



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau



Untersuchung der Wirksamkeit von bepflanzten Lärmschutzdämmen in Seebarn bei Krems/NÖ

**Analysis of the effectiveness of planted noise protection
wall in Seebarn-Krems/Lower Austria**

Diplomarbeit

eingereicht von
Regine Traninger-Smidt
9540443

Betreuer: O.Univ.Prof. Dr. Florin Florineth
Univ. Ass. Dipl. Ing. Walter Lammeranner

Wien, Jänner 2012

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	3
Zusammenfassung.....	4
Abstract	5
1 Einleitung.....	7
1.1 Lärmschutzmaßnahmen an Straßen	7
1.2 Beschreibung von Lärmschutzwänden und Lärmschutzwällen.....	8
1.3 Wirkungsweise von Lärmschutzwänden und -wällen.....	8
1.4 Technische Ziele.....	12
1.5 Stand der Technik	12
2 Theorie und Methodik	13
2.1 Allgemeine Ansprüche an die Pflanzen.....	13
2.2 Ingenieurbio­logische Bauweisen.....	14
2.2.1 Begrünte Drahtsteinkörbe (Gabionen)	14
2.2.2 Bewehrte Erde.....	19
2.2.3 Begrünte Geotextilkörper	20
3 Versuchslärmschutzsteilwälle in Seebarn/Krems.....	23
3.1 Standort	24
3.1.1 Geographische Lage	24
3.1.2 Klima.....	25
3.2 Materialien.....	27
3.2.1 Verwendete Schüttmaterialien	27
3.2.2 Verwendete Pflanzen.....	31
3.2.3 Beschreibung der verwendeten Pflanzen	33
3.3 Aufbau des Lärmschutzsteilwalles.....	42
3.3.1 Verwendete Systeme	44
3.3.2 Zusammenfassung der Abschnitte.....	50
3.3.3 Bau und Bepflanzung des Lärmschutzsteilwalles.....	50
4 Ergebnisse	56
4.1 Überlebensraten der Pflanzen in Prozent	56
4.2 Überlebensraten von <i>Salix purpurea</i>	57
4.3 Überlebensraten von <i>Amelanchier ovalis</i>	59

4.4	Überlebensraten von <i>Viburnum lantana</i>	60
4.5	Überlebensraten von <i>Ligustrum vulgare</i>	61
4.6	Überlebensraten von <i>Prunus spinosa</i>	62
4.7	Überlebensraten von <i>Cornus sanguinea</i>	63
4.8	Überlebensraten von <i>Rosa canina</i>	64
4.9	Überlebensraten von <i>Caragana arborescens</i>	65
4.10	Überlebensraten von <i>Rhamnus cathartica</i>	67
5	Ähnliche Problemstellungen in Südtirol.....	68
5.1	Bauprojekt 1 in Prad im Vinschgau	68
5.1.1	Standort.....	68
5.1.2	Klima.....	68
5.1.3	Errichtung des Gehsteiges	69
5.1.4	Allgemeiner Ist-Zustand der Böschung.....	69
5.1.5	Erkenntnisse	72
5.2	Bauprojekt 2 in Katharinaberg im Schnalstal, Vinschgau.....	73
5.2.1	Standort.....	73
5.2.2	Klima.....	73
5.2.3	Errichtung der Drahtsteinkörbe.....	73
5.2.4	Aufbau der Körbe.....	74
5.2.5	Allgemeiner Ist-Zustand der Drahtsteinkörbe.....	75
6	Diskussion und Vergleich der Ergebnisse.....	76
6.1	Vergleich der Ergebnisse mit Stefan WEINWURM (2007) und Michaela GILLI (2010).....	77
6.2	Anwendung der untersuchten Systeme für die Zukunft.....	78
6.3	Mögliche auftretende Probleme bei Bepflanzungen von Steilwällen.....	80
7	Abbildungsverzeichnis.....	82
8	Tabellenverzeichnis.....	86
9	Literaturverzeichnis	87

Danksagung

Viele Personen haben bei der Entstehung dieser Diplomarbeit in der einen oder anderen Form mitgewirkt. Ihnen allen möchte ich danken.

Insbesondere:

HERRN UNIV. PROF. DR. FLORIN FLORINETH,

für die fachliche Betreuung meiner Diplomarbeit

HERRN DI WALTER LAMMERANNER,

für seine Hilfe während der Begrünungsmaßnahmen auf der Projektbaustelle in Seebarn und seine fachliche Mitbetreuung

HERRN DI DR. FRANZ ASCHAUER ,

für seine fachliche Unterstützung und Hilfe während des Bauablaufes

Mein besonderer Dank gilt meiner **MUTTER MARIA TRANINGER** und meiner **SCHWESTER SIMONE ANDREEV**, die mir Rückhalt und Sicherheit geben und mich immer unterstützt haben

meinem **MANN DANIEL SMIDT**,

für seine Mithilfe an dieser Diplomarbeit und für sein Verständnis während dieser Zeit

meiner **SCHWIEGERMUTTER EVA SMIDT**, für die liebe Unterstützung und Hilfe, Raphael und Pauline in dieser Zeit zu betreuen

meinem **SOHN RAPHAEL SMIDT** und meiner **TOCHTER PAULINE SMIDT**, für ihre Geduld mit mir in dieser Zeit

all meinen **FREUNDEN**,

Danke, dass ihr immer für mich da seid

REGINE TRANINGER-SMIDT

Zusammenfassung

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Errichtung und vor allem mit der Bepflanzung von „Lärmschutzsteilwällen aus Kunststoff- und Recyclingprodukten“ in Seebarn bei Krems/NÖ.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Geotechnik der Universität für Bodenkultur, dem Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, der Bauwirtschaft (TEERAG-ASDAG AG), Verwertungsfirmen für Baurestmassen (ÖKOTECHNA), Ziviltechnikerbüros (GeoPro, MPT) und der Zulieferindustrie (KRISMER, POLYFELT) wurde im Zeitraum von März bis November 2005 das **Verfahren „Lärmschutzsteilwälle“ am Gelände der Kiesgrube der TEERAG-ASDAG** in Seebarn bei Krems systematisch erforscht. Das Institut für Geotechnik war für die Errichtung der verschiedenen Systeme zuständig, das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau führte anschließend die Bepflanzung durch. Nachträglich ergaben sich noch Kontrollaufgaben und Erhebungen der Ergebnisse, also die Entwicklung der Steinwälle hinsichtlich Stabilität und Anwuchsraten.

Es werden im Rahmen dieser Diplomarbeit am Lärmschutzsteilwall in Seebarn bei Krems die beiden **Systeme „Begrünte Drahtsteinkörbe“ (Gabionen) und „Bewehrte Erde“** näher untersucht. Die Auswertungen der erhobenen Daten ergaben, dass die verwendeten Gehölzarten unterschiedliche Eignung für die Bepflanzung eines Steilwalles aufweisen. Für die Bepflanzung am besten geeignet erwies sich das System Drahtsteinkörbe mit Steckhölzern der *Salix purpurea*. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Resultate von Problemen, die sich im Laufe des Projektes ergaben und daher die Auswertung der Ergebnisse erschweren, stark beeinflusst wurden. Diese Probleme werden aufgezeigt und Verbesserungen vorgeschlagen, um diese bei zukünftigen Projekten zu vermeiden. Das Verwenden von wurzelnackten Pflanzen erwies sich für die hier angewendeten Systeme als ungeeignet.

Anschließend werden zwei Projekte in Südtirol vorgestellt, bei denen vor über 20 Jahren ebenfalls die **ingenieurbiologischen Bauweisen „Begrünte Drahtsteinkörbe“ und „Bewehrte Erde“ angewandt** wurden. Bei dem Projekt mit den Drahtsteinkörben in Katharinaberg/Schnalstal konnte ein gutes Anwachsen

der Weiden festgestellt werden. Bei dem Projekt Böschungssicherung in Prad im Vinschgau mittels Bewehrter Erde waren die Resultate jedoch nicht zufriedenstellend, da die Durchwurzelung der Gräser und Kräuter mangelhaft war.

Abstract

This diploma thesis describes the construction and planting of "Living noise barrier by geosynthetics reinforced soil wall" in Seebarn near Krems / Lower Austria.

In collaboration with the Institute of Geotechnical Engineering at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Institute of Soil Bioengineering and Landscape Construction, the building industry (TEERAG-ASDAG AG), companies for recycled building materials (ÖKOTECHNA), civil engineering firms (GeoPro, MPT) and the supply industry (KRISMER, POLYFELT) the project "Living noise barrier wall" on the premises of the gravel pit of TEERAG-ASDAG in Seebarn near Krems was systematically researched over the period between March and November 2005, the Institute of Geotechnical Engineering was responsible for the construction of the different systems, Institute of Soil Bioengineering and Landscape Construction made the planting afterwards. Additional there were some monitoring works to do and to represent the results, means the development of the walls in regard to stability and rate of growth of the plants.

Within this diploma thesis the two systems "vegetated gabion" and "Bewehrte Erde" will be analyzed. The analysis of the data collected showed that the used wood species have different suitability for the planting of a steep ridge. Best suited for planting is proved by the system wire gabions with hardwood cuttings of *Salix purpurea*. The use of bare-rooted plants proved to be unsuitable for the systems used here. Problems which occurred during the project and made the evaluation more difficult will be shown and improvements will be suggested.

In the following two projects in South-Tyrol will be presented, which were realized twenty years ago with the same methods of construction like the project in Seebarn/Krems. At the project with the wire gabions in

Katharinaberg/Schnalstal a good growth of the plants could be established. At the slope stabilization project in Prad/Vinschgau the results were not satisfactory, because the rooting of grasses and herbs was poor.

1 Einleitung

Da der Bedarf an Lärm- bzw. Umweltschutzmaßnahmen durch den stetigen Anstieg des Verkehrsaufkommens, aber auch infolge der erhöhten Sensibilisierung der Bevölkerung gegenüber Beeinträchtigungen durch den Verkehr, in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat, wurde im **Rahmen des Forschungsprojektes „Begrünbare Lärmschutzsteilwälle“ in Seebarn** bei Krems versucht, neue Systeme, aber auch schon zum Teil erprobte Bauweisen zur Lärmdämmung zu erbauen und zu bepflanzen.

1.1 Lärmschutzmaßnahmen an Straßen

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

Unter aktivem Lärmschutz versteht man den straßenseitigen Schallschutz am Ort der Entstehung. Die Wirkung solcher Lärmschutzmaßnahmen bezieht sich vor allem auf Freiraumflächen und untere Geschoße von Gebäuden und schützt vor dem Lärm aus einer einzigen Schallquelle KALIVODA (1999).

Unter passivem Lärmschutz versteht man den objektseitigen Schallschutz am Ort der Einwirkung. Durch solche Lärmschutzmaßnahmen soll der Innenraum von Gebäuden vor allen Schallquellen geschützt werden KALIVODA (1999).

Die Definition von Straßenverkehrslärm (auch kurz Straßenlärm) ist laut ÖNORM S 5004 (2008) jener unerwünschte, störende und belästigende Schall, der durch PKWs, LKWs, Mopeds und Motorräder erzeugt wird. Die Auswertung von Befragungen an stark befahrenen Straßen ergab, dass der Lärm von Lastkraftwagen und der motorisierten Zweiräder als besonders störend empfunden wird PRESSLER (2006).

Die am häufigsten angewendeten Methoden zur Lärmverminderung entlang von stark befahrenen Straßenzügen bestehen darin, ein Hindernis zwischen Lärmquelle und betroffenem Objekt anzubringen PRESSLER (2006).

Zu nennen wären hier z. B. Lärmschutzstreifen aus Gehölzen, prismatische Erdkörper (Wall, Steilwall, Stützmauer), Lärmschutzwände oder lärmgerechte Gebäude.

1.2 Beschreibung von Lärmschutzwänden und Lärmschutzwällen

Lärmschutzwände und Lärmschutzwälle werden errichtet, damit Lärm, der von einer linienförmigen oder flächigen Lärmquelle ausgeht, abgeschwächt wird. Die Hauptverursacher von Lärm sind Straßen, Schienenwege oder Fabrikanlagen. Zu schützende Immissionsorte sind zum Beispiel Wohnsiedlungen und Krankenhäuser, an ihnen muss der Lärm so weit eingedämmt werden, dass die gesetzlichen Grenzwerte nicht überschritten werden.

(Quelle: Umweltbundesamt und <http://de.wikipedia.org/wiki/Lärmschutzwand>)

1.3 Wirkungsweise von Lärmschutzwänden und -wällen

Die Wirkung von Lärmschutzwänden bzw. -wällen hängt von vielen Faktoren ab. Die Wesentlichsten sind hier aufgelistet:

- Höhe und Beschaffenheit der Lärmschutzwand
- akustische Konzeption der Lärmschutzwand
- Entfernung von der Lärmquelle
- Entfernung vom Immissionsort
- Höhe des Immissionsortes
- Frequenzspektrum des Lärmes
- Krümmung der Wand

Die Wirkung wird aber auch durch andere Faktoren beeinflusst. Reflexionen an gegenüberliegenden Wänden, wie bspw. von Gebäuden oder auch an Böden, wie bspw. Straßen, verhindern beziehungsweise vermindern die allgemeine Dämmwirkung der Lärmschutzwand. Der Schall wird reflektiert und addiert sich durch Schallstreuung zum Direktschall. Der Lärm wirkt diffuser aber auch lauter, da sich einige Schallanteile addieren, während andere ausgelöscht werden. Es werden auch Echos erzeugt und am Immissionsort wird der Lärm dadurch mehrfach gehört. Durch den Einsatz von schallabsorbierenden Materialien können diese Symptome stark vermindert werden. Die Erhöhung von Abständen

zwischen Emissions- und Immissionsort verändern auch die Lautstärke des Lärmes. Auch Wetterbedingungen, Wind und Lufttemperatur, verändern den Schall.

(Quelle: Umweltbundesamt und <http://de.wikipedia.org/wiki/Lärmschutzwand>)

Als Dämmstoffe bei Lärmschutzwänden kommen zurzeit folgende Materialien zum Einsatz:

- Holz (Abbildung 1 und 2)
- Kunststoff
- Dämmbeton (Abbildung 4)
- Aluminium (Abbildung 3, 5 und 6)
- Einscheibensicherheitsglas (Abbildung 8)
- Plexiglas (Abbildung 7)



Abbildung 1: Holzwand
(Quelle: PRESSLER 2006)



Abbildung 2: Holz- und Glaswand
(Quelle: PRESSLER 2006)



Abbildung 3: Glas- und Aluwand
(Quelle: FUCHS 2006)



Abbildung 4: Dämmbeton
(Quelle: Betonwerk RIEDER GesmbH 2006)



Abbildung 5: Aluwand
(Quelle: FORSTER Metallbau GmbH 2006)



Abbildung 6: Aluwand
(Quelle: FORSTER Metallbau GmbH 2006)



Abbildung 7: Glaswand
(Quelle: PRESSLER 2006)



Abbildung 8: Glaswand
(Quelle: Autosnelwegen, 03/2006
<http://www.autosnelwegen.nl>)

Bislang kamen nahezu ausschließlich Schallschutzwände aus Beton, Aluminium, Holz und Kunststoff als Lärmschutzmaßnahmen zur Ausführung. Diese stellen jedoch einen markanten Einschnitt im Orts- und Landschaftsbild dar und ergeben aufgrund der monotonen Gestaltung den so genannten Tunneleffekt für die Verkehrsteilnehmer. Da sie auch Defizite in Bezug auf den Staubschutz aufweisen und in Hinblick auf die Schallabsorption verbesserungsfähig sind, wurde dem Wunsch nach innovativen Lösungen entsprochen.

Aufgrund der äußerst niedrigen Grenzwerte für Lärm müssen Lärmschutzanlagen immer größere Abmessungen erreichen, wodurch sie damit gleichzeitig zunehmend auch das Landschaftsbild beeinträchtigen und vom ästhetischen Gesichtspunkt aus auf Ablehnung der Öffentlichkeit stoßen. Eine Begrünung der Steilwände, wie sie in diesem Projekt getestet wurde, kann deren Erscheinungsbild wesentlich verbessern.

Um nun wirtschaftlich in Konkurrenz zu herkömmlichen Lärmschutzeinrichtungen treten zu können, wurde nach Lösungen, betreffend die Oberflächengestaltung und -befestigung (Schalsystem), das damit verbundene Einbauverfahren und die Verwendung von flexiblen Kunststoffbewehrungsprodukten, die den Einbau von Schüttmaterial geringer Güte und auch das Recycling von Baurestmassen zulassen, gesucht.

Wenn sich die Lärmschutzsteilwände durch die in dieser Diplomarbeit getesteten Methoden begrünen und bepflanzen lassen, ergäbe sich eine Einbindung in den

Naturhaushalt und das Orts- und Landschaftsbild, begrünte Steilwälle könnten so Sauerstoff produzieren, Kohlendioxide aufnehmen, Staub und Lärm binden und unzählige Wohnnischen für kleine Tiere und Vögel schaffen.

Durch die in Höhe und Flankenneigung abwechselnd gestalteten Wälle könnte auch der sich bei herkömmlichen Lärmschutzwänden oft ergebende Tunneleffekt verringert oder gar vermieden werden.

1.4 Technische Ziele

Ziel ist es, die Technik soweit zu entwickeln, dass Lärmschutzsteilwälle als Lärmschutzeinrichtung in Zukunft regelmäßig zur Anwendung kommen. Damit können knapper Deponieraum und hohe Deponiekosten eingespart werden, Baurestmassen einer vernünftigen Verwendung zugeführt und eine ansprechende und vor allem dauerhafte Begrünung und Renaturierung in Verbindung mit einer kostengünstigen Erhaltung entwickelt und eine landschaftsgerechte Lösung für den Lärmschutz am Markt angeboten werden. Es soll mit diesem Forschungsprojekt begrünten Lärmschutzsteilwällen zu mehr Beachtung unter den Verkehrswegeplanern und -erhaltern verholfen werden und durch Senkung der Baukosten, resultierend aus einer geringeren Kronenbreite, einer verkleinerten Aufstandsfläche und einem optimierten Bewehrungseinbau auch die wirtschaftliche Relevanz gesteigert werden.

1.5 Stand der Technik

Da sich die Errichtung von Lärmschutzsteilwällen mit einer Front aus Betonfertigteilen, die partiell bepflanzt werden, als sehr arbeits- und kostenintensiv und wenig ressourcenschonend erweist, sind innovative Möglichkeiten gefragt, welche auch auf einen möglichst geringen Platzbedarf Rücksicht nehmen. Mit einer neu entwickelten Oberflächengestaltung und neuen Einbaumethoden lässt sich dies jedoch umsetzen.

Die Verwendung von örtlich anstehendem Aushubmaterial reduziert die Materialkosten, wobei bei Baurestmassen auch noch der Verwertungsgedanke und die lange Lebenszeit positiv zu bewerten sind. Bei diesem Forschungsprojekt soll durch die Kombination Steilwall und die darauf abgestimmte Begrünung auch auf optisch ansprechende und effiziente Weise Lärmschutz geboten werden.

2 Theorie und Methodik

Im Folgenden werden die allgemeinen Ansprüche an die Pflanzen und die ingenieurbiologischen Bauweisen und deren Charakteristika erläutert, die für die Bepflanzung von Steilwällen maßgebend sind.

2.1 Allgemeine Ansprüche an die Pflanzen

Bei der Errichtung von Lärmschutzsteilwällen bestehen erhebliche Erfahrungsdefizite in Bezug auf die Pflanzenverwendung, denn nur entsprechend angepasste Pflanzenarten sind zur Begrünung geeignet. So müssen bspw. Extremtemperaturen, hervorgerufen durch die exponierte Lage, überdauert werden. Im Sommer können an den Oberflächen Temperaturen bis zu 50° und im Winter bis zu minus 20° Celsius herrschen. Trockenheit und begrenzter Wurzelraum sind weitere Stressfaktoren, denen die Pflanzen ausgesetzt sind. Optimal abgestimmte Bepflanzungen könnten einen nachhaltigen, dauerhaften Erfolg sichern, der mit einem geringen Pflegeaufwand verbunden ist. Dabei muss bei der Pflanzenwahl natürlich auch auf die Ästhetik ein entsprechendes Augenmerk gelegt werden.

Die Standortbedingungen für Pflanzen, vordringlich auf dem Sektor Bodenwasser, verschärfen sich, da sich Steilwälle stärker erwärmen, stärker auskühlen und leichter austrocknen als Erdwälle. Die Begrünung muss mit der Wassermenge aus Niederschlag im Substrat auskommen und speziell auf diese Standortbedingungen abgestimmt werden.

Die Pflanzen müssen also trockenheitsverträglich sein, eine Verträglichkeit gegenüber salzhaltigen Streumitteln und Fahrtwind aufweisen und auch auf die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, welches durch Lärmschutzsteilwälle gegeben ist, reduzierend wirken.

Zusammengefasst werden folgende Anforderungen an die Pflanzen gestellt:

- Verträglichkeit und Überdauerung von Extremtemperaturen
- Verträglichkeit gegenüber Umwelteinflüssen wie z.B. Abgase, Streusalze, Feinstaub usw.
- Trockenheitsresistenz
- Toleranz gegenüber begrenztem Wurzelraum
- Minimalen Anspruch an Pflegemaßnahmen
- Rasches Anwachsen und gute, langfristige Entwicklung
- Schädlingsresistenz
- Optisch ansprechende Wirkung

2.2 Ingenieurbiologische Bauweisen

Im Folgenden werden Beispiele ingenieurbiologischer Bauweisen, die bei einer Errichtung und Bepflanzung von Lärmschutzsteilwällen angewendet werden können, beschrieben.

2.2.1 Begrünte Drahtsteinkörbe (Gabionen)

Gabionenbauten (Abbildung 10) sind ein altbewährtes Bausystem.

Durch den vielfachen Gebrauch in den letzten Jahrzehnten ist dieses Stützwerk auch im Zivilingenieurwesen akzeptiert worden. Die moderne Technologie hat die Produktion dieser widerstandsfähigen und einfachen Materialien mit Stahldrähten ermöglicht.

2.2.1.1 Vorteile von Strukturen aus mehrfach gedriltem Drahtgeflecht

Flexibilität

Einer der größten Vorteile der Gabionen ist ihre Flexibilität. Die Konstruktion aus dem Metallnetz (Abbildung 10) erlaubt eine große Flexibilität in alle Richtungen, ohne zu brechen. Diese Eigenschaft ist besonders für Bauwerke auf un stabilem Baugrund oder im Wasserbau wichtig, wenn Auskolkungen durch Wellen oder Strömungen das Bauwerk untergraben könnten.

Widerstandsfähigkeit

Die Widerstandsfähigkeit der sechseckmaschigen Metallnetze übernehmen die auftretenden Kräfte, die durch Schub-, Druck und Zugspannungen entstehen.

Wasserdurchlässigkeit

Dank der Wasserdurchlässigkeit der Bauwerke aus Gabionen entsteht kein hydrostatischer Druck. Deshalb eignen sich solche Strukturen besonders für Böschungssicherungen und Drainage-Maßnahmen bei stark wasserhaltigen Böden.

Standsicherheit

Eine Gabione ist ein Schwergewichtskörper, der die auftretenden Erddrücke übernehmen kann.

Wirtschaftlichkeit

Gabionenbauwerke sind aus verschiedenen Gründen kostengünstiger als „starre“ oder „halbstarre“ Bauwerke. Die wichtigsten Gründe sind die geringe Instandhaltung, da der Gabioneneinbau einfach ist und keine spezialisierten Arbeitskräfte erfordert. Das Füllmaterial ist meistens an Ort und Stelle oder in unmittelbarer Nähe erhältlich. Es sind keine großen Fundamentarbeiten nötig, die Standfläche muss nur angemessen eben sein, wenn der Untergrund tragfähig ist. Es braucht keine kostenträchtige Drainage angelegt werden, da Gabionen selber dränfähig sind.

Ein weiterer Grund ist die Umweltfreundlichkeit. Da Gabionen das Wachstum von Pflanzen erlauben und so zur natürlichen Wiederbegrünung beitragen, fügen sie sich problemlos in die umliegende Landschaft ein und bieten eine attraktive Lösung für den ökologischen Landschafts- und Wasserbau und den Erhalt der Flora und Mikrofauna.

2.2.1.2 Allgemeine Bauweise

Es handelt sich bei Gabionen um rechteckige Kästen aus sechseckmaschigem oder quadratischem Drahtgeflecht, in die Steine eingebaut werden. Sie werden als zusammengelegte „Matten“ in verschiedenen Abmessungen angeliefert.



Abbildung 9: Errichtung von Gabionen in Seebarn bei Krems Mai 2005



Abbildung 10: Drahtsteinkorb in Seebarn bei Krems Mai 2005

Unter anderem sind folgende Maße üblich: Breite 200 cm, Tiefe 100 cm, Höhe 80 cm. Das Gerippe der Kästen besteht aus Rundstahl von 1,5 cm Durchmesser. Das dazwischen gespannte vier- oder sechseckige Drahtgeflecht hat eine Maschenweite von etwa 12 x 6 cm und ist 4 mm dick.

Die Kästen werden auf der Baustelle zusammengesetzt und reihenförmig am Fuß des zu errichtenden Steilwalles oder des sichernden Steilhanges aufgestellt. Als Unterbau hat sich eine flache Schotterschicht bewährt, die rund 5 bis 10 % zum Hang hin geneigt ist.

Sofern bereits in dieser untersten Kastenreihe lebende Baustoffe verwendet werden sollen, ist in die Kästen zunächst eine 15 bis 20 cm starke Bodenschicht einzubringen. In diese werden dann die lebenden Baustoffe so eingelegt, dass deren Wurzeln bzw. Enden bis in oder an den Steilwall reichen.

Anschließend werden die Kästen mit verwitterungsbeständigen, zum Schlichten geeigneten Bruchsteinen gefüllt, die größer als die Maschenweite der Kästen sein müssen. Wenn möglich, ist ein Gestein zu verwenden, das dem an der Baustelle anstehenden gleicht. Nach Schließen der Deckel wird in die Hohlräume zwischen den Steinen Feinmaterial eingekehrt oder eingeschlämmt. Verbliebene Hohlräume zwischen Kastenreihe und Steilhang sind am besten mit einem Gemisch aus Schotter und Boden zu verfüllen.



Abbildung 11: Verfüllen von Gabionen in Seebarn bei Krems Mai 2005



Abbildung 12: Gabionen füllen in Seebarn bei Krems Mai 2005

Auf dieser Kastenreihe werden dann die weiteren Drahtkörbe aufgestellt und, wie beschrieben, ebenfalls mit den Baustoffen gefüllt. Bei Steilhängen sind die Kastenreihen treppenförmig, etwa um ein Drittel der Kastentiefe zum Hang hin versetzt und mit Fugenversatz der Kastenstöße anzuordnen. Die oberen Fülllagen jeder Kastenreihe sind mit kleineren Steinen zu korrigieren, damit eine feste und waagerechte Auflage der nächsthöheren Drahtkörbe gewährleistet ist. Bei Steilwällen ist die Neigung von vornherein festgelegt und hat mit dem Platz- und Materialbedarf zu tun.

Die vorstehenden Oberflächen der Drahtkörbe sind mit Feinmaterial zu bedecken. Außerdem ist die Oberfläche der obersten Kastenreihe vollständig mit Boden abzudecken.

2.2.1.3 Mögliche Bepflanzung/Begrünung von Drahtsteinkörben

Bei Bedarf können die Gabionen durch Gräser-Kräuter-Saaten begrünt werden oder es können entsprechend den Standortverhältnissen der Baustelle und der Zielsetzung der ingenieurbioologischen Baumaßnahme auch Gehölze eingelegt werden.

Bepflanzte Drahtsteinkörbe

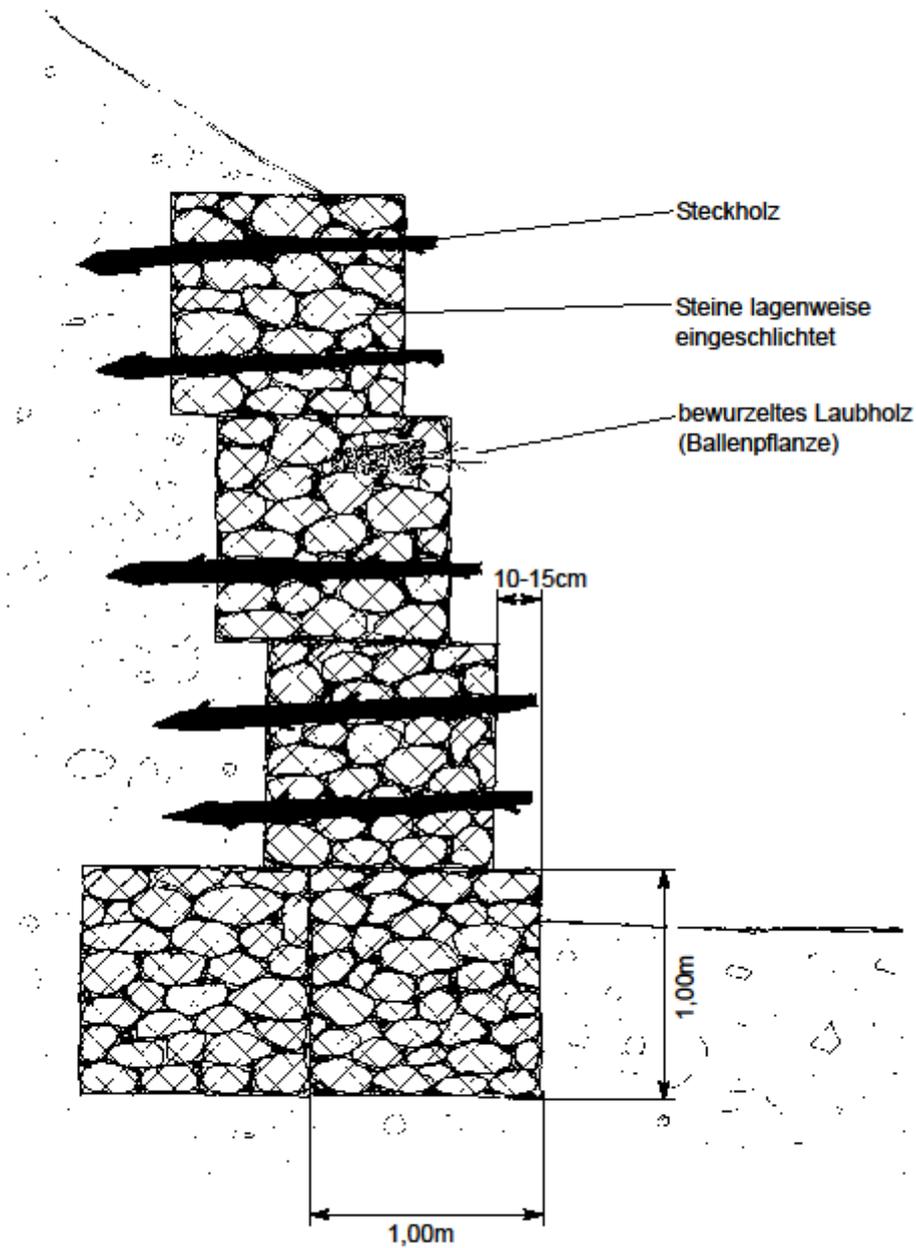


Abbildung 13: Skizze von Gabionen (Quelle: FLORINETH 2004)



Abbildung 14: Bewachsene Gabionen
(Quelle: SCHIECHTL und STERN 1992)

Als lebende Baustoffe können sowohl bewurzelte Junggehölze (Straucharten) als auch Steckhölzer der folgenden Weidenarten verwendet werden:

Großblättrige Weide (*Salix appendiculata*), Lavendelweide (*Salix eleagnos*), Purpurweide (*Salix purpurea*), Korbweide (*Salix viminalis*). Bisweilen werden auch Rasensoden auf die Gabionenstufen aufgelegt.

2.2.2 Bewehrte Erde

Dies ist ein stützmauerbildender Verbundkörper, der aus Boden, Bewehrungselementen (z.B. Kunststoff- oder Stahlstäben, Geotextilien oder Bändern) sowie einer Außenhaut (Vlies) besteht (Quelle: [32]).

Kombinierte Bauweisen, zu denen auch die „Bewehrte Erde“ zählt, stützen und sichern instabile Böschungen und Hänge, wobei lebende Baustoffe (Pflanzen und Pflanzenteile) mit nicht lebenden Materialien (Stein, Beton, Holz, Stahl, Kunststoff) kombiniert werden. Dadurch werden eine ständige Wirkungsgradverbesserung und eine höhere Lebensdauer der Stützbauwerke erzielt.



Abbildung 15: Gehsteig-Errichtung
(Quelle: FLORINETH 2004)



Abbildung 16: Abgeschlossene
Bauarbeiten (Quelle: FLORINETH 2004)

2.2.3 Begrünte Geotextilkörper

Zur Stabilisierung nicht standfester Böschungen und Ufer werden Geotextilien schichtweise als walzenförmige Körper aufgebaut. Geotextilien aus Naturfasern sind nur bedingt tauglich, Geotextilien aus Kunstfasern mit unterschiedlichen Maschenweiten sind aufgrund der hohen Reißfestigkeit besser geeignet. Die reißfesten Geotextilien erlauben eine Anwendung bei steileren Böschungswinkeln, die über dem inneren Reibungswinkel liegen. Die Stützkonstruktion wird von Pflanzen verfestigt und überwachsen. Dadurch ergibt sich ein elastischeres Bauwerk, die Form kann dem Gelände angepasst werden. Als Nachteile anzuführen wären die schwere Verwitterbarkeit von Kunststoffen, sie haben eine begrenzte Lebensdauer und sind ohne Geotextil nicht standfest. (Quelle: [31])

2.2.3.1 Allgemeine Bauweise

Der Unterschied zu Drahtsteinkörben besteht vor allem darin, dass unverrottbare, reißfeste Geotextilien, also Bauvliese oder Kunststoffnetze mit Maschenweiten unter 5 mm verwendet werden. Dies erlaubt den Einsatz feinkörnigen Materials zum Aufbau der bewehrten Erdkörper.

Der Herstellung nach unterscheiden wir drei Bautypen:

- Schichtpakete: Diese werden hergestellt, indem man die Geotextilmatten ausbreitet, zur halben Breite mit Material in 30 bis 50 cm dicken Schichten beschüttet sowie verdichtet und dann die andere Mattenhälfte zurückschlägt. Auf diese Weise können beliebig lange, hinten offene

Schichtpakete übereinander gebaut werden. Sie werden am besten mit horizontal eingelegten Gehölzen (Buschlagen, Heckenbuschlagen oder Heckenlagen) zwischen den Geotextilkörpern kombiniert. Das Einlegen der Gehölze erfolgt während des Baues.



Abbildung 17: Errichtung eines Walles in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 18: Schichtpakete in Seebarn bei Krems Juli 2005

- Sackförmige Behälter: Diese mit Kies und Sand gefüllten Säcke werden wie bei Stein- oder Ziegelmauerung geschichtet, wobei in die Fugen Äste oder Steckhölzer ausschlagfähiger Gehölze bzw. bewurzelte Pflanzen eingebettet werden, die bis in den gewachsenen Boden reichen müssen. Die Säcke können auch eine lange, wurstartige Form aufweisen, so dass **weniger Fugen entstehen. Höhere derartige „Sandsackmauern“** müssen statisch durch den Einbau von Sedimentankern oder tiefreichenden Betoneisenstäben gesichert werden.
- Taschenartige Körper: Mit ihrer Hilfe können neuralgische Punkte in Steilhängen gesichert werden. Durch die Kombination mit lebenden Pflanzen wird der Füllkörper von den Wurzeln durchwachsen, ist somit bewehrt und mit dem Untergrund verbunden SCHIECHTL und STERN (1992).

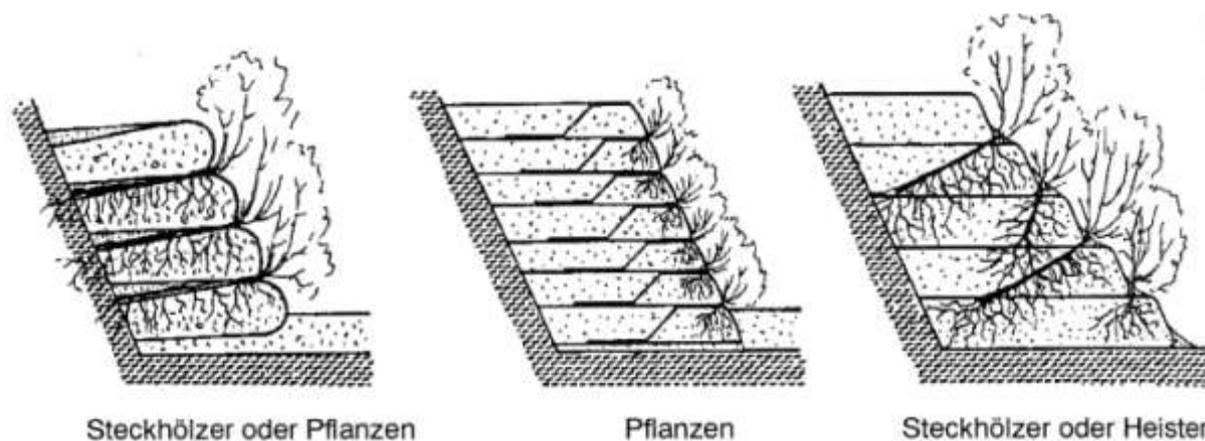


Abbildung 19: Verschiedene Bepflanzungsmöglichkeiten von Geotextilpackungen (Quelle: SCHIECHTL und STERN 1992)

2.2.3.2 Mögliche Methoden zur Bepflanzung/Begrünung von Geotextilkörpern

Die wirkungsvollste Kombination mit lebenden Pflanzen ist der Einbau ausschlagfähiger Äste oder bewurzelter Gehölze während des Baues. Dies bedingt eine Beschränkung auf die winterliche Vegetationsruhezeit. Nachträgliches Bestecken oder Bepflanzen ist nur schlecht möglich. Ansaaten sind während des ganzen Jahres (außer auf gefrorenem Boden) möglich, natürlich immer abhängig von den örtlichen klimatischen Gegebenheiten.

3 Versuchslärmschutzsteilwälle in Seebarn/Krems

Am Gelände der Kiesgrube der TERRAG-ASDAG in Seebarn bei Krems (Niederösterreich) wurde im Frühjahr 2005 die Versuchsanlage „Lärmschutzsteilwälle“ aufgebaut. In Zusammenarbeit mit drei Diplomanden vom Institut für Geotechnik an der Universität für Bodenkultur (Stefan FUCHS 2006, Christoph PRESSLER 2006, Martin STEINGASSNER 2006), dem Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, der Bauwirtschaft (TEERAG-ASDAG AG), Verwertungsfirmen für Baurestmassen (ÖKOTECHNA), Ziviltechnikerbüros (GeoPro, MPT) und der Zulieferindustrie (KRISMER, POLYFELT) wurden dabei verschiedene Systeme von Lärmschutzsteilwällen errichtet und anschließend begrünt.

Das Institut für Geotechnik war zusammen mit den Firmen für die Errichtung der Systeme zuständig und verantwortlich. Das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau führte anschließend die Bepflanzung durch.

Nachträglich wurden die Ergebnisse erhoben und die Steilwälle hinsichtlich ihrer Stabilität und Entwicklung der Bepflanzungen überprüft und kontrolliert.



Abbildung 20: Baustelle in Seebarn bei Krems Mai 2005



Abbildung 21: Projektwall Seebarn bei Krems August 2005

3.1 Standort

3.1.1 Geographische Lage

Der Standort der Versuchsanlage für die begrünten Lärmschutzsteilwälle befindet sich in einer Kiesgrube der TEERAG-ASDAG in Seebarn bei Krems. Das Gebiet, in dem sich das Versuchsgelände befindet, gehört zum Tullnerfeld, welches die Donauebene bezeichnet, die sich zwischen Krems im Westen und Kornbeuburg im Osten erstreckt. Im Süden reicht das Tullnerfeld bis über die Donau zum leichten Geländeanstieg des Flyschhügellandes und im Norden wird es von der Geländekante des Wagrams (tertiäre Sedimente der Molassezone) begrenzt. Umgeben wird das Gelände der Kiesgrube von landwirtschaftlich genutzten Flächen.

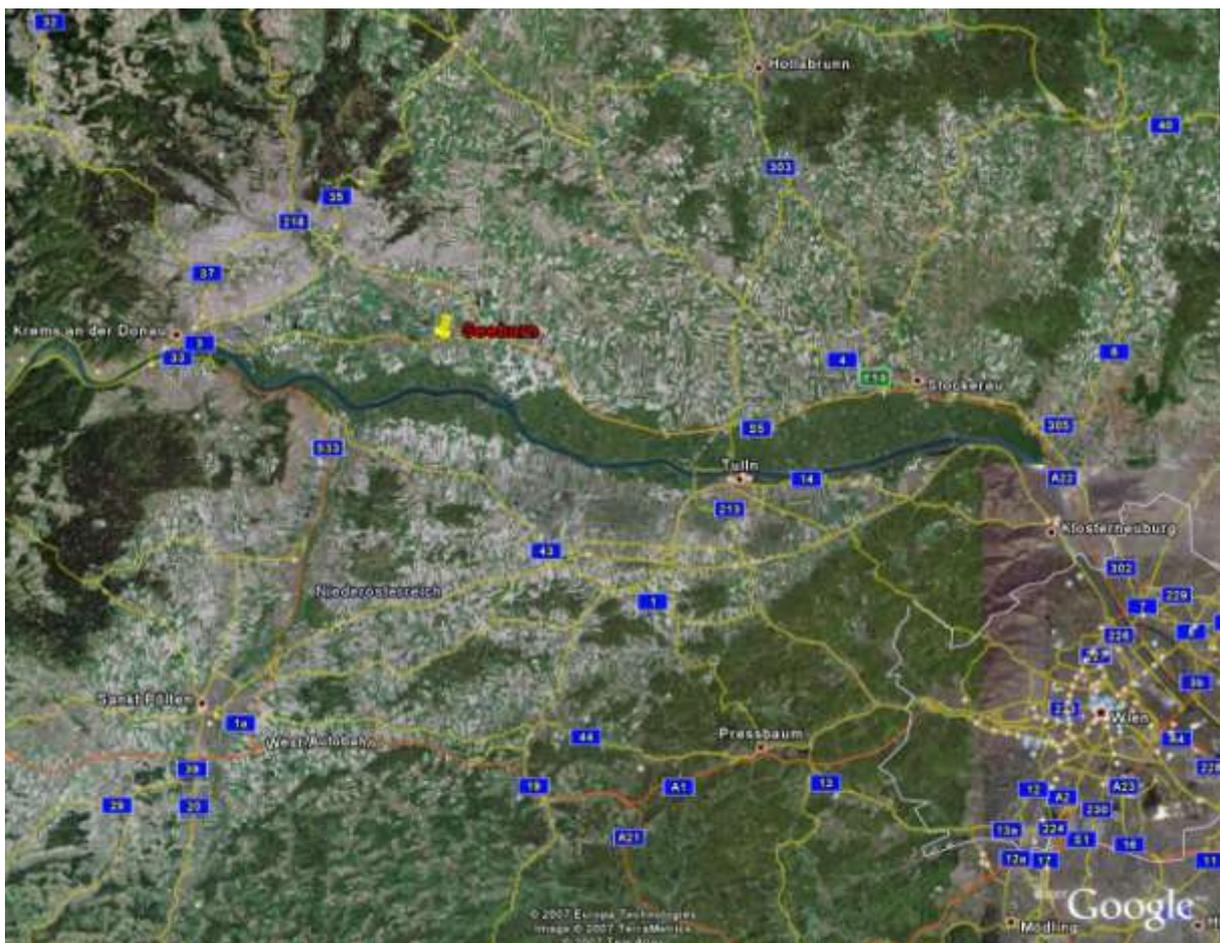


Abbildung 22: Lagekarte Seebarn bei Krems an der Donau (Quelle: ©Google Maps 2007)

3.1.2 Klima

Im Versuchsgelände Seebarn ist noch Pannonisches Klima vorherrschend, etwas südlich der Donau findet aber bereits eine Überschneidung mit dem mitteleuropäischen Übergangsklima statt. Das Pannonische Klima zeichnet sich durch trockene, heiße Sommer und teils schneearme, kalte Winter aus. Die Sommermaxima können sehr hoch sein, die Wintermaxima hingegen sehr niedrig. Eine agrarwirtschaftliche Nutzung des Gebietes wird durch die wärmebegünstigten Klimaverhältnisse mit langer Vegetationsperiode gefördert. Die Dauer der Vegetationsperiode beträgt im Schnitt 235 Tage. Im Winter liegt die durchschnittliche Temperatur bei circa 0° Celsius, der Sommerdurchschnitt beträgt 20° Celsius. Es ist eine windreichere Gegend Österreichs mit häufig vorkommenden Westwetterlagen mit Nordwest- bzw. Westwind. Eine Rolle spielt hier auch die Donau, entlang dieser können stürmische Westwinde mit Orkanstärke vorkommen.

Klima-Daten aus Krems

Laut der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik sind folgende Wetterdaten für Krems für das Jahr 2006 aufgezeichnet worden: (Quelle: [33])

Lufttemperatur Krems/NÖ

Monat	t	m _{tmax}	m _{tmin}	t _{max}	t _{min}
Jänner	-0,6	3,1	-3,2	16,8	-22,8
Februar	0,8	5,1	-2,5	21,1	-20
März	4,9	10,2	0,8	24,9	-18,1
April	9,3	15,3	4,5	27,8	-4,7
Mai	14,6	20,6	9	31,6	0,2
Juni	17,6	23,3	12	36,8	1,3
Juli	19,5	25,8	13,8	36	5,7
August	18,9	25,5	13,4	36,5	4,8
September	14,3	20,4	9,7	33,5	0,6
Oktober	8,9	14,5	4,9	27,2	-7,9
November	3,7	7,5	0,8	23,5	-16,3
Dezember	0,7	3,7	-2,1	16,1	-22,7
Jahr	9,4	14,6	5,1	36,8	-22

Tabelle 1: Lufttemperatur Krems 2006 (Quelle: [33])

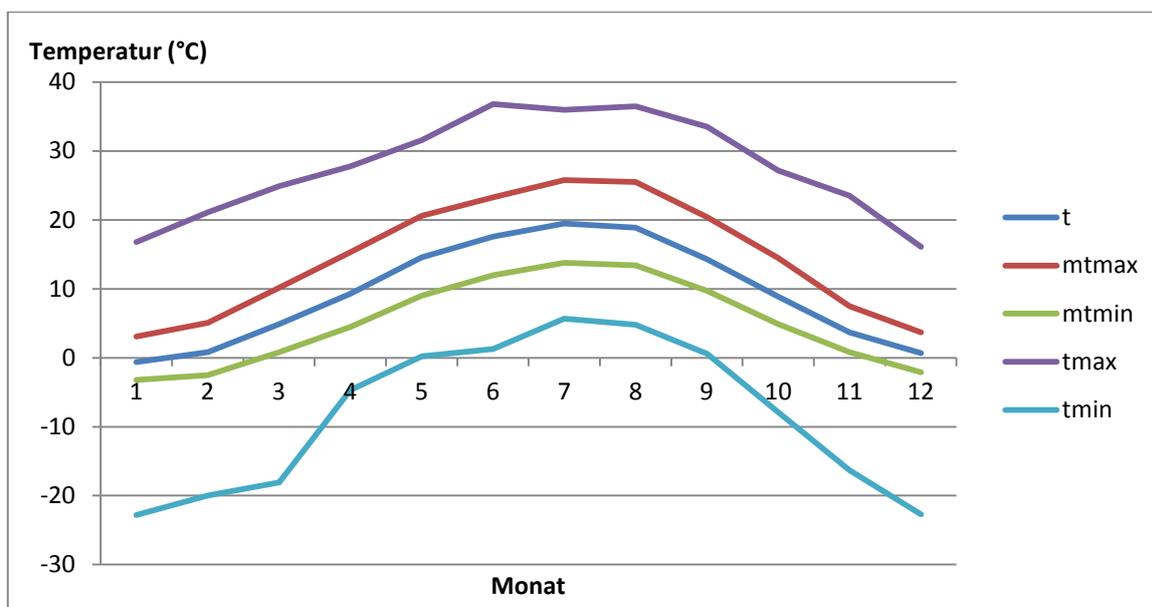


Abbildung 23: Lufttemperatur Messtation Krems 2006 (Quelle: [33])

Legende

- t °C im Tagesmittel
(7 Uhr Mittel + 19 Uhr Mittel + mittl. Maximum + mittl. Minimum) / 4
- m_{tmax} °C Mittel aller täglichen Maxima
- m_{tmin} °C Mittel aller täglichen Minima
- t_{max} °C Absolutes Maximum
- t_{min} °C Absolutes Minimum

Niederschlagsmenge Krems/NÖ

Monat	r _{sum}	r _{max}	n ₁	n ₁₀
Jänner	17,3	18,0	5,0	0,0
Februar	21,0	20,0	5,1	0,3
März	27,4	28,0	5,8	0,5
April	37,5	32,0	6,5	0,7
Mai	58,2	41,0	9,0	2,0
Juni	80,2	64,0	9,9	2,7
Juli	79,8	45,0	9,6	2,7
August	62,0	73,0	8,4	1,7
September	45,5	49,0	6,9	1,3
Oktober	28,3	25,0	5,0	0,8
November	33,6	24,0	7,2	0,6
Dezember	24,9	21,0	6,0	0,3
Jahr	515,7	73,0	84,4	13,3

Tabelle 2: Niederschlag Krems 2006 (Quelle: [33])

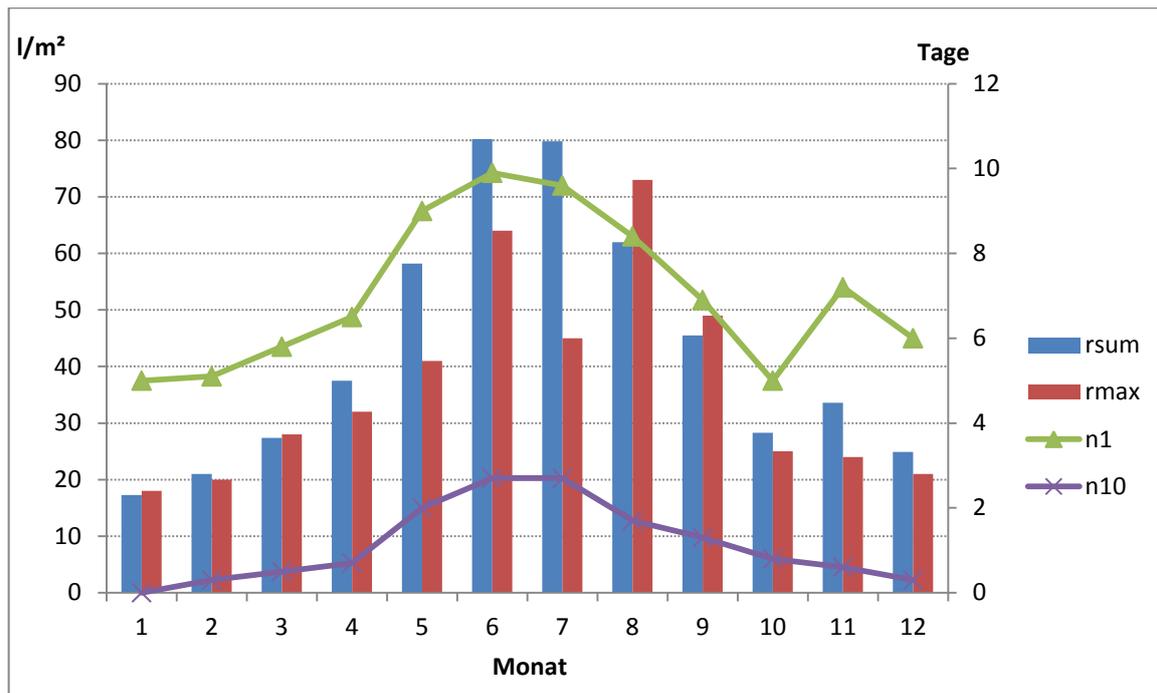


Abbildung 24: Niederschläge der Messstation Krems 2006 (Quelle: [33])

Legende

r_{sum} Niederschlagsmenge in l/m². Mittlere Monatssumme des Niederschlages

r_{max} Größter Tagesniederschlag in l/m².

n_1 Zahl der Tage mit Niederschlagssumme $\geq 1\text{mm}$

n_{10} Zahl der Tage mit Niederschlagssumme $\geq 10\text{mm}$

3.2 Materialien

Im Folgenden werden die für die Errichtung und Bepflanzung des Lärmschutzsteilwalles verwendeten Materialien beschrieben.

3.2.1 Verwendete Schüttmaterialien

Zu den Schüttmaterialien zählen jene Materialien, mit denen der Kern bzw. die Ansichtsflächen verfüllt wurden.

3.2.1.1 RMH 0/56

Mit „RMH“ bezeichnet man Recycelte Mineralische Hochbaumassen wie z. B. aus Ziegel, Beton oder natürlichem Gestein. Die Herkunft dieser Materialien ist der Industriebau- und allgemeiner Hochbauabbruch.

Es wird in den Korngrößen 0/4, 0/32, 0/45, 0/63, 0/150, 4/45, 12/32 in sechs Werken in Österreich gebrochen. Die Produkte müssen den Anforderungen der Güteklasse IIb bzw. III entsprechen (RL 4 ÖBRV, 1996). Produkte der Güteklasse IIb sind Baustoffe für verdichtete Schüttungen (z. B. Lärmschutzwände, Künetten, Wegebau). Die Produkte der Güteklasse III sind Baustoffe für verdichtete Schüttungen (z. B. Hinterfüllungen, Auffüllungen).

Das Material wurde vor Beginn der Bauarbeiten im Labor auf seine Tauglichkeit hin untersucht und nach der Auswertung der Parameter Sieblinie, Proctordichte, k-Wert und Scherparameter für den Bau von Lärmschutzwänden als für geeignet befunden. Weiters wurde eine chemische Feststoffanalyse der Materialien durchgeführt. Es entspricht laut den Laborversuchen einer Körnung von 0/56 (STEINGASSNER 2006).

Das gebrochene RMH 0/56 wurde als Schüttmaterial für den Kern des Steilwalls und als Mischungsbestandteil des Substrats verwendet.

Die RMH-Mischungen RMH 1 (Abbildung 25) und RMH 2 wurden von der Firma ÖKOTECHNA geliefert.



Abbildung 25: RMH-1
(Quelle: Polyfelt GmbH, 2005)

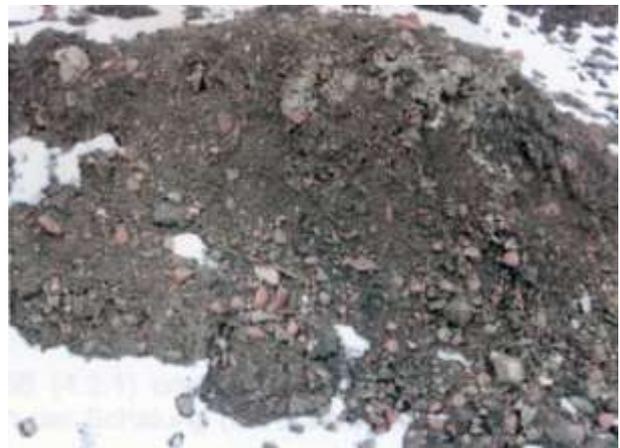


Abbildung 26: Substrat mit 50% Humus
(Quelle: FUCHS 2006)

3.2.1.2 Kies 0/11

Der in Abschnitt G verwendete Kies (Abbildung 27) wird in der Kiesgrube in Seebarn abgebaut und gesiebt. Die entsprechenden Angaben wurden von der

Firma TEERAG ASDAG (Prüfbericht 1596/04, 2004) zur Verfügung gestellt (STEINGASSNER 2006).



Abbildung 27: Kies 0/11
(Quelle: Polyfelt GmbH 2005)



Abbildung 28: Substrat mit 20% Humus
(Quelle: FUCHS 2006)

3.2.1.3 Substrat

Das Substrat ist eine Mischung aus RMH 0/56 und Humus in verschiedenen Mischungsverhältnissen, das im vorderen Bereich der Schalung und als Schüttmaterial der letzten Lagen verwendet wurde.

Es bindet Wasser und enthält Nährstoffe für die Begrünung, stellt gleichzeitig die Oberflächen- und Böschungsabdichtung dar und soll dadurch den Kontakt **zwischen „belasteten“ Baumaterialien und Wasser möglichst verhindern, um Schadstoffverlagerungen zu reduzieren bzw. zu verhindern.**

Weiters wird durch die Substratverwendung erreicht:

- Verbesserung der Vegetationsentwicklung durch die Wasserspeicherfähigkeit
- Verbesserung der Einwurzelung durch Erhöhung des mittleren Porenraumes
- Verbesserung der Standfestigkeit und der Durchwurzelung
- Reduzierung der Pflegekosten durch Extensivierung des Vegetationsbestandes

Bei der Ausführung kamen die im Folgenden genannten unterschiedlichen Mischungsverhältnisse zur Anwendung, die vom Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau festgelegt und von der Firma ÖKOTECHNA geliefert wurden.

Mischung	Humus	RMH 0/56
Substrat 10% (Abbildung 30)	10%	90%
Substrat 20% (Abbildung 28)	20%	80%
Substrat 50% (Abbildung 29)	50%	50%

Tabelle 3: Mischung, Humus und RMH Verhältnis



Abbildung 29: Substrat mit 50 % Humus in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 30: Substrat 10% (Quelle: FUCHS 2006)

3.2.1.4 Kantkorn 100/180

Das Kantkorn wurde vom Steinbruch der Firma Hengl in Eibenstein bezogen, es kann laut Werksangaben der Korngruppe 100/180 (Abbildung 31) zugewiesen werden. Die Steine wurden zum Füllen der Gabionen ab der zweiten Lage verwendet.

3.2.1.5 Rundkorn 100/250

Für die Rundkornverfüllungen wurde der Überlauf der Siebanlage Seebarn verwendet. Dieser Überlauf ist der Korngruppe 100/250 (Abbildung 32) zuzuordnen. Die Steine wurden zum Füllen der ersten Gabionenlage und als Füllmaterial der Sichtfläche einzelner Abschnitte verwendet.



Abbildung 31: Kantkorn - 100/180 in Seebarn bei Krems (Quelle: PRESSLER 2006)



Abbildung 32: Rundkorn - 100/250 in Seebarn bei Krems (Quelle: PRESSLER 2006)

3.2.2 Verwendete Pflanzen

Für die Bepflanzung der verschiedenen Abschnitte des Lärmschutzsteilwalls wurden die im Folgenden beschriebenen Pflanzen gesetzt.

Die Auswahl der Pflanzen erfolgte durch das Institut für Ingenieurbiologie.

3.2.2.1 Steckhölzer

Steckhölzer sind 3 bis 8 cm dicke und 40 bis 100 cm lange Äste oder Stammabschnitte (Abbildung 33 und Abbildung 34), die in der Vegetationsruhe geschnitten und in die Erde gesteckt werden. Die Vermehrung erfolgt vegetativ. Das bedeutet, dass in die Erde eingelegte bzw. eingesteckte Pflanzenteile neue Wurzeln und Sprosse bilden. Sie sollen für das Sprosswachstum maximal 5-8 cm aus dem Boden ragen, damit sie vor dem Vertrocknen geschützt sind. Es ist beim Setzen von Steckhölzern darauf zu achten, dass keine Gräser oder Kräuter als Konkurrenz auftreten (FLORINETH 2004).



Abbildung 33: Weidensteckholz in Seebarn bei Krems März 2006



Abbildung 34: Steckhölzer zugespitzt in Seebarn bei Krems März 2006

3.2.2.2 Bewurzelte Pflanzen, wurzelnackt

Wurzelnackt sind Pflanzen, die ohne Erdballen in den Boden gepflanzt werden, jedoch bereits bewurzelt sind (Abbildung 35 und Abbildung 36), im Gegensatz zu Steckhölzern.



Abbildung 35: Bewurzelte Pflanzen in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 36: Bewurzelte Pflanzen in Seebarn bei Krems Juli 2005

3.2.3 Beschreibung der verwendeten Pflanzen

3.2.3.1 Steckhölzer

3.2.3.1.1 *Salix purpurea* (Purpur-Weide)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Salicaceae* (Weidengewächse)
- Höhe: 1 – 8 m
- Blütezeit: März, April



Abbildung 37: Purpurweide
(Quelle: [27])



Abbildung 38: Purpurweide
(Quelle: [28])

Die Purpur-Weide (Abbildung 37 und Abbildung 38) ist ein 1 bis 8 m hoher Strauch mit schlanken, zähen, besenförmig ausgebreiteten Zweigen, die sehr biegsam sind. Im Winter haben sie eine lehmartige oder hellgraue (später oft rote) Färbung. Die Knospen sind rot, abgeflacht bis zylindrisch, 3 bis 7 mm lang. Ihre Kätzchen sind langwalzlich, 2 bis 6 cm lang, sehr schlank. Das Laubblatt ist an der Spreite kahl, meist über der Mitte am breitesten, schmal verkehrt-eilanzettig, oberseits anfangs blaugrün. Der Blattrand ist meist von der Spitze bis zur Hälfte (selten weiter herab) klein bis scharf gesägt, selten ganzrandig. Es gibt keine Verwechslungsmöglichkeit.

Die Blütezeit ist von März bis April, vor der Entfaltung der Laubblätter.

Die Purpur-Weide ist sehr variabel hinsichtlich der Spreitenform und Farbe der Zweige. In Österreich ist sie sehr häufig und weit verbreitet, auch kultiviert, sie kommt in allen Bundesländern vor. Sie wächst von der collinen bis subalpinen Höhenstufe, ist eine Pionierpflanze, kommt in Auengebüschen, an Ufern, auf Kiesbänken, in Steinbrüchen, in Weidensümpfen und auf Feuchtwiesen vor. Hinsichtlich der Gesamtverbreitung zählen Europa, Nordafrika, Kleinasien und Zentralasien zu ihren Standorten.

Die Purpur-Weide ist die am häufigsten verwendete Weide zur Ufer- und Hangsicherung, nicht nur wegen der großen ökologischen Amplitude (feuchte bis trockene Böden und niedere bis hohe Lagen), sondern auch wegen der ausgezeichneten vegetativen Vermehrbarkeit. Als elastische Strauchweide ist sie für den Einsatz an der Nieder- und Mittelwasserlinie von Fließgewässern sehr geeignet. Die Purpur-Weide wird als schadstoff- und salzresistentes Laubholz auch in Abgasschutzhecken an Straßen oder in Windschutzhecken verwendet, ebenso für Flechtzäune, Weidenskulpturen oder Weidenhöhlen im besiedelten Gebiet (HÖRANDL et al., 2002).

3.2.3.2 Bewurzelte Pflanzen: wurzelnackt; 30/50 cm

3.2.3.2.1 *Amelanchier ovalis* (Gemeine Felsenbirne)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Rosaceae* (Rosengewächse)
- Höhe: 1 – 3 m
- Blütezeit: Mai



Abbildung 39: Felsenbirne (Quelle: [19])



Abbildung 40: Felsenbirne in Blüte (Quelle: [9])

Die Gemeine Felsenbirne (Abbildung 39 und Abbildung 40) ist eine typische Pionierpflanze, die als Erstbesiedlerin den Boden für andere Gewächse aufbereitet, sie kommt in Felsspalten auf kalk- oder sonst wie basenreichem Gestein vor und bevorzugt Lichtlagen, sie wird selten in Gärten angepflanzt und gedeiht vor allem im trocken-warmen, sommerheißen Klima (HECKER 2001).

3.2.3.2.2 *Prunus spinosa* (Schlehe)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Rosaceae* (Rosengewächse)
- Höhe: 1 – 3 m
- Blütezeit: März, April



Abbildung 41: Schlehe in Blüte
(Quelle: [20])



Abbildung 42: Früchte der Schlehe
(Quelle: [10])

Die Schlehe (Abbildung 41 und Abbildung 42) ist ein Gehölz mit großer ökologischer Anpassung. Sie braucht trockenwarme, lockere, nährstoff- und humusreiche, tiefgründige Böden in Licht- oder Halbschattenlagen und bildet hier teilweise reine Bestände; zum anderen ist sie als Unterholz in lichten Auenwäldern mit höherem Wuchs und lockerstrauchigem Habitus einem nahezu ganzjährig feuchtem Lebensraum angepasst. Sie besiedelt die ganze gemäßigte Zone Eurasiens und ist auch in Nordamerika in entsprechenden Breiten verwildert. Der Schwarzdorn, wie die Pflanze noch genannt wird, ist als Vogelschutzgehölz und als Bienenweide wertvoll. Durch Kriechwurzeln und Schösslinge breitet sich die Schlehe aber stark aus (HECKER 2001).

Die Früchte besitzen einen hohen Gerbstoffgehalt und sind vor der Vollreife weder für Mensch noch Tier attraktiv. Sie werden durch Vögel verbreitet (HECKER 2001).

3.2.3.2.3 *Rhamnus cathartica* (Echter Kreuzdorn)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Rhamnaceae* (Kreuzdorngewächse)
- Höhe: 3 – 6 m
- Blütezeit: Mai, Juni



Abbildung 43: Kreuzdorn in Blüte
(Quelle: [23])



Abbildung 44: Früchte des Kreuzdornes
(Quelle: [11])

Der Echte Kreuzdorn (Abbildung 43 und Abbildung 44) bevorzugt meist kalkhaltige, nährstoffarme, trockenwarme Steinböden, ist in Europa zerstreut, nach Süden zu aber häufiger, er besiedelt Waldsäume, Weidegebüsch, Feldgehölze und Trockenhänge. Der Strauch ist Zwischenwirt eines Haferrostpilzes und sollte deshalb nicht in Ackernähe gepflanzt werden (HECKER 2001).

3.2.3.2.4 *Rosa canina* (Hunds-Rose)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Rosaceae* (Rosengewächse)
- Höhe: 1,3 – 3 m
- Blütezeit: Juni



Abbildung 45: Hundsrose in Blüte
(Quelle: [22])



Abbildung 46: Früchte der Hundsrose
(Quelle: [12])

Die Hunds-Rose (Abbildung 45 und Abbildung 46) wächst an Wald- und Wegrändern, Böschungen, im Saum von Gebüsch, auf Waldlichtungen und als Pioniergehölz auf nicht mehr bewirtschafteten Wiesen, Weiden, Feldern und Weinbergen. Auf sommerwarmen, mäßig trockenen, basenreichen bis schwach sauren, oft tiefgründigen Lehmböden. Die Hunds-Rose hat ein hohes Lichtbedürfnis und wurzelt tief, sie braucht nährstoffreiche Böden (HECKER 2001).

3.2.3.2.5 *Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Caprifoliaceae* (Geißblattgewächse)
- Höhe: 2 – 4 m
- Blütezeit: Mai



Abbildung 47: Wolliger Schneeball in Blüte (Quelle : [13])



Abbildung 48: Früchte des Wolligen Schneeballes (Quelle: [18])

Der Wollige Schneeball (Abbildung 47 und Abbildung 48) ist ein wärme- und kalkliebendes, lichtbedürftiges auch Halbschatten ertragendes Gehölz mit dichtem, flachstreichendem Wurzelwerk und kommt auf nährstoffreichen, nicht zu trockenen Böden, in Kalkgebieten häufig vor. Er besiedelt lichte Wälder und sonnige Gebüsche.

Die intensiv duftenden Blüten werden von zahlreichen Insekten, vorwiegend Bienen, Fliegen und Käfern, aufgesucht, welche die reichlich vorhandenen Pollen sammeln. Nektar wird nur wenig gebildet. Auch Selbstbestäubung ist möglich.

Die Früchte sind zunächst grün, färben sich dann gelblichweiß, rötlich, korallenrot und schließlich, innerhalb weniger Stunden, glänzend-schwarz. Der Farbwechsel von rot nach schwarz verläuft nicht bei allen Früchten eines Standes gleichzeitig, so dass schon ausgefärbte Früchte in deutlichem Farbkontrast zu unreifen stehen, eine Anpassung an die Vogelverbreitung. Mit dem Farbwechsel ist auch das Fleischigwerden der Früchte verbunden, eine Erscheinung, die man von den meisten Beeren her kennt.

Die Attraktivität der saftarmen, mehligten Früchte ist nicht besonders groß: Amsel, Drossel, Mönchsgrasmücke und Seidenschwanz verzehren sie nur bei großem Hunger. Oft hängen eingetrocknete Früchte noch im Spätwinter am Strauch. Sie gelten als giftverdächtig, verlocken jedoch kaum zum Verzehr. Früchte sollen Erbrechen sowie Magen- und Darmentzündungen beim Menschen hervorrufen (HECKER 2001).

3.2.3.2.6 *Caragana arborescens* (Großer Erbsenstrauch)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Fabaceae* (Schmetterlingsblütengewächse)
- Höhe: 50 cm – 4 m
- Blütezeit: Mai



Abbildung 49: Großer Erbsenstrauch (Quelle: [14])



Abbildung 50: Blüten des Großen Erbsenstrauches (Quelle: [15])

Der Große Erbsenstrauch (Abbildung 49 und Abbildung 50) braucht volle Sonne und trockenen, kalkhaltigen Boden, der im Übrigen ausgesprochen nährstoffarm sein kann. Sein Wert liegt in der Wuchsfreudigkeit auf sonst kaum bepflanztem Rohboden. Der Erbsenstrauch ist seit 1752 in Europa in Kultur. Er ist ein leicht zu pflegender Strauch, der in Gärten und Parks häufig angepflanzt wird. Obwohl der Erbsenstrauch keimfähige Samen in großer Zahl hervorbringt, neigt er kaum zur Verwilderung. Die Jungpflanzen sind nämlich sehr lichtbedürftig und erlangen im ersten Jahr nur eine Größe von wenigen Zentimetern (HECKER 2001).

3.2.3.2.7 *Cornus sanguinea* (Roter Hartriegel)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Cornaceae* (Hartriegelgewächse)
- Höhe: 2 – 4 m
- Blütezeit: Mai, Juni



Abbildung 51: Roter Hartriegel in Blüte (Quelle: [16])



Abbildung 52: Früchte des Hartriegels (Quelle: [17])

Der Rote Hartriegel (Abbildung 51 und Abbildung 52) braucht lehmigen, nährstoffreichen Boden, ist etwas wärmeliebend, kommt an Waldrändern, in Feldhecken, in lichten Laubwäldern, Auwäldern und in der Nähe von Gewässern vor. Er ist auf Böden über Kalkgestein in Mittel- und Westeuropa häufig, sonst zerstreut, auf ausgesprochen saurem Boden fehlend. Er bildet Wurzel ausläufer, wo der Boden auf steilem Gartengelände festgehalten werden muss, eignet er sich daher als Bodenfestiger und Bestandteil einer Wildwuchshecke (HECKER 2001).

3.2.3.2.8 *Ligustrum vulgare* (Gemeiner Liguster)

Pflanzenbeschreibung:

- Familie: *Oleaceae* (Ölbaumgewächse)
- Höhe: 50 cm – 5 m
- Blütezeit: Juni, Juli



Abbildung 53: Früchte des Ligusters
(Quelle: [24])



Abbildung 54: Liguster in Blüte
(Quelle: [21])

Der gemeine Liguster (Abbildung 53 und Abbildung 54) bevorzugt kalkhaltigen Untergrund in sommerwarmer, wechsellückiger, humoser Lage mit Ton-, Lehm- und Sandböden. Er ist in fast ganz Europa häufig und besiedelt lichte Wälder, Waldsäume, Weidegebüsche und u.a.m. Er ist seit altersher eine wichtige Gartenpflanze und wird viel zu Schnitthecken, in Parks auch als freistehender Busch **gepflanzt, ist halbschattenertragend und relativ frosthart. Die „Rainweide“**, wie der Liguster auch noch genannt wird, ist durch Ausläufer und starke Bewurzelung als guter Bodenfestiger und Erstbesiedler für mäßig trockene Kalkböden geeignet.

Er kann über Jahrzehnte kurzgehalten werden. Auch für die naturnahe Begrünung an Böschungen und Dämmen wird er mit Erfolg verwendet, nicht zuletzt wegen seiner breiten ökologischen Amplitude, die auch am Naturstandort vom Auenwald bis zum Trockengebüsch reicht (HECKER 2001).

3.3 Aufbau des Lärmschutzsteilwalles

Die Unterteilung des Versuchssteilwalles erfolgte in 9 Abschnitte (A bis I) (Abbildung 55), die unter Anwendung unterschiedlicher Systeme und Materialien errichtet wurden.

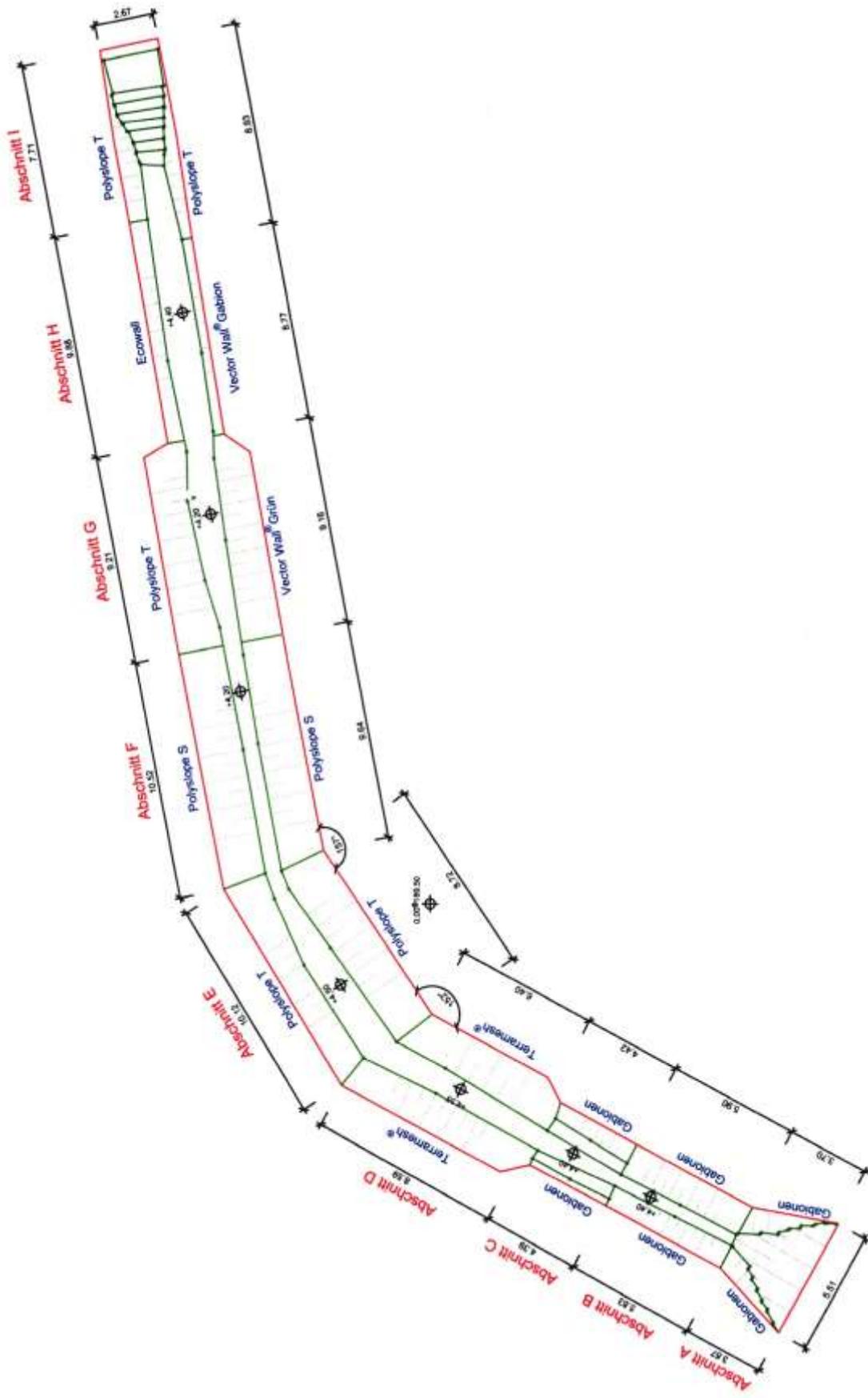


Abbildung 55: Lageplan Bauprojekt Seebarn (Quelle: FUCHS 2006)

3.3.1 Verwendete Systeme

3.3.1.1 Abschnitt A: Randelement mit Lagenbau und Steckhölzern



Abbildung 56: Abschnitt A (Quelle: WEINWURM 2007)

Der Aufbau wird in der Diplomarbeit von Stefan WEINWURM (2007) beschrieben.

3.3.1.2 Abschnitt B: Gabionen mit Humus, RMH 0/45

Konstruktion: verzinkte Stahldrahtkörbe mit Kantkorn (100/180) gefüllt, Humus, Vlies

Bepflanzung:

- Bewurzelte Pflanzen wurzelnackt
- Länge: 30 - 50 cm



Abbildung 57: Gabionen
in Seebarn bei Krems (Quelle: WEINWURM 2007)

3.3.1.3 Abschnitt C: Gabionen mit Substrat 50% Humus

Konstruktion: verzinkte Stahldrahtkörbe mit Rund- und Kantkorn

(100/180) gefüllt, Substrat (50%) flexible Drainagerohre

Bepflanzung:

- Steckhölzer Länge: 1,5 – 2,5 m
- Durchmesser: 3 – 5 cm
- Pflanzenart: Purpur-Weide (*Salix purpurea*)



Abbildung 58: Gabionen in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 59: Befüllen des Hohlkerns mit Substrat 50 % Juli 2005

3.3.1.4 Abschnitt D: Terramesh®

Konstruktion: doppelt gedrehtes, sechseckmaschiges Drahtgeflecht mit stark verzinktem und kunststoffummanteltem Draht

Bepflanzung:

- Bewurzelte Pflanzen wurzelnackt
- Länge: 30 - 50 cm



Abbildung 60: Terramesh® in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 61: Terramesh® in Seebarn bei Krems Juli 2005

3.3.1.5 Abschnitt E: Polyslope T

Konstruktion: System mit Geogitter, Schaltafeln, Schalungshaken

Bepflanzung: wurde im Jahr 2006 mit Steckhölzern bepflanzt (siehe Stefan WEINWURM 2007).



Abbildung 62: Polyslope T in Seebarn bei Krems (Quelle: FUCHS 2006)



Abbildung 63: Polyslope T in Seebarn bei Krems (Quelle: FUCHS 2006)

3.3.1.6 Abschnitt F: Polyslope S

Konstruktion: System mit Geomatten, winkelförmigen Baustahlgittern und Abspannhaken

Bepflanzung:

- Bewurzelte Pflanzen wurzelnackt
- Länge: 30 - 50 cm



Abbildung 64: Polyslope S in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 65: Polyslope S in Seebarn bei Krems Juli 2005

3.3.1.7 Abschnitt G Innen: Vector Wall® Grün

Konstruktion: System mit Geogitter, Baustahlgitter, Ankerblöcken, Ankerhaken, Abspannhaken

Bepflanzung:

- Bewurzelte Pflanzen wurzelnackt
- Länge: 30 - 50 cm



Abbildung 66: Vector Wall® Grün in Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 67: Vector Wall® Grün in Seebarn bei Krems Juli 2005

3.3.1.8 Abschnitt G Außen: Polyslope T

Konstruktion: System mit Geogitter, Schaltafeln, Schalungshaken

Bepflanzung: wurde im Jahr 2006 mit Steckhölzern bepflanzt (siehe Diplomarbeit von Stefan WEINWURM 2007).



Abbildung 68: Polyslope T
in Seebarn bei Krems Juli 2005

3.3.1.9 Abschnitt H Innen: Vector Wall® Gabion

Konstruktion: System mit galvanisiertem Baustahlgitter (Drahtnetz mit viereckigen Maschen), Ankerblöcken, Ankerhaken, Abspannhaken

Bepflanzung:

- Kletterpflanzen (im Jahr 2006 durchgeführt)



Abbildung 69: Vector Wall® Gabion
in Seebarn bei Krems November 2005

3.3.1.10 Abschnitt H Außen: Ecowall

Konstruktion: System mit Ecowall-Elementen

Bepflanzung: Jutesäcke mit Humus gefüllt, Pflanzen darin eingebettet und dann in das System eingebaut

Pflanzenart:

- Bewurzelte Pflanzen wurzelnackt
- Länge: 30 - 50 cm



Abbildung 70: Ecowall
in Seebarn bei Krems (Quelle: FUCHS 2006)

3.3.1.11 Abschnitt I: Randelement ohne Bepflanzung

Dieser Abschnitt wurde abgetrepppt ausgeführt, um den Steilwall auslaufend enden zu lassen.

3.3.2 Zusammenfassung der Abschnitte

Abschnitt	Neigung	Länge	Höhe	Aufstands- breite	Kronen- breite
Abschnitt B	75°	6,00 m	4,80 m	3,00 m	0,60 m
Abschnitt C	85°	4,00 m	4,80 m	3,00 m	1,80 m
Abschnitt D	70°	6,50 m	4,35 m	4,80 m	1,45 m
Abschnitt E	65°	8,00 m	4,50 m	4,80 m	0,50 m
Abschnitt F	70°	9,00 m	4,20 m	4,80 m	0,60 m
Abschnitt G Innen	70°	8,00 m	4,30 m	4,80 m	1,85 m
Abschnitt G Außen	65°	8,00 m	4,50 m	4,80 m	0,50 m
Abschnitt H Innen	80°	8,00 m	4,40 m	2,70 m	1,05 m
Abschnitt H Außen	80°	9,00 m	4,40 m	2,70 m	1,05 m

Tabelle 4: Abmessungen der einzelnen Systeme für den Lärmschutzsteilwall Seebarn/Krems

Die genaue Beschreibung der Errichtung der Systeme wird in der Diplomarbeit von Stefan FUCHS „Großversuch an einem Lärmschutzsteilwall- Dokumentation des Bauablaufes“ (2006) am Institut für Geotechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien, behandelt.

3.3.3 Bau und Bepflanzung des Lärmschutzsteilwalles

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird der Bau und die Bepflanzung im Bereich des Systems „Gabionen“ und „Bewehrte Erde“ näher erläutert, welche auf den Abschnitten B und C errichtet wurden. Kurz wird auch auf die Bepflanzung der

Abschnitte D bis H im Sommer 2005 eingegangen, die im Frühjahr 2006 durch Stefan WEINWURM fortgeführt und fertiggestellt worden ist.

3.3.3.1 Errichtung der Gabionen

3.3.3.1.1 Einbauanleitung von Drahtsteinkörben

Die Gabionen wurden aufgefaltet, in Paketen bis zu 60 Stück auf die Baustelle geliefert. Sie wurden auf eine ebene Oberfläche aufgelegt und gefaltet (Abbildung 71). Zur Arbeitserleichterung legte man auf die Faltkanten Schaltafeln oder Kanthölzer und die Gabionenwände wurden dann über diese Kanten geknickt. Wenn die Gabione gefaltet war, wurde in der Mitte die vorgefertigte Trennwand eingestellt. Anschließend wurden alle Kanten miteinander verbunden. Das Verrödeln erfolgte entweder mit einem Bindedraht oder mit Bindemaschinen. Hierbei waren vom Hersteller angegebene Maximalabstände der Verbindungen einzuhalten. Die Maße einer gefalteten Gabione betragen 2,00 m/0,60 m/0,60 m.



Abbildung 71: Errichten von Gabionen
Seebarn in Krems Mai 2005



Abbildung 72: Drainagerohr in Seebarn
bei Krems Mai 2005

3.3.3.1.2 Aufstellen und Befüllen der Gabionen

Als Untergrund für das Gabionenbauwerk wurde ein ebenes und befestigtes Planum erstellt. Die Gabionen wurden zur Arbeitserleichterung vor dem Einrichten schon zu größeren Elementen, mittels Bindedraht oder Bindemaschine, zusammengefügt. Zur Aussteifung wurden auf Außen- und Innenseite der Gabionen Stahlprofile angebunden, die ein Ausknicken und Verbiegen der Gabionen während des Füllens verhinderten. Diese Aussteifungselemente wurden nach dem Füllen und Schließen der Gabionen wieder entfernt. Die ausgesteiften

Elemente wurden danach auf die projektierte Fläche ausgerichtet. In Folge wurden die vorbereiteten Gabionen gefüllt (Abbildung 73), dabei war darauf zu achten, dass das Füllmaterial auf die Maschenweite der Gabionen angepasst war. Das Füllen erfolgte per Hand oder maschinell. Wurden an die Sichtfläche hohe Anforderungen gestellt, war es sinnvoll, diese händisch zu schichten, das restliche Füllmaterial wurde maschinell gefüllt.



Abbildung 73: Befüllte Gabionen Seebarn bei Krems Mai 2005



Abbildung 74: Rundkorn und Humus Seebarn bei Krems Mai 2005

Die vollgefüllte Gabione wurde oben eben abgeglichen, damit sich der Deckel leichter schließen lässt. Der Deckel wurde so weit wie möglich mit Hilfe einer Deckelschließzange oder einem Eisen nach vorne gezogen. Der gespannte Deckel wurde beginnend an den Ecken wieder verrödelt. Danach wurden die Aussteifungselemente abgenommen und die Gabionen für die nächste Lage aufgestellt.

3.3.3.1.3 Bepflanzung der Gabione mittels Drainagerohr

Bei diesem System wurde ein Drainagerohr direkt während des Befüllens der Gabione in deren Mitte eingelegt und mittels eines Schnellspannstabes stabilisiert (Abbildung 75). Der Drainageschlauch ließ Platz für eine später erfolgende Bepflanzung mit Weidensteckhölzern. So konnte die Bepflanzung des Walles zu einer anderen Zeit durchgeführt werden als der Bau desselben. Es wurde per Hand Humus in das Drainagerohr gegeben, die Steckhölzer eingelegt (Abbildung 76) und anschließend die Öffnung nochmals mit Humus geschlossen. Anschließend erfolgte eine Bewässerung.



Abbildung 75: Gabione mit Drainagerohr Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 76: Einlegen der Weiden in das Drainagerohr Seebarn bei Krems Juli 2005

3.3.3.1.4 Direktes Einlegen der Pflanzen

Eine andere Möglichkeit der Bepflanzung war das direkte Einlegen der bewurzelten Pflanzen in der halben Gabionenhöhe, eine Humusschicht wurde als Grundlage für die Pflanzen eingebaut (Abbildung 74), die darin eingelegt wurden und mit einem Schutzvlies abgedeckt wurden (Abbildung 77). Über dem Vlies wurden die Schnellspannstäbe gespannt, danach die restliche Gabionenhöhe mit Kantkorn gefüllt und die Ansichtsfläche geschlichtet (Abbildung 78).



Abbildung 77: Bepflanzte Gabione Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 78: Verfüllen der Gabione Seebarn bei Krems Juli 2005

3.3.3.2 Bepflanzung der Systeme D, F, G Innen, H Außen

Die Bepflanzung der oben genannten Abschnitte erfolgte mittels bewurzelter Pflanzen, die wurzelnackt waren.

Zunächst wurde mit einem Stanleymesser ein Loch in das Geogitter geschnitten, dann mit einer Bohrmaschine ein Pflanzloch gebohrt, die Pflanze zurechtgeschnitten (Abbildung 79), in das Pflanzloch eingelegt und die Öffnung mit Humus verschlossen, um ein besseres Anwachsen zu gewährleisten. Anschließend wurde das Netz mittels eines Drahtes wieder zusammengefügt, um ein Auswaschen der Pflanze und der Erde zu verhindern (Abbildung 81). Noch einmal wurde dann die Länge der Pflanzen korrigiert (Abbildung 80). Im Anschluss an die Bepflanzung wurde die gesamte Fläche mit einem Feuerwehrschauch eingewässert.



Abbildung 79: Vorbereitung der Pflanzen Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 80: Einlegen und Zurechtschneiden der bewurzelten Pflanze Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 81: Verrödeln des Drahtes
Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 82: Bepflanzter Wall
Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 83: Wassertank
Seebarn bei Krems Juli 2005



Abbildung 84: Gießen der Pflanzen
Seebarn bei Krems Juli 2005

4 Ergebnisse

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Ergebnissen der Bepflanzung des Lärmschutzsteilwalles, mit den Anwuchsraten und Ausfällen der angepflanzten Sträucher und Stechhölzer.

4.1 Überlebensraten der Pflanzen in Prozent

Nach fünf Monaten konnten folgende Überlebensraten beobachtet werden.

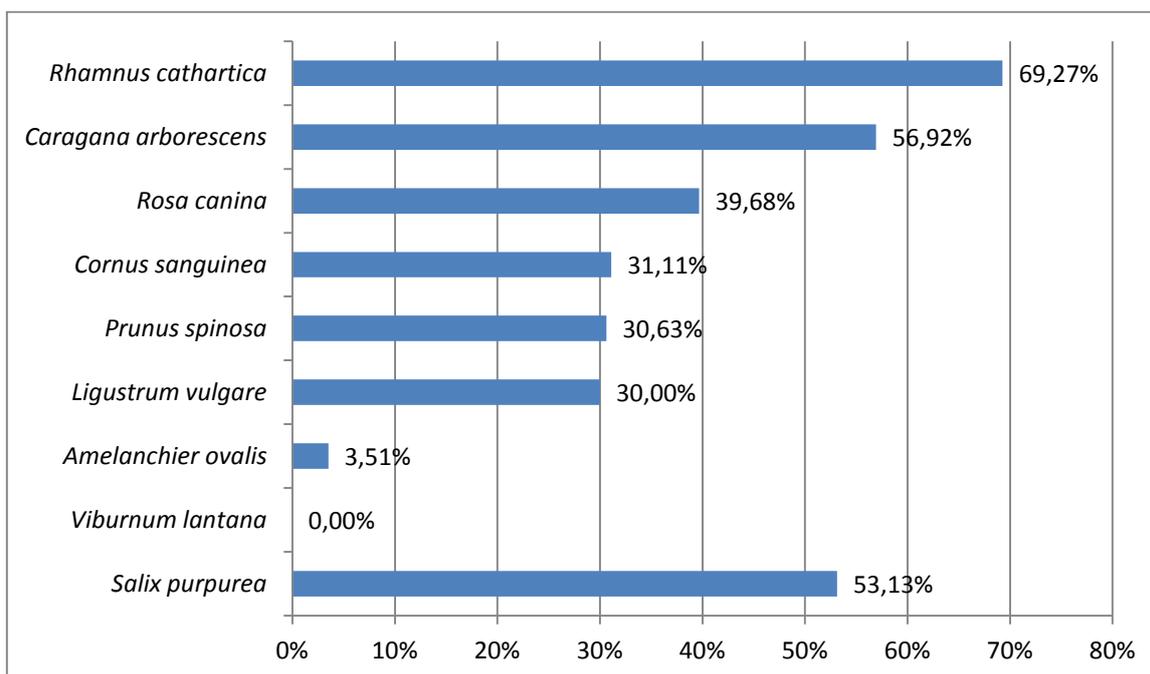


Abbildung 85: Überlebensrate nach 5 Monaten

4.2 Überlebensraten von *Salix purpurea*

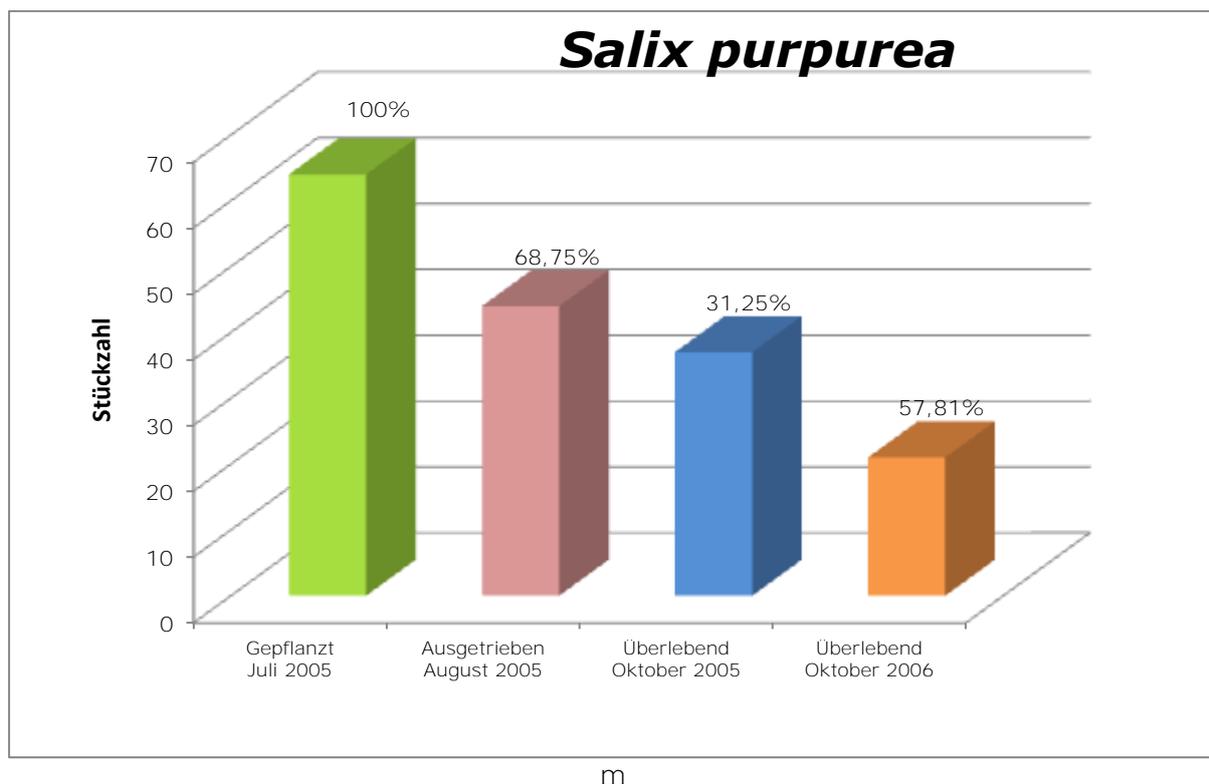


Abbildung 86: Überlebensrate *Salix purpurea*

Im Juli 2005 wurden in die Drahtsteinkörbe 64 „Purpur-Weiden“ gepflanzt, von denen 44 im August 2005 austrieben (68,75%) und 20 Stück abstarben (31,25%).

Bei der Standortbegehung im Oktober 2005 konnte eine Überlebensrate von 37 Stück festgestellt werden (57,81%), der 27 abgestorbene Purpur-Weiden gegenüberstanden (42,19%).

Im Oktober 2006 wurden 21 Stück (32,81%) von den überlebenden Purpur-Weiden gezählt, jedoch wurde bei Fertigstellung des Steilwalles die unterste Lage der Drahtsteinkörbe zugeschüttet und somit auch 16 Stück der gepflanzten Weiden.



Abbildung 87: Purpurweiden in Gabionen Oktober 2006



Abbildung 88: Gabionen mit ausgetriebenen Weidensteckhölzern der Purpurweide
Oktober 2006

4.3 Überlebensraten von *Amelanchier ovalis*

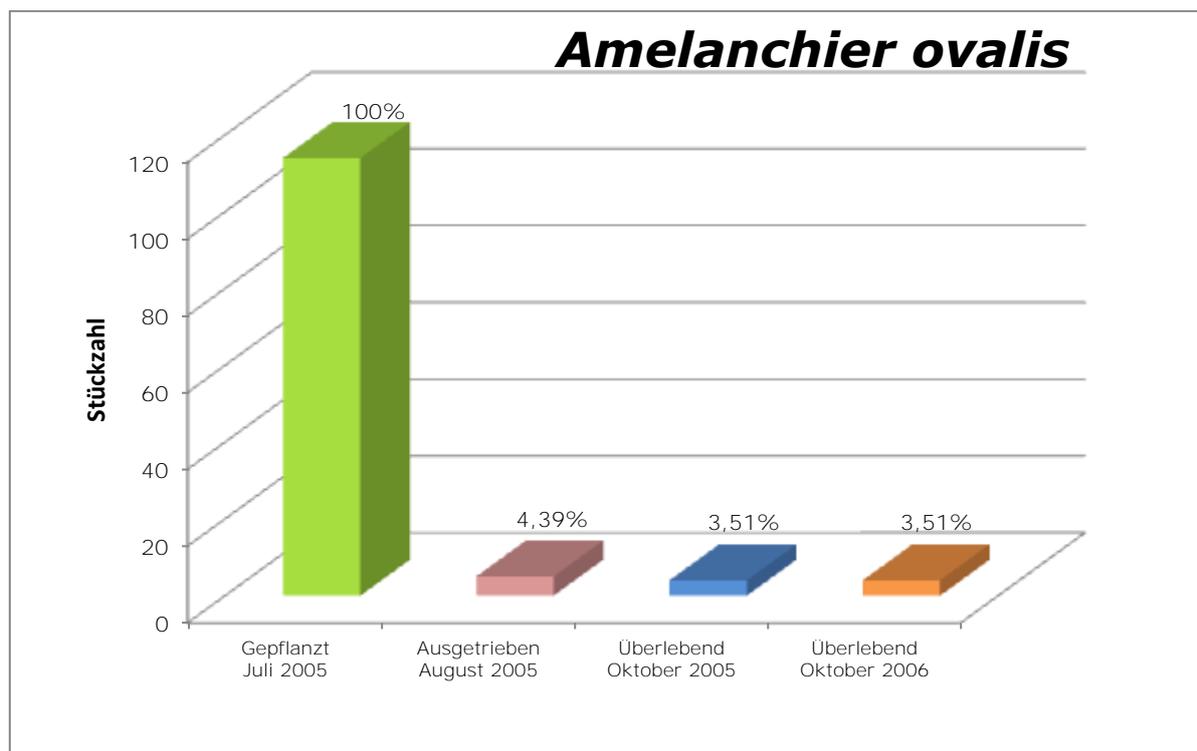


Abbildung 89: Überlebensrate *Amelanchier ovalis*

Es wurden im Juli 2005 114 Stück der „Gemeinen Felsenbirne“ gepflanzt.

Im August 2005 waren davon nur 5 ausgetrieben (4,38%), jedoch 109 abgestorben (95,62%).

Bei einer weiteren Standortbesichtigung im Oktober 2005 waren es nur noch 4 überlebende Pflanzen (3,5%), also war insgesamt ein Ausfall von 110 Stück (96,5%) der Gemeinen Felsenbirne zu verzeichnen.

Im Oktober 2006 waren es ebenfalls wie im Jahr zuvor 4 überlebende Pflanzen (3,5%).

4.4 Überlebensraten von *Viburnum lantana*

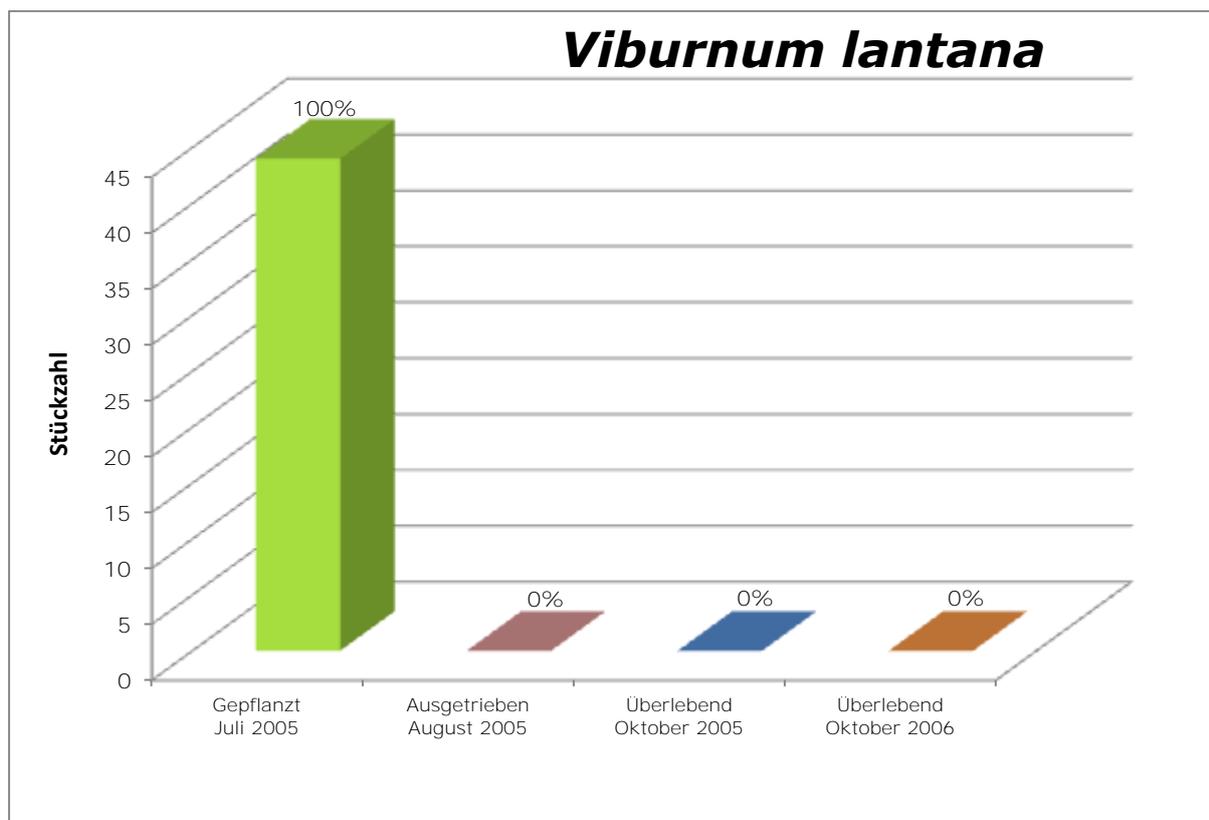


Abbildung 90: Überlebensrate *Viburnum lantana*

Im Juli 2005 wurden 44 Stück „Wolliger Schneeball“ angepflanzt. Im August 2005 mußte ein Totalausfall festgestellt werden.



Abbildung 91: Angepflanzter Wolliger Schneeball August 2005

4.5 Überlebensraten von *Ligustrum vulgare*

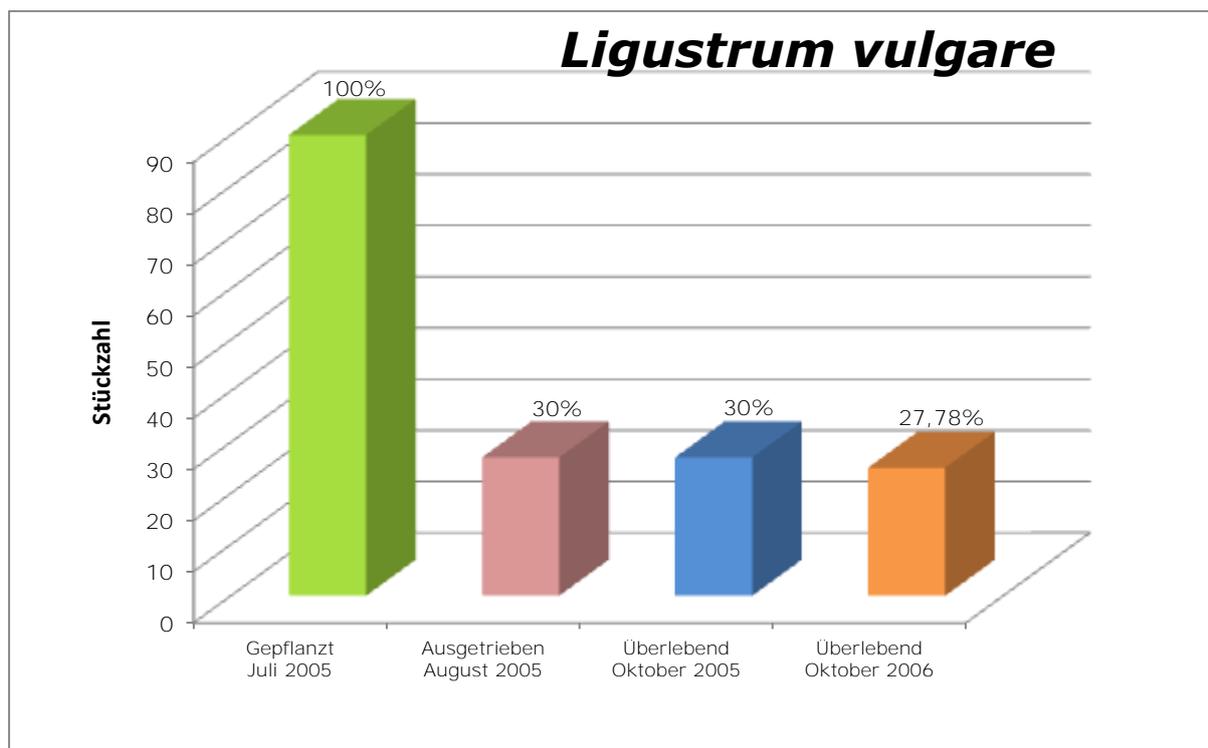


Abbildung 92: Überlebensrate *Ligustrum vulgare*

Von der Pflanze „Gemeiner Liguster“ wurden im Juli 2005 90 Stück angepflanzt. Im August 2005 trieben 27 aus (30%) und 63 Stück (70%) starben ab. Bei der Überprüfung der Anwuchsrate im Oktober 2005 blieb alles unverändert. Im Oktober 2006 lag die Überlebensrate bei 25 Stück (27,78%).



Abbildung 93: Gemeiner Liguster August 2005

4.6 Überlebensraten von *Prunus spinosa*

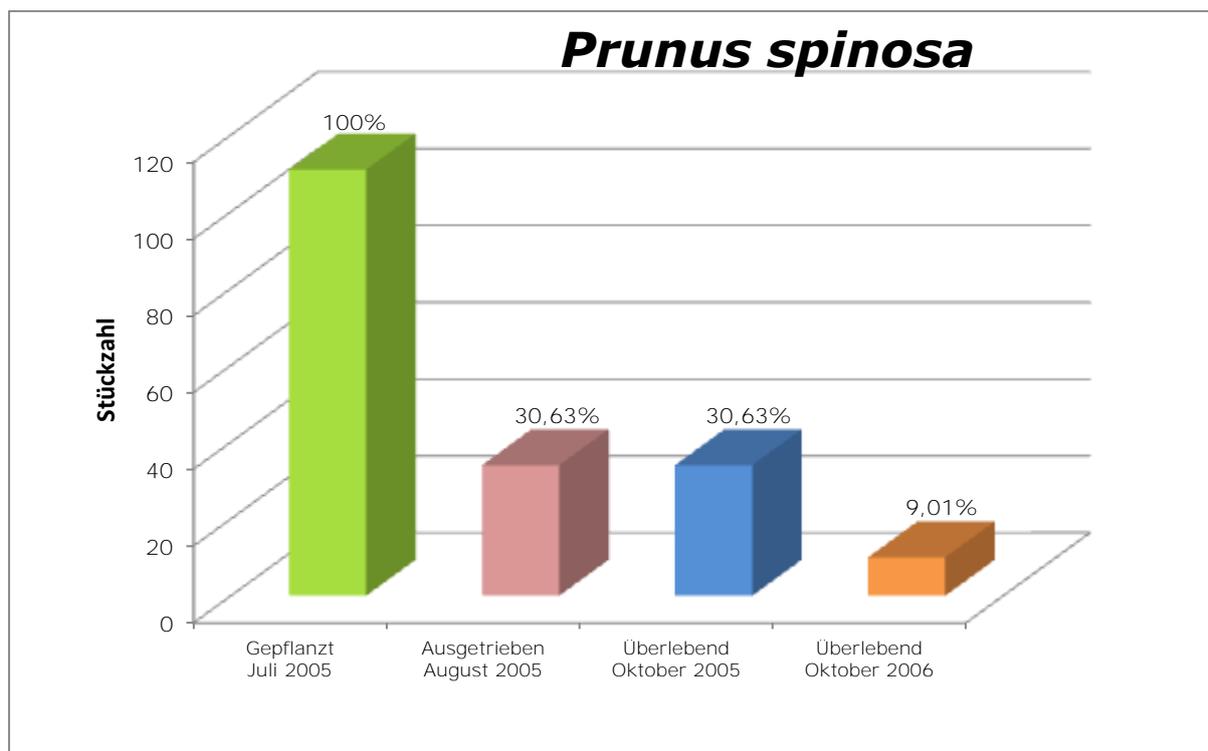


Abbildung 94: Überlebensrate *Prunus spinosa*

Von der „Gemeinen Schlehe“ wurden im Juli 2005 111 Stück angepflanzt. Bei der Überprüfung der Anwuchsrate im August 2005 konnte das Austreiben von 34 Pflanzen festgestellt werden (30%), der lag ein Absterben von 77 Stück gegenüber (70%).

Im Oktober 2005 gab es keine weiteren Ausfälle und die Überlebensrate blieb bei 34 Stück.

Im Oktober 2006 zählte man noch 10 Stück (9%) der überlebenden Pflanzen.

4.7 Überlebensraten von *Cornus sanguinea*

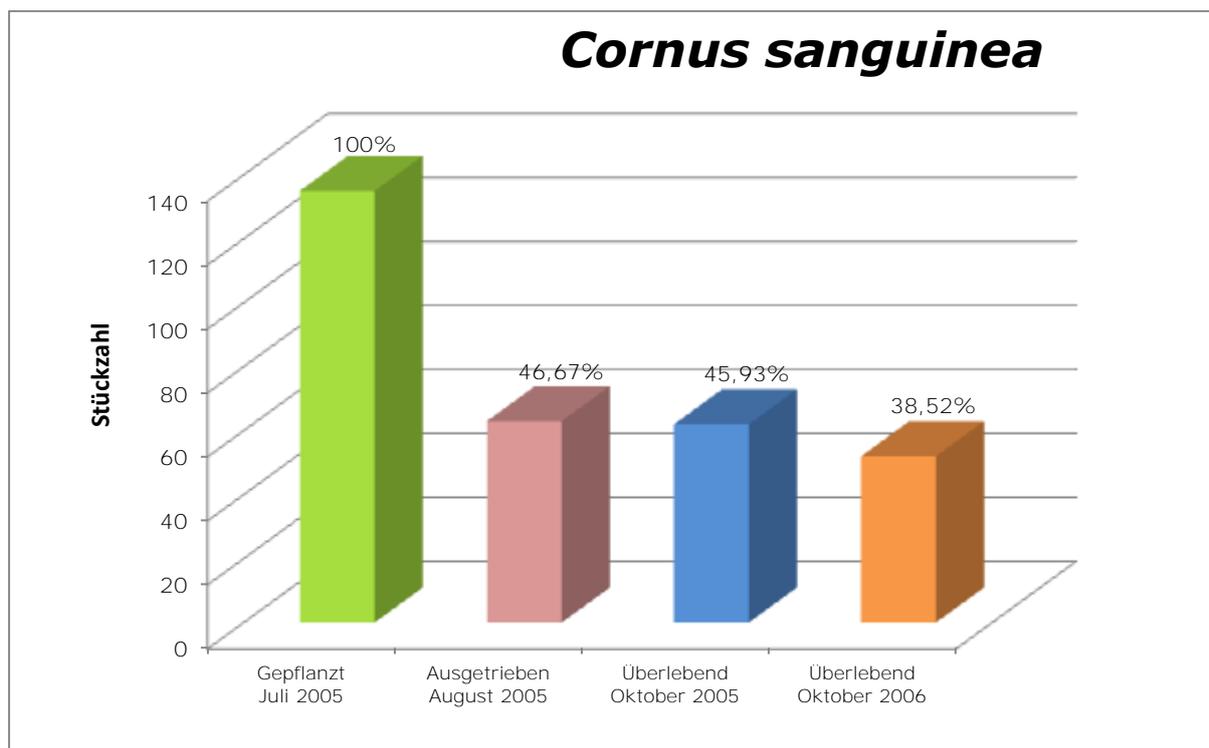


Abbildung 95: Überlebensrate *Cornus sanguinea*

Im Juli 2005 wurden 135 Stück „Roter Hartriegel“ angepflanzt.

Als im August 2005 der Austrieb der Pflanzen kontrolliert wurde, betrug die Anzahl der überlebenden Pflanzen 63 (46,7%) und die Zahl der abgestorbenen 72 (53,3%).

Im Oktober 2005 gab es einen weiteren Ausfall, so betrug die Zahl der überlebenden Pflanzen 62 Stück (45,9%) und die Anzahl der abgestorbenen 73 Stück (54,1%). Im Oktober 2006 waren es 52 (38,52%) überlebende Hartriegel-Pflanzen.



Abbildung 96: Roter Hartriegel August 2005

4.8 Überlebensraten von *Rosa canina*

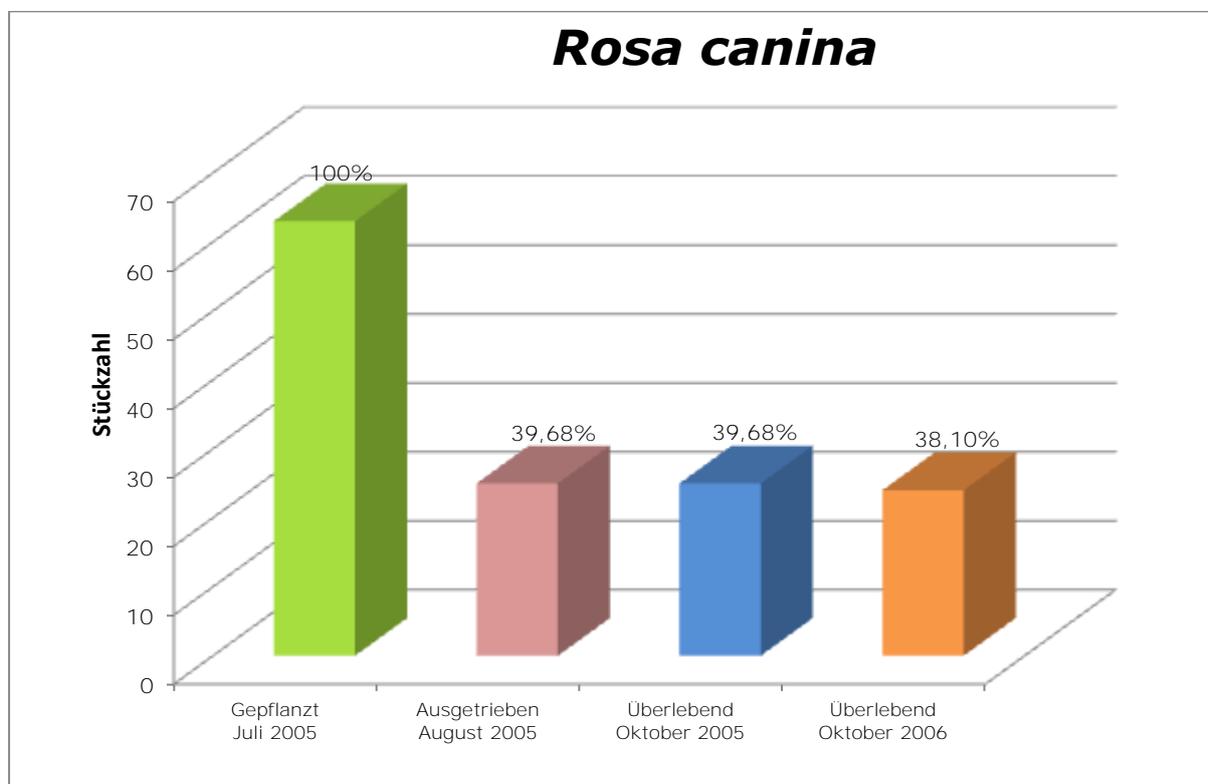


Abbildung 97: Überlebensrate *Rosa canina*

Von der „Gemeinen Heckenrose“ wurden insgesamt 63 Stück im Juli 2005 angepflanzt.

Im August 2005 wurde dann ein Ausfall von 38 Stück (60,32%) festgestellt, somit wuchsen 25 Pflanzen (39,68%) an.

Im Oktober 2005 konnten keine veränderten Daten aufgenommen werden.

Im Oktober 2006 sank die Zahl der angewachsenen Rosen auf 24 (38,1%).

4.9 Überlebensraten von *Caragana arborescens*

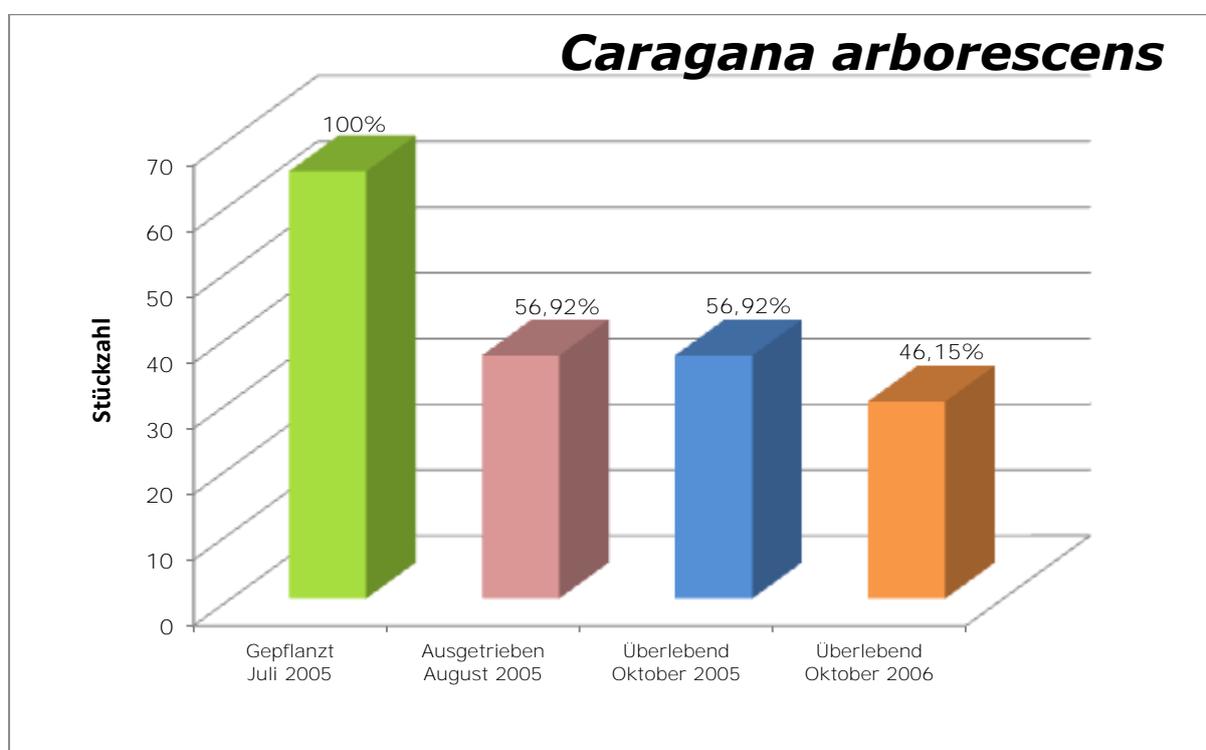


Abbildung 98: Überlebensrate *Caragana arborescens*

Insgesamt wurden im Juli 2005 65 Stück vom „Großen Erbsenstrauch“ angepflanzt.

Bei der ersten Überprüfung der Anwuchsrate im August 2005 betrug die Anzahl der überlebenden Pflanzen 37 Stück (56,92%) und die Anzahl der abgestorbenen 28 Stück (43,08%).

Bei der zweiten Überprüfung im Oktober lag dasselbe Verhältnis von überlebenden zu abgestorbenen Pflanzen vor.

Im Oktober 2006 betrug die Anzahl der überlebenden Pflanzen 30 Stück (46,15%).



Abbildung 99: Großer Erbsenstrauch August 2005



Abbildung 100: Großer Erbsenstrauch August 2005

4.10 Überlebensraten von *Rhamnus cathartica*

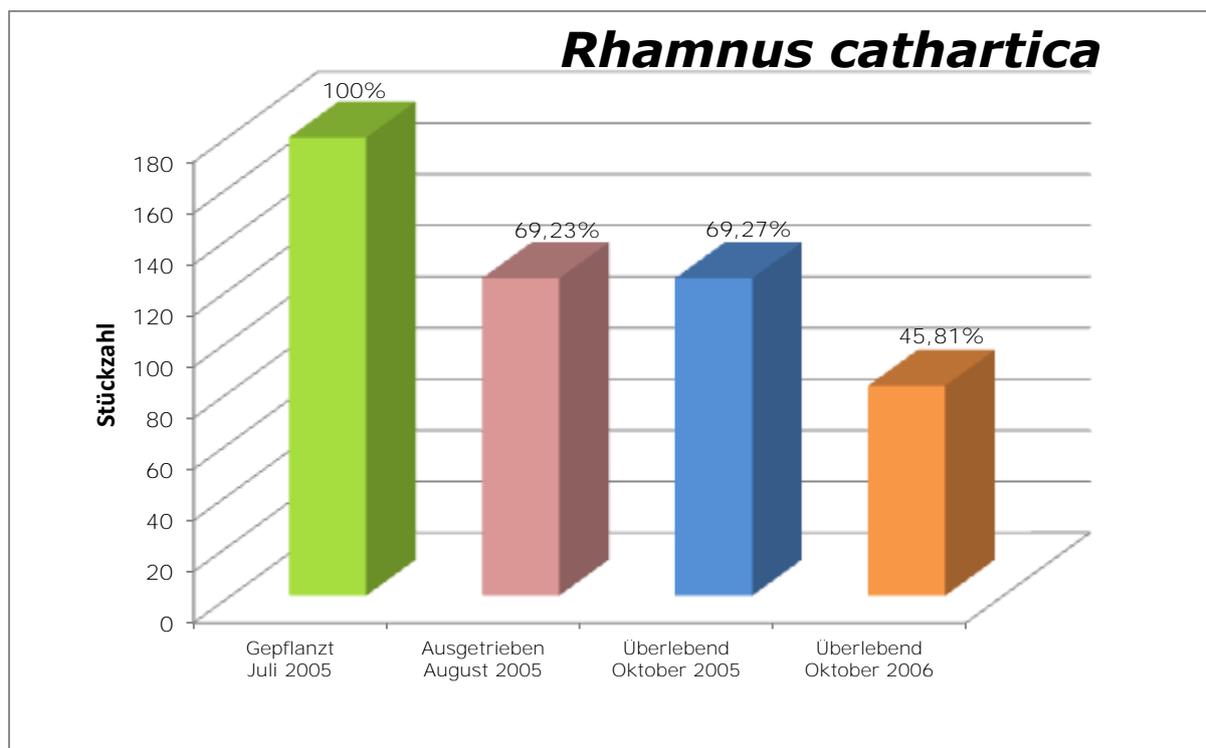


Abbildung 101: Überlebensrate *Rhamnus cathartica*

Es wurden im Juli 2005 179 Stück des „Echten Kreuzdorns“ angepflanzt.

Im August 2005 haben davon 124 Stück überlebt (69,23%), was ein Absterben von 55 Stück bedeutet (30,76%).

Auch im Oktober 2005 lagen dieselben Zahlen zu der Überlebensrate vor.

Im Oktober des darauffolgenden Jahres waren es nur noch 82 Stück (45,81%), die überlebten.

5 Ähnliche Problemstellungen in Südtirol

Im Folgenden wird zunächst ein Projekt mit der ingenieurb biologischen und flächenschonenden **Bauweise „Bewehrte Erde“** zur Errichtung eines Gehsteiges in der Gemeinde Prad im Vinschgau behandelt und des Weiteren ein Projekt mit **„gemauerten Drahtsteinkörben“** zur Hangsicherung nach einer Rutschung in der Gemeinde Schnals im Vinschgau untersucht.

5.1 Bauprojekt 1 in Prad im Vinschgau

5.1.1 Standort

Prad am Stilfserjoch ist eine Gemeinde im Vinschgau (Südtirol), ungefähr 20 km westlich von Schlanders (Hauptort des Vinschgaus). Das Gemeindegebiet liegt zu einem großen Teil im Nationalpark Stilfser Joch. Durch den Ort führt der Suldenbach, der wenige hundert Meter nördlich des Ortsendes in die Etsch fließt. Der Ort liegt in ca. 900 m Seehöhe und besteht aus den Fraktionen Agums, Lichtenberg und Prad.



Abbildung 102: Karte von Prad im Vinschgau (Quelle: Google Maps)

5.1.2 Klima

Das Klima ist durch geringe Niederschlagsmengen und dadurch bedingte Trockenheit geprägt.

5.1.3 Errichtung des Gehsteiges

Beim Bau eines Gehsteiges (Abbildung 103 und Abbildung 104) durch das Ortsgebiet von Agums und von Feldzufahrten für die Bauern im Jahr 1980 wurde als flächenschonende Aufschüttung die ingenieurbioologische Baumaßnahme der „Bewehrten Erde“ ausgewählt. Hierbei wurden in Kunststoffmatten (Vliesen) eingebettete und durch Walzen verdichtete Bodenschichten übereinander aufgebaut, wobei am steilen, äußeren Rand ein Baustahlgitter mit Quadraten von 15 x 15 cm Größe eingelegt wurde. Dies erfolgte über eine Höhe von 1 m und einer Länge von ca. 240 m mit einer Neigung von ca. 80°, die Exposition verläuft in Nord-Ost Richtung. Nach der Fertigstellung erfolgte eine Begrünung der Außenseite durch Hydrosaart mit einer Gräser-Kräutermischung. Der Vorteil liegt darin, dass jedes zu verdichtende Bodenmaterial verwendet werden kann, die Haltbarkeit dieser Vlieswände jedoch kann noch nicht genau vorhergesagt werden und stellt somit einen Risikofaktor dar.



Abbildung 103: Bau des Gehsteiges Agums 1980 (Quelle: FLORINETH 2004)



Abbildung 104: Fertigstellung des Gehsteiges Agums 1980 (Quelle: FLORINETH 2004)

5.1.4 Allgemeiner Ist-Zustand der Böschung

Bei oberflächlicher Betrachtung der Böschung scheint der Bewuchs der „Bewehrten Erde“ in sehr gutem Zustand zu sein (Abbildung 105). Bei näherer Begutachtung allerdings ist ein großer Ausfall der Pflanzen zu erkennen und ein geringer Deckungsgrad von ca. 11 % geschätzt worden, das bedeutet, es gibt 11 Pflanzenberührungen auf 1 m² und wir sprechen von einer „Scheindeckung“. Hauptanteil der Pflanzen bildet *Agropyron repens* (Gemeine Quecke), dann folgen

Bromus inermis (Wehrlose Trespe), *Úrtica dióica* (Große Brennessel) und *Epilobium angustifolium* (Weidenröschen).



Abbildung 105: Böschungsbereich Agums August 2005



Abbildung 106: Teilstück des Vlieses Agums August 2005

Wenn man ein Quadrat vom Vlies (Abbildung 106) mit Bewuchs ausschneidet, kann man erkennen, dass die Durchwurzelung nur äußerst schlecht ausgebildet ist und somit die Pflanzen für die Böschungssicherung kaum einen Beitrag leisten, angenommen wurde eine Durchwurzelung von bis zu 40 cm, es liegt jedoch nur eine Durchwurzelung von 6 bis 12 cm vor. Weiters konnte festgestellt werden, dass sie zunächst 6 bis 10 cm vertikal in die Erde reicht und dann, vermutlich wegen zu hoher Verdichtung, 6 bis 7 cm vertikal weiterverläuft. Auffallend war auch die extreme Trockenheit der Erde im inneren Bereich der Böschung.

Es wurden zwei Standorte genauer untersucht, bei beiden konnte ein hoher Queckenanteil festgestellt werden, aber insgesamt nur ein Deckungsgrad von bis zu 16 %. Bei beiden Standorten war das tieferliegende Erdreich äußerst trocken. Die Durchwurzelung belief sich im Standort 2 auf bis zu 21 cm, wobei die Hauptmasse der Pflanzen aber nur 11 bis 12 cm tief wurzelte, also auch deutlich unter dem erwarteten Ergebnis von 40 cm. An schattigen Standorten gibt es kaum bis gar keinen Bewuchs der Böschung.



Abbildung 107: Böschungsbereich nach näherer Begutachtung Agums August 2005



Abbildung 108: Durchwurzelung des Vlieses Agums August 2005

Der Zustand des Vlieses ist im gesamten Abschnitt als relativ gut zu bewerten, bis auf eine Stelle, die ausgebrochen ist, gibt es nichts zu beanstanden. Die Beschaffenheit des Baustahlgitters weist schon Korrosion auf, hatte es zunächst einen Durchmesser von 12 mm, reduzierte sich dieser Betrag an manchen Stellen zu nur mehr 8 mm Dicke.



Abbildung 109: Zustand des Böschungsbereiches Agums August 2005



Abbildung 110: Ausfall des Bewuchses Agums August 2005

5.1.5 Erkenntnisse

Die Sicherung der Böschung durch die Baumaßnahme „Bewehrte Erde“ konnte wegen mangelhafter Durchwurzelung der Gräser und Kräuter nicht zufriedenstellend erreicht werden, jedoch aus ästhetischen Gründen ist sie zu befürworten, da die Alternative „Steinmauer“ (Abbildung 112) nur einen monotonen Anblick schaffte.



Abbildung 111: Scheinbegrünung der Bewehrten Erde Agums August 2005



Abbildung 112: Alternative Steinmauer Agums August 2005

5.2 Bauprojekt 2 in Katharinaberg im Schnalstal, Vinschgau

5.2.1 Standort

Die Fraktion Katharinaberg gehört zur Gemeinde Schnals im gleichnamigen Seitental des Vinschgaus. Das Schnalstal erschließt sich vom Etschtal aus Meran kommend rechts grob nach Nordwesten durch einen schmalen Taleingang steil bergauf. Es zeigt auf relativ geringer Entfernung Klima- und Vegetationsbereiche vom Apfel- und Weinbau bis zum hochalpinen Gletscher.



Abbildung 113: Karte Meran und Katharinaberg (Quelle: Google Maps)

5.2.2 Klima

Das Schnalstal liegt auf der Südseite der Alpen und wird vom milden südlichen Klima beeinflusst. Es zählt zu den niederschlagsärmeren Gebieten. Im jährlichen Durchschnitt fallen 629 mm Niederschlag. Die Temperaturschwankungen zwischen Winter und Sommer sind recht gering. Die Durchschnittstemperatur im Januar beträgt $-2,7\text{ °C}$ und im Juli $13,5\text{ °C}$.

5.2.3 Errichtung der Drahtsteinkörbe

Aufgrund einer Hangrutschung im Jahr 1983 nach heftigen Gewittern wurde eine Hangsicherung 30 m oberhalb der Dorfzufahrtsstraße nach Katharinaberg nötig.

Als ingenieurbioologische Maßnahme wurde im Frühjahr 1985 der Bau von „gemauerten Drahtsteinkörben“ durchgeführt.

Auf einer Länge von 24 m und einer Höhe von 2 m wurden 12 Körbe in zwei Reihen in den Hang eingebaut, um ihm die nötige Stabilität zu verleihen und ein erneutes Abrutschen zu vermeiden.



Abbildung 114: Errichtung der Gabionen
(Foto: FLORINETH 1985)



Abbildung 115: Nach Begrünung
(Foto: FLORINETH 1985)

5.2.4 Aufbau der Körbe

In vorgefertigte, verzinkte Drahtkörbe wurden Steine dicht übereinandergelagert, die Körbe verschlossen und miteinander verbunden. Durch das Miteinlegen von Weidensteckhölzern in die Drahtkörbe und anschließendem Einfüllen von Erde, konnten diese Stützkörper gut an die Landschaft angepasst werden. Bewurzelte Laubgehölze können wegen der geringen Maschenweite der Drahtkörbe nur schwer eingelegt werden.

Verwendete Pflanzen waren hauptsächlich *Salix purpurea* (Purpurweide) zu 90%, *Salix myrsinifolia* (Schwarzweide) zu 9% und schließlich *Populus nigra* (Schwarzpappel) zu 1%.

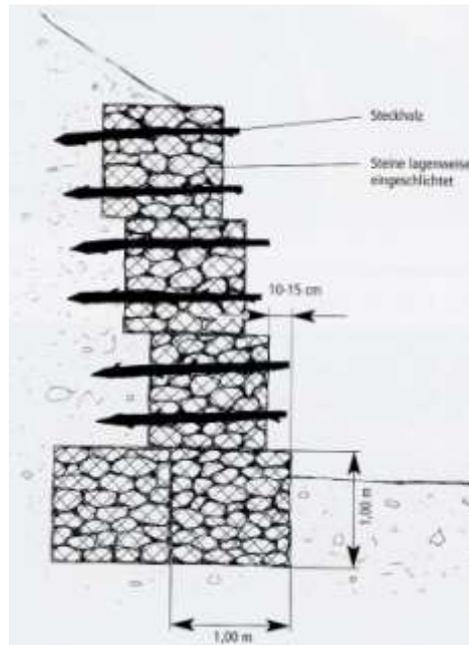


Abbildung 116: Skizze Gabionen (Quelle: FLORINETH 2004)

5.2.5 Allgemeiner Ist-Zustand der Drahtsteinkörbe

In der sehr steilen Struktur ist ein gutes Anwachsen der Weiden festzustellen, speziell die oberste Reihe treibt am stärksten aus. Vor allem in den Zwischenräumen der Drahtsteinkörbe gedeihen die angepflanzten Weiden sehr gut. Jedoch gibt es auch bei einigen Weiden Ausfälle, wofür die Konkurrenz unter den Pflanzen hinsichtlich der Licht- und Nährstoffverhältnisse der Grund sein dürfte.



Abbildung 117: Böschung Katharinaberg August 2005



Abbildung 118: Weiden Katharinaberg August 2005

6 Diskussion und Vergleich der Ergebnisse

Bei der Überprüfung der Anwuchsraten am Steilwall in Seebarn nach fünf Monaten wurde festgestellt, dass der Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) mit 69,27 % zu den zwei am besten anwachsenden Pflanzen zählt und sich den Standortbedingungen sehr gut angepasst hat. Auch die lange Lagerzeit, die sich aufgrund der verzögerten Bauarbeiten bei der Errichtung des Lärmschutzsteilwalles ergab, hat er gut überdauert.

Eine ebenso hohe Anwuchsrate mit 53,13 % weist die „Purpur-Weide“ auf. Somit erweist sich das System „Begrünte Drahtsteinkörbe“ bepflanzt mit „Purpur-Weiden“ als sehr gut, um Lärmschutzsteilwälle zu bepflanzen.

Der „Wollige Schneeball“ hingegen ist in keinem einzigen System des gesamten Projektes angewachsen, was ebenfalls an der langen Lagerung der Pflanzen vor dem Weiterverarbeiten liegen kann oder weil er nährstoffreichere Böden bevorzugt. Die „Gemeine Felsenbirne“ erreichte mit nur 3,5 % ein ebenso unbefriedigendes Resultat.

Die Sträucher „Gemeiner Liguster“, „Schlehdorn“ und „Roter Hartriegel“ erzielten alle nahezu dieselbe Anwuchsrate von ca. 30 %, die „Gemeine Hundsrose“ erzielte mit beinahe 40 % Überlebensrate ein etwas besseres Ergebnis und auch der „Erbsenstrauch“ kam mit 57 % auf eine im allgemeinen Vergleich mit den anderen verwendeten Pflanzen etwas höhere Anwuchsrate.

Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass sich die „Purpur-Weide“, der „Erbsenstrauch“ und der „Kreuzdorn“ am besten entwickelt haben. Sie sind Gehölze, die zu den Pionierpflanzen zählen und auch auf Rohböden gut antreiben. Nährstoffarme, trockene und sonnige Standorte stellen kein Problem für sie dar und man ist versucht, sie deshalb für am besten geeignet zu betrachten, um den Lärmschutzsteilwall zu bepflanzen.

Jedoch aufgrund der aufgetretenen diversen Probleme, die sich im Laufe der Bauzeit in Seebarn ergaben, wie z.B. mangelnde Bereitstellung von technischen Hilfsmitteln, was das Errichten der Steilwälle sehr aufwändig machte und somit die Bauzeit stark verlängerte, weiters Ausfälle der Stromversorgung auf der

Baustelle, wodurch sich die Fertigstellung des Steilwalles zusätzlich verzögerte, was wiederum die Lagerungszeit der Pflanzen verlängerte, die sich vermutlich auf die Anwuchsfähigkeit auswirkte.

Die Begrünung erfolgte somit erst im Hochsommer anstatt im Frühjahr und somit unter sehr ungünstigen Bedingungen. Unter besseren Verhältnissen wäre eventuell ein anderes Ergebnis erzielt worden. Deshalb ist das Resultat nicht sehr aussagekräftig und man muß auf die Zahlen verweisen, die nach der Anpflanzung von Steckhölzern im Frühjahr des Folgejahres erhoben wurden.

6.1 Vergleich der Ergebnisse mit Stefan WEINWURM (2007) und Michaela GILLI (2010)

In den Jahren 2006/07 und 2009/10 wurden weitere Bepflanzungen an den unterschiedlichen Systemen des Steilwalles in Seebarn/Krems in Niederösterreich vorgenommen und das Anwachsen überprüft. Geht man der Frage nach, welche Bepflanzungsweise sich am besten für den Steilwall eignet, so zeigt sich, dass wurzelnackte Pflanzen, wie sie im Jahr 2005 verwendet wurden, große Standortsschwierigkeiten haben und somit für die Bepflanzung des Steilwalles ungeeignet sind, Weidensteckhölzer wie bei Stefan WEINWURM im Jahr 2006/07 zeigten ebenfalls hohe Ausfallraten. Dies ist zum einen auf den Extremstandort zurückzuführen, der sich durch seine Lage in einem der trockensten Gebiete Österreichs ergibt, aber auch auf zu geringe Niederschlagsmengen mit einhergehendem Wassermangel. Ein weiterer Grund ist das verwendete Recyclingmaterial, das einen zu geringen Anteil an Feinmaterial im Substrat aufweist. Die Kletterpflanzen, die auch in diesem Jahr gepflanzt wurden, zeigten einen allgemein guten Wuchs, um eine genauere Aussage treffen zu können war jedoch der Untersuchungszeitraum zu kurz WEINWURM (2007). Im Jahr 2009 wurden weitere Nachpflanzungen durchgeführt. Da erkannt wurde, dass sich wurzelnackte Pflanzen und Weidensteckhölzer nicht für die Bepflanzung eignen, wurde diese mittels Topfpflanzen durchgeführt. Diese wachsen um Vieles besser. Dies wird beim System Terramesh mit der Bepflanzung durch Topfpflanzen deutlich, hier liegt der Anwuchserfolg bei 100 % GILLI (2010). Somit hat sich diese Art der Bepflanzung bewährt und wird für neuerliche Pflanzmaßnahmen

empfohlen. Nach der Untersuchung im Jahr 2010 wird für zukünftige Nachpflanzungen eine Bewässerung in der Anwuchsphase angeraten.

Von den verwendeten Pflanzen wuchs der *Rhamnus cathartica* im Jahr 2005 sehr gut an, im Jahr 2010 hingegen erzielte er die schlechtesten Werte im Vergleich mit den anderen gepflanzten Gehölzen. *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* waren 2005 im Mittelfeld anzutreffen, im Jahr 2010 zählten sie zu den sich am besten etablierten. *Cornus sanguinea* liegt im Jahr 2005 an gleicher Stelle wie *Ligustrum vulgare*, im Jahr 2010 liegt er hinter *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* an dritter Stelle von vier angepflanzten Gehölzen.

Ein wichtiger Aspekt ist das Aufkommen von Spontanvegetation, die alle gepflanzten Gehölze in ihrer Entwicklung beeinträchtigte und den Konkurrenzdruck unter den Pflanzen erhöhte. Dies war bei allen drei Untersuchungszeiträumen festzustellen und muss für zukünftige Anwendungen dieser Bauweisen berücksichtigt werden.

6.2 Anwendung der untersuchten Systeme für die Zukunft

Wenn man nun einen Vergleich der Projekte „Bepflanzung von Lärmschutzsteilwällen mittels Gabionen in Seebarn/Krems und dem Projekt „Hangsicherung mittels Gabionen“ in Schnals/Südtirol unternimmt, speziell was den Anwuchserfolg und die Erfüllung der Anforderungen, die an die Systeme gestellt wurden, betrifft, konnte festgestellt werden, dass bei beiden die Anwuchsrate der Weidengehölze gut war und es den Anschein hat, dass sich diese Bauweise sehr gut für die Anforderungserfüllung eignet. Im Fall des Lärmschutzsteilwalles wollte man aus ästhetischen Gründen ein rasches Anwachsen erzielen, bei der Hangsicherung in Südtirol war ein rasches Anwachsen für die Stabilität der steilen Wiese von primärem Interesse. Beides wurde erfolgreich umgesetzt, die Weiden im Projekt in Seebarn verdeckten in kurzer Zeit den blanken Gabionenaufbau und am Katharinaberg übernahmen die gepflanzten Weiden rasch die Aufgabe der Hangsicherung.

Somit kann die Anwendung von der ingenieurbiologischen Bauweise „Bepflanzte Drahtsteinkörbe“ für die Errichtung und Begrünung von Steilwällen und für Hangsicherungen für die Zukunft empfohlen werden, speziell unter Anwendung

der Bepflanzung mittels Weiden, die geringe Anforderungen an den Untergrund, die Lage und die Wasserverhältnisse stellen.

Weitere Punkte, die für die Anwendung dieser Bauweise spricht, sind jene, dass Gabionen ein altbewährtes Bausystem sind, das für die Konstruktion von Stützmauern und Lärmschutzwänden eingesetzt wird. Sie werden mit Natursteinen befüllt und als hochbelastbare Konstruktion errichtet. Gabionenwände bieten eine gute Wasserdurchlässigkeit, was eine natürlich regulierte Hangentwässerung ermöglicht. Das Baukastenprinzip gewährleistet eine schnelle und einfache Montage. Drahtsteinkörbe sind flexibel, umweltfreundlich, langlebig und stellen eine wirtschaftliche Alternative zu Betonmauern und Fertigteilwänden dar und fügen sich durch die Bepflanzung unauffällig in die Landschaft ein.

Des Weiteren kann auch die Verwendung von Drainagerohren zur Erleichterung **der nachträglichen Bepflanzung, welche im „Bauprojekt Seebarn“ getestet wurde**, positiv für den untersuchten Zeitraum gewertet werden. Durch das Rohr ist es sehr einfach, auch noch zu einem späteren Zeitpunkt eine Pflanze in das Füllmaterial einzubringen, somit ist der eigentliche Bau des Steilwalles an keine bestimmte Jahreszeit gebunden und mögliche Verzögerungen beeinträchtigen nicht den Anwuchs der Pflanzen. Diese können zu ihrem bestmöglichen Pflanzzeitpunkt gesetzt werden. Wie sich diese Bauweise in den folgenden Jahren entwickelte, muss bei weiteren Untersuchungen geprüft werden und ist nicht mehr Teil dieser Diplomarbeit.

Die Bauweise **„Bewehrte Erde“** hingegen ist für das Projekt in Südtirol zur Sicherung der Böschung, die einen Gehsteig stützen soll, nicht geeignet. Die Anwuchsraten lagen unter den Erwartungen, es mussten viele Bereiche mit Totalausfällen bei der Begehung des Geländes im August 2005 festgestellt werden. Sie stellt somit keine geeignete Alternative für die Errichtung und Stabilisierung von Steilwällen und steilen Böschungen dar, hier muss auf andere Bauweisen verwiesen werden.

Als Alternative können folgende Bauweisen genannt werden:

- Begrünung mittels Pflanzsäcken

Bei den Bausystemen „Vector Wall®“ und „Ecowall“ wurde die Begrünung mittels „Erdsäcken“ versucht. Die Größe des Jutesackes beträgt ca. 25 cm x 50 cm ($\varnothing = 16$ cm) und wird mit Erds substrat verfüllt, beim Einbau in das System muss der hintere Teil des Erdsackes mit erdigem Schüttmaterial in Kontakt sein, in der Front kann das Gitter aufgeschnitten werden (1 Stab) um eine Öffnung von 125 mm x 125 mm. Pflanzen können auch später eingepflanzt werden, dazu den Sack öffnen, pflanzen, verschließen. Zur Begrünung wurden wurzelnackte Pflanzen verwendet.

- Begrünung mittels Kletterpflanzen

Kletterpflanzen finden hauptsächlich wegen ihrer ästhetischen Wirkung Verwendung. Sie können sich nicht selbst tragen, sondern finden an Pflanzen, Felsen oder Kletterhilfen Halt. Ohne tragende Stämme oder Stengel zu entwickeln, verbessern sie ihre Lichtausbeute.

Aus verwendungspraktischen Gründen werden die Kletterpflanzen nach ihrer Kletterstrategie, bzw. Klettertechnik unterschieden in Selbstklimmer und Gerüstkletterpflanzen.

6.3 Mögliche auftretende Probleme bei Bepflanzungen von Steilwällen

Bei der Errichtung von Steilwällen muss bereits vor dem Einbau und endgültigem Verdichten des Substrates darauf geachtet werden, dieses nicht zu stark zu verdichten, um ein nachträgliches Bepflanzen in zügigen Arbeitsschritten noch zu gewährleisten, ansonsten wäre nur mit großem Aufwand eine anschließende Begrünung möglich, und dies würde wiederum zu einer unerwünschten Bauzeitverlängerung führen.

Der Einbau der Pflanzen könnte sich durch zu starke Verdichtung des Substrates für Bauarbeiter als zu mühsam herausstellen und sie würden infolge wegen Zeitmangel womöglich nicht sorgsam genug mit dem Pflanzmaterial umgehen und dies dadurch beschädigen.

Als weitere Problematik bei der Bepflanzung von Steilwällen muß man die möglicherweise auftretende Wasserknappheit beachten, die durch zu starkes

Gefälle in den obersten Abschnitten des Walles auftreten kann. So ist die Wasserversorgung der Pflanzen in diesen Bereichen nicht ausreichend und führte zum Absterben vieler Sträucher. Weiters führt zu starkes Gefälle zu einer Gefährdung der Stabilität des Steilwalles.

Auch eine gegenseitige Beschattung der oberen Pflanzen gegenüber den darunter liegenden Gehölzen kann zu Ausfällen führen und die Begrünung somit erschweren und beeinträchtigen.

Ein Problem kann auch die zu starke Erhitzung der zur Sonne zugeneigten Oberflächen bedeuten, die am Beginn des Wachstums noch unzureichend von den Pflanzen bedeckt sind. Das Substrat trocknet stark aus, bei starken Regenfällen ist eine Ausschwemmung des Erdmaterials durch die verminderte Bewurzelung der Bepflanzung vorbestimmt.

Ob die Bepflanzung von Lärmschutzsteilwällen mit den ingenieurb biologischen **Bauweisen „Bewehrte Erde“ und Drahtsteinkörben** zielführend ist, konnte im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht eindeutig beantwortet werden, da der Untersuchungszeitraum zu kurz war und die Bauverzögerungen zu zusätzlichen Beeinträchtigungen des Untersuchungsprojektes führten, weshalb in den Jahren 2006 und 2009 Nachpflanzungen mit Nachuntersuchungen durchgeführt wurden (WEINWURM 2007 und GILLI 2010).

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Holzwand (Quelle: PRESSLER 2006)	10
Abbildung 2: Holz- und Glaswand (Quelle: PRESSLER 2006)	10
Abbildung 3: Glas- und Aluwand (Quelle: FUCHS 2006).....	10
Abbildung 4: Dämmbeton (Quelle: Betonwerk RIEDER GesmbH 2006)	10
Abbildung 5: Aluwand (Quelle: FORSTER Metallbau GmbH 2006)	10
Abbildung 6: Aluwand (Quelle: FORSTER Metallbau GmbH 2006)	10
Abbildung 7: Glaswand (Quelle: PRESSLER 2006)	11
Abbildung 8: Glaswand (Quelle: Autosnelwegen, 03/2006 http://www.autosnelwegen.nl)	11
Abbildung 9: Errichtung von Gabionen in Seebarn bei Krems Mai 2005	16
Abbildung 10: Drahtsteinkorb in Seebarn bei Krems Mai 2005	16
Abbildung 11: Verfüllen von Gabionen in Seebarn bei Krems Mai 2005	17
Abbildung 12: Gabionen füllen in Seebarn bei Krems Mai 2005.....	17
Abbildung 13: Skizze von Gabionen (Quelle: FLORINETH 2004)	18
Abbildung 14: Bewachsene Gabionen (Quelle: SCHIECHTL und STERN 1992)	19
Abbildung 15: Gehsteig-Errichtung (Quelle: FLORINETH 2004).....	20
Abbildung 16: Abgeschlossene Bauarbeiten (Quelle: FLORINETH 2004)	20
Abbildung 17: Errichtung eines Walles in Seebarn bei Krems Juli 2005	21
Abbildung 18: Schichtpakete in Seebarn bei Krems Juli 2005	21
Abbildung 19: Verschiedene Bepflanzungsmöglichkeiten von Geotextilpackungen (Quelle: SCHIECHTL und STERN 1992)	22
Abbildung 20: Baustelle in Seebarn bei Krems Mai 2005.....	23
Abbildung 21: Projektwall Seebarn bei Krems August 2005.....	23
Abbildung 22: Lagekarte Seebarn bei Krems an der Donau (Quelle: ©Google Maps 2007)	24
Abbildung 23: Lufttemperatur Messstation Krems 2006 (Quelle: [33])	26
Abbildung 24: Niederschläge der Messstation Krems 2006 (Quelle: [33])	27
Abbildung 25: RMH-1 (Quelle: Polyfelt GmbH, 2005)	28
Abbildung 26: Substrat mit 50% Humus (Quelle: FUCHS 2006)	28
Abbildung 27: Kies 0/11 (Quelle: Polyfelt GmbH 2005)	29
Abbildung 28: Substrat mit 20% Humus (Quelle: FUCHS 2006)	29
Abbildung 29: Substrat mit 50 % Humus in Seebarn bei Krems Juli 2005	30
Abbildung 30: Substrat 10% (Quelle: FUCHS 2006)	30
Abbildung 31: Kantkorn - 100/180 in Seebarn bei Krems (Quelle: PRESSLER 2006)	31
Abbildung 32: Rundkorn - 100/250 in Seebarn bei Krems (Quelle: PRESSLER 2006)	31

Abbildung 33: Weidensteckholz in Seebarn bei Krems März 2006	32
Abbildung 34: Steckhölzer zugespitzt in Seebarn bei Krems März 2006	32
Abbildung 35: Bewurzelte Pflanzen in Seebarn bei Krems Juli 2005	32
Abbildung 36: Bewurzelte Pflanzen in Seebarn bei Krems Juli 2005	32
Abbildung 37: Purpurweide (Quelle: [27])	33
Abbildung 38: Purpurweide (Quelle: [28])	33
Abbildung 39: Felsenbirne (Quelle: [19])	34
Abbildung 40: Felsenbirne in Blüte (Quelle: [9])	34
Abbildung 41: Schlehe in Blüte (Quelle: [20])	35
Abbildung 42: Früchte der Schlehe (Quelle: [10])	35
Abbildung 43: Kreuzdorn in Blüte (Quelle: [23])	36
Abbildung 44: Früchte des Kreuzdornes (Quelle: [11])	36
Abbildung 45: Hundsrose in Blüte (Quelle: [22])	37
Abbildung 46: Früchte der Hundsrose (Quelle: [12])	37
Abbildung 47: Wolliger Schneeball in Blüte (Quelle : [13])	37
Abbildung 48: Früchte des Wolligen Schneeballes (Quelle: [18])	37
Abbildung 49: Großer Erbsenstrauch (Quelle: [14])	39
Abbildung 50: Blüten des Großen Erbsenstrauches (Quelle: [15])	39
Abbildung 51: Roter Hartriegel in Blüte (Quelle: [16])	40
Abbildung 52: Früchte des Hartriegels (Quelle: [17])	40
Abbildung 53: Früchte des Ligusters (Quelle: [24])	41
Abbildung 54: Liguster in Blüte (Quelle: [21])	41
Abbildung 55: Lageplan Bauprojekt Seebarn (Quelle: FUCHS 2006)	43
Abbildung 56: Abschnitt A (Quelle: WEINWURM 2007)	44
Abbildung 57: Gabionen in Seebarn bei Krems (Quelle: WEINWURM 2007)	44
Abbildung 58: Gabionen in Seebarn bei Krems Juli 2005	45
Abbildung 59: Befüllen des Hohlkerns mit Substrat 50 % Juli 2005	45
Abbildung 60: Terramesh® in Seebarn bei Krems Juli 2005	46
Abbildung 61: Terramesh® in Seebarn bei Krems Juli 2005	46
Abbildung 62: Polyslope T in Seebarn bei Krems (Quelle: FUCHS 2006)	46
Abbildung 63: Polyslope T in Seebarn bei Krems (Quelle: FUCHS 2006)	46
Abbildung 64: Polyslope S in Seebarn bei Krems Juli 2005	47
Abbildung 65: Polyslope S in Seebarn bei Krems Juli 2005	47
Abbildung 66: Vector Wall® Grün in Seebarn bei Krems Juli 2005	47
Abbildung 67: Vector Wall® Grün in Seebarn bei Krems Juli 2005	47
Abbildung 68: Polyslope T in Seebarn bei Krems Juli 2005	48
Abbildung 69: Vector Wall® Gabion in Seebarn bei Krems November 2005	48

Abbildung 70: Ecowall in Seebarn bei Krems (Quelle: FUCHS 2006).....	49
Abbildung 71: Errichten von Gabionen Seebarn in Krems Mai 2005	51
Abbildung 72: Drainagerohr in Seebarn bei Krems Mai 2005.....	51
Abbildung 73: Befüllte Gabionen Seebarn bei Krems Mai 2005.....	52
Abbildung 74: Rundkorn und Humus Seebarn bei Krems Mai 2005.....	52
Abbildung 75: Gabione mit Drainagerohr Seebarn bei Krems Juli 2005	53
Abbildung 76: Einlegen der Weiden in das Drainagerohr Seebarn bei Krems Juli 2005	53
Abbildung 77: Bepflanzte Gabione Seebarn bei Krems Juli 2005.....	53
Abbildung 78: Verfüllen der Gabione Seebarn bei Krems Juli 2005.....	53
Abbildung 79: Vorbereitung der Pflanzen Seebarn bei Krems Juli 2005	54
Abbildung 80: Einlegen und Zurechtschneiden der bewurzelten Pflanze Seebarn bei Krems Juli 2005.....	54
Abbildung 81: Verrödeln des Drahtes Seebarn bei Krems Juli 2005.....	55
Abbildung 82: Bepflanzter Wall Seebarn bei Krems Juli 2005	55
Abbildung 83: Wassertank Seebarn bei Krems Juli 2005	55
Abbildung 84: Gießen der Pflanzen Seebarn bei Krems Juli 2005	55
Abbildung 85: Überlebensrate nach 5 Monaten	56
Abbildung 86: Überlebensrate <i>Salix purpurea</i>	57
Abbildung 87: Purpurweiden in Gabionen Oktober 2006.....	58
Abbildung 88: Gabionen mit ausgetriebenen Weidensteckhölzern der Purpurweide Oktober 2006	58
Abbildung 89: Überlebensrate <i>Amelanchier ovalis</i>	59
Abbildung 90: Überlebensrate <i>Viburnum lantana</i>	60
Abbildung 91: Angepflanzter Wolliger Schneeball August 2005	60
Abbildung 92: Überlebensrate <i>Ligustrum vulgare</i>	61
Abbildung 93: Gemeiner Liguster August 2005.....	61
Abbildung 94: Überlebensrate <i>Prunus spinosa</i>	62
Abbildung 95: Überlebensrate <i>Cornus sanguinea</i>	63
Abbildung 96: Roter Hartriegel August 2005	64
Abbildung 97: Überlebensrate <i>Rosa canina</i>	64
Abbildung 98: Überlebensrate <i>Caragana arborescens</i>	65
Abbildung 99: Großer Erbsenstrauch August 2005.....	66
Abbildung 100: Großer Erbsenstrauch August 2005	66
Abbildung 101: Überlebensrate <i>Rhamnus cathartica</i>	67
Abbildung 102: Karte von Prad im Vinschgau (Quelle: Google Maps)	68
Abbildung 103: Bau des Gehsteiges Agums 1980 (Quelle: FLORINETH 2004)	69
Abbildung 104: Fertigstellung des Gehsteiges Agums 1980 (Quelle: FLORINETH 2004) ..	69

Abbildung 105: Böschungsbereich Agums August 2005.....	70
Abbildung 106: Teilstück des Vlieses Agums August 2005.....	70
Abbildung 107: Böschungsbereich nach näherer Begutachtung Agums August 2005	71
Abbildung 108: Durchwurzelung des Vlieses Agums August 2005.....	71
Abbildung 109: Zustand des Böschungsbereiches Agums August 2005	71
Abbildung 110: Ausfall des Bewuchses Agums August 2005.....	71
Abbildung 111: Scheinbegrünung der Bewehrten Erde Agums August 2005	72
Abbildung 112: Alternative Steinmauer Agums August 2005.....	72
Abbildung 113: Karte Meran und Katharinaberg (Quelle: Google Maps)	73
Abbildung 114: Errichtung der Gabionen (Foto: FLORINETH 1985)	74
Abbildung 115: Nach Begrünung (Foto: FLORINETH 1985).....	74
Abbildung 116: Skizze Gabionen (Quelle: FLORINETH 2004)	75
Abbildung 117: Böschung Katharinaberg August 2005.....	75
Abbildung 118: Weiden Katharinaberg August 2005	75

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lufttemperatur Krems 2006 (Quelle: [33])	25
Tabelle 2: Niederschlag Krems 2006 (Quelle: [33])	26
Tabelle 3: Mischung, Humus und RMH Verhältnis	30
Tabelle 4: Abmessungen der einzelnen Systeme für den Lärmschutzsteilwall Seebarn/Krems.....	50

9 Literaturverzeichnis

- [BEG94] BEGEMANN W. und SCHIECHTL H. M. (1994): Ingenieurbiologie: Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau, 2. Aufl., Bauverlag GmbH, Wiesbaden, Berlin
- [FLOR04] FLORINETH F. (2004): Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin
- [FOR06] FORSTER Metallbau GmbH (2006): Lärmschutz aus Aluminium
- [FUC06] FUCHS S. (2006): Großversuch an einem Lärmschutzsteilwall – Dokumentation des Bauablaufes. Diplomarbeit am Institut für Geotechnik, Universität für Bodenkultur Wien
- [GIL10] GILLI M. (2010): Vegetationsentwicklung am Lärmschutzsteilwall in Seebarn- Krems/Niederösterreich, Masterarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur Wien
- [HEC01] HECKER U. (2001): Bäume und Sträucher, BLV Handbuch, München
- [HÖR02] HÖRANDL E., FLORINETH F., und HADACEK F. (2002): Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten, Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Wien
- [KAL99] KALIVODA M. (1999): Verkehrslärmschutz in Österreich
- [ÖBRV96] Österreichischer Baustoff Recycling Verband (1996): Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen
- [ÖNORM5004] Österreichisches Normungsinstitut (2008): ÖNORM S 5004 Messung von Schallimmissionen
- [PRE06] PRESSLER C. (2006): Großversuch an einem Lärmschutzsteilwall – Messtechnische Begleitung, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik, Universität für Bodenkultur Wien
- [RIE06] RIEDER Betonwerk GmbH (2006): Lärmschutz

[SCH92] SCHIECHTL H. M. und STERN R. (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau – Eine Anleitung für ingenieurbioologische Bauweisen, Österr. Agrarverlag, Wien

[SCH96] SCHLÜTER U. (1996): Pflanze als Baustoff – Ingenieurbioologie in Praxis und Umwelt, 2. Aufl., Patzer Verlag, Berlin

[STE06] STEINGASSNER M. P. (2006): Großversuch an einem Lärmschutzsteilwall – Geotechnische Begleitung, Diplomarbeit am Institut für Geotechnik, Universität für Bodenkultur Wien

[WEI07] WEINWURM St. (2007): Untersuchungen von verschiedenen bepflanzten Lärmschutzdämmen in Seebarn bei Krems/Niederösterreich, Diplomarbeit am Institut für Ingenieurbioologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur Wien

[WOL5] WOLF G. (2005): Straßenplanung, 7. Aufl., Werner Verlag, München

Quellennachweis

[9] www.sent-online.ch/fluors/frus_chers/pages/amelanchier_ovalis.html

[10] www.sent-online.ch/fluors/frus_chers/pages/prunus_spinosa.html

[11] www.sent-online.ch/fluors/frus_chers/pages/rhamnus_catharica.html

[12] www.sent-online.ch/fluors/frus_chers/pages/rosa_canina.html

[13] www.sent-online.ch/fluors/frus_chers/pages/viburnum_lantana.html

[14] http://green-24.de/forum/files/thumbs/t_img_0128_210.jpg

[15] www.vrtnarstro-pustovrh.si/caragana_arborescens_pendula.htm

[16] www.bruehlmeier.info/1293.htm

[17] www.blumensamen.de/lexikon/bilder/1073836768cornus%20sanguinea.jpg

[18] www.floralimages.co.uk/images/viburnum_lantana_538.jpg

[19] www.sumfak.hr/~botanika/projekt00237/0008a.jpg

- [20] www.komsta.net/walls/prunuss-1280.jpg
- [21] www.floralimages.co.uk/images/ligustrum_vulgare_b70.jpg
- [22] www.roseraieduvaldemarne.com/roseraie_internet/UserFiles/Image/Rosa_cannina.jpg
- [23] www.flogaus-faust.de/photo/rhamcar0.jpg
- [24] www.flogaus-faust.de/e/liguvul0.htm
- [27] http://www.die-forstpflanze.de/images/product_images/original_images/50208_1.jpg
- [28] http://www.die-forstpflanze.de/images/product_images/original_images/50208_0.jpg
- [30] RÜEGGER Systeme AG, Ecowall – System, 2005
- [31] ZEH H. (2010): Ingenieurbiologische Bauweisen im naturnahen Wasserbau, Bundesamt für Umwelt (BAWU), Bern
- [32] http://www.baubegriffe.com/B_Das_kleine_Baulexikon/B3_Das_kleine_Baulexikon/b3_das_kleine_baulexikon.html
- [33] http://www.zamg.ac.at/eu2006/de/klima_krems.html.de
- [34] <http://www.autosnelwegen.nl>
- [35] www.umweltbundesamt.at
- [36] <http://de.wikipedia.org/wiki/Lärmschutzwand>