



DANKE!

ULI, BERNHARD, MARIO, FLORIN, JOHANNA, MARTINA, CLAUDIA, RENATE, DANI,
DORIS, HANNAH, FRANKY, BARBARA, MAMA, PAPA

Vorwort

Ich, Petra Haslgrübler erkläre, dass meine Ergebnisse, die in Diagrammen und Tabellen der vorliegenden Diplomarbeit angeführt sind, einen wichtigen Bestandteil des Endberichtes zum EU-Forschungsprojekt GREEN CONCRETE darstellen, in dem ich, Petra Haslgrübler innerhalb eines Jahres als Drittmittel Angestellte des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau maßgeblich mitgearbeitet habe.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	2
INHALTSVERZEICHNIS.....	3
ZUSAMMENFASSUNG	6
ABSTRACT	7
1 <u>EINLEITUNG</u>	8
1.1 PERSÖNLICHER ZUGANG ZUM THEMA	8
1.2 PROBLEMATIK VON VERSIEGELTEN FLÄCHEN	8
1.3 GREEN CONCRETE EU-FORSCHUNGSPROJEKT.....	9
1.4 WAS IST SCHOTTERRASEN?	11
1.5 ZIELSETZUNG.....	13
1.6 FORSCHUNGSFRAGEN.....	13
1.7 ÜBERBLICK DER DIPLOMARBEIT	14
2 <u>VERSUCHSSTANDORTE UND MATERIALEINSATZ.....</u>	15
2.1 ERFURT, THÜRINGEN, DEUTSCHLAND.....	16
2.1.1 SCHOTTERRASENMATERIALMISCHUNGEN ERFURT	17
2.1.2 ÜBERSICHTSPLANPLAN DER VERSUCHSFLÄCHE ERFURT	18
2.2 GOLDRAIN, SÜDTIROL, ITALIEN.....	19
2.2.1 SCHOTTERRASENMATERIALMISCHUNGEN GOLDRAIN	20
2.2.2 ÜBERSICHTSPLAN DER VERSUCHSFLÄCHE GOLDRAIN.....	21
2.3 VEITSHÖCHHEIM, WÜRZBURG, DEUTSCHLAND.....	22
2.3.1 SCHOTTERRASENMATERIALMISCHUNGEN VEITSHÖCHHEIM.....	23
2.3.2 ÜBERSICHTSPLAN DER VERSUCHSFLÄCHE VEITSHÖCHHEIM.....	24
2.4 WIEN, ESSLING, ÖSTERREICH	25
2.4.1 SCHOTTERRASENMATERIALMISCHUNGEN WIEN.....	26
2.4.2 ÜBERSICHTSPLAN DER VERSUCHSFLÄCHE WIEN	27
3 <u>SAATGUT</u>	28
3.1 BESCHREIBUNG DER VERWENDETEN GRÄSER UND KRÄUTER.....	28
3.2 GREEN CONCRETE GRÄSER-KRÄUTER-SAATGUTMISCHUNG.....	32

3.3	REGEL-SAATGUT-MISCHUNG 5.1 NACH FLL	34
3.4	KEIMFÄHIGKEITSPRÜFUNG	34
3.4.1	JACOBSEN-KEIMAPPARAT.....	34
3.4.2	KEIMBEDINGUNGEN.....	35
3.4.3	EINKEIMUNG	36
3.4.4	BEURTEILUNG DER KEIMLINGE	38
3.5	ERGEBNISSE DER KEIMFÄHIGKEITSPRÜFUNG	39
3.5.1	KEIMFÄHIGKEIT DES 1. KEIMVERSUCHS.....	39
3.5.2	KEIMFÄHIGKEIT DES 2. KEIMVERSUCHS.....	40
3.5.3	VERGLEICH DES 1. UND 2. KEIMVERSUCHS	41
3.5.4	KEIMFÄHIGKEIT DES 3. KEIMVERSUCHS.....	42
3.5.5	KURZFASSUNG DER ERGEBNISSE DER KEIMFÄHIGKEIT	43
<u>4</u>	<u>METHODIK DER VEGETATIONSANALYSE.....</u>	<u>44</u>
4.1	BESCHREIBUNG DES SCHÄTZVERFAHRENS FÜR DEN GESAMTDECKUNGSGRAD.....	44
4.2	VEGETATIONS-AUFNAHME DER LINE-POINT-METHODE	45
4.2.1	BESCHREIBUNG DER LINE-POINT-METHODE.....	45
4.2.2	GESAMTDECKUNGSGRAD	46
4.2.3	DECKUNGSGRAD DER EINZELARTEN	46
4.2.4	GRÄSER-KRÄUTER-VERHÄLTNIS	47
4.2.5	KURZFASSUNG DER METHODIK ZUR VEGETATIONSANALYSE	47
<u>5</u>	<u>ERGEBNISSE.....</u>	<u>48</u>
5.1	VEGETATIONSENTWICKLUNG DER VERSUCHSFLÄCHE ERFURT	49
5.1.1	GESCHÄTZTER DECKUNGSGRAD IN ERFURT	50
5.1.2	ERRECHNETER DECKUNGSGRAD IN ERFURT	51
5.1.3	ERRECHNETES GRÄSER-KRÄUTER-VERHÄLTNIS IN ERFURT	53
5.1.4	ERRECHNETER EINZELDECKUNGSGRAD IN ERFURT	54
5.1.5	INTERPRETATION DER VEGETATIONSERGEBNISSE IN ERFURT	61
5.2	VEGETATIONSENTWICKLUNG DER VERSUCHSFLÄCHE GOLDRAIN.....	62
5.2.1	GESCHÄTZTER DECKUNGSGRAD IN GOLDRAIN.....	63
5.2.2	ERRECHNETER DECKUNGSGRAD IN GOLDRAIN.....	64
5.2.3	ERRECHNETES GRÄSER-KRÄUTER-VERHÄLTNIS IN GOLDRAIN.....	66
5.2.4	ERRECHNETER EINZELDECKUNGSGRAD IN GOLDRAIN	67
5.2.5	INTERPRETATION DER VEGETATIONSERGEBNISSE IN GOLDRAIN.....	73
5.3	VEGETATIONSENTWICKLUNG DER VERSUCHSFLÄCHE VEITSHÖCHHEIM.....	74
5.3.1	GESCHÄTZTER DECKUNGSGRAD IN VEITSHÖCHHEIM.....	75
5.3.2	ERRECHNETER DECKUNGSGRAD IN VEITSHÖCHHEIM.....	76
5.3.3	ERRECHNETES GRÄSER-KRÄUTER-VERHÄLTNIS IN VEITSHÖCHHEIM.....	77

5.3.4	ERRECHNETER EINZELDECKUNGSGRAD IN VEITSHÖCHHEIM.....	78
5.3.5	INTERPRETATION DER VEGETATIONSERGEBNISSE IN VEITSHÖCHHEIM	85
5.4	VEGETATIONSENTWICKLUNG DER VERSUCHSFLÄCHE WIEN	86
5.4.1	GESCHÄTZTER DECKUNGSGRAD IN WIEN	87
5.4.2	ERRECHNETER DECKUNGSGRAD IN WIEN	88
5.4.3	ERRECHNETES GRÄSER-KRÄUTER-VERHÄLTNIS IN WIEN	90
5.4.4	ERRECHNETER EINZELDECKUNGSGRAD IN WIEN.....	90
5.4.5	INTERPRETATION DER VEGETATIONSERGEBNISSE IN WIEN	100
5.5	KURZFASSUNG DER VEGETATIONSERGEBNISSE ALLER STANDORTE	100
5.6	SPONTANVEGETATION AUF SCHOTTERRASEN	101
<u>6</u>	<u>VORSCHLÄGE FÜR DIE PRAXIS UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</u>	<u>102</u>
6.1	NEUE SAATGUTMISCHUNG.....	102
6.2	VORSCHLÄGE ZUM EINBAU VON SCHOTTERRASEN.....	104
6.3	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	104
<u>7</u>	<u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	<u>106</u>
<u>8</u>	<u>ANHANG.....</u>	<u>109</u>
8.1	AUSZÄHLUNGS- PROTOKOLL FÜR DIE KEIMFÄHIGKEITSPRÜFUNG	109
8.2	SAATGUTLISTE-BESCHREIBUNG.....	110
8.3	AUFNAHMEPROTOKOLL VEGETATIONS-AUFNAHMEN.....	111
8.4	CODIERUNGSLISTE	112
8.5	FOTODOKUMENTATION VEGETATIONS-AUFNAHME 2007/2008	116
8.5.1	VERSUCHSSTANDORT ERFURT.....	116
8.5.2	VERSUCHSSTANDORT VEITSHÖCHHEIM	121
8.5.3	VERSUCHSSTANDORT GOLDRAIN	126
8.5.4	VERSUCHSSTANDORT WIEN	129
8.6	SPONTANVEGETATION AUF SCHOTTERRASEN	134

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit entstand im Zuge des EU-Forschungsprojektes GREEN COCNRETE, welches sich mit der Entwicklung von Schotterrasen aus Baustoffrecyclingmaterial unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten befasst. Schotterrasen ist eine begrünte und versickerungsfähige Oberflächenbefestigung bestehend aus Gerüstbaustoffen und organischen Substanzen, die sich für die Befestigung von alternierend befahrenen Parkplätzen und wenig genutzten Zufahrten eignet. An vier Versuchsstandorten (Erfurt, Goldrain, Veitshöchheim und Wien) wurden 2007 und 2008 Schotterrasenaufbauten aus Baustoffrecyclingmaterial geotechnischen und vegetationstechnischen Tests unterzogen.

Diese Diplomarbeit beschäftigte sich mit der Optimierung des Mischungsverhältnisses der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung, die sich aus strapazierfähigen, regenerationsfähigen und robusten Gräsern und Kräutern zusammensetzt, wie mit der Keimfähigkeit des verwendeten Saatgutes.

An allen Versuchstandorten wurden Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Mittels Line-point-Methode und einem Schätzverfahren wurden der Gesamtdeckungsgrad, das Gräser-Kräuter-Verhältnis und der Einzeldeckungsgrad erhoben. Die Keimfähigkeit erbrachte nach dem Austausch von einigen Saatgutsorten die gewünschten Resultate. Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen zeigten, dass Recyclingmaterialien, eingebaut als Vegetationstragschicht auf Schotterrasen, geeigneter sind als Naturschottermaterialien. Durch die höhere Wasserspeicherfähigkeit des Ziegelanteiles weisen Recyclingmaterialien durchgehend höhere Deckungsgrade in der Vegetation auf. Die Ergebnisse des Gräser-Kräuter-Verhältnisses variieren aufgrund der unterschiedlichen Belastungen und des Klimas an den jeweiligen Standorten. Die ermittelten Einzeldeckungsgrade flossen in die Optimierung der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung ein. Es ist eine pflegeextensive, widerstandsfähige und kostengünstige Saatgutmischung entstanden, die sich auf Schotterrasen zu einer Vegetationsdecke mit 60% bis 80% Deckungsgrad entwickelt.

Abstract

This thesis accrued through the EU-research project GREEN CONCRETE. The project deals with the development of gravel turf consisting of recycling materials and natural gravel under ecological and economical issues. Gravel turf is a surface consolidation which is able to infiltrate, greened with a seed mixture and is qualified for less frequent public thoroughfares. Four test sites were constructed (Erfurt, Goldrain, Veitshöchheim and Vienna) and geotechnical and vegetation technical tests were done.

The main target of this thesis is to optimise the GREEN CONCRETE grasses-herbs-seed mixture, which is composed of stress resistant, fast in regeneration and robust grasses and herbs. The germination of the used seeds was also investigated. The vegetations analyses were implemented through the line-point-method and estimation twice a year. Degree of total dominance, individual dominance and grasses-herbs ratio were noted.

After some seeds were changed the results of the germination were satisfying. The vegetation analyses showed that recycling materials composed for gravel turf dispose a higher degree of total dominance than natural gravel materials. A reason is because the brick fraction in the material mixture shows a higher water capacity. The results of the grasses-herbs ratio vary depending on the loading intensity and climate. Based on the outcomes of the individual dominance the GREEN CONCRETE grasses-herbs-seed mixture was optimised. The main goal was to create a resistant and economic seed mixture with less maintenance which is able to develop a total dominance of the vegetation between 60% and 80%.

1 Einleitung

1.1 Persönlicher Zugang zum Thema

Jährlich fallen immer mehr Tonnen an Bauschutt an und die Müllberge wachsen und wachsen. In Wien waren es im Jahr 2005 bereits vier Millionen Tonnen Müll Bauschutt (www.umweltbundesamt.at, Juli 2008).

Um diesem Trend entgegenzuwirken, ist das EU-Forschungsprojekt GREEN CONCRETE ins Leben gerufen worden. Durch die steigende Bedeutung von umweltrelevanten Maßnahmen nimmt dieses Projekt eine hohe Stellung ein. Es geht nicht allein darum, ein Produkt zu entwickeln, sondern auch Ressourcen zu schonen und die Umwelt zu entlasten.

Es werden Recyclingmaterialien verwendet die aus dem Hochbauabriss stammen. Dieses Material war bislang unverkäuflich, durch die Verwendung bei Schotterrasenparkplätzen soll es eine neue Bedeutung bekommen. Neben dem ökonomischen Nutzen soll auch der ressourcenschonende Umgang mit unserer Umwelt im Vordergrund stehen.

Die Möglichkeit, Baustoffrecyclingmaterial für den Bau von Schotterrasen zu verwenden, wird im GREEN CONCRETE Projekt genau untersucht. Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Optimierung der zusammengestellten GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung. In den folgenden Absätzen wird das GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojekt sowie auch der Begriff Schotterrasen erklärt.

1.2 Problematik von versiegelten Flächen

Die Problematik der versiegelten Flächen in der Stadt wird bei immer häufiger auftretenden Starkregenereignissen deutlich sichtbar. Es kommt vermehrt zu Hochwässern, zusätzlich wird das Kanalnetz immer mehr belastet. Die intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung und die zunehmende Bodenversiegelung beschleunigen den Oberflächenabfluss, besonders bei Starkniederschlägen. Dies begünstigt die Entstehung von Hochwässern und die Gefahr von Überflutungen. Auch die Bodenerosion wird dadurch deutlich verstärkt. Eine nachhaltige Vorsorgeplanung kann die Hochwassergefahren und –schäden deutlich reduzieren (www.umweltbundesamt.at, Juli 2008).

Die Verwendung von Schotterrasen als alternative zu versiegelten Parkplätzen soll dieser Entwicklung entgegenwirken und für eine nachhaltige Verwendung in Betracht gezogen werden.

Die Auswirkungen der Versiegelung sind vor allem in den Großstädten und Ballungsräumen, wo ein hoher Anteil der gesamten Fläche versiegelt ist, zu spüren. Die Versiegelung hat große Effekte auf das Ökosystem. Sie greift in den Wasserkreislauf ein (HAAG 2004).

Unversiegelte Flächen sind ökologisch sehr wertvoll und tragen erheblich zu einer Verbesserung des Mikroklimas bei. Es erfolgt ein erhöhter Boden-Luftaustausch, welcher zu einer Luftverbesserung in der Stadt führt. Zusätzlich wird Wasser von oben nachgeliefert und das Grundwasser erneuert.

Durch die fehlende Akzeptanz und Kenntnisse des Schotterrasens in der Gesellschaft werden diese sehr selten gebaut. Schotterrasen weist eine klare Grenze der Einsatzbereiche auf. Am besten kann Schotterrasen bei Zufahrten für Einsatzfahrzeuge, Campingplätzen, alternierend frequentierten Straßen oder Parkplätzen, privaten Hauseinfahrten und Hausvorplätzen verwendet werden. Die Pflege und die Instandhaltung sind als gering einzustufen, da der Schotterrasen nur ein- bis zweimal pro Jahr gemäht werden soll. Ein weiterer Aspekt ist die Schneeräumung. Auf den Einsatz von Streusalz ist wegen der pflanzenschädigenden Auswirkungen zu verzichten, stattdessen sollten abstumpfende Mittel verwendet werden (FLL 2006). Auch auf Streusplitt ist wegen der hohen Staubbelastung nicht unbedenklich (www.vcoe.at, Juni 2008). Eine optimale Lösung wurde bis zum heutigen Zeitpunkt nicht gefunden, Rindensplitt ist noch am Besten geeignet (MASLOWSKI 2007).

1.3 GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojekt

Das GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojekt befasst sich mit der Entwicklung von Schotterrasen aus Baustoffrecyclingmaterial unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten. Es werden durchlässige und aufnahmefähige Oberflächen getestet, die sich am meisten für Parkplatzflächen eignen.

Ein Konsortium mit zwölf Partnern aus drei Ländern (Österreich, Deutschland und Italien) hat sich zusammengeschlossen und sich den Bau von Schotterrasen aus Baustoffrecyclingmaterialien zum Ziel gemacht. Die Projektlaufzeit beträgt zwei Jahre, das Projekt hat am 01. September 2006 begonnen und endet am 31. August 2008. Von drei wissenschaftlichen Einrichtungen – dem Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau in Wien (Inst. f. IBLB), der Fachhochschule Erfurt (FH-Erfurt) und der Bayrischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim - Abteilung Landespflege (LWG) – werden die ausgewählten, von Firmenpartnern produzierten und zur Verfügung gestellten Materialien genauestens geprüft und wissenschaftlichen Tests unterzogen. Die Firmenpartner des GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojektes werden in dieser Diplomarbeit nicht namentlich genannt.

Koordinator dieses EU-Forschungsprojektes ist Florin Florineth und Projektmanager ist DI Bernhard Scharf.

Die Versuchstandorte des GREEN CONCRETE Projektes befinden sich in:

- Erfurt – Thüringen – Deutschland
- Goldrain – Südtirol – Italien
- Veitshöchheim – Würzburg – Deutschland
- Wien – Essling – Österreich

Es wurden verschiedene Baustoffrecyclingmaterialen in der Korngröße 0/32 mm und 0/45 mm mit jeweils 10 Vol.-% beziehungsweise 15 Vol.-% Kompost eingebaut. Die Forschungseinrichtungen erstellen eine wissenschaftliche Empfehlung für die Firmen, womit ermöglicht werden soll, dass diese ihr Produkt auch vermarkten beziehungsweise verkaufen können.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen umfassen geotechnische und vegetations-technische Tests. Im Zuge der geotechnischen Versuche werden Tragfähigkeit, Bodendichte, Ebenflächigkeit und Wasserdurchlässigkeit einmal pro Vegetationsperiode auf der Versuchsfläche gemessen. Deckungsgrad, Gräser-Kräuter-Verhältnis, Vitalität und mittlere Blatthöhe werden monatlich aufgenommen, außer im Dezember und im Jänner. Die geotechnischen sowie die vegetationstechnischen Tests werden von jeder Forschungseinrichtung durchgeführt und ausgewertet.

Jeder der drei am Projekt beteiligten wissenschaftlichen Partner hat einen, seiner Kernkompetenzen entsprechenden, umfangreicheren Test durchzuführen. Die LWG befasst sich mit der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Sickerwassers ihrer Versuchsflächen. An der FH-Erfurt wird eine detaillierte Wasserbilanz erstellt und die mikroklimatischen Auswirkungen von Schotterrasen im Vergleich zu anderen Techniken der Oberflächenbefestigung untersucht. Das Institut für IBLB führt an allen Versuchsstandorten umfassende Vegetationsaufnahmen durch, diese sind Teil der Diplomarbeit. Ebenso wurden die Materialien vor dem Einbau mittels Kresstest auf die Pflanzenverträglichkeit geprüft (siehe Diplomarbeit Alexander LEITNER 2007). Ein weiterer wichtiger Aspekt, den das Institut für IBLB bearbeitet, ist die Entwicklung einer geeigneten Gräser-Kräuter-Saatgutmischung für Schotterrasenparkplätze, die in ihrer Artenzusammensetzung und in ihrem Artenverhältnis auf die Materialien abgestimmt wird. Im Zuge des GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojektes entstand auch diese Diplomarbeit, die sich mit dem Saatgut, der Keimfähigkeit, den Vegetationsaufnahmen in beiden Vegetationsperioden und der Optimierung der Saatgutmischung befasst. Abgeschlossen wird das GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojekt mit einer Empfehlung der einzelnen Materialien für die Firmen und einer Pressekonferenz, damit die Ergebnisse auch publik gemacht werden.

1.4 Was ist Schotterrasen?

Schotterrasen ist eine versickerungsaktive Oberflächenbefestigung mit hohem ökologischem Wert. Durch seine Bauweise, welche eine Begrünung vorsieht, ermöglicht der Schotterrasen den gewünschten Boden-Luft-Austausch und gewährleistet bei ausreichender Wasserdurchlässigkeit die Versickerung von Oberflächenwasser. Dies ist im städtischen Raum besonders wichtig, weil ein hoher Anteil von versiegelten Flächen die Versickerung von Regenwasser verhindert und die natürliche Verdunstung verringert wird (FLORINETH 2004).

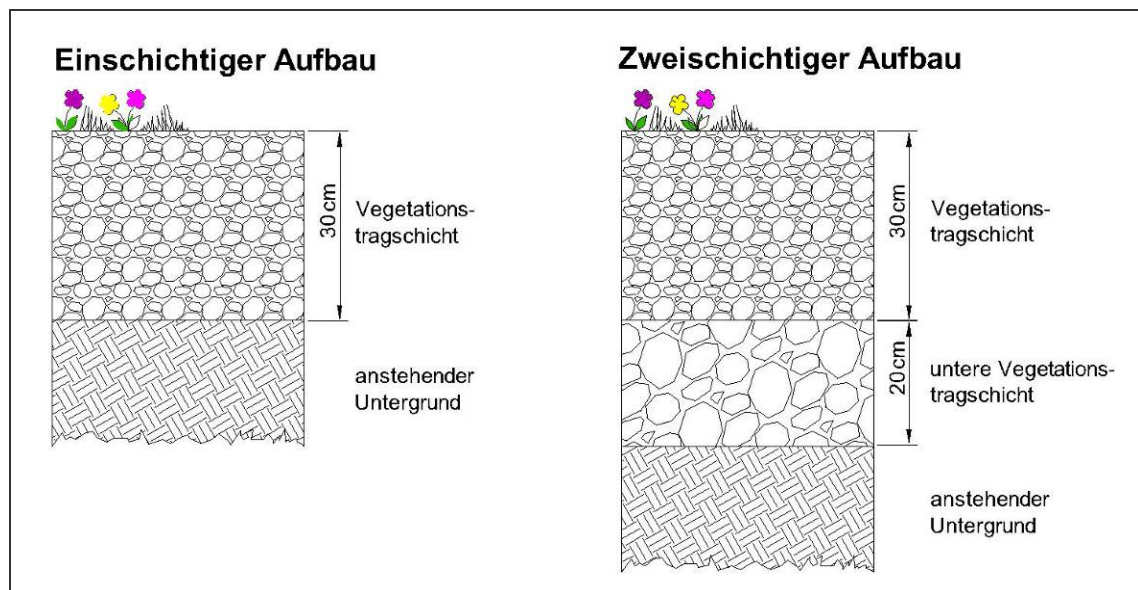


Abb. 1 Einschichtiger und Zweischichtiger Aufbau des Schotterrasens

Der Einbau erfolgt einschichtig oder zweischichtig (siehe in Abb. 1). Bei der einschichtigen Bauweise werden 15 cm bis 30 cm starke Vegetationstragschichten auf den anstehenden Untergrund mit ausreichender Tragfähigkeit eingebaut. Im Gegensatz dazu wird beim zweischichtigen Aufbau die untere Vegetationstragschicht ohne Kompost beziehungsweise Oberboden aus einem gröberen Material der Korngrößen 0/45 mm bis 0/64 mm gebaut. Die obere Vegetationstragschicht hat eine Stärke von 15 cm bis 30 cm und besteht aus einem feinkörnigeren Material in den Korngrößen 0/32 mm bis 0/45 mm. Die Vegetationstragschicht enthält Kompost und/oder Oberboden. Es ist sehr wichtig, dass beim zweischichtigen Aufbau die einzelnen Schichten miteinander verzahnt werden. Die einschichtige Bauweise hat sich gegenüber der zweischichtigen bewährt, da bei der zweischichtigen Bauweise die obere Schicht feinkörniger ist und die Gefahr besteht, dass sie durch die schwächere Verzahnung leichter zerstört wird. Außerdem ist die einschichtige Bauweise die günstigere Variante (FLORINETH 2004).

Auf den Versuchstandorten Erfurt, Goldrain, Veitshöchheim und Wien wurde die einschichtige Bauweise angewendet. Nach der Beimengung von 10 Vol.-% be-

ziehungsweise 15 Vol.-% Kompost und/oder 5 Vol.-% Oberboden zum Materialgemisch muss das Substrat die gewünschte Sieblinie nach der FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau aufweisen (FLL 2008). Der Mengenanteil der einzelnen Kornfraktionen wird in der Sieblinie angegeben.

- Schluff: 5 - 10 Gewichts %
- Sand: 20 - 40 Gewichts %
- Kies: 50 - 70 Gewichts %

Das Größtkorn darf ein Drittel der Schichtdicke nicht überschreiten (FLL 2008). An der unten stehenden Grafik Abb. 2 ist der empfohlene Sieblinienbereich laut FLL genau eingezeichnet. Die Schwierigkeit in der richtigen Kornzusammensetzung liegt darin, dass die Nutzungsanforderungen der parkenden Autos an den anstehenden Untergrund und die Ansprüche der Pflanzen gleichermaßen erfüllt werden müssen.

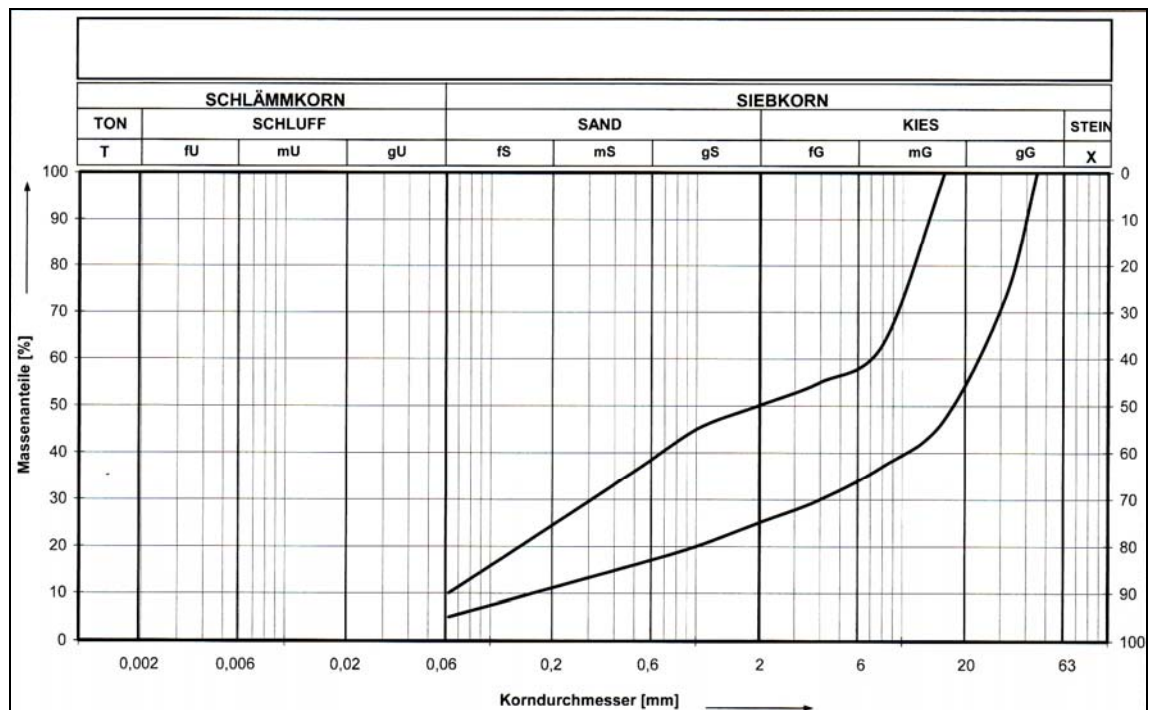


Abb. 2 Empfohlener Sieblinienbereich der Baustoffgemische für Schotterrasen nach der FLL (Quelle FLL 2008)

Florin FLORINETH (2004) schreibt, dass die Einbaumethode einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften des Schotterrasens hat. Erfolgt der Einbau mit schweren Geräten, wird der Boden stark verdichtet und somit die Tragfähigkeit erhöht. Es verringert sich dadurch die Wasserdurchlässigkeit und somit werden die Bedingungen für das Pflanzenwachstum sehr verschlechtert. Gut bewährt hat sich der Einbau mit einem Bagger, der nicht über das eingefüllte Material fährt, sondern dieses

beim Einbau mit der Baggerschaufel ausgleicht und leicht andrückt. Anschließend wird mit einer statischen 8 Tonnen Walze das Schottermaterial verdichtet und geebnet.

Als Saatgutmischung wird bei diesem EU-Forschungsprojekt die GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung der BOKU Wien und die Regel-Saatgut-Mischung RSM 5.1 laut FLL verwendet. Das Saatgut wird auf die bewalzte Vegetationstragschicht ausgebracht, sollte während der ersten Wochen bewässert und bei Bedarf auch gedüngt werden.

1.5 Zielsetzung

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die erstellte GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung zu optimieren und die Mischungsanteile anzupassen. Da die Projektlaufzeit sehr kurz ist, kann nur eine Empfehlung abgegeben werden, wie dieses Mischungsverhältnis aussehen kann. Aufgenommen wird die Vegetation mittels Line-point-Methode, welche im Kapitel 4.2.1 genau beschrieben wird. Anhand der Pflanzeigenschaften, der Einzeldeckungsgrade, des Gräser-Kräuter-Verhältnisses, des Tausendkorngewichtes und des Gesamtdeckungsgrades kann das Mischungsverhältnis kontrolliert und abgestimmt werden. Die Resultate werden aus zwei Vegetationsaufnahmen ermittelt. Die erste Vegetationsaufnahme erfolgte im September/Oktober 2007 und die zweite im Mai 2008. Für die Änderung des Mischungsverhältnisses werden alle Standorte herangezogen. In Wien wurde aufgrund der späten Aussaat nur eine Vegetationsaufnahme gemacht, diese wird auch in die Optimierung miteinbezogen, kann aber nur bedingt berücksichtigt werden, da es keinen Vergleich zum Vorjahr gibt.

1.6 Forschungsfragen

Gesamtdeckung

Wie hoch ist der Anteil der bewachsenen Fläche an der Gesamtfläche?

Einzeldeckung

Wie hoch ist die Einzeldeckung für jede Art?

Wie hoch ist der prozentuale Anteil ihrer Projektion auf dem Boden im Verhältnis zur Gesamtaufnahmefläche?

Gibt es Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Vegetationsaufnahme. Wenn ja, wie wirken sich diese aus und gibt es einen Grund dafür?

Wie unterschiedlich sind die Standorte im Vergleich? Lassen sich die einzelnen Standorte miteinander vergleichen? Wenn ja, sind die Unterschiede sehr groß, wie lassen sich klare Aussagen treffen?

Gräser-Kräuter-Verhältnis

Wie hoch ist der Gräser- beziehungsweise der Kräuteranteil?

Wie verändert sich das Verhältnis zwischen Gräsern und Kräutern im Verlauf der zwei Vegetationsperioden hinsichtlich der Deckung aus der Line-point-Methode?

Wie gravierend sind die Unterschiede bei dem Gräser-Kräuter-Verhältnis vor und nach der Befahrung?

Hat eine ständige Beregnung Einfluss auf das Gräser-Kräuter-Verhältnis?

Können sich Referenzwerte herauslesen lassen aus den gewonnenen Daten?

Gibt es ein optimales Gräser-Kräuter-Verhältnis?

Ausgewogenheit der Saatgutmischung

Ist das Mischungsverhältnis bereits ausgewogen oder bedarf es einer Optimierung?

Welche Arten nehmen über Hand?

Werden Arten verdrängt? Wenn ja welche?

Gibt es Pflanzen, die auf Naturschotter oder Recyclingmaterial nicht wachsen?

Welche Arten fallen aus?

Lassen sich durch die unterschiedlichen Materialien Besonderheiten ablesen? Wenn ja, welche?

Allgemeine Forschungsfragen

Gibt es Vergleiche zwischen den Saatgutmischungen und den Substraten (Naturschotter, Recycling, Kompost- beziehungsweise Oberbodenbeimischung) im Hinblick auf den Gesamtdeckungsgrad, Einzeldeckungsgrad und der Ausgewogenheit der Saatgutmischung?

Wie sehen die Versuchsflächen im Vergleich zwischen unbelastetem und belastendem Zustand aus?

Wie sehen die Versuchsflächen im Vergleich zwischen der ersten und der zweiten Vegetationsperiode aus?

1.7 Überblick der Diplomarbeit

Im ersten Kapitel wird das EU-Forschungsprojekt GREEN CONCRETE kurz beschrieben, die Funktion des Schotterrasens genau erläutert und seine Vor- und Nachteile aufgezeigt. Als nächstes folgt eine kurze Beschreibung der Versuchstandorte und der Materialgemische, die eingebaut wurden und den verschiedensten Tests standhalten müssen. Von Jänner 2007 bis April 2007 wurde das Saatgut auf seine Keimfähigkeit geprüft. Diese Methode und ihre Ergebnisse sind in Kapitel 4 und Kapitel 5 zu finden. Bevor die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden, gibt es einen kurzen Überblick über die genaue Untersuchungsmethode.

2 Versuchsstandorte und Materialeinsatz

In dieser Diplomarbeit werden alle vier Versuchstandorte, anhand von Seehöhe, durchschnittlicher Jahrestemperatur und durchschnittlichem Jahresniederschlag genau erklärt. Die angeführten Parameter wurden vom Konsortium festgelegt. Das Material wurde auf die Materialeigenschaften geprüft und nach den geforderten Kriterien eingebaut.

- pH-Wert ≤ 9
- Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel: $\leq F5$
- Maximale Wasserkapazität $WK_{\max}$: 20 bis 35 Vol.-%
- Kornverteilung: Sieblinienbereich nach FLL/GC-Sieblinienbereich
- Gefälle von max. 5 %
- Verdichtungsgrad DP_r [95 %]: $\geq 1,5 \text{ g/cm}^3$ Trockendichte
- Wasserdurchlässigkeit k_f -Wert: 10^{-4} bis 10^{-6} m/s
- Ebenflächigkeit: Latte mit 4 m Spannweite Messhöhe $\leq 30 \text{ mm}$
- Tragfähigkeit der Vegetationstragschicht E_{v2} von $\geq 25 \text{ MN/m}^2$
- Mindestdeckungsgrad 50% nach dreimonatiger Anwuchsphase

Die Größe eines Feldes beträgt 5 m mal 2,5 m. Das ergibt eine Größe von $12,5 \text{ m}^2$ und entspricht einen PKW - Parkplatz. Jedes Material wird in zwei Kompostvarianten 10 Vol.-% und 15 Vol.-%, sowie mit zwei Saatgutmischungen, die RSM 5.1 Gräsermischung nach FLL und eine standortgerechte GREEN CONCRTEET Gräser-Kräuter-Saatgutmischung, in dreimaliger Wiederholung eingebaut. Wie schon im Kapitel 1.4 erwähnt ist die Kornverteilung laut FLL genau definiert und nach dieser muss ein Materialgemisch hergestellt werden. Da es für einige Firmen sehr aufwendig und kompliziert ist, die gewünschte FLL-Sieblinie zu sieben, hat sich das Konsortium auf eine firmenspezifische GREEN CONCRETE Sieblinie (wird in Zukunft mit GC-Sieblinie abgekürzt) geeinigt. Diese konnte von jeder Firma eigens hergestellt werden, musste allerdings die gewünschte Kornfraktion 0/32 mm oder 0/45 mm beinhalten. Der wesentliche Unterschied zwischen der FLL-Sieblinie und der GC-Sieblinie ist, dass die GC-Sieblinie den Fehlkornbereich nicht aufweisen muss. Das Recyclingmaterial sowie der Naturschotter werden in den Korngrößen 0/45 mm und/oder 0/32 mm von den jeweiligen Firmen geliefert und eingebaut. Als Referenzmaterial wird der Naturschotter getestet, da es schon bestehendes Wissen von Arbeiten des Institutes f. IBLB zum Schotterrasen aus Naturschotter gibt (HAAS/SCHILD 2003, LÄNGERT 2004, MARGELIK/LÄNGERT 2005, MASLOWSKI 2007). In Erfurt werden drei Materialmischungen getestet. Das sind, bei einer Größe von $12,5 \text{ m}^2$ pro Parkplatz, 450 m^2 für die geplante Versuchsfläche. Durch das Versuchsdesign ergibt sich eine Anzahl von 36 Parkplätzen. In Veitshöchheim werden ebenfalls drei

Materialmischungen auf 36 Parkplätzen getestet. In Goldrain sind fünf Materialmischungen getestet worden. Da die Gemeinde nicht alle vorgesehenen Parkplätze errichtet hat, sind 40 Stellplätze entstanden mit einer Gesamtgröße von 500 m². In Wien wurden insgesamt sechs Materialmischungen geprüft. Das ergibt 72 Parkplätze auf einer Fläche von 900 m².

2.1 Erfurt, Thüringen, Deutschland

Erfurt ist die Landeshauptstadt von Thüringen und umfasst eine Fläche von 270 km².

Seehöhe 160 bis 430 m

Ø Jahrestemperatur 10,1°C

Ø Jahresniederschlag 495,1 mm

Die Versuchsfläche (siehe Abb. 3 und Abb. 4) befindet sich am Areal der Fachhochschule Erfurt. Es entstanden 36 Parkplätze. Auf den Feldern 24 bis 36 wurden Großraumlysimeter eingebaut, damit das Sickerwasser quantifiziert werden kann. Mit den Daten der am Gelände aufgestellten Klimastation und den Messergebnissen der Großraumlysimeter ist es möglich die Wasserbilanz zu erstellen. Auf den Versuchsflächen erfolgt auch eine makroklimatische Dokumentation.

Das Recyclingmaterial sowie der Naturschotter stammen von einer Firma in Erfurt. Das Besondere an diesem Standort ist, dass den Materialgemischen 5 Vol.-% Oberboden beigemischt ist. Die Versuchsfläche in Erfurt wurde im Mai 2007 angesät. Aufgrund des Oberbodenanteils wurde nicht gedüngt. Die Vegetationsaufnahmen zeigten, dass eine Düngung nicht nötig ist.



Abb. 3 Satellitenaufnahme der Parkplatzfläche auf dem Versuchsgelände der FH-Erfurt (Bildquelle Google Earth Mai 2008).



Abb. 4 Versuchsfläche bei der Vegetationsaufnahme im September 2007.

2.1.1 Schotterrasenmaterialmischungen Erfurt

In Tab. 1 sind die einzelnen Materialmischungen dargestellt. Es gibt insgesamt sechs Mischungen in unterschiedlichen Kornfraktionen, Sieblinien, Kompostvarianten und Saatgutmischungen. Für jedes Material gibt es eine Abkürzung, die in der dargestellten Grafik genau erklärt ist. Die hier angeführten Kürzel ergeben den Materialcode. Im Anhang 8.4 befindet sich eine Liste mit allen Materialgemischen, die wie folgt aussieht: E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-G.

E1...	Materialgemisch Erfurt 1
KH...	Firmencode
RC...	Recyclingmaterial
NS...	Naturschotter
FLL...	Sieblinie laut FLL
GC...	Sieblinie laut GREEN CONCRETE
0/45...	Korngrößenverteilung
K10...	Kompostvariante mit 10 Vol.-%
K15...	Kompostvariante mit 15 Vol.-%
O...	Oberboden
G...	begrünt mit der GräserSaatgutmischung RSM 5.1 laut FLL
K...	begrünt mit der GREEN COCNRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Schotterrasenmaterialien Erfurt							
Materialgemischcode							
	Firma	Material	Sieblinie	KGV	Kompost	Oberboden	Saatgutmischung
E1	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	G/K
E2	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	G/K
E3	KH	RC	GC	0/32	K10	O	G/K
E4	KH	RC	GC	0/32	K15	O	G/K
E5	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	G/K
E6	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	G/K

Tab. 1 Verwendete Abkürzungen und Codierung in Erfurt.

2.1.2 Übersichtsplanplan der Versuchsfläche Erfurt

2.2 Goldrain, Südtirol, Italien

Die Versuchsfläche befindet sich am Bahnhof des Ortes Goldrain der Gemeinde Latsch im Vinschgau.

Seehöhe 650 m

Ø Jahrestemperatur 11,4 °C

Ø Jahresniederschlag 700,4 mm

Das Besondere an der Versuchsfläche in Goldrain (siehe Abb. 5) ist, dass es sich um einen öffentlich benutzten Parkplatz handelt. Im Gegensatz zu den anderen Standorten findet hier eine reale Belastung statt. An Hand von Ultraschallsensoren werden ausgewählte Parkplätze (Feld 1-24) erfasst. Die Befahrungsintensität kann exakt bestimmt werden, um die genauen Belastungsgrenzen des Schotterrasens herauszufinden.

Es waren insgesamt 48 Parkplätze geplant. Auf Wunsch der Gemeinde Latsch wurden acht Parkplätze nicht gebaut wegen eines Busumkehrplatzes, somit gibt es nur noch 40 Parkplätze. Durch eine ständige Bewässerung und eine dreimalige Düngung ist der Aufwuchs der Vegetation gewährleistet, die durch die hohe Belastung notwendig ist. Aufgrund der Notwendigkeit der Parkplätze und die durch die Gemeinde geforderte etappenweise Begrünung gibt es unterschiedliche Entwicklungszonen bei diesem Standort. Die Parkplätze

wurden gruppiert und zu unterschiedlichen Zeitpunkten zur Befahrung freigegeben. Damit ergeben sich drei Teilbereiche: der Monitoringbereich (1-24), der Entwicklungsbereich (33-40) und der Busumkehrplatz (25-32). Der Entwicklungsbereich wurde erst später angesät und ist daher nicht beprobt worden. Der Busumkehrplatz kann nur bedingt bewertet werden, da hier die Busse ständig über der Fläche fahren und die Vegetation sehr stark beeinträchtigt ist. Im Bereich der Monitoringanlage herrschen normale Zustände, welche auch tatsächlich bewertet werden können.



Abb. 5 Versuchsfläche Goldrain am Bahnhof bei der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007

2.2.1 Schotterrasenmaterialmischungen Goldrain

In Goldrain gibt es auch eine Codierung. Die verwendeten Abkürzungen sind in der Tab. 2 zu sehen. Im Anhang 8.4 befindet sich eine Liste mit allen Materialgemischen. Die wie folgt aussieht: G1 DF-RC-FLL-0/45-K10-G.

G1...	Materialgemisch Goldrain 1
DF/MX...	Firmencode
RC...	Recyclingmaterial
NS...	Naturschotter
FLL...	Sieblinie laut FLL
GC...	Sieblinie laut GREEN CONCRETE
0/45...	Korngrößenverteilung
K10...	Kompostvariante mit 10 Vol.-%
K15...	Kompostvariante mit 15 Vol.-%
G...	begrünt mit der Gräsersaatgutmischung RSM 5.1 laut FLL
K...	begrünt mit der GREEN COCNETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Schotterrasenmaterialien Goldrain						
Materialgemischcode						
	Firma	Material	Sieblinie	KGV	Kompost	Saatgutmischung
G1	MX	NS	FLL	0/32	K10	G/K
G2	MX	NS	FLL	0/32	K15	G/K
G3	DF	RC	FLL	0/45	K10	G/K
G4	DF	RC	FLL	0/45	K15	G/K
G5	MX	RC	GC	0/32	K10	G/K
G6	MX	RC	GC	0/32	K15	G/K
G7	DF	RC	GC	0/32	K10	G/K
G8	DF	RC	GC	0/32	K15	G/K

Tab. 2 Verwendete Abkürzung und Codierung Goldrain.

2.2.2 Übersichtsplan der Versuchsfläche Goldrain

2.3 Veitshöchheim, Würzburg, Deutschland

Veitshöchheim liegt fünf Kilometer nordwestlich von Würzburg am Main. Die Stadt hat eine Größe von ca. 1000 Hektar.

Seehöhe 280 m

Ø Jahrestemperatur 9,7 °C

Ø Jahresniederschlag 511,2 mm

Die Versuchsfläche (siehe Abb. 6 und Abb. 7) befindet sich auf dem Gelände der Bayrischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Abteilung Landespflege in Veitshöchheim. Die Forschungseinrichtung untersucht die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Sickerwässern anhand von Großraumlysimetern an bestimmten Flächen (Felder 1-10 und Felder 23-24).

In Veitshöchheim entstanden insgesamt 36 Parkplätze. An diesem Standort wurde im Mai 2007 angesät. Da es kurz nach der Ansaat eine Trockenperiode gab, wurde auch hier am Anfang bewässert und teilweise nachgesät. Durch die Startdüngung und die Nachsaat brachte die Vegetation die geforderten 50 % Gesamtdeckung. Nach einer dreimonatigen Anwuchsphase konnte nach den Vegetationsaufnahmen im Oktober 2007 mit der Befahrung begonnen werden.



Abb. 6 Satellitenbild der Versuchsfläche auf der LWG-Veitshöchheim (Bildquelle Google Earth Mai 2008)



Abb. 7 Blick auf die Versuchsfläche bei den Vegetationsaufnahmen im September 2007

2.3.1 Schotterrassenmaterialmischungen Veitshöchheim

Auch in Veitshöchheim gibt es eine Codierungsliste die sich im Anhang befindet. Die Abkürzungen, aus der sich der Codierungscode wird in der angeführten Tab. 1 erklärt.

V1...	Materialgemisch Veitshöchheim 1
HN...	Firmencode
RC...	Recyclingmaterial
NS...	Naturschotter
FLL...	Sieblinie laut FLL
GC...	Sieblinie laut GREEN CONCRETE
0/45...	Korngrößenverteilung
K10...	Kompostvariante mit 10 Vol.-%
K15...	Kompostvariante mit 15 Vol.-%
G...	begrünt mit der Gräseraatgutmischung RSM 5.1 laut FLL
K...	begrünt mit der GREEN COCNRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Schotterrassenmaterialien Veitshöchheim						
Materialgemischcode						
	Firma	Material	Sieblinie	KGV	Kompost	Saatgutmischung
V1	HN	RC	GC	0/45	K10	G/K
V2	HN	RC	GC	0/45	K15	G/K
V3	HN	RC	FLL	0/45	K10	G/K
V4	HN	RC	FLL	0/45	K15	G/K
V5	HN	NS	FLL	0/45	K10	G/K
V6	HN	NS	FLL	0/45	K15	G/K

Tab. 3 Verwendete Abkürzung und Codierung in Veitshöchheim

2.3.2 Übersichtsplan der Versuchsfläche Veitshöchheim

2.4 Wien, Essling, Österreich

Der Versuchsgarten des Inst. F. IBLB liegt südwestlich von Wien.

Seehöhe 153 m

Ø Jahrestemperatur 9,8 °C

Ø Jahresniederschlag 520 mm

Es waren 48 Parkplätze geplant. Da in Wien noch zusätzliche Materialmischungen mit der Korngröße 5/45 mm und die Zugabe von Oberboden getestet werden, sollten insgesamt 72 Parkplätzen gebaut werden (siehe Abb. 8 und Abb. 9).

Zum ersten Mal wurde die Fläche im Mai 2007 angesät. Durch die starke Verdichtung und ein Starkregenereignis ist das Saatgut weggeschwemmt worden. Da es in den darauf folgenden Monaten zu heiß und zu trocken war, konnte nicht angesät werden. Im September 2007 wurde die ganze Fläche aufgefräst und erneut angesät. Grund für diese Nachbehandlung war, die zu starke Verdichtung mit einer 120 Tonnen Walze. Nach einer 5 cm tiefen Auflockerung mittels einer Fräse und einer zusätzlichen Startdüngung war ein Begrünungserfolg erkennbar. Zum ersten Mal wurde im Mai 2008 nach der Vegetationsaufnahme gemäht. Das Besondere an diesem Standort ist, dass eine neue Körnungsvariante 5/45 mm ausprobiert wurde. Es gibt diese Variante mit und ohne Oberboden. Untersucht wird nun, ob sich das Fehlen des Feinkornanteils

und der Zusatz von Oberboden im Vergleich zum Kompost positiv oder negativ auf die Vegetation auswirkt.



Abb. 8 Satellitenbild der Versuchsfläche Wien im Versuchsgarten Essling (Bildquelle Google Earth Mai 2008)



Abb. 9 Blick auf die Versuchsfläche bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008

2.4.1 Schotterrasenmaterialmischungen Wien

In Wien gibt es eine Codierung die detailliert im Anhang zu finden ist. In der folgenden Tab. 4 sind die Abkürzungen genau erklärt aus der sich die Codierung ergibt.

W1...	Materialgemisch Wien 1
OT/BO/HO...	Firmencode
RC...	Recyclingmaterial
NS...	Naturschotter
FLL...	Sieblinie laut FLL
GC...	Sieblinie laut GREEN CONCRETE
0/45...	Korngrößenverteilung
K10...	Kompostvariante mit 10 Vol.-%
K15...	Kompostvariante mit 15 Vol.-%
G...	begrünt mit der Gräseraatgutmischung RSM 5.1 laut FLL
K...	begrünt mit der GREEN COCNETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Schotterrasenmaterialien Wien							
Materialgemischcode							
	Firma	Material	Sieblinie	KGV	Oberboden	Kompost	Saatgutmischung
W1	OT	RC	GC	0/45		K10	G/K
W2	OT	RC	GC	0/45		K15	G/K
W3	OT	RC	FLL	5/45		K10	G/K
W4	OT	RC	FLL	5/45		K15	G/K
W5	OT	RC	FLL	5/45	O	K10	G/K
W6	OT	RC	FLL	5/45	O	K15	G/K
W7	BO	RC	FLL	0/45		K10	G/K
W8	BO	RC	FLL	0/45		K15	G/K
W9	BO	RC	GC	0/45		K10	G/K
W10	BO	RC	GC	0/45		K15	G/K
W11	HO	NS	FLL	0/45		K10	G/K
W12	HO	NS	FLL	0/45		K15	G/K

Tab. 4 Verwendete Abkürzung und Codierung in Wien.

2.4.2 Übersichtsplan der Versuchsfläche Wien

3 Saatgut

In diesem Kapitel werden die einzelnen Arten der Saatgutmischung vorgestellt. Weiters wird die Methode zur Keimfähigkeitsprüfung erklärt und deren Ergebnisse präsentiert. Als Saatgut wurden die Regel-Saatgut-Mischung 5.1, die laut FLL erstellt ist, und eine GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung verwendet, die den verschiedenen Anforderungen entsprechen soll. Insbesondere handelt es sich bei der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung um Saatgut, das einer mittleren bis hohen Belastung standhält. Folgende vegetationstechnische Anforderungen waren für die Zusammenstellung der Saatgutmischung ausschlaggebend:

- standortgerecht für Boden und Klima
- Artenvielfalt
- niederer Habitus, Wuchshöhe, starker Blühaspekt
- hohe Belastungsresistenz, Trockenverträglichkeit, Regenerationsfähigkeit
- Funktion der einzelnen Arten in der Mischung
- Keim- und Konkurrenzkraft
- Tausendkorngewicht, Saatgutverfügbarkeit, Kosten
- Geringer Pflegeaufwand

3.1 Beschreibung der verwendeten Gräser und Kräuter

Es handelt sich um Pflanzen, die für den Standort Schotterrassen sehr gut geeignet sind. Nachfolgend gibt es eine kurze Beschreibung zu den Eigenschaften der verwendeten Pflanzen. Im Anhang 8.2 befindet sich eine Tabelle mit einer detaillierten Pflanzenbeschreibung. Für beide Beschreibungen wurde folgende Literatur ADLER, OSWALD, FISCHER 1994, CONERT 2000 und ROTHMALER 2002 verwendet.

GRÄSER



Festuca ovina duriuscula – Hartschwingel

Diese Pflanze bildet ein dichtes blau-grünes Polster ohne Ausläufer und blüht von Mai bis Juli. Sie ist sehr trockenliebend, ein Magerkeitszeiger und liebt den Halbschatten. Magerrasen, Trockenrasen und lichte Wälder sind ein sehr geeignete Standort. (Bildquelle: www.freudenberger.net August 2008)

Festuca rubra commutata – Horstbildender Rotschwingel

Diese Pflanze ist sehr ausdauernd und bildet dichte dunkelgrüne Horste mit kurzen Ausläufern. Sie ist ein Säurezeiger und Bodenfestiger und liebt den Halbschatten. Die bevorzugten Standorte sind lichte Wälder, Wiesen, Weiden und Straßenränder. (Bildquelle: www.wikimedia.at August 2008)



LEGUMINOSEN



Festuca rubra rubra – Ausläuferbildender Rotschwengel

Die rötlich-violette Pionierart bildet lange Ausläufer. Diese Lichtpflanze ist sehr anpassungsfähig, ein Bodenfestiger, mäßig trittresistent und benötigt eine kurze Regenerationszeit. Besonders beliebte Standorte sind lichte Wälder, Wiesen/Weiden, Böschungen und Straßenränder.

Festuca rubra trichophylla – Kurzausläuferbildender Rotschwengel

Dieses blaugrüne Gras bildet lange, dünne Ausläufer und blüht von Mai bis Juli. Es ist kalkliebend und sehr regenerationsfähig. Vor allem Schotterrassen ist ein bevorzugter Standort. (Bildquelle: www.wikipedia.at, August 2008)

Lolium perenne – Englisches Raygras

Diese hellgrüne Pionierpflanze wächst in Büscheln oder in einzelnen Halmen und ist ein Intensivwurzler. Lolium perenne ist ein Nährstoffzeiger, lichtliebend und sehr trittresistent. Beliebte Standorte sind Wiesen, Schotterrassen, Straßenränder und Schuttplätze.

Poa pratensis – Wiesenrispe

Die Pflanze bildet einen dichten Horst mit langen, dünnen Ausläufern. Sie wächst sehr langsam und Blühzeit ist von Mai bis Juni und. Poa pratensis ist sehr schnitt- und trittresistent, regenerationsfähig und liebt den Halbschatten. Bevorzugte Standorte sind Trockenrasen, Wiesen, Weiden und Straßenränder.

Lotus corniculatus – Gewöhnlicher Hornklee

Die goldgelb blühende Pflanze ist bogig aufsteigend. Ihr Stängel ist markig oder enggründig. Blühzeit ist von Juni bis August. Sie ist sehr trockenresistent und basenhold. Sehr beliebte Standorte sind Trockenrasen, Halbtrockenrasen und Wiesen.

Medicago lupulina – Hopfenklee

Die Einzelblüten sind 3-5mm lang, gelb und in kleinen Köpfchen angeordnet. Die Blühzeit ist von Mai bis Oktober. Beim Hopfenklee handelt es sich um eine Kulturpflanze, die sehr trittresistent, kalkhold und Wärme liebend ist. In Magerrassen, Trockenrasen, Böschungen und an Straßenrändern ist diese Pflanze am häufigsten zu finden.

Anthyllis vulneraria – Wundklee

Diese Kulturpflanze weist eine Pfahlwurzel auf und hat einen aufrechten Stängel. Ihre Blütenfarbe ist hellgelb-orange und ihre Blütezeit ist von Mai bis August. Zu finden ist sie vor allem auf Trockenrasen und Halbtrockenrasen, weshalb diese Pflanze auch sehr trockenresistent ist.

KRÄUTER



Achillea millefolium – Echte Schafgarbe

Die weiß bis purpur blühende Pflanze bildet unterirdische Ausläufer aus und blüht von Juni bis September. Die Pionierpflanze duftet sehr aromatisch, ist ein Bodenfestiger und Nässe scheuend. Sehr beliebte Standorte sind Halbtrockenrasen, Wiesen und Straßenränder.

Anthemis nobilis – Römische Duftkamille

Die weiß blühende Pflanze kann bis zu 60 cm hoch werden. Blühzeit ist von Juni bis September. Sie ist sehr trittresistent, basenhold und duftet aromatisch. Sie ist vor allen im Trockenrasen und an lichten Wäldern anzutreffen.

Bellis perennis – Gänseblümchen

Das vor März bis November weißlich-rötlich blühende *Bellis perennis* wird bis zu 15 cm hoch. Es ist sehr trittresistent, frostempfindlich und ein Nährstoffzeiger. Auf Magerrasen, Straßenrändern und Schotterrasen ist es am häufigsten zu finden.

Hieracium pilosella – Kleines Habichtskraut

Diese Pflanze bildet oberirdische schmale Ausläufer aus. Die Blühzeit ist von Mai bis September. Die gelb blühende, tief wurzelnde Pionierpflanze ist ein Bodenfestiger und ein Magerkeitszeiger. Besonders beliebte Standorte sind Magerrasen, Trockenrasen und Straßenränder.

Leucanthemum vulgare – Gewöhnliche Margerite

Die von Mai bis August weiß blühende Wiesenblume hat einen kräftigen Wurzelstock und die Blüten sind einzeln auf einem langen Stängel angeordnet. Sie wächst besonders auf Halbtrockenrasen, Wiesen und Straßenrändern.

Leontodon hispidus – Rauer Löwenzahn

Die gelb blühenden Blütenstände sind vor dem Aufblühen genickt. Blütezeit ist von Juni bis September. Die Pflanze ist sehr trittresistent und liebt das Licht. Vorzufinden ist sie vor allem auf Halbtrockenrasen, Wiesen und Schotterrasen.

Petrohragia saxifraga – Felsnelke

Die helllila bis sattrosa blühenden Einzelblüten, in lockerem rispenartigem Blütenstand angeordnet, werden bis zu 25 cm hoch. Blühzeit ist von Juni bis September. Die kalkliebende Pflanze ist vor allem auf Trockenrasen und Schuttplätzen zu finden.

Plantago media – Mittlerer Wegerich

Die von Mai bis September weißlich-blasslila blühende Pflanze ist sehr trittresistent und wird durch Begehen gefördert. Erkennbar ist sie durch ihre, am Boden anliegende, Blattrosette. Sehr beliebt sind die Standorte Trockenrasen, Magerrasen und Wiesen.



Plantago lanceolata – Spitzwegerich

Diese braun blühende Pflanze ist nicht kriechend und die Blätter sind in einer grundständigen Rosette angeordnet. Blütezeit ist von Mai bis September. Die sehr trittresistente Pflanze liebt Trockenrasen und Wiesen.

Salvia nemorosa – Steppensalbei

Der von Juni bis September violett blühende Tiefwurzler ist kalkhold. Besonders beliebt sind die Standorte Trockenrasen, Halbtrockenrasen sowie Böschungen, Straßenränder und Schuttplätze.

Salvia pratensis - Wiesensalbei

Die Blätter sind hauptsächlich grundständig angeordnet. Blütezeit ist von Mai bis Juni und die Blütenfarbe ist dunkelblau. *Salvia pratensis* ist sehr trittresistent, kalk- und lichtliebend. Zu finden ist sie vor allem auf Trocken- und Halbtrockenrasen.

Thymus pannonicus – Steppen-Thymian

Die Pflanze ist stets von buschigem Wuchs. Die Laubblätter sind immer sitzend und schmal elliptisch. Blütezeit ist von Juni bis August und die Blütenfarbe ist hell bis dunkelpurpur. Die kalkliebende Pflanze ist besonders auf Trockenrasen und in lichten Wäldern zu finden.

3.2 GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung

Die GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung wurde auf Basis von Angaben aus unterschiedlichen Publikationen, wie Diplomarbeiten, wissenschaftlichen Arbeiten und vegetationstechnischen Anforderungen zusammengestellt. In der Tabelle Tab. 5 sind der Mischungsanteil der einzelnen Pflanzen in Prozent und das Tausendkorngewicht der Gräser, Leguminosen und Kräuter enthalten. Das Tausendkorngewicht ist Bestandteil der Qualitätsprüfung von Saatgut und gibt an wie viel Gramm 1.000 Samen wiegen (HEILINGER 2002). Vegetationsschwankungen sind genauso charakteristische Eigenschaften von Pflanzengesellschaften wie ihr phänologischer Jahresrhythmus (DIERSCHKE 1994), daher ist es entscheidend, verschiedene Sorten einer Gattung in der Saatgutmischung zu mischen, denn jede Sorte weist einen anderen Vegetationszyklus auf und somit sind längere Perioden von Blütezeit und Depression vorhanden (mündliche Aussage von Michael Hansen, August 2008). Bei der Zusammenstellung der Saatgutmischung für Schotterrasen ist darauf zu achten, dass das Verhältnis ausläuferbildender Gräser zu horstbildenden ausgeglichen ist. Nur so ist ein Schließen der Rasendecke möglich (KÖNINGER 2002). Das Mischungsverhältnis dieser Saatgutmischung beruht auf Erfahrungen von früheren Schotterrasen Projekten (MARGELIK, LÄNGERT 2005), die jedoch nicht auf Baustoffrecyclingmaterial sondern auf Naturschotter gebaut wurden. Ein weiteres Ziel der Vegetationsaufnahmen ist es, den Mischungsanteil in Gewichtsprozent zu optimieren, um eine geeignete Saatgutmischung herzustellen.

Arten	Sorten	Mischungsanteil [Gewichts-%]	Tausendkorngewicht [g]
Gräser			
<i>Festuca ovina duriuscula</i>	Bornito	20,0	0,9
<i>Festuca rubra commutata</i>	Capriccio	15,0	1,2
<i>Festuca rubra rubra</i>	Corail	8,0	1,2
<i>Festuca rubra trychophylla</i>	Smirna	10,0	1,2
<i>Lolium perenne</i>	Bargold	1,0	2,0
<i>Lolium perenne</i>	Gator	1,0	2,0
<i>Poa pratensis</i>	Baron	10,0	0,3
<i>Poa pratensis</i>	Yvette	10,0	0,3
Leguminosen			
<i>Lotus corniculatus</i>		2,0	1,2
<i>Medicago lupulina</i>		2,0	1,8
<i>Anthyllis vulneraria</i>		2,0	2,7
Kräuter			
<i>Achillea millefolium</i>		1,0	0,1
<i>Anthemis nobilis</i>		2,0	0,1
<i>Bellis perennis</i>		1,0	0,2
<i>Hieracium pilosella</i>		1,5	0,2
<i>Leucanthemum v.</i>		1,5	0,4
<i>Leontodon hispidus</i>		2,0	1,3
<i>Petrorhagia saxifraga</i>		1,0	0,2
<i>Plantago media</i>		2,0	1,0
<i>Plantago lanceolata</i>		1,0	1,0
<i>Salvia nemorosa</i>		2,0	1,5
<i>Salvia pratensis</i>		1,5	1,5
<i>Thymus pannonicus</i>		2,5	0,1

Tab. 5 Arten, Sorten, Mischungsanteil und Tausendkorngewicht der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter Saatgutmischung

3.3 Regel-Saatgut-Mischung 5.1 nach FLL

Die deutsche Regel-Saatgut-Mischung (RSM) ist nach den Richtlinien der FLL 2005 erstellt. Bei dieser Saatgutmischung handelt es sich um eine gewöhnliche Gräsermischung, die besonders trockenresistent und widerstandsfähig ist. Diese Mischung ist bereits erprobt und wird in Bezug auf das GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojekt so übernommen (siehe Tab. 6).

Arten	Sorten	Mischungsanteil [Gewichts-%]	Tausendkorngewicht [g]
Gräser			
<i>Festuca rubra rubra</i>	Corail	10,0	1,2
<i>Festuca rubra trychophylla</i>	Smirna	10,0	1,2
<i>Lolium perenne</i>	Gator	15,0	2,0
<i>Lolium perenne</i>	Bargold	15,0	2,0
<i>Poa pratensis</i>	Baron	25,0	0,3
<i>Poa pratensis</i>	Yvette	25,0	0,3

Tab. 6 Arten, Sorten, Mischungsanteil und Tausendkorngewicht der Regel-Saatgut-Mischung 5.1 nach der FLL (2005).

3.4 Keimfähigkeitsprüfung

Die Prüfung der Keimfähigkeit dauerte drei Monate. Beginn war Jänner 2007. Das Saatgut stammt von Firmen aus Österreich und Deutschland.

Laut ISTA „Internationale Vereinigung für Saatgutprüfung“ (2003/2006) ist die Keimung eines Samens in der Laboruntersuchung, das Heraustreten und die Entwicklung des Keimlings bis zu einem Stadium, in welchem das Aussehen seiner wichtigen Teile anzeigt, ob er in der Lage ist oder nicht, sich unter günstigen Bedingungen im Boden zu einer zufrieden stellenden Pflanze weiterzuentwickeln.

Die Prüfung der Keimfähigkeit dient in erster Linie der Qualitätskontrolle und wurde laut den ISTA-Vorschriften 2003/2006 durchgeführt. Sie erstellt eine einheitliche Methode für die Keimfähigkeitsprüfung. In ihren Vorschriften sind standardisierte Definitionen und Methoden zur Beurteilung von Saatgut und zu deren Anwendung im internationalen Handel bekannt gegeben. Die Bestimmung der Keimfähigkeit muss mit reinen Samen durchgeführt werden.

3.4.1 Jacobsen-Keimapparat

Die Keimfähigkeit wurde in einem RUMED® Jacobsen-Keimapparat Serie 5001 der Firma Karl Ohrfandl – Exklusivrepräsentant für SIGMA Laborzentrifugen (siehe Abb. 10) durchgeführt. Dieser besteht aus einer Keimplatte, auf der die Filterpapierscheiben mit

den Samen gelegt werden. Die Scheiben liegen auf einer Keimspirale auf, durch die ein Docht gefädelt ist. Der Docht wird durch einen Schlitz in die Keimplatte gesteckt und sorgt für die nötige Wasserzufuhr. Das Wasser im Wasserbad muss immer auf einer konstanten Temperatur gehalten werden. Diese ist die durch ISTA 2003/2006 genau vorgegeben und in der Tab. 7 nachzulesen. Um die Papierscheibe vor Austrocknung zu bewahren, wird diese mit einer Glocke bedeckt, die oben mit einem Loch versehen ist, damit die Luftzufuhr gewährleistet wird. Die Temperatur wird automatisch geregelt.



Abb. 10 RUMED® Jacobsen-Keimapparat Serie 5001 mit Keimglocken für Lichtkeimer im Labor des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau Jänner 2007

3.4.2 Keimbedingungen

Die Keimbedingungen für Lichtkeimer betragen 8 Stunden bei 30 °C Wassertemperatur und einer Beleuchtungsstärke von 750 bis 1250 LUX, sowie 16 Stunden bei 20 °C und Dunkelheit. Die Dunkelkeimer werden Tag und Nacht konstant bei 20 °C gehalten. Deren Keimlinge sollten keinem Lichteinfluss ausgesetzt werden. Die Keimdauer ist von Art zu Art unterschiedlich. Die Erstauszählung (siehe Abb. 13) erfolgt meist nach 4 bis 7 Tagen die Endauszählung nach 10, 12, 14, 21 oder 28 Tagen (ISTA 2003/2006).

3.4.3 Einkeimung

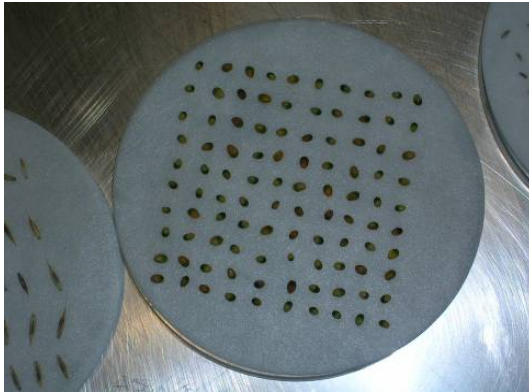


Abb. 11 100 Samen (*Medicago lupulina*) wurden mittels Pinzette steril in ausreichendem Abstand auf dem Filterpapier aufgelegt.

Für jede Untersuchungsprobe werden 400 Samen ausgezählt und 50 bis 100 Samen (siehe Abb. 11), je nach Größe und ausreichendem Abstand, auf dem feuchten Filterpapier angeordnet. Das Papier sollte reißfest sein, um zu verhindern, dass die Wurzel des Keimlings in das Papier wächst. Es ist daher ratsam immer 3 Filterpapiere zu verwenden.



Abb. 12 Dunkelkeimer (Leguminosen) und Lichtkeimer abwechselnd auf der Keimplatte. Hierbei handelt es sich um Sorten, die die gleiche Wassertemperatur benötigen.

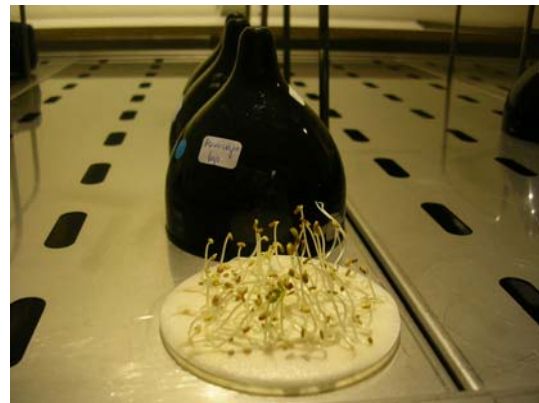


Abb. 13 Erstausschlingung der Samen von *Medicago lupulina* nach 7 Tagen am 17. Jänner.2007. Es sind normale Keimlinge sichtbar.

Bevor das Filterpapier mit den Samen auf das Halterungsblättchen in den Jacobsen-Keimapparat gelegt wird, wird es bei den Gräsern in eine 0,2%ige Kaliumnitratlösung (KNO_3), und bei den Kräutern in destilliertes Wasser (H_2O) getaucht (ISTA 2003/2006). Danach werden die Samen mittels einer Pinzette auf das Filterpapier gelegt. Um die Samen vor Austrocknung zu schützen, werden sie mit einer Plastikglocke zugedeckt, Dunkelkeimer mit einer schwarzen und Lichtkeimer mit einer durchsichtigen Glocke (siehe Abb. 12).

Behandlung zur Förderung der Keimung nach der ISTA 2003/2006

Bestimmte Arten brauchen geeignete Vorbehandlungen, um keimen zu können. Hier gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

- Vorkühlen: Die Samen werden bis zu sieben Tage vor dem Einkeimen bei 5 bis 10°C gelagert.
- KNO³: Das Filterpapier wird nicht des destillierten Wassers sondern mit einer 0,2%igen KNO³-Lösung angefeuchtet.
- Vorwärmen: Die Samen werden bis zu sieben Tage vor dem Einkeimen bei 30 bis 35°C erwärmt.
- Gibberelinsäure C₁₉H₂₂O₆: Das Keimsubstrat wird anstatt mit destilliertem Wasser mit einer 0,05%igen Gibberelin A₃- Lösung angefeuchtet.

In der Tab. 7 sind die Temperaturbereiche im Tages- und Nachtverlauf sichtbar. Ebenso ist die Vorbereitung der Samen laut ISTA angeführt.

Arten	Temperaturbereich [°C]		Vorbereitung
Gräser	Tagestemperatur	Nachttemperatur	
<i>Festuca ovina duriuscula</i>	20-30	15-25	vorkühlen, KNO ₃
<i>Festuca rubra commutata</i>	20-30	15-25	vorkühlen, KNO ₃
<i>Festuca rubra rubra</i>	20-30	15-25	vorkühlen, KNO ₃
<i>Festuca rubra trychophylla</i>	20-30	15-25	vorkühlen, KNO ₃
<i>Lolium perenne</i>	20-30	15-25	vorkühlen, KNO ₃
<i>Poa pratensis</i>	20-30	15-25	vorkühlen, KNO ₃
Leguminosen			
<i>Lotus corniculatus</i>	20-30	20	vorkühlen
<i>Medicago lupulina</i>	20-30	20	vorkühlen
<i>Anthyllis vulneraria</i>	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben
Kräuter			
<i>Achillea millefolium</i>	20-30	20-30	keine ISTA Angaben
<i>Anthemis nobilis</i>	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben
<i>Bellis perennis</i>	20-30	20	vorkühlen
<i>Hieracium pilosella</i>	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben
<i>Leucanthemum</i>	keine ISTA Angaben	20	Licht, vorkühlen
<i>Leontodon hispidus</i>	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben	Gibberelinsäure
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	20-30	20	keine ISTA Angaben
<i>Plantago media</i>	20-30	20	keine ISTA Angaben
<i>Plantago lanceolata</i>	20-30	20	vorkühlen
<i>Salvia nemorosa</i>	20-30	20	vorkühlen
<i>Salvia pratensis</i>	20-30	15-20	Licht
<i>Thymus pannonicus</i>	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben	keine ISTA Angaben

Tab. 7 Darstellung der Tages- u. Nachttemperatur und die Behandlung zur Förderung der Keimfähigkeit laut ISTA 2003/2006

3.4.4 Beurteilung der Keimlinge

Bei der Erst- beziehungsweise der Endauszählung (siehe Abb. 14) werden all jene Keimlinge entfernt, die als normal beurteilt werden können. Das sind alle, die alle ihre wichtigen Teile - Wurzelsystem, Sprossachse, Keimblätter, Sprossknospe, Koleoptile besitzen. Keimlinge lassen sich folgendermaßen einteilen (siehe Abb. 15):

- Normale Keimlinge: Intakte Keimlinge
Keimlinge mit leichten Schäden
Keimlinge mit Sekundär-Infektion
- Anomale Keimlinge: Beschädigte Keimlinge
Angefaulte Keimlinge
- Mehrsamige Fruchtgebilde: Diese können mehr als einen Keimling hervorbringen, werden allerdings nur als ein Keimling gezählt.
- Ungekeimte Samen: Harte Samen
Tote Samen
Frische Samen
Leere Samen



Abb. 14 Die Keimlinge wurden mittels einer Pinzette ausgezählt (Jänner 2007).



Abb. 15 Die Keimlinge wurden auf schwarzes Papier aufgelegt, um den Unterschied zwischen normal und anomal besser zu beurteilen können (Jänner 2007).

3.5 Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung

Der Prozentsatz der Keimfähigkeit ist der zahlenmäßige Anteil jener Samen, die unter vorgegebenen Bedingungen und Zeitspannen einen als normal zu beurteilenden Keimling hervorgebracht haben (ISTA 2003/2006).

Für zertifizierte, landwirtschaftliche Kulturarten - inklusive Gräser, Rasensorten, Leguminosen - ist eine Mindestkeimfähigkeit der reinen Samen, mit Ausnahmen, von 70% bis 90% festgelegt. Nicht zertifiziertes Saatgut sollte eine Mindestkeimfähigkeit von 50% zeigen (FLORINETH 2004). In der FLL RSM 2008 sind die Mindestkeimfähigkeiten des Saatgutes von Wildpflanzen aus Vermehrungsbeständen, die nicht dem Saatgutverkehrsgesetz unterliegen bei 70%. Das Saatgut der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung wurde laut dem Grenzwert von 50% Mindestkeimfähigkeit bewertet. Ausgezählt und aufgenommen wurde die Keimfähigkeit mithilfe eines Auszählungs- Protokolls, welches im Anhang 8.1 abgebildet ist.

3.5.1 Keimfähigkeit des 1. Keimversuchs

Von jedem Saatgut ist eine Probe mit 400 Samen geprüft worden. Die Ergebnisse sind in Abb. 16 zu sehen. Vier von sechs Arten erreichten bei den Gräsern eine Mindestkeimfähigkeit von 70% bis 90%. Dies waren *Lolium perenne*, *Festuca rubra ssp. rubra*, *Festuca rubra ssp. trychophylla* und *Poa pratensis*. *Festuca rubra ssp. commutata* und *Festuca ovina ssp. duriuscula* erlangten die Mindestkeimfähigkeit nicht sie wurden nach der Behandlung zur Förderung der Keimung laut ISTA 2003/2006 (siehe 3.4.3) noch einmal eingekeimt.

Bei den Leguminosen haben zwei von drei Arten die Mindestkeimfähigkeit zwischen 70% bis 90% erzielt. *Anthyllis vulneraria* hat die gewünschte Keimfähigkeit nicht erreicht und wurde noch einmal getestet.

Bei den Kräutern erlangten 10 von 12 Arten eine Keimfähigkeit von mindestens 50%, dieser Wert liegt über der Mindestkeimfähigkeitsgrenze. *Salvia pratensis* erlangte nur knapp die Mindestkeimfähigkeit mit 50,7%. *Salvia nemorosa*, *Leontodon hispidus* lagen weit unter dem Mindestprozentsatz. Die 3 Arten wurden nach einer Behandlung zur Förderung der Keimung laut ISTA 2003/2006 (siehe 3.4.3) noch einmal eingekeimt. *Leucanthemum vulgare* und *Anthyllis vulneraria* zeigen eine Keimfähigkeit von 64% und 69,3%, da es für diese Arten zu niedrig ist werden die beiden Pflanzen noch einmal getestet.

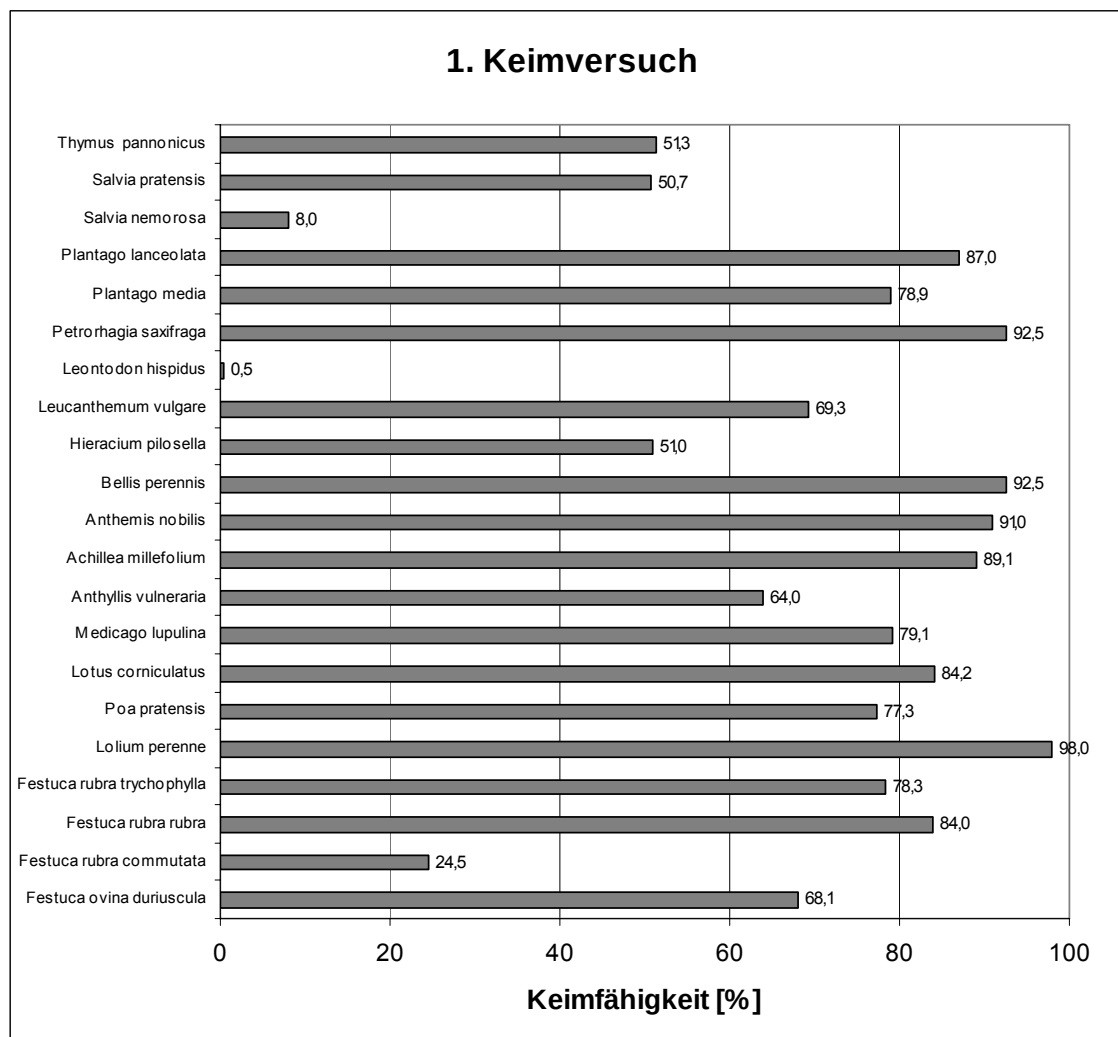


Abb. 16 Ergebnisse des 1. Keimversuch der Gräser und Kräuter. Wie zu sehen ist, haben *Festuca rubra ssp. commutata* (24,5), *Festuca ovina ssp. duriuscula* (68,1), *Anthyllis vulneraria* (64), *Leontodon hispidus* (0,5), *Leucanthemum vulgare* (69,3), *Salvia nemorosa* (8) und *Salvia pratensis* (50,7) die Mindestkeimfähigkeit von 70% bei Gräsern und 50% bei Kräutern nicht erreicht oder eine zu niedrige Keimfähigkeit gezeigt und werden daher noch einmal eingekeimt.

3.5.2 Keimfähigkeit des 2. Keimversuchs

Beim ersten Keimversuch haben, *Festuca rubra ssp. commutata*, *Festuca ovina ssp. duriuscula*, *Anthyllis vulneraria*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Salvia nemorosa* und *Salvia pratensis* die Mindestkeimfähigkeit nicht erreicht, oder eine zu niedrige Keimfähigkeit aufgewiesen und wurden deshalb nach einer Behandlung zur Förderung der Keimung laut ISTA 2003/2006 (siehe 3.4.3) noch einmal getestet. Von *Festuca rubra ssp. trychophylla* wurde ursprünglich eine falsche Sorte geliefert, deswegen ist neues Saatgut bestellt worden, das auch getestet wurde. *Leontodon hispidus* wurde mit einer 0,05%igen Gibberelinsäure versetzt. Die restlichen sieben Saatgutsorten wurden sieben Tage vor dem Einkeimen bei einer Temperatur von 5°C bis 10°C vorgekühlt. Das Ergebnis (siehe Abb. 17) des zweiten Keimversuches war

nicht ausreichend, die Keimung verlief zum Großteil schlechter als beim ersten Versuch.

Einige der Filterpapiere wiesen Schimmelbefall auf, wodurch die Zufuhr zum Wasser unterbunden wurde und die Filterpapiere zum Teil austrockneten. Die Keimfähigkeit von *Leontodon hispidus* ist trotz der Vorbehandlung mit 0,05%igen Gibberelinsäure nicht erwähnenswert gestiegen.

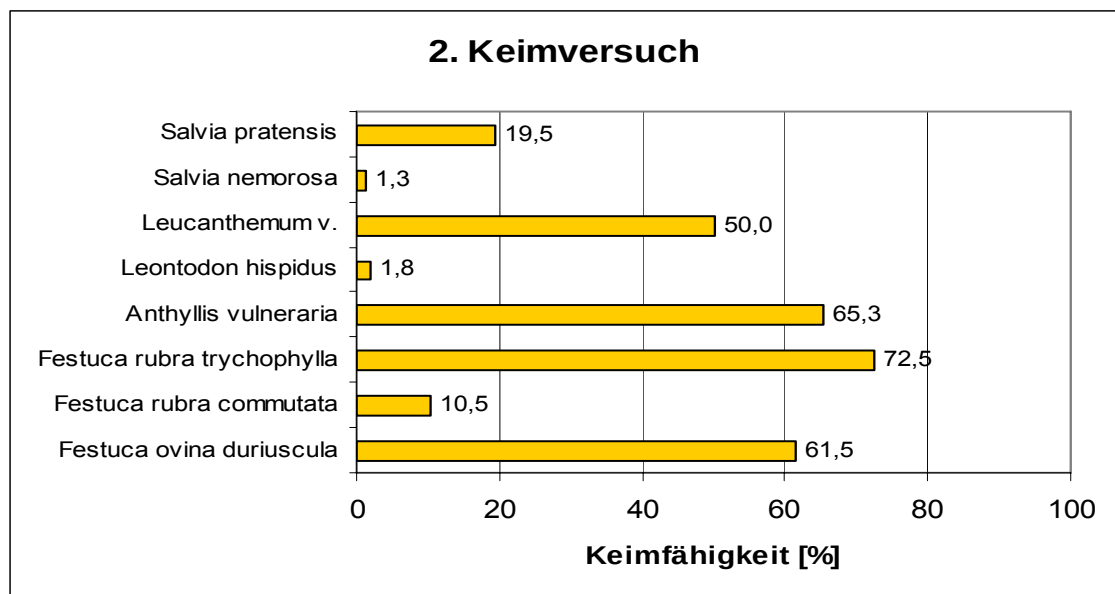


Abb. 17 Ergebnisse des 2. Keimversuchs; Die Keimfähigkeit von *Salvia pratensis* (19,5), *Salvia nemorosa* (1,3), *Leontodon hispidus* (1,8) und *Festuca ovina commutata* (10,5) wurde nicht erreicht.

3.5.3 Vergleich des 1. und 2. Keimversuchs

Wie aus dem folgendem Diagramm (siehe Abb. 19) ersichtlich wird, ist die Keimfähigkeit des zweiten Keimversuches deutlich niedriger als die des Ersten. Dies lässt sich auf extremen Schimmelbefall (siehe Abb. 18) zurückführen. Schimmel- und Pilzbefall tritt meist bei feuchtem Saatgut auf. Es kann aber auch ein Zeichen für geringe Qualität sein (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008). Nur bei *Anthyllis vulneraria* und *Leontodon hispidus* ist eine geringe Verbesserung der Keimfähigkeit erkennbar, jedoch haben beide die Mindestkeimfähigkeit nicht erreicht. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde beschlossen, von diesen Sorten neues Saatgut zu bestellen. Es ist generell zu beobachten, dass bei Wildkräutern eine schlechtere Keimrate auftritt. Die Pflanze entwickelt eine Strategie, um unter ungünstigen Bedingungen den Bestand zu sichern, daher ist die Keimfähigkeit im Labor nicht sehr hoch. Ein Teil der Samen keimt erst im darauf folgenden Jahr (vgl. HAAS 2003).

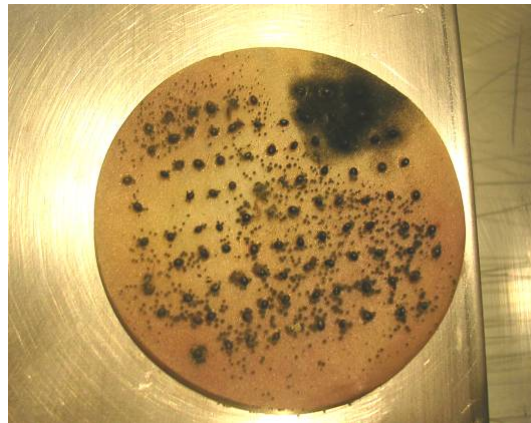


Abb. 18 extremer Schimmelbefall von *Salvia nemorosa*

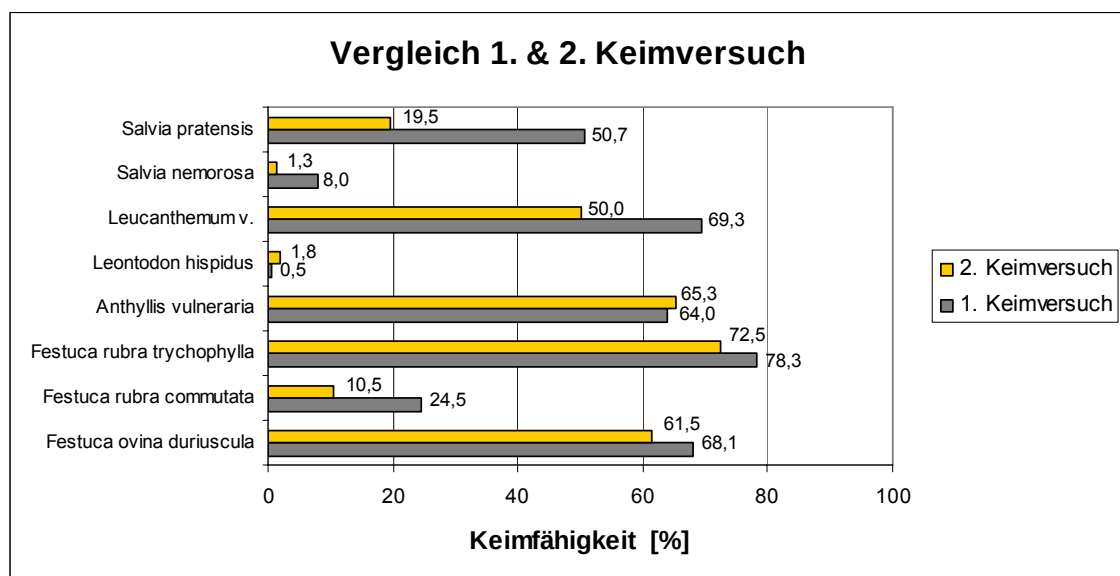


Abb. 19 Vergleich der Ergebnisse des ersten und zweiten Keimversuchs. Die Werte des zweiten Keimversuchs sind eindeutig geringer.

3.5.4 Keimfähigkeit des 3. Keimversuchs

Es wurden vier Gräserarten und drei Kräuter ausgetauscht. Grund für die Neubestellung von *Poa pratensis* war, dass bei der ersten Saatgutbestellung falsches Saatgut geliefert wurde. Wie an der unten angeführten Grafik (siehe Abb. 20) zu erkennen ist, wurde die Mindestkeimfähigkeit nur von *Festuca ovina ssp. duriuscula* und *Festuca rubra ssp. trychophylla* erreicht. *Leontodon hispidus*, *Salvia pratensis*, *Salvia nemorosa*, *Poa pratensis* und *Festuca rubra ssp. commutata* haben die gewünschte Keimfähigkeit wiederum nicht erlangt. Durch den hohen Zeitaufwand, den die Prüfung der Keimfähigkeit mit sich bringt, wurde kein weiteres Saatgut bestellt. Trotz der schlechten Ergebnisse bei den Kräutern wurde es ausgesät. Der Grund dafür liegt darin, dass manche Kräuter nur bei standortgerechten und eigenen

Keimbedingungen eine bessere Keimrate erzielen (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008).

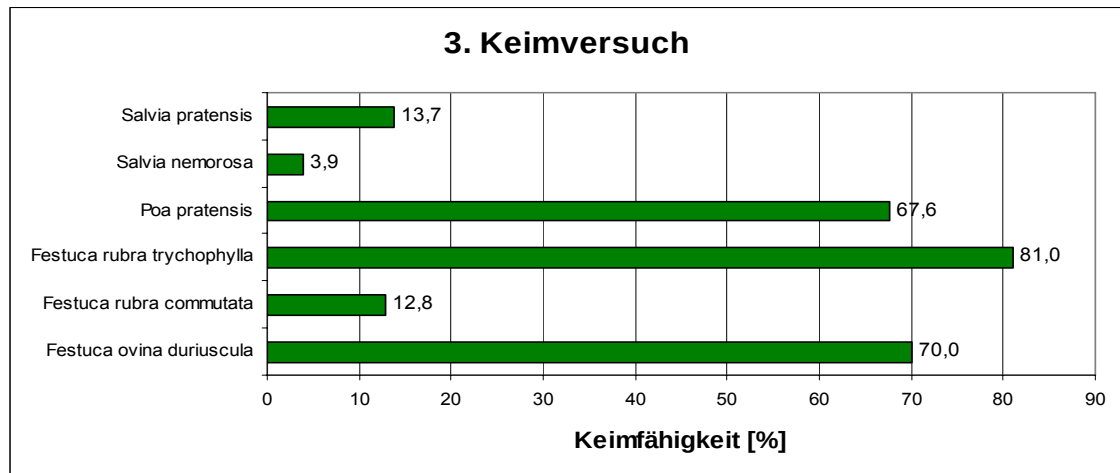


Abb. 20 Ergebnisse des dritten Keimversuches mit wenig zufrieden stellenden Ergebnissen. Aufgrund des Zeitmangels wird kein neues Saatgut mehr bestellt.

3.5.5 Kurzfassung der Ergebnisse der Keimfähigkeit

Der Vergleich der drei Keimversuche (siehe Abb. 21) zeigt, dass der erste und der letzte Keimversuch ähnliche Ergebnisse hervorbrachten. Die Methoden zur Förderung der Keimfähigkeit haben nicht den gewünschten Erfolg erzielt. *Leontodon hispidus* weist eine sehr schlechte Keimrate auf, da es sein kann, dass das Saatgut mit den Bedingungen im Labor nicht zu Recht kommt und dafür am Feld keimt. Wie zu erkennen ist, wurde die Mindestkeimfähigkeit von *Festuca rubra ssp. trychophylla* und *Festuca ovina ssp. duriuscula* erreicht. *Salvia pratensis* und *Salvia nemorosa* zeigten keine Verbesserungen, was jedoch nicht ungewöhnlich ist, da diese Arten nur bei standortgerechten und eigenen Bedingungen hervorragend keimen, was sich später im Ergebnisteil zeigt.

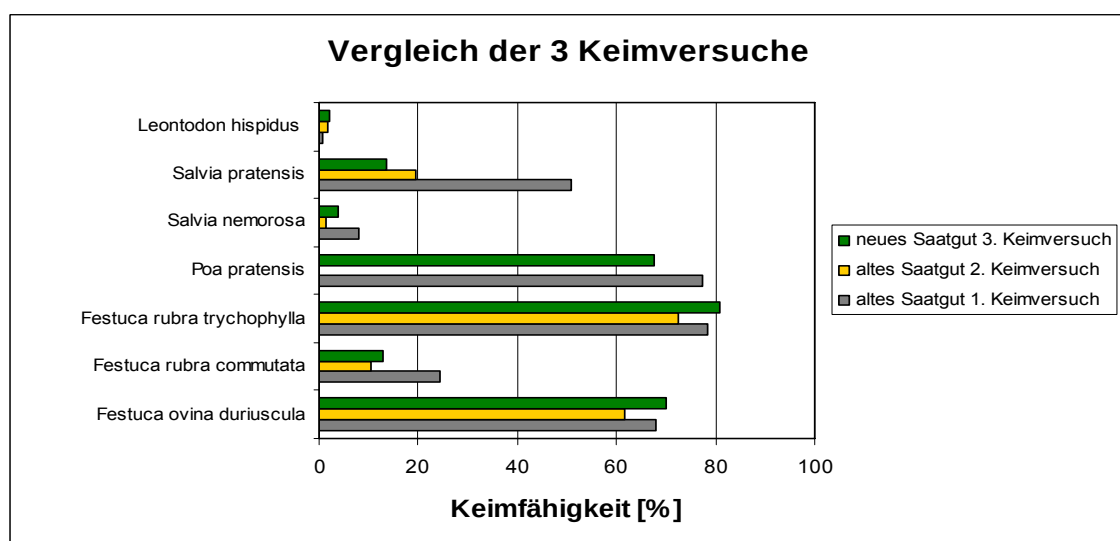


Abb. 21 Vergleich der Ergebnisse des ersten, zweiten und dritten Keimversuches

4 Methodik der Vegetationsanalyse

Eine Vegetationsaufnahme soll einen Pflanzenbestand charakterisieren. Es handelt sich um eine vollständige Artenauflistung aller sichtbaren Pflanzen einer Aufnahme­fläche. Aufnahme­flächen sind die häufigste Untersuchungseinheit, jedoch können es auch Linien, Punkte, Distanzen oder reine Pflanzenteile sein. Das Minimumareal einer Untersuchungseinheit ist erreicht, wenn keine nennenswerte Zunahme mehr erfolgt. Der Pflanzenbestand sollte homogen sein. Das Problem an den homogenen Pflanzbeständen ist leider, dass sie größtenteils nur in Lehrbüchern bestehen, was aber in Wirklichkeit selten der Fall ist (TREMP 2005).

Die in diesem Kapitel vorgestellten Untersuchungsmethoden sind bestens für die Aufnahmen von Mager- und Trockenrasen geeignet.

4.1 Beschreibung des Schätzverfahrens für den Gesamtdeckungsgrad

Das Schätzverfahren soll immer von mindestens zwei Personen durchgeführt werden, denn damit kann der Schätzfehler geringer gehalten werden. Die Methode ist sehr einfach anzuwenden, da es sich jedoch um ein Schätzverfahren handelt, wird sie von jedem Menschen anders verwendet. Bei diesem Projekt wurden folgende Schätzhilfen angewendet.

Eine Person steht an der Längsseite und die andere an der Breitseite des Parkplatzes. Man stellt sich genau in die Mitte und versucht, die eine Hälfte des Feldes in das andere zu projizieren. Somit kann festgestellt werden, ob der Deckungsgrad bereits über oder noch unter 50% liegt. Eine weitere Hilfe ist es, das ganze Feld in fünf Teile zu unterteilen und sich vorzustellen, wie viele Teile mit der Vegetation gefüllt werden können. Es gibt eine Menge solcher Schätzhilfen und es sollte jene angewendet werden, mit der man am besten zurechtkommt. Nachdem sich beide Personen einen Prozentsatz überlegt haben, wird dieser ausgesprochen. Nach einer kurzen Diskussion einigt man sich auf einen Wert oder bildet einen Mittelwert aus den beiden vorgeschlagenen Werten.

Die Deckungsgradschätzung hat sich in unzähligen Untersuchungen bewährt. Bestehend sind die Einfachheit, die Geschwindigkeit und ihre generelle Anwendbarkeit für alle Struktur- und Vegetationstypen. Die hohe Subjektivität ist der häufigste Kritikpunkt, weil einerseits jeder Bearbeiter anders schätzt und selbst die Schätzwerte einer Person generellen Schwankungen unterliegen (TRAXLER 1997).

4.2 Vegetationsaufnahme der Line-point-Methode

Für die Vegetationsaufnahmen mittels der Line-point-Methode wurde eine für das Projekt eigens angepasste Aufnahmelatte entwickelt und gebaut (Abb. 22). Es handelt sich um eine Alulatte mit der Länge von vier Metern. Auf dieser Latte wurden 80 Löcher im Abstand von 3 cm gebohrt. Eine Stricknadel ist auf einem Schlitten befestigt, der von Loch zu Loch weiter geschoben wird (siehe Abb. 23). Alle 3 cm wird die Vegetation punktuell aufgenommen.



Abb. 22 Aufnahmegärts bestehend aus einer 4m Alulatte, in die 80 Löcher gebohrt wurden. Versuchsfläche Veitshöchheim zur Durchführung der Line-point-Methode (September 2007)



Abb. 23 Schlitten auf der Alulatte mit Stricknadel, durch die alle 3 cm ein Punkt aufgenommen werden kann (September 2007).

4.2.1 Beschreibung der Line-Point-Methode

Diese Methode ist sehr effektiv. Sie erweist sich insbesondere dann als praktisch, wenn die Vegetationsdeckung sehr gering ist. Anhand einer Linie wird in regelmäßigen Abständen eine Nadel in den Boden gesteckt und alle Pflanzen aufgeschrieben, die durchbohrt oder berührt werden (vgl. DIERSCHKE 1994).

Durch das Absenken einer Stricknadel wird notiert, ob die Spitze auf Stein, Feinmaterial, Pflanze oder tote Pflanze trifft. Weiters wird aufgezeichnet, welche Pflanzen noch berührt werden.

Gezählt wird, wenn der Stab ein Individuum trifft. Die Latte wird meist entlang eines Transekts in bestimmten Abständen versetzt. Die Anzahl der Treffer pro Art ist ein Maß für die Dominanz (vgl. PFADENHAUER 1997).

Das Aufnahmeformular ist im Anhang 8.3 zu sehen. Aufgenommen wurde die Vegetation mittels der Line-point-Methode im September oder im Oktober 2007 sowie im Mai 2008. Die vollständige Aufnahme eines Versuchsstandortes dauert im Durchschnitt eine Woche.

auf die Grundfläche projiziert. Dieser Wert ist relativ leicht erfassbar und wird durch die Line-point-Methode gemessen oder geschätzt.

4.2.4 Gräser-Kräuter-Verhältnis

Das Gräser-Kräuter-Verhältnis gibt an, wie hoch der Prozentanteil der einzelnen Gräser und Kräuter an der von Vegetation bedeckten Fläche ist. Die Summe der Werte ergibt 100% (LÄNGERT 2004).

4.2.5 Kurzfassung der Methodik zur Vegetationsanalyse

Bei dieser Diplomarbeit werden folgende Parameter (siehe Tab. 8) mittels des Schätzverfahrens und der Line-point-Methode aufgenommen.

PARAMETER	METHODIK
Gesamtdeckungsgrad	Aufnahme durch Schätzverfahren in Prozent Errechnet mittels Line-point-Methode in Prozent
Deckungsgrad der Einzelarten	Mittels Line-point-Methode in Prozent
Gräser-Kräuter-Verhältnis	Mittels Line-point-Methode in Prozent

Tab. 8 Aufgenommene Parameter mit der dazugehörigen Methodik

5 Ergebnisse

Die Vegetationsaufnahmen wurden an allen Standorten einmal pro Vegetationsperiode durchgeführt. Die ersten Aufnahmen erfolgten drei Monate nach der Ansaat. In Wien gab es keine Vegetationsaufnahme in der ersten Versuchsperiode 2007, da durch ein Starkregenereignis das Saatgut weggeschwemmt wurde und der Sommer zu heiß war, um das Saatgut erneut auszubringen. Zusätzlich wurde die Versuchsfläche zu stark verdichtet. Durch eine Nachbehandlung (fräsen) konnte schlussendlich im September 2007 angesät werden. Auf den anderen drei Standorten wurden jeweils zwei Vegetationsaufnahmen durchgeführt.

	1. Aufnahme 2007	2. Aufnahme 2008
Erfurt	6. Okt. – 10. Okt. 2007	19. Mai – 21. Mai 2008
Goldrain	22. Okt. – 25. Okt. 2007	11. Mai – 14. Mai 2008
Veitshöchheim	9. Sep. – 12. Sep. 2007	26. Mai – 28. Mai 2008
Wien	Keine Aufnahme	2. Mai – 9. Mai 2008

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Line-point-Methode erläutert sowie auch der geschätzte Deckungsgrad. Begonnen wird mit den Ergebnissen von Erfurt, danach werden die Daten von Goldrain diskutiert. Weiters folgt Veitshöchheim und zu guter letzt werden die Resultate von Wien erklärt. Im Anhang 8.4 befindet sich eine Codierungsliste, die alle Abkürzungen enthält und genau erklärt. Es wird darauf verwiesen, da im folgenden Kapitel sehr viele Abkürzungen verwendet werden. Eine Fotodokumentation befindet sich ebenfalls im Anhang 8.5. Dort werden die einzelnen Parzellen bei der Vegetationsaufnahme 2007 und der Vegetationsaufnahme 2008 gezeigt.

5.1 Vegetationsentwicklung der Versuchsfläche Erfurt

Die Ansaat erfolgte im Juni 2007 mit 10 g/m² Saatgut (laut der Richtlinie für standortgerechte Begrünung). Da sich auf den Naturschotterflächen nicht die gewünschte Begrünung einstellte, wurde im September 2007 nachgesät. Der erste Mahdtermin war im Oktober 2007 nach der ersten Vegetationsaufnahme. Weitere Mahdtermine waren im April, Mai und Juni 2008. Die Fläche wurde nur am Anfang bewässert, um die Begrünung zu gewährleisten. Befahrungsbeginn war im Oktober 2007 nach der ersten Vegetationsaufnahme. Die genauen Termine sind in Tab. 9 zu sehen.

Ansaat Feld 1 - 36	Juli 2007
Nachsaat Feld 8 - 12, 20 - 24, 32 - 36	September 2007
Mahd (Höhe von 6 cm) Feld 1 - 36 Feld 1 - 36 Feld 1 - 36 Feld 1 - 36	Oktober 2007 April 2008 Mai 2008 Juni 2008
Bewässerung Feld 1 - 36	Anfangsbewässerung
Befahrung (zweimal/Woche) Feld 1 - 36	ab Oktober 2007

Tab. 9 Genaue Termine für Ansaat, Nachsaat, Mahd, Bewässerung und Beginn der Befahrung.



Abb. 25 Versuchsfläche Erfurt bei der Vegetationsaufnahme im September 2007



Abb. 26 Versuchsfläche Erfurt bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008

5.1.1 Geschätzter Deckungsgrad in Erfurt

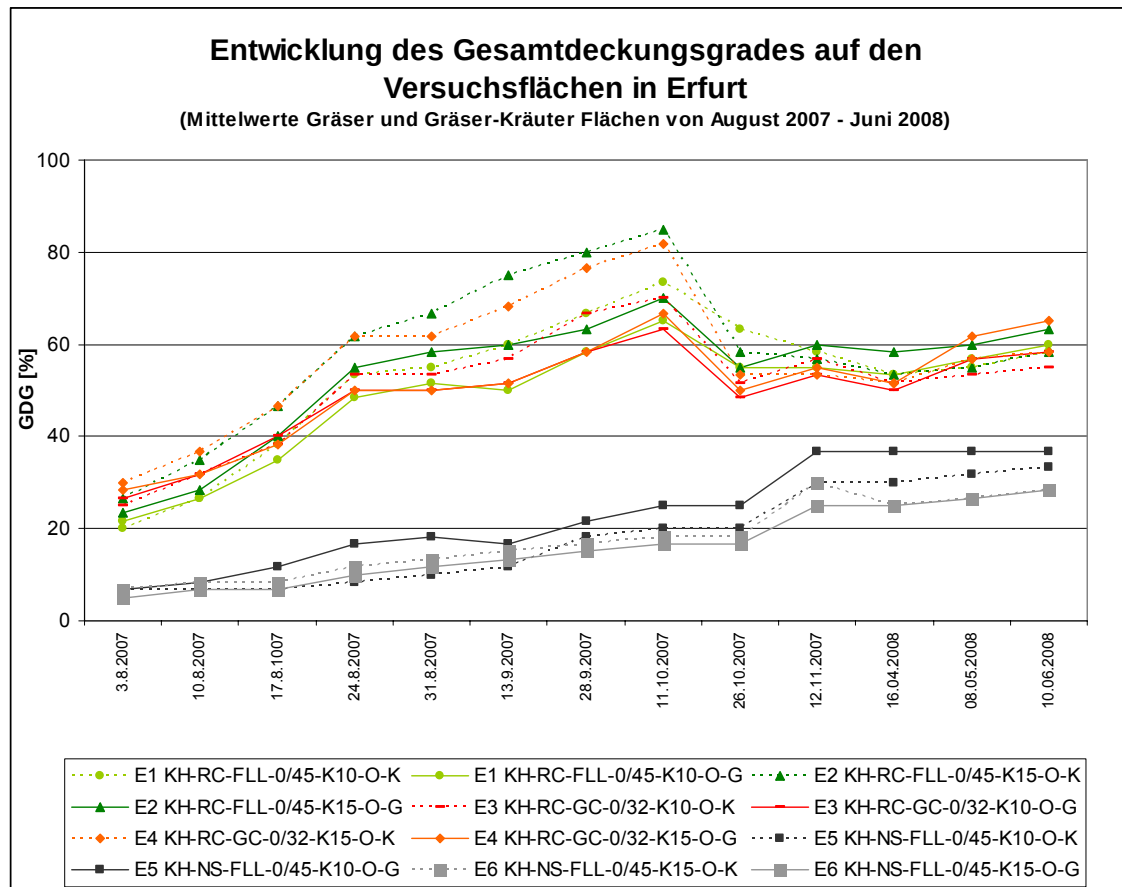


Abb. 27 Entwicklung des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Materialgemische in Erfurt; Aufgenommen von August 2007 bis Juni 2008

Die Deckungsgradentwicklung ist im Vergleich zwischen den Recycling- und den Kalkschottermaterialien unterschiedlich verlaufen. Die Recyclingmaterialien haben bis zum ersten Mahdtermin im Oktober 2007 eine kontinuierliche Zunahme der Bodenbedeckung aufzuweisen. Der abnahmefähige Zustand war Ende August 2007 bei allen acht Recyclingmaterialvarianten mit mindestens 50%-Deckung erreicht. Dieser verringerte sich aber, da die Reduzierung des Aufwuchses auf eine Schnitthöhe von 6 cm einige Lücken im Bestand hervorbrachte (PITHA et al. 2008).

Bei diesem Versuchsstandort wurde nicht gedüngt, dadurch haben die Naturschotterflächen sehr gelitten. Auf diesen Flächen ist der Deckungsgrad niedriger, dies ist in Abb. 27 sehr gut zu sehen. Im Vergleich zum Vorjahr hat der Deckungsgrad des Naturschottermaterials um fast das Doppelte zugelegt. Die Kalkschottermaterialien haben laut dem Schätzverfahren die 50% Gesamtdeckungsgrad nicht erreicht. Es ist allerdings ein Zuwachs erkennbar.

5.1.2 Errechneter Deckungsgrad in Erfurt

Der errechnete Gesamtdeckungsgrad (GDG) wurde mittels Line-point-Methode aufgenommen. Der GDG ist bei den Materialien E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-K bis E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-K sehr gut, dies ist auf den Oberboden zurückzuführen. Die Naturschotterflächen E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-K und E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-K waren im Jahr 2007 teilweise unter der 50%-Mindestdeckung. Im Gegensatz zur Aufnahme mit den Schätzverfahren haben die Naturschotterflächen den 50%-Mindestdeckungsgrad erreicht. Es ist zu erkennen, dass sich diese Flächen erholt haben und sich der GDG zum Teil verdoppelt hat.

Anhand des Gesamtdeckungsgrades ist zu sehen, dass die Verbindung von Oberboden mit Recyclingmaterial sehr gut ist. Die Naturschotterflächen haben sich im Laufe der zweiten Projektperiode etabliert, obwohl nicht gedüngt wurde, wie bei den anderen Standorten.

Es ist aber zu erkennen, dass der GDG der Recyclingmaterialien generell abnimmt (siehe Abb. 28 und Abb. 29), was auf die Befahrung zurückzuführen ist. Bei der ersten Vegetationsaufnahme im September 2007 (siehe Abb. 25) war der GDG auch höher, Grund dafür war die Anfangsbewässerung. Es zeigen sich bei der Vegetationsaufnahme 2008 (siehe Abb. 26) keine so großen Schwankungen im Gesamtdeckungsgrad mehr wie im Vorjahr. Durch die Befahrung und die Mahd hat sich der GDG eingependelt. Zu erkennen ist, dass die Gesamtdeckungsgrade bei den Gräserflächen und den Gräser-Kräuter-Flächen der Recyclingmaterialien bei ca. 90% liegen und die der Naturschottermaterialien bei ca. 70%.

Es gibt auch keine signifikanten Abweichungen zwischen den beiden 10 Vol.-% und 15 Vol.-% Kompostvarianten. Ein eindeutiger Unterschied liegt zwischen Recyclingmaterial und Naturschottermaterial, auf den schon hingewiesen wurde.

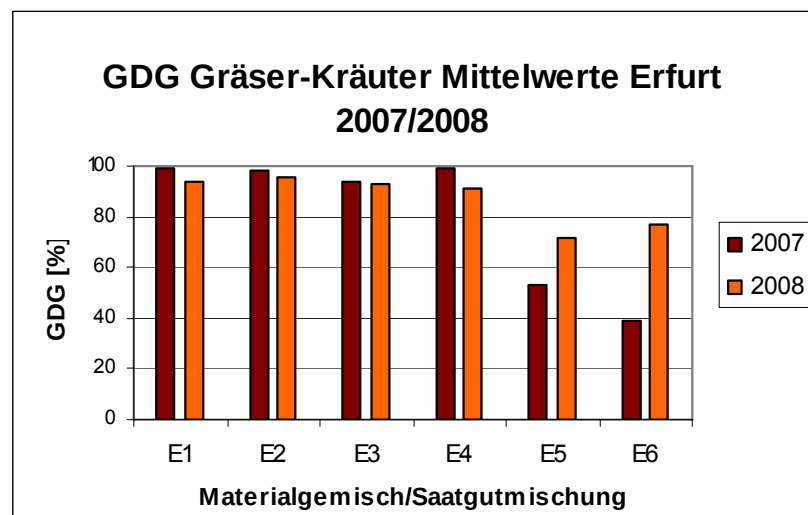


Abb. 28 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser-Kräuter Flächen in Erfurt im Vergleich beide Vegetationsaufnahmen im September 2007 und Mai 2008. Der GDG der Naturschotterflächen (E5 und E6) ist eindeutig niedriger als die der Recyclingmaterialien (E1 bis E4). Der GDG der Naturschotterflächen hat sich zwischen den beiden Vegetationsaufnahmen beinahe verdoppelt.

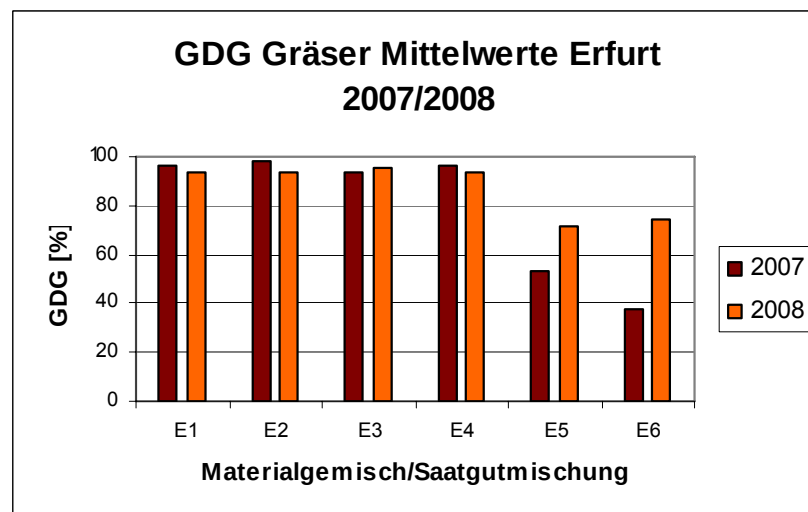


Abb. 29 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser Flächen in Erfurt im Vergleich beide Vegetationsaufnahmen im September 2007 und Mai 2008. Der GDG der Naturschotterflächen (E5 und E6) ist eindeutig niedriger als die der Recyclingmaterialien (E1 bis E4). Die Naturschotterflächen haben allerdings den GDG beinahe verdoppelt.

5.1.3 Errechnetes Gräser-Kräuter-Verhältnis in Erfurt

In Abb. 30 und Abb. 31 ist klar erkennbar, dass der Anteil der Kräuter wesentlich höher ist als jener der Gräser. Dies ist vor allem auf den Oberbodenanteil in den Materialgemischen zurückzuführen. Auch nach der Befahrung hat sich der Gräseranteil nicht wesentlich erhöht, dieser ist gleich geblieben. Der hohe Kräuteranteil ist auf das grobporige und wasserstoffreiche Material zurückzuführen. Bei optimalen Bedingungen würde sich der Anteil der Gräser erhöhen.

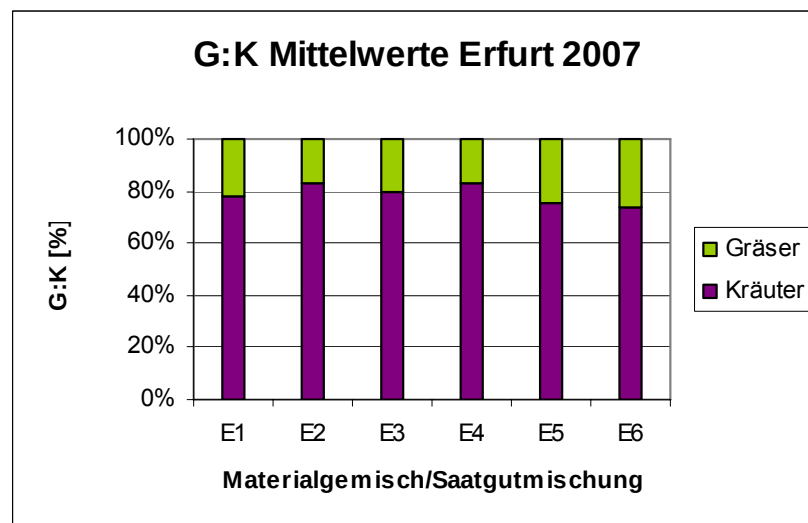


Abb. 30 Mittelwerte des G:K Verhältnisses in Erfurt der Materialmischungen E1 bis E6 im Jahre 2007. E1 bis E4 bestehen aus Recyclingmaterialien. Bei E5 und E6 handelt es sich um das Referenzmaterial, den Kalkschotter. Der Anteil der Kräuter ist wesentlich höher, als der Anteil der Gräser.

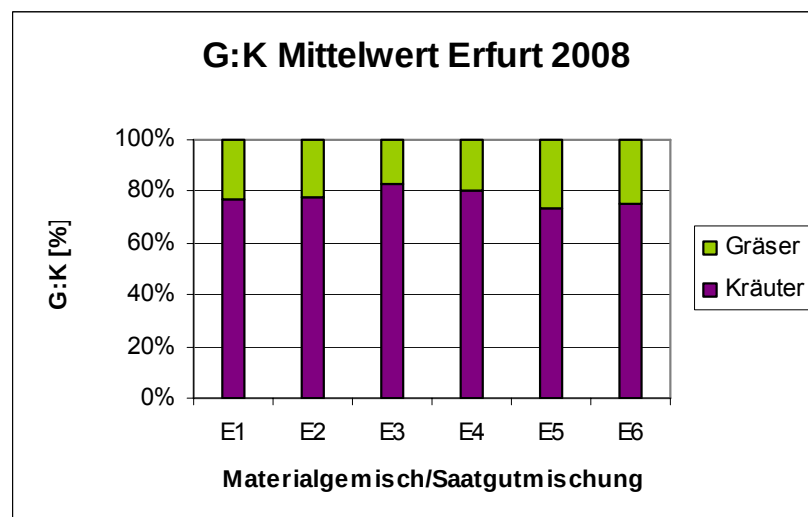


Abb. 31 Mittelwerte des G:K Verhältnisses in Erfurt der Materialmischungen E1 bis E6 im Jahre 2008. E1 bis E4 bestehen aus Recyclingmaterialien. Bei E5 und E6 handelt es sich um das Referenzmaterial, den Kalkschotter. Der Anteil der Kräuter ist wesentlich höher, als der Anteil der Gräser.

5.1.4 Errechneter Einzeldeckungsgrad in Erfurt

Die folgenden Diagramme ergeben sich aus den Mittelwerten der drei Wiederholungen der Materialgemische, begrünt mit der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung und der Gräser Saatgutmischung RSM 5.1. Es werden die Mittelwerte der Vegetationsaufnahme im September 2007 und der Vegetationsaufnahme im Mai 2008 miteinander verglichen. Die Saatgutmischung enthält insgesamt vier verschiedene Arten von *Festuca*: *Festuca ovina ssp. duriuscula*, *Festuca rubra ssp. commutata*, *Festuca rubra ssp. rubra* und *Festuca rubra ssp. trychophylla*. Es ist jedoch sehr schwer, die einzelnen Arten im vegetativen Zustand zu unterscheiden. Deswegen wurden diese Arten als *Festuca sp.* aufgenommen. Der Einzeldeckungsgrad ist als EDG abgekürzt.

5.1.4.1 Einzeldeckungsgrad der Gräser-Kräuter-Flächen in Erfurt

Materialgemisch: *E1-KH-RC-FLL-0/45-K10*

In der Abb. 32 ist zu sehen, dass die EDG'e der Gräser und der Kräuter im Materialgemisch *E1-KH-RC-FLL-0/45-K10*, bei der Vegetationsaufnahme 2008 im Vergleich zum Vorjahr abnehmen, mit Ausnahmen von *Leucanthemum vulgare*, *Salvia pratensis* und *Plantago lanceolata*. Der prozentuale Anteil der Gräser ist im Vergleich zu den Kräutern geringer. Gegenüber den restlichen Kräutern weisen *Achillea millefolium* und *Anthemis nobilis* einen sehr hohen EDG auf. 2008 gibt es einen Ausfall von *Leontodon hispidus* zu verzeichnen.

Materialgemisch: *E2-KH-RC-FLL-0/45-K15*

Die Abbildung Abb. 33 zeigt, dass der Gräseranteil sehr viel geringer ist als der Kräuteranteil, dieser steigt jedoch tendenziell an. Gegenüber den Ergebnissen der Vegetationsaufnahme aus dem Jahr 2007 steigen die EDG'e von *Bellis perennis*, *Festuca sp.* und *Anthemis nobilis* an. *Achillea millefolium* und *Anthemis nobilis* weisen auch bei diesen Parzellen einen sehr hohen EDG auf. 2007 war *Anthyllis vulneraria* noch vertreten, hingegen ist diese Pflanze bei der Vegetationsaufnahme 2008 nicht mehr gefunden worden.

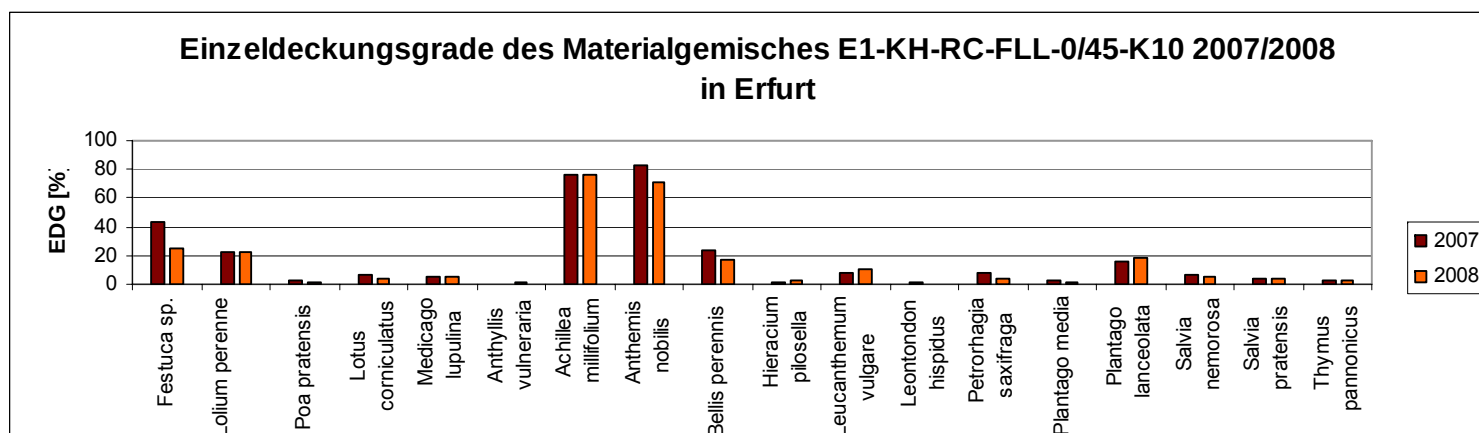


Abb. 32 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) E1-KH-RC-FLL-0/45-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

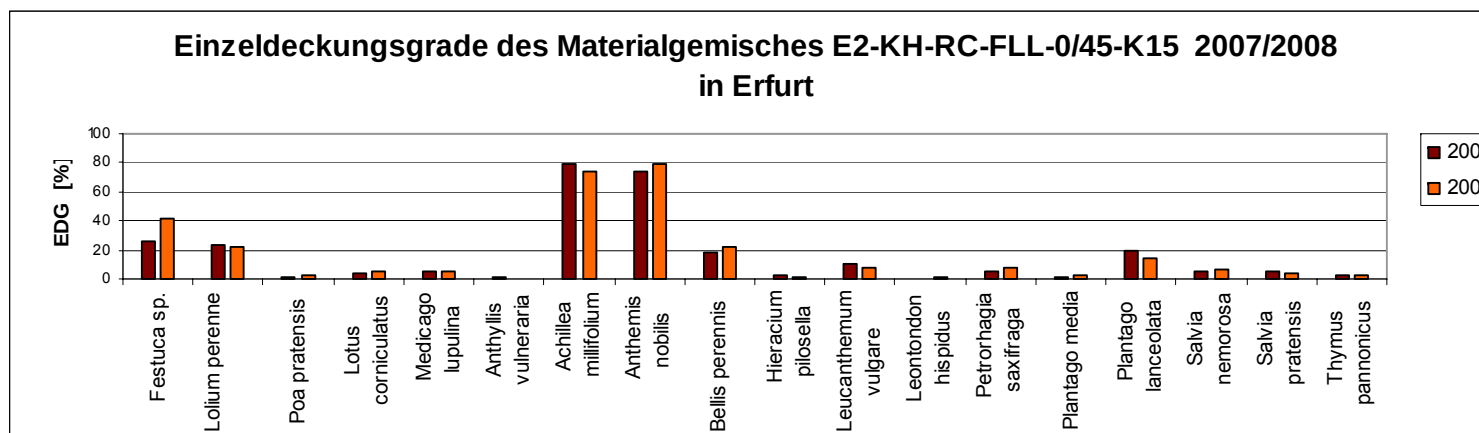


Abb. 33 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) E2-KH-RC-FLL-0/45-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

Materialgemisch: E3-KH-RC-GC-0/32-K10

In Abb. 34 ist das Materialgemisch E3-KH-RC-GC-0/32-K10 zu sehen. Im Vergleich zum EDG 2007 ist eine Zunahme bei den Pflanzen *Anthemis nobilis*, *Achillea millefolium*, *Lotus corniculatus* und *Festuca sp.* zu sehen. *Anthemis nobilis*, und *Achillea millefolium* haben auch bei diesem Material einen sehr hohen EDG zu verzeichnen. Im Vergleich zum Vorjahr gab es bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008 noch einen Anstieg von etwa 10%. Der prozentuelle Anteil der Gräser ist wesentlich geringer als der prozentuelle Anteil der Kräuter. Wie auch beim Material E1-KH-RC-FLL-0/45-K10 ist hier ein Ausfall von *Leontodon hispidus* zu vermerken.

Materialgemisch: E4-KH-RC-GC-0/32-K15

Bei der Materialmischung E4-KH-RC-GC-0/32-K15 Abb. 35 ist bei den Kräutern *Plantago lanceolata* und *Salvia pratensis* ein Anstieg zu verzeichnen. Die Gräser sinken tendenziell im Vergleich zum Vorjahr und weisen einen wesentlich geringeren EDG auf. *Anthemis nobilis* und *Achillea millefolium* zeigen auch bei diesem Material im Vergleich zu den anderen Kräutern einen sehr hohen EDG. Auffallend ist jedoch, dass bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008 ein Rückgang des EDG'es von *Anthemis nobilis* und *Achillea millefolium* zu verzeichnen ist.

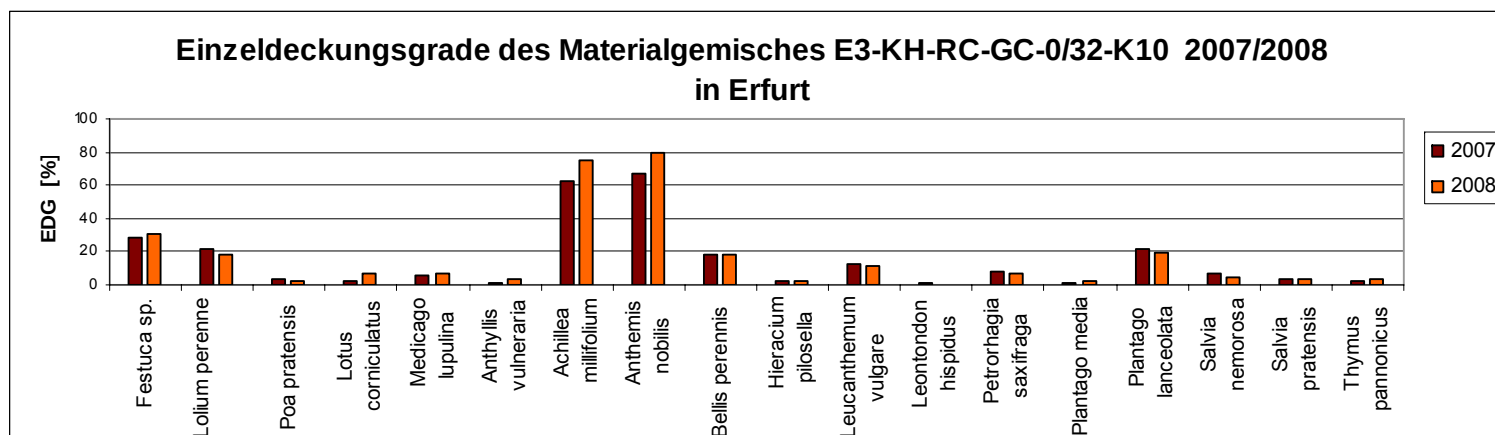


Abb. 34 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) E3-KH-RC-GC-0/32-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

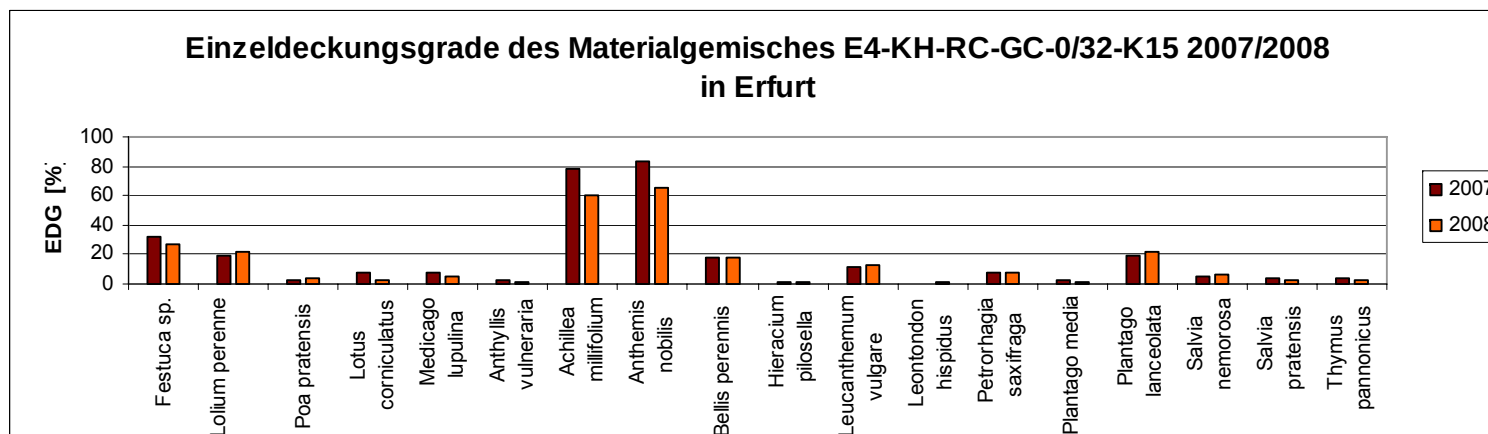


Abb. 35 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) E4-KH-RC-GC-0/32-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

Materialgemische: *E5-KH-NS-FLL-0/45-K10* und *E6-KH-NS-FLL-0/45-K15*

Die beiden Diagramme der Materialgemische *E5-KH-NS-FLL-0/45-K10* und *E6 KH-NS-FLL-0/45-K15*, die in Abb. 36 und Abb. 37 zu sehen sind, werden gemeinsam betrachtet, da es sich hier um Kalkschotter handelt. Wie schon im Kapitel 5.1.1 berichtet, weist dieses Material einen wesentlich geringeren GDG, und somit auch geringere EDG'e, auf. Alle vorkommenden EDG'e liegen unter 20%. Auffallend ist, dass bei beiden Flächen ein Ausfall von *Lotus corniculatus*, *Anthyllis vulneraria*, *Leontodon hispidus* und *Salvia pratensis* zu verzeichnen ist. Weiters sind die Kräuter *Leucanthemum vulgare*, *Plantago media* und *Hieracium pilosella* bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008 nicht gefunden worden.

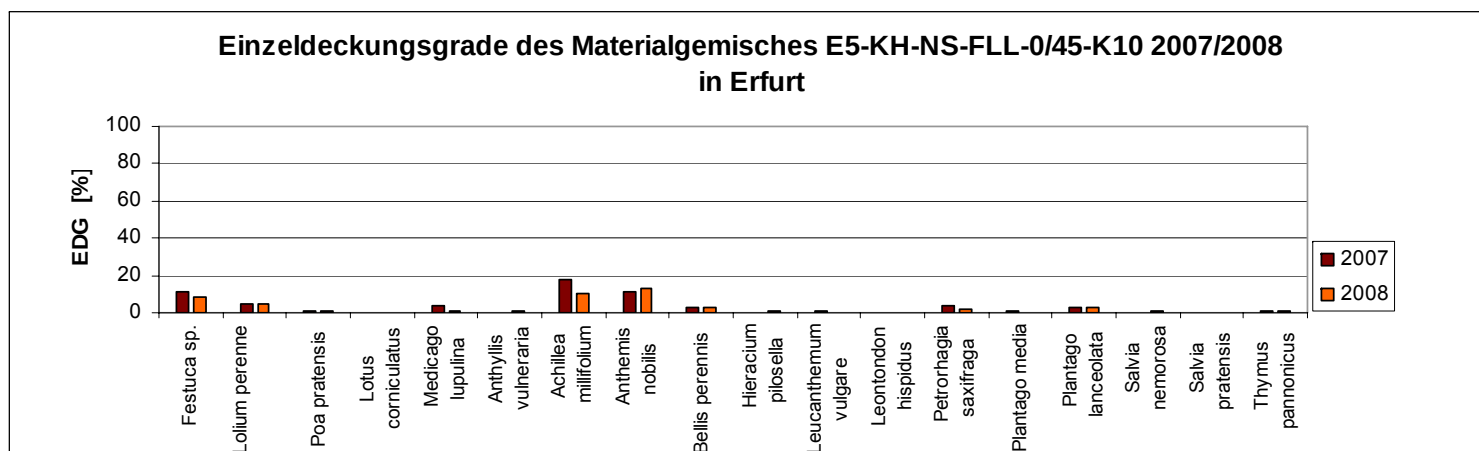


Abb. 36 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) E5-KH-NS-FLL-0/45-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Naturschotter

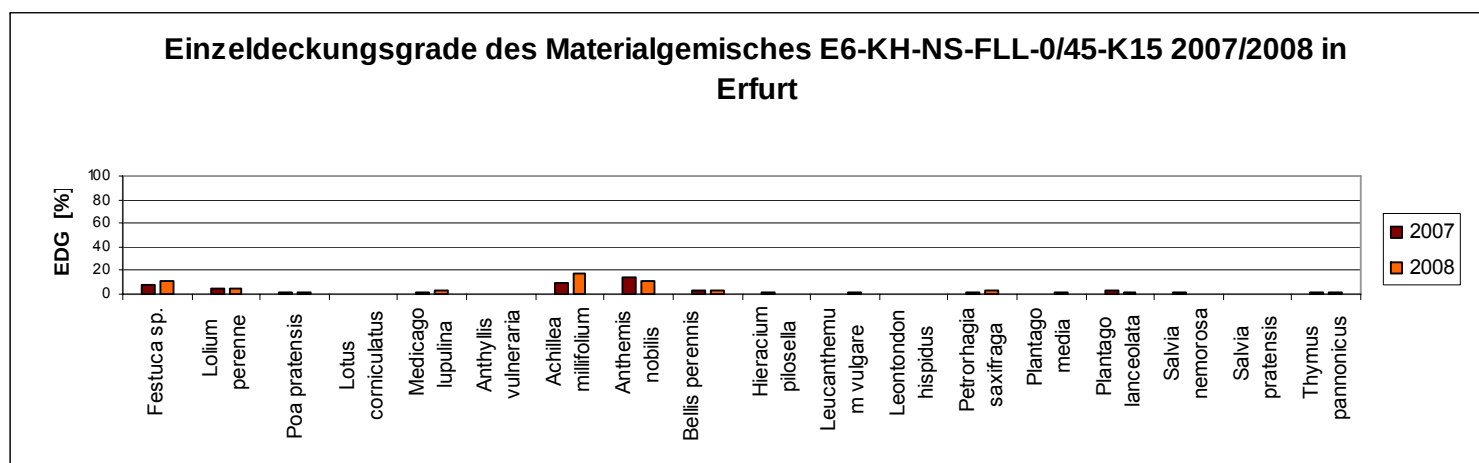


Abb. 37 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) E6-KH-NS-FLL-0/45-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Naturschotter

5.1.4.2 Einzeldeckungsgrad der Gräserflächen in Erfurt

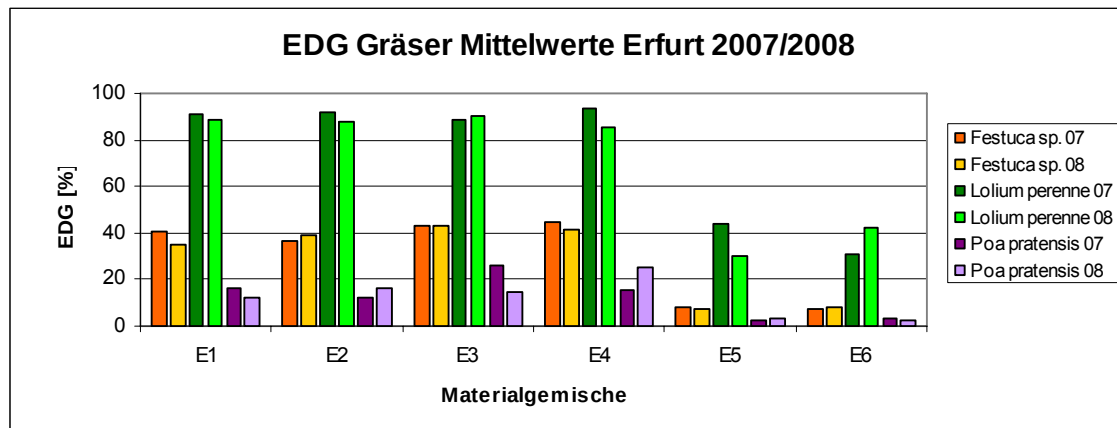


Abb. 38 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade der Gräserflächen mit der Saatgutmischung RSM 5.1 laut FLL; Ähnlich sind die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen im September 2007 und im Mai 2008 E1 bis E4 bei den Recyclingmaterialien. Bei E5 und E6 handelt es sich um das Referenzmaterial, den Kalkschotter.

In diesem Diagramm Abb. 38 handelt es sich um die EDG'e der Gräser der RSM 5.1 Saatgutmischung laut der FLL. Der Anteil des *Lolium perenne* ist sehr hoch und liegt bei etwa 90%. Grund dafür ist, dass dieses Saatgut bereits mit einem sehr hohen prozentuellen Anteil in der Saatgutmischung enthalten ist. Des Weiteren wächst es sehr schnell und sorgt für eine geschlossene Vegetationsdecke. Es wird auch als Ammengras bezeichnet und verwendet, da es sehr rasch wächst und für die anderen Gräser als Windschutz und Schattenspende dient. Sie bevorzugt frische bis frisch-feuchte Standorte und ist sehr dankbar für eine reichliche Nährstoffversorgung. Dafür spricht schon ihr überaus rasches Wachstum im Spross- und Wurzelkörper, das sich nur bei einem reichen Nährstoffangebot voll entfalten kann (KUTSCHERA 1960). Bei Schotterrasen wird sich *Lolium perenne* im Laufe der Zeit minimieren *Poa pratensis* hingegen wächst sehr langsam, was auch im EDG ersichtlich ist. Es ist im Vergleich zum *Lolium perenne* ausdauernd und sehr trittresistent und bildet unterirdisch kriechende Sprossausläufer. Ein Anstieg von *Poa pratensis* ist bei den Materialien E2-KH-RC-FLL-0/45-K15, E4-KH-RC-GC-0/32-K15 und E5-KH-NS-FLL-0/45-K10 erkennbar. *Festuca sp.* hat sich im Vergleich zur Aufnahme 2007 kaum verändert. *Festuca sp.* ist trockenheitsliebend, da es längere Wurzelsysteme ausbildet als *Lolium perenne* und *Poa pratensis*. Wie auch bei den Gräser-Kräuter-Flächen zu sehen ist, weisen die Materialmischungen mit dem Naturschotter E5-KH-NS-FLL-0/45-K10 und E6 KH-NS-FLL-0/45-K15 einen wesentlich geringeren EDG auf als die Recyclingmischungen E1-KH-RC-FLL-0/45-K10 bis E4-KH-RC-GC-0/32-K15.

5.1.5 Interpretation der Vegetationsergebnisse in Erfurt

Der EDG sowie auch der GDG der Flächen aus Recyclingmaterial sind wesentlich höher als die der Kalkschotterflächen und weisen beim Vergleich der Vegetationsaufnahmen im September 2007 zur Vegetationsaufnahme im Mai 2008 keine so großen Schwankungen mehr auf. Was aus allen Diagrammen der EDG'e hervorgeht, ist, dass sich die Gräser in beiden Saatgutmischungen gleich verhalten. Das heißt, die Kräuter haben fast keinen Einfluss auf das Wachstum der Gräser. Der Kompostanteil hat keinen Einfluss auf ein unterschiedliches Wachstum der einzelnen Gräser und Kräuter. Auch die Sieblinien und die unterschiedlichen Korngrößen weisen kein anderes Verhalten auf. Auffallend ist, dass bei den Kalkschotterflächen ein Ausfall derselben Kräuter zu verzeichnen ist, betroffen sind *Anthyllis vulneraria*, *Leontodon hispidus* und *Salvia pratensis*.

5.2 Vegetationsentwicklung der Versuchsfläche Goldrain

Die Ansaat der Flächen 1 bis 32 erfolgte im Juli 2007. Die Felder 33 bis 40 wurden im März 2008 angesät, da diese Parkplätze schon im Juli 2007 benötigt und nach dem Einbau zur Befahrung frei gegeben worden sind. Nachdem der gewünschte Begrünungserfolg nicht eintraf, erfolgte bei den Flächen 1 bis 32 im September 2007 eine Nachsaat. Das erste Mal ist die Fläche im Oktober 2007 vor der ersten Vegetationsaufnahme gemäht worden. Weitere Mahdtermine waren im April und Juni 2008. Die Parkplätze 25 bis 32 wurden ab Oktober 2007 nach der Vegetationsaufnahme zur Befahrung freigegeben. Auf den Parkplätzen 1 bis 24 installierte das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau im Februar 2008 eine Monitoringanlage, die zur Parkplatzüberwachung dient. Erst danach konnten die Felder zur Befahrung freigegeben werden. Die genauen Daten sind in der Tab. 10 angeführt.

Ansaat	
Feld 1 - 32	Juli 2007
Feld 33 - 40	März 2008
Nachsaat	
Feld 1 - 32	September 2007
Düngung (Düngemittel Manadur)	
Feld 1 - 32	Juli 2007
Feld 1 - 32	August 2007
Feld 1 - 32	September 2007
Feld 1 - 40	April 2008
Mahd (Höhe von 3 - 5 cm)	
Feld 1 - 32	Oktober 2007
Feld 1 - 32	April 2008
Feld 1 - 32	Juni 2008
Bewässerung	
Feld 1 - 4 und Feld 33 – 40	15 min zweimal/Tag
Feld 5 - 32	20 min einmal/Tag
Befahrung	
Feld 25 – 32	ab Oktober 2007
Feld 1 - 24	ab März 2008

Tab. 10 Genaue Termine für Ansaat, Nachsaat, Mahd, Bewässerung und Beginn der Befahrung in Goldrain/Südtirol.

In Goldrain wurde die Versuchsfläche in drei Zonen eingeteilt, da es hier unterschiedliche Entwicklungsstadien gibt. Zu sehen sind diese Zonen im Kapitel Übersichtsplan der Versuchsfläche Goldrain 2.2.2.

Bei den Materialien G1-MX-NS-FLL-0/32-K10 und G2-MX-NS-FLL-0/32-K15 handelt es sich um Naturschotter. G3-DF-RC-FLL-0/45-K10, G4-DF-RC-FLL-0/45-K15, G6-MX-RC-GC-0/32-K15 und G8-DF-RC-GC-0/32-K15 sind Recyclingmaterialien. G5-DF-RC-GC-0/32-K10 und G7-DF-RC-GC-0/32-K10 können nicht in die Auswertung hinein genommen werden - aufgrund der späten Ansaat dieser Flächen gibt es keine Vegetationsaufnahmen. Durch die starke Belastung umkehrender Busse können diese Parkplätze der Materialgemische von G6-MX-RC-GC-0/32-K15 und G8-DF-RC-GC-0/32-K15 nur bedingt in die Auswertung aufgenommen werden. Die folgenden Abb. 39 und Abb. 40 zeigen die Versuchsfläche in Goldrain bei der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008.



Abb. 39 Versuchsfläche Goldrain bei der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007.



Abb. 40 Versuchsfläche Goldrain bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008.

5.2.1 Geschätzter Deckungsgrad in Goldrain

Im Zeitraum zwischen 22.9.2007 und 23.6.2008 wurde der Gesamtdeckungsgrad (GDG) in Goldrain fünfmal geschätzt.

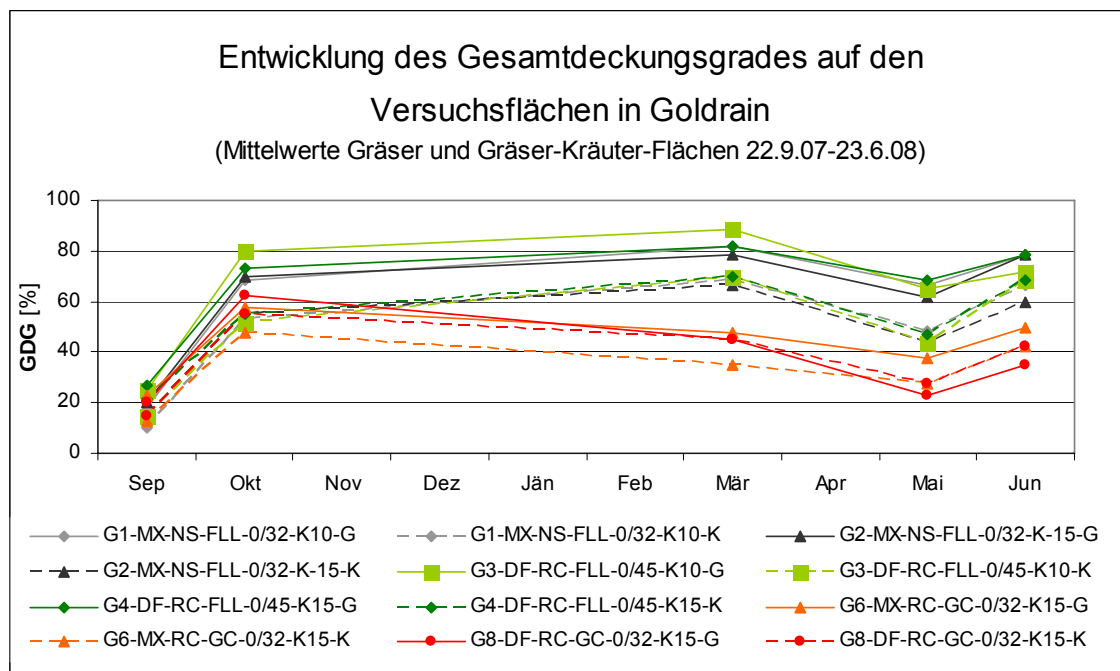


Abb. 41 Entwicklung der Gesamtdeckungsgrade auf den Versuchsflächen in Goldrain; Mittelwert der Gräser und Gräser-Kräuter Flächen vom September 2007 bis Juni 2008

Der erste Eindruck scheint eindeutige Unterschiede zwischen den verschiedenen Materialien zu zeigen. In Anbetracht der schon erwähnten nachteiligen Lage der Parkplätze von G6-MX-RC-GC-0/32-K15 und G8-DF-RC-GC-0/32-K15 (Abb. 41) muss dieser Eindruck aber gedanklich korrigiert werden. Unter Einbeziehung dieser veränderten Versuchssituation können bei diesen Materialvarianten keine eindeutigen Unterschiede unterstellt werden. Die beurteilbaren Materialien G1-MX-NS-FLL-0/32-K10, G2-MX-NS-FLL-0/32-K15, G3-DF-RC-FLL-0/45-K10 und G4-DF-RC-FLL-0/45-K15 und deren jeweilige Kompostvarianten K10 Vol.-% und K15 Vol.-% zeigen seit Beendigung der dreimonatigen Anwuchsphase im September 2007 eine ausreichend hohe Deckung. Signifikante Unterschiede sind bei den Materialien nicht erkennbar, jedoch zeigt sich, dass die Gräser Saatgutmischung RSM 5.1, durch die ständige Bewässerung tendenziell höhere Deckungsgrade erreicht als die GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung. In Anbetracht des kurzen Untersuchungszeitraumes muss diese Tendenz als teilverifiziert bezeichnet werden und bedarf zur endgültigen Klärung mindestens noch ein bis zwei weiterer Vegetationsperioden. Die trotz der starken Belastung gute und relativ gleichmäßige Entwicklung der Vegetation ist der ungewöhnlichen Pflege und der täglichen Bewässerung zuzuschreiben (PITHA et al, 2008).

5.2.2 Errechneter Deckungsgrad in Goldrain

Zu erkennen ist, dass der GDG der Gräser-Flächen (Abb. 43) höher ist als der Gräser-Kräuter-Flächen (Abb. 42). Ersichtlich ist aber, dass bei der Vegetationsaufnahme im

Mai 2008 beide Saatgutvarianten einen Rückgang zu vermerken haben. Auswirkung dafür ist die ständige Befahrung. Der GDG hat im Vergleich zum Vorjahr auf den Flächen G6-MX-RC-GC-0/32-K15 und G8-DF-RC-GC-0/32-K15 drastisch abgenommen. Bei diesen beiden Flächen liegt der GDG unter den geforderten 50%. Der Grund für den rapiden Abfall ist, dass der Bus auf diesen Flächen wendet und der Schotterrasen dieser extremen Belastung nicht gewachsen ist. In Goldrain ist kein Unterschied zwischen Recyclingmaterial und Naturschotter zu erkennen. Zurückzuführen ist dies auf die ständige Beregnung. Gräser wachsen bei optimalen Bedingungen sehr gut.

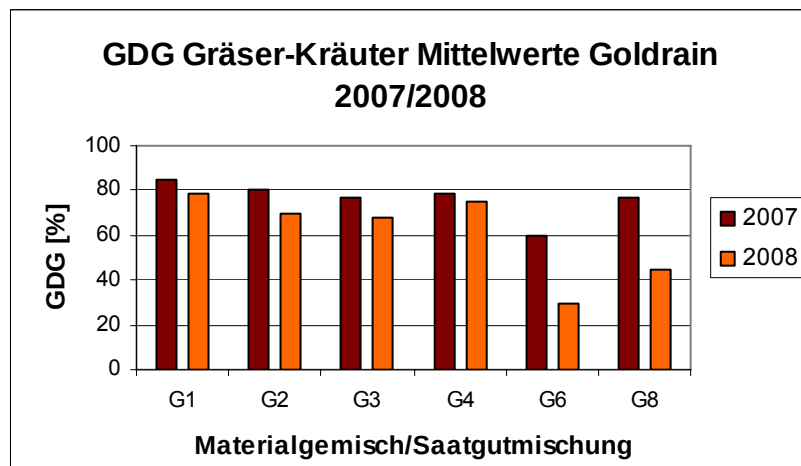


Abb. 42 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser-Kräuter-Flächen in Goldrain, im Vergleich beide Vegetationsaufnahmen im Oktober 2007 und Mai 2008. Es zeigen sich keine eindeutigen Unterschiede im GDG zwischen den Naturschotterflächen (G1 und G2) und den Recyclingmaterialien (G3, G4, G6 und G8). Der GDG von G6 und G8 hat sich verringert, da diese Parklätze als Busumkehrplatz verwendet werden.

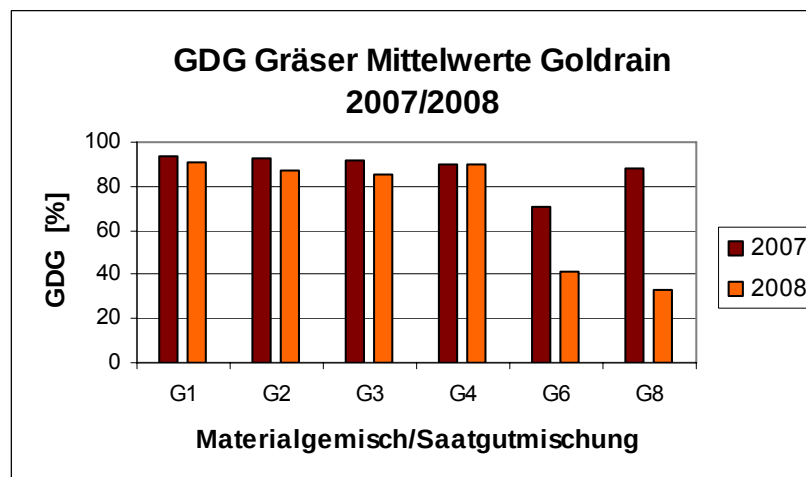


Abb. 43 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser-Flächen in Goldrain, im Vergleich beide Vegetationsaufnahmen im Oktober 2007 und Mai 2008. Es sind keine eindeutigen Unterschiede im GDG zwischen den Naturschotterflächen (G1 und G2) und den Recyclingmaterialien (G3, G4, G6 und G8) erkennbar. Der GDG von G6 und G8 hat sich verringert, da diese Parklätze als Busumkehrplatz verwendet werden.

5.2.3 Errechnetes Gräser-Kräuter-Verhältnis in Goldrain

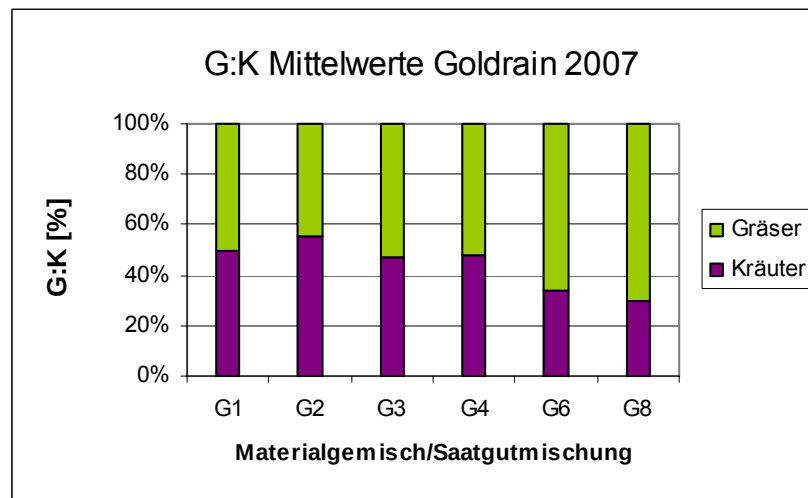


Abb. 44 Mittelwerte des Gräser-Kräuter-Verhältnisses (G:K) in Goldrain auf den Materialmischungen G1 bis G4, G6 und G8 im Jahre 2007. Bei G1 und G2 handelt es sich um Naturschotter. G3, G4, G6 und G8 sind Recyclingmaterialmischungen. Das G:K-Verhältnis ist bei den Materialien G1 bis G4 ausgewogen.

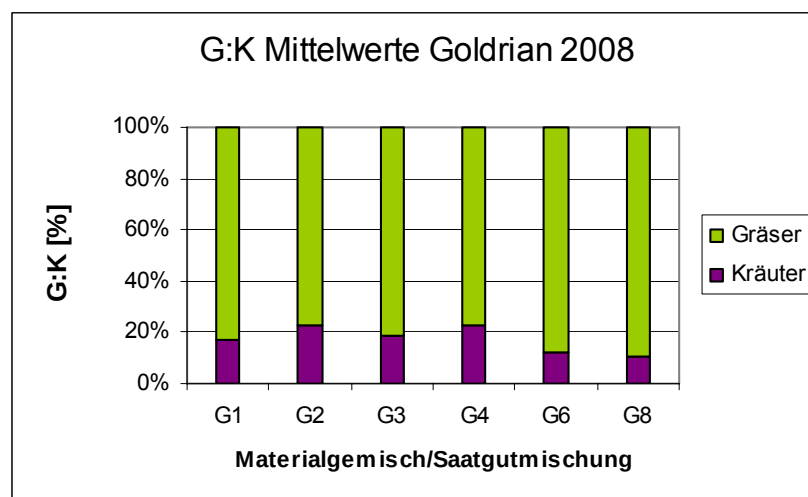


Abb. 45 Mittelwerte des Gräser-Kräuter-Verhältnisses (G:K) in Goldrain der Materialmischungen G1 bis G4, G6 und G8 im Jahre 2008. Bei G1 und G2 handelt es sich um Naturschotter. G3, G4, G6 und G8 sind Recyclingmaterialmischungen. Das G:K-Verhältnis hat sich bei allen Materialien sehr stark verändert. Der prozentuelle Anteil der Gräser ist gestiegen.

Auffällig ist, der drastische Rückgang der Kräuter in der GREEN CONCRET Gräser-Kräuter-Saatgutmischung bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008 (siehe Abb. 44 und Abb. 45). Der ausschlaggebende Grund dafür ist die ständige Befahrung, die bei den Flächen 1 bis 24 im Februar 2008 begann. Die Flächen 25 bis 32 wurden schon im Oktober 2007 zur Befahrung freigegeben. Durch die hohe Belastung minimieren sich die Kräuter, da diese generell weniger trittresistent sind und länger brauchen, um sich zu erholen und zu entwickeln. Die Zahl der Gräser steigt, da sich diese schneller regenerieren können und robuster sind. Gräser dominieren bei optimalen

Bedingungen. Würde die Bewässerung eingestellt werden, würde sich das G:K-Verhältnis wahrscheinlich umdrehen, da bei Trockenheit die Kräuter durch das tiefergehende Wurzelsystem eindeutig im Vorteil wären (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008).

5.2.4 Errechneter Einzeldeckungsgrad in Goldrain

Der Einzeldeckungsgrad wurde in Goldrain genau wie im Kapitel Erfurt 5.1.4 aufgenommen.

5.2.4.1 Einzeldeckungsgrad der Gräser-Kräuter-Flächen in Goldrain

Materialgemische: *G1-MX-NS-FLL-0/32-K10* und *G2-MX-NS-FLL-0/32-K15*

Bei Abb. 46 *G1-MX-NS-FLL-0/32-K10* und Abb. 47 *G2-MX-NS-FLL-0/32-K15* handelt es sich um Naturschotter. Der Unterschied liegt im Kompostanteil 10 Vol.-% und 15 Vol.-%. Aus den beiden Diagrammen geht hervor, dass der Anteil der Gräser wesentlich höher liegt, als der Anteil der Kräuter. Bei beiden Materialien handelt es sich um Naturschotter. *Lolium perenne*, *Poa pratensis* sowie *Medicago lupulina* steigen an. Der Aufschwung von *Poa pratensis* lässt sich dadurch erklären, dass die Wiesenrispe vor allem in der Fahrspur stark vertreten und sehr trittresistent ist. Der Zuwachs von *Lolium perenne* ist auf die ständige Bewässerung zurückzuführen. Der EDG von *Festuca sp.* sinkt nur minimal. Im Gegensatz dazu sinken die Anteile der Kräuter drastisch. Vor allem lässt sich bei *G1-MX-NS-FLL-0/32-K10* ein Ausfall von *Lotus corniculatus* und *Bellis perennis* verzeichnen. Bei *G2-MX-NS-FLL-0/32-K15* waren *Hieracium pilosella*, *Anthyllis vulneraria*, *Leontodon hispidus*, *Salvia pratensis* und *Thymus pannonicus* bei beiden Vegetationsaufnahmen nicht zu finden.

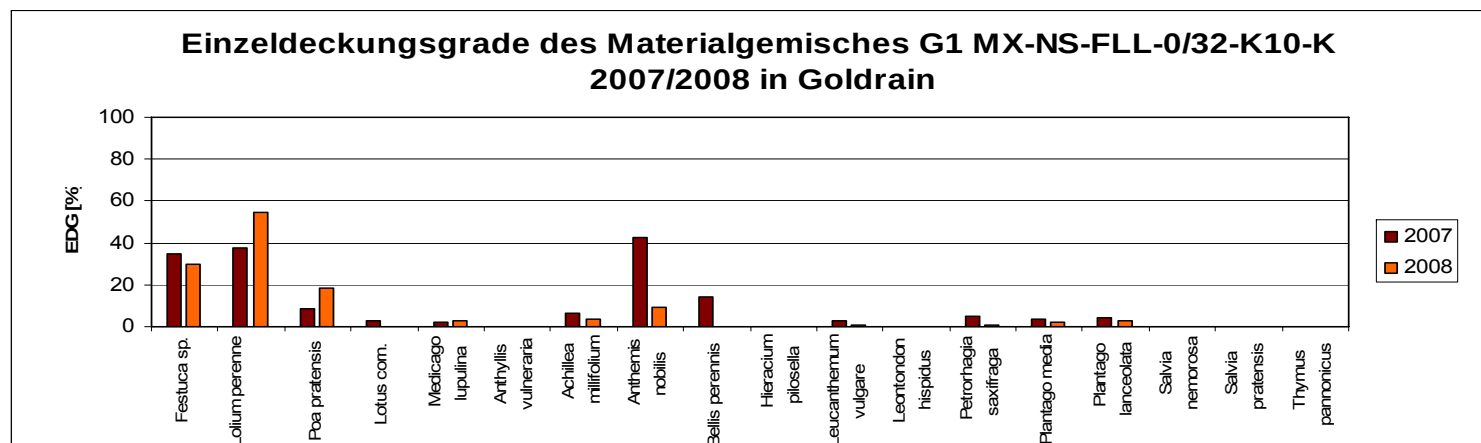


Abb. 46 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) G1-MX-NS.FLL-0/32-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008, Naturschotter

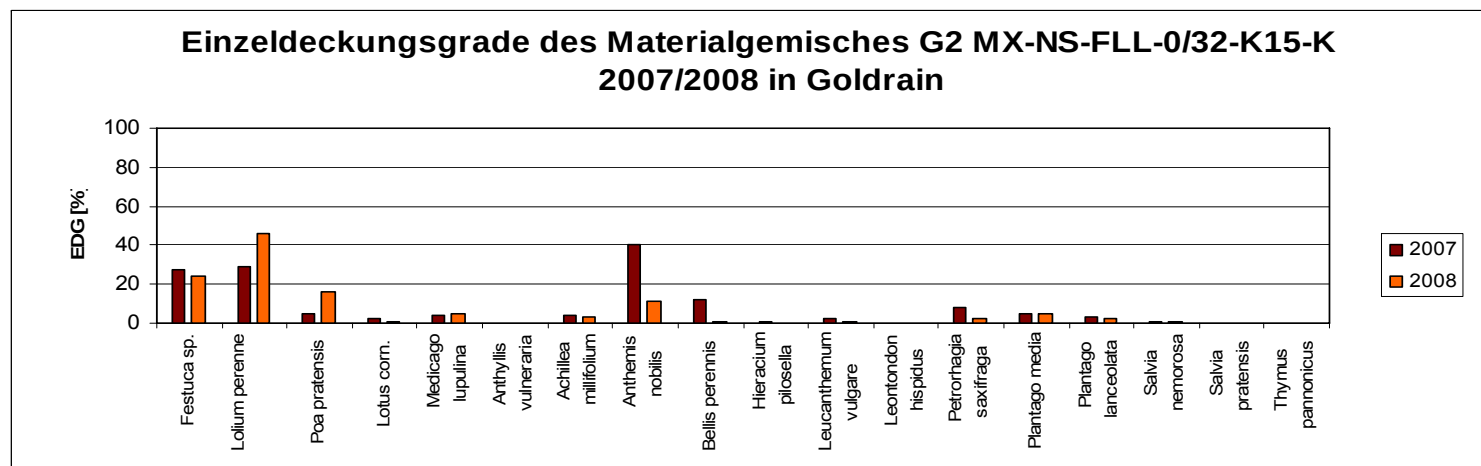


Abb. 47 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) G2-MX-NS.FLL-0/32-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008, Naturschotter

Materialgemische: *G3-DF-RC-FLL-0/45-K10* und *G4-DF-RC-FLL-0/45-K15*

Bei den folgenden Diagrammen Abb. 48 G3 DF-RC-FLL-0/45-K10 und Abb. 49 G4 DF-RC-FLL-0/45-K15 handelt es sich um die Recyclingmaterialien. Es gibt nur einen Unterschied und dieser liegt im Kompostanteil 10 Vol.-% und 15 Vol.-%, dieser hat aber keinen gravierenden Einfluss auf den EDG. Wie auch schon bei den Naturschottermaterialien ist bei dem Recyclingmaterial festzustellen, dass sich der Kräuteranteil stark verringert hat. Durch die Belastung sind die Gräser bevorzugt. Zunahmen sind bei *Festuca s.*, *Poa pratensis* und *Medicago lupulina* zu verzeichnen. *Poa pratensis* und *Medicago lupulina* wird bei extremen Standorten gefördert, da diese beiden Pflanzen sehr robust und trittresistent sind. *Anthemis nobilis* und *Bellis perennis* haben starke Verluste hinzunehmen. Ausgefallen sind die Pflanzen *Anthyllis vulneraria* und *Leontodon hispidus*.

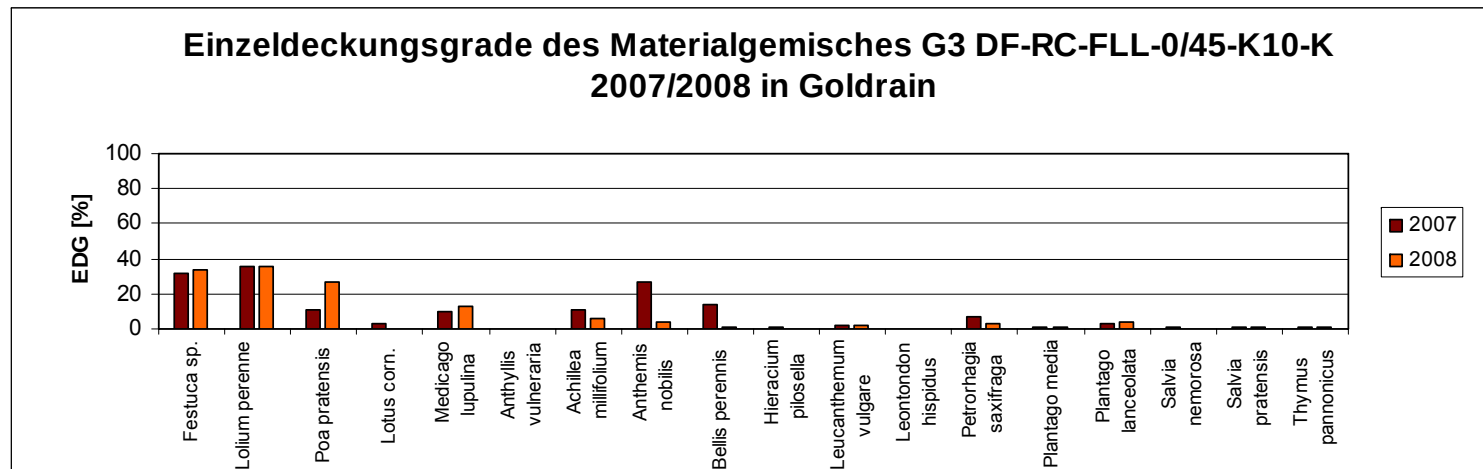


Abb. 48 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) G3-DF-RC-FLL-0/45-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

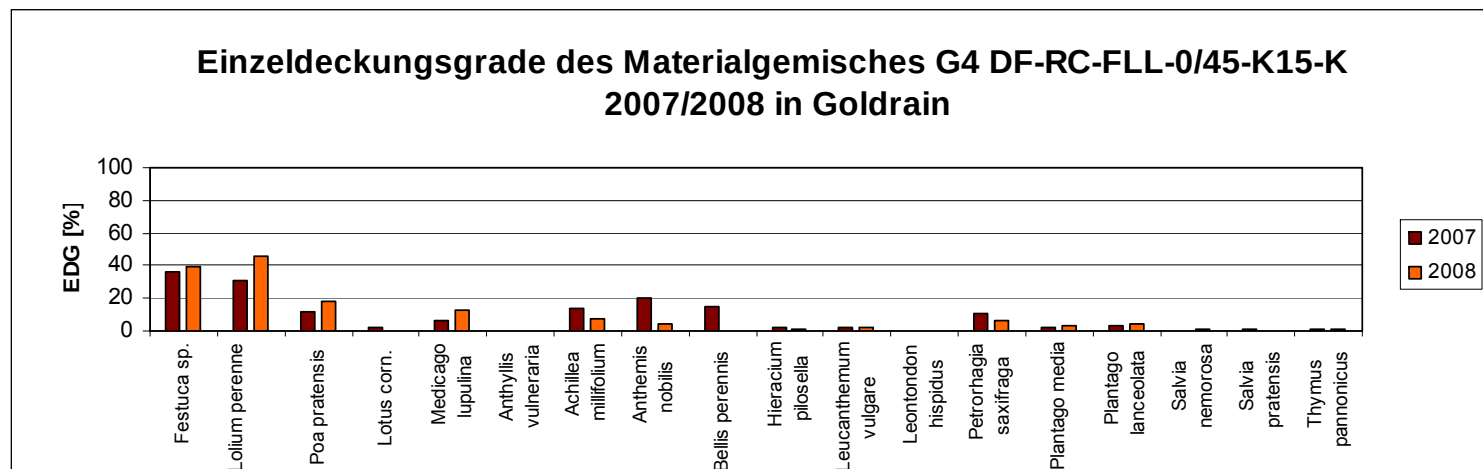


Abb. 49 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) G4-DF-RC-FLL-0/45-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

Materialgemische: G6-MX-RC-GC-0/32-K15 und G8 DF-RC-GC-0/32-K15

Das Problem bei den Flächen der Recyclingmaterialen G6-MX-RC-GC-0/32-K15 und G8 DF-RC-GC-0/32-K15 ist, dass durch die Querbefahrung der Busse die Vegetation nur noch am vorderen Drittel der Kopfseite des Parkplatzes vorhanden ist (siehe Abb. 51 und Abb. 52). Diese Materialien können in die Bewertung nur bedingt mit einbezogen werden. Festzustellen ist der Anstieg des *Poa pratensis*, auch wenn dieser minimal ist. Wiederum hat sich gezeigt, dass diese Pflanze trotz der starken Belastung ausdauernd ist. Aufgrund des geringen EDG'es der restlichen Pflanzen wird auf diese nicht näher eingegangen. In den dargestellten Bildern Abb. 50 ist die Querbefahrung durch die Busse zu sehen. Durch das Eigengewicht der Busse ist die Fläche mittlerweile so stark verdichtet, dass die Vegetation keine Chance mehr hat. Wie an dem nicht befahrenen Teil des Parkplatzes sichtbar ist, ist das Material an und für sich geeignet, durch den hohen Verlust der Vegetation jedoch nicht auswertbar. Die Bilder zeigen, dass bei den Parkplätzen eine eindeutige Belastungsgrenze besteht, die hier überschritten wurde.

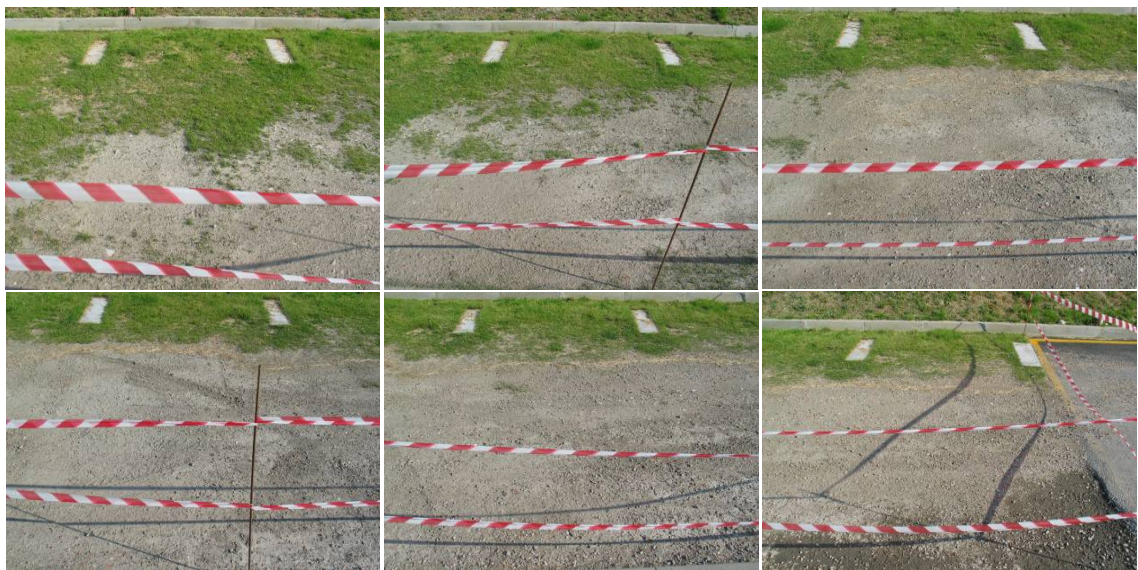


Abb. 50 Parkplätze 27 bis 32; die Querbefahrung durch die Busse ist eindeutig. Die verbleibende Vegetation ist nur noch auf dem nicht befahrenen Teil des Parkplatzes.

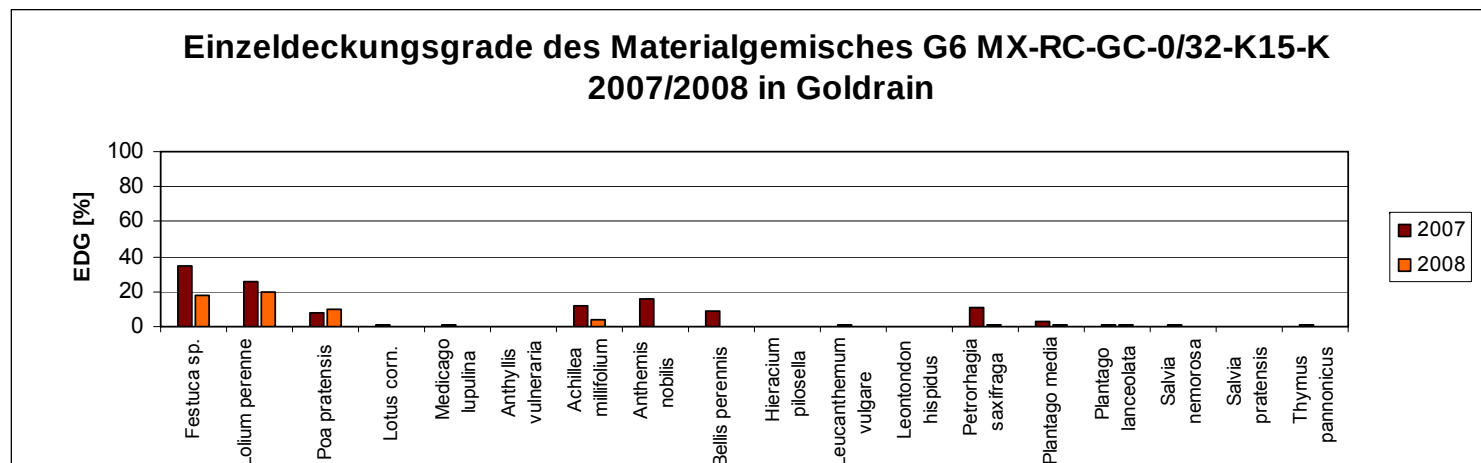


Abb. 51 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) G6-MX-RC-GC-0/32-K15 im Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

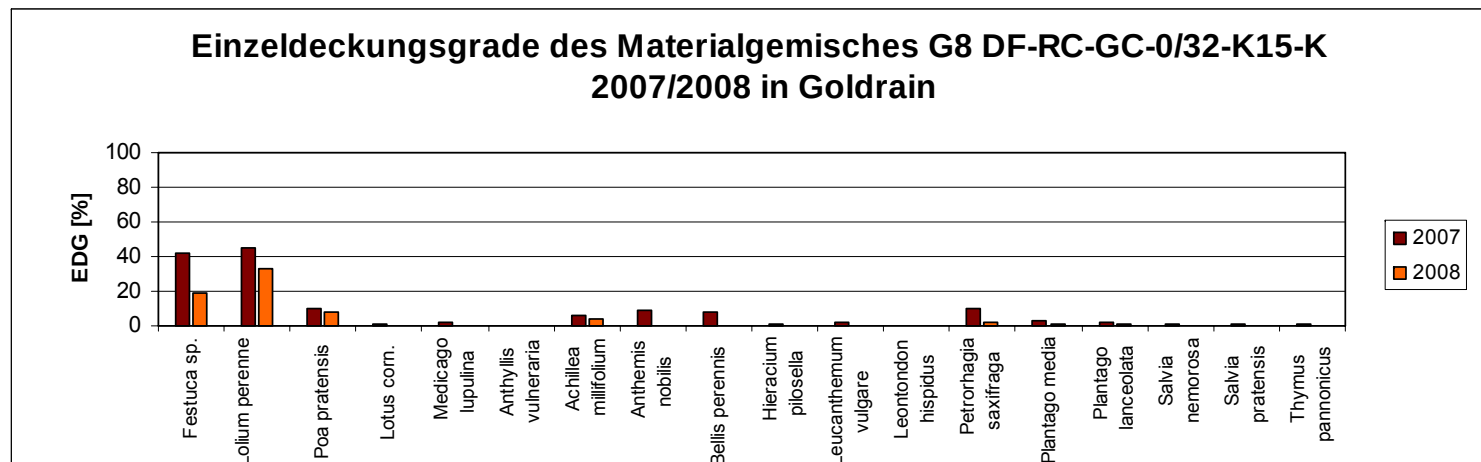


Abb. 52 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) G8-DF-RC-GC-0/32-K15 im Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

5.2.4.2 Einzeldeckungsgrad der Gräserflächen in Goldrain

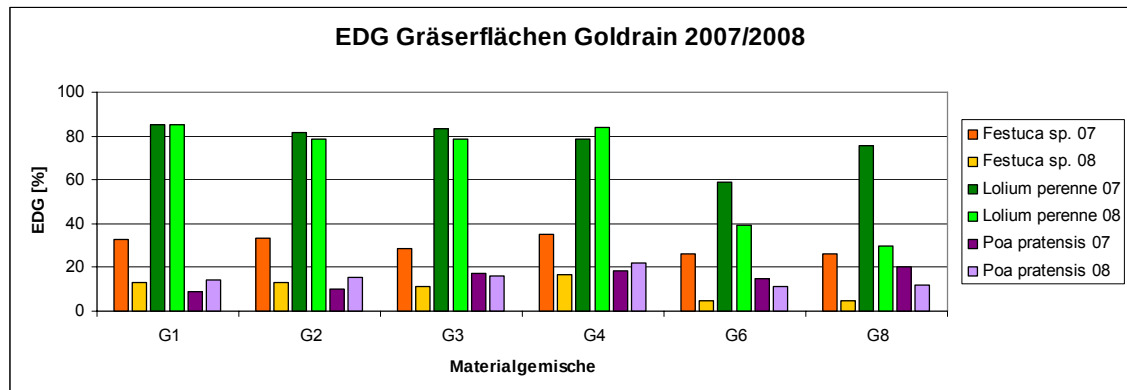


Abb. 53 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade der Gräserflächen mit der Saatgutmischung RSM 5.1; Vergleich der Vegetationsaufnahme im Oktober 2007 und im Mai 2008.

Wie auch in Erfurt ist der Anteil des *Lolium perenne* mit ca. 80% sehr hoch. *Festuca sp.* sinkt bei der Vegetationsaufnahme 2008 bei allen Materialmischungen. Ein leichter Anstieg von *Poa pratensis* ist ersichtlich (siehe Abb. 53).

5.2.5 Interpretation der Vegetationsergebnisse in Goldrain

Wie sich in Goldrain zeigt, sind die Korngrößen entscheidend. Die Naturschottermaterialien mit der Korngröße 0/32 mm (G1 MX-NS-FLL-0/32-K10 und G2 MX-NS-FLL-0/32-K15) zeigen bei den EDG'en gleiche Zu- beziehungsweise Abnahmen der Pflanzen. Dasselbe gilt für die Recyclingmaterialien mit der Korngröße 0/45 mm (G3 DF-RC-FLL-0/45-K10 und G4 DF-RC-FLL-0/45-K15). Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Naturschottermaterialien und den Recyclingmaterialien. Der Gräseranteil ist durch die starke Belastung und die ständige Bewässerung hoch. *Poa pratensis* weist einen Anstieg bei fast allen Flächen auf, da es vor allem in der Fahrspur wächst. Der Grund dafür ist, dass es sehr widerstandsfähig und trittresistent ist. Es ist ein tendenzieller Anstieg des *Lolium perenne* zu sehen. *Lolium perenne* ist nicht so robust wie *Poa pratensis*, dafür wächst es schneller. Nimmt der EDG von *Lolium perenne* weiter zu, wird auf lange Sicht *Poa pratensis* verdrängt (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008). Der GDG hat sich bei der Aufnahme im Mai 2008 durch die Befahrung verringert. Wie bei den Naturschotterflächen in Erfurt, ist ein Ausfall von *Anthyllis vulneraria*, *Leontodon hispidus* und *Salvia pratensis* auch in Goldrain zu vermerken.

5.3 Vegetationsentwicklung der Versuchsfläche Veitshöchheim

Die Ansaat erfolgte im Juli 2007. Da der gewünschte Begrünungserfolg ausblieb, wurde im August 2007 nachgesät und mit dem Düngemittel Cornifera 20+5+10 gedüngt. Das erste Mal wurde die Fläche im September 2007 nach der ersten Vegetationsaufnahme gemäht. Ein weiterer Mahdtermin fand im April 2008 statt. Die Fläche wurde nur am Anfang bewässert, um die Begrünung zu fördern. Mit der Befahrung wurde im November 2008 nach der ersten Vegetationsaufnahme begonnen. Die genauen Termine sind in Tab. 11 nachzulesen.

Ansaat Feld 1 - 36	Juli 2007
Nachsaat Feld 1 – 36	August 2007
Düngung (Düngemittel Cornifera 20+5+10) Feld 1 - 36 Feld 1 - 36	Juli 2007 September 2007
Mahd (Höhe von 5 cm) Feld 1 - 36 Feld 1 - 36	September 2007 April 2008
Bewässerung Feld 1 - 36	Anfangsbewässerung
Befahrung (zweimal/Woche) Feld 1 - 36	ab November 2007

Tab. 11 Genaue Termine für Ansaat, Nachsaat, Düngung, Mahd, Bewässerung und Beginn der Befahrung in Veitshöchheim/Würzburg.

Die Vegetationsaufnahme im April 2008 (siehe Abb. 54 und Abb. 55) war durch die lang anhaltende Trockenperiode gekennzeichnet. Einerseits kann durch diese Trockenheit herausgefunden werden, welche Gräser und Kräuter sehr strapazierfähig, trockenheitsverträglich und schnell regenerationsfähig sind. Andererseits hat es auf die gesamte Vegetationsdecke einen negativen Einfluss, da das Absterben oder der Ausfall von Kräutern beziehungsweise Gräsern vorprogrammiert ist.



Abb. 54 Versuchsfläche Veitshöchheim bei der Vegetationsaufnahme im September 2007.



Abb. 55 Versuchsfläche Veitshöchheim bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008.

5.3.1 Geschätzter Deckungsgrad in Veitshöchheim

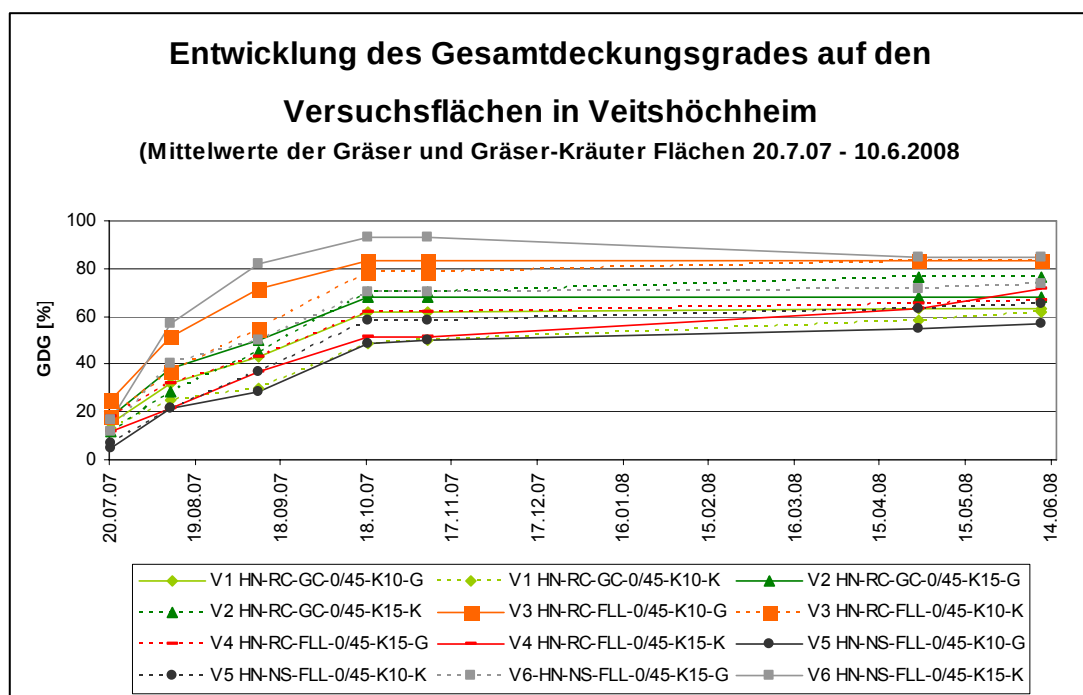


Abb. 56 Entwicklung der Gesamtdeckungsgrade auf den Versuchsflächen in Veitshöchheim; Mittelwert der Gräser und Gräser-Kräuter-Flächen von Juli 2007 bis Juni 2008

In Abb. 56 zeigt sich die Entwicklung der Gräser- und Kräuter-Flächen in Abhängigkeit der eingesetzten Materialien. Sowohl bei den Gräservarianten als auch bei den Kräutervarianten schneiden die Materialmischungen V1-HN-RC-FLL-0/45-K10-K und V6-HN-NS-FLL-0/45-K10-G im Vergleich mit den anderen Materialien relativ schlecht ab. Das Recyclingmaterial (RC) und der Naturschotter (NS) mit einem Kompostzusatz von 10 Vol.-% erreichen lediglich eine projektive Bodendeckung von 50% bis 60%. Alle

anderen Varianten erreichten in der gleichen Zeitspanne durchschnittliche Deckungsgrade von 70% bis 85% (PITHA et al., 2008).

5.3.2 Errechneter Deckungsgrad in Veitshöchheim

In den Abb. 57 und Abb. 58 sind die GDG'e der Gräser Saatgutmischung RSM 5.1 und der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung, der Vegetationsaufnahme 2007 und 2008, zu sehen. Bei den Materialgemischen V1-HN-RC-FLL-0/45-K10 bis V4-HN-RC-FLL-0/45-K15 handelt es sich um Recyclingmaterial. V5-HN-NS-FLL-0/45-K10 und V6-HN-NS-FLL-0/45-K15 sind Materialgemische aus Naturschotter. Die Materialgemische haben bereits bei der ersten Vegetationsaufnahme die 50%-Mindestdeckung erreicht. Auf diesem Standort sind die Unterschiede zwischen den beiden Materialien nicht so signifikant wie bei den anderen Standorten. Es ist zu sagen, dass die GDG'e grundsätzlich abgenommen haben. Grund dafür ist die Befahrung und die anhaltende Dürre im April 2008. Die Vegetationsaufnahmen von September 2007 und von jenen im Mai 2008 zeigen, dass sich die GDG's durch die Mahd und Befahrung eingependelt haben. Alle Materialien weisen bei der zweiten Vegetationsaufnahme Deckungsgrade zwischen 60% und 80% auf. Es sind weder gravierenden Schwankungen noch Unterschiede zwischen den beiden Saatgutmischungen erkennbar. Am Versuchsstandort Veitshöchheim entwickelt sich die Vegetation auf allen Materialmischungen sehr zufrieden stellend.

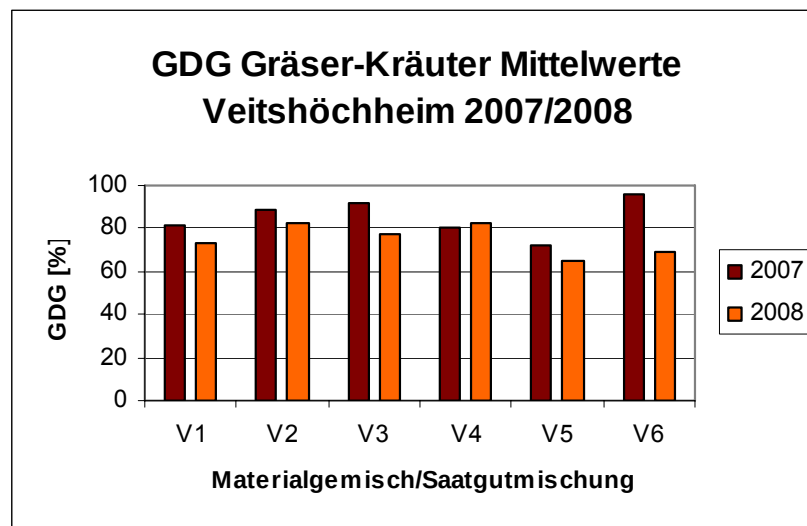


Abb. 57 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser-Kräuter-Flächen in Veitshöchheim; Vergleich der beiden Vegetationsaufnahmen im September 2007 und Mai 2008. Bei V1 bis V4 handelt es sich um Materialgemische mit Recyclingmaterial. V5 und V6 sind Materialgemische aus Naturschotter. Die GDG's haben seit der ersten Vegetationsaufnahme im September 2007 abgenommen.

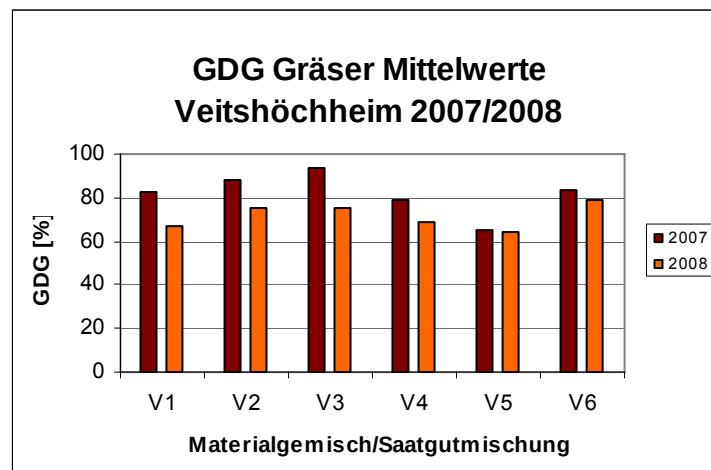


Abb. 58 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser Flächen in Veitshöchheim; Vergleich der beiden Vegetationsaufnahmen im September 2007 und Mai 2008. Bei V1 bis V4 handelt es sich um Materialgemische mit Recyclingmaterial. V5 und V6 sind Materialgemische aus Naturschotter. Die GDG's haben seit der ersten Vegetationsaufnahme im September 2007 abgenommen.

5.3.3 Errechnetes Gräser-Kräuter-Verhältnis in Veitshöchheim

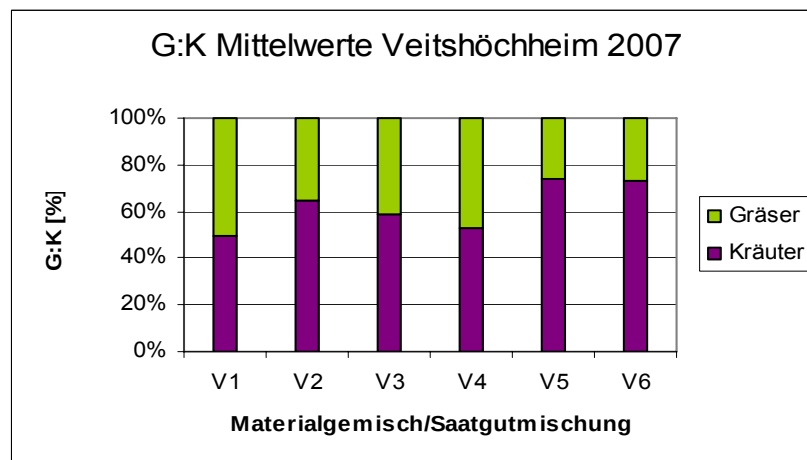


Abb. 59 Mittelwerte des Gräser-Kräuter-Verhältnis (G:K) in Veitshöchheim auf den Materialmischungen V1 bis V6 Jahr 2007. Bei V1 bis V4 handelt es sich um Materialgemische mit Recyclingmaterial. V5 und V6 sind Materialgemische aus Naturschotter.

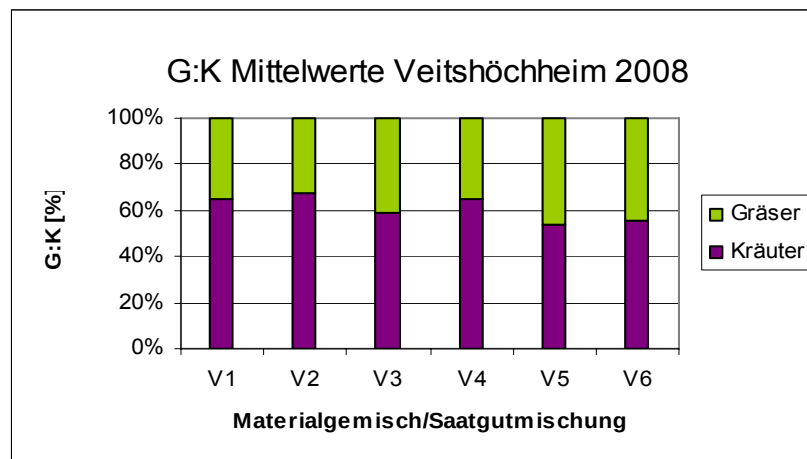


Abb. 60 Mittelwerte des Gräser-Kräuter-Verhältnis (G:K) in Veitshöchheim auf den Materialmischungen V1 bis V6 Jahre 2008. Bei V1 bis V4 handelt es sich um Materialgemische mit Recyclingmaterial. V5 und V6 sind Materialgemische aus Naturschotter. Das G:K-Verhältnis der Naturschotterflächen hat sich signifikant verändert.

In den Abb. 59 und Abb. 60 wird das errechnete G:K-Verhältnis dargestellt. Dieses Verhältnis verändert sich bei den Materialgemischen V5-HN-NS-FLL-0/45-K10 und V6-HN-NS-FLL-0/45-K15 beachtlich. Auffallend ist, dass bei diesen Materialien der Kräuteranteil sinkt. Bei der Vegetationsaufnahme 2008 ist das G:K-Verhältnis der Recyclingmaterialien V1-HN-RC-GC-0/45-K10, V2-HN-RC-GC-0/45-K15, V3-HN-RC-FLL-0/45-K10 und V4-HN-RC-FLL-0/45-K15 sehr homogen und liegt bei 40:60. Es kann gesagt werden, dass sich das G:K-Verhältnis durch die Mahd und die Befahrung einpendelt hat.

5.3.4 Errechneter Einzeldeckungsgrad in Veitshöchheim

Wie schon in Erfurt und Goldrain wird der Einzeldeckungsgrad in Veitshöchheim wie in Kapitel 5.1.4 aufgenommen und dargestellt.

5.3.4.1 Einzeldeckungsgrad der Gräser-Kräuter-Flächen in Veitshöchheim

Materialgemisch: V1-HN-RC-GC-0/45-K10

Die Abb. 61 zeigt die EDG'e des Materialgemisches V1-HN-RC-GC-0/45-K10. Zu sehen ist, dass durch die lang andauernde Trockenperiode im Frühling 2008 der EDG der Gräser stark reduziert wurde, da Gräser nicht so tief wurzeln wie Kräuter. *Festuca sp.* zeigt den höchsten EDG. Auffallend ist der rekordverdächtige Anstieg des *Medicago lupulina*. Grund dafür ist, dass diese Pflanze sehr stressresistent ist. Sie wird in der Landwirtschaft auch dann noch eingesetzt, wenn alle anderen Leguminosen nicht mehr fähig sind zu wachsen und zu keimen (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008). Weiters ist *Petrorhagia saxifraga* sehr stark vertreten. Sie muss

allerdings aufgrund der Befahrung kleine Einbußen verzeichnen. Generell ist ein Ausfall von *Anthemis nobilis*, *Bellis perennis*, *Salvia nemorosa* und *Salvia pratensis* festzustellen. Der Anteil der Kräuter ist ebenfalls zurückgegangen.

Materialgemisch: V2-HN-RC-GC-0/45-K15

In der Abb. 62 ist zu sehen, dass der Anteil der Gräser stark gesunken ist. Bei dem Recyclingmaterialgemisch V2-HN-RC-GC-0/45-K15 ist ein Ausfall von *Poa pratensis* zu verzeichnen. *Medicago lupulina* und *Petrorhagia saxifraga* sind sehr stark vertreten. Durch den Ausfall von *Lotus corniculatus*, *Anthyllis vulneraria*, *Hieracium pilosella* und *Leontodon hispidus* ist auch der Anteil der Kräuter stark reduziert worden.

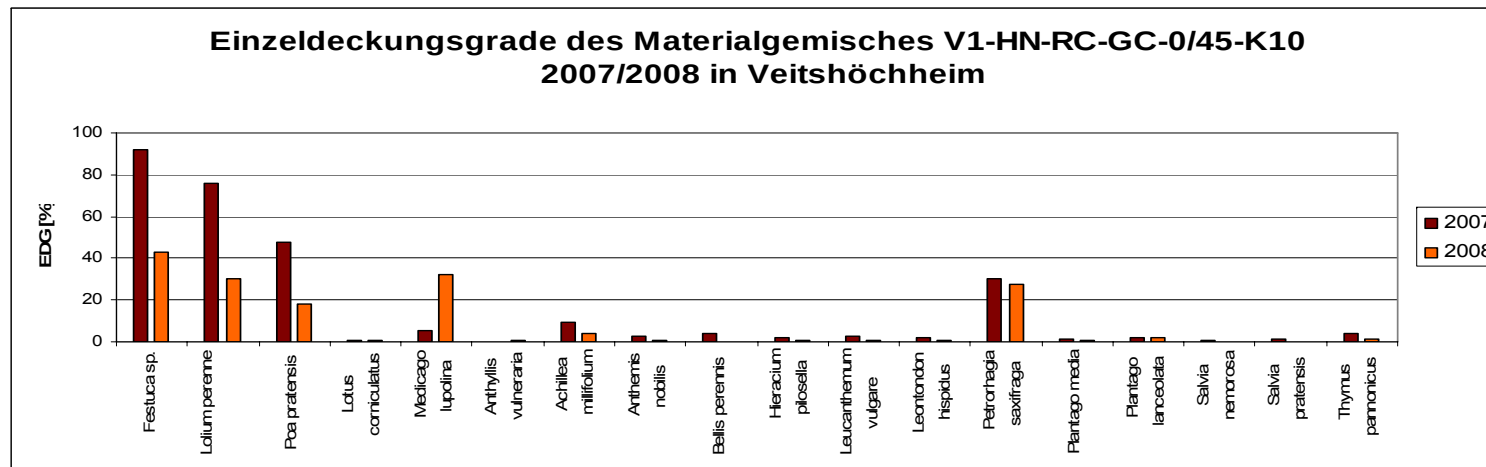


Abb. 61 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade V1-HN-RC-GC-0/45-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

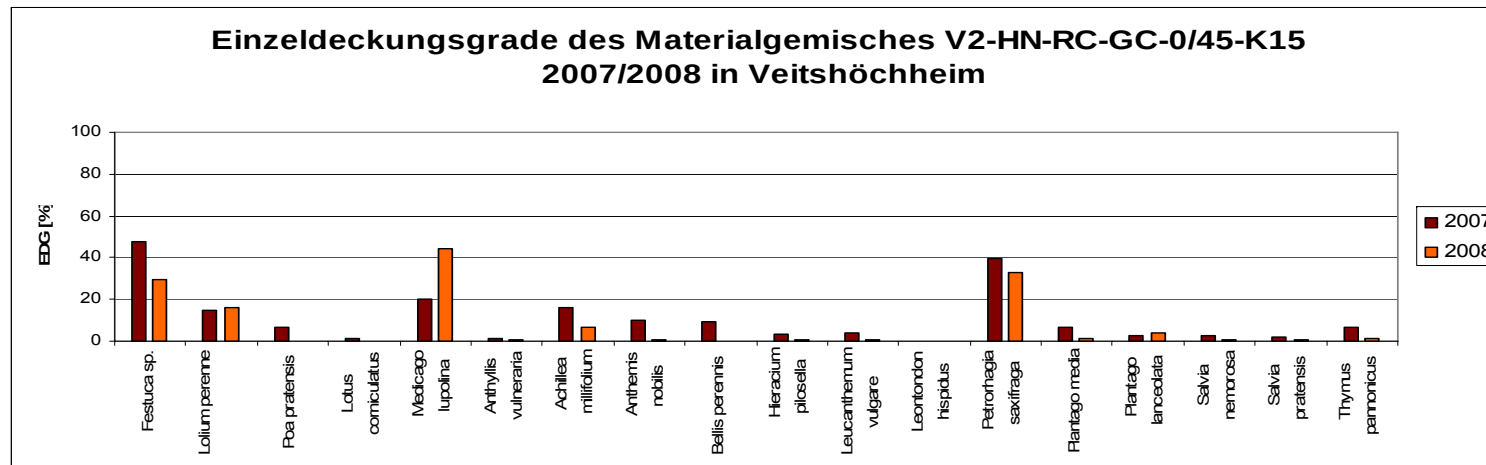


Abb. 62 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade V2-HN-RC-GC-0/45-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

Materialgemisch: V3-HN-RC-FLL-0/45-K10

In Abb. 63 sind die EDG'e der Vegetationsaufnahmen 2007 und 2008 zu sehen. Wie bei den Materialmischungen V1-HN-RC-GC-0/45-K10 und V2-HN-RC-GC-0/45-K15 ist auch bei dem Material V3-HN-RC-FLL-0/45-K10 ein Rückgang der Gräser und Kräuter deutlich sichtbar. *Medicago lupulina* und *Petrorhagia saxifraga* sind mit 30% Anteil am stärksten vertreten. Diese beiden Pflanzen können mit lang andauernder Trockenheit sehr gut umgehen.

Materialgemisch: V4-HN-RC-FLL-0/45-K15

In Abb. 64 ist zu sehen, dass sich der Anteil der Gräser vermindert hat und *Poa pratensis* ausgefallen ist. *Medicago lupulina* verdreifacht sich und *Petrorhagia saxifraga* weist einen Anstieg auf, der allerdings nicht so signifikant ist wie bei *Medicago lupulina*. Die restlichen Kräuter verringern sich oder verschwinden komplett wie *Lotus corniculatus*, *Anthemis nobilis*, *Bellis perennis*, *Salvia nemorosa*, *Leontodon hispidus* und *Leucanthemum vulgare*.

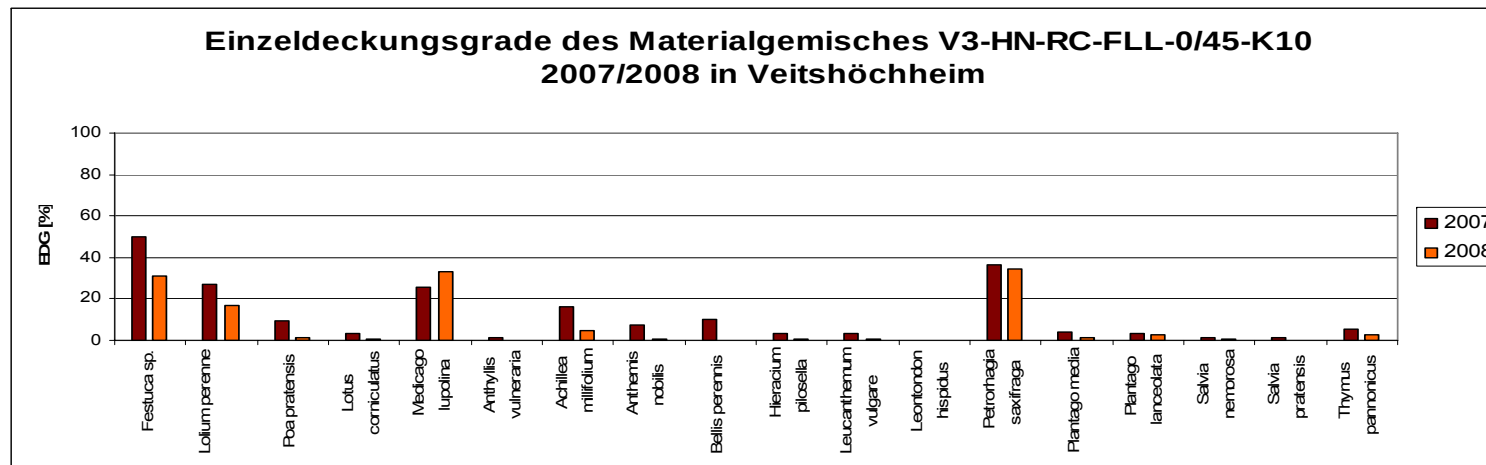


Abb. 63 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade V3-HN-RC-FLL-0/45-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

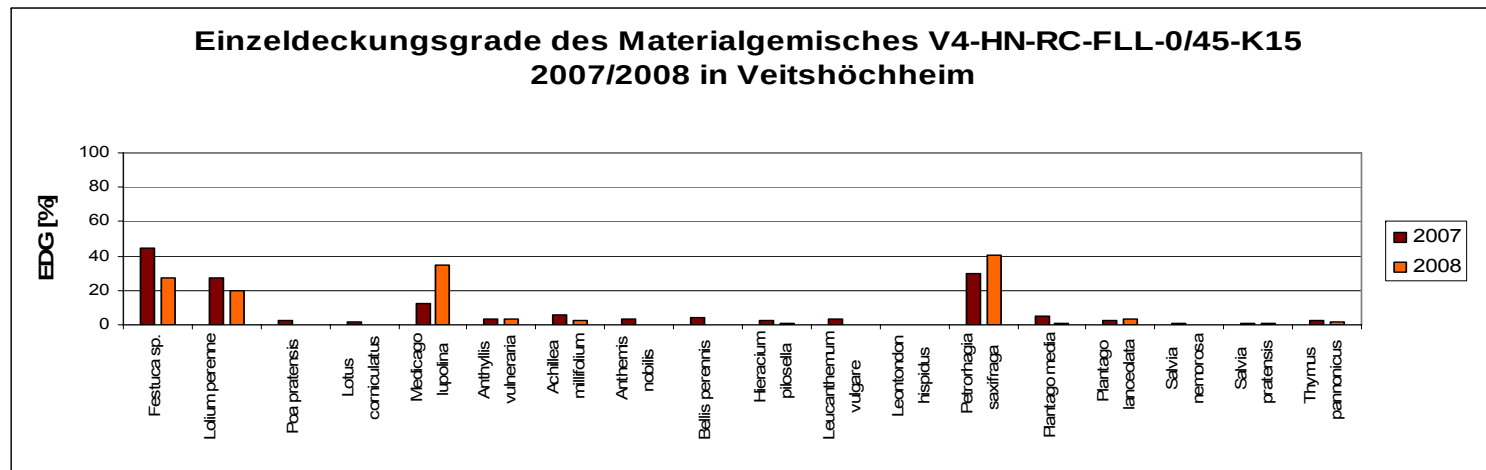


Abb. 64 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade V4-HN-RC-FLL-0/45-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahme im September 2007 und im Mai 2008, Recyclingmaterial

Materialgemisch: V5-HN-NS-FLL-0/45-K10 und V6-HN-NS-FLL-0/45-K15

Die beiden Diagramme werden zusammen betrachtet, da es sich um Naturschotter handelt. Der Unterschied liegt im Kompostanteil V5-HN-NS-FLL-0/45-K10 verfügt über 10 Vol.-% und V6-HN-NS-FLL-0/45-K15 über 15 Vol.-% Die Naturschotterflächen in den Abb. 65 und Abb. 66 zeigen keinen rapiden Anstieg beziehungsweise Abfall von *Medicago lupulina*. Der Unterschied des EDG'es der Vegetationsaufnahme im September 2007 im Vergleich zur Vegetationsaufnahme im Mai 2008 ist bei den Naturschottermaterialien nicht derartig signifikant wie der EDG bei den Recyclingmaterialien. Jedoch gibt es auch Ausfälle von *Lotus corniculatus*, *Bellis perennis*, *Salvia nemorosa*, *Leucanthemum vulgare*, *Anthyllis vulneraria*, *Hieracium pilosella* und *Salvia pratensis* zu verzeichnen.

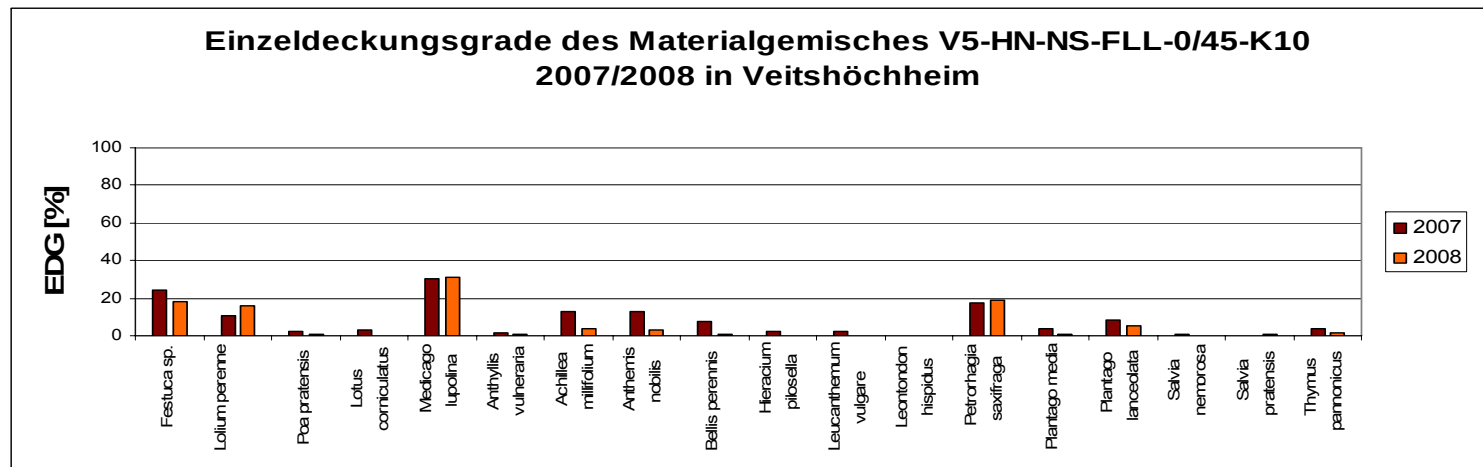


Abb. 65 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade V5-HN-NS-FLL-0/45-K10; Vergleich der Vegetationsaufnahmen im September 2007 und im Mai 2008, Naturschotter

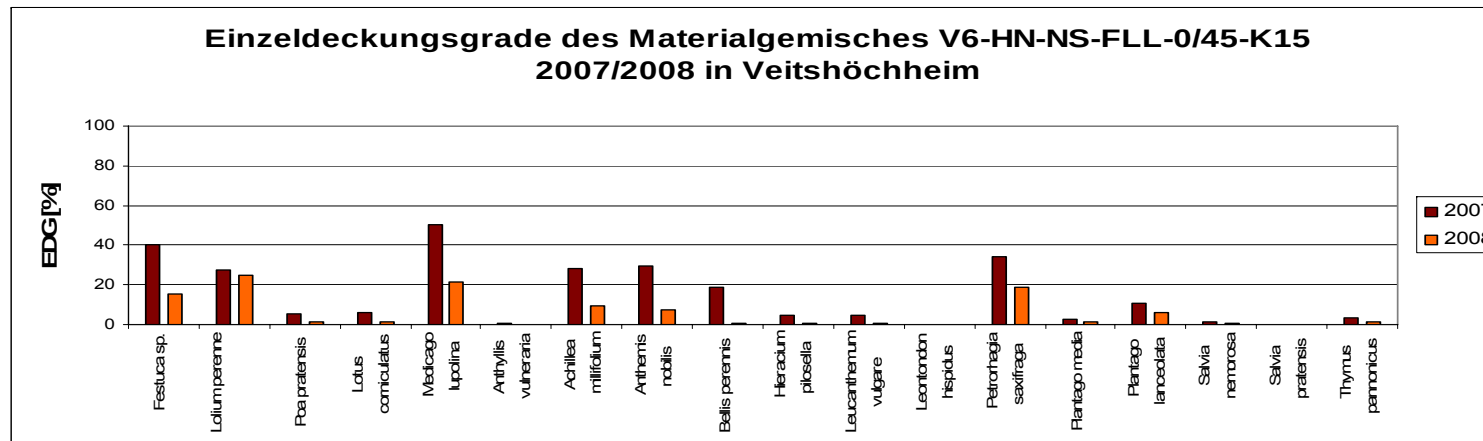


Abb. 66 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade V6-HN-NS-FLL-0/45-K15; Vergleich der Vegetationsaufnahmen im September 2007 und im Mai 2008, Naturschotter

5.3.4.2 Einzeldeckungsgrad der Gräserflächen in Veitshöchheim

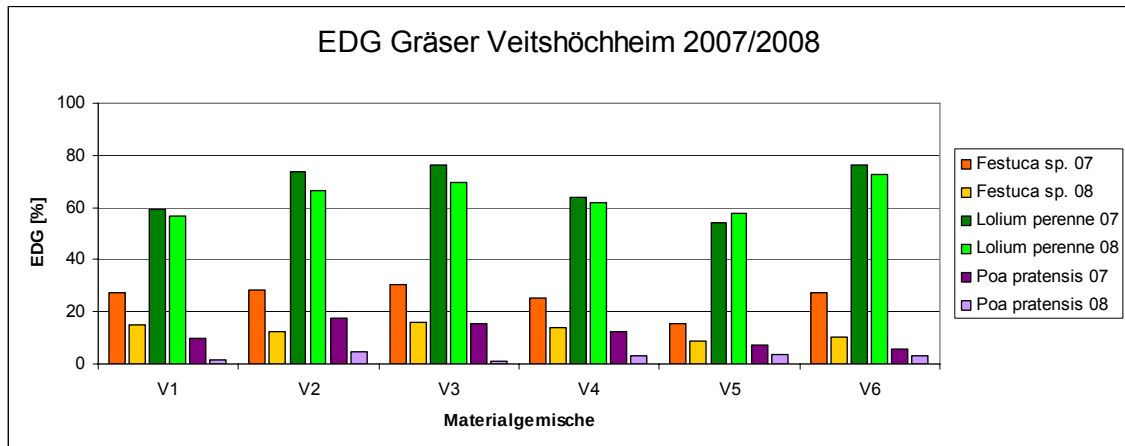


Abb. 67 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade der Gräserflächen mit der Saatgutmischung RSM 5.1 im Vergleich 2007 und 2008 in Veitshöchheim/Würzburg

Poa pratensis verringert sich, wie in der Abb. 67 zu sehen ist, um die Hälfte, aufgrund der lang andauernden Trockenperiode. Dieses Gras ist sehr widerstandsfähig, hat allerdings durch die Trockenheit Verluste hinzunehmen. *Festuca sp.* sinkt im Vergleich zum Vorjahr, ist allerdings noch immer stark vertreten. *Lolium perenne* hat aufgrund des hohen Prozentanteils in der Saatgutmischung einen sehr hohen EDG, dieser verringert sich minimal.

5.3.5 Interpretation der Vegetationsergebnisse in Veitshöchheim

Der GDG ist bei den Recyclingmaterialien höher als bei den Naturschottermaterialien. Diese haben sich im Jahr 2008 im Vergleich zur Vegetationsaufnahme 2007 eingependelt und sind relativ ähnlich. Es sind keine bedeutenden Unterschiede zwischen den Kompostvarianten mit 10 Vol.-% und 15 Vol.-% oder den Sieblinien (GC, FLL) aufgetreten. Generell ist zu sagen, dass sich die Gräser in beiden Saatgutmischungen ähnlich verhalten. Es ist keine signifikante Beeinflussung durch die Kräuter erkennbar. Durch die lang andauernde Trockenperiode hat sich die Artenvielfalt auf den Gräser-Kräuter-Flächen stark verringert. Allgemein sind Vegetationsschwankungen besonders auffällig, wo ein relativ extrem wirkender Faktor fluktuiert (zum Beispiel Trockenheit bis Vernässung) (vgl. DIERSCHKE 1994). Der Anstieg beziehungsweise der hohe EDG von *Medicago lupulina* und *Petrorhagia saxifraga* ist sehr charakteristisch, da diese beiden Pflanzen trockenresistent sind und über ein tiefes Wurzelsystem verfügen. Wie auch schon bei den Naturschotterflächen in Erfurt und Goldrain sind auch in Veitshöchheim die Pflanzen *Anthyllis vulneraria*, *Leontodon hispidus* und *Salvia pratensis* ausgeblieben.

5.4 Vegetationsentwicklung der Versuchsfläche Wien

Die erste Ansaat erfolgte im Juni 2007. Durch die starke Verdichtung und ein Starkregenereignis wurde das Saatgut weggeschwemmt und daher wurde die Versuchsfläche im September 2007 noch einmal angesät. Nun trat nach der Anfangsbewässerung und der Düngung mit Cornifera 20+5+10 der gewünschte Begrünungserfolg ein. Die erste Mahd erfolgte nach der ersten Vegetationsaufnahme im Mai 2008. Seit Februar 2008 wird die Fläche zweimal pro Woche befahren (siehe Tab. 12).

1. Ansaat Feld 1 - 72	Juni 2007
2. Ansaat Feld 1 - 72	September 2007
Düngung (Düngemittel Cornifera 20+5+10) Feld 1 - 72	September 2007
Mahd (Höhe von 3 - 5 cm) Feld 1 - 72 Feld 1 - 72	Mai 2008 Juli 2008
Bewässerung Feld 1 - 72	Anfangsbewässerung
Befahrung (zweimal/Woche) Feld 1 - 72	ab Februar 2008

Tab. 12 Genaue Termine für Ansaat, Nachsaat, Düngung, Mahd, Bewässerung und Beginn der Befahrung.

Auf dem folgenden Bild (Abb. 68) ist die Versuchsfläche bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008 zu sehen.



Abb. 68 Versuchsfläche in Wien bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008

5.4.1 Geschätzter Deckungsgrad in Wien

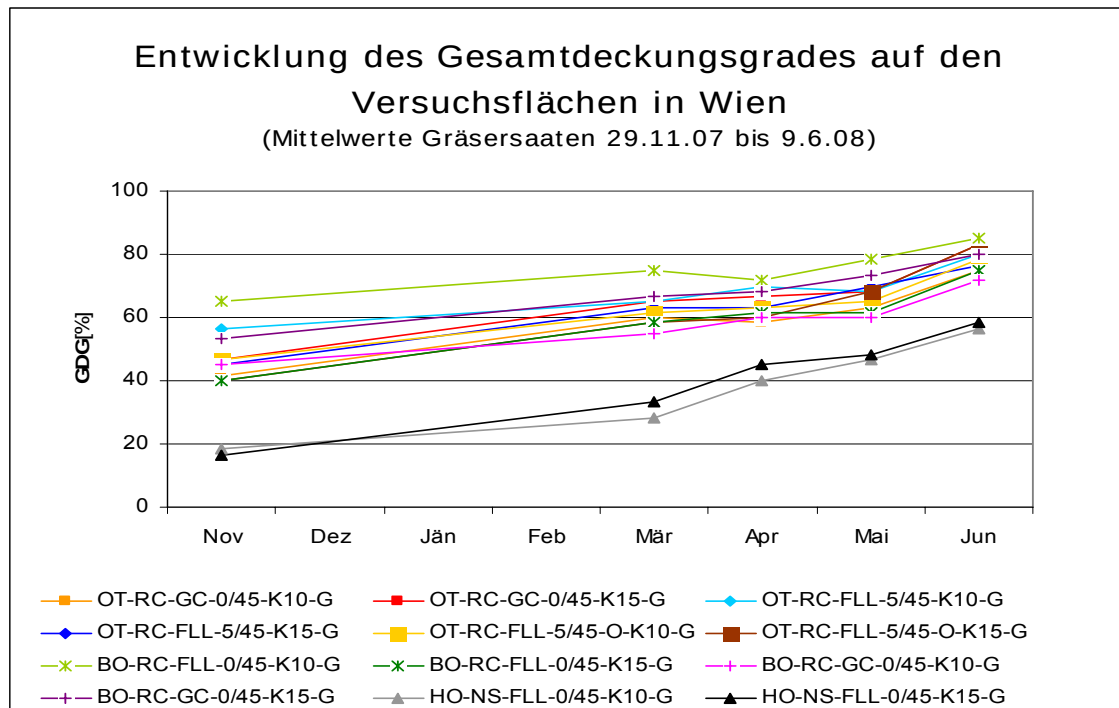


Abb. 69 Entwicklung des Gesamtdeckungsgrades in Wien auf den Gräserflächen von 29.11.07 bis 9.6.08; begrünt mit der Gräser Saatgutmischung RSM 5.1 (PITHA et al. 2008)

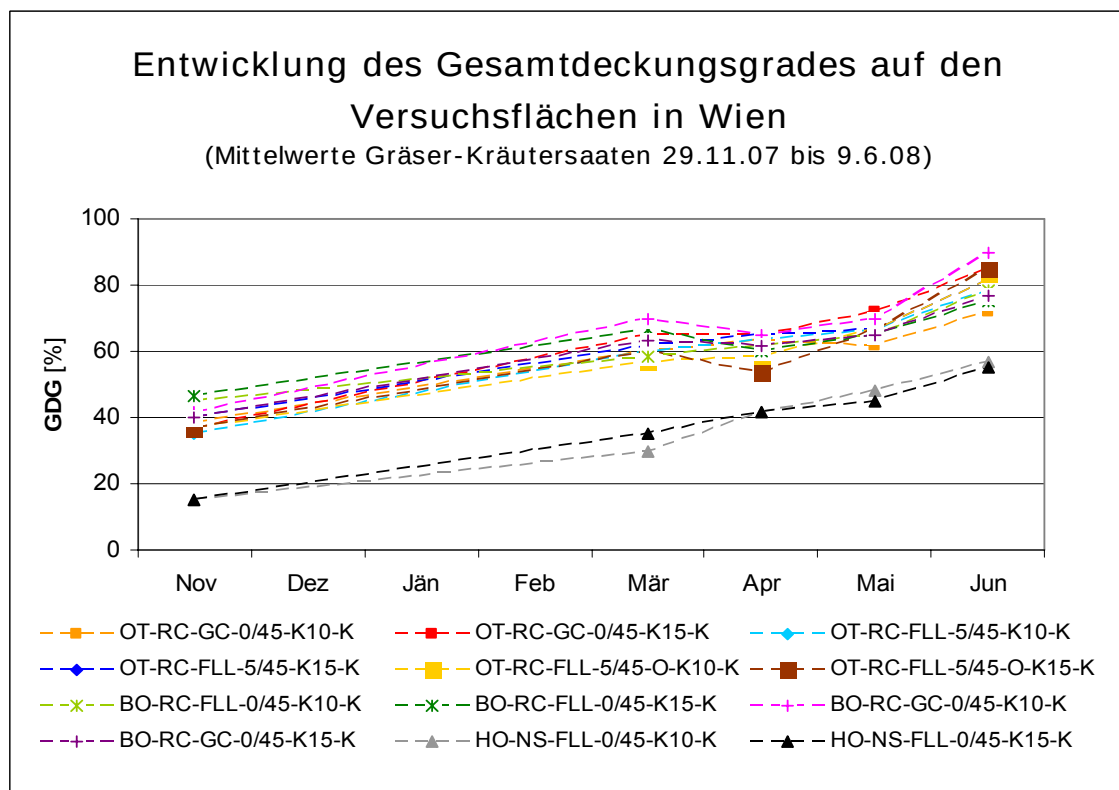


Abb. 70 Entwicklung des Gesamtdeckungsgrades in Wien auf den Gräser-Kräuter Flächen von 29.11.07 bis 9.6.08; begrünt mit der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung (PITHA et al. 2008)

Bei den Materialien W1-OT-RC-GC-0/45-K10 bis W10-BO-RC-GC-0/45-K15 handelt es sich um Baustoffrecyclingmaterial und bei den Materialien W12-HO-RC-FLL-0/45-K15 bis W11-HO-RC-FLL-0/45-K10 ist es Naturschotter (siehe Abb. 69 und Abb. 70). Beim Vergleich aller Materialgemisch-Saatgut-Kombinationen kann keine Aussage bezüglich höherer Deckungsgrade durch die Gräser-Saatgutmischung RMS 5.1 oder durch die GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung getroffen werden. Es gibt allerdings eine Materialvariante, W9-BO-RC-GC-0/45-K10, bei der die GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung eindeutig einen um 18% höheren Deckungsgrad liefert als die Gräser-Saatgutmischung RMS 5.1. Die Naturschottermaterialien zeigen über den gesamten Aufnahmezeitraum geringere Deckungsgrade als die Recyclingmaterialien.

Die höchsten Deckungsgrade sind bei den Recyclingmaterialien: W2-OT-RC-GC-0/45-K15, W6-OT-RC-FLL-5/45-O-K15 und W7-BO-RC-FLL-0/45-K10 zu finden. Die niedrigste Deckung weisen die Recyclingmaterialien: W1-OT-RC-GC-0/45-K10 und W8-BO-RC-FLL-0/45-K15 auf. Die Materialmischung W9-BO-RC-GC-0/45-K10 zeigt bei den Gräser-Kräuter-Flächen die höchste Deckung und bei den Gräser-Flächen die niedrigste.

5.4.2 Errechneter Deckungsgrad in Wien

Die GDG'e, die in Abb. 71 und Abb. 72 abgebildet sind, liegen bei den Recyclingmaterialien bei ca. 90% und bei den Naturschotterflächen unter 80%. Der GDG liegt aber auf jeden Fall über der geforderten 50%-Mindestdeckung. Festzustellen ist, dass der GDG der Naturschotterflächen niedriger ist als der GDG der Recyclingflächen, wie bei allen anderen Versuchsstandorten. Der GDG ist auf allen Flächen homogen, und es gibt kein Material das besonders hervorsteht. Die GDG'e der Gräser-Flächen sind höher als die der Gräser-Kräuter-Flächen.

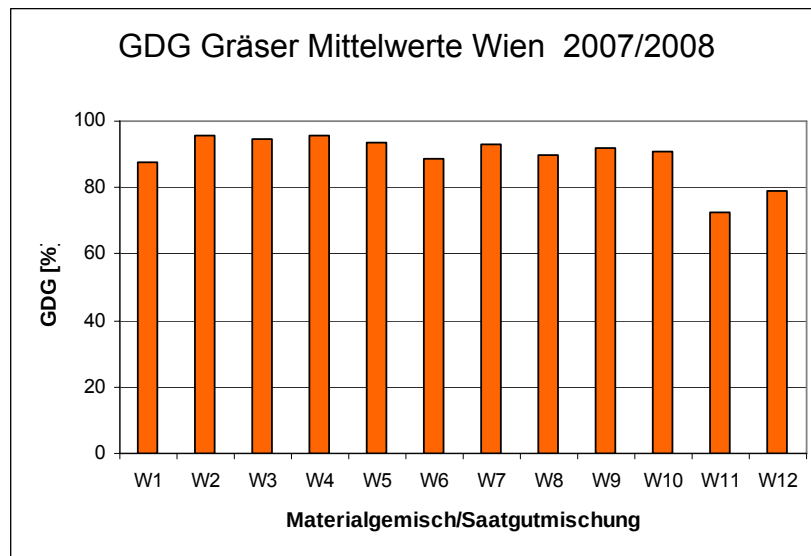


Abb. 71 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser-Flächen in Wien bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008. Bei den Materialgemischen W1 bis W10 handelt es sich um Recyclingmaterial. W11 und W12 sind Materialgemische aus Naturschotter. Die Naturschotterflächen weisen einen geringeren GDG auf als die Recyclingmaterialien.

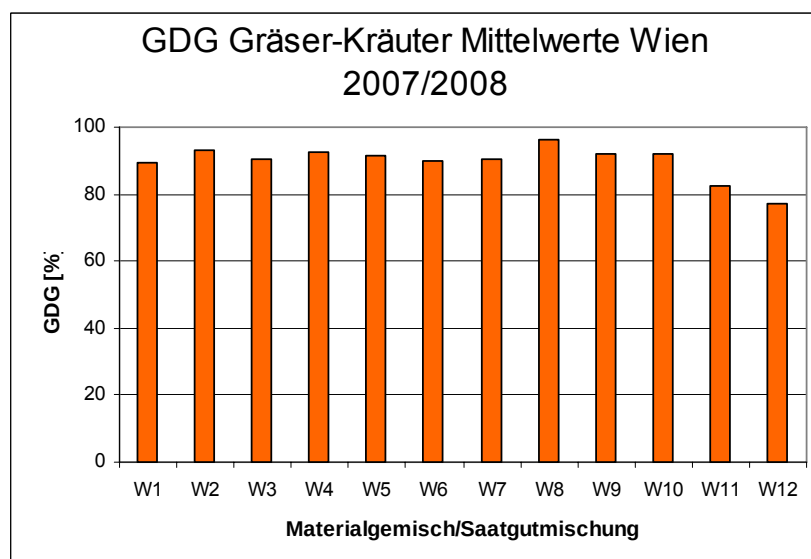


Abb. 72 Mittelwerte des Gesamtdeckungsgrades (GDG) der Gräser-Kräuter Flächen in Wien bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008. Bei den Materialgemischen W1 bis W10 handelt es sich um Recyclingmaterial. W11 und W12 sind Materialgemische aus Naturschotter. Die Naturschotterflächen weisen einen geringeren GDG auf als die Recyclingmaterialien.

5.4.3 Errechnetes Gräser-Kräuter-Verhältnis in Wien

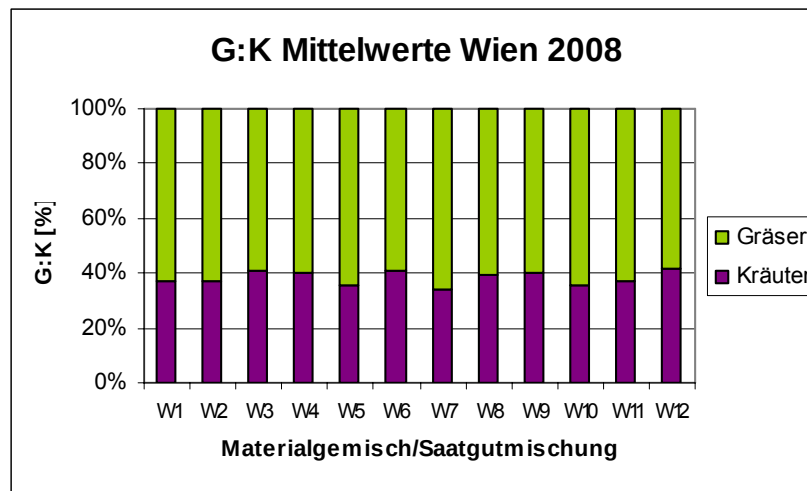


Abb. 73 Mittelwerte des Gräser-Kräuter-Verhältnis (G:K) in Wien der Materialmischungen W1 bis W12 im Mai 2008. Bei den Materialgemischen W1 bis W10 handelt es sich um Recyclingmaterial. W11 und W12 sind Materialgemische aus Naturschotter.

Das G:K-Verhältnis ist einheitlich. Es ist zu sehen (siehe Abb. 73), dass der Anteil der Gräser höher liegt als der Anteil der Kräuter. In Wien wurde im Februar 2008 mit der Belastung zweimal wöchentlich begonnen. Da Gräser strapazierfähiger sind und sich schneller regenerieren können als Kräuter, kann das mitunter ein Grund sein, warum die Gräser dominieren. Ein ungefährender Durchschnitt des G:K-Verhältnisses liegt in Wien bei etwa 60:40. Ob sich das Verhältnis im Lauf der Zeit ändert, wird in den weiteren Vegetationsaufnahmen zu sehen sein. Diese sind aber nicht Teil dieser Diplomarbeit.

5.4.4 Errechneter Einzeldeckungsgrad in Wien

In Wien ist der Einzeldeckungsgrad, wie schon im Kapitel 5.1.4 erwähnt, dargestellt.

5.4.4.1 Einzeldeckungsgrad der Gräser-Kräuter-Flächen in Wien

Materialgemische: W1-OT-RC-GC-0/45-K10, W2-OT-RC-GC-0/45-K15, W3-OT-RC-FLL-5/45-K10, W4-OT-RC-FLL-5/45-K15, W5-OT-RC-FLL-5/45-O-K10 und W6-OT-RC-FLL-5/45-O-K15

Wie in Abb. 74 bis Abb. 79 zu sehen ist, liegt der Anteil der Gräser hoch. Auffallend ist, dass *Poa pratensis* einen beträchtlichen Teil davon ausmacht. Es ist darauf hinzuweisen, dass im Februar 2008 mit der Befahrung begonnen wurde. Aufgrund dieses Umstandes ist ein hoher Zuwachs an der Einzeldeckung von *Poa pratensis* zu

verzeichnen. Dieses Gras ist sehr trittresistent. Die Materialmischungen W3-OT-RC-FLL-5/45-K10, W4-OT-RC-FLL-5/45-K15, W5-OT-RC-FLL-5/45-O-K10 und W6-OT-RC-FLL-5/45-O-K15 wurden mit Recyclingmaterial in den Korngröße 5/45 mm und mit/ohne Oberboden hergestellt. Es wird untersucht, ob die Vegetation Unterschiede auf diesen Flächen erkennen lässt. Es gibt keine Pflanzen die auffallend stark auf diesen Materialmischungen wachsen. Da *Medicago lupulina* relativ stark vertreten ist, lässt das darauf schließen, dass diese Pflanze sehr gut mit Belastung umgehen kann. Zu vermerken ist allerdings der Ausfall vieler Kräuter: *Thymus pannonicus*, *Leucanthemum vulgare*, *Salvia nemorosa*, *Salvia pratensis*, *Plantago media*, *Leontodon hispidus* und *Hieracium pilosella*. Der EDG der einzelnen Gräser und Kräuter ist sehr ähnlich. Unterschiede würden sich erst bei der nächsten Vegetationsaufnahme in den folgenden Jahren zeigen.

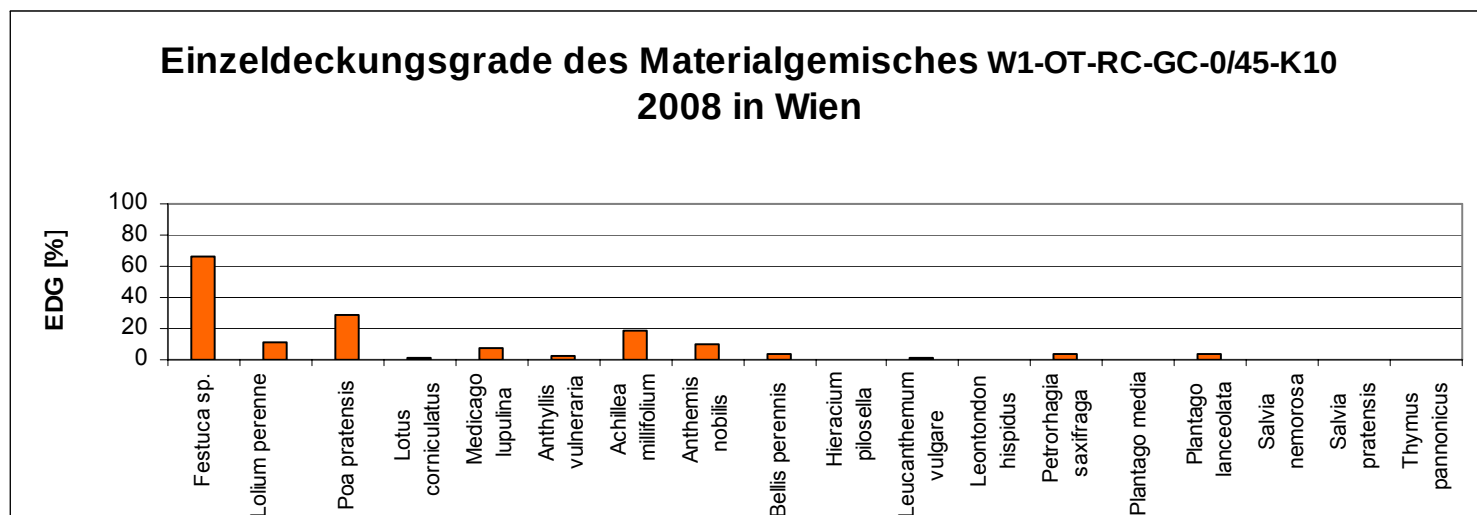


Abb. 74 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W1-OT-RC-GC-0/45-K10 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

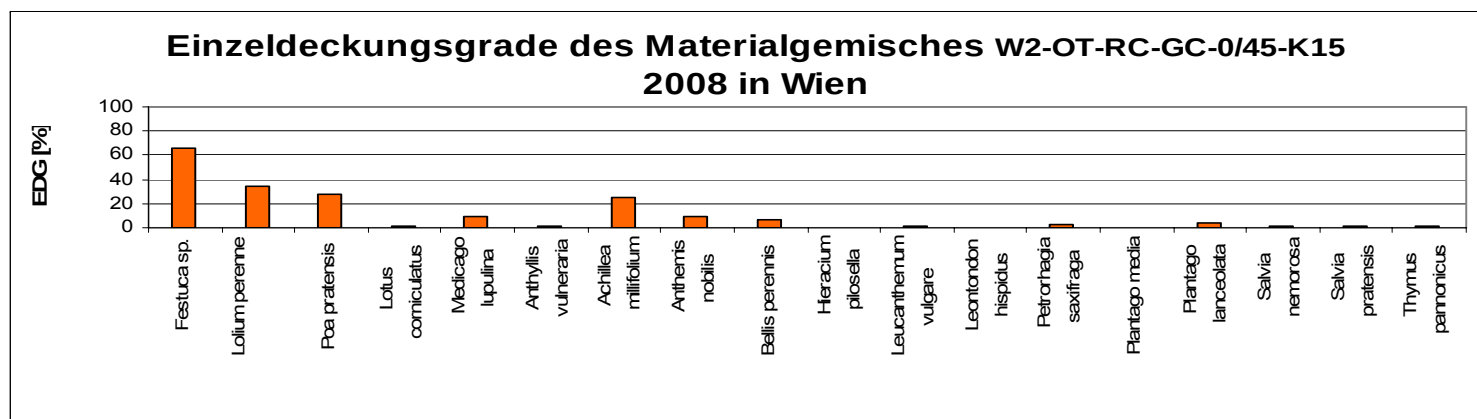


Abb. 75 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W2-OT-RC-GC-0/45-K15 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

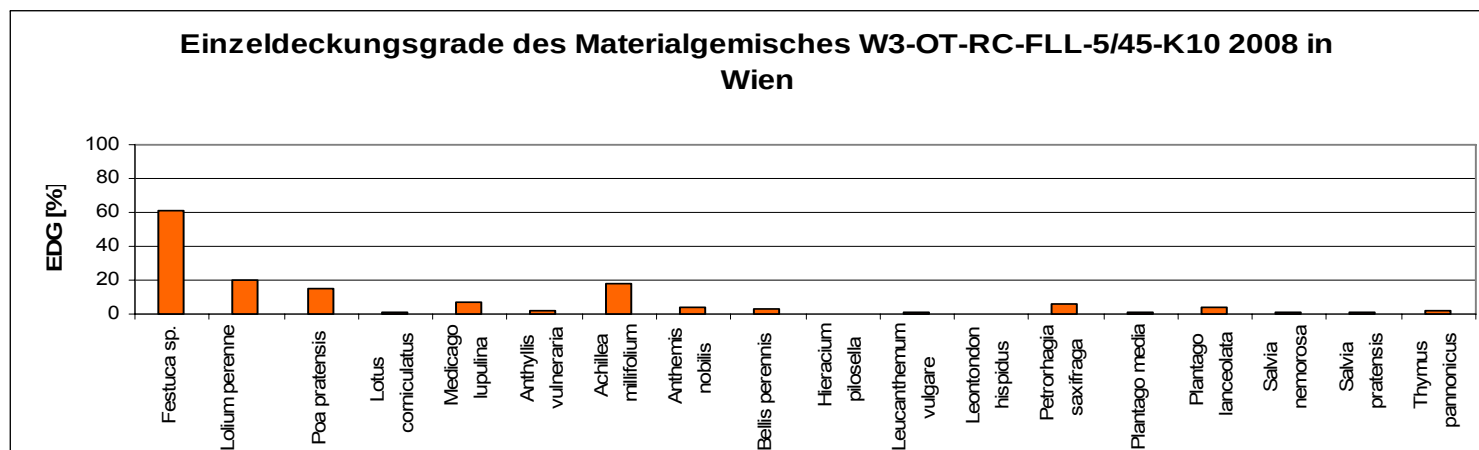


Abb. 76 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W3-OT-RC-FLL-5/45-K10 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

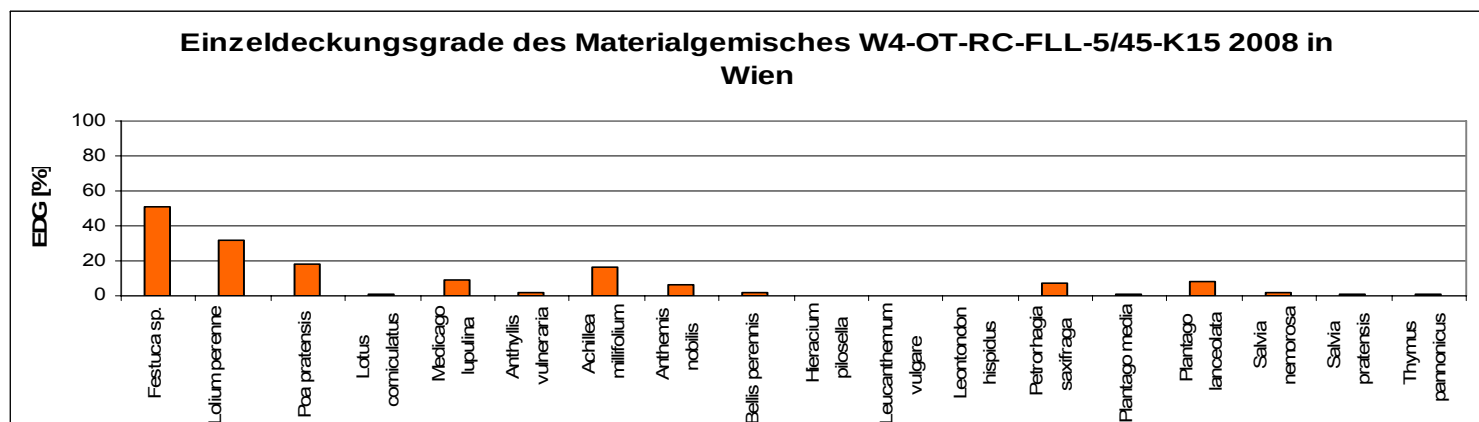


Abb. 77 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W4-OT-RC-FLL-5/45-K15 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

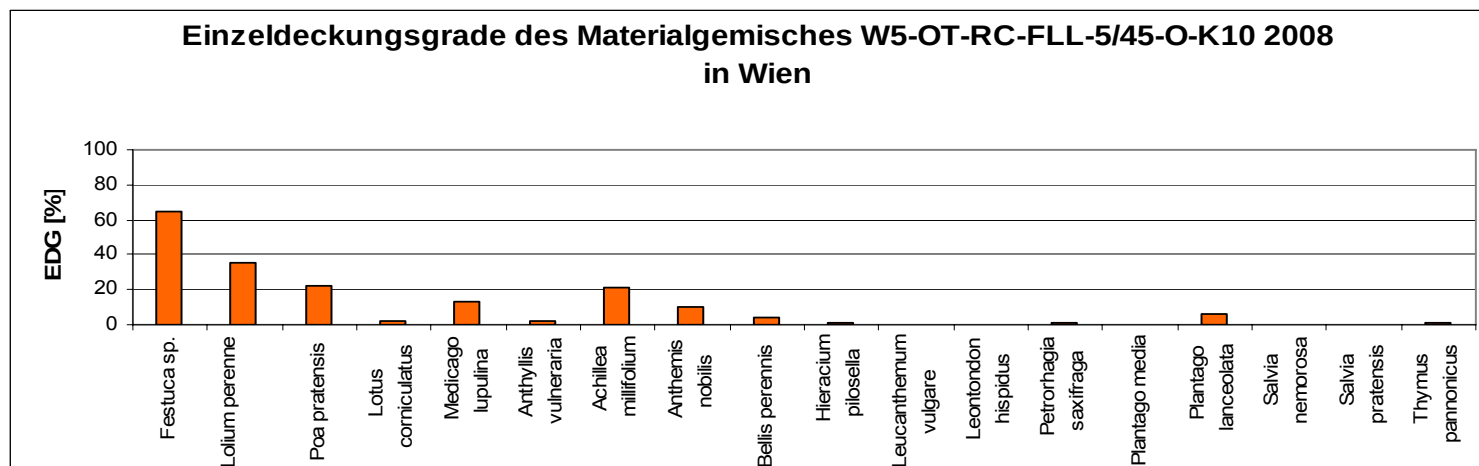


Abb. 78 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W5-OT-RC-FLL-5/45-O-K10 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

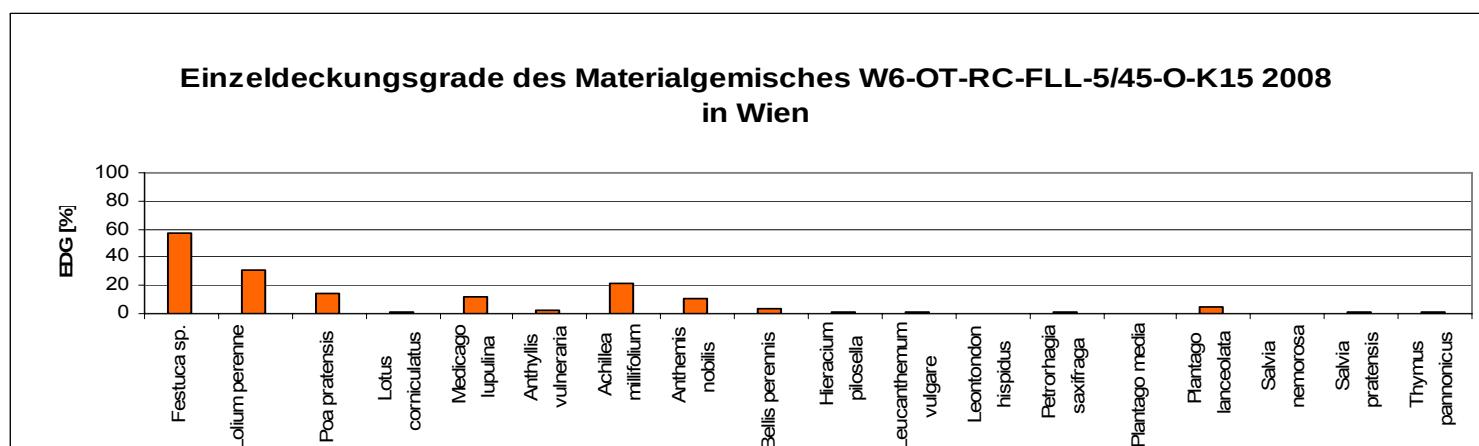


Abb. 79 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W6-OT-RC-FLL-5/45-O-K15 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

Materialgemische: W7-BO-RC-FLL-0/45-K10, W8-BO-RC-FLL-0/45-K15, W9-BO-RC-GC-0/45-K10 und W10-BO-RC-GC-0/45-K15

In Abb. 80 bis Abb. 83 ist der prozentuelle Anteil der Gräser im Vergleich zu den Kräutern sehr hoch. *Festuca sp.* ist am höchsten vertreten, gefolgt von *Poa pratensis*. *Achillea millefolium* ist bei den Kräutern als einziges stärker vertreten. Bei den Leguminosen weist *Medicago lupulina* einen sehr hohen EDG auf. Ein Ausfall von *Lotus corniculatus* ist bei den Materialmischungen W9-BO-RC-GC-0/45-K10 und W10-BO-RC-GC-0/45-K15 zu verzeichnen. Generell ist auffallend, dass viele Kräuter ausfallen. Das sind: *Thymus pannonicus*, *Lotus corniculatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Salvia pratensis*, *Plantago media*, *Leontodon hispidus* und *Hieracium pilosella*.

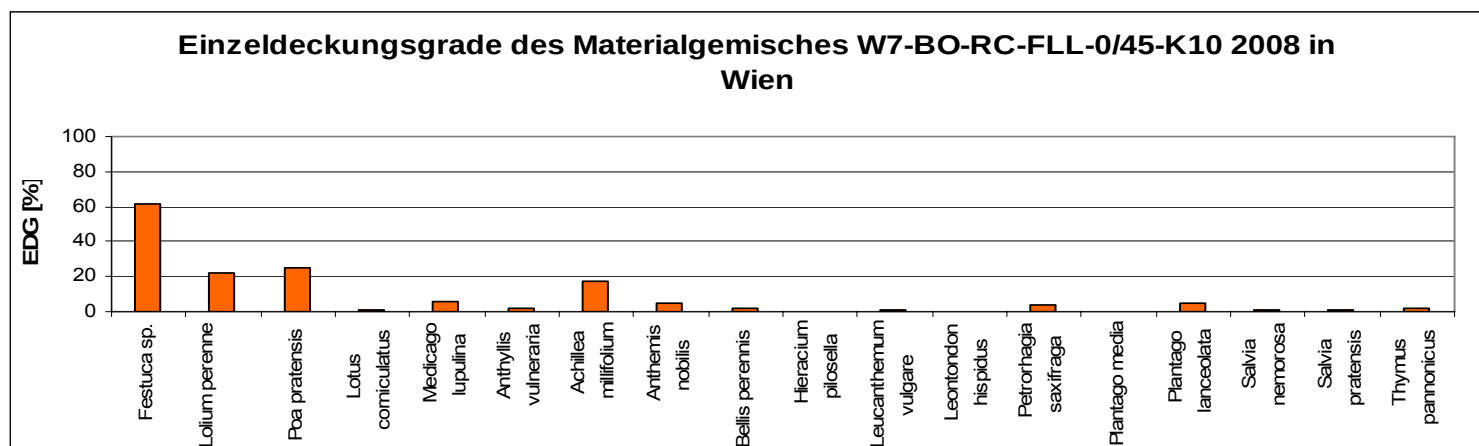


Abb. 80 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W7-BO-RC-FLL-0/45-K10 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

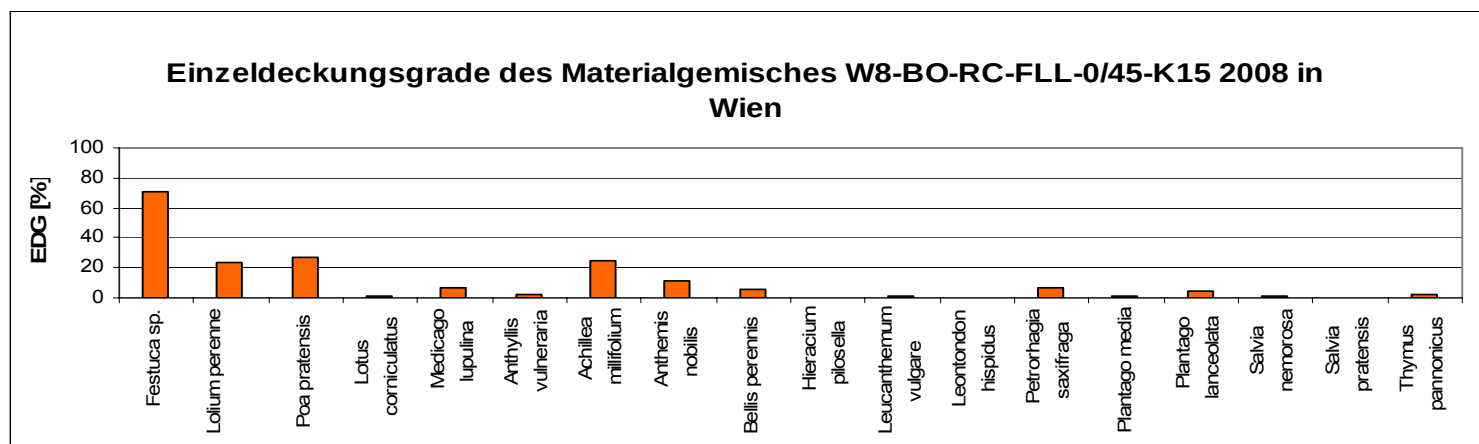


Abb. 81 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W8-BO-RC-FLL-0/45-K15 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

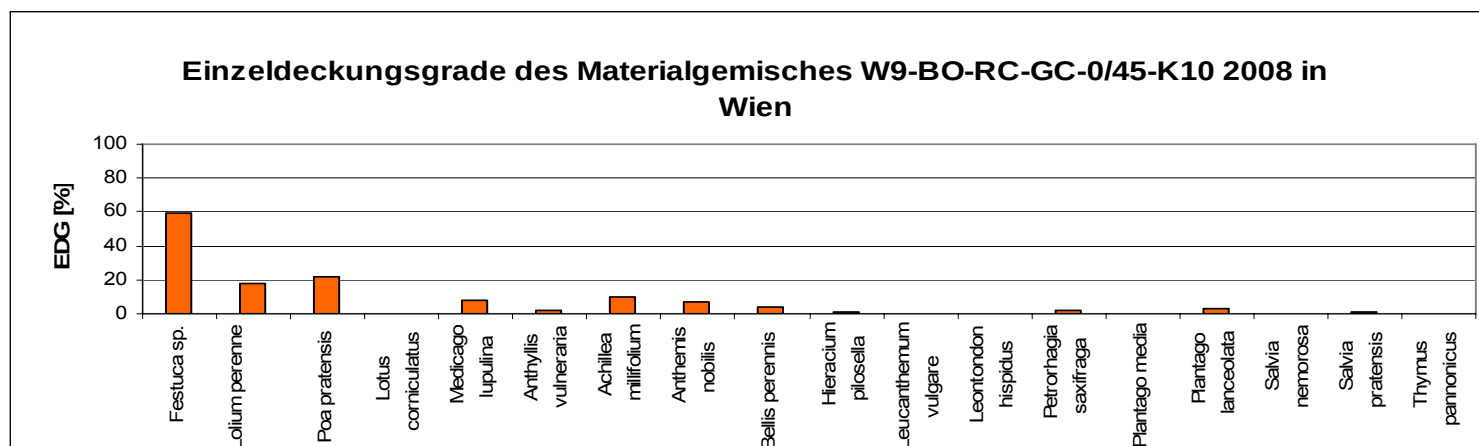


Abb. 82 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W9-BO-RC-GC-0/45-K10 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

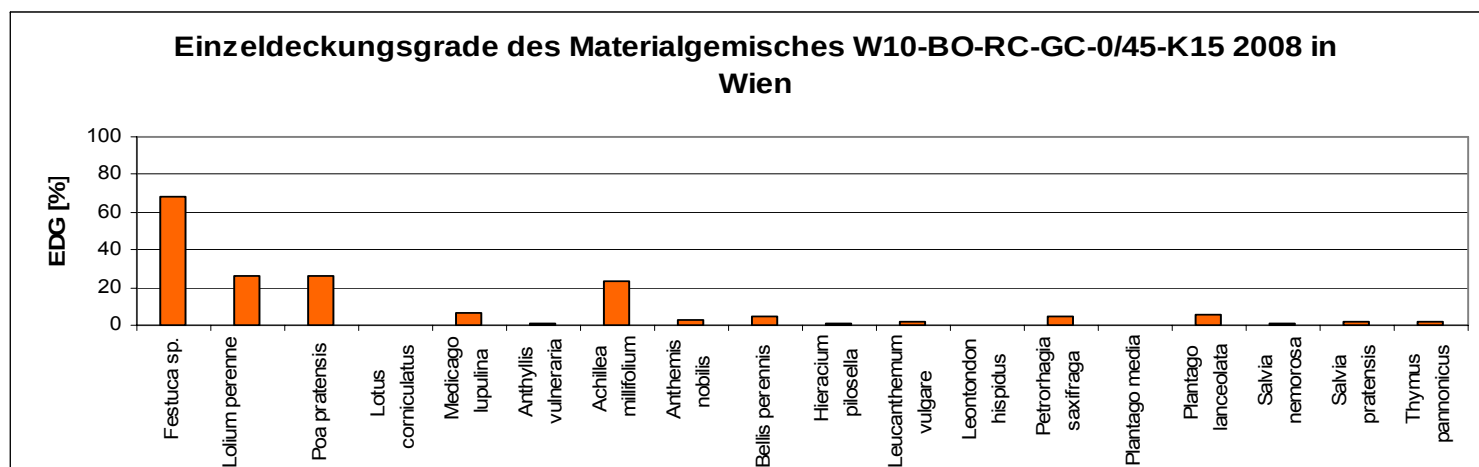


Abb. 83 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W10-BO-RC-GC-0/45-K15 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Recyclingmaterial

W11-HO-NS-FLL-0/45-K10 und W12-HO-NS-FLL-0/45-K15

Auffallend bei den Naturschotterflächen ist (dargestellt in den Diagrammen Abb. 84 und Abb. 85), dass der EDG von *Lolium perenne* geringer ist als der EDG von *Poa pratensis*. Den höchsten EDG weist, wie schon bei den anderen Materialmischungen, *Festuca sp.* auf. Den höchsten EDG bei den Kräutern haben *Medicago lupulina*, *Achillea millefolium* und *Anthemis nobilis* zu verzeichnen. Es ist kein gravierender Unterschied zwischen 10 Vol.-% und 15 Vol.-% Kompostanteil erkennbar.

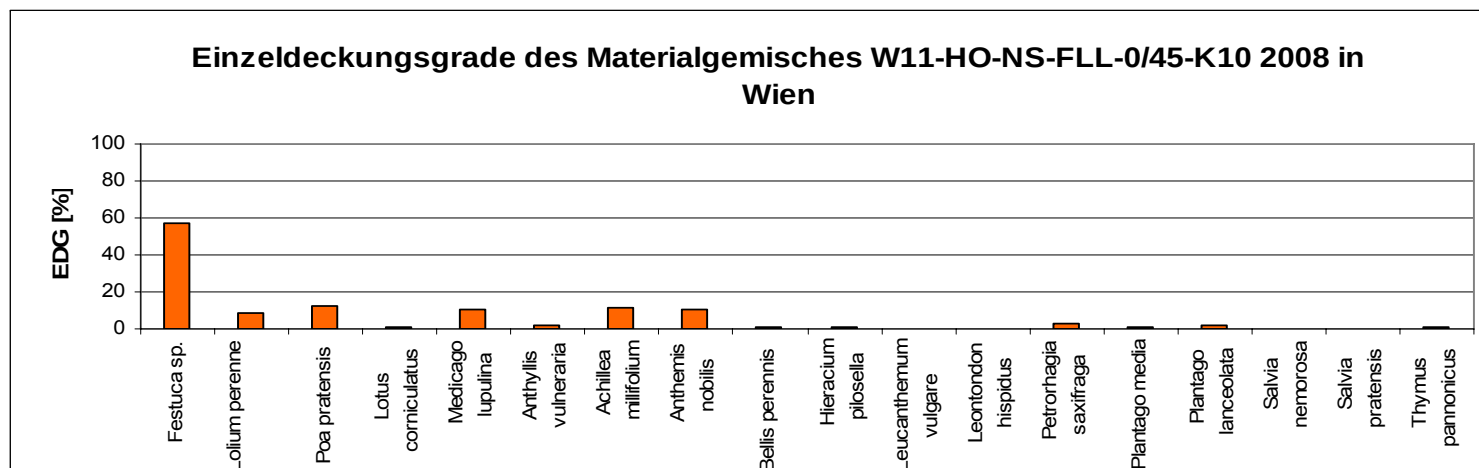


Abb. 84 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W11-HO-RC-FLL-0/45-K10 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Naturschotter

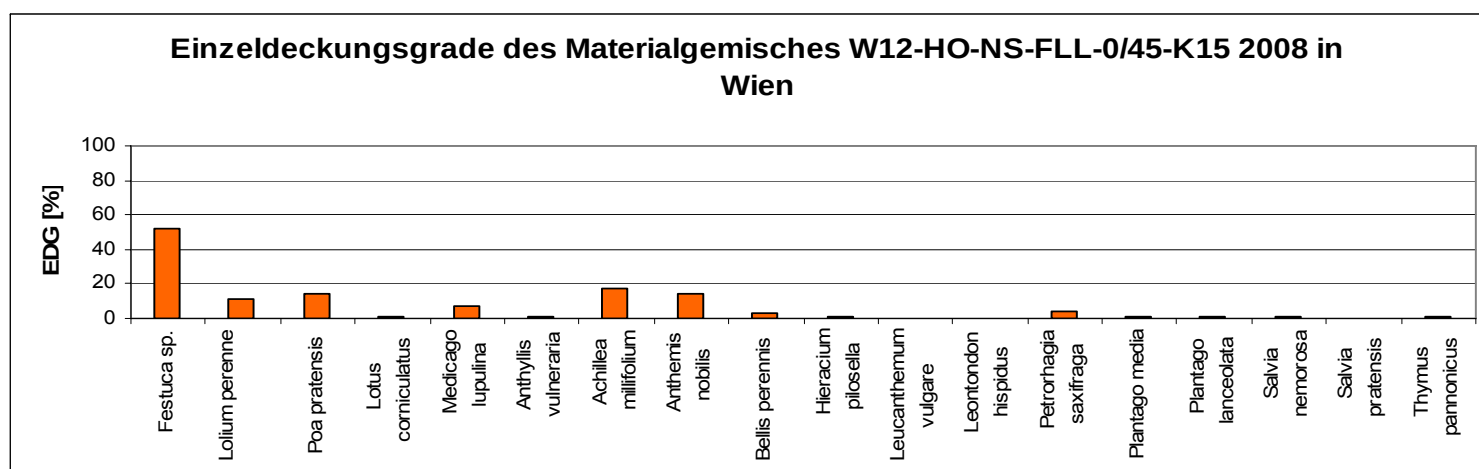


Abb. 85 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade (EDG'e) W12-HO-RC-FLL-0/45-K15 bei der Vegetationsaufnahme im Mai 2008, Naturschotter

5.4.4.2 Einzeldeckungsgrad der Gräserflächen in Wien

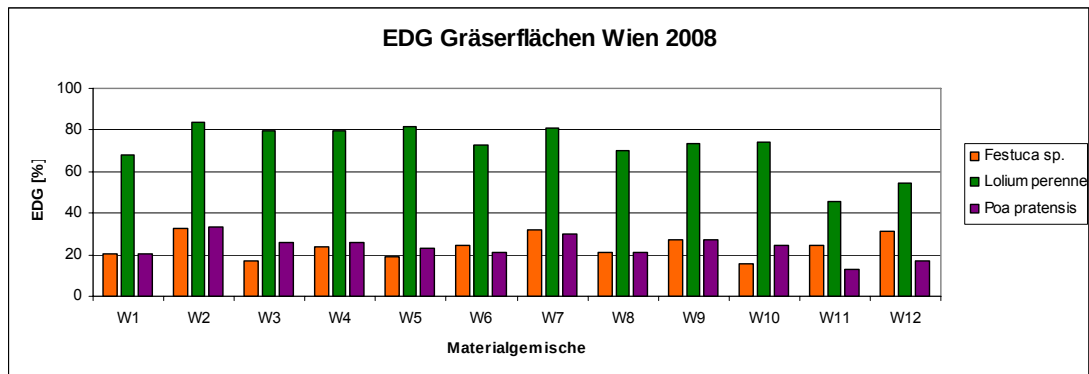


Abb. 86 Mittelwerte der Einzeldeckungsgrade der Gräserflächen mit der Saatgutmischung RSM 5.1 in Wien bei der Vegetationsaufnahme Mai 2008

Abb. 86 zeigt, dass *Lolium perenne* auf allen Flächen am stärksten vertreten. *Poa pratensis* weist bei den unterschiedlichen Materialgemischen ähnliche EDG'e auf wie *Festuca sp.*. Die EDG'e der Recyclingflächen sind höher als jene der Naturschotterflächen. Erkennbar ist, dass *Lolium perenne* auf den Naturschotterflächen einen deutlich niedrigeren EDG aufweist als auf den Recyclingmaterialflächen.

5.4.5 Interpretation der Vegetationsergebnisse in Wien

Der GDG der Recyclingmaterialien ist höher als der GDG der Naturschottermaterialien. Beide liegen über der geforderten 50%-Mindestdeckung. Der Anteil der Gräser liegt beim Gräser-Kräuter-Verhältnis bei etwa 60%. Aufgrund der Belastung ist der EDG von *Poa pratensis* und von *Medicago lupulina* bereits sehr hoch, da diese Pflanzen sehr widerstandsfähig und trittresistent sind. Bereits bei der ersten Vegetationsaufnahme ist ein Ausfall von einigen Kräutern zu erkennen. Das heißt aber nicht, dass diese Pflanzen bei der zweiten Vegetationsaufnahme nicht gefunden werden. Es kann sehr wohl sein, dass sich Samen erst im zweiten Jahr entwickeln (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008). Wie schon bei den anderen Versuchstandorten bemerkt wurde, ist die Entwicklung der Gräser in beiden Saatgutmischungen sehr ähnlich.

5.5 Kurzfassung der Vegetationsergebnisse aller Standorte

Die Zugabe von Oberboden oder die beiden unterschiedlichen Kompostvarianten 10 Vol.-% und 15 Vol.-% haben bei beiden Vegetationsaufnahmen 2007 und 2008 keine abweichenden Ergebnisse gebracht. Die Kornfraktionen 0/32 mm und

0/45 mm oder die GC/FLL Sieblinien haben ebenso keinen signifikanten Einfluss auf die Vegetation. Einzig und allein in Goldrain gab es Korrelationen zwischen den einzelnen Kornfraktionen. Dort weisen die Materialmischungen der Körnung 0/32 mm eine ähnliche Vegetation auf, dasselbe gilt für die Materialmischungen der Kornfraktion 0/45 mm.

Festzuhalten ist, dass alle Materialien die geforderte Mindestdeckung von 50% erreicht haben. Es fällt auf, dass die GDG'e der Recyclingmaterialien generell höher liegen als die GDG'e der Naturschotterflächen. Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich die Gräser in beiden Saatgutmischungen ähnlich entwickeln und verhalten. Das lässt darauf schließen, dass sich Gräser durch Kräuter auf dem Schottersubstrat gegenseitig wenig beeinflussen. Durch die Belastung nimmt der Anteil der Gräser zu. Grund dafür ist, dass Gräser widerstandfähiger, regenerationsfähiger und strapazierfähiger sind als Kräuter, obwohl diese ein extensives und längeres Wurzelsystem aufbauen. Dieses Ergebnis war bei den Vegetationsaufnahmen in Veitshöchheim zu sehen. Durch die starke Trockenheit sind die EDG'e der Gräser stark zurückgegangen.

Laut Prof. Dr. Florin Florineth, des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, BOKU Wien (mündliche Aussage vom 22.07.2008) sollte das G:K-Verhältnis aus Kostengründen in einer Schotterrasenmischung bei 80:20 liegen. Bei der GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung wurde ein Verhältnis von 75:25 ausprobiert. Da die Samen mancher Kräuter wesentlich kleiner sind und das Tausendkorngewicht geringer ist, ergaben die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen des Jahres 2007 und 2008 ein durchschnittlich errechnetes G:K-Verhältnis von 70:30, welches als optimal einzustufen ist.

5.6 Spontanvegetation auf Schotterrasen

Es wurden sehr wohl Pflanzen gefunden, die nicht in der Saatgutmischung enthalten waren. Bei diesen Pflanzen handelt es sich um Pionierpflanzen, die als Spontanvegetation aufgenommen wurden. Die Anzahl der eingewanderten Arten hat sich im Verlauf der zweiten Vegetationsaufnahme durch die Befahrung und die stärkere Konkurrenz der eingesetzten Arten stark reduziert. Im Anhang (Kapitel 8.6) befindet sich eine Liste, in der alle spontan aufgekommenen Pflanzen angeführt sind.

6 Vorschläge für die Praxis und Schlussfolgerungen

Die gewählte Aufnahmemethode, die Line-Point-Methode, hat sich als sehr geeignet erwiesen. Aufgrund der detaillierten Ergebnisse wird eine angepasste GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung erstellt. Die genauen Mischungsverhältnisse und die Kosten per kg jeder einzelnen Art (Stand 2007) Saatgutmischung sind aus der angeführten Tab. 13 zu entnehmen.

6.1 Neue Saatgutmischung

Arten	Mischungsanteil alt [Gewichts-%]	Mischungsanteil neu [Gewichts-%]	Preis/kg Saatgut	Preis/kg Saatgutmischung
Gräser				
<i>Festuca ovina duriuscula</i>	20,0	22,0		
<i>Festuca rubra commutata</i>	15,0	15,0		
<i>Festuca rubra rubra</i>	8,0	10,0		
<i>Festuca rubra trychophylla</i>	10,0	10,0		
<i>Festuca</i> sp.	53,0	57,0	€ 4,50	€ 2,57
<i>Lolium perenne</i>	2,0	2,0	€ 2,00	€ 0,04
<i>Poa pratensis</i>	20,0	20,0	€ 3,40	€ 0,68
Gräser ges.	75,0	79,0	€ 9,90	€ 3,29
Leguminosen				
<i>Lotus corniculatus</i>	2,0	2,5	€ 8,60	€ 0,22
<i>Medicago lupulina</i>	2,0	2,0	€ 5,70	€ 0,11
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2,0	2,0	€ 12,10	€ 0,24
Leguminosen ges.	6,0	6,5	€ 26,40	€ 0,57
Kräuter				
<i>Achillea millefolium</i>	1,0	2,0	€ 19,70	€ 0,39
<i>Anthemis nobilis</i>	2,0	2,0	€ 156,40	€ 3,13
<i>Bellis perennis</i>	1,0	1,0	€ 40,43	€ 0,40
<i>Hieracium pilosella</i>	1,5	0,0		
<i>Leucanthemum</i>	1,5	0,0		
<i>Leontodon hispidus</i>	2,0	0,0		
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	1,0	2,0	€ 450,00	€ 9,00
<i>Plantago media</i>	2,0	2,5	€ 64,00	€ 1,60
<i>Plantago lanceolata</i>	1,0	0,0		
<i>Salvia nemorosa</i>	2,0	2,5	€ 68,80	€ 1,72
<i>Salvia pratensis</i>	1,5	0,0		
<i>Thymus pannonicus</i>	2,5	2,5	€ 256,80	€ 6,42
Kräuter ges.	19,0	14,5	€ 2.340,13	€ 22,67
gesamt	100,0	100,0	€ 2.376,43	€ 26,52

Tab. 13 Gegenüberstellung der alten und neuen Schotterrasenmischung mit der Kostenaufstellung. Rot gekennzeichnet sind jene Pflanzen, die aus der Saatgutmischung genommen werden sollten. Preise lt. der Firmen von Österreich und Deutschland

Die Gewichtsprozent der Gräser in der Saatgutmischung haben sich nur minimal erhöht. *Lolium perenne* und *Poa pratensis* bleiben im Mischungsverhältnis gleich. Wie sich gezeigt hat, eignet sich *Poa pratensis* sehr gut für Schotterrasen

Parkplatzflächen auf Baustoffrecycling- und Naturschottermaterialien. Es ist jedoch ratsam, die Gewichtsprozentage in der Saatgutmischung nicht zu erhöhen, da diese bereits bei 20% liegen. Es ist sehr wichtig, dass verschiedene Sorten einer Gattung in der Saatgutmischung enthalten sind. Jede Sorte weist einen anderen Vegetationszyklus auf und hat dadurch längere Perioden von Blütezeit und Depression (mündliche Aussage Michael Hansen, August 2008). Der Gewichtsanteil der Gräser wurde auf 79% erhöht.

Lotus corniculatus gedeiht sehr gut auf Schotterrasen, dadurch wurden die Gewichtsprozentage in der Saatgutmischung um 0,5% erhöht. Signifikant sind die Ausfälle von *Anthyllis vulneraria* und *Salvia pratensis* auf den Materialmischungen aus Naturschotter. Es wurde in Betracht gezogen, den Anteil von *Anthyllis vulneraria* aufgrund dieses Ergebnisses herab zu setzen. Da sich diese Pflanze auf Recyclingmaterial sehr gut etabliert hat, ist das Mischungsverhältnis gleich geblieben. Die Pflanze *Medicago lupulina* erweist sich als sehr widerstandsfähig und strapazierfähig gegenüber der Belastung und der Trockenheit. Laut mündlicher Aussage von Michael Hansen ist *Medicago lupulina* in der Landwirtschaft noch immer weit verbreitet, wenn die restlichen Leguminosen bereits nicht mehr fähig sind zu keimen beziehungsweise zu wachsen. Da die Einzeldeckungsgrade bereits jetzt schon sehr zufrieden stellend sind, ist das Mischungsverhältnis gleich geblieben.

Salvia pratensis, *Leucanthemum vulgare* und *Plantago lanceolata* wurden aus der Mischung gestrichen, denn diese Pflanzen weisen eine zu hohe Wuchsform auf, was einen sehr hohen Pflegeaufwand mit sich bringt. *Leontodon hispidus* ist ebenfalls aus der Saatgutmischung genommen worden, da dieses Saatgut auf den Versuchsflächen einen sehr geringen Einzeldeckungsgrad aufweist. Grund dafür waren bereits die geringen Keimfähigkeitswerte, obwohl manche Kräuter bei ungünstigen Keimbedingungen eine wesentlich höhere Keimrate erzielen als im Labor. Bei *Leontodon hispidus* war dies allerdings nicht der Fall. *Hieracium pilosella* wurde auch aus der Saatgutmischung genommen, da der Einzeldeckungsgrad sehr gering war und es sich bei dieser Pflanze um sehr teures Saatgut handelt.

Achillea millefolium eignet sich sehr gut für Trockenstandorte (FLL 2008, KÖNINGER 2002) und somit wurde der Anteil von 1 auf 2 Prozent erhöht. *Anthemis nobilis* ist mit 2 Prozent gleich geblieben. Der Gewichtsprozent-Anteil von *Plantago media* und *Salvia nemorosa* ist gestiegen, da *Plantago lanceolata* und *Salvia pratensis* aus der Saatgutmischung entfernt worden sind. *Petrorhagia saxifraga* erweist sich als sehr geeignet für den Standort Schotterrasen und wird somit um ein Prozent erhöht. *Thymus pannonicus* wurde anteilmäßig gleich behalten, obwohl diese Pflanze sehr gut mit Trockenheit umgehen kann und eine sehr niedrige Wuchsform aufweist. Der Preis pro Kilo Saatgut ist mit € 256,80 sehr hoch und würde somit die Saatgutmischung unnötig verteuern.

Es ist zu sagen, dass alle Pflanzen, die eine hohe Wuchsform zeigen, aus der Saatgutmischung entfernt wurden, da sich dadurch der Pflegeaufwand minimiert. Es soll eine pflegeextensive, widerstandsfähige und kostengünstige Saatgutmischung entstehen, die sich sehr gut auf Schotterrasen entwickelt. Um genaue Aussagen treffen zu können müssen die Versuchsflächen noch weiter beobachtet werden. Bei derzeitigem Stand (Preise von 2007) kostet die GREEN CONCRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung € 26,52 pro kg.

6.2 Vorschläge zum Einbau von Schotterrasen

Für die in dieser Diplomarbeit beschriebene Vegetation ist es sehr wichtig, dass die Vegetationstragschicht richtig und homogen eingebaut wird. Es sollte ein Kompromiss entstehen zwischen Begrünbarkeit und Belastbarkeit. Wie schon einige Erfahrungswerte in der Praxis (FLL 2008, MARGELIK 2005) sowie auch das GREEN CONCRETE Projekt gezeigt haben, ist es von besonderer Wichtigkeit die Tragfähigkeit von E_{v2} 25 bis 60 MN/m² nicht zu überbeziehungsweise zu unterschreiten. In diesem Bereich ist die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen und die Belastung mit einem PKW gewährleistet. Ein weiterer wichtiger Wert ist die Wasserdurchlässigkeit, die zwischen 10^{-4} bis 10^{-6} m/s liegen soll. In diesem Bereich entsteht keine Staunässe und das Wasser hat genügend Zeit, um zu versickern. Es sollen nicht mehr als die 10 Vol.-% bis 15 Vol.-% Kompost beigemischt werden, da diese Materialmischungen einen optimalen Tragfähigkeitswert, Wasserdurchlässigkeitswert und Gesamtdeckungsgrad aufweisen (siehe PITHA et al. 2008). Diese Werte werden durch einen einschichtigen Einbau in zwei Lagen, die miteinander verzahnt werden, von jeweils 15 cm wie bereits in Kapitel 1.4 beschrieben ist, erreicht. Für die Verdichtung sind die Rüttelplatte bis zur 8 Tonne Walze am besten geeigneten Geräte. Bei einer großen Fläche ist es ratsam mit einer 8 Tonne Walze statisch zu verdichten. Da dies nicht immer möglich ist, kann eine Rüttelplatte verwendet werden. Von einem Gräber oder einer schwereren Walze ist abzuraten, da durch das Gewicht der Baumaschine die Fläche zu stark verdichtet wird und keine Begrünung der Fläche gewährleistet werden kann.

6.3 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse, die in dieser Diplomarbeit aufgezeigt sind, erweisen sich als sehr zufrieden stellend. Obwohl der Untersuchungszeitraum kurz war, gibt es eindeutige Ergebnisse. Bei dem Mischungsverhältnis der verbesserten GREEN COCNRETE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung handelt es sich um eine Empfehlung. Es ist ratsam, die Vegetation noch mindestens ein bis zwei Jahre zu

verfolgen, um die Ergebnisse zu verfeinern und zu optimieren. Recyclingmaterialien eignen sich im Gegensatz zu den Naturschottermaterialien gut. Es bedarf jedoch noch weiteren Forschungsarbeiten, um das Material auf längere Sicht zu testen. In den letzten beiden Jahren herrschte ein sehr milder Winter, wo es zu keinem Frost-Tau Wechsel kam. Dies ist aber ein entscheidendes Kriterium für die Verwendbarkeit von Schotterrasen aus Baustoffrecyclingmaterial, weil damit der Ziegel auf seine Festigkeit geprüft werden kann. Der Einbau und die Verdichtung sind ein erhebliches Kriterium für den Erfolg von Schotterrasen.

Von Vorteil sind auch die ökologischen und ökonomischen Aspekte. Schotterrasen bietet Lebensraum für Mikroorganismen und Bodenlebewesen und erlaubt eine hohe Artenvielfalt. Durch die offene Bauweise können Niederschläge versickern und durch die Verwendung von Baustoffrecyclingmaterialien werden Ressourcen geschont. Da es sich um eine Wiederverwendung von Bauschutt handelt, ist dieses Material leicht verfügbar und bei einem einschichtigen Einbau kostengünstig. Im Vergleich kostet eine Asphaltdecke 27–34 €/m², ein einschichtiger Schotterrasen 15,50 €/m² ohne Umsatzsteuer bei einer Flächengestaltung von 200 – 250 m².

Da Schotterrasen keiner ständigen Belastung standhält, ist dieser auch nur bedingt einsetzbar. Die Einsatzbereiche von Schotterrasen sind vor allem Zufahrten von Einsatzfahrzeugen, Straßenbahntrassen und alternierend befahrene Straßen und PKW-Parkplätze. Das GREEN CONCRETE EU-Forschungsprojekt hat Schotterrasen aus Baustoffrecyclingmaterial eingehend geprüft und mit dem richtigen Einbau und der richtigen GREEN CONCRTE Gräser-Kräuter-Saatgutmischung kann nichts mehr schief gehen. Somit bleibt nur noch zu sagen: Einfach Mut zu Schotterrasen!

7 Literaturverzeichnis

ADLER, W.; OSWALD, K.; FISCHER, R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. Die Bestimmung für alle in Österreich wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien.

CONERT, H. J., (2000): Pareys Gräserbuch, Die Gräser Deutschlands erkennen und bestimmen. Parey Buchverlag, Berlin

DIERSCHKE, H (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

FLORINETH, F., (2004): Pflanze statt Beton, Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin - Hannover

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. FLL (2005): Regel-Saatgut-Mischungen Rasen RSM 2005

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. FLL (2008): Regel-Saatgut-Mischungen Rasen RSM 2008

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. FLL (2008): „Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen“

HAAG, L. (2004): Wie hoch sind die Versiegelungsgrade in Berlin wirklich? - Ein Methodenvergleich, Diplomarbeit, Technische Universität Berlin

HAAS, M., SCHILD, I. (2003): Vegetationsentwicklung und geotechnische Eigenschaften verschiedener Aufbauten von Schotterrasen in Wien, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

HEILINGER, K. (2002): Unterschiedliche Methoden der Qualitätsprüfung von Heudrusch und Heublumen, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut, Vorschriften Ausgabe 2006, Schweiz

ISTA Handbook of Seedling Evaluation 3rd Edition Ausgabe 2003 Switzerland

KÖNINGER, A. (2002): Entwicklung von Richtlinien für die Herstellung von dauerhaften und stabilen Schotterrassenflächen, Projektzwischenbericht, HBLVA für Gartenbau Schönbrunn, Wien

KUTSCHERA, L., (1960): Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

LÄNGERT, S. (2004): Untersuchung Vegetationstechnischer und Geotechnischer Parameter zur Optimierung der Schotterrassenbauweise, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

LEITNER, A. (2007): Plant compatibility of recycled construction materials for use in gravel turf, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

MARGELIK E., LÄNGERT S., (2005): Empfehlung für die Empfehlung und Errichtung von Schotterrassen, Projektendbericht, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

MASLOWSKI, S., (2007):SCHOTTERASEN – Im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie –ein Skriptum- 2., verbesserte und erweiterte Auflage, IHW-Verlag, München

PITHA, U., SCHARF, B., HASLGRÜBLER, P., NIEDERSCHICK, M., LÄNGERT, S., BURMEISTER, B., KESSLER, D., BÖCKER, J., FRANK, R., (2008): GREEN CONCRETE Projektbericht, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

Richtlinie für standortgerechte Begrünung (2000), Ein Regelwerk im Interesse der Natur, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG), Bundeslehranstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning

ROTHMALER, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Grundband. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin

TRAXLER, A. (1997): Handbuch des Vegetationsökologischen Monitorings, Methoden, Praxis, angewandte Projekte Teil A: Methoden, Umweltbundesamt Wien

TREMP, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Internetquellen:

www.freudenberger.net (August 2008)

www.googleearth.at (Mai 2008)

www.greenconcrete.eu (August 2008)

www.schotterrasen.at (August 2008)

www.schotterrasen.eu (August 2008)

www.umweltbundesamt.at (Juli 2008)

www.vcoe.at (Juni 2008)

www.wikimedia.at (August 2008)

www.wikipedia.at (August 2008)

Auskunftspersonen:

Michael Hansen

Firma AUSTROSAAT Wien

Oberlaaer Straße 279

A-1230 Wien

Email: officewien@austroaat.at

Tel: +43 (01) 616 70 23-0

Fax: +43 (01) 616 72 69

www.austroaat.at

Interview geführt am 05.08.2008

O. Univ. Prof. Dr. Florin FLORINETH

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Peter Jordan Straße 82

A-1190 Wien

Email: florin.florineth@boku.ac.at

Tel: +43 (01) 47 654 - 7301

Mobil: +43 (0664) 350 47 58

Fax: +43 (01) 47 654 – 7349

www.boku.ac.at

8 Anhang

8.1 Auszählungs- Protokoll für die Keimfähigkeitsprüfung

Einkeimmethode: Jacobsen Keimapparat				
4 Proben á 100 Samen				
Datum der Einkeimung 15.01.07		Samenart: Festuca rubra rubra		Nr. 3
1. Auszählung				
Datum 22.01.07	Ungekeimte Samen: harte frische tote	Anomale Keimlinge: Besch. Def. Angef.	Normale Keimlinge: 308	Bemerkung
Endauszählung				
Datum: 05.02.07	Ungekeimte Samen: harte frische tote 0 17 40	Anomale Keimlinge: Besch Def. Angef. 0 5 2	Normale Keimlinge: 28	Bemerkung
Gesamt:	0 17 40	0 5 2	336	
Keimfähigkeit: 83,99%				

8.2 Saatgutliste-Beschreibung

GREEN CONCRETE - Gräser/Kräuter																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Beschreibung																																		Fragestellung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Nr.	Wiss. Einordnung und lt. Name				dt. Name	Beschreibung	Farbe	Wuchshöhe [cm]	Lebensdauer Lebensformtyp					Blühmonate	Standort										Eigenschaften	Höhen- verbreitung					Häufigkeit					Fragestellung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		Ordnung	Famile	Gattung	Art					holziges Gewächs	Stauke	1x blühend	einjährig	Hemikrypto- phyc.		selten LF	Magerrasen	Trockenrasen	Halbtrockenrasen	Lichte Wälder	Wiesen / Weiden	Böschungen /Hänge	Weg- /Straßenränder	Feuchten u. fette Böden	Schotterrasen		Schutzplätze	nival	subnival	alpin	subalpin	montan	submontan	collin	sehr sit	sit		zstr	mäßig hfg	hfg	sehr hfg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Gräser	1	Süßgrasartige, Poales (Glumiflorae)	Poaceae	Festuca	ovina duriuscula	Schafschwingel	Polster bildend ohne Ausläufer	grau-blaugrün	5 - 40							Mai-Juli	x	x		x							trockenheitsliebend Magerkeitszeiger kalkmeidend Lichtpflanze Halbschatten						x	x	x		x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	2	Süßgrasartige, Poales (Glumiflorae)	Poaceae	Festuca	rubra commutata	Horstbildender Rotschwingel	Ausdauernd, dichte dunkelgrüne Horste Kurze Ausläufer	dunkelgrün	20-60								Juni-August				x	x		x			Säurezeiger, Bodenfestiger, Halblichtpflanze							x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	3	Süßgrasartige, Poales (Glumiflorae)	Poaceae	Festuca	rubra rubra	Ausläuferbildender Rotschwingel	Lange Ausläufer, beste Pionierart	röttlich-violett	20-100								Mai-Juli					x	x	x	x			Bodenfestiger, kurze Regenerationszeit, Lichtpflanze, sehr anpassungsfähig												x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	4	Süßgrasartige, Poales (Glumiflorae)	Poaceae	Festuca	rubra trychophylla	Kurzausläuferbildender Rotschwingel	Lange dünne Ausläufer	blaugrün	30-70									Juni-August									Regenerationsfähig, kalkliebend							x	x	x	x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	5	Süßgrasartige, Poales (Glumiflorae)	Poaceae	Lolium	perenne	Englisches Raygras	Büschelig oder in einzelnen Halmen wachsend, Intensivwurzler	hellgrün	25-60									Juni-August						x	x	x	x	Trittsistent, Pionierart (Ammengras), Nährstoffzeiger, Lichtpflanze												x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	6	Süßgrasartige, Poales (Glumiflorae)	Poaceae	Poa	pratensis	Wiesenrispe	Dichter Horst lange dünne Ausläufer		20-60									Mai-Juli		x			x				Tritt- und Schnitträsent, Regemationsfähig, Feuchtigkeitszeiger, Licht-Halbschattenpflanze													x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Leguminosen	1	Hülsenfrüchtler, Fabales (Leguminosae)	Fabaceae	Lotus	corniculatus	Gewöhnlicher Hornklee	bogig aufsteigend, Stängel markig od. engrohrig	gelb, weiß, rot	5-30								Juni-August			x	x		x				Trockenresistent, basenhold																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

8.3 Aufnahmeprotokoll Vegetationsaufnahmen

special test - VEGETATION																												
Standort: Wien														Feldnummer: 3														
Datum: 10.05.08														Liniennummer: A														
BearbeiterIn: M/P														Anmerkungen: sonnig, heiß														
Seitennr: 1/2																												
Feldnummer	Treffer				Gräser			T	Kräuter																			
	Stein	Feinmaterial	Pflanze	tote Pflanze	Festuca sp.	Lolium perenne	Poa pratensis		tote Pflanze	Lotus corn.	Medicago lup.	Anthyllis vul.	Achillea mil.	Anthemis nob.	Bellis perennis	Hieracium pilosella	Leucanthemum v.	Leontodon hispidus	Petrorhagia saxifraga	Plantago med.	Plantago lanceolata	Salvia nem.	Salvia pratensis	Thymus serpyllum				
1	1				1																							
2	1				1																							
3		1			1																							
4			1		1	1	1																					
5			1				1																					
6				1	1																							
7		1			1																							
8	1				1																							
9		1			1																							
10			1		1	1																						
11				1	1	1																						
12			1		1																							
13			1		1																							
14		1			1																							
15		1			1																							
16	1				1																							
17	1				1																							
18	1				1																							
19	1				1	1																						
20	1					1																						
21		1				1																						
22			1		1	1	1																					
23		1			1	1																						
24		1			1	1																						
25			1		1	1																						
26		1			1																							
27	1				1																							
28		1			1																							
29		1			1																							
30		1			1																							
31			1		1	1																						
32			1			1																						
33			1			1																						
34	1				1																							
35	1				1																							
36	1					1																						
37		1			1																							
38			1		1																							
39		1			1																							
40		1			1	1																						

8.4 Codierungsliste

FELDCODE ERFURT									
Materialgemische	Feldnummer	Firma	Material (NS/RM)	Sieblinie (FLL/GC)	KGV (0/32,0/45)	Kompost (10 Vol.-%/ 15 Vol.-%)	Oberboden	Saatgut (G/K)	Codierung
E1	E3	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	K	E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-K
	E15	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	K	E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-K
	E27	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	K	E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-K
	E4	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	G	E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-G
	E16	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	G	E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-G
	E28	KH	RC	FLL	0/45	K10	O	G	E1 KH-RC-FLL-0/45-K10-O-G
E2	E1	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	K	E2 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-K
	E13	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	K	E2 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-K
	E25	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	K	E2 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-K
	E2	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	G	E2 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-G
	E14	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	G	E2 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-G
	E26	KH	RC	FLL	0/45	K15	O	G	E2 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-G
E3	E7	KH	RC	GC	0/32	K10	O	K	E3 KH-RC-GC-0/32-K10-O-K
	E20	KH	RC	GC	0/32	K10	O	K	E3 KH-RC-GC-0/32-K10-O-K
	E31	KH	RC	GC	0/32	K10	O	K	E3 KH-RC-GC-0/32-K10-O-K
	E8	KH	RC	GC	0/32	K10	O	G	E3 KH-RC-GC-0/32-K10-O-G
	E19	KH	RC	GC	0/32	K10	O	G	E3 KH-RC-GC-0/32-K10-O-G
	E32	KH	RC	GC	0/32	K10	O	G	E3 KH-RC-GC-0/32-K10-O-G
E4	E5	KH	RC	GC	0/32	K15	O	K	E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-K
	E17	KH	RC	GC	0/32	K15	O	K	E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-K
	E29	KH	RC	GC	0/32	K15	O	K	E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-K
	E6	KH	RC	GC	0/32	K15	O	G	E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-G
	E18	KH	RC	GC	0/32	K15	O	G	E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-G
	E30	KH	RC	GC	0/32	K15	O	G	E4 KH-RC-GC-0/32-K15-O-G
E5	E11	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	K	E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-K
	E23	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	K	E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-K
	E35	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	K	E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-K
	E12	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	G	E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-G
	E24	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	G	E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-G
	E36	KH	NS	FLL	0/45	K10	O	G	E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-G
E6	E9	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	K	E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-K
	E21	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	K	E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-K
	E33	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	K	E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-K
	E10	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	G	E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-G
	E22	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	G	E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-G
	E34	KH	NS	FLL	0/45	K15	O	G	E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-G

FELDCODE GOLDRAIN								
Materialgemische	Feldnummer	Firma	Material (NS/RM)	Sieblinie (FLL/GC)	KG V (0/32,0/45)	Kompost (10 Vol.-%/15 Vol.-%)	Saatgut (G/K)	Codierung
1	G1	MX	NS	FLL	0/32	K10	K	G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-K
	G9	MX	NS	FLL	0/32	K10	K	G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-K
	G17	MX	NS	FLL	0/32	K10	K	G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-K
	G2	MX	NS	FLL	0/32	K10	G	G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-G
	G10	MX	NS	FLL	0/32	K10	G	G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-G
	G18	MX	NS	FLL	0/32	K10	G	G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-G
2	G5	MX	NS	FLL	0/32	K15	K	G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-K
	G13	MX	NS	FLL	0/32	K15	K	G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-K
	G21	MX	NS	FLL	0/32	K15	K	G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-K
	G6	MX	NS	FLL	0/32	K15	G	G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-G
	G14	MX	NS	FLL	0/32	K15	G	G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-G
	G22	MX	NS	FLL	0/32	K15	G	G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-G
3	G3	DF	RC	FLL	0/45	K10	K	G3 DF-RC-FLL-0/45-K10-K
	G11	DF	RC	FLL	0/45	K10	K	G3 DF-RC-FLL-0/45-K10-K
	G19	DF	RC	FLL	0/45	K10	K	G3 DF-RC-FLL-0/45-K10-K
	G4	DF	RC	FLL	0/45	K10	G	G3 DF-RC-FLL-0/45-K10.G
	G12	DF	RC	FLL	0/45	K10	G	G3 DF-RC-FLL-0/45-K10.G
	G20	DF	RC	FLL	0/45	K10	G	G3 DF-RC-FLL-0/45-K10.G
4	G7	DF	RC	FLL	0/45	K15	K	G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-K
	G15	DF	RC	FLL	0/45	K15	K	G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-K
	G23	DF	RC	FLL	0/45	K15	K	G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-K
	G8	DF	RC	FLL	0/45	K15	G	G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-G
	G16	DF	RC	FLL	0/45	K15	G	G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-G
	G24	DF	RC	FLL	0/45	K15	G	G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-G
5	G33	MX	RC	GC	0/32	K10	K	G5 DF-RC-GC-0/32-K10-K
	G34	MX	RC	GC	0/32	K10	G	G5 DF-RC-GC-0/32-K10-G
6	G25	MX	RC	GC	0/32	K15	K	G6 MX-RC-GC-0/32-K15-K
	G29	MX	RC	GC	0/32	K15	K	G6 MX-RC-GC-0/32-K15-K
	G37	MX	RC	GC	0/32	K15	K	G6 DF-RC-GC-0/32-K15-K
	G26	MX	RC	GC	0/32	K15	G	G6 MX-RC-GC-0/32-K15-G
	G30	MX	RC	GC	0/32	K15	G	G6 MX-RC-GC-0/32-K15-G
	G38	MX	RC	GC	0/32	K15	G	G6 DF-RC-GC-0/32-K15-G
7	G35	DF	RC	GC	0/32	K10	K	G7 DF-RC-GC-0/32-K10-K
	G36	DF	RC	GC	0/32	K10	G	G7 DF-RC-GC-0/32-K10-G
8	G27	DF	RC	GC	0/32	K15	K	G8 DF-RC-GC-0/32-K15-K
	G31	DF	RC	GC	0/32	K15	K	G8 DF-RC-GC-0/32-K15-K
	G39	DF	RC	GC	0/32	K15	K	G8 DF-RC-GC-0/32-K15-K
	G28	DF	RC	GC	0/32	K15	G	G8 DF-RC-GC-0/32-K15-G
	G32	DF	RC	GC	0/32	K15	G	G8 DF-RC-GC-0/32-K15-G
	G40	DF	RC	GC	0/32	K15	G	G8 DF-RC-GC-0/32-K15-G

FELDCODE VEITSHÖCHHEIM								
Materialgemische	Feldnummer	Firma	Material (NS/RM)	Sieblinie (FLL/GC)	KGV (0/32,0/45)	Kompost (10 Vol.-%/15 Vol.-%)	Saatgut (G/K)	Codierung
1	V1	HN	RC	GC	0/45	K10	G	V1 HN-RC-GC-0/45-K10-G
	V13	HN	RC	GC	0/45	K10	G	V1 HN-RC-GC-0/45-K10-G
	V25	HN	RM	GC	0/45	K10	G	V1 HN-RC-GC-0/45-K10-G
	V7	HN	RC	GC	0/45	K10	K	V1 HN-RC-GC-0/45-K10-K
	V20	HN	RC	FLL	0/45	K10	K	V1 HN-RC-GC-0/45-K10-K
	V31	HN	RC	GC	0/45	K10	K	V1 HN-RC-GC-0/45-K10-K
2	V4	HN	RC	GC	0/45	K15	G	V2 HN-RC-GC-0/45-K15-G
	V16	HN	RC	GC	0/45	K15	G	V2 HN-RC-GC-0/45-K15-G
	V28	HN	RC	GC	0/45	K15	G	V2 HN-RC-GC-0/45-K15-G
	V10	HN	RC	GC	0/45	K15	K	V2 HN-RC-GC-0/45-K15-K
	V22	HN	RC	GC	0/45	K15	K	V2 HN-RC-GC-0/45-K15-K
	V34	HN	RC	GC	0/45	K15	K	V2 HN-RC-GC-0/45-K15-K
3	V2	HN	RC	FLL	0/45	K10	G	V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-G
	V14	HN	RC	FLL	0/45	K10	G	V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-G
	V26	HN	RM	FLL	0/45	K10	G	V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-G
	V8	HN	RC	FLL	0/45	K10	K	V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-K
	V19	HN	RC	GC	0/45	K10	K	V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-K
	V32	HN	RC	FLL	0/45	K10	K	V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-K
4	V5	HN	RC	FLL	0/45	K15	G	V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-G
	V17	HN	RC	FLL	0/45	K15	G	V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-G
	V29	HN	RC	FLL	0/45	K15	G	V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-G
	V11	HN	RC	FLL	0/45	K15	K	V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-K
	V23	HN	RC	FLL	0/45	K15	K	V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-K
	V35	HN	RC	FLL	0/45	K15	K	V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-K
5	V3	HN	NS	FLL	0/45	K10	G	V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-G
	V15	HN	NS	FLL	0/45	K10	G	V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-G
	V27	HN	NS	FLL	0/45	K10	G	V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-G
	V9	HN	NS	FLL	0/45	K10	K	V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-K
	V21	HN	NS	FLL	0/45	K10	K	V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-K
	V33	HN	NS	FLL	0/45	K10	K	V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-K
6	V6	HN	NS	FLL	0/45	K15	G	V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-G
	V18	HN	NS	FLL	0/45	K15	G	V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-G
	V30	HN	NS	FLL	0/45	K15	G	V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-G
	V12	HN	NS	FLL	0/45	K15	K	V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-K
	V24	HN	NS	FLL	0/45	K15	K	V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-K
	V36	HN	NS	FLL	0/45	K15	K	V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-K

FELDCODE WIEN									
Materialgemisch	Feldnummer	Firma	Material (NS/RM)	Sieblinie (FLL/GC)	KGV (0/32,0/45)	Kompost (10 Vol.-%/15 Vol.-%)	Oberboden	Saatgut (G/K)	Codierung
1	W19	OT	RC	GC	0/45	10		K	W1 OT-RC-GC0/45-K10-K
	W45	OT	RC	GC	0/45	10		K	W1 OT-RC-GC0/45-K10-K
	W60	OT	RC	GC	0/45	10		K	W1 OT-RC-GC0/45-K10-K
	W4	OT	RC	GC	0/45	10		G	W1 OT-RC-GC0/45-K10-G
	W56	OT	RC	GC	0/45	10		G	W1 OT-RC-GC0/45-K10-G
	W70	OT	RC	GC	0/45	10		G	W1 OT-RC-GC0/45-K10-G
2	W10	OT	RC	GC	0/45	15		K	W2 OT-RC-GC0/45-K15-K
	W40	OT	RC	GC	0/45	15		K	W2 OT-RC-GC0/45-K15-K
	W67	OT	RC	GC	0/45	15		K	W2 OT-RC-GC0/45-K15-K
	W13	OT	RC	GC	0/45	15		G	W2 OT-RC-GC0/45-K15-G
	W30	OT	RC	GC	0/45	15		G	W2 OT-RC-GC0/45-K15-G
	W44	OT	RC	GC	0/45	15		G	W2 OT-RC-GC0/45-K15-G
3	W9	OT	RC	FLL	5/45	10		K	W3 OT-RC-FLL5/45-K10-K
	W47	OT	RC	FLL	5/45	10		K	W3 OT-RC-FLL5/45-K10-K
	W68	OT	RC	FLL	5/45	10		K	W3 OT-RC-FLL5/45-K10-K
	W20	OT	RC	FLL	5/45	10		G	W3 OT-RC-FLL5/45-K10-G
	W42	OT	RC	FLL	5/45	10		G	W3 OT-RC-FLL5/45-K10-G
	W63	OT	RC	FLL	5/45	10		G	W3 OT-RC-FLL5/45-K10-G
4	W24	OT	RC	FLL	5/45	15		K	W4 OT-RC-FLL5/45-K15-K
	W37	OT	RC	FLL	5/45	15		K	W4 OT-RC-FLL5/45-K15-K
	W64	OT	RC	FLL	5/45	15		K	W4 OT-RC-FLL5/45-K15-K
	W17	OT	RC	FLL	5/45	15		G	W4 OT-RC-FLL5/45-K15-G
	W49	OT	RC	FLL	5/45	15		G	W4 OT-RC-FLL5/45-K15-G
	W58	OT	RC	FLL	5/45	15		G	W4 OT-RC-FLL5/45-K15-G
5	W22	OT	RC	FLL	5/45	10	O	K	W5 OT-RC-FLL5/45-K10-O-K
	W29	OT	RC	FLL	5/45	10	O	K	W5 OT-RC-FLL5/45-K10-O-K
	W32	OT	RC	FLL	5/45	10	O	K	W5 OT-RC-FLL5/45-K10-O-K
	W15	OT	RC	FLL	5/45	10	O	G	W5 OT-RC-FLL5/45-K10-O-G
	W31	OT	RC	FLL	5/45	10	O	G	W5 OT-RC-FLL5/45-K10-O-G
	W66	OT	RC	FLL	5/45	10	O	G	W5 OT-RC-FLL5/45-K10-O-G
6	W7	OT	RC	FLL	5/45	15	O	K	W6 OT-RC-FLL5/45-K15-O-K
	W36	OT	RC	FLL	5/45	15	O	K	W6 OT-RC-FLL5/45-K15-O-K
	W71	OT	RC	FLL	5/45	15	O	K	W6 OT-RC-FLL5/45-K15-O-K
	W1	OT	RC	FLL	5/45	15	O	G	W6 OT-RC-FLL5/45-K15-O-G
	W35	OT	RC	FLL	5/45	15	O	G	W6 OT-RC-FLL5/45-K15-O-G
	W51	OT	RC	FLL	5/45	15	O	G	W6 OT-RC-FLL5/45-K15-O-G
7	W23	BO	RC	FLL	0/45	10		K	W7 BO-RC-FLL0/45-K10-K
	W43	BO	RC	FLL	0/45	10		K	W7 BO-RC-FLL0/45-K10-K
	W65	BO	RC	FLL	0/45	10		K	W7 BO-RC-FLL0/45-K10-K
	W12	BO	RC	FLL	0/45	10		G	W7 BO-RC-FLL0/45-K10-G
	W14	BO	RC	FLL	0/45	10		G	W7 BO-RC-FLL0/45-K10-G
	W27	BO	RC	FLL	0/45	10		G	W7 BO-RC-FLL0/45-K10-G
8	W21	BO	RC	FLL	0/45	15		K	W8 BO-RC-FLL0/45-K15-K
	W41	BO	RC	FLL	0/45	15		K	W8 BO-RC-FLL0/45-K15-K
	W50	BO	RC	FLL	0/45	15		K	W8 BO-RC-FLL0/45-K15-K
	W46	BO	RC	FLL	0/45	15		G	W8 BO-RC-FLL0/45-K15-G
	W54	BO	RC	FLL	0/45	15		G	W8 BO-RC-FLL0/45-K15-G
	W62	BO	RC	FLL	0/45	15		G	W8 BO-RC-FLL0/45-K15-G
9	W2	BO	RC	GC	0/45	10		K	W9 BO-RC-GC0/45-K10-K
	W5	BO	RC	GC	0/45	10		K	W9 BO-RC-GC0/45-K10-K
	W57	BO	RC	GC	0/45	10		K	W9 BO-RC-GC0/45-K10-K
	W25	BO	RC	GC	0/45	10		G	W9 BO-RC-GC0/45-K10-G
	W34	BO	RC	GC	0/45	10		G	W9 BO-RC-GC0/45-K10-G
	W72	BO	RC	GC	0/45	10		G	W9 BO-RC-GC0/45-K10-G
10	W18	BO	RC	GC	0/45	15		K	W10 BO-RC-GC0/45-K15-K
	W26	BO	RC	GC	0/45	15		K	W10 BO-RC-GC0/45-K15-K
	W69	BO	RC	GC	0/45	15		K	W10 BO-RC-GC0/45-K15-K
	W3	BO	RC	GC	0/45	15		G	W10 BO-RC-GC0/45-K15-G
	W55	BO	RC	GC	0/45	15		G	W10 BO-RC-GC0/45-K15-G
	W59	BO	RC	GC	0/45	15		G	W10 BO-RC-GC0/45-K15-G
11	W11	HO	NS	FLL	0/45	10		K	W11 HO-NS-FLL0/45-K10-K
	W38	HO	NS	FLL	0/45	10		K	W11 HO-NS-FLL0/45-K10-K
	W52	HO	NS	FLL	0/45	10		K	W11 HO-NS-FLL0/45-K10-K
	W6	HO	NS	FLL	0/45	10		G	W11 HO-NS-FLL0/45-K10-G
	W39	HO	NS	FLL	0/45	10		G	W11 HO-NS-FLL0/45-K10-G
	W61	HO	NS	FLL	0/45	10		G	W11 HO-NS-FLL0/45-K10-G
12	W16	HO	NS	FLL	0/45	15		K	W12 HO-NS-FLL0/45-K10-K
	W33	HO	NS	FLL	0/45	15		K	W12 HO-NS-FLL0/45-K10-K
	W48	HO	NS	FLL	0/45	15		K	W12 HO-NS-FLL0/45-K10-K
	W8	HO	NS	FLL	0/45	15		G	W12 HO-NS-FLL0/45-K10-G
	W28	HO	NS	FLL	0/45	15		G	W12 HO-NS-FLL0/45-K10-G
	W53	HO	NS	FLL	0/45	15		G	W12 HO-NS-FLL0/45-K10-G

8.5 Fotodokumentation Vegetationsaufnahme 2007/2008

8.5.1 Versuchsstandort Erfurt

E1 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-G Vegetationsaufnahme 2007



E1 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-G Vegetationsaufnahme 2008



E1 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E1 KH-RC-FLL-0/45-K15-O-K Vegetationsaufnahme 2008



E2 KH-RC-FLL-0/32-K10-O-G Vegetationsaufnahme 2007



E2 KH-RC-FLL-0/32-K10-O-G Vegetationsaufnahme 2008



E2 KH-RC-FLL-0/32-K10-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E2 KH-RC-FLL-0/32-K10-O-K Vegetationsaufnahme 2008



E3 KH-RC-FLL-0/32-K15-O-G Vegetationsaufnahme 2007



E3 KH-RC-FLL-0/32-K15-O-G Vegetationsaufnahme 2008



E3 KH-RC-FLL-0/32-K15-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E3 KH-RC-FLL-0/32-K15-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E4 H-RC-FLL-0/32-K10-O-G Vegetationsaufnahme 2007



E4 H-RC-FLL-0/32-K10-O-G Vegetationsaufnahme 2008



E4 H-RC-FLL-0/32-K10-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E4 H-RC-FLL-0/32-K10-O-K Vegetationsaufnahme 2008



E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-G Vegetationsaufnahme 2007



E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-G Vegetationsaufnahme 2008



E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E5 KH-NS-FLL-0/45-K10-O-K Vegetationsaufnahme 2008



E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-G Vegetationsaufnahme 2007



E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-G Vegetationsaufnahme 2008



E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-K Vegetationsaufnahme 2007



E6 KH-NS-FLL-0/45-K15-O-K Vegetationsaufnahme 2008



8.5.2 Versuchsstandort Veitshöchheim

V1-HN-RC-GC-0/45-K10-G Vegetationsaufnahme 2007



V1-HN-RC-GC-0/45-K10-G Vegetationsaufnahme 2008



V1-HN-RC-GC-0/45-K10-K Vegetationsaufnahme 2007



V1-HN-RC-GC-0/45-K10-K Vegetationsaufnahme 2008



V2-HN-RC-GC-0/45-K15-G Vegetationsaufnahme 2007



V2-HN-RC-GC-0/45-K15-G Vegetationsaufnahme 2008



V2-HN-RC-GC-0/45-K15-K Vegetationsaufnahme 2007



V2-HN-RC-GC-0/45-K15-K Vegetationsaufnahme 2008



V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-G Vegetationsaufnahme 2007



V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-G Vegetationsaufnahme 2008



V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-K Vegetationsaufnahme 2007



V3 HN-RC-FLL-0/45-K10-K Vegetationsaufnahme 2007



V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-G Vegetationsaufnahme 2007



V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-G Vegetationsaufnahme 2008



V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-K Vegetationsaufnahme 2007



V4 HN-RC-FLL-0/45-K15-K Vegetationsaufnahme 2008



V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-G Vegetationsaufnahme 2007



V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-G Vegetationsaufnahme 2008



V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-K Vegetationsaufnahmen 2007



V5 HN-NS-FLL-0/45-K10-K Vegetationsaufnahmen 2008



V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-G Vegetationsaufnahme 2007



V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-G Vegetationsaufnahme 2008



V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-K Vegetationsaufnahme 2007



V6 HN-NS-FLL-0/45-K15-K Vegetationsaufnahme 2008



8.5.3 Versuchsstandort Goldrain

G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-G



G1 MX-NS-FLL-0/32-K10-K



G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-G



G2 MX-NS-FLL-0/32-K15-K



G3 DF-RC-FLL-0/45-K10-G



G3 DF-RC-FLL-0/45-K10-K



G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-G



G4 DF-RC-FLL-0/45-K15-K



G5 DF-RC-GC-0/32-K10-G und G5 DF-RC-GC-0/32-K10-K



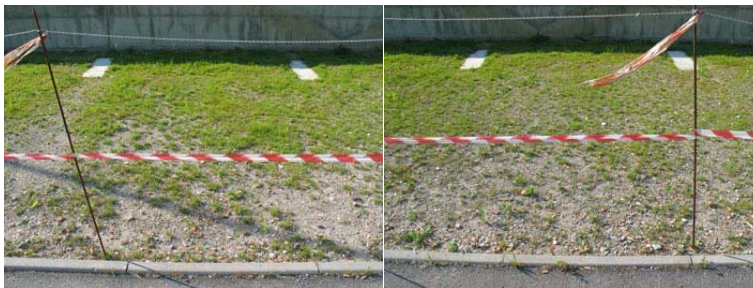
G6 MX-RC-GC-0/32-K15-G



G6 MX-RC-GC-0/32-K15-K



G7 DF-RC-GC-0/32-K10-G und G7 DF-RC-GC-0/32-K10-K



G8 DF-RC-GC-0/32-K15-G



G8 DF-RC-GC-0/32-K15-K



8.5.4 Versuchsstandort Wien

W1 ÖT-RC-GC0/45-K10-G



W1 ÖT-RC-GC0/45-K10-K



W2 ÖT-RC-GC0/45-K15-G



W2 ÖT-RC-GC0/45-K15-K



W3 ÖT-RC-FLL5/45-K1



W3 ÖT-RC-FLL5/45-K10-K



W4 ÖT-RC-FLL5/45-K15-G



W4 ÖT-RC-FLL5/45-K15-K



W5 ÖT-RC-FLL5/45-K10-O-G



W5 ÖT-RC-FLL5/45-K10-O-K



W6 ÖT-RC-FLL5/45-K15-O-G



W6 ÖT-RC-FLL5/45-K15-O-K



W7 BO-RC-FLL0/45-K10-G



W7 BO-RC-FLL0/45-K10-K



W8 BO-RC-FLL0/45-K15-G



W8 BO-RC-FLL0/45-K15-K



W9 BO-RC-GC0/45-K10-G



W9 BO-RC-GC0/45-K10-K



W10 BO-RC-GC0/45-K15-G



W10 BO-RC-GC0/45-K15-K



W11 HO-NS-FLL0/45-K10-G



W11 HO-NS-FLL0/45-K10-K



W12 HO-NS-FLL0/45-K10-K



W12 HO-NS-FLL0/45-K10-K



8.6 Spontanvegetation auf Schotterrassen

Spontanvegetation 2007		Spontanvegetation 2008	
Deutscher Name	Botanischer Name	Deutscher Name	Botanischer Name
Acker-Spergler	<i>Spergola arvensis</i>	Ackergänse-distel	<i>Sonchus arvensis</i>
Ackerhellerkraut	<i>Thlaspi arvense</i>	Acker Haftdolde	<i>Caculais platycarpus</i>
Ackerschötterich	<i>Erysimum cheiranthoides</i>	Ackervergissmeinnicht	<i>Myosotis arvensis</i>
Ackerhornkraut	<i>Cerastium arvense</i>	Beifuß	<i>Artemisia vulgaris</i>
Acker Hundskamille	<i>Anthemis arvensis</i>	Dach Trespe	<i>Bromus tectorum</i>
Ackersteinsame	<i>Buglossoides arvensis</i>	Feldehrenpreis	<i>Veronica arvensis</i>
Ackerstiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>	Einjähriges Rispengras	<i>Poa annua</i>
Ackervergissmeinnicht	<i>Myosotis arvensis</i>	Gemeiner Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>
Ackerwinde	<i>Convolvulus arvensis</i>	Gew. Reiherschnabel	<i>Erodium cicutarium</i>
Beifuß	<i>Artemisia vulgaris</i>	Geruchlose Kamille	<i>Tripleurospermum maritimum</i>
Distel	<i>Sonchus sp.</i>	Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
Einjähriges Rispengras	<i>Poa annua</i>	Kleinblütige Königs-kerze	<i>Verbascum thapsus</i>
Echte Kamille	<i>Matricaria recutita</i>	Klatschmohn	<i>Papaver rhoeas</i>
Essigbaum	<i>Rhus hirta</i>	Kohl-Art	<i>Brassicasp.</i>
Feldehrenpreis	<i>Veronica arvensis</i>	Löwenzahn-Pippa	<i>Crepis torepachifolia</i>
Frühlingslaimkraut	<i>Senecio vernalis</i>	Malve	<i>Malva silvestris</i>
Fuchsschwanz	<i>Alopecurus sp.</i>	Nelkenart	<i>Silene sp.</i>
Flohknocherich	<i>Polygonum persicaria</i>	Quecke	<i>Elymus repens</i>
Gemeiner Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>	Rauke	<i>Sisymbrium sp.</i>
Geruchlose Kamille	<i>Tripleurospermum maritimum</i>	Ranunculus repens	<i>Kriechender Hahnenfuß</i>
Gew. Reiherschnabel	<i>Erodium cicutarium</i>	Strahlenlose Kamille	<i>Marticaia discoidea</i>
Gewöhnliche Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Stumpfbblätteriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i>
Gewöhnlicher Klaffmund	<i>Microrrhinum minus</i>	Schöllkraut	<i>Chelidonium majus</i>
Hühnerhirse	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Schachtelhalm	<i>Equisetum</i>
Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Torf Segge	<i>Carex davalliana</i>
Klatschmohn	<i>Papaver rhoeas</i>	Weißer Gänsefuß	<i>Chenopodium album</i>
Kümmel	<i>Carum carvi</i>		
Kleines Liebesgras	<i>Eragrostis minor</i>		
Kummerfuchsschwanz	<i>Amaranthus retroflexus</i>		
Kohl-Art	<i>Brassicasp.</i>		
Kopfiger Gänsefuß	<i>Chenopodium capitatum</i>		
Kleinblütige Königs-kerze	<i>Verbascum thapsus</i>		
Kleinblütiges Knopfkraut	<i>Galinsoga parviflora</i>		
Klettenlabkraut	<i>Galium aparine</i>		
Kl. Brennessel	<i>Urtica urens</i>		
Malve	<i>Malva silvestris</i>		
Purpurweide	<i>Salix purpurea</i>		
Quecke	<i>Elymus repens</i>		
Quellenhornkraut	<i>Cerastium fontanum</i>		
Quendelsandkraut	<i>Arenaria serpyllifolia</i>		
Rauhhaar Gänsekresse	<i>Arabis hirsuta</i>		
Rauhhaarige Wicke	<i>Vicia hirsuta</i>		
Strahlenlose Kamille	<i>Marticaia discoidea</i>		
Sophienkraut	<i>Descurainia sophia</i>		
Scharfkraut	<i>Asperugo procumbens</i>		
Saatleimdotter	<i>Camelina sativa</i>		
Schw. Nachtschatten	<i>Solanum nigrum</i>		
Stumpfbblätteriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i>		
Vogelknöterich	<i>Polygonum aviculare</i>		
Wolfsmilch	<i>Euphorbia exigua</i>		
Wilder Portulak	<i>Portulaca oleracea</i>		
Weißer Gänsefuß	<i>Chenopodium album</i>		
Weißer Nachtkelke	<i>Silene latifolia</i>		
Wicke	<i>Vicia hirsuta</i>		
Weidenröschen	<i>Epilobium sp.</i>		