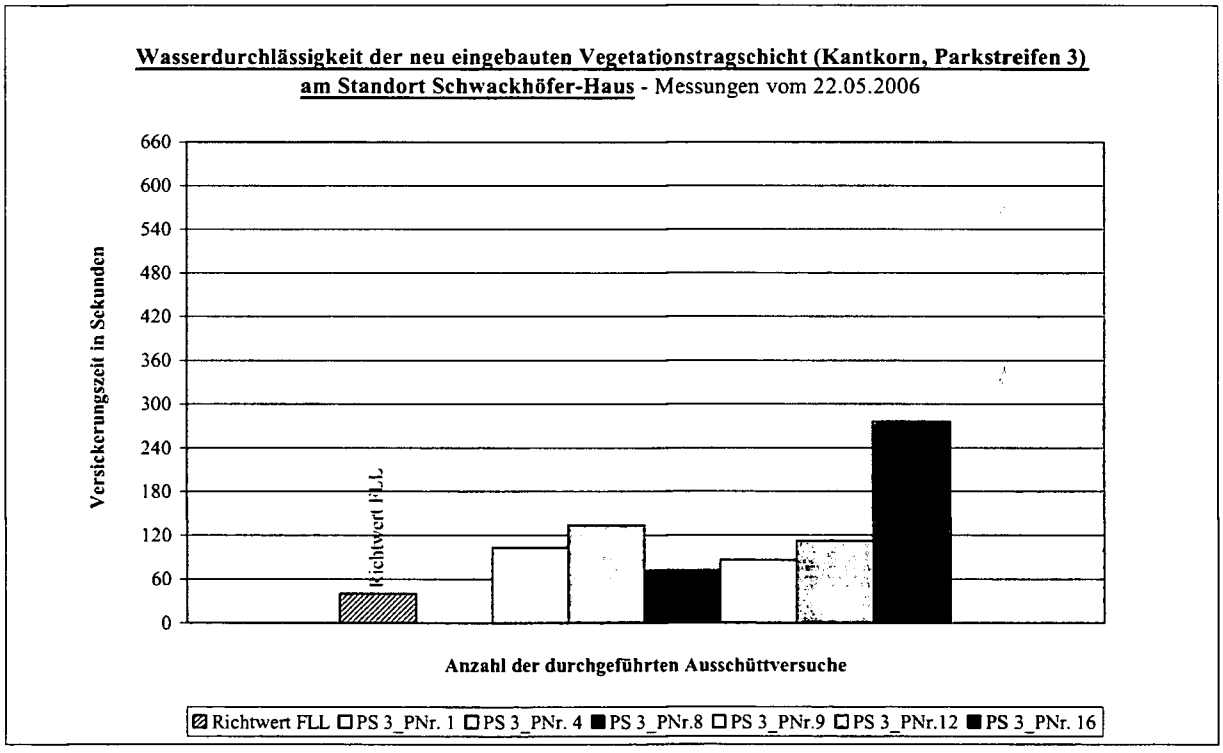


Abbildung 94: Schematische Darstellung der Versickerungszeiten [in sec.] der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; PS 3; Universität für Bodenkultur, Wien

Das Diagramm der Versickerungszeiten von PS 3 (vgl. Abb. 92) zeigt im Prinzip dasselbe Ergebnis wie bei den Ausschüttversuchen von PS 2 (vgl. Abb. 91). Abgesehen von einer Ausnahme konnten durch den Materialaustausch die inhomogenen Versickerungswerte der entfernten Vegetationstragschicht deutlich reduziert werden. Der Ausreißerwert von 276 sec. ist – wie bereits erwähnt – auf eine unebene, leicht vertiefte Stelle auf PNr. 16 des dritten Parkstreifens

zurückzuführen. Mit einer Versickerungszeit von 72 sec. ($1 \cdot 10^{-6}$ m/s) nähert sich hingegen PNr. 8 ebenso wie PNr. 9 (86 sec.; $1 \cdot 10^{-6}$ m/s) dem geforderten Wert der FLL Richtlinie (40 sec.; $5 \cdot 10^{-6}$ m/s) an. Weiters befinden sich auch die Messergebnisse von PNr. 1 (103 sec.; $8 \cdot 10^{-7}$ m/s) und PNr. 12 (112 sec.; $6 \cdot 10^{-7}$ m/s) im erweiterten Bereich des Referenzwertes.

Auch die weiteren Ergebnisse der Ausschüttversuche nach der Parkplatzsanierung machen eine deutliche Verbesserung sichtbar: so wurde z.B. auf PS 3 bei der entfernten – aus Rundkorn bestehenden – Vegetationstragschicht für PNr. 1 noch eine Versickerungszeit von 615 sec. ($1 \cdot 10^{-8}$ m/s) und für PNr. 4 355 sec. ($5 \cdot 10^{-8}$ m/s) gemessen. Nach dem Materialaustausch weist der PNr. 1 mit 103 sec. ($8 \cdot 10^{-7}$ m/s) sowie der PNr. 4 mit 134 sec. ($5 \cdot 10^{-7}$ m/s) deutlich niedrigere Versickerungszeiten und somit eine für die Schotterrasenbauweise bessere Wasserdurchlässigkeit auf.

Zusammenfassend betrachtet wurden die Versickerungszeiten durch den Einbau des neuen Materials (Kantkorn 0/45) deutlich reduziert, und somit die Wasserdurchlässigkeit im Hinblick auf die Schotterrasenbauweise verbessert. Zudem weist die neu eingebaute Vegetationstragschicht weitaus konstantere Versickerungszeiten auf als die zuvor existente Tragschicht aus Rundkorn.

6.3.3.3 Wasserdurchlässigkeit des Unterbaus (Kantkorn 0/63)

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen konnte auch der Unterbau des Parkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus sechs Ausschüttversuchen unterzogen werden. Die Messungen erfolgten unmittelbar nachdem Arbeiter mit Hilfe eines BOBCATS und Schaufeln die alte, aus Rundkorn bestehende, Vegetationstragschicht entfernt hatten.

Wie Abb. 93 auf Seite 190 zeigt, weist auch das kantige Material des Unterbaus durchwegs konstante Versickerungszeiten auf. Bei Werten zwischen 3,78 sec. und 10,28 sec. (vgl. Tab. 28) ist jedoch eine extrem hohe Wasserdurchlässigkeit gegeben. Die zugehörigen k_f-Werte liegen im Bereich von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s und $7 \cdot 10^{-5}$ m/s. Somit befinden sich alle Ergebnisse der durchgeführten Ausschüttversuche deutlich unter dem von der FLL Richtlinie erwünschten Wert von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Demnach entwässert der

Wasserdurchlässigkeit des Unterbaus
(Kantkorn 0/63) - **Standort Schwackhöfer-Haus**

	Probe	Versickerungszeit (sec.)	k_f-Wert (m/s)
PS 2	PNr. 1	8,71	$1 \cdot 10^{-4}$
	PNr. 3	6,28	$3 \cdot 10^{-4}$
	PNr. 14	3,78	$9 \cdot 10^{-4}$
PS 3	PNr. 3	10,28	$7 \cdot 10^{-5}$
	PNr. 6	8,59	$1 \cdot 10^{-4}$
	PNr. 14	6,07	$3 \cdot 10^{-4}$

Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen;
PNr. ..... Parkplatznummer

Tabelle 28: Zusammenfassung der Messergebnisse der Ausschüttversuche - Unterbau (Kantkorn); Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Unterbau am Schotterrasenparkplatz des Schwackhöfer-Hauses fast schon „zu gut". Es muss jedoch angemerkt werden, dass diese extrem niedrigen Versickerungszeiten auch in Zusammenhang mit den Sanierungsarbeiten bzw. der Witterung und den Bodenverhältnissen stehen können. Das Entfernen der Rundkorn Vegetationstragschicht unter Zuhilfenahme von Bagger und Schaufel kann zu einer Auflockerung der oberen Schicht des Unterbaus und somit zu den geringen Werten geführt haben. Außerdem herrschte zum Zeitpunkt der Ausschüttversuche (31.11.2005) extrem kaltes Wetter; hinzu kommt ein teilweise leicht schneebedeckter bzw. gefrorener Boden.

Gegen den eben angeführten Gedankengang spricht jedoch ein Gutachten der Firma MAPAG. Am 19.09.2005 wurde die Wasserdurchlässigkeit des Unterbaus am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus an zwei Messstellen gemäß der RVS 11.062 Teil 9 Pkt. 5, Ausgabe September 1997, überprüft und gemäß der RVS 11.062 Teil 10 Pkt.10.5, Ausgabe September 2000, ausgewertet. Dabei wurde die aus Rundkorn bestehende Vegetationstragschicht an den entsprechenden Prüfstellen zuvor entfernt. Laut dem Prüfbericht wurde an der Messstelle SRV1 ein k_v-Wert von $>1{,}4 \cdot 10^{-3}$ m/s und an der Messstelle SRV2 ein k_v-Wert von $1{,}9 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt. Die $1{,}9 \cdot 10^{-4}$ m/s entsprechen einer Versickerungszeit von 7 sec. und bestätigen somit die im Rahmen dieser Diplomarbeit für den Unterbau am Standort Schwackhöfer-Haus ermittelte Wasserdurchlässigkeit. Das Entfernen der Vegetationstragschicht aus Rundkorn bzw. die Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung scheinen somit keinen Einfluss auf die Messergebnisse gehabt zu haben – der Unterbau am Standort Schwackhöfer-Haus entwässert tatsächlich zu schnell.

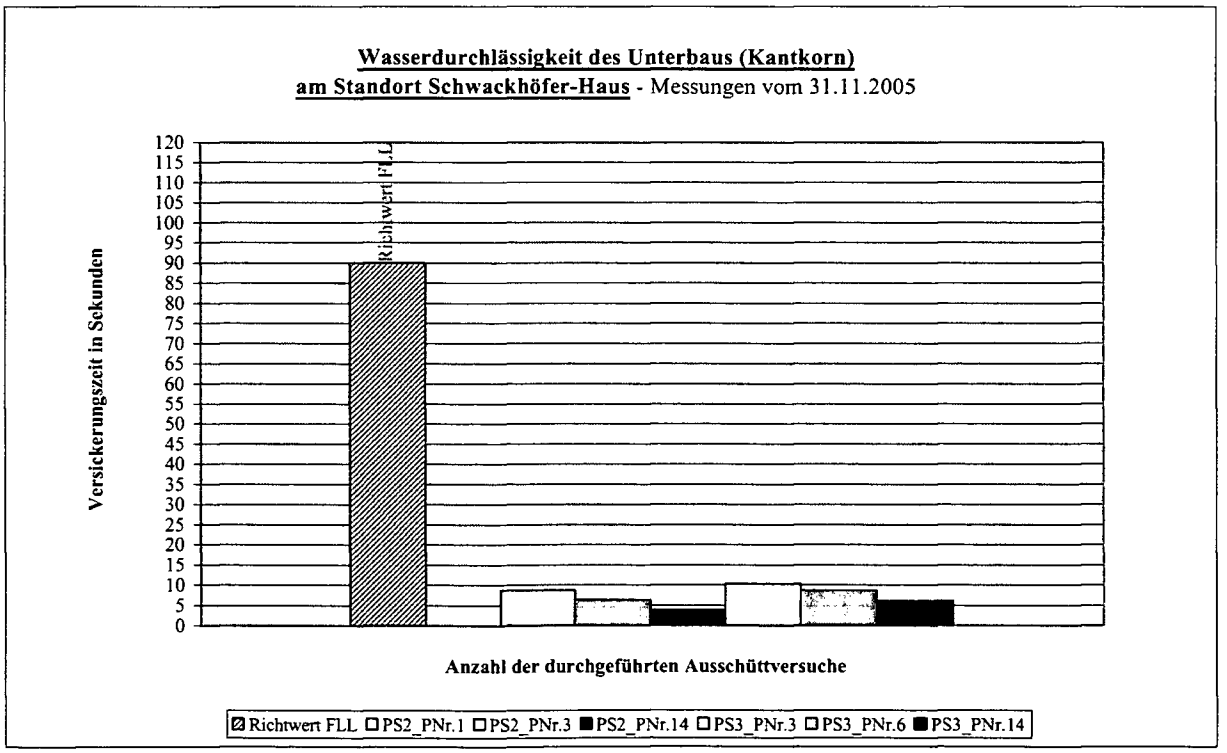


Abbildung 95: Schematische Darstellung der Versickerungszeiten [in sec.] des Unterbaus (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Zusammenfassend sei angemerkt, dass – verglichen mit der FLL Richtlinie – der Unterbau am Standort Schwackhöfer-Haus viel zu schnell entwässert.

6.3.3.4 Zusammenfassung: Wasserdurchlässigkeit am Standort Schwackhöfer-Haus

Es folgt eine abschließende Betrachtung der durchgeführten Ausschüttversuche am Standort Schwackhöfer-Haus. An dieser Stelle sei noch festgehalten, dass es sich beim Ausschüttversuch um eine Methode „zur überschlägigen Bestimmung der Durchlässigkeit ungebundener Tragschichten" (RVS 11.062 BLATT 15, September 1997) handelt und die Anzahl der durchgeführten Versuche für die Prüfung einer Tragschicht bei maximal zwölf lag.

Gemäß der – im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Versuchsreihe – lässt der Austausch der Vegetationstragschicht im Zuge der Sanierungsmaßnahmen positive Veränderungen im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit erkennen.

Das Rundkorn der alten, entfernten Vegetationstragschicht zeigt stark voneinander abweichende Versickerungszeiten. Dies ist einerseits auf die schwierige Verdichtungsfähigkeit einer engestuften Korngrößenverteilung zurückzuführen, andererseits auf die – auch optisch sichtbare – Entmischung des runden, kiesartigen Materials. Zudem liegen die ermittelten k_f-Werte – von einer Ausnahme abgesehen – weit unter dem geforderten Wert der FLL Richtlinie ($5 \cdot 10^{-6}$ m/s). Somit wird die gewünschte Wasserdurchlässigkeit auf dieser, aus Rundkorn bestehenden, Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus nicht erreicht.

Das Kantkorn der neu eingebauten Vegetationstragschicht weist hingegen weitaus konstantere Versickerungswerte auf. Dazu tragen einerseits die Verdichtungseigenschaften einer weitgestuften Korngrößenverteilung bei, andererseits die bessere Verzahnung des kantigen Materials. Zudem bewegen sich – abgesehen von einem Ausreißerwert – alle weiteren Versickerungszeiten im Bereich des FLL Richtwertes von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Der Ausschüttversuch auf PS 2 PNr. 4 der neu eingebauten Vegetationstragschicht entspricht mit einem gemessenen k_f-Wert von $3 \cdot 10^{-6}$ m/s (55 sec.) nahezu dem erwünschten Referenzwert der FLL Richtlinie (40 sec.). Verglichen mit der entfernten Vegetationstragschicht aus Rundkorn konnten durch die Sanierungsmaßnahmen und den Einbau von Kantkorn die Versickerungszeiten deutlich reduziert, teilweise sogar halbiert, werden.

Abschließend sei noch angemerkt, dass der Unterbau am Standort Schwackhöfer-Haus mit einem durchschnittlichen k_f-Wert von $2 \cdot 10^{-4}$ (durchschnittliche Versickerungszeit: 7,2 sec.) im Vergleich mit der FLL Richtlinie ($1 \cdot 10^{-6}$ m/s; Ø 90 sec.) viel zu schnell entwässert.

6.3.4 Vegetation

Im folgenden Abschnitt wird kurz auf die Vegetation eingegangen. Wegen der anstehenden Parkplatzsanierung konnten aus Zeitgründen am Standort Schwackhöfer-Haus keine detaillierten Vegetationsaufnahmen durchgeführt werden. Eine Maßnahme, die in diesem Fall auch nicht zwingend als notwendig erachtet wurde. Dennoch zeigt das anschließende Kapitel, dass auch an dieser Stelle Anregungen gemacht werden können.

6.3.4.1 Pflanzenbewuchs der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn)

Im Zuge der Recherchetätigkeit war es leider nicht möglich detaillierte Informationen über das anfangs verwendete Saatgut einzuholen. Da während einer groben Begutachtung der Vegetation des Schotterrasenparkplatzes vor den Sanierungsmaßnahmen keine Kräuter gesichtet werden konnten, lässt dieser Aspekt allerdings darauf schließen, dass eine handelsübliche Gräser-Saatgutmischung angesät wurde. Die genaue Zusammensetzung des Saatgutes, die Saatstärke sowie der Zeitpunkt der Ansaat konnten trotz intensiver Nachforschungen jedoch nicht ermittelt werden.

Als Beispiel für eine Gräser-Saatgutmischung sei in diesem Zusammenhang die „Regel – Saatgut – Mischungen Rasen“ der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau aus dem Jahr 2005 angeführt. Diese sieht für einen Parkplatzrasen beispielsweise Variante 1 mit den folgenden Gräserarten vor: Festuca rubra trichophylla, Festuca rubra rubra, Lolium perenne und Poa pratensis. Als Anwendungsbereich wird u. a. der Schotterrasen oder Gittersteine angegeben, der Standort bzw. Klimabereich wird mit „ohne Einschränkung“ bezeichnet.

Der Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus weist ein relativ monotones Bild auf. Sofern ein Pflanzenbewuchs vorhanden ist, dominiert das Grün der Gräser, bunte Blüten wie z.B. jene der Leucanthemum vulgare (vgl. Abb. 96) fehlen auf der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht gänzlich.

Abbildung 96: Blüte der Leucanthemum vulgare auf der Schotterrasenversuchsfläche „Treppelweg“; Universität für Bodenkultur, Wien; Mai 2005

In diesem Zusammenhang soll erneut auf die Bedeutung einer Gräser-Kräuter-Saatgut-Mischung hingewiesen werden.

Jede Pflanzenart weist besondere Eigenschaften, Vor- und Nachteile auf. Entsprechend ihren Standortansprüchen und ihrer Eignung sollten die Pflanzen letztendlich auch ausgewählt und eingesetzt werden. Ziel ist es, mittels der richtigen Pflanzenzusammenstellung, die Schotterflächen zu festigen und zu stabilisieren. So ergänzt das extensive Wurzelsystem der Kräuter das intensive System der Gräser optimal und führt in weiterer Folge zu einer Vernagelung des Bodens. Nicht zuletzt auf Grund ihrer Funktionen sollte demnach eine Mischung aus tiefwurzelnden und ausläuferbildenden Pflanzen verwendet werden.

Wie bereits aus Kapitel 4.2 hervorgeht, ist auch der ästhetische Aspekt einer der Vorteile des Schotterrasens. Dabei spielen vor allem die Kräuter eine entscheidende Rolle; sie sorgen für den entsprechenden Blüheffekt, setzen Farbtupfer und verleihen der Schotterfläche ein optisch ansprechendes Bild. Thymus serpyllum oder Salvia pratensis sorgen beispielsweise für lila-bläuliche Farbtöne, Achillea millefolium und Leucanthemum vulgare für einen weißen oder der Sanguisorba minor für einen rötlichen Aspekt.

Eine reine Gräser-Saatgutmischung führt im Normalfall zwar zu einer grünen Fläche, kann jedoch die Funktionen und Aufgaben von Kräutern sowie die wohltuend wirkenden Farben und Gerüche (z.B. des Thymus serpyllum) nicht ersetzen. Es sind jedoch gerade diese Aspekte, die für die Schotterrasenbauweise charakteristisch und wichtig sowie im grauen Stadtbild erstrebenswert sind.

Weiters lässt die aus Rundkorn bestehende entfernte Vegetationstragschicht – wie bereits bei der Wasserdurchlässigkeit – auch beim Pflanzenbewuchs deutliche Unregelmäßigkeiten erkennen. Die Ursache kann sowohl im runden, kiesartigen Material als auch in den hohen Tragfähigkeitswerten gesucht werden. Hinzu kommen die inhomogene Verteilung der Wasserdurchlässigkeit sowie die für den Schotterrasen verhältnismäßig langsamen Versickerungszeiten.

Die nachfolgenden Abbildungen (vgl. Abb. 97, Abb. 98 und Abb. 99) veranschaulichen das inhomogene Aufkommen der Vegetation.

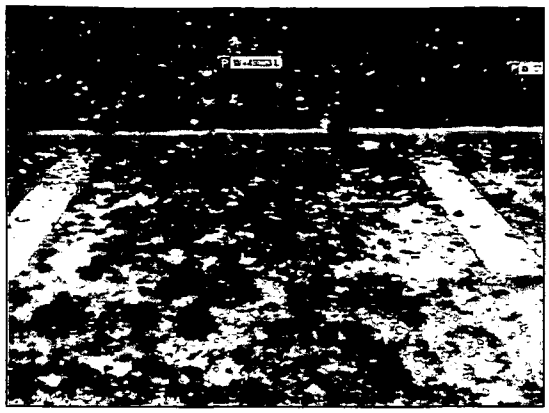


Abbildung 97: hoher Deckungsgrad der Vegetation auf einer Abstellfläche am PS 3 (Rundkorn – vor der Sanierung); Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU, Wien; November 2005

Abbildung 97 zeigt einen verhältnismäßig gut bewachsenen Parkplatz am Parkstreifen drei des Standortes Schwackhöfer-Haus. Dennoch sind derartig „dicht" bewachsene Bereiche auf der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht eher die Ausnahme als die Regel. Zudem lässt das Foto erkennen, dass auf der – im Zuge der Parkplatzsanierung entfernten – Vegetationstragschicht ausschließlich Gräser wurzeln.

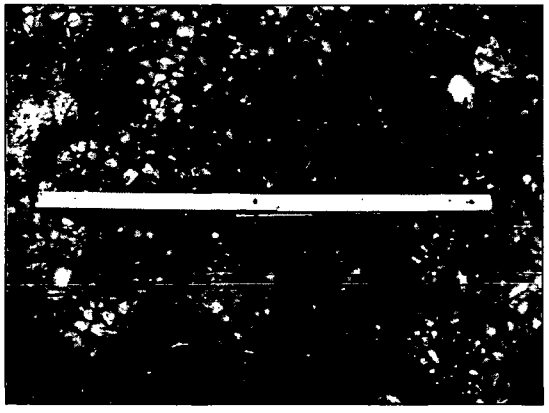


Abbildung 98: spärlicher Bewuchs der Vegetationstragschicht (Rundkorn – vor der Sanierung); Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus; BOKU, Wien; November 2005

Abbildung 98 verdeutlicht hingegen den äußerst spärlichen Deckungsgrad der Vegetation. Verteilt über den gesamten Schotterrasenparkplatz befinden sich zahlreiche solcher Stellen, die aus stark verdichtetem Feinmaterial bestehen und somit kaum Pflanzenbewuchs aufweisen.

Abbildung 99: vegetationsloser Bereich einer Abstellfläche am PS 1 (Rundkorn – vor der Sanierung); Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU, Wien; November 2005

Letztendlich existieren noch jene Bereiche, die sich aus extrem lockerem, kiesigem Material zusammensetzen. Wie der Abbildung 99 entnommen werden kann, kommt auf den eben beschriebenen Stellen praktisch keine Vegetation auf. Solche „Kiesflächen" sind am Schotterrasenparkplatz des Schwackhöfer-Hauses vor der Sanierung in unterschiedlichen Größen immer wieder zu finden, besonders oft auf PS 1.

Um einen Einblick in jene, von Pflanzen bedeckten Flächen, zu bekommen, wurde im November 2005 der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation am Standort Schwackhöfer-Haus geschätzt. Abgestellte Fahrzeuge und herumliegendes Laub beeinträchtigten allerdings die Schätzung auf den einzelnen Parkstreifen der aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht recht stark. Das in Tabelle 29 dargestellte Ergebnis kann somit lediglich als grober Anhaltspunkt dienen. Um die Schätzung des Deckungsgrades überhaupt zu ermöglichen, mussten auf einzelnen Parkplätzen zuerst große Mengen an Laub entfernt werden. Zudem konnte unterhalb der abgestellten Kraftfahrzeuge lediglich eine „überschlagsmäßige Hochrechnung" erfolgen. Dennoch können die Werte der Deckungsgrade als Anhaltspunkte betrachtet werden, da auch im Zuge einer erneuten Begutachtung am letzten Novemberwochenende kurz vor der Parkplatzsanierung keine besonderen Auffälligkeiten bzw. Veränderungen festgestellt wurden. Der PS 1 der entfernten Vegetationstragschicht aus Rundkorn weist mit 18 % den geringsten Gesamtdeckungsgrad auf. Als etwas überraschend einzustufen sind die nahezu äquivalenten Deckungsgrade der Vegetation von PS 2 (31 %) und PS 3 (33 %). So befinden sich auf PS 3 einige dicht bewachsene Parkplätze, die jedoch durch die spärlich bewachsenen bzw. gänzlich vegetationslosen Bereiche über den gesamten Parkstreifen hinweg wieder ausgeglichen werden und so zu einem ähnlichen Deckungsgrad wie auf PS 2 führen.

Gesamtdeckungsgrade der Vegetation - Rundkorn vor der Sanierung; Standort Schwackhöfer-Haus

[illegible]	[illegible]	[illegible]
PS 1	18	03.11.2005
PS 2	31	03.11.2005
PS 3	33	03.11.2005

Abkürzungen: PS ..... Parkstreifen

Tabelle 29: Gesamtdeckungsgrade der Vegetation (Rundkorn – vor der Sanierung); Standort Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

6.3.4.2 Begrünung der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn)

Wie bereits erwähnt wurde die aus Rundkorn bestehende Vegetationstragschicht im Zuge der Parkplatzsanierung abgetragen (vgl. Abb. 100) und in weiterer Folge durch eine neue Tragschicht aus Kantkorn ersetzt.

Abbildung 100: Abtragen der alten Vegetationstragschicht aus Rundkorn mit BOBCAT und Schaufel; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU, Wien; November 2005

Die nachfolgenden Begrünungsmaßnahmen auf der Schotterfläche wurden nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen im Rahmen des Baupraktikums „Übungen mit Baupraktikum und Feldarbeiten zu Landschaftsbau und Vegetationstechnik" von Studierenden durchgeführt. Auf Grund der hohen Nutzungsintensität können am Standort Schwackhöfer-Haus nur Teilbereiche des Parkplatzes gesperrt und begrünt werden. Somit erfolgt die Ansaat in einzelnen Etappen, wobei im ersten Schritt mit der Begrünung von PS 1 begonnen wurde.

Angesät wurde Ende März mit einer Saatstärke von 10g/m². Das Saatgut wurde von Studierenden abgewogen, auf der bereits gewalzten Fläche ausgebracht und letztendlich leicht eingeschlämmt. Die Erstsaat war leider nicht von Erfolg gekrönt, da bereits kurz nach der erfolgten Begrünung starke Regenfälle große Mengen des Saatguts wegspülten. Die folglich ungleichmäßige Keimung der Pflanzen machte eine Nachsaat notwendig, die Mitte Mai stattfand. Die Oberfläche wurde zuvor mittels einer Igelwalze manuell aufgeraut. Auf Grund der extrem harten oberen Schicht gestaltete sich dieser Vorgang weit schwieriger als erwartet und konnte erst unter Zuhilfenahme eines Eisenrechens erfolgreich beendet werden.

Im Anschluss folgt eine Dokumentation des Ablaufes der Begrünungsmaßnahmen anhand einiger Fotos (vgl. Abb. 101 bis Abb. 106).

Abbildung 101: Abwiegen des Saatguts für die Begrünung der neuen Vegetationstragschicht (Kantkorn); Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; März 2006

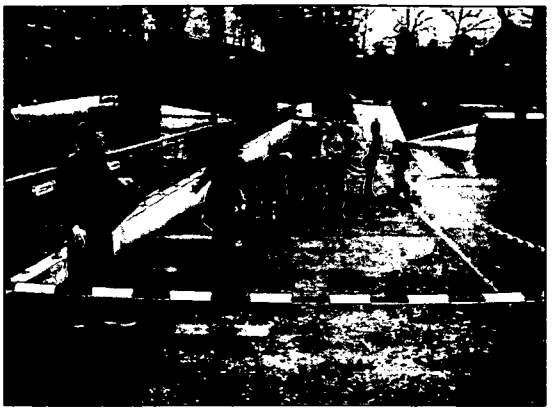


Abbildung 102: Ansaat am PS 1 (Erstsaat) durch Studierende; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; Ende März 2006

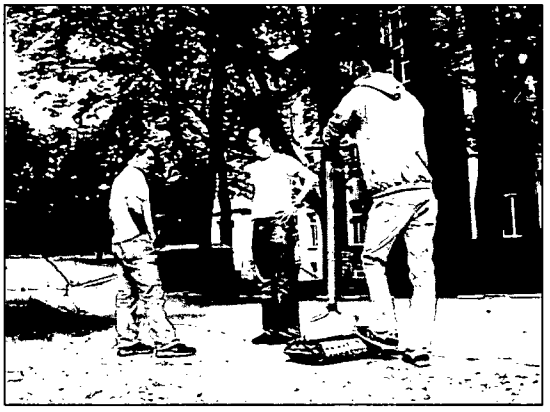


Abbildung 103: Vorbereiten der Oberfläche für die Nachsaat; Aufrauen mittels Igelwalze; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; Mitte Mai 2006

Abbildung 104: zusätzliches Aufrauen der Oberfläche mittels Eisenrechen; BOKU Wien; Mitte Mai 2006

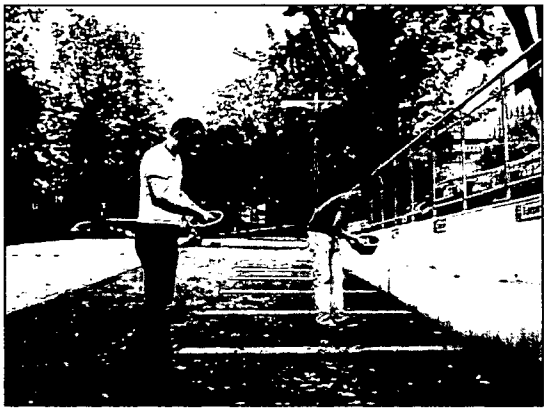


Abbildung 105: Nachsaat auf PS 1; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; Mitte Mai 2006

Abbildung 106: leichtes Einschlemmen des Saatguts auf PS 1; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; Mitte Mai 2006

Nach der durchgeführten Erstsaat wurden die weitere Betreuung sowie die Bewässerung des PS 1 am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwacköfer-Haus vom Technischen Gebäude Management (TGM) der Universität für Bodenkultur übernommen. Die Bewässerung erfolgte mit einem Sektorregner (vgl. Abb. 107), wobei der Zeitpunkt, die Häufigkeit und die genaue Wassermenge der Beregnung nicht bekannt sind.

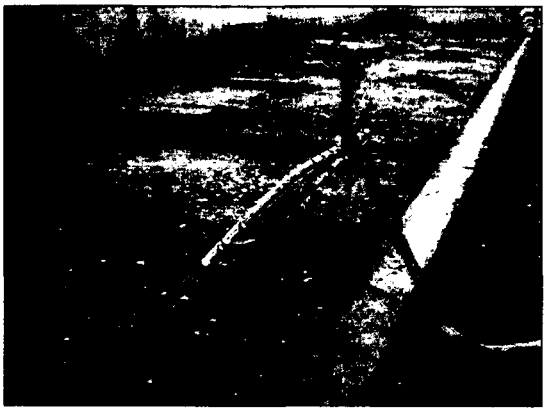


Abbildung 107: Sektorregner zur Bewässerung des neu angesäten PS 1; Standort Schackhöfer-Haus; BOKU Wien; Mai 2006

Abbildung 108 zeigt letztendlich das abschließende Ergebnis der durchgeführten Begrünungsmaßnahmen. Bereits 3 ½ Monate nach der Erstsaat ist auf der grauen Schotterfläche des PS 1 der grüne Pflanzenbewuchs der ausgebrachten Gräser-Kräuter-Saatgutmischung deutlich zu erkennen.

Abbildung 108: PS 1: 3 ½ Monate nach der Erstsaat & 2 Monate nach der Nachsaat; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; Juli 2006,

Abbildung 109 veranschaulicht den aktuellen Zustand von PS 1 des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus 1 Jahr nach der Begrünung.

Abbildung 109: 1 jährige Begrünung von PS 1; Standort Schwackhöfer-Haus; BOKU Wien; Juli 2007

Die anschließende Tabelle 30 dokumentiert die von DI Bernhard SCHARF erstellte Gräser-Kräuter-Saatgutmischung für die Ansaat der neu eingebauten Vegetationstragschicht am Standort „Schwackhöfer-Haus". Als Grundlage wurde die bewährte BOKU-Schotterrasensaatgutmischung herangezogen. Die endgültige Zusammenstellung der Saatgutmischung erfolgte in Absprache mit DI Simone LÄNGERT.

GRÄSER - KRÄUTER - SAATGUTMISCHUNG AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS

Pflanzenart	Sorte(n)	deutsche Pflanzenname	Gewichtsprozent (%)
GRÄSER			*insgesamt: 83,5*
Festuca ovina duriuscula	MELORD	Schaf-Schwingel	15
	MENTOR		
	IMPACT		
Festuca rubra commutata	CENTER	Rot-Schwingel (horstbildend)	25
	DARWIN		
Festuca rubra trichophylla	BARPEARL	Rot-Schwingel (kurzausläuferbildend)	14
Festuca rubra rubra	BACH	Rot-Schwingel (ausläuferbildend)	8
	CINDY		
Lolium perenne	LORETTA NOVA	Englisches Raygras	1,5
	MARGARITA		
Poa pratensis	BROADWAY	Wiesen-Rispengras	10
Poa pratensis	COCKTAIL	Wiesen-Rispengras	5
Poa suppina	SUPANOVA	Lägerrispe	5
LEGUMINOSEN			*insgesamt: 4*
Lotus corniculatus		Hornschotenklee	2
Medicago lupulina		Hopfenklee	2
Anthyllis vulneraria		Echter Wundklee	2
KRÄUTER			*insgesamt: 12,5*
Achillea millefolium		Gemeine Schafgarbe	1,5
Anthemis nobilis		Römische Kamille	2
Bellis perennis		Gänseblümchen	1
Plantago media		Mittlerer Wegerich	2
Prunella vulgaris		Gemeine Brunelle	2
Salvia nemoralis		Steppensalbei	2

Tabelle 30: Gräser-Kräuter-Saatgutmischung für die Begrünung der neu eingebauten Vegetationstragschicht (Kantkorn) am Schotterrasenparkplatz des Standortes Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

6.3.4.3 Zusammenfassung: Vegetation am Standort Schwackhöfer-Haus

Im Rahmen eines abschließenden Resümees muss festgehalten werden, dass die Parkplatzsanierung auch im Hinblick auf die Vegetation als Erfolg zu werten ist.

So wurde im Zuge der Sanierungsmaßnahmen am Standort Schwackhöfer-Haus die Gräser-Saatgutmischung der alten Vegetationstragschicht (Rundkorn) durch eine neue, standortgerechte und zweckmäßige Gräser-Kräuter-Saatgutmischung ersetzt. Die Zusammenstellung des Saatgutes erfolgte unter Berücksichtigung des halbschattigen Standortes. Die weitere Entwicklung der neu begrünten Schotterfläche sollte Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein.

Im Sinne aller Beteiligten gebührt abschließend der Firma AUSTROSAAT/Wien besonderer Dank, da sie das gesamte Saatgut für die Begrünung der neuen Vegetationstragschicht gesponsert hat.

6.4 STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS: ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Zusammenfassend betrachtet kann die Sanierung des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse der durchgeführten Feldversuche durchaus als Erfolg bezeichnet werden.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeitswerte muss angemerkt werden, dass die entfernte Vegetationstragschicht aus Rundkorn vor der Parkplatzsanierung eine überraschend hohe Tragfähigkeit aufwies. Die im Zuge einer Versuchsreihe gemessenen Evd_1 Werte zeigten einen Schwankungsbereich von 37,1 MN/m² bis 99,6 MN/m² auf, die Evd_2 Werte konnten auf Grund eines Messfehlers nicht verwertet werden. Ein Gutachten der Firma MAPAG vom 20.07.2005 bestätigt jedoch mit ihren ermittelten Ev_2 Werten im Grenzbereich von 161 MN/m² und 321 MN/m² die für Rundkorn überraschend hohen und somit für die Schotterrasenbauweise inakzeptablen Tragfähigkeitswerte.

Verglichen mit dem Gutachten führten die Entfernung des Rundkorns und der Einbau des Kantkorns aus der Sicht der Schotterrasenbauweise zu einer Verbesserung der Tragfähigkeit. So weist die neu eingebaute Vegetationstragschicht nach den Sanierungsmaßnahmen einen durchschnittlichen Evd_2 Wert von 94,2 MN/m² auf – für einen Schotterrasen allerdings ein nach wie vor recht hoher Wert (Referenzwert der FLL Richtlinie: Ev_2 = 25 MN/m²).

Weiters bestätigen die im Zuge dieser Diplomarbeit absolvierten Siebanalysen, dass die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen am Standort Schwackhöfer-Haus gegeben war. Die Ergebnisse zeigen, dass das Rundkorn 0/16 der entfernten Vegetationstragschicht nicht den Anforderungen der deutschen FLL Richtlinie gerecht wurde. Die hohen Tragfähigkeitswerte des Rundkorns sind umso überraschender, zeigt doch die Betrachtung des Siebliniendiagramms sehr steil verlaufende Sieblinien und somit eine enggestufte Korngrößenverteilung, die sich gemäß dem Buch „Bodenverdichtung" von Sönke BORGWARDT aus dem Jahr 2000 „nicht oder nur wenig" verdichten lässt.

Das neu eingebaute Kantkorn 0/45 der Firma Hollitzer entspricht hingegen den Empfehlungen der FLL Richtlinie. Somit ist die Parkplatzsanierung aus der Sicht der Korngrößenverteilung als Erfolg zu bezeichnen. Die ersten positiven Auswirkungen der neuen Vegetationstragschicht werden bereits bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse sichtbar (vgl. z.B. Kapitel 6.3.3 Wasserdurchlässigkeit).

Zudem konnten als Folge der Sanierungsmaßnahmen eindeutig positive Erkenntnisse im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit festgestellt werden. So wurde für die entfernte Vegetationstragschicht aus

Rundkorn im Zuge der Ausschüttversuche ein k_f-Wert zwischen $2 \cdot 10^{-5}$ m/s und $1 \cdot 10^{-8}$ m/s ermittelt. Innerhalb dieses Grenzbereichs nähert sich lediglich ein einziger k_f-Wert ($2 \cdot 10^{-5}$ m/s) dem empfohlenen Referenzwert der deutschen FLL Richtlinie ($5 \cdot 10^{-6}$ m/s) an. Ein Gutachten der Firma MAPAG vom 20.07.2005 bestätigt die geringe Wasserdurchlässigkeit. Demnach werden folgende Werte gemessen: für die Prüfstelle SRV1 wurde eine Wasserdurchlässigkeit von $k_v=1{,}8 \cdot 10^{-7}$ m/s und für die Messstelle SRV2 eine Wasserdurchlässigkeit von $k_v=2{,}4 \cdot 10^{-7}$ m/s angegeben.

Der Materialaustausch (Kantkorn statt Rundkorn) führte schließlich zu einer deutlichen Annäherung der Versickerungszeiten an den gewünschten Wert der FLL Richtlinie. Somit ist trotz einer relativ hart wirkenden Oberfläche die Wasserversorgung der Pflanzen gemäß den Untersuchungsergebnissen der Ausschüttversuche optimal gewährleistet. Zudem konnten die stark schwankenden Werte für die Wasserdurchlässigkeit der entfernten Vegetationstragschicht (Rundkorn) homogenisiert werden. Das neu eingebaute Kantkorn weist nun über den gesamten Parkplatz hinweg relativ konstante Versickerungswerte auf.

Die neu errichtete, aus Kantkorn bestehende, Vegetationstragschicht wurde mit einer standortgerechten und zweckmäßigen Gräser-Kräuter-Saatgutmischung im Rahmen eines Baupraktikums von Studierenden begrünt. Die in der neuen Saatgutmischung enthaltenen Kräuter Komponenten können auf Grund ihrer Eigenschaften und ihrer Funktionsweise als Fortschritt bzw. deutliche Verbesserung gegenüber der reinen Gräser-Saatgutmischung der alten Vegetationstragschicht gesehen werden. Zudem soll das neu eingebaute Kantkorn in Kombination mit niedrigeren Tragfähigkeitswerten und einer verbesserten Wasserdurchlässigkeit zu einer gleichmäßigen Entwicklung der Vegetation sowie zu deutlich höheren Deckungsgraden beitragen. Wie eine Begutachtung des rundkörnigen Materials ergeben hat, zeigte dieses einen stark inhomogenen Pflanzenbewuchs. So existierten neben vegetationslosen Bereichen auch Flächen mit spärlichem bzw. „dichtem" Bewuchs. Als Ursache kann die schlechte und unregelmäßige Wasserdurchlässigkeit ebenso angeführt werden wie die extrem hohen Tragfähigkeitswerte bzw. die gegenüber Kantkorn geringere Verkantung des runden, kiesartigen Materials. Inwieweit sich letztendlich die Ansaat der neuen Gräser-Kräuter-Saatgutmischung bewährt, kann als Gegenstand neuer Untersuchungen betrachtet werden. Zudem verweisen die aktuellen Bilder auf den derzeitigen Zustand des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus.

In Abbildung 110 fasst eine graphische Darstellung noch einmal die möglichen Folgen der Verwendung von Rundkorn für einen Schotterrasenparkplatz im Überblick zusammen.

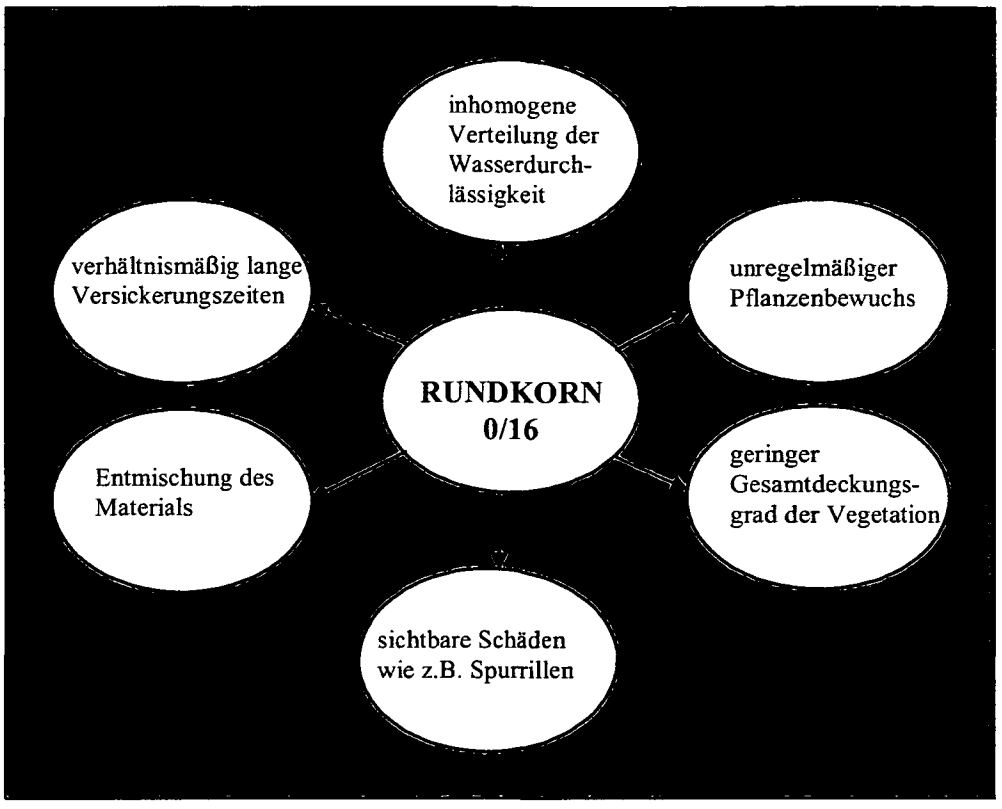


Abbildung 110: graphische Darstellung der negativen Auswirkungen einer aus Rundkorn bestehenden Vegetationstragschicht; erstellt auf Basis der Untersuchungsergebnisse des Standortes Schwackhöfer-Haus; Universität für Bodenkultur, Wien

Abschließend kann festgehalten werden, dass – gemäß den Untersuchungsergebnissen der durchgeführten Feldversuche sowie der einzelnen professionellen Gutachten – eine augenscheinliche Notwendigkeit zur Behebung der Mängel am Standort Schwackhöfer-Haus gegeben war. Die erzielten Verbesserungen bei der Tragfähigkeit, der Korngrößenverteilung und der Wasserdurchlässigkeit rechtfertigen die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen. Der neu sanierte Parkplatz wird nun seinem herkömmlichen Namen eines Schotterrasenparkplatzes gerecht.

7 STANDORTE DONAUINSEL: „VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG“ UND „PARKPLATZ SEGELHAFEN“

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden im Jahr 2005 an zwei unterschiedlichen Standorten auf der Donauinsel bei Wien Vegetationsaufnahmen auf Schotterrasenflächen durchgeführt. Dabei wurden auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ und dem „Parkplatz Segelhafen“ sowohl die Gesamtdeckungsgrade der einzelnen Versuchsfelder bestimmt als auch detaillierte Pflanzenaufnahmen durchgeführt. Ziel war es, die Vegetationsentwicklung zu beobachten und die Untersuchungen vergangener Jahre von HAAS/SCHILD (2001/2002) und LÄNGERT (2003) weiterzuverfolgen. Im Anschluss beschäftigt sich dieses Kapitel mit der Auswertung der Untersuchungsergebnisse des Aufnahmezeitraums 2005.

7.1 EINLEITUNG – ALLGEMEINE HINTERGRUNDINFORMATIONEN

Einleitend muss erwähnt werden, dass die Vegetation an den zuvor genannten Standorten auf der Donauinsel bei Wien bereits in den Jahren 2001/2002 und 2003 aufgenommen wurde. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können der Diplomarbeit „Schotterrasen – Vegetationsentwicklung und geotechnische Eigenschaften verschiedener Aufbauten von Schotterrasen in Wien“ von Isabella SCHILD und Monika HAAS aus dem Jahr 2003 sowie der Diplomarbeit „Untersuchung vegetationstechnischer und geotechnischer Parameter zur Optimierung der Schotterrasenbauweise“ von Simone LÄNGERT aus dem Jahr 2004 entnommen werden.

An dieser Stelle muss auch angemerkt werden, dass die Vegetationsaufnahmen auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ und dem „Parkplatz Segelhafen“ je nach Aufnahmezeitraum von jeweils unterschiedlichen Personen durchgeführt wurden und sich daraus Unterschiede in der Schätzgenauigkeit ergeben können.

Im Rahmen dieses Kapitels erfolgt keine genaue Beschreibung der beiden Standorte, da diese Informationen bereits in den Arbeiten von HAAS/SCHILD und LÄNGERT dargestellt sind. Um sich dennoch einen allgemeinen Überblick verschaffen zu können, werden die wichtigsten Eckdaten der „Versuchsfläche Treppelweg“ und des „Parkplatzes Segelhafen“ angeführt. So fasst eine Kurzbeschreibung zunächst die wesentlichen Daten der „Versuchsfläche Treppelweg“ (vgl. Abb. 111 und Tab. 31) und anschließend jene vom „Parkplatz Segelhafen“ (vgl. Abb. 112 und Tab. 32) zusammen.

Abbildung 111: 4 - jährige „Versuchsfläche Treppelweg"; Blick auf die Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); links: Streifen mit Kompost-Schotter-Substrat; rechts: Streifen mit Erde-Schotter-Substrat; Juni 2005

"VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG"	
[illegible]	Donauinsel; südwestlich der Reichsbrücke; orographisch rechtes Donauufer; 600 m flussabwärts direkt am Treppelweg
[illegible]	Schotterrasen
[illegible]	Versuchsfläche
[illegible]	Mai / Juni 2001
[illegible]	Einbau der Substratgemische mittels Kranschaufel eines LKW; manuelle Verteilung mit Rechen & Schaufel; Verdichtung mit 8 t Straßenwalze
[illegible]	Juni 2001; Gräser-Kräuter-Saatgutmischung; 10 g/m²
[illegible]	27 Felder x 2 Wiederholungen = 54 Felder; Größe: jeweils 2,5 m x 4 m
[illegible]	ausgetauschter Untergrund (befahren): Felder 1 - 9 jeweils mit einem Erde-Schotter & einem Kompost-Schotter Substratgemisch
	anstehender Untergrung (befahren): Felder 10 - 18 jeweils mit einem Erde-Schotter & einem Kompost-Schotter Substratgemisch
	anstehender Untergrund (unbefahren): Felder 19 - 27 jeweils mit einem Erde-Schotter & einem Kompost-Schotter Substratgemsch
[illegible]	0/32 mit Erde und 0/32 mit Kompost
	0/45 mit Erde und 0/45 mit Kompost
	0/63 mit Erde und 0/63 mit Kompost

Tabelle 31: Eckdaten der „Versuchsfläche Treppelweg"; Donauinsel, Wien

Abbildung 112: 3 - jähriger „Parkplatz Segelhafen“; Überblicksfoto; links: anstehender Untergrund; rechts: ausgetauschter Untergrund; Juni 2005

"PARKPLATZ SEGELHAFEN"	
Lage des Standortes	Hochwasserschutzdamm zwischen neuer Donau & Knoten Strebersdorf (A22); ca. 400 m südwestlich d. Segelzentrums Nord; orographisch linkes Donauufer
Bauweise	Schotterrasen
Nutzungsart	Parkplatz
Errichtung	2001/2002
Einbau und Verdichtung (Tragschichtgeschichte)	Einbau großteils mittels Gräder; Verdichtung mit 12 t Straßenwalze
Ansaat	Erstsaat: März 2002; Zweitsaat: Mai 2002; Gräser- & Gräser-Kräuter-Saatgutmischung
Versuchsfelder	46 Felder; unterschiedl. Größen
gemischte Vegetationsschicht	unveränderter Untergrund: Felder 3 - 22 jeweils mit Erde-Schotter-Gemisch (15 Vol. % Erde)
	ausgetauschter Untergrund: Felder 23 - 42 jeweils mit Erde-Schotter-Gemisch (15 Vol. % Erde)
Körnungsgrenzen der Vegetationsschicht auf jeweiligen gemischten Vegetation	0/32 mit Gräser-Saatgutmischung & 0/32 mit Gräser-Kräuter-Saatgutmischung
	0/45 mit Gräser-Saatgutmischung & 0/45 mit Gräser-Kräuter-Saatgutmischung
	0/64 mit Gräser-Saatgutmischung & 0/64 mit Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Tabelle 32: Eckdaten vom „Parkplatz Segelhafen“; Donauinsel, Wien
Die Felder 1, 2 und 43 – 46 wurden auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften nicht berücksichtigt.

7.2 AUSWERTUNG DER VEGETATIONSAUFNAHMEN VON DER „VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG“ UND DEM „PARKPLATZ SEGELHAFEN“

Im folgenden Kapitel kommt es zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse von der „Versuchsfläche Treppelweg“ und dem „Parkplatz Segelhafen“. Dabei beinhaltet der folgende Abschnitt eine Darstellung der Ergebnisse der Gesamtdeckungsgrade sowie der detaillierten Pflanzenaufnahmen.

Weiters sei noch folgender Hinweis angebracht: das Kapitel 7.2 dieser Diplomarbeit umfasst lediglich eine grobe Analyse der Untersuchungsergebnisse der Vegetationsaufnahmen aus dem Jahr 2005 – auf Grund anderwärtig gesetzter Schwerpunkte und des Umfangs dieser wissenschaftlichen Arbeit wird auf eine statistische Ausarbeitung verzichtet. Primär geht es darum, die Ergebnisse aufzuzeigen und entsprechende Schlüsse zu ziehen.

Sämtliche im Zuge der Vegetationsaufnahmen gesammelten Daten befinden sich im Anhang von Kapitel 10.3. So beinhaltet dieser ANHANG einen Verweis auf eine Datenbank in Form zweier Excel Tabellen, die auf der beiliegenden CD gespeichert sind. Bei Bedarf können die Informationen als Grundlage für eine genauere Auswertung herangezogen werden.

7.2.1 Analyse der Gesamtdeckungsgrade

Im Zuge der Auswertung der Vegetationsaufnahmen wird die Analyse der Gesamtdeckungsgrade auf beiden Standorten getrennt betrachtet. Es folgt in Kapitel 7.2.1.1 die Darstellung der „Versuchsfläche Treppelweg" und in Kapitel 7.2.1.2 jene vom Standort „Segelhafen".

Vorab sei angeführt, dass eine ausführliche Beschreibung der, im Zuge der Vegetationsaufnahmen angewandten Methodiken, dem Kapitel 5.2.2 entnommen werden kann.

7.2.1.1 Gesamtdeckungsgrade der „Versuchsfläche Treppelweg"

Der anschließende Abschnitt analysiert die Gesamtdeckungsgrade der Vegetation auf der „Versuchsfläche Treppelweg".

Wie bereits in Kapitel 5.2.2 erwähnt, wurden die Gesamtdeckungsgrade der Vegetation im Zeitraum Mai bis September 2005 aufgenommen. Dabei beruhen die Schätzungen der Deckungsgrade Ende Mai/Anfang Juni und September auf den im Rahmen der Vegetationsaufnahmen durchgeführten detaillierten Pflanzenaufnahmen. Im Juni und Juli wurden hingegen keine Aufnahmen der Einzelarten gemacht, sondern ausschließlich die Gesamtdeckungsgrade der einzelnen Versuchsfelder ermittelt.

Zur Kalibrierung der Schätzgenauigkeit erfolgte die Bestimmung der Gesamtdeckungsgrade nicht nur mittels visueller Schätzung, sondern – auf stichprobenartig ausgewählten Versuchsfeldern – auch mit Hilfe der „Point-Line-Methode" (vgl. Kapitel 5.2.2.1). Die dabei aufgenommenen Deckungsgrade der „Versuchsfläche Treppelweg" werden auf der nächsten Seite in Tabelle 33 verglichen. Auf den Versuchsfeldern mit der Beimischung von Kompost beträgt die Differenz zwischen der visuellen Schätzung und der „Point-Line-Methode" im Durchschnitt 6,2 %. Wird hingegen Erde dem Kantkorn beigemischt, variieren die Deckungsgrade der beiden Methoden um durchschnittlich 12 %.

GEGENÜBERSTELLUNG DER METHODEN ZUR ERMITTLUNG DER GESAMTDECKUNGS-GRADE (VISUELLE SCHÄTZUNG : "POINT-LINE-METHODE") - "VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG"

	[illegible]	[illegible]	ges. DG visuelle Schätzung [illegible]	ges. DG "Point-Line-Methode" [illegible]	Differenz zwischen Schätzung & "Point-Line-Methode" in %
[illegible] mit Kompost	1	31.05.2005	76	68	8
	10	01.06.2005	95,5	92,5	3
	19	02.06.005	97,5	90	7,5
[illegible] ohne Erde	1	05.06.2005	66	55	11
	10	06.06.2005	86	74	12
	19	10.06.2005	87	74	13

Abkürzungen: ges. DG ..... Gesamtdeckungsgrad

Tabelle 33: Gegenüberstellung der Methoden zur Ermittlung der Gesamtdeckungsgrade (visuelle Schätzung : „Point-Line-Methode") – „Versuchsfläche Treppelweg"

In Anschluss gibt nun Tabelle 34 die minimalen und maximalen Deckungsgrade der Pflanzen auf den jeweiligen Versuchsfeldern mit den darauf getesteten Varianten und Substraten wieder.

BANDBREITE DER GESAMTDECKUNGSGRADE AUF DER "VERSUCHSFLÄCHE TREPPELWEG" - eine Übersicht

Varianten	Gesamtdeckungsgrade auf den unterschiedlichen Substrat-Gemischen						Aufnahmedatum
	0/32 mit Erde [%]	0/32 mit Kompost [%]	0/63 mit Erde [%]	0/45 mit Kompost [%]	0/63 mit Erde [%]	0/63 mit Kompost [%]	
ausgetauschter Untergrund (befahren)	55 - 64	79 - 87	62 - 80	80 - 85,5	63 - 69,5	76 - 85,5	Mai 2005
	57 - 67	80 - 85	64 - 70	80 - 85	61 - 68	78 - 86	Juni 2005
	54 - 67	79 - 87	66 - 69	82 - 87	61 - 70	79 - 87,5	Juli 2005
	52,5 - 67	78 - 88	64 - 67	81 - 85	63 - 70	75 - 88	Sept. 2005
anstehender Untergrund (befahren)	76 - 84,5	91,5 - 97	82,5 - 85	92 - 97,5	80 - 86	95 - 96	Mai 2005
	72 - 82	92,5 - 96	80 - 89	92,5 - 96	80 - 84	95 - 96	Juni 2005
	73 - 84	93 - 96,5	81,5 - 89	93 - 96	81 - 84	93 - 96	Juli 2005
	72 - 84	93 - 96	81 - 88	90 - 95	79 - 83,5	94 - 95,5	Sept. 2005
anstehender Untergrund (unbefahren)	83 - 92,5	96,5 - 97	81,5 - 95	95,5 - 98	85 - 91	90 - 97,5	Mai 2005
	82 - 90	94 - 97	81 - 93	96 - 97,5	86 -89	95,5 - 98	Juni 2005
	83 - 88	92 - 98	82 - 95	95 - 97	83 - 92,5	95 - 98	Juli 2005
	81 - 92	94 - 97	81 - 93	96 - 98	83,5 - 90	94 - 97	Sept. 2005

Tabelle 34: Bandbreite der Gesamtdeckungsgrade der Vegetation auf der „Versuchsfläche Treppelweg"; Donauinsel, Wien; Mai – September 2005

Die Betrachtung der Tabelle 34 zeigt, dass die Deckungsgrade der Vegetation auf der „Versuchsfläche Treppelweg" im Allgemeinen sehr hoch sind. Zudem weisen die einzelnen Versuchsfelder relativ homogene Gesamtdeckungsgrade auf, wobei zwischen den Aufnahmeterminen keine auffälligen Veränderungen festgestellt werden konnten.

Die Versuchsfelder mit den höchsten Gesamtdeckungsgraden befinden sich auf der Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" – hier wurde im Juni bzw. Juli eine Deckung von bis zu 98 % beobachtet. Eine ebenfalls sehr gute Bodenbedeckung weist die Variante „anstehender Untergrund (befahren)" auf – so wurden z.B. im Juli auf den Feldern aus Kantkorn 0/32 und der Beimischung von Kompost Werte von bis zu 96,5 % aufgenommen. Die eindeutig niedrigsten Gesamtdeckungsgrade der „Versuchsfläche Treppelweg" wurden hingegen auf der Variante „ausgetauschter Untergrund (befahren)" ermittelt. Hier wurde auf einem Versuchsfeld bestehend aus Kantkorn 0/32 mit der Beimengung von Erde auch der geringste Gesamtdeckungsgrad (52,5 %) im Aufnahmezeitraum festgestellt. Diese Ergebnisse decken sich mit den Erkenntnissen aus der Diplomarbeit von HAAS/SCHILD (2003) – auch hier wies die Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" die höchsten Deckungsgrade auf, gefolgt von der Variante „anstehender Untergrund (befahren)" und der Variante „ausgetauschter Untergrund (befahren)" (vgl. HAAS/SCHILD, 2003).

Wie aus der Tabelle 34 ebenfalls hervorgeht, liegen die Deckungsgrade bei den Substratgemischen mit Erde im Allgemeinen hinter jenen mit Kompost zurück. Im Anschluss werden nun die Gesamtdeckungsgrade auf den Kantkorn-Erde-Gemischen mit jenen Werten auf den Kantkorn-Kompost-Gemischen verglichen.

Gegenüberstellung der Gesamtdeckungsgrade auf den Kantkorn-Erde-Gemischen und den Kantkorn-Kompost-Gemischen in Abhängigkeit vom Untergrund

Auf der „Versuchsfläche Treppelweg" ist deutlich erkennbar, dass die Schottergemische mit Erde – unabhängig von der jeweiligen Variante – geringere Deckungsgrade aufweisen als die Schottergemische mit Kompost. Eine Tatsache, die bereits HAAS/SCHILD in ihrer Diplomarbeit „Vegetationsentwicklung und geotechnische Eigenschaften verschiedener Aufbauten von Schotterrasen in Wien" (2003) festgestellt haben. Bereits in den Jahren 2001/2002 lagen auf jeder getesteten Variante die Kompostfelder vor jenen Feldern aus Erde. An dieser „Rangordnung" scheint sich auch nach vier Jahren nichts geändert zu haben, wie die Ergebnisse der vorliegenden Diplomarbeit zeigen.

Um den Einfluss der unterschiedlichen Substratmischungen auf die Deckungsgrade der Vegetation besser sehen und vergleichen zu können, wurde der durchschnittliche Gesamtdeckungsgrad auf den einzelnen Versuchsfeldern im Aufnahmezeitraum errechnet.

Abbildung 113 stellt auf der nachfolgenden Seite die im Durchschnitt ermittelten Deckungsgrade der Variante „ausgetauschter Untergrund (befahren)" dar.

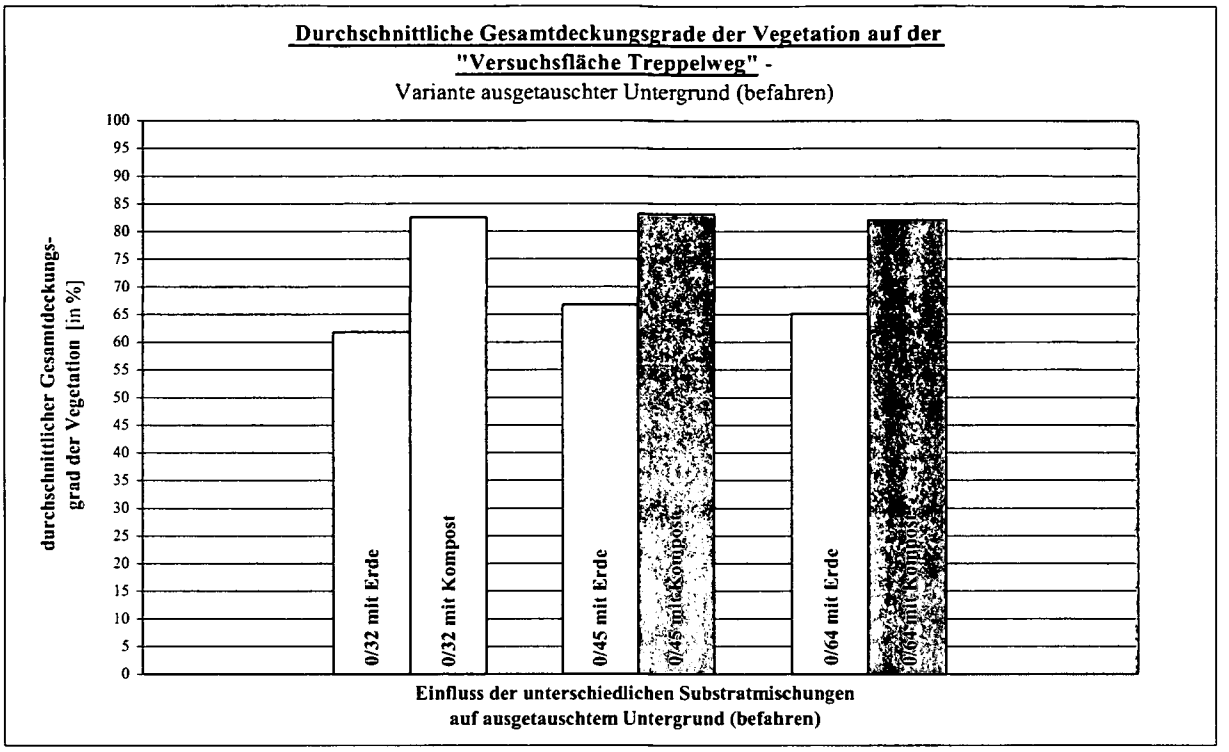


Abbildung 113: Einfluss der Substratmischungen auf die durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade der Vegetation; „Versuchsfläche Treppelweg" – Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); Untersuchungszeitraum Mai – September 2005

Wie aus der Abbildung 113 hervorgeht, zeigen die unterschiedlichen Korngrößen (0/32, 0/45, 0/64) sowohl bei der Beimengung von Erde als auch bei der Beimischung von Kompost im Durchschnitt nahezu äquivalente Werte für den Aufnahmezeitraum des Jahres 2005. Diese lediglich geringen Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien mit verschiedenen Korngrößen sind doch etwas überraschend. Wie die folgenden Ausführungen zeigen, wirken sich die unterschiedlichen Korngrößen weit weniger auf das Pflanzenwachstum aus als der Untergrund.

So besitzen die Pflanzen auf den Versuchsfeldern bestehend aus Kantkorn 0/32, 0/45 bzw. 0/64 vermischt mit Erde, auf der Variante „ausgetauschter Untergrund (befahren)" durchschnittliche Gesamtdeckungsgrade zwischen 60 % und knapp über 65 %. Auf jenen Flächen, wo das Kantkorn 0/32, 0/45 bzw. 0/64 mit Kompost vermengt wurde, kommt es hingegen zu Deckungswerten von knapp über 80 % – dies bedeutet im Durchschnitt auf der Variante „ausgetauschter Untergrund (befahren)" einen um rund 20 % höheren Gesamtdeckungsgrad auf den Versuchsfeldern mit Kompost-Substrat.

Wie aus der nachfolgenden Abbildung hervorgeht wirkt sich vor allem der ausgetauschte Untergrund nachteilig auf die Höhe der Gesamtdeckungsgrade aus. So werden gemäß der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 114) deutlich höhere Deckungsgrade erzielt, wenn der Untergrund nicht ausgetauscht wird.

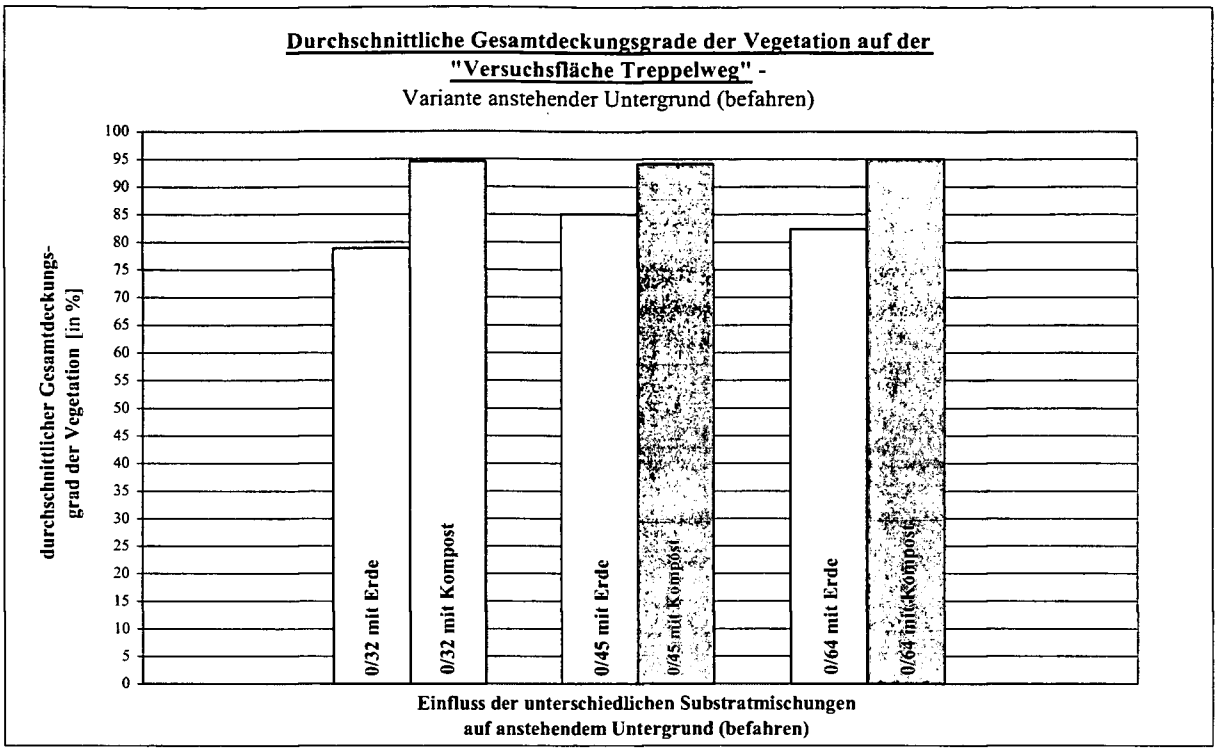


Abbildung 114: Einfluss der Substratmischungen auf die durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade der Vegetation; „Versuchsfläche Treppelweg" – Variante anstehender Untergrung (befahren); Untersuchungszeitraum Mai –September 2005

In Abbildung 114 werden jene Versuchsfelder dargestellt, die über dem anstehenden Untergrund (befahren) errichtet wurden. Auch in dieser Abbildung sind kaum Differenzen innerhalb der einzelnen Substrate mit unterschiedlichen Korngrößen zu erkennen. Ein deutlicher Unterschied im Hinblick auf die durch Pflanzen bedeckte Fläche existiert lediglich erneut zwischen den Schottergemischen mit Erde und den Schottergemischen mit Kompost.

So weist die durchschnittliche Deckung bei den mit Erde vermengten Materialien der Korngrößen 0/32, 0/45 und 0/64 auf anstehendem Untergrund (befahren) zwischen fast 80 % und 85 %. Mit diesen Werten sind die Substratgemische mit Erde auf anstehendem Untergrund um rund 20 % höher einzustufen als bei jener Variante mit ausgetauschtem Untergrund. Die durchschnittlich ermittelten Gesamtdeckungsgrade der Kantkorn-Kompost-Gemische liegen – unabhängig von den jeweiligen Korngrößen – auf anstehendem Untergrund bei knapp 95 %. Im Vergleich zu der Variante mit ausgetauschtem Untergrund kann somit eine Steigerung um etwas mehr als 10 % ausgemacht werden. Demnach hat der Untergrund einen stärkeren Einfluss auf die Kantkorn-Erde-Gemische als auf die Kantkorn-Kompost-Gemische.

Ein nahezu äquivalentes Ergebnis bringt die Abbildung 115 mit sich. Hier erfolgt die Darstellung der Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" – im Zuge der 2002 durchgeführten

Befahrungsversuche wurde auf diesem Abschnitt der Versuchsfläche auf eine Belastung durch PKW und LKW gänzlich verzichtet.

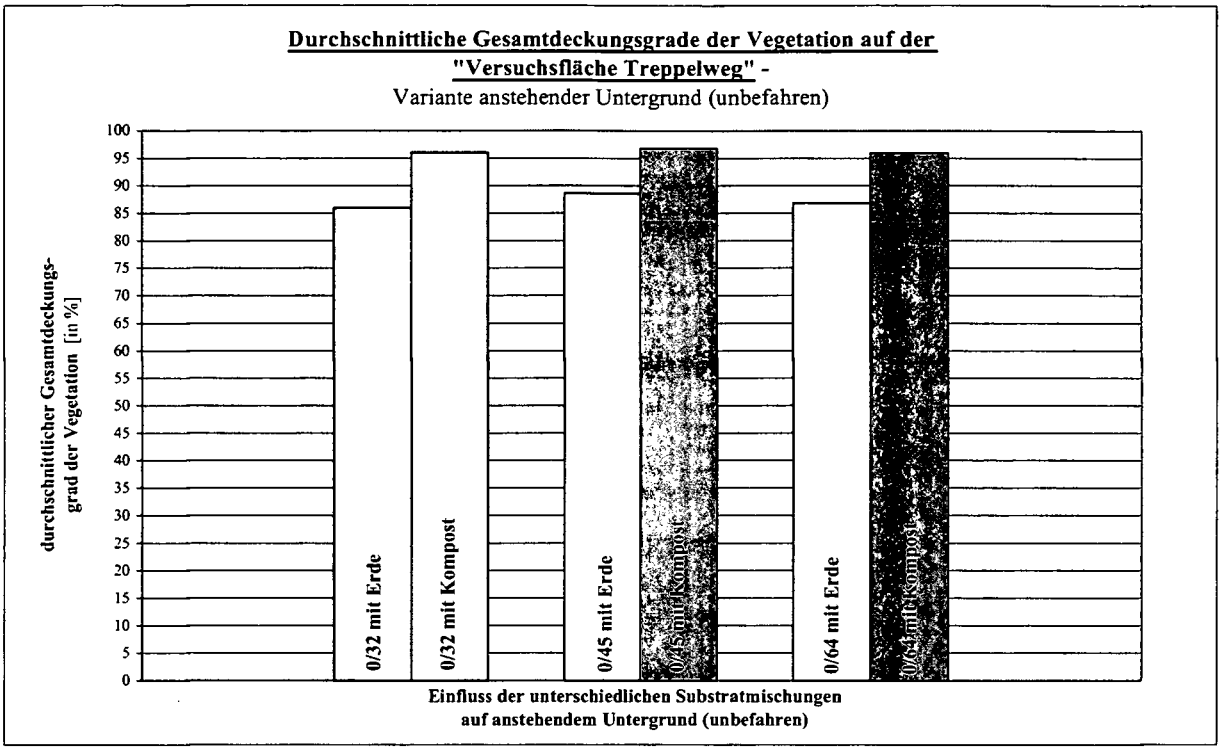


Abbildung 115: Einfluss der Substratmischungen auf die durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade der Vegetation; „Versuchsfläche Treppelweg" – Variante anstehender Untergrund (unbefahren); Untersuchungszeitraum Mai – September 2005

Gegenüber jener Variante mit anstehendem Untergrund, die während der Versuchsperiode im Jahr 2002 befahren wurde (vgl. Abb. 114), ist erneut ein leichter Anstieg der Gesamtdeckungsgrade zu verzeichnen. So bewegen sich die Schotter-Erde-Gemische des Kantkorns der Korngrößen 0/32, 0/45 und 0/64 auf der Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" zwischen etwas über 85 % und knapp 90 %. Demnach weist die von Pflanzen bedeckte Fläche auf der Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" bei jenen Versuchsfeldern, die auf Schotter-Erde-Gemischen errichtet wurden, eine erneute Steigerung von bis zu 5 % auf. Auch die durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade auf den Versuchsfeldern der Schotter-Kompost-Gemische mit den Korngrößen 0/32, 0/45 und 0/64 erreicht auf der Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" mit etwas über 95 % die höchsten – auf der „Versuchsfläche Treppelweg" – ermittelten Deckungsgrade.

Abschließend sei an dieser Stelle noch festgehalten, dass auf der Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)" ebenso wie auf der Variante „anstehender Untergrund (befahren)" bei den getesteten Schotter-Erde-Gemischen verhältnismäßig hohe Gesamtdeckungsgrade erzielt werden

Zusammenfassung: Gesamtdeckungsgrade der „Versuchsfläche Treppelweg"

Zusammenfassend betrachtet, hat sich die Vegetation auf der „Versuchsfläche Treppelweg" sehr gut entwickelt und weist extrem hohe Deckungsgrade auf. In diesem Zusammenhang sollte allerdings auch darauf verwiesen werden, dass seit den 2002 absolvierten Befahrungsversuchen keine regelmäßige Belastung durch Autos erfolgte.

Nach Analyse der Untersuchungsergebnisse der Aufnahmen der Gesamtdeckungsgrade weisen alle drei untersuchten Varianten bei der Beimischung von Kompost höhere Deckungsgrade auf als bei der Beimengung von Erde, wobei die Differenzen zwischen den Kantkorn-Kompost-Gemischen und den Kantkorn-Erde-Gemischen auf ausgetauschtem Untergrund deutlich größer sind als auf anstehendem Untergrund. Weiters wurden auf den Varianten mit anstehendem Boden deutlich höhere Gesamtdeckungsgrade beobachtet als auf der Variante mit ausgetauschtem Untergrund.

Demnach hat sich auf der „Versuchsfläche Treppelweg" die Beimischung von Kompost ebenso als Vorteil erwiesen wie das Belassen des anstehenden Untergrundes.

7.2.1.2 Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen"

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den Gesamtdeckungsgraden am „Parkplatz Segelhafen".

Verglichen mit der „Versuchsfläche Treppelweg" unterliegt der Standort „Segelhafen" einer regelmäßigen Nutzung, wobei der Parkplatz vor allem in den Sommermonaten sehr stark frequentiert zu sein scheint (vgl. Abb. 116).

Abbildung 116: „Parkplatz Segelhafen" an einem stark frequentierten Nachmittag im Juni 2005

Auf diesem Standort erstreckt sich der Aufnahmezeitraum nur von Juni bis September 2005. Während im Juni und Juli ausschließlich die Schätzungen der Gesamtdeckungsgrade statt gefunden haben, erfolgte im September auch die detaillierte Aufnahme der Einzelarten.

Wie den beiden folgenden Abbildungen 117 und 118 entnommen werden kann, weist der Schotterrasenparkplatz am Standort „Segelhafen" Gesamtdeckungsgrade auf, die mit jenen Werten der „Versuchsfläche Treppelweg" bei Weitem nicht konkurrieren können. So besteht in den

Sommermonaten auf Grund der hohen Deckungsgrade kaum ein Unterschied zwischen der Schotterrasenversuchsfläche „Treppelweg" und der sie umgebenden Wiese (vgl. Abb. 117). Ein anderes Bild zeigt sich hingegen am „Parkplatz Segelhafen" – hier ist auf Grund der extrem niedrigen Gesamtdeckungsgrade kaum ein Übergang zwischen dem „Schotterrasen" und der angrenzenden, grauen Asphaltfläche zu erkennen (vgl. Abb. 118).

Abbildung 117: Schotterrasenversuchsfläche am Standort „Treppelweg"; durchschnittlich sehr hohe Gesamtdeckungsgrade nach 4 Jahren (geringe Verkehrsbelastung); Juni 2005

Abbildung 118: Schotterrasenparkplatz am Standort „Segelhafen"; durchschnittlich verhältnismäßig niedrige Gesamtdeckungsgrade nach 3 Jahren (starke Verkehrsbelastung); Juni 2005

Besonders auffallend ist am „Parkplatz Segelhafen", dass die minimalen und maximalen Gesamtdeckungsgrade auf den einzelnen Versuchsfeldern je nach Lage deutliche Schwankungen aufweisen.

So konnte im Zuge der Aufnahmen festgestellt werden, dass vor allem die Flächen im Randbereich des Parkplatzes schwächer bewachsen sind als jene Flächen im Mittelbereich. Die Felder 4-6 auf anstehendem Untergrund bestehend aus Kantkorn 0/64 besitzen beispielsweise – unabhängig von der Saatgutmischung – einen Gesamtdeckungsgrad von lediglich 3 % - 9 %. Auch der Randbereich am anderen Ende des Parkstreifens auf anstehendem Untergrund zeigt ähnlich Werte. Hier werden Deckungsgrade von nur 7 % – 12 % erzielt, obwohl auf diesen Versuchsfeldern unterschiedliche Korngrößen und Saatgutmischungen getestet wurden. Im Vergleich dazu betragen hingegen jene Werte, die im Mittelbereich (Felder 7 – 17) des Parkplatzes aufgenommen wurden, bis zu 32 %. Die Abbildungen 119 und 120 auf der nachfolgenden Seite veranschaulichen diesen Aspekt.

Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich am Standort „Segelhafen" übrigens auch für den Parkstreifen mit ausgetauschtem Untergrund. Hier bleibt der Bewuchs der Randfelder mit den Nummern 23 – 27 mit durchschnittlich 5 % – 11 % Deckung ebenfalls deutlich hinter jenen Feldern des Mittelbereiches (Felder 28 – 42) mit im Durchschnitt bis zu 33 % Deckung zurück.

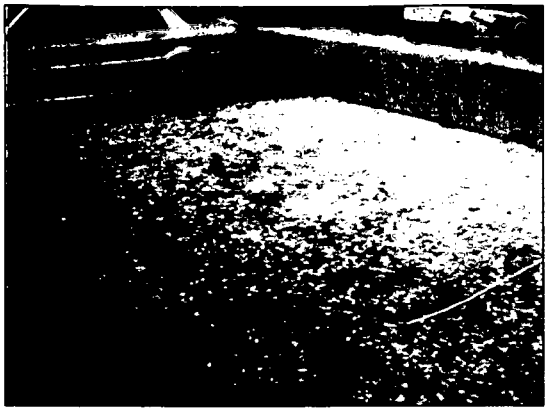


Abbildung 119: Versuchsfeld am „Parkplatz Segelhafen"; Randbereich des Parkstreifens der Variante „anstehender Untergrund"; Sep.2005

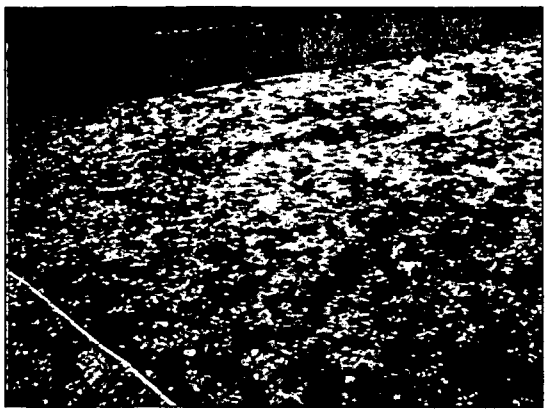


Abbildung 120: Versuchsfeld am „Parkplatz Segelhafen"; Mittelbereich des Parkstreifens der Variante „anstehender Untergrund"; Sep.2005

Die Tabelle 35 verschafft einen zusammenfassenden Überblick über die Bandbreite der Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen". An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Versuchsfelder mit den Nummern 1,2,44,45 und 46 auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften nicht in die Auswertung miteinbezogen wurden.

BANDBREITE DER GESAMTDECKUNGSGRADE AM "PARKPLATZ SEGELHAFEN" - eine Übersicht

Varianten	Gesamtdeckungsgrade verschiedener Ansaaten auf Substrat-Gemischen mit unterschiedlicher Korngröße						Aufnahmetermin
	0/32 mm G-SM %	0/32 mm G-K-SM %	0/45 mm G-SM %	0/45 mm G-K-SM %	0/63 mm G-SM %	0/63 mm G-K-SM %	
ausgetauschter Untergrund (befahren)	9 - 27	6 - 25	6 - 24	8 - 28	11 - 25	15 - 28	Juni 2005
	7 - 26	5 - 25	4 - 21	7 - 30	9 - 25	14 - 31	Juli 2005
	7 - 26	5 - 25	7 - 23	10 - 33	11 - 25	18 - 29	Sept. 2005
anstehender Untergrund (befahren)	7,5 - 29	9 - 24	7 - 27	7 - 29	4 - 29	5 - 30	Juni 2005
	7 - 26	11 - 29	10 - 26	9 - 26	4 - 25	4 - 32	Juli 2005
	8 - 26	10 - 28	9 - 26	8 - 25	3 - 27	5 - 29	Sept. 2005

Abkürzungen: G-SM ..... Gräser-Saatgutmischung; G-K-SM ..... Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Tabelle 35: Bandbreite der Gesamtdeckungsgrade der Vegetation am Standort „Parkplatz Segelhafen"; Donauinsel, Wien; Juni – September 2005

Wie der Tabelle 35 entnommen werden kann, unterliegen die Deckungsgrade innerhalb der Versuchsfelder mit einer bestimmten Korngröße und der darauf getesteten Saatgutmischung recht großen Schwankungen. So weisen beispielsweise auf ausgetauschtem Untergrund die Versuchsfelder der Korngröße 0/32, begrünt mit einer Gräser-Saatgutmischung, im Juli bzw. September Gesamtdeckungsgrade zwischen 7 % und 26 % auf (vgl. Tab. 35). Während auf dem Randfeld mit der Nummer 23 lediglich 7 % Deckung beobachtet wurden, haben die Feldnummern 29 und 35 im Mittelbereich des Parkstreifens eine Deckung von 16 % bzw. 26 %, obwohl es sich um die äquivalente

Saatgutmischung auf demselben Substrat handelt. Ein Aspekt, der möglicherweise auf eine verstärkte Beparkung des Randbereichs zurückzuführen ist. Um den Einfluss der Nutzungsintensität auf den Pflanzenbewuchs feststellen zu können, wäre in Zukunft ein Monitoring mittels Videoüberwachung durchaus interessant.

Wie die Betrachtung der Bandbreite der Gesamtdeckungsgrade zeigt, kommt dieser Aspekt auch auf den Versuchsfeldern mit anderen Korngrößen und Saatgutmischungen zum Tragen. Der Mittelbereich beider Parkstreifen am Standort „Segelhafen" ist sowohl auf ausgetauschtem Untergrund als auch auf anstehendem Untergrund deutlich stärker bewachsen als der Randbereich.

Vergleich der Varianten „ausgetauschter Untergrund" und „anstehender Untergrund"

Im Anschluss folgt noch eine Gegenüberstellung der Variante mit ausgetauschtem Untergrund mit jener Variante, die auf anstehendem Untergrund errichtet wurde. Abbildung 121 auf Seite 217 stellt den Einfluss der unterschiedlichen Korngrößen und Saatgutmischungen auf den durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrad der Variante mit ausgetauschtem Untergrund dar.

Jene aus Kantkorn 0/32 bestehenden Versuchsfelder erreichen sowohl bei der Gräser-Saatgutmischung (16 %) als auch bei der Gräser-Kräuter-Saatgutmischung (17 %) auf ausgetauschtem Untergrund nahezu äquivalente Deckungsgrade. Bei der Begrünung des Kantkorns 0/45 wird hingegen mit der Gräser-Kräuter-Saatgutmischung eine fast 6 % höhere Deckung erzielt als bei der reinen Gräser-Saatgutmischung. Ähnliches gilt für das Kantkorn 0/64; auch hier ist der durchschnittliche Gesamtdeckungsgrad auf jenen Feldern, die mit einer Gräser-Kräuter-Mischung angesät wurden, um rund 4 % höher einzustufen als auf jenen Versuchsfeldern, die mit einer reinen Gräser-Mischung begrünt wurden.

Auch auf der Variante „ausgetauschter Untergrund" können beim Kantkorn 0/32 kaum Differenzen zwischen den beiden Saatgutmischungen beobachtet werden. Die Körnungsstufen 0/45 und 0/64 weisen hingegen sichtbare Unterschiede auf. Auf ausgetauschtem Untergrund übersteigen die Gesamtdeckungsgrade der Gräser-Kräuter-Saatgutmischung auf allen drei Körnungsvarianten (0/32, 0/45, 064) jene der reinen Gräser-Saatgutmischung.

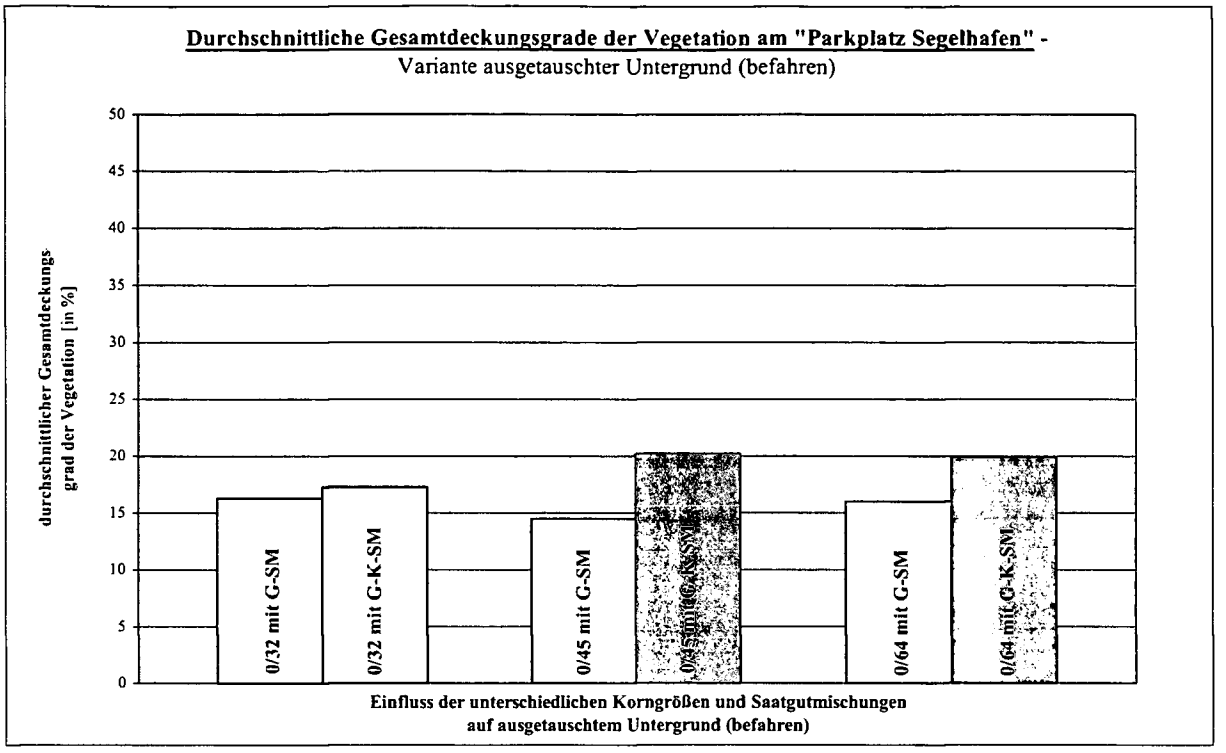


Abbildung 121: Einfluss der unterschiedlichen Korngrößen und Saatgutmischungen auf die Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen" – Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); Untersuchungszeitraum Juni – September 2005
Abkürzungen: G-SM ..... Gräser-Saatgutmischung; G-K-SM ..... Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Insgesamt liegen die Deckungsgrade der Gräser-Kräuter-Saatgutmischung auf der Variante „ausgetauschter Untergrund" im Durchschnitt bei etwas über 19 %, jene der reinen Gräser-Saatgutmischung hingegen lediglich bei 15,6 %.

Weiters sei noch erwähnt, dass der im Durchschnitt höchste Deckungsgrad auf ausgetauschtem Untergrund mit 20,2 % auf den mit einer Gräser-Kräuter-Saatgutmischung angesäten und aus Kantkorn 0/45 errichteten Versuchsfeldern beobachtet wurde. Im Vergleich dazu liegt der höchste Gesamtdeckungsgrad auf anstehendem Untergrund bei durchschnittlich 19,8 %, wobei dieser Wert auf Feldern bestehend aus Kantkorn 0/32 aufgenommen wurde.

Die auf anstehendem Boden ermittelten Deckungswerte werden auf der nächsten Seite in Abbildung 122 veranschaulicht.

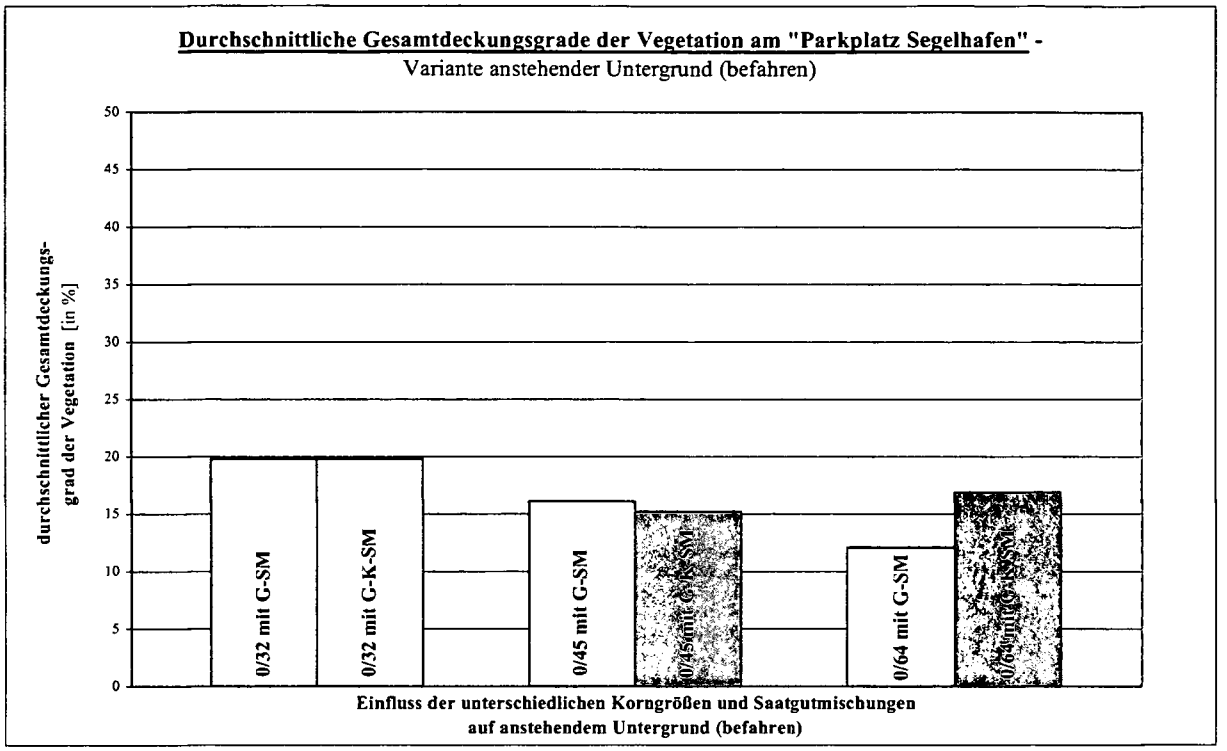


Abbildung 122: Einfluss der unterschiedlichen Korngrößen und Saatgutmischungen auf die Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen" – Variante anstehender Untergrund (befahren); Untersuchungszeitraum Juni – September 2005
Abkürzungen: G-SM ..... Gräser-Saatgutmischung; G-K-SM ..... Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Ein Vergleich der Körnungsvarianten (vgl. Abb. 121) zeigt, dass auf anstehendem Untergrund auf den Versuchsfeldern bestehend aus Kantkorn 0/32 die höchsten Gesamtdeckungsgrade (19,8 %) beobachtet wurden. Zudem weisen die mit einer Gräser-Saatgutmischung begrünten Versuchsfelder der Körnungsstufe 0/32 den gleichen durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrad auf wie jene Felder des Kantkorns 0/32, die mit einer Gräser-Kräuter-Saatgutmischung begrünt wurden. Auch das Kantkorn 0/45 lässt auf anstehendem Boden kaum einen Unterschied zwischen den beiden getesteten Saatgutmischungen erkennen – so hat die Gräser-Saatgutmischung im Durchschnitt eine um 1 % höhere Deckung. Im Gegensatz dazu variieren die Saatgutmischungen auf den Versuchsfeldern der Korngröße 0/64 um knapp 5 %, wobei hier die Gräser-Kräuter-Mischung mit fast 17 % Deckung im Vorteil liegt. Demnach sind bei den Körnungsstufen 0/32 und 0/45 auf der Variante „anstehender Untergrund" kaum Unterschiede zwischen den beiden getesteten Saatgutmischungen zu erkennen, während bei der Körnungsstufe 0/64 doch eine größere Differenz sichtbar ist.

Gemäß den Untersuchungsergebnissen erzielten auf der Variante „anstehender Untergrund" die Versuchsfelder mit einer Gräser-Kräuter-Saatgutmischung (17,3 %) einen im Durchschnitt leicht höheren Gesamtdeckungsgrad als jene Felder mit der reinen Gräser-Saatgutmischung (16 %).

Die Korngröße 0/32 weist sowohl bei der Gräser-Kräuter-Mischung als auch bei der reinen Gräser-Mischung auf anstehendem Untergrund höhere Gesamtdeckungsgrade auf als auf ausgetauschtem Untergrund. Auch die Gräser-Kräuter Saatgutmischung des Kantkorns 0/45 hat auf anstehendem Boden einen höheren Deckungswert als auf ausgetauschtem. Im Gegensatz dazu ist der Gesamtdeckungsgrad der Gräser-Mischung des Kantkorns 0/45 auf anstehendem Untergrund etwas geringer als auf ausgetauschtem Boden. Auch die beiden Saatgutmischungen des Kantkorns 0/64 besitzen auf ausgetauschtem Untergrund höhere Deckungsgrade als auf anstehendem Untergrund.

Somit ergibt sich folgendes Ergebnis: jene Versuchsfelder, die am „Parkplatz Segelhafen" mit einer Gräser-Kräuter-Saatgutmischung begrünt wurden, weisen auf der Variante mit ausgetauschtem Boden einen rund 2 % höheren Gesamtdeckungsgrad auf als jene Felder, die über anstehendem Boden errichtet wurden. Demgegenüber ist die durchschnittliche Deckung des Pflanzenbestands der Gräser-Saatgutmischung auf ausgetauschtem (15,6 %) und anstehendem Boden (16 %) nahezu identisch.

7.2.1.3 Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade am „Standort Treppelweg" und am „Parkplatz Segelhafen" im Zeitraum 2001/02 - 2005

Dieses Kapitel veranschaulicht abschließend die Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade am „Standort Treppelweg" und am „Parkplatz Segelhafen" im Zeitraum 2001/02 – 2005.

Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade auf der „Versuchsfläche Treppelweg"

Abbildung 123 stellt auf der „Versuchsfläche Treppelweg" die Aufnahmezeitpunkte 2001/02 (HAAS/SCHILD), 2003 (LÄNGERT) und 2005 (MASLOWSKI) gegenüber. Die durchschnittlichen Deckungsgrade beziehen sich auf die Substrate Erde und Kompost, wobei zwischen den getesteten Varianten und den jeweiligen Korngrößen unterschieden wird.

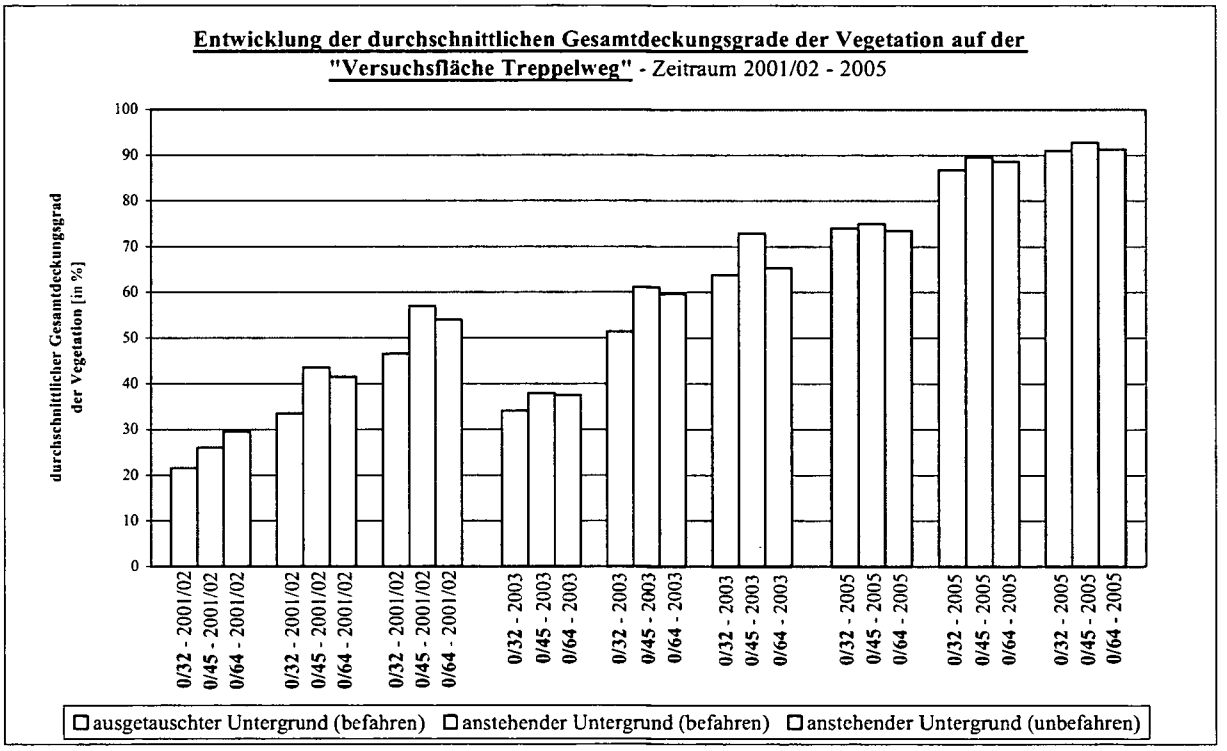


Abbildung 123: Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade der Vegetation auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Donauinsel/Wien) im Zeitraum 2001/02 bis 2005; Universität für Bodenkultur, Wien

Wie der Abbildung 123 entnommen werden kann, verzeichnen alle drei getesteten Varianten („ausgetauschter Untergrund – befahren" (in der Grafik orange gekennzeichnet), „anstehender Untergrund – befahren" (hellgrün) und „anstehender Untergrund – unbefahren" (hellblau)) im angesprochenen Zeitraum eine mehr oder weniger starke Zunahme der Gesamtdeckungsgrade. Unterliegen die Deckungsgrade zwischen 2001/02 und 2003 noch einer verhältnismäßig geringen

Steigerung, erfolgt zwischen 2003 und 2005 ein weitaus größerer Sprung – somit wurden im Aufnahmezeitraum 2005 auch die mit Abstand höchsten Deckungswerte beobachtet.

Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen"

Abbildung 124 behandelt in weiterer Folge die Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen" für die Aufnahmetermine im Zeitraum 2002 – 2005. Die Deckungsgrade umfassen sowohl die Gräser-Saatgutmischung als auch die Gräser-Kräuter-Mischung, differenziert wird zwischen den getesteten Varianten und den einzelnen Körnungsstufen.

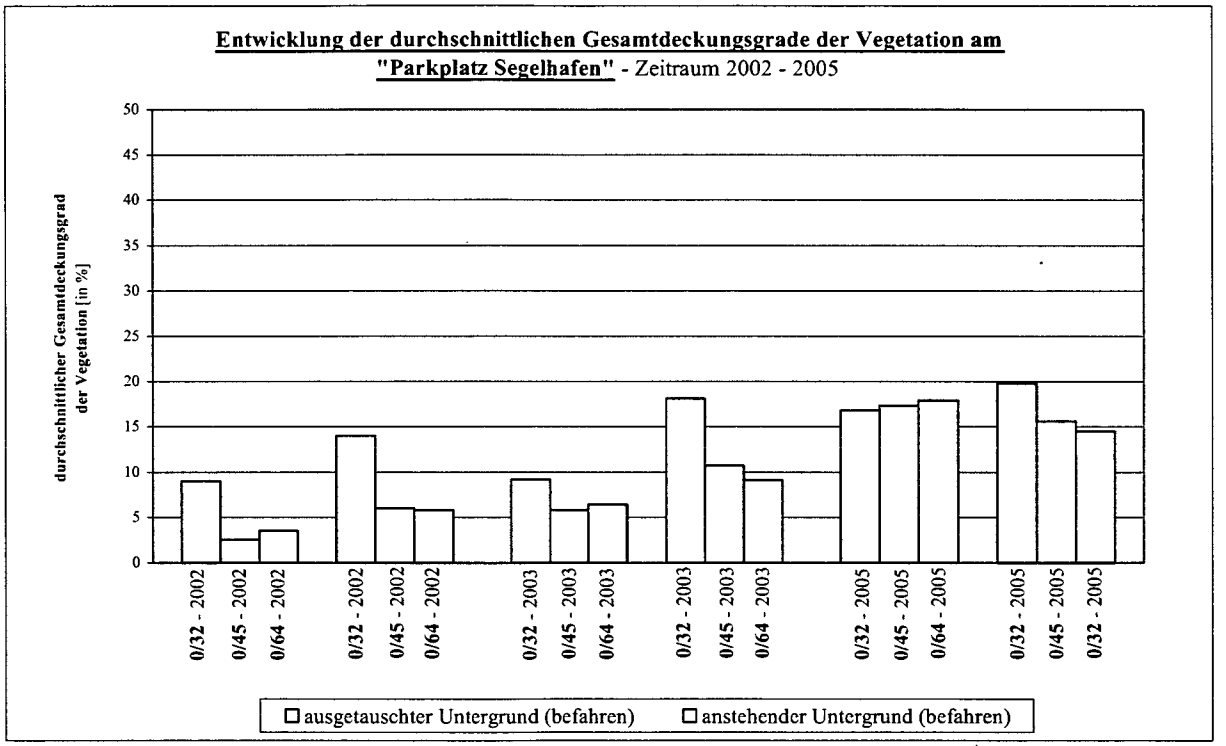


Abbildung 124: Entwicklung der durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade der Vegetation am „Parkplatz Segelhafen" (Donauinsel/Wien) im Zeitraum 2002 bis 2005; Universität für Bodenkultur, Wien

Verglichen mit dem Standort „Treppelweg" sind die durchschnittlichen Gesamtdeckungsgrade am „Parkplatz Segelhafen" nicht nur deutlich niedriger, sondern weisen zwischen 2002 und 2005 auch einen weitaus geringeren Anstieg auf. Auf der „Versuchsfläche Treppelweg" nehmen die Deckungsgrade beispielsweise für die Variante „ausgetauschter Untergrund – befahren" zwischen 2001/02 und 2005 je nach Variante und Korngröße zwischen 45 % und 55 % zu (vgl. Abb. 123). Am „Parkplatz Segelhafen" wurden auf ausgetauschtem Untergrund im Jahr 2002 Deckungsgrade zwischen rund 3 % und 9 % beobachtet, im Jahr 2005 zwischen 17 % und 18 % - die durch Pflanzen bedeckte Bodenoberfläche weist am Standort „Segelhafen" innerhalb von 3 Jahren somit lediglich eine Steigerung von rund 14 % bzw. 9 % auf.

7.2.2 Auswertung der detaillierten Pflanzenaufnahmen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Entwicklung der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" und am „Parkplatz Segelhafen". Dabei werden die beiden Standorte – wie bei der Auswertung der Gesamtdeckungsgrade – getrennt bearbeitet.

Ziel der Artenaufnahme war es, die Entwicklung der Einzelarten aus dem Aufnahmezeitraum des Jahres 2005 auf den jeweiligen Versuchsfeldern und -varianten aufzuzeigen.

Hierfür wurden die Deckungsgrade der einzelnen Pflanzenarten aufgenommen, anschließend in eine Datenbank eingegeben und ausgewertet. Die Untersuchungsergebnisse werden in den beiden folgenden Unterkapiteln in Balkendiagrammen dargestellt. Eine Interpretation der erstellten Diagramme wird im Rahmen dieses Kapitels nicht angestrebt. Zudem ist auf Grund der unterschiedlichen Auswertemethoden kein direkter Vergleich zu den vorangegangenen Vegetationsaufnahmen (HAAS/SCHILD (2001/2002) und LÄNGERT (2003)) vorgesehen.

7.2.2.1 Entwicklung der Einzelarten – Auswertung des Standortes „Versuchsfläche Treppelweg"

Auf der „Versuchsfläche Treppelweg" wird die Entwicklung der Einzelarten auf den Varianten „ausgetauschter Untergrund (befahren)", „anstehender Untergrund (befahren)" und „anstehender Untergrund (unbefahren)" gegenübergestellt. Die Balkendiagramme veranschaulichen dabei die durchschnittlichen Deckungsgrade der Einzelarten auf Kantkorn 0/32, 0/45 und 0/64 sowohl für die Beimischung von Erde als auch für die Beimengung von Kompost. Des weiteren wird der durchschnittliche Anteil der Einzelarten auf den getesteten Varianten und Substratgemischen aufgezeigt.

„Variante ausgetauschter Untergrund (befahren)“

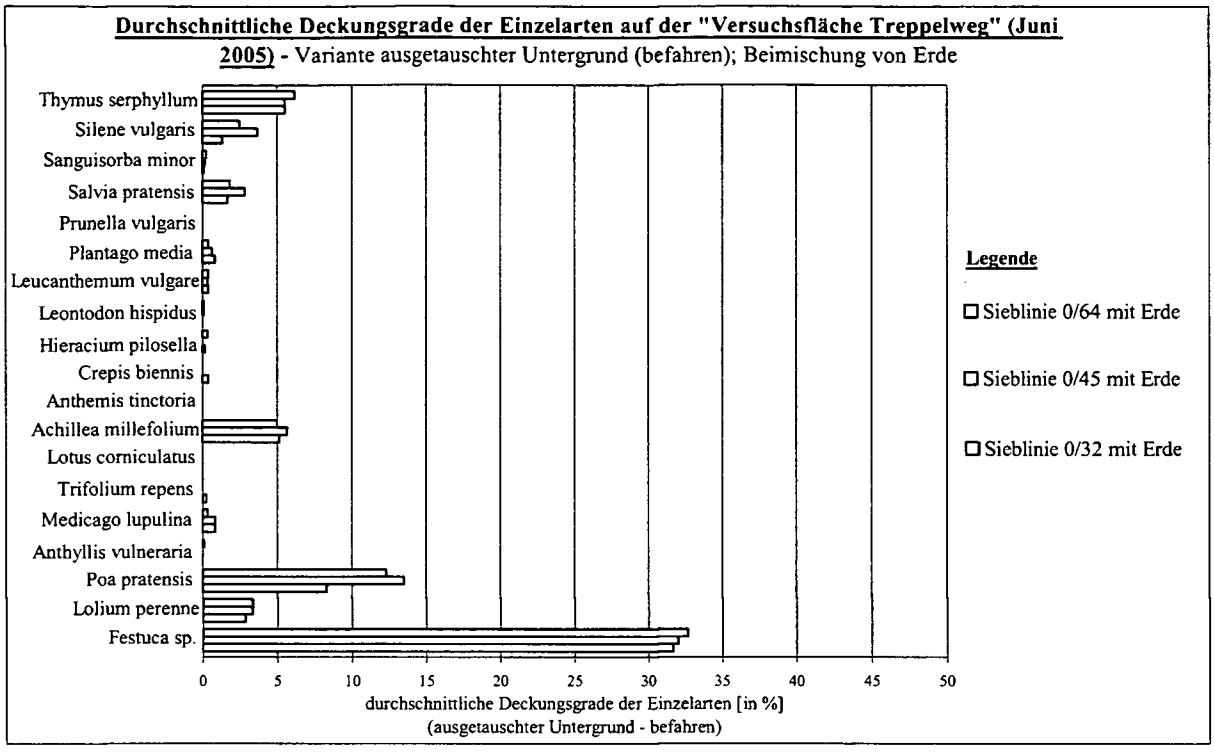


Abbildung 125: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ (Juni 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); Beimischung von Erde

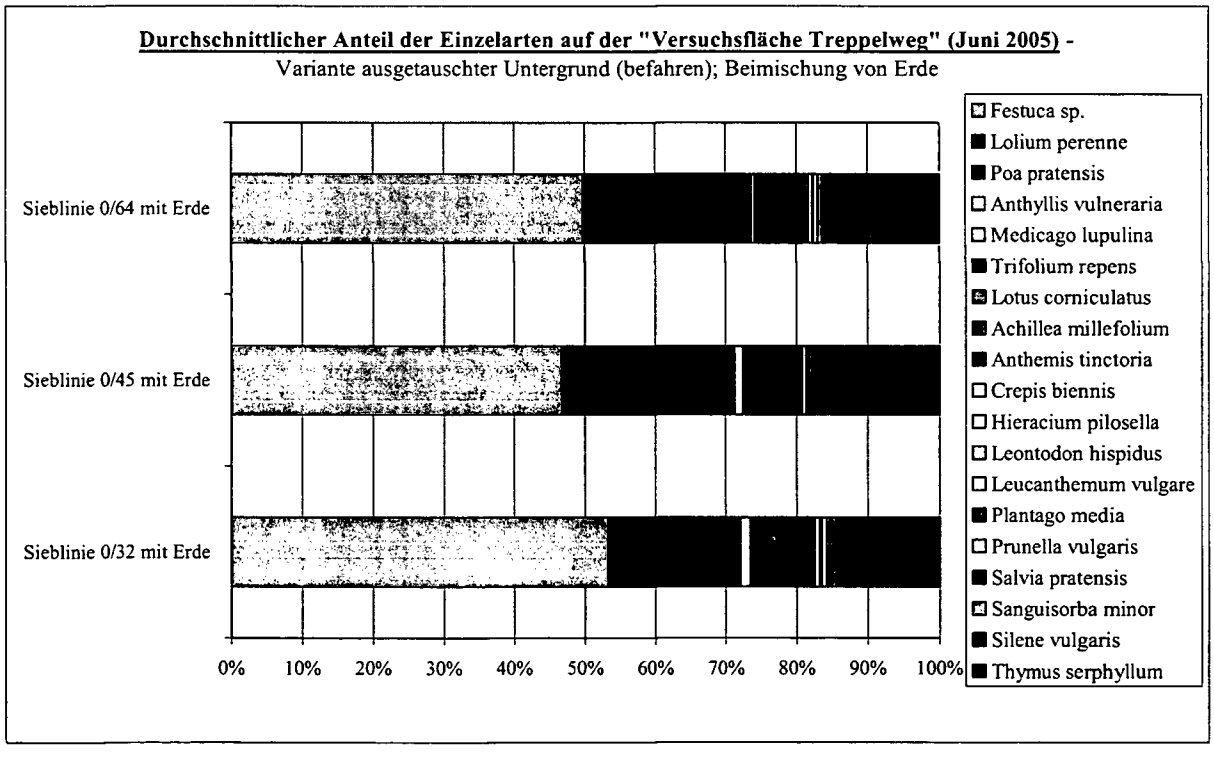


Abbildung 126: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ (Juni 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); Beimischung von Erde

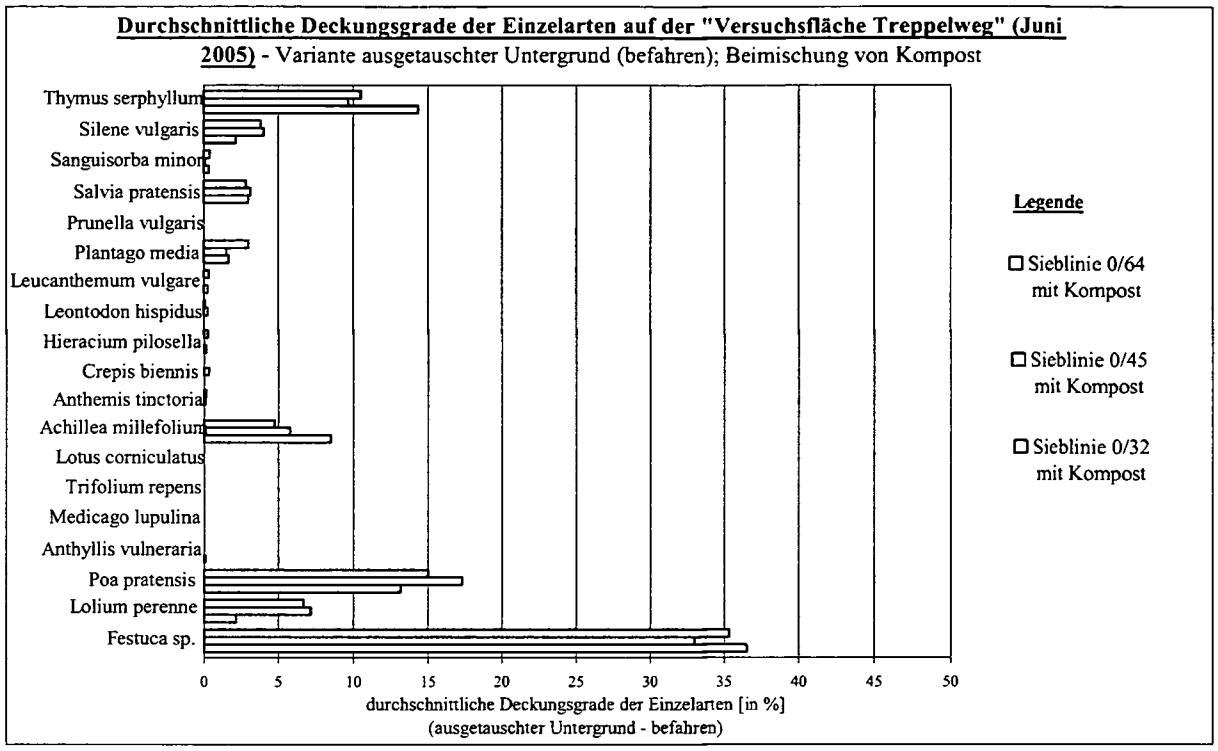


Abbildung 127: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Juni 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); Beimischung von Kompost

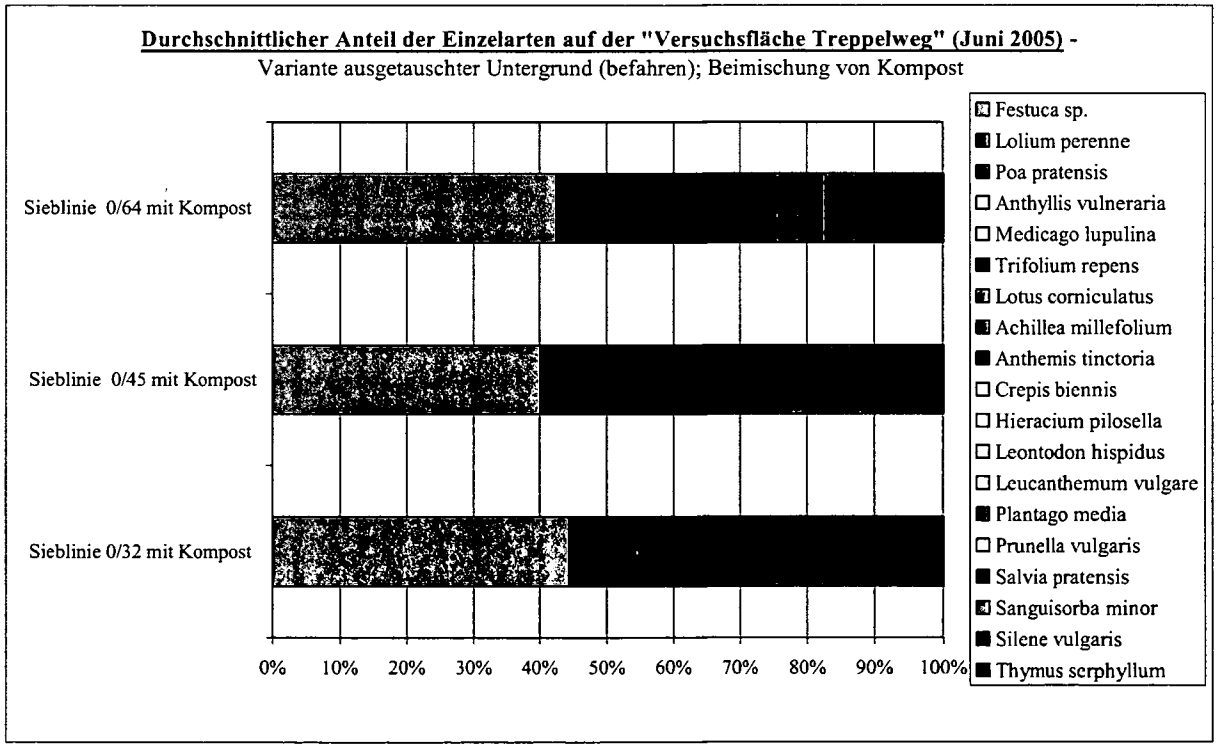


Abbildung 128: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Juni 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund (befahren); Beimischung von Kompost

„Vaiante anstehender Untergrund (befahren)“

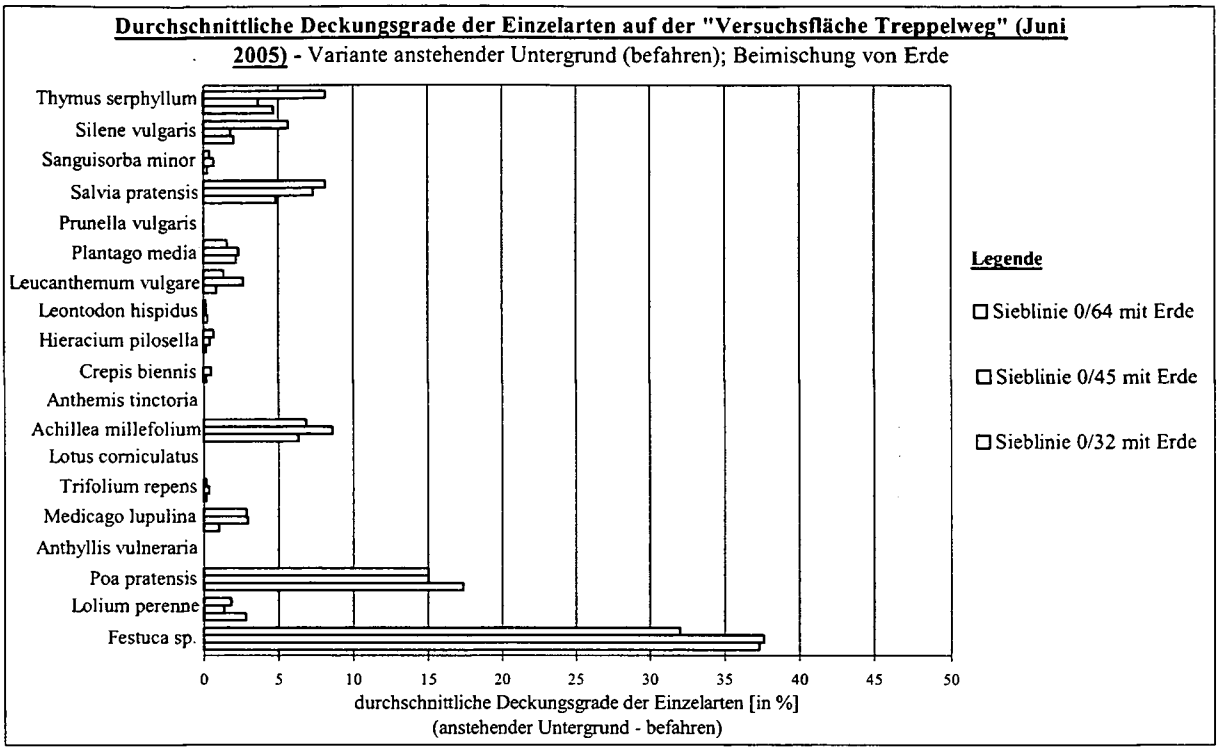


Abbildung 129: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (befahren); Beimischung von Erde

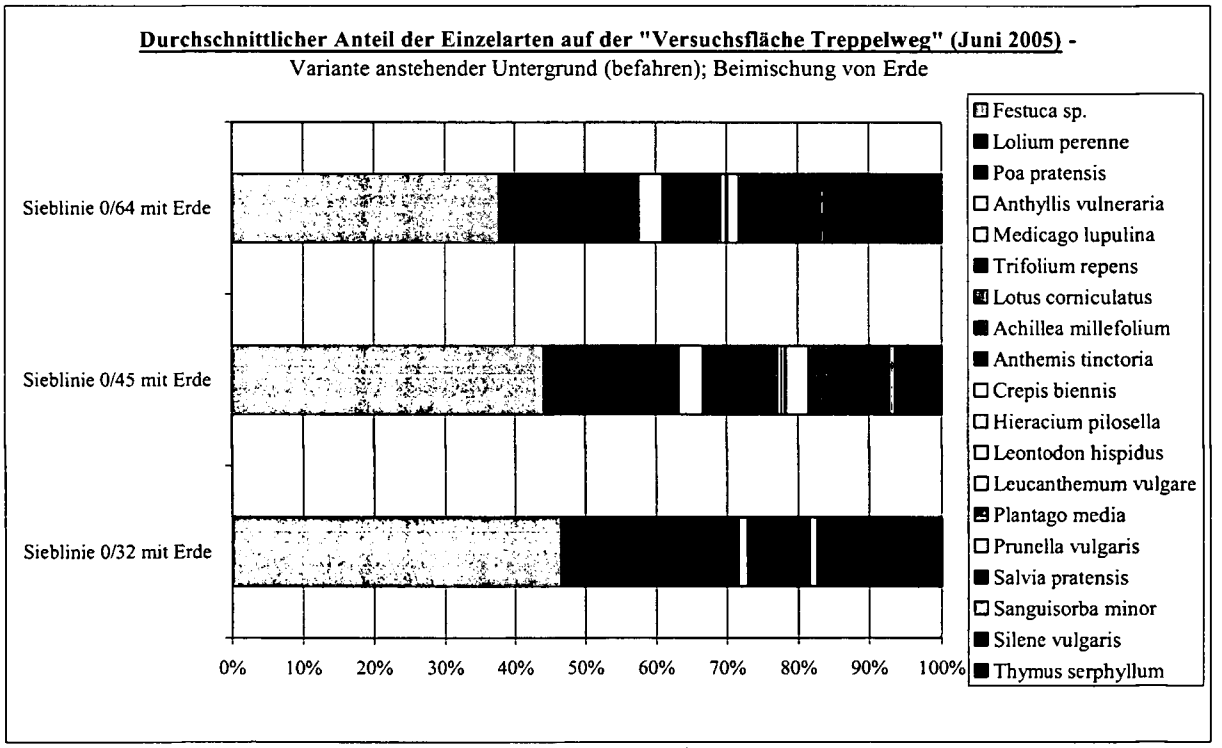


Abbildung 130: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (befahren); Beimischung von Erde

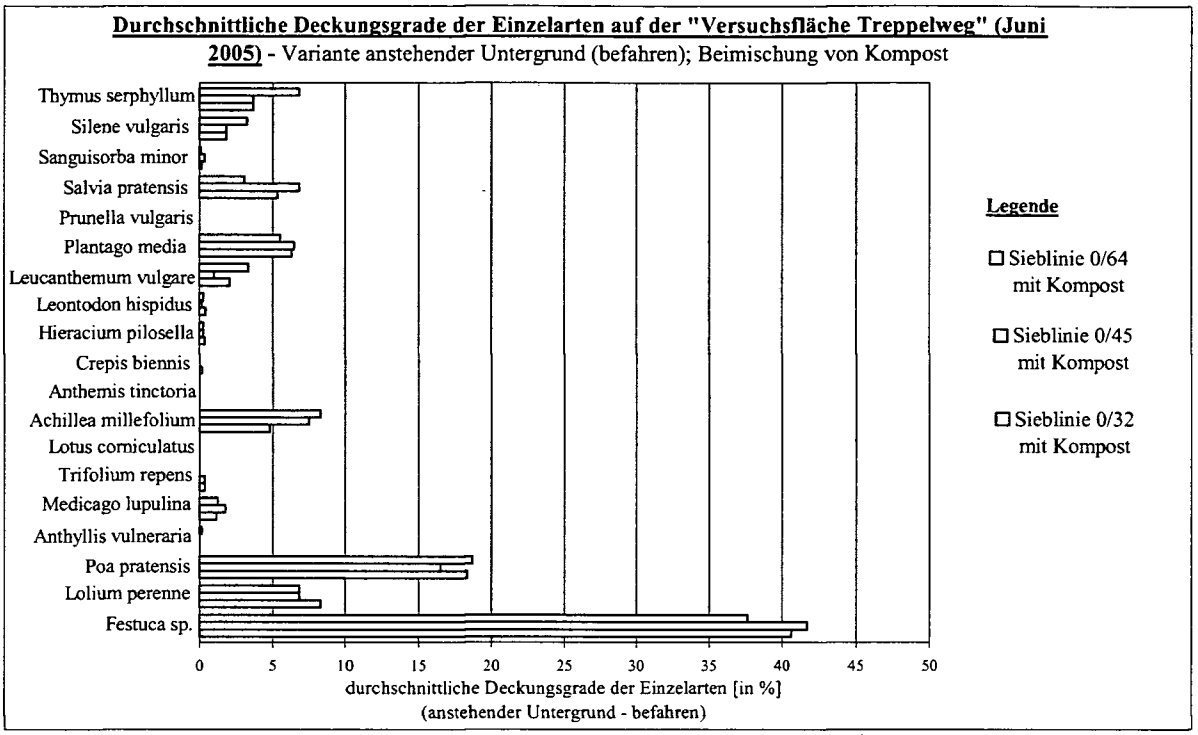


Abbildung 131: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (befahren); Beimischung von Kompost

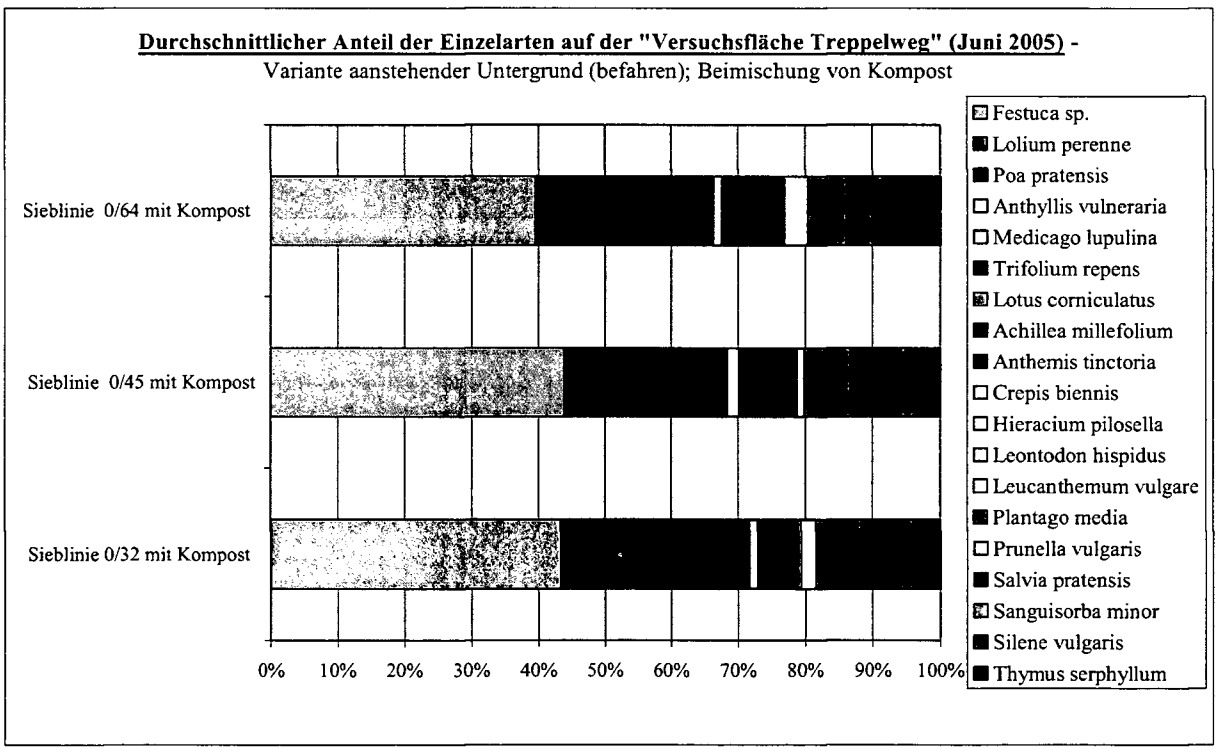


Abbildung 132: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (befahren); Beimischung von Kompost

Variante „anstehender Untergrund (unbefahren)“

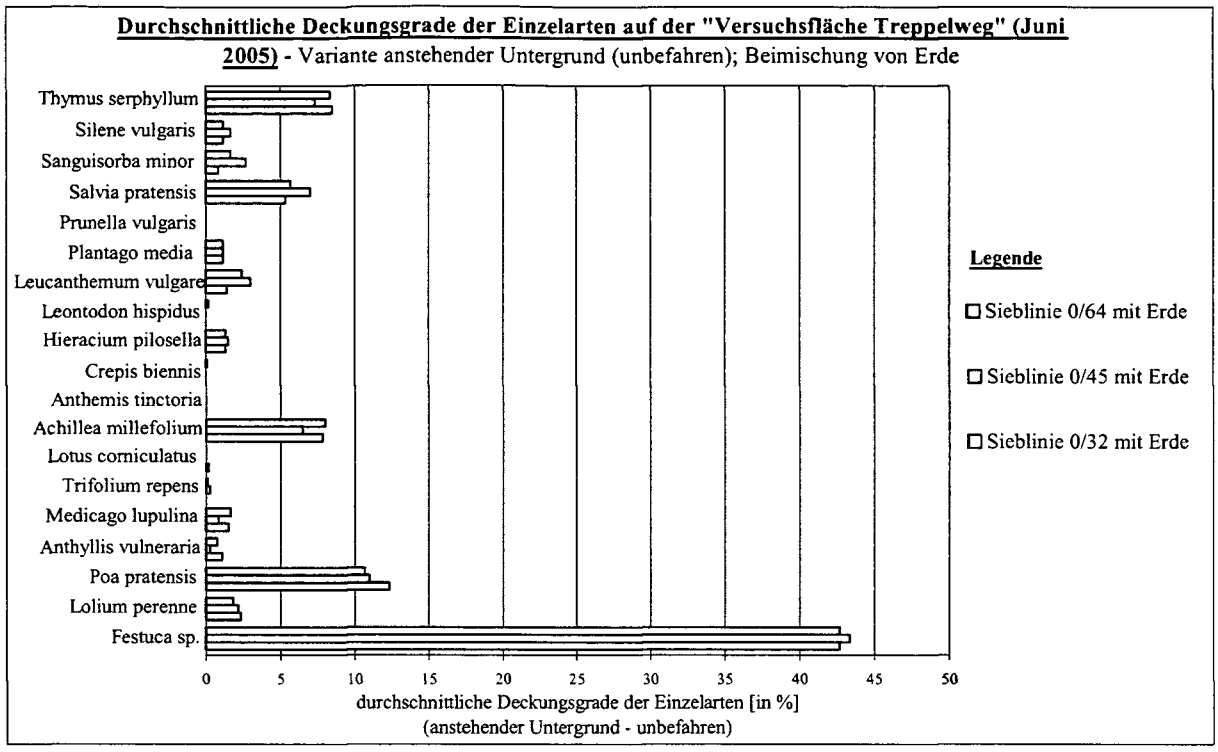


Abbildung 133: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (unbefahren); Beimischung von Erde

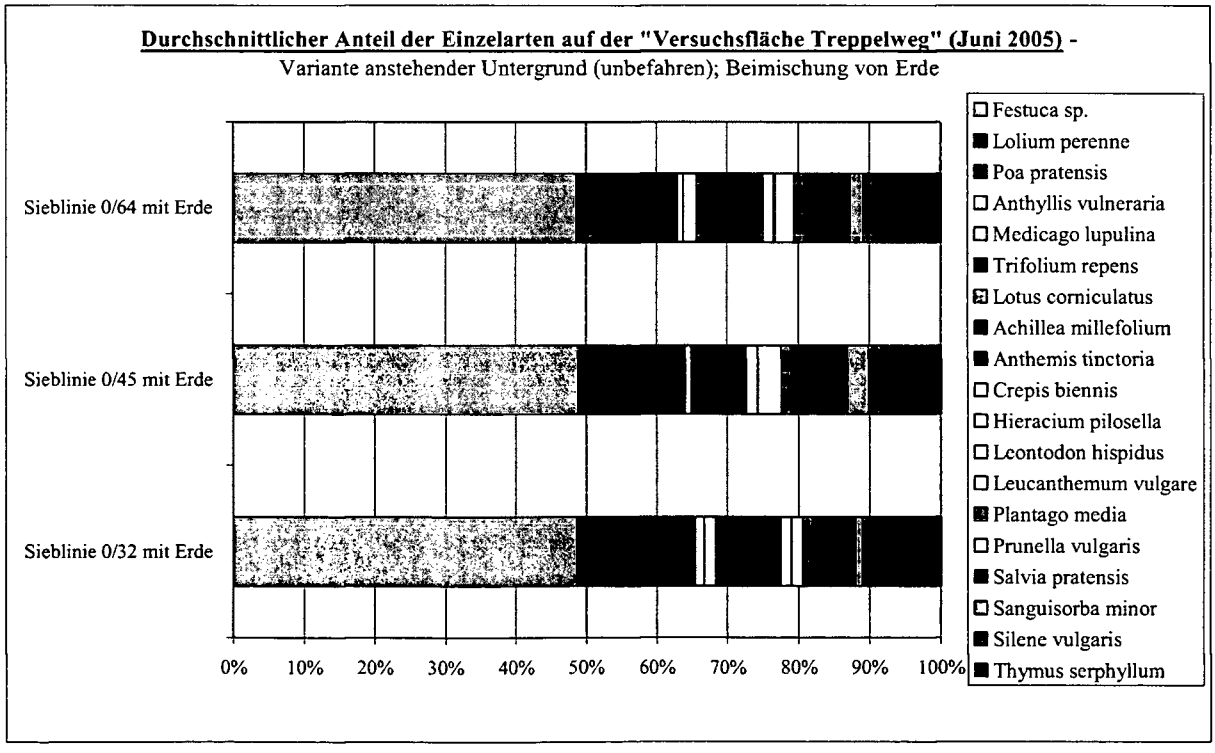


Abbildung 134: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg“ (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (unbefahren); Beimischung von Erde

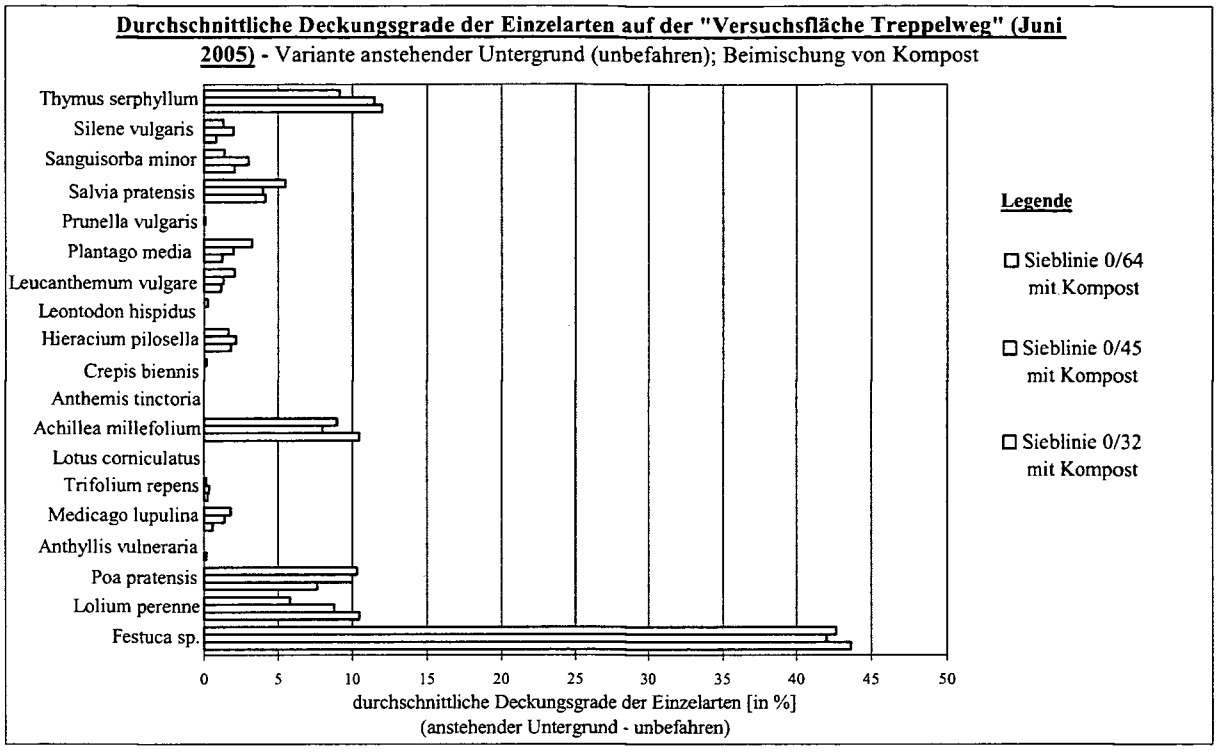


Abbildung 135: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (unbefahren); Beimischung von Kompost

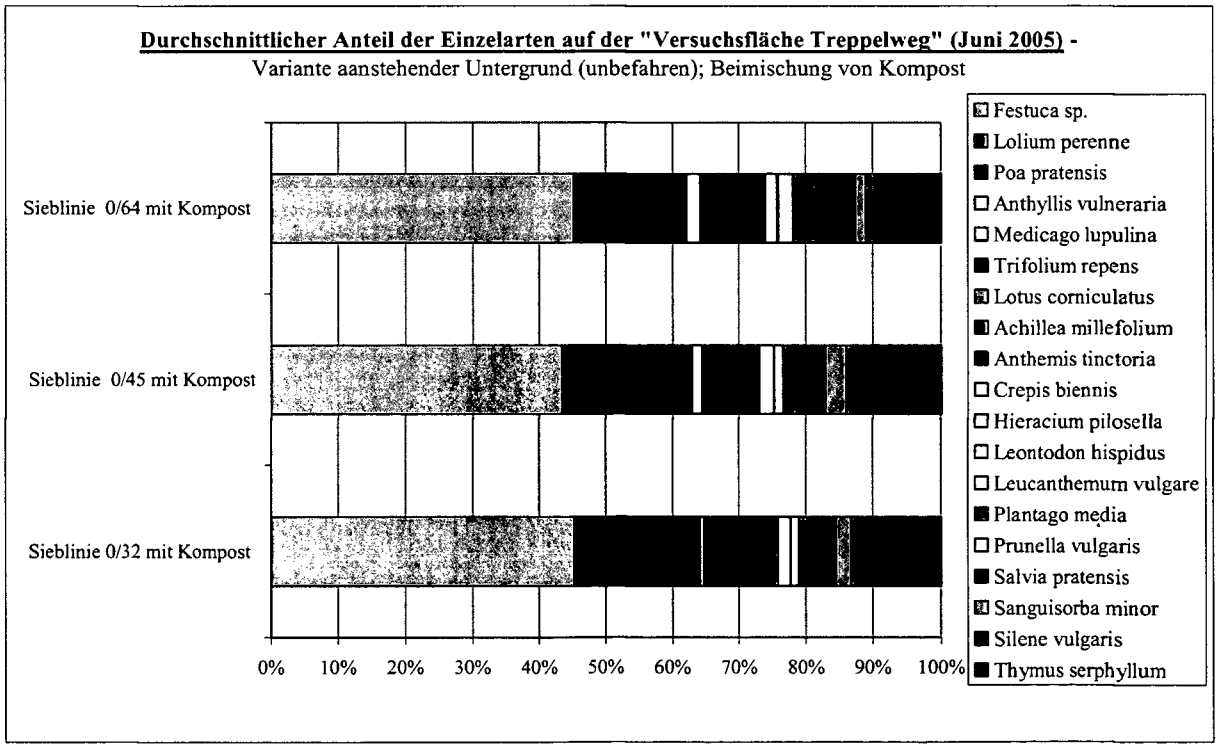


Abbildung 136: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten auf der „Versuchsfläche Treppelweg" (Juni 2005) – Variante anstehender Untergrund (unbefahren); Beimischung von Kompost

7.2.2.2 Entwicklung der Einzelarten – Auswertung des Standortes „Parkplatz Segelhafen“

Am „Parkplatz Segelhafen“ stellen die Balkendiagramme den durchschnittlichen Deckungsgrad der Einzelarten auf den Versuchsfeldern der Korngrößen 0/32, 0/45 und 0/64 dar. Unterschieden wird dabei zwischen der angesäten Gräser-Kräuter-Saatgutmischung sowie der reinen Gräser-Mischung auf den Varianten „ausgetauschter Untergrund“ und „anstehender Untergrund“.

„Variante ausgetauschter Untergrund“

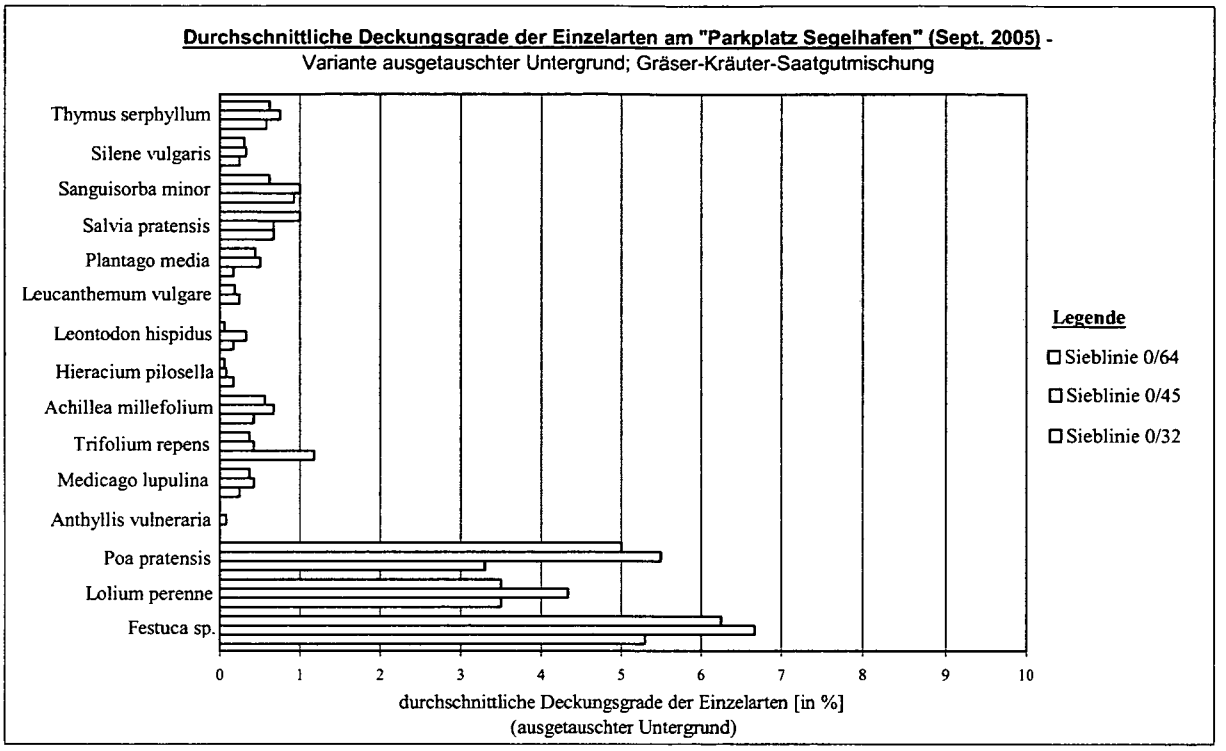


Abbildung 137: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen“ (Sept. 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund; Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

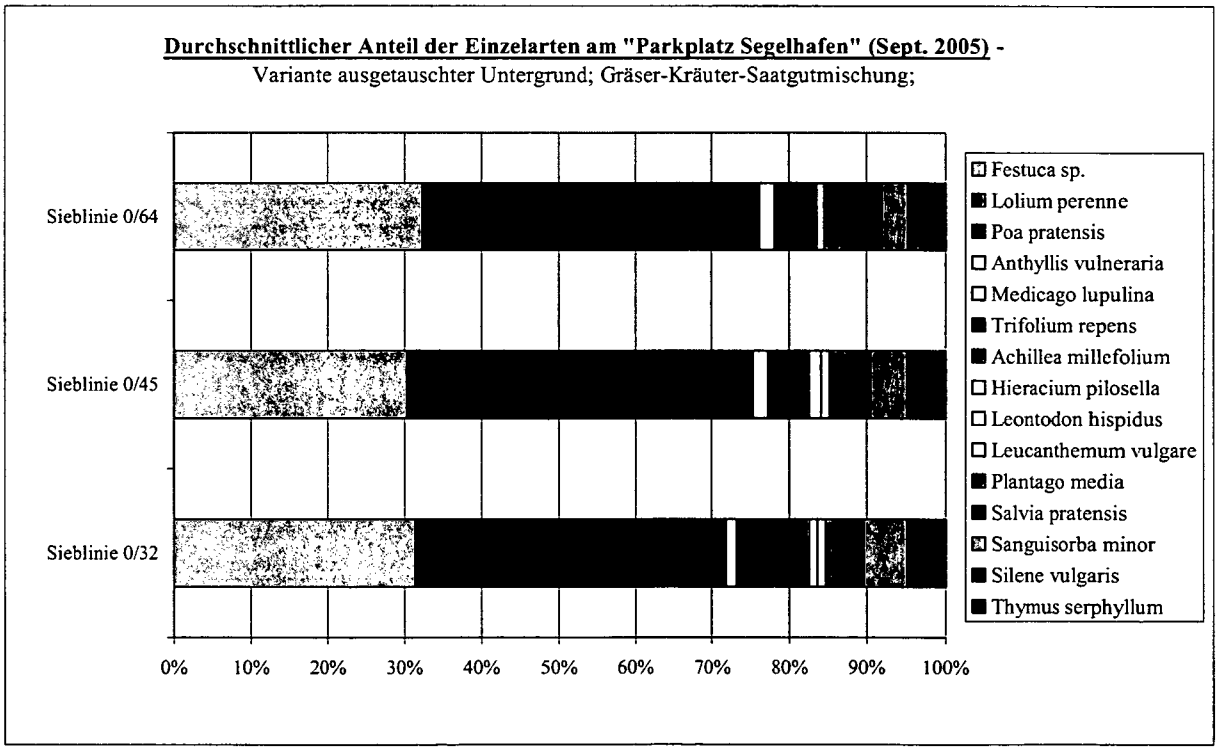


Abbildung 138: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen“; (Sept. 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund; Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

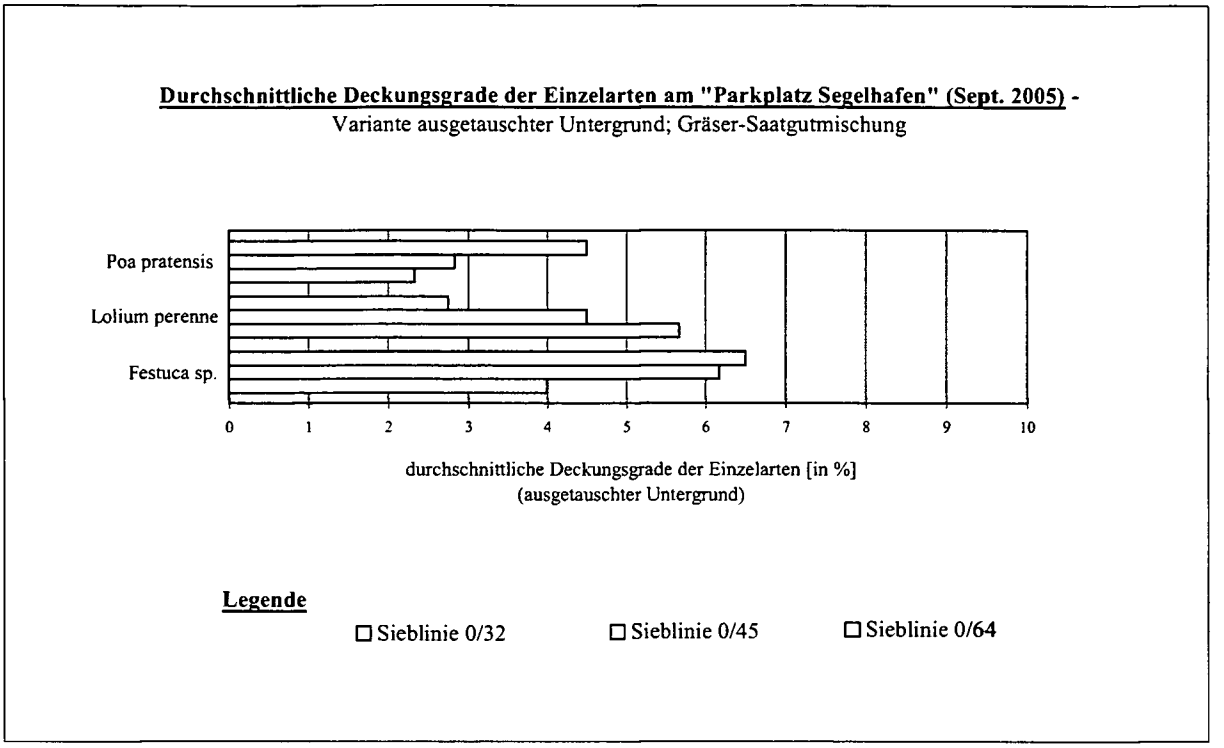


Abbildung 139: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen" (Sept. 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund; Gräser -Saatgutmischung

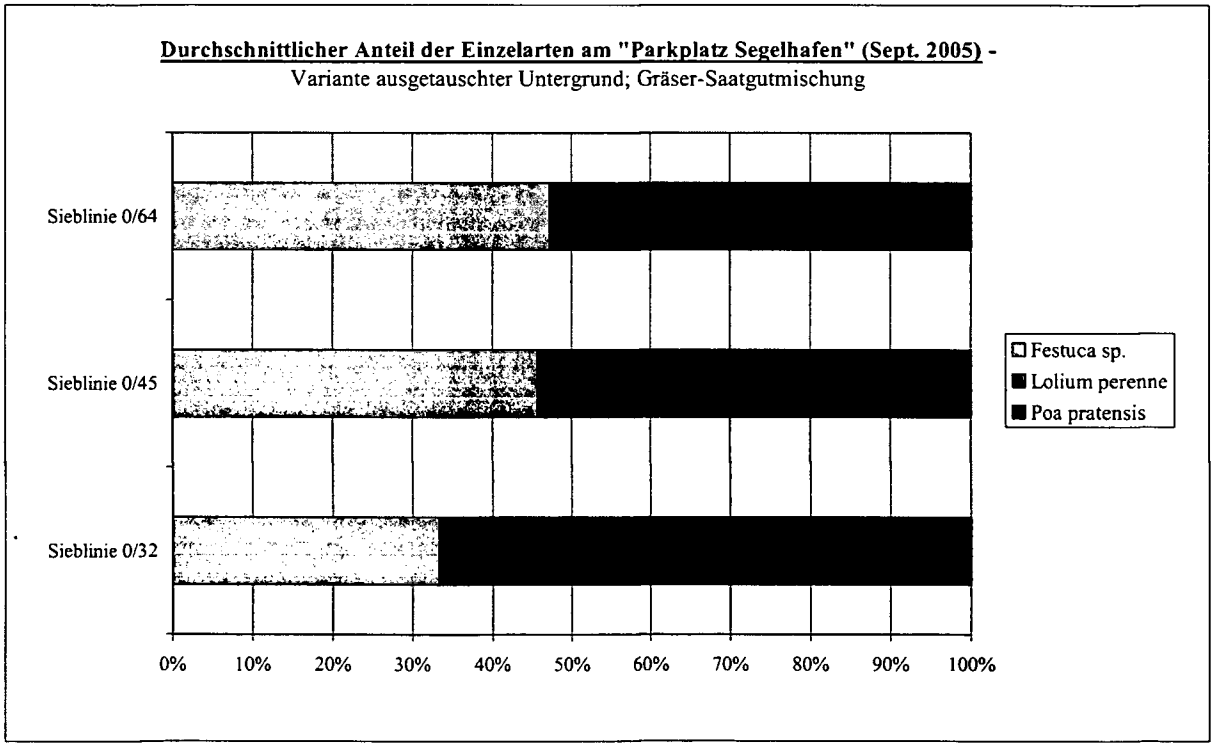


Abbildung 140: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen"; (Sept. 2005) – Variante ausgetauschter Untergrund; Gräser--Saatgutmischung

„Variante anstehender Untergrund“

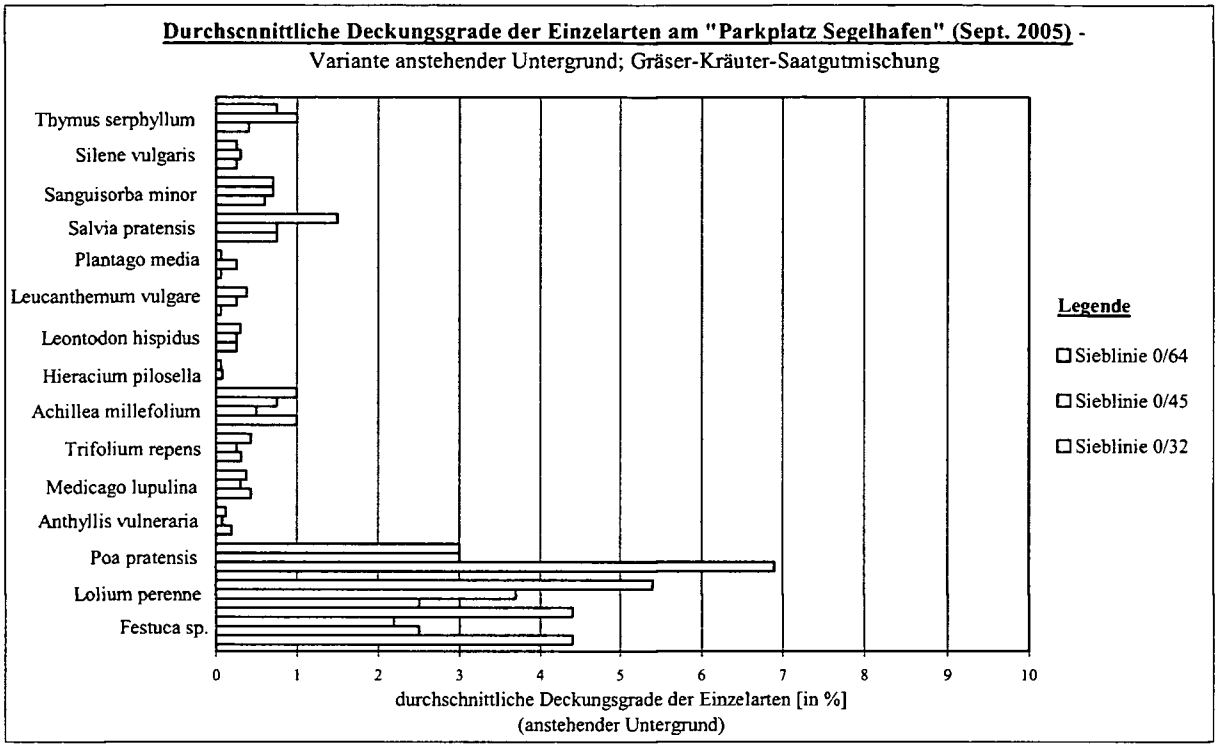


Abbildung 141: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen“ (Sept. 2005) – Variante anstehender Untergrund; Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

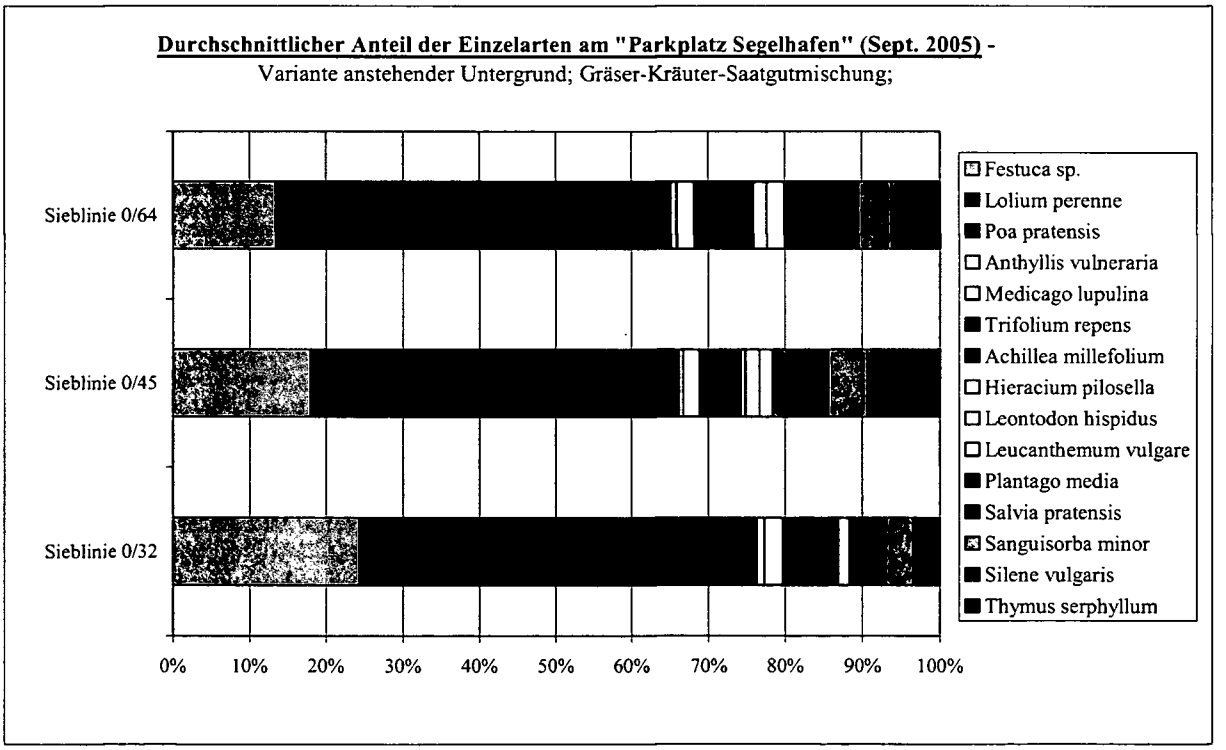


Abbildung 142: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen“; (Sept. 2005) –Variante anstehender Untergrund; Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

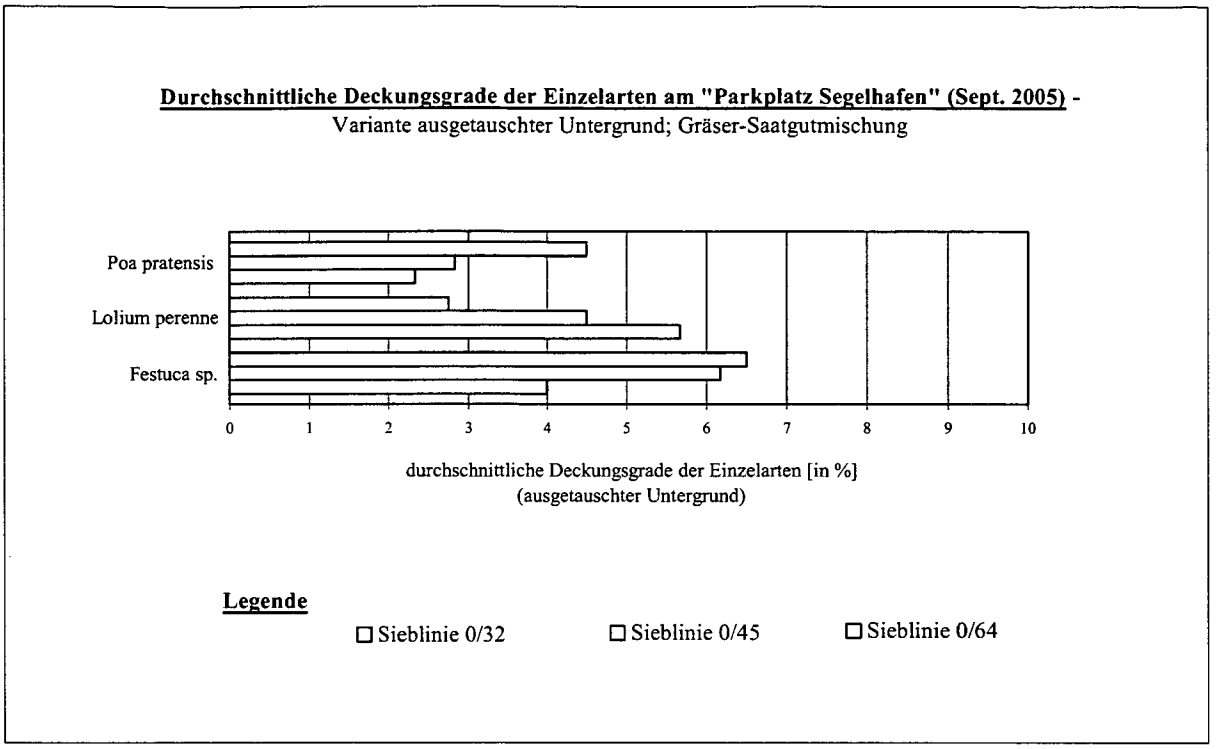


Abbildung 143: Durchschnittliche Deckungsgrade der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen" (Sept. 2005) – Variante anstehender Untergrund; Gräser- Saatgutmischung

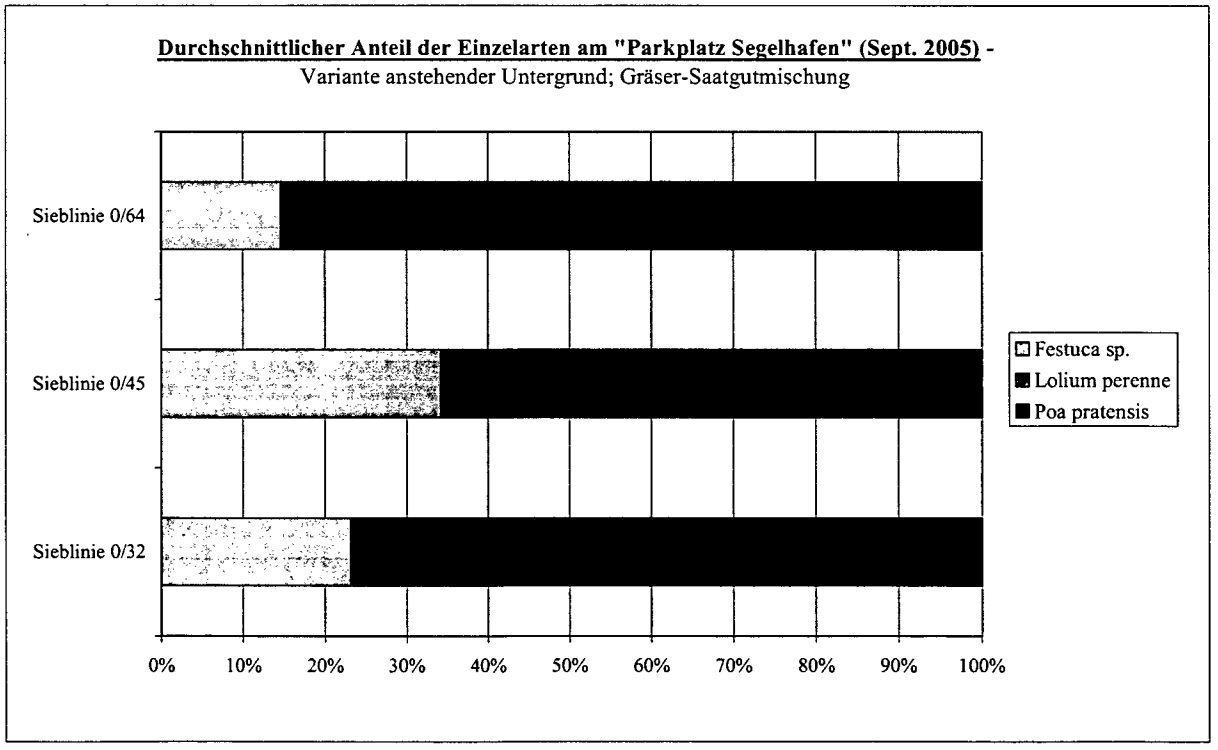


Abbildung 144: Durchschnittlicher Anteil der Einzelarten am „Parkplatz Segelhafen"; (Sept. 2005) –Variante anstehender Untergrund; Gräser-Saatgutmischung

8 AUSBLICK

8.1 AUSBLICK FÜR DEN STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS

Der Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus eignet sich auch in Zukunft aufgrund der optimalen Lage und der regelmäßigen Benützung hervorragend für Schotterrasenversuche unter realitätsnahen Bedingungen.

Vegetationstechnik

Im kommenden Jahr sind ausführliche Vegetationsaufnahmen erstrebenswert, um die Entwicklung der Einzelarten unter praxisnahen Bedingungen zu überprüfen. Zudem würde die Aufnahme der Gesamtdeckungsgrade auf den einzelnen Parkstreifen einen Vergleich mit der Situation vor den Sanierungsmaßnahmen ermöglichen und so etwaige vegetationstechnische Verbesserungen aufzeigen.

Um die Auswirkungen der Nutzungseinflüsse auf den Pflanzenbestand beschreiben zu können, wäre es am Standort Schwackhöfer-Haus vorteilhaft, die Intensität und Frequenz der Beparkung zu ermitteln und anschließend in die Auswertung der Vegetationsaufnahmen miteinzubeziehen. Um die konkreten Folgen der Beparkung auf die Vegetation beschreiben zu können, ist vor allem ein Vergleich zwischen beparkten und unbeparkten Flächen anzustreben – zu diesem Zweck wäre ein Monitoring mittels Videoüberwachung sinnvoll.

Da die Stärke der Vegetationstragschicht am Standort Schwackhöfer-Haus lediglich 10 cm beträgt, sind auch Aufnahmen der Durchwurzelungsintensität und -tiefe in den kommenden Jahren durchaus interessant.

Geotechnik

Am Schotterrasenparkplatz Schwackhöfer-Haus wurden die Parameter der Tragfähigkeit, der Korngrößenverteilung und der Wasserdurchlässigkeit ermittelt. Ergänzend zu dieser Versuchsreihe würde sich in nächster Zeit die Bestimmung der Bodendichte anbieten.

Zusätzliche Aufgaben liegen in der weiteren Beobachtung der Wasserdurchlässigkeit und der Tragfähigkeit.

Pflegemaßnahmen

Weiters besteht an diesem Standort die Möglichkeit, Pflegemaßnahmen wie z.B. die winterliche Betreuung eines Schotterrasenparkplatzes in der Praxis zu testen. Dabei sind Versuche zur Schneeräumung ebenso notwendig wie Untersuchungen zur Glättebekämpfung – zu prüfen sind die Schneebeseitigung mittels Schneeschild bzw. Schneefräse sowie der Einsatz alternativer Streumittel.

8.2 ABSCHLIEßENDER ALLGEMEINER AUSBLICK

Wie jene, im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Recherchen und Feldversuche gezeigt haben, müssen auch in Zukunft weiterhin Nachforschungen angestellt werden, um die Schotterrasenbauweise zu optimieren. Schotterrasenflächen bringen zwar zahlreiche Vorteile mit sich, beinhalten jedoch nach wie vor Problemzonen bzw. Unsicherheitsfaktoren, die es in Zukunft zu beseitigen gilt. Das Entwicklungspotential dieser ökologisch wertvollen Bauweise scheint somit noch nicht vollständig ausgereift zu sein.

Wie sich im Rahmen der Nachforschungen gezeigt hat, existieren sehr häufig deutliche Unterschiede zwischen Theorie und Praxis. So reichen beispielsweise die theoretischen Grundlagen oft nicht aus, um ein Produkt in der Praxis problemlos einsetzen zu können. Demnach wäre es besonders erstrebenswert, den Schotterrasen in Zukunft vermehrten Praxistests zu unterziehen. So ist es im Zuge einer realitätsnahen Anwendung möglich, Mängel zu erkennen und in weiterer Folge Lösungsvorschläge für den Bau zukünftiger Flächen aus Schotterrasen zu entwickeln.

Zudem wird es in Zukunft notwendig sein, die Attraktivität von Schotterrasenflächen zu steigern, um das vorhandene Potential vollständig ausschöpfen zu können. So gilt es Politiker, Konsumenten, Planer und ausführende Unternehmen von der Wichtigkeit und vor allem der Funktionstüchtigkeit dieser alternativen Bauweise zu überzeugen.

Wie die kritische Betrachtung des Themas „Schotterrasen“ zeigt, muss in nächster Zeit noch viel Arbeit in Forschung und Entwicklung investiert werden. Dennoch besitzt der Schotterrasen das Potential, in Zukunft eine entscheidende Rolle im Umweltschutz zu spielen...

9 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

Die Diplomarbeit wurde auf Basis folgender Unterlagen erstellt:

9.1 LITERATUR

AUSTROSCHNEE (AS), 2004:
Streumaterial und Verkehrssicherheit auf Fußwegen.
Merkblatt der Firma AUSTROSCHNEE

AUSTROSCHNEE (AS), 2005:
Arten, Eigenschaften, Einsatzbereich abstumpfender Streumittel.
Unterlagen der Firma AUSTROSCHNEE

ATTESLANDER, P.; 2000:
Methoden der empirischen Sozialforschung.
9. neu bearbeitete Auflage, Walter de Gruyter, Berlin & New York

BABIAK, U.; 1999:
Effektive Suche im Internet – Suchstrategien, Methoden, Quellen.
3. aktualisierte und erweiterte Auflage, O'Reilly Verlag, Köln

BALASCH, W.; 1988:
Die Anwendung von Auftausalzen und deren mögliche Alternativen.
Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen

BEUTH, A. u. BEUTH, M.; 2001:
Lexikon Bauwesen.
Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart, München

BEHM, R. u. KESSLER, W.; 1971:
Schäden an Fichten und Kiefern infolge der Winterbehandlung von Straßen mit Chloridlösung.
Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR 25 (10), 211-216

BLUM, W. E. H.; 1992:
Bodenkunde in Stichworten.
5.revidierte und erweiterte Auflage, Ferdinand Hirt in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin / Stuttgart

BLUME, H.-P.; 2004:
Handbuch des Bodenschutzes.
3.Auflage, ecomed verlagsgesellschaft

BORGWARDT, S.; 2000:
Bodenverdichtung – Grundlagen, Geräte, Prüfverfahren.
Verlag moderne Industrie, Landsberg / Lech

BÖTTGER, M.; 1996:
Einführung ökologischer Produkte: Timing-Strategien – dargestellt am Beispiel der Automobilindustrie.
Verlag Wissenschaft & Praxis Dr. Brauner GmbH, Sternenfels - Berlin

BROD, H.-G., 1993:
Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt.
Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik; Heft 2

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e.V. (Hrsg.); September 1990:
DIN 18 917, „Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten".
Beuth Verlag, Berlin

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e.V. (Hrsg.); Juli 1991:
18 035 Teil 4, „Sportplätze – Rasenflächen".
Beuth Verlag, Berlin

DIEKMANN, A.; 2002:
Empirische Sozialforschung – Grundlagen, Methoden, Anwendungen.
8. Auflage, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg

DROZDOWSKI, I.; 2006:
Untersuchungen zu den Auswirkungen des Besucherdrucks Erholungssuchender auf die Vegetation und ausgewählte Faunenelemente von Trockenrasen am Beispiel der Perchtoldsdorfer Heide (NÖ).
Not published

ECKL, P.; RAMHARTER B.; 2006:
Leinen Los! Hundefreiräume in der Stadt.
Diplomarbeit am Institut für Landschaftsarchitektur, Universität für Bodenkultur, Wien

FEIL, E.; 2001:
Werkvertrag – Vertragsgestaltung, Gewährleistung und Schadenersatz.
Linde Verlag Wien, Ges.m.b.H, Wien

FLICK, U.; 2005:
Qualitative Sozialforschung – Eine Einführung.
3.Auflage, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg

FLORINETH, F.; 2004:
Pflanzen statt Beton – Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik..
Patzer Verlag, Berlin-Hannover

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS VERKEHRS- UND STRASSENWESEN (FGSV); Arbeitsgruppe „Steinstrassen und Steinmaterial", Arbeitsausschluss „Prüfungen"; Ausgabe September 1997:
RVS 11.062, Blatt 15, Baudurchführung, Grundlagen, Prüfverfahren, Steinmaterial.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU e.V. (FLL); 2000:
Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen aus Schotterrasen.
Bonn

FRIEDRICHS, J.; 1990:
Methoden empirischer Sozialforschung.
14.Auflage, Westdeutscher Verlag, Opladen

GALABAU JOURNAL, 2005:
Schotterrasen.
Ausgabe 3, Seite 8 - 10

GANDERT, K.-D. u. BURES, F.; 1991:
Handbuch Rasen.
1.Auflage, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

GANDERT, K.-D.; 1960:
Rasen – Bedeutung, Anlage, Pflege.
Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

GARTNER, H. u. MEZERA, K.; 1999:
Baumängel: wie man sie erkennt, wie man sie beseitigt, wie man ihre Folgen lindert, wie man sie verhindert; ein Leitfaden für Häuselbauer und Wohnungskäufer.
Wirtschaftsverlag Carl Ueberreuter, Wien/Frankfurt

GRUBBER, A.; 1993:
Streusalze im Winterdienst.
Forschungsauftrag 24/89 auf Antrag der schweizerischen Straßenfachleute

HAAS, M. u. SCHILD, I.; 2003:
Vegetationsentwicklung und geotechnische Eigenschaften verschiedener Aufbauten von Schotterrasen in Wien.
Diplomarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien

HALBWIDL, R.; 2004:
Landschaft_Bild. Wie wirken sich unterschiedliche Landschaftsbilder auf die Befindlichkeit der Menschen aus?
Diplomarbeit am Institut für Freiraumgestaltung, Universität für Bodenkultur, Wien

HÄCKEL, H.; 1999:
Meteorologie.
4.Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

HOLZNER, W.; HORVATIC, E.; KÖLLNER, E.; KÖPPL, W.; POKORNY, M.; SCHARFETTER, E.; SCHRAMAYR, G.; STRUDL, M.; 1986:
Österreichischer Trockenrasenkatalog – „Steppen", „Heiden", Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung.
Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz Band 6, Druck- und Verlagshaus Styria, Graz

HUBER, M.; 2003:
Ökologische Produktauszeichnung und ihr Einfluss auf nachhaltigen Konsum – Erarbeitung von Kriterien für umweltverträgliche Produkte als Bewertungsgrundlage und als Entscheidungshilfe für Konsumenten.
Diplomarbeit am Institut für Konstruktionslehre und Fördertechnik, Technische Universität, Wien

KARMASIN, M. u. RIBING, R.; 2002:
Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten – Ein Leitfaden für Haus-, Seminar- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen.
3. Auflage, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien

KIANG, Y. T; 1974:
Response of roadside grasses to de-icing salt.
Canadian Journal of Plant Science 54, 575-577

KRAPFENBAUER, A. u. GLATZEL, G.; 1974:
Die Schädigung von Bäumen durch Auftausalze.
Bodenkultur 25 (1), 54-62.

KUTSCHERA, L.; 1960:
Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen.
DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

LARCHER, W.; 1994:
Ökophysiologie der Pflanzen: Leben, Leistung und Stressbewältigung der Pflanzen in ihrer Umwelt.
5. völlig neu bearbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

LÄNGERT, S.; 2004:
Untersuchung vegetationstechnischer und geotechnischer Parameter zur Optimierung der Schotterrasenbauweise.
Diplomarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Universität für Bodenkultur, Wien

LERCH, G.; 1991:
Pflanzenökologie.
1.Auflage, Akademie Verlag GmbH, Berlin

MEYER, H.; ZENTEK, J.; 1998:
Ernährung des Hundes – Grundlagen – Fütterung – Diätetik.
3. neu bearbeitete Auflage, Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien

MORITZ, K.; 1999:
Umweltauswirkungen abstumpfender Streustoffe im Winterdienst.
Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 66

MÜCKENHAUSEN, E.; 1993:
Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen.
4. ergänzte Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON); Ausgabe 1. Nov. 1978:
ÖNORM B 4400, Bodeklassifikation für bautechnische Zwecke und Methoden zum Erkennen von Bodengruppen.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON); Ausgabe 1.Juli 1974:
ÖNORM B 4412, Erd- und Grundbau, Untersuchung von Bodenproben, Korngrößenverteilung.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON); Ausgabe 1.Dezember 1979:
ÖNORM B 4417, Erd- und Grundbau, Untersuchung von Böden, Lastplattenversuch.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON); Ausgabe 1. Dez.. 1981:
ÖNORM B 4490, Erd- und Grundbau – Begriffe, Symbole und Einheiten.

PETER, N. K.; 2005:
Lexikon Bautechnik.
2. völlig neu bearbeite und erweiterte Auflage, C.F. Müller Verlag, Hüthig GmbH & Co, Heidelberg

PFEIFFER-VOGL, P. u. PITHA, U.; 2002:
Wege in der Gartenanlage Hellbrunn und im Kurpark Baden – Eine Untersuchung von Wassergebundenen Decken an historischen Wegeanlagen im Hinblick auf Bau- und Gesteinstechnik, Pflege und freiraumplanerische Qualitäten.
Diplomarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Universität für Bodenkultur, Wien

PREGL, O.; 1994:
Handbuch der Geotechnik – Wasser im Untergrund, Frost im Untergrund.
Band 9, Eigenverlag des Instituts für Geotechnik, Universität für Bodenkultur, Wien

ROTH, E. u. HEIDENREICH, K.; 1993:
Sozialwissenschaftliche Methoden – Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis.
3. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München - Wien

RUGE, U. u. STACH, W.; 1968:
Über die Schädigung von Straßenbäumen durch Auftausalz.
Angewandte Botanik 42, 69-77

SAUER, G.; 1967:
Über Schäden an der Bepflanzung der Bundesfernstraßen durch Auftausalze.
Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 19 (6), 81-96

SCHEFFER F.; SCHACHTSCHABEL, P.; 1998:
Lehrbuch der Bodenkunde.
14. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

SCHILDBERGER, A.; 1992:
Zur Problematik Staub und Pflanze – Experimentelle Untersuchungen über die Auswirkungen fluorhältiger Stäube auf Pflanzen.
Diplomarbeit am Zentrum für Umwelt- und Naturschutz, Universität für Bodenkultur, Wien

SCHWEIZER, E. W.; 1973:
10 Jahre Erfahrungen mit langsam- und kurzwachsenden Hydrosaat-Mischungen an Autobahn-Randzonen.
Rasen – Turf – Gazon 4 (3), 60-61

SCHULTE, W.; FRÜND, H. C.; SÖNTGEN, M.; GRAEFE, U.; RUSZKOWSKI, B.; VOGGENREITER, V.; WERITZ, N.; 1989:
Zur Biologie städtischer Böden – Beispielraum: Bonn-Bad Godesberg.
Geringfügig erweiterte Druckfassung des Forschungsberichtes: „Untersuchungen zur bodenökologischen Bedeutung von Freiflächen im Stadtbereich"; KILDA-Verlag F.Pölking, Greven, Deutschland

SKIRDE, W.; 1970:
Ergebnisse zur Salztoleranz von Gräsersorten.
Rasen – Turf – Gazon 1 (1), 12-14

SKIRDE, W.; 1979:
Ergebnisse zur Salztoleranz von Gräsern auf der Grundlage von Gefäß- und Freilandversuchen. I. Salztoleranz von Arten und Sorten.
Zeitschrift für Vegetationstechnik 2 (3), 107-113

SKIRDE, W.; 1979:
Ergebnisse zur Salztoleranz von Gräsern auf der Grundlage von Gefäß- und Freilandversuchen. II. Salztoleranz von Gräsern auf verschiedenen Böden.
Zeitschrift für Vegetationstechnik 2 (4), 160-168

SPET, G.; o. A.:
Streumittel und deren Wirkung.
Vortragsunterlagen, Magistrat der Stadt Wien, MA 48

TILCH, H.; 1992:
Deutsches Rechts-Lexikon.
Band drei, zweite Auflage, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München

TÜRCK, R; 1990:
Das ökologische Produkt: Eigenschaften, Erfassung und wettbewerbsstrategische Umsetzung ökologischer Produkte.

Verlag Wissenschaft & Praxis Dr. Brauner GmbH, Ludwigsburg

VOSS, R.; 1986:
Die Bodeverdichtung im Verkehrswege-, Grund- und Dammbau.
6. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Werner-Verlag GmbH, Düsseldorf

WENTZEL, K. F.; 1973:
Salzstaub- und Salzspritzwasserschäden an Straßenrändern.
Forst- und Holzwirt 28 (22), 445-449

WESTING, A. H.; 1969:
Plants and salt in the roadside environment.
Phytopathology 59 (9), 1174-1181

WORMUTH, R. u. SCHNEIDER, K.-J.; 2000:
Baulexikon.
1.Auflage, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin

WÖBSE, H.-H.; 2002:
Landschaftsästhetik.
Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

ZEH, H.; 1986:
Bau durchlässiger und bewachsener Plätze.
Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 50, Bundesamt für Umweltschutz, Bern

ZULAUF, R.; 1966:
Die Pflanzen und ihre Salztoleranzstufen.
Straße und Verkehr 52 (12), 601-605Verlag

9.2 INTERNETQUELLEN

ADAC, 2007:
http://www.adac.de/
Homepage des ADAC, letzter Zugriff: März 2007

AUSTROSCHNEE (AS), 2007:
http://www.austroschnee.at/
Homepage der Firma Austroschnee, letzter Zugriff: März 2007

BIOLOGIE, DE., 2007:
http://www.biologie.de/biowiki/Staub#Staubarten
letzter Zugriff : April 2007

BKA/RIS, 2005:
http://www.ris.bka.gv.at/bundesrecht/
Homepage des Rechtsinformationssystems des Bundes (RIS) zur Verfügung gestellt vom österreichischen Bundeskanzleramt (BKA), letzter Zugriff: September 2005

DIN, 2007:
http://www.normung.din.de/
Homepage des Deutschen Instituts für Normung (DIN), letzter Zugriff: März 2007

FAUN KIRCHHOFF GRUPPE, 2006:
http://www.faun.com
Homepage der Firma Faun, letzter Zugriff: März 2006

FLL, 2007:
http://www.f-l-l.de/
Homepage der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL), letzter Zugriff: März 2007

HANSEGRAND, 2007:
http://www.hanspape.de/de/blaehton_neu.htm
Homepage der Firma HanseGrand, letzter Zugriff: März 2007

KUBOTA, 2007:
http://www.kubota.de/kommunal/index.php?page=g-serie&group=aufsitzmaeher
Homepage der Firma Kubota GmbH, letzter Zugriff: April 2007

LIAS ÖSTERREICH GesmbH, 2007:
http://www.liapor.com/at/winterstreu.php
Homepage Lias Österreich GesmbH, letzter Zugriff: März 2007

MA 48, 2006:
www.wien.gv.at/ma48/fuhrpark
Homepage der MA 48 (Abfallwirtschaft, Straßenreinigung, Fuhrpark), letzter Zugriff: März 2006

MEYERS LEXIKON ONLINE, 2007:
http://lexikon.meyers.de/meyers/Vitalit%C3%A4t
Homepage Meyers Lexikon online, letzter Zugriff: April 2007

M-U-T, 2006:
http://www.m-u-t.at/
Homepage der Firma M-U-T, letzter Zugriff: März 2006

ÖAMTC, 2007:
http://www.adac.de/
Homepage des ÖAMTC, letzter Zugriff: März 2007

ON, 2007:
http://www.on-norm.at/publish/home.html
Homepage des Österreichischen Normungsinstitutes (ON), letzter Zugriff: März 2007

SCHMIDT HOLDING, 2006:
http://www.schmidt-holding.com
Homepage der Schmidt Holding GmbH, letzter Zugriff: März 2006

STANGL REINIGUNGSTECHNIK GmbH, 2006:
http://www.stanglreinigung.at/
Homepage der Firma Stangl, letzter Zugriff: März 2006

www.google.com/.at (letzter Zugriff: 2007)
www.hundekot.at (letzter Zugriff: 2007)
www.natur-wien.at (letzter Zugriff: 2007)
www.wien.gv.at/ (letzter Zugriff: 2007)
http://www.wien.gv.at/stadtplan/ (letzter Zugriff: 2006)
www.wienweb.at (letzter Zugriff: 2007)

10 ANHANG

Der Anhang dieser Diplomarbeit ist in die folgenden drei Bereiche gegliedert: ANHANG – 10.1, ANHANG – 10.2 und ANHANG – 10.3. Sie beinhalten die Auflistung aller für die Diplomarbeit „Schotterrasen – Im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis“ relevanten Daten und sollen zur Vollständigkeit und Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit beitragen.

Der Abschnitt „ANHANG – 10.1“ beinhaltet sämtliche Hintergrundinformationen zu den durchgeführten Experteninterviews. In diesem Zusammenhang können alle befragten Firmen nachgeschlagen sowie Einsicht in den jeweiligen Gesprächsleitfaden und das Gesprächsprotokoll genommen werden.

Zur Veranschaulichung des Standortes Schwackhöfer-Haus werden zwei Übersichtspläne des Schotterrasenparkplatzes im „ANHANG – 10.2“ dargestellt.

„ANHANG – 10.3“ fasst schließlich sämtliche Datengrundlagen der – im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten – Feldversuche tabellarisch zusammen. Dabei erfolgt einerseits eine Beschreibung und Auflistung der Messergebnisse der dynamischen Lastplattenversuche, andererseits eine Beschreibung der Materialproben und Versuchsergebnisse der Siebanalysen sowie der Ausschüttversuche. Zudem können die im Zuge der Vegetationsaufnahmen erhobenen Daten nachgeschlagen werden.

10.1 BEFRAGTE FIRMEN, ABTEILUNGEN UND EXPERTEN

Kapitel 10.1 beschäftigt sich mit sämtlichen – im Rahmen der durchgeführten Experteninterviews – erstellten Unterlagen.

Alle Gesprächsleitfäden sowie die dazugehörigen Gesprächsprotokolle liegen allerdings lediglich in elektronischer Form vor. Auf Grund des Umfangs der Diplomarbeit wird an dieser Stelle auf eine Auflistung der Protokolle der einzelnen Interviews verzichtet. Bei Bedarf können diese jedoch im Ordner „ANHANG – 10.1" auf der beiliegenden CD nachgeschlagen werden.

Im Anschluss folgt nun eine Danksagung an jene Experten, Firmen bzw. zuständigen Stellen, die zu den jeweiligen Fachthemen befragt wurden (vgl. Tab. 36). Diese Maßnahme soll einerseits einen groben Überblick verschaffen und ist andererseits als Dank für die Mithilfe gedacht. Durch ihre Kooperationsbereitschaft sowie zahlreiche fachliche Auskünfte und Informationen haben die aufgelisteten Betriebe, Abteilungen und Personen einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen dieser wissenschaftlichen Arbeit geleistet.

Die nachfolgenden Tabellen (vgl. Tab. 36 & Tab. 37) beinhalten jeweils zwei Spalten, wobei die linke Hälfte das jeweilige Unternehmen (in alphabetischer Reihenfolge) und die rechte Hälfte die dazugehörige Homepage als mögliche Kontaktadresse enthält.

DANKSAGUNG AN ALLE - IM RAHMEN DIESER DIPLOMARBEIT - KOOPERATIVEN & HILFSBEREITEN BETRIEBE, ABTEILUNGEN & EXPERTEN - TEIL I	
[illegible]	[illegible]
AUSTROSCHNEE	http://www.austroschnee.at
BERGER - Kräne - Stapler - Kommunal- und Industriemaschinen	http://www.berger-maschinen.at
Berliner Stadtreinigungsbetriebe	http://www.bsr-online.de/bsr/html/index.htm
DANNINGER Kommunalmaschinen	http://www.dannkomm.at
Deutsches Institut für Normung	http://www2.din.de
DROZDOWSKI IRENE - Biosphärenpark Wienerwald (Bereich Naturschutz & Forschung)	/ (*)
EDER Kommunalmaschinen GmbH	http://www.eder-kommunalmaschinen.de
FAUN Umwelttechnik GmbH& Co. KG	http://www.faun.com
GRÜN, Karl	karl.gruen@on-norm.at
Landeshauptstadt München - Baureferat Gartenbau	http://www.muenchen.de/Rathaus/bau/wir/garten/38930/index.html
MA 42 der Stadt Wien (Das Wiener Stadtgartenamt)	http://www.wien.gv.at/ma42/index.htm#P0
MA 48 der Stadt Wien (Straßenreinigung)	http://www.wien.gv.at/ma48/reinigung/index.htm
M-U-T Maschinen-Umwelttechnik-Transportanlagen GmbH	http://www.m-u-t.at
ÖAMTC Rechtsberatung	http://www.oeamtc.at
Österreichisches Normungsinstitut	http://www.on-norm.at/publish/2024.html
SCHMIDT Holding GmbH	www.schmidt-holding.com
Stadt Berlin - Bezirksämter	http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/verwaltungen/de/gartenaemter/gruenanlagen/index.shtml
(*) ..... Kontaktmöglichkeit über Stephan Maslowski bei Bedarf vorhanden	

Tabelle 36: Danksagung an alle – im Rahmen dieser Diplomarbeit – kooperativen und hilfsbereiten Betriebe, Abteilungen, Experten

DANKSAGUNG AN ALLE - IM RAHMEN DIESER DIPLOMARBEIT - KOOPERATIVEN & HILFSBEREITEN BETRIEBE, ABTEILUNGEN & EXPERTEN - TEIL II	
[illegible]	[illegible]
Stadt Berlin - Ordnungsämter	http://www.berlin.de/verwaltungsfuehrer/ordnungsaemter
Stadt Salzburg - (Bauregie) bzw. Bürgerservice	http://www.stadt-salzburg.at/internet/buergerservice/p2_90054.htm
STANGL Reinigungstechnik GmbH	http://www.stanglreinigung.at
Veterinärmedizinische Uni Wien - Institut für Ernährung	http://www.vu-wien.ac.at/ernaehrung/content/index_ger.html
Wirtschaftsbetriebe der Stadt Graz - Geschäftsbereich Grünraum	http://www.graz.at/cms/ziel/312172/DE/

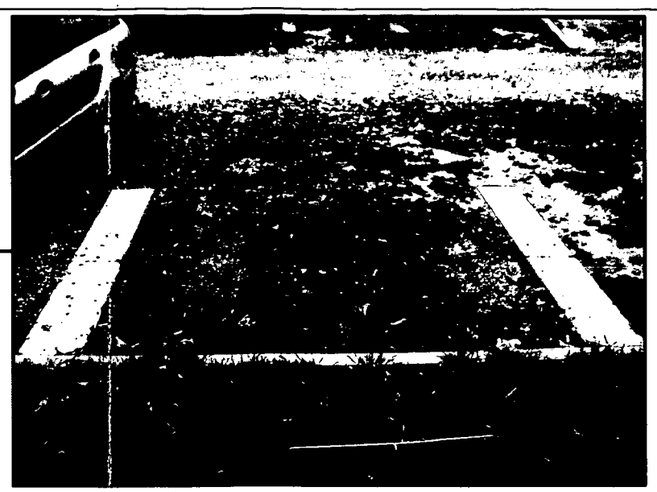
Tabelle 37: Danksagung an alle – im Rahmen dieser Diplomarbeit – kooperativen und hilfsbereiten Betriebe, Abteilungen, Experten

10.2 PLÄNE VOM SCHOTTERRASENPARKPLATZ AM STANDORT SCHWACKHÖFER-HAUS – BOKU WIEN

Die beiden nachfolgenden Seiten beinhalten zwei AutoCAD Pläne des Schotterrasenparkplatzes am Standort Schwackhöfer-Haus. Sie sollen einerseits zur Orientierung beitragen, andererseits die Zuordnung der Messstellen zu den durchgeführten Feldversuchen gewährleisten und die Entnahme der genauen Maße ermöglichen.

PLAN I veranschaulicht den Schotterrasenparkplatz am Standort Schwackhöfer-Haus inklusive seiner Zufahrtswege und Abstellflächen. Zudem kann dieser Darstellung u. a. die Einteilung in Asphalt-, Rasen- und Schotterrasenflächen entnommen werden. Weiters vermitteln zwei Fotos eine Vorstellung der realen Situation „vor Ort".

PLAN II verschafft hingegen einen Einblick in die genaue Strukturierung des Schotterrasenparkplatzes. Demnach kann diesem Plan z.B. die Beschriftung der drei Parkstreifen sowie die Nummerierung der einzelnen Abstellflächen entnommen werden und ermöglicht somit eine Zuordnung der einzelnen Messstellen zu den durchgeführten Versuchen (vgl. Kapitel 6.3). Weiters beinhaltet PLAN II die Bemaßung des Parkplatzes.



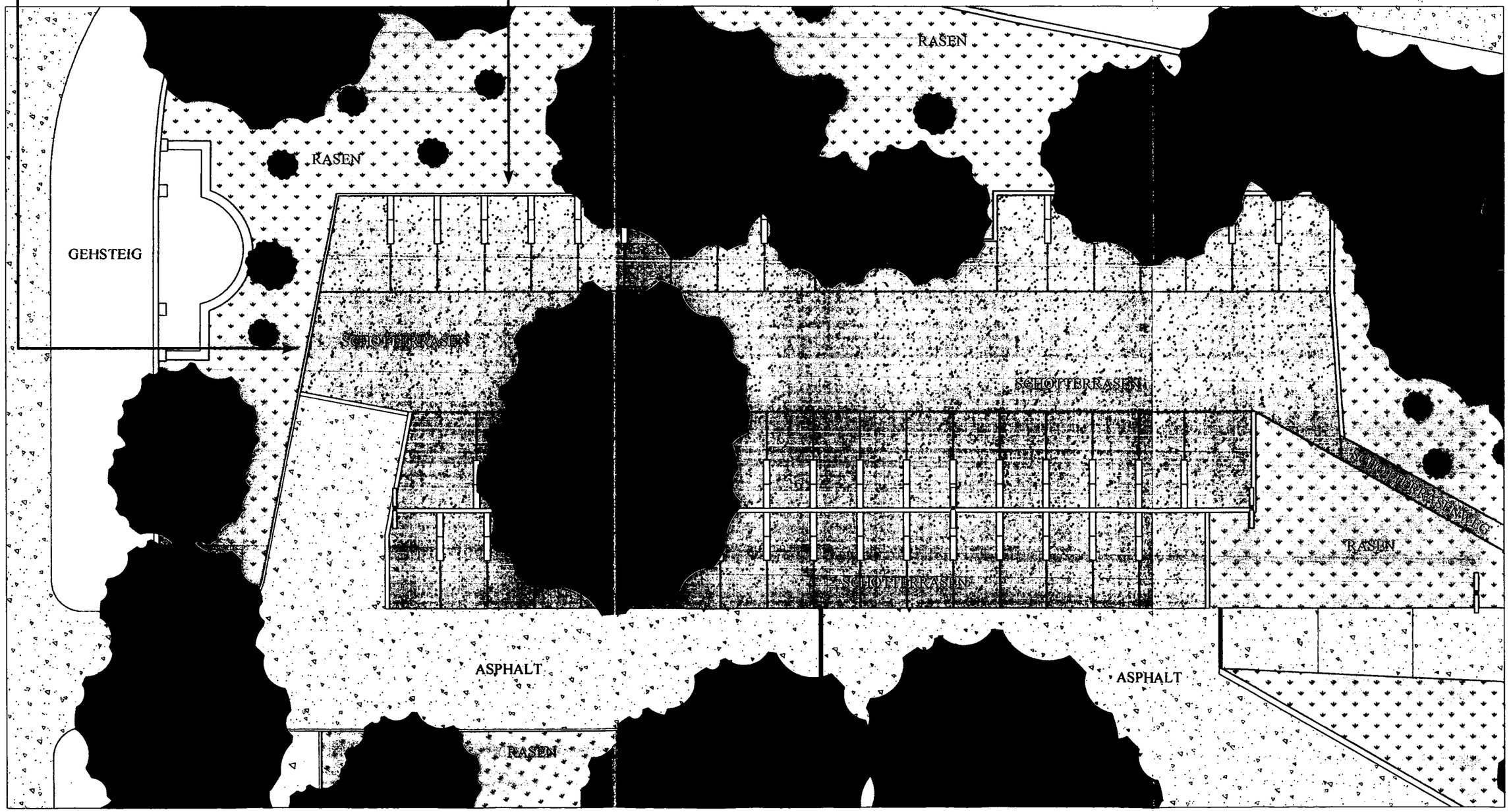
M 1:200

ANHANG - 10.2 / **PLAN I**

SCHOTTERRASENPARKPLATZ SCHWACKHÖFER-HAUS

Universität für Bodenkultur
1190 Wien, Peter-Jordan-Strasse 82

Verfasser: Maslowski Stephan
Datum: Juli 2006
Anmerkung:
- Plangrundlagen: *Architektengruppe BOKU* (SCHWALM-THEISS/GRESSENBAUER/ BOHRN)
- AutoCAD Datei zur Verfügung gestellt durch das TGM; Universität für Bodenkultur, Wien
- Plan I erstellt nach den oben angeführten Plangrundlagen sowie der AutoCAD Datei



Technische Informationen

- **Vegetationstragschicht alt:**
  - Material: Rundkorn 0/16
  - Schichtstärke: 10 cm
  - Saatgut: Gräser-Mischung
- **Vegetationstragschicht neu:**
  - Material: Kantkorn 0/45
  - Schichtstärke: 10 cm
  - Saatgut: Gräser-Kräuter-Mischung
- **Unterbau:**
  - Material: Kantkorn 0/63
  - Schichtstärke: 40 cm

Legende

Parkstreifen 1

Parkstreifen 2

Parkstreifen 3

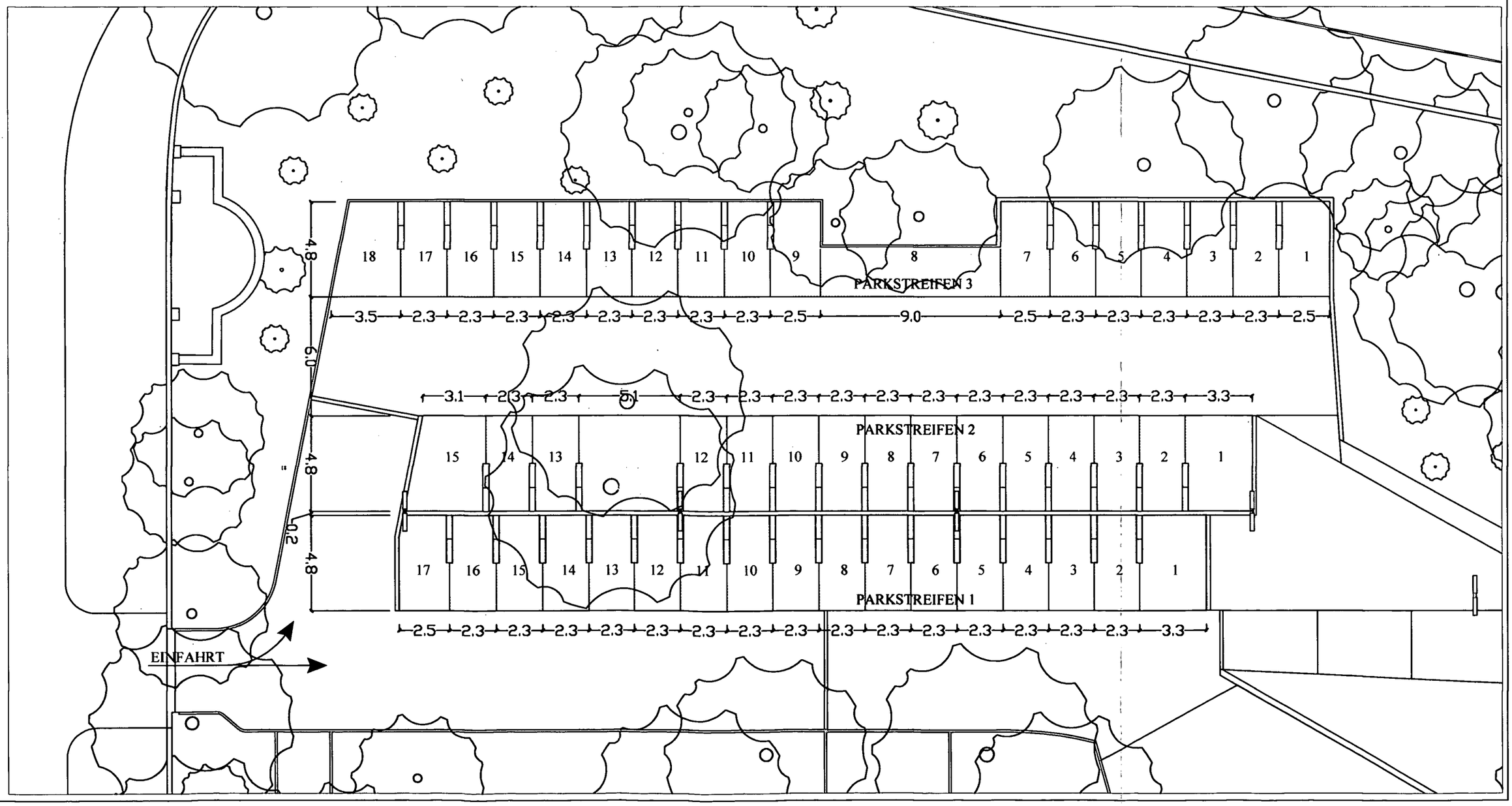
M 1:200

ANHANG - 10.2 / **PLAN II**

SCHOTTERRASENPARKPLATZ SCHWACKHÖFER-HAUS

Universität für Bodenkultur
1190 Wien, Peter-Jordan-Strasse 82

Verfasser: Maslowski Stephan
Datum: Juli 2006
Anmerkung:
- Plangrundlagen: *Architektengruppe BOKU* (SCHWALM-THEISS/GRESSENBAUER/ BOHRN)
- AutoCAD Datei zur Verfügung gestellt durch das TGM; Universität für Bodenkultur, Wien
- PLAN II erstellt nach den oben angeführten Pangrundlagen sowie der AutoCAD Datei



10.3 DATENGRUNDLAGEN (CD)

ANHANG – 10.3 beinhaltet sämtliche Datengrundlagen zu den durchgeführten Feldversuchen am Standort Schwackhöfer-Haus sowie alle im Zuge der Vegetationsaufnahmen erhobenen Werte der „Versuchsfläche Treppelweg“ und des „Parkplatzes Segelhafen“.

Die Tabellen mit den detaillierten Informationen über die einzelnen Versuchsreihen (dynamische Lastplattenversuche, Siebanalysen und Ausschüttversuche) und die Vegetationsaufnahmen (Gesamtdeckungsgrade und detaillierte Pflanzenaufnahmen) werden auf Grund des Umfangs der Diplomarbeit an dieser Stelle nicht näher angeführt. Die Daten sind in entsprechenden Dateien (Word-Dokument und Excel-Tabellen) im Ordner „ANHANG –10.3“ auf der beiliegenden CD zusammengefasst und stehen so bei Bedarf jederzeit zur Verfügung.