

# WIRKSAMKEIT VON HECKENBUSCHLAGEN ALS INGENIEURBIOLOGISCHE HANGSICHERUNGSMASSNAHMEN

## Eine Zustandsbewertung

DI Rosemarie STANGL  
Walter ZENZ

Arbeitsbericht im Auftrag des  
Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und  
Lawinenverbauung  
Autonome Provinz Bozen Südtirol

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau  
Projektleitung: O.Univ.Prof.Dr. Florin FLORINETH

Dezember 2005



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department für Bautechnik und  
Naturgefahren



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINFÜHRUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>METHODIK</b> .....	<b>5</b>
3.1	AUSWAHL DER GEBIETE.....	5
3.2	ARCHIVRECHERCHE.....	5
3.3	DIE EVALUIERUNGSARBEITEN.....	5
3.4	WURZELUNTERSUCHUNGEN.....	6
3.4.1	<i>Wurzelspülungen</i> .....	6
3.4.2	<i>Biomasse</i> .....	8
3.4.3	<i>Profilkartierung</i> .....	9
<b>4</b>	<b>STANDORT 1 – PLATZBACH</b> .....	<b>10</b>
4.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT PLATZBACH.....	10
4.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN PLATZBACH.....	10
4.3	VEGETATION PLATZBACH HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 7.....	12
4.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES PLATZBACH UND DISKUSSION.....	13
<b>5</b>	<b>STANDORT 2 – WIESERLAHN</b> .....	<b>15</b>
5.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT WIESERLAHN.....	15
5.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE WIESERLAHN.....	16
5.3	VEGETATION STANDORT WIESERLAHN – HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 8.....	17
5.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES WIESERLAHN UND DISKUSSION.....	18
<b>6</b>	<b>STANDORT 3 – TRAFIOIERBACH</b> .....	<b>21</b>
6.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT TRAFIOIERBACH.....	21
6.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN TRAFIOIERBACH.....	22
6.3	VEGETATION TRAFIOIERBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 12.....	23
6.4	VEGETATION TRAFIOIERBACH - HECKENBUSCHLAGE 02 REIHE 5.....	25
6.5	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES TRAFIOIERBACH UND DISKUSSION.....	26
<b>7</b>	<b>STANDORT 4 – SALT</b> .....	<b>28</b>
7.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SALT.....	28
7.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN SALT.....	29
7.3	VEGETATION SALT - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 7.....	32
7.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SALT UND DISKUSSION.....	33
<b>8</b>	<b>STANDORT 5 – SULDENBACH</b> .....	<b>35</b>
8.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SULDENBACH.....	35
8.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN SULDENBACH.....	36
8.3	VEGETATION SULDENBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 12.....	37
8.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SULDENBACH UND DISKUSSION.....	38
<b>9</b>	<b>STANDORT 6 – PRÜNSTERLAHN</b> .....	<b>41</b>
9.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT PRÜNSTERLAHN.....	41
9.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE PRÜNSTERLAHN.....	42
9.3	VEGETATION PRÜNSTERLAHN - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 3.....	43
9.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES PRÜNSTERLAHN UND DISKUSSION.....	44
<b>10</b>	<b>STANDORT 7 – KASBACH</b> .....	<b>47</b>
10.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT KASBACH.....	47
10.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE KASBACH.....	48
10.3	VEGETATION KASBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 7.....	49
10.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES KASBACH UND DISKUSSION.....	50
<b>11</b>	<b>STANDORT 8 – GASTERERBACH</b> .....	<b>52</b>
11.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT GASTERERBACH.....	52
11.2	BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE GASTERERBACH.....	53

11.3	VEGETATION GASTERERBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 2.....	54
11.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES KASBACH UND DISKUSSION .....	55
<b>12</b>	<b>WURZELUNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>57</b>
12.1	STANDORT 03 TRAFIOIERBACH .....	57
12.2	STANDORT 07 KASBACH .....	68
12.3	PROFILKARTIERUNG – STANDORT 03 TRAFIOIERBACH .....	73
<b>13</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>76</b>
13.1	BAUPRINZIP .....	76
13.2	VEGETATION .....	79
13.2.1	<i>Gehölzstrukturen</i> .....	79
13.2.2	<i>Wurzelbilder</i> .....	82
13.2.2.1	Wurzelbilder der Weidenasteinlagen .....	82
13.2.2.2	Wurzelbilder der Sprosseinlagen bewurzelter Laubgehölze .....	84
13.2.2.3	Wurzelbilder der Wurzelkollektive.....	84
13.2.2.4	Wurzelverteilung am Profil.....	86
<b>14</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>87</b>

## 1 Zusammenfassung

Im Sommer 2005 wurden Heckenbuschlagen unterschiedlicher Altersgruppen (bis 25 Jahre) an 8 verschiedenen Standorten in Südtirol evaluiert. Erhoben wurden der Zustand der Konstruktionen und des Hanges, die Gehölzentwicklung und die Wurzelbildung innerhalb der Lagenkonstruktionen. Die mittelfristige Vegetationsentwicklung, die Wurzelausformungen sowie die derzeitige Hangsituation werden ausführlich diskutiert.

- Gelände- oder standortbedingte Situationen spielen eine entscheidende Rolle für potentielle Schwachstellen in Heckenbuschlagen.
- Instabilitäten wurden bei fehlender Fußsicherung, zu geringer Integration in stabile Seitenbereiche, unzureichender Sicherung der Anrisskanten und zu kleinflächiger Anwendung in größeren Anrissen beobachtet.
- Als Konstruktionsfehler sind die Verwendung von zu kurzen bzw. zu dünnen Asteinlagen, die falsche Einlagerichtung, die ausschließliche Verwendung von bewurzelten Gehölzeinlagen sowie unzureichende Mengen des Lagenmaterials zu nennen.
- Der Reihencharakter der Gehölzstrukturen ist in den ersten 25 Jahren nach dem Bau noch sehr stark ausgeprägt.
- Die Grauerle und die Purpurweide stellen die Charakterarten in den Beständen dar.
- Bei der Verwendung raschwüchsiger Erlenarten müssen Einbußen in der Artenvielfalt in Kauf genommen werden.
- Beeinträchtigungen der Vitalität sind z.T. der Selbstregulation durch Bruch, primär jedoch Beschädigungen durch Steinschlag zuzuschreiben.
- Steinschlag ausgehend von ungesicherten Anrisskanten und Akkumulationen vereiteln den Narbenschluss in der Krautschicht.
- Die Weidenasteinlagen entwickelten Wurzelkörper schlichten Charakters, wobei die Wurzelbiomassen in direktem Zusammenhang mit der Größe der ehemaligen Asteinlage stehen.
- Trotz z.T. sehr hoher Ausfälle der Weidenasteinlagen kommt ihnen erhebliche Bedeutung als mechanische Bewehrungselemente zu.
- Durch inter- und intraspezifische Wurzelverwachsungen bildeten sich intensive Wurzelkollektive mit beachtlicher Seiten- und Tiefenausdehnung.
- Heckenbuschlagen haben einen hohen flächendeckenden Wirkungsgrad mit wichtiger Bedeutung in der dritten Dimension durch die Asteinlagen und die Wurzelausformung.
- Den Heckenbuschlagen kommt eine essentielle Funktion als Steinschlagschutz zu.

## 2 Einführung

Heckenbuschlagen sind eine Stabilbauweise, die von Schiechtl in den 1940igern und 1950igern aufbauend auf den Cordonbau von Viktor Praxl und Heckenpflanzungen von Coutourier entwickelt wurden. Beim Cordonbau wurde in vorab gegrabenen Bermen Laub- und Nadelreisig in Längs- und in Querrichtung eingebracht und auf der Bermeninnenseite mit Längshölzern beschwert. Darauf kommt eine Schicht Bodensubstrat, auf die wiederum Weidensteckhölzer bis zu 1 m Länge quer zur Bermenrichtung gelegt werden (PRAXL, 1957). Bei den Heckenpflanzungen von COUTOURIER (1884) wurden in vorbereiteten Terrassen die Pflanzen in dichten Reihen gepflanzt. Schiechtl wiederum brachte die bewurzelten Pflanzen nicht stehend sondern liegend in die Terrassen ein. Der Einbau von kräftigen Weidensteckhölzern führte zum Buschlagenbau, die Kombination von bewurzelten Gehölzen mit Weidenästen zum Heckenbuschlagenbau (BEGEMANN & SCHIECHTL, 1986, S. 154).

FLORINETH (2004, S. 191) beschreibt den Lagenbau als ein mit lebenden und tragfähigen Pflanzen oder Pflanzenteilen bewehrtes Erdmaterial zur Sicherung von Lockermaterial. BEGEMANN & SCHIECHTL (1986, S. 154) heben an der Stabilbauweise, die mit gewachsenen lebenden Ästen und bewurzelten Gehölzen kombiniert wird, die Möglichkeit hervor, Initial- und Folgevegetation in einem Arbeitsgang einbringen zu können.

Für den Heckenbuschlagenbau werden nach FLORINETH (2004, S. 192) auf bis zu 1,5 m breiten Terrassen, die hangwärts mindestens 10 ° geneigt sind, Weidenäste und -steckhölzer und bewurzelte Laubgehölze parallel eingelegt. Durch den Aushub der darüber liegenden Terrasse wird das Pflanzenmaterial, das mit Rundhölzern auf der hanginneren Seite beschwert wird, bis auf die vorderen 10-15 cm überschüttet. SCHLÜTER (1986,S.193ff) gibt für den Aushub grabenartige Einschnitte von 50 bis 100 cm Tiefe an, in die pro lfm mindestens 5 bewurzelte Gehölze bis 100 cm Länge einzulegen sind. Lt. SCHIECHTL & STERN (1992, S.92) sollen auf bis 2 m breiten Terrassen 10 Äste sowie 1- 5 Pflanzen pro lfm parallel und kreuzweise dicht verlegt werden. Nach dem Auffüllen mit Erde sollen maximal 30 cm des Pflanzenmaterials herausragen. Für die Terrassenneigung werden ebenfalls mindesten 10° vorgeschlagen, SCHLÜTER (1986, S.195) findet den Einbau der Pflanzenlagen senkrecht zum Reibungswinkel am günstigsten. Für den Terrassenabstand werden von BEGEMANN & SCHIECHTL (1986, S. 155) 1– 5 m, von FLORINETH (2004, S. 191) nur 2-3 m angegeben.

In der Literatur wird der Lagenbau sowohl klein- als auch großflächig zur Sicherung von Einschnitt- und Auftragsböschungen, von Hängen und bei abgerutschten Lockermaterialien bis 1,5 m Tiefe empfohlen. Hervorgehoben wird die Anwendbarkeit bei Schüttdämmen, da während des Schüttvorganges gebaut und das Pflanzenmaterial eingebracht werden kann. Als besondere Vorteile gelten:

- Tiefreichende Festigungswirkung sofort nach dem Einbau
- Erhöhung der Tiefenwirkung mit zunehmendem Wurzelwachstum
- Konstruktion ohne besondere Vorkenntnisse möglich
- Verwendung vielfältiger oberirdischer Gehölzteile (lange, kurze, verzweigte, unverzweigte, bewurzelte, bewurzelungsfähige Pflanzenmaterialien)
- Steuerung bzw. Abkürzung der Sukzession
- Verringerung der Pflegekosten

BEGEMANN & SCHIECHTL (1986, S. 155) führen mit der Entwicklung des Lagenbaus die Möglichkeit zur tiefgründigen Bodenstabilisierung an. Potentielle Gleitflächen lassen sich durchstoßen und Böschungen steiler ausformen, durch die Mantelfläche der Äste sind diese zur Aufnahme von Haftreibung geeignet. Im Sinne der Baustatik ist der Lagenbau ein stabilisierendes Bauwerk, die Sicherheit gegen Kippen und Gleiten kann berechnet werden. FLORINETH (2004, S. 193f) erwähnt außerdem die Tragfähigkeit durch die Druck- und Zugfestigkeit des Stammes, die Verbundfestigkeit zwischen Pflanze und Boden und die Wirkung der Pflanzen als Zuganker oder Dübel, wobei die zum Herausziehen benötigte Kraft ausschlaggebend ist. Von SCHUPPENER (1994, S. 804ff und 2003, S.47ff) wurden ausführliche statische Berechnungen veröffentlicht. Er prägte den Begriff „Lebend bewehrte Erde“

In der vorliegenden Arbeit wurde die Entwicklung von Heckenbuschlagen in den ersten 25 Jahren nach dem Bau evaluiert. Detaillierte Vermessungen und Erhebungen der Gehölz- und Pflanzenstrukturen ermöglichen die Einschätzung der mittelfristigen Stabilität und Schutzwirkung, wobei der Ausprägung der Wurzelräume besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Fehler und Mängel sowohl in der Konstruktion als auch im Sanierungskonzept werden angesprochen und ermöglichen eine Verbesserung der Stabilbauweise. Pflegeempfehlungen bzw. Sanierungsvorschläge werden angeführt.

### 3 Methodik

#### 3.1 AUSWAHL DER GEBIETE

Zur Auswahl der Untersuchungsgebiete wurde im Juni 2005 eine Standortbegehung nach einer Reihe von Vorschlägen von Dr. Willigis Gallmetzer vom Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung der Autonomen Provinz Bozen, Südtirol durchgeführt. Die Hauptkriterien für die Gebietswahl wurden in folgenden Punkten festgelegt:

- Unterschiedliche geographische/klimatische Lage
- Unterschiedliche Vegetationsverhältnisse
- 4 verschiedene Altersgruppen mit je 2 Baustellen

Ausschließende Faktoren für die vorgeschlagenen Standorte ergaben sich durch fehlenden Heckenbuschlagenbau laut Archivinformationen, nicht gefundene Standorte bzw. nicht identifizierbare Heckenbuschlagen, fehlende Archivinformationen sowie mehrfacher Heckenbuschlagenbau am selben Standort zu verschiedenen Zeitpunkten. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren reduzierten sich die zur Verfügung stehenden Baustellen auf folgende Standorte:

Altersgruppe 1 (6 bis 10-jährig):	Platzbach/Stilfs	Standort 01
Altersgruppe 2 (11 bis 15-jährig):	Wieserlahn/Jenesien	Standort 02
	Trafoierbach/Stilfs	Standort 03
	Salt/Martell	Standort 04
Altersgruppe 3 (16 bis 20-jährig):	Suldenbach/Prad	Standort 05
	Prünsterlahn/Schenna	Standort 06
	Kasbach/Deutschnofen	Standort 07
Altersgruppe 4 (21 bis 25-jährig):	Gastererbach/Ritten	Standort 08

Bei der Vorbegehung wurden Erstinformationen zu den Standorten gesammelt, die der Vorbereitung für die Evaluierungsarbeiten dienten.

#### 3.2 ARCHIVRECHERCHE

Zur Orientierung im Gelände wurden die Lage- und Übersichtspläne aus dem Archiv des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung herangezogen. Die Kollaudierungen, Massen- und Kostenberechnungen und die Technischen Berichte lieferten die nötigen Auskünfte über die Hangsicherungsarbeiten in den jeweiligen Baujahren. Es standen von allen Standorten vollständige Unterlagen zur Verfügung.

#### 3.3 DIE EVALUIERUNGSARBEITEN

Die Untersuchungen wurden in 3 Hauptbereiche gegliedert und für jeden Standort separat evaluiert.

##### 1) Generelle Hangansprache

Erfasst wurden allgemeine Hangparameter:

- Seehöhe
- Exposition
- Neigung
- Relief
- Wasserhaushaltsstufe
- Erosionen
- Akkumulationen

Anzahl Heckenbuschlagen<sup>1</sup>  
Anzahl Reihen<sup>2</sup>  
Technische/ingenieurbiologische Konstruktionen  
Deckung Moos-/Kraut-/Strauch-/Baumschicht  
Artenliste

## 2) Bewertung der Heckenbuschlagen (Konstruktion, Pflanzen)

Jede Heckenbuschlage für sich wurde dem gesamten Bewertungsschema unterworfen, wobei folgende Faktoren erhoben wurden:

- Dimensionen (Länge Oberkante/Unterkante, Höhe, Neigung – die Gesamtfläche wurde errechnet)
- Anzahl bzw. Längen und Abstände der Reihen (die Gesamtlauflänge wurden errechnet)
- Konstruktionsmängel
- Holz- und Metallelemente
- technische/ingenieurbiologische Schäden
- Forstliche Maßnahmen
- Pflanzenschäden und Gesamtvitalität
- Deckung Moos-, Kraut-, Strauch- und Baumschicht

Qualitätsbeurteilungen (Vitalität, Steinschlag-, Bruch- und Verbisschäden, Konstruktionsmängel etc.) wurden immer nach dem gleichen System bewertet:

- 0 = keine Schäden oder Mängel bzw. tot
- 1 = gering
- 2 = mittel
- 3 = hoch

## 3) Spezielle Ansprache einer repräsentativen Reihe für jede Heckenbuschlage (Pflanzen)

An jedem Standort wurde eine detaillierte Gehölzaufnahme in Form einer Stammvollaufnahme durchgeführt. An einer repräsentativen Reihe für die jeweilige Heckenbuschlage wurde jedes Individuum erfasst und folgende Parameter notiert:

- Baumart
- Basisdurchmesser und Brusthöhendurchmesser [cm]
- Baumhöhe [cm]
- Vitalität (0 = tot, 1 = gering, 2 = mittel, 3 = hoch)
- Schäden (0 = keine Schäden, 1 = Schäden geringen Ausmaßes, 2 = Schäden mittleren Ausmaßes, 3 = Schäden hohen Ausmaßes)

### 3.4 WURZELUNTERSUCHUNGEN

#### 3.4.1 Wurzelspülungen

Für die Wurzeluntersuchungen wurden die Standorte 03 (Trafoierbach) und 07 (Kasbach) ausgewählt. Wesentliche Kriterien zur Gebietswahl sind gute Zugänglichkeit des Standortes und Bachnähe, welche die Verfügbarkeit des Wassers bzw. guten Abtransport des Spülmaterials gewährleistet.

Die Wurzelräume wurden mittels Spülen vom Substrat befreit. Am Standort 03 Trafoierbach wurde in der Heckenbuschlage 01 Reihe 02 gegraben, am Standort 07 in der Reihe 03 (vergl. Abb. 1 und Abb. 2). Es wurden je ca. 8 m<sup>3</sup> freigelegt, wobei Wert darauf gelegt wurde, mindestens 2 lfm einer Reihe zu erfassen.

Zur Wurzelcharakterisierung wurden folgende Parameter berücksichtigt:

---

<sup>1</sup> Zur Vereinfachung der Orientierung und der Übersicht wurden auch Teilbereiche als separate Heckenbuschlagen angesprochen (z.B. Standort 01 Platzbach).

<sup>2</sup> Die Nummerierung der Reihen erfolgte bei allen Heckenbuschlagen einheitlich von unten nach oben.

- Baumnummer (Die Bezifferung erfolgte von links nach rechts, Kollektiven angehörige Individuen wurden vor der Nummer mit K versehen.)
- Baumart
- Baumhöhe [cm]
- Basisdurchmesser [cm]
- Baumalter (ermittelt durch Jahrringzählung)
- Vitalität und Schäden
- Längen [cm] und Durchmesser [mm] der Einlagen
- Wurzeldurchmesser der Wurzeln 1. Ordnung getrennt nach sprossbürtigen Wurzeln und Adventivwurzeln entlang der Einlage [mm]
- Maximale Wurzellänge [cm] der Wurzeln 1. Ordnung

Zur Kategorie „**Adventivwurzeln**“ fallen jene Wurzeln, die sich aus schlafenden Augen entlang der noch erkennbaren Einlage entwickelt haben. Zur Kategorie „**sprossbürtige Wurzeln**“ wurden die Wurzeln, die sich am Wurzelhals nahe der Bodenoberfläche gebildet haben, gezählt.

Abb. 1: Position der Wurzelgrabung und Profilkartierung Standort 03 Trafoierbach

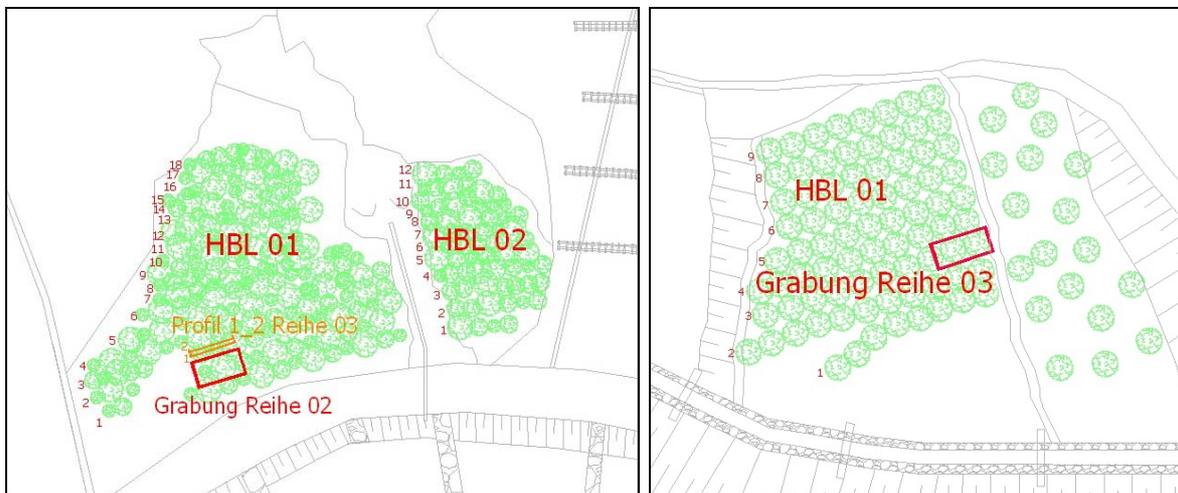


Abb. 2: Position der Wurzelgrabung Standort 07 Kasbach

Abb. 3: Freilegung der Wurzelkörper mittels Spülen (Standort 03 Trafoierbach, Sommer 2005)



Abb. 4: Freilegung der Wurzelkörper mittels Spülen (Standort 07 Kasbach, Sommer 2005)

Abb. 5: Stützung der Wurzelkörper während der Freilegungsarbeiten (Standort 07 Kasbach, Sommer 2005)



Abb. 6: Transport der Wurzelkörper zum Bauhof Laas

### 3.4.2 Biomasse

Für die Wurzeluntersuchungen wurden sämtliche Wurzelkörper zum Bauhof Laas transportiert, wo auch von allen freigelegten Individuen die Biomasse getrennt nach Feinwurzeln ( $< 1\text{mm}$ ), restlicher Wurzelkörper inkl. Einlage, Stamm sowie Zweige plus Blätter im Trockenschrank (24 Stunden bei  $105^\circ\text{C}$ ) ermittelt wurde.

An den Wurzelkörpern, die im Kollektiv mit anderen Individuen auftraten, gestaltete sich das Isolieren der Wurzeln als undurchführbar, weshalb von einigen keine Wurzelbiomasse ermittelt werden konnte. Dies betrifft Baum Nummer K31 von Standort 03 Trafoierbach und die Bäume K2 bis K7 von Standort 07 Kasbach. Ebenfalls kein Trockengewicht ermittelt wurde von toten Individuen bzw. Individuen stark eingeschränkter Vitalität (Bäume 1 und 17 von Standort 07 Kasbach). Verluste der Biomasse mussten hingenommen werden an den Bäumen 14, 27 und K29 von Standort 03 Trafoierbach.

Abb. 7: Baumschnitt zur Biomasseerhebung (Standort 03 Trafoierbach, Sommer 2005)



Abb. 8: Erhebung der Frischmasse der Vollprobe mittels Federwaage (Standort 07 Kasbach). Das Trockengewicht der Teilprobe wurde auf das Gesamtgewicht rückgerechnet.

### 3.4.3 Profilkartierung

Am Standort 03 (Trafoierbach) wurde zusätzlich zu den Wurzelspülungen an der nächsthöher gelegenen Reihe 03 eine Wurzelkartierung an zwei Profilwänden mit 200 cm Länge und 1 m Tiefe durchgeführt. Profil 1 (vorne) wurde quer zum Hang auf Höhe der Einlagen geöffnet, wo diese aus dem Substrat herausreichen, Profil 2 (hinten) wurde parallel dazu 50 cm dahinter gegraben. Kartiert wurde nach Rastern von 20 x 20 cm getrennt nach den Wurzeldurchmesserklassen 1 – 3 mm, 3 – 5 mm, 5 – 10 mm und > 10 mm. Das Niveau der Einlagen an der linksseitigen Profilkante gab das Null-Niveau vor, von dem ausgehend in Profil 2 die Raster nach oben und nach unten eingemessen wurden, da die Bodenoberfläche durch die Hangneigung hier höher lag. Die Ergebnisse werden für beide Profile in den von der Bodenoberfläche ausgehenden Tiefenstufen 1 – 5 angegeben.

Zusätzlich wurden entlang der Profillänge folgende Baumparameter erfasst:

- Anzahl der Individuen
- Baumarten
- Baumhöhen [cm]
- Basisdurchmesser [cm]
- Baumalter (ermittelt durch Jahrringzählung)
- Vitalität und Schäden

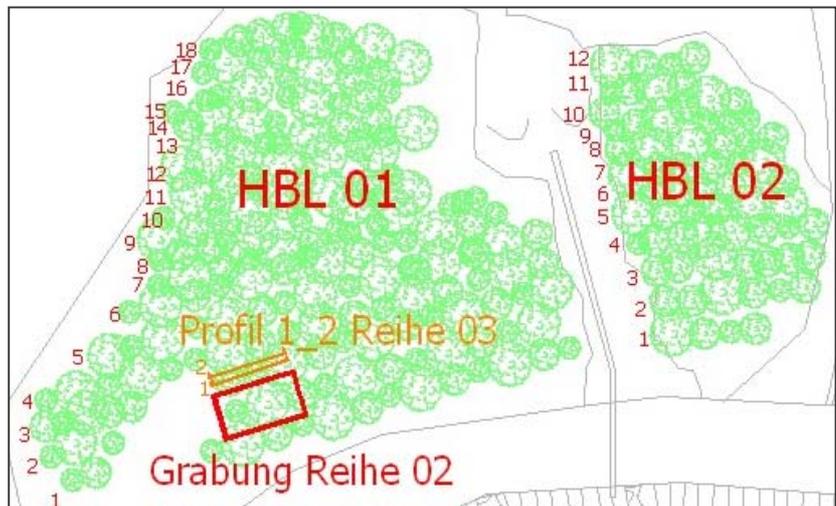


Abb. 9: Position der Profilkartierung am Standort 03 Trafoierbach

Abb. 10: Grabung der Profilwand für die Wurzelkartierung (Standort 03 Trafoierbach, Sommer 2005)



Abb. 11: Erhebung der Wurzeldata am Bauhof Laas

## 4 Standort 1 – PLATZBACH

### 4.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT PLATZBACH

Tab. 1: Allgemeine Parameter (HBL...Heckenbuschlage)

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage*	Geologische Zone*	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
1	Platzbach	Stilfs - Suldental	Vinschgauer Schieferzone	1705/1734	NO	35	70	Unterrhang (Bachböschung)
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
1999	1	3	HBL 01...12 HBL 02...5 HBL 03...9	HBL 01...11 HBL 02...4 HBL 03...8	23,3	8,3	0	frisch/feucht

\*)...nach STAINDL (1967)

#### Geologie des Standortes<sup>3</sup>:

Moränen, Paragneis, Granitgneis, Augen- und Flaserigneis, Migmatit und Anatexit, Gneisphyllit

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>4</sup>:

Hang- und Verwitterungsschutt, Moräne, Flaserige Glimmerschiefer

#### Archivinformationen:

Stabilisierung des seitlichen Uferanbruchs mit Heckenbuschlagen, Bepflanzung der Bachböschung mit bewurzelten Laubgehölzen.

#### Maßnahmen:

- Keine Angaben

Projektumfang: keine Angaben

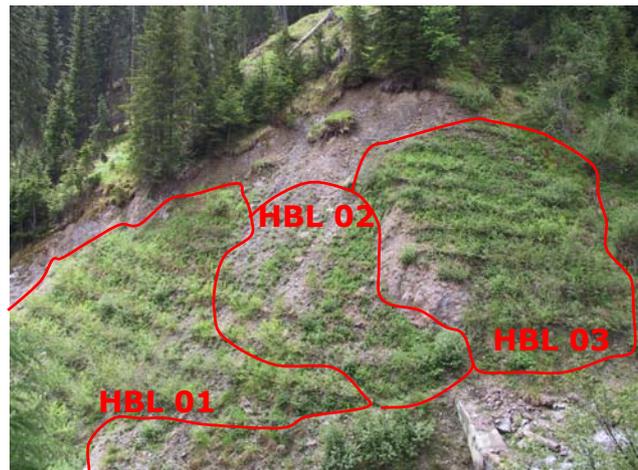


Abb. 12: Standort Platzbach, Sommer 2005 (HBL...Heckenbuschlage)

### 4.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN PLATZBACH

Technische Konstruktionen: keine

HBL 01: vitale Gehölze in durchgehenden Reihen; Akkumulationen im mittleren unteren Bereich

HBL 02: beschädigt durch Erosionen von der Anbruchoberkante; Teilabschnitte von Reihen sind überschüttet; Steinschlagschäden an den Gehölzen; Akkumulationen im unteren Bereich bis hinunter zum Bachbett

HBL 03: vitale Gehölze in durchgehenden Reihen, im Wachstum etwas nachhinkend

<sup>3</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>4</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Basiskarte digital 1:50 000, Geologische Karte digital 1: 75 000

## Standort 1 - Platzbach

Allgemeines: Heckenbuschlagen leicht identifizierbar, Reihen deutlich erkennbar; fortschreitende Erosionen oberhalb der Heckenbuschlagen entlang der gesamten Anbruchkante; keine Verbißspuren

Tab. 2: Bewertung der Heckenbuschlagen

Standort 1	Platzbach	Baujahr	1999	Detailaufnahme
HBL Nr. (bachaufwärts)	01	02	03	HBL 01 Reihe 7
max. Reihelänge [m]	22,7	10,0	12,0	22,7
Gesamtlaufmeter [m]	170,9	34,1	89,3	-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	238,4	40,3	110,5	-
Neigung [°]	35	35	35	-
Anzahl Reihen	12	5	9	-
techn. Konstruktionen	-	-	-	-
Schäden techn. Konstruktion	-	-	-	-
HBL Gesamtschäden	1	2	1	0
Schäden Pflanzen	0	2	0	0
Ø Pflanzenabstand [cm]	-	-	-	9
HBL Deckung Moosschicht [%]	20	0	20	20
HBL Deckung Krautschicht [%]	30	10	30	30
HBL Deckung Strauchschicht [%]	10	5	10	10
HBL Deckung Baumschicht [%]	0	0	0	0

Tab. 3: Gehölze der Heckenbuschlage 01 - Platzbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9	Reihe 10	Reihe 11	Reihe 12
Alnus viridis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Larix decidua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Prunus padus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix elaeagnos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix myrsinifolia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix purpurea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sorbus aucuparia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verbiß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schäden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitalität	3	3	2	2	2	3	3	3	2	1	1	1

Tab. 4 Gehölze der Heckenbuschlage 02 - Platzbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4
Alnus viridis	x	x	x	x
Larix decidua	x	x	x	x
Prunus padus	x	x	x	x
Salix elaeagnos	x	x	x	x
Salix myrsinifolia	x	x	x	x
Salix purpurea	x	x	x	x
Sorbus aucuparia	x	x	x	x
Verbiß	0	0	0	0
Schäden	1	1	2	2
Vitalität	2	2	2	2

Tab. 5: Gehölze der Heckenbuschlage 03 - Platzbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9
<i>Alnus viridis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Larix decidua</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Prunus padus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Salix elaeagnos</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Salix myrsinifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Salix purpurea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sorbus aucuparia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verbiß	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schäden	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vitalität	3	3	2	2	3	2	2	2	1

Arten der Krautschicht: *Festuca* sp., *Leontodon* sp., *Myosotis scorpioides*, *Petasites albus*, *Trifolium repens*

### 4.3 VEGETATION PLATZBACH HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 7

Die Purpurweide und die Grauerle bestimmen zu etwa je einem Viertel den noch jungen Bestand am Standort Platzbach. Vogelbeere und Traubenkirsche sind mit 18 bzw. 14 % ebenfalls sehr stark vertreten, während die Lavendelweide, die Schwarzweide und die Großblättrige Weide untergeordnet sind. Die Vitalität der Gehölze wird durch Steinschlag und Verbiss geringfügig eingeschränkt, wobei die Purpurweide, die Vogelbeere und die Traubenkirsche am stärksten betroffen sind. Der Ausfall der Einlagen beträgt 6 %.

Die Purpurweide liegt mit Höhen bis 3 m zur Zeit noch über der Grauweide und verteilt sich in den Basisdurchmesserklassen 1 - 2 cm und 2 - 5 cm. Mehr als zwei Drittel aller Individuen sind kleiner als 1 m bei Basisdurchmessern unter 1 cm. Die Lärche ist durch Anflug aufgekommen und ist ebenfalls nur in den jüngsten Kategorien zu finden.



Abb. 13: Die Purpurweide stellt neben der Grauerle und der Vogelbeere die Hauptart am Standort Platzbach dar (Sommer 2005).

Abb. 14: Gehölzzusammensetzung Standort Platzbach – HBL 01 Reihe 7

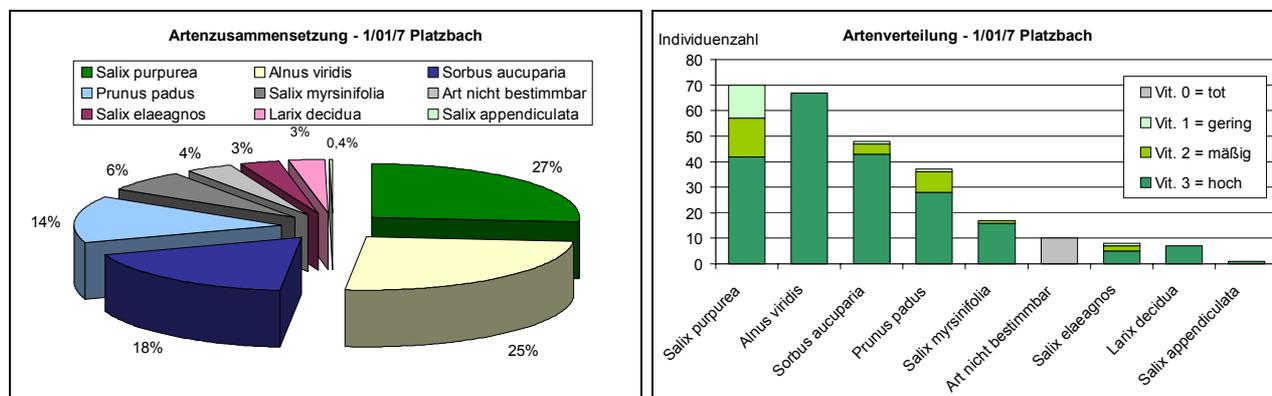


Abb. 15: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Platzbach – HBL 01 Reihe 7

Abb. 16: Steinschlagschäden Standort Platzbach – HBL 01 Reihe 7

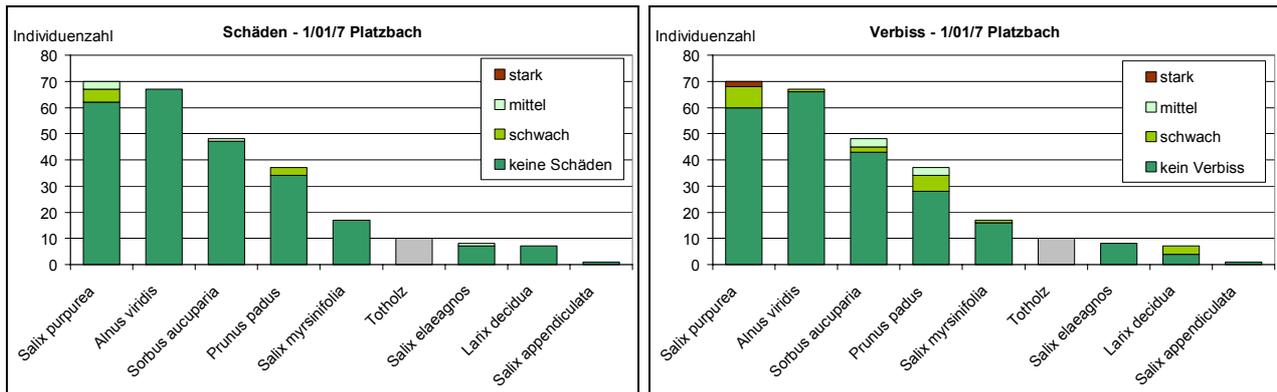


Abb. 17: Verbisschäden Standort Platzbach – HBL 01 Reihe 7

Abb. 18: Höhenstruktur Standort Platzbach – HBL 01 Reihe 7

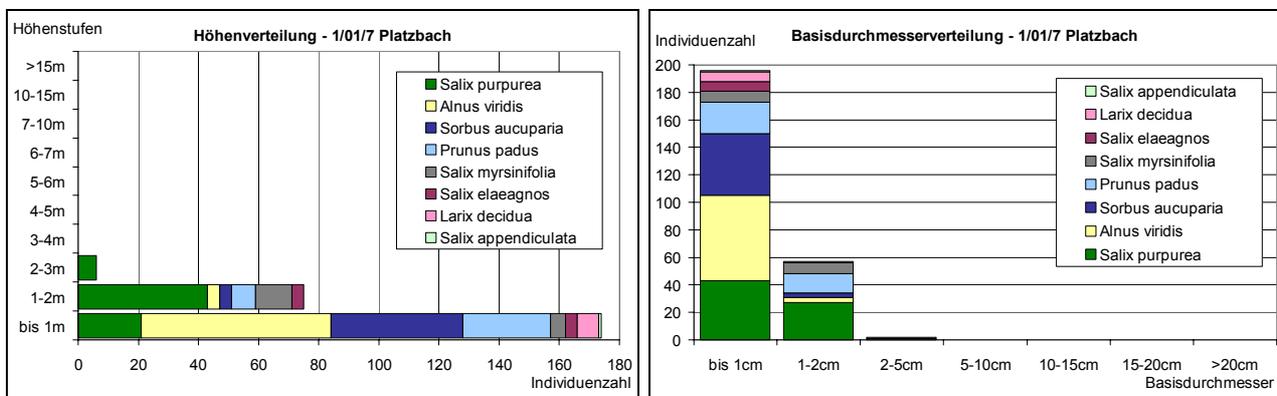


Abb. 19: Basisdurchmesserverteilung Standort Platzbach – HBL 01 Reihe 7

#### 4.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES PLATZBACH UND DISKUSSION

Erkennbarkeit und Wirksamkeit der noch jungen Heckenbuschlage sind verhältnismäßig hoch. Die Vitalität der Pflanzen ist geringfügig durch Verbiss, in stärkerem Ausmaß durch Steinschlag beeinträchtigt. Ursache für den Steinschlag stellt die ungesicherte Anbruchkante oberhalb der Heckenbuschlage dar. V.a. in der Hangmitte vergrößerte sich der Anriss nach oben, die ständigen Erosionen schädigten die Heckenbuschlage 02 (vergl. Abb. 12) in diesem Bereich beachtlich. Die Pflanzen der oberen Reihen wurden soweit zerstört, dass eine natürliche Regeneration nicht mehr zu erwarten ist. Die mittleren Reihen sind durch das Erosionsmaterial ebenfalls stark angegriffen. Das Substrat akkumuliert hier jedoch, wodurch der untere Bereich weniger in Mitleidenschaft gezogen ist. Die starken Steinschlagschäden an den oberirdischen Pflanzenteilen zieht in weiterer Folge eine Einschränkung der Entwicklung der Wurzelmasse nach sich, worunter der stabilisierende Charakter des Lagenbaus leidet.

Die Pflanzenentwicklung im rechten äußeren Bereich der Heckenbuschlage 03 (vergl. Abb. 12) ist ebenfalls eingeschränkt, was v.a. dem Verbiss zuzuschreiben ist. Der Ausfall vom Einlagenmaterial liegt bei 6 %. Betroffen sind in erster Linie stärkere Weidensteckhölzer.

Der Heckenbuschlage fehlt eine Fußsicherung, was derzeit keine Gefährdung darstellt. Die Gehölzpflanzung bis hinunter zum Bachbett entwickelte sich ausreichend. Das Bachbett ist durch die enge Sperrenstaffelung ausreichend gesichert. In Akutsituationen ist jedoch nicht auszuschließen, dass der Böschungsfuß durch das Geschiebmaterial aufgerissen wird, was in weiterer Folge zu einer Unterspülung und Destabilisierung der Heckenbuschlage führen könnte.

Pflegemaßnahmen an den Gehölzen sind vorläufig nicht notwendig. Im noch jungen Bestand wird sich eine Selbstregulation erst einstellen. Zur Zeit liegt die Purpurweide in der Entwicklung

noch über der Grauerle. Es ist jedoch zu erwarten, dass die Grauerle die anderen Arten bald überwächst und limitiert.

Wichtig ist, der fortschreitenden Erosion von der Anbruchkante ausgehend Einhalt zu geben, um die Zerstörung weiterer Bereiche der Heckenbuschlagen zu verhindern. Dazu sollten die Fichten entlang des Anrisses entfernt werden, sie gefährden die Stabilität des ohnehin steilen Geländes. Ein Abböschen der Anbruchkante und Bepflanzung bzw. Sicherung zumindest jener Bereiche, wo kein anstehender Fels zutage tritt, wird empfohlen. Eine Sanierung der Heckenbuschlage 02 (vergl. Abb. 12) macht nur Sinn bei gleichzeitiger Stabilisierung der Anbruchkante oberhalb.

Abb. 20: Ständige Erosionen ausgehend von der Anbruchkante zerstörten die oberen Reihen der Heckenbuschlagen (Platzbach, Sommer 2005).



Abb. 21: Akkumulationsmaterial fñgt den Pflanzen beachtliche Schäden zu (Platzbach, Sommer 2005).

Abb. 22: Der ungesicherte Böschungsfuß ist zur Zeit gut bewachsen, könnte bei plötzlichen Hochwasserereignissen jedoch rasch zerstört werden (Platzbach, Sommer 2005)



Abb. 23: Abgestorbene Weidensteckhölzer neben Purpurweiden (Platzbach, Sommer 2005)

## 5 Standort 2 – WIESERLAHN

### 5.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT WIESERLAHN

Tab. 6: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geo-graphische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
2	Wieserlahn	Jenesien	Bozner Porphyryplatte	ca. 1350**	NNO/ SO	42	90	Oberhang (Blaike)
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaus-haltsstufe
1994	2	1	12	11	56,1	18,7	0	trocken

\*)...nach STAINDL (1967)

\*\*) keine genaue Angaben wegen Geräteausfall

#### Geologie des Standortes<sup>5</sup>:

Porphyroid, Porphyroidtuff, Sigmundskroner Porphyroid

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>6</sup>:

Hangschutt, Moräne, Bänder von Grödner Formationen im Süden

#### Archivinformationen:

Nach dem Bau von Heckenbuschlagen in den Jahren 1989 – 1993 Erweiterung der Sicherung der Oberränder der Porphyrmoränen. Lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth (10.10.2005) wurden die Arbeiten bereits 1985 begonnen, wobei zusätzlich Holzsperrren vorgesehen waren.

#### Maßnahmen:

- 640 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau
- 1.000 m<sup>2</sup> Begrünung mit Hydrosaat

Projektumfang: 15.800.000 Lire

Abb. 24: Standort Wieserlahn 1 Jahr nach dem Bau der Heckenbuschlage von 1994



Abb. 25: Standort Wieserlahn Sommer 2005

<sup>5</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>6</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Karte digital 1: 75 000

5.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE WIESERLAHN

Tab. 7: Bewertung der Heckenbuschlage

Standort 2	Wieserlahn	Baujahr	1994	Detaillaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01			HBL 01 Reihe 8
max. Reihenlänge [m]	88,2			88,2
Gesamtlaufmeter [m]	283,4			-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	632,7			-
Neigung [°]	42			-
Anzahl Reihen	12			-
techn. Konstruktionen	-			-
Schäden techn. Konstruktion	-			-
HBL Gesamtschäden	2			0
Schäden Pflanzen	0			0
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-			12
HBL Deckung Moosschicht [%]	6			6
HBL Deckung Krautschicht [%]	56			85
HBL Deckung Strauchschicht [%]	19			20
HBL Deckung Baumschicht [%]	0			0

Technische Konstruktionen: keine

HBL 01: Die Reihen der Heckenbuschlage waren gut identifizierbar. Die oberen 5 Reihen sind stabil und in gutem Zustand. Der untere Bereich wurde großteils wegerodiert bzw. mehr oder weniger stark unterspült. Es kam zur Inselbildung der Reihenrudimente. Die Einlagen wurden z.T. ausgeschwemmt. Keine Verbissspuren; partielle Ausfälle der Einlagen; Erosion und Akkumulationen innerhalb der Reihen; fortschreitende Rillenbildung und Grabeneintiefung

Allgemeines: Linksseitig der Heckenbuschlage bis zum Grat freiliegende Moräne mit lückigem Bestand durch Selbstbesiedelung, fortschreitende Erosionen führten zur Grabeneintiefung und Vergrößerung der Grabenflanke nach oben. Geringe Selbstbesiedelung in der Grabensenke unterhalb der Heckenbuschlage.

Tab. 8: Gehölze der Heckenbuschlage Wieserlahn

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9	Reihe 10	Reihe 11	Reihe 12
Alnus incana	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Crataegus monogyna	x	x										
Picea abies							x					
Populus nigra						x	x					
Prunus padus				x					x	x	x	x
Prunus spinosa				x					x	x	x	x
Salix caprea			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix purpurea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verbiß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schäden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitalität	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Arten der Krautschicht: Achillea millefolium, Alchemilla vulgaris, Coronilla varia, Dactylis glomerata, Deschampsia caespitosa, Equisetum arvensis, Festuca

## Standort 2 - Wieserlahn

rubra, *Fragaria vesca*, *Leontodon* sp., *Lotus corniculatus*, *Oxalis acetosella*, *Phleum pratense*, *Poa* sp., *Rubus idaeus*, *Sanguisorba minor*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium pratense*

### 5.3 VEGETATION STANDORT WIESERLAHN – HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 8

Abb. 26: Gehölzzusammensetzung Standort Wieserlahn – HBL 01 Reihe 8

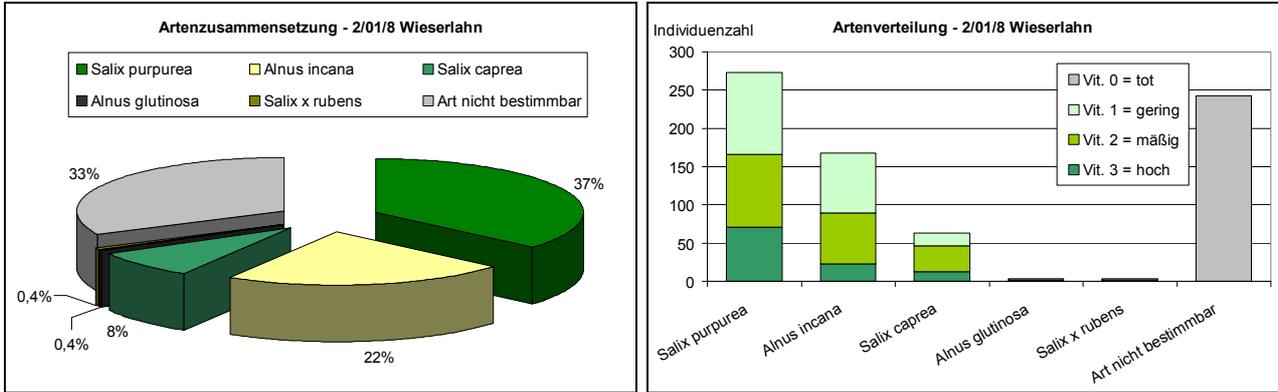


Abb. 27: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Wieserlahn – HBL 01 Reihe 8

Abb. 28: Pflanzenschäden Standort Wieserlahn – HBL 01 Reihe 8

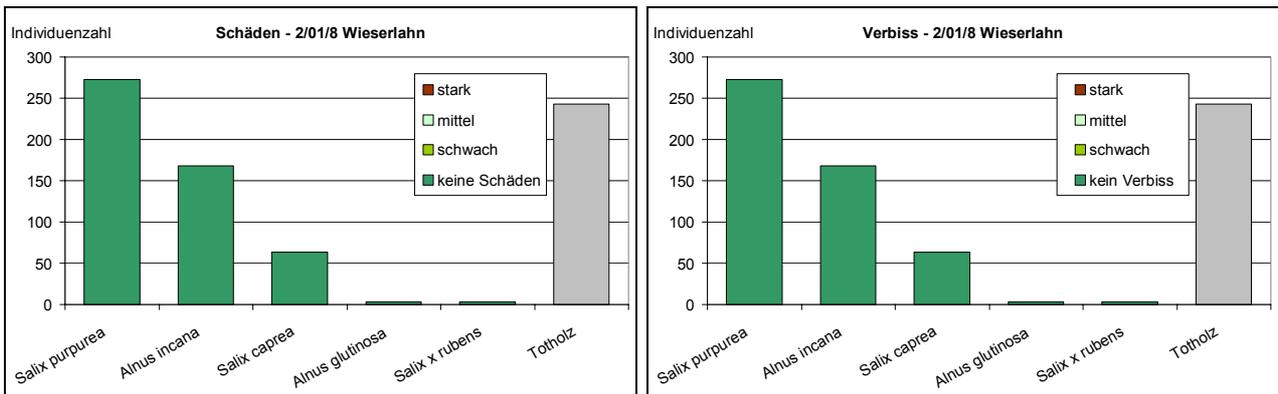


Abb. 29: Verbisschäden Standort Wieserlahn – HBL 01 Reihe 8

Abb. 30: Höhenstruktur Standort Wieserlahn – HBL 01 Reihe 8

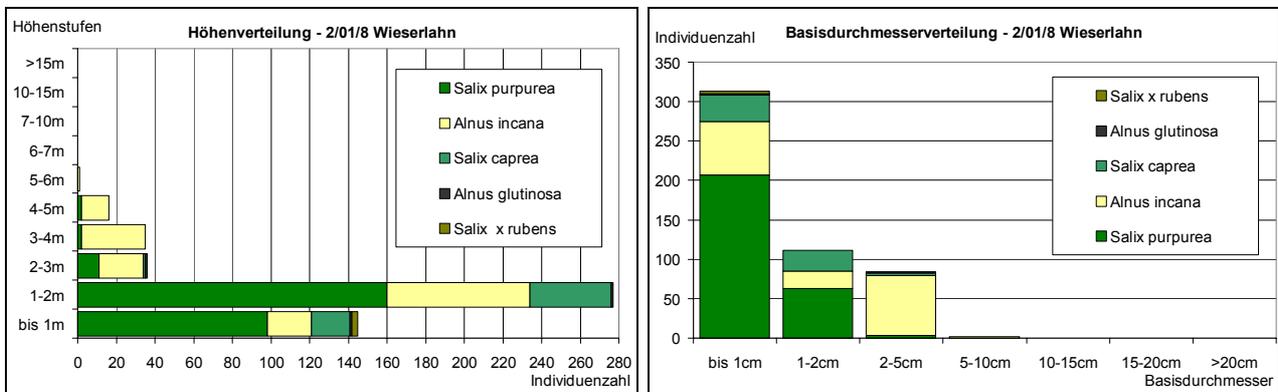


Abb. 31: Basisdurchmesserverteilung Standort Wieserlahn – HBL 01 Reihe 8

Die Reihe 8 am Standort Wieserlahn wird mit 37 % von der Purpurweide dominiert. Ebenfalls bedeutend für die Artenzusammensetzung ist die Grauerle mit 22 %, während die Salweide mit 8 % nur mehr einen geringen Anteil inne hat. Der Weidenhybrid *Salix x rubens* und die Schwarzweide kommen als Einzelindividuen vor. In anderen Reihen häufig zu finden sind die Traubenkirsche und der Schlehdorn, außerdem kommen noch der Eingriffelige Weißdorn und die Schwarzpappel vor. Die Gehölze sind weder durch Steinschlag noch durch Verbiss gefährdet, leiden jedoch unter den trockenen Standortbedingungen und reagieren mit eingeschränkter Vitalität. Auffällig ist der hohe Totholzanteil von über 33 %.

Die baumförmige Grauerle ist mit Höhen bis 6 m und Basisdurchmessern bis 10 cm am wuchsfreudigsten. Der strauchförmige Habitus der Purpurweide manifestiert sich in ihrer großen Präsenz in den unteren beiden Höhen- und Basisdurchmesserklassen. Die Salweide wird von der Grauerle bereits zurückgedrängt und findet sich ebenfalls nur in diesen beiden Klassen.



Abb. 32: Reihe 8 – vitaler Bestand und geschlossene Krautschicht im oberen Bereich der Heckenbuschlage (Wieserlahn, Sommer 2005)

#### 5.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES WIESERLAHN UND DISKUSSION

Auffällig am Standort Wieserlahn ist ein sehr hoher Pflanzenausfall von etwa 1/3 der gesamten Vegetation. Die abgestorbenen Asteinlagen wiesen häufig sehr große Durchmesser auf, möglicherweise wurde zu altes Pflanzenmaterial verwendet. Ein weiterer Grund könnte allerdings auch in den ungünstigen Standortbedingungen liegen. Starke Blattverfärbungen und eingeschränkte Vitalität des Bestandes weisen auf Wasser- und Nährstoffmangel am durchwegs trockenen Moränenmaterial hin.

Im oberen Bereich der Heckenbuschlage sind der Bestand dicht, die Grasnarbe ist geschlossen und der Boden stabil. Das Hauptproblem liegt in der fehlenden Fußsicherung und in der fortschreitenden Erosion der ungesicherten Moräne unterhalb der Heckenbuschlage. Dies führte zu großflächigen Auswaschungen und Unterspülungen, wodurch ganze Reihen mitgerissen wurden. Zusätzliche starke Grabeneintiefung legte die Einlagen und Wurzeln auch von der Seite her frei, Austrocknung ist die Folge.

Im linken unteren Bereich sind nur Vegetationsinseln von der Heckenbuschlage übrig. Die Erosion hat sich bereits bis zur Abbruchkante nach oben gearbeitet und gefährdet mittlerweile auch die zur Zeit noch sichere und stabile obere Zone der Heckenbuschlage. Entlang des Grates sind zahlreiche Wurzelsysteme freigelegt.

Die Selbstbesiedelung ist gering bis völlig eingeschränkt v.a. durch die hohe Neigung des Geländes sowie durch die extreme Bodenbeschaffenheit. Das stark verdichtete und verklebte Substrat, das die Fließgrenze bei Niederschlag jedoch rasch erreicht, wird ständig mobilisiert. Junge Pflanzen werden immer wieder weggerissen. Zahlreiche Abflussgräben ziehen sich über das gesamte Gelände und tiefen sich teilweise massiv ein. Es ist anzunehmen, dass, verbunden mit dem hohen Wassertransport, auch die Nährstoffauswaschung beachtlich ist.

Pflegemaßnahmen an den Gehölzen sind zur Zeit noch nicht notwendig. Vermutlich wird die Grauerle die Weiden innerhalb der nächsten Jahre stark zurückdrängen. Um die anderen Arten jedoch zu fördern, sollte ein geschlossenes Erlenkronendach vermieden werden.

Problematisch ist grundsätzlich die Dimension der freien und ungesicherten Moräne, die Sanierungsmaßnahmen massiv erschwert. In den Jahren 1989 – 1993 wurde der linke Moränenbereich flächendeckend mittels Heckenbuschlagen gesichert (vergl. Abb. 24). An aktuellen Fotos kann man erkennen, dass sich der Bestand verhältnismäßig gut gehalten hat, jedoch selbst nur die freigelassenen Grate ein hohes Erosionspotential aufweisen. Eine

flächendeckende Sanierung des gesamten Geländes mit fundierter Fußsicherung wäre nötig, ist aber aufgrund des Geländeausmaßes aus ökonomischen Gründen unrealistisch. Um einen weiteren Abtrag der untersuchten Heckenbuschlage zu verhindern, sollten evt. Teilbereiche neu gesichert werden. Zusätzliche tiefgründige Fußsicherung mittels Holzkonstruktionen bzw. Metallelemente sollten dabei unbedingt berücksichtigt werden. Vermutlich ist jedoch selbst damit nur kurz- bis mittelfristiger Stabilisierungscharakter zu erwarten, solange der Abtrag von unten voranschreitet.

Abb. 33: Zerstörte Reihen und Inselbildung im unteren Teil der Heckenbuschlage (Wieserlahn, Sommer 2005)



Abb. 34: offener Anriss mit Unterspülung innerhalb der Heckenbuschlage (Wieserlahn, Sommer 2005)

Abb. 35: Abgestorbene Asteinlagen am Standort Wieserlahn (Sommer 2005)



Abb. 36: Unterspülte, seitlich freigelegte Reihe (Wieserlahn, Sommer 2005)

Abb. 37: Starke Grabeneintiefung unterhalb der Heckenbuschlage (Wieserlahn, Sommer 2005)



Abb. 38: Freigelegte Wurzelräume an der Abbruchkante (Wieserlahn, Sommer 2005)

Abb. 39: Rillen- und Grabenbildung in der ungesicherten Moräne (Wieserlahn, Sommer 2005)



Abb. 40: Gegenhangansicht Standort Wieserlahn (Sommer 2005)

## 6 Standort 3 – TRAFOIERBACH

### 6.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT TRAFOIERBACH

Tab. 9: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
3	Trafoierbach	Stilfs - Suldental	Vinschgauer Schieferzone	1422/1456	NW	39	80	Unterhang (Bachböschung)
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaltungsstufe
1992	3	2	HBL 01...18 HBL 02...12	HBL 01...17 HBL 02...11	40,9	20,4	0	frisch

\*)...nach STAINDL (1967)

#### Geologie des Standortes<sup>7</sup>:

Moränen, Glimmerschiefer, Paragneis, Granitgneis, Augen- und Flasergneise

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>8</sup>:

Hang- und Verwitterungsschutt, Quarzschiefer im Untergrund

#### Archivinformationen:

Lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth (10.10.2005) war nach Unwettern im August 1987 der Hangfuß am Bachufer stark erodiert (1,2 ha offene Flächen). Da ein Abböschchen nicht durchführbar war, wurde der Hangabbruch mittels bepflanzten Piloten- und Holzkrainerwänden sowie Heckenbuschlagen gesichert und mittels Steindrainagen entwässert.

#### Maßnahmen:

- 1792 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau
- 3.248 m<sup>2</sup> Begrünung mit Hydrosaat
- 

Projektumfang: ca. 79.000.000 Lire

Abb. 41: Standort Trafoierbach vor der Sanierung 1992



Abb. 42: Standort Trafoierbach (Sommer 2005)

<sup>7</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>8</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Basiskarte digital 1:50 000, Geologische Karte digital 1: 75 000

6.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN TRAFOIERBACH

Tab. 10: Bewertung der Heckenbuschlagen

Standort 3	Trafoierbach	Baujahr	1992	Detailaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01	02	HBL 01 Reihe 12	HBL 02 Reihe 5
max. Reihenlänge [m]	48,4	17,4	22,7	15,2
Gesamtlaufmeter [m]	484,6	157,0	-	-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	1037,0	324,2	-	-
Neigung [°]	38	39	-	-
Anzahl Reihen	18	12	-	-
techn. Konstruktionen	Pilotenwände	-	-	-
Schäden techn. Konstruktion	0	-	-	-
HBL Gesamtschäden	2	1	2	1
Schäden Pflanzen	2	1	1	1
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-	-	16	16
HBL Deckung Moosschicht [%]	52	52	50	50
HBL Deckung Krautschicht [%]	34	48	35	50
HBL Deckung Strauchschicht [%]	19	22	17	30
HBL Deckung Baumschicht [%]	0	0	0	0

Technische Konstruktionen: Bepflanzte Pilotenwände im oberen Abschnitt der Heckenbuschlage 01 in gutem Zustand, Pflanzen vital

HBL 01: Die unteren 3 Reihen sind teilweise unterbrochen bzw. abgerutscht. Die Pilotenwände im oberen Abschnitt sind gut erhalten. In den Randzonen wurden Teilbereiche der Heckenbuschlage wegerodiert bzw. durch Akkumulationen überlagert.

HBL 02: Die unteren Reihen sind vom Schuttkegel rechterhand überdeckt.

Allgemeines: Heckenbuschlagen gut identifizierbar; Bodenmaterial leicht mobilisierbar, Erosionen und Akkumulationen in den Randbereichen; intensive Wasseraustritte im ungesicherten mittleren Bereich; starker Fichtenunterwuchs, hoher Ausfall beim Weiden- und Erlenjungwuchs, hoher Totastanteil

Arten der Krautschicht: Achillea millefolium, Alchemilla vulgaris, Artemisia vulgaris, Cirsium arvense, Coronilla varia, Equisetum arvense, Festuca sp., Fragaria vesca, Galium mollugo, Leontodon sp., Leucanthemum vulgare, Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Melilotus alba, Myosotis scorpioides, Oxalis acetosella, Petasites albus, Polypodium vulgare, Primula elatior, Ranunculus sp., Rubus idaeus, Scutellaria galericulata, Silene dioica, Silene dioica, Trifolium repens, Tussilago farfara, Vaccinium myrtillus, Veronica sp., Vicia sativa

## Standort 3 - Trafoierbach

Tab. 11: Gehölze der Heckenbuschlage 01 - Trafoierbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9	Reihe 10
Alnus glutinosa	x	x								
Alnus incana	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fraxinus excelsior	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Larix decidua										
Picea abies	x		x	x	x	x	x	x	x	
Pinus mugo										x
Prunus avium										
Prunus padus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rubus idaeus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix appendiculata	x									x
Salix caprea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Salix purpurea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sorbus aucuparia	x									
<b>Verbiß</b>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
<b>Schäden</b>	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2
<b>Vitalität</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Gehölzart	Reihe 11	Reihe 12	Reihe 13	Reihe 14	Reihe 15	Reihe 16	Reihe 17	Reihe 18		
Alnus glutinosa								x		
Alnus incana	x	x	x	x	x	x	x	x		
Fraxinus excelsior	x		x	x	x	x	x			
Larix decidua	x									
Picea abies	x	x	x	x	x	x	x	x		
Pinus mugo	x									
Prunus avium					x					
Prunus padus	x		x	x	x	x	x			
Rubus idaeus	x	x	x			x	x			
Salix appendiculata	x				x	x	x			
Salix caprea		x	x	x	x	x	x			
Salix purpurea	x	x	x					x		
Sorbus aucuparia						x	x			
<b>Verbiß</b>	1	1	1	1	1	1	1	2		
<b>Schäden</b>	2	2	2	2	2	2	2	2		
<b>Vitalität</b>	2	2	2	2	2	2	2	2		

Tab. 12: Gehölze der Heckenbuschlage 02 - Trafoierbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9	Reihe 10	Reihe 11	Reihe 12
Alnus incana	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Betula pendula	x	x							x			
Fraxinus excelsior	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Larix decidua							x				x	x
Picea abies	x	x										
Prunus avium					x	x	x	x	x	x	x	x
Prunus padus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rubus idaeus			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix appendiculata	x	x										
Salix caprea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix purpurea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Verbiß</b>	2	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<b>Schäden</b>	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Vitalität</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

### 6.3 VEGETATION TRAFOIERBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 12

Purpurweide und Traubenkirsche dominieren Reihe 12 der Heckenbuschlage 01 am Standort Trafoierbach zu je etwa 35 %. Einen bedeutenden Anteil hält die Grauerle mit 22 %, während die Salweide unter 10 % bleibt. In der Heckenbuschlage 01 sind zusätzlich die Esche und die natürlich aufgekommene Fichte sehr häufig zu finden, Vogelbeere und Vogelkirsche sowie die natürlich gekeimten Lärchen und Latschen verteilen sich nur unregelmäßig über den Bestand. Z.T. starke Steinschlagschäden beeinträchtigen die Vitalität der Gehölze, schwacher Verbiss v.a. an der Traubenkirsche, aber auch an der Purpurweide und der Salweide ist eine Folge der Schafbeweidung. Während der Feldarbeiten wurden immer wieder Schafe im Bereich der Heckenbuschlagen beobachtet.

Die Grauerle erreicht Höhen bis 7 m bei Basisdurchmessern bis 15 cm. Traubenkirsche und Purpurweide bleiben unter 5 bzw. 6 m und beherrschen in erster Linie den Jungwuchs, wo auch die Salweide vertreten ist.

## Standort 3 - Trafoierbach

Abb. 43: Gehölzzusammensetzung Standort Trafoierbach – HBL 01 Reihe 12

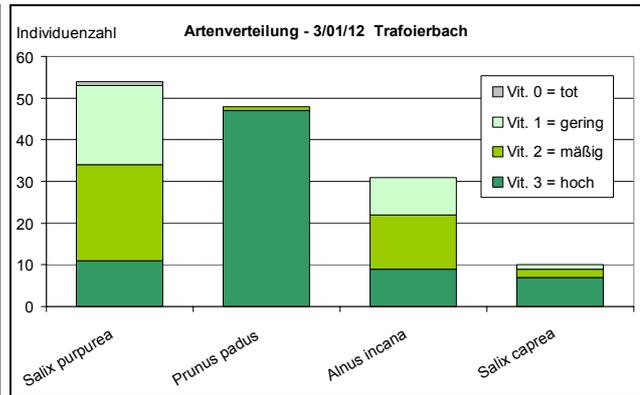
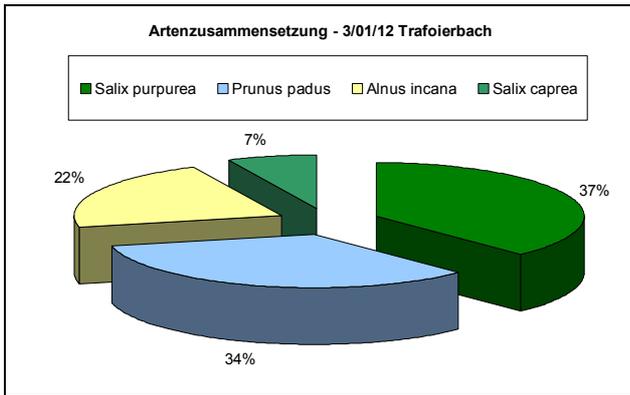


Abb. 44: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Trafoierbach – HBL 01 Reihe 12

Abb. 45: Steinschlagschäden Standort Trafoierbach – HBL 01 Reihe 12

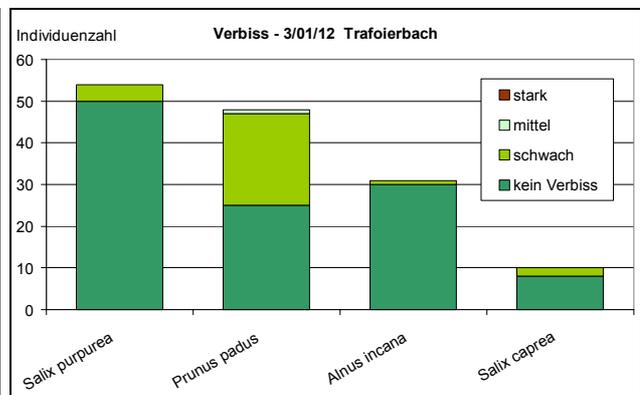
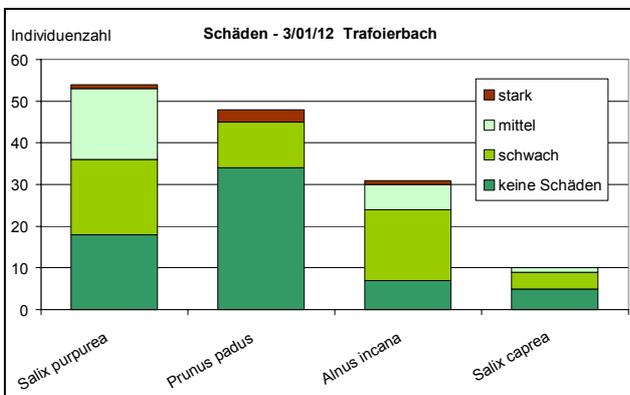


Abb. 46: Verbisschäden Standort Trafoierbach – HBL 01 Reihe 12

Abb. 47: Höhenstruktur Standort Trafoierbach – HBL 01 Reihe 12

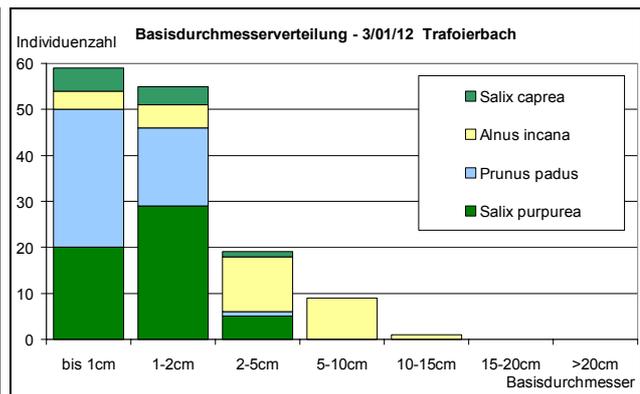
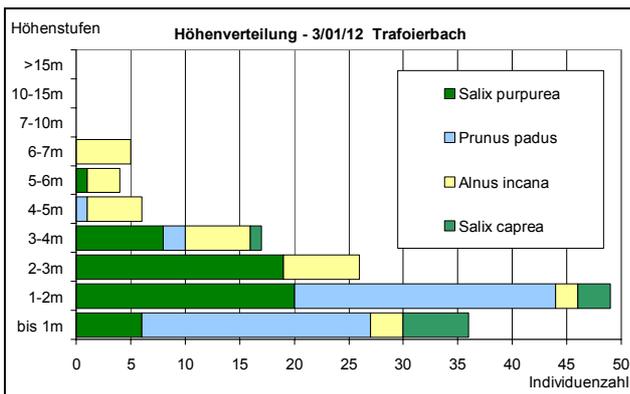


Abb. 48: Basisdurchmesserverteilung Standort Trafoierbach – HBL 01 Reihe 12

6.4 VEGETATION TRAFIOIERBACH - HECKENBUSCHLAGE 02 REIHE 5

Abb. 49: Gehölzzusammensetzung Standort Trafoierbach – HBL 02 Reihe 5

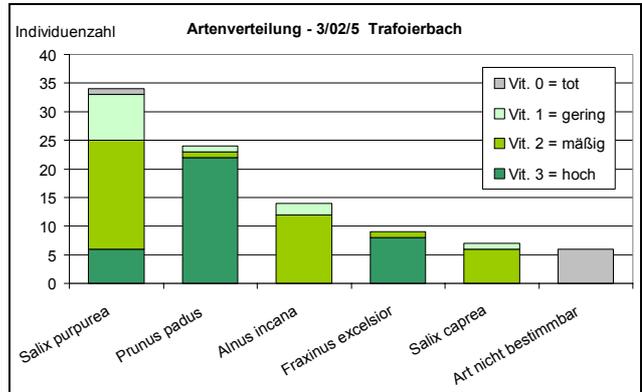
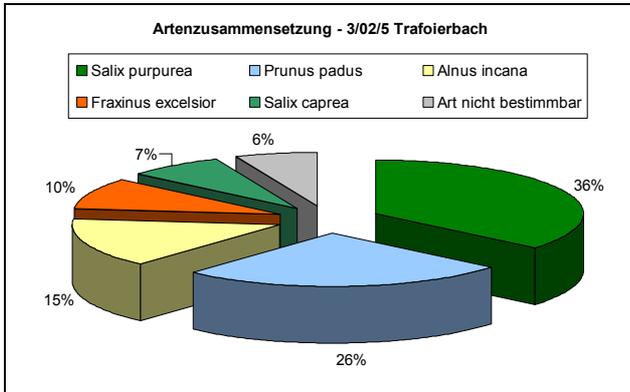


Abb. 50: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Trafoierbach – HBL 02 Reihe 5

Abb. 51: Steinschlagschäden Standort Trafoierbach – HBL 02 Reihe 5

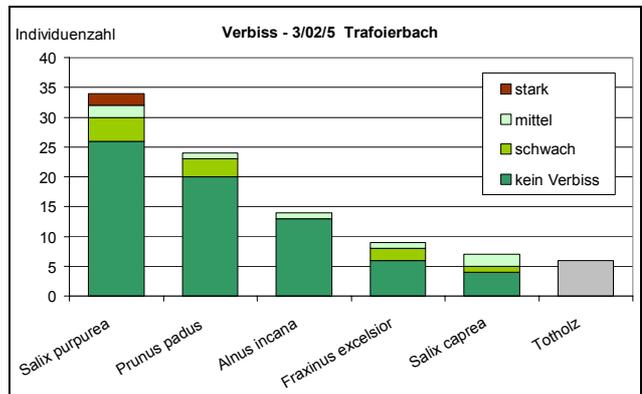
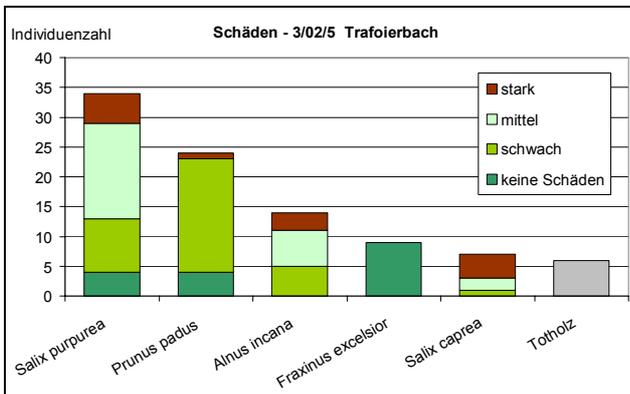


Abb. 52: Verbisschäden Standort Trafoierbach – HBL 02 Reihe 5

Abb. 53: Höhenstruktur Standort Trafoierbach – HBL 02 Reihe 5

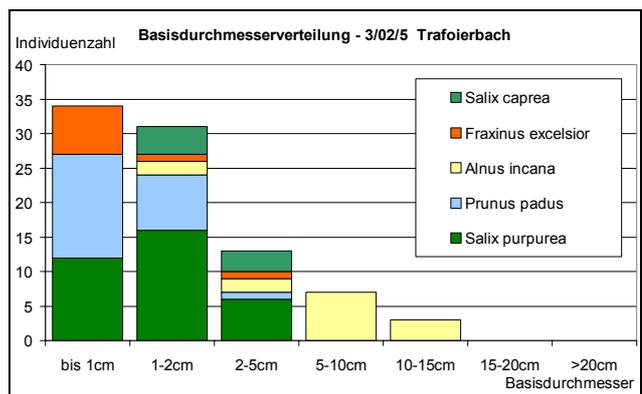
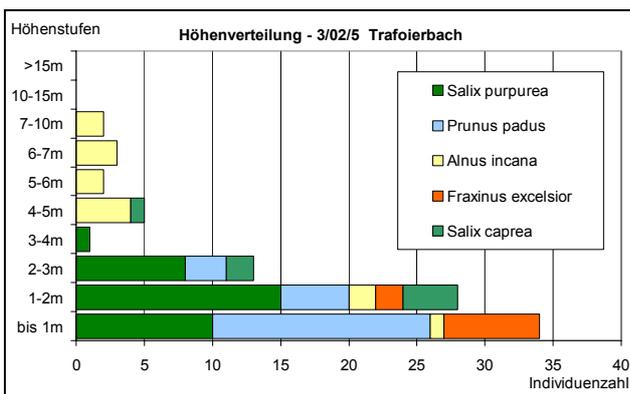


Abb. 54: Basisdurchmesserverteilung Standort Trafoierbach – HBL 02 Reihe 5

Reihe 5 der Heckenbuschlage 02 zeigt ein ähnliches Artenmuster wie die Heckenbuschlage 01. Etwas weniger stark vertreten sind die Traubenkirsche und die Grauerle, dafür ist die Esche mit 10 % präsent. Im Gesamtbestand ist neben der Vogelkirsche, der Großblättrigen Weide, der Lärche und der Fichte auch die Birke zu finden. Die Schäden durch Steinschlag sind an

allen Arten größer als in der Heckenbuschlage 01 und haben nur mäßige Vitalität zur Folge, außerdem sind überall z.T. auch stärkere Verbissspuren zu finden.

Auch hier ist die Grauerle mit Höhen bis 10 m und Basisdurchmessern bis 15 cm am wuchsfreudigsten, die übrigen Arten bleiben unter 5 m Höhen und verteilen sich in den unteren 3 Basisdurchmesserklassen.

Abb. 55: Heckenbuschlage 01 Trafoierbach, Sommer 2005)



Abb. 56: Vitalitätsmindernde Schäden durch Steinschlag

### 6.5 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES TRAFOIERBACH UND DISKUSSION

Die Heckenbuschlagen haben sich verhältnismäßig gut gehalten. Problematisch ist der ungesicherte mittlere Bereich mit den starken Wasseraustritten, sowie die ungesicherten oberen Randbereiche. Fortwährende Erosionen beschädigen laufend die darunter liegenden Reihen.

In den Heckenbuschlagen fällt ein hoher Totastanteil bei den lebenden Individuen auf. Bruchschäden treten in erster Linie an Erlen und Weiden in Folge starken Steinschlages auf. Der Ausfall der eingelegten Gehölze liegt bei der Heckenbuschlage 02 bei 6 %. Die Erle verjüngt sich in beiden Heckenbuschlagen schwach, stark präsent im Unterwuchs sind hier die Weiden, die Traubenkirsche und die Esche. Am gesamten Standort ist die Fichtenverjüngung relativ hoch. Altersbedingte Pflegeschnitte sind derzeit nicht notwendig. Um die Erle im Unterwuchs zu fördern, kann sie dennoch auf den Stock gesetzt werden. Gleichzeitig würde eine Auslichtung den übrigen Arten einen konkurrenzfördernden Vorteil bieten.

Beim Bau der Heckenbuschlage wurde keine Fußsicherung berücksichtigt, was hier jedoch eine untergeordnete Rolle spielt, da das Niveau des mittels Sperrstaffelung gesicherten Bachbettes merklich darunter liegt. Der Hangfuß ist zur Zeit stabil.

Die bepflanzten Krainerwände im rechten Anbruchbereich, die in etwa bis zur Oberkante der Heckenbuschlagen reichen, sind stark beschädigt bzw. vom Schuttkegel übermurt. Der Grund dafür liegt in der ungesicherten Abbruchkante und der hohen Geländeneigung. Durch das grobe Steinmaterial konnte sich die Bepflanzung der Krainerwände nicht etablieren. Die Krainerwände an sich haben wichtigen stabilisierenden Charakter. Starke Holzbeschädigungen

durch den Schuttkegel schränken jedoch die Dauerhaftigkeit des Holzes und somit die Stabilität der Konstruktion ein.

Ein Abböschten der Kante und Sicherung des oberen Geländes wird empfohlen, um somit das Erosionsmaterial mengenmäßig zu kontrollieren. Danach kann eine Sanierung der Bepflanzung in Erwägung gezogen werden.

Abb. 57: Hangfuß mit Trafoierbach bachaufwärts (Sommer 2005)



Abb. 58: Ungesicherte, stark wasserführende Zone zwischen Heckenbuschlage 01 und 02 (Trafoierbach, Sommer 2005)

Abb. 59: Von der Abbruchkante ständig nacherodierendes Material behindert die Pflanzenentwicklung der Holzkrainerwände (Trafoierbach, Sommer 2005)



Abb. 60: Fichtenjungwuchs in den Heckenbuschlagen (Trafoierbach, Sommer 2005)

## 7 Standort 4– SALT

### 7.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SALT

Tab. 13: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
4	Salt Martell	Martelltal	Vinschgauer Schieferzone	1117/1125	SO	31	52	Unterhang (Bachböschung)
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaltungsstufe
1991	3	2	6	5	36,0	40,0	0	trocken - frisch

\*)...nach STAINDL (1967)

#### Geologie des Standortes<sup>9</sup>:

Glimmerschiefer, "Marteller Granit" (Muskovitgranitgneis und Phyllitgneis), Marteller Quarzphyllit

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>10</sup>:

Hang- und Verwitterungsschutt, Flaserige Glimmerschiefer darunter

#### Archivinformationen:

Nach Öffnung des Stausees infolge von Unwettern wurden die Bachböschungen der Plima an mehreren Stellen zerstört (lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth, 10.10.2005). Darauf folgende Maßnahmen waren die Stabilisierung verbauter Bachböschungen unterhalb von Salt, die Bepflanzung mittels Weidensteckhölzern und bewurzelten Laubgehölzen, das Abböschern der überhängenden Abbruchkanten und die Sicherung der rutschgefährdeten Lockermaterialien mittels Heckenbuschlagen.

Verwendetes Pflanzenmaterial: Grauerle, Eberesche, Traubenkirsche, Haselnuss, Schwarzer und Roter Holunder, Eschen, Schwarzpappel, Vogelkirschen, Birken, Bergahorn, Liguster, Weißdorn, Berberitze, Wilde Rose, Gemeiner Schneeball, Schlehdorn etc. (Pflanzenhöhe 80 – 120 cm)

#### Maßnahmen:

- 742 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau
- 1.300 m<sup>2</sup> Begrünung mit Hydrosaat

Projektumfang: keine Angaben

<sup>9</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>10</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Basiskarte digital 1:50 000, Geologische Karte digital 1: 75 000

Abb. 61: Standort Salt 1991 nach Fertigstellung der Heckenbuschlagen (HBL) 01 und 02

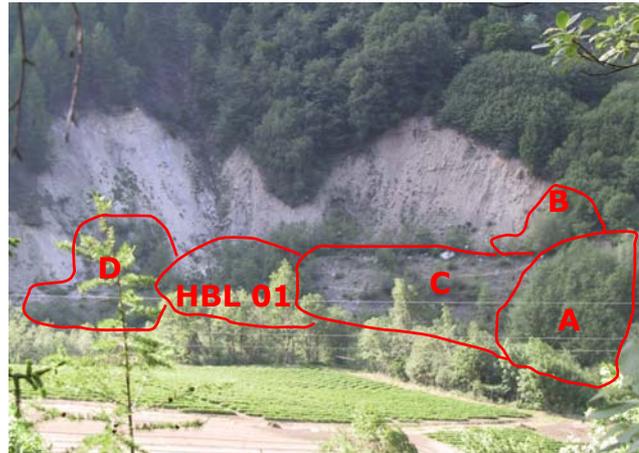


Abb. 62: Standort Salt (Sommer 2005)

## 7.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN SALT

Tab. 14: Bewertung der Heckenbuschlage

Standort 4	Salt	Baujahr	1991	Detailaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01			<b>HBL 01 Reihe 7</b>
max. Reihlänge [m]	26,2			18,5
Gesamtlaufmeter [m]	80,0			-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	249,8			-
Neigung [°]	31			-
Anzahl Reihen	6			-
techn. Konstruktionen	-			-
Schäden techn. Konstruktion	-			-
HBL Gesamtschäden	2			2
Schäden Pflanzen	1			1
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-			25
HBL Deckung Moosschicht [%]	5			5
HBL Deckung Krautschicht [%]	37			40
HBL Deckung Strauchschicht [%]	40			40
HBL Deckung Baumschicht [%]	0			0

Technische Konstruktionen: keine

HBL 01: Sehr weitläufige, fortschreitende Erosionen des Hanganbruches verursachen hohe Substratmobilität. Sehr grobes Akkumulationsmaterial im linken Randbereich durch Grabenerosion von oben, dementsprechend starke Steinschlag-schäden in diesem Bereich, die Pflanzen wachsen allerdings trotz Bruchschäden weiter. Steinschlag- und Bruchschäden auch innerhalb der Heckenbuschlage.

Durch die Wegerneuerung wurden Teilbereiche der unteren Reihe auf den Stock gesetzt

- Abschnitt A: Erlenhain mit Lärche und Hopfen im Unterwuchs, Einzelexemplare von *Salix purpurea* und *Salix alba*, Bestandeshöhe ca. 15 m, im Bestand keine Erosionen allerdings Akkumulationen, Steinschlagschäden bei hoher Vitalität, Bodenwasserverhältnisse frisch, Deckungsgrad der Krautschicht ca. 65 %
- Abschnitt B: Purpurweide-Erlenbestand auf feuchtem Standort, im Unterwuchs Hopfen, Himbeere und Brombeere, Bodenwasserverhältnisse frisch bis feucht, wasserführender Graben, Deckungsgrad der Krautschicht ca. 65 %, Deckungsgrad der Strauchschicht ca. 15 %
- Abschnitt C: Lückiger Bestand aus Grau- und Schwarzerle, Purpurweide, Lärche, Birke, Fichte, Esche, Spirke; keine Erosionen, im unteren Bereich jedoch Akkumulationen; Bodenwasserverhältnisse trocken; Vitalität mäßig bis schlecht, geringe Steinschlagschäden, Deckungsgrad der Krautschicht ca. 40 %, Deckungsgrad der Strauchschicht < 5 %,
- Abschnitt D: Purpurweide dominiert neben Birke, Grauerle, Traubenkirsche, Salweide und Lärche, Wacholder an der Abbruchkante. Identifikation einer Heckenbuschlage nicht möglich, Rudimente von Reihen interpretierbar, möglicherweise wurden ganze Reihen nach unten verschoben. Große Steinschlag- und Bruchschäden durch Materialtransport, ganze Wurzelstöcke liegen frei; Bodenwasserverhältnisse trocken; mittlere Vitalität bei großem Totholzanteil, kein Verbiss. Deckungsgrad der Krautschicht ca. 15 %, Deckungsgrad der Strauchschicht 15 %

Allgemeines: Heckenbuschlage nur teilweise eindeutig identifizierbar; Steile Erosionsflächen mit überhängenden Abbruchkanten behindern die Selbstbesiedelung

Tab. 15: Gehölze der Heckenbuschlage Salt

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6
<i>Alnus incana</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Betula pendula</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Fraxinus excelsior</i>			x			
<i>Humulus lupulus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Larix decidua</i>	x	x	x			
<i>Rubus idaeus</i>	x	x	x			
<i>Salix caprea</i>		x	x			
<i>Salix purpurea</i>		x	x	x	x	x
<i>Sorbus aucuparia</i>				x	x	x
<b>Verbiß</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Schäden</b>	1	1	1	1	0	0
<b>Vitalität</b>	3	3	2	2	2	2

Arten der Krautschicht: *Achillea millefolium*, *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *Coronilla varia*, *Dactylis glomerata*, *Epilobium parviflorum*, *Erysimum cheiranthoides*, *Festuca* sp., *Fragaria vesca*, *Geranium robertianum*, *Hypericum perforatum*, *Leontodon* sp., *Polypodium vulgare*, *Sanguisorba minor*, *Sedum* sp., *Silene dioica*, *Thymus vulgare*, *Trifolium pratense*, *Urtica dioica*

Abb. 63: Die Heckenbuschlage 01 ist anhand der Reihenbildung deutlich erkennbar (Salt, Sommer 2005)



Abb. 64: Wasserführender Graben in Abschnitt B (Salt, Sommer 2005)

Abb. 65: Grauerlenhain von Abschnitt A von oben (Salt, Sommer 2005)



Abb. 66: Im Erlenhain (Abschnitt A) herrschen frische Bodenverhältnisse (Salt, Sommer 2005)

Abb. 67: Trockenbereich Abschnitt C mit lückigem Bewuchs (Salt, Sommer 2005)



Abb. 68: Starker Materialtransport in Abschnitt D (Salt, Sommer 2005)

7.3 VEGETATION SALT - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 7

Abb. 69: Gehölzzusammensetzung Standort Salt – HBL 01 Reihe 7

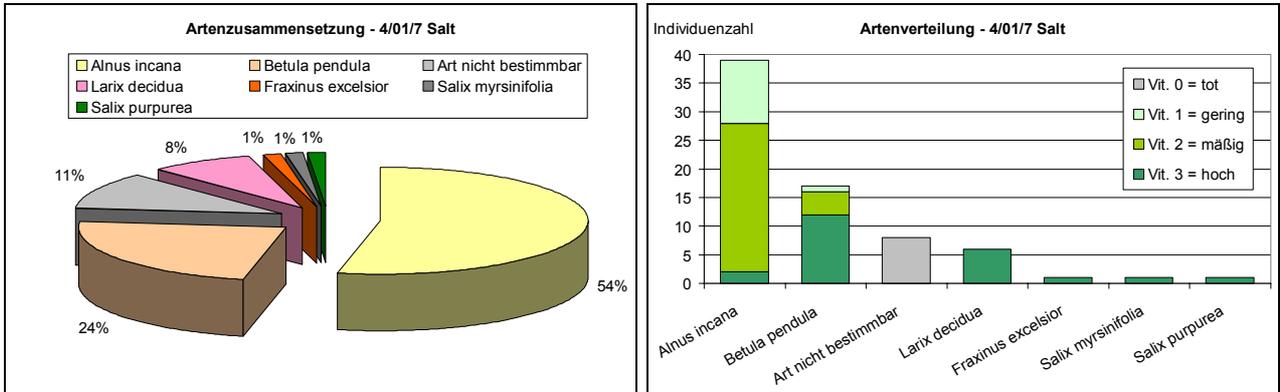


Abb. 70: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Salt – HBL 01 Reihe 7

Abb. 71: Steinschlagschäden Standort Salt – HBL 01 Reihe 7

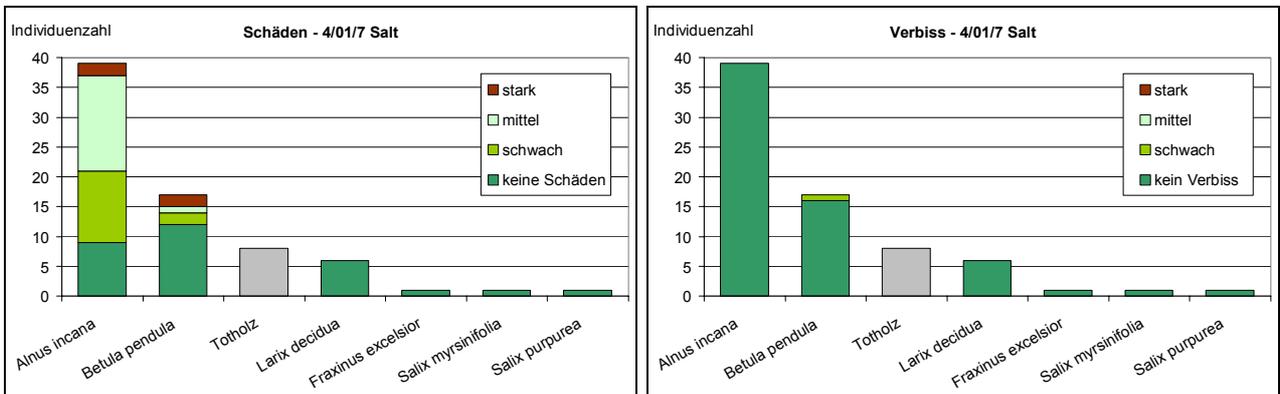


Abb. 72: Verbisschäden Standort Salt – HBL 01 Reihe 7

Abb. 73: Höhenstruktur Standort Salt – HBL 01 Reihe 7

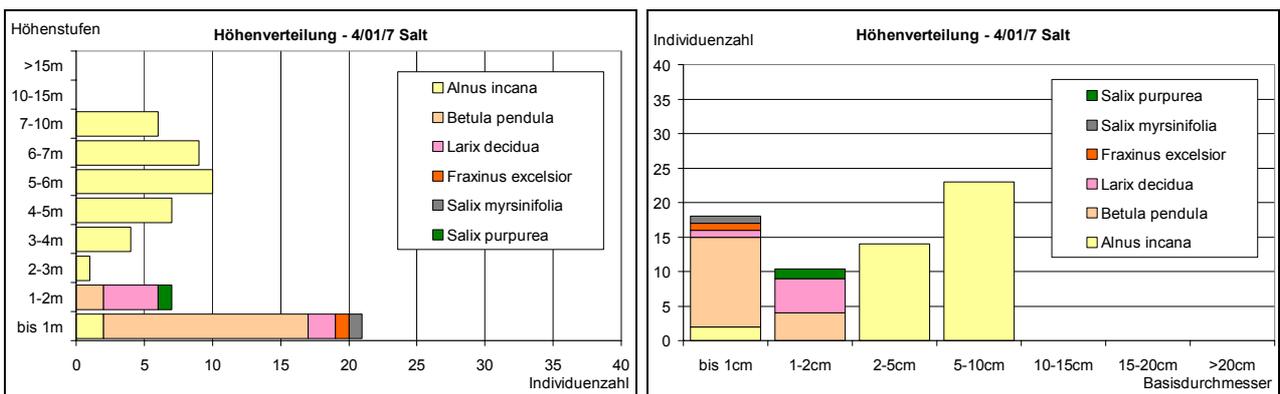


Abb. 74: Basisdurchmesserverteilung Standort Salt – HBL 01 Reihe 7

Reihe 7 am Standort Salt wird zu mehr als 50 % von der Grauerle dominiert, die Wuchshöhen bis 10 m und Basisdurchmesser bis 10 cm aufweist. Einen bedeutenden Anteil mit fast 25 % trägt die Birke. Schwarzweide, Esche und die natürlich aufgekommene Lärche spielen nur untergeordnete Rollen und sind ausschließlich in den kleinen Höhen- und

Basisdurchmesserklassen zu finden. Im Gesamtbestand kommen außerdem noch der Hopfen und die Vogelbeere vor.

Die Beeinträchtigung durch Steinschlag hatte einen Ausfall von 11 % zur Folge und schränkt vor allem die stärker präsenzte Grauerle in ihrer Vitalität durch Bruchschäden ein. Verbißspuren sind nur gering.

### 7.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SALT UND DISKUSSION

Die Abgrenzung der Heckenbuschlage 01 gestaltete sich sehr schwierig. Es konnte nicht mit Sicherheit beurteilt werden, ob die rudimentären Bestände des Abschnittes D ursprünglich zur Heckenbuschlage gehörten oder sich später durch Selbstbesiedelung entwickelten. Weiters konnte die auf den Archivfotos eindeutig erkennbare zweite Heckenbuschlage (vergl. Abb. 61) nicht gefunden werden. Im Erlenhain in Abschnitt A konnte keine reihenförmige Anordnung der Pflanzen nachvollzogen werden. Die Pflanzen in Abschnitt C sind zu jung und sehr lückig, eine ehemalige Heckenbuschlage kann auch hier ausgeschlossen werden. Anhand der Archivfotos kann die Lage der Heckenbuschlage 02 nur vage zugeordnet werden, da sich die Umrisse des Anbruches verändert haben. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Heckenbuschlage 02 evt. im Zuge von Neumaßnahmen zerstört worden ist.

Zusätzlich verwirrend sind weitere Baumaßnahmen seit der Errichtung der Heckenbuschlagen. Das Niveau des Weges wurde offensichtlich erhöht, die Böschung bis zum Bachbett bepflanzt. Der Böschungsfuß entlang des Baches ist mittels Zyklopenmauerwerk effizient gesichert, der Gehölzbestand am Böschungsufer ist stabil. Entlang des Weges wurden die Gehölze z.T. auf den Stock gesetzt.

In der Heckenbuschlage 01 verursacht sehr grobes Akkumulationsmaterial sehr starke Schäden an den Pflanzen und beeinträchtigt die Vitalität des Bestandes sowie die Selbstbesiedelung. Der Totholzanteil liegt bei 11 %. Die Randzonen der Heckenbuschlage 01 wurden zum Teil wegerodiert, in diesen lichten Trockenzonen siedelt die Birke neben der Erle als zweite Charakterart.

Verjüngungs- bzw. Auslichtungsschnitte sind am Standort Salt derzeit nicht notwendig. Die Ausschlagfähigkeit der Erle nach Bruch ist verhältnismäßig hoch, sie verjüngt sich somit laufend selbst. Problematisch für die Regenerationsfähigkeit könnten die Stammschäden durch den Steinschlag werden. Der Abbruchbereich oberhalb der Heckenbuschlage ist mittlerweile doppelt so hoch wie zum Zeitpunkt des Baues. Die ständigen Erosionen sollten unbedingt eingedämmt werden, um die Stabilität der Heckenbuschlage 01 zu gewährleisten. Es wird empfohlen, die Anrissoberkanten entlang des Altbestandes zu sichern, um einerseits eine Ausdehnung nach oben zu verhindern und andererseits die Vegetationsbestände der Abschnitte A – D zu schützen.

Abb. 75: Fortschreitende Erosionen vergrößerten den Anriss nach oben (Salt, Sommer 2005)



Abb. 76: Akkumulationen von Grobmaterial und Blockwurfreste entlang des Weges unterhalb der Heckenbuschlage 01 (Salt, Sommer 2005)

Abb. 77: Sehr grobes Akkumulationsmaterial in der Heckenbuschlage 01 (Salt, Sommer 2005)



Abb. 78: Der Anriss oberhalb des Abschnittes D ist der Hauptlieferant für das Erosionsmaterial (Salt, Sommer 2005).

Abb. 79: Intensiver Gehölzbruch durch Steinschlag in Abschnitt D und den Randzonen der Heckenbuschlage 01 (Salt, Sommer 2005)



Abb. 80: Massive Stammschäden durch Steinschlag beeinträchtigen die Vitalität (Salt, Sommer 2005).

## 8 Standort 5 – SULDENBACH

### 8.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SULDENBACH

Tab. 16: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geo-graphische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
5	Suldenbach	Prad - Suldenbach	Vinschgauer Schieferzone	1057/1083	OSO	37	75	Unterhang (Bachböschung)
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaltungsstufe
1989	4	1	18	17	25,2	53,3	0	frisch

\*)...nach STAINDL (1967)

#### Geologie des Standortes<sup>11</sup>:

Moränen, Granitgneise, Augen- und Flasergneise, Migmatite und Anatexite

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>12</sup>:

Hang- und Verwitterungsschutt, Phyllitgneis

#### Archivinformationen:

Durch die Unwetter von 1987 wurden die Ufer des Suldenbaches stark beschädigt. Teile des Baches wurden 1 Jahr später verbaut. Die Lockerbereiche der Uferanbrüche wurden 1989 mittels Heckenbuschlagen gesichert und 1994 mit Holzkrainervänden ergänzt. Zusätzliche Sicherungen mittels bepflanzten Pilotenwänden sind keinem genauen Zeitpunkt zuordenbar. Hangbepflanzungen und Hydrosaat als zusätzliche Maßnahmen.

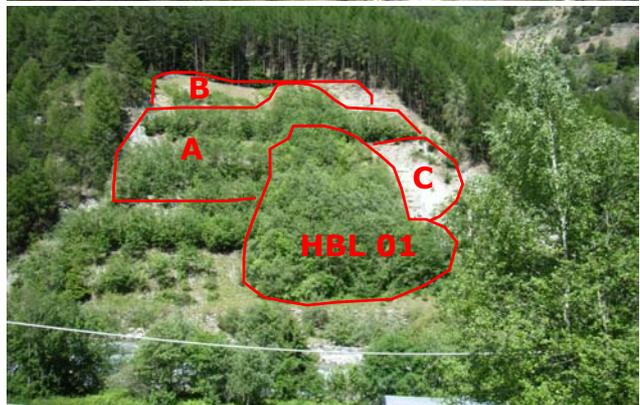
#### Verwendetes Pflanzenmaterial:

Grauerle, Eberesche, Traubenkirsche, Haselnuss, Schwarzer und Roter Holunder, Eschen, Schwarzpappel, Vogelkirschen, Bergahorn, Liguster, Weißdorn, Berberitze, Schlehdorn, Heckenkirsche, Kreuzdorn, Steinweichsel, Schwarzerle

Abb. 81: Standort Suldenbach 6 Jahre nach dem Bau der Heckenbuschlagen



Abb. 82: Standort Suldenbach (Sommer 2005)



#### Maßnahmen 1989:

- 1.440 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau
- 9.146 m<sup>2</sup> Begrünung mit Hydrosaat
- 

Projektumfang: ca. 27.000.000 Lire

<sup>11</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>12</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Basiskarte digital 1:50 000, Geologische Karte digital 1: 75 000

8.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGEN SULDENBACH

Tab. 17: Bewertung der Heckenbuschlage

Standort 5	Suldenbach	Baujahr	1989	Detailaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01			<b>Reihe 12</b>
max. Reihenlänge [m]	38,0			24,15
Gesamtlaufmeter [m]	478,3			-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	1001,6			-
Neigung [°]	37			-
Anzahl Reihen	18			-
techn. Konstruktionen	Holzkrainerwände	Pilotenwände		-
Schäden techn. Konstruktion	0	1		-
HBL Gesamtschäden	1			1
Schäden Pflanzen	1			1
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-			12
HBL Deckung Moosschicht [%]	5			5
HBL Deckung Krautschicht [%]	25			40
HBL Deckung Strauchschicht [%]	53			50
HBL Deckung Baumschicht [%]	0			0

Technische Konstruktionen: in der Heckenbuschlage keine, außerhalb Holzkrainerwände und Pilotenwände

HBL 01: Akkumulationsmaterial stammt aus dem Bereich der Heckenbuschlagen. Gute Vitalität der Pflanzen trotz hohem Totholzanteil und Steinschlagschäden. Die Traubenkirsche weist starke Blattverfärbungen auf. Zum Teil waren die Gehölze auf den Stock gesetzt.

Abschnitt A: Bepflanzte Pilotenwände, die z.T. unterspült sind. Die Pflanzen weisen mäßige Vitalität auf. Großflächige Erosionen in den Randbereichen.

Abschnitt B: Bepflanzte Holzkrainerwände, die keine bedeutenden Schäden oder Mängel aufweisen. Einzelgehölzpflanzung mit Birken, Eberesche und Wilder Rose

Abschnitt C: Sicherung mittels unbepflanzten Pilotenwänden und Jutenetz, das stark zersetzt ist. Einzelgehölzpflanzung mit Eberesche, Wilder Rose und Berberitze

Arten der Krautschicht: Achillea millefolium, Bromus erectus, Cirsium arvense, Festuca sp., Fragaria vesca, Melilotus alba, Pteridium aquilinum, Rubus idaeus, Sanguisorba minor, Silene dioica, Urtica dioica, Vicia sativa

Tab. 18: Gehölze der Heckenbuschlage Suldenbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9	Reihe 10
Alnus incana	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fraxinus excelsior	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Humulus lupulus							x	x	x	x
Larix decidua										
Lonicera xylosteum										
Picea abies										
Prunus padus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rubus idaeus					x	x	x	x	x	x
Salix purpurea				x	x	x	x	x	x	x
Sorbus aucuparia							x	x	x	x
<b>Verbiß</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Schäden</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Vitalität</b>	3	3	3	3	1	2	2	2	2	2

Gehölzart	Reihe 11	Reihe 12	Reihe 13	Reihe 14	Reihe 15	Reihe 16	Reihe 17	Reihe 18	Reihe 19
Alnus incana	x	x							
Fraxinus excelsior	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Humulus lupulus	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Larix decidua					x	x	x	x	x
Lonicera xylosteum		x	x	x	x	x	x	x	x
Picea abies			x	x	x	x	x	x	x
Prunus padus	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rubus idaeus	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix purpurea	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sorbus aucuparia	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Verbiß</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Schäden</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Vitalität</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2

8.3 VEGETATION SULDENBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 12

Die Purpurweide hält den höchsten Anteil von 38 % und wird von der Esche mit 25 % unterstützt. Neben der Vogelkirsche mit 11 % kommen noch die Lorbeerweide, die Grauerle und die Heckenkirsche zu geringen Anteilen vor. Die Fichte, die Lärche und der Hopfen sind natürlich gekeimt und im Gesamtbestand immer wieder zu finden. Der Totholzanteil von knapp 20 % ist in erster Linie auf Bruchschäden durch Selbstregulation zurückzuführen. Die Vitalität v.a. der Purpurweide und der Esche ist eingeschränkt, Steinschlag spielt eine untergeordnete Rolle, Verbiss tritt nicht auf.

Die wenigen Grauerlen bestimmen die stärksten Durchmesser bis 20 cm und Oberhöhen bis zu 10 m. Die Purpurweide erreicht ebenfalls Höhen bis 10 m bei Basisdurchmessern bis 10 cm. Traubenkirsche und Esche erreichen 6 m Höhen und halten sich primär in den kleineren Basisdurchmesserklassen auf. Auffällig ist die Dominanz der mittleren Höhen- und Durchmesserklassen.

Abb. 83: Gehölzzusammensetzung Standort Suldenbach – HBL 01 Reihe 12

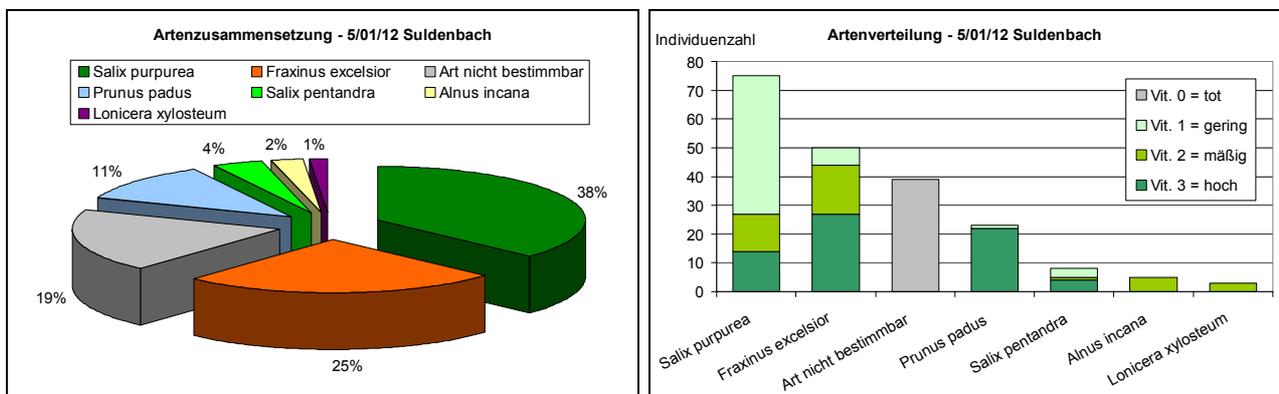


Abb. 84: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Suldenbach – HBL 01 Reihe 12

## Standort 5 - Suldenbach

Abb. 85: Pflanzenschäden Standort Suldenbach – HBL 01 Reihe 12

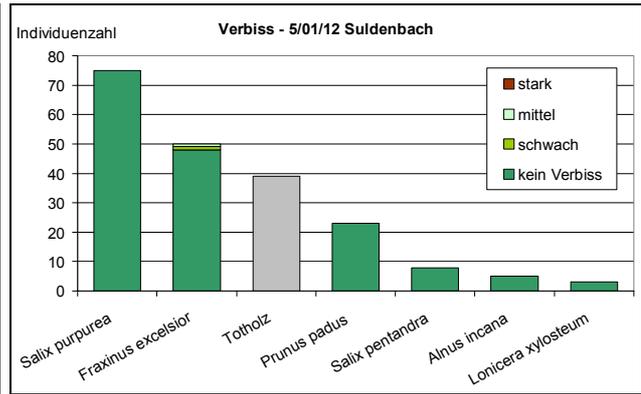
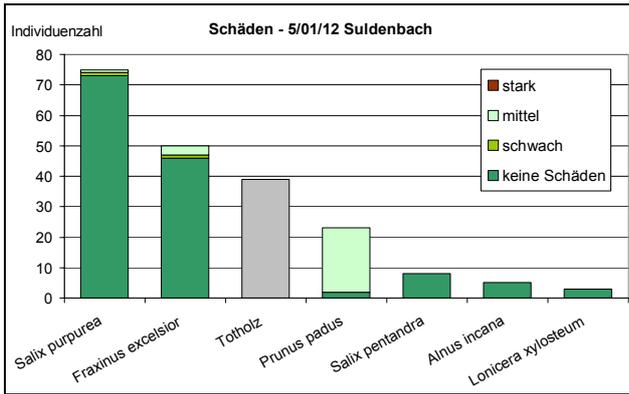


Abb. 86: Verbisschäden Standort Suldenbach – HBL 01 Reihe 12

Abb. 87: Höhenstruktur Standort Suldenbach – HBL 01 Reihe 12

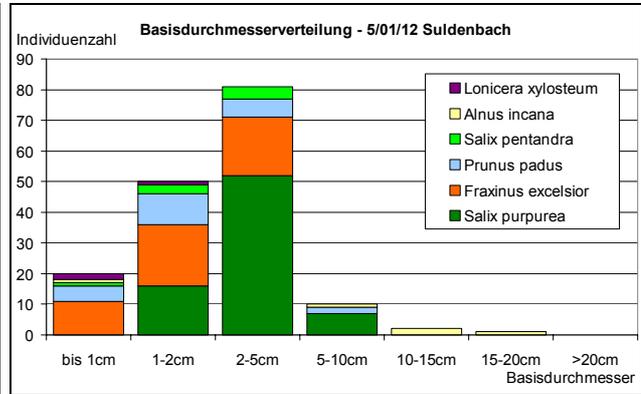
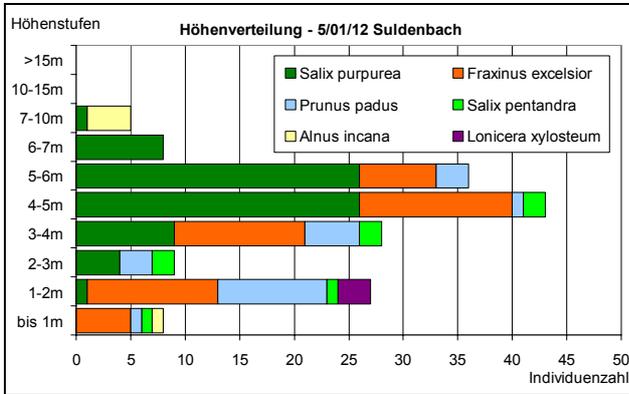


Abb. 88: Basisdurchmesserverteilung Standort Suldenbach – HBL 01 Reihe 12

Abb. 89: Guter Bewuchs innerhalb der Heckenbuschlage mit Purpurweide und Esche als Charakterart (Suldenbach, Sommer 2005)



Abb. 90: Hoher Totholzanteil durch Weiden- und Erlenbruch (Suldenbach, Sommer 2005)

### 8.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SULDENBACH UND DISKUSSION

Die Wirksamkeit der Heckenbuschlage am Standort Suldenbach ist sehr hoch. Nicht zuletzt aufgrund der effizienten Zusatzmaßnahmen konnte eine beinahe geschlossene Vegetationsschicht erreicht werden. Durch die Sicherung der Abbruchkante mittels Jutenetz treten keine

Erosionen in diesem Bereich auf, die die Heckenbuschlage gefährden. Lediglich geringer Bodenabriss im linken Randbereich zum Altbestand hin liefert potentiell Transportmaterial. Der obere Hangabschnitt wird jedoch durch die bepflanzten Holzkrainerwände sehr gut stabilisiert. Der Blocksteinwurf zur Böschungsfußsicherung entlang des Bachbettes bietet der Heckenbuschlage außerdem ausreichende Stabilität von unten.

Großflächiger Substrattransport tritt nur im Bereich der Pilotenwände auf. Hier sind die wenigen Pflanzen äußerst unterentwickelt und durch Steinschlag beschädigt. Die Pilotenwände sind häufig unterspült und hängen in der Luft.

Innerhalb der Heckenbuschlage weisen Steinschlagschäden sowie Akkumulationsmaterial auf geringfügige Bewegungen hin, wobei es aber keine offenen Bodenzonen gibt. Der Bestand ist geprägt durch hohen Bruch, der Totholzanteil liegt bei 19 %. Auffällig ist die geringe Erlenpräsenz. Dadurch können sich jedoch Esche und Traubekirsche gut etablieren. Es ist zu erwarten, dass der Anteil an Purpurweiden in den nächsten Jahren noch zurückgeht. Trotz hoher Artenvielfalt beim verwendeten Pflanzmaterial konnten sich nur wenige Arten halten.

Kurzfristig problematisch könnte der Bereich unterhalb der Abbruchkante werden. Das Jutenetz ist mittlerweile stark zersetzt, aufgrund der hohen Neigung ist die Selbstbesiedelung gering. Das angegriffene Jutenetz sollte möglichst bald ersetzt oder durch zusätzliche Maßnahmen wie intensivere Gehölzpflanzungen oder punktuell platzierte Holzkonstruktionen unterstützt werden.

Um eine Vergrößerung der offenen Bodenzonen im rechten Hangbereich zu vermeiden, sollte hier ebenfalls flächendeckende Stabilisierungsmaßnahmen gesetzt werden. Eine Restaurierung und Erweiterung der Pilotenwände bis zum angrenzenden Altbestand mit flächigen Begrünungsmaßnahmen dazwischen oder punktuell gesetzte Holzkrainerwände mit Bepflanzung können fortschreitende Erosionen und eine Vergrößerung der Anrissflächen verhindern.

Abb. 91: Durch den stabilisierten Böschungsfuß und die gesicherte Abbruchkante konnte sich die Heckenbuschlage ungehindert entwickeln (Suldenbach, Sommer 2005)



Abb. 92: Ständige Erosion führte zu schlechter Pflanzenentwicklung bei den Pilotenwänden (Suldenbach, Sommer 2005)

Abb. 93: Gute Pflanzenentwicklung bei den Holzkrainerwänden oberhalb der Hechenbuschlage (Suldenbach, Sommer 2005)



Abb. 94: Bereits stark zersetztes Jutenetz entlang der Abbruchkante (Suldenbach, Sommer 2005)

## 9 Standort 6 – PRÜNSTERLAHN

### 9.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT PRÜNSTERLAHN

Tab. 19: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geo-graphische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
6	Prünster Lahn	Schenna Velterbach	Zone der alten Gneise	ca. 1250**	N	34	70	Grabenflanke
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaus-haltsstufe
1989	4	1	12	11	80,0	70,0	0	trocken - frisch

\*)...nach STAINDL (1967)

\*\*) keine genaue Angaben wegen Geräteausfall

#### Geologie des Standortes<sup>13</sup>:

Biotitplagioklasgneise, Glimmerschiefer, Phyllitgneise, Mylonitische Schiefer

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>14</sup>:

Kontaktmetamorpher Quarzporphyr

#### Archivinformationen:

1980 sind nach heftigen Gewittern 2 ha (300.000 m<sup>3</sup> Material) in den Masulgraben gerutscht. Die Ursache wurde im Bau der Trinkwasserleitung mit dem entsprechenden Zufahrtsweg in dem äußerst labilen Gelände (lockerer Hangschutt bei starker Quellführung) vermutet. Konsolidierungssperren wurden in den Jahren davor gebaut, der rechte Teil der Grabenflanke wurde 1986 mit Heckenbuschlagen gesichert. Bau von Dränfaschinen und Holzkandeln waren für 1989 vorgesehen. Weiters wurden Heckenbuschlagen sowie Hydrosaart bzw. die Nachbesserung der älteren Jutenetz- und Bitumenstrohdecksaaten geplant.

Verwendete Pflanzen: Weidensteckhölzer, bewurzelte Grauerlen, Eschen und Traubenkirschen.

Abb. 95: Heckenbuschlage Prünsterlahn im September 1990 (Foto oben)

Abb. 96: Standort Prünsterlahn Sommer 2005 (Foto unten)



#### Maßnahmen 1989:

- 1.350 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau
- 735 m<sup>2</sup> Begrünung mit Hydrosaart

Projektumfang: ca. 21.000.000 Lire

<sup>13</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>14</sup> SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NATIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

9.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE PRÜNSTERLAHN

Tab. 20: Bewertung der Heckenbuschlage

Standort 6	Prünsterlahn	Baujahr	1989	Detailaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01			Reihe 3
max. Reihenlänge [m]	31,9			20,9
Gesamtlaufmeter [m]	276,0			-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	522,2			-
Neigung [°]	34			-
Anzahl Reihen	12			-
techn. Konstruktionen	Pilotenwände	Stahlseile		-
Schäden techn. Konstruktion	3	1		-
HBL Gesamtschäden	2			2
Schäden Pflanzen	3			3
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-			47
HBL Deckung Moosschicht [%]	20			20
HBL Deckung Krautschicht [%]	85			85
HBL Deckung Strauchschicht [%]	70			70
HBL Deckung Baumschicht [%]	0			0

Technische Konstruktionen: Pilotenwände mit Seilverspannungen innerhalb der Heckenbuschlage, im oberen Anbruchbereich bepflanzte Holzkrainerwände und Hangroste, Betonsperren, Zyklopmauer als Wegaussicherung

HBL 01: Die Heckenbuschlage ist durch massiven Steinschlag und Bruch sowie Verschiebung der Reihen beeinträchtigt. Die Pilotenwände sind z.T. vollständig herausgerissen und verschoben bzw. gebrochen. Die Krautschicht ist bei hoher Deckung gut ausgebildet, es sind keine Erosionen sichtbar.

Tab. 21: Gehölze der Heckenbuschlage Standort Prünsterlahn

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8	Reihe 9	Reihe 10	Reihe 11	Reihe 12
Alnus incana	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alnus viridis								x				
Rubus idaeus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix caprea x appendiculata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salix purpurea	x							x	x	x	x	x
Sorbus aucuparia					x	x	x	x	x	x	x	x
Verbiß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schäden	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Vitalität	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Arten der Krautschicht: Achillea millefolium, Agrostis tenuis, Artemisia vulgaris, Epilobium parviflorum, Festuca rubra, Fragaria vesca, Hieracium sp. Leontodon sp., Lupinus perennis, Petasites albus, Senecio fuchsii, Urtica dioica

9.3 VEGETATION PRÜNSTERLAHN - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 3

Abb. 97: Gehölzzusammensetzung Standort Prünsterlahn – HBL 01 Reihe 3

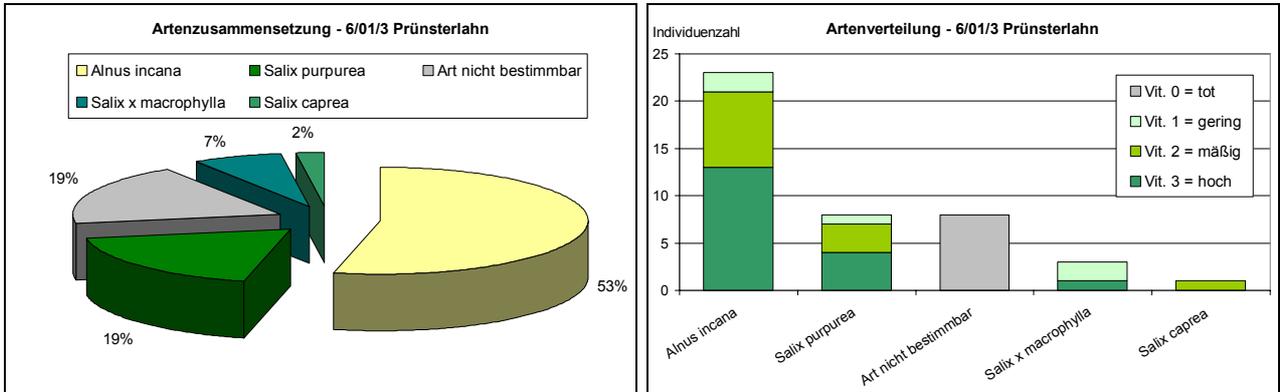


Abb. 98: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Prünsterlahn – HBL 01 Reihe 3

Abb. 99: Steinschlagschäden Standort Prünsterlahn – HBL 01 Reihe 3

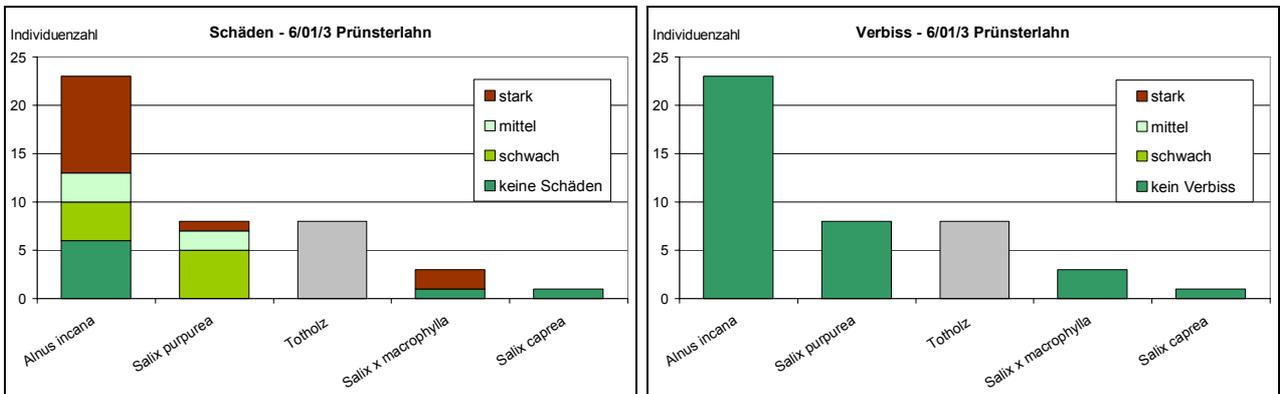


Abb. 100: Verbisschäden Standort Prünsterlahn – HBL 01 Reihe 3

Abb. 101: Höhenstruktur Standort Prünsterlahn – HBL 01 Reihe 3

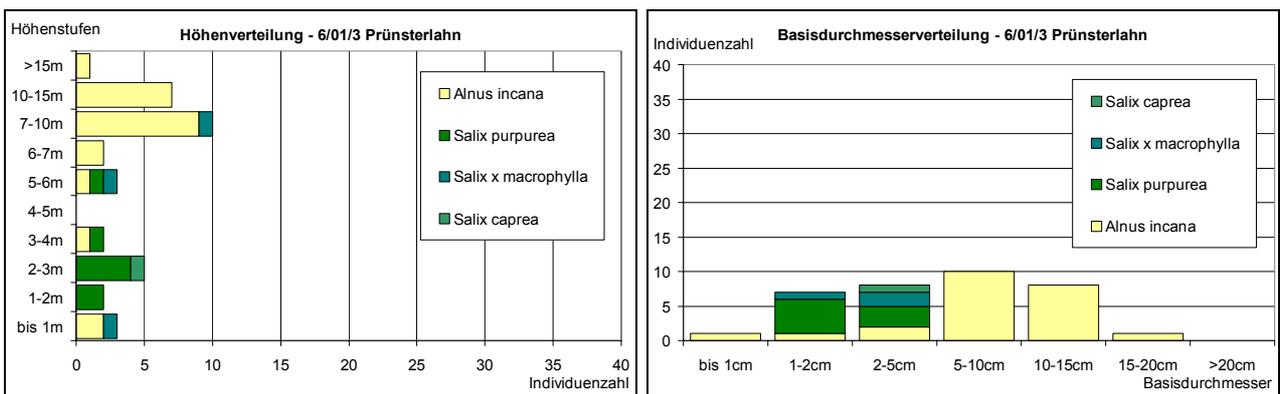


Abb. 102: Basisdurchmesserverteilung Standort Prünsterlahn – HBL 01 Reihe 3

Der Standort Prünsterlahn wird zu mehr als der Hälfte von der Grauerle dominiert, die Purpurweide hält einen bedeutenden Anteil von knapp 20 % inne. Neben einem Totholzanteil von ebenfalls fast 20 % sind noch die Salweide und der Hybrid zwischen Salweide und Großblättriger Weide vertreten. Weiters im Bestand zu finden sind vereinzelt Grünerlen sowie

die Vogelbeere. Die Vitalität des Bestandes ist aufgrund der durch Steinschlag bedingten Bruchschäden mäßig bis eingeschränkt, Verbißschäden wurden keine bemerkt. Die Grauerle bestimmt die Bestandeshöhe von über 15 m bei Basisdurchmessern bis 20 cm, ist jedoch im Jungwuchs nur spärlich vertreten. Die Weiden erreichen vereinzelt Höhen bis 10 m und dominieren die Basisdurchmesserklassen 1-2 cm und 2-5 cm.

Abb. 103: Erlenbestand mit 20 % Totholzanteil durch Bruch (Prünsterlahn, Sommer 2003)



Abb. 104: Die Pilotenwände im unteren Teil der Heckenbuschlage wurden massiv nach unten gedrückt (Prünsterlahn, Sommer 2005)

#### 9.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES PRÜNSTERLAHN UND DISKUSSION

Die Heckenbuschlage am Standort Prünsterlahn hat sich zu einem geschlossenen Erlenbestand mit einem kleinen Weidenanteil entwickelt. Baumbruch und massiver Steinschlag schränken die Vitalität etwas ein. Im Unterwuchs konnte sich eine geschlossene Krautschicht etablieren, dennoch ist das Gelände in Bewegung. Teile der Heckenbuschlage sind ausgebrochen bzw. Reihen nach unten gerutscht, wodurch Lücken im Bestand entstanden sind. Der Großteil der Pilotenwände, die bereits fortgeschrittene Festigkeitsverluste aufwiesen, wurde stark nach unten verschoben.

Trotz wesentlicher Deformationen ist die Heckenbuschlage stabil. Der Lagenbau hat den Hang soweit beruhigt, dass sich unterhalb eine geschlossene Vegetationsschicht durch Selbstbesiedelung einstellen konnte (vergl. Abb. 96).

Die Heckenbuschlagen wurden aus zur Zeit nicht nachvollziehbaren Gründen nur z.T. bis direkt unterhalb des Weges gebaut (vergl. Grundriss der Heckenbuschlage in Abb. 95). Lt. mündlichen Angaben von Prof. Florineth wurden nur Lockermaterialien vom Wegaushub gesichert. Der ungesicherte linke Teil des Forstweges wurde offenbar später mittels Zyklopenmauerwerk nachgestützt. Zur Zeit scheint der Abschnitt unterhalb des Forstweges stabil, die Grabeneintiefungen durch fortwährenden Materialabtrag links und rechts der Heckenbuschlage könnten möglicherweise die Sicherheit des Weges gefährden.

Anhand der Basisdurchmesserverteilung (Abb. 102) ist ablesbar, dass der Jungwuchs im stark erlendominierten Bestand unterdrückt ist. Verjüngungsschnitte v.a. an Exemplaren mit größeren Durchmessern werden empfohlen, um eine Überalterung zu vermeiden und den Bestand im mobilen Gelände elastisch zu halten. Die Verjüngung der an sich regenerationsfreudigen Erlen soll auf jeden Fall gefördert werden. Außerdem müssen die offenen Gräben links und rechts der Heckenbuschlage unter Beobachtung gehalten werden. Ausgedehnte Schäden der Vegetation durch Steinschlag und Akkumulationsmaterial sowie eine Vergrößerung der Erosionsflächen sollten vermieden werden. Punktuelle Stabilisierungselemente im Grabenbereich können einer Eintiefung und damit verbundenem vergrößertem Materialtransport entgegenwirken.

Abb. 105: Massiver Steinschlag in den Randzonen der Heckenbuschlage (Prünsterlahn, Sommer 2005)



Abb. 106: Fortgeschrittene Zersetzung der Pilotenwände (Prünsterlahn, Sommer 2003)

Abb. 107: Von der Seite gut erkennbare Reihen der Heckenbuschlage, im Vordergrund ausgedehnte Grabenerosion (Prünsterlahn, Sommer 2005)



Abb. 108: Hohes Erosionspotential im offenen Grabenbereich unterhalb der Zyklopenmauer (Prünsterlahn, Sommer 2005)

Am Standort Prünsterlahn ist in erster Linie das unruhige Gelände oberhalb des Weges problematisch, was bereits bei den Untersuchungen zu den Hangrosten 2005 (STANGL & SCARPATETTI, 2005, S.7 ff) diskutiert wurde. Die Abbruchkante stellt das Hauptdepot für permanenten Materialabtrag dar. Einzelne Holzverbauungen wie Krainerwände und Hangroste wurden immer wieder beschädigt, im letzten Jahrzehnt waren wiederholte Sanierungsarbeiten notwendig. Lediglich die Bereiche, die 1986 und 1989 mittels Heckenbuschlagen gesichert wurden, blieben beruhigt. Nach Vorschlag von STANGL & SCARPATETTI (2005, S. 11) wurden im Sommer 2005 große Teile des oberen Anrissbereiches stabilisiert, wobei bepflanzte Holzkrainerwände und Hangroste sowie Heckenbuschlagen kombiniert mit Bitumenstrohdecksaaten zum Einsatz kamen.

Zum Zeitpunkt der Außenaufnahmen im August 2005 waren die Bauarbeiten bereits abgeschlossen. Die beinahe flächendeckende Sanierung lässt in jedem Fall eine Beruhigung der Oberflächenerosionen erwarten. Zu ergänzen sind die noch ungesicherten Zonen unterhalb der Abbruchkante sowie im Hauptgraben. Selbst kurz nach Fertigstellung der Konstruktion war bereits starke Rillenbildung erkennbar (Abb. 109). Loses Bodensubstrat ist auf dem sehr

steilen Gelände äußerst mobil und wird durch Niederschlag sofort abgetragen, selbst wenn die Konstruktionen darüber ausreichenden Stabilisierungscharakter mit Tiefenwirkung aufweisen. Flächenwirksamer Substratrückhalt z.B. mittels Decksäen bzw. Bepflanzungen ist hier noch unbedingt notwendig.

Eine gute Einbindung der äußeren Enden der Konstruktionen in den Hang ist großteils gelungen, bei der 3. Holzkrainerwand von oben bzw. bei den Krainerwänden im rechten Hangbereich jedoch mangelhaft. Die fast freiliegenden Enden der Holzkästen stellen potentielle Schwachstellen v.a. in Bezug auf seitliche Auswaschung und Unterspülung und somit neuerlichem Materialabtrag mit eintiefendem Grabeneffekt dar.

Etwas eigenartig erscheint die Vorgehensweise bei der Bitumenstrohdecksaat im Bereich der Heckenbuschlagen. Während Teile der Strohecke unbespritzt blieben, war ein Großteil der bewurzelten Laubgehölze stark mit Bitumen bespritzt. Der für das Stroh erwünschte Effekt der Verklebung kann für die jungen Laubbäume stark vitalitätseinschränkend sein, zumal durch die Abdunklung der Blätter die Photosynthese- und Assimilationsvorgänge behindert werden. Es wird empfohlen, die Arbeiter in der korrekten Anwendung der einzelnen Arbeitsschritte zu schulen, um derlei erfolgsbehindernde Fehler zu vermeiden.

Abb. 109: Starke Rillenbildung bereits kurz nach Abschluss der Bauarbeiten in den ungesicherten Bereichen (Prünsterlahn, Sommer 2005).



Abb. 110: Unsachgemäße Ausführung der Bitumenstrohdecksaat im Bereich der soeben fertiggestellten Heckenbuschlagen (Prünsterlahn, Sommer 2005)

## 10 Standort 7 – KASBACH

### 10.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT KASBACH

Tab. 22: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
7	Kasbach	Deutschnofen - Eggental	Bozner Porphyryplatte	1220/1232	SO	32	61	Bachböschung
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaltungsstufe
1986	5	1	9	8	25,6	15,0	30	feucht

\*)...nach STAINDL (1967)

#### Geologie des Standortes<sup>15</sup>:

Bozner Quarzporphyr (Eggentaler Porphyry), Alpiner Verrucano

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>16</sup>:

Südtiroler Vulkanitkomplex

#### Archivinformationen:

Nach Unwettern 1985 wurde der Anriss technisch entwässert und 1986 mittels Heckenbuschlagen saniert. Lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth (10.10.2005) wurden aufgrund der stark feuchten Wiesen oberhalb des Anrisses Ringdrainagen eingebracht und der Bach mit Sperren verbaut.

Verwendete Pflanzen: Weidensteckhölzer von Purpurweide, Lavendelweide, Schwarzweide und Reifweide<sup>17</sup> sowie bewurzelte Grauerlen, Eschen und Zitterpappeln

#### Maßnahmen 1989:

- 927,5 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau
- 345 lfm Drainagen

Projektumfang: keine Angaben



Abb. 111: Standort Kasbach Sommer 2005

<sup>15</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>16</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Karte digital 1: 75 000

<sup>17</sup> lt. Mündlichen Aussagen von Prof. F. FLORINETH vom Juni 2005

10.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE KASBACH

Tab. 23: Bewertung der Heckenbuschlage

Standort 7	Kasbach	Baujahr	1986	Detailaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01			Reihe 7
max. Reihenlänge [m]	28,0			20,7
Gesamtlaufmeter [m]	206,8			-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	529,5			-
Neigung [°]	32			-
Anzahl Reihen	8			-
techn. Konstruktionen	Steindrainagen			-
Schäden techn. Konstruktion	0			-
HBL Gesamtschäden	2			2
Schäden Pflanzen	2			2
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-			12
HBL Deckung Moosschicht [%]	6			6
HBL Deckung Krautschicht [%]	26			20
HBL Deckung Strauchschicht [%]	15			15
HBL Deckung Baumschicht [%]	30			30

Technische Konstruktionen: Steindrainagen beidseitig der Heckenbuschlage

HBL 01: schwierig identifizierbar, kaum offene Bodenflächen, jedoch Hangsetzungen und Anzeichen für Mobilität. Viel Totholz durch hohe Bruchschäden bei älteren Weiden und Erlen, Artenvielfalt beschränkt sich auf den Unterwuchs

Tab. 24: Gehölze der Heckenbuschlage Standort Kasbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6	Reihe 7	Reihe 8
Abies alba	x							
Alnus incana	x	x		x	x	x	x	
Betula pendula								x
Corylus avellana	x	x	x		x	x	x	
Fagus sylvatica	x				x	x	x	x
Lonicera nigra				x				x
Lonicera xylosteum	x		x	x	x	x	x	x
Picea abies	x	x	x	x	x	x	x	
Populus tremula								x
Prunus padus	x	x						
Rosa canina			x					
Rubus idaeus	x		x	x	x	x	x	
Salix alba	x	x						x
Salix daphnoides	x		x	x	x	x	x	x
Salix caprea								x
Salix purpurea	x							
Sorbus aucuparia	x		x		x	x	x	
Viburnum lantana	x	x	x	x				x
<b>Verbiß</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Schäden</b>	1	2	2	2	2	2	2	2
<b>Vitalität</b>	2	2	2	2	2	2	2	2

## Standort 7 - Kasbach

Arten der Krautschicht: Achillea millefolium, Angelica Sylvestris, Artemisia vulgaris, Cirsium arvense, Dactylorhiza paniculata, Daphne mezereum, Deschampsia caespitosa, Equisetum pratense, Fragaria vesca, Galium odoratum, Lupinus perennis, Petasites albus, Rubus idaeus, Senecio fuchsii, Urtica dioica, Vicia sativa

### 10.3 VEGETATION KASBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 7

Abb. 112: Gehölzzusammensetzung Standort Kasbach – HBL 01 Reihe 7

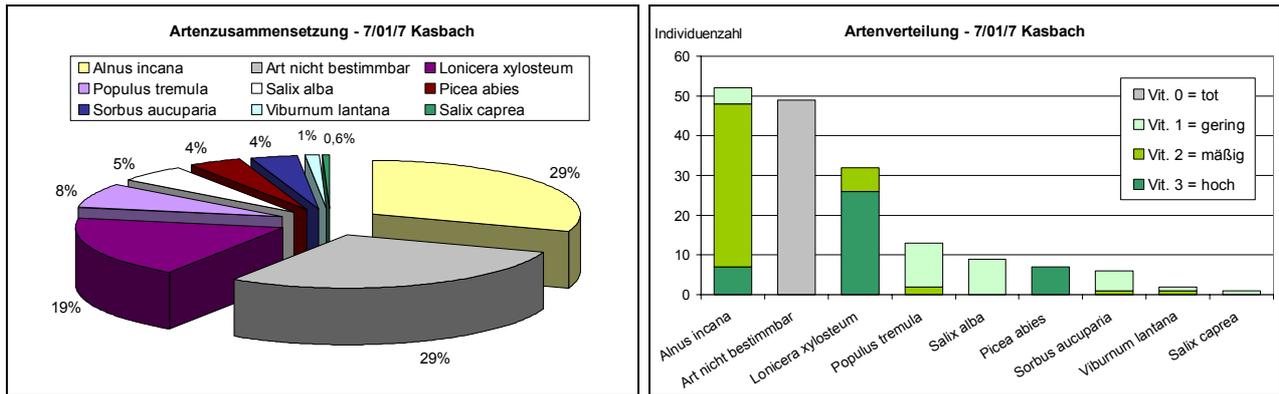


Abb. 113: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Kasbach – HBL 01 Reihe 7

Abb. 114: Bruch- bzw. Blattschäden Standort Kasbach – HBL 01 Reihe 7

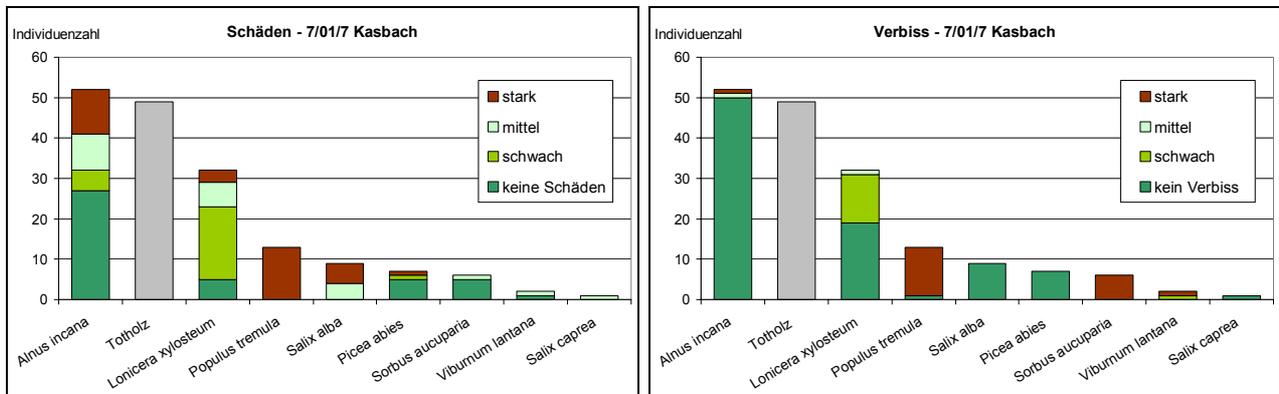


Abb. 115: Verbisschäden Standort Kasbach – HBL 01 Reihe 7

Abb. 116: Höhenstruktur Standort Kasbach – HBL 01 Reihe 7

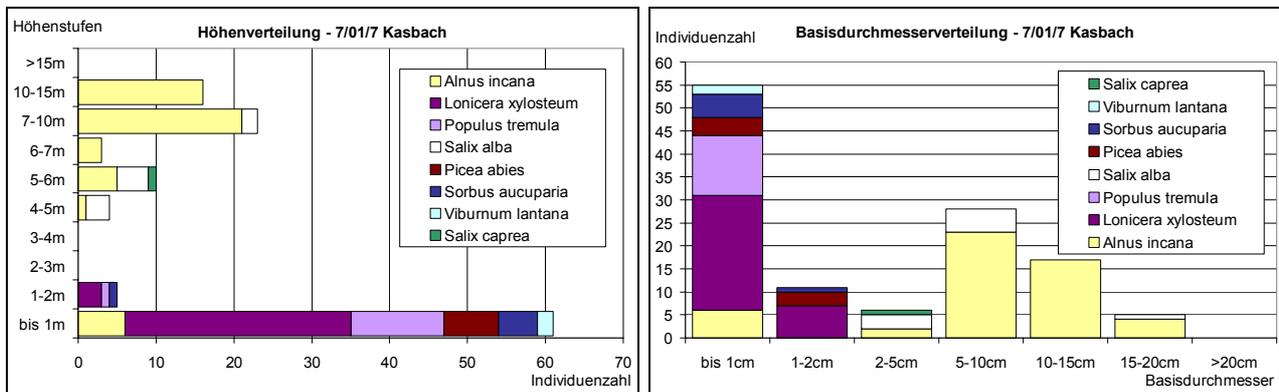


Abb. 117: Basisdurchmesserverteilung Standort Kasbach – HBL 01 Reihe 7

Der Standort Kasbach ist gekennzeichnet durch hohe Brüchigkeit, was sich in einem Totholzanteil von knapp einem Drittel widerspiegelt. Ein weiteres Drittel des Bestandes wird von der Grauerle eingenommen, daneben hat noch die Heckenkirsche mit knapp 20 % größere Bedeutung. Die Zitterpappel, die Silberweide, die Fichte, die Vogelbeere, der Wollige Schneeball und die Salweide spielen untergeordnete Rollen. Im Bestand zusätzlich häufig kommen die Reifweide, die Hasel und die Buche vor, vereinzelt treten die Birke, die Schwarze Heckenkirsche, die Traubenkirsche, die Hundsrose und die Purpurweide auf. Die Brüchigkeit betrifft v.a. die Weiden und die Erlen, während Zitterpappel und Vogelbeere stark verbissen sind. An der Heckenkirsche fielen zahlreiche Blattschäden durch Insektenfraß auf, bei der Traubenkirsche tritt zusätzlich das virusbedingte Mosaikmuster auf.

Auffällig an der Höhenverteilung und an der Basisdurchmesserverteilung ist, dass sich die Silberweide und die Grauerle sowie die Salweide nur in den oberen Kategorien aufhalten, während sich Vogelbeere, Zitterpappel und Wolliger Schneeball auf die kleinsten Kategorien beschränken, hier in Summe aber stark vertreten sind. Die Bestandeshöhe reicht bis 15 m bei Basisdurchmessern bis 20 cm.



Abb. 118: Blick in die Heckenbuschlage (Kasbach, Sommer 2005)

### 10.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES KASBACH UND DISKUSSION

Der äußerst hohe Totholzanteil von 30 % widerspiegelt den altersbedingten Bruch v.a. der Weiden aber auch der Erlen. Im Unterwuchs hingegen ist die Artenvielfalt hoch, was eine ausreichende Sukzessionsfolge sowie Vitalität im Bestand erwarten lässt. Um hier fördernd einzugreifen, bietet sich an, an den älteren Weiden und Erlen Auslichtungsschnitte vorzunehmen.

Außerhalb der Heckenbuschlage wurden Reifweiden als Stekhölzer eingebracht. Diese konnten sich gut entwickeln und erwiesen sich als effizienter Befestigungssupport der Randzonen. Die mittlerweile baumgroßen Reifweiden sind zur Zeit noch vital bei beginnender Bruchgefährdung. Verjüngungsschnitte sind noch nicht dringend, sollten jedoch rechtzeitig durchgeführt werden.

Die schwer identifizierbaren Lagenreihen im hangunteren Bereich haben sich abwärts verlagert, was ein Zeichen für Mobilität im Hang ist. Die fehlende Fußsicherung wurde großteils durch den Blockwurf im Bach kompensiert, es pendelte sich eine ausreichende Stabilität bis hinunter zum Bachbett ein.

Als sehr positiv für die Böschungsstabilisierung ist die gute Integration der Heckenbuschlagen in den angrenzenden Bestand zu sehen. Es wurden bei der Sanierung keine Flächen offen gelassen, weder zur Seite noch nach oben hin. Dadurch und durch die Bepflanzung der nicht erodierten Böschung konnte sich ein geschlossener Bestand etablieren. Durch die zusätzlichen Steindrainagen wurde die Bachböschung effizient entwässert.

Abb. 119: Altersbedingter Bruch drückt die Weiden zu Boden (Kasbach, Sommer 2005)



Abb. 120: Baumgroße Reifweiden aus Steckhölzern (Kasbach, Sommer 2005)

Abb. 121: Gute Integration der Heckbuschlage in die Seitenbereiche sowie Schließen der offenen Bodenbereiche garantierte langjährige Stabilität (Kasbach, 5-monatige Heckenbuschlage)



Abb. 122: Nach wie vor funktionstüchtiger Drainagegraben (Kasbach, Sommer 2005)

## 11 Standort 8 – GASTERERBACH

### 11.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT GASTERERBACH

Tab. 25: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage*	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
8	Gastererbach	Ritten	Bozner Porphyrlatte	966/973	O	32	62	Bachböschung
Baujahr	Altersgruppe	Anzahl Heckenbuschlagen	Anzahl Reihen / Hbl	Anzahl Zwischenflächen / Hbl	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
1981	5	1	4	3	47	26	5	frisch - feucht

\*)...nach STAINDL (1967)

#### Geologie des Standortes<sup>18</sup>:

Moränen, Bozner Quarzporphyr (Kastelruther Porphyr)

#### Geologie des Hanganbruchs<sup>19</sup>:

Südtiroler Vulkanitkomplex

#### Archivinformationen:

Keine Detailangaben

Lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth (10.10.2005) wurde der Anriss drainagiert und mit Heckenbuschlagen gesichert

#### Maßnahmen 1989:

- 300 m<sup>2</sup> Heckenbuschlagenbau

Projektumfang: 2.400.000 Lire

Abb. 123: 2-jährige Heckenbuschlage Standort Gastererbach (1983)



Abb. 124: Standort Gastererbach (Sommer 2005)

<sup>18</sup> Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/ Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).

<sup>19</sup> Informationen vom Geologischen Dienst der Provinz Bozen, Südtirol, Amt für Geologie und Baustoffprüfung. Geologische Karte digital 1: 75 000

11.2 BEWERTUNG DER HECKENBUSCHLAGE GASTERERBACH

Tab. 26: Bewertung der Heckenbuschlage

Standort 8	Gastererbach	Baujahr	1981	Detaillaufnahme
HBL Nr. (hangaufwärts)	01			<b>Reihe 2</b>
max. Reihenlänge [m]	7,3			12,0
Gesamtlaufmeter [m]	42,1			-
Gesamtfläche HBL [m <sup>2</sup> ]	78,4			-
Neigung [°]	32			-
Anzahl Reihen	4			-
techn. Konstruktionen	Drainagerohre			-
Schäden techn. Konstruktion	0			-
HBL Gesamtschäden	1			1
Schäden Pflanzen	1			1
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	-			17
HBL Deckung Moosschicht [%]	k.A.			k.A.
HBL Deckung Krautschicht [%]	47			35
HBL Deckung Strauchschicht [%]	26			35
HBL Deckung Baumschicht [%]	5			0

Technische Konstruktionen: PVC-Drainagerohre beidseitig der Heckenbuschlage

HBL 01: Sehr dichter, vitaler Bestand mit schwer identifizierbaren Reihen. Heckenbuschlage wirkt jung mit älteren Einzelbäumen und hohem Jungwuchsanteil. Die Heckenbuschlage wird von Drainagegräben begrenzt.

Arten der Krautschicht: Achillea millefolium, Dactylis glomerata, Deschampsia caespitosa, Equisetum pratense, Festuca sp., Fragaria vesca, Galium odoratum, Leontodon sp., Leucanthemum vulgare, Lotus corniculatus, Poa sp., Ranunculus sp., Trifolium pratense, Urtica dioica, Veronica sp., Vicia sativa

Tab. 27: Gehölze der Heckenbuschlage Standort Gastererbach

Gehölzart	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	Reihe 4
<i>Alnus incana</i>	x	x		
<i>Alnus incana x glutinosa</i>	x			
<i>Cornus sanguinea</i>		x		
<i>Fraxinus excelsior</i>	x	x	x	x
<i>Hedera helix</i>	x			
<i>Larix decidua</i>	x			
<i>Lonicera alpigena</i>	x	x		
<i>Picea abies</i>			x	
<i>Populus tremula</i>		x	x	x
<i>Prunus avium</i>		x		
<i>Rosa canina</i>	x	x		x
<i>Rubus idaeus</i>	x	x		
<i>Salix alba</i>	x		x	
<i>Salix pentandra</i>		x		
<i>Salix purpurea</i>		x	x	x
<i>Tilia platyphyllos</i>			x	
<i>Viburnum lantana</i>	x			
<i>Viburnum opulus</i>	x	x		
<b>Verbiß</b>	0	0	0	0
<b>Schäden</b>	1	1	1	1
<b>Vitalität</b>	3	3	3	3

### 11.3 VEGETATION GASTERERBACH - HECKENBUSCHLAGE 01 REIHE 2

Knapp die Hälfte der Artenzusammensetzung wird von der Grauerle eingenommen. Die Esche ist mit 30 % ebenfalls sehr stark vertreten, während die Zitterpappel noch mit 14 % präsent ist. Weniger bedeutende Anteile haben die Silberweide, die Lärche, die Vogelkirsche, die Vogelbeere und der Gemeine Schneeball. Vereinzelt im Bestand anzutreffen sind der Rote Hartriegel, die Alpen-Heckenkirsche, die Lorbeer- und die Purpurweide, der Wollige Schneeball, die Hundsrose, die Fichte und die Sommerlinde.

Während die Grauerle in fast allen Höhen- und Durchmesserklassen vertreten ist, bleibt die Silberweide in den Basisdurchmesserklassen 5-10 cm und > 20 cm und erreichte Höhen bis 10 m. Die restlichen Arten verteilen sich in den kleineren Kategorien, lediglich die Lärchen, die noch aus dem Altbestand vor dem Bau stammen, zeigen Höhen bis 15 m bei 15-20 cm Basisdurchmesser bei jedoch eingeschränkter Vitalität. Vitalitätseinbußen betreffen auch den Gemeinen Schneeball, die Esche und die Grauerle, vom Bruch betroffen sind fast alle Arten. Verbißspuren wurden nicht wahrgenommen.

Auffällig ist, dass der Bestand des ältesten der untersuchten Standort insgesamt sehr jung ist. Etwa 90 % aller Individuen konzentrieren sich in den unteren drei Höhen- und Durchmesser-kategorien.



Abb. 125: Seitliche Ansicht der Heckenbuschlage Standort Gastererbach (Sommer, 2005)

Abb. 126: Gehölzzusammensetzung Standort Gastererbach – HBL 01 Reihe 2

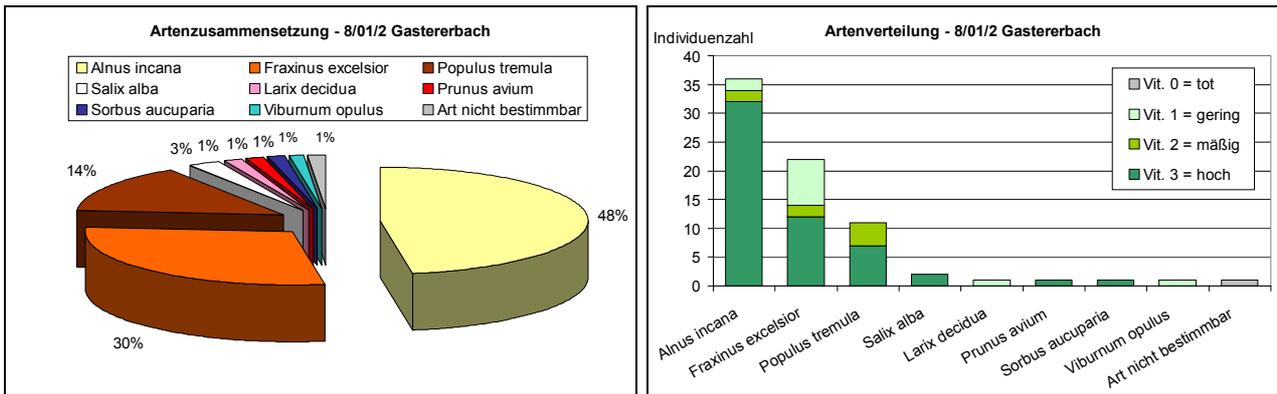


Abb. 127: Baumartenverteilung und Vitalität Standort Gastererbach – HBL 01 Reihe 2

Abb. 128: Blattschäden Standort Gastererbach – HBL 01 Reihe 2

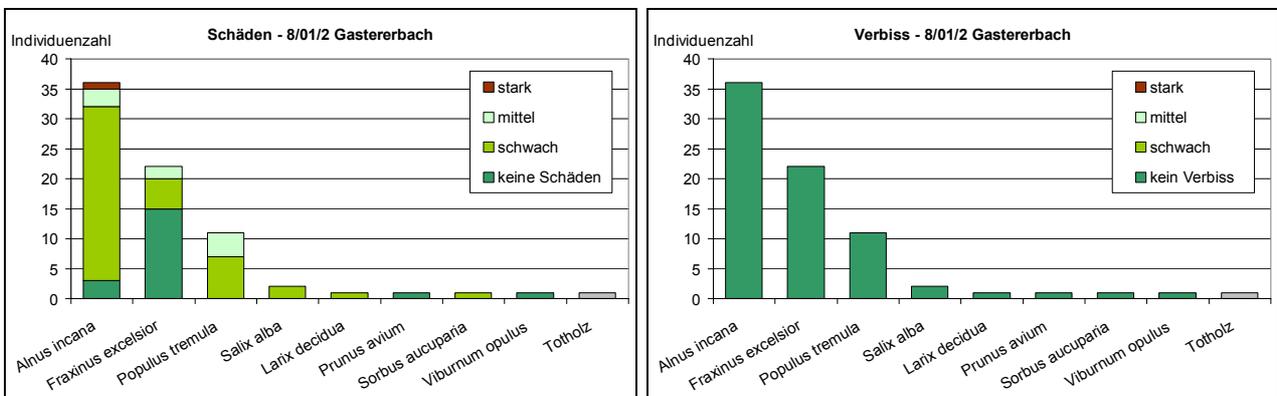


Abb. 129: Verbisschäden Standort Gastererbach – HBL 01 Reihe 2

Abb. 130: Höhenstruktur Standort Gastererbach – HBL 01 Reihe 2

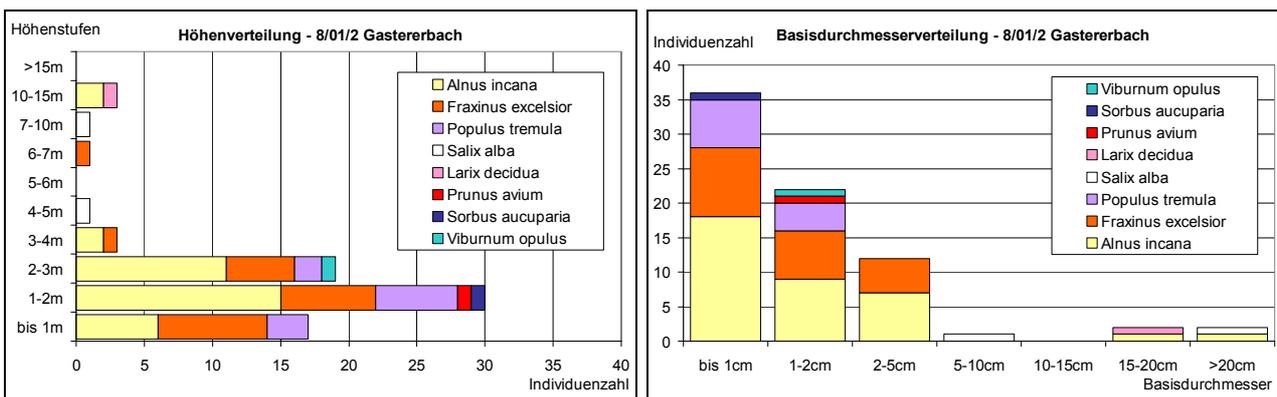


Abb. 131: Basisdurchmesserverteilung Standort Gastererbach – HBL 01 Reihe 2

#### 11.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES KASBACH UND DISKUSSION

Der mittlerweile 24-jährige Bestand ist von äußerst jungem Charakter geprägt, was sich in der Höhen- und Basisdurchmesserverteilung sehr gut widerspiegelt. Es sind lediglich einige ältere Einzelbäume vorhanden. Lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth (10.10.2005) wurde der Hang bei der Sanierung zu stark entwässert, was sich in verringertem Wachstum des Bestandes äußerte.

Es ist nicht eindeutig beurteilbar, ob die oberste Reihe zur Heckenbuschlage gehört oder aus Stechhölzern stammt. Wie auf den Archivfotos erkennbar ist, wurde der Neubau der Straße erst später durchgeführt, möglicherweise wurde im Zuge dessen die Oberkante der Heckenbuschlage neu mit Stechhölzern besetzt.

Trotz fehlender Fußsicherung wurde eine gute Stabilisierung der Bachböschung erzielt. Die Krautschicht ist geschlossen, es gibt keine offenen Bodenflächen. Der geschlossene Bestand wurde durch die gute Integration in die umliegenden, großteils natürlich aufgekommenen Bestände erreicht, mittlerweile ist die ganze Bachböschung zugewuchert.

Der Bestand am Standort Gastererbach wurde erst vor kurzem auf den Stock gesetzt, zur Zeit ist keine Pflege notwendig. Die Erlen sind sehr stark im Unterwuchs und werden sich voraussichtlich gegenüber den anderen, langsamerwachsenden Arten schneller durchsetzen. Bevor sie durch ein geschlossenes Kronendach den anderen Arten eine Lichtkonkurrenz bilden, sollten die Erlen selektiv rausgeschnitten werden.

Abb. 132: 25-jährige Heckenbuschlage mit jungem Charakter und älteren Einzelindividuen (Gastererbach, Sommer 2005)



Abb. 133: Purpurweidengebüsch am Straßenrand möglicherweise aus Stechhölzern (Sommer 2005)

Abb. 134: Auf den Stock gesetzte Erlen in der Heckenbuschlage (Gastererbach, Sommer 2005)



Abb. 135: Drainagerohre seitlich der Heckenbuschlage (Gastererbach, Sommer 2005)

## 12 Wurzeluntersuchungen

### 12.1 STANDORT 03 TRAFIOIERBACH

Tab. 28: Wurzel- und Baumparameter Standort Trafoierbach – Baujahr 1992

Baumnummer	Baumart	Höhe [cm]	Basisdurchmesser[cm]	Alter	Vitalität	Einlage Durchmesser [cm] vorne/hinten	Länge Einlage [cm]	größte gemessene Wurzellänge [cm]	Bemerkungen	Anzahl sprossb. Wurzel 1.Ordnung	Anzahl Adventivwurzeln 1.Ordnung
1	Salix caprea	2,5	2,9	14	2	26/15	80	252		0	92
2	Salix purpurea	2,6	2,3	9	2	28/12	95	105		0	48
3	Salix purpurea	4	2,1	5	2	22/13	100	29		0	52
4	Salix purpurea	1,7	0,9	3	2	69/48	106	37		0	52
5	Salix purpurea	2,3	2,1	14	2	29/14	94	54		0	53
6	Salix purpurea	3,1	2,6	6	2	34/31	k.A.	202		0	35
7_8	Salix purpurea	3,2_3,3	2,4_2,6	8_6	2_2	35/59	105	178	2-stämmig	0	57
9_9.2	Alnus incana	3,7_2,9	3_4	8_12	2_1	57/14	80	90	2-stämmig	0	36
10	Salix purpurea	3,9	3,6	13	2	52/27	105	108		0	67
11_11.2	Alnus incana	4,7_3,1	5,3_5,3	7_14	1_0	69/19	88	125	2-stämmig, 11.2 tot	0	27
K12_13	Salix caprea	2,3_1,8	2,2_1,6	5_7	2_2	17/21	85	198	2-stämmig, im Kollektiv mit K12_13_29	0	192
14	Salix purpurea	3,3	2,3	8	2	Verlust	Verlust	Verlust		-	-
15	Salix purpurea	2,8	1,9	6	2	37/37	105	45		0	28
K16	Salix purpurea	3,7	2,8	14	2	34/22	113	90	im Kollektiv mit K16_17_18_31	0	46
K17	Alnus incana	6,5	9,8	18	2	70/12	70	230	im Kollektiv mit K16_17_18_31	12	49
K18	Salix purpurea	4,1	3,4	13	2	41/34	105	63	im Kollektiv mit K16_17_18_31	0	39
19	Fraxinus excelsior	1,4	1,6	7	3	19/13	85	103		0	65
20	Salix purpurea	4,5	3,5	8	2	48/48	100	130		0	60
21	Alnus incana	4,9	6,0	13	0	62/16	50	30	tot	0	23
22	Salix purpurea	3,3	1,9	9	2	34/34	105	75		0	49
23	Salix purpurea	3,3	2,7	12	2	32/26	95	136		3	45
24	Salix purpurea	3,7	1,5	8	2	17/20	180	155		0	65
25	Salix purpurea	3,4	1,7	9	2	21/28	34	64		0	50
26	Fraxinus excelsior	1,3	1,1	7	3	15/10	70	63		0	53
27	Salix purpurea	2,3	1,4	4	2	Verlust	Verlust	Verlust		-	-
28	Salix purpurea	1,6	1,0	6	1	36/19	80	143		0	67
K29	Salix purpurea	2,0	1,0	4	1	Verlust	Verlust	Verlust	im Kollektiv mit K12_13_29	-	-
30	Salix purpurea	2,3	1,2	6	1	16/24	114	85		0	31
K31	Salix caprea	3,8	3,0	15	2	Verlust	Verlust	Verlust	im Kollektiv mit K16_17_18_31	-	-
K32	Alnus incana	7,8	9,0	10	2	46/19	55	180	im Kollektiv mit K32_33	21	25
K33	Alnus incana	6,4	9,5	14	2	66/20	80	k.A.	Im Kollektiv mit K32_33	14	51

Am Standort Trafoierbach wurden im Grabungsbereich von ca. 2,5 lfm der Reihe 02 in der Heckenbuschlage 01 (vergl. Abb. 1 in Kap. 3) 55 Individuen freigelegt, wovon 22 Stück tote Weideneinlagen waren. Weiters wurden 21 Stück Salix purpurea, 6 Stück Alnus incana, 4 Stück Salix caprea und 2 Stück Fraxinus excelsior ausgegraben. Darunter waren ein Wurzelkollektiv von Alnus incana und 2 Mischkollektive von Salix caprea mit Salix purpurea bzw. Salix purpurea mit Alnus incana und Salix caprea.

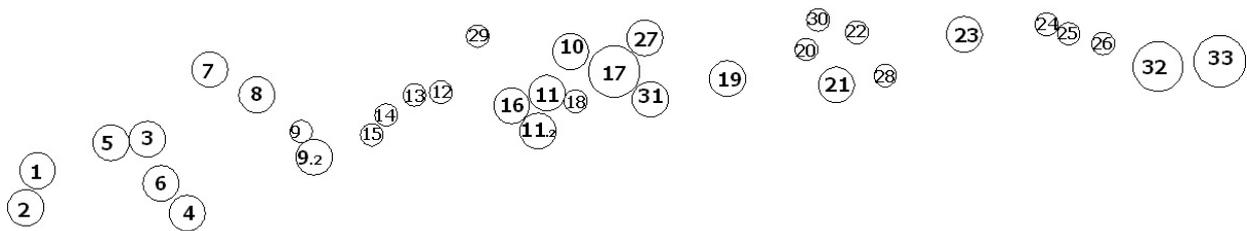


Abb. 136: Anordnung der Gehölzindividuen am Standort 03 Trafoierbach vor Beginn der Wurzelgrabungen

### **Salix purpurea**

Die Wurzelbilder der Einlagen der bis zu 14-jährigen *Salix purpurea* sind einheitlich geprägt von wenigen Starkwurzeln, deren Dominanz in ihrer Länge liegt. Es wurden Wurzellängen bis über 2 m registriert. Die Feinwurzeln, deren Anteil bei allen Individuen etwa 80 – 90 % der gesamten Wurzeln beträgt, treten in erster Linie als Adventivwurzeln 1. Ordnung entlang der Einlage auf. Es wurden lediglich bei einem 12-jährigen Exemplar einige wenige sprossbürtige Wurzeln gezählt.

Insgesamt haben die Wurzelkörper der Purpurweide einen äußerst schlichten Charakter, Ansätze von Wurzelgeflechten an den Individuen 20, 22, 23, 28 und 30 machten das Trennen der Einlagen schwierig. Die Adventivwurzeln sind mehr oder weniger regelmäßig entlang der Einlage verteilt, eine Konzentration im hangäußeren Bereich fiel an den Exemplaren 23 und 25 auf.

Entsprechend dem optischem Eindruck der Wurzelkörper ist die unterirdische Biomasse mit großteils deutlich weniger als 1 kg Trockengewicht sehr gering, wobei dieses in erster Linie vom Gewicht der Einlage geprägt ist. Höhere Wurzelmassen stehen dementsprechend mit der Größe der Einlage in direktem Zusammenhang. Im Minimum macht die Wurzelbiomasse 20 % der Gesamtbiomasse aus, bei knapp der Hälfte der untersuchten Einlagen ist die Wurzelbiomasse jedoch größer als die oberirdische Biomasse. Aufgrund des strauchförmigen Habitus mit kleinen Stammdurchmessern der Purpurweide entfällt bei der oberirdischen Biomasse jene des Stammes.

Auffällig ist, dass weder bei der Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung noch in der Verteilung der Wurzeldurchmesserklassen ein altersbedingtes Muster erkennbar ist. Ebenfalls keine Zusammenhänge sind bei der Wurzelbiomasse bzw. im Verhältnis oberirdischem zu unterirdischem Trockengewicht ableitbar.

Abb. 137: Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung von Salix purpurea – Standort 03 Trafoierbach

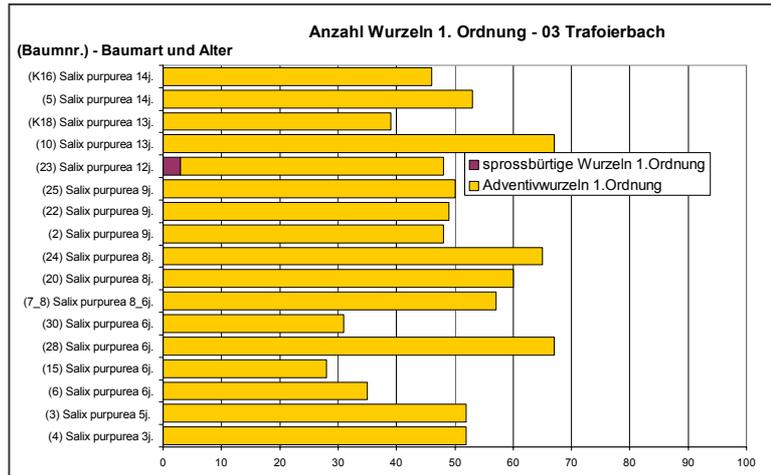


Abb. 138: Wurzeldurchmesserklassen von Salix purpurea – Standort 03 Trafoierbach

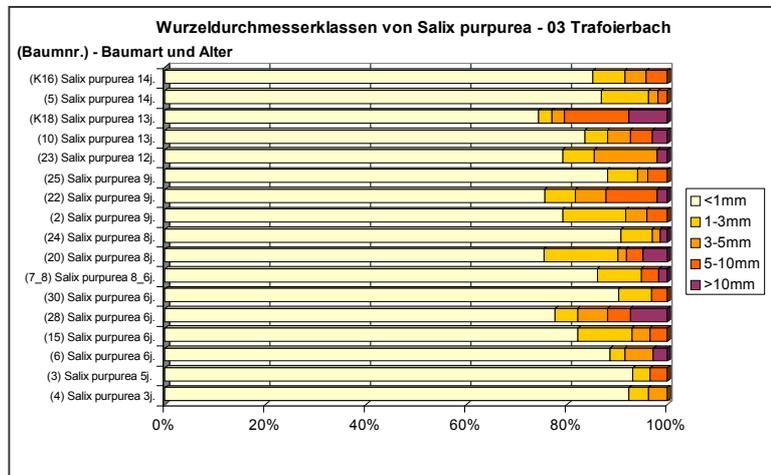


Abb. 139: Trockengewicht in kg von Salix purpurea – Standort 03 Trafoierbach

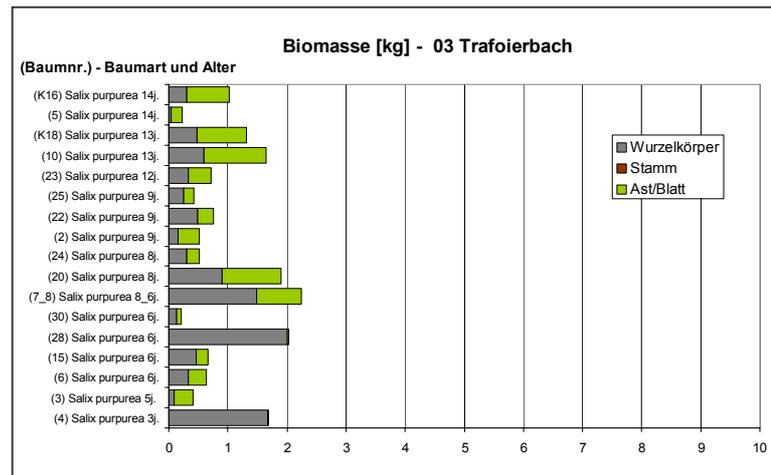


Abb. 140: Prozentuelle Verteilung der Trockengewichts sowie Verhältnis unterirdischer zu oberirdischer Biomasse von *Salix purpurea* – Standort 03 Trafoierbach

Verhältnis Wurzelbiomasse zu oberirdischer Biomasse	
(K16) <i>Salix purpurea</i> 14j.	0,42
(5) <i>Salix purpurea</i> 14j.	0,24
(K18) <i>Salix purpurea</i> 13j.	0,56
(10) <i>Salix purpurea</i> 13j.	0,57
(23) <i>Salix purpurea</i> 12j.	0,84
(25) <i>Salix purpurea</i> 9j.	1,47
(22) <i>Salix purpurea</i> 9j.	1,91
(2) <i>Salix purpurea</i> 9j.	0,44
(24) <i>Salix purpurea</i> 8j.	1,44
(20) <i>Salix purpurea</i> 8j.	0,90
(7_8) <i>Salix purpurea</i> 8_6j.	1,95
(30) <i>Salix purpurea</i> 6j.	1,72
(28) <i>Salix purpurea</i> 6j.	74,50
(15) <i>Salix purpurea</i> 6j.	2,51
(6) <i>Salix purpurea</i> 6j.	1,07
(3) <i>Salix purpurea</i> 5j.	0,31
(4) <i>Salix purpurea</i> 3j.	66,72

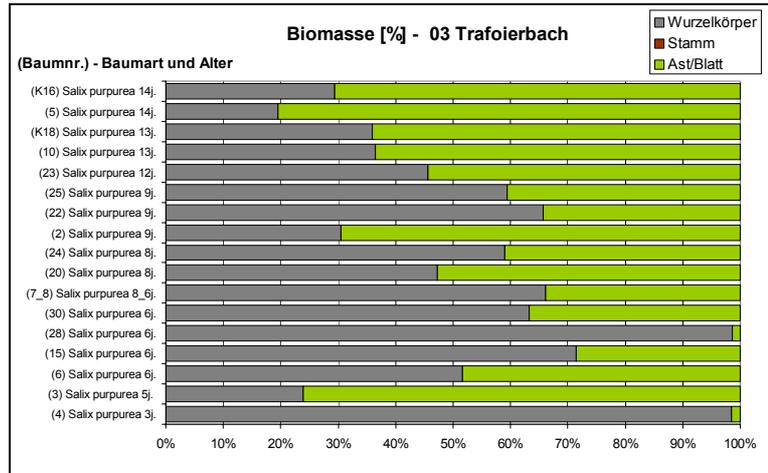


Abb. 141: *Salix purpurea*, 13-j. (10) – Standort 03 Trafoierbach

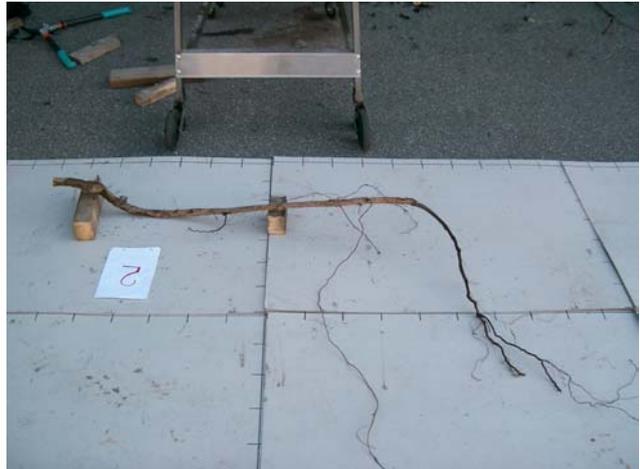


Abb. 142: *Salix purpurea*, 9-j. (2) – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 143: *Salix purpurea*, 5-j. (3) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 144: *Salix purpurea*, 3-j. (4) – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 145: *Salix purpurea*, 14-j. (5) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 146: *Salix purpurea*, 6-j. (6) – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 147: *Salix purpurea*, 8- und 6-j. (7 u. 8) – Standort 03 Trafoierbach

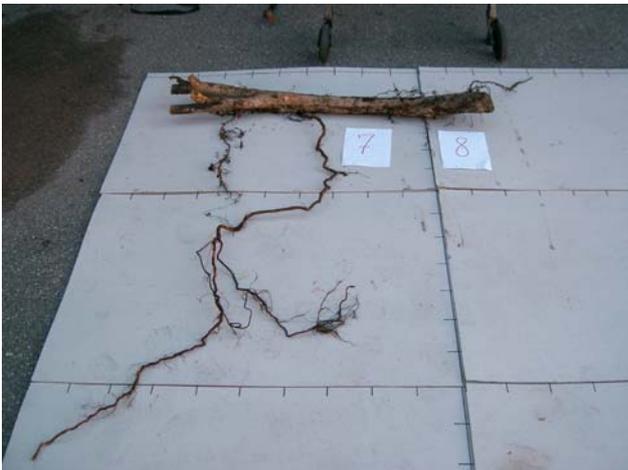


Abb. 148: *Salix purpurea*, 6-j. (15) – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 149: *Salix purpurea*, 14-j. (16) – Standort 03 Trafoierbach

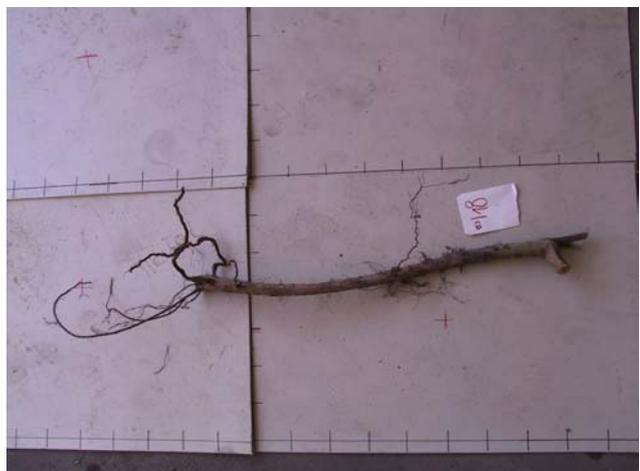


Abb. 150: *Salix purpurea*, 13-j. (18) von oben – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 151 und Abb. 152: *Salix purpurea*, 8-, 9-, 6- und 6-j. (20, 22, 28 u. 30), seitlich und von oben – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 153: *Salix purpurea*, 12-j. (23) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 154: *Salix purpurea*, 8-j. (24) – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 155: *Salix purpurea*, 9-j. (25) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 156: tote Weideneinlagen (Standort 03 Trafoierbach)

Abb. 157: Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung von Salix caprea, Fraxinus excelsior und Alnus incana – Standort 03 Trafoierbach

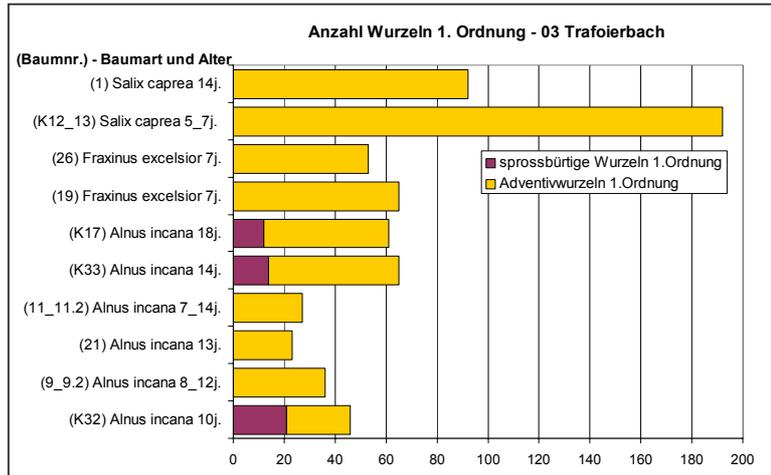


Abb. 158: Wurzel Durchmesserklassen von Salix caprea, Fraxinus excelsior und Alnus incana – Standort 03 Trafoierbach

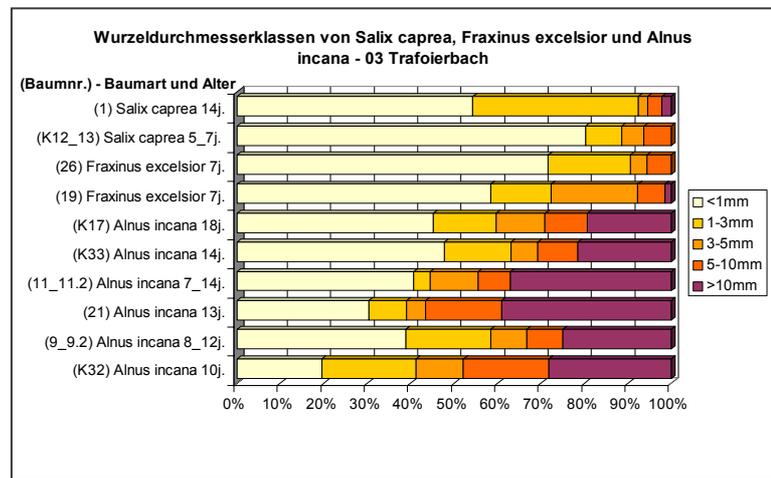


Abb. 159: Trockengewicht in kg von Salix caprea, Fraxinus excelsior und Alnus incana – Standort 03 Trafoierbach

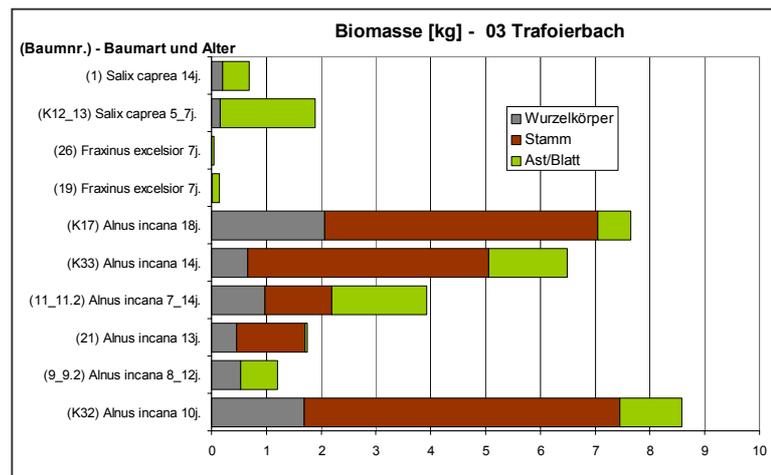
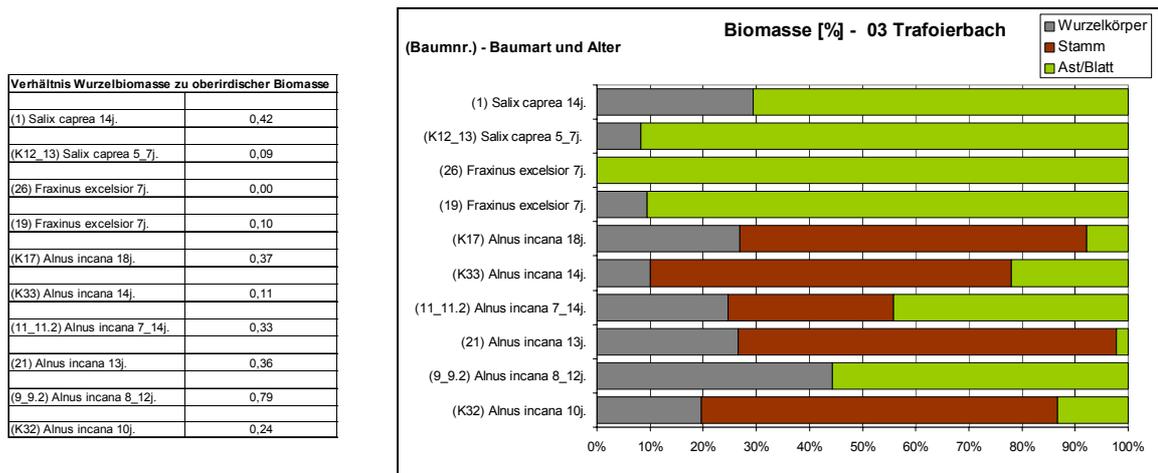


Abb. 160: Prozentuelle Verteilung der Trockengewichte sowie Verhältnis unterirdischer zu oberirdischer Biomasse von *Salix caprea*, *Fraxinus excelsior* und *Alnus incana* – Standort 03 Trafoierbach



### Salix caprea

Etwas intensivere Wurzelbildung trat bei den untersuchten Salweiden auf, an denen ebenfalls der Anteil an Feinwurzeln überwiegt, jedoch mehrere gleichwertige Wurzeln größerer Durchmesser und auffälliger Längen bis zu 2,5 m das Wurzelbild prägen. Die Salweiden bildeten ausschließlich Adventivwurzeln entlang der Einlage mit Konzentration im hangvorderen Bereich. Erwartungsgemäß liegt beim Kollektiv K12\_13 die Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung doppelt so hoch wie beim Einzelindividuum 1, von dem jedoch knapp die Hälfte der Wurzeln Durchmesser > 1 mm aufweisen.

Die Gesamtbiomasse liegt im Bereich der Purpurweiden, wobei die Wurzelbiomasse an Individuum 1 nur 30 % und am Kollektiv K12\_13 gar weniger als 10 % der Gesamtmasse ausmacht, obwohl aufgrund des noch jugendlichen Charakters schwere Stämme fehlen.

Abb. 161: *Salix caprea*, 14-j. (1) - Standort 03 Trafoierbach



Abb. 162: Kollektiv aus *Salix caprea*, 5- und 7-j. (12 u. 13) und *Salix purpurea* 4-j. (29) - Standort 03 Trafoierbach

### Fraxinus excelsior

Die beiden 7-jährigen Eschen zeigen sehr zarte, feingliedrige Wurzelsysteme mit knapp 60 bzw. 70 % Feinwurzelanteil. Ausgeprägte Wurzeln größerer Durchmesser fehlen, die Wurzellängen erreichen knapp über einen Meter. Auffällig ist eine Konzentration von Feinwurzeln an

den Wurzelenden. Die Eschen bildeten keine sprossbürtigen Wurzeln aus, die Adventivwurzeln verteilen sich regelmäßig entlang der Einlage.

Das Gesamttrockengewicht ist bei beiden Exemplaren sehr gering, für Baum 26 wird in Abb. 159 und Abb. 160 nur das Gesamttrockengewicht angegeben.

Abb. 163: *Fraxinus excelsior*, 7-j. (19) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 164: *Fraxinus excelsior*, 7-j. (26) – Standort 03 Trafoierbach

### ***Alnus incana***

Der Feinwurzelanteil der Grauerlen liegt zwischen 20 und 45 %. Die Wurzelbilder sind daher geprägt von den Grob- bzw. Starkwurzeln, deren Anteile ebenfalls zwischen 20 und 40 % betragen. Diese bestimmen auch die seitliche Wurzelenausdehnung, die bis 2,3 m reicht. Die Hälfte der untersuchten Individuen bildete neben den Adventivwurzeln entlang der Einlagen auch sprossbürtige Wurzeln aus, wobei diese zahlenmäßig unterlegen sind.

Erstaunlich ist der Wurzelcharakter des Kollektivs K31\_32 mit einem Durchmesser des Wurzelkörpers von über 4 m. Der Großteil der Wurzeln konzentriert sich um das Stammzentrum im Umkreis von etwa 1 m und bildet hier ein dichtes Wurzelgeflecht, das bis etwa einen dreiviertel Meter unter die Bodenoberfläche reicht. Trotz der geringen Anzahl der sprossbürtigen Wurzeln, nehmen sie die arttypische Form eines kegelförmigen Umhanges an.

Auffällig ist die beachtliche Biomasse der den Kollektiven angehörigen Individuen mit bis zu 9 kg Trockengewichten, die in erster Linie von den Stämmen der baumförmigen Erlen dominiert werden. Der Anteil der Wurzelbiomasse an der Gesamtbiomasse liegt nur zwischen 10 und 30 %. Bemerkenswert ist der Holzzuwachs von Baum K32, der in Basisdurchmesser und Baumhöhe der um 8 Jahre älteren Erle K17 um nichts nachsteht.

Die Biomasse der nicht den Kollektiven angehörigen Individuen ist trotz ähnlichen Alters mit 1 bis 2 kg bedeutend geringer, wobei jedoch der Anteil der Wurzelbiomasse am Gesamtgewicht mit 25 – 45 % höher liegt.

Der tote Baum 21 zeigte einen bereits stark vermorschten Wurzelkörper. Die Starkwurzeln, die das Wurzelbild dominieren, brachen während der Grabungsarbeiten. Der Anteil an Laubmasse betrug nur mehr wenige Prozent.

Abb. 165: *Alnus incana*, 2-stämmig, 8- und 12-j. (9) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 166: *Alnus incana*, 13-jährig, tot (21) – Standort 03 Trafoierbach

Abb. 167: *Alnus incana*, 2-stämmig, 7- und 14-j. (11) – Standort 03 Trafoierbach



Abb. 168: Teilweise freigelegte abgestorbene sowie bewurzelte Sprosseinlagen der Reihe 02 am Standort 03 Trafoierbach während der Spülarbeiten

Abb. 169 und Abb. 170: Kollektiv aus *Alnus incana*, 10- und 14j. (32 u. 33), seitlich und von oben – Standort 03 Trafoierbach



## Wurzeluntersuchungen

Abb. 171 und Abb. 172: Kollektiv aus *Salix caprea*, 15-j. (31), *Salix purpurea*, 13, 14 und 13-j. (10, 16 u. 18) und *Alnus incana*, 14- und 18j. (11 u. 17) – Standort 03 Trafoierbach



12.2 STANDORT 07 KASBACH

Tab. 29: Wurzel- und Baumparameter Standort Kasbach – Baujahr 1986

Baumnummer	Baumart	Höhe [cm]	Basisdurchmesser[cm]	Alter	Vitalität	Einlage Durchmesser [cm] vorne/hinten	Länge Einlage [cm]	größte gemessene Wurzellänge [cm]	Bemerkungen	Anzahl sprossb. Wurzel 1.Ordnung	Anzahl Adventivwurzeln 1.Ordnung
1	Salix daphnoides	6,1	12,5	15	1	145/82	145	107		1	11
K2	Alnus incana	8,2	8,3	15	3	k.A./47	k.A.	210	Kollektiv	11	5
K3_5_7	Alnus incana	8,6_9,1_12,5	6,8_13,4_16,4	11_13_25	3_3_3	57/k.A.	57	450	Kollektiv	6	20
K4_6	Salix daphnoides	10,2_11,9	12,4_11,2	19_20	3_3	137/76	90	255	Kollektiv	13	6
8	Salix daphnoides	10,8	9,8	14	3	108/29	90	288		8	21
9	Salix daphnoides	11,5	9,8	11	1	120/88	71	148		3	6
10	Salix daphnoides	8,8	5,4	10	2	71/30	120	156,5		6	22
11	Lonicera xylosteum	0,7	0,7	k.A.	2	-	-	40,5	keine Einlage	0	12
12	Prunus padus	0,8	0,8	k.A.	2	-	-	87	keine Einlage	0	4
13_14	Coryllus avellana	0,85_0,85	0,5_0,5	k.A.	3	-	-	36	keine Einlage 2-stämmig	0	21
15_16	Rosa canina	2,2_1,7	1,6_1,2	5_4	2	-	-	122	keine Einlage 2-stämmig	0	5
17	Salix daphnoides	-	-	-	-	-	-	-	tot	-	-

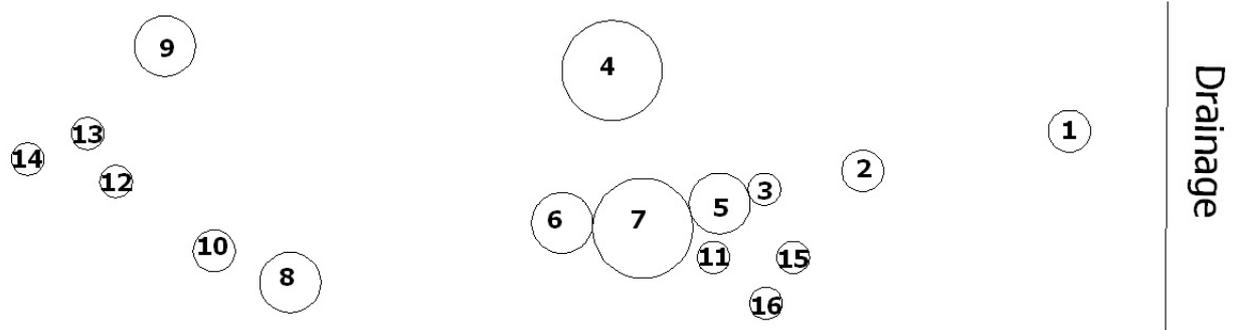


Abb. 173: Anordnung der Gehölzindividuen am Standort 07 Kasbach

Am Standort Kasbach wurden in der Reihe 03 (vergl. Abb. 1 in Kap. 3) auf ca. 2,5 m Länge 15 Individuen freigelegt, wovon 4 Grauerlen und 7 Reifweiden aus Einlagen stammten. Die Grauerlen bildeten mit 2 von den Reifweiden ein mächtiges Wurzelkollektiv. Je eine Hasel, eine Heckenkirsche, eine Traubenkirsche und eine Hundsröse, die ebenfalls freigespült wurden, haben sich vermutlich natürlich angesiedelt.

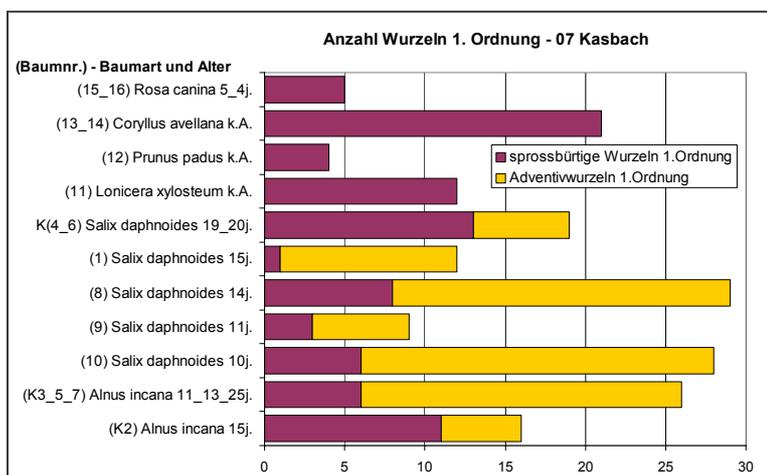


Abb. 174: Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung – Standort 07 Kasbach

# Wurzeluntersuchungen

Abb. 175:  
Wurzeldurchmesserklassen –  
Standort 07 Kasbach

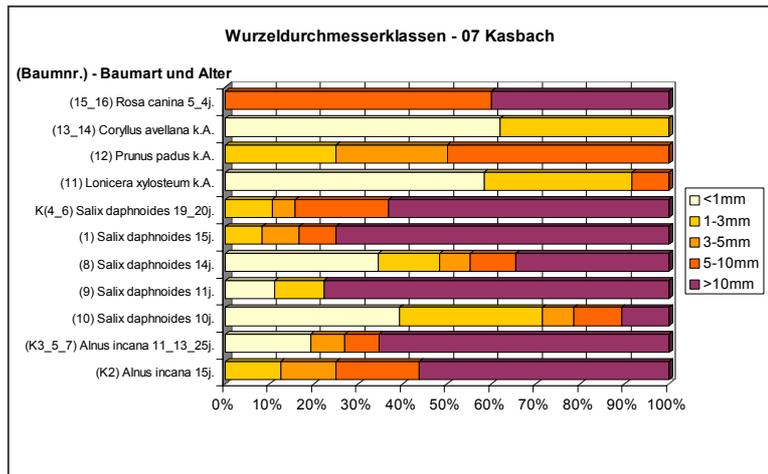


Abb. 176: Trockengewicht<sup>20</sup>  
in kg – Standort 07 Kasbach

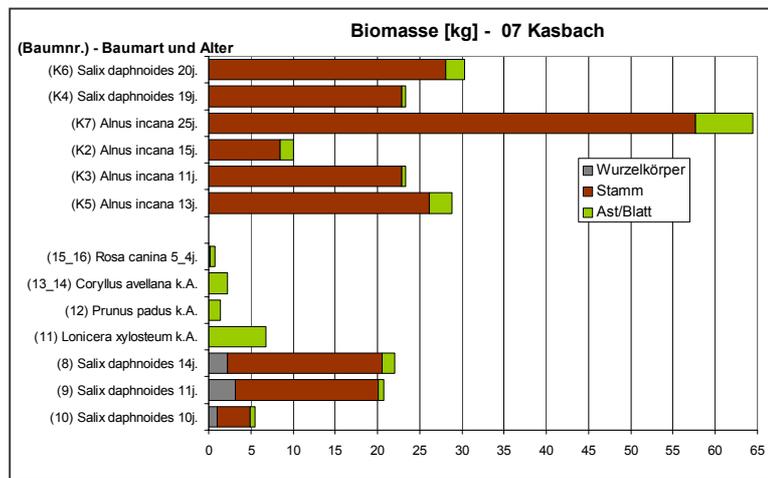
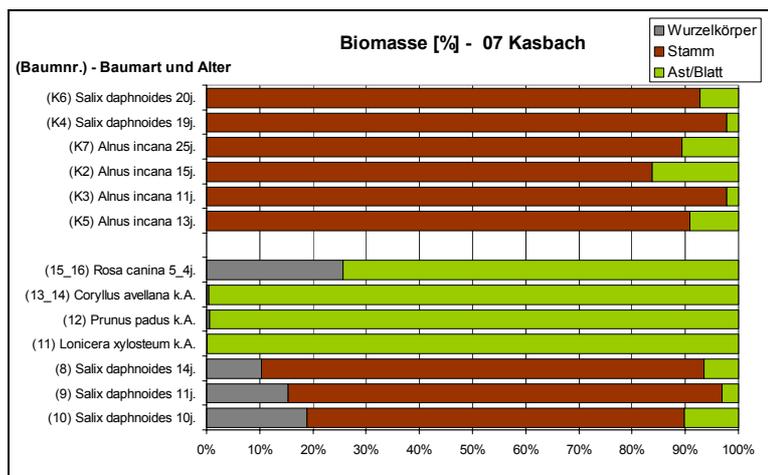


Abb. 177: Prozentuelle Verteilung des Trockengewichts sowie Verhältnis unterirdischer zu oberirdischer Biomasse – Standort 07 Kasbach

Verhältnis Wurzelbiomasse zu oberirdischer Biomasse	
(K6) Salix daphnoides 20j.	0,00
(K4) Salix daphnoides 19j.	0,00
(K7) Alnus incana 25j.	0,00
(K2) Alnus incana 15j.	0,00
(K3) Alnus incana 11j.	0,00
(K5) Alnus incana 13j.	0,00
(15_16) Rosa canina 5_4j.	0,26
(13_14) Coryllus avellana k.A.	0,00
(12) Prunus padus k.A.	0,01
(11) Lonicera xylosteum k.A.	0,00
(8) Salix daphnoides 14j.	0,10
(9) Salix daphnoides 11j.	0,15
(10) Salix daphnoides 10j.	0,19



<sup>20</sup> Von den Wurzelkollektiven (Baumnummern mit K versehen) konnte die Wurzelmasse nicht separat für die Einzelindividuen erhoben werden. Für die betroffenen Objekte wurde daher nur die oberirdische Biomasse angegeben.

## Salix daphnoides

Die Reifweide bildete an allen Exemplaren sowohl sprossbürtige Wurzeln als auch Adventivwurzeln entlang der Einlage aus, wobei diese zahlenmäßig überwogen. Die Wurzelsysteme sind äußerst unterschiedlich ausgeprägt. An Baum 1 mit stark eingeschränkter Vitalität und den dem Kollektiv angehörigen Bäumen K4\_6 mit hoher Vitalität wurden keine Feinwurzeln registriert, der Anteil der Grobwurzeln liegt höher als 60 %. Die anderen Individuen zeigten sehr unterschiedliche Feinwurzelanteile bis knapp 40 %. Die Wurzelbilder werden von den Grobwurzeln geprägt, die beachtliche Längen von bis zu 3 m, jedoch keinen einheitlichen Wuchscharakter aufwiesen. Jedoch tendieren die Wurzeln dazu, sich in Stammnähe zu konzentrieren. Der Wurzelkörper von Baum 1 war fortgeschritten vermorscht, wodurch seine Stabilität beachtlich herabgesetzt war.

Die Biomassen der baumförmigen Reifweiden sind bis über 20 kg Trockengewicht verhältnismäßig hoch, wobei der Anteil der Wurzelmasse am Gesamtgewicht unter 20 % beträgt. Der Hauptanteil von ca. 80 % von der Gesamtmasse wird vom Stamm bestimmt.

Abb. 178: Salix daphnoides 15-j.(1) – Standort 07 Kasbach



Abb. 179: Salix daphnoides, 14-j. (8) – Standort 07 Kasbach

Abb. 180: Salix daphnoides, 11-j. (9) – Standort 07 Kasbach



Abb. 181: Salix daphnoides, 10-j. (10) – Standort 07 Kasbach

## Alnus incana im Kollektiv mit Salix daphnoides

Die dem Kollektiv angehörigen Grauerlen K2 und die dreistämmige K3\_5\_7 stammen aus 2 Einlagen. Das Wurzelsystem ist geprägt von hohem Grobwurzelanteil von 55 bzw. 65 %. Der

Feinwurzelanteil von K3\_5\_7 liegt bei knapp 30 % und fehlt bei K2. Es wurden sowohl Adventivwurzeln an den Einlagen als auch sprossbürtige Wurzeln ausgebildet. Die Hauptwurzelmasse des gesamten Kollektivs konzentriert sich im Umkreis von 1 m um das Stammzentrum und reicht etwa 1 m in die Tiefe. Zahlreiche Grobwurzeln erstrecken sich zusätzlich beachtlich zur Seite, wodurch ein Durchmesser des Wurzelkörpers von mehr als 8 m erreicht wird. Die Grobwurzeln nehmen ansatzweise die auch für Grauerlen bekannte Form eines kegelförmigen Umhanges an.

Zahlreiche Wurzelverwachsungen innerhalb des Kollektivs wurden sowohl zwischen Wurzeln der Grauerlen als auch zwischen Grauerle und Reifweide beobachtet. Aufgrund des dichten Wurzelgeflechts des Kollektivs war es nicht möglich, die einzelnen Wurzelsysteme zu trennen und somit ihre Wurzelrockengewichte zu erheben. Von den Bäumen K4\_6, K2 und K3\_5\_7 liegen daher keine Wurzelbiomassen vor. Das oberirdische Trockengewicht liegt zwischen 10 und 30 kg, die 25-jährige Grauerle K7 ist bei einer Wuchshöhe von 12,5 m bei einem Basisdurchmesser von 16,4 cm mit knapp 65 kg der absolute Spitzenreiter. Der Anteil des Stammtrockengewichts an der gesamten oberirdischen Masse liegt etwa bei 90 %.

Abb. 182 und Abb. 183: Kollektiv aus *Salix daphnoides*, 19- und 20-j. (4 u. 6) und *Alnus incana*, 11-, 13-, 15- und 25-j. (3, 5, 2 u. 7) – Standort 07 Kasbach



### ***Prunus padus*, *Lonicera xylosteum*, *Corylus avellana* und *Rosa canina***

Die noch relativ jungen Trauben- und Heckenkirsche, die Hasel und die Hundsrose sind vermutlich natürlich gekeimt, was die Pflanzenangaben in den Archivunterlagen bestätigen (vergl. Kap. 10.1). Es konnte an keiner Art eine eindeutige Einlage identifiziert werden, obwohl bei allen ein kurzer Teil der Polwurzeln der horizontalen Lage einer Einlage entspricht.

Die Heckenkirsche und die Hasel haben einen hohen Feinwurzelanteil von etwa 60 % gemein, wobei die Feinwurzeln der Hasel zahlenmäßig überwiegen und sich büschelweise konzentrieren. Dadurch bekommt das Wurzelbild den Charakter eines dichten, feinen Geflechts, während der Wurzelkörper der Heckenkirsche eher spartanisch wirkt. Das Wurzelsystem der Traubenkirsche ist sehr zartgliedrig. Auffällig ist, dass sowohl Fein- als auch Grobwurzeln fehlen. Die Wurzellängen aller drei Arten liegen unter 1 m. Der Anteil der Wurzelmassen an den jeweiligen Gesamtgewichten liegt im Hundertstelbereich.

Den Hundsrosen, die durch eine Wurzel zusammengewachsen sind, fehlen ebenfalls die Feinwurzeln. Das Wurzelbild ist charakterisiert durch die sich gleichmäßig ausbreitenden Grobwurzeln, die Längen von über 1,2 m erreichen. Auffällig ist das geringe Trockengewicht von weniger als 1 kg, wobei die Wurzelmasse jedoch einen Anteil von 25 % innehat.

Abb. 184: *Prunus padus*, Alter unbekannt (12) – Standort 07 Kasbach



Abb. 185: *Lonicera xylosteum*, Alter unbekannt (11) – Standort 07 Kasbach

Abb. 186: *Corylus avellana*, Alter unbekannt, 2-stämmig (13 u. 14) – Standort 07 Kasbach



Abb. 187: *Rosa canina*, 5- und 4-j., zusammengewachsen (15 u. 16) – Standort 07 Kasbach

12.3 PROFILKARTIERUNG – STANDORT 03 TRAFIOIERBACH

Die Profilkartierung am Standort Trafoierbach wurde in der Heckenbuschlage 01 in der Reihe 03 direkt oberhalb der Wurzelgrabungen durchgeführt (vergl. Abb. 1 in Kap. 3). Insgesamt wurden entlang der Profillänge von 180 cm 55 Einlagen registriert, woraus sich 14 Individuen, davon 13 Purpurweiden und eine Grauerle entwickelt hatten. Der Rest der Einlagen war abgestorben.

Abb. 188: Baumparameter der Individuen entlang des Wurzelprofils – Standort 03 Trafoierbach

Baumnummer	Baumart	Höhe [m]	BasisØ [cm]	BHD [cm]	Alter [a]	Vitalität
1	Salix purpurea	3,2	1,1	1,1	11	2
2	Salix purpurea	2,3	1,3	0,6	8	2
3	Salix purpurea	2,1	1,1	0,5	7	2
4	Salix purpurea	3,3	2,3	1,2	14	2
5	Salix purpurea	3,4	2,2	1,4	10	2
6	Salix purpurea	3,6	2,5	1,4	10	1
7	Salix purpurea	2,6	1,5	1,0	8	1
8	Salix purpurea	2,5	3,1	2,3	11	1
9	Salix purpurea	3,9	3,0	2,0	11	2
10	Salix purpurea	2,8	1,1	1,0	7	1
11	Salix purpurea	2,7	1,8	1,0	9	2
12	Salix purpurea	3,6	2,7	1,8	15	2
13	Salix purpurea	2,2	1,2	0,6	8	1
14	Alnus incana	7,8	11,1	7,4	14	2

Abb. 189: Profil 1 – Standort 03 Trafoierbach



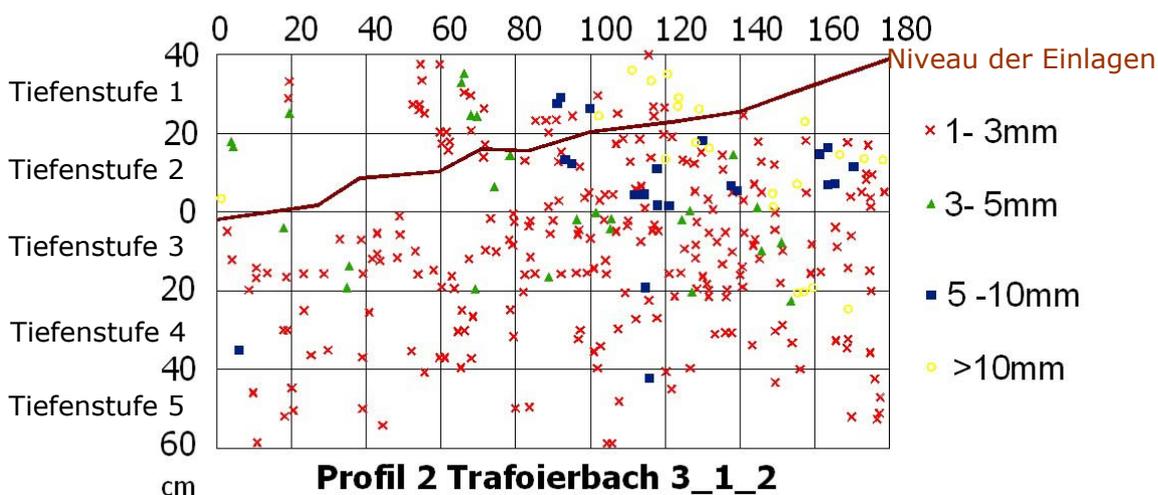
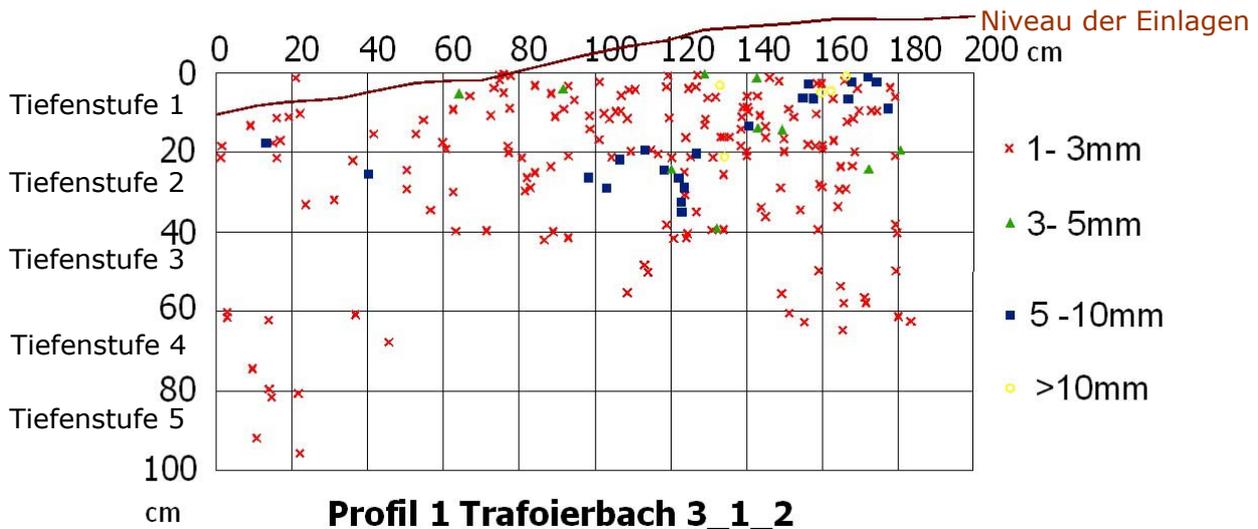
Abb. 190: Profil 2, 50 cm hinter Profil 1 – Standort 03 Trafoierbach

Am Profil 1 konzentrieren sich die Wurzeln in den ersten 2 Tiefenstufen 0-20 cm und 20-40cm unterhalb der Bodenoberfläche v.a. in den Quadranten von 60 bis 180 cm. Es sind hier alle Durchmesserklassen vertreten. Die Wurzeln mit Durchmessern > 10 mm entstammen vermutlich der Grauerle (Stammposition etwa bei 160 cm) und beschränken sich auf die Tiefenstufe 1 im Bereich 120 bis 180 cm. Die Wurzeln mit Durchmesser 5-10 mm häufen sich in der Tiefenstufe 1 bei 140 bis 180 cm und in der Tiefenstufe 2 bei 90 bis 130 cm. Die wenigen Wurzeln mit Durchmessern 3-5 mm sind unregelmäßig verteilt zwischen 60 und

180 cm. Nach unten hin nehmen die Wurzeln stark ab, in Tiefenstufe 3 beschränken sie sich auf die rechte Profilhälfte, in Tiefenstufe 4 und 5 auf die linke Profilhälfte.

In Profil 2 sind insgesamt mehr Wurzeln über die Profillänge verteilt. Oberhalb des Niveaus der Einlagen bis zur Bodenoberfläche konzentrieren sie sich von 40 bis 140 cm. Die Wurzeln >10mm Durchmesser häufen sich im Bereich um den Stamm der Grauerle und reichen bis zur Bodenoberfläche. Die Wurzeln der Kategorie 5-10 mm sind diffus verteilt zwischen 80 und 180 cm mit Konzentration in der Tiefenstufe 2. Ebenfalls unregelmäßig verteilt sind die Wurzeln mit Durchmessern 3-5 mm in den Tiefenstufen 1 bis 3 unterhalb der Bodenoberfläche. Auffällig ist ein Fehlen von Wurzeln der Kategorie 1-3 mm in Tiefenstufe 1 bei 120 bis 180 cm und in Tiefenstufe 2 bei 0 – 60 cm.

Abb. 191: Wurzelverteilung am vorderen Profil 1 and am hinteren Profil 2 – Standort 03 Trafoierbach



In Abb. 192 und Abb. 194 ist abzulesen, dass sich in beiden Profilen auf Höhe der Einlagen bzw. direkt darunter die meisten Wurzeln befinden. Über 80 % davon gehören der Kategorie 1-3 mm an. Ihre Wurzelanzahl in Profil 1 nimmt nach unten rapide ab, die anderen Kategorien sind ab 40 cm nicht mehr vertreten. In Profil 2 nimmt in den Bodenschichten oberhalb der Einlagen der Anteil der feinen Wurzeln, obwohl zahlenmäßig stark überlegen, zugunsten der Grobwurzeln 5-10 mm und >10 mm ab. In Tiefenstufe 4 und 5 ausgehend von der

Bodenoberfläche sind in Profil 2 etwa fünfmal so viele Wurzeln wie in Profil 1 zu finden. Die höchste Wurzelanzahl in Profil 1 mit insgesamt 115 Wurzeln liegt in der Tiefenstufe 1, in Profil 2 mit ebenfalls 115 Wurzeln in der Tiefenstufe 2 direkt unterhalb der Einlagen.

Abb. 192 und Abb. 193: Wurzelanzahl und prozentuelle Verteilung nach Tiefenstufen am vorderen Profil 1 - die Tiefenstufen gehen von der Bodenoberfläche aus, das Null-Niveau für ihre Bemaßung entspricht dem Niveau der Einlagen - Standort 03 Trafoierbach

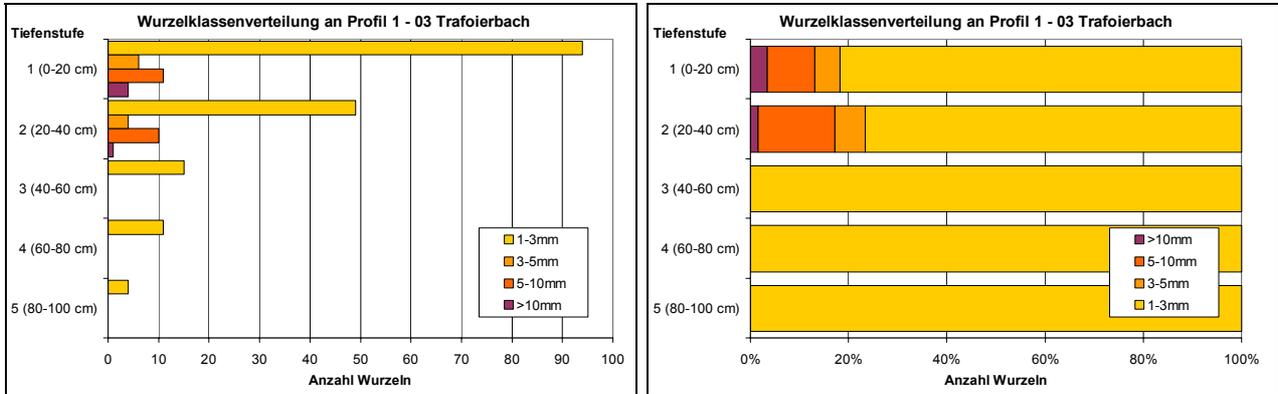
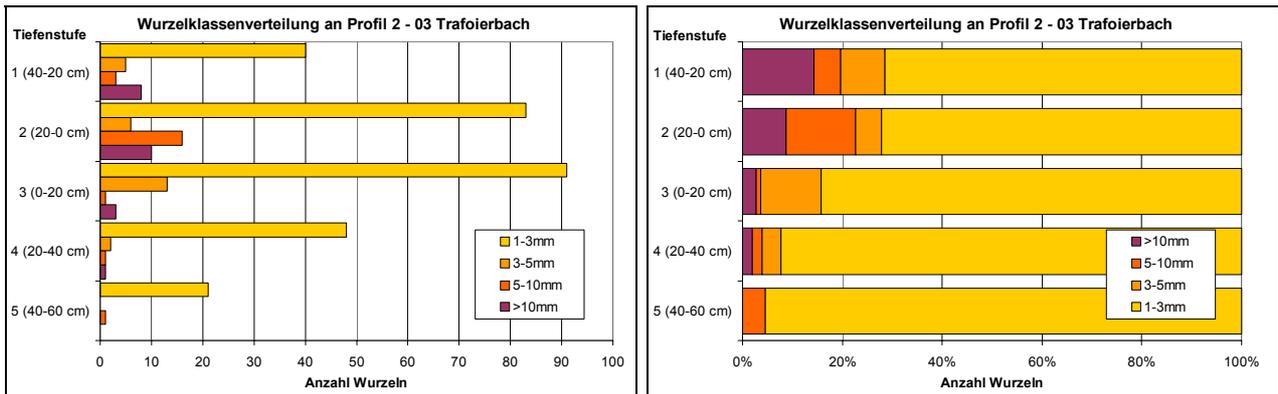


Abb. 194 und Abb. 195: Wurzelanzahl und prozentuelle Verteilung nach Tiefenstufen am hinteren Profil 2 - die Tiefenstufen gehen von der Bodenoberfläche aus, das Null-Niveau für ihre Bemaßung entspricht dem Niveau der Einlagen - Standort 03 Trafoierbach



## 13 Diskussion

### 13.1 BAUPRINZIP

Wie in Kap. 2 angeführt, sind Heckenbuschlagen einfach herzustellende Konstruktionen, die ohne besondere Vorkenntnisse durchführbar sind. Mängel, die auf unkorrekte Bauausführungen zurückzuführen sind, treten daher kaum auf. Vielmehr spielen gelände- und standortbedingte Situationen eine entscheidende Rolle für die Stabilität von Heckenbuschlagen, die an sich einen sehr hohen, flächendeckenden Wirkungsgrad haben.

An den untersuchten Standorten ist zumindest eine Teilsanierung der Anrisse gelungen, die Heckenbuschlagen sind zur Zeit großteils stabil und nirgends ernsthaft gefährdet. Anzeichen für Mobilität im Untergrund wurden auf den Standorten 06 Prünsterlahn und 07 Kasbach registriert. Hier sind einige Reihen abgerutscht oder, trotz zusätzlicher Sicherung mit Pilotenwänden, teilweise nach unten verschoben. Die Bestände weisen dadurch Lücken auf, haben sich aber trotz fehlender Fußsicherung stabilisiert.

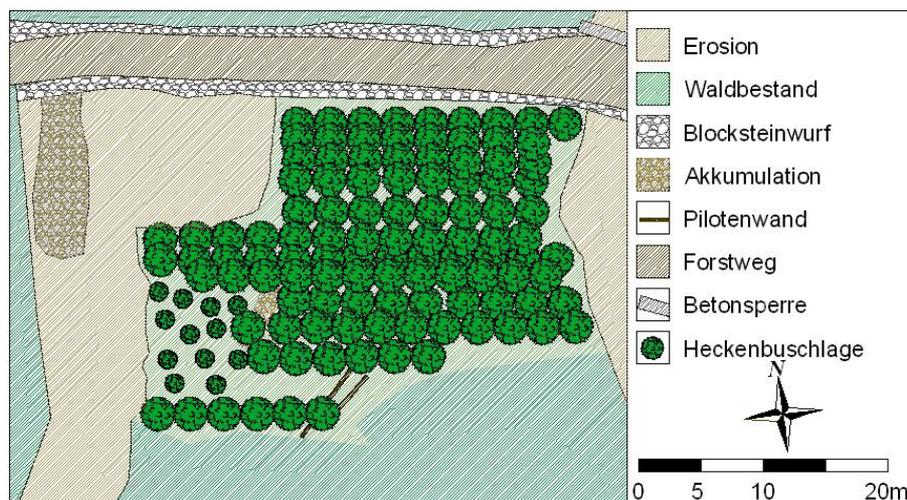


Abb. 196: Lücken im Bestand, verschobene Reihen und nach unten verlagerte Pilotenwände sind Anzeichen für hohe Mobilität im Gelände (Standort 06 Prünsterlahn, Sommer 2005).

Problematisch ist der Standort 02 Wieserlahn. Die großflächige Porphyrmoräne unterhalb der Heckenbuschlage ist ständigem Bodenabtrag ausgesetzt, Grabeneintiefungen führen zu Unterspülungen der Reihen, wodurch die Lagen sukzessive freigelegt und schließlich abgetragen werden. Nur ausreichend fundierte Fußsicherungen könnten den Angriff der Heckenbuschlage von unten her schützen, stellen jedoch aufgrund der Tiefgründigkeit der Moräne nur eine mittelfristige Lösung dar. Eine langfristige Stabilisierung ist bei einer flächendeckenden Gesamtsanierung mit stabiler Sicherung des Moränenfußes vorstellbar. Dieser Vorschlag ist jedoch aufgrund der Dimension und der hohen Neigung der Moräne und des damit verbundenen ökonomischen Aufwandes kritisch zu bewerten.

Die relativ kleinen Anrisse der Bachböschungen von Standort 07 Kasbach und Standort 08 Gastererbach wurden mithilfe der Heckenbuschlagen erfolgreich stabilisiert. Ausschlaggebend dafür ist die flächendeckende Sanierung bis hinein in die stabilen Seitenbereiche. Durch zusätzliche Entwässerungsgräben bzw. Drainagevorrichtungen, die nach wie vor intakt sind, wurde austretendes Hangwasser gezielt abgeleitet.



Abb. 197: Ständige Erosionen in der großflächigen Porphyrmoräne am Standort 02 Wieserlahn zerstören die Heckenbuschlage von unten her (Sommer 2005).

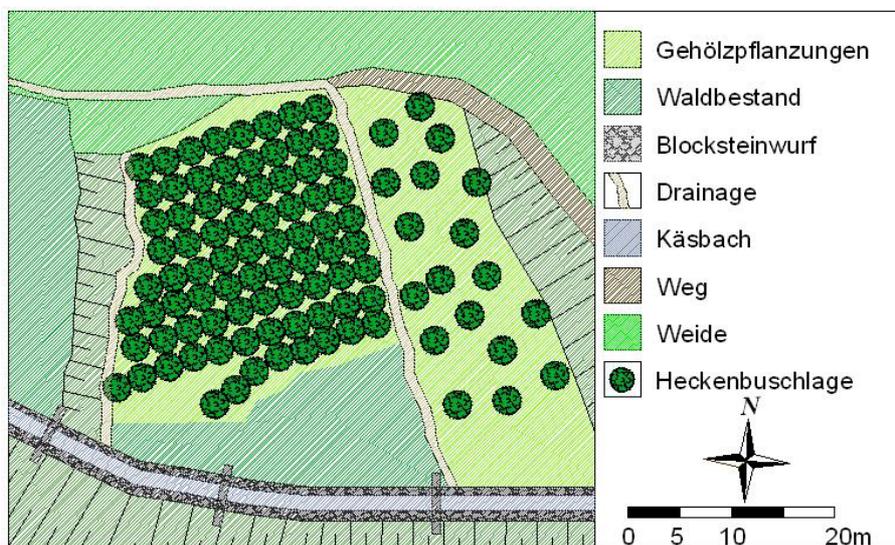


Abb. 198: Erfolgreiche Sanierung der Bachböschung Standort 07 Kasbach durch flächendeckende Maßnahmen. Fehlende Fußsicherung führte jedoch zu einer Verschiebung der unteren Reihe (Sommer 2005).

An den übrigen Standorten ist der Materialabtrag nach wie vor als problematisch zu bewerten. Die Ursache dafür ist in der kleinflächigen, fast „punktuellen“ Anwendung der Stabilbauweise zu sehen (vergl. Kap. 7 Abb. 61). Es wurde verabsäumt, die Heckenbuschlagen in die stabilen Seitenbereiche außerhalb der Anrisse einzubinden. Trotz Beruhigung der unmittelbar durch die Buschlagen gesicherten Bereiche schreitet die Erosion in den ungesicherten Zonen stetig voran und gefährdet zusätzlich die Seitenflanken der Heckenbuschlagen. Ebenso negative Effekte haben ungesicherte Anrisskanten, wie sie auf den Standorten 01 Platzbach, 03 Trafoierbach, 04 Salt vorzufinden sind.



Abb. 199: Ungesicherte Anrisskanten stellen unerschöpfliche Materialdepots dar (Standort 03 Trafoierbach 1992)

An allen genannten Standorten haben sich die Anrisse oberhalb der Heckenbuschlagen seit den Sanierungen merklich vergrößert und stellen riesige Materialdepots dar. Das erosive Material wird nach unten verlagert und verursacht z.T. große Schäden an den Heckenbuschlagen. Am Standort 01 Platzbach wurde im Mittelteil der Heckenbuschlage die obere Hälfte fast zur Gänze zerstört, die Schäden an den Pflanzen reichen bis zum Fuß der Buschlage. Am Standort 04 Salt weisen nur mehr als Rudimente von Reihen interpretierbare Gehölzinseln ebenfalls auf eine komplette Zerstörung des linken Teiles der Heckenbuschlage hin. Die auf Archivfotos zu sehende zweite Heckenbuschlage konnte im Sommer 2005 nicht mehr gefunden werden. Am Standort 03 Trafoierbach ist der Anriss oberhalb der Heckenbuschlagen zwar weniger problematisch, der ungesicherte Bereich oberhalb der starken Wasseraustritte zwischen den Heckenbuschlagen sowie der großflächige Anriss rechts der Buschlagen liefern jedoch ständig Material nach. Der Schuttkegel überlagert Teile der Heckenbuschlagen und hat die bepflanzten Holzkrainerwände beachtlich zerstört.

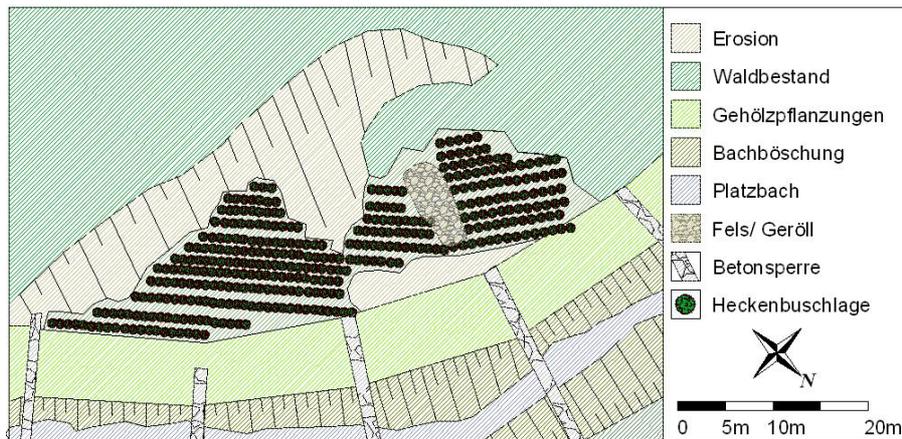


Abb. 200: Durch fehlende Sicherung der Anrisskanten wird ständig Material nachtransportiert und die Heckenbuschlagen von oben her stark zerstört (Standort 01 Platzbach, Sommer 2005)

Der Grundriss der Heckenbuschlage am Standort 06 Prünsterlahn, wie er auf Archivfotos erkennbar ist (s. Kap. 9 Abb. 95), mutet als etwas eigenwillig an, da nicht nachvollziehbar ist, warum die Buschlagen nicht in der gesamten Länge bis zum Weg gebaut wurden. Da der Weg nach oben hin mittels Blockwurf gesichert wurde, ist die Oberkante der Heckenbuschlage nicht unmittelbar gefährdet, der Weg im ungesicherten linksseitigen Bereich musste offensichtlich später mittels Zyklopenmauer stabilisiert werden. Die Grabeneintiefungen links und rechtsseitig der Heckenbuschlagen schreiten jedoch trotz der großflächigen Sanierung im Sommer 2005 vom Weg aufwärts bis zur Anrisskante ungehindert voran und stellen potentielle Gefährdungsstellen für die Heckenbuschlage dar.

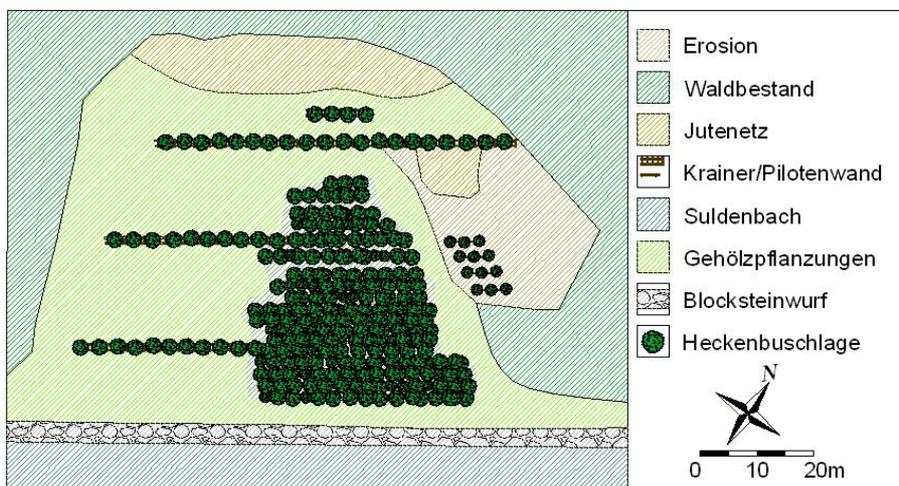


Abb. 201: Ein gutes Gesamtkonzept ermöglicht eine erfolgreiche Sanierung und die Initialisierung eines geschlossenen Bestandes mittels Heckenbuschlagen (Standort 05 Suldenbach, Sommer 2005)

Standort 05 Suldenbach repräsentiert ein gutes Beispiel für eine erfolgreiche Gesamtsanierung des Hanganrisses. Da die 1989 erbaute Heckenbuschlage offensichtlich Schäden durch Abträge ausgehend von der Anrisskante, die sich nach oben vergrößert hatte, erlitten hatte, wurden nachträglich die Anrisskante mittels Jutenetzstrohdecksaaten begrünt und bepflanzte Holzkraierwände als zusätzliche Stabilisierungselemente im hangoberen Bereich gebaut (vergl. Kap. 8 Abb. 81). Dadurch konnte sich das Gelände soweit beruhigen, dass sich ein fast geschlossener Bestand bis hinunter zum Bachbett entwickelte. Lediglich rechtsseitig im Bereich der bepflanzten Pilotenwände gibt es Erosionsherde und offene Bodenflächen. Die Pilotenwände stabilisieren hier das Gelände nicht ausreichend.

Heckenbuschlagen stellen eine äußerst effiziente, tiefgreifende und flächendeckende Möglichkeit zur Hangstabilisierung dar. Schäden und Instabilitäten sind bei folgenden Mängeln beobachtet worden:

- **fehlende Fußsicherung** bei mobilen Untergründen v.a. dann, wenn sich die Heckenbuschlage nicht am Böschungsfuß sondern im Mittel- oder Oberhang befindet
- **fehlende oder zu geringe Integration** der Heckenbuschlagen in stabile Seitenbereiche
- **fehlende oder unzureichende Sicherung der Anrisskante**
- **kleinflächige bis „punktueller“ Anwendung** der Heckenbuschlagen bei Anrissen größerer Ausdehnung
- **fehlende Wasserableitung** bei starken Hangwasseraustritten

## 13.2 VEGETATION

### 13.2.1 Gehölzstrukturen

Die reihenförmigen Strukturen der Heckenbuschlagen waren überall gut zu erkennen. Lediglich am ältesten Standort 08 Gastererbach gestaltete es sich etwas schwieriger die Heckenbuschlage zu identifizieren, da der Reihencharakter mittlerweile weniger stark ausgeprägt ist.

An fast allen untersuchten Standorten stellen die Grauerle und die Purpurweide die Charakterarten dar, die dementsprechend die Bestandeshöhen und die Durchmesserverteilungen beeinflussen. Am noch sehr jungen Standort 01 Platzbach sind die Gehölzstrukturen von der strauchförmigen Purpurweide geprägt, die an sich baumförmigen Grauerlen, Traubenkirschen und Vogelbeeren sind ihr im Wuchs noch unterlegen. An allen anderen Standorten dominiert die raschwüchsige Erle die oberen Höhen- und Durchmesserklassen, ist aber auch im Jungwuchs stark vertreten. Einzige Ausnahme bildet der Standort 05 Suldenbach. Hoher Erlenbruch dezimiert die Art auf einen geringen Anteil von wenigen Prozenten, die Verjüngung durch Ausläuferbildung ist unterdrückt. Die Purpurweide, die Esche und auch die Vogelbeere konnten sich hier außergewöhnlich gut durchsetzen.



Abb. 202: Durch die reihenförmige Anordnung der Bestände mit Grauerlen und Purpurweiden als Hauptbaumarten sind die Heckenbuschlagen leicht identifizierbar. (Standort 06 Prünsterlahn, Sommer 2005)

Auffällig ist der ungewöhnlich jugendliche Charakter des Bestandes am ältesten Standort 08 Gastererbach. Lt. mündlichen Aussagen von Prof. Florineth (10.10.2005) ist das verringerte Wachstum auf zu starke Entwässerung bei den Sanierungen zurückzuführen. Aufgrund der vorgefundenen frisch-feuchten Bodenverhältnisse kann dies nicht bestätigt werden. Vielmehr wurden hier die Erlen vermutlich vor einigen Jahren ausgelichtet, wodurch die anderen Arten konkurrenzfähiger wurden und die Silberweide und die Esche die Bestandeshöhen vorgeben. Der Anteil der Grauerle von fast 50 % am Gesamtbestand sowie die hohe Präsenz im Jungwuchs lässt jedoch erwarten, dass sie in kurzer Zeit die übrigen Arten wieder überwächst und verdrängt.

Die Unterdrückung vieler Arten bei Anwesenheit von Erlen wurde in mittlerweile zahlreichen Evaluierungen ingenieurbio-logischer Systeme nachgewiesen. Bei Untersuchungen von 50-jährigen Heckenbuschlagen in Tirol stellte STANGL (2003) strikt grau- und grünerlendominierte Bestände trotz ungeheurem Aufwand an verschiedenen Gehölzarten und Pflanzenarten beim Bau fest. Die raschwüchsigen Erlen bilden bald ein geschlossenes Kronendach, hohe Stammzahldichten durch Wurzelbrut und Mehrstämmigkeit bedrängen andere lichtbedürftige bzw. weniger konkurrenzstarke Gehölze. Eine Abkürzung bzw. Steuerung der Sukzession mit Hilfe von Heckenbuschlagen zu erreichen, wie BEGEMANN & SCHIECHTL (1986, S. 155) es ansprechen, ist bei Verwendung von Erlenarten anzuzweifeln. V.a. auf Extremstandorten mit hoher Geländedynamik, wo die Vegetationsdecke ständig neu aufgerissen wird, stellen Erlenbestände durch ihre hohe Regenerationsfähigkeit möglicherweise eine Art Klimaxgesellschaft dar. Um eine Artenumwandlung zu erzielen, sind großflächige Schnitt- und intensive Pflegemaßnahmen notwendig.

Die Anwesenheit verschiedenster Arten, die an den untersuchten Standorten z.T. aber nur vereinzelt vorkommen, sowie die z.T. vorliegenden Archivinformationen zeigen die Intention, bei der Wiederbegrünung der Anrisse eine möglichst hohe Artenvielfalt zu gewährleisten. Das offensichtliche Zurückdrängen dieser Arten durch die Erle wirft die Frage nach der ökonomischen Rechtfertigung eines hohen Pflanzenaufwandes von an sich teuren bewurzelten Laubgehölzen auf. Es bleibt eine Frage der Priorität, ob Einbußen in der Artenvielfalt zugunsten der rasch bestandesschließenden Erlen akzeptiert werden oder ob auf die Anwesenheit der Erlen, ihre positive Wuchsleistung und Stabilisierungseffekte durch ihre Wurzelsysteme und ihre hohe Regenerationsfreudigkeit selbst nach Bruch und anderen Schäden verzichtet werden kann.

Abb. 203: Viele Weiden und andere lichtbedürftige Arten werden bei Anwesenheit der Erlen rasch zurückgedrängt (Standort 02 Wieserlahn, Sommer 2005)



Abb. 204: Altersbedingter Bruch von Silberweiden am Standort 07 Kasbach (Sommer 2005)

Die Vitalität der Gehölze in den Heckenbuschlagen ist im allgemeinen hoch. Beeinträchtigungen zeigen v.a. die Purpurweide und die Grauerle, was z.T. der Selbstregulierung durch die hohen Stammzahlen zuzuschreiben ist. Altersbedingter Bruch v.a. der Silberweide beeinträchtigt das Bild am Standort 07 Kasbach, höhere Ausfälle sind auch an den Standorten 02 Wieserlahn, 05 Suldenbach und 06 Prünsterlahn beobachtet worden. Sehr guter Vitalität erfreut sich der

Standort 08 Gastererbach, was vermutlich den Verjüngungsschnitten zuzuschreiben ist. Ein höherer Ausfall der Weidenasteinlagen wurde an den Standorten 01 Platzbach, 02 Wieserlahn, 05 Suldenbach angetroffen. Am Standort 02 Wieserlahn sind vermutlich die trockenen Standortbedingungen für den Ausfall verantwortlich. Zusätzlich wurden durch Erosionen im unteren Teil der Heckenbuschlagen zahlreiche Reihen auf- oder weggerissen, unterspült bzw. seitlich freigelegt. Bei den anderen Standorten ist schwer nachzuvollziehen, ob die Weidenäste aufgrund Qualitätsmangel nicht ausgetrieben haben oder ob dichte Astlagen die Konkurrenzsituation erhöhen. Da v.a. dicken Weidenästen jedoch hohe Bedeutung als mechanische Stabilisierungselemente zukommt, sollte die Quantität der eingelegten Pflanzenteile keineswegs in Frage gestellt werden. Wie in Kap. 2 angeführt, erhöhen die eingelegten Stamm- und Astteile die Aufnahme von Haftreibung und die Verbundfestigkeit und somit die Tragfähigkeit des Lagenbaus. Außerdem ist die Verwendung von langen, kräftigen Weidenästen für ausreichende Tiefenwirkung unverzichtbar. Die alleinige Verwendung von bewurzelten Laubgehölzen, die aus Kostengründen meist nicht älter als etwa 2 Jahre sind und daher nur geringe Längen und Durchmesser aufweisen, ist für eine tiefreichende Stabilisierung bei weitem nicht ausreichend, zumal sich die Wurzelräume v.a. der langsamwachsenden Arten auch nur verzögert entwickeln.

Ein vitalitätslimitierender Faktor auf fast allen Standorten stellt die Steinschlagproblematik dar. Zum einen wurden ganze Reihen oder zumindest Teile von Reihen weggerissen oder übermurt (z.B. Standorte 01 Platzbach und 03 Trafoierbach), zum anderen beschädigt z.T. recht grobes, von oben kommendes Erosionsmaterial die Pflanzen erheblich. Massive Stammverletzungen bzw. Baumbrüche wurden an den Standorten 03 Trafoierbach, 04 Salt und 06 Prünsterlahn beobachtet, wodurch mittel- bis kurzfristig weitere Ausfälle in den Beständen zu erwarten sind. Abgesehen von den Schäden, die an den Pflanzen durch Steinschlag verursacht werden, wird im allgemeinen selbst grobes Erosionsmaterial von den Lagenbauten gut aufgefangen und innerhalb der Heckenbuschlagen akkumuliert. Dadurch kommt den Heckenbuschlagen eine äußerst wichtige Funktion als Steinschlagschutz zu, durch die darunter liegende Bereiche effektiv geschützt und beruhigt werden.

Schäden durch Verbiss wurden an den Standorten 01 Platzbach, 03 Trafoierbach und 07 Kasbach festgestellt, an Zweiterem ist dies der Beweidung durch Schafe zuzuschreiben. An Standort 07 Kasbach wurden auch zahlreiche Blattschäden durch Insektenfraß sowie der Mosaikvirus an der Traubenkirsche beobachtet. Am trockenen Standort 02 Wieserlahn zeugen Blattverfärbungen von Wasser- und Nährstoffmangel.

Abb. 205: Massive Stammschäden und Baumbruch sind die Folge von hohem Steinschlag (Standort 04 Salt, Sommer 2005)



Abb. 206: Die Ausbildung einer Krautschicht wird außerhalb der Heckenbuschlagen durch fortschreitende Erosionen unterbunden (Standort 02 Wieserlahn, Sommer 2005)

Innerhalb der Heckenbuschlagen wurden keine offenen Bodenbereiche durch Erosion oder Oberflächenabtrag beobachtet. Dennoch ist die Entwicklung der Krautschicht größtenteils ebenfalls durch die Steinschlagfähigkeit behindert. Akkumulationen vereiteln den Narbenschluss bzw.

häufig wird die Grasnarbe durch das mobile Grobmaterial wieder aufgerissen. An den Standorten 01 Platzbach, 05 Suldenbach und 07 Kasbach liegt die Deckung der Krautschicht nur bei etwa 25 %, etwas höher mit über 40 % ist sie an den Standorten 04 Salt und 08 Gastererbach. Am Standort 02 Wieserlahn ist die Krautschicht im oberen Bereich der Heckenbuschlage dicht und geschlossen, durch fortschreitende massive Erosionen von unten her jedoch stark reduziert. Ausreichend hohe Deckung der Krautschicht von etwa 80 % findet sich am Standort 06 Prünsterlahn, selbst dort wo Bodenbewegungen Lücken in den Bestand gerissen haben.

Zahlreiche Nässezeiger kommen in den wasserführenden Gräben bzw. an Stellen mit stärkeren Wasseraustritten vor. Am Standort 05 Suldenbach, wo der Bereich unmittelbar unter der Anrisskante mittels Jutenetz gesichert und zusätzlich begrünt wurde, konnte sich die Krautschicht nur inselförmig an wenigen Stellen etablieren. Da sich das Jutenetz in fortgeschrittenem Zersetzungsstadium befindet und die Krautschicht keinen Bodenschutz bietet, ist zu erwarten, dass bei voranschreitender Verrottung des Netzes oberflächlicher Materialabtrag auf dem steilen Gelände neuerlich einsetzt. In den ungesicherten Bereichen außerhalb der Heckenbuschlagen der übrigen Standorte sind die meist von der Anrisskante ausgehenden Erosionen so stark, dass sich keine Krautvegetation ansiedeln kann.

## 13.2.2 Wurzelbilder

### 13.2.2.1 Wurzelbilder der Weidenasteinlagen

Die Wurzelbilder von *Salix purpurea* mit einem Höchstalter von 14 Jahren am Standort 03 Trafoierbach weisen einen sehr schlichten Charakter auf. Die Hauptmasse macht der ehemalige Ast, der als Einlage diente, aus. Die Feinwurzeln verteilen sich als Adventivwurzeln entlang der Einlage und bleiben in ihrer Längenausdehnung unterentwickelt. Sprossbürtige Wurzeln wurden nur an einem Individuum registriert. KUTSCHERA & LICHTENEGGER (2002, S. 504) beobachteten, dass sich die Purpurweide in erster Linie polbürtig bewurzelt und sich die sprossbürtige Bewurzelung auf die Ansatzstellen von Bestockungstrieben beschränkt. Die Polwurzel verzweigt sich in gleichwertige Seitenwurzeln, die in warmen, skelettreichen, stauwasserfreien Böden in die Tiefe streben, in kühlen und feuchten Böden jedoch flurnah bleiben. An den untersuchten Weidenobjekten hatten sich meist nur eine bis wenige Grobwurzeln gebildet, die jedoch beachtliche Seitenausdehnungen bis über 2 m erreichten. Die geringen Wurzelbiomassen stehen in direktem Zusammenhang mit der Größe der Asteinlage, die Feinwurzelmasse spielt eine untergeordnete Rolle. Je nach Vitalitätszustand der Individuen betragen die Wurzelbiomassen zwischen 20 und 70 % des Gesamtgewichtes. Altersbedingte Zusammenhänge konnten keine erkannt werden.

Abb. 207: Wurzelbild einer Asteinlage von *Salix purpurea*, 13-jährig, Standort 03 Trafoierbach

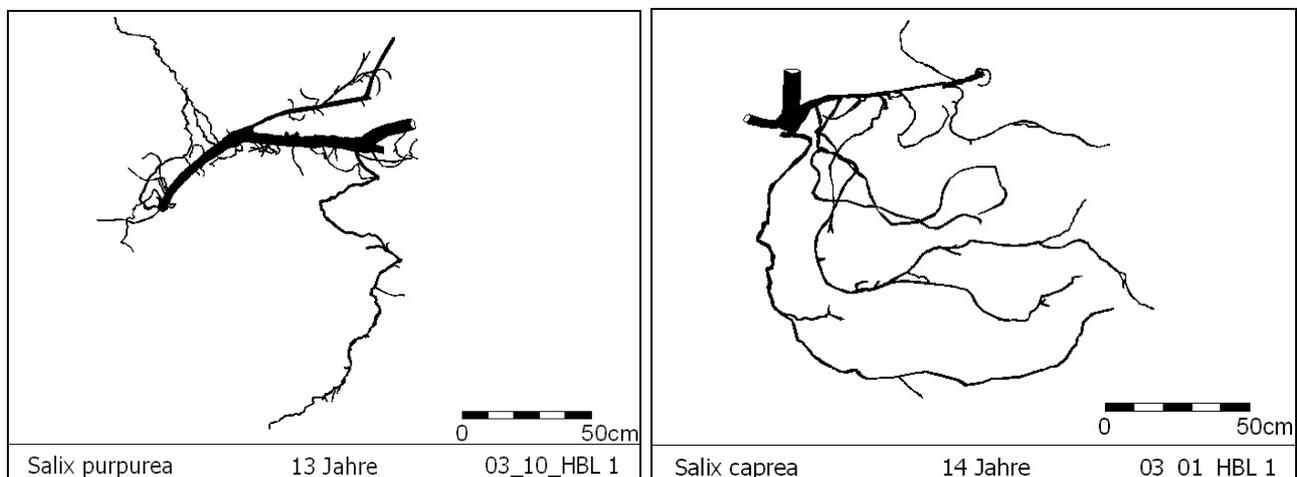


Abb. 208: Wurzelbild einer Asteinlage von *Salix caprea*, 14-jährig, Standort 03 Trafoierbach

Durch mehrere gleichwertige Grobwurzeln mit Längen bis 2,5 m und zahlreichen Feinwurzeln 2. Ordnung wirkt die Wurzelbildung von *Salix caprea* (5- und 7-jährig) von Standort 03 Trafoierbach wesentlich intensiver als bei der Purpurweide. Die Adventivwurzeln entlang der Einlagen konzentrieren sich im vorderen Bereich, sprossbürtige Wurzeln wurden keine gezählt. Der Anteil der Wurzelmasse an der Gesamtbiomasse macht nur knapp 10 bzw. 30 % aus.

KUTSCHERA & LICHTENEGGER (2002, S. 509) beschreiben die Salweide als Polwurzelpflanze mit möglicher Sprosswurzelpflanze mit möglicher Sprosswurzelpflanze am verdickten Stammgrund und hohem Feinwurzelpflanze. Die Polwurzel ist später von den gleichwertigen Seitenwurzeln kaum mehr zu unterscheiden. Die Wurzelentwicklung richtet sich primär zur Seite, auf stauwasserfreien, warmen Böden werden jedoch beachtliche Tiefen bis über 2 m erreicht. Bei den Wurzelgrabungen an Hangrosten (STANGL & SCARPATETTI, 2004, S. 89) reduzierte sich der Wurzelkörper von aus kleinen Steckhölzern gezogenen Salweiden auf einen Wurzelfilz im zentralen Bereich, dem eine arttypische Polwurzel fehlte.

Die Wurzelbilder von *Salix daphnoides* (Höchstalter 20 Jahre) von Standort 07 Kasbach präsentierten sich sehr unterschiedlich. Die Reifweide entwickelte neben den Adventivwurzeln entlang der Einlage auch sprossbürtige Wurzeln. Verschieden ausgeprägte Grobwurzeln mit Feinwurzelpflanze über deren gesamte Länge erreichten Längen bis zu 3 m. Die Wurzelentwicklung scheint sich am vorderen Teil der Einlage in Stammnähe zu konzentrieren. Die Wurzelbiomasse ist ebenfalls stark von der Größe der Einlage beeinflusst. Ihr Anteil an der Gesamtbiomasse, die zu 80 % vom Stamm dominiert wird, liegt zwischen 10 und 20 %.

Abb. 209: Wurzelbild einer Asteinlage von *Salix daphnoides*, 11-jährig, Standort 07 Kasbach

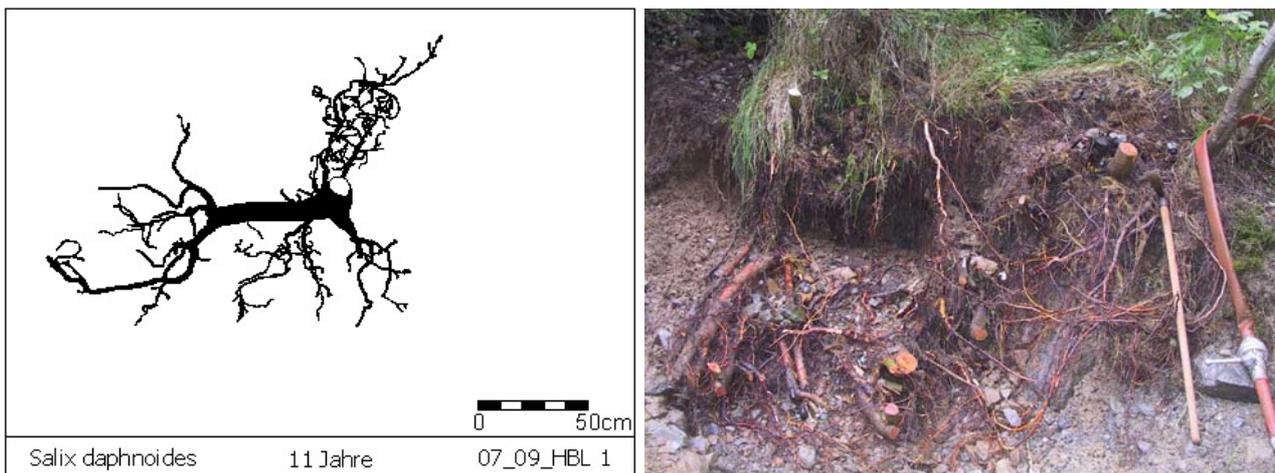


Abb. 210: Heckenbuschlage aus 47, davon 22 tote Asteinlagen und 8 bewurzelten Laubgehölzen auf 2,5 lfm (Standort 03 Trafoierbach)

Ebenfalls verhältnismäßig magere Wurzelbildung wurde bereits bei den Grabungen der Holzkrainerwände an Asteinlagen und Steckhölzern von *Salix elaeagnos*, *Salix purpurea* und *Salix appendiculata* (STANGL & TESARZ, 2003, S. 107) beobachtet. Auffällig dabei war die oft unregelmäßige Verteilung der Adventivwurzeln entlang der Einlage. Zahlreiche Steckhölzer wurden als tote Objekte ohne jegliche Wurzelbildung ausgegraben. Am Standort 03 Trafoierbach wurden 22 tote Weidenasteinlagen gefunden. Das macht bei 47 Weideneinlagen einen Ausfall von 46 %, bei insgesamt 55 Einlagen aus Weidenästen und bewurzelten Gehölzen von 40 % aus. Bei den Gehölzaufnahmen wurden Ausfälle bis zu einem Drittel registriert, bei der Profilkartierung gar bis zu einem Dreiviertel, was alarmierend hoch erscheint. Nachdem die bewurzelten Einlagen meist 1-2-jährige Heister mit sehr kleinen Durchmessern und Längen sind, kommen daher langen kräftigen Weidensteckhölzern als Einlagen zur mechanischen Bewehrung äußerst wichtige Bedeutung zu. Die Asteinlagen tragen die Hauptfunktion mechanischer Elemente, die die Tragfähigkeit der Lagen bis zum vollständigen Verfaulen der Äste essentiell erhöht, auch wenn die Wurzelbildung eher dürrtig erscheint oder es zu keiner Wurzelbildung kommt.

### 13.2.2.2 Wurzelbilder der Sprosseinlagen bewurzelter Laubgehölze

***Fraxinus excelsior*** (7-jährig) von Standort 03 Trafoierbach lieferten äußerst geringe Biomassen mit einem Anteil der Wurzelbiomasse von 10 %. Der Feinwurzelanteil, der sich in zentrumsfernen Bereichen büschelig konzentriert, liegt bei 60 bis 80 %. Die wenigen untergeordneten gröberen Wurzeln erreichten Längen bis 1 m. Es waren ausschließlich Adventivwurzeln entlang der Sprosseinlage ausgebildet. An den bis 25-jährigen Eschen der Hangroste (STANGL & SCARPATETTI, 2004, S. 88) wurden auch sprossbürtige Wurzeln beobachtet, die in der Entwicklung den Adventivwurzeln hinterherhinkten. Die deutlich älteren Objekte zeigten dicht verzweigte, weit in den Hang hineinreichende Wurzelwerke mit der Sprosseinlage als Hauptwurzel, wobei Einzelindividuen in der Entwicklung jener von Verbundpartnern hinterherhinkten. Diesen Beobachtungen zufolge ist anzunehmen, dass die Wurzelbiomasse der Esche im 2. Jahrzehnt beachtlich zunimmt. KUTSCHERA & LICHTENEGGER (2002, S. 539) beschreiben das Wurzelsystem der Esche als breit tellerförmig mit hoher Feinverzweigung und heben die beachtliche seitliche Reichweite hervor.

Abb. 211: Wurzelbild einer Sprosseinlage von *Fraxinus excelsior*, 7-jährig, Standort 03 Trafoierbach

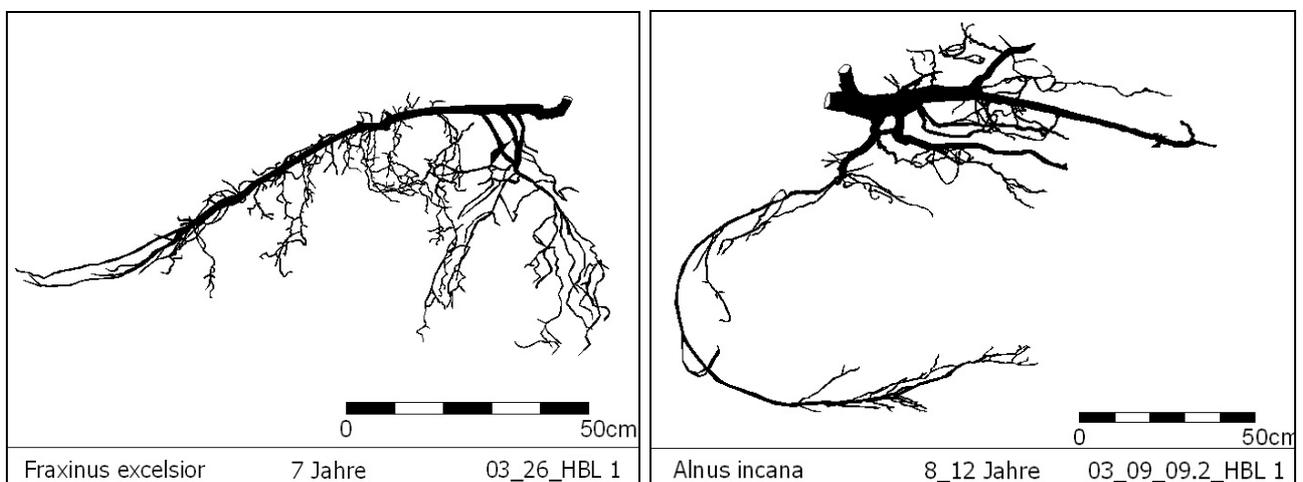


Abb. 212: Wurzelbild einer Sprosseinlage von *Alnus incana*, 12-jährig, Standort 03 Trafoierbach

Die Wurzelbilder von ***Alnus incana*** (12-, 13- und 14-jährig) sind von den bis 2,3 m reichenden Grob- und Starkwurzeln geprägt. Ihr Anteil liegt bei 20 und 40 %. Neben den Adventivwurzeln entlang der Sprosseinlage bildeten sich bereits einige sprossbürtige Wurzeln, denen aber noch keine wurzelbildprägende Bedeutung, wie sie in STANGL & TESARZ (2003, S. 108) und STANGL (2003) beschrieben wird, zukommt. Die auch von MAYERHOFER (2003) beobachtete Abnahme der Adventivwurzeln zugunsten der sprossbürtigen Wurzeln kann hier ebenfalls nicht bestätigt werden. Der Anteil der Wurzelbiomasse an der Gesamtbiomasse beträgt 25 – 45 % bei jedoch mäßigen Gesamtgewichten.

### 13.2.2.3 Wurzelbilder der Wurzelkollektive

Intraspezifische Wurzelverwachsungen innerhalb einer Art wurden bereits bei den Untersuchungen zu den Holzkrainerwänden und den Hangrosten (STANGL & TESARZ, 2003, STANGL & SCARPATETTI, 2004) an Grauerlen und Eschen beobachtet. Letztere lieferte beeindruckend dichte Verbände aus 2 oder 3 Individuen mit wesentlich mehr Biomasse pro Individuum als jene von Einzelobjekten.

Das Kollektiv aus ***Alnus incana*** (10- und 14-jährig) von Standort 03 Trafoierbach bildete einen beachtlichen Wurzelkörper mit über 4 m Durchmesser und Trockengewichten bis zu 9 kg pro Individuum. Die wenigen sprossbürtigen Wurzeln zeigten bereits die arttypische Form eines kegelförmigen Umhanges, bildeten ein dichtes Wurzelgeflecht um das Stammzentrum und reichten bis etwa einen dreiviertel Meter in die Tiefe. Die mehr als doppelt so hohe Gesamtbiomasse der einzelnen Kollektivpartner im Vergleich zu den Einzelindividuen bestätigt

Angaben von POLOMSKI & KUHN (1998, S.154 ff), wonach der gesamte Verbund durch die gemeinsame Nährstoffnutzung für die Biomasseentwicklung profitiert.

Dies trifft ebenfalls auf die Verbundpartner des Kollektivs aus 4 Grauerlen und 2 Reifweiden von Standort 07 Kasbach zu, von denen zwar keine Wurzelbiomassen vorliegen, die oberirdischen Biomassen beider Arten jedoch auch z.T. um ein Vielfaches höher ist als das von Einzelindividuen. An diesem Wurzelkollektiv mit 8 m Durchmesser und 4,5 m seitlicher Ausdehnung wurden nicht nur Verwachsungen zwischen Wurzeln der Grauerlen sondern auch zwischen den zwei Gehölzarten **Alnus incana** und **Salix daphnoides** beobachtet. POLOMSKI & KUHN (1998, S.154 ff) meinen, dass solche interspezifischen Wurzelverwachsungen nur sehr selten vorkommen und sich auf nah verwandte Arten beschränken. Wurzelverwachsungen kommen dann zustande, wenn Wurzeln übereinander zu liegen kommen oder zusammengedrückt werden. Die unmittelbare Nähe der Einlagen bei Heckenbuschlagen zueinander verursacht naturgemäß Platzmangel. Häufig reagieren die Wurzeln mit Richtungsänderungen auf Hindernisse. Das Beispiel der 4- und 5-jährigen, natürlich gekeimten **Rosa canina** am Standort 07 Kasbach zeigt, dass Wurzelverwachsungen selbst bei reichlich Abstand vorkommen. Dass bei akuter Raumnot im Zuge des Dickenwachstums auch Verwachsungen unterschiedlicher Gattungen auftreten, ist nicht weiter verwunderlich. Wie das Kollektiv am Standort 07 Kasbach zeigt, kann dies durchaus eine konstruktive Verbindung darstellen, der sehr hohe Bedeutung im Sinne von sowohl tief- als auch weitreichender Bodenstabilisierung zukommt.

Abb. 213: Wurzelkollektiv aus *Salix daphnoides*, 19- und 20-j. und *Alnus incana*, 11-, 13-, 15- und 25-j.- Standort 07 Kasbach



Abb. 214: Wurzelbild eines Kollektivs von Grauerlen, 10- und 14-jährig, Standort 03 Trafoierbach

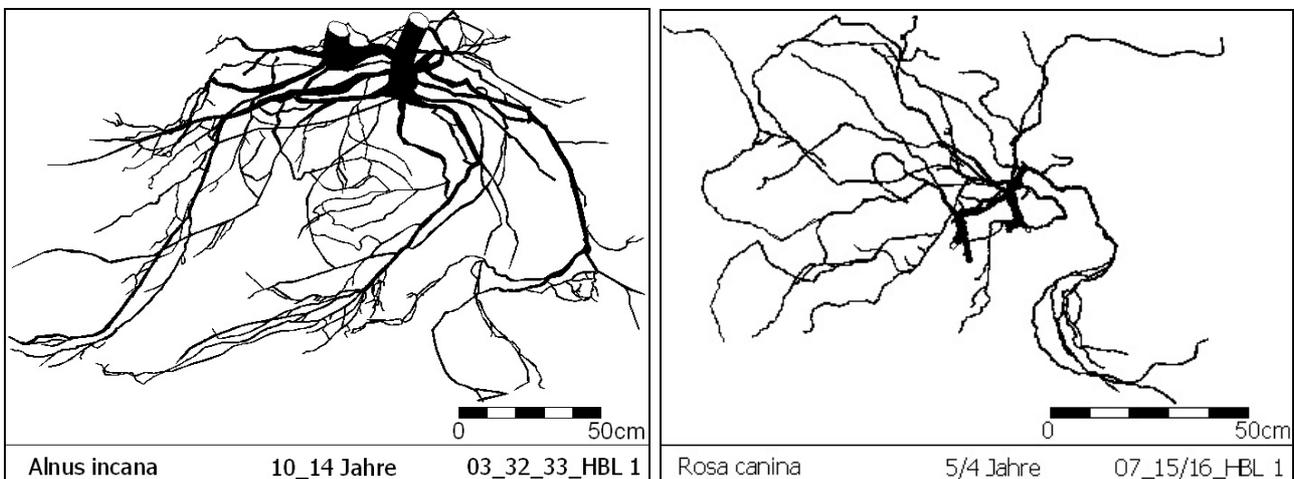


Abb. 215: Wurzelbild eines Kollektivs einer natürlich angesiedelten *Rosa canina*, 5- und 4-jährig, Standort 07 Kasbach

Abb. 216: Ausbreitung des Wurzelkollektivs aus *Salix daphnoides*, 19- und 20-j. und *Alnus incana*, 11-, 13-, 15- und 25-j. am Standort 07 Kasbach



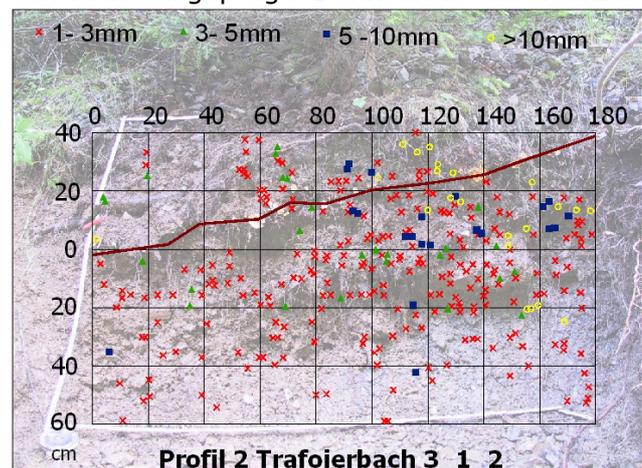
Abb. 217: Inter- und intraspezifische Wurzelverwachsungen *Salix daphnoides*, 19- und 20-j. und *Alnus incana*, 11-, 13-, 15- und 25-j. am Standort 07 Kasbach

#### 13.2.2.4 Wurzelverteilung am Profil

Entlang des kartierten Profils am Standort 03 Trafoierbach wurden 13 Purpurweiden (Höchstalter 14 Jahre) und eine Grauerle (14-jährig) gezählt, die fast am Ende der Profillänge positioniert war. Das Profil wird dominiert von Wurzeln mit Durchmessern von 1-3 mm, die sich im vorderen Profil bis 40 cm unter der Bodenoberfläche häufen, im hinteren Profil jedoch bis 1 m unter der Bodenoberfläche stark präsent sind. Die Wurzeln mit Durchmessern > 5 mm, die vermutlich von der Grauerle stammen, konzentrieren sich in der rechten Profilhälfte und reichen vorne ebenfalls bis 40 cm, hinten bis 80 cm unter die Bodenoberfläche.

An den Profilen wird ersichtlich, dass die Anzahl der Wurzeln im hinteren Profil wesentlich höher ist und über das Niveau der Einlagen hinaufgehen. Die Wurzelbildung an *Salix purpurea* ist, wie in Kap. 13.2.2.1 diskutiert wurde, eher schwach ausgeprägt. Dennoch ist die Wurzel-dichte bis 1 m Bodentiefe verhältnismäßig hoch. Dies beweist eindeutig eine Erhöhung der Tiefenwirkung des Lagenbaus mit zunehmendem Wurzelwachstum. Unter Berücksichtigung der beeindruckenden Wurzelbilder von Erlen- oder Eschenkollektiven, wie sie auf älteren Standorten vorgefunden wurden, steigt die Wurzel-dichte mit zunehmendem Alter v.a. auch in die Tiefe bzw. quer in den Hang hinein an.

Abb. 218: Hohe Wurzel-dichte der Durchmesser 1-3 mm bis 1 m Bodentiefe von Purpurweiden (bis 14 Jahre), Standort 03 Trafoierbach



Dem Lagenbau als flächendeckende Hangsicherung kommt dementsprechend eine hohe Bedeutung in der dritten Dimension zu. Das Übereinandergreifen der Wurzelsysteme der einzelnen Lagen bewirkt eine gute Verzahnung der oberen Bodenschichten bis etwa 3 m unterhalb der Bodenoberfläche. BEGEMANN & SCHIECHTL (1986, S.155) merken an, dass bei Verwendung von langem Pflanzmaterial oberflächennahe Gleitflächen durchstoßen werden können. Eine höhere Variation beim Pflanzenmaterial wie z.B. die zusätzliche Verwendung von Buschwerk oder längeren Ästen mit mehr Verzweigungen, wie es in GRAY & SOTIR (1996, S.232) dargestellt wird, kann die beschriebenen Effekte durchaus erhöhen.

## 14 Literatur

- COUTOURIER (1884): Cordonbau. In: Begemann & Schiechl (1986): Ingenieurbiologie – Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau. 2. Aufl. Bauverlag GmbH; Wiesbaden und Berlin (D).
- FLORINETH, F. (2004): Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Patzer Verlag, Berlin-Hannover (D).
- GRAY, D.H. & SOTIR, R.B. (1996): Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilisation. John Wiley & Sons, Inc., New York (USA).
- KUTSCHERA, L. & LICHTENEGGER, E. (2002): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. Leopold Stocker Verlag, Graz (A).
- MAYERHOFER, P. (2003): Vergleichende Untersuchungen an Heckenbuschlagen bei Inzing und Götzens / Tirol. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien (A).
- POLOMSKI, J. & KUHN, N. (1998): Wurzelsysteme. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Verlag Haupt, Bern, Stuttgart, Wien (D/A).
- PRAXL, V. (1957): Der Galinabach und sein Einzugsgebiet. Exkursionsführer für die Begehung des Galinabaches. Gebietsbauleitung Walgau der Wildbach- und Lawinenverbauung; Dornbirn (A).
- SCHLÜTER, U (1986): Pflanzen als Baustoff. 2. Aufl. Patzer-Verlag; Berlin, Hannover (D).
- SCHIECHTL, H.M. & STERN, R. (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau. Österreichischer Agrarverlag Wien (A).
- SCHUPPENER, B. (1994): Die statische Berechnung der Bauweise "Lebend Bewehrte Erde". Geotechnik 18.
- SCHUPPENER, B. (2003): Geotechnische Bemessung von Böschungssicherungen mit Pflanzen. 4. Österreichische Geotechniktagung, Tagungsbeiträge, Hrsg. Österr. Ingenieur- und Architektenverein, Wien (A).
- STAINDL, A. (1967): An der Etsch und im Gebirge. Kurze Geologie von Südtirol. 2. Aufl., Verlag Weger, Brixen (I).
- STANGL R. (2003): Wirksamkeit ingenieurbiologischer Maßnahmen zur Sicherung von erosions- und rutschgefährdeten Hängen in Wildbacheinzugsgebieten. Teil A: Heckenbuschlagen zur Blaikensicherung an Enterbach und Geroldsbach. Teil B: Erlenforst in der Stambachmure – 20 Jahre nach der Rutschung. Endbericht vorgelegt dem BMLFUW. Eigenverlag Arbeitsbereich Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur Wien (A).
- STANGL, R. (2003): Ingenieurbiologische Hangsicherungsmaßnahmen in Wildbacheinzugsgebieten – Bestandesentwicklung und langfristige Wirksamkeit. In: Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent: 10<sup>o</sup> Congresso/Kongress/Congress/ Congrès Interpraevent 2004 – Schutz des Lebensraumes vor Hochwasser, Muren, Lawinen und Hangbewegunge, 24 - 27.05.2004, Riva del Garda/Trient, Italien., Band 1/III, 295 – 305; Interpraevent, Klagenfurt, Austria; ISBN ISBN 3-90 11 64-06-5.
- STANGL, R. & SCARPATETTI, M. (2004): Wirksamkeit von bepflanzten Hangrosten als ingenieurbiologische Hangsicherungsmaßnahmen. Eine Zustandsbewertung. Arbeitsbericht im Eigenverlag des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien (A).
- STANGL R. & TESARZ M. (2003): Wirksamkeit von bepflanzten Holzkrainerwänden als ingenieurbiologische Hangsicherungsmaßnahmen. Eine Zustandsbewertung. Arbeitsbericht im Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien (A).
- GEOLOGISCHER DIENST DER PROVINZ BOZEN: Geologische Basiskarte digital 1:50 000, Geologische Karte digital 1: 75 000. Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Südtirol (I).
- INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE/ABT. LANDESKUNDE: Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).
- SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).
- SONDERBETRIEB FÜR BODENSCHUTZ, WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG: Technische Berichte 99033 (Standort 1 Platzbach), 94049 (Standort 2 Wieserlahn), 92040 (Standort 3 Trafoierbach), 91067 (Standort 4 Salt), 89046 (Standort 5 Suldenbach), 89047 (Standort 6 Prünsterlahn), 86044 (Standort 7 Kasbach), 81011 (Standort 8 Gastererbach). Amt für Wasserschutzbauten der Autonomen Provinz Bozen, Südtirol (I).