

Vegetationsentwicklung am Lärmschutzsteilwall in Seebarn-Krems/Niederösterreich

Masterarbeit

Eingereicht von:

Michaela Gilli

419 9300421

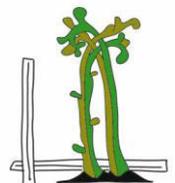
Betreuung:

o. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth



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

UNIVERSITÄT FÜR
BODENKULTUR WIEN



Institut für Ingenieurbiologie
und Landschaftsbau

Wien, Juli 2010

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde die Vegetationsentwicklung am Lärmschutzsteilwall in Seebarn bei Krems in Niederösterreich untersucht. In Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur wurde im Jahr 2005 der Steilwall als Versuchsgelände unter Verwendung unterschiedlicher Systeme und Materialien errichtet und im darauffolgenden Jahr begrünt. Aufgrund der nicht zufrieden stellenden Entwicklung der Bepflanzung des Jahres 2006 wurden im Zuge dieser Masterarbeit im Frühjahr 2009 Nachpflanzungen vorbereitet und am Steilwall durchgeführt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die schwierigen Wuchsbedingungen des Standortes gelegt. Im September 2009 sowie im Mai 2010 wurden Zustandsanalysen vor Ort durchgeführt, um die Vitalität der gesetzten Pflanzen zu ermitteln. Die Auswertungen der Daten ergaben einerseits, dass die verwendeten Gehölzarten unterschiedliche Eignung für die Bepflanzung des Lärmschutzsteilwalls aufweisen. Andererseits zeigte der Vergleich der Ergebnisse der Jahre 2009 und 2010 Verschiedenheiten in der Entwicklung der Pflanzenarten. Des Weiteren belegten die Resultate einen Zusammenhang zwischen den verwendeten Systemen der einzelnen Lärmschutzwall-Abschnitte sowie dem Zustand der Pflanzen. Für die Bepflanzung am besten geeignet erwies sich das System Terramesh. Die Gehölze *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* erzielten ihrerseits die besten Ergebnisse.

ABSTRACT

This master thesis is about the development of the vegetation at the steep noise protection embankment in Seebarn nearby Krems in Lower Austria. In cooperation with the University of Natural Resources and Applied Life Sciences the steep mound was built as testing ground, using different systems and materials, in 2005. In the following year it was vegetated. Due to nonsatisfying results of the development of the plants, it was part of this master thesis to prepare and accomplish re-planting of the steep noise protection system in spring 2009. To enable appropriate cultivation, it was important to turn attention to the difficult conditions of that location. In order to observe the vitality of the plants, examinations of the groves at the noise protection mound were accomplished in autumn 2009 as well as in May 2010. The results showed that the used plants feature a different ability to the cultivation of the steep mound. On the other hand a comparison of the outcome of the examinations of 2009 and 2010 indicated divergences in the development of the plants. A further conclusion documents the connection between the system used in the different sections and the condition of the groves. The system Terramesh as well as the plants *Ligustrum vulgare* and *Rosa canina* showed the best results.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	I
ABSTRACT	I
DANKSAGUNG	6
1 EINLEITUNG	7
2 GRUNDLAGEN & DEFINITIONEN	8
2.1 LÄRM UND SCHALL	8
2.1.1 WAS SIND LÄRM UND SCHALL?	8
2.1.2 STRAßENVERKEHRSLÄRM	9
2.1.3 MEDIZINISCHE ASPEKTE DES LÄRMS	10
2.1.4 WIRTSCHAFTLICHE FOLGEN DES LÄRMS	11
2.1.5 RECHTLICHE GRUNDLAGEN DES LÄRMSCHUTZES	12
2.1.5.1 EU-Richtlinien	12
2.1.5.2 Lärmschutz im österreichischen Recht	12
2.2 MÖGLICHKEITEN DER LÄRMMINDERUNG	14
2.2.1 LÄRMMINDERUNGSMABNAHMEN	14
2.2.1.1 Gesetzliche Regelungen	14
2.2.1.2 Raum- und Verkehrsplanung	14
2.2.1.3 Emissionsminderung am Fahrzeug	15
2.2.1.4 Lärmindernder Fahrbahnbelag	16
2.2.1.5 Bauliche Schutzmaßnahmen	16
2.2.1.6 Lärminderung durch Bepflanzung	17
2.2.2 TECHNISCHE LÄRMSCHUTZSYSTEME	17
2.2.2.1 Physikalische Grundlagen der Schallausbreitung	17
2.2.2.2 Arten von Lärmschutzanlagen	17
2.2.2.3 Anforderungen an Lärmschutzsysteme und deren Wirkung	26
2.3 BEPFLANZUNG VON LÄRMSCHUTZANLAGEN	29
2.3.1 STANDORTFAKTOREN AN STRAßEN	29
2.3.2 SCHADSTOFFE UND PFLANZEN	30
2.3.3 BEGRÜNUNG VON LÄRMSCHUTZSYSTEMEN	32
2.3.3.1 Pflanzenauswahl	32
2.3.3.2 Pflegemaßnahmen	36
2.3.4 WIRKUNGEN DER BEPFLANZUNG	36
2.3.4.1 Lärminderungswirkung	36
2.3.4.2 Lärmpegelvermindernde Pflanzenarten	39
2.3.4.3 Schadstoffbindende Wirkung	40

3	UNTERSUCHUNGSSTANDORT	41
3.1	GEOGRAFISCHE LAGE	41
3.2	KLIMATISCHE BEDINGUNGEN	42
3.2.1	NIEDERSCHLAG	42
3.2.2	RELATIVE LUFTFEUCHTE	43
3.2.3	LUFTTEMPERATUR	43
3.2.4	WIND	44
3.3	VERSUCHSPROJEKT LÄRMSCHUTZSTEILWALL SEEBARN	45
3.3.1	AUFBAU DES LÄRMSCHUTZSTEILWALLS	45
3.3.2	BEGRÜNUNG DES LÄRMSCHUTZWALLS	49
3.3.3	ERGEBNISSE NACH EINEM JAHR	50
3.3.4	ERGEBNISSE NACH DREI JAHREN	50
3.3.4.1	Ergebnisse des Pflanzenwachstums	50
3.3.4.2	Empfehlungen für Nachpflanzungen	51
4	NACHPFLANZUNGEN AM LÄRMSCHUTZSTEILWALL	52
4.1	VORBEREITUNG DER NACHPFLANZUNGEN IM APRIL 2009	52
4.1.1	ARTENAUSWAHL	52
4.1.2	PFLANZENBESCHREIBUNGEN	52
4.1.3	ANKAUF DER PFLANZEN	57
4.1.4	AUFZUCHT DER SÄMLINGE	58
4.2	NACHPFLANZUNGEN AM LÄRMSCHUTZSTEILWALL IM JUNI 2009	60
4.2.1	ANORDNUNG DER GEHÖLZE	61
4.2.2	DURCHFÜHRUNG DER NACHPFLANZUNGEN	67
4.2.3	BEWÄSSERUNG	69
5	UNTERSUCHUNGSMETHODEN	70
5.1	VITALITÄTSBEURTEILUNG	70
5.1.1	WAS BEDEUTET VITALITÄT?	70
5.1.2	KRONENZUSTAND-ERHEBUNG	71
5.1.3	KRONENZUSTAND-STUFEN NACH BRAUN UND MAUSER	71
5.2	MESSUNG DER SPROSSLÄNGEN	73
5.3	MESSUNG DER BASISDURCHMESSER	74
6	ERGEBNISSE DER VEGETATIONSANALYSEN /SEPTEMBER 2009	75
6.1	VITALITÄT	75
6.1.1	VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT D1 (SYSTEM TERRAMESH)	75
6.1.2	VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT F1 (SYSTEM POLYSLOPE S)	82

6.1.3	VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT G1 (SYSTEM VECTOR WALL GRÜN)	87
6.1.4	VERGLEICH DER ABSCHNITTE D1, F1, G1 (SYSTEME TERRAMESH, POLYSLOPE S, VECTOR WALL GRÜN)	92
6.1.5	EIGNUNG DER VIER GEHÖLZARTEN NACH 3 MONATEN	95
6.1.6	VITALITÄT UND LAGE	97
6.2	SPROSSLÄNGEN	98
6.3	BASISDURCHMESSER	100
7	ERGEBNISSE DER VEGETATIONSANALYSEN /MAI 2010	102
7.1	VITALITÄT	102
7.1.1	VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT D1 (SYSTEM TERRAMESH)	102
7.1.2	VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT F1 (SYSTEM POLYSLOPE S)	107
7.1.3	VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT G1 (SYSTEM VECTOR WALL GRÜN)	111
7.1.4	VERGLEICH DER ABSCHNITTE D1, F1, G1 (SYSTEME TERRAMESH, POLYSLOPE S, VECTOR WALL GRÜN)	116
7.1.5	EIGNUNG DER VIER GEHÖLZARTEN NACH 11 MONATEN	120
7.1.6	VITALITÄT UND LAGE	121
7.2	SPROSSLÄNGEN	122
7.3	BASISDURCHMESSER	124
8	VERGLEICH DER VEGETATIONSERGEBNISSE NACH 3 UND 11 MONATEN	126
8.1	VITALITÄT	126
8.2	SPROSSLÄNGEN	130
8.3	BASISDURCHMESSER	131
9	RESÜMEE UND EMPFEHLUNGEN	132
9.1	EIGNUNG DER VIER GEHÖLZARTEN	132
9.2	EIGNUNG DER DREI AUFBAUSYSTEME	134
9.3	EMPFEHLUNGEN	135
10	LITERATURVERZEICHNIS	136
11	INTERNETQUELLEN	138
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	139
13	TABELLENVERZEICHNIS	142
14	ANHANG	143
14.1	AUFNAHMEBOGEN SEPTEMBER 2009	143
14.2	AUFNAHMEBOGEN MAI 2010	150

DANKSAGUNG

Mein herzlichster Dank gilt:

Herrn o. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth

für die fachliche Betreuung

Herrn Eggenberger und seinem Team

für die Unterstützung und die gute Zusammenarbeit bei den Nachpflanzungen

Herrn Wiesenhofer und Herrn Reisinger

für die reibungslose Koordination am Versuchsgelände der Teerag-Asdag

Meinem Mann, **Herrn Dr. Alexander Müllner-Gilli**

für die tatkräftige Unterstützung bei den Aufnahmen und die technische Hilfe

1 EINLEITUNG

Der Straßenverkehr zählt heute zu den größten Beeinträchtigungen für Mensch und Umwelt. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Zahl der Kraftfahrzeuge stark erhöht und die Tendenz ist weiterhin steigend. Mit zunehmendem Verkehrsaufkommen nimmt auch die Belastung der Bevölkerung durch Abgase, Feinstaub und Lärm zu. Diese beeinträchtigen sowohl die Lebensqualität als auch die Gesundheit der BewohnerInnen.

Die negativen Auswirkungen von Schadstoffen wurden schon vor einigen Jahrzehnten erkannt. Als Gegenmaßnahme wurden beispielsweise bleifreie Treibstoffe eingeführt. Auch technische Fortschritte, wie etwa der Einbau von Staubpartikelfiltern in Kraftfahrzeuge, wurden in den letzten Jahren gebräuchlich, um die gesundheitliche Belastung durch den Straßenverkehr zu reduzieren.

Die nachteiligen Effekte des Lärms wurden jedoch lange Zeit unterschätzt. Erst in den letzten Jahren kommt dem Thema des Lärmschutzes größere Beachtung zu. Die Wirkungen gehen jedenfalls weit über das Störungsempfinden gegenüber dem Lärm hinaus. Zahlreiche Untersuchungen ergaben, dass erhöhte Geräuschbelastungen die Gesundheit sowohl physiologisch als auch psychologisch beeinträchtigen können. Auch wenn dem medizinischen Aspekt der Lärmproblematik prioritäre Bedeutung zukommt, sollten die vielfältigen negativen Folgen auf die Wirtschaft nicht außer Acht gelassen werden.

Aus diesen Gründen kommt dem Lärmschutz besondere Bedeutung zu. Dieser ist in unterschiedlichen Handlungsbereichen möglich. Auf dem Gebiet der Legislative wurden sowohl auf nationaler Ebene als auch seitens der Europäischen Union Gesetze bzw. Richtlinien verabschiedet, die beispielsweise Grenzwerte für Lärmpegel festsetzen. Desweiteren kann die Raumplanung durch geeignete Flächennutzungspläne genauso zum Lärmschutz beitragen wie die Verkehrsplanung etwa durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs. Auch technische Maßnahmen am Fahrzeug selbst und am Fahrbahnbelag können die Lärmbelastung verringern. Nicht zuletzt soll die Errichtung von Lärmschutzanlagen die AnrainerInnen vor hohen Geräuschpegeln schützen.

Die verschiedenen Arten von technischen Lärmschutzbauwerken (z.B. Schallschutzwände) werden im Rahmen dieser Masterarbeit erörtert, wobei das Hauptaugenmerk auf den Lärmschutzwall gerichtet ist. Außerdem kommt dem Thema der Bepflanzung von Lärmschutzsystemen und deren Wirkungen eine besondere Bedeutung zu. Grundlage für die eingehenden Untersuchungen stellt der Lärmschutzsteilwall auf einem Versuchsgelände in Seebarn bei Krems in Niederösterreich dar.

2 GRUNDLAGEN & DEFINITIONEN

Die folgenden Kapitel dienen dem Einstieg in das Thema des Lärmschutzes. Darin werden einige wesentliche Begriffe definiert und die Grundlagen des Schallschutzes näher erläutert.

2.1 LÄRM UND SCHALL

2.1.1 WAS SIND LÄRM UND SCHALL?

Lärm ist unerwünschter Schall. Genauer definiert sich Lärm als störender, belästigender oder gefährdender Schall. An diesen Definitionen kann man erkennen, dass es sich beim Lärm nicht um ein physikalisches, sondern um ein subjektives Phänomen handelt (vgl. HOFFMANN, 2002, S. 13).

Lärm ist objektiv nicht messbar. Es handelt sich um keine physikalische Größe, sondern resultiert aus der subjektiven Bewertung von Schallereignissen (Geräuschen), denen der Hörer bzw. die Hörerin zumeist negativ gegenübersteht. Schall und Geräusche lassen sich hingegen objektiv messen (vgl. KRELL, 1990, S. 15).

Was aber ist nun **Schall**? Ausgehend von einer Quelle (z.B. Kfz-Motor) wird Schall durch Schwingungen hervorgerufen. Die wellenförmige Ausbreitung erfolgt über ein Medium. Dieses kann von gasförmiger (z.B. Luft), flüssiger (z.B. Wasser) oder fester (z.B. Wände) Konsistenz sein. Durch die Übertragung der Schwingungen der Schallquelle entstehen Druckschwankungen, die vom menschlichen Ohr als Schall wahrgenommen werden. Je nach Ausbreitungsmedium ist die Schallgeschwindigkeit unterschiedlich (vgl. RANSMAYR, 2003, S. 3).

Somit kann man Schall oder Geräusch als objektive, physikalisch messbare Größe „hinter“ der subjektiven, nicht physikalisch messbaren Größe Lärm bezeichnen (vgl. KLIPPEL, 1984, S. 56).

AKUSTISCHE GRUNDBEGRIFFE

Wie bereits erörtert, wird Lärm als subjektiv empfunden, dessen Wahrnehmung von Person zu Person unterschiedlich ist. Maßgeblich für die Beurteilung von Schall sind die Betroffenen und deren persönliche Empfindungen. Es gibt Geräusche, wie etwa das Plätschern eines Baches, die als angenehm empfunden werden und andere, wie z.B. der Straßenverkehr, die als sehr störend erachtet werden (vgl. BRAMIGK, 1992, S. 4 f).

Für den Höreindruck sind die Lautstärke und die Tonhöhe von besonderer Bedeutung. Die **Lautstärke** ist von der Größe des Schalldrucks abhängig. Bei gleicher Tonhöhe wird ein Geräusch umso lauter empfunden, je größer der Schalldruck ist. Die **Tonhöhe** eines Schalls wird durch die Häufigkeit der Druckschwankungen begründet. Die Anzahl der Druckschwankungen pro Sekunde wird als Frequenz bezeichnet und in der Einheit „Hertz (Hz)“ angege-

ben. Ein Ton wird umso höher empfunden, je größer die Frequenz desselben ist (vgl. HOFFMANN, 2002, S. 13).

Um Geräusche unterschiedlicher Art zu bewerten und damit verbundene Grenzwerte festsetzen zu können, ist für eine allgemeine Bewertung von Schallereignissen eine objektive Größe erforderlich. Es handelt sich dabei um die Maßeinheit Dezibel (vgl. LOSERT, 1994, S. 6).

Im Folgenden werden einige wesentliche akustische Grundbegriffe definiert (vgl. BRAMIGK, 1992, S. 4 f):

- **Dezibel (dB):** bezeichnet die Höhe des Geräuschpegels
- **A-Bewertung (A):** nicht alle Frequenzen werden durch das Ohr gleich laut wahrgenommen. Die A-Bewertung berücksichtigt diese frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs.
- **Pegel, A-Schallpegel (LA):** Höhe der Lautstärke eines A-bewerteten Geräusches
- **Emissionspegel (LE):** Höhe des Pegels, die eine Quelle (z.B. Fahrzeug) abstrahlt
- **Immissionspegel (Li):** jener Pegel, der am Ort des Betroffenen auftritt

2.1.2 STRAßENVERKEHRSLÄRM

Der Straßenlärm ist die bedeutendste Lärmquelle Europas. Ein Großteil davon ist dem Individualverkehr zuzurechnen. Die Belastung durch den Straßenverkehr ist durch zwei gegenläufige Entwicklungen gekennzeichnet. Einerseits führen technische Verbesserungen an Kraftfahrzeugen zu einer Verringerung der Beeinträchtigungen, andererseits wird eine Zunahme der Kfz-Zahlen sowie der Gesamtfahrleistungen verzeichnet. Seit 1960 hat sich der Personenverkehr annähernd verdreifacht und der Güterverkehr mehr als verdoppelt. Die Tendenz ist steigend (vgl. HOFFMANN, 2002, S. 8 f).

Die Lärmbelastung des Straßenverkehrs wird zum einen durch die Gesamtzahl der Fahrzeuge und zum anderen durch die Zusammensetzung der Fahrzeugarten (Pkw/Lkw) bestimmt. Aufgrund der häufig vorkommenden ungekapselten Motoren der Lastkraftwagen sind diese besonders laut und somit störend (vgl. LOSERT, 1994, S. 5).

Die beiden wesentlichen Faktoren des abgestrahlten Schalls eines Fahrzeuges sind das Roll- und das Antriebsgeräusch. Das **Antriebsgeräusch** setzt sich aus mehreren Anteilen, wie etwa jenen des Ansaugtraktes oder des Motors, zusammen. Mit steigender Motordrehzahl erhöht sich sowohl der nach innen als auch der nach außen abgegebene Schallpegel. Das **Rollgeräusch** wird von den Reifen und der Fahrbahn erzeugt. Die Höhe des Lärmpegels wird durch Reifenart und Fahrbahnbelag bestimmt und wächst mit der Fahrgeschwindigkeit. Bei einer Geschwindigkeit um 50 km/h sind Roll- und Antriebsgeräusch etwa gleichstark. Darüber wird das Rollgeräusch dominierend (vgl. BRAMIGK, 1992, S. 6 f).

2.1.3 MEDIZINISCHE ASPEKTE DES LÄRMS

Robert KOCH, der Entdecker der Tuberkulose, tätigte um die Jahrhundertwende folgenden Ausspruch: „*Eines Tages wird der Mensch den Lärm ebenso unerbittlich bekämpfen müssen wie die Cholera und die Pest.*“ (KOCH, zit. nach MARTH, 1991, S. 19)

Lärm kann sich auf die folgenden zwei Arten auf die Gesundheit auswirken:

- **Aurale Wirkungen:** es handelt sich dabei um direkte negative Einwirkungen am Gehörorgan selbst. Bei Überschreiten eines Schallpegels von 85 dB(A) ist mit Hörschäden zu rechnen (vgl. HOFFMANN, 2002, S. 9).
- **Extraaurale Wirkungen:** darunter versteht man Reaktionen des Körpers außerhalb des Gehörorgans, wie etwa Nervosität (vgl. HOFFMANN, 2002, S. 9).

Aufgrund eines Schallpegels von 60 dB(A) bis 70 dB(A) weist der Straßenverkehrslärm in erster Linie extraaurale Wirkungen auf. Es handelt sich dabei um Beeinträchtigungen sowohl im physiologischen als auch im psychologischen Bereich (vgl. BUNA, 1988, S. 2).

Folgende Tabelle soll einen Überblick über die wichtigsten physiologischen und psychologischen Wirkungen des Lärms geben.

Physiologische Lärmwirkungen	Psychologische Lärmwirkungen
Herz-Kreislauf Probleme	Belästigung
Blutdruckerhöhungen	Stress, Nervosität, Angespanntheit
Verringerung der Schlafentiefe	Leistungsbeeinträchtigung
Kopfschmerzen	Niedergeschlagenheit
Gehörschäden	Störungen der Kommunikation
Vegetative Funktionsstörungen	Psychosomatische Symptome

Tabelle 1: Beispiele für physiologische und psychologische Lärmwirkungen

Quelle: HOFFMANN, 2002, S. 8

Der Begriff der Lärmempfindlichkeit kann als grundlegende Einstellung gegenüber Geräuschen im Allgemeinen beschrieben werden. Belästigung kann als Einstellung gegenüber einem bestimmten Geräusch oder Umgebungslärm definiert werden (vgl. ISING, 1993, S. 168).

Die **Lärmempfindlichkeit** ist nicht nur von Mensch zu Mensch verschieden, sondern verändert sich auch mit dem Alter, der Tageszeit und der körperlichen und seelischen Verfassung. Generell kann gesagt werden, dass die Beeinträchtigungen durch Straßenverkehrslärm mit zunehmendem Alter steigen. Hinsichtlich der **Tageszeit** wurde festgestellt, dass der Mensch nachts um etwa 10 dB(A) empfindlicher ist als tagsüber (vgl. KRELL, 1990, S. 34 ff).

Aus diesem Grund ist der für die Berechnungen der Schallimmissionen heranzuziehende A-bewertete Dauerschallpegel für:

- **Tag** (verkehrsstärkste 8 Stunden im Zeitabschnitt 6 bis 22 Uhr) und
- **Nacht** (Zeitintervall 22 bis 6 Uhr)

zu berechnen und anzugeben (vgl. LANG, 1999, Teil 2, S. 4).

Die folgende Tabelle zeigt die Schwellenwerte für Belästigungen bzw. Störungen bei Tag und Nacht auf.

Schwellenwerte in dB(A)		
Tag	bis 50	keine Belästigung
	bis 55	anzustrebendes Ziel des Lärmschutzes
	60 – 65	Belästigung von Bedeutung
Nacht	bis 45	keine Schlafstörung
	55 – 60	Belästigungen und Schlafstörungen

Tabelle 2: Schwellenwerte für Tag und Nacht

Quelle: AECHERLI, 2004, S. 18

Aufgrund der erhöhten Empfindlichkeit gegen Lärmeinwirkung in der Nacht ist ein Nachtfahrverbot für Lkw vom medizinischen Standpunkt zu unterstützen. Nach ersten Erfahrungen wurden deutliche Entlastungen der Betroffenen festgestellt (vgl. MARTH, 1991, S. 30).

2.1.4 WIRTSCHAFTLICHE FOLGEN DES LÄRMS

Bei Betrachtung der wirtschaftlichen Folgen des Lärms ist zu berücksichtigen, dass diese weit über die Kosten für Lärmschutzmaßnahmen hinausgehen. Die folgende Auflistung gibt eine Darstellung der wesentlichen Kostenkomponenten der lärmbedingten wirtschaftlichen Auswirkungen wieder.

Auswirkungsbereich	Kostenkomponenten
Gesundheit	Medizinische Behandlungen Vermehrte Krankenstände
Wohnen	Verminderung der Immobilienpreise Schallschutzmaßnahmen (z. B. Fenster)
Beruf	Geringere Leistungsfähigkeit des Personals
Freizeit / Tourismus	Lärmfluchtkosten Umsatzausfälle (Attraktivitätsverlust)
Raumplanung	Verluste von potentiellen Wohngebieten
Infrastruktur	Lärmschutzmaßnahmen

Tabelle 3: Lärmbedingte wirtschaftliche Kostenkomponenten

Quelle: HOFFMANN, 2002, S. 11

2.1.5 RECHTLICHE GRUNDLAGEN DES LÄRMSCHUTZES

2.1.5.1 EU-RICHTLINIEN

Im Bereich des Lärmschutzes wird seitens der Europäischen Union ausschließlich die Rechtsform der Richtlinie verwendet. Diese Richtlinien sind von den Mitgliedsstaaten innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens umzusetzen (vgl. KIND, 1999, S. 51 ff).

Aufgrund der Bedeutung des Straßenverkehrslärms werden auf EU-Ebene Maßnahmen zur Bekämpfung des Lärms vorrangig durch Festlegung von Geräuschemissionswerten für Kraftfahrzeuge umgesetzt. Es werden Grenzwerte für verschiedene Fahrzeugkategorien (Pkw, Lkw, Busse, Krafträder) festgelegt. Als Beispiel sei hier die Richtlinie mit der Bezeichnung **Kraftfahrzeug-RL 70/157/EWG** genannt (vgl. KIND, 1999, S. 51 ff).

Eine weitere wichtige Maßnahme im Bereich der Lärmbekämpfung auf Ebene der Europäischen Union stellt die **EU-Umgebungslärmrichtlinie** dar. Sie verpflichtet die Mitgliedsstaaten einerseits zur Ermittlung der Belastung der Bevölkerung durch Umgebungslärm, andererseits zur Erstellung von Aktionsplänen zur Vermeidung und Verminderung von Lärm. Unter Umgebungslärm versteht man unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, unter anderem durch den Straßenverkehr (vgl. <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/laerm/umgebungslaerm/ziel/>, 09.09.2009). Die sogenannte Umgebungslärmrichtlinie mit der Benennung **Richtlinie 2002/49/EG** trat 2002 in Kraft und verpflichtete die Mitgliedsstaaten diese bis 2004 in innerstaatliches Recht umzusetzen (vgl. STRICK, 2006 S. 9).

2.1.5.2 LÄRMSCHUTZ IM ÖSTERREICHISCHEN RECHT

GESETZE

In Österreich existiert bis dato zwar kein allgemeines Gesetz zum Schutz vor Lärm, jedoch finden sich im österreichischen Recht zahlreiche Bestimmungen über Lärmemissionen und -immissionen. Die Zuständigkeiten liegen beim Bund oder bei den Ländern. Die wichtigsten Gesetze, die den Schutz vor Straßenverkehrslärm betreffen, sind der folgenden Tabelle zu entnehmen (vgl. <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/laerm/laermschutz/09.09.09>).

Zuständigkeitsbereich Bund	Zuständigkeitsbereich Länder
Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch	Raumplanung
Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz	Bauordnung
Straßenverkehrsordnung	
Kraftfahrgesetz	
Kraftfahrgesetz-Durchführungsverordnung	

Tabelle 4: Lärmschutz in den österreichischen Gesetzen

Quelle: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/laerm/laermschutz/>, 09.09.2009

Die **Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung** legt die höchstzulässigen Emissionsgrenzwerte fest. Es handelt sich dabei um die A-bewerteten Schallpegel des Betriebsgeräusches eines Kraftfahrzeuges oder Anhängers (vgl. KALIVODA, 2000, S. 9).

NORMEN

Entsprechend dem Normengesetz aus 1971 dürfen Normen in Österreich ausschließlich vom Österreichischen Normungsinstitut erstellt werden. Sie werden als Ö-Normen bezeichnet. Im Zusammenhang mit Lärmschutz ist die **Ö-Norm S 5021-1** wesentlich. Sie enthält Planungsrichtwerte für zulässige Lärmimmissionen und ist in verschiedene Kategorien des Baulandes (z.B. Ruhegebiet) und Grünlandes (z.B. Parkanlagen) unterteilt (vgl. RANSMAYR, 2003, S. 69 ff).

Im Bereich von Lärmschutzeinrichtungen an Straßen sollten die **Ö-Norm EN 1793-1** zum Thema Schallabsorption und **Ö-Norm EN 1973-2** zum Thema Luftschalldämmung erwähnt werden. Es handelt sich dabei um Teile von Europäischen Normen, die in diese Ö-Normen integriert wurden. Der Inhalt dieser beiden Normen legt die Schallabsorptions- und Luftschalldämmungseigenschaften von Lärmschutzeinrichtungen (z.B. Lärmschutzwänden) an Straßen fest (vgl. https://www.on-norm.at/ecom/;jsessionid=0G5411S5AUODOCQC_AICCFEQ?LANG=DE&_requestid=2062661, 09.09.2009).

RICHTLINIEN

Sowohl Normen als auch Richtlinien haben von sich aus keinen rechtsverbindlichen Charakter. Sie werden erst durch eine Verbindlichkeitserklärung und durch die Veröffentlichung im Bundes- bzw. Landesgesetzblatt Bestandteil des Rechts. Trotzdem handelt es sich bei Ö-Normen und Richtlinien um wichtige gemeinsame Standards und Verfahrensregelungen (vgl. RANSMAYR, 2003, S. 69 ff).

Im Bereich des Lärmschutzes zählen die Richtlinien des ÖAL und der RVS zu den wichtigsten. Die ÖAL-Richtlinien werden vom Österreichischen Arbeitsring zur Lärmbekämpfung erstellt. Die **ÖAL-Richtlinie Nr. 21** (Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung) nimmt Bedacht auf die Wichtigkeit des Lärmschutzes bei der Widmungsfestlegung. Die **ÖAL-Richtlinie Nr. 36** enthält Planungsrichtwerte für Lärmimmissionen und Ratschläge für Lärminderungsmaßnahmen (vgl. RANSMAYR, 2003, S. 69 ff).

Weitere wichtige Richtlinien werden von der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein im Zusammenwirken mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten erarbeitet. Diese werden als Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) bezeichnet. Zum Thema Lärmschutz ist die **RVS 3.02** wesentlich. Diese Richtlinie beinhaltet Angaben über den Einsatz und die Kriterien

für Lärmschutzmaßnahmen und Verfahren für Straßenverkehrslärberechnungen mit einer Gliederung nach Fahrzeugtyp (vgl. KALIVODA, 2000, S. 11).

STRAßENVERKEHRSLÄRMKATASTER

Für eine gezielte Verkehrslärbekämpfung ist die genaue Kenntnis und Analyse von Verkehrslärmdaten und deren Entwicklung entscheidend. Das Umweltbundesamt führt zu diesem Zweck den Straßenverkehrslärmkataster. Dieser bildet ein Instrument zur systematischen Erfassung und Interpretation von Verkehrslärmdaten. An unterschiedlichen Querschnitten von Autobahnen, Schnellstraßen und Bundesstraßen Österreichs wird das Verkehrsaufkommen bei Tag und bei Nacht durch automatische Verkehrszählstellen, die Fahrzeugarten (Pkw oder Lkw) erkennen können, zahlenmäßig erfasst. Des Weiteren wird im Kataster der Lkw-Anteil an den Gesamtverkehrszahlen angegeben (vgl. KALIVODA, 2000, S. 29).

Auch die ÖAL-Richtlinie Nr. 21 nimmt Bezug auf den Inhalt des Lärmkatasters als Grundlage für Widmungsfestlegungen im Zusammenhang mit Lärmschutz (vgl. LANG, 1986, S. 181 f).

2.2 MÖGLICHKEITEN DER LÄRMMINDERUNG

2.2.1 LÄRMMINDERUNGSMAßNAHMEN

In der Lärminderungsplanung gilt der Grundsatz, dass sich der Gesamterfolg der Lärmreduzierung aus der Summe der einzelnen Erfolge ergibt (vgl. LOSERT, 1994, S. 70). Im Folgenden werden einige der wichtigsten Einzelmaßnahmen beschrieben.

2.2.1.1 GESETZLICHE REGELUNGEN

Wie bereits im Kapitel 2.1.5 beschrieben, handelt es sich dabei um die gesetzliche Festlegung von Emissionsgrenzwerten für Verkehrsmittel als auch um höchstzulässige Geräuschimmissionen in Bau- und Wohngebieten. Des Weiteren sollten die gesetzlichen Bestimmungen auch Konsequenzen für die Überschreitung dieser **Grenzwerte** enthalten (vgl. BUNA, 1988, S. 139).

Weitere ordnungsrechtliche Ansatzpunkte zur Lärmverminderung sind durch Verkehrsverbote (z.B. Durchfahrverbote für Lkw), zeitliche **Verkehrsbeschränkungen** (z.B. Nachtfahrverbote) und Geschwindigkeitsbeschränkungen (z.B. Tempo 30-Zonen) möglich (vgl. HABERMEHL, 1995, S. 104 ff).

2.2.1.2 RAUM- UND VERKEHRSPLANUNG

Der beste Weg der **Lärmvorsorge** ist die Lärmbelastigung bereits im Vorfeld zu vermeiden. Dadurch werden nachträgliche Schutzmaßnahmen größtenteils verhindert. Städtebauliche Maßnahmen wie etwa ausreichende Abstände zwischen Emissions- und Immissionsort (z. B. Straße und Wohnbebauung) dienen diesem Zweck (vgl. RANSMAYR, 2003, S. 25).

Bereits in der **Flächennutzungsplanung** müssen bestimmte Nutzungen den vorgesehenen Flächen so zugeordnet werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen vermieden werden. Maßnahmen sind etwa das Fernhalten des Durchgangsverkehrs von Wohngebieten und die Bündelung des Verkehrs auf leistungsfähigen, wohngebietsfernen Straßen (vgl. BAUSCH, 1988, S. 12).

Ein weiteres Instrument der Raumplanung zur Verkehrsverminderung ist die **Nutzungsdurchmischung**. Es geht dabei um die Nähe von Wohn- und Arbeitsplatz, um weite Verkehrsstrecken zum Arbeitsplatz und retour zu vermeiden (vgl. THALGOTT, 1994, S. 140 f). Aber auch die Nahversorgung sollte bei der Nutzungsdurchmischung eingeplant werden. Durch die Erreichbarkeit der Arbeitsstätte und des Nahversorgungsbetriebes zu Fuß oder mit dem Rad, werden viele Autofahrten überflüssig und verhindern somit Straßenverkehrslärm.

Zur Verringerung des Individualverkehrs sind des Weiteren im Bereich der Verkehrsplanung der Ausbau und die Förderung des **Öffentlichen Personennahverkehrs** (ÖPNV) ein wichtiger Aspekt, zumal ein Großteil des Straßenverkehrsaufkommens dem Individualverkehr zuzurechnen ist. Jedoch ist auch eine **Reduzierung des Schwerverkehrs** von großer Bedeutung. Zum einen sollte die Verlagerung von der Straße auf die Schiene gefördert werden, zum anderen ist auch die Bewusstseinsbildung der Bevölkerung ein wichtiges Thema in diesem Zusammenhang. Werden mehr regionale Produkte gekauft, ermöglicht dies viele nicht-gefahrene Kilometer der Lastkraftwagen.

2.2.1.3 EMISSIONSMINDERUNG AM FAHRZEUG

Wie bereits im Kapitel 2.1.2 erläutert, setzt sich das Straßenverkehrsgeschall im Wesentlichen aus dem Antriebs- und dem Rollgeräusch zusammen. Das Antriebsgeräusch erhöht sich mit steigender Motordrehzahl. Das Rollgeräusch wächst mit der Fahrgeschwindigkeit. Es gilt deshalb folgender Grundsatz:

„Leise fahren bedeutet, mit möglichst niedriger Drehzahl zu fahren und frühzeitig in den nächsthöheren Gang zu schalten. Je langsamer darüber hinaus gefahren wird, desto geringer sind die Rollgeräusche.“ (LOSERT, 1994, S. 77 f)

Durch eine Drehzahlreduzierung von 20 % wird das Antriebsgeräusch um 4 dB(A) vermindert. Bei einer umweltfreundlichen Fahrweise lassen sich gegenüber einem „sportlichen“ Fahrstil Pegelminderungen von 10 dB(A) und mehr erzielen. Was zu einer deutlichen Verringerung der Lärmbelastigung führt. Identisch zu den Anforderungen an die lärmarme Fahrweise ist auch die verbrauchssenkende Fahrweise, wodurch sich gleich zwei Vorteile ergeben (vgl. BOHNY, 1986, S. 357).

Im Bereich der technischen Möglichkeiten zur Senkung der **Motorgeräusche** entwickelte die Kraftfahrzeugindustrie, nicht zuletzt aufgrund von Förderungen, Fahrzeuge (Lkw, Pkw und Kleinkraftträder) mit geminderten Geräuschemissionen. Diese Emissionsminderungen werden etwa durch verbesserte Auspuffanlagen, schallabsorbierende Zu- und Abluftkanäle sowie durch Kapselung von Motor und Getriebe erreicht (vgl. KRELL, 1990, S. 153 ff).

Im Bezug auf das **Reifen-Fahrbahn-Geräusch** haben Messungen verschiedener auf dem Markt befindlicher Pkw- und Lkw-Reifen unterschiedlicher Dimensionen und Hersteller gezeigt, dass ein Geräuscheminderungspotential von ca. 3 dB(A) gegeben ist. In Österreich wird deshalb an einem System zur Förderung lärmarmen Reifen gearbeitet, um einen weiteren Schritt in Richtung Lärmreduktion zu gehen (vgl. RAUH, 2003, S. 23).

2.2.1.4 LÄRMMINDERNDER FAHRBAHNBELAG

Neben dem Fahrzeug selbst hat auch die Oberflächenbeschaffenheit der Fahrbahndecke entscheidenden Einfluss auf die Lärmentwicklung. Der Einsatz von **hohlraumreichen Deckschichten** (z.B. Drain-Asphalt) führt zu einer Reduzierung des Lärmpegels. Jedoch beeinträchtigen noch verschiedene technische Probleme den vermehrten Einsatz solcher Deckschichten. Vergleicht man Pflaster- und Asphaltbeläge, so haben Untersuchungen ergeben, dass im Geschwindigkeitsbereich zwischen 20 und 30 km/h eine Pflasterdecke im Vergleich zu einer Asphaltdecke um ca. 2 bis 3 dB(A), im Bereich über 30 km/h sogar bis zu 6 dB(A), lauter ist (vgl. LOSERT, 1994, S. 85).

Für Wohnstraßen, die derzeit mit „lautem“ Kopfsteinpflaster ausgestattet sind, ist aus Sicht des Lärmschutzes, eine Asphaltdecke vorzuziehen. Sollte aber aus Gründen der Ortsgestaltung das Pflaster beibehalten werden, sind Geschwindigkeitsbegrenzungen notwendig (vgl. BRAMIGK, 1992, S. 22).

2.2.1.5 BAULICHE SCHUTZMAßNAHMEN

Bei den baulichen Lärmschutzmaßnahmen wird grundsätzlich zwischen zwei Arten unterschieden. Dem aktiven und dem passiven Schutz.

AKTIVER LÄRMSCHUTZ

Beim aktiven baulichen Lärmschutz handelt es sich um Maßnahmen, die an der Quelle des Lärms getroffen werden. Man versteht darunter Bauwerke (z.B. Lärmschutzwände), die längs einer Straße errichtet werden, um den Schall daran zu hindern, sich geradlinig auszubreiten (vgl. BAUSCH, 1988, S. 15). Aufgrund des Umfangs der Möglichkeiten an technischen Lärmschutzsystemen werden diese in einem eigenen Kapitel (2.2.2) beschrieben.

PASSIVER LÄRMSCHUTZ

Unter passiven Lärmschutz versteht man Verbesserungen des Schallschutzes an Gebäuden. Die folgenden Maßnahmen zählen zu den wichtigsten (vgl. BRAMIGK, 1992, S. 24 f):

- Einbau von Schallschutzfenstern bzw. Verbesserung der Schalldämmung von bereits vorhandenen Fenstern
- Erhöhung der Schalldämmungseigenschaft von Außenwänden, Dächern und Türen
- Anbringung von schallschluckenden Verkleidungen an Terrassen bzw. Balkonen

Fenster stellen oft akustische Schwachstellen dar, da sie zumeist nur eine Schalldämmung von 25 dB(A) aufweisen. In verkehrsbelasteten Wohnbereichen sind jedoch Fenster mit einer

Lärmdämmung von ca. 40 dB(A) erforderlich, welche durch Schallschutzfenster erreicht werden können (vgl. BRAMIGK, 1992, S. 24 f).

2.2.1.6 LÄRMMINDERUNG DURCH BEPFLANZUNG

Aufgrund der Bedeutung der Bepflanzung im Bezug auf Lärmverminderung im Rahmen dieser Masterarbeit wird dieses gesondert im Kapitel 2.3 behandelt und wird hier nur der Vollständigkeit halber angeführt.

2.2.2 TECHNISCHE LÄRMSCHUTZSYSTEME

2.2.2.1 PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DER SCHALLAUSBREITUNG

Die Ausbreitung des Schalls kann durch feste und massive Hindernisse vermindert werden. Die Schallintensität geht jedoch hinter der Barriere (z.B. Lärmschutzwand) nicht auf null zurück, da ein Teil des Schalls um das Hindernis herum gebeugt wird. Je höher die Abschirmung ist, umso mehr wird der Schall verringert. Eine Minderung beginnt aber erst bei der Unterbrechung der Sichtverbindung vom Immissionsort (z.B. Schlafzimmerfenster) zur Straße. Für die Schallausbreitung gelten die folgenden physikalischen Grundlagen (vgl. BRAMIGK, 1992, S.22 f):

- Je näher das Hindernis an der Schallquelle steht, umso größer ist dessen Wirkung.
- Je höher das zu schützende Objekt über dem Niveau der Quelle des Schalls liegt, desto geringer ist die Wirkung der Schutzmaßnahme.
- Je kürzer die Abschirmung, desto geringer ist deren Wirkung, da der Lärm von der Seite eindringt.
- Unterbrechungen in der Lärmschutzanlage (z.B. Toreinfahrten, offene Durchgänge) vermindern deren Wirkung deutlich.

2.2.2.2 ARTEN VON LÄRMSCHUTZANLAGEN

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Möglichkeiten von Lärmschutzsystemen näher erläutert.

LÄRMSCHUTZWALL

Lärmschutzwälle zählen zu den ersten und am längsten bewährten Lärmschutzmaßnahmen. Es handelt sich bei den Erdwällen um eine Maßnahme, die durch eine konstruktiv einfache Gestaltung gekennzeichnet ist. Dadurch entstehen, abgesehen von den Grunderwerbskosten, niedrige Baukosten (vgl. SÄLZER, 1982, S. 60).

Durch Bepflanzungen der Schutzwälle ergibt sich die Möglichkeit einer harmonischen Eingliederung in die Umgebung. Des Weiteren ist der Unterhaltsaufwand gering, da er sich auf die Pflege des Bewuchses beschränkt. Außerdem werden Lärmschutzwälle von den FahrerInnen im Allgemeinen nicht als störende Einengung empfunden, da sie wie Einschnittsböschungen wirken (vgl. KÜHNE, 2005, S. 9).

Beim Erdbau ist zu beachten, dass das eingebaute Schüttmaterial die spätere Begrünung des Walles beeinflusst. Für die Entwicklung der Bepflanzung ist ein ausreichender Wasser-

haushalt zu gewährleisten. Deshalb ist beim Einbau von nicht vegetationsfähigem Kernmaterial der Kern mit einer mindestens ein Meter dicken Schicht aus Bodenmaterial, das keine groben Bestandteile enthält, abzudecken. Eine genauere Beschreibung zum Thema Einbau und Verdichtung der Erdbaustoffe kann den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTV-E-StB) entnommen werden (vgl. KÜHNE, 2005 S. 9).

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für einen Lärmschutzwall an der S1.



Abbildung 1: Lärmschutzwall an der S1

Quelle: http://www.forster.at/uploads/tx_chimgslider/VBAWien1.jpg, 22.09.2009

Erdwälle lassen sich aufgrund eines Neigungswinkels von 1:1,5 und einer weichen Fußausrundung gut in das Landschaftsbild einfügen. Jedoch benötigt der Wall eine große Grundfläche. Bei einer Wallhöhe von 4 m ist eine Basisbreite von 13 m erforderlich (vgl. BEYER, 1982, S. 140).

Nachdem Lärmschutzwälle viel Grundfläche benötigen, werden sie hauptsächlich in weniger dicht besiedelten Gebieten eingesetzt. Außerdem ist zu beachten, dass Lärmschutzwälle bei gleicher schalltechnischer Wirksamkeit höher sein müssen als Lärmschutzwände (vgl. ANDERS, 2001, S. 8).

In der nachstehenden Tabelle sind die wichtigsten Vor- und Nachteile eines Lärmschutzwalles gegenübergestellt.

Vorteile	Nachteile
Hohe Absorption und Schalldämmung	Stark erweiterter Abstand des Schallschirmes zur Schallquelle
Immer beidseitige Absorption	Größere Höhe als bei Wand nötig
Verwendung von Aushubmaterial für Erdkörper möglich	Großer Platzbedarf
Guter Pflanzenstandort	Große Massenbewegungen
Windschutzwirkung	
Gute Einbindung ins Landschaftsbild	
Neuschaffung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere	
Multifunktionalitätspotential (z.B. Geh- und Radwege)	
Extrem lange Lebensdauer	
Geringer Energieaufwand bei der Herstellung	

Tabelle 5: Vor- und Nachteile von Lärmschutzwällen
Quelle: ARNBERGER et al., 1997, S. 40

WÄLLE MIT AUFGESETZTER WAND

Es handelt sich dabei um eine Wall-Wandkombination, die bei eingeschränkten räumlichen Verhältnissen eingesetzt wird, wo für die schalltechnisch notwendige Höhe die erforderliche Breite für einen Wall nicht ausreicht (vgl. ANDERS, 2001 S. 9).

Aus sicherheitstechnischen und ästhetischen Gründen sollte die Höhe des Lärmschutzwalles mindestens zwei Meter betragen und ein Verhältnis Wand- zu Wallhöhe von höchstens 2:5 eingehalten werden. Erdwälle mit aufgesetzter Wand ermöglichen Pegelminderungen bis zu 15 dB(A) (vgl. HABERMEHL, 1995, S. 117).

Die folgende Abbildung zeigt einen Erdwall mit aufgesetzter Lärmschutzwand.



Abbildung 2: Erdwall mit aufgesetzter Lärmschutzwand bei Langenzersdorf

Quelle: <http://www.langenzersdorf.spo.e.at/mediaarchiv//379/media/18032008680.jpg>, 22.09.2009

STEILWALL

Lärmschutzsteilwälle werden vor allem dort eingesetzt, wo die Fläche für Wälle oder Wälle mit Wand zu knapp ist, oder keine zusätzliche Grundfläche erworben werden kann (vgl. ANDERS, 2001, S. 15).

In der Regel bestehen Steilwälle aus Rahmen- bzw. Gerüstkonstruktionen, die aus unterschiedlichen Materialien wie Metall, Holz, Beton oder Kunststoff hergestellt werden. Darüber hinaus können Steilwälle auch aus Drahtsteinkörben (Gabionen) bestehen. Die Hohlräume werden mit Substraten befüllt, um eine spätere Bepflanzung zu ermöglichen. Um einen guten Pflanzenbewuchs zu erzielen, ist es erforderlich, die Wasserhaltefähigkeit des eingefüllten Pflanzsubstrates beachten und auf eine Startdüngung nicht zu verzichten (vgl. KÜHNE, 2005, S. 11 f).

Auch aus Gründen der Vermeidung hoher Unterhaltskosten ist auf eine selbständige Bewässerung des Steilwallsystems zu achten. Für die Aufnahme des Niederschlagswassers ist eine Neigung von ca. 1:6 gegen die Vertikale notwendig. Aus ästhetischen Gründen sollten Steilwälle nur eine beschränkte Höhe aufweisen, da andernfalls eine Integrierung in die Umgebung schwierig ist. Durch einen Lärmschutzsteilwall kann eine Pegelminderung von bis zu 10 dB(A) erreicht werden (vgl. HABERMEHL, 1995, S. 117 f).

Das folgende Foto zeigt ein Beispiel eines begrünten Lärmschutzsteilwall.



Abbildung 3: Beispiel für einen begrünten Steilwall

Quelle: <http://www.lueft.de/refkalender/image/pics/ref09.jpg>, 22.09.2009

HALBWALL

Eine weitere Sonderform des Lärmschutzwalles stellt der Halbwall dar. Auch dieser ist eine Möglichkeit bei mangelndem Flächenangebot.

Dieses System ist durch eine Stützkonstruktion (z.B. aus Beton) an der Straßeninnenseite gekennzeichnet. Zur Straßenaußenseite hin besteht der Halbwall aus Erdmaterial, wodurch eine Bepflanzung ermöglicht wird. Die schallabsorbierende Wirkung ist durch die strukturierte Oberfläche der Stützkonstruktion gegeben. Eine Bepflanzung der Konstruktion an der Straßeninnenseite ist möglich. Des Weiteren gewährleisten der Erdwall selbst und dessen Bepflanzung eine absorbierende Wirkung (vgl. ARNBERGER et al., 1997, S. 42).

Die nachstehende Skizze stellt einen begrünten Halbwall dar.

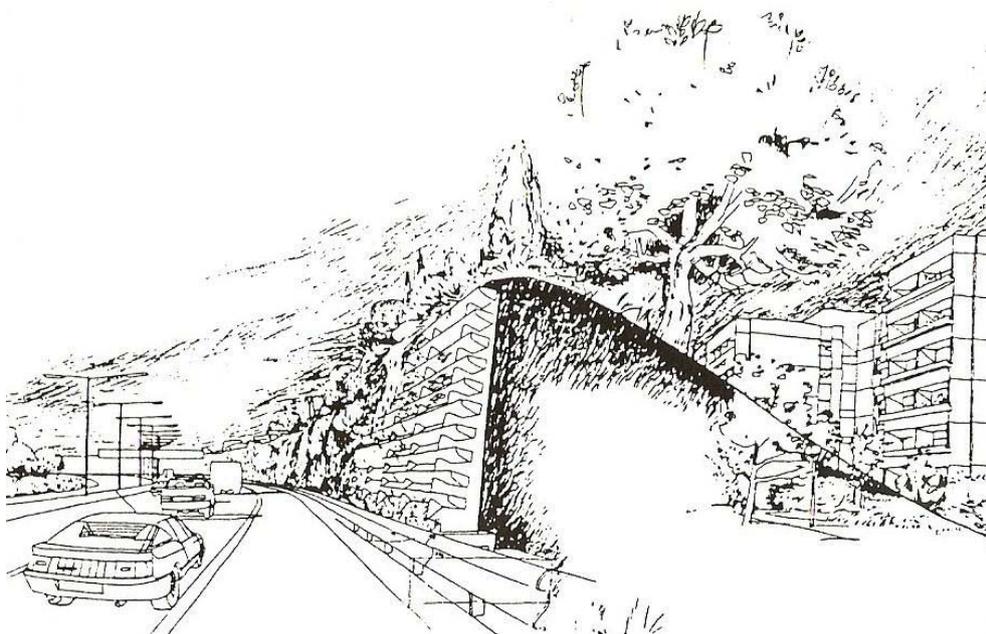


Abbildung 4: Begrünter Halbwall - Skizze

Quelle: BAUSCH, 1988, Seite 55,

LÄRMSCHUTZWAND

Lärmschutzwände werden vor allem aus einem oder mehreren der folgenden Gründe verwendet (vgl. HABERMEHL, 1995, S. 118):

- Es soll an Fläche gespart werden.
- Der verfügbare Platz reicht für andere Lärmschutzsysteme nicht aus.
- Der Schallschirm darf nur über ein geringes Eigengewicht verfügen (z.B. auf Brücken).
- Das Schallschutzsystem muss demontierbar sein.

In der Regel werden Lärmschutzwände auf freier Strecke in einem Abstand von 2,5 m vom Fahrbahnrand aufgebaut. Abweichungen von diesem Regelabstand (z.B. wegen Pfosten von Schilderbrücken) können aus akustischen Gründen zu größeren Wandhöhen führen (vgl. KÜHNE, 2005, S. 13 ff).

Der Regelabstand von Lärmschutzwänden an Straßen auf Erdkörpern oder Brücken beträgt 1,75 m. Aus statischen und ästhetischen Gründen ist die Wandhöhe auf 4 m beschränkt. Es kann mit einer maximalen Pegelminderung von 12 dB(A) gerechnet werden (vgl. HABERMEHL, 1995, S. 118).

Insbesondere aufgrund großer Bauhöhen können Lärmschutzwände erdrückend wirken. Deshalb sollte, vor allem anliegerseitig, auf eine ansprechende Gestaltung geachtet werden. In diesem Zusammenhang spielt die Bepflanzung der Wände eine wichtige Rolle. Eine relativ

gute Eingliederung in die Umgebung kann durch eine beidseitige Bepflanzung erfolgen. Sollte das Flächenangebot Baum- oder Strauchpflanzungen nicht ermöglichen, so wird auf die Verwendung von Kletterpflanzen zurückgegriffen (vgl. KÜHNE, 2005, S. 13 ff).

Nähere Informationen zur Bepflanzung von Lärmschutzsystemen werden im Kapitel 2.3 beschrieben.

Generell sollte eine aufdringliche Gestaltung (z.B. auffällige Farbgebung) vermieden werden. Empfehlenswert ist hingegen die Verwendung ortstypischer Materialien und Elemente. Es ist eine Beschränkung auf wenige Farben und Baustoffe anzustreben (vgl. KÜHNE, 2005, S. 15).

Lärmschutzwände können aus verschiedenen Materialien hergestellt werden. Die gebräuchlichsten sind:

- Aluminium
- Beton
- Holz
- Holzbeton
- Kunststoff
- Transparenter Kunststoff

In den letzten Jahren werden Lärmschutzwände auch häufig aus **Holzbeton** errichtet. Es handelt sich dabei um auf Holzrahmen montierte Schallabsorptionsplatten, welche unterschiedliche Oberflächen (z.B. gerillt, gewellt, Trapezstruktur) aufweisen können. Je nach Beschaffenheit liegt der Absorptionsgrad zwischen 4 dB bei glatter Oberfläche (absorbierend) und maximal 12 dB bei Trapezstruktur (hochabsorbierend). Auch bestehende Lärmschutzwände anderer Materialien können, wenn sie den lärmtechnischen oder optischen Ansprüchen nicht mehr entsprechen, mit Holzbetonplatten verkleidet werden (vgl. http://www.holzbeton.com/cms/front_content.php?idcat=29, 09.07.2010).

Ein Vorteil von Lärmschutzwänden, unabhängig von deren Material, ist die Errichtung nahe der Schallquelle. Dadurch wird ein hoher Schirmwert gewährleistet. Der geringe Platzbedarf kann ebenfalls als vorteilhaft genannt werden. Als allgemeine Nachteile sind die Trennung von Lebensräumen und die erschwerte Schneeräumung zu beachten. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten materialbedingten Vor- und Nachteile (vgl. ARNBERGER et al., 1997, S. 51 ff).

Vorteile	Nachteile
Aluminium	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Einfache Nachrüstung ➤ Hohe Lebensdauer ➤ Aluminiumanteil bis zu 100 % wiederverwertbar ➤ Hoher Anteil von Altaluminium einsetzbar ➤ Neigung der Wand möglich 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verschmutzungsanfällig ➤ Bildung von Rostfahnen möglich ➤ Starke Temperaturschwankungen an der Oberfläche ➤ Lichtreflexionen möglich ➤ Hoher Energieaufwand bei Neuherstellung des Rohstoffs
Beton	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hohe Schalldämmung aufgrund der hohen flächenbezogenen Masse ➤ Raue Oberflächen bieten gute Voraussetzungen für Kletterpflanzen ➤ Sehr lange Lebensdauer ➤ Wiederverwertbarkeit nahezu 100% 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neigungen der Wand aufwendig ➤ Nachrüstung und Reparatur wegen des hohen Systemgewichtes aufwendig ➤ Hoher Energiebedarf bei der Zementherstellung
Holz	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neigung der Wand möglich ➤ Einfache Nachrüstung ➤ Geringe Kosten ➤ Neutrale Wirkung bez. des Landschaftsbildes ➤ Strukturierte Oberflächen bieten gute Voraussetzung für Kletterpflanzen ➤ Nachwachsender und CO₂-neutraler Baustoff ➤ Geringer Energieaufwand bei der Rohstoffgewinnung 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eingeschränkte Lebensdauer ➤ Geringfügige Auswaschungen von Schwermetallen aus imprägnierten Lärmschutzwänden ➤ Spezielle Feuerungsanlagen für kesseldruckimprägniertes Holz nötig ➤ Tlw. Verwendung von Tropenholz ➤ Aufwendige Entsorgung des schwermetallbelasteten Holzes
Kunststoff	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neigung der Wand möglich ➤ Einfache Nachrüstung ➤ Lange Lebensdauer ➤ Thermische Verwertung als Zufeuerung ➤ Einsatz von Altkunststoffen 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Materialbedingte Deformation durch UV-Einstrahlung möglich ➤ Materialbedingte Temperaturschwankungen ➤ Glatte Oberfläche erfordert Klettergerüst für Pflanzen
Transparenter Kunststoff	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neigung der Wand möglich ➤ Einfache Nachrüstung ➤ Aufrechterhaltung der Sichtverbindungen ➤ Lange Lebensdauer 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Geringe Schallabsorption an Innen- und Außenseite ➤ Stark verschmutzungsanfällig ➤ Lichtreflexionen ➤ Bepflanzung widersinnig ➤ Aufprallgefahr für Vögel ➤ Hoher Energieaufwand in der Produktion

Tabelle 6: Materialbedingte Vor- und Nachteile von Lärmschutzwänden

Quelle: ARNBERGER et al., 1997, S. 40

MITTELLÄRMSCHUTZWAND

Aufgrund der Neuheit von Lärmschutzwänden zwischen den Fahrbahnen wird dieses System im Folgenden kurz beschrieben. Mittellärmschutzwände werden zwischen den beiden Richtungsfahrbahnen aufgebaut. Sie sind dann sinnvoll, wenn aufgrund eines ansteigenden Geländes die weiter entfernt gelegene Fahrbahn aus Sicht der höher gelegenen Objekte eingesehen werden kann. Dadurch ist eine ausreichende Schallabschirmung nicht oder nicht ausreichend gegeben. Ist die Errichtung einer schalltechnisch erforderlichen Höhe der Lärmschutzwand am Fahrbahnrand nicht möglich, können durch Mittellärmschutzwände auch höher gelegene Objekte effizient geschützt werden (vgl. <http://www.verkehr.steiermark.at/cms/beitrag/10035025/11160090/>, 14.09.2009)

Die folgende Abbildung zeigt eine Lärmschutzwand zwischen den Fahrbahnen.



Abbildung 5: Beispiel für eine Mittellärmschutzwand

Quelle: <http://www.verkehr.steiermark.at/cms/beitrag/10035025/11160090/>, 14.09.2009

Der Vollständigkeit halber werden nachstehend der Trog und der Tunnel als Lärmschutzsystem beschrieben. Aufgrund der Seltenheit dieser beiden Systeme sind jedoch nur die wichtigsten Eckdaten angeführt.

TROG

Es handelt sich dabei um die Absenkung von Straßen in Troglage, um Wohngebiete vor Straßenverkehrslärm zu schützen. Es ergeben sich bereits durch die Kanten des Gelände-einschnittes Abschirmeffekte. Tröge, die von begrünten Böschungen begrenzt werden, eignen sich sogar für eine vollständige Schallabsorption. Die kostspielige Errichtung dieser Bauwerke als auch der große Flächenverlust sind als Nachteile dieses Lärmschutzsystems zu betrachten (vgl. ANDERS, 2001, S. 38).

Das nachfolgende Foto bildet ein Lärmschutztrog ab.



Abbildung 6: Beispiel für einen Lärmschutztrog

Quelle: ANDERS, 2001, S. 39

TUNNEL

Tunnellösungen sind die schalltechnisch wirksamsten Maßnahmen, da es aufgrund der kompletten Überbauung zu einer vollständigen Abschirmung kommt. Dennoch ist die Realisierung solcher Projekte aus ausschließlich akustischer Sicht selten begründbar, da die Kosten extrem hoch sind. Zusätzlich zu den hohen Errichtungskosten sind auch die laufenden Betriebskosten für Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen, Unfallmeldesystem etc. wesentlich höher als bei anderen Lärmschutzsystemen. Eine etwas weniger aufwendige Variante des Tunnels stellen Teilüberbauungen dar (vgl. SÄLZER, 1982, S. 79 f).

2.2.2.3 ANFORDERUNGEN AN LÄRMSCHUTZSYSTEME UND DEREN WIRKUNG

Die unterschiedlichen Anforderungen an Lärmschutzanlagen werden nachfolgend beschrieben.

LUFTSCHALLDÄMMUNG

Lärmschutzsysteme müssen eine Mindestschalldämmung aufweisen. Jener Schall, der die Lärmschutzanlage durchströmt muss, im Verhältnis zu dem über die Schirmkante gebeugten Schall, vernachlässigbar gering sein. Dies ist der Fall, wenn das bewertete Schalldämmmaß des Lärmschutzsystems um mindestens 10 dB höher ist als die erzielbare Abschirmwirkung. Der Einsatz von Lärmschutzanlagen mit einer Schirmwirkung von weniger als 10 dB ist kaum vertretbar. Nach ÖAL-Richtlinie Nr. 23 und RVS soll das bewertete Schalldämmmaß mindestens 20 dB betragen (vgl. STANI, 1986, S. 102).

Es besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Schalldämmmaß und Flächengewicht. Vor allem bei Wällen, aber auch bei Schwergewichtswänden (z.B. aus Beton), ist ein ausreichendes Flächengewicht für die Schalldämmung gegeben. Bei derartigen Systemen

wird der Schall diese nur bei schlecht verfüllten Steilwällen aus Betonfertigteilen durchdringen. Problematischer sind Lärmschutzwände aus Leichtbaustoffen (vgl. KLIPPEL, 1984, S. 107).

SCHALLABSORPTION

Bei Lärmschutzwänden wird grundsätzlich zwischen absorbierenden und reflektierenden Wänden unterschieden. Absorbierende Wände sind vorteilhafter, da an der lärmzugewandten Seite keine Erhöhung der Emissionen durch Reflexion eintritt. Dadurch kann von einem ca. 1 bis 2 dB(A) geringeren Emissionspegel absorbierender Wänden gegenüber reflektierender Anlagen ausgegangen werden. Bei hohem Lkw-Anteil ist die Schirmwirkung von reflektierenden Wänden gegenüber absorbierenden Systemen deutlich geringer. Es ergibt sich der Effekt, dass die zwischen reflektierender Wand und Lkw-Aufbauten (vor allem bei hohen Kastenaufbauten) entstehenden Mehrfachreflexionen geringer abgeschirmt werden als der direkt abgestrahlte Schall (vgl. SÄLZER, 1982, S. 62).

Schallschutzwände werden hinsichtlich ihres Reflexions- und Absorptionsverhaltens in die folgenden Kategorien unterteilt (vgl. HABERMEHL, 1995, S. 118):

- Reflektierend: Absorption kleiner 4 dB(A)
- Teilabsorbierend: Absorption zwischen 4 und 8 dB(A)
- Hochabsorbierend: Absorption größer 8 dB(A)

Die folgende Grafik zeigt die Wirkung von reflektierenden bzw. absorbierenden Lärmschutzwänden im Bezug auf die Lärmemission an die Umgebung. Man kann daran erkennen, dass die Lärmbelastung der AnrainerInnen bei absorbierenden Systemen deutlich geringer ist als bei reflektierenden Wänden.

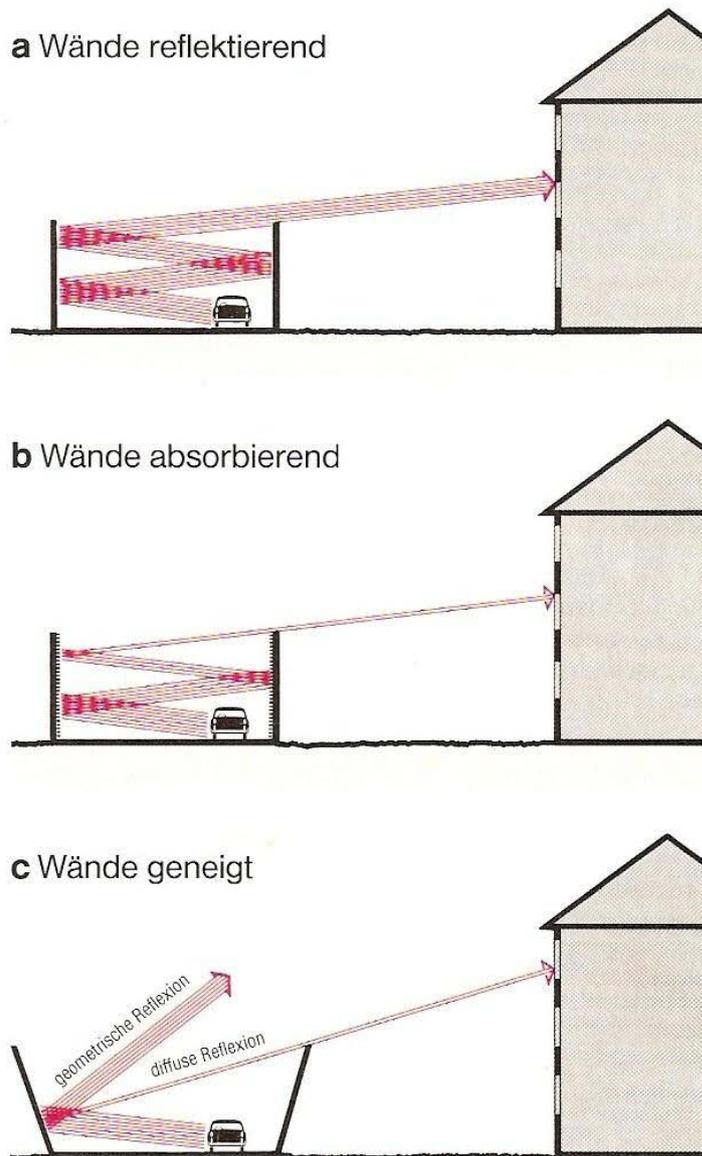


Abbildung 7: Auswirkung von Reflexion bzw. Absorption auf die Umgebung

Quelle: BEYER, 1982, S. 53

STANDSICHERHEIT

Für die Standsicherheit von Lärmschutzsystemen ist ein solides Fundament essentiell. Die Bemessungen von Gründungen werden in Normen (z.B. DIN 1054) beschrieben. Stehen tragende Bauteile aus Metall im Erdreich, so ist eine Schwächung der erdberührenden Flächen um mindestens 1 mm zu berücksichtigen. Außerdem sind Windlasten und Sogkräfte infolge vorbeifahrender Kraftfahrzeuge bei der Bemessung der Gründungen einzukalkulieren (vgl. BAUSCH, 1988, S. 31 f).

PASSIVE VERKEHRSSICHERHEIT

Durch Anfahrversuche kann nachgewiesen werden, ob die Lärmschutzkonstruktion selbst geeignet ist, die passive Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Ist dies nicht der Fall, sind abweisende Schutzeinrichtungen vor Lärmschutzanlagen notwendig. Auf diese kann verzich-

tet werden, wenn die Anlage auf einer Böschung steht, die mindestens 2 m höher ist als die Fahrbahn, oder eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 70 km/h besteht (vgl. BAUSCH, 1988, S. 32).

BESTÄNDIGKEIT

Lärmschutzanlagen müssen gegen die folgenden Prozesse und Einwirkungen beständig sein (vgl. BAUSCH, 1988, S. 32):

- Alterung und Korrosion
- Tierische und pflanzliche Schädlinge
- Auftausalze
- Mechanische Zerstörung (z.B. durch Steinwurf)
- Feuereinwirkung
- Verformung infolge Temperatur

SUBJEKTIVE WIRKUNG VON LÄRMSCHUTZANLAGEN

Wie bereits erwähnt, hängt die Wirkung von Lärmschutzwällen und –wänden von deren Höhe und dem Abstand vom Emittenten zum Immittenten ab. Die Wirkung der Abschirmeinrichtung steigt, je höher sie ist bzw. je näher sie an der Quelle steht. Zum Teil wird die subjektive Wirkungsweise um bis zu 5 dB(A) geringer eingestuft als die objektive Geräuschverminderung tatsächlich ist. Dies ist unter anderem auf die teilweise negativen Begleiterscheinungen der Maßnahmen wie etwa Trennwirkung oder Sichtbeeinträchtigung zurückzuführen (vgl. LOSERT, 1994, S. 87 f).

2.3 BEPFLANZUNG VON LÄRMSCHUTZANLAGEN

In diesem Kapitel werden zunächst die speziellen Standortfaktoren für Pflanzen an Straßen sowie die Schadstoffbelastung erörtert. Danach werden die Möglichkeiten der Begrünung von Lärmschutzanlagen und deren Wirkungen beschrieben.

2.3.1 STANDORTFAKTOREN AN STRAßEN

Im Allgemeinen gelten der Temperaturverlauf (durchschnittliche Jahrestemperaturmittel, Julimittel, Jännermittel) und die in der Vegetationsperiode anfallende Niederschlagsmenge bzw. Niederschlagsverteilung als Kriterien für die Pflanzenwahl. Bei der Bepflanzung entlang von Straßen können diese großklimatischen Faktoren jedoch nur bedingt herangezogen werden, da durch Anlage und Betrieb der Fahrbahnen die mikroklimatischen Bedingungen von jenen der unmittelbaren Umgebung abweichen (vgl. WOESS et al., 1979, S. 13).

TEMPERATUR

Durch starke Sonneneinstrahlung kommt es zu einer massiven Aufheizung der Fahrbahnen, diese wiederum geben Strahlungswärme an die umliegenden Bereiche und somit auch an die Pflanzen entlang der Straße ab. Dies bedeutet, dass die Bepflanzung entlang von Fahr-

bahnen höheren Temperaturen ausgesetzt ist als jene Gewächse, die in größerem Abstand zur Straße stehen.

WASSERVERSORGUNG

Im Zuge von Trassierungsarbeiten im Straßenbau werden Auskofferungen, Einschnitte und Aufschüttungen notwendig. Dadurch kommt es zu einer starken Veränderung bzw. Beeinträchtigung der Grundwasserführung sowie zu einer Störung der kapillaren Wasserbewegung. Meist steht den Pflanzen nur Regenwasser zur Verfügung. Dieses können sie umso weniger nutzen, je durchlässiger die Bodenkörnung und der Untergrund sind. Des Weiteren fließt infolge starker Bodenverdichtungen ein Teil des Regenwassers oberflächlich ab. Die Versorgung der Pflanzen im Straßenbereich durch Beregnungswasser ist die Ausnahme. Vor allem Gehölze des Mittelstreifens leiden unter akutem Wassermangel. Dieser weist aufgrund seiner geringen Breite, seines durchlässigen Untergrundes und des starken oberflächlichen Abflusses nur eine geringe Retentionsfähigkeit auf (vgl. WOESS et al., 1979, S. 13).

WIND

Entlang von Straßen kommt es zu starken Luftbewegungen. Der ständige Fahrtwind verursacht Wirbelbildungen und durch die Einstrahlung auf die Asphalt- oder Betondecke der Fahrbahn entstehen heiße und trockene Aufwinde. Diese erschweren die Lebensbedingungen der Pflanzen zusätzlich (vgl. WOESS et al., 1979, S. 13).

BODEN

Neben der Problematik der Bodenverdichtung im Zuge der Straßenbauarbeiten, lassen zum Teil extreme Böschungswinkel im Bereich von Anschnitt- und Schüttböschungen eine ausreichende Humusschicht nicht zu. Gerade eine gute Mutterbodenabdeckung (mindestens 30 bis 40 cm) verbessert die Standortbedingungen der Gehölze entscheidend. Jedoch wird vielfach aus organisatorischen oder finanziellen Gründen an Material gespart. Häufig sind die Bodenverhältnisse im Mittelstreifen, sowohl was die Profilstärke als auch die Qualität des Substrates betrifft, besonders ungünstig. Zusätzlich kommt es im Zuge des Fahrbahndeckenaufbaus zu mechanischen Verdichtungen und Verunreinigungen (vgl. WOESS et al., 1979, S. 14).

2.3.2 SCHADSTOFFE UND PFLANZEN

Im Hinblick auf das Verhalten von Pflanzen gegenüber Luftverunreinigungen gelten die folgenden Unterscheidungen (vgl. DÄSSLER, 1986, S. 48):

- Durch die Luft **angebotene** Fremdstoffkonzentration (Immission)
- An verschiedenen Pflanzenteilen **äußerlich anhaftende** Schadstoffe
- Von der Pflanze über die Blätter bzw. Wurzeln **aufgenommene** Fremdstoffanteile

Insbesondere der letzte Fall ist für das Ausmaß und die Art von phytotoxischen Wirkungen entscheidend und ist somit für Pflanzen besonders schädlich (vgl. DÄSSLER, 1986, S. 48).

GASFÖRMIGE IMMISSIONEN

Abgase von Kraftfahrzeugen enthalten viele verschiedene gasförmige Schadstoffe. Zu den Hauptproblemstoffen des motorisierten Verkehrs zählen (vgl. MARTH, 1991, S. 11):

- Kohlenmonoxid (CO)
- Stickstoffoxide (NO_x)
- Schwefeldioxid (SO₂)
- Verschiedene Kohlenstoffe

Die Aufnahme gasförmiger Luftschadstoffe (z.B. SO₂, NO_x) erfolgt passiv durch die Assimilationsorgane, vorrangig durch die Stomata (Spaltöffnungen). Die Aufnahmerate der Luftverunreinigungen ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie etwa von der Öffnung der Stomata. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit wird infolge größerer Stomataöffnung die Aufnahmerate erhöht (vgl. DÄSSLER, 1986, S. 48).

Die Schadstoffe können jedoch auch über die Rinde junger Triebe in die Pflanze eindringen. Vor allem zur Zeit des intensiven Wachstums von Mai bis Juli, können die Abgase Schäden an den Gewächsen verursachen. Gemessen an den Auswirkungen anderer Einflussfaktoren (z.B. Auftausalze) sind die Wirkungsmechanismen dieser Stoffe als relativ gering einzuschätzen. Jedoch haben sie Einfluss auf die Schwächung der Vitalität und Widerstandskraft der Pflanzen, wodurch deren Anfälligkeit gegenüber Sekundärschäden (z.B. Krankheits- und Schädlingsbefall) zunimmt (vgl. WOESS et al., 1979, S. 15).

Die verschiedenen Schadstoffe haben auch unterschiedliche Auswirkungen auf die Pflanzen (vgl. JAROLIM, 1992, S. 18 f).

- **Kohlenmonoxid (CO)** und **Stickstoffmonoxid (NO)** haben nur wenig signifikante oder chronische Schadwirkungen auf Pflanzen.
- **Stickstoffdioxid (NO₂)** kann das Pflanzenwachstum beeinflussen. Untersuchungen von ELLENBERG (1981) haben ergeben, dass der Stickstoffeintrag aus Abgasen und Straßenstaub die Versorgung der Gewächse verbessern kann.
- **Schwefeldioxid (SO₂)** kann den Assimilationsapparat von Pflanzen schädigen, jedoch stammt nur ein geringer Teil dessen aus verkehrsbedingten Luftverunreinigungen.

STAUBFÖRMIGE IMMISSIONEN

Zusätzlich zu den gasförmigen Stoffen werden die Pflanzen entlang der Straßen von staubförmigen Immissionen belastet. Dazu zählen Staub, Asche und Ruß aus Reifen und Fahrzeugabrieb. Somit werden Schwermetalle wie Cadmium (Cd), Zink (Zn) und Molybdän (Mo) freigesetzt. Cadmium und Zink werden durch den Abrieb der Autoreifen verursacht und Molybdän ist als Sulfid in Schmierölen enthalten. Diese Stoffe überziehen Boden und Pflanzen mit dicken, dunklen Staubschichten. Dies verursacht die Verstopfung der Spaltöffnungen der Pflanzen und beeinträchtigt den Gasaustausch und die Photosynthese. Desweiteren tragen die Staubschichten zu einer zusätzlichen Aufheizung bei (vgl. WOESS et al., 1979, S. 15).

Gelangen staubförmige Schadstoffe, wie etwa Cadmium oder Zink, in den Boden, werden diese von den Wurzeln aufgenommen. Dadurch gelangt ein beträchtliches Maß auch in die oberirdischen Pflanzenteile. Desweiteren ist die Aufnahme wasserlöslicher Anteile aus Stäuben, die Pflanzenteile bedecken oder mit dem Regen bzw. aus Aerosolen auf Gewächse niedergehen, durch die Blätter möglich (vgl. DÄSSLER, 1986, S. 49).

AUFTAUSALZE

Vor allem aus Gründen der Verkehrssicherheit werden, neben der mechanischen Schneeräumung, zur Beseitigung von Schnee- und Eisglätte der Fahrbahn auf stark befahrenen Straßen Auftaumittel verwendet. In Österreich kommt aus technischen und Kostengründen hauptsächlich Natriumchlorid (NaCl) zum Einsatz (vgl. WOESS et al., 1979, S. 16).

Die Auftausalze werden entweder durch das von Fahrzeugen aufgewirbelte Spritzwasser und Salzstaub direkt auf den Pflanzen abgelagert oder gelangen mit dem Schmelzwasser in den Boden. Im Gegensatz zur Bepflanzung im städtischen Bereich, wo die Salzanreicherung hauptsächlich im Boden Schäden an den Gewächsen verursacht, kommt es bei Gehölzen von Randbereichen und Mittelstreifen von Autobahnen zu einer zusätzlichen Kontaktwirkung an Knospen und Zweigen, die Kronenbereiche von Sträuchern und Bäumen schädigen und die Pflanzen schrittweise zum Absterben bringen (vgl. WOESS et al., 1979, S. 18).

2.3.3 BEGRÜNUNG VON LÄRMSCHUTZSYSTEMEN

Für die Integration von Lärmschutzanlagen in ihr Umfeld ist eine Bepflanzung ein wirksames Mittel. Pflanzen lockern die Ansichtsflächen auf und gliedern sie. Die gestalterische Funktion kann eine dominierende oder eher zurückhaltende Funktion einnehmen. Außerdem bieten Begrünungen einen kostengünstigen und wirksamen Schutz gegen Graffiti (vgl. KÜHNE, 2005, S. 7).

2.3.3.1 PFLANZENAUSWAHL

Die Auswahl der Pflanzen muss sich je nach Lage an den jeweiligen Standortbedingungen orientieren, wobei heimischen und standortgerechten Gewächsen der Vorzug gegeben werden sollte. Da die Pflanzen bei der Begrünung von Lärmschutzanlagen oft sehr unterschiedlichen und extremen Bedingungen ausgesetzt sind, dürfen nur solche Gewächse vorgesehen werden, die in ihren spezifischen Wuchseigenschaften an den jeweiligen Standort angepasst sind (vgl. KÜHNE, 2005, S. 7).

Des Weiteren ist es wichtig, dass schon in der Entwurfsphase die konstruktiven Voraussetzungen für eine Bepflanzung eingeplant werden, um später eine optimale Entwicklung der Pflanzen zu gewährleisten. Dieser Anforderung wird etwa durch geeignete Auswahl des Substrates (z.B. wasserspeichernd) Rechnung getragen. Zumal der Wasserbedarf an sonnenexponierten Lagen bzw. durch Strahlungsreflexion sehr hoch ist. Jedoch sollte die Pflanzenauswahl derart erfolgen, dass auf eine künstliche Bewässerungsanlage verzichtet werden kann, um Ressourcen und Kosten zu sparen (vgl. KÜHNE, 2005, S. 7 f).

Die Pflanzenauswahl richtet sich hauptsächlich nach den folgenden Kriterien (vgl. KÜHNE, 2005, S. 8):

- Spezifische Wuchseigenschaften
- Wasserbedarf
- Pflanzraum
- Exposition des Pflanzbereiches
- Lichtraum
- Verkehrsbedingte Immissionen und Belastungen
- Fahrtwind (Trockenrestistenz)
- Höhe und Neigung der Lärmschutzanlage
- Pflegeanspruch
- Gestaltungsziel

Aufgrund der unterschiedlichen Pflanzbedingungen der verschiedenen Lärmschutzanlagen wird im Folgenden getrennt nach Schutzwall, Steilwall und Lärmschutzwand darauf eingegangen.

LÄRMSCHUTZWALL

Die Bepflanzung soll einerseits den Schutzwall in das Landschaftsbild einfügen und dessen Konturen abdecken. Andererseits hat die Begrünung die Aufgabe den Wall vor Oberflächenerosion zu schützen. Falls zwischen der Fertigstellung des Lärmschutzwalls und der Bepflanzung ein größerer Zeitraum liegt, so ist bei steiler Böschungsneigung eine Zwischenbegrünung erforderlich (vgl. KÜHNE, 2005, S. 11).

An Lärmschutzwällen werden hauptsächlich Gehölzpflanzungen vorgenommen. Dies liegt zum einen an der tieferen Durchwurzelung des Bodens und dem damit verbundenen Erosionsschutz. Zum anderen wird durch die Bepflanzung mit Gehölzen der Pflegeaufwand verringert. Bei derartigen Begrünungen ist es empfehlenswert, diese nicht immer geschlossen und gleichmäßig anzulegen, sondern sowohl in der Wahl der Pflanzenarten als auch in deren Anordnung zu variieren. In einigen Fällen kann eine Initialpflanzung ausreichend sein und die verbleibende Fläche kann einer natürlichen Entwicklung überlassen werden (vgl. KÜHNE, 2005, S. 11).

Grundsätzlich ist bei der Auswahl der Bäume und Sträucher auf die unterschiedlichen Standortbedingungen des Lärmschutzwalls Bedacht zu nehmen (z.B. wechselnde Qualität des Schüttmaterials, Hangneigung, Erosionsgefährdung, Exposition der Böschung) (vgl. KÜHNE, 2005, S. 11).

STEILWALL

Selbstverständlich spielt auch bei der Bepflanzung des Steilwalls die Einpassung der Konstruktion in die Umgebung eine wichtige Rolle. Aufgrund der oft sehr geringen Höhen der Pflanzsubstrate verbunden mit der Aufheizung der Tragelemente bei Sonneneinstrahlung,

kommt es zu erheblichem Wassermangel, was eine dauerhafte Begrünung von Steilwällen schwierig macht. Entscheidend sind deshalb genügend breite und tiefe Pflanzräume, die mit einem gemeinsamen Erdkern verbunden sind sowie eine entsprechende Qualität des Substrates (vgl. KÜHNE, 2005, S. 12).

Aufgrund des begrenzten Wurzelraums ist die Pflanzenartenauswahl auf wenige niedrig bleibende Sträucher, Bodendecker sowie Kletter- und Schlingpflanzen beschränkt. Vor allem an südexponierten Lagen ist auf eine besondere Widerstandsfähigkeit der Gewächse zu achten. Wegen der allgemein ungünstigen Standortbedingungen ist die Verwendung von Containerpflanzen anzuraten (vgl. KÜHNE, 2005, S. 12).

LÄRMSCHUTZWAND

Auch bei der Lärmschutzwand hat die Bepflanzung eine ästhetische Funktion und dient zur Einfügung in die umgebende Landschaft.

Auf der Fahrbahnseite besteht im Normalfall zwischen Lärmschutzwand und befestigter Fahrbahn ein Regelabstand von 2,50 m. Dadurch ist nur eine einreihige Strauchbepflanzung bzw. eine Begrünung mittels Schling- und Kletterpflanzen möglich. Mit Ausnahme von ausreichend tiefen Wandnischen sind Bäume aufgrund des geringen Abstandes zur Fahrbahn nicht zulässig. In einigen Fällen kann zwischen Fahrbahn und Wand nur ein Abstand von 1,50 m eingehalten werden. Nach vorhergehenden Bodenverbesserungsmaßnahmen ist die Bepflanzung mit Kletter- oder Schlingpflanzen auch in diesen Bereichen möglich. Aufgrund des Fahrtwindes sind an allen Lärmschutzwänden Rankhilfen notwendig, um den Pflanzen genügend Halt zu bieten. Diese können aus Spanndrähten bzw. starren oder flexiblen Geflechten bestehen. Wichtig ist es, bei der Montage der Rankgerüste einen Abstand von 5 – 20 cm zur Wand einzuhalten. Außerdem sollte auf die Langlebigkeit des verwendeten Materials geachtet werden (vgl. KÜHNE, 2005, S. 23 f).

Auf der Anliegerseite sind die Einschränkungen im Bezug auf die Bepflanzung nicht so strikt wie auf der Fahrbahnseite. Es können in diesen Bereich neben Sträuchern und Kletterpflanzen auch Bäume, z.B. als Solitäre, gesetzt werden, die bei entsprechender Höhe auch auf der Fahrbahnseite ein Gestaltungselement darstellen (vgl. KÜHNE, 2005, S. 24).

Grundsätzlich ist bei begrünten Lärmschutzwänden darauf zu achten, dass die Pflanzen nicht über die Wand hinauswachsen, denn dadurch werden zusätzliche Kanten geschaffen, die zu Schallreflexionen führen können (vgl. FLORINETH et al., 2007, S. 166).

SCHADSTOFF- UND SALZRESISTENTE PFLANZENARTEN

Neben der Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit, Wind und Frost ist auch Resistenz gegen Schadstoffe und Auftausalze bei der Artenauswahl von größter Bedeutung. Die folgende Tabelle listet die geeigneten Gehölze mit abnehmender Salz- und Schadstoffresistenz auf (vgl. FLORINETH et al., 2007, S. 171).

Gut geeignet	
Ölweide	<i>Eleagnus angustifolia</i>
Erbsenstrauch	<i>Caragana arborescens</i>
Robinie	<i>Robinia pseudacacia</i>
Schneebeere	<i>Symphoricarpos albus</i>
Bastardkorallenbeere	<i>Symphoricarpos chenaultii</i>
Tamarisken-Arten	<i>Tamarix sp.</i>
Gemeiner Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>
Roter Hartriegel	<i>Cornus sanguinea</i>
Salweide	<i>Salix caprea</i>
Purpurweide	<i>Salix purpurea</i>
Gewöhnlicher Sanddorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>
Blasenstrauch	<i>Colutea arborescens</i>
Spitzahorn	<i>Acer platanoides</i>
Bergahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>

Tabelle 7: Gut geeignete salz- und schadstoffresistente Gehölzarten

Quelle: FLORINETH et al., 2007, S. 171

Geeignet	
Feldahorn	<i>Acer campestre</i>
Heckenkirsche	<i>Lonicera xylosteum</i>
Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>
Schlehdorn	<i>Sambucus racemosa</i>
Hasel	<i>Coylus avellana</i>
Hundrose	<i>Rosa canina</i>
Grauerle	<i>Alnus incana</i>

Tabelle 8: Geeignete salz- und schadstoffresistente Gehölzarten

Quelle: FLORINETH et al., 2007, S. 171

2.3.3.2 PFLEGEMAßNAHMEN

Um das Anwachsen der Neupflanzungen sicherzustellen, ist eine regelmäßige Anwuchspflege notwendig (vgl. KÜHNE, 2005, S. 8). Bei dieser **Anwuchspflege** handelt es sich um Pflegemaßnahmen, die vom Zeitpunkt der Ansaat bzw. der Bepflanzung bis zur Übernahme erforderlich sind, mit dem Ziel, einen Zustand zu erreichen, der die Weiterentwicklung gewährleistet (vgl. FLORINETH, 2008, S. 42). Zu diesen Pflegearbeiten zählt etwa eine anfängliche Bewässerung oder Düngung.

Ab dem Zeitpunkt der Übernahme dient die **Entwicklungspflege** der Erreichung eines funktionsfähigen Zustandes und erstreckt sich bis zur Schlussfeststellung (Ende der Gewährleistung, für Pflanzarbeiten meist drei Jahre). Hierzu zählen Maßnahmen wie etwa die Bodenbearbeitung, Mulchung, Düngung und Bewässerung (vgl. FLORINETH et al., 2008, S. 42). Der Umfang der Entwicklungspflege hängt von den jeweiligen Standortverhältnissen ab. Hierfür sind z.B. die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Landschaftsbauarbeiten im Straßenbau“ (ZTV La-StB) heranzuziehen (vgl. KÜHNE, 2005, S. 8).

Die Zielsetzung jeder Anpflanzung sollten stabile und sich weitgehend selbst regulierende Pflanzenbestände sein, welche die spätere **Erhaltungspflege** auf ein Minimum reduzieren (vgl. KÜHNE, 2005, S. 8).

2.3.4 WIRKUNGEN DER BEPFLANZUNG

2.3.4.1 LÄRMMINDERUNGSWIRKUNG

Wird als Lärmhindernis ausschließlich Bepflanzung verwendet, unterscheidet sich die Lärmverringerung grundsätzlich von technischen Lärmschutzsystemen. Bei Schallschutzwällen und -wänden handelt es sich in der Regel um geschlossene Oberflächen ohne Fugen, die schallundurchlässig sind. Dies kann bei einer Bepflanzung nicht erreicht werden. In diesem Zusammenhang sind die Luftbrücken entscheidend, die sich bei einer ausschließlichen Begrünung nicht ausschalten lassen. Dadurch ist es dem Schall möglich, sich über solche Luftbrücken durch einen Bepflanzungsstreifen hindurch zu bewegen. Aus diesem Grund wird durch Begrünungen nur eine bestimmte Energiemenge des Schalls reflektiert oder absorbiert, was allerdings auch zu einer geringen Lärmpegelminderung führt (vgl. DEISS, 1978, S. 90).

Bei der Beurteilung der lärm mindernden Wirkung von Begrünungen ist primär die Wegstrecke, die der Schall durch das Hindernis zurücklegt, ausschlaggebend. Demgegenüber sind bei Lärmschutzwänden der Beugungswinkel und die effektive Schirmhöhe maßgeblich.

Die folgende Grafik zeigt einen Vergleich des Schallschutzwirkungsbereiches von Bepflanzung und Lärmschutzwand (vgl. DEISS, 1978, S. 90 f).

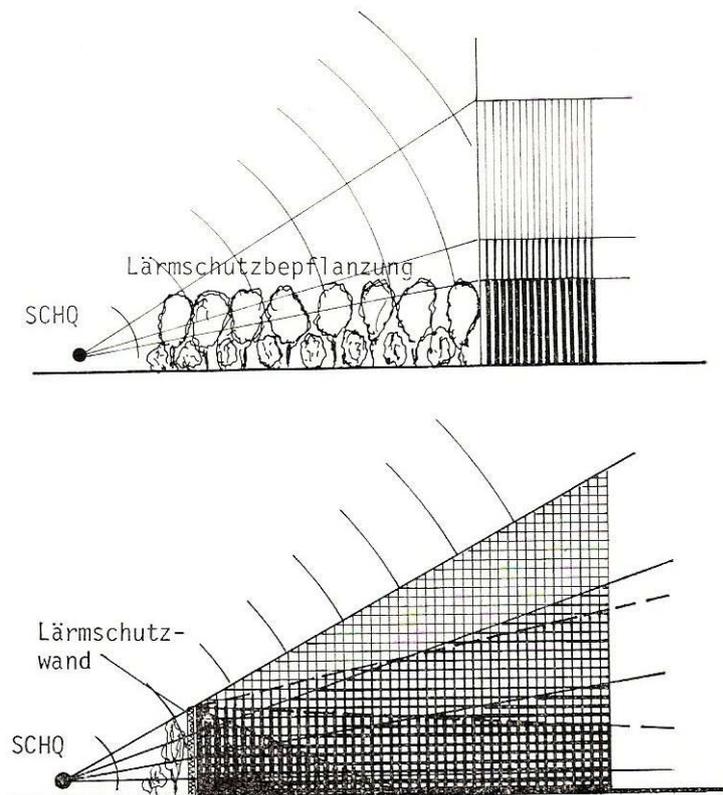


Abbildung 8: Schallschutzwirkung von Bepflanzung und Lärmschutzwand
 Quelle: DEISS, 1978, S. 91 (SCHQ=Schallquelle)

Wie die Grafik zeigt, ist eine Lärmpegelverminderung, die über die Höhe der Bepflanzung hinausgeht, nur sehr gering. Deshalb ist es erforderlich, dass sich die gesamte Bepflanzung bis zur Sichtlinie von der Schallquelle bis zur größten Höhe des zu schützenden Bereiches ausdehnt, damit alle störenden Strahlen durch die gesamte Begrünung gehen (vgl. DEISS, 1978, S. 90).

Für die Beurteilung der störenden Wirkungen des Lärms ist jedoch nicht nur die Abnahme des Schallpegels ausschlaggebend. In diesem Zusammenhang spielt die Frequenzzusammensetzung des Schalls eine wichtige Rolle. Diesbezüglich weist die Lärmschutzbepflanzung ein ähnliches Verhalten wie z.B. ein Schallschutzwall oder –wand auf. Bei Durchgang des Schalls durch die Bepflanzung tritt eine Änderung des Frequenzspektrums sein. Mit zunehmender Durchgangslänge wird der Lärm tieffrequent und wirkt dadurch weniger störend (vgl. DEISS, 1978, S. 90).

Wie bereits erwähnt, ist die lärmindernde Wirkung von Begrünungen alleine, im Vergleich zu Lärmschutzwänden relativ gering. Den besten Schallschutz weist ein erdgeschütteter Damm auf, jedoch hat dieser einen hohen Flächen- und Materialbedarf. Durch die Bepflanzung der Erddämme mit dichten und standsicheren Gehölzen wird der schallmindernde Effekt noch zusätzlich verstärkt. Die folgende Abbildung stellt einen bepflanzten Lärmschutzwall dar (vgl. FLORINETH, 2004, S. 247).

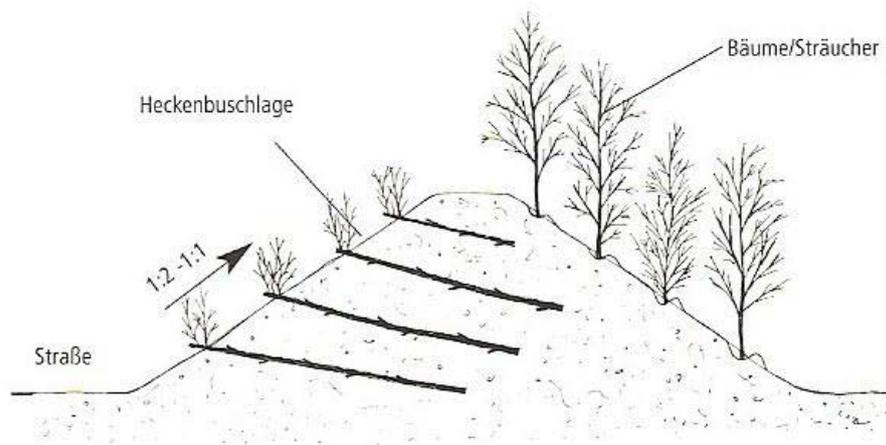


Abbildung 9: Schematische Darstellung eines bepflanzen Lärmschutzwalls

Quelle: FLORINETH, 2004, S. 247

Grundsätzlich können alle Gehölze einen Beitrag zur Schallminderung beitragen, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß. Es gibt Arten, die aufgrund ihrer Wuchsform, Blattstellung und Blattform besonders gut dafür geeignet sind. Auf der einen Seite bieten immer- und wintergrüne Pflanzen ganzjährig gesehen eine höhere Wirksamkeit zur Lärmverminderung als laubabwerfende Arten. Auf der anderen Seite verfügen sommergrüne Pflanzen meist über eine bessere Regenerationsfähigkeit, um von unten her verkahlende Bestände zu verjüngen (vgl. KOLB, 2007, S. 116).

Gerhard BECK beschreibt die Voraussetzungen, um eine gute lärmindernde Wirkung von Bepflanzungen zu erzielen. Die wichtigsten Kriterien lauten wie folgt (vgl. BECK, 1982, S. 108 ff).

- Das Lärminderungsvermögen von Bäumen und Sträuchern ist artspezifisch.
- Für maximale Lärminderungseffekte sollte die Einzelpflanze die nachfolgenden Strukturmerkmale aufweisen:
 - möglichst große Blätter mit starker und harter Struktur
 - senkrecht gegen die Schalleinfallrichtung angeordnete Blätter mit schuppenförmigen Blattschluss
 - hohe Belaubungsdichte auch im Wuchsrauminneren, wodurch auch relativ kleinlaubige Gehölze bessere Effekte erzielen
- Verwendung von trockenlaubtragenden Gehölzen und Arten mit langer Belaubungsdauer. Immergrüne Nadelholzarten weisen nur relativ geringe Effekte auf.
- Es ist auf eine von unten her dichte Belaubung zu achten.
- Zur Verbesserung der Wirksamkeit sollten anstelle durchgehender Pflanzungen hintereinander gestaffelte Pflanzenwände angelegt werden.

- Die Anlage von Schutzbepflanzungen sollte entsprechend lange vor Eintritt der Lärmwirkung getätigt werden. Um den geplanten Wirkungsgrad über viele Jahre gleichbleibend zu erhalten, werden Verjüngungsmaßnahmen empfohlen.

2.3.4.2 LÄRMPEGELVERMINDERNDE PFLANZENARTEN

Untersuchungen ergaben, dass die schallpegelmindernde Wirkung direkt hinter einer Bepflanzung zwischen 0,7 und maximal 10,7 dB liegt. Die folgende Tabelle listet salz-, schadstoff- und trockenresistente Gehölze mit lärmminderndem Effekt auf, die in Mitteleuropa vorzufinden sind (vgl. BECK, 1982, zit. nach FLORINETH, 2004, S. 248).

Pflanzenart	Lärmpegelverminderung
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>) Wolliger Schneeball (<i>Viburnum lantana</i>)	10 – 12 dB
Immergrüner Schneeball (<i>Viburnum rhytidophyllum</i>)	8 – 10 dB
Eiche (<i>Quercus robur</i>) Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) Flieder (<i>Syringa vulgaris</i>)	6 – 8 dB
Schwarzer Holunder (<i>Sambucus nigra</i>) Birke (<i>Betula pendula</i>) Eschenahorn (<i>Acer negundo</i>) Roter Hartriegel (<i>Cornus sanguinea</i>) Hasel (<i>Corylus avellana</i>) Grauerle (<i>Alnus incana</i>)	4 – 6 dB
Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>) Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>) Erbsenstrauch (<i>Caragana arborescens</i>) Steinweichsel (<i>Prunus mahaleb</i>) Eibe (<i>Taxus baccata</i>)	2 – 4 dB
Lavendelweide (<i>Salix eleagnos</i>) Dotterweide (<i>Salix alba ssp. vitellina</i>) Buchsbaum (<i>Buxus sempervirens</i>)	0 – 2 dB

Tabelle 9: Lärmvermindernde Pflanzenarten

Quelle: BECK 1982, zit. nach FLORINETH, 2004, S. 248

2.3.4.3 SCHADSTOFFBINDEnde WIRKUNG

Die schadstoffbindende Wirkung von Pflanzenbeständen ist je nach ihren Gesamtblattoberflächen unterschiedlich. Nadelholzbestände haben eine größere Filterwirkung als Laubgehölze. Dies ist dem höheren Blattflächenindex zuzuschreiben. Außerdem ist das Verhältnis von Oberfläche zu Masse mitbestimmend für den Grad der Schadstoffabsorption. Des Weiteren begünstigen raue Blattoberflächen die Festsetzung von Schadstoffen und vermindern die Abwaschung durch Niederschläge. Ähnlich verhält es sich mit Blattfeuchtigkeit, -behaarung oder Klebrigkeit. Ferner ermöglicht eine elektrostatische Aufladung eine erhöhte Haftwirkung der Schadstoffe an den Blättern. Außerdem wird durch Reif, Tau und Schneebedeckung die Staubsedimentation auf Pflanzen gesteigert (vgl. JAROLIM, 1992, S. 20).

Im Bezug auf die schadstoffbindende Wirkung von Pflanzen, kann grundsätzlich gesagt werden, dass Angaben über die Filterleistung relativ zur lokalen Staubniederschlagssituation sind und daher eine räumlich sowie zeitlich nur begrenzt gültige Information darstellen, weshalb die Überwachungen der Staubimmissionen heute selbst in hochindustrialisierten Ballungsräumen häufig im Rahmen räumlich und zeitlich begrenzter diskontinuierlicher Messungen erfolgen (vgl. THÖNNESEN, 2002, S. 76 f).

Wissenschaftliche Untersuchungen der Filterleistung von Kletterpflanzen ergaben, dass bei einer maximalen Begrünung von 90 % der zur Verfügung stehenden Fassadenflächen mit Wildem Wein (*Parthenocissus tricuspidata*) eine Bindung des Staubniederschlages von 4 – 8,4 % während der Vegetationsperiode (Anfang Mai bis Mitte Oktober) auftritt. Die Filterleistung erfolgt ausschließlich während dieser Periode, da nur innerhalb dieser Zeit eine Ablagerung von Immissionen auf den Blattoberflächen der Pflanzen erfolgen kann. Daraus ergibt sich eine Absorption des Jahresstaubniederschlages von 1,8 – 3,8 % für das Untersuchungsgebiet in Berlin-Moabit im Bezugsjahr 1982 (vgl. BARTFELDER, KÖHLER, 1987, zit. nach THÖNNESEN, 2002, S. 74 f).

Im Zusammenhang mit den Filtereigenschaften von Pflanzen werden die Luftstäube in grobe, gravitativ sich absetzende Staubniederschlagskomponenten und nicht bzw. nur langsam sedimentierende Schwebstäube $\pm 30 \mu\text{m}$ unterschieden. Häufig werden Schwebstäube, die der Fraktion $< 2,5 \mu\text{m}$ zugeordnet sind, als Feinstäube und Partikel von $2,5 - 10 \mu\text{m}$ als Grobstäube bezeichnet, wobei eine einheitliche internationale Partikelklassifikation bisher nicht vorliegt (vgl. THÖNNESEN, 2002, S. 75).

Weiterführende Untersuchungen mit *Parthenocissus tricuspidata* ergaben, dass sowohl auf den Blattober- wie auch an den Blattunterseiten die Grobstäube überwiegen und die Feinstaubfraktion von $< 2,5 \mu\text{m}$ nur in geringem Umfang relativ zur Gesamtstaubmenge vertreten ist. Des Weiteren wurde belegt, dass eine Reihe humantoxikologisch zum Teil durchaus relevanter Elemente überwiegend immissionsbedingt auf den Blattoberflächen abgelagert wird (z.B. Cd über 80%, Cu über 60%)(vgl. THÖNNESEN, 2002, S. 75).

3 UNTERSUCHUNGSSTANDORT

Dieses Kapitel soll einen kurzen Überblick über die geografische Lage sowie die klimatischen Bedingungen der Region Krems geben. Außerdem ermöglicht eine Beschreibung des Lärmschutzsteilwalles in Seebarn bei Krems einen ersten Einblick in das Versuchsprojekt.

3.1 GEOGRAFISCHE LAGE

Die Region Krems liegt an der geografischen Grenze der Böhmisches Masse und des Tullner Beckens. Das Tullner Becken erstreckt sich über eine Fläche von einigen hundert Quadratkilometern und war bis zur Regulierung der Donau eines ihrer Überschwemmungsgebiete. Nördlich von Krems schließt das Kremfeld an, welches auf Höhe Zöbing in den Manhartsberg übergeht. Dieser bildet die Grenze zwischen Wald- und Weinviertel, Weinviertler Hügel-land und Böhmischer Masse (vgl. MÜLLER, 2004, S. 11).

Das Versuchsgelände der Teerag-Asdag, auf dem sich der Lärmschutzsteilwall befindet, liegt ca. 18 km östlich von Krems in Seebarn am Wagram, nahe der Schnellstraße S5.

Bei der Region Wagram handelt es sich um ein Löß- und Hügel-land, welches die Donau wie ein zweites natürliches Ufer über eine Strecke von etwa 30 Kilometern Länge begleitet. Begrenzt wird diese Region im Norden vom Heldenberg, im Osten vom Schmida-Bach, im Süden von der Donau und im Westen von Grafenegg (vgl. <http://www.tiscover.at/at/guide/55461at,de,SCH1/objectId,RGN403775at/home.html>, 02.09.2009).

Die folgende Abbildung zeigt eine Landkarte der Region um Krems/Seebarn.

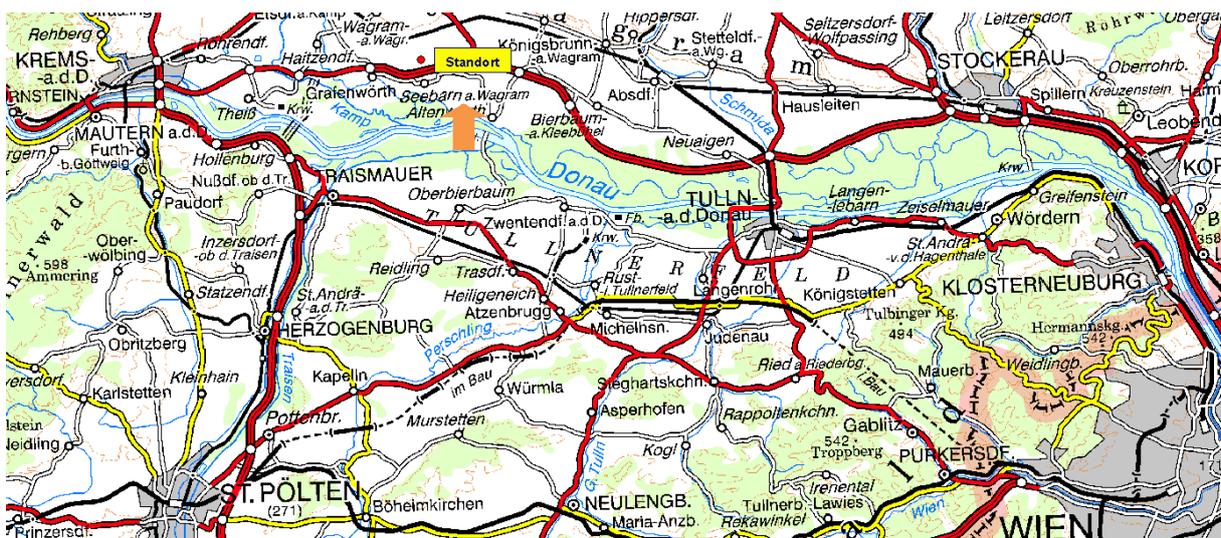


Abbildung 10: Landkarte Krems-Seebarn

Quelle: <http://www.austrianmap.at/amap/index.php?SKN=1&XPX=637&YPX=492>, 04.09.2009

3.2 KLIMATISCHE BEDINGUNGEN

Der Osten Österreichs ist durch kontinental beeinflusstes pannonisches Klima geprägt, welches durch niederschlagsarme, warme Sommer und mäßige kalte Winter gekennzeichnet ist. Dieses kontinentale Klima weist eine große Jahresamplitude und sommerliche Trockenklima-te auf. Das Januar-Mittel weist eine Temperatur unter -10°C und das Juli-Mittel über $+19^{\circ}\text{C}$ auf. Die Summe der Jahresniederschläge lässt sich zwischen 600 und 800 mm einordnen (vgl. MURSCH-RADLGRUBER, 2006, S. 42).

Das Versuchsgelände in Seebarn in der Region Krems, ist ebenfalls durch das pannonische Klima geprägt. Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) gab in ihrem zuletzt online veröffentlichten Jahresbericht für 2008 einen Klimaüberblick für Krems bekannt.

3.2.1 NIEDERSCHLAG

Die Jahresniederschlagssumme im Jahr 2008 betrug in Krems 570 mm. Diese Zahl entspricht etwa dem Durchschnitt der Jahresniederschläge des pannonischen Klimas. Der Juni war mit 110 mm der niederschlagsreichste und der Februar mit 6 mm der niederschlagärmste Monat des Jahres 2008.

Der schneereichste Monat war der Jänner mit einer maximalen Schneehöhe von 1 cm. Die übrigen Monate wiesen keine nennenswerte Schneebedeckung auf (vgl. <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010).

Die folgende Grafik zeigt die Monatssummen des Niederschlages, die maximale Niederschlagssumme innerhalb von 24 Stunden sowie die maximale Schneehöhe im Jahresverlauf 2008 an (vgl. <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010).

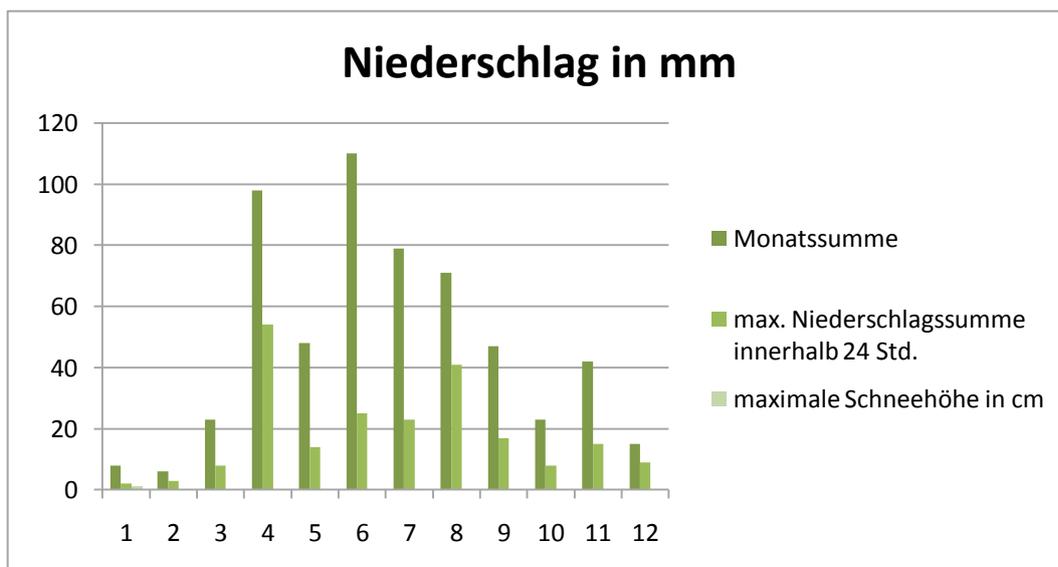


Abbildung 11: Grafische Darstellung Niederschlag, Krems, 2008

Quelle: <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010

3.2.2 RELATIVE LUFTFEUCHTE

Als relative Luftfeuchte wird der Anteil (in %) des vorhandenen am maximal möglichen Dampfdruck in der Luft bezeichnet (vgl. MURSCH-RADLGRUBER, 2006, S. 14).

Die folgende Abbildung stellt die Monatsmittelwerte der relativen Luftfeuchte in Krems für 2007 dar. Die Werte lagen zwischen 67 % im Mai bzw. Juli und 82 % im Oktober.

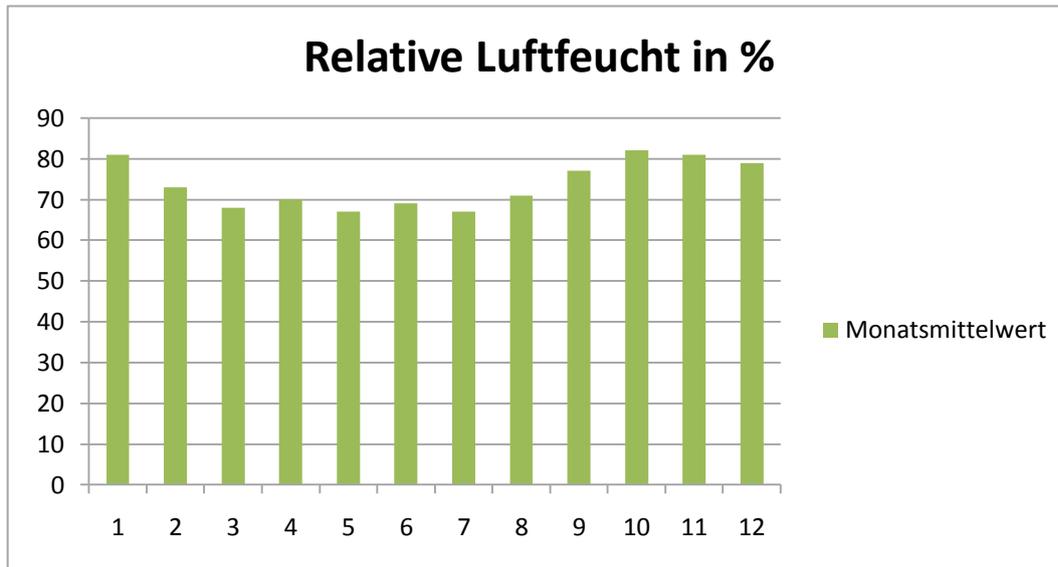


Abbildung 12: Grafische Darstellung der relativen Luftfeuchte, Krems, 2008

Quelle: <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010

3.2.3 LUFTTEMPERATUR

Der Klimabericht weist für Krems eine Jahresmitteltemperatur von 10,7 °C für 2008 auf. Der wärmste Monat war der Juli mit einem Monatsmittelwert von 20,2 °C und der kälteste Monat der Dezember mit durchschnittlich 2,1 °C.

Die folgende Abbildung zeigt die Monatsmittelwerte sowie die mittleren täglichen Maxima und Minima der Lufttemperatur in Krems im Jahresverlauf 2008 (vgl. <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010).

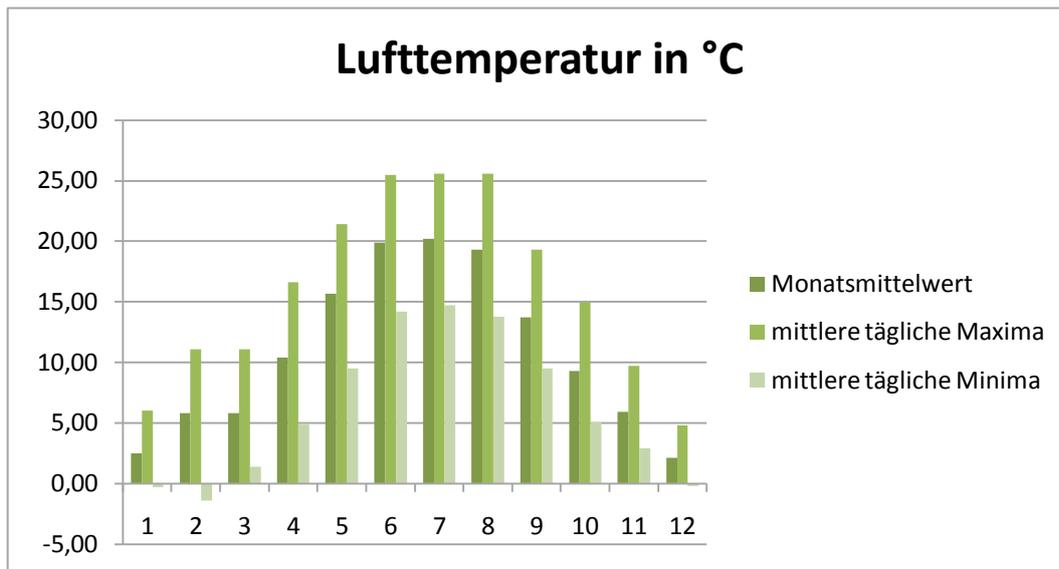


Abbildung 13: Grafische Darstellung Lufttemperatur, Krems, 2008
 Quelle: <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010

3.2.4 WIND

Der Osten Österreichs und somit auch die Region Krems zählen zu den windreichen Gegenden des Bundesgebietes. Am häufigsten kommen Windströmungen aus Westen bzw. Südwesten und Nordwesten vor. Darauf folgen die Windrichtungen aus Nordosten sowie Osten.

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit beträgt 1,9 m/s. Wie an der folgenden Grafik zu erkennen ist, sind die monatlichen Windgeschwindigkeiten über den Jahresverlauf relativ ausgeglichen. Im Jahr 2008 war der März jener Monat mit den höchsten Windgeschwindigkeiten von durchschnittlich 2,7 m/s und der Oktober jener mit den geringsten Windgeschwindigkeiten von 1,3 m/s (vgl. <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010).

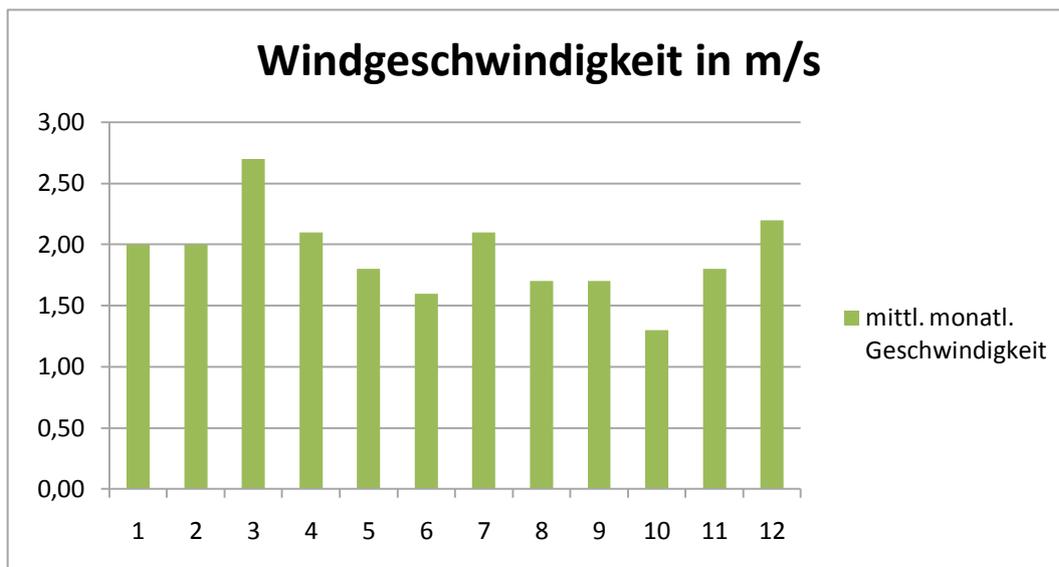


Abbildung 14 Grafische Darstellung Lufttemperatur, Krems, 2008
 Quelle: <http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010

3.3 VERSUCHSPROJEKT LÄRMSCHUTZSTEILWALL SEEBARN

Im Jahr 2005 wurde das Forschungsprojekt „Begrünbare Lärmschutzsteilwälle aus Kunststoff- und Recyclingprodukten“ seitens der Universität für Bodenkultur in Kooperation mit verschiedenen Partnerunternehmen verwirklicht. Das Versuchsprojekt wurde auf dem Betriebsgelände der Teerag-Asdag in Seebarn errichtet. Ziel war es, einen Lärmschutzwall zu errichten und durch dessen Bepflanzung mittels Durchwurzelung eine erosionsmindernde und festigende Wirkung zu erreichen. Zum anderen sollten durch eine extensive Begrünung nur geringe Unterhaltskosten anfallen. Ein weiterer positiver Aspekt der Bepflanzung sollte die Verbesserung des Mikroklimas sowie die Staubfilterung sein (vgl. WEINWURM, 2007, S. 9).

Das Institut für Geotechnik war für die Projekt- und Bauleitung verantwortlich. Stefan FUCHS (2006) beschrieb in seiner Diplomarbeit den Bauablauf des Lärmschutzsteilwalls.

Die Bepflanzung wurde vom Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau durchgeführt. Stefan WEINWURM hat im Rahmen seiner Diplomarbeit im Jahr 2006 bei der Ausführung mitgeholfen und ein erstes Monitoring durchgeführt (vgl. WEINWURM, 2007, S. 9).

3.3.1 AUFBAU DES LÄRMSCHUTZSTEILWALLS

Der Lärmschutzsteilwall besteht aus neun Abschnitten (A-I), die zum Teil aus unterschiedlichen Systemen und Materialien errichtet wurden, um zu testen, welche der Gestaltungsweisen als Lärmschutzsteilwall am besten geeignet sind. Die einzelnen Abschnitte sind in Form von Lagen mit einer Höhe von 0,50 bis 0,75 m aufgebaut, wie die folgende Abbildung zeigt.



Abbildung 15: Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die folgende Abbildung zeigt den Grundriss des Lärmschutzsteilwalles in Seebarn. Wobei die Vorderseite in Richtung Südost und die Rückseite in Richtung Nordwest ausgerichtet ist (vgl. WEINWURM, 2007, S.21).

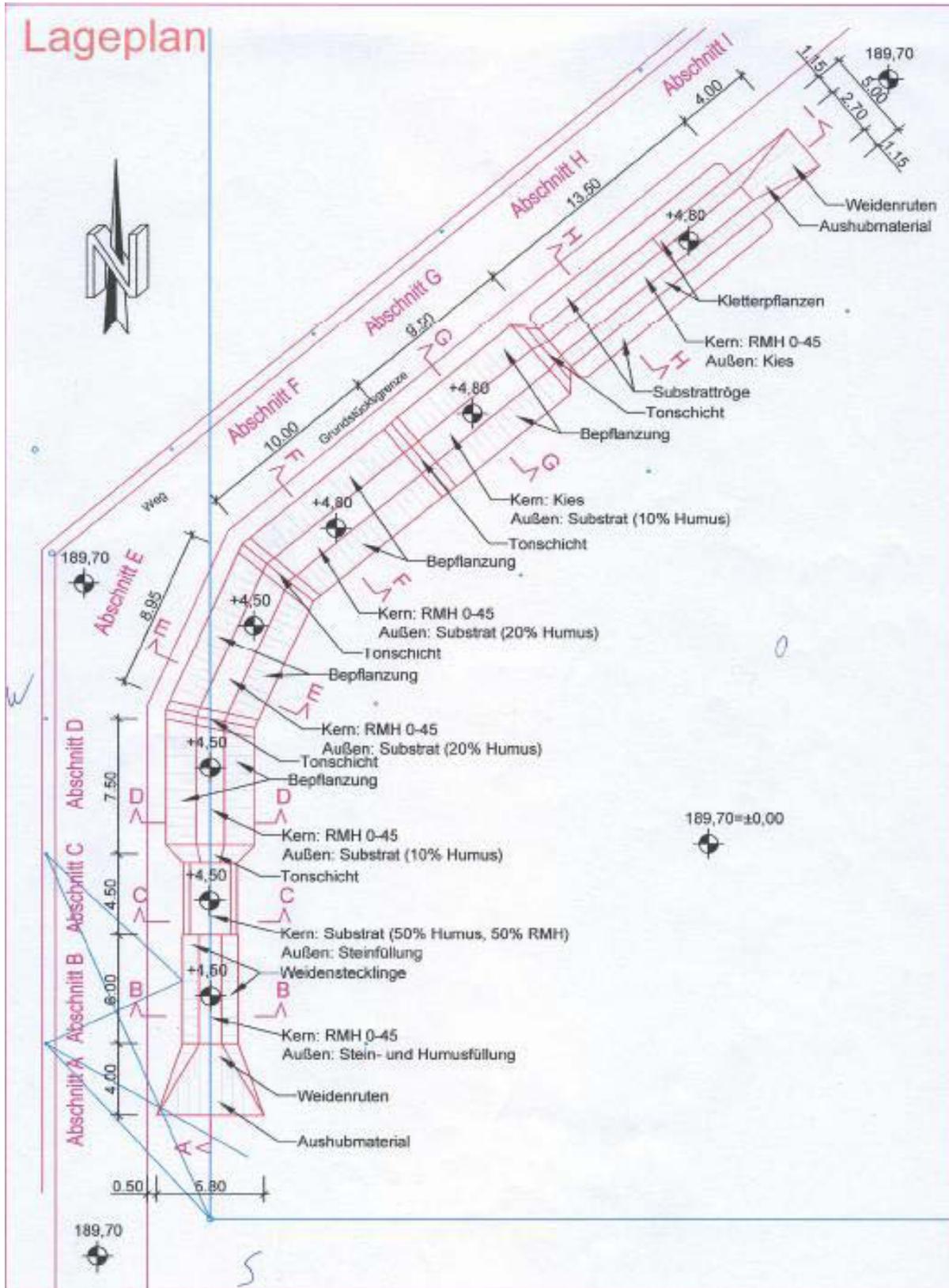


Abbildung 16: Grundriss Lärmschutzsteilwall in Seebarn/Krems, 2005
 Quelle: WEINWURM, 2007, S. 22, nach Institut für Geotechnik, Universität für Bodenkultur

Bei der 70 m langen und bis zu 4,50 m hohen Testkonstruktion kamen für die bewehrten Erdstützkonstruktionen in Verbindung mit Baurestmassen, verschiedene Schalungssysteme, Geokunststoffe und Baustoffkombinationen zur Anwendung, deren Eignung getestet werden sollte (vgl. FUCHS, 2006, S. 1 f).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Aufbau der neun Abschnitte.

Abschnitt	System	Länge	Höhe	Neigung	Aufstandsbreite	Kronenbreite	Anz. Lagen	Lagenhöhe
A	Gabionen	4,00 m	4,20 m	75°	3,00 - 4,00 m	0,60 m	7	0,60 m
B	Gabionen	6,00 m	4,40 m	75°	3,00 m	0,60 m	8	0,55 m
C	Gabionen	4,00 m	4,40 m	85°	3,00 m	1,80 m	8	0,55 m
D	Terramesh	6,50 m	4,35 m	70°	4,80 m	1,45 m	6	0,75 m
E	Polyslope T	8,00 m	4,50m	65°	4,80 m	0,50 m	9	0,50 m
F	Polyslope S	9,00 m	4,20m	70°	4,80 m	0,60 m	7	0,60 m
G (innen)	Vector Wall Grün	8,00 m	4,20 m	70°	4,80 m	1,70 m	8	0,55 m
G (außen)	Polyslope T	8,00 m	4,15 m	70°	4,80 m	1,70 m	8	0,50 m
H (innen)	Vector Wall Gabion	8,00 m	4,40 m	80°	2,70 m	1,15 m	8	0,55 m
H (außen)	Ecow all	9,00 m	4,40 m	80°	2,70 m	1,15 m	8	0,55 m
I	Polyfelt T abgetreppt							

Tabelle 10: Beschreibung der Abschnitte A bis I, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 2005

Quelle: WEINWURM, 2007, S. 24 – 29

Im Folgenden werden die am häufigsten verwendeten Materialien des Steilwalls beschrieben.

Bei **Gabionen (Drahtsteinkörbe)** handelt es sich um verzinkte Drahtkörbe in denen Steine dicht übereinander gelagert werden. Die Drahtsteinkörbe werden geschlossen und miteinander verbunden. Anschließend wird in die Hohlräume Erdmaterial eingefüllt, um ein Bepflanzung der Gabionen zu ermöglichen. Aufgrund der geringen Maschenweite der Drahtkörbe ist die Verwendung von bewurzelten Laubgehölzen mit schlanken Zweig- und Wurzelformen erforderlich. Des Weiteren können auch Weidensteckhölzer in die Drahtsteinkörbe eingelegt werden. Aus gestalterischer Sicht passen sich Gabionen aufgrund der natürlichen Materialien gut in das Landschaftsbild ein (vgl. FLORINETH et al., 2008, S. 139).

Im Zusammenhang mit Drahtsteinkörben ist zu beachten, dass der Absorptionsgrad des Lärms mit Verringerung der Korngröße des Steinmaterials geringfügig ansteigt (vgl. GIERING et al., 2006, S. 122 ff).

Desweiteren wirkt sich manuelles Setzen der grobkörnigen Schotterfüllungen gegenüber einem Hineinschütten positiv auf die Schalldämmung der Gabionenkonstruktion aus (vgl. SCHWINN et al., 2007, S. 255).

Die folgende Abbildung zeigt ein Lärmschutzsystem aus Drahtsteinkörben.



Abbildung 17: Lärmschutz mittels Drahtsteinkörben

Quelle: http://www.braunschweig.de/leben/umwelt_naturschutz/umweltatlas/10/UA-Abb10-30.jpg.scaled/700x525.pm0.bgFFFFFF.jpg, 04.09.2009

Am Versuchsgelände in Seebarn wurden die Drahtsteinkörbe mit den folgenden Materialien befüllt. Für die untersten Reihen der Gabionen und als Füllmaterial der Sichtfläche eines Abschnittes kam **Rundkorn 100/250** zum Einsatz. Sonst wurden die Drahtkörbe mit **Kantkorn 100/180** aufgefüllt (vgl. WEINWURM, 2007, S. 23).

Als **Substrat** wurde eine Mischung aus Humus und RHM 0/56 in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen eingebracht. RHM bezeichnet recycelte mineralische Hochbaumassen wie etwa Ziegel oder Beton (vgl. WEINWURM, 2007, S. 23).

Der Aufbau der drei Abschnitte, an denen im Zuge dieser Diplomarbeit die Nachpflanzungen durchgeführt wurden, gestaltet sich wie folgt (vgl. WEINWURM, 2007 S. 25 ff):

- **Abschnitt D** – System **Terramesh**: Kern aus RHM, Randbereich mit 10 % Substrat, Naturfasermatte außen
- **Abschnitt F** – System **Polyslope S**: Kern aus RHM, Randbereich mit 20 % Substrat, Polymatte außen
- **Abschnitt G** – System **Vector Wall Grün**: Kern aus Kies, Randbereich mit 10 % Substrat, Baustahlgittermatte außen

Um einen Dammaufgang zu ermöglichen wurden die Abschnitte A und I, welche die Stirnseiten des Walles bilden, stufenförmig konstruiert (vgl. WEINWURM, 2007, S. 21).

3.3.2 BEGRÜNUNG DES LÄRMSCHUTZWALLS

Der Lärmschutzsteilwall wurde im Jahr 2006 unter Mitwirkung der beiden Diplomanten Regine TRANINGER-SMIDT und Stefan WEINWURM begrünt. Hinzu kommt noch die Spontanvegetation, die sich am Steilwall etablieren konnte. Die folgenden Kapitel geben einen kurzen Überblick über die verwendeten Pflanzen.

STECKHÖLZER

Bei Steckhölzern handelt es sich um zwei bis fünf Zentimeter starke und zwanzig Zentimeter lange verholzte Ast- oder Stammabschnitte, die in der Vegetationsruhe geschnitten werden. Zumeist werden sie senkrecht zur Böschungsneigung, in Wuchsrichtung, in die Erde gesteckt, wobei zwei bis drei Zentimeter herausragen (vgl. FLORINETH et al., 2007, S. 91).

Es wurden zwei Weidenarten in Form von Steckhölzern mit einem Durchmesser von drei bis fünf Zentimetern in den Lärmschutzwall eingebracht. Dabei handelte es sich um die Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und die Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) (vgl. WEINWURM, 2007, S. 32 ff).

BEWURZELTE LAUBGEHÖLZE

Zusätzlich zu den Weidensteckhölzern kamen auch bewurzelte Laubgehölze zum Einsatz. Es wurden dabei die folgenden Arten verwendet: Gemeine Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Kreuzdorn (*Rhamnus carthartica*), Hundsrose (*Rosa canina*), Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*), Erbsenstrauch (*Caragana arborescens*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*) und Gemeiner Liguster (*Ligustrum vulgare*) (vgl. TRANINGER-SMIDT, 2010, S. 28 ff).

KLETTERPFLANZEN

Auch Kletterpflanzen wurden zur Begrünung verwendet. Dabei kamen der Wilde Wein (*Parthenocissus quinquefolia*) und die Jungferrebe (*Parthenocissus tricuspidata*) sowie der Efeu (*Hedera helix*) zum Einsatz. Als rankende Pflanzenart wurde die Echte Waldrebe (*Clematis vitalba*) verwendet (vgl. WEINWURM, 2007, S.37ff).

GRÄSER UND KRÄUTER

Eine hohe Artenvielfalt und Widerstandsfähigkeit war bei der Saatgutmischung wichtig. Sie setzte sich unter anderem aus Rotschwingel (*Festuca rubra*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*) und verschiedenen Kleearten zusammen. Das Saatgut wurde als Trockensaat mit einer Aussaatmenge von 20g/m² per Hand ausgebracht (vgl. WEINWURM, 2007, S. 30).

SPONTANVEGETATION

Stefan WEINWURM konnte im Jahr nach der Bepflanzung einen hohen Anteil an Spontanvegetation feststellen. Abschnittsweise war das Auftreten dieser derart stark, dass sie zum Teil die austreibenden Sprosse der Weidensteckhölzer überwucherte. Die Spontanvegetation setzte sich aus ruderalen Arten zusammen, die für die umliegenden Brachen typisch waren. Als Beispiele seien hier die Acker-Distel (*Cirsium arvense*), die Königskerze (*Verbascum*

sp.) sowie der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) und der Beifuß (*Artemisia vulgaris*) genannt (vgl. WEINWURM, 2007, S 74ff).

3.3.3 ERGEBNISSE NACH EINEM JAHR

2007, ein Jahr nach der Bepflanzung, wurde die Entwicklung der Weidensteckhölzer nach der Anzahl, den Sprosslängen und der Vitalität untersucht (vgl. WEINWURM, 2007, S. 48ff).

Aufgrund der Auswertung der Daten ergaben sich drei wesentliche Erkenntnisse. Einerseits verursachte der Wassermangel aufgrund von trockener Witterung hohe Ausfälle bei den Weidensteckhölzern. Andererseits ist das Wasserspeichervermögen des Substrates aufgrund des niedrigen Feinmaterialanteils zu gering. Die dritte Feststellung betraf den Zusammenhang vom Zustand der Pflanzen und deren Exposition. An der kühleren Nordwestseite war die Vitalität der Weiden besser als an der wärmeren Südostseite (vgl. WEINWURM, 2007, S. 77f).

3.3.4 ERGEBNISSE NACH DREI JAHREN

Im Rahmen meiner Bakkalaureatsarbeit im Jahr 2009 war es meine Aufgabe festzustellen, wie sich die Gehölzpflanzen drei Jahre nach deren Pflanzung entwickelt hatten. Deshalb gab es genaue Aufnahmen vor Ort am Lärmschutzsteilwall. Diese wurden gleich nach Laubaustrieb im April 2009 durchgeführt. In diesem Zusammenhang wurden zunächst alle Gehölzarten am Steilwall bestimmt und deren Zustand beurteilt. Außerdem wurden bei allen Gehölzen die minimalen und maximalen Sprosslängen sowie deren Basisdurchmesser ermittelt (vgl. GILLI, 2009, S. 19 ff).

Genauere Angaben über die Untersuchungsmethoden, die auch im Zuge dieser Masterarbeit angewandt werden, sind dem Kapitel 5 zu entnehmen.

3.3.4.1 ERGEBNISSE DES PFLANZENWACHSTUMS

Kurz zusammengefasst lassen sich die Ergebnisse der Auswertungen der Aufnahmen wie folgt beschreiben. Die wichtigste Erkenntnis dabei ist der Zusammenhang zwischen verwendeten Systemen bzw. Materialien des Steilwalls, der Exposition der jeweiligen Abschnitte und der Vitalität der Gehölze (vgl. GILLI, 2009, S. 44).

Hinsichtlich der **Systeme** kann gesagt werden, dass sich Polyslope S am besten bewährt. In diesem Abschnitt wurde die höchste Anzahl an lebenden Gehölzen ermittelt. Die Systeme Terramesh und Vector Wall Grün erzielten auch relativ gute Ergebnisse. Hingegen eignen sich Polyslope T sowie die Gabionenkonstruktionen für die Bepflanzung mit Gehölzen nicht (vgl. GILLI, 2009, S. 44).

Im Bezug auf die **Exposition** der Abschnitte habe ich festgestellt, dass die Südostseite für die Bepflanzung mit Laubgehölzen besser geeignet war. Hier wurden die meisten lebenden Gehölze beobachtet. An der Nordwestseite hingegen konnten sich kaum Gehölzpflanzen behaupten (vgl. GILLI, 2009, S. 44).

Zusätzlich zu der Ausrichtung der Abschnitte nach den Himmelsrichtungen war auch die Lage der Bepflanzung im jeweiligen Bereich von Bedeutung. Wie die folgende Abbildung verdeutlicht, war die Anzahl an lebenden Gehölzen sowie deren Vitalität in den unteren Lagen weitaus höher als in den oberen Bereichen (vgl. GILLI, 2009, S. 41).



Abbildung 18: Pflanzendichte in den verschiedenen Lagen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009

3.3.4.2 EMPFEHLUNGEN FÜR NACHPFLANZUNGEN

Grundsätzlich wurden Nachpflanzungen nur für jene drei Systeme (Polyslope S, Terramesh, Vector Wall Grün) empfohlen, an welchen sich bereits Gehölze behaupten konnten (vgl. GILLI, 2009, S. 46).

Aufgrund der Auswertung der aufgenommenen Daten wurde zu den im Jahr 2006 gepflanzten Gehölzen Weiden, Kletterpflanzen und bewurzelte Laubgehölze folgendes festgestellt.

Die **Weiden** wuchsen lediglich an drei Abschnitten. Des Weiteren stehen insgesamt 39 lebenden Weiden 403 abgestorbene Exemplare gegenüber. Somit wurde von einer neuerlichen Bepflanzung mit Weiden abgeraten (vgl. GILLI, 2009, S. 46).

Auch eine Nachpflanzung mit **Kletterpflanzen** wurde nicht empfohlen, da nur einige wenige lebende Exemplare von geringer Vitalität festgestellt wurden (vgl. GILLI, 2009, S. 46).

Die besten Ergebnisse der drei Pflanzenarten erzielten die **bewurzelten Laubgehölze**. An beiden Seiten des Lärmschutzwalles wurden lebende Exemplare beobachtet, wobei die Anzahl an lebenden Laubgehölzen an der Südostseite deutlich höher war als an der Nordwestseite. Aufgrund der Auswertungen wurden für Nachpflanzungen die folgenden Arten empfohlen: Gemeiner Erbsenstrauch (*Caragana arborescens*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Gemeiner Liguster (*Ligustrum vulgare*), Purgier-Kreuzdorn (*Rhamnus carthartica*), Hundsrose (*Rosa canina*) (vgl. GILLI, 2009, S. 46 f).

4 NACHPFLANZUNGEN AM LÄRMSCHUTZSTEILWALL

Im Frühjahr 2009 wurden am Lärmschutzsteilwall in Seebarn bei Krems Nachpflanzungen vorgenommen werden. Diese Maßnahme unterteilte sich in die vorbereitenden sowie die durchführenden Arbeitsschritte. Alle dafür notwendigen Handlungen werden in den folgenden beiden Kapiteln beschrieben.

4.1 VORBEREITUNG DER NACHPFLANZUNGEN IM APRIL 2009

4.1.1 ARTENAUSWAHL

Durch den lange anhaltenden Winter konnten die Aufnahmen im Rahmen meiner Bakkalaureatsarbeit erst nach dem Laubaustrieb im April getätigt werden. Jedoch waren diese Analysen notwendig, um herauszufinden, welche Gehölze sich am Lärmschutzsteilwall in Seebarn behaupten. Aufgrund gleichbleibender Standortbedingungen auf dem Versuchsgelände werden für die Nachpflanzungen nur jene Gehölze empfohlen, die sich am besten behaupten konnten.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird entschieden, Sämlinge für die Nachpflanzungen anzukaufen. Bei Sämlingen handelt es sich um aus Samen gezogene, junge Pflanzen vor der Verschulung (vgl. DUDEN, 2003, S. 1345).

Um diesen jungen Gehölzen bis zur Auspflanzung am Lärmschutzwall genügend Stärke und Wuchskraft zu ermöglichen, wurden diese ca. zwei Monate lang im Versuchsgarten des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau in Essling herangezogen werden. Indem die Artenauswahl erst im April möglich war, drängte jedoch die Zeit, um noch vor Sommerbeginn die Nachpflanzungen durchzuführen. Das Ausbringen der jungen Gehölze sollte keinesfalls in den heißesten Monaten Juli und August erfolgen, um eine hohe Ausfallsrate zu vermeiden.

Von den fünf empfohlenen Pflanzenarten sind jedoch zum Zeitpunkt der Bestellung nur vier sofort verfügbar, da der Erbsenstrauch als Sämling nicht lagernd war:

- **Roter Hartriegel** (*Cornus sanguinea*)
- **Gemeiner Liguster** (*Ligustrum vulgare*)
- **Purgier-Kreuzdorn** (*Rhamnus carthartica*)
- **Hundsrose** (*Rosa canina*)

4.1.2 PFLANZENBESCHREIBUNGEN

Die Charakteristika dieser vier Pflanzenarten werden auf den folgenden Seiten näher beschrieben.

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

- Heimisches Gehölz
- Habitus: bis 4 m hoch, Zweige dunkelrot
- Blatt: 4 -8 cm, ganzrandig
- Blüte: weiße Blütenrispen am Ende der Triebe
- Blütezeit: Mai – Juni
- Frucht: schwarz
- Anspruchsloses Pioniergehölz, sommertrockene Hänge

(vgl. FAULER, HÜFING, 2007, S. 130)



Abbildung 19: Beispiel für *Cornus sanguinea*
 Quelle: http://blumeninschwaben.de/Hauptgruppen/P1420348.JPG_a.jpg, 04.10.09



Abbildung 20: Schematische Darstellung *Cornus sanguinea*
 Quelle: <http://www.zum.de/stueber/lindman/247.jpg>, 04.10.09

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

- Heimisches Gehölz
- Habitus: 5 -7 m hoch, dicht verzweigt, Triebe filzig behaart
- Blatt: 3 – 7 cm lang, oberseits dunkelgrün, Unterseite heller
- Blüte: weiße Rispe
- Blütezeit: Juni – Juli
- Frucht: blauschwarz, kugelig
- Anspruchsloses Gehölz
- Als Windschutzhecken und Autobahnbegrünung geeignet

(vgl. FAULER, HÜFING, 2007, S. 175)



Abbildung 21: Beispiel für *Ligustrum vulgare*
 Quelle: http://www.baumschule-horstmann.de/bilder//popup/b018890_Liguster_vulgare_Gemeiner_Liguster_1.jpg, 04.10.09

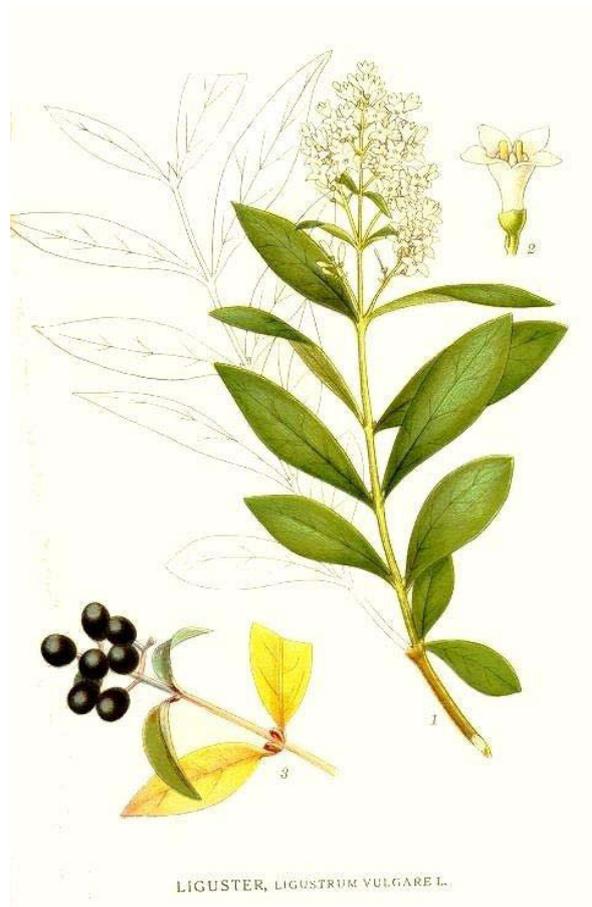


Abbildung 22: Schematische Darstellung *Ligustrum vulgare*
 Quelle: <http://www.zum.de/stueber/lindman/73.jpg>, 04.10.09

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

- Heimisches Gehölz
- Habitus: 2 – 3 m hoch, sparrig verzweigt, dornig bewehrt
- Blatt: 3 – 7 cm lang, oberseits tiefgrün, unterseits heller, Blattrand regelmäßig gezähnt
- Blüte: gelbgrüne Scheindolden
- Blütezeit: Mai – Juni
- Frucht: schwarzviolett, kugelig
- Anspruchsloses Gehölz
- Für sommerwarme und sommertrockene Standorte geeignet (vgl. HECKER, 2006, S.422 f)



Abbildung 23: Beispiel für *Rhamnus cathartica*
 Quelle: <http://www.alternatif-tip.net/sayfalar/akdike1.jpg>, 04.10.09



GETAPEL, *RHAMNUS CARTHARTICA* L.

Abbildung 24: Schematische Darstellung *Rhamnus cathartica*
 Quelle: <http://www.zum.de/stueber/lindman/240.jpg>, 04.10.09

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

- Heimisches Gehölz
- Habitus: 1 – 3 m hoch, weit ausladend, überhängende Zweige
- Blatt: 8 – 12 cm lang, oberseits graugrün, unterseits heller, Blattrand regelmäßig gesägt
- Blüte: blassrosa Einzelblüten
- Blütezeit: Mai – Juni
- Frucht: rote Hagebutten
- Anspruchsloses Pioniergehölz
- Für sommerwarme, helle Standorte geeignet (vgl. HECKER, 2006, S.318 f)

**Abbildung 25: Beispiel für *Rosa canina***

Quelle: [http://www.bogos.uni-osnabrueck.de/Bilder/Web-Fotos/Rosa%20canina\(Bluete\)\(87-20-0022-80\).jpg](http://www.bogos.uni-osnabrueck.de/Bilder/Web-Fotos/Rosa%20canina(Bluete)(87-20-0022-80).jpg), 04.10.09

**Abbildung 26: Schematische Darstellung *Rosa canina***

Quelle: http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/thome/band3/tafel_099.html, 04.10.09

4.1.3 ANKAUF DER PFLANZEN

Für die Nachpflanzungen sind insgesamt 200 Gehölze notwendig. Demgemäß werden jeweils 50 Stück der vier genannten Arten erworben. Im April erfolgt die Abholung der Sämlinge in einer Baumschule nahe Tulln.

Wie die folgende Abbildung zeigt, werden die Pflanzen wurzelnackt und in Bündel zu jeweils 25 bzw. 50 Stück übergeben. Im Bild sind, von links ausgehend, zwei Bündel *Cornus sanguinea*, daneben jeweils ein Bündel *Ligustrum vulgare* und *Rhamnus carthartica* sowie zwei Bündel *Rosa canina* zu sehen.



Abbildung 27: Sämlinge nach der Abholung in der Baumschule, Tulln, 04/2009

Im Anschluss an die Abholung der Sämlinge in Tulln werden diese in den Versuchsgarten nach Essling gebracht, um die notwendigen Arbeitsschritte für die Aufzucht der nächsten zwei Monate zu erledigen.

4.1.4 AUFZUCHT DER SÄMLINGE

Im Versuchsgarten des Institutes in Essling werden die Sämlinge vertopft und von April bis Juni herangezogen, um einen kräftigen Zustand der jungen Gehölze für die anschließende Auspflanzung am Lärmschutzsteilwall in Seebarn zu erreichen.

Herr Eggenberger, der Gärtner, und sein Team unterstützen die nachfolgenden Arbeitsschritte.

WURZEL- UND SPROSSSCHNITT

Der erste Schritt besteht darin, die Triebe der Sämlinge zu kürzen. Die Sprosslängen werden um ca. die Hälfte reduziert. Durch den Schnitt der Triebe soll die Verzweigung gefördert und das spätere horizontale Wachstum in den Systemen der bewehrten Erde erleichtert werden.

Gleichzeitig wird auch die Wurzelmasse reduziert werden, damit diese in den vorgesehenen Vliestöpfen Platz haben. Die Schnittmaßnahmen an Spross und Wurzeln zeigt die folgende Abbildung.



Abbildung 28: Schnittmaßnahmen an den Sämlingen, Versuchsgarten Essling, 04/2009

EINTOPFEN

Anschließend an die Schnittmaßnahmen werden die Sämlinge eingetopft. Um das Ausbringen der Pflanzen in das bereits verfestigte Substrat des Lärmschutzwalles zu ermöglichen, werden anstelle von Kunststoffgefäßen Vlieshüllen verwendet. Diese wurden zu diesem Zweck schon im Vorhinein genäht und perforiert.

Da die Pflanzen samt Vlieshüllen am Lärmschutzwall eingesetzt werden, ermöglichen die Stanzlöcher den feinen Wurzeln leichter in das Substrat außerhalb des Vlieses zu gelangen. Dadurch soll eine schnellere Durchwurzelung in das umliegende Material möglich sein.

Der Vorgang des Eintopfens wird in der folgenden Abbildung dargestellt. Im ersten Arbeitsschritt wird Pflanzerde in die Vlieshüllen eingebracht, danach der Sämling eingesetzt und die Hülle mit Erde gefüllt.



Abbildung 29: Eintopfen der Sämlinge, Versuchsgarten Essling, 04/2009

Nachdem alle 200 Sämlinge eingetopft sind, werden sie in einem bereits vorbereiteten Beet aneinander geschichtet. Dort verbleiben sie bis zum Zeitpunkt der Auspflanzung im Juni. In diesen beiden Monaten werden die Gehölze regelmäßig von Herrn Eggenberger und seinem Team bewässert.

Das nachstehende Bild zeigt die 200 fertig eingetopften Gehölze im Beet.

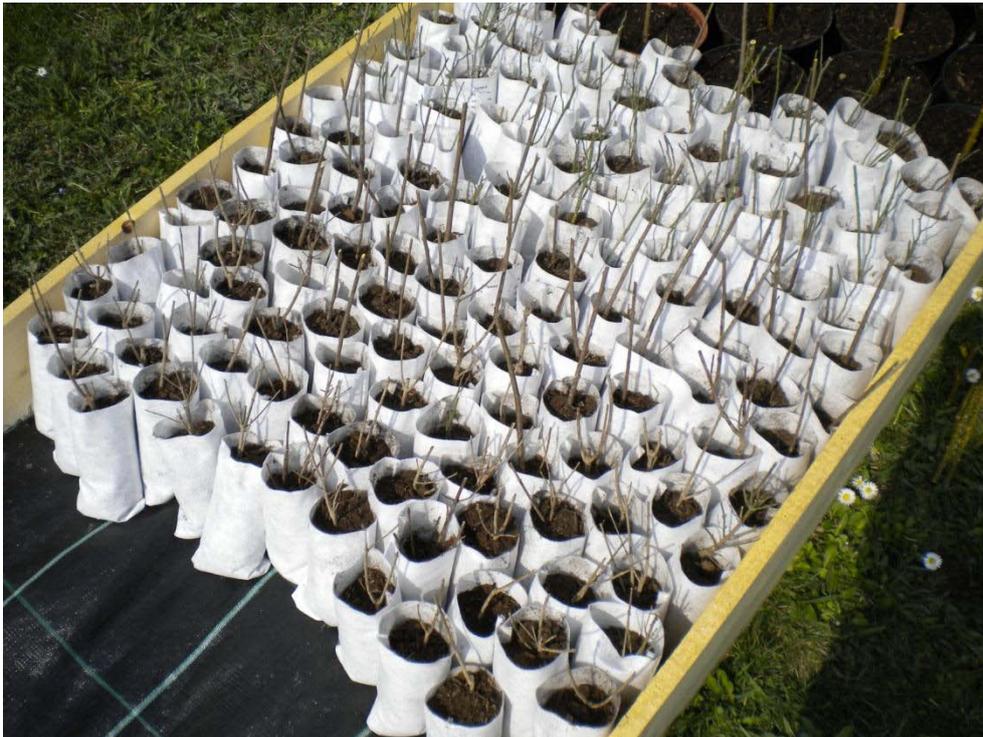


Abbildung 30: Fertig eingetopfte Gehölze im Beet, Versuchsgarten Essling, 04/2009

4.2 NACHPFLANZUNGEN AM LÄRMSCHUTZSTEILWALL IM JUNI 2009

Nachdem die Gehölze zwei Monate im Versuchsgarten herangewachsen sind, werden sie im Juni 2009 am Lärmschutzsteilwall eingesetzt.

Es werden nur an jenen Abschnitten Nachpflanzungen vorgenommen werden, die aufgrund der Analysen im Rahmen meiner Bakkalaureatsarbeit, die besten Ergebnisse hinsichtlich der Entwicklung der Gehölze in den vergangenen Jahren erzielten.

Dabei handelt es sich um die folgenden Abschnitte an der Südostseite des Lärmschutzsteilwalles:

- **D1** System Terramesh
- **F1** System Polyslope S
- **G1** System Vector Wall Grün

In der folgenden Abbildung sind diese drei Bereiche orange markiert.



Abbildung 31: Zu bepflanzende Abschnitte D1, F1 und G1 am Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009

4.2.1 ANORDNUNG DER GEHÖLZE

Um ein zügiges Vorankommen bei den Nachpflanzungen vor Ort zu ermöglichen, wird zuvor ein System für die Anordnung der Gehölze erarbeitet, indem ein Raster über die drei Abschnitte gezeichnet wird.

Ziel der Anordnung ist es, ein System mit Einteilungen von jeweils einem Quadratmeter zu definieren. Die Höhen der einzelnen Sektoren des Rasters sind durch die Lagenhöhen der jeweiligen Abschnitte vorgegeben. Somit können die notwendigen Längen ermittelt werden, um Sektoren von jeweils ca. 1 m² zu erzielen.

In Abbildung 32 ist der Raster des Abschnitts G1 beispielhaft dargestellt, wobei man hier erkennen kann, dass sich die Sektoren an die Lagenhöhen anpassen.

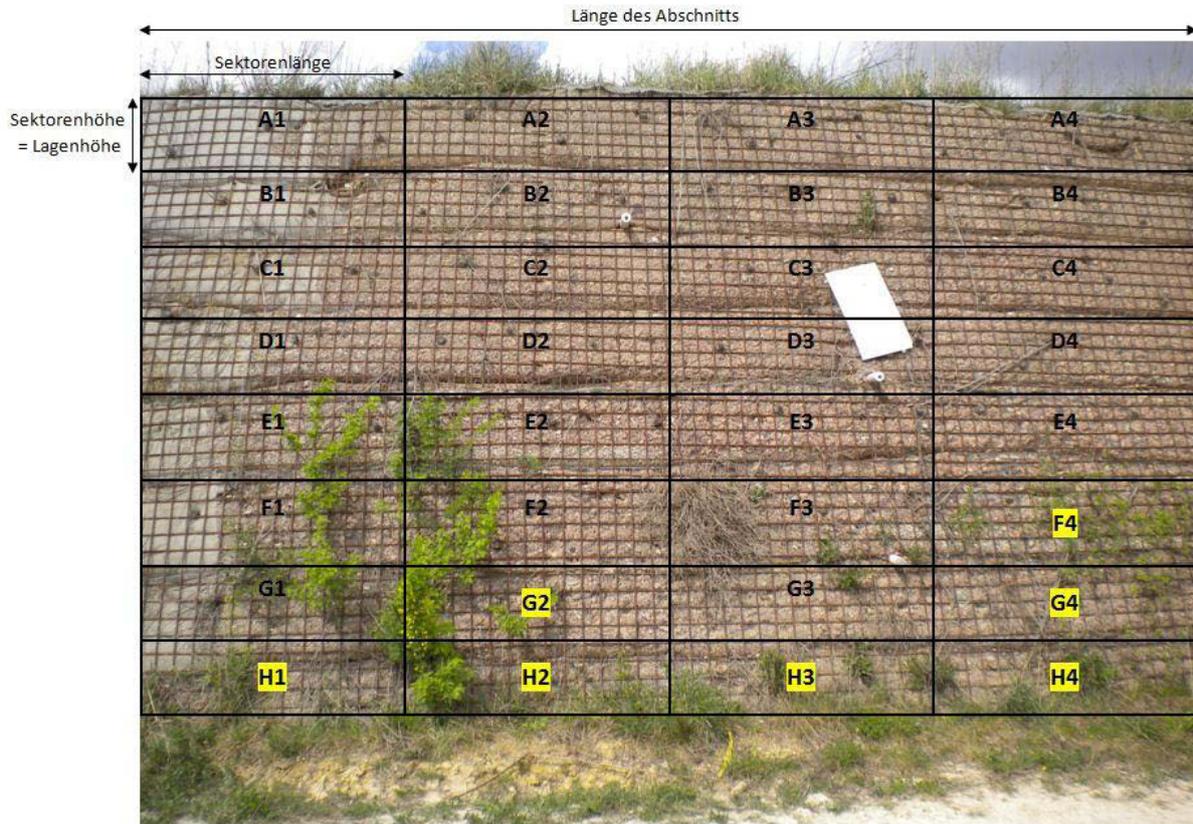


Abbildung 32: Raster Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009

Im Folgenden werden die Berechnungen für die Raster der Abschnitte D1, F1 und G1 sowie Abbildungen davon dargestellt.

Die nachstehenden Formeln werden für die Berechnungen herangezogen:

- $Sektor = 1m^2$
- $Lagenhöhe = Sektorenhöhe$
- $Sektor/Sektorenhöhe = Sektorenlänge$
- $Länge\ des\ Abschnitts/Sektorenlänge = Anzahl\ der\ Sektoren\ pro\ Lage$

RASTER D1

- Angaben: Länge des Abschnitts: 6,5 m
Anzahl der Lagen: 6
Lagenhöhe: 0,75 m
- Berechnungen:
 $1m^2/0,75m = 1,33\dot{3}m$
 $6,5m/1,33\dot{3}m \cong 5 = Anzahl\ der\ Sektoren\ pro\ Lage$
- Gesamtanzahl der Sektoren am Abschnitt D1:

Anzahl der Sektoren pro Lage x Anzahl der Lagen = $5 * 6 = 30$

RASTER F1

- Angaben: Länge: 9,0 m
 Anzahl der Lagen: 7
 Lagenhöhe: 0,60 m
- Berechnung:
 $1\text{m}^2/0,6\text{m} = 1,66\dot{6}\text{m}$
 $9,0\text{m}/1,66\dot{6}\text{m} \cong 5 = \text{Anzahl der Sektoren pro Lage}$
- Gesamtanzahl der Sektoren am Abschnitt F1:
Anzahl der Sektoren pro Lage * Anzahl der Lagen =: $5 * 7 = 35$

RASTER G1

- Angaben: Länge: 8,0 m
 Anzahl der Lagen: 8
 Lagenhöhe: 0,55 m
- Berechnung:
 $1\text{m}^2/0,55\text{m} = 1,81\dot{8}\text{m}$
 $8,0\text{m}/1,81\dot{8}\text{m} \cong 4 = \text{Anzahl der Sektoren pro Lage}$
- Gesamtanzahl der Sektoren am Abschnitt F1:
Anzahl der Sektoren pro Lage * Anzahl der Lagen =: $4 * 8 = 32$

Addiert man die Gesamtzahl der Sektoren der drei Abschnitte von (D1) 30, (F1) 35 und (G1) 32, erhält man eine Gesamtsektorenanzahl von 97. Das bedeutet theoretisch bei 200 verfügbaren Pflanzen könnten ca. 2 Stück pro Quadratmeter nachgepflanzt werden.

Betrachtet man jedoch die vorhergehende Abbildung, so kann man feststellen, dass in den unteren Lagen bereits ein relativ dichter Bewuchs besteht und somit zusätzlich Bepflanzungen an diesen Stellen nicht notwendig sind. Die in den Rastern gelb markierten Sektoren (siehe Abbildung 33, Abbildung 34, Abbildung 35) werden dementsprechend aufgrund der bereits bestehenden Gehölze nicht neuerlich bepflanzt.

Somit reduzieren sich die zu bepfanzenden Sektoren auf folgende Bereiche:

- **Raster D1:** Sektoren A1 bis A5
Sektoren B1 bis B5
Sektoren C1 bis C5
Sektoren D1, D2, D4
Sektoren E2, E3, E4 → insgesamt 21 zu bepflanzende Sektoren

Nachpflanzungen D1

Insgesamt 60 Gehölze:

- 17 *Rosa canina* (Ro ca)
- 12 *Rhamnus cartharica* (Rh ca)
- 13 *Cornus sanguinea* (Co sa)
- 18 *Ligustrum vulgare* (Li vu)

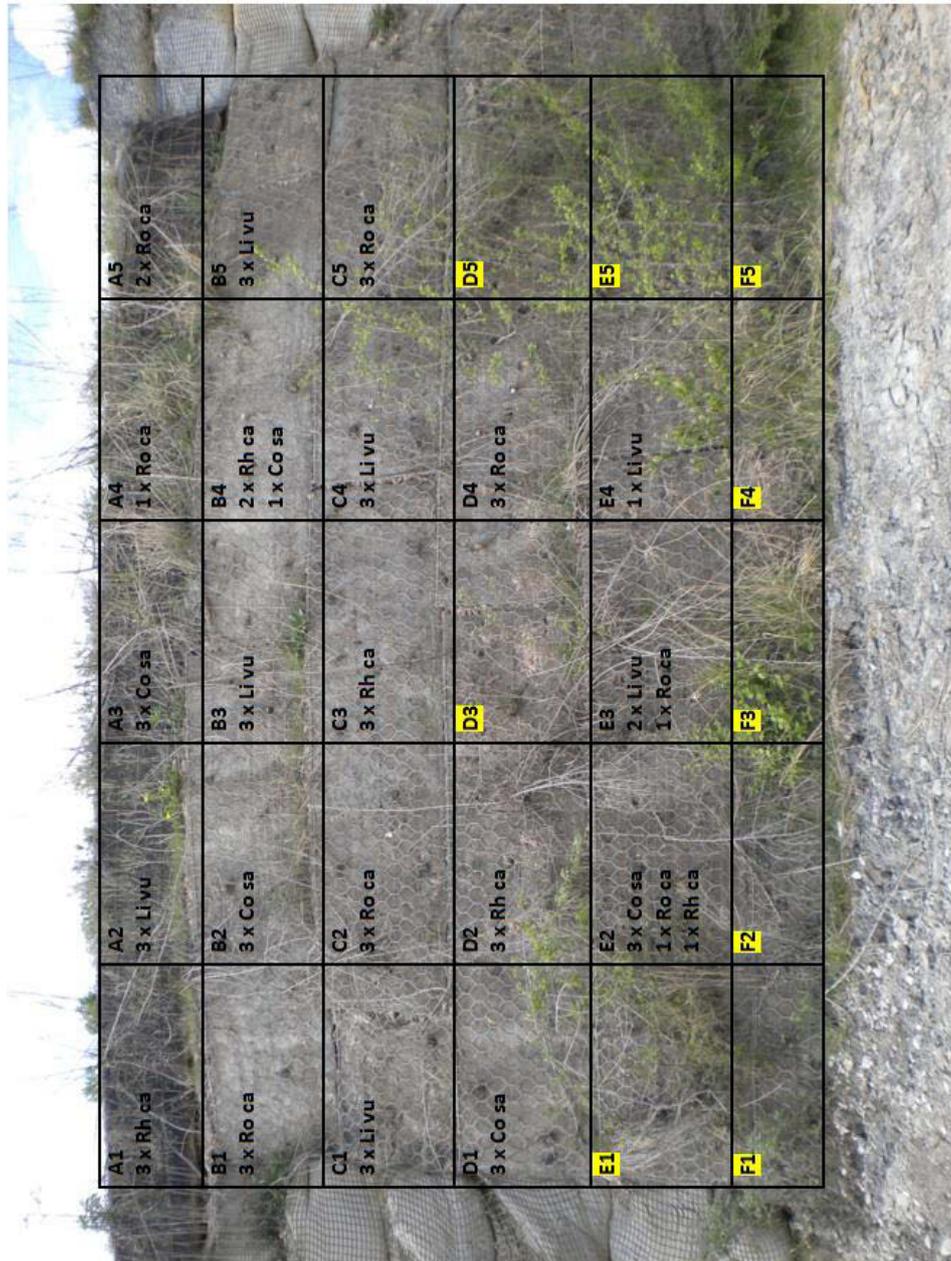


Abbildung 33: Raster Nachpflanzungen Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009

- **Raster F1:** Sektoren A1 bis A5
Sektoren B1 bis B5
Sektoren C1 bis C5
Sektoren D3, D4 → insgesamt 17 zu bepfflanzende Sektoren

Nachpflanzungen F1

Insgesamt 50 Gehölze:

- 12 *Rosa canina* (Ro ca)
- 15 *Rhamnus carthartica* (Rh ca)
- 12 *Cornus sanguinea* (Co sa)
- 11 *Ligustrum vulgare* (Li vu)



Abbildung 34: Raster Nachpflanzungen Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009

- Raster G1:**

Sektoren A1 bis A4
Sektoren C1 bis C4
Sektoren E1 bis E4
Sektoren G1 bis G3,

Sektoren B1 bis B4
Sektoren D1 bis D4
Sektoren F1 bis F3
insgesamt 26 zu bepfflanzende Sektoren

Nachpflanzungen G1
 Insgesamt 74 Gehölze:
 17 *Rosa canina* (Ro ca)
 23 *Rhamnus carthartica* (Rh ca)
 16 *Cornus sanguinea* (Co sa)
 18 *Ligustrum vulgare* (Li vu)



Abbildung 35: Raster Nachpflanzungen Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009

Daraus ergibt sich, dass insgesamt an allen drei Abschnitten gemeinsam, 63 Sektoren zu bepflanzen sind. Man muss jedoch berücksichtigen, dass nicht alle der 200 gekauften Sämlinge auch tatsächlich in einem derart guten Zustand sind, dass sie ausgesetzt werden können. Einige wenige Pflanzen waren abgestorben. Somit kann mit einer Neupflanzung von ungefähr 3 Stück pro Quadratmeter gerechnet werden.

Wobei diese Zahl als Richtwert dient, da erst vor Ort entschieden werden kann, wie viele Pflanzen pro Sektor letztendlich einzusetzen sind. Dies richtet sich nach dem aktuellen Gehölzbestand in den einzelnen Bereichen. In manchen Sektoren müssen nur wenige Pflanzen nachgesetzt werden, in anderen wiederum mehrere.

Bei den Nachpflanzungen ist darauf zu achten, dass pro Sektor nur eine Gehölzart eingesetzt wird. Jedoch sollen die vier Pflanzenarten in den unterschiedlichen Sektoren abwechselnd eingebracht werden (z.B. A1 *Rhamnus carthartica*, A2 *Ligustrum vulgare*, A3 *Rosa canina*, A4 *Cornus sanguinea*, etc.).

4.2.2 DURCHFÜHRUNG DER NACHPFLANZUNGEN

Mit der Unterstützung von Herrn Eggenberger und seinem Team werden die Nachpflanzungen am Lärmschutzsteilwall in Seebarn im Juni 2009 durchgeführt.

Wie die folgende Abbildung zeigt, werden die Pflanzen vor dem Einsetzen in mit Wasser gefüllte Behälter gestellt, damit sich das Substrat in den Vlieshüllen vollsaugen kann.



Abbildung 36: Einwässern der Pflanzen vor dem Einsetzen am Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009

Das Einsetzen der Pflanzen selbst gestaltet sich relativ schwierig, da zum einen das Material des Lärmschutzwalls sehr hart und verdichtet ist. Zum anderen fällt beim Aushub der Pflanz-

löcher ständig darüber liegendes, loses Material herunter. Das nachstehende Bild zeigt die Pflanzarbeiten.



Abbildung 37: Pflanzarbeiten am Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009

Aufgrund der Tatsache, dass vor allem die höher gelegenen Lagen der drei Abschnitte zu bepflanzen sind, muss zum Großteil mit Leiter und Hebebühne gearbeitet werden. Dies dokumentiert die folgende Abbildung.



Abbildung 38: Nachpflanzungen mittels Hebebühne, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009

4.2.3 BEWÄSSERUNG

Aufgrund der bereits beschriebenen trockenen Standortbedingungen ist nach dem Einsetzen der Gehölze eine Bewässerung, vor allem in den ersten heißen Sommermonaten, unumgänglich. Für die Monate Juni bis einschließlich September wird das Wässern der Nachpflanzungen an jedem zweiten Tag (Montag, Mittwoch, Freitag) empfohlen. Dieser Vorgang soll jeweils so lange andauern, bis das Wasser an der Basis des Lärmschutzwalles durchsickert. Nur dann ist ein ordnungsgemäßer Feuchtigkeitsgehalt in allen Lagen, auch in den untersten, gewährleistet.

Aufgrund der Situierung des Lärmschutzsteilwalles auf dem Betriebsgelände der Teerag-Asdag werden die Bewässerungsmaßnahmen von MitarbeiterInnen dieser Firma durchgeführt. Zu diesem Zweck wird ein Feuerwehrschauch verwendet, um die notwendigen Wassermengen zur Verfügung zu stellen. Perforationen im Schlauch ermöglichen den Wasseraustritt, wie an der folgenden Abbildung zu erkennen ist.



Abbildung 39: Perforierter Feuerwehrschauch, Bewässerung Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

5 UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Um den Zustand der im Juni 2009 gepflanzten Gehölze zu beurteilen, ist es notwendig genaue Untersuchungen vor Ort durchzuführen. Es soll festgestellt werden, wie sich die Pflanzen über den Sommer entwickelten. Zu diesem Zweck werden am Lärmschutzsteilwall in Seebarn Vegetationsaufnahmen im September 2009 durchgeführt.

Dabei werden die folgenden Parameter zu ermittelt:

- Vitalität
- Minimale und maximale Sprosslängen
- Basisdurchmesser

Um die Aufnahmen dieses umfassenden Zahlenmaterials übersichtlich zu gestalten, wird bereits vor den Untersuchungen am Lärmschutzsteilwall ein Aufnahmebogen entworfen. Dieser enthält Angaben über den Abschnitt, den bepflanzten Sektor, die Gehölzart sowie die erforderlichen Parameter. Ein solches Formular erleichtert nicht nur die Arbeit vor Ort, sondern auch die daran anschließenden Auswertungen des Datenmaterials.

Die Aufnahmebögen mit sämtlichen Zahlenwerten der Untersuchungen sind im Anhang (Kapitel 14) dieser Arbeit zu finden.

Im Folgenden wird die Methodik zur Ermittlung der Parameter beschrieben.

5.1 VITALITÄTSBEURTEILUNG

Die Vitalität ist ein wichtiges Kriterium bei der Beurteilung des Zustandes einer Pflanze. Worum es sich dabei genau handelt wird nachfolgend erörtert.

5.1.1 WAS BEDEUTET VITALITÄT?

Vereinfacht ausgedrückt, kann der Begriff der Vitalität mit der Lebenskraft beschrieben werden. Im Bezug auf Pflanzen handelt es sich genauer gesagt um die Wuchspotenz, die man an dessen Sprosslängen erkennen kann. Nimmt die Vitalität einer Pflanze ab, ist dies auch durch zurückgehende Längen der Triebe erkennbar. Generell nehmen die Sprosslängen der Baumarten nach dem Überschreiten des Kulminationspunktes ab. Dies wird als Nachlassen der Lebenskraft gewertet (vgl. ROLOFF, 1989, S. 17).

Georg Ludwig HARTIG und Theodor HARTIG (1836) definierten in ihrem forstlichen und forstnaturwissenschaftlichen Conversations-Lexikon den Begriff des Kulminationspunktes wie folgt:

„Alle Pflanzen und Thiere haben eine Zeit, in welcher sie den höchsten Grad an Vollkommenheit erreichen, und von da an in mancher Hinsicht zurückgehen. Diesen Punkt nennt man den Culminationspunkt. Wenn daher ein Baum in seinem Zuwachse abnimmt, so sagt man, er habe den Culminationspunkt im Zuwachs erreicht. Umstände und Verhältnisse man-

cherlei Art können bewirken, dass dieser Punkt früher oder später eintritt.“ (HARTIG et al., 1836, S. 162)

Für die Beurteilung der Vitalität von Gehölzen gibt es verschiedene Ansätze. In den vergangenen Jahrzehnten wurde der Gesundheitszustand, insbesondere jener von Laubbäumen, meistens anhand der Belaubung festgestellt. Hierfür wurden in erster Linie die Kriterien wie Laubverlust und Vergilbung der Blätter herangezogen. Jedoch unterliegt die Belaubung Schwankungen, denen Blattzahl und noch vielmehr Blattgröße unterworfen sind. Diese Abweichungen werden etwa durch Trockenheit oder Insektenbefall begründet (vgl. ROLOFF, 2008, S. 65 ff).

Aufgrund dieser Schwankung kam es in den letzten Jahren zu einer Veränderung im Zusammenhang mit der Beurteilung der Vitalität von Gehölzen. Heute ist das Augenmerk auf Kronenstrukturen und Verzweigungen gerichtet (vgl. ROLOFF, 2008, S. 65 ff).

5.1.2 KRONENZUSTAND-ERHEBUNG

Im Zusammenhang mit der Kronenzustandserhebung eines Gehölzes werden folgende Merkmale erfasst (vgl. RUZICKA, 1981, zit. nach: BRAUN, 1990, S. 4):

- Baumart
- Kronenform (kompakt oder in Einzelkronen aufgelöst)
- Belaubung (Dichte der Belaubung, Anteil an Dürrästen)
- Farbe der Blätter (Hinweis auf Nährstoffversorgung, Virosen und andere Krankheiten)
- Blattnekrosen (Art, Ausmaß und Verteilung von Nekrosen am Blatt und von nekrotischen Blättern in der Baumkrone)
- Zusätzliche Merkmale (z.B. Schäden im Stamm- oder Wurzelbereich)
- Sondermerkmale (z.B. Parasitenbefall, Notaustrieb)

Unter Blattnekrosen versteht man absterbende Gewebeteile des Laubes, die entweder an dessen Rand, zwischen den Adern oder punktförmig auftreten. Unter anderem sind diese auf Luftschadstoffe zurückzuführen. Lage und Farbe der Nekrosen lassen zum Teil Rückschlüsse auf den einwirkenden Schadstoff zu. Jedoch kann auch beispielsweise Nährstoffmangel oder Pilzbefall zu nekrotischen Veränderungen führen (http://www.umweltlexikon-online.de/fp/archiv/RUB_sonstiges/Blattnekrose.php, 21.09.2009).

5.1.3 KRONENZUSTAND-STUFEN NACH BRAUN UND MAUSER

Es gibt verschiedene Methoden, um den Zustand von Gehölzen zu beurteilen. Stefan WEINWURM (2007) griff in seiner Diplomarbeit bei der Beurteilung der Vitalität der Gehölze am Lärmschutzsteilwall in Seebarn auf die fünf Kronenzustandsstufen nach BRAUN und MAUSER zurück. Auch ich wandte im Zuge meiner Bakkalaureatsarbeit (2009) im Zusammenhang mit diesem Projekt diese Methode an. Um eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, werden ebenso die Aufnahmen im Rahmen dieser Masterarbeit nach dieser Methodik durchgeführt.

BRAUN und MAUSER beschreiben die fünf Kronenzustandsstufen wie folgt:

Kronenzustandsstufen	Beschreibung
1	Volles Kronenbild, dichte Belaubung in allen Kronenbereichen, grüne Blätter
2	Herausragen einiger dicht beblätterter Zweige und Äste aus der Krone; eventuell kleinere, hellere Blätter
3	Beginnende Auflösung der Baumkrone in Teilkronen; Dürrlinge; nekrotische Blätter
4	Totale Auflösung der Krone in Teilkronen; starke Auslichtung in allen Kronenbereichen; viele dürre Äste und Zweige; Großteil der Blätter nekrotisch verfärbt
5	Keine Beblätterung; nur mehr Astskelett; Baum abgestorben

Tabelle 11: Kronenzustandsstufen 1 bis 5 nach BRAUN und MAUSER

Quelle: BRAUN, 1990, S. 5

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine schematische Darstellung dieser fünf Kronenzustandsstufen.

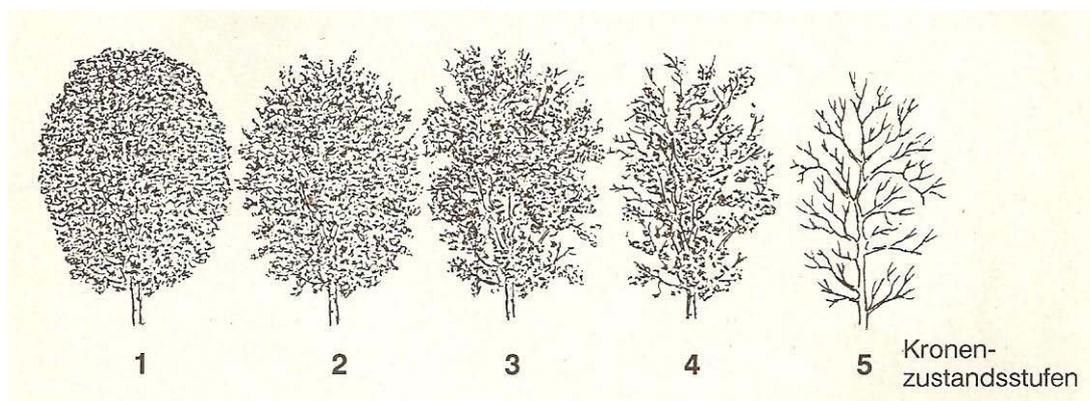


Abbildung 40: Kronenzustandsstufen 1 bis 5

Quelle: BRAUN, 1990, S. 4

Um die Anwendung der Kronenzustandsstufen zu vereinfachen, werden die Gehölze üblicherweise nach folgenden Kriterien bewertet (vgl. PILLMANN et al., 1989, zit. nach: BRAUN, 1990, S. 5):

- Stufe 1: sehr gut
- Stufe 2: geschwächt
- Stufe 3: geschädigt
- Stufe 4: stark geschädigt
- Stufe 5: abgestorben

Im Zuge der Aufnahmen wird für jedes im Juni gepflanzte Gehölz die dementsprechende Zustandsstufe ermittelt. Die Auswertung der Ergebnisse und grafische Darstellungen sowie fotografische Dokumentationen sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

5.2 MESSUNG DER SPROSSLÄNGEN

Neben der Klassifikation der Vitalität werden im Rahmen der Aufnahmen auch die Sprosslängen der Gehölze ermittelt, da diese eine wichtige Aussagekraft über die Lebenskraft einer Pflanze haben.

Im Zuge der Aufnahmen werden sowohl die minimale als auch die maximale Sprosslänge jeder Pflanze mittels Maßband bestimmt. Die Werte sind in Zentimetern, auf eine Dezimalstelle genau, angegeben.

Die folgende Abbildung zeigt den Vorgang der Vermessung der Triebblängen mittels Maßband.



Abbildung 41: Vermessen der Triebblängen mittels Maßband, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Analog zu den Auswertungen der Basisdurchmesser werden aus den Zahlenwerten der Vermessungen der Sprosslängen die Durchschnittswerte jeder Gehölzart errechnet. Danach wird ein Vergleich der verschiedenen Pflanzenarten und der drei bepflanzten Abschnitte durchgeführt. Die detaillierten Auswertungen sind, wie bereits erwähnt, dem Kapitel 6 zu entnehmen.

5.3 MESSUNG DER BASISDURCHMESSER

Dieser Arbeitsschritt wird mittels einer digitalen Schiebelehre durchgeführt. Das Vermessungsgerät wird zu diesem Zweck an der Basis der Pflanze justiert und zeigt den Wert des Durchmessers in Millimetern an. Die Genauigkeit liegt bei zwei Nachkommastellen.

Die folgende Abbildung dokumentiert den Vorgang der Ermittlung des Basisdurchmessers.



Abbildung 42: Ermittlung Basisdurchmesser mit Schiebelehre, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Nach den Aufnahmen werden die Zahlenwerte herangezogen, um den Durchschnitt der Basisdurchmesser der verschiedenen Gehölzarten zu berechnen. Die Ergebnisse dieser Auswertungen dienen im Anschluss daran dem Vergleich der Entwicklung der verschiedenen Pflanzenarten an den drei System-Abschnitten. Alle Details zu den Auswertungen sind im Kapitel 6 vorzufinden.

6 ERGEBNISSE DER VEGETATIONSANALYSEN /SEPTEMBER 2009

Die Untersuchungen über den Zustand der im Juni 2009 getätigten Nachpflanzungen erfolgen im September 2009. Zu diesem Zweck werden Aufnahmen vor Ort am Lärmschutzsteilwall in Seebarn bei Krems getätigt. Alle Daten werden, wie bereits beschrieben, in dafür vorbereitete Aufnahmebögen vermerkt.

Im Anschluss an die Aufnahmen wird das Zahlenmaterial ausgewertet. Die folgenden drei Kapitel enthalten die textliche bzw. grafische Aufbereitung der Ergebnisse dieser Auswertungen, geordnet nach den Parametern Vitalität, Basisdurchmesser und Sprosslängen.

6.1 VITALITÄT

Im Zuge dieser Aufnahmen wird für jedes nachgepflanzte Gehölz dessen Vitalitätsstufe nach BRAUN (1990) bestimmt. Im Folgenden werden die Resultate, nach Abschnitten (D1, F1, G1) und Pflanzenarten untergliedert, dargestellt. Danach erfolgt ein Vergleich der Vitalität der Gehölze an den drei Abschnitten. Im Anschluss daran wird der Zusammenhang zwischen dem Zustand der Gehölze und deren Lage am Steilwall erörtert.

6.1.1 VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT D1 (SYSTEM TERRAMESH)

Die nachstehende Abbildung gibt einen Gesamtüberblick über die Bepflanzung des Abschnittes D1. Da es in diesem Bereich kein abgestorbenes Gehölz gibt, liegt der Anwuchserfolg bei 100%.



Abbildung 43: Pflanzenwachstum 3 Monate nach der Nachpflanzung , Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Bei der Ermittlung der Vitalität der Pflanzenart *Cornus sanguinea* fallen die Blattnekrosen auf. Diese sind am Lärmschutzsteilwall fast ausschließlich bei dieser Gehölzart vorhanden. Die absterbenden Gewebeteile des Laubes treten in diesem Fall punktförmig, mit braunrotem Rand, auf und sind zumeist über die gesamte Blattspreite verteilt. Das massive Auftreten von Blattnekrosen bei dieser Art ist auf Pilzbefall zurückzuschließen.

Das nachstehende Bild zeigt ein Beispiel eines *Cornus sanguinea* mit Blattnekrosen.



Abbildung 44: *Cornus sanguinea* mit Blattnekrosen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Von den insgesamt 13 *Cornus sanguinea*, die an diesem Abschnitt im Juni nachgepflanzt wurden, weist nur ein Stück keine Blattnekrosen auf. Dieses Exemplar ist des Weiteren durch eine dichte Belaubung, gute Verzweigung und starke Triebe gekennzeichnet. Deshalb kann dieser eine Rote Hartriegel der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet werden.

Aufgrund der vorhandenen Blattnekrosen, können die anderen 12 Exemplare lediglich den Zustandsstufen 3 und 4 zugeordnet werden. Für die Beurteilung, welche dieser beiden Stufen auf ein Gehölz zutrifft, ist die Stärke des Auftretens der abgestorbenen Gewebeteile und der allgemeinen Zustand der Gehölze ausschlaggebend.

Abgestorbene *Cornus sanguinea* (Vitalitätsstufe 5) sind an diesem Abschnitt keine vorhanden.

Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Vitalität der Exemplare des Roten Hartriegels am Abschnitt D1.

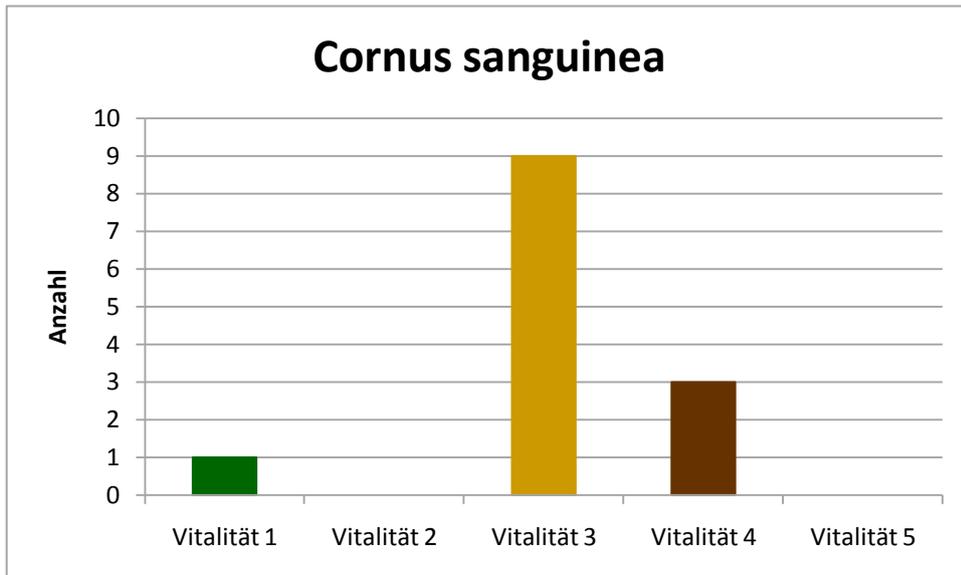


Abbildung 45: Vitalität der 13 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Der Pilzbefall betrifft jedoch nicht nur die Exemplare des nachgepflanzten Roten Hartriegel am Lärmschutzsteilwall, sondern kann auch an den Gehölzen dieser Art in der Umgebung festgestellt werden, wie das nachfolgende Foto dokumentiert.



Abbildung 46: *Cornus sanguinea* der Umgebung, Pilzbefall, Seebarn/Krems, 09/2009

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Generell weist der Gemeine Liguster deutlich bessere Vitalitätsstufen auf als der Rote Hartriegel. Von den insgesamt 18 Exemplaren weist nur eines Blattnekrosen auf (siehe folgende Abbildung) und wird somit der Stufe 3 zugeordnet.



Abbildung 47: Blattnekrosen *Ligustrum vulgare*, Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Vier dieser im Juni nachgepflanzten Gehölze werden der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet. Jeweils sieben entsprechen den Stufen 2 und 3. Abgestorbene Gemeine Liguster sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen an diesem Abschnitt nicht festzustellen. Die genaue Verteilung ist in der Grafik dargestellt.

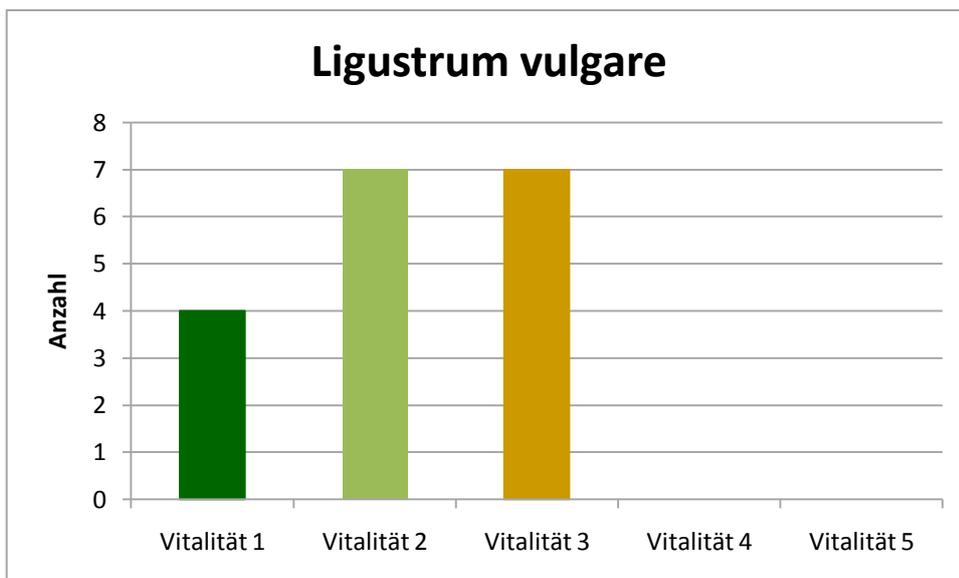


Abbildung 48: Vitalität der 18 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Der Großteil jener Exemplare, die der Vitalitätsstufe 3 zuzuordnen sind, wird von Spontanvegetation bedrängt. Dadurch kommt es zu einem Konkurrenzdruck an diesen Standorten hinsichtlich Licht, Wasser und Nährstoffen, wodurch keine optimalen Wuchsbedingungen vorherrschen. Das nachstehende Bild zeigt ein Beispiel dieser Situation.



Abbildung 49: *Ligustrum vulgare* mit Spontanvegetation, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Im Abschnitt D1 wurden insgesamt 12 *Rhamnus carthartica* nachgepflanzt. Der Großteil davon, nämlich 9 Stück, ist aufgrund seines Zustandes der mittleren Vitalitätsstufe zuzuordnen.

Die Sprosse dieser Gehölze sind ihrer Art entsprechen stark, jedoch können weder Pflanzen mit besonders dichtem Laubwuchs und starker Verzweigung festgestellt werden. Allerdings sind auch keine Exemplare abgestorben oder davon bedroht. Auch dürre Äste sind keine vorzufinden. Die Blätter weisen keinerlei Anzeichen für Nekrosen auf. Ein Beispiel eines *Rhamnus carthartica* dieses Abschnittes zeigt das folgende Bild.



Abbildung 50: *Rhamnus carthartica*, Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die Zuordnung zu den Vitalitätsstufen stellt das folgende Diagramm dar.

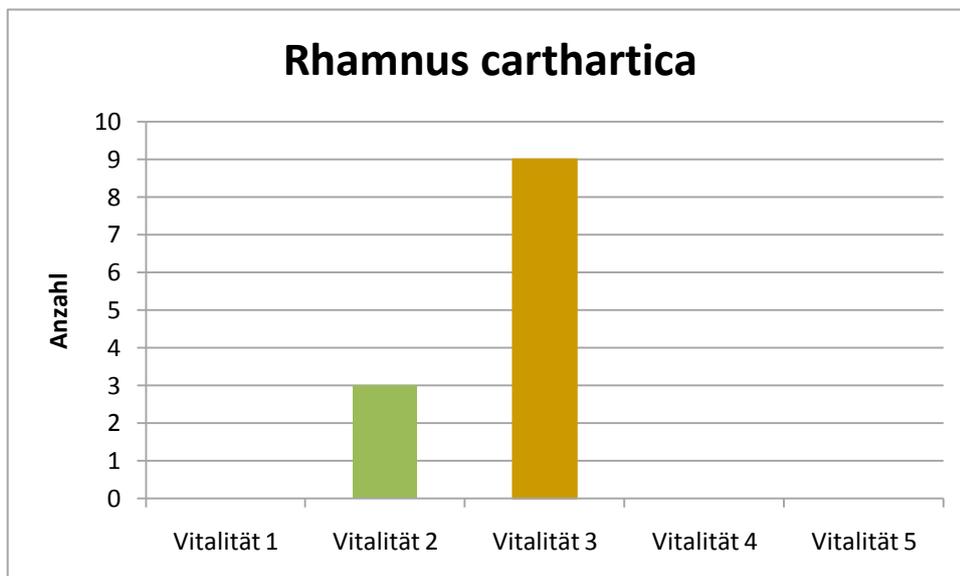


Abbildung 51: Vitalität der 12 nachgepflanzten *Rhamnus carthartica* nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Insgesamt wurden 17 Exemplare der *Rosa canina* nachgepflanzt. Grundsätzlich behauptet sich diese Pflanzenart an diesem Abschnitt gut. Zirka die Hälfte der Gehölze kann den Vitalitätsstufen 1 und 2 zugeordnet werden.

Sieben Stück weisen einen mittleren Zustand auf und entsprechen somit Stufe 3. Lediglich zwei Hundsrosen sind mit Stufe 4 klassifiziert. Abgestorbene Exemplare sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen keine vorhanden.

Die Verteilung der Vitalitätsstufen der Hundsrose (*Rosa canina*) wird in der nächsten Grafik dargestellt.

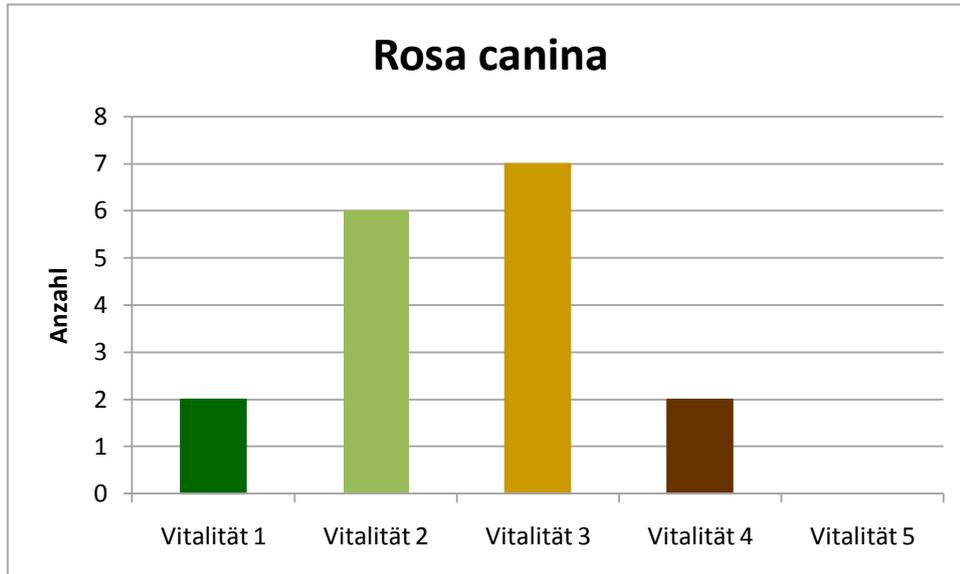


Abbildung 52: Vitalität der 17 nachgepflanzten *Rosa canina* nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Jene zwei Exemplare der Vitalitätsstufe 4, sind aufgrund von Überwucherung durch Spontanvegetation in ihrer Entwicklung stark beeinträchtigt und am Wachstum gehindert. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine dieser beiden betroffenen Pflanzen.



Abbildung 53: Überwucherte *Rosa canina*, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

6.1.2 VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT F1 (SYSTEM POLYSLOPE S)

Das folgende Bild gibt einen Überblick über die Bepflanzung des Abschnittes F1 zum Zeitpunkt der Aufnahmen im September 2009. In diesem Bereich wurden insgesamt 50 Gehölze nachgepflanzt, wovon ein *Rhamnus carthartica* über die Sommermonate abgestorben ist. Somit liegt der Anwuchserfolg bei 98 %.



Abbildung 54: Pflanzenwachstum 3 Monate nach der Nachpflanzung, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Wie schon bei Abschnitt D1 beschrieben, sind die Roten Hartriegel auch im Bereich F1 von Blattnekrosen betroffen. Von den insgesamt 12 Gehölzen gibt es nur ein einziges Exemplar, das kein nekrotisches Laub aufweist. Jedoch kann dieser *Cornus sanguinea* aufgrund mangelnder Verzweigung und schwacher Triebe auch nur der Vitalitätsstufe 3 zugeordnet werden.

Von den 12 nachgepflanzten Roten Hartriegel sind acht Stück der Zustandsstufe 3 und vier Exemplare der Stufe 4 zuzuordnen. Abgestorbene *Cornus sanguinea* sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen nicht festzustellen.

Die nächste Grafik zeigt die Verteilung auf die Vitalitätsstufen.

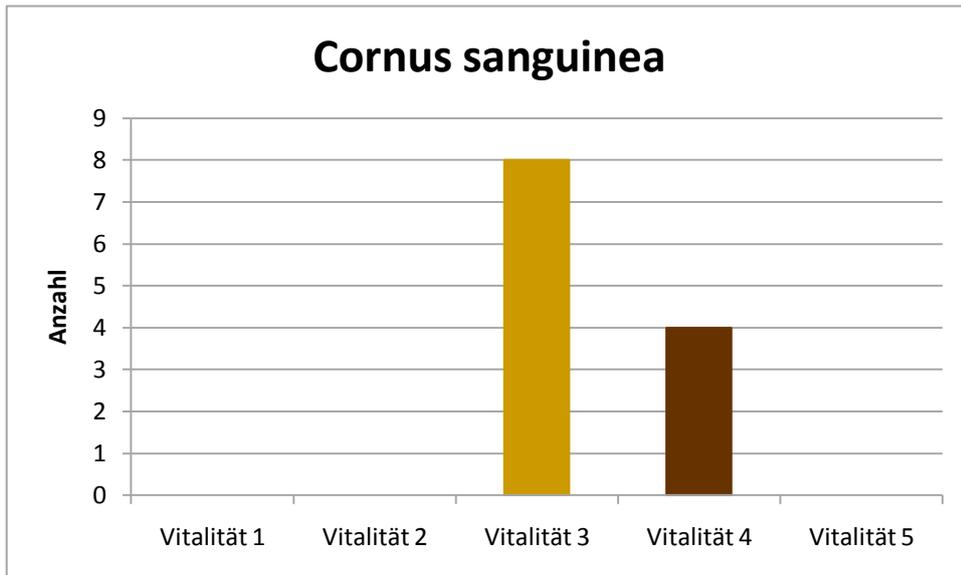


Abbildung 55: Vitalität der 12 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Jene vier Exemplare des Roten Hartriegel, die der Vitalitätsstufe 4 zugeordnet sind, haben neben der Problematik der Nekrosen auch mit Überwucherung zu kämpfen. Dadurch werden diese Gehölze an einer kräftigen Entwicklung gestört. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine der betroffenen *Cornus sanguinea* am Abschnitt F1.



Abbildung 56: Überwucherter *Cornus sanguinea*, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Krems/Seebarn, 09/2009

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Am Abschnitt F1 befinden sich 11 *Ligustrum vulgare*, die im Juni nachgepflanzt wurden. Keines dieser Gehölze ist von Blattnekrosen betroffen. Einige Exemplare des Ligusters weisen zwar einen langen Haupttrieb mit bis zu 40 cm auf, jedoch sind diese Pflanzen kaum verzweigt. Ein Beispiel kann man auf dem nächsten Bild sehen.



Abbildung 57: *Ligustrum vulgare* mit Haupttrieb, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die Verteilung der Zustandsstufen des Ligusters an diesem Abschnitt ist weit gestreut und reicht von Vitalität 1 bis 4. Die Anzahl der Exemplare der Stufen 1 und 3 ist relativ ausgeglichen. Zwei *Ligustrum vulgare* sind der Vitalitätsstufe 4 zuzuordnen. Abgestorbene Gehölze dieser Art sind keine festzustellen.

Die genaue Zuordnung der Vitalität der Gemeinen Liguster im Bereich F1 ist dem folgenden Diagramm zu entnehmen.

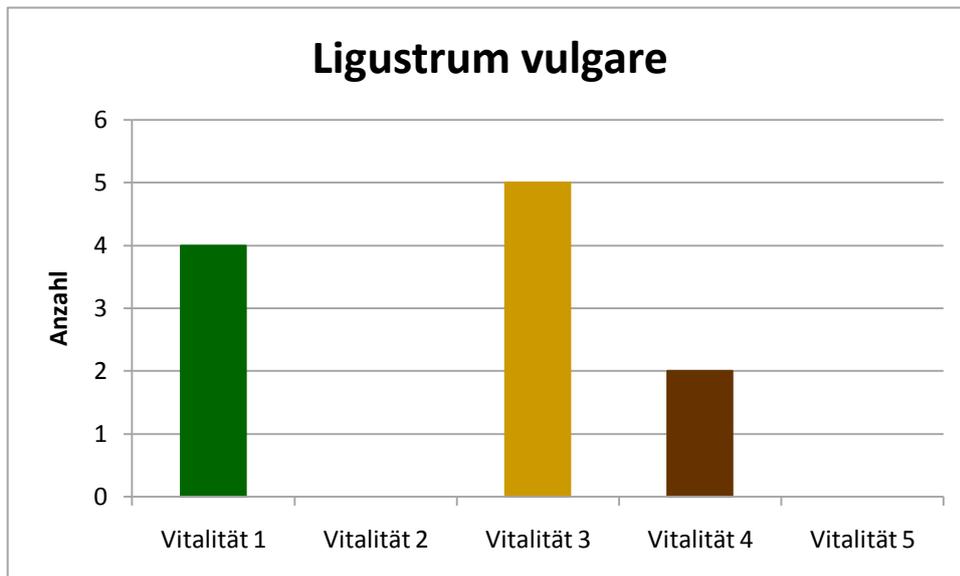


Abbildung 58: Vitalität der 11 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Insgesamt wurden 15 *Rhamnus carthartica* in diesem Bereich nachgepflanzt. Ähnlich dem Liguster ist auch hier die Bandbreite der Zustandsstufen sehr weit gestreut. Ein Großteil des Kreuzdornes ist durch eine gute Vitalität gekennzeichnet und weist kräftige Sprosse auf.

Zirka ein Viertel der Gehölze der betreffenden Art ist der mittleren Zustandsstufe 3 zugeordnet. Ein Exemplar weist Blattnekrosen auf und ist durch den allgemein schlechten Zustand mit der Vitalitätsstufe 4 zu bewerten. Außerdem ist ein abgestorbenes Exemplar festzustellen.

Die Verteilung zu den einzelnen Zustandsstufen stellt die nachstehende Grafik dar.

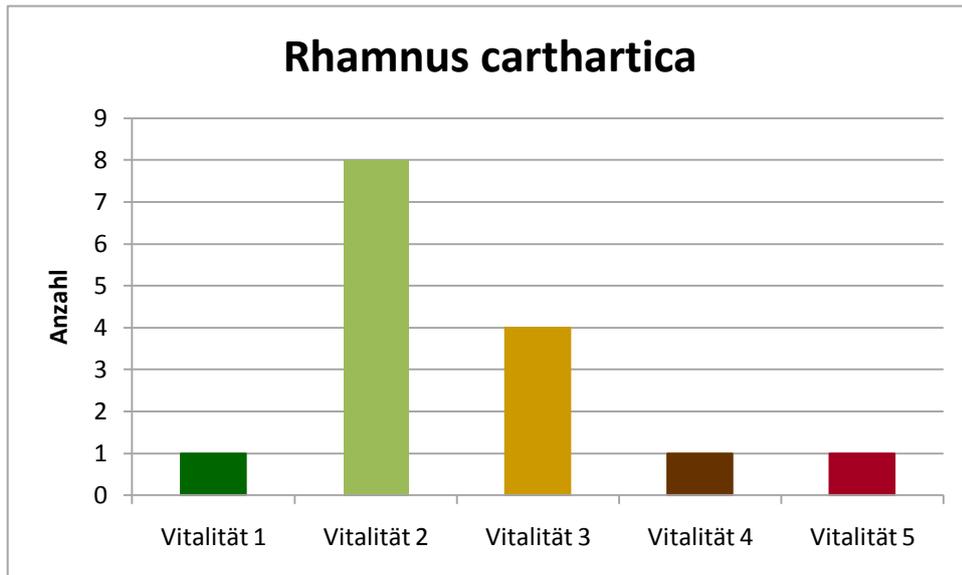


Abbildung 59: Vitalität der 15 nachgepflanzten *Rhamnus carthartica* nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Von den 12 aufgenommenen *Rosa canina* sind mehr als zwei Drittel durch eine sehr gute bzw. gute Vitalität gekennzeichnet. Sie weisen kräftige Triebe und Verzweigungen auf, wie das folgende Beispiel verdeutlicht. Einige von ihnen weisen jedoch die für die Jahreszeit typischen Erscheinungen bei Rosen, wie Sternrußtau, auf.



Abbildung 60: Beispiel *Rosa canina*, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Ein Exemplar der Hundsrose ist aufgrund von starker Überwucherung in schlechtem Vitalitätszustand und somit der Stufe 4 zugeordnet. Die genaue Zuordnung der einzelnen Gehölze ist der nächsten Grafik zu entnehmen.

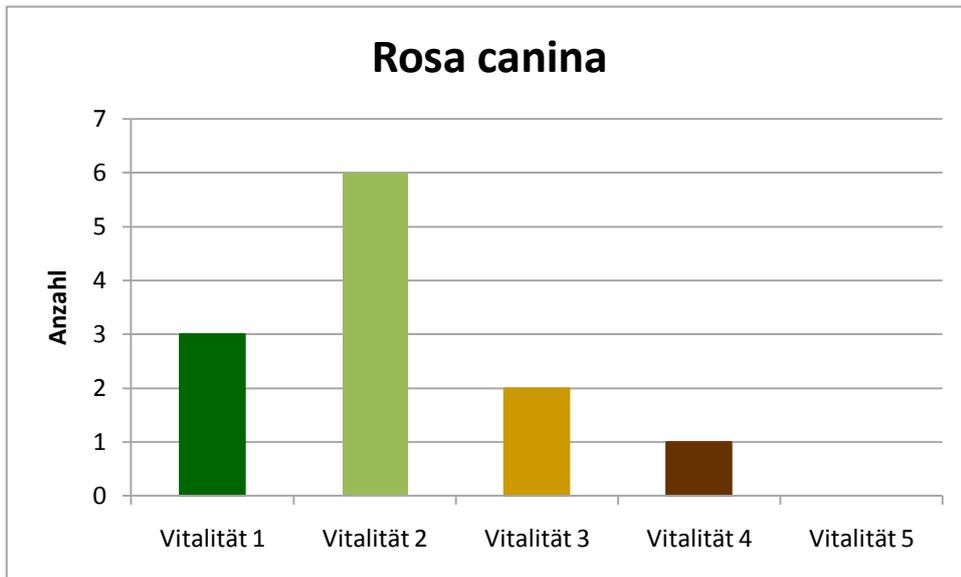


Abbildung 61: Vitalität der 12 nachgepflanzten *Rosa canina* nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

6.1.3 VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT G1 (SYSTEM VECTOR WALL GRÜN)

Einen Gesamtüberblick über die Bepflanzung des Abschnittes G1 bietet das folgende Bild. Der Anwuchserfolg liegt in diesem Bereich bei 100 %, da kein Gehölz abgestorben ist.



Abbildung 62: Pflanzenwachstum 3 Monate nach der Nachpflanzung, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Alle nachgepflanzten Exemplare des *Cornus sanguinea* an diesem Abschnitt sind durch Blattnekrosen gekennzeichnet. Ein Großteil der insgesamt 16 Stück sind der Vitalitätsstufe 3 zuzuordnen. Vier Rote Hartriegel sind aufgrund des massiven Auftretens nekrotischer Blätter und des schlechten Allgemeinzustandes mit der Stufe 4 zu bewerten. Abgestorbene Exemplare sind jedoch zum Zeitpunkt der Aufnahmen nicht festzustellen, wie das nachstehende Diagramm verdeutlicht.

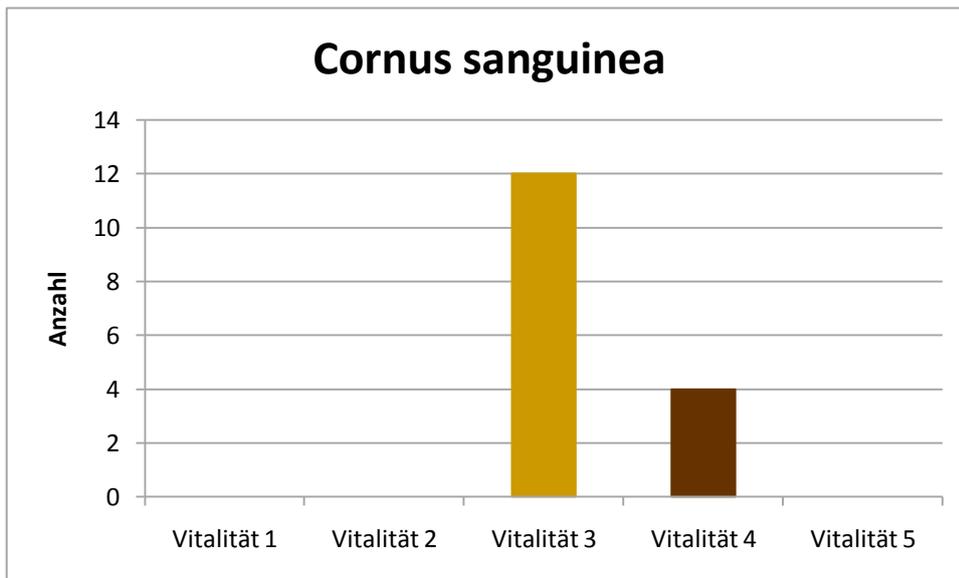


Abbildung 63: Vitalität 16 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Insgesamt wurden 18 *Ligustrum vulgare* nachgepflanzt. Die genaue Verteilung der Vitalitätsstufen zeigt die nächste Grafik.

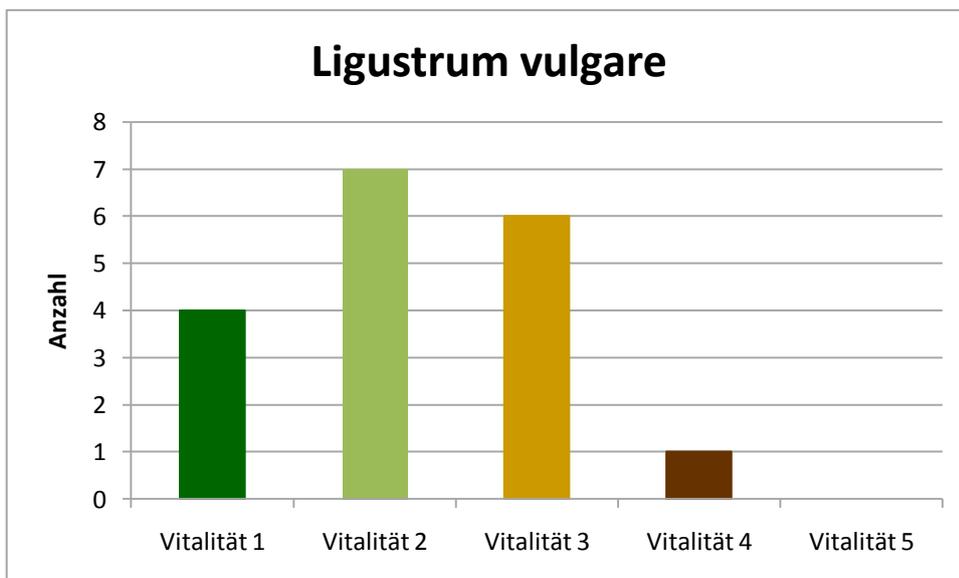


Abbildung 64: Vitalität der 18 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die Mehrheit der nachgepflanzten Liguster ist in einem sehr guten bzw. guten Zustand. Sie weisen kräftige Triebe und Verzweigungen sowie gesundes Laub auf, wie das folgende Bild zeigt. Somit können 11 Gehölze dieser Art den Vitalitätsstufen 1 und 2 zugeordnet werden.



Abbildung 65: *Ligustrum vulgare* in gutem Zustand, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Sechs Exemplare sind der Stufe 3 zuzuordnen und lediglich ein *Ligustrum vulgare* ist aufgrund von Überwucherung durch Spontanvegetation in einem schlechten Zustand und somit mit Vitalität 4 zu bewerten.

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Analog zum Gemeinen Liguster konnte sich der Kreuzdorn am Abschnitt G1 Großteils gut etablieren. Von den 23 im Juni gepflanzten *Rhamnus carthartica* sind drei Exemplare der Vitalitätsstufe 1 und neun Stück der Stufe 2 zuzuordnen.

Ebenfalls neun Exemplare sind in die Zustandsstufe 3 einzugliedern. Zwei Purgier-Kreuzdorn sind aufgrund nekrotischer Belaubung und eines allgemein schlechten Zustandes mit der Vitalitätsstufe 4 beurteilt. Abgestorbene Exemplare dieser Art sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen keine vorhanden.

Die Aufteilung nach Zustandsstufen wird vom nachstehenden Diagramm wiedergegeben.

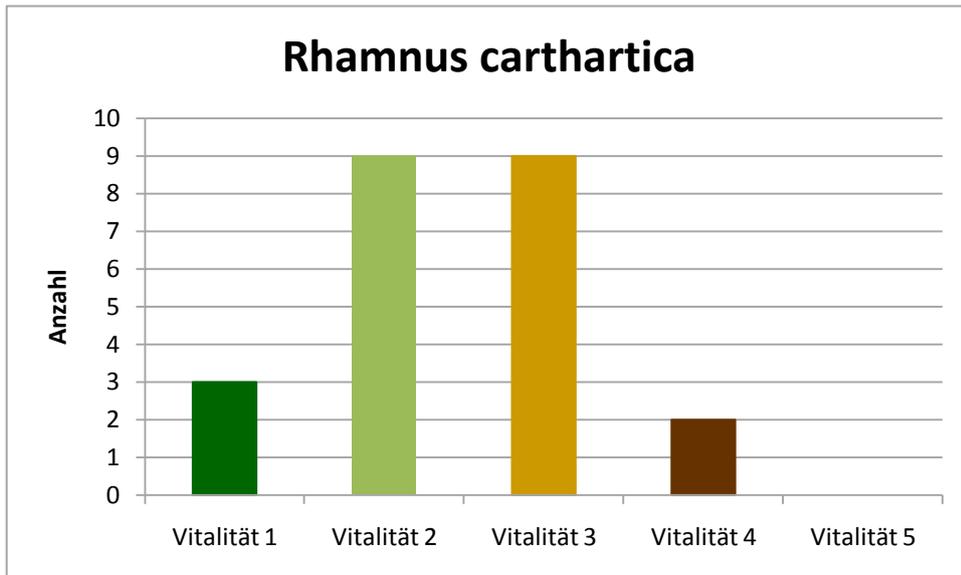


Abbildung 66: Vitalität der 23 nachgepflanzten *Rhamnus carthartica* nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Zirka die Hälfte der gepflanzten *Rosa canina* weist eine sehr gute bzw. gute Vitalität auf. Es handelt sich dabei um kräftige und gut entwickelte Pflanzen, wie die das folgende Foto zeigt.



Abbildung 67: Gut entwickelte *Rosa canina*, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Acht der 17 Hundsrosen sind in die Vitalitätsstufe 3 und ein Exemplar ist in die Stufe 4 einzuordnen. Größtenteils liegt die Ursache im starken Konkurrenzdruck durch Spontanvegetation und somit verminderten Entwicklungsmöglichkeiten. Ein Beispiel einer betroffenen *Rosa canina* zeigt die folgende Abbildung.



Abbildung 68: Überwucherte *Rosa canina* am Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die Zuordnung zu den einzelnen Vitalitätsstufen setzt sich wie folgt zusammen:

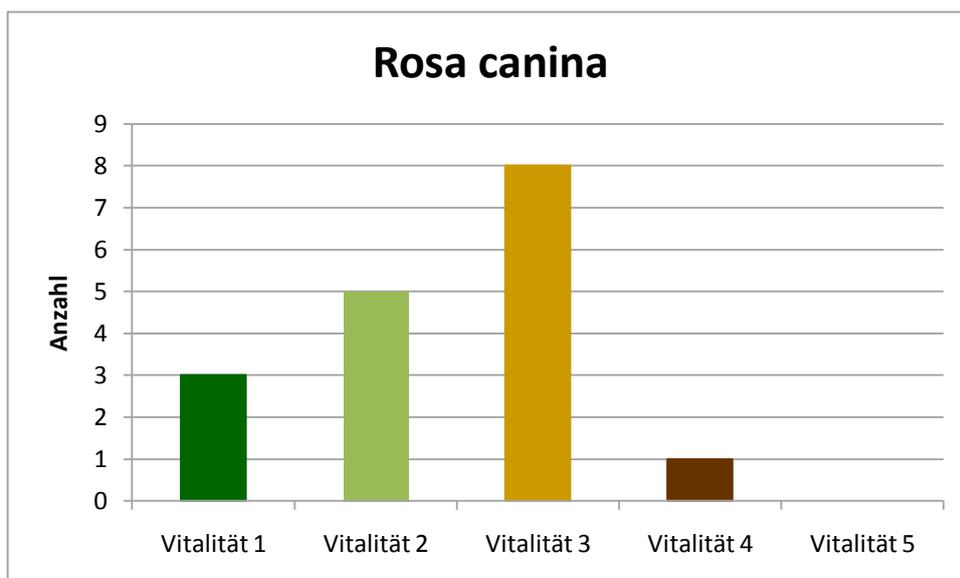


Abbildung 69: Vitalität der 17 nachgepflanzten *Rosa canina* nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

6.1.4 VERGLEICH DER ABSCHNITTE D1, F1, G1 (SYSTEME TERRAMESH, POLYSLOPE S, VECTOR WALL GRÜN)

Nach den Analysen der einzelnen Abschnitte soll nun ein Vergleich der drei Bereiche einen Überblick darüber geben, ob es abschnittsbezogene Unterschiede in der Vitalität der nachgepflanzten Gehölze gibt.

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Am Abschnitt D1 wurden 13 *Cornus sanguinea* nachgepflanzt. Davon ist einer der Vitalitätsstufe 1, neun der Stufe 3 und drei Stück mit 4 zu klassifizieren.

Dem gegenüber steht der Bereich F1 mit insgesamt 12 Roten Hartriegel, wovon acht Exemplare der Zustandsstufe 3 und vier Stück der Stufe 4 zuzuordnen sind.

Der Abschnitt G1 beinhaltet 16 neugepflanzte *Cornus sanguinea*, wovon zwölf der mit Vitalität 3 und vier mit Zustand 4 zu klassifizieren sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse in der Gehölzart des Roten Hartriegels relativ ausgeglichen sind. Einzig am Abschnitt D1 kann ein Stück der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet werden. Dabei handelt es sich um eines der wenigen Exemplare dieser Pflanzenart, welches keine Blattnekrosen aufweist.

Das nachstehende Diagramm bildet diese Ergebnisse grafisch ab.

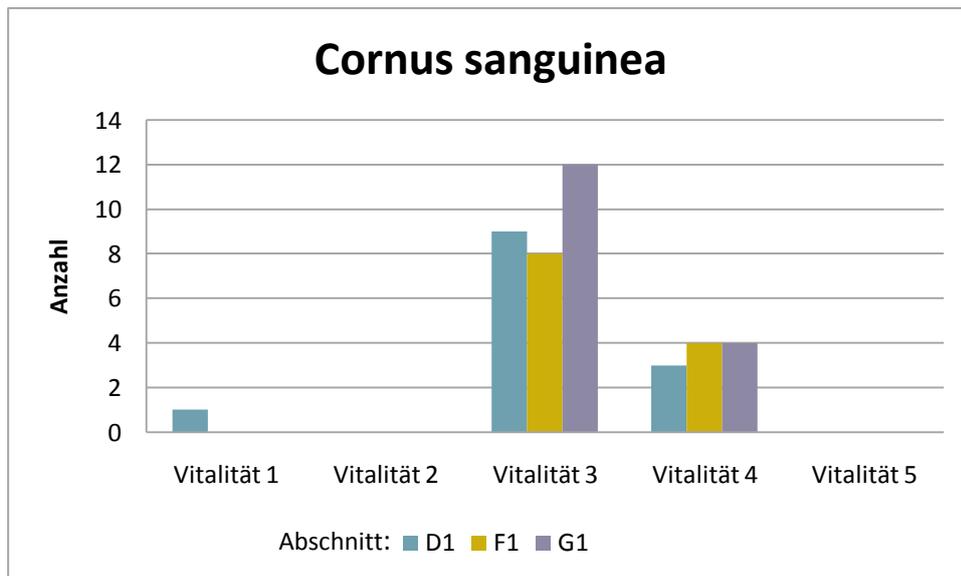


Abbildung 70: Vitalität *Cornus sanguinea* nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Im Bereich D1 wurden insgesamt 18 Gemeine Liguster nachgepflanzt, deren Vitalität auf die Stufen 1 bis 3 verteilt sind. Vier Exemplare sind mit 1 und jeweils sieben Gehölze mit 2 bzw. 3 zu klassifizieren.

Von den 11 gesetzten *Ligustrum vulgare* am Abschnitt F1 sind ebenfalls vier Pflanzen der Zustandsstufe 1 zuzuordnen. Des Weiteren sind fünf Exemplare mit Stufe 3 und zwei Gehölze mit 4 zu bewerten.

Am Abschnitt G1 sind wurden insgesamt 18 Liguster eingesetzt. Davon sind, wie in den anderen beiden Bereichen, vier Stück mit Vitalität 1 zu beurteilen. Außerdem sind sieben Pflanzen in Stufe 2, sechs Exemplare in Klasse 3 und ein Gehölz dieser Art in die Zustandsstufe 4 einzuordnen.

Aus diesen Ergebnissen kann man zusammenfassen, dass die Abschnitte D1 und G1 mit der gleichen Anzahl an nachgepflanzten Gehölzen auch ein relativ ausgewogenes Verhältnis im Bezug auf den Zustand der Pflanzen hat. Wobei der Bereich D1 etwas besser Resultate aufweisen kann, da kein Liguster der Vitalitätsstufe 4 zugerechnet ist. Am Abschnitt F1 hingegen fällt auf, dass es entweder Pflanzen mit sehr gutem oder mit mittelmäßigem Zustand gibt. Kein Exemplar ist hier der Stufe 2 zugeordnet. Eines hingegen ist mit Klasse 4 bewertet.

Eine Übersicht stellt die nächste Abbildung dar.

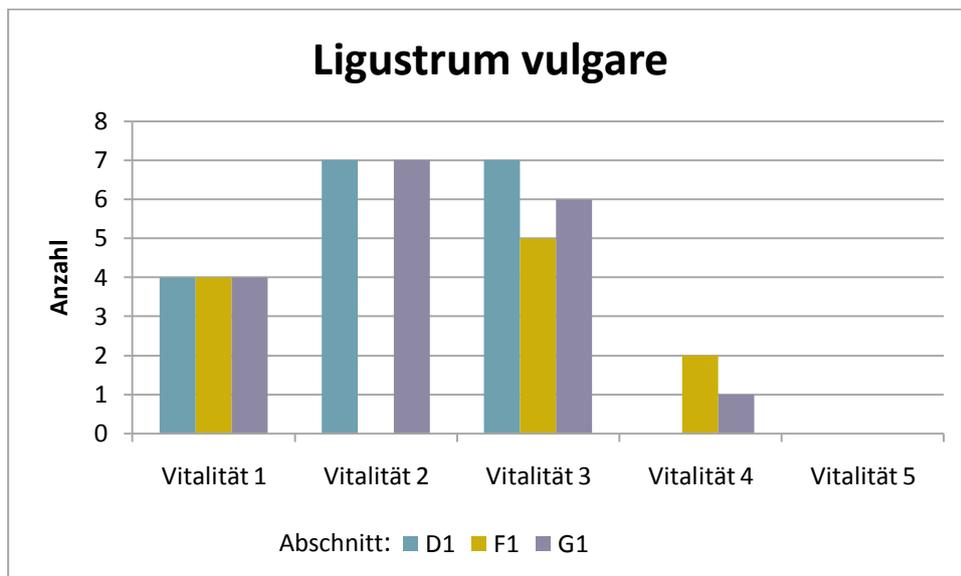


Abbildung 71: Vitalität *Ligustrum vulgare* nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Der Abschnitt D1 beinhaltet insgesamt 12 nachgesetzte *Rhamnus carthartica*, wovon drei der Vitalitätsstufe 2 und neun der Stufe 3 zuzuordnen sind.

Dem gegenüber stehen die 15 Purgier-Kreuzdorn im Bereich F1. Hier sind im Gegensatz zu D1 die Mehrzahl der Gehölze mit Zustandsklasse 2, genau gesagt acht Exemplare, und vier Pflanzen mit Stufe 3 zu bewerten. Jeweils ein Stück ist mit Vitalität 1 und 4 klassifiziert. Obwohl ein Gehölz an diesem Abschnitt abgestorben ist, weist der Bereich F1 insgesamt bessere Ergebnisse auf als D1 und G1.

Am Abschnitt G1 wurden 23 *Rhamnus carthartica* nachgepflanzt. Auch dieser Bereich weist relativ gute Resultate auf. Mehr als die Hälfte der Gehölze ist den Klassen 1 und 2 zugeord-

net. Neun Exemplare sind in die Vitalitätsstufe 3 und nur zwei Stück sind in die Stufe 4 eingegliedert.

Die exakte Zuordnung zu den einzelnen Vitalitätsstufen ist der folgenden Grafik zu entnehmen.

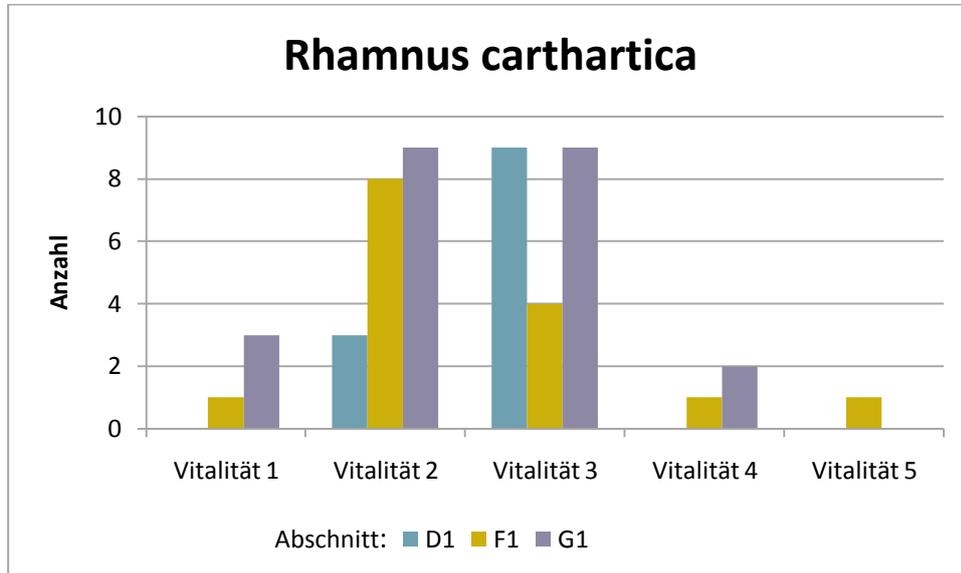


Abbildung 72: Vitalität *Rhamnus carthartica* nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Insgesamt wurden 17 Hundsrosen im Bereich D1 eingebracht. Davon sind acht Gehölze in sehr gutem bzw. gutem Zustand. Sieben Exemplare sind der Vitalitätsstufe 3 und zwei Pflanzen der Stufe 4 zuzuordnen.

Ähnlich sieht das Ergebnis bei Abschnitt G1 aus. Auch hier wurden, wie bei D1, 17 *Rosa canina* nachgepflanzt und acht Stück sind in einem guten bzw. sehr guten Zustand. Wobei der Bereich G1 etwas bessere Resultate als D1 aufweist, da dieser um ein Exemplar mehr verfügt, das mit Vitalität 1 zu bewerten ist. Außerdem enthält der Abschnitt G1 in Relation zu Bereich D1 ein Gehölz mehr der Stufe 3 und eines weniger der Klasse 4.

Der Abschnitt F1 enthält 12 nachgepflanzte Hundsrosen und erzielt die besten Ergebnisse, da neun von zwölf Gehölzen mit Vitalität 1 bzw. 2 klassifiziert sind. Lediglich zwei Exemplare sind in die Zustandsstufe 3 und ein Stück in die Klasse 4 einzugliedern.

Die genaue Verteilung zu den einzelnen Abschnitten sind dem nachstehenden Diagramm zu entnehmen.

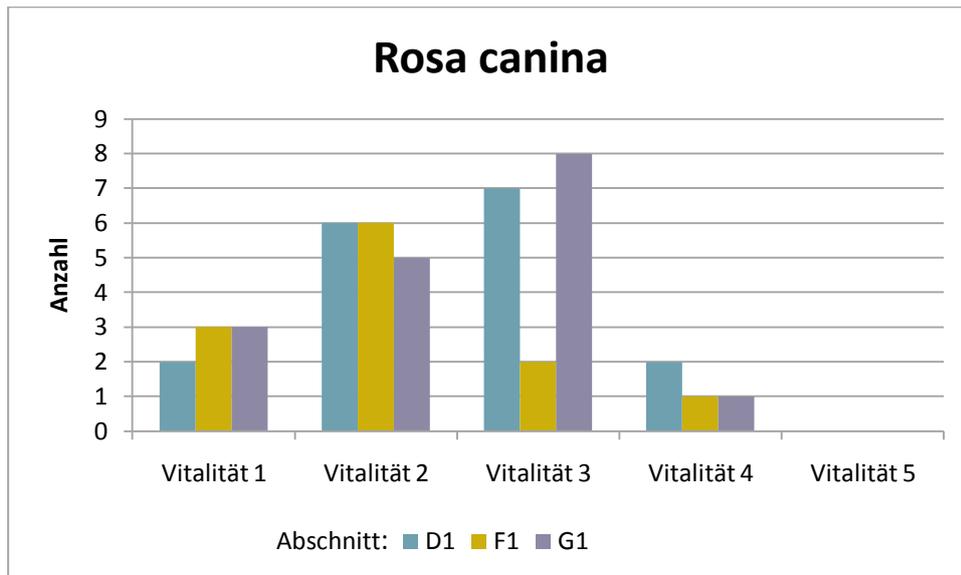


Abbildung 73: Vitalität *Rosa canina* nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es bei den vier verwendeten Pflanzenarten zumeist abschnittsbezogene Unterschiede im Bezug auf die Zuordnung zu den fünf Vitalitätsstufen gibt. Betrachtet man den Anteil der Exemplare mit sehr gutem (Stufe 1) bzw. gutem (Stufe 2) Zustand in Relation zur Gesamtzahl nach nachgepflanzten Gehölze, so ist bei *Rosa canina* zu erkennen, dass der Abschnitt F1 die besten Resultate erzielt. Auch bei *Rhamnus carthartica* weist der Bereich F1 die besten Ergebnisse auf.

Hingegen liegt der Abschnitt D1, wenn auch nur im geringen Ausmaß, vor G1 im Bezug auf *Ligustrum vulgare*. Aufgrund der stark nekrotischen Blätter und des allgemein schlechten Zustandes der *Cornus sanguinea* kann ein Vergleich der Vitalitätsstufe 1 und 2 nicht durchgeführt werden, da nur ein Exemplar der Stufe 1 zugeordnet ist. Betrachtet man jedoch den Zustandsstufen 3 und 4, so erzielt der Abschnitt G1 die besten Ergebnisse.

6.1.5 EIGNUNG DER VIER GEHÖLZARTEN NACH 3 MONATEN

Geht man der Frage nach, welche der vier nachgepflanzten Gehölzarten sich in den vergangenen drei Monaten über den Sommer sehr gut (Stufe 1) bzw. gut (Stufe 2) entwickeln konnten, kommt man zu folgendem Resultat.

Ligustrum vulgare weist 26 Exemplare mit Vitalitätsstufe 1 und 2 auf. Gemessen an den insgesamt 47 gesetzten Pflanzen entspricht dies einem Anteil von 55,32 %. Somit hat sich diese Gehölzart am Lärmschutzsteilwall am besten behauptet.

Darauf folgt *Rosa canina* mit 25 sehr gut bzw. gut entwickelten von 46 nachgepflanzten Gehölzen. Dies entspricht einem Anteil von 54,35 %.

Insgesamt wurden im Zuge der Nachpflanzungen 50 *Rhamnus carthartica* eingebracht, wovon sich zum Zeitpunkt der Aufnahmen im September 24 Exemplare in einem sehr guten bzw. guten Zustand befinden. Anteilsmäßig entspricht dies 48 %.

Wie bereits erwähnt, gibt es bei *Cornus sanguinea* nur ein Gehölz, welches mit Vitalitätsstufe 1 und keines, welches mit Stufe 2 bewertet ist. Somit kann man von keiner guten Entwicklung dieser Pflanzenart ausgehen, wobei der Pilzbefall und die dadurch massiv auftretenden Blattnekrosen dazu beitragen.

Das folgende Diagramm stellt die Zuordnung der vier Pflanzenarten zu den fünf Vitalitätsstufen drei Monate nach den Nachpflanzungen dar, wodurch die Eignung der Gehölze verdeutlicht wird. Die beste Eignung weist *Ligustrum vulgare* auf. Darauf folgen *Rosa canina* und *Rhamnus carthartica*. Wie man auf den ersten Blick erkennen kann, ist *Cornus sanguinea*, mit nur einer Ausnahme, den Vitalitätsstufen 3 und 4 zugeordnet.

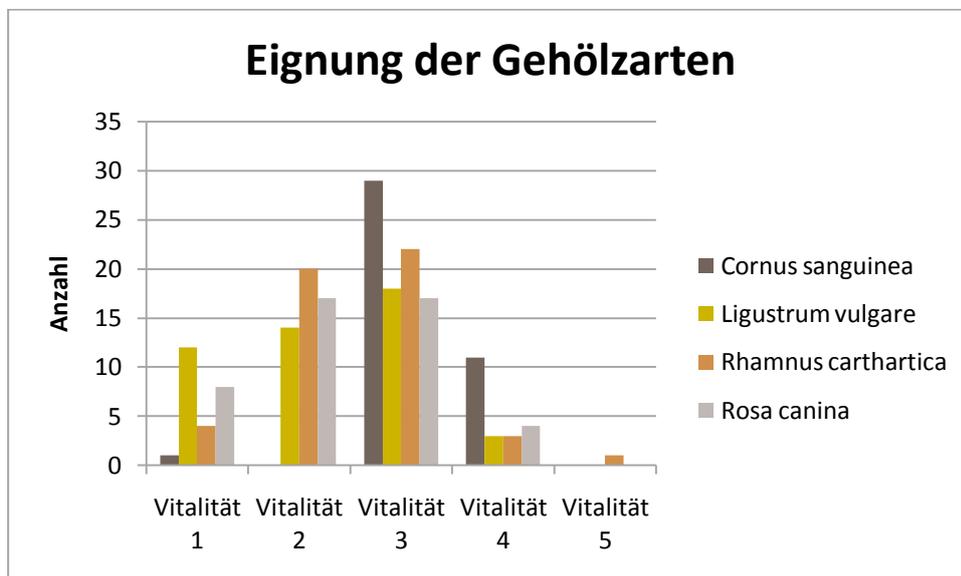


Abbildung 74: Eignung der vier Gehölzarten nach 3 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

6.1.6 VITALITÄT UND LAGE

Im Rahmen meiner Bakkalaureatsarbeit kam ich zu dem Ergebnis, dass die Vitalität der Gehölze in den unteren Lagen eines Abschnittes besser war als jene in den höher gelegenen. Betrachtet man die folgende Abbildung könnte man glauben, dass wäre noch immer der Fall.



Abbildung 75: Vitalität Gehölze in unterschiedlichen Lagen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Aufgrund der Tatsache, dass bei den Vegetationsaufnahmen der 2006 gepflanzten Gehölze und Steckhölzer im April 2009 in den oberen Lagen hauptsächlich nur abgestorbene Exemplare festgestellt wurden, konzentrierten sich die Nachpflanzungen im Juni 2009 vor allem auf diese höher gelegenen Bereiche (siehe Raster D1 S.64, F1 S.65, G1 S.66), um eine durchgehende Bepflanzung der drei Abschnitte zu erreichen. Dadurch sind in der vorhergehenden Abbildung in den oberen Lagen nur kleine Gehölze zu sehen.

Die Auswertungen der Daten der Aufnahmen vom September geben keinen Hinweis auf unterschiedliche Entwicklungen der Nachpflanzungen im Zusammenhang mit deren Lage. Man kann davon ausgehen, dass dies auf die durchgeführte Bewässerung zurückzuführen ist.

6.2 SPROSSLÄNGEN

Im Kapitel 5 (Untersuchungsmethoden) wurde bereits erwähnt, dass im Rahmen der Aufnahmen bei jedem Gehölz die minimale und die maximale Sprosslänge gemessen wurden. Aus den jeweiligen Zahlenwerten des Minimums bzw. des Maximums werden daraus die Durchschnittswerte pro Pflanzenart ermittelt. Der dritte Wert ergibt sich aus den dementsprechenden Durchschnitten der Minima und Maxima.

Die Ergebnisse in Zentimetern sind in der folgenden Tabelle, nach Abschnitten und Gehölzarten sortiert, dargestellt.

Bepflanzter Abschnitt	Durchschnittliche minimale Sprosslänge (in cm)	Durchschnittliche maximale Sprosslänge (in cm)	Durchschnittliche Sprosslänge (in cm)
Abschnitt D1			
<i>Cornus sanguinea</i>	8,68	27,17	17,93
<i>Ligustrum vulgare</i>	7,14	31,82	19,48
<i>Rhamnus carthartica</i>	3,49	9,36	6,43
<i>Rosa canina</i>	9,36	40,08	24,72
Abschnitt F1			
<i>Cornus sanguinea</i>	8,73	17,59	13,16
<i>Ligustrum vulgare</i>	5,64	23,68	14,66
<i>Rhamnus carthartica</i>	5,14	11,09	8,11
<i>Rosa canina</i>	14,23	43,11	28,67
Abschnitt G1			
<i>Cornus sanguinea</i>	10,05	27,42	18,74
<i>Ligustrum vulgare</i>	7,94	35,87	21,91
<i>Rhamnus carthartica</i>	4,87	17,38	11,12
<i>Rosa canina</i>	13,22	34,78	24,00

Tabelle 12: Durchschnittliche min. bzw. max. Sprosslängen 3 Monate nach der Nachpflanzung, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die Längen der Sprosse sind artspezifisch, wodurch ein Vergleich der Pflanzenarten untereinander nicht sinnvoll ist. Deshalb stellt die nachstehende Grafik die Gehölzarten in den Bereichen D1, F1, G1 dar. Anhand dieser Gegenüberstellung soll festgestellt werden, welche Pflanzen an welchen Abschnitten die höchste Wuchskraft aufweisen.

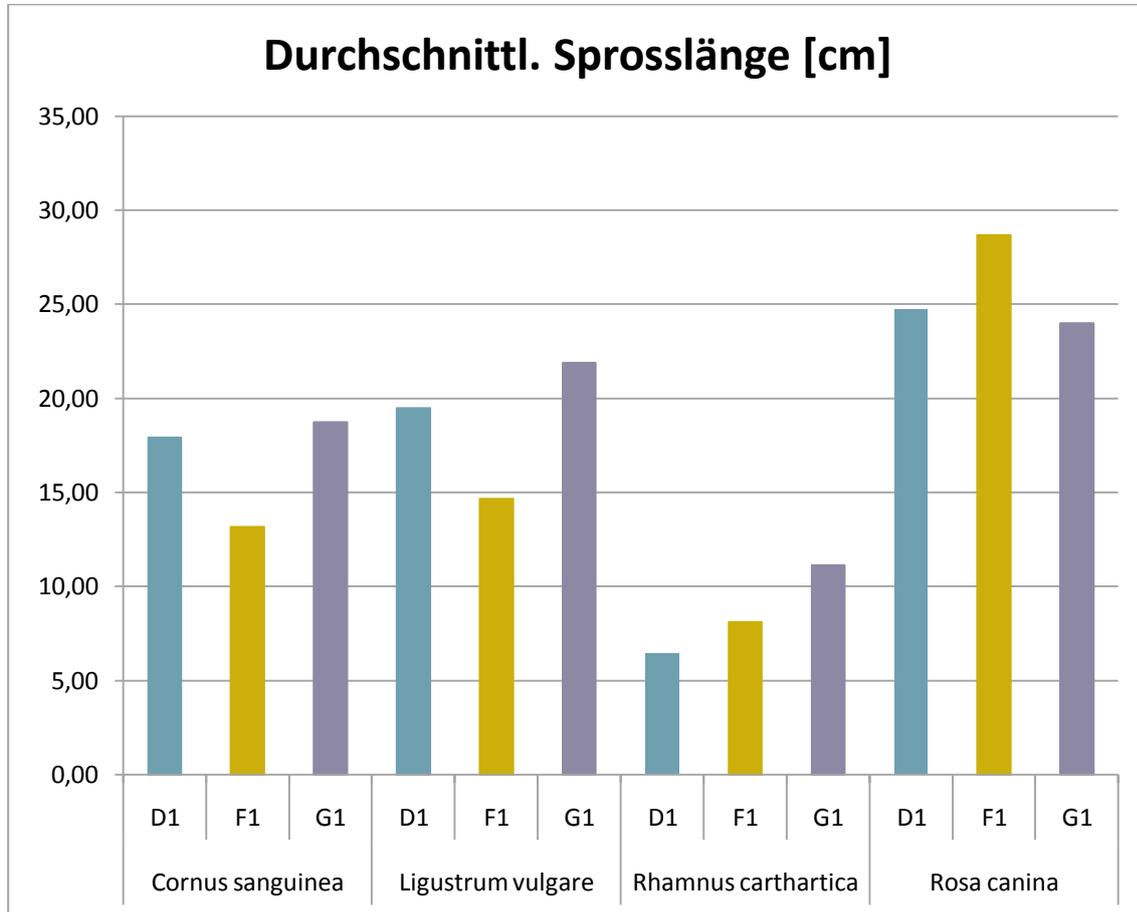


Abbildung 76: Vergleich durchschnittliche Sprosslängen pro Pflanzenart nach 3 Monaten pro Abschnitt, 09/2009

Das Diagramm verdeutlicht, dass der Abschnitt G1 sowohl bei *Ligustrum vulgare*, bei *Rhamnus carthartica* als auch bei *Cornus sanguinea* die höchsten durchschnittlichen Sprosslängen aufweisen kann. Wobei beim Roten Hartriegel der Unterschied zum Abschnitt D1 nur marginal ist, da er nur 0,81 cm beträgt.

Bezüglich der Hundsrose (*Rosa canina*) sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Bereich F1 die längsten Triebe festzustellen. Hingegen weist dieser Abschnitt beim Roten Hartriegel und beim Gemeinen Liguster die geringsten durchschnittlichen Sprosslängen auf.

Der Abschnitt D1 zeigt zwar bei keiner der vier Gehölzarten die höchsten durchschnittlichen Triebhöhen, jedoch liegt er bei *Rosa canina*, bei *Cornus sanguinea* und bei *Ligustrum vulgare* an zweiter Stelle.

6.3 BASISDURCHMESSER

Für jedes im Juni nachgepflanzte Gehölz wurde im Zuge der Aufnahmen mittels digitaler Schiebelehre der Durchmesser an der Basis ermittelt. Diese Zahlenwerte der einzelnen Pflanzen werden bei den Auswertungen pro Gehölzart aufsummiert und daraus der durchschnittliche Basisdurchmesser jeder Pflanzenart berechnet.

Die nachfolgende Tabelle bietet einen Überblick über die minimalen, maximalen und durchschnittlichen Basisdurchmesser in Millimetern. Sie ist nach bepflanzten Abschnitten und innerhalb dessen nach den jeweiligen Pflanzenarten gegliedert.

Bepflanzter Abschnitt	Minimaler Basisdurchmesser (in mm)	Maximaler Basisdurchmesser (in mm)	Durchschnittlicher Basisdurchmesser (in mm)
Abschnitt D1			
<i>Cornus sanguinea</i>	2,97	10,26	5,78
<i>Ligustrum vulgare</i>	3,33	11,60	6,29
<i>Rhamnus carthartica</i>	3,50	7,90	6,23
<i>Rosa canina</i>	2,86	9,85	5,10
Abschnitt F1			
<i>Cornus sanguinea</i>	2,10	8,22	4,49
<i>Ligustrum vulgare</i>	4,48	8,70	6,21
<i>Rhamnus carthartica</i>	4,57	8,16	6,32
<i>Rosa canina</i>	2,82	7,82	4,24
Abschnitt G1			
<i>Cornus sanguinea</i>	3,72	7,58	5,18
<i>Ligustrum vulgare</i>	3,07	11,78	5,83
<i>Rhamnus carthartica</i>	3,84	10,72	7,12
<i>Rosa canina</i>	3,08	9,13	5,60

Tabelle 13: Basisdurchmesser 3 Monate nach der Nachpflanzung, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009

Die Basisdurchmesser sind ebenfalls, wie auch die Sprosslängen, artspezifisch. Deshalb gibt das folgende Diagramm, analog zur Grafik der Sprosslängen, einen Vergleich der Gehölzarten in den Bereichen D1, F1, G1. Auch diese Gegenüberstellung soll etwaige abschnittsbedingte Unterschiede aufweisen.

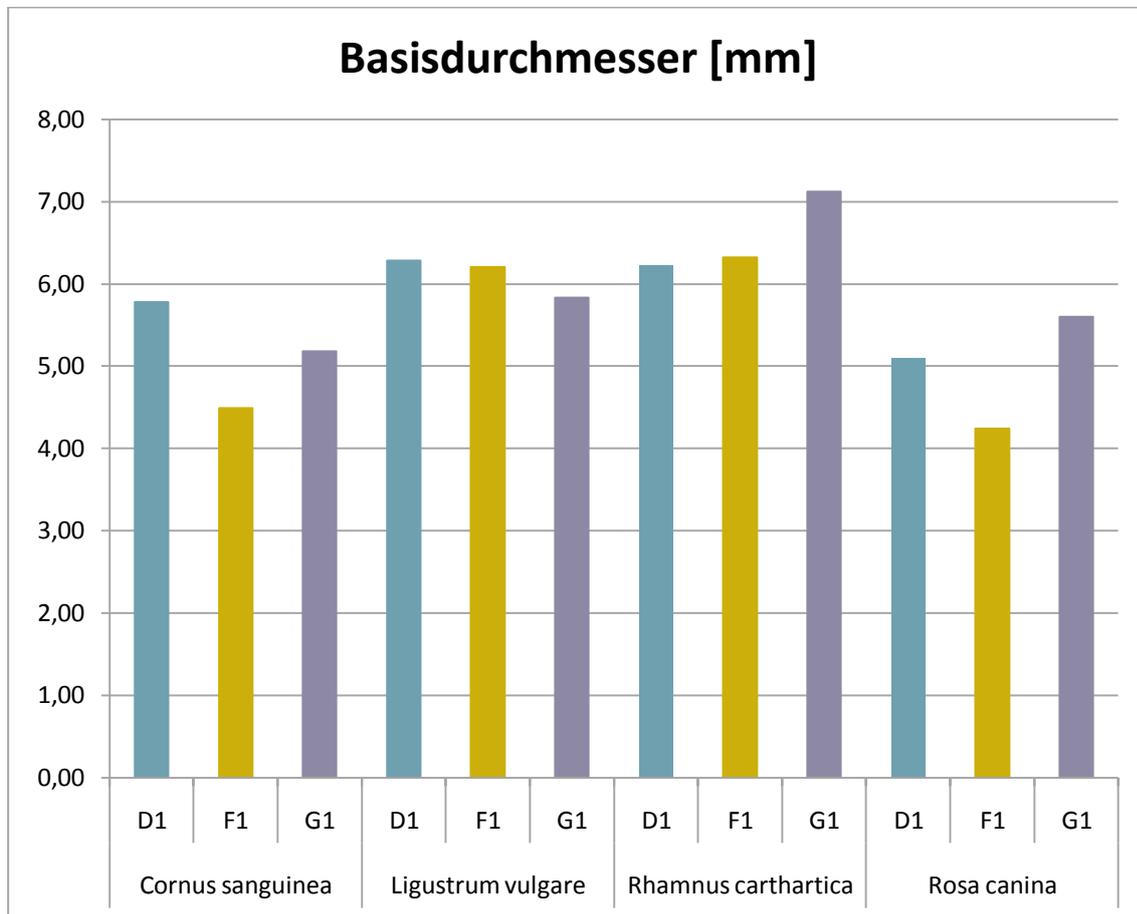


Abbildung 77: Vergleich durchschnittliche Basisdurchmesser pro Pflanzenart nach 3 Monaten pro Abschnitt, 09/2009

Wie man anhand des Diagrammes erkennen kann, sind die Unterschiede innerhalb der einzelnen Gehölzarten nur sehr gering. Größtenteils belaufen sich die Differenzen auf +/- 1 mm.

Die geringsten Abstände gibt es bei *Ligustrum vulgare*, die bei dieser Art weniger als 0,5 mm betragen. Der Abschnitt D1 weist hier die minimal höheren Basisdurchmesser auf. Auch bei *Cornus sanguinea* liegt der Bereich D1 vorne.

Im Bezug auf die Pflanzenart *Rhamnus carthartica* und *Rosa canina* waren zum Zeitpunkt der Aufnahmen am Abschnitt G1 die größten Basisdurchmesser nachzuweisen.

Somit ergibt sich, dass der Bereich F1 bei keiner der vier nachgepflanzten Gehölzarten die größten Durchmesser an der Basis der Pflanzen aufweist. Dies hat jedoch im Hinblick auf die zumeist geringen Differenzen keine allzu große Aussagekraft.

7 ERGEBNISSE DER VEGETATIONSANALYSEN /MAI 2010

Um den Zustand der im Juni 2009 getätigten Nachpflanzungen und deren Entwicklung über den ersten Winter zu ermitteln, werden im Mai 2010 abermals Aufnahmen vor Ort am Lärmschutzsteilwall in Seebarn bei Krems getätigt. Alle Daten werden in die dafür vorbereiteten Aufnahmebögen vermerkt.

Analog zu den Aufnahmen vom September 2009, wird das Zahlenmaterial ausgewertet und sowohl textlich als auch grafisch aufbereitet.

7.1 VITALITÄT

Wie bereits im Kapitel 6 beschrieben, wird für jedes nachgepflanzte Gehölz dessen Vitalitätsstufe nach BRAUN (1990) bestimmt. Im Folgenden werden die Ergebnisse, nach Abschnitten (D1, F1, G1) und Pflanzenarten untergliedert dargestellt und ein Vergleich der Vitalität der Gehölze an den drei Abschnitten gezogen. Im Anschluss daran wird kurz auf den Zusammenhang zwischen dem Zustand der Gehölze und deren Lage am Steilwall eingegangen.

7.1.1 VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT D1 (SYSTEM TERRAMESH)

Die folgende Abbildung gibt einen Gesamtüberblick über die Bepflanzung des Abschnittes D1 im Mai 2010. Der Anwuchserfolg in diesem Bereich liegt bei 100 %, da kein Gehölz abgestorben ist.



Abbildung 78: Pflanzenwachstum 11 Monate nach der Nachpflanzung, Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Generell ist die Pflanzenart *Cornus sanguinea* an diesem Abschnitt den Vitalitätsstufen 1 bis 3 zuzuordnen. Es sind weder abgestorbene Hartriegel noch jene der Zustandsstufe 4 vorzufinden. Jedoch stehen einige Exemplare unter Konkurrenzdruck durch Spontanvegetation, wie die folgende Abbildung zeigt.



Abbildung 79: *Cornus sanguinea* und Spontanvegetation, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Von den insgesamt 13 *Cornus sanguinea*, die an diesem Abschnitt im Juni 2009 nachgepflanzt wurden, sind 4 der Vitalitätsstufe 1, 6 der Stufe 2 und 3 Exemplare der Zustandskategorie 3 zuzuordnen. Die nachstehende Grafik gibt einen Überblick über die Vitalität des Roten Hartriegels am Abschnitt D1.

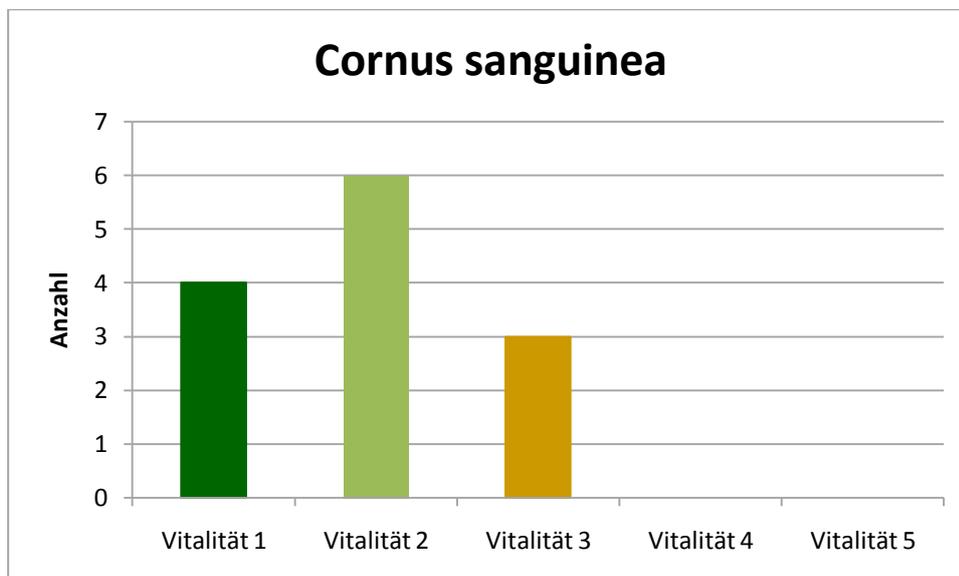


Abbildung 80: Vitalität der 13 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass der Gemeine Liguster durchwegs gute Vitalitätsergebnisse aufweist. Auf dem nächsten Bild kann man eines dieser Exemplare mit guter Verzweigung und kräftigem Wuchs sehen.



Abbildung 81: *Ligustrum vulgare*, Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Elf der 18 im Juni 2009 nachgepflanzten Gehölze sind der Vitalitätsstufe 1 und 6 der Stufe 2 zugeordnet. Lediglich ein *Ligustrum vulgare* ist mit dem Zustand 3 zu bewerten, da dessen Wachstum durch Spontanvegetation beeinträchtigt wird. Abgestorbene Gemeine Liguster sowie jene der Vitalitätsstufe 4 sind an diesem Abschnitt nicht festzustellen. Die genaue Verteilung der Zustandsstufen ist in der Grafik dargestellt.

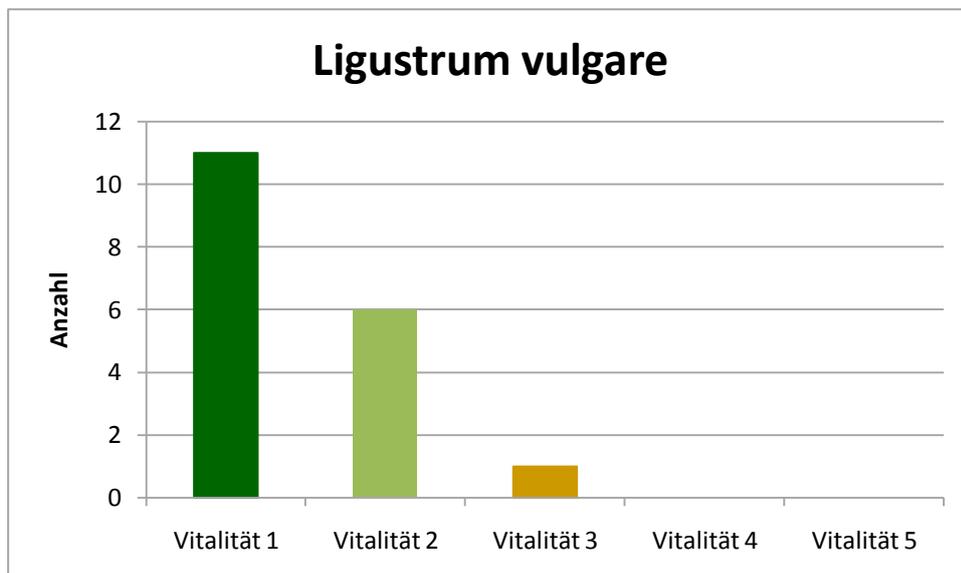


Abbildung 82: Vitalität der 18 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Grundsätzlich ist zu sagen, dass an den drei Abschnitten (D1, F1, G1) alle Purgier-Kreuzdorn Blattnekrosen aufweisen, wie die folgende Abbildung dokumentiert.



Abbildung 83: *Rhamnus carthartica* mit Blattnekrosen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Aufgrund dieser Blattnekrosen sind 10 der 12 Purgier-Kreuzdorn dieses Abschnittes der Vitalität 3 zuzuordnen. Zwei Exemplare sind zusätzlich zu den Nekrosen einem Konkurrenzdruck durch Spontanvegetation ausgesetzt, wodurch ihr Wachstum beeinträchtigt wird und sind somit in die Vitalitätsstufe 4 einzugliedern. Die Zuordnung zu den Vitalitätsstufen stellt das folgende Diagramm dar.

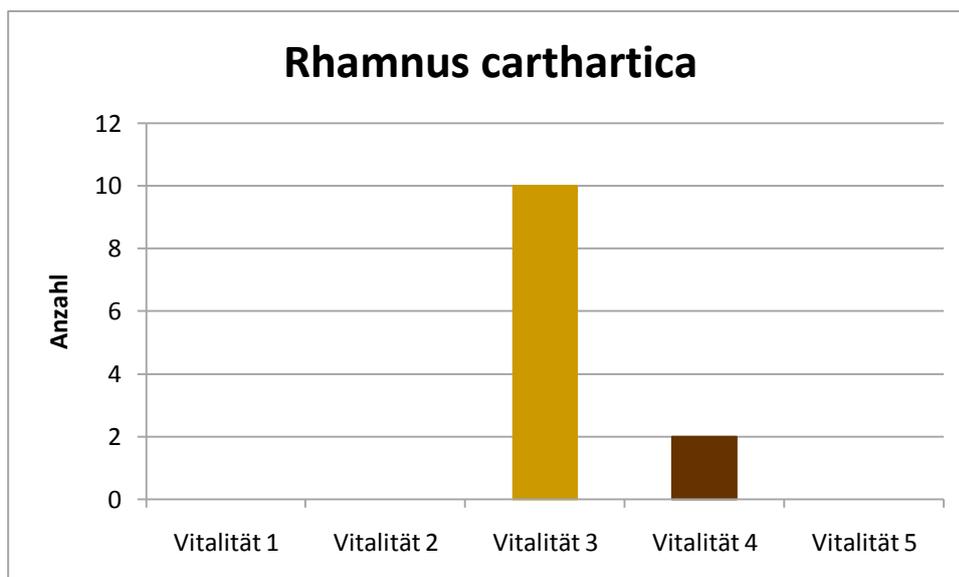


Abbildung 84: Vitalität der 12 nachgepflanzten *Rhamnus carthartica* nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Generell behauptet sich die *Rosa canina* an diesem Abschnitt gut. Ein Großteil der Exemplare weist einen kräftigen Wuchs und eine gute Verzweigung auf, wie die folgende Abbildung zeigt.



Abbildung 85: *Rosa canina*, Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Mehr als die Hälfte der nachgepflanzten Hundrosen weisen einen sehr guten Zustand auf. Somit sind 9 Exemplare der Vitalitätsstufe 1 zuzuordnen. Sieben *Rosa canina* entsprechen der Stufe 2. Lediglich eine Hundrose ist mit Zustandsstufe 3 zu beurteilen, welche durch Überwucherung mittels Spontanvegetation zu begründen ist. Die Verteilung der Vitalitätsstufen der Hundrose (*Rosa canina*) wird in der nächsten Grafik dargestellt.

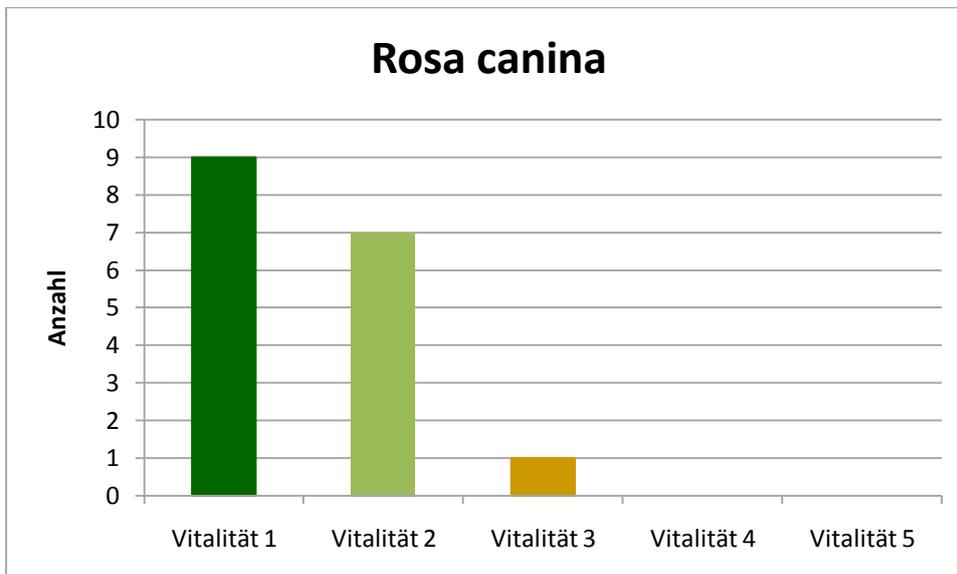


Abbildung 86: Vitalität der 17 nachgepflanzten *Rosa canina* nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

7.1.2 VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT F1 (SYSTEM POLYSLOPE S)

Zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Mai 2010 ergibt der Abschnitt F1 folgendes Gesamtbild. Wie bereits bei den Auswertungen vom September 2009 beschrieben, liegt der Anwuchserfolg in diesem Bereich aufgrund des einen abgestorbenen *Rhamnus carthartica* bei 98 %.



Abbildung 87: Pflanzenwachstum 11 Monate nach den Nachpflanzungen, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Wie das nächste Bild dokumentiert, kann festgestellt werden, dass an diesem Abschnitt ein Großteil der *Cornus sanguinea* durch sehr gute Vitalität gekennzeichnet ist. Die Gehölze weisen zahlreiche Verzweigungen und kräftige Triebe auf.



Abbildung 88: *Cornus sanguinea*, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Von den 12 nachgepflanzten Roten Hartriegel sind 7 Stück der Zustandsstufe 1 und 3 Pflanzen der Stufe 2 zuzuordnen. Zwei *Cornus sanguinea* sind aufgrund von Konkurrenzdruck durch Spontanvegetation der Kategorie 3 zuzuordnen, wie die nächste Grafik verdeutlicht.

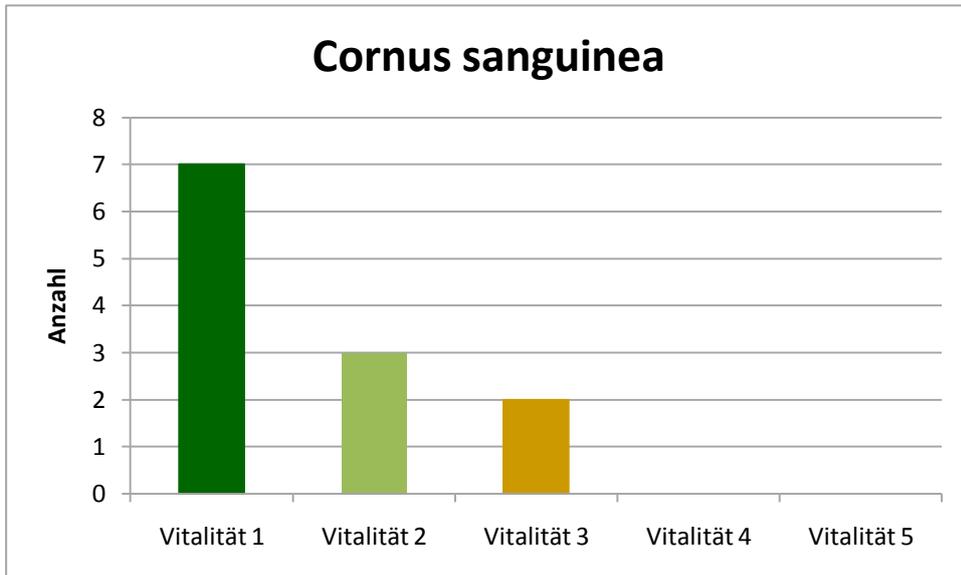


Abbildung 89: Vitalität der 12 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Der Gemeine Liguster kann sich am Abschnitt F1 gut behaupten. Die meisten Exemplare weisen zahlreiche Verzweigungen und einen kräftigen Wuchs auf, wie an der folgenden Abbildung zu sehen ist.



Abbildung 90: *Ligustrum vulgare*, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Von den insgesamt 11 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* sind 6 der Vitalitätsstufe 1 und 4 der Klasse 2 zuzuordnen. Nur ein Liguster ist mit Zustand 3 bewertet, da er aufgrund von Überwucherung durch Spontanvegetation nur einen schwachen Wuchs aufweist.

Die genaue Zuordnung zu den Vitalitätsstufen des *Ligustrum vulgare* im Bereich F1 ist dem folgenden Diagramm zu entnehmen.

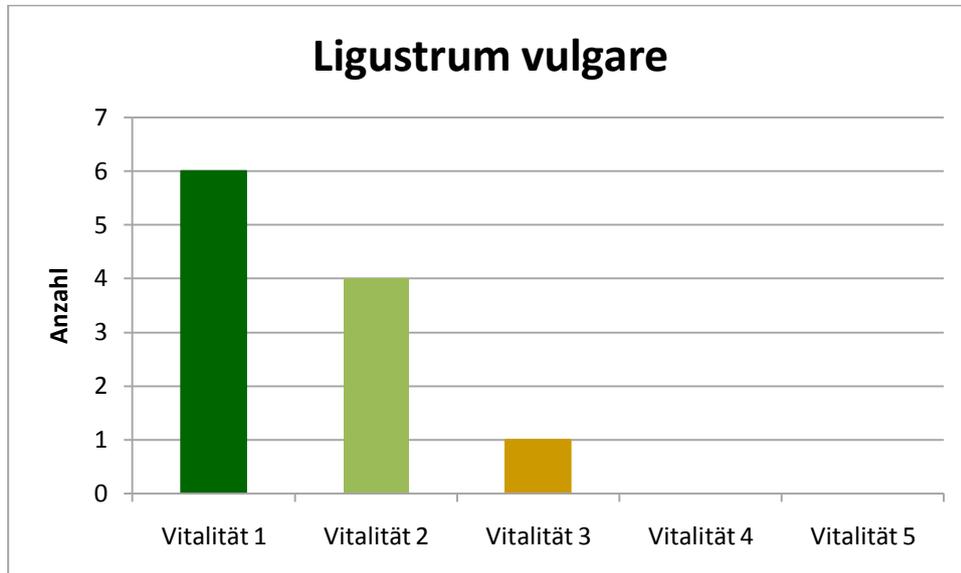


Abbildung 91: Vitalität der 11 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Wie bereits bei Abschnitt D1 erwähnt, weisen auch in diesem Bereich alle Purgier-Kreuzdorn Blattnekrosen auf, wie an der folgenden Abbildung zu sehen ist.

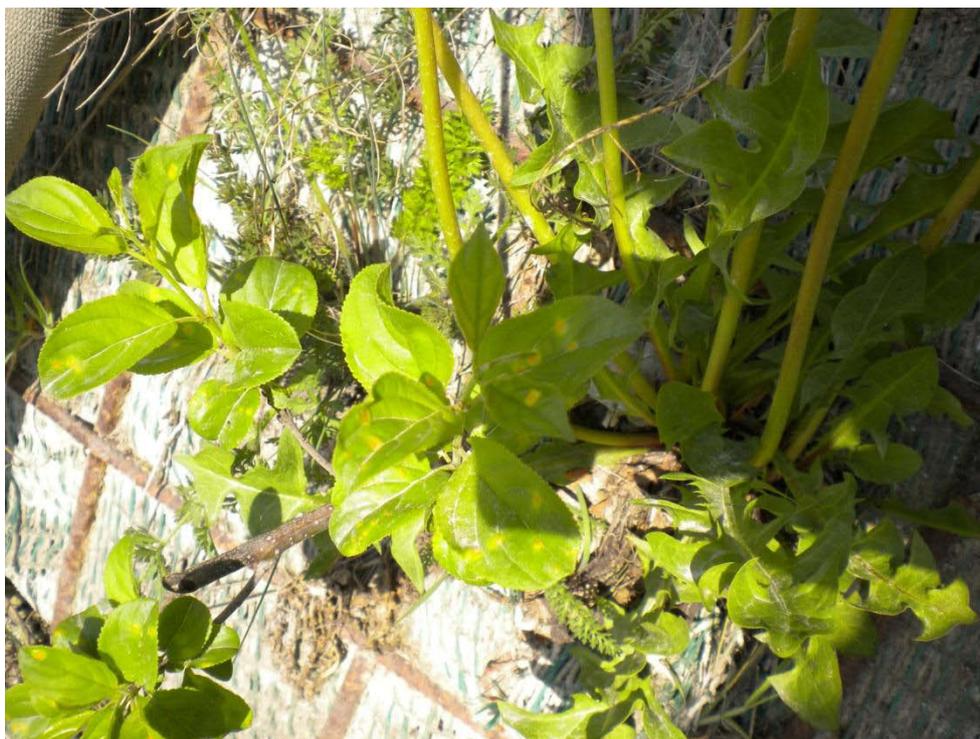


Abbildung 92: Blattnekrosen *Rhamnus carthartica* Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Aufgrund der Blattnekrosen der Gehölze der betreffenden Art sind 12 *Rhamnus carthartica* in die mittlere Zustandsstufe 3 eingeordnet. Zwei Exemplare weisen abgesehen von den Nekrosen auch einen schlechten Allgemeinzustand auf und werden dadurch mit der Vitalitätsklasse 4 bewertet. Der Purgier-Kreuzdorn der Vitalitätsstufe 5 war bereits bei den Aufnahmen im September 2009 abgestorben. Die Verteilung zu den einzelnen Zustandskategorien am Abschnitt F1 stellt die nachstehende Grafik dar.

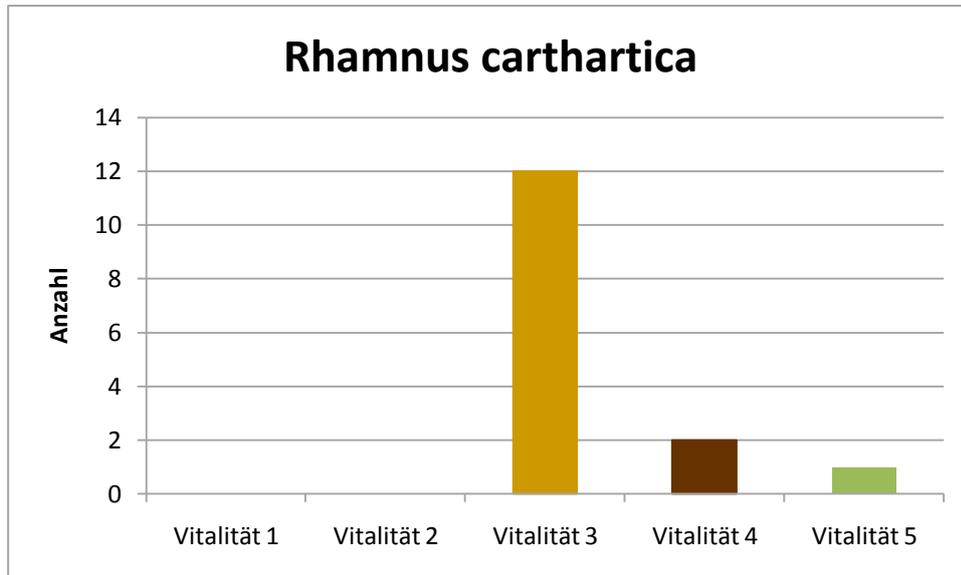


Abbildung 93: Vitalität der 15 nachgepflanzten *Rhamnus carthartica* nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Die Gehölzart *Rosa canina* kann sich an diesem Abschnitt gut behaupten. Neun Exemplare der Hundsrose sind der Vitalitätsstufe 1 und 3 Stück der Stufe 2 zuzuordnen, wie nächste Grafik verdeutlicht.

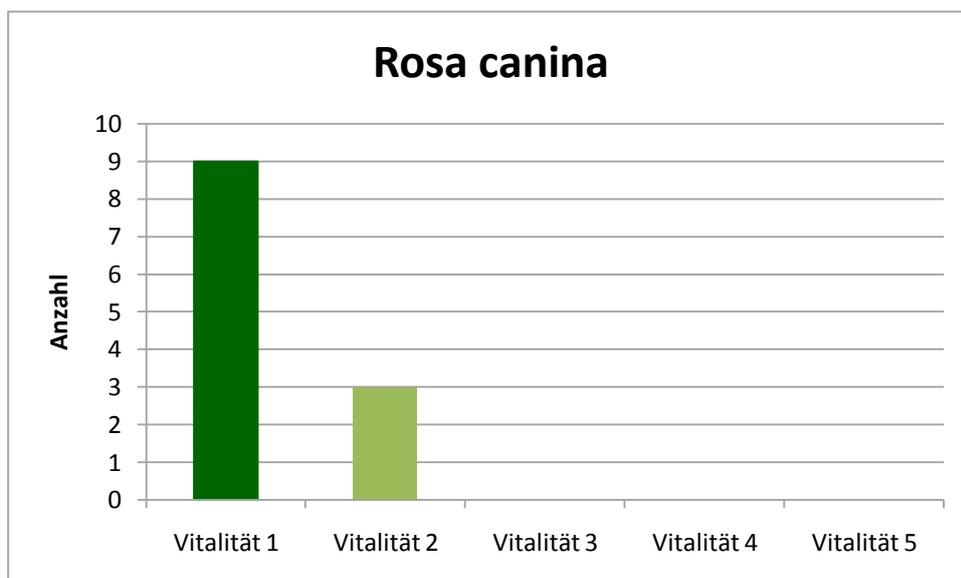


Abbildung 94: Vitalität der 12 nachgepflanzten *Rosa canina* nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Alle Hundsrosen dieses Bereichs sind durch eine sehr gute bzw. gute Vitalität gekennzeichnet und weisen kräftige Triebe und Verzweigungen auf, wie das folgende Bild verdeutlicht.



Abbildung 95: *Rosa canina*, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

7.1.3 VITALITÄT DER GEHÖLZE AM ABSCHNITT G1 (SYSTEM VECTOR WALL GRÜN)

Die folgende Abbildung des Abschnittes G1 bietet einen Gesamtüberblick über die Bepflanzung zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Mai 2010. Der Anwuchserfolg liegt hier bei 100 %.



Abbildung 96: Pflanzenwachstum 11 Monate nach den Nachpflanzungen, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass von 16 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* 11 Exemplare eine sehr gute bzw. gute Vitalität aufweisen. Eines davon zeigt die nachfolgende Abbildung.



Abbildung 97: *Cornus sanguinea*, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Wie aus der nächsten Grafik ersichtlich ist, sind 5 Rote Hartriegel der Vitalitätsstufe 1, 6 der Stufe 2 und 4 der Zustandsklasse 3 zuzuordnen. Ein *Cornus sanguinea* kann weist aufgrund von Überwucherung durch Spontanvegetation eine geringe Vitalität auf und wird mit Stufe 4 bewertet.

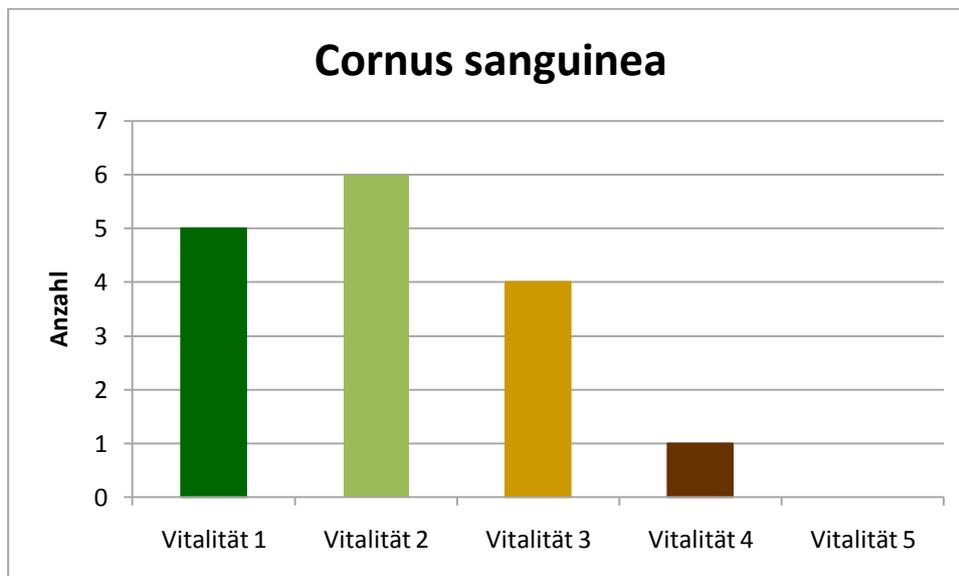


Abbildung 98: Vitalität der 16 nachgepflanzten *Cornus sanguinea* nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Von den insgesamt 18 im Juni 2009 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare*, weisen 17 eine sehr gute bzw. gute Vitalität auf. Die genaue Verteilung der Vitalitätsstufen zeigt die nächste Grafik. Sechs Gemeine Liguster sind der Zustandsstufe 1 und 11 der Klasse 2 zugeordnet. Nur ein Exemplar kann der Vitalitätskategorie 4 zugeordnet werden. Der Grund liegt auch hier im Konkurrenzdruck durch Spontanvegetation.

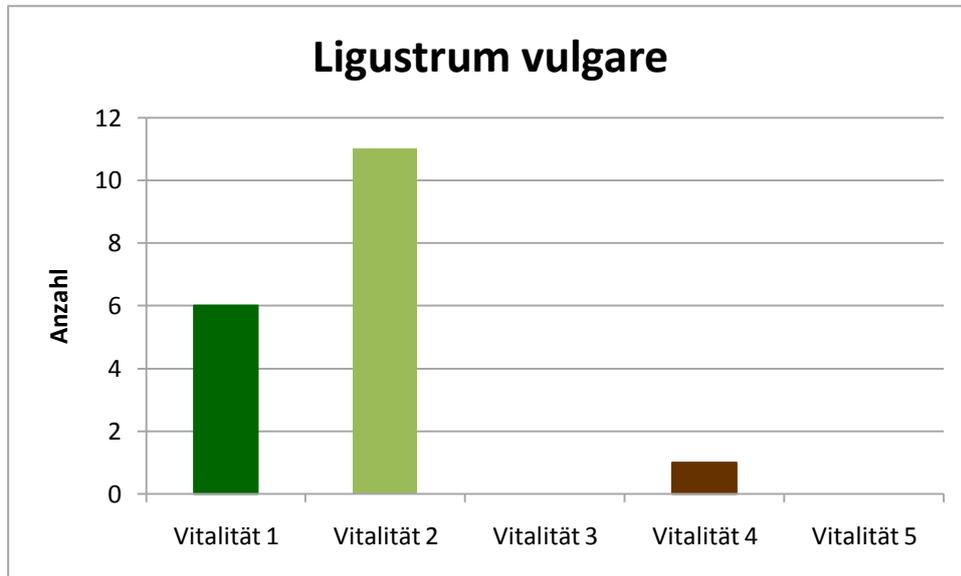


Abbildung 99: Vitalität der 18 nachgepflanzten *Ligustrum vulgare* nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Das folgende Bild zeigt die gute Vitalität und die kräftigen Triebe eines *Ligustrum vulgare* am Abschnitt G1.



Abbildung 100: *Ligustrum vulgare*, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Analog zu den Abschnitten D1 und F1, weisen auch im Bereich G1 alle *Rhamnus carthartica* Blattnekrosen auf, einen davon zeigt die nachfolgende Abbildung.



Abbildung 101: Blattnekrosen, *Rhamnus carthartica*, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Von den insgesamt 23 Purgier-Kreuzdorn, sind 19 Exemplare in die Zustandsstufe 3 einzugliedern. Vier *Rhamnus carthartica* sind zusätzlich zu den Blattnekrosen in einem allgemein schlechten Zustand und dadurch mit Vitalität 4 beurteilt. Abgestorbene Exemplare dieser Art sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen keine vorhanden, wie das folgende Diagramm zeigt.

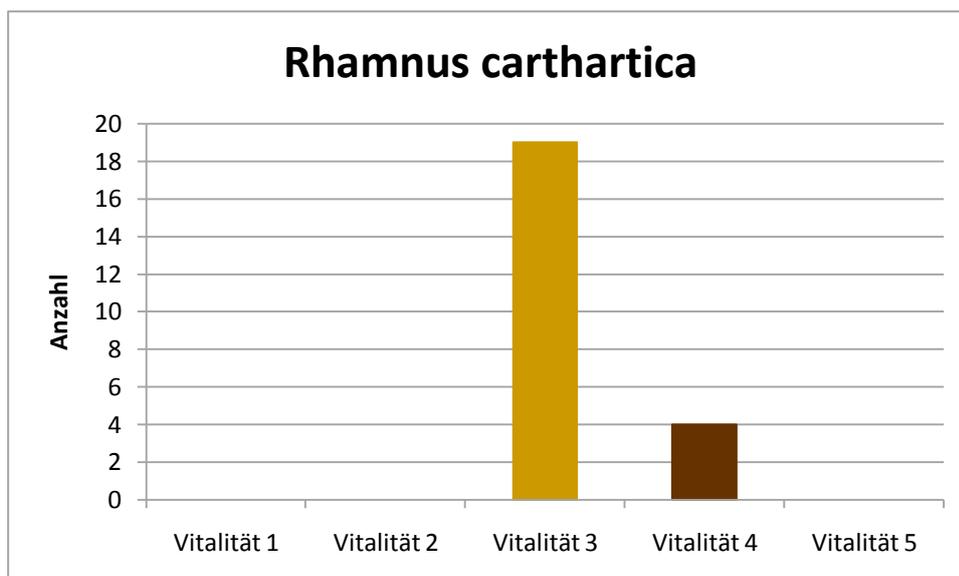


Abbildung 102: Vitalität der 23 *Rhamnus carthartica* nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Der Großteil der gepflanzten *Rosa canina* zeigt eine sehr gute bzw. gute Vitalität auf. Es handelt sich dabei um kräftige und gut entwickelte Pflanzen. Einige Exemplare weisen jedoch einen langen Haupttrieb und nur geringe Verzweigungen auf, wie die folgende Abbildung zeigt.



Abbildung 103: *Rosa canina*, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Die Zuordnung zu den einzelnen Vitalitätsstufen setzt sich, gemäß der nächsten Grafik, wie folgt zusammen. Drei *Rosa canina* sind der Vitalität 1 und 10 Hundsrosen der Stufe 2 zugeordnet. Jene Exemplare, die nur geringe Verzweigungen aufweisen, sind dementsprechend der Zustandsstufe 3 zugewiesen.

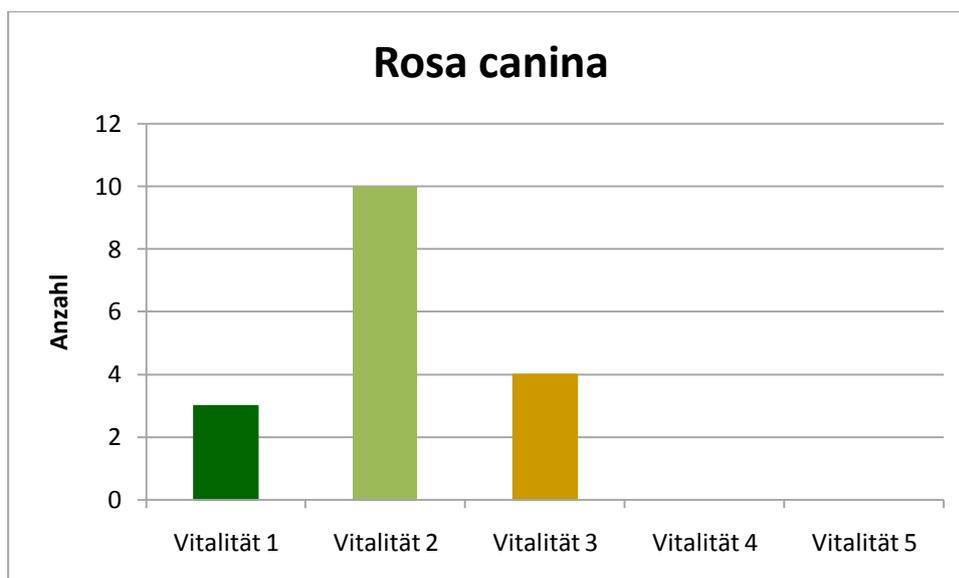


Abbildung 104: Vitalität 17 nachgepflanzten *Rosa canina* nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

7.1.4 VERGLEICH DER ABSCHNITTE D1, F1, G1 (SYSTEME TERRAMESH, POLYSLOPE S, VECTOR WALL GRÜN)

Analog zu den Analysen vom September 2009, zeigen die folgenden Vergleiche, ob es abschnittsbezogene Unterschiede in der Vitalität der nachgepflanzten Gehölze gibt.

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Von den insgesamt 13 im Abschnitt D1 nachgepflanzten *Cornus sanguinea*, sind vier der Vitalitätsstufe 1, sechs der Stufe 2 und drei Stück mit 3 zu klassifizieren.

Im Bereich F1 mit insgesamt 12 Roten Hartriegel sind sieben Exemplare der Zustandsstufe 1, drei *Cornus sanguinea* der Vitalität 2 und zwei Pflanzen dieser Art der Klasse 3 zuzuordnen.

Demgegenüber steht der Abschnitt G1, welcher 16 *Cornus sanguinea* beinhaltet, wovon fünf mit der Vitalität 1, sechs mit der Stufe 2, vier mit Klasse 3 und einer mit Zustand 4 zu klassifizieren sind.

Wie aus der nachfolgenden Grafik zu sehen ist, sind die Ergebnisse beim Roten Hartriegel am Abschnitt D1 und G1 relativ ausgeglichen sind, wobei bei G1 ein Exemplar in die Zustandsstufe 4 eingeordnet ist. Die besten Ergebnisse dieser Gehölzart weist der Bereich F1 mit dem höchsten Anteil an Vitalität 1 auf.

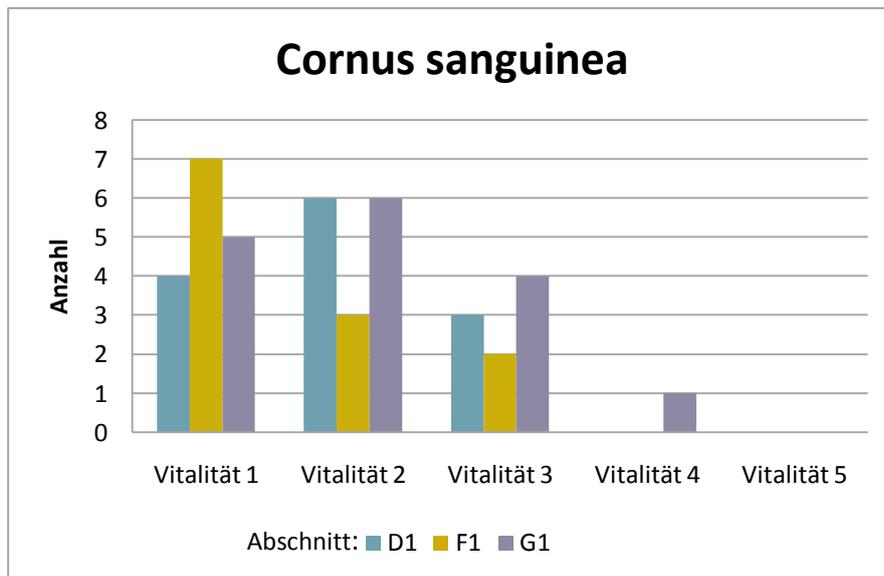


Abbildung 105: Vitalität *Cornus sanguinea* nach 11 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Im Juni 2009 wurden am Abschnitt D1 insgesamt 18 Gemeine Liguster nachgepflanzt, wovon fast alle eine sehr gute bzw. gute Vitalität aufweisen. Elf *Ligustrum vulgare* sind der Stufe 1 und sechs der Klasse 2 zugeordnet. Nur ein Exemplar ist mit Zustand 3 zu klassifizieren.

Im Bereich F1 sind von den 11 gesetzten *Ligustrum vulgare* sechs Pflanzen der Zustandsstufe 1 zuzuordnen. Des Weiteren sind vier Exemplare mit Vitalität 2 und ein Gehölz mit 3 zu bewerten.

Am Abschnitt G1 sind wurden insgesamt 18 Liguster eingesetzt. Der Großteil davon, genau gesagt elf Pflanzen, ist mit Vitalität 2 zu beurteilen. Sechs Gehölze dieser Art sind der Stufe 1 zugeordnet. Ein Exemplar entspricht aufgrund schlechter Vitalität der Zustandsstufe 4.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Abschnitte D1 und G1 die gleiche Anzahl an nachgepflanzten Gehölzen aufweisen. Der Bereich D1 weist jedoch eine wesentlich höhere Anzahl an Liguster der Vitalität 1 auf als der Abschnitt G1, bei diesem liegt die Mehrheit in der Klasse 2. Der Bereich F1 ist durch ein relativ ausgewogenes Verhältnis zwischen den Vitalitätsstufen 1 und 2 gekennzeichnet.

Eine Gesamtübersicht stellt die nächste Abbildung dar.

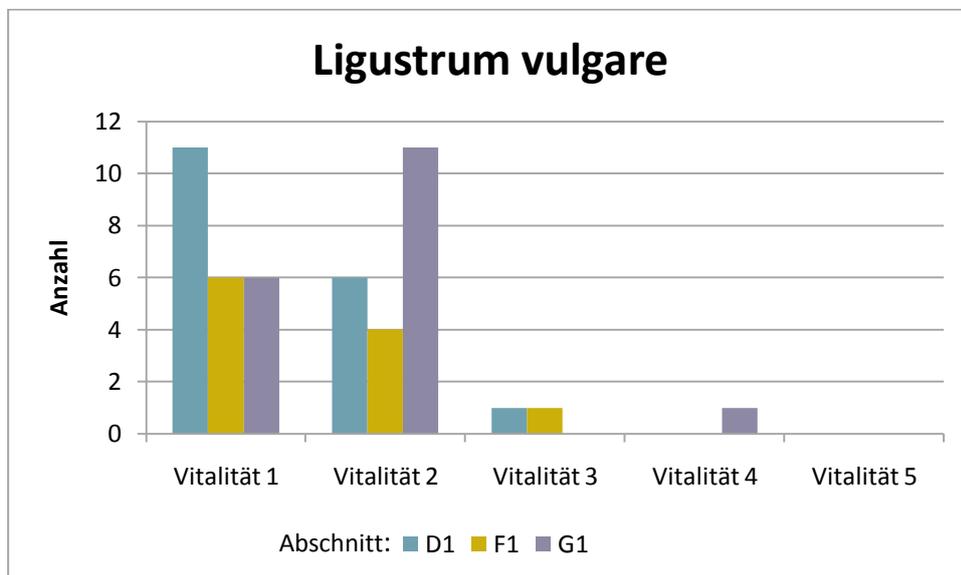


Abbildung 106: Vitalität *Ligustrum vulgare*, Abs. D1, F1, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Am Abschnitt D1 befinden sich insgesamt 12 nachgepflanzte *Rhamnus carthartica*, wovon zehn der Vitalitätsstufe 3 und zwei der Klasse 4 zuzuordnen sind.

Fünfzehn Purgier-Kreuzdorn sind im Bereich F1 vorzufinden. Hier sind zwölf Gehölze mit Zustandsklasse 3 und zwei Exemplare mit Vitalitätsstufe 4 klassifiziert. Der *Rhamnus carthartica* mit Stufe 5 war bereits bei den Aufnahmen im September 2009 abgestorben.

Am Abschnitt G1 wurden 23 *Rhamnus carthartica* nachgepflanzt. Neunzehn Exemplare davon sind in die Vitalitätsstufe 3 und vier Pflanzen dieser Art sind in die Klasse 4 eingegliedert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass aufgrund des massiven Auftretens von Blattnekrosen an allen drei Abschnitten die Zuordnungen bei Vitalität 3 und 4 liegen, wobei die

Ergebnisse in den drei Bereichen relativ ausgeglichen sind. Die exakte Zuordnung zu den einzelnen Vitalitätsstufen ist der folgenden Grafik zu entnehmen.

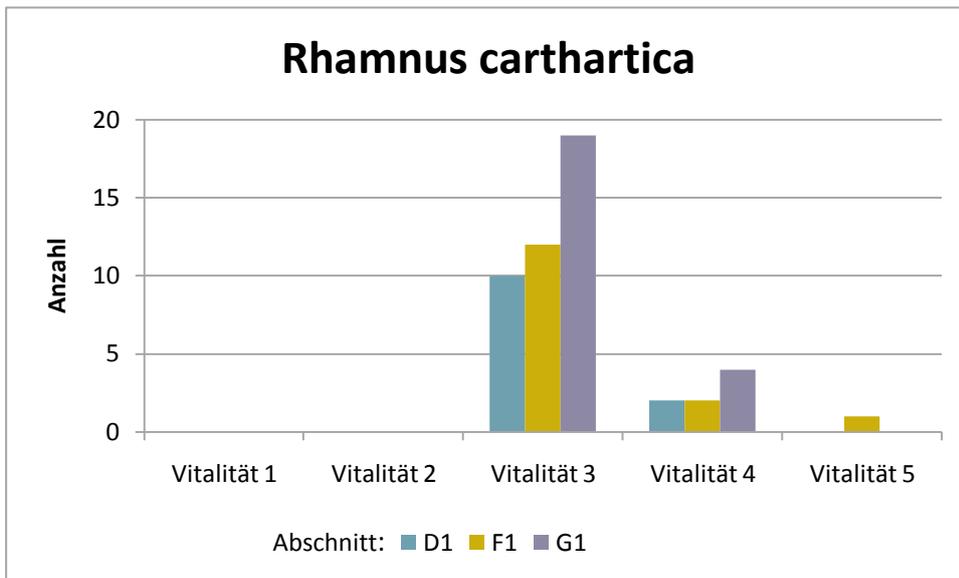


Abbildung 107: Vitalität *Rhamnus carthartica* nach 11 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Im Bereich D1 wurden insgesamt 17 Hundsrosen eingebracht. Davon sind neun Exemplare in sehr gutem und sieben Gehölze in gutem Zustand. Lediglich eine *Rosa canina* ist der Vitalitätsstufe 3 zuzuordnen.

Ähnliche Ergebnisse weist der Abschnitt F1 auf. Er enthält 12 nachgepflanzte Hundsrosen wovon ebenfalls neun von mit Vitalität 1 und drei Gehölze mit 2 klassifiziert sind.

Siebzehn *Rosa canina* wurden im Bereich G1 nachgepflanzt. Der höchste Anteil, mit zehn Exemplaren, ist in einem guten Zustand. Drei Hundsrosen sind mit sehr gut zu bewerten. Außerdem gibt es vier Gehölze der Stufe 3.

Am nächsten Diagramm kann man erkennen, dass Abschnitt D1 bei gleicher Anzahl von nachgepflanzten *Rosa canina* bessere Ergebnisse aufweist als G1. Der Bereich F1 enthält zwar insgesamt weniger Hundsrosen, jedoch ist ein Großteil von sehr guter Vitalität.

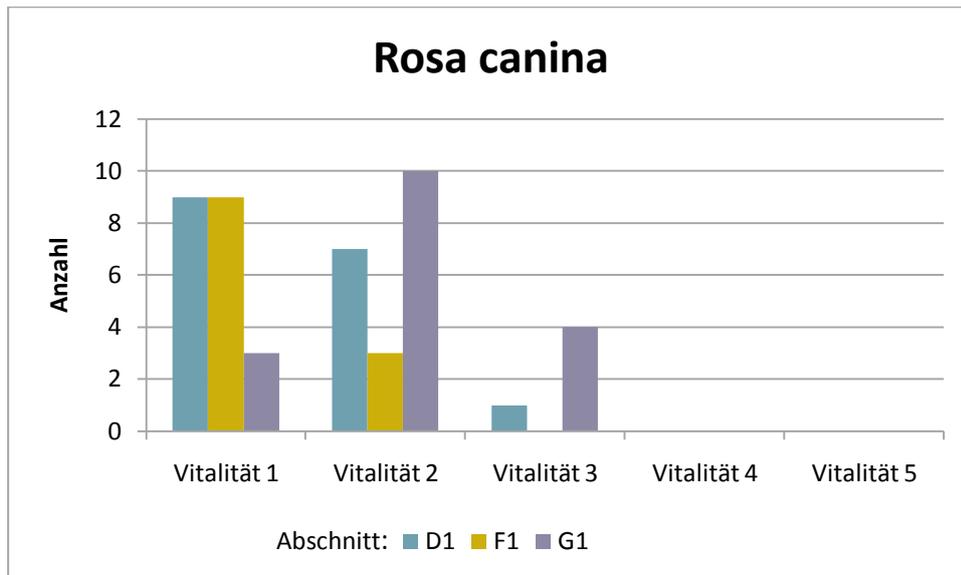


Abbildung 108: Vitalität *Rosa canina* nach 11 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Analog zu den Ergebnissen vom September 2009, kann auch aufgrund der Resultate der Aufnahmen vom Mai 2010 gesagt werden, dass es bei den verwendeten Pflanzenarten zu- meist abschnittsbezogene Unterschiede im Bezug auf die Zuordnung zu den fünf Vitalitäts- stufen gibt. Nur bei *Rhamnus carthartica* gibt es kaum Unterschiede, da aufgrund der starken Blattnekrosen lediglich eine Zuordnung zu den Vitalitätsstufen 3 und 4 erfolgt.

Betrachtet man bei den anderen drei Gehölzarten den Anteil der Exemplare mit sehr gutem (Stufe 1) bzw. gutem (Stufe 2) Zustand in Relation zur Gesamtzahl der nachgepflanzten Ge- hölze, so ist bei *Cornus sanguinea* zu erkennen, dass der Abschnitt F1 die besten Resultate erzielt, darauf folgt D1. Die geringste Anzahl an Pflanzen in sehr gutem bzw. gutem Zustand weist G1 auf. Bei *Ligustrum vulgare* liegen bei allen drei Abschnitten die Ergebnisse vorwie- gend bei den Stufen 1 und 2. Bei gleicher Anzahl an Pflanzen im Bereich D1 und G1 kann D1 mit einem weitaus höheren Anteil an sehr guter Vitalität punkten als G1, bei welchem der Großteil der Pflanzen einen guten Zustand verzeichnet. Der Abschnitt F1 kann aufgrund der Relation zur Gesamtanzahl der Gehölze die besten Resultate bei *Ligustrum vulgare* verbu- chen. Auch bei *Rosa canina* weist F1 die besten Ergebnisse auf, da alle Pflanzen einer sehr guten bzw. guten Vitalität zuzuordnen sind. Als nächstes folgt auch bei dieser Gehölzart der Abschnitt D1. Wie schon bei den anderen Pflanzenarten liegt der Bereich G1 an letzter Stel- le. Somit weist der Abschnitt F1 bei allen drei Gehölzarten die besten Ergebnisse auf.

7.1.5 EIGNUNG DER VIER GEHÖLZARTEN NACH 11 MONATEN

Anhand der Auswertungen der Aufnahmedaten vom Mai 2010 soll nun der Frage nachgegangen werden, welche der vier nachgepflanzten Gehölzarten sich über die Wintermonate sehr gut (Stufe 1) bzw. gut (Stufe 2) entwickeln konnten.

Ligustrum vulgare kann über 44 Gehölze der Vitalitätsstufe 1 und 2 verweisen. Misst man dies an den insgesamt 47 gesetzten Pflanzen, entspricht das einem Anteil von 93,62 %. Aufgrund dieses Ergebnisses kann gesagt werden, dass sich der Liguster am Lärmschutzsteilwall am besten etabliert hat.

Rosa canina folgt mit 41 sehr gut bzw. gut entwickelten von 46 nachgepflanzten Gehölzen, was demgemäß einem Anteil von 89,13 % entspricht.

Cornus sanguinea wurden insgesamt 41 Stück eingesetzt. Davon sind 31 mit Vitalitätsstufe 1 und 2 klassifiziert. Dies entspricht 75,61 %.

Bei *Rhamnus carthartica* entspricht aufgrund der bereits erwähnten Blattnekrosen, die an allen Exemplaren vorzufinden sind, kein einziges Gehölz einem sehr guten bzw. guten Zustand.

Die nächste Grafik zeigt die Zuordnung der vier Pflanzenarten zu den fünf Vitalitätsstufen elf Monate nach den Nachpflanzungen dar, wodurch die Eignung der Gehölze verdeutlicht wird. Wie bereits nach drei Monaten, weisen *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* auch nach elf Monaten die beste Eignung weist auf. Darauf folgt *Cornus sanguinea*. Auf den ersten Blick ist zu erkennen, das *Rhamnus carthartica*, mit Ausnahme des einen abgestorbenen Exemplars, den Vitalitätsstufen 3 und 4 zugeordnet ist.

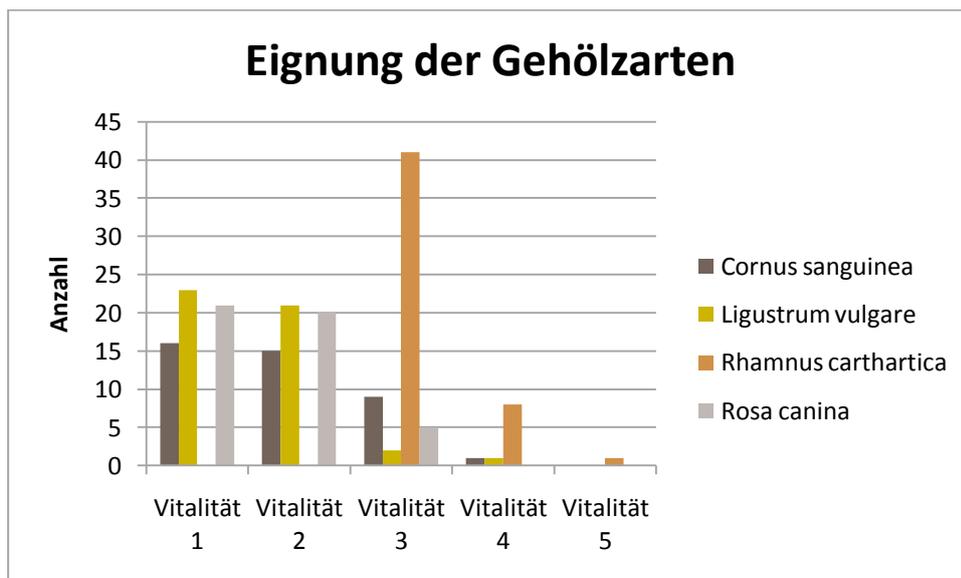


Abbildung 109: Eignung der vier Gehölzarten nach 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

7.1.6 VITALITÄT UND LAGE

Wie bereits bei der Auswertung der Aufnahmedaten vom September 2009 beschrieben, sind auch im Mai 2010 keine unterschiedlichen Entwicklungen der Nachpflanzungen im Zusammenhang mit deren Positionierung in den oberen bzw. unteren Lagen festzustellen. Man kann an allen drei Abschnitten (D1, F1, G1) in den einzelnen Lagen auch unterschiedliche Vitalitätsstufen feststellen. Es ist davon auszugehen, dass der Grund dafür in der Bewässerung der Gehölze in der Anwuchsphase, über die Sommermonate 2009, liegt.

7.2 SPROSSLÄNGEN

Analog zu den Auswertungen der Aufnahmedaten vom September 2009, werden im Folgenden die durchschnittlichen Minima bzw. Maxima der Sprosslängen sowie der Durchschnitt aus diesen beiden Werten pro Pflanzenart ermittelt.

Die Resultate in Zentimetern sind in der folgenden Tabelle, nach Abschnitten und Gehölzarten aufgeteilt, dargestellt.

Bepflanzter Abschnitt	Durchschnittliche minimale Sprosslänge (in cm)	Durchschnittliche maximale Sprosslänge (in cm)	Durchschnittliche Sprosslänge (in cm)
Abschnitt D1			
<i>Cornus sanguinea</i>	8,76	27,36	18,06
<i>Ligustrum vulgare</i>	11,06	43,98	27,52
<i>Rhamnus carthartica</i>	6,07	15,85	10,96
<i>Rosa canina</i>	13,34	46,16	29,75
Abschnitt F1			
<i>Cornus sanguinea</i>	9,83	20,41	15,12
<i>Ligustrum vulgare</i>	7,13	32,25	19,69
<i>Rhamnus carthartica</i>	6,07	17,54	11,81
<i>Rosa canina</i>	12,66	45,52	29,09
Abschnitt G1			
<i>Cornus sanguinea</i>	9,60	28,07	18,84
<i>Ligustrum vulgare</i>	6,62	43,44	25,03
<i>Rhamnus carthartica</i>	6,69	22,18	14,43
<i>Rosa canina</i>	11,78	41,05	26,41

Tabelle 14: Durchschnittliche min. bzw. max. Sprosslängen nach 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Wie bereits im Kapitel 6.2 (Sprosslängen) erwähnt, sind die Längen der Triebe artspezifisch, wodurch ein Vergleich der Pflanzenarten untereinander nicht zweckmäßig ist. Die folgende Grafik stellt die Gehölzarten in den Bereichen D1, F1, G1 dar. Aufgrund dieser Gegenüberstellung soll ermittelt werden, welche Gehölze an welchen Abschnitten die größten Sprosslängen aufweisen.

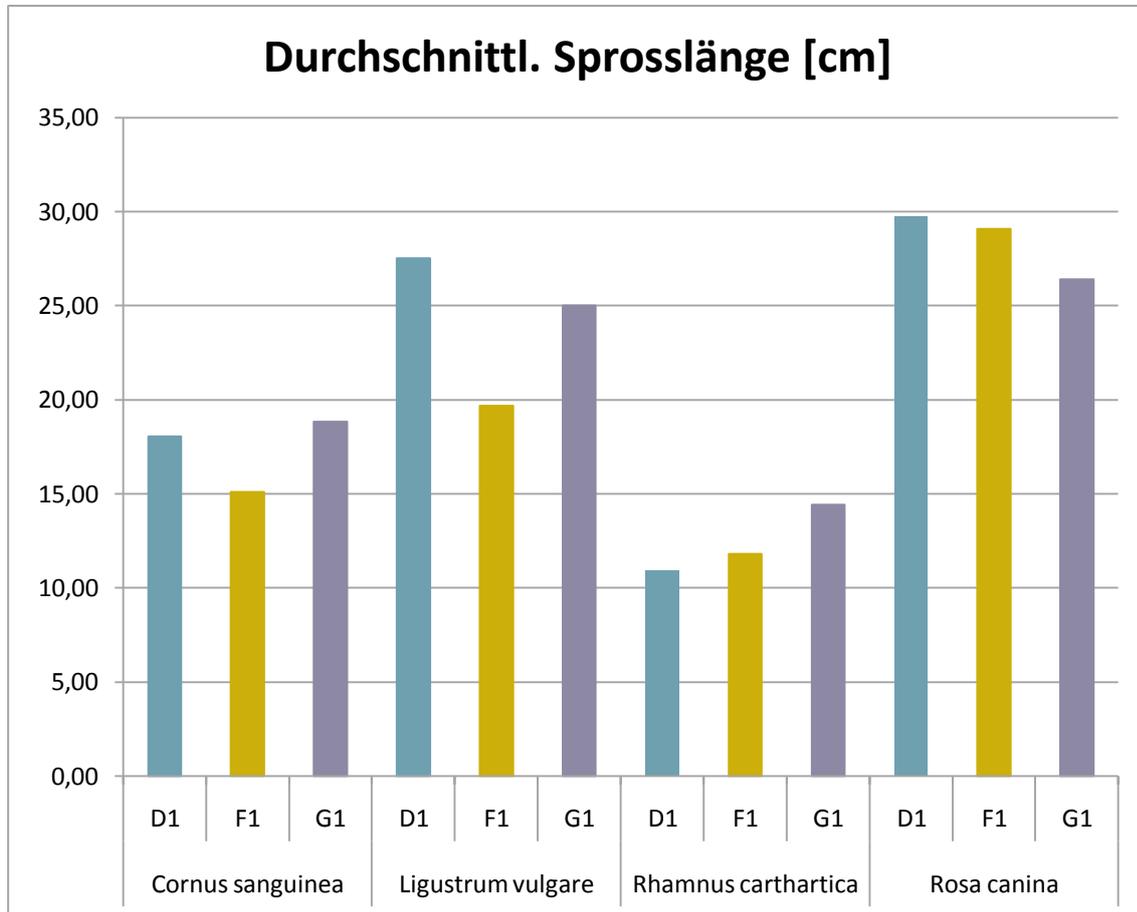


Abbildung 110: Vergleich durchschnittliche Sprosslängen pro Pflanzenart nach 11 Monaten pro Abschnitt, 05/2010

Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, weist der Abschnitt G1 sowohl bei *Rhamnus carthartica* als auch bei *Cornus sanguinea* die höchsten durchschnittlichen Sprosslängen. Jedoch ist der Unterschied beim Roten Hartriegel zum Bereich D1 nur marginal ist, denn er beträgt nur 0,78 cm.

Am Abschnitt D1 sind sowohl bei *Ligustrum vulgare* als auch bei *Rosa canina* die längsten Triebe festzustellen. Bei der Hundsröse liegt das Ergebnis nur 0,66 cm vor jenem des Bereiches F1. Der Abschnitt F1 kann zwar bei keiner der vier Pflanzenarten die höchsten durchschnittlichen Sprosslängen verzeichnen, jedoch liegt er, wie bereits erwähnt, bei *Rosa canina* und auch bei *Rhamnus carthartica* an zweiter Stelle.

7.3 BASISDURCHMESSER

Wie bereits im September 2009, werden auch im Mai 2010 die Durchmesser der Gehölze an der Basis mittels ermittelt und deren Werte pro Pflanzenart aufsummiert, um daraus die durchschnittlichen Basisdurchmesser der jeweiligen Gehölzart zu berechnen.

Die Ergebnisse der durchschnittlichen Basisdurchmesser in Millimetern, sind in der nächsten Tabelle ersichtlich. Diese ist nach Abschnitten und innerhalb dessen nach Gehölzarten gegliedert.

Bepflanzter Abschnitt	Minimaler Basisdurchmesser (in mm)	Maximaler Basisdurchmesser (in mm)	Durchschnittlicher Basisdurchmesser (in mm)
Abschnitt D1			
<i>Cornus sanguinea</i>	2,56	10,63	5,95
<i>Ligustrum vulgare</i>	4,62	11,67	7,23
<i>Rhamnus carthartica</i>	5,97	11,99	7,59
<i>Rosa canina</i>	3,86	10,81	6,18
Abschnitt F1			
<i>Cornus sanguinea</i>	2,50	9,17	5,20
<i>Ligustrum vulgare</i>	4,97	8,91	6,66
<i>Rhamnus carthartica</i>	5,59	10,95	7,16
<i>Rosa canina</i>	3,66	9,46	6,33
Abschnitt G1			
<i>Cornus sanguinea</i>	3,97	8,52	5,48
<i>Ligustrum vulgare</i>	1,62	12,82	7,04
<i>Rhamnus carthartica</i>	5,30	1,80	7,77
<i>Rosa canina</i>	4,23	13,60	6,98

Tabelle 15: Basisdurchmesser nach 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010

Nachdem die Basisdurchmesser, wie auch die Sprosslängen, artspezifisch sind, ist auch hier ein Vergleich der Pflanzenarten untereinander nicht sinnvoll, deshalb werden die Resultate der drei Bereiche (D1, F1, G1) gegenübergestellt, um mögliche abschnittsbedingte Unterschiede zu ermitteln.

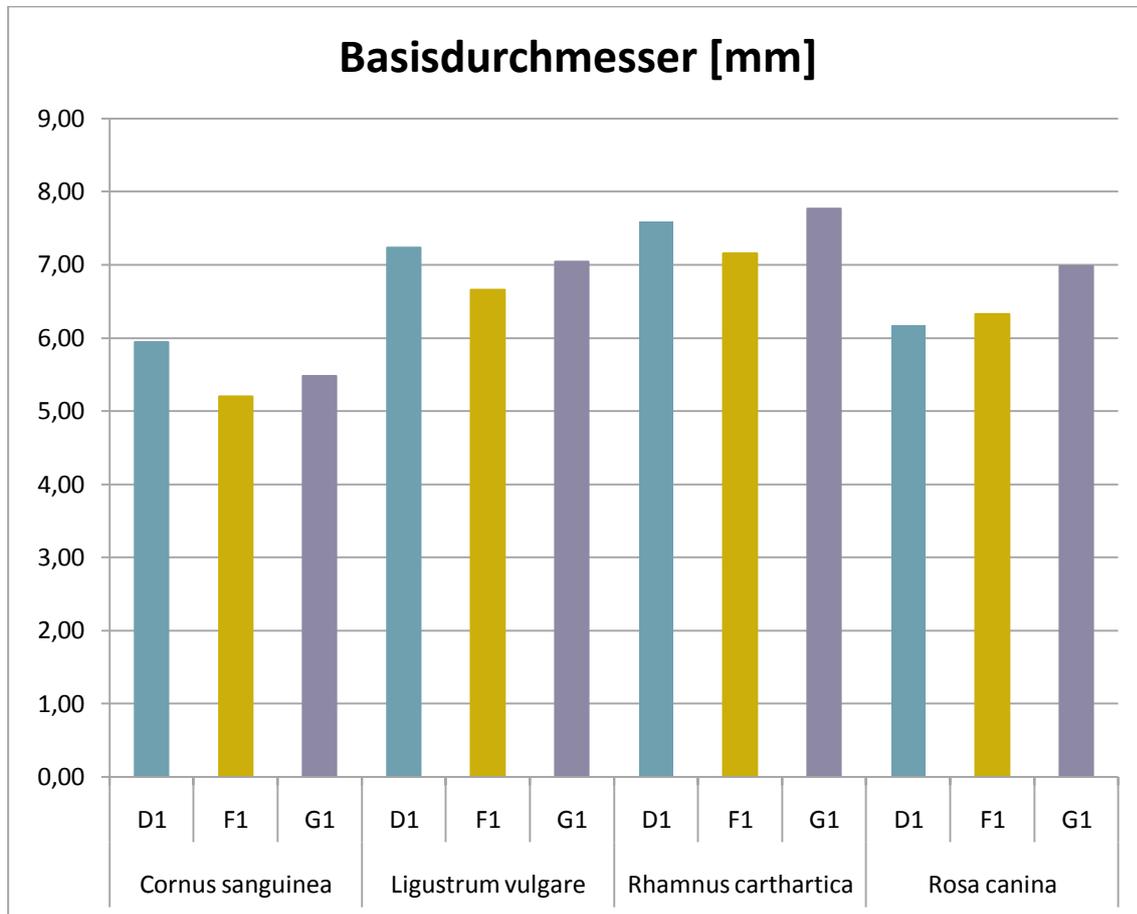


Abbildung 111: Vergleich durchschnittliche Basisdurchmesser pro Pflanzenart nach 11 Monaten pro Abschnitt, 05/2010

Die Grafik zeigt, dass sich innerhalb der einzelnen Gehölzarten nur sehr geringe Unterschiede im Bezug auf den jeweiligen Abschnitt ergeben. Die Differenzen der Basisdurchmesser belaufen sich auf +/- 1 mm.

Ligustrum vulgare weist mit 0,57 mm, zwischen dem höchsten und dem geringsten Wert, die geringsten Abstände auf, wobei der Abschnitt D1 bei dieser Pflanzenart die minimal höheren Basisdurchmesser aufweist. Ebenso liegt der Bereich D1 bei *Cornus sanguinea* vorne. Die Differenz zum geringsten Wert beträgt hier 0,75 mm.

Sowohl bei *Rhamnus carthartica* als auch bei *Rosa canina* können am Abschnitt G1 die größten Basisdurchmesser gemessen werden. Beim Purgier-Kreuzdorn ergibt sich ein Unterschied zum niedrigsten durchschnittlichen Basisdurchmesser von 0,61 mm und bei der Hundsröse von 0,80 mm. Der Bereich F1 weist bei allen vier Gehölzarten die geringsten Durchmesser an der Basis der Gehölze auf. Wie bereits erwähnt, sind jedoch die Differenzen marginal.

8 VERGLEICH DER VEGETATIONSERGEBNISSE NACH 3 UND 11 MONATEN

In diesem Kapitel soll eine Gegenüberstellung der Vegetationsergebnisse von September 2009 und Mai 2010 einen Überblick über die Entwicklung der Gehölze im ersten Jahr nach den Bepflanzungen im Juni 2009 geben. Um die Vergleichbarkeit zu den Kapiteln 6 und 7 zu ermöglichen, sind auch hier die Resultate der vier Gehölzarten und der drei bepflanzten Abschnitte (D1, F1, G1) in Vitalität, Sprosslängen und Basisdurchmesser untergliedert.

8.1 VITALITÄT

ROTER HARTRIEGEL (*CORNUS SANGUINEA*)

Insgesamt wurden im Juni 2009 an allen drei Abschnitten gemeinsam 41 *Cornus sanguinea* nachgepflanzt. Bei Betrachtung der Ergebnisse vom September 2009 und Mai 2010 in der folgenden Grafik, kann man erkennen, dass es in beiden Jahren keinen Roten Hartriegel der Vitalität 5 und somit keine abgestorbene Pflanze dieser Art gibt.

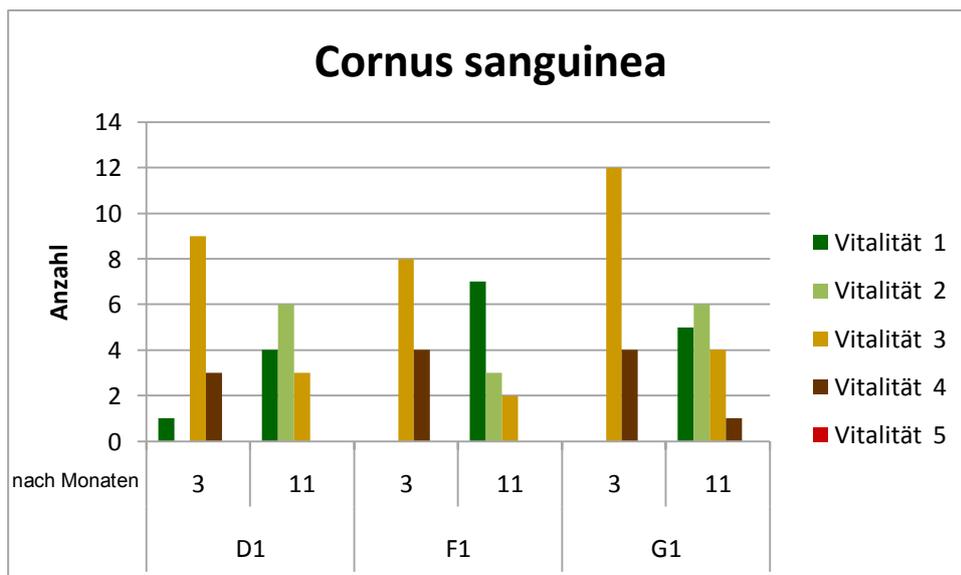


Abbildung 112: Vitalität *Cornus sanguinea* nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems

Die Resultate des Jahres 2009 sind an allen drei Abschnitten durch das massive Auftreten der Blattnekrosen gekennzeichnet, wodurch sich die Verteilung auf die Vitalitätsstufen 3 und 4 beschränkt, wobei der höhere Anteil bei Zustand 3 liegt. Lediglich ein *Cornus sanguinea* am Abschnitt D1 ist 2009 nicht von Nekrosen betroffen und durch seinen sehr guten Zustand der Vitalität 1 zuzuordnen. Der Vergleich der drei Abschnitte gemessen an der Gesamtanzahl zeigt, dass G1 einen weitaus höheren Anteil an Pflanzen mit Zustandsstufe 3 aufweist. Darauf folgt Abschnitt D1. Der Bereich F1 zeigt die schlechtesten Resultate auf.

Im Vergleich dazu ist der Rote Hartriegel zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Mai 2010 nicht von Blattnekrosen betroffen, was sich auch in den besseren Ergebnissen widerspiegelt. Ein

Großteil der Gehölze ist mit sehr guter bzw. guter Vitalität bewertet und nur eine geringere Anzahl mit Klasse 3. Außerdem weist nur eine Pflanze am Abschnitt G1 aufgrund ihres schlechten Zustandes Stufe 4 auf. In diesem Jahr kann, im Gegensatz zu 2009, der Bereich F1 die besten Resultate, mit dem höchsten Anteil an *Cornus sanguinea* mit Vitalität 1, verbuchen. Die zweitbesten Ergebnisse liefert Abschnitt D1, gefolgt von G1.

GEMEINER LIGUSTER (*LIGUSTRUM VULGARE*)

Es wurden im Juni 2009 insgesamt 47 *Ligustrum vulgare* nachgepflanzt. Generell ist, wie auch schon beim *Cornus sanguinea* erwähnt, auch hier weder 2009 noch 2010 ein abgestorbener Liguster festzustellen. Der Großteil der Pflanzen weist in beiden Jahren sehr gute bzw. gute Vitalität auf, wie das folgende Diagramm zeigt.

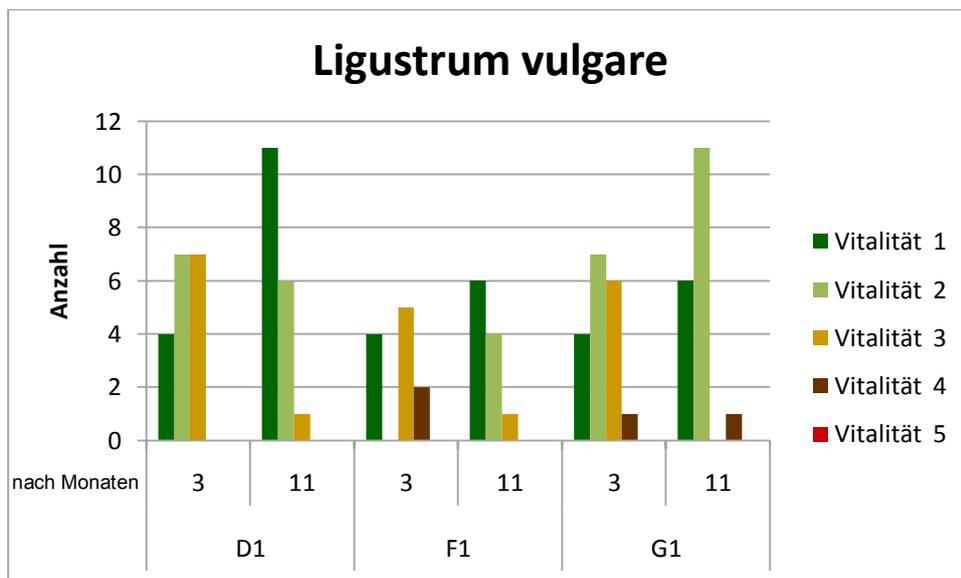


Abbildung 113: Vitalität *Ligustrum vulgare* nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems

Im Jahr 2009 sind die Ergebnisse der Abschnitte D1 und G1 relativ ausgeglichen. G1 schneidet geringfügig schlechter ab, da es ein Gehölz der Vitalitätsstufe 4 enthält. Die schlechtesten Resultate liefert der Bereich F1, der einerseits keine Exemplar der Zustandsstufe 2 und andererseits zwei *Ligustrum vulgare* der Vitalität 4 enthält.

Demgegenüber stehen die Vitalitätsergebnisse der Aufnahmen vom Mai 2010. Gemessen an der Stufe 1 ist deutlich zu erkennen, dass der Abschnitt D1 den höchsten Anteil dieser Zustandsklasse aufweisen kann, gefolgt von F1. Im Bereich G1 liegt der Schwerpunkt der Resultate bei Vitalität 2, wobei auch ein Liguster Klasse 4 aufweist.

PURGIER-KREUZDORN (*RHAMNUS CARTHARTICA*)

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass von den 50 im Juni 2009 nachgepflanzten *Rhamnus carthartica* ein Gehölz bereits im selben Sommer abgestorben ist. Dies lässt sich in der nachfolgenden Grafik an der Vitalitätsstufe 5 der beiden Jahre erkennen.

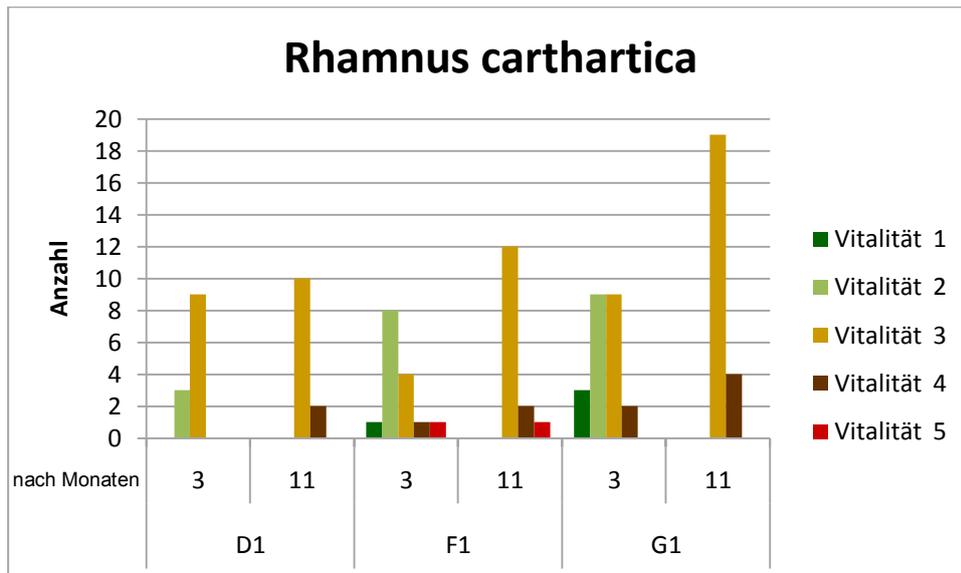


Abbildung 114: Vitalität *Rhamnus carthartica* nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems

Die Resultate des Jahres 2009 sind größtenteils den Vitalitätsstufen 2 und 3 zuzuordnen, wobei Abschnitt F1 den höchsten Wert an Kreuzdorn mit gutem Zustand aufweisen kann, gemessen an der Gesamtanzahl der Pflanzen. Darauf folgt der Bereich G1. Am Abschnitt D1 sind *Rhamnus carthartica* der Vitalität 3 vorherrschend.

Zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Mai 2010 ist der Kreuzdorn durch stark auftretende Blattnekrosen gekennzeichnet, wodurch die Zuordnung ausschließlich zu den Vitalitätsstufen 3 und 4 erfolgt. Betrachtet man die Gesamtzahl der Pflanzen in den einzelnen Abschnitten, so kann man erkennen, dass die Resultate der drei Bereiche relativ ausgeglichen sind.

HUNDSROSE (*ROSA CANINA*)

Von der Gehölzart *Rosa canina* wurden an allen drei Abschnitten gemeinsam insgesamt 46 Stück nachgepflanzt. Wie auch bei *Cornus sanguinea* und *Ligustrum vulgare*, ist bei der Hundsrose bis zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Mai 2010 kein Exemplar abgestorben, wie das nächste Diagramm verdeutlicht. Sowohl bei den Ergebnissen aus 2009 als auch aus 2010, sind die Werte mit sehr gutem bzw. gutem Zustand vorherrschend.

Im Jahr 2009 ist ein hoher Anteil der Vitalitätsstufe 2 zuzuordnen. Die besten Resultate erzielt bei der Abschnitt F1. Auf ihn folgt der Bereich D1, wobei hier die Werte von Zustandsklasse 2 und 3 relativ ausgeglichen sind. Am Abschnitt G1 liegt der Schwerpunkt bei der Stufe 3.

Im Gegensatz dazu zeigen die Ergebnisse der Aufnahmen vom Mai 2010 einen Anstieg in der Vitalitätsklasse 1 in den Bereichen D1 und F1, die beide die gleichen Zahlen dieser Kategorie aufweisen. Beim Abschnitt G1 verlagert sich der Schwerpunkt auf Zustandsklasse 2 wie die folgende Grafik zeigt.

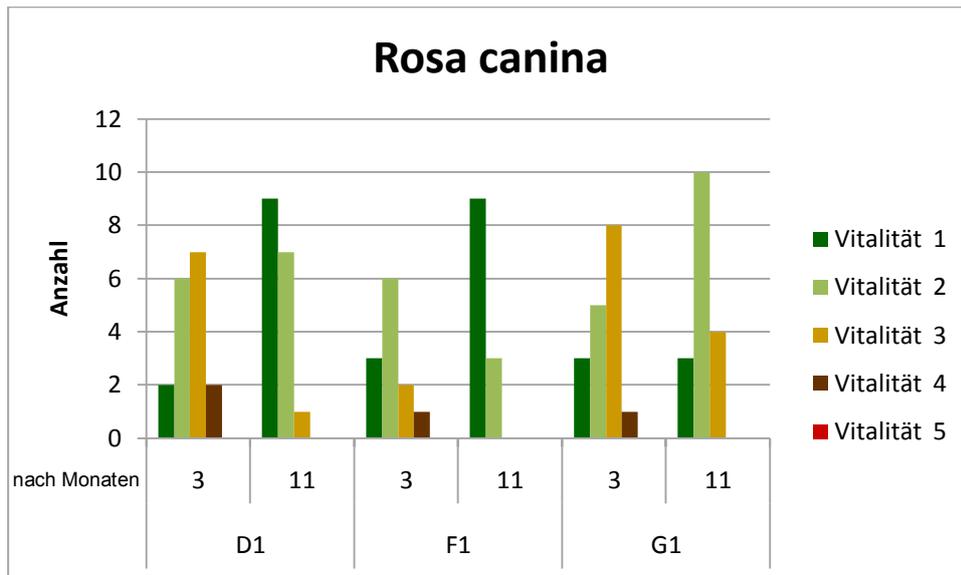


Abbildung 115: Vitalität *Rosa canina* nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems

8.2 SPROSSLÄNGEN

In der folgenden Grafik werden die durchschnittlichen Sprosslängen der vier Gehölzarten an den drei Abschnitten dargestellt, um einen Vergleich der Entwicklung des Jahres 2009 zum Jahr 2010 zu ermöglichen. Generell kann gesagt werden, dass mit Ausnahme des *Cornus sanguinea* im Bereich G1, alle Pflanzen in den jeweiligen Abschnitten Zuwächse in den Längen ihrer Triebe verzeichnen.

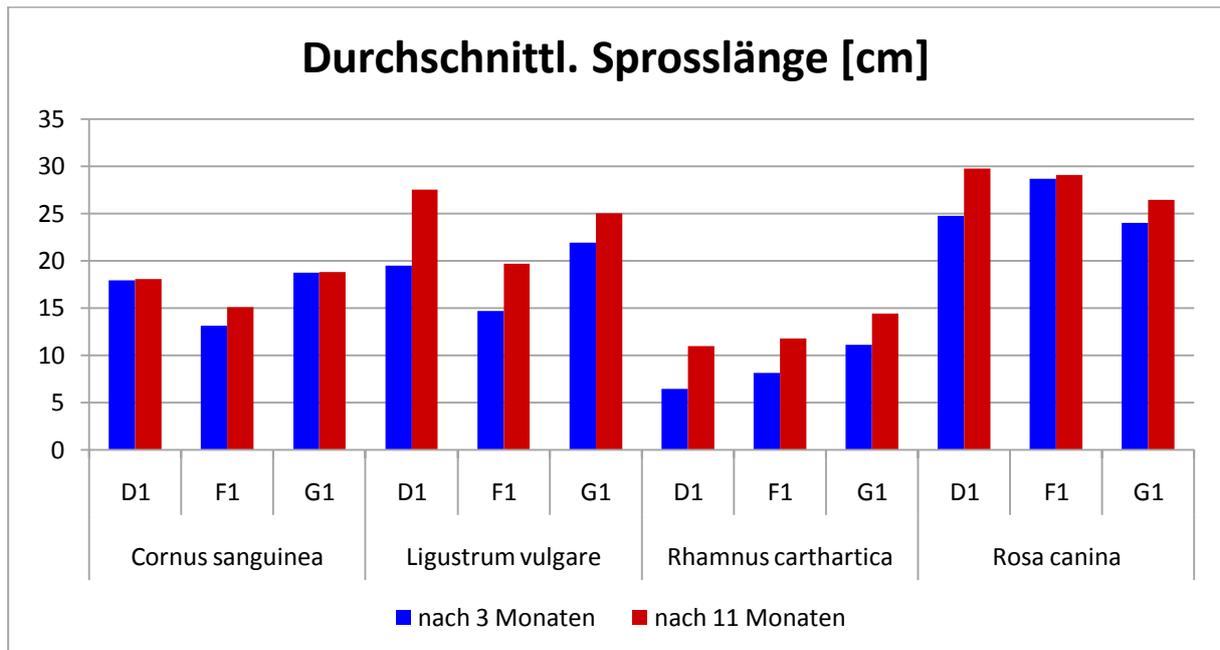


Abbildung 116: Vergleich durchschnittliche Sprosslängen nach 3 bzw. 11 Monaten pro Pflanzenart und Abschnitt

Bei *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* kann der Abschnitt D1 die größten Erhöhungen der Sprosslängen aufweisen. Beim Gemeinen Liguster folgt der Bereich F1 und bei der Hundsröse der Abschnitt G1 mit den jeweils zweit höchsten Zuwächsen.

Auch bei *Rhamnus carthartica* ist der größte Anstieg der Zahlenwerte der Triebhöhen im Bereich D1 festzustellen. Darauf folgt der Abschnitt F1 und zuletzt G1. Jedoch sind die Unterschiede der Zuwächse an den drei Abschnitten nur sehr gering.

Im Bereich F1 können bei *Cornus sanguinea* ansteigende Werte der Sprosslängen verzeichnet werden. Hingegen ist die Erhöhung am Abschnitt D1 nur marginal und bei G1 stagniert der Wert, wie bereits oben erwähnt.

8.3 BASISDURCHMESSER

Analog zum Vergleich der Sprosslängen, stellt das folgende Diagramm die Ergebnisse der Jahre 2009 und 2010 im Bezug auf die durchschnittlichen Basisdurchmesser gegenüber. Alle vier Gehölzarten weisen 2010, in jedem der drei Bereiche, höhere Werte auf als im Jahr zuvor.

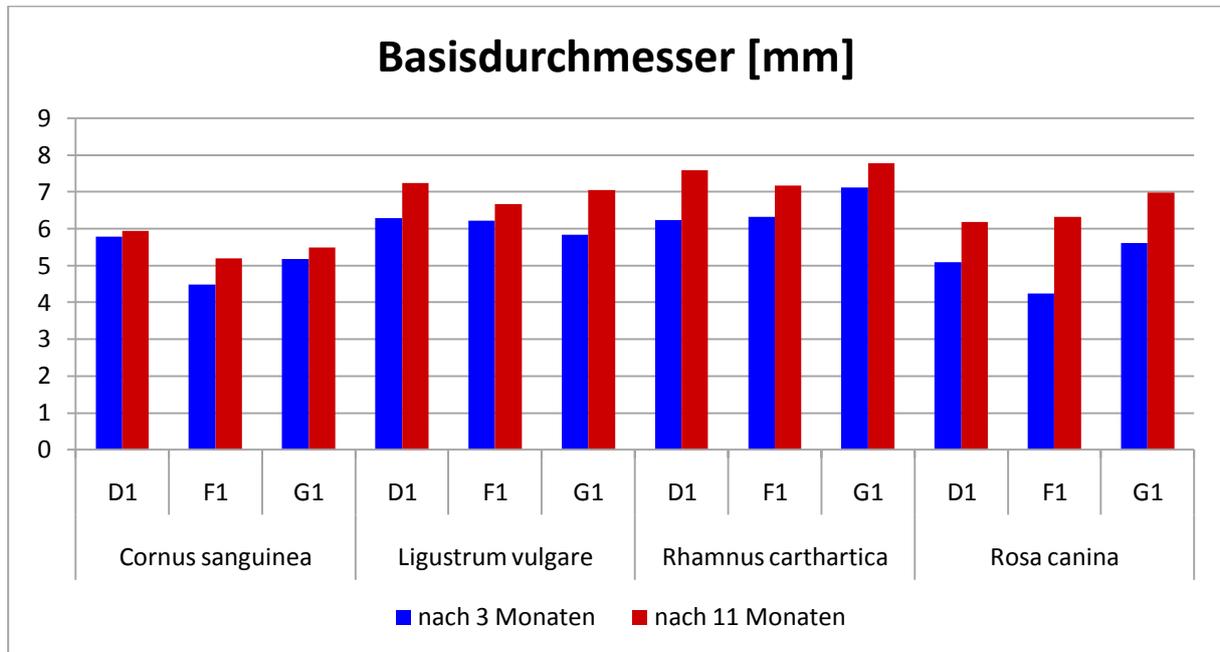


Abbildung 117: Vergleich durchschnittliche Basisdurchmesser nach 3 bzw. 11 Monaten pro Pflanzenart und Abschnitt

Der Abschnitt D1 verzeichnet bei *Rhamnus carthartica* die größten Zuwächse im Hinblick auf die Basisdurchmesser. Darauf folgt der Bereich F1. Hingegen kann G1 bei dieser Gehölzart nur die geringsten Erhöhungen aufweisen.

Im Gegensatz dazu sind am Abschnitt G1 bei *Ligustrum vulgare* die größten Anstiege der Basisdurchmesser zu verzeichnen. Dicht gefolgt von D1. An letzter Stelle liegt bei dieser Pflanzenart der Bereich F1.

Anders sieht es bei *Rosa canina* und *Cornus sanguinea* aus. Bei diesen beiden Arten sind die Zuwächse an der Basis der Gehölze am Abschnitt F1 am höchsten. Vor allem bei der Hundsrose ist ein markanter Anstieg der Werte im Bereich F1 zu sehen. Daraufhin folgen die Ergebnisse des Abschnittes G1. Bei *Rosa canina* liegt der Bereich D1 an letzter Stelle.

Bei *Cornus sanguinea* kann F1 ebenfalls die größte Erhöhung im Vergleich zum Vorjahr aufweisen. Der zweithöchste Anstieg ist zwar auch hier bei G1 zu verzeichnen, jedoch ist der Unterschied zum Wert des Bereiches D1 nur sehr gering.

9 RESÜMEE UND EMPFEHLUNGEN

9.1 EIGNUNG DER VIER GEHÖLZARTEN

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass an allen drei zu bepflanzenden Lärmschutzwall-Aubausystemen (D1, F1, G1), im Juni 2009, insgesamt 184 Gehölze der vier Arten, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Rhamnus carthartica* und *Rosa canina*, in den Lärmschutzsteilwall in Seebarn/Krems eingebracht wurden. Wie bereits beschrieben, herrscht am Standort hohe Trockenheit, verursacht durch geringe Niederschlagsmengen, starke Sonneneinstrahlung und Windeinträge, vor. Außerdem weist das Substrat des Steilwalles nur ein geringes Wasserspeichervermögen auf. Trotz der extrem schwierigen Wuchsbedingungen ist von den 184 nachgepflanzten Gehölzen nur ein *Rhamnus carthartica* abgestorben. Dies kann durchaus als sehr gutes Ergebnis gewertet werden. Die anfängliche Bewässerung in den ersten Sommermonaten hat wesentlich zu diesem Erfolg beigetragen. Durch diese Verbesserung der Anwuchsbedingungen konnte auch eine positive Entwicklung der Pflanzen nach einem Jahr festgestellt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Hinblick auf die Wuchsbedingungen ist das starke Aufkommen von Spontanvegetation am Steilwall. Durch den teilweise hohen Konkurrenzdruck sind die davon betroffenen, nachgepflanzten Gehölze in ihrer Entwicklung beeinträchtigt.

Hinsichtlich der Eignung der vier Gehölzarten ist des Weiteren zu erwähnen, dass sich *Ligustrum vulgare* am besten am Lärmschutzsteilwall etablieren konnte. Auch *Rosa canina* weist sehr gute Ergebnisse auf. Im Gegensatz dazu erwiesen sich *Cornus sanguinea* (2009) und *Rhamnus carthartica* (2010) als anfällig für starke Blattnekrosen, die an allen drei Abschnitten zum Zeitpunkt der Aufnahmen flächendeckend zu beobachten waren.

Wie bereits in den Kapiteln 6 und 7 erwähnt, soll auch hier der Frage nachgegangen werden, welche der vier nachgepflanzten Gehölzarten sich sehr gut (Stufe 1) bzw. gut (Stufe 2) entwickeln konnten. Im Folgenden werden die Zahlenwerte der Aufnahmen vom September 2009 und Mai 2010 gegenübergestellt.

Ligustrum vulgare weist im Jahr 2009 26 Exemplare mit Vitalitätsstufe 1 und 2 auf. Gemessen an den insgesamt 47 gesetzten Pflanzen entspricht dies einem Anteil von 55,32 %. Im Jahr 2010 erhöhte sich dieser Wert auf 44 Gehölze und dadurch auf 93,62 %. Der Gemeine Liguster hat sich am Lärmschutzsteilwall am besten etabliert.

Darauf folgt *Rosa canina* mit 25 sehr gut bzw. gut entwickelten von 46 nachgepflanzten Gehölzen im Jahr 2009 und einem Anteil von 54,35 %. Diese Zahlen konnten sich mit 41 Gehölzen der Vitalitätsstufe 1 und 2 und einem prozentuellen Anteil von 89,13 % im Jahr 2010 ebenfalls deutlich verbessern.

Bei *Cornus sanguinea* zeigen die Auswertung der Daten vom September 2009 nur ein Gehölz, welches mit Vitalitätsstufe 1 und keines, welches mit Stufe 2 bewertet ist, wodurch von keiner guten Entwicklung dieser Pflanzenart auszugehen ist, wobei der Pilzbefall und die dadurch massiv auftretenden Blattnekrosen dazu beitragen. Völlig anders sehen die Zahlenwerte der Aufnahmen vom Mai 2010 aus. Es sind keine Nekrosen feststellbar. Von insgesamt 41 nachgepflanzten Roten Hartriegel sind 31 mit Vitalitätsstufe 1 und 2 klassifiziert. Dies entspricht 75,61 %.

Insgesamt wurden im Zuge der Nachpflanzungen 50 *Rhamnus carthartica* eingebracht, wovon sich 2009 24 Stück in einem sehr guten bzw. guten Zustand befinden und somit 48 % entspricht. Im Jahr 2010 weist aufgrund der bereits erwähnten Blattnekrosen kein einziges Gehölz dieser Art einen sehr guten bzw. guten Zustand auf.

Abschließend stellt das folgende Diagramm eine Zusammenfassung der Durchschnittswerte der Untersuchungsparameter der vier Gehölzarten 11 Monate nach den Nachpflanzungen dar. Daraus ist ersichtlich, dass der Anwuchserfolg bei *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* bei 100 % liegt. *Rhamnus carthartica* weist aufgrund eines abgestorbenen Exemplars einen Anwuchserfolg von 98 % auf. Des Weiteren ist anhand der Grafik zu erkennen, dass *Ligustrum vulgare* die besten Vitalitätsergebnisse aufweist, dicht gefolgt von *Rosa canina*. An dritter Stelle liegt *Cornus sanguinea*. Bei *Rhamnus carthartica* fällt auf den ersten Blick der Vitalitätswert über der Stufe 3 auf. Die längsten durchschnittlichen Sprosslängen verzeichnet *Rosa canina* und die zweitlängsten *Ligustrum vulgare*. Die höchsten Werte bei den Basisdurchmessern weisen *Rhamnus carthartica* und *Ligustrum vulgare* auf.

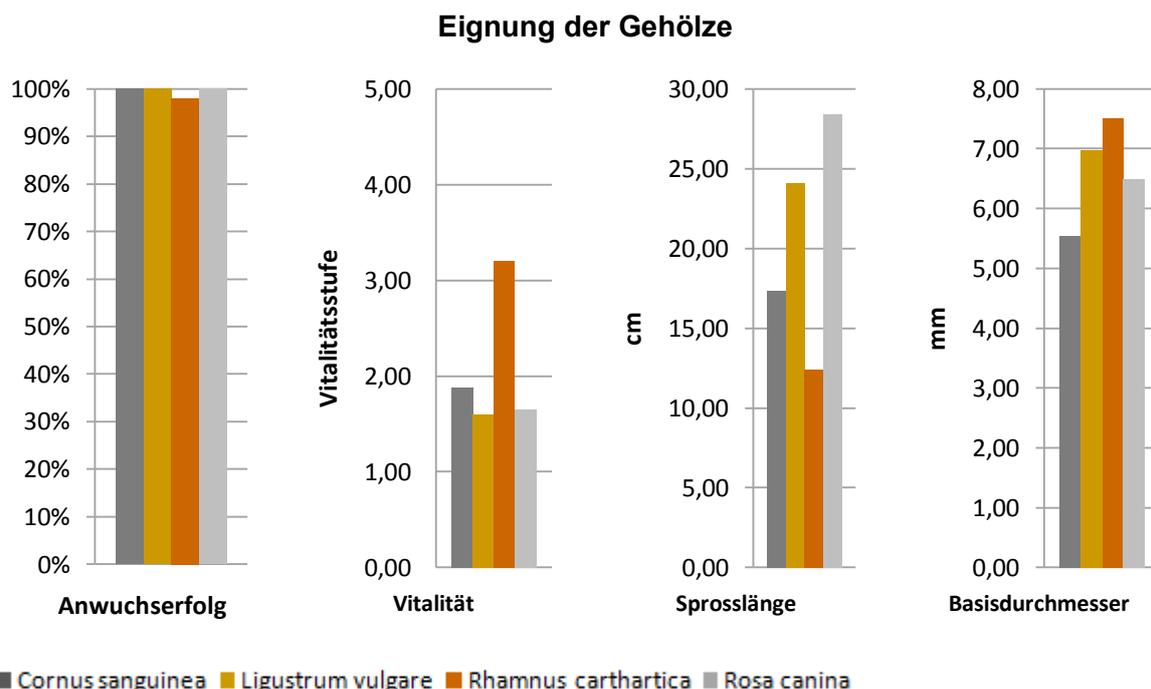


Abbildung 118: Eignung der Gehölze 11 Monate nach der Nachpflanzung

9.2 EIGNUNG DER DREI AUFBAUSYSTEME

Betrachtet man die Eignung der drei Aufbausysteme (Terramesh, Polyslope S, Vector Wall Grün), stellt man fest, dass es Unterschiede bei den Ergebnissen der einzelnen Parameter (Vitalität, Sprosslänge, Basisdurchmesser) im Bezug auf den bepflanzten Abschnitt (D1, F1, G1) gibt.

Einen Gesamtüberblick über die Durchschnittswerte der Gehölze aller vier Arten gemeinsam, im Bezug auf die Aufbausysteme, 11 Monate nach den Nachpflanzungen, bietet die folgende Grafik. Hinsichtlich der Vitalität zeigt sich, dass in Relation zur Gesamtanzahl der Gehölze, der Bereich D1 (Terramesh) die besten Vitalitätsergebnisse erzielt, wobei der Abstand zum Abschnitt F1 (Polyslope S) nur gering ist.

Bezüglich der Sprosslängen weist ebenfalls der Bereich D1 (Terramesh) die besten Ergebnisse mit den größten Längen auf. Die zweithöchsten Sprosslängen erzielt der Abschnitt G1 (Vector Wall Grün). Die Resultate der Basisdurchmesser zeigen, dass die Bereiche D1 und G1 gleich hohe Zahlenwerte aufweisen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse der drei Parameter (Vitalität, Sprosslänge, Basisdurchmesser) zeigen, dass das Aufbausystem Terramesh (D1) insgesamt am besten abschneidet, gefolgt von Vector Wall Grün (G1), welches nur bei einem Parameter (Vitalität) an letzter Stelle liegt. Das System Polyslope S (F1) weist bei der Vitalität das zweitbeste Resultat, mit nur sehr geringem Abstand zu Terramesh (D1), auf. Hingegen verzeichnet Polyslope S bei Sprosslänge und Basisdurchmesser die schlechtesten Ergebnisse.

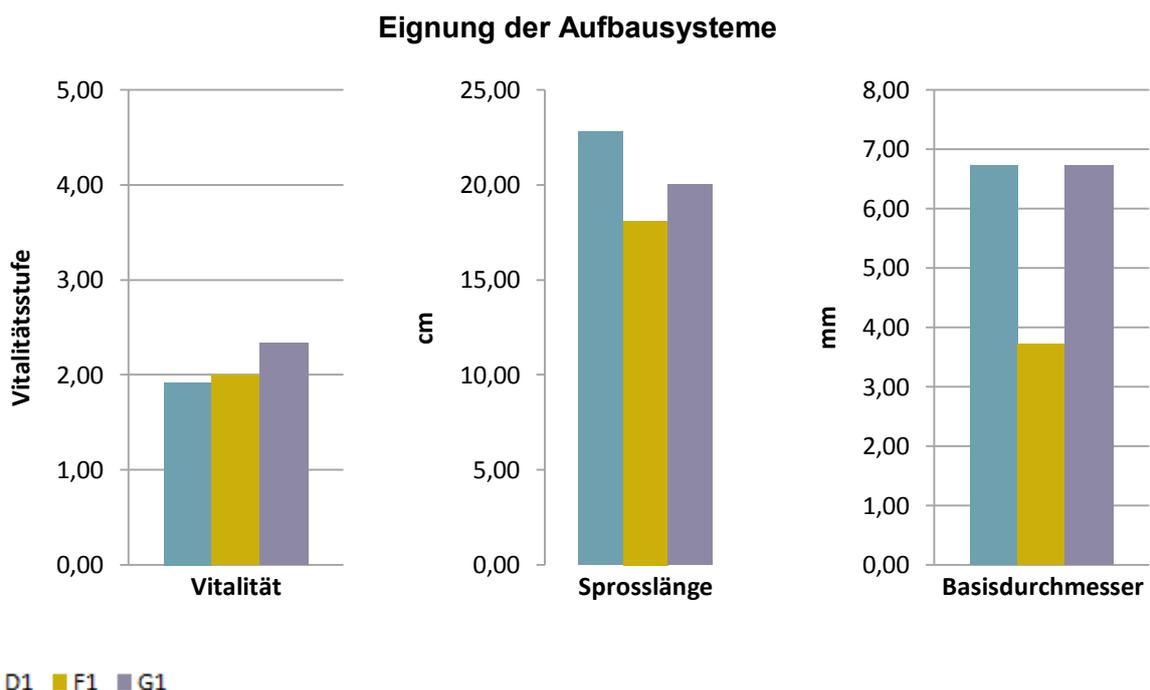


Abbildung 119: Eignung der Aufbausysteme 11 Monate nach der Nachpflanzung

9.3 EMPFEHLUNGEN

Abschließend kann aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse die Bepflanzung des Lärmschutzsteilwalles in Seebarn vor allem mit den beiden Gehölzarten *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina* empfohlen werden. *Cornus sanguinea* konnte sich nach dem massiven Auftreten von Blattnekrosen im Herbst 2009 bis zum Frühjahr 2010 gut entwickeln und ist somit auch für die Begrünung geeignet. Hingegen weist *Rhamnus carthartica* im Jahr 2010 sowohl starke Blattnekrosen als auch eine geringe Wuchskraft auf. Dadurch kann aus heutiger Sicht eine Bepflanzung mit dieser Gehölzart nicht befürwortet werden.

Dementsprechend ergibt sich die folgende Reihung der vier Gehölzarten mit abnehmender Eignung zur Bepflanzung am Lärmschutzsteilwall in Seebarn:

1. *Ligustrum vulgare*
2. *Rosa canina*
3. *Cornus sanguinea*
4. *Rhamnus carthartica*

Bezüglich der Aufbausysteme weist Terramesh (Abschnitt D1) die besten Ergebnisse hinsichtlich aller drei untersuchten Parameter (Vitalität, Sprosslänge, Basisdurchmesser) auf. Aus diesem Grund sind etwaige Nachpflanzungen vorrangig an diesem Aufbausystem zu empfehlen.

Im Falle weiterer Nachpflanzungen ist aufgrund der bereits ausführlich beschriebenen, schwierigen Standortbedingungen am Lärmschutzsteilwall in Seebarn eine anfängliche Bewässerung in der Anwuchsphase in jedem Fall anzuraten. Des Weiteren hat sich das Eintopfen der Sämlinge in Vlieshüllen, zur leichteren Durchwurzelung, gut bewährt und ist somit bei neuerlichen Pflanzmaßnahmen empfehlenswert.

10 LITERATURVERZEICHNIS

- AECHERLI, Willy: Umweltbelastung Lärm, Verlag Rüegger, Chur, 2004
- ANDERS, Gerd: Lärmschutzanlagen in der Stadtlandschaft, Hessisches Landesvermessungsamt, Wiesbaden, 2001
- ARNBERGER, Arne; BERGMANN, Ingrid; FUCHS, Wilfried; LIEBL, Herbert; OBERBICHLER, Christian: Auszug am Markt befindlicher Lärmschutzsysteme, Tusch, Wien, 1997
- BAUSCH, Dieter; DIETSCH, Wolfgang: Lärmschutz an Straßen, Beton-Verlag, Düsseldorf, 1988
- BECK, Gerhard: Pflanzen als Mittel zur Lärmbekämpfung, Patzer Verlag, Berlin-Hannover, 1982
- BEYER, Erwin: Konstruktiver Lärmschutz, Forschung und Praxis für Verkehrsbauten, Beton-Verlag, Düsseldorf, 1982
- BOHNY, Hans-Michael: Lärmschutz in der Praxis, Oldenbourg Verlag, München, 1986
- BRAMIGK, Detlef: Lärmfibel „Straßenverkehr“, Gesellschaft für Lärmbekämpfung, Berlin, 1992
- BRAUN, Christian: Der Zustand der Wiener Stadtbäume, Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien, 1990
- BUNA, Bela: Verminderung des Verkehrslärms, Springer-Verlag, Berlin, 1988
- DÄSSLER, Hans-Günther: Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1986
- DEISS, Friedrich: Grundlagen für die Bepflanzung des Straßenbereichs aus verkehrstechnischer Sicht, Bundesministerium für Bauten und Technik, Bundesstraßenverwaltung, Heft 88, Wien, 1978
- DUDEN: Deutsches Universalwörterbuch, Dudenverlag, Mannheim/ Leipzig/ Wien/ Zürich, 2003
- FAULER, Hildegund; HÜFING, Gerda: Gehölzkunde, Studienblätter zur Vorlesung, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 2007
- FLORINETH, Florin: Pflanzen statt Beton, Handbuch zu Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin-Hannover, 2004
- FLORINETH, Florin; KLOIDT, Florian; LEITNER, Christina: Studienblätter zur Vorlesung Ingenieurbiologie, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 2008
- FLORINETH, Florin; KLOIDT, Florian; WEISSTEINER Clemens: Studienblätter zur Vorlesung Vegetationstechnik, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 2007
- FUCHS, Stefan: Großversuch an einem Lärmschutzsteilwall – Dokumentation des Bauablaufes, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 2006
- GILLI, Michaela: Entwicklung von dreijährigen Gehölzpflanzen am Lärmschutzsteilwall in Seebarn bei Krems (NÖ), Bakkalaureatsarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 2009
- GIERING, Kerstin; GERICKE, Frank; ABRATH, Andre; MILDENBERGER, Moritz; in: Zeitschrift für Akustik, Schallschutz und Schwingungstechnik, Lärmbekämpfung, Ausgabe Juli 2006, Heftnummer 53, S.122-124
- HABERMEHL, Klaus: Lärminderungsplanung in Hessen, Verlag für Akademische Schriften, Frankfurt, 1995
- HARTIG, Georg; Ludwig; HARTIG, Theodor: Forstliches und forstnaturwissenschaftliches Conversations-Lexikon, Stuttgart/Tübingen, 1836; online im www unter URL: <http://books.google.at>, 21. 09.2009
- HECKER, Ulrich: Bäume und Sträucher, BLV Buchverlag, München, 2006
- HOFFMANN, Helmut: Lärmschutz und Lärmsanierung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2002
- ISING, Hartmut: Lärm und Krankheit, Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1993

- JAROLIM, Bernhard: Begrünbare Lärmschutzsysteme in Österreich, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 1992
- KALIVODA, Manfred: Verkehrslärmschutz in Österreich, Bundeskammer für Arbeiter und Angestellte, Wien, 2000
- KALIVODA, Manfred: Verkehrslärmschutz in Österreich – Teil II, Bundeskammer für Arbeiter und Angestellte, Wien, 2000
- KIND, Martin: Lärmrecht, Rechtsgrundlagen zum österreichischen Lärmschutz, Manz Verlag, Wien 1999
- KLIPPEL, Paul: Straßenverkehrslärm – Immissionsermittlung und Planung von Schallschutz, Expert Verlag, Grafenau, 1984
- KOLB, Walter: Hecken und grüne Wände, Lärm- und Sichtschutz, Ulmer Verlag, Stuttgart, 2007
- KRELL, Karl: Handbuch für Lärmschutz an Straßen und Schienenwegen, Otto Elsner Verlag, Darmstadt, 1990
- KÜHNE, Reinhard: Empfehlungen für die Gestaltung von Lärmschutzanlagen an Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln, 2005
- LANG, Judith: Anforderungen an schalltechnische Projekte, Umweltbundesamt, Wien, 1999
- LANG, Judith: Schutz vor Lärm, Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, Wien, 1986
- LOSERT, Ralf, Umweltbundesamt: Handbuch Lärminderungspläne, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1994
- MARTH, Egon: Verkehrslärm und Verkehrsabgase aus medizinischer Sicht, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 1991
- MÜLLER, Mortimer M.: Analyse der Gefährdung der Region Krems an der Donau durch das Auftreten von Großtromben (Tornados), online im www unter URL:
<http://www.unwetterstatistik.at/analysen/tornados/2004/040314analysekrems.pdf>, 29.03.2009
- MURSCH-RADLGRUBER, Erich: Skriptum zur Vorlesung Stadt- und Geländeklimatologie, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien, 2006
- RAUH, Wolfgang: Verkehrslärm – Problemlösungen und Maßnahmen, Verkehrsclub Österreich, Wien, 2003
- RANSMAYR, Maria: Möglichkeiten der Lärmbekämpfung, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 2003
- ROLOFF, Andreas: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 1989
- ROLOFF, Andreas: Baumpflege, Baumbiologische Grundlagen und Anwendung, Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2008
- SÄLZER, Elmar: Städtebaulicher Schallschutz, Bauverlag, Wiesbaden, 1982
- SCHWINN, Oliver; SCHULZ, Björn, in: Zeitschrift für Akustik, Schallschutz und Schwingungstechnik, Lärmbekämpfung, Ausgabe November 2007, Band 2, Nr. 6, S. 251 – 255
- STANI, Mathias: Schalldämmung und Schallabsorption von Lärmschutzwänden, ÖAL Fachtagung, Schutz vor Lärm, Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, Wien, 1986
- STRICK, Stefan: Lärmschutz an Straßen, Carl Heymanns Verlag, Köln/Berlin/München, 2006
- THALGOTT, Christiane, in: Neue Landschaft, Werk und Zeit, Deutscher Werkbund, Frankfurt, 1994
- THÖNNESEN, Manfred: Elementdynamik in fassadenbegrünendem Wildem Wein (*Parthenocissus tricuspidata*), Selbstverlag: Geographisches Institut der Universität zu Köln - Kölner Geographische Arbeiten, Köln, 2002
- TRANINGER-SMIDT, Regine: Untersuchung der Wirksamkeit von bepflanzten Lärmschutzdämmen, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 2010
- WEINWURM, Stefan: Untersuchungen von verschiedenen bepflanzten Lärmschutzdämmen in Seebarn bei Krems / Niederösterreich, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 2007
- WOESS, Friedrich; NEJEZ, Maria: Ermittlung und Beurteilung von Gehölzen an Autobahnen, Bundesministerium für Bauten und Technik, Straßenforschung, Heft 126, Wien, 1979

11 INTERNETQUELLEN

<http://www.alternatif-tip.net/sayfalar/akdike1.jpg>, 04.10.2009

<http://www.austrianmap.at/amap/index.php?SKN=1&XPX=637&YPX=492>, 04.09.2009

http://www.baumschule-horstmann.de/bilder//popup/b018890_Liguster_vulgare_Gemeiner_Liguster_1.jpg,
04.10.2009

http://blumeninschwaben.de/Hauptgruppen/P1420348.JPG_a.jpg, 04.10.2009

[http://www.bogos.uni-osnabrueck.de/Bilder/Web-Fotos/Rosa%20canina\(Bluete\)\(87-20-0022-80\).jpg](http://www.bogos.uni-osnabrueck.de/Bilder/Web-Fotos/Rosa%20canina(Bluete)(87-20-0022-80).jpg), 04.10.2009

http://www.braunschweig.de/leben/umwelt_naturschutz/umweltatlas/10/UA-Abb10-30.jpg.scaled/700x525.pm0.bgFFFFFF.jpg, 04.09.2009

http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/thome/band3/tafel_099.html, 04.10.2009

http://www.forster.at/uploads/tx_chimgslider/VBAWien1.jpg, 22.09.2009

http://www.holzbeton.com/cms/front_content.php?idcat=29, 09.07.2010

<http://www.langenzersdorf.spo.e.at/mediaarchiv//379/media/18032008680.jpg>, 22.09.2009

<http://www.lueft.de/refkalender/image/pics/ref09.jpg>, 22.09.2009

https://www.on-norm.at/ecom/?jsessionid=0G5411S5AUODOCQCAICCFEQ?LANG=DE&_requestid=2062661,
09.09.2009

<http://www.tiscover.at/at/guide/55461at,de,SCH1/objectId,RGN403775at/home.html>, 02.09.2009

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/laerm/laermschutz/>, 09.09.2009

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/laerm/umgebungslaerm/ziel/>, 09.09.2009

<http://www.umweltlexikon-online.de/fp/archiv/RUBsonstiges/Blattnekrose.php>, 21.09.2009

<http://www.verkehr.steiermark.at/cms/beitrag/10035025/11160090/>, 14.09.2009

<http://www.zamg.ac.at/fix/klima/jb2008/index.html>, 09.07.2010

<http://www.zum.de/stueber/lindman/73.jpg>, 04.10.2009

<http://www.zum.de/stueber/lindman/240.jpg>, 04.10.2009

<http://www.zum.de/stueber/lindman/247.jpg>, 04.10.2009

12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Bei Abbildungen ohne Quellenangaben handelt es sich um eigene Darstellungen

Abbildung 1: Lärmschutzwall an der S1	18
Abbildung 2: Erdwall mit aufgesetzter Lärmschutzwall bei Langenzersdorf	20
Abbildung 3: Beispiel für einen begrünten Steilwall	21
Abbildung 4: Begrünter Halbwall - Skizze	22
Abbildung 5: Beispiel für eine Mittellärmschutzwand	25
Abbildung 6: Beispiel für einen Lärmschutztrog	26
Abbildung 7: Auswirkung von Reflexion bzw. Absorption auf die Umgebung	28
Abbildung 8: Schallschutzwirkung von Bepflanzung und Lärmschutzwand	37
Abbildung 9: Schematische Darstellung eines bepflanzten Lärmschutzwalls	38
Abbildung 10: Landkarte Krems-Seebarn	41
Abbildung 11: Grafische Darstellung Niederschlag, Krems, 2008	42
Abbildung 12: Grafische Darstellung der relativen Luftfeuchte, Krems, 2008	43
Abbildung 13: Grafische Darstellung Lufttemperatur, Krems, 2008	44
Abbildung 14 Grafische Darstellung Lufttemperatur, Krems, 2008	44
Abbildung 15: Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	45
Abbildung 16: Grundriss Lärmschutzsteilwall in Seebarn/Krems, 2005	46
Abbildung 17: Lärmschutz mittels Drahtsteinkörben	48
Abbildung 18: Pflanzendichte in den verschiedenen Lagen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009	51
Abbildung 19: Beispiel für <i>Cornus sanguinea</i>	53
Abbildung 20: Schematische Darstellung <i>Cornus sanguinea</i>	53
Abbildung 21: Beispiel für <i>Ligustrum vulgare</i>	54
Abbildung 22: Schematische Darstellung <i>Ligustrum vulgare</i>	54
Abbildung 23: Beispiel für <i>Rhamnus carthartica</i>	55
Abbildung 24: Schematische Darstellung <i>Rhamnus carthartica</i>	55
Abbildung 25: Beispiel für <i>Rosa canina</i>	56
Abbildung 26: Schematische Darstellung Rosa canina	56
Abbildung 27: Sämlinge nach der Abholung in der Baumschule, Tulln, 04/2009	57
Abbildung 28: Schnittmaßnahmen an den Sämlingen, Versuchsgarten Essling, 04/2009	58
Abbildung 29: Eintopfen der Sämlinge, Versuchsgarten Essling, 04/2009	59
Abbildung 30: Fertig eingetopfte Gehölze im Beet, Versuchsgarten Essling, 04/2009	60
Abbildung 31: Zu bepflanzende Abschnitte D1, F1 und G1 am Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009	61
Abbildung 32: Raster Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009	62
Abbildung 33: Raster Nachpflanzungen Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009	64
Abbildung 34: Raster Nachpflanzungen Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009	65
Abbildung 35: Raster Nachpflanzungen Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 04/2009	66
Abbildung 36: Einwässern der Pflanzen vor dem Einsetzen am Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009	67
Abbildung 37: Pflanzarbeiten am Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009	68
Abbildung 38: Nachpflanzungen mittels Hebebühne, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 06/2009	68
Abbildung 39: Perforierter Feuerwehrschauch, Bewässerung Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	69
Abbildung 40: Kronenzustandsstufen 1 bis 5	72
Abbildung 41: Vermessen der Triebblängen mittels Maßband, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	73
Abbildung 42: Ermittlung Basisdurchmesser mit Schiebelehre, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	74
Abbildung 43: Pflanzenwachstum 3 Monate nach der Nachpflanzung , Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	75
Abbildung 44: <i>Cornus sanguinea</i> mit Blattnekrosen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	76
Abbildung 45: Vitalität der 13 nachgepflanzten <i>Cornus sanguinea</i> nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	77
Abbildung 46: <i>Cornus sanguinea</i> der Umgebung, Pilzbefall, Seebarn/Krems, 09/2009	77
Abbildung 47: Blattnekrosen <i>Ligustrum vulgare</i> , Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	78
Abbildung 48: Vitalität der 18 nachgepflanzten <i>Ligustrum vulgare</i> nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	78
Abbildung 49: <i>Ligustrum vulgare</i> mit Spontanvegetation, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	79
Abbildung 50: <i>Rhamnus carthartica</i> , Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	80
Abbildung 51: Vitalität der 12 nachgepflanzten <i>Rhamnus carthartica</i> nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	80
Abbildung 52: Vitalität der 17 nachgepflanzten <i>Rosa canina</i> nach 3 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	81

Abbildung 53: Überwucherte <i>Rosa canina</i> , Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	81
Abbildung 54: Pflanzenwachstum 3 Monate nach der Nachpflanzung, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	82
Abbildung 55: Vitalität der 12 nachgepflanzten <i>Cornus sanguinea</i> nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	83
Abbildung 56: Überwucherter <i>Cornus sanguinea</i> , Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Krems/Seebarn, 09/2009	83
Abbildung 57: <i>Ligustrum vulgare</i> mit Haupttrieb, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	84
Abbildung 58: Vitalität der 11 nachgepflanzten <i>Ligustrum vulgare</i> nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	85
Abbildung 59: Vitalität der 15 nachgepflanzten <i>Rhamnus carthartica</i> nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	86
Abbildung 60: Beispiel <i>Rosa canina</i> , Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	86
Abbildung 61: Vitalität der 12 nachgepflanzten <i>Rosa canina</i> nach 3 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	87
Abbildung 62: Pflanzenwachstum 3 Monate nach der Nachpflanzung, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	87
Abbildung 63: Vitalität 16 nachgepflanzten <i>Cornus sanguinea</i> nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	88
Abbildung 64: Vitalität der 18 nachgepflanzten <i>Ligustrum vulgare</i> nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	88
Abbildung 65: <i>Ligustrum vulgare</i> in gutem Zustand, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	89
Abbildung 66: Vitalität der 23 nachgepflanzten <i>Rhamnus carthartica</i> nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	90
Abbildung 67: Gut entwickelte <i>Rosa canina</i> , Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	90
Abbildung 68: Überwucherte <i>Rosa canina</i> am Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	91
Abbildung 69: Vitalität der 17 nachgepflanzten <i>Rosa canina</i> nach 3 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	91
Abbildung 70: Vitalität <i>Cornus sanguinea</i> nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	92
Abbildung 71: Vitalität <i>Ligustrum vulgare</i> nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	93
Abbildung 72: Vitalität <i>Rhamnus carthartica</i> nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	94
Abbildung 73: Vitalität <i>Rosa canina</i> nach 3 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	95
Abbildung 74: Eignung der vier Gehölzarten nach 3 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	96
Abbildung 75: Vitalität Gehölze in unterschiedlichen Lagen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	97
Abbildung 76: Vergleich durchschnittliche Sprosslängen pro Pflanzenart nach 3 Monaten pro Abschnitt, 09/2009	99
Abbildung 77: Vergleich durchschnittliche Basisdurchmesser pro Pflanzenart nach 3 Monaten pro Abschnitt, 09/2009	101
Abbildung 78: Pflanzenwachstum 11 Monate nach der Nachpflanzung, Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	102
Abbildung 79: <i>Cornus sanguinea</i> und Spontanvegetation, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	103
Abbildung 80: Vitalität der 13 nachgepflanzten <i>Cornus sanguinea</i> nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	103
Abbildung 81: <i>Ligustrum vulgare</i> , Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	104
Abbildung 82: Vitalität der 18 nachgepflanzten <i>Ligustrum vulgare</i> nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	104
Abbildung 83: <i>Rhamnus carthartica</i> mit Blattnekrosen, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	105
Abbildung 84: Vitalität der 12 nachgepflanzten <i>Rhamnus carthartica</i> nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	105
Abbildung 85: <i>Rosa canina</i> , Abschnitt D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	106
Abbildung 86: Vitalität der 17 nachgepflanzten <i>Rosa canina</i> nach 11 Monaten, D1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	106
Abbildung 87: Pflanzenwachstum 11 Monate nach den Nachpflanzungen, Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	107
Abbildung 88: <i>Cornus sanguinea</i> , Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	107
Abbildung 89: Vitalität der 12 nachgepflanzten <i>Cornus sanguinea</i> nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	108
Abbildung 90: <i>Ligustrum vulgare</i> , Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	108
Abbildung 91: Vitalität der 11 nachgepflanzten <i>Ligustrum vulgare</i> nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	109
Abbildung 92: Blattnekrosen <i>Rhamnus carthartica</i> Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	109
Abbildung 93: Vitalität der 15 nachgepflanzten <i>Rhamnus carthartica</i> nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	110
Abbildung 94: Vitalität der 12 nachgepflanzten <i>Rosa canina</i> nach 11 Monaten, F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	110
Abbildung 95: <i>Rosa canina</i> , Abschnitt F1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	111
Abbildung 96: Pflanzenwachstum 11 Monate nach den Nachpflanzungen, Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	111
Abbildung 97: <i>Cornus sanguinea</i> , Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	112
Abbildung 98: Vitalität der 16 nachgepflanzten <i>Cornus sanguinea</i> nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	112
Abbildung 99: Vitalität der 18 nachgepflanzten <i>Ligustrum vulgare</i> nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	113
Abbildung 100: <i>Ligustrum vulgare</i> , Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	113
Abbildung 101: Blattnekrosen, <i>Rhamnus carthartica</i> , Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	114
Abbildung 102: Vitalität der 23 <i>Rhamnus carthartica</i> nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	114
Abbildung 103: <i>Rosa canina</i> , Abschnitt G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	115
Abbildung 104: Vitalität 17 nachgepflanzten <i>Rosa canina</i> nach 11 Monaten, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	115
Abbildung 105: Vitalität <i>Cornus sanguinea</i> nach 11 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	116
Abbildung 106: Vitalität <i>Ligustrum vulgare</i> , Abs. D1, F1, G1, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	117
Abbildung 107: Vitalität <i>Rhamnus carthartica</i> nach 11 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	118
Abbildung 108: Vitalität <i>Rosa canina</i> nach 11 Monaten, D1/F1/G1 Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	119
Abbildung 109: Eignung der vier Gehölzarten nach 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	120
Abbildung 110: Vergleich durchschnittliche Sprosslängen pro Pflanzenart nach 11 Monaten pro Abschnitt, 05/2010	123
Abbildung 111: Vergleich durchschnittliche Basisdurchmesser pro Pflanzenart nach 11 Monaten pro Abschnitt, 05/2010	125
Abbildung 112: Vitalität <i>Cornus sanguinea</i> nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems	126

Abbildung 113: Vitalität <i>Ligustrum vulgare</i> nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems	127
Abbildung 114: Vitalität <i>Rhamnus carthartica</i> nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems	128
Abbildung 115: Vitalität <i>Rosa canina</i> nach 3 bzw. 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems	129
Abbildung 116: Vergleich durchschnittliche Sprosslängen nach 3 bzw. 11 Monaten pro Pflanzenart und Abschnitt	130
Abbildung 117: Vergleich durchschnittliche Basisdurchmesser nach 3 bzw. 11 Monaten pro Pflanzenart und Abschnitt	131
Abbildung 118: Eignung der Gehölze 11 Monate nach der Nachpflanzung	133
Abbildung 119: Eignung der Aufbausysteme 11 Monate nach der Nachpflanzung	134

13 TABELLENVERZEICHNIS

Bei Tabellen ohne Quellenangaben handelt es sich um eigene Darstellungen

Tabelle 1: Beispiele für physiologische und psychologische Lärmwirkungen	10
Tabelle 2: Schwellenwerte für Tag und Nacht	11
Tabelle 3: Lärmbedingte wirtschaftliche Kostenkomponenten	11
Tabelle 4: Lärmschutz in den österreichischen Gesetzen	12
Tabelle 5: Vor- und Nachteile von Lärmschutzwällen	19
Tabelle 6: Materialbedingte Vor- und Nachteile von Lärmschutzwänden	24
Tabelle 7: Gut geeignete salz- und schadstoffresistente Gehölzarten	35
Tabelle 8: Geeignete salz- und schadstoffresistente Gehölzarten	35
Tabelle 9: Lärmvermindernde Pflanzenarten	39
Tabelle 10: Beschreibung der Abschnitte A bis I, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 2005	47
Tabelle 11: Kronenzustandsstufen 1 bis 5 nach BRAUN und MAUSER	72
Tabelle 12: Durchschnittliche min. bzw. max. Sprosslängen 3 Monate nach der Nachpflanzung, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	98
Tabelle 13: Basisdurchmesser 3 Monate nach der Nachpflanzung, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 09/2009	100
Tabelle 14: Durchschnittliche min. bzw. max. Sprosslängen nach 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	122
Tabelle 15: Basisdurchmesser nach 11 Monaten, Lärmschutzsteilwall, Seebarn/Krems, 05/2010	124

14 ANHANG

14.1 AUFNAHMEBOGEN SEPTEMBER 2009

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
D1	A1	Rhamnus carthartica	6,87	2,10	6,30			1		
D1	A1	Rhamnus carthartica	4,31	2,40	3,80			1		
D1	A1	Rhamnus carthartica	5,99	4,10	9,70		1			
D1	B1	Rosa canina	9,85	11,00	55,30		1			
D1	B1	Rosa canina	7,35	17,70	96,20		1			
D1	B1	Rosa canina	5,17	8,60	57,90	1				
D1	C1	Ligustrum vulgare	4,83	14,70	42,30	1				
D1	C1	Ligustrum vulgare	7,19	8,40	16,80	1				
D1	C1	Ligustrum vulgare	4,63	6,30	31,00	1				
D1	D1	Cornus sanguinea	4,75	9,30	20,10		1 n			
D1	D1	Cornus sanguinea	3,88	6,20	11,70			1 n		
D1	D1	Cornus sanguinea	4,33	7,80	15,90				1 n	
D1	A2	Ligustrum vulgare	7,80	5,30	54,10		1			
D1	A2	Ligustrum vulgare	7,20	4,00	16,20		1			
D1	A2	Ligustrum vulgare	5,92	2,40	17,80			1		
D1	B2	Cornus sanguinea	4,71	10,10	43,70	1				
D1	B2	Cornus sanguinea	7,69	7,00	21,80		1 n			
D1	B2	Cornus sanguinea	6,10	3,20	5,70			1 n		
D1	C2	Rosa canina	5,07	14,90	45,10		1			
D1	C2	Rosa canina	4,92	7,50	51,00			1		
D1	C2	Rosa canina	4,42	9,90	89,70	1				
D1	D2	Rhamnus carthartica	7,19	4,20	9,00			1		
D1	D2	Rhamnus carthartica	6,63	7,10	25,20		1			
D1	D2	Rhamnus carthartica	6,34	3,70	6,90			1		
D1	E2	Cornus sanguinea	6,33	7,60	30,50			1 n		
D1	E2	Cornus sanguinea	10,26	6,40	49,30		1 n			

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
D1	E2	Cornus sanguinea	5,21	3,10	8,00				1 n	
D1	E2	Rhamnus carthartica	3,50	2,80	5,70			1		
D1	E2	Rosa canina	4,78	5,10	30,50			1		
D1	A3	Cornus sanguinea	3,92	2,50	7,10				1 n	
D1	A3	Cornus sanguinea	3,83	8,50	20,00		1 n			
D1	A3	Cornus sanguinea	4,21	6,50	27,90			1 n		
D1	B3	Ligustrum vulgare	4,62	9,00	22,40			1		
D1	B3	Ligustrum vulgare	3,33	4,10	23,90			1		
D1	B3	Ligustrum vulgare	5,56	4,30	41,70		1			
D1	C3	Rhamnus carthartica	7,76	2,00	7,80			1		
D1	C3	Rhamnus carthartica	5,68	2,30	18,70			1		
D1	C3	Rhamnus carthartica	6,01	4,40	7,50		1			
D1	E3	Ligustrum vulgare	5,94	7,80	44,20			1		
D1	E3	Ligustrum vulgare	6,78	5,70	8,20			1		
D1	E3	Rosa canina	3,54	9,40	30,10			1		
D1	A4	Rosa canina	5,38	7,30	26,90				1	
D1	B4	Cornus sanguinea	2,97	8,10	21,40			1 n		
D1	B4	Rhamnus carthartica	7,90	2,50	5,70			1		
D1	B4	Rhamnus carthartica	6,54	4,30	6,00			1		
D1	C4	Ligustrum vulgare	6,28	4,00	13,90		1			
D1	C4	Ligustrum vulgare	5,18	8,20	48,70	1				
D1	C4	Ligustrum vulgare	6,41	6,40	43,20			1 n		
D1	D4	Rosa canina	4,36	7,50	28,10			1		
D1	D4	Rosa canina	4,92	6,00	30,20		1			
D1	D4	Rosa canina	4,87	9,30	51,60		1			
D1	E4	Ligustrum vulgare	5,77	13,90	47,50		1			
D1	A5	Rosa canina	2,86	9,70	14,00			1		
D1	A5	Rosa canina	6,91	3,50	13,40				1	
D1	B5	Ligustrum vulgare	9,43	6,30	47,20		1			
D1	B5	Ligustrum vulgare	4,69	9,90	30,10		1			

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
D1	B5	Ligustrum vulgare	11,60	7,80	23,50			1		
D1	C5	Rosa canina	3,12	7,60	23,00			1		
D1	C5	Rosa canina	5,32	12,80	16,60			1		
D1	C5	Rosa canina	3,81	11,40	21,80		1			
F1	A1	Cornus sanguinea	8,22	9,60	11,00			1 n		
F1	A1	Cornus sanguinea	4,17	5,60	16,30				1 n	
F1	A1	Cornus sanguinea	3,14	5,20	15,40			1 n		
F1	B1	Rosa canina	4,15	16,00	33,60				1	
F1	B1	Rosa canina	2,82	8,20	50,40	1				
F1	B1	Rosa canina	3,80	15,20	49,50	1				
F1	C1	Rhamnus carthartica	7,51	3,70	5,20			1		
F1	C1	Rhamnus carthartica	6,11	8,30	9,40			1		
F1	C1	Rhamnus carthartica	6,47	1,90	8,50		1			
F1	A2	Ligustrum vulgare	7,34	6,50	13,20			1		
F1	A2	Ligustrum vulgare	6,11	3,50	9,00				1	
F1	A2	Ligustrum vulgare	5,81	5,10	9,50				1	
F1	B2	Rhamnus carthartica	8,16	2,50	14,70		1			
F1	B2	Rhamnus carthartica	6,53	5,30	13,70		1			
F1	B2	Rhamnus carthartica								1
F1	C2	Cornus sanguinea	5,77	4,80	15,30				1 n	
F1	C2	Cornus sanguinea	4,84	13,40	20,10			1 n		
F1	C2	Cornus sanguinea	6,35	5,30	16,20			1 n		
F1	A3	Rhamnus carthartica	6,29	3,80	8,20		1			
F1	A3	Rhamnus carthartica	5,81	5,40	6,30				1 n	
F1	A3	Rhamnus carthartica	6,14	1,70	5,70			1		
F1	B3	Ligustrum vulgare	4,99	6,50	14,60			1		
F1	B3	Ligustrum vulgare	7,29	4,90	73,10	1				
F1	B3	Ligustrum vulgare	4,48	12,10	36,50	1				
F1	C3	Rosa canina	4,88	14,20	48,30		1			
F1	C3	Rosa canina	4,02	12,70	39,10			1		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
F1	C3	Rosa canina	3,06	7,40	42,80		1			
F1	D3	Ligustrum vulgare	5,77	5,80	42,90	1				
F1	D3	Ligustrum vulgare	8,70	6,40	30,50	1				
F1	A4	Rosa canina	3,31	20,10	35,90		1			
F1	A4	Rosa canina	6,41	19,70	60,50	1				
F1	A4	Rosa canina	3,06	13,70	30,80		1			
F1	B4	Cornus sanguinea	5,60	8,20	25,10			1 n		
F1	B4	Cornus sanguinea	4,98	12,40	17,50			1 n		
F1	B4	Cornus sanguinea	2,10	9,10	13,50				1	
F1	C4	Rhamnus carthartica	5,24	5,40	8,30		1			
F1	C4	Rhamnus carthartica	7,14	7,40	10,70		1			
F1	C4	Rhamnus carthartica	6,78	5,30	10,40		1			
F1	D4	Cornus sanguinea	4,66	5,30	13,10				1 n	
F1	D4	Cornus sanguinea	4,08	7,40	17,10			1 n		
F1	D4	Cornus sanguinea	3,71	18,40	30,50		1 n			
F1	A5	Ligustrum vulgare	5,59	5,70	10,30			1		
F1	A5	Ligustrum vulgare	5,20	2,70	10,40			1		
F1	A5	Ligustrum vulgare	7,01	2,80	10,50			1		
F1	B5	Rhamnus carthartica	6,90	8,40	36,50	1				
F1	B5	Rhamnus carthartica	4,57	4,70	6,40			1		
F1	B5	Rhamnus carthartica	4,82	8,20	11,20		1			
F1	C5	Rosa canina	3,22	14,20	23,40		1			
F1	C5	Rosa canina	7,82	15,80	43,20			1		
F1	C5	Rosa canina	4,38	13,60	59,80		1			
G1	A1	Rhamnus carthartica	3,84	13,20	18,60		1			
G1	A1	Rhamnus carthartica	7,74	6,10	18,90	1				
G1	A1	Rhamnus carthartica	5,28	4,70	6,50			1		
G1	B1	Rosa canina	5,49	24,10	78,20	1				
G1	B1	Rosa canina	9,13	27,30	49,80		1			
G1	B1	Rosa canina	3,77	9,60	32,50			1		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
G1	C1	Ligustrum vulgare	3,07	11,50	30,70	1				
G1	C1	Ligustrum vulgare	5,80	10,70	49,10		1			
G1	C1	Ligustrum vulgare	5,18	8,20	15,80			1		
G1	D1	Rosa canina	7,95	21,90	54,30	1				
G1	D1	Rosa canina	6,69	6,70	24,30		1			
G1	D1	Rosa canina	6,37	4,70	13,80			1		
G1	E1	Rhamnus carthartica	10,14	7,40	28,70	1				
G1	E1	Rhamnus carthartica	9,32	5,30	20,20		1			
G1	F1	Cornus sanguinea	5,46	21,60	45,30			1 n		
G1	F1	Cornus sanguinea	4,33	14,70	41,20			1 n		
G1	F1	Cornus sanguinea	5,94	11,30	39,40			1 n		
G1	G1	Rhamnus carthartica	10,72	3,70	38,20		1			
G1	G1	Rhamnus carthartica	9,10	4,80	41,30		1			
G1	G1	Rhamnus carthartica	6,90	3,60	27,50			1		
G1	A2	Ligustrum vulgare	4,37	3,70	11,50			1		
G1	A2	Ligustrum vulgare	4,30	5,20	8,80			1		
G1	A2	Ligustrum vulgare	4,82	6,70	15,60		1			
G1	B2	Cornus sanguinea	7,58	6,70	25,30		1 n			
G1	B2	Cornus sanguinea	5,65	7,40	19,40			1 n		
G1	B2	Cornus sanguinea	5,05	4,20	18,80		1 n			
G1	C2	Rhamnus carthartica	7,65	4,40	15,30		1			
G1	C2	Rhamnus carthartica	7,43	2,10	5,40			1		
G1	C2	Rhamnus carthartica	5,40	1,80	4,00				1	
G1	D2	Cornus sanguinea	4,11	10,40	18,60			1 n		
G1	D2	Cornus sanguinea	6,60	9,30	22,90		1 n			
G1	D2	Cornus sanguinea	6,45	5,50	8,80			1 n		
G1	E2	Ligustrum vulgare	5,12	2,10	75,20		1			
G1	E2	Ligustrum vulgare	6,75	7,30	42,90	1				
G1	E2	Ligustrum vulgare	11,78	4,70	33,00		1			
G1	F2	Rosa canina	5,39	12,90	25,70			1		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
G1	F2	Rosa canina	5,89	13,20	72,50		1			
G1	G2	Ligustrum vulgare	9,97	20,20	100,70	1				
G1	G2	Ligustrum vulgare	3,97	13,40	45,10		1			
G1	A3	Rosa canina	4,19	8,20	20,10				1	
G1	A3	Rosa canina	4,13	8,80	15,40			1		
G1	A3	Rosa canina	3,08	6,60	19,70			1		
G1	B3	Rhamnus carthartica	5,60	8,30	20,40		1			
G1	B3	Rhamnus carthartica	5,43	1,50	10,90			1		
G1	B3	Ligustrum vulgare	4,63	4,60	23,10		1			
G1	C3	Rosa canina	8,04	16,20	50,50	1				
G1	C3	Rosa canina	5,39	7,30	29,20		1			
G1	C3	Rosa canina	6,90	10,70	25,40			1		
G1	D3	Rhamnus carthartica	5,64	6,90	9,60				1	
G1	D3	Rhamnus carthartica	8,02	4,10	25,30		1			
G1	D3	Rhamnus carthartica	6,47	1,50	23,80			1		
G1	E3	Rosa canina	3,73	16,50	22,60		1			
G1	E3	Rosa canina	4,88	22,20	34,50			1		
G1	E3	Rosa canina	4,21	7,80	22,70			1		
G1	F3	Rhamnus carthartica	8,35	1,00	26,90	1				
G1	F3	Rhamnus carthartica	5,78	3,90	6,10		1			
G1	F3	Rhamnus carthartica	6,32	18,30	19,50		1			
G1	G3	Ligustrum vulgare	7,73	11,80	52,30			1		
G1	G3	Ligustrum vulgare	5,85	4,60	57,50		1			
G1	A4	Cornus sanguinea	6,56	4,20	10,90		1 n			
G1	A4	Cornus sanguinea	4,37	6,60	20,20	1 n				
G1	A4	Cornus sanguinea	3,72	12,50	26,70		1 n			
G1	B4	Ligustrum vulgare	5,57	7,30	25,10			1		
G1	B4	Ligustrum vulgare	6,66	6,30	14,80			1		
G1	B4	Cornus sanguinea	5,63	6,50	10,10				1 n	
G1	C4	Rhamnus carthartica	7,55	0,70	6,20			1		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
G1	C4	Rhamnus carthartica	6,20	3,10	8,80			1 n		
G1	C4	Rhamnus carthartica	9,63	3,00	8,50			1 n		
G1	D4	Ligustrum vulgare	4,62	4,40	5,90				1	
G1	D4	Ligustrum vulgare	4,81	10,30	38,60	1				
G1	D4	Rhamnus carthartica	5,24	2,50	9,10			1		
G1	E4	Cornus sanguinea	5,87	8,90	32,80			1 n		
G1	E4	Cornus sanguinea	4,35	11,70	26,30				1 n	
G1	E4	Cornus sanguinea	5,39	9,20	27,00		1 n			

n=Blattnekrosen

14.2 AUFNAHMEBOGEN MAI 2010

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
D1	A1	Rhamnus carthartica	7,93	3,40	7,30			1 n		
D1	A1	Rhamnus carthartica	5,97	5,30	12,20				1 n	
D1	A1	Rhamnus carthartica	7,22	5,60	16,50			1 n		
D1	A2	Ligustrum vulgare	10,27	5,30	60,50	1				
D1	A2	Ligustrum vulgare	9,45	4,20	23,70		1			
D1	A2	Ligustrum vulgare	6,79	8,10	31,70		1			
D1	A3	Cornus sanguinea	4,56	4,70	13,20		1			
D1	A3	Cornus sanguinea	6,79	7,80	28,70	1				
D1	A3	Cornus sanguinea	7,21	6,60	25,30	1				
D1	A4	Rosa canina	7,84	15,60	28,30		1			
D1	A5	Rosa canina	6,73	11,70	18,10		1			
D1	A5	Rosa canina	7,22	10,30	23,50		1			
D1	B1	Rosa canina	10,81	9,30	67,60	1				
D1	B1	Rosa canina	8,01	14,30	92,20	1				
D1	B1	Rosa canina	5,85	12,50	57,70	1				
D1	B2	Cornus sanguinea	10,37	15,40	43,50	1				
D1	B2	Cornus sanguinea	4,95	7,00	19,30		1			
D1	B2	Cornus sanguinea	6,62	5,80	12,20			1		
D1	B3	Ligustrum vulgare	4,98	4,60	34,30	1				
D1	B3	Ligustrum vulgare	7,67	8,80	30,00		1			
D1	B3	Ligustrum vulgare	4,62	5,90	42,40	1				
D1	B4	Rhamnus carthartica	8,13	5,00	15,90			1 n		
D1	B4	Rhamnus carthartica	6,87	9,30	18,80			1 n		
D1	B5	Ligustrum vulgare	10,12	10,90	57,10	1				
D1	B5	Ligustrum vulgare	5,18	21,00	40,30		1			
D1	B5	Ligustrum vulgare	11,67	17,50	34,20	1				
D1	C1	Ligustrum vulgare	5,03	8,40	47,30	1				
D1	C1	Ligustrum vulgare	7,50	12,00	33,70		1			
D1	C1	Ligustrum vulgare	4,82	9,60	45,20	1				

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
D1	C2	Rosa canina	5,86	22,90	56,80	1				
D1	C2	Rosa canina	6,66	12,20	76,10	1				
D1	C2	Rosa canina	5,82	20,50	98,30	1				
D1	C3	Rhamnus carthartica	9,34	4,30	13,10			1 n		
D1	C3	Rhamnus carthartica	6,89	10,70	28,90			1 n		
D1	C3	Rhamnus carthartica	6,41	11,00	28,60			1 n		
D1	C4	Ligustrum vulgare	6,57	7,90	32,10	1				
D1	C4	Ligustrum vulgare	5,28	9,80	63,50	1				
D1	C4	Ligustrum vulgare	6,61	17,20	58,70	1				
D1	C5	Rosa canina	4,32	10,80	20,50	1				
D1	C5	Rosa canina	5,38	12,70	28,70	1				
D1	C5	Rosa canina	3,86	6,10	24,80		1			
D1	D1	Cornus sanguinea	6,50	7,50	13,70		1			
D1	D1	Cornus sanguinea	3,96	10,50	19,30		1			
D1	D1	Cornus sanguinea	2,56	9,10	16,50			1		
D1	D1	Cornus sanguinea	7,63	4,57	25,64		1			
D1	D2	Rhamnus carthartica	11,99	4,30	12,50			1 n		
D1	D2	Rhamnus carthartica	7,37	5,70	7,80				1 n	
D1	D2	Rhamnus carthartica	6,80	4,00	15,30			1 n		
D1	D4	Rosa canina	4,56	15,20	48,10		1			
D1	D4	Rosa canina	4,97	22,50	32,30		1			
D1	D4	Rosa canina	5,21	13,90	54,00	1				
D1	E2	Cornus sanguinea	8,49	7,20	33,70	1				
D1	E2	Cornus sanguinea	10,63	6,90	45,50		1			
D1	E2	Cornus sanguinea	6,34	2,00	7,30			1		
D1	E2	Rhamnus carthartica	6,19	4,20	13,30			1 n		
D1	E2	Rosa canina	4,95	12,80	29,10		1			
D1	E3	Ligustrum vulgare	5,98	19,20	48,10			1		
D1	E3	Ligustrum vulgare	7,26	6,10	54,70		1			
D1	E3	Rosa canina	6,96	3,50	28,70			1		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
D1	E4	Ligustrum vulgare	10,38	22,50	54,20	1				
F1	A1	Cornus sanguinea	3,80	6,10	17,80		1			
F1	A1	Cornus sanguinea	4,74	4,10	15,30	1				
F1	A1	Cornus sanguinea	9,17	9,20	18,90	1				
F1	A2	Ligustrum vulgare	8,02	12,90	24,50	1				
F1	A2	Ligustrum vulgare	6,23	4,00	12,50			1		
F1	A2	Ligustrum vulgare	5,83	5,80	22,30	1				
F1	A3	Rhamnus carthartica	6,39	6,70	17,20			1 n		
F1	A3	Rhamnus carthartica	5,96	5,20	8,80			1 n		
F1	A3	Rhamnus carthartica	6,28	3,50	10,30				1 n	
F1	A4	Rosa canina	7,05	6,70	31,50	1				
F1	A4	Rosa canina	8,01	9,80	85,70	1				
F1	A4	Rosa canina	3,96	12,90	42,10		1			
F1	A5	Ligustrum vulgare	6,34	3,70	15,70		1			
F1	A5	Ligustrum vulgare	5,39	4,90	24,10		1			
F1	A5	Ligustrum vulgare	7,36	6,10	26,30	1				
F1	B1	Rosa canina	8,94	32,30	37,50	1				
F1	B1	Rosa canina	4,26	11,20	52,10	1				
F1	B1	Rosa canina	3,66	13,50	52,30	1				
F1	B2	Rhamnus carthartica	10,95	4,30	16,50			1 n		
F1	B2	Rhamnus carthartica	8,82	10,80	19,20			1 n		
F1	B2	Rhamnus carthartica	war bereits	im Sept 09	abgestorben					
F1	B3	Ligustrum vulgare	8,91	8,70	82,20	1				
F1	B3	Ligustrum vulgare	4,97	3,30	16,40		1			
F1	B3	Ligustrum vulgare	5,14	5,80	43,90		1			
F1	B4	Cornus sanguinea	5,21	10,10	24,90	1				
F1	B4	Cornus sanguinea	4,10	8,50	17,00			1		
F1	B4	Cornus sanguinea	2,50	7,70	12,80			1		
F1	B5	Rhamnus carthartica	6,98	13,70	44,20			1 n		
F1	B5	Rhamnus carthartica	7,23	5,90	17,30				1 n	

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
F1	B5	Rhamnus carthartica	5,59	3,00	7,80			1 n		
F1	C1	Rhamnus carthartica	7,52	5,10	13,20			1 n		
F1	C1	Rhamnus carthartica	6,23	4,20	15,30			1 n		
F1	C1	Rhamnus carthartica	6,56	3,10	14,20			1 n		
F1	C2	Cornus sanguinea	5,15	9,90	20,10	1				
F1	C2	Cornus sanguinea	6,50	14,70	23,40		1			
F1	C2	Cornus sanguinea	7,93	8,80	20,90	1				
F1	C3	Rosa canina	9,46	10,70	42,90	1				
F1	C3	Rosa canina	6,78	12,30	40,80	1				
F1	C3	Rosa canina	4,58	12,20	38,10		1			
F1	C4	Rhamnus carthartica	6,17	12,30	26,30			1 n		
F1	C4	Rhamnus carthartica	7,95	4,20	13,20			1 n		
F1	C4	Rhamnus carthartica	7,62	3,00	22,10			1 n		
F1	C5	Rosa canina	3,93	3,70	24,80	1				
F1	C5	Rosa canina	8,66	12,20	41,50	1				
F1	C5	Rosa canina	6,63	14,40	56,90		1			
F1	D3	Ligustrum vulgare	6,29	14,50	42,90	1				
F1	D3	Ligustrum vulgare	8,80	8,70	44,00	1				
F1	D4	Cornus sanguinea	4,75	9,80	17,90		1			
F1	D4	Cornus sanguinea	3,98	11,00	22,50	1				
F1	D4	Cornus sanguinea	4,57	18,10	33,40	1				
G1	A1	Rhamnus carthartica	5,30	4,70	13,30			1 n		
G1	A1	Rhamnus carthartica	8,13	2,50	17,20			1 n		
G1	A1	Rhamnus carthartica	5,31	4,20	15,70			1 n		
G1	A2	Ligustrum vulgare	6,76	4,10	15,70		1			
G1	A2	Ligustrum vulgare	8,82	3,90	22,00		1			
G1	A2	Ligustrum vulgare	5,36	4,70	23,30		1			
G1	A3	Rosa canina	4,23	7,70	23,10			1		
G1	A3	Rosa canina	4,29	9,80	12,20			1		
G1	A3	Rosa canina	4,47	8,00	20,50			1		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
G1	A4	Cornus sanguinea	7,25	7,90	13,70		1			
G1	A4	Cornus sanguinea	4,51	3,80	20,10	1				
G1	A4	Cornus sanguinea	3,97	12,30	28,20	1				
G1	B1	Rosa canina	13,60	30,90	72,90	1				
G1	B1	Rosa canina	8,60	9,80	78,70		1			
G1	B1	Rosa canina	5,05	7,00	39,20			1		
G1	B2	Cornus sanguinea	7,80	7,30	24,40	1				
G1	B2	Cornus sanguinea	7,23	6,70	20,90		1			
G1	B2	Cornus sanguinea	5,34	4,20	23,30	1				
G1	B3	Ligustrum vulgare	5,10	4,80	32,10		1			
G1	B3	Rhamnus carthartica	7,64	6,70	30,50			1 n		
G1	B3	Rhamnus carthartica	6,30	12,20	15,60			1 n		
G1	B4	Cornus sanguinea	6,90	7,90	11,30			1		
G1	B4	Ligustrum vulgare	6,90	7,30	26,90		1			
G1	B4	Ligustrum vulgare	5,70	4,20	21,60		1			
G1	C1	Ligustrum vulgare	5,23	12,50	34,30		1			
G1	C1	Ligustrum vulgare	5,86	8,10	57,50	1				
G1	C1	Ligustrum vulgare	5,25	10,30	20,90		1			
G1	C2	Rhamnus carthartica	8,12	7,70	24,00			1 n		
G1	C2	Rhamnus carthartica	7,53	3,30	17,10			1 n		
G1	C2	Rhamnus carthartica	5,97	5,20	7,20				1 n	
G1	C3	Rosa canina	8,90	13,70	56,20		1			
G1	C3	Rosa canina	6,71	22,60	52,30	1				
G1	C3	Rosa canina	7,26	14,80	61,70		1			
G1	C4	Rhamnus carthartica	8,31	5,30	16,90			1 n		
G1	C4	Rhamnus carthartica	7,77	7,60	15,20			1 n		
G1	C4	Rhamnus carthartica	9,94	5,50	13,40			1 n		
G1	D1	Rosa canina	8,15	15,90	83,80	1				
G1	D1	Rosa canina	10,52	13,70	40,00		1			
G1	D1	Rosa canina	7,39	7,80	23,10		1			

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
G1	D2	Cornus sanguinea	4,28	5,70	17,60		1			
G1	D2	Cornus sanguinea	6,79	7,90	25,50		1			
G1	D2	Cornus sanguinea	8,52	4,40	12,00			1		
G1	D3	Rhamnus carthartica	5,79	4,70	8,30				1 n	
G1	D3	Rhamnus carthartica	8,27	5,00	28,20			1 n		
G1	D3	Rhamnus carthartica	6,50	8,40	20,00				1 n	
G1	D4	Ligustrum vulgare	1,62	2,30	5,20				1	
G1	D4	Ligustrum vulgare	5,45	7,60	50,90	1				
G1	D4	Rhamnus carthartica	7,10	4,70	11,80			1 n		
G1	E1	Rhamnus carthartica	10,31	4,20	33,20			1 n		
G1	E1	Rhamnus carthartica	9,53	5,10	20,30			1 n		
G1	E2	Ligustrum vulgare	9,15	4,30	86,20	1				
G1	E2	Ligustrum vulgare	7,53	5,30	52,00	1				
G1	E2	Ligustrum vulgare	12,72	7,50	47,90		1			
G1	E3	Rosa canina	4,29	10,60	23,40		1			
G1	E3	Rosa canina	6,46	7,50	39,10		1			
G1	E3	Rosa canina	5,13	5,00	31,70		1			
G1	E4	Cornus sanguinea	5,93	5,60	30,90		1			
G1	E4	Cornus sanguinea	5,33	12,20	29,30		1			
G1	E4	Cornus sanguinea	6,30	4,70	26,80	1				
G1	F1	Cornus sanguinea	5,70	13,00	44,40			1		
G1	F1	Cornus sanguinea	4,60	17,90	46,70				1	
G1	F1	Cornus sanguinea	7,76	12,70	42,50			1		
G1	F2	Rosa canina	6,71	7,50	22,40		1			
G1	F2	Rosa canina	6,98	7,90	17,60		1			
G1	F3	Rhamnus carthartica	9,23	8,30	38,20			1 n		
G1	F3	Rhamnus carthartica	6,95	4,50	23,70			1 n		
G1	F3	Rhamnus carthartica	7,13	26,00	30,90				1 n	
G1	G1	Rhamnus carthartica	10,80	8,50	44,60			1 n		
G1	G1	Rhamnus carthartica	9,21	5,30	41,00			1 n		

Abschnitt	Sektor	Gehölzart	Basisdurchmesser [mm]	Sprosslänge min. [cm]	Sprosslänge max. [cm]	Vitalität 1	Vitalität 2	Vitalität 3	Vitalität 4	Vitalität 5
G1	G1	Rhamnus carthartica	7,56	4,20	23,90			1 n		
G1	G2	Ligustrum vulgare	12,82	4,20	112,30	1				
G1	G2	Ligustrum vulgare	5,86	5,40	50,70		1			
G1	G3	Ligustrum vulgare	7,91	15,70	66,60		1			
G1	G3	Ligustrum vulgare	8,68	7,00	55,90	1				

n=Blattnekrosen