

WIRKSAMKEIT
VON BEPFLANZTEN
HANGROSTEN
ALS INGENIEURBIOLOGISCHE
HANGSICHERUNGSMASSNAHMEN

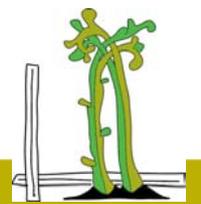
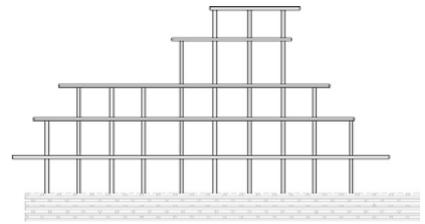
Eine Zustandsbewertung

DI Rosemarie STANGL
Martina Scarpatetti

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

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

Dezember 2004



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und
Naturgefahren

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG.....	1
2	EINFÜHRUNG.....	2
3	METHODIK.....	3
3.1	AUSWAHL DER GEBIETE.....	3
3.2	ARCHIVRECHERCH.....	3
3.3	DIE EVALUIERUNGSARBEITEN.....	3
3.4	WURZEL- UND HOLZUNTERSUCHUNGEN.....	4
4	STANDORT 1 – VELTERBACH.....	7
4.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT VELTERBACH.....	7
4.2	BEWERTUNG DER HANGROSTE VELTERBACH.....	8
4.3	VEGETATION VELTERBACH HANGROST 01.....	9
4.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES VELTERBACH UND DISKUSSION.....	10
5	STANDORT 2 - KARLINBACH.....	12
5.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT KARLINBACH.....	12
5.2	BEWERTUNG DER HANGROSTE KARLINBACH.....	13
5.3	VEGETATION KARLINBACH HANGROST 04.....	15
5.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES KARLINBACH UND DISKUSSION.....	16
6	STANDORT 3 - SALDURBACH.....	18
6.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SALDURBACH.....	18
6.2	BEWERTUNG DES HANGROSTES SALDURBACH.....	19
6.3	VEGETATION SALDURBACH HANGROST 01.....	20
6.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SALDURBACH UND DISKUSSION.....	21
7	STANDORT 4 - OBERGLANEGGALM.....	22
7.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT OBERGLANEGGALM.....	22
7.2	BEWERTUNG DES HANGROSTES OBERGLANEGGALM.....	23
7.3	VEGETATION OBERGLANEGGALM HANGROST 01.....	24
7.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES OBERGLANEGGALM UND DISKUSSION.....	25
8	STANDORT 5 - SEEBERALM.....	26
8.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SEEBERALM.....	26
8.2	BEWERTUNG DER HANGROSTE SEEBERALM.....	27
8.3	VEGETATION SEEBERALM HANGROST 01.....	29
8.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SEEBERALM UND DISKUSSION.....	30
9	STANDORT 6 - OBERPFRAGL.....	31
9.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT OBERPFRAGL.....	31
9.2	BEWERTUNG DER HANGROSTE OBERPFRAGL.....	32
9.3	VEGETATION OBERPFRAGL HANGROST 01.....	34
9.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES OBERPFRAGL UND DISKUSSION.....	35
10	STANDORT 7 – ST. MARTIN.....	37
10.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT ST. MARTIN.....	37
10.2	BEWERTUNG DES HANGROSTES ST. MARTIN.....	38
10.3	VEGETATION ST. MARTIN 01.....	39
10.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES ST. MARTIN UND DISKUSSION.....	40
11	STANDORT 8 – GFADENBACH.....	42
11.1	GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT GFADENBACH.....	42
11.2	BEWERTUNG DES HANGROSTES GFADENBACH.....	43
11.3	VEGETATION GFADENBACH.....	44
11.4	BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES GFADENBACH UND DISKUSSION.....	45
12	WURZELUNTERSUCHUNGEN.....	47
12.1	STANDORT 03 - SALDURBACH.....	47
12.2	STANDORT 05 – SEEBERALM.....	49

12.3	STANDORT 08 – GFADENBACH.....	53
13	HOLZUNTERSUCHUNGEN UND BOHRKERNINTERPRETATION	57
13.1	STANDORT 03 SALDURBACH	57
13.2	STANDORT 05 SEEBERALM	67
13.3	STANDORT 08 GFADENBACH.....	77
14	BEURTEILUNG DES HOLZZUSTANDES.....	80
14.1	STANDORT 03 SALDURBACH.....	80
14.2	STANDORT 05 SEEBERALM	81
14.3	STANDORT 08 GFADENBACH.....	82
15	DISKUSSION	83
15.1	HOLZKONSTRUKTIONEN.....	83
15.1.1	<i>Holzzustand</i>	83
15.1.2	<i>Bauprinzip</i>	84
15.2	VEGETATION	86
15.2.1	<i>Gehölzstrukturen</i>	86
15.2.2	<i>Wurzelbilder</i>	88
16	LITERATUR	91

1 Zusammenfassung

Im Sommer 2004 wurden bepflanzte Hangroste unterschiedlicher Altersgruppen (bis 25 Jahre) an 8 verschiedenen Standorten in Südtirol hinsichtlich ihrer Gehölzentwicklung, ihrer Wurzelbildung und des Zustandes des Holzes bzw. der Konstruktionen evaluiert. Die mittelfristige Entwicklung der Vegetation, die Wurzelausformung aus Sprosseinlagen sowie die Ergebnisse aus Resistografenbohrungen an den Holzelementen werden ausführlich diskutiert.

- Mithilfe von bepflanzten Hangrosten können flächenhafte Bestandesstrukturen mit guter, stabilisierender Tiefenwirkung erzielt werden.
- Die Verwendung von reinen Gehölzpflanzungen nur in den Zwischenfeldern der Hangroste erweist sich als nachteilig gegenüber dem für den Bautyp vorgesehenen Lagenbau.
- Die Etablierung von dichten Beständen ist bei reiner Gehölzpflanzung stark zeitverzögert.
- Die Verjüngung im Unterwuchs durch die vegetative Vermehrung aus den Gehölzeinlagen ist bei reinen Pflanzungen vermindert.
- Die Wurzelräume von gepflanzten *Sorbus aucuparia*, *Salix caprea* und *Alnus viridis* sind sehr unterschiedlich ausgeprägt und z.T. durch verschiedene Faktoren wie Verbiss stark eingeschränkt.
- Sprosseinlagen von *Fraxinus excelsior* entwickelten intensive, tiefreichende Wurzelkollektive mit hohem stabilisierendem Wirkungsgrad.
- Fehlerhafte Bauausführung übt limitierenden Einfluss auf die Stabilität der Holzgitterkonstruktionen aus.
- Mangelnde Pilotensicherung, schlechte oder keine Überlappung der Querhölzer und unzureichende Fußsicherungen v.a. in der Hangmitte sind die wesentlichen Ursachen für Deformierungen an den Konstruktionen.
- Die Holzqualität ist bereits nach 15 - 25 Jahren durchwegs stark eingeschränkt mit hohen Festigkeitsverlusten bis hin zu vollständiger Verfaulung.

2 Einführung

Lebende Hangroste sind bepflanzte Gitter- oder leiterartige Stützkörper aus Holz, können aber auch aus Metall- oder Kunststoffelementen gebaut werden. Sie eignen sich zur Sicherung wenig tiefgründiger, instabiler Bodenschichten, die nach FLORINETH (2004, S.79) für Hangfaschinen oder bepflanzte Pilotenwände zu steil sind. Anbrüche mit dichtem Erdmaterial, an denen reine Ansaatmethoden erfolglos sind, können aufgrund der sofortigen, flächendeckenden Wirkungsweise von Hangrosten gut saniert werden.

Das Prinzip der Konstruktion ist so ausgerichtet, dass sie sich selbst vom Fuß aus stützt (GRAY & SOTIR, 1996, S. 251). SCHIECHTL & STERN (1992, S. 110) beschreiben dies als „benötigtes Widerlager am Böschungsfuß“ und meinen damit eine fundierte Fußsicherung, die das Gewicht des Hangrostes tragen kann. In der Literatur werden dazu unterschiedlichste Konstruktionen von Rundhölzern, ein- oder doppelwandigen Holzkrainerwänden bis zu Steindrainagekörpern empfohlen. Zur Entlastung der Fußsicherung und zur Verankerung des Hangrostes im Boden dienen Piloten aus Eisen oder Holz, die meist an den Kreuzungsstellen der Gitterkonstruktion in den Boden geschlagen werden. Der Hangrost wird mehr oder weniger an der Verankerung „aufgehängt“.

Doppelte Hangroste sind 3-dimensionale Gitterelemente. Zusätzlich zur flächenhaften Wirkung üben sie eine räumliche Funktion aus und sind bei steilen Anbrüchen mit Lockermaterialien verhältnismäßig effektiv. Die Holzkonstruktion selbst dient aber auch hier in erster Linie als Stützkörper zur Förderung der Pflanzen und weniger als mechanische Armierung des Hanges selbst. Eine lange Haltbarkeit des Holzes ist dementsprechend nicht erforderlich.

Zur Begrünung des Hangrostes wird lebendes Pflanzenmaterial in Form eines Lagenbaus verwendet. Vegetativ vermehrbare Äste und/oder bewurzelte Laubgehölze, die zumindest so lang sind, um in das Ausgangsmaterial hineinzureichen, werden in dichten Lagen eingebaut. Nach FLORINETH (2004, S. 180) ist das Astmaterial auf jedes Querholz einzulegen. GRAY & SOTIR (1996, S. 255) empfehlen doppelte Lagen auf den Querhölzern und in der Hälfte der Fläche bis zum nächsten Querholz, in Konstruktionsskizzen von SCHIECHTL & STERN (1992, S. 110) werden in den Bereichen zwischen den Querhölzern mehrere Lagen von lebendem Material dargestellt. Zusätzliche Gehölzpflanzungen und Begrünung mit Hydrosaart wird ebenfalls angeregt.

Der Vorteil von Hangrosten liegt in der großen Variationsbreite und den vielen Kombinationsmöglichkeiten. Bei guter Einfügung in das Landschaftsbild ist eine rasche flächenhafte Schutzwirkung möglich, wobei nur geringer Aushub und wenig Erdbewegung notwendig sind.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Entwicklung von bepflanzten Hangrosten in den ersten 20 Jahren nach der Konstruktion evaluiert. Der Fokus lag dabei auf den Gehölz- und Pflanzenstrukturen, der Ausprägung der Wurzelräume aus den Einlagen sowie dem Zustand der Holzelemente.

Detaillierte Arbeiten an verschiedenen alten Standorten ermöglichen die Einschätzung der mittelfristigen Wirkungsweise der ingenieurbiologischen Bauart. Konstruktionsfehler werden aufgezeigt und Verbesserungsmöglichkeiten des Bautyps vorgeschlagen.

3 Methodik

3.1 AUSWAHL DER GEBIETE

Die Untersuchungsgebiete wurden von Dr. Willigis Gallmetzer vom Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung der Autonomen Provinz Bozen, Südtirol vorausgewählt, wobei folgende Punkte berücksichtigt wurden:

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

Folgende Standorte wurden festgelegt:

Altersgruppe 1 (2 bis 5-jährig):	Velterbach/Schenna	Standort 01
	Karlinbach/Langtaufers	Standort 02
Altersgruppe 2 (6 bis 10-jährig):	Saldurbach/Matsch	Standort 03
	Oberglaneggalm/Passeiertal	Standort 04
Altersgruppe 3 (11 bis 15-jährig):	Seeberalm/Passeiertal	Standort 05
	Oberpfragl/Ultental	Standort 06
Altersgruppe 4 (16 bis 25-jährig):	St. Martin/Laas	Standort 07
	Gfadenbach/Latzfons	Standort 08

Bei einer Vorbegehung im Juli 2004 wurden Erstinformationen zu den Standorten gesammelt, die der Vorbereitung für die Evaluierungsarbeiten dienen.

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. Vollständig verfügbare Unterlagen waren für die Standorte 01, 02, 03 und 06 vorhanden.

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 Hangroste
- Anzahl Zwischenflächen
- Deckung Kraut-/Strauch-/Baumschicht
- Artenliste

2) Bewertung der Hangroste (Holz, Konstruktion, Pflanzen)

Jeder Hangrost für sich wurde dem gesamten Bewertungsschema unterworfen, wobei folgende Faktoren erhoben wurden:

- Dimensionen (Länge Oberkante/Unterkante, Höhe, Neigung)
- Dimensionen und Art der Fußsicherung
- Art der Pilotenanker
- Anzahl bzw. Längen der Quer- und Längshölzer
- Holzart
- Holzschäden
- Konstruktionsmängel
- Metallelemente

- Nagelschäden
- Pflanzenschäden und Gesamtvitalität
- Deckung Kraut-, Strauch- und Baumschicht

Qualitätsbeurteilungen (Vitalität, Holzschäden, Konstruktionsmängel etc.) wurden immer nach dem gleichen System bewertet:

- 1 = gering
- 2 = mittel
- 3 = hoch

3) Spezielle Ansprache eines repräsentativen Hangrostes (Pflanzen)

An jedem Standort wurde an einem Hangrost eine detaillierte Gehölzaufnahme in Form einer Stammvollaufnahme durchgeführt. Es wurde jedes Individuum erfasst und folgende Parameter notiert:

- Baumart
- Position
- Basisdurchmesser (STD) und Brusthöhendurchmesser (BHD) [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 WURZEL- UND HOLZUNTERSUCHUNGEN

Für die Wurzel- und Holzuntersuchungen wurden die Standorte 03, 05 und 08 ausgewählt, letzterer primär aufgrund der zur selben Zeit stattfindenden Baumaßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung vor Ort. Die für die Arbeiten notwendigen Geräte mussten daher nicht zusätzlich organisiert werden, und Baggerarbeiten erleichterten die Grabungen.

Die Wurzelräume wurden mittels Spülen vom Substrat befreit. An den Standorten 03 und 05 wurden bis 3,5 lfm der Hangroste bis zu 2 m Höhe freigelegt, wobei Wert darauf gelegt wurde, mindestens je 2 Quer- und Längshölzer zu erfassen. Am Standort 08 wurden über die gesamte Länge der Fußsicherung 2 Gehölzreihen ausgehoben. Der ehemalige Hangrost war bis auf wenige Pilotenreste vollständig verfault.

Zur Wurzelcharakterisierung wurden folgende Parameter berücksichtigt:

- Baumart
- Baumlängen [cm]
- Stockdurchmesser [cm]
- Baumalter (ermittelt durch Jahrringzählung)
- Anteil von Feinwurzelbesatz (geschätzt)
- Wurzeldurchmesser der Wurzeln 1. und 2. Ordnung bzw. der Spross- und Adventivwurzeln [mm]
- Maximale Wurzellänge [cm]
- Besatz mit Knöllchenbakterien

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

Abb. 1: Bereich der Holz- und Wurzeluntersuchungen am Standort 05 Seeberalm

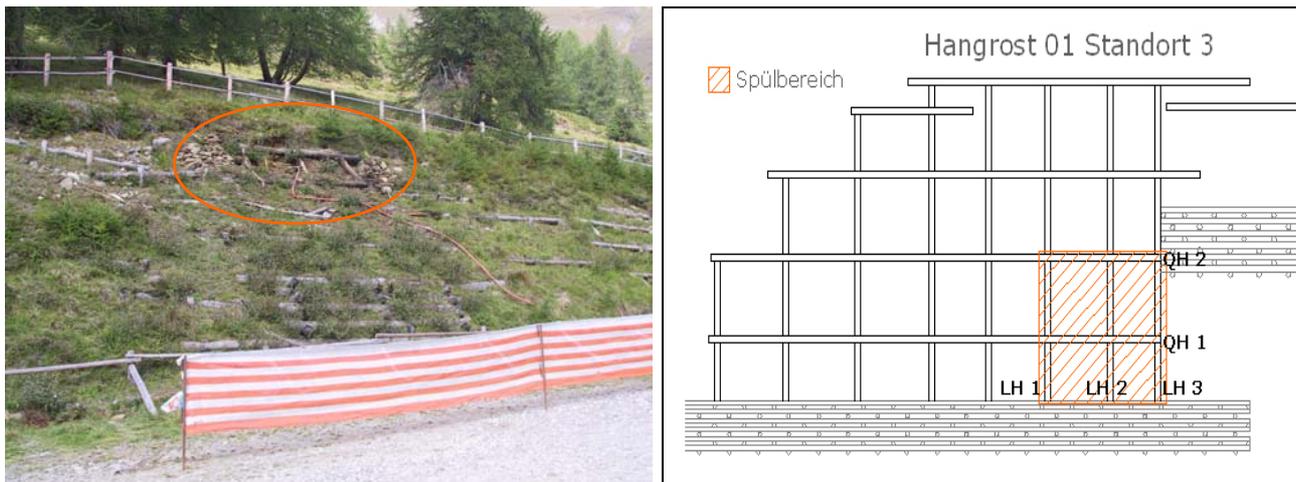


Abb. 2: Bereich der Holz- und Wurzeluntersuchungen am Standort 03 Saldurbach



Abb. 3: Wurzelspülung am Standort 08 Gfadenbach

Abb. 4: Stützung der freigelegten Wurzelkörper (Standort 08 Gfadenbach)



Abb. 5: Aufnahme der Wurzelparameter an den isolierten Verbunden bzw. an den Einzelindividuen (Standort 08 Gfadenbach)

Die Methode der Holzuntersuchungen mittels Resistograf M300 wurde in STANGL & TESARZ (2003, S.67ff) bereits ausführlich erklärt und diskutiert. Über den freigelegten Bereich der Hangroste

wurde ein Raster im Abstand von 0,5 m zur Festlegung der jeweiligen Bohrpunkte gelegt. Das Holz wurde z.T. direkt vor Ort gebohrt, z.T. wurden die relevanten Bohrstücke herausgeschnitten und in der Werkstätte des Bauhofes Laas gebohrt.

Die Benennung und Nummerierung der Rundhölzer erfolgte von unten nach oben entsprechend ihrer jeweiligen Lage (LH = Längsholz, QH = Querholz), die Bezifferung der Bohrproben entspricht der genauen Position im metrischen System

Beispiel: QH1 150 = 1. Querholz von unten, Bohrpunkt bei 150 cm

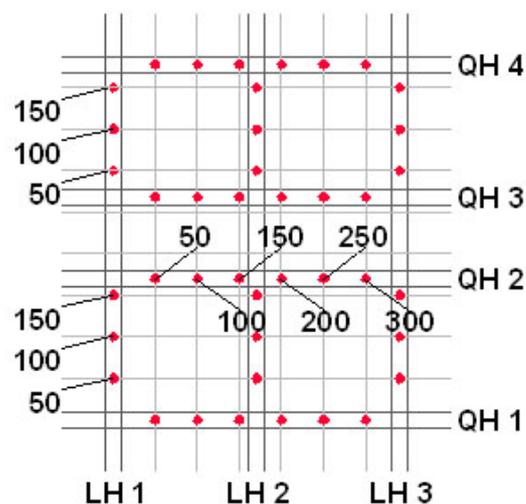


Abb. 6: Schema der Bohrpunktverteilung für die Resistografie

Zur Verifizierung der Ergebnisse wurden zusätzlich von jedem Bohrpunkt Stammsscheiben herausgeschnitten, mit deren Hilfe die Bohrverläufe visuell beurteilt wurden. Zur Erleichterung der Interpretation der Bohrkurven wurden verschiedene Niveaus gemäß den Unterteilungen am Wachsstreifen festgelegt:

Niveau 1	0-1 cm
Niveau 2	1-2 cm
Niveau 3	2-3 cm
Niveau 4	3-4 cm

Abb. 7: Bohrraster (Abstand 0,5 m) am Standort 05 Seeberalm

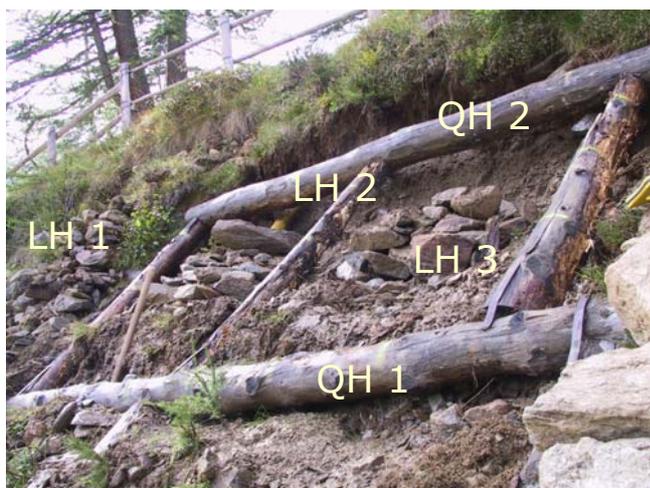


Abb. 8: Resistografenbohrung im Bauhof Laas

4 Standort 1 – VELTERBACH

4.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT VELTERBACH

Tab. 1: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklinat.ion [°]	Ø Inklinat.ion [%]	Relief
1	Velterbach	Schenna	Zone der alten Gneise	1263/1315	NO	35	70	Grabenflanke
	Altersgruppe	2-5 jährig	Anzahl Hangroste	2	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	2001	Anzahl Zwischenflächen	2	24	19	0	frisch-feucht

*)...nach STAINDL (1967)

Geologie des Standortes¹:

Biotitplagioklasgneise und Glimmerschiefer, Phyllitgneise, mylonitische Schiefer

Geologie des Hanganbruchs²:

Kontaktmetamorpher Quarzporphyr

Archivinformationen:

Lt. mündlichen Aussagen von Vorarbeiter Kaserer wurde der Velterbach seit Mitte der 80-iger Jahre laufend saniert. Detailangaben fehlen.

Maßnahmen:

- Bau von 298 m² Hangrost
- Bau von 240 m³ Krainerwände
- 3.000 m² Begrünung

Projektumfang: € 199.970,-

Abb. 9: Übersichtsbild Standort 01 Velterbach (Sommer 2004)



Abb. 10: Hangrost 02 mit Krainerwand als Fußsicherung (Velterbach, Sommer 2004)

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

² SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NATIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

4.2 BEWERTUNG DER HANGROSTE VELTERBACH

Tab. 2: Bewertung der Hangroste

Standort	1	Velterbach	Baujahr	2001
Hangrost Nr. (hangaufwärts)	01	02		
max. Breite [m]	7,0	32,8		
max. Höhe [m]	8,4	5,9		
Neigung [°]	36	34		
Anzahl Querhölzer	5	3		
Anzahl Längshölzer	4	4		
Holzart	Lärche	Lärche		
Schäden Holz	1	0		
Konstruktionsmängel	0	0		
Schäden Nägel	0	0		
Nagelform	Betoneisen ohne Kopf	Betoneisen ohne Kopf		
Hangrost Gesamtmängel	0	0		
Schäden Pflanzen	1	1		
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	26			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	69			Durchschnitt
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	25	25		25
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	25	15		20
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	0	0		0
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)	01	02		
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]	40	3		22
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]	30	5		18
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]	0	0		0



Abb. 11: Gute Überlappung der Längshölzer, Verankerung mit T-Eisen (Velterbach, Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	gute Einbindung in den Hang; offene Blaike an der Oberkante
Fußsicherung:	5-reihige Krainerwand (L/H/I: 24m/1,5m/31°); bepflanzt im Hangrostbereich
Holzkonstruktion:	Holz an den Oberflächen tw. vermorscht; LH: gerader Stoß, Nagelverbindung, ∅ Abstand: 2,3 m; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 1,9 – 2,3 m
Metallelemente:	Betoneisen ohne Kopf, T-Eisen (5x5 cm; stark rostig)
Pflanzen:	Einlagen; tw. Verbiss, Insektenfraß, Virenschäden

Hangrost 02:

Allgemeines:	guter Zustand; Erosionsgraben (2m) im linken Drittel bis zur Straße
Fußsicherung:	5-reihige Krainerwand (L/H/I: 31,6m/1,25m/26°); Überlappungen gut; guter Zustand
Holzkonstruktion:	Holz sehr gut, LH: gerader Stoß, Nagelverbindung, ∅ Abstand: 2 m; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 1,8 – 2 m
Metallelemente:	Betoneisen ohne Kopf, T-Eisen (stark rostig)

Pflanzen: Einlagen, 2/3 des Hangrostes wurden zum Zeitpunkt der Aufnahmen erstmals bepflanzt (*Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus incana*, *Prunus padus*); tw. Verbiss, Insektenfraß, Virenschäden

Pflanzen im Hang:

Achillea millefolium, *Arrhenatherum elatius*, *Deschampsia cespitosa*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Phleum pratense*, *Luzula luzuloides*, *Thelypteris limbosperma*, *Lupinus perennis*, *Trifolium hybridum*, *Tussilago farfara*, *Trifolium repens*, *Epilobium montanum*, *Myelis muralis*, *Cerastium cerastoides*, *Petasites albus*
Alnus incana, *Fraxinus excelsior*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Prunus padus*, *Sorbus aucuparia*

4.3 VEGETATION VELTERBACH HANGROST 01

Die Traubenkirsche und die Grauerle bestimmen mit insgesamt 71 % den Hauptbestand. Im Nebenbestand vertreten sind die Vogelbeere, der Bergahorn, die Birke und die Salweide. Bis auf einige aus Wurzelausläufern gewachsenen Grauerlen und natürlich gekeimten Lärchen sind die Individuen des noch jungen Standortes als eingelegte Pflanzen erkennbar. Bei insgesamt guter bis mäßiger Vitalität sind die Vogelbeere und der Bergahorn von Wildverbiss betroffen. *Prunus padus* ist z.T. durch den Fichtenzapfenrost geschädigt. *Alnus incana* und *Prunus padus* erreichen bereits Höhen bis 2 m mit Basisdurchmessern bis 5 cm, die übrigen Arten sind nur in den kleineren Klassen zu finden.

Nach Fertigstellung des Hangrostes 02 im Jahr 2001 wurde dieser nur etwa zur Hälfte sofort bepflanzt. Die Nachpflanzung erfolgte zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen im Sommer 2004.



Abb. 13: Nachträgliche Bepflanzung am Hangrost 02 (Velterbach, Sommer 2004)

Randbereichen die durch Reihenpflanzung erzielte Vegetation stabil bleibt, wird der zentrale Bereich unterhalb der Anbruchkante immer wieder mitgerissen.

Im linksäußeren Bereich der Hangroste (vergl. Abb. 20) vertieft sich ein zusätzlicher Erosionsgraben mit bis zu 3 m Breite, der die verlängerte Fußsicherung der Hangroste bereits stark hinterspült und beschädigt hat. Mit weiteren Zerstörungen der zur Zeit noch intakten Hangroste muss gerechnet werden. Die Verringerung der hohen Böschungswinkel vor allem im hangoberen Bereich sowie ein Abböschern der Anbruchkante wird empfohlen, um der kontinuierlichen Materialnachlieferung entgegenzuwirken. Die großflächige Sicherung mithilfe Hangrosten kombiniert mit Krainerwänden als Fußsicherung erscheint sinnvoll, da damit eine Art Terrassierung und somit eine Minderung der steilen Böschungswinkel erreicht werden kann. In Bereichen tiefgründigeren Lockermaterials empfehlen sich Buschlagen bzw. Heckenbuschlagen. Besondere Aufmerksamkeit ist jedoch der Stabilisierung der gesamten Böschungsoberkante zu widmen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Sanierung der Zonen unterhalb, optimalerweise im Zuge eines Gesamtkonzeptes.

Abb. 20: Standort Velterbach (Sommer 2004) - Gegenhangaufnahme



Abb. 21: Unterspülte und beschädigte Krainerwand (Velterbach, Sommer 2004)

5 Standort 2 - Karlinbach

5.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT KARLINBACH

Tab. 3: Allgemeine Parameter

*)...nach STAINDL (1967)

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hangoberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
2	Karlinbach	Graun - Langtaufers	Gneise u. Glimmerschiefer d. Stubaier u. Ötztaler Alpen	1685/1697	O	43	95	Mittelhang (Bachböschung)
	Altersgruppe	2-5 jährig	Anzahl Hangroste	6	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	2001	Anzahl Zwischenflächen	1	49	5	0	frisch

Geologie des Standortes³:

Biotitplagioklasgneise, Glimmerschiefer, Postglazialschotter, Moränen

Geologie des Hanganbruchs⁴:

Hangschutt, Schuttkegel, glaziale Ablagerungen

Archivinformationen:

Stabilisierung der Hangböschung des Karlinbaches

Maßnahmen:

- Bau von 964,5 m² Hangrost
- Bau von 556,5 m³ Krainerwände
- 1.000 m² Hydrosaat

Projektumfang: keine Angaben

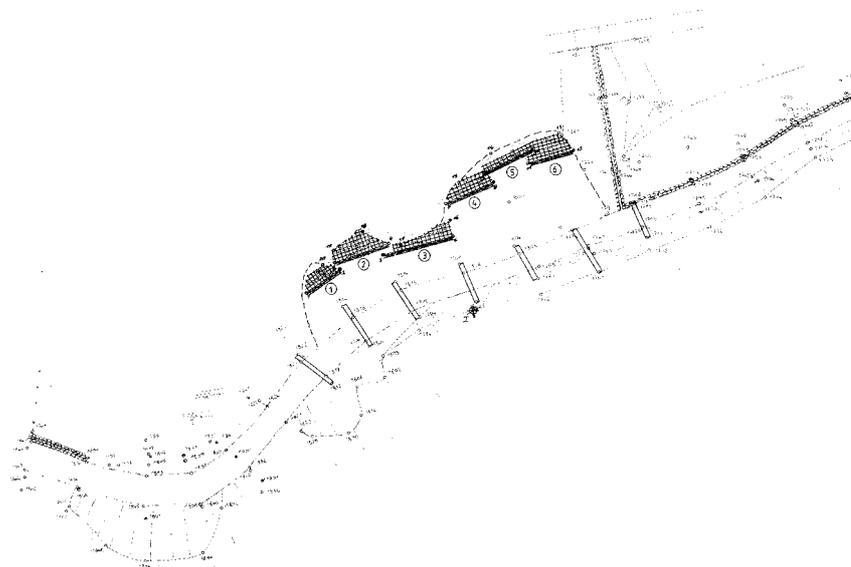


Abb. 22: Übersichtsskizze der Hangroste 01 – 06 Standort Karlinbach (Quelle: Archivunterlagen des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach – und Lawinenverbauung)

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

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

5.2 BEWERTUNG DER HANGROSTE KARLINBACH

Tab. 4: Bewertung der Hangroste

Standort	2	Karlinbach	Baujahr	2001			
Hangrost Nr. (bachaufwärts)	01	02	03	04	05	06	
max. Breite [m]	12,1	19,8	25,0	21,0	21,0	26,0	
max. Höhe [m]	8,6	10,9	9,1	11,7	6,8	13,7	
Neigung [°]	48	48	48	38	k.A.	48	
Anzahl Querhölzer	7	5	4	5	3	7	
Anzahl Längshölzer	6	10	5	8	4	8	
Holzart	Lärche	Lärche	Lärche	Lärche	Lärche	Lärche	
Schäden Holz	0	0	0	0	0	0	
Konstruktionsmängel	0	0	0	0	0	0	
Schäden Nägel	0	0	0	0	0	0	
Nagelform	Betoneisen mit Kopf						
Hangrost Gesamtmängel	0	0	0	0	0	0	
Schäden Pflanzen	2	2	2	2	2	2	
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]				nicht bepflanzt			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]				99			Durchschnitt
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	45	40	40	40	80	40	48
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	7	3	3	3	3	3	4
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	0	0	0	0	0	0	0
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)					01		
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]					55		55
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]					3		3
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]					0		0

Abb. 23: Gute Überlappung der Querhölzer , Verankerung mit T-Eisen (Sommer 2004)



Abb. 24: Gerader Stoß der Längshölzer (Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	verbunden mit Hangrost 02; gute Einbindung in den Hang; Reste von Kokosnetzen an der Hangoberkante
Fußsicherung:	5-reihige Krainerwand (L/H/I: 24m/1,5m/31°); bepflanzt im Hangrostbereich
Holzkonstruktion:	Holz an den Oberflächen tw. vermorscht; LH: gerader Stoß, Nagelverbindung, \emptyset Abstand: 2,3 m; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 1,9 – 2,3 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf, bündig eingeschlagen; T-Eisen (5x5 cm, stark rostig)
Pflanzen:	Einlagen nur an der Oberkante der Krainerwand, sonst 2-reihige Gehölzpflanzungen; tw. Verbiss, Insektenfraß, gut verwachsen, dichte Krautschicht

Hangrost 02:

Allgemeines:	Unterspülung, dadurch Akkumulationen am darunter liegenden Querholz; Kokosnetze an Hangoberkante
Fußsicherung:	5-reihige Krainerwand (L/H/I: 23,7m/1,7m/27°); schließt oben mit Zangen
Holzkonstruktion:	Holz gut, LH: gerader Stoß, Abstand: 1,9 – 2,3 m; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 1,9 – 2,8 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf, T-Eisen (5x5 cm, rostig)
Pflanzen:	Einlagen nur an der Oberkante der Krainerwand, sonst Gehölzpflanzungen; tw. Verbiss, Insektenfraß, tw. dichte Krautschicht

Hangrost 03:

Allgemeines:	schließt an der Fußsicherung von Hangrost 02 an; keine gute Einbindung in den Hang
Fußsicherung:	4-reihige Krainerwand (L/H/I: 29m/1,2m/36°); schließt oben mit Zangen
Holzkonstruktion:	Holz gut, LH: gerader Stoß, Abstand: 1,5 – 2 m; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 2–2,5 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf, T-Eisen (5x5 cm, rostig)
Pflanzen:	keine Einlagen, ausschließlich Gehölzpflanzungen; Insektenfraß; schlecht bewachsen

Hangrost 04:

Allgemeines:	gute Einbindung; schließt an Hangrost 05 an, Akkumulationen, z.T. große Steine
Fußsicherung:	5-reihige Krainerwand (L/H/I: 21m/1,8m/31°); schließt oben mit Zangen
Holzkonstruktion:	Holz gut, LH: gerader Stoß, \emptyset Abstand: 1,8 m; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 1,8 – 2,2 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf, T-Eisen (5x5 cm, rostig)
Pflanzen:	Gehölzpflanzungen, Einlagen nur an der Oberkante der Krainerwand; mittelmäßiger Bewuchs; tw. Verbiss, Insektenfraß

Hangrost 05:

Allgemeines:	ist an Hangrost 04 und 06 angebunden; Unterspülungen und starke Akkumulationen
Fußsicherung:	5-reihige Krainerwand (L/H/I: 21m/1,6m/31°); schließt oben mit Zangen
Holzkonstruktion:	Holz gut, LH: gerader Stoß, \emptyset Abstand: 1,7 m; QH: tw. schlechte Überlappung, mit Piloten verankert, Abstand: 2 – 2,2 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf, T-Eisen (5x5 cm, rostig)
Pflanzen:	Einlagen nur an der Oberkante der Krainerwand, sonst Gehölzpflanzungen; tw. Verbiss, gut bewachsen

Hangrost 06:

Allgemeines:	starke Unterspülungen, Erosionen und Akkumulationen; Akkumulationsbereich unterhalb des Hangrostes vermutlich noch von der Bauphase
Fußsicherung:	4-reihige Krainerwand (L/H/I: 19,5m/1,3m/38°); schließt oben mit Zangen
Holzkonstruktion:	Holz gut, LH: gerader Stoß, Ø stand: 2 ; QH: überlappend, mit Piloten verankert, Abstand: 1,6–2,2 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf, T-Eisen (5x5 cm, rostig)
Pflanzen:	Einlagen nur an der Oberkante der Krainerwand, sonst Gehölzpflanzungen; tw. Verbiss, unregelmäßige Krautschicht

Pflanzen im Hang:

Agrostis stolonifera, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Luzula luzuloides*, *Tussilago farfara*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium pratense*, *Vicia sepium*, *Epilobium angustifolium*, *Silene vulgaris*, *Heracleum sphondylium*, *Ranunculus acris*, *Lotus corniculatus*, *Achillea millefolium*, *Knautia arvensis*, *Vicia villosa*, *Potentilla erecta*, *Rumex acetosa*, *Alchemilla vulgaris*, *Daucus carota*, *Galium mollugo*, *Taraxacum officinale*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Galeopsis tetrahit*, *Thymus praecox*, *Biscutella laevigata*, *Sanguisorba minor*, *Trisetum flavescens*, *Leucanthemum vulgare*, *Deschampsia flexuosa*, *Carduus defloratus*, *Trifolium repens*, *Campanula scheuchzeri*, *Artemisia vulgaris*, *Hieracium* sp.

Rubus ideaus, *Rosa* sp., *Berberis vulgaris*, *Prunus padus*, *Sorbus aucuparia*

5.3 VEGETATION KARLINBACH HANGROST 04

Der Anteil der Pflanzeneinlagen beschränkt sich auf die oberste Reihe der Fußsicherung, zwischen den Quer- und Längshölzern des Hangrostes wurden die Gehölze in Form von Einzelpflanzungen eingebracht. Insgesamt sind die Traubenkirschen mit knapp 60 % gefolgt von der Vogelbeere mit 35 % am stärksten vertreten, die Grauerlen und die Großblättrigen Weiden spielen nur untergeordnete Rollen. Wild schädigt bis auf die Weide den Bestand massiv, am stärksten betroffen ist *Sorbus aucuparia* mit knapp 30 % stark eingeschränkter Vitalität, während die Traubenkirschen durch Blattschäden beeinträchtigt sind. Höhen bis 2 m erreichen fast ausschließlich nur die Traubenkirschen, der geringe Anteil in der Basisdurchmesserklasse bis 1 cm deutet darauf hin, dass bei ausschließlicher Bepflanzung in den ersten Jahren die vegetative Vermehrung eingeschränkt ist.

Abb. 25: Hangroste 01, 02, 03 (Karlinbach. Gegenhangaufnahme, Sommer 2004)



Abb. 26: Hangroste 04, 05 und 06 (Karlinbach, Gegenhangaufnahme, Sommer 2004)

Abb. 27: Gehölzzusammensetzung Standort Karlinbach Hangrost 04

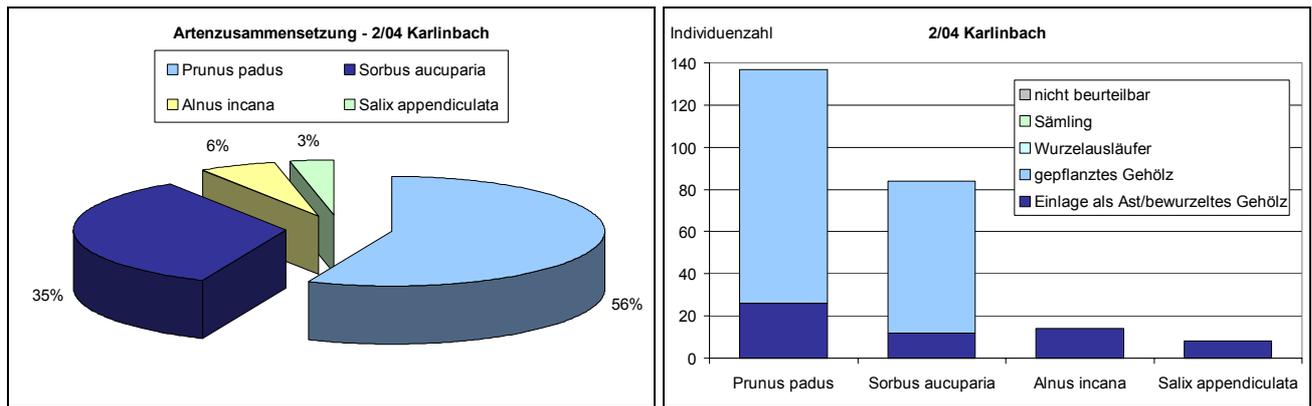


Abb. 28: Verhältnis gepflanzte zu eingelegte Gehölze Karlinbach Hangrost 04

Abb. 29: Baumartenverteilung und Vitalität Karlinbach Hangrost 04

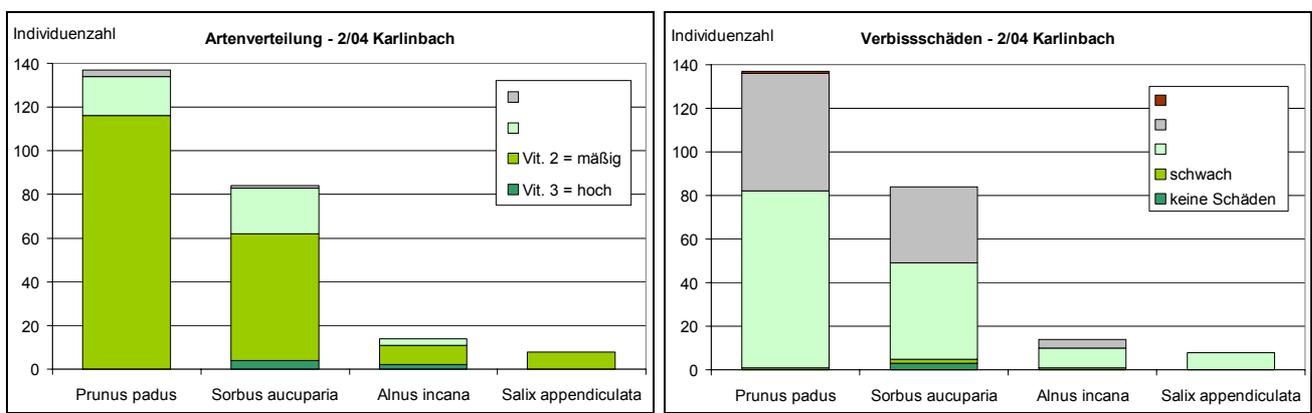


Abb. 30: Verbisschäden Karlinbach Hangrost 04

Abb. 31: Höhenstruktur Karlinbach Hangrost 04

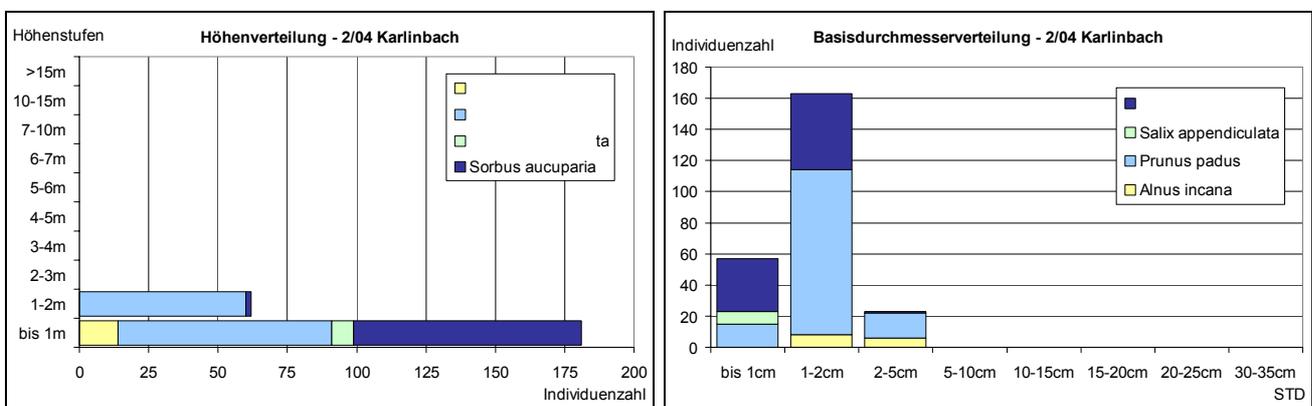


Abb. 32: Basisdurchmesserverteilung Karlinbach Hangrost 04

5.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES KARLINBACH UND DISKUSSION

Die Hangroste scheinen verhältnismäßig rasch und gut angewachsen, aufgrund der mangelhaften Gehölzanzahl ist die stabilisierende Wirkung der Pflanzenwurzeln noch sehr eingeschränkt. Während auf den Hangrosten 01 und 02 Pflanzeneinlagen vorhanden sind, fehlen diese und somit die verdübelnde Wirkung der Asteinlagen bei den anderen vier Hangrosten völlig. Der Vorteil der raschen Verjüngung und Regenerationsfähigkeit von Asteinlagen aufgrund der vegetativen Vermehrung entfällt somit. Bei reinen Pflanzungen muss mit einer stark zeitverzögerten Selbstverjüngung gerechnet werden, die der raschen Entwicklung eines dichten Bestandes entgegenwirkt. Zusätzlich werden die Gehölze am Standort Karlinbach durch Insektenfraß und Verbisschäden beeinträchtigt.

Die Hangroste sind durchwegs gut konstruiert mit ausreichenden Überlappungen und stabilen Fußsicherungen (Kraierwände). Erosionen innerhalb der Hangroste werden vom jeweils darunter liegenden Querholz gut aufgefangen, reißen allerdings die Krauschicht auf. Die Bachböschung ist zur Zeit stabil, als problematisch könnte sich die fehlende Sicherung des Böschungsfußes erweisen. Auftretende Unterspülungen und Materialverlust durch die erosive Kraft des Wassers könnten die oberen stabilen Hangbereiche wieder gefährden.

Abb. 33: Unterspülung am Hangrost 02 (Karlinbach, Sommer 2004)



Abb. 34: starke Akkumulationen im unteren Hangbereich und am Böschungsfuß (Karlinbach, Sommer 2004)



Abb. 35: Karlinbach, bachaufwärts (Sommer 2004)

6 Standort 3 - Saldurbach

6.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SALDURBACH

Tab. 5: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
3	Saldurbach	Kurtatsch - Matscher Tal	Vinschgauer Schieferzone	1368/1375	OSO	44	99	Mittelhang (Bachböschung)
	Altersgruppe	6-10 jährig	Anzahl Hangroste	1	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	1996	Anzahl Zwischenflächen	0	70	60	0	frisch

*)...nach STAINDL (1967)

Geologie des Standortes⁵:

Phyllitgneise mit Granitgneiseinlagerungen, Granatphyllite, Biotitglimmerschiefer, Moränen

Geologie des Hanganbruchs⁶:

Muskovit, Biotitgranitgneis, Hang- und Verwitterungsschutt

Archivinformationen:

Sanierung des Hanganbruches am Saldurbach

Maßnahmen:

- Bau von 189 m² Hangrost
- Bau von 302,55 m³ Krainerwände
- 1.8 00 m² Hydrosaat, 6710 m² Gehölzpflanzungen

Projektumfang: keine Angaben



Abb. 36: Hangrost Saldurbach (Sommer 2004)

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

⁶ SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NATIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

6.2 BEWERTUNG DES HANGROSTES SALDURBACH

Tab. 6: Bewertung des Hangrostes

Standort	3	Saldurbach	Baujahr	1996
Hangrost Nr.	01			
max. Breite [m]	15,0			
max. Höhe [m]	9,0			
Neigung [°]	44			
Anzahl Querhölzer	8			
Anzahl Längshölzer	8			
Holzart	Lärche			
Schäden Holz	1			
Konstruktionsmängel	1			
Schäden Nägel	0			
Nagelform	Betoneisen mit Kopf			
Hangrost Gesamtmängel	1			
Schäden Pflanzen				
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	523			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	94			Durchschnitt
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	70			70
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	60			60
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	0			0
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)				
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]				
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]				
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]				



Abb. 37: Längs- und Querhölzer stark angemorscht (Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	Querhölzer tw. doppelt; Unterspülungen dort, wo der Hangrost nur einfach ist; Reste von Jutenetzen an der Hangoberkante;
Fußsicherung:	zwei 6-reihige Krainerwände (L/H/I: 23m/1,53m/33° sowie 15,8m/2m/39°)
Holzkonstruktion:	Holz bis ca. 2 cm angemorscht, Kern hart; LH: gerader Stoß, Nagelverbindung, Abstand: 1,6 – 2,5 m; QH: überlappend, auf LH genagelt, Abstand: 0,2 – 2,35 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf (Durchmesser 10 mm, rostig); Eisenbahnschienen (11,5x9,5 cm, rostig), stehen aufgrund des steinigen Untergrundes 50 cm aus dem Boden
Pflanzen:	Gehölzpflanzungen, kaum Einlagen; Vitalität gut, großer Totholzanteil durch anthropogenen Eintrag, keine bodennahe Strauchschicht, tw. Insektenfraß, Lausbefall, ger. Schäl- und Verbißschäden

Pflanzen im Hang:

Poa nemoralis, Dactylis glomerata, Festuca rubra, Trisetum flavescens, Arrhenatherum elatius, Equisetum arvense, Artemisia vulgaris, Galium aparine, Campanula trachelium, Urtica dioica, Pimpinella major, Vicia sepium, Vicia villosa, Trifolium hybridum, Trifolium pratense, Epilobium angustifolium, Fragaria vesca, Taraxacum officinale, Cirsium arvense, Geranium robertianum, Lotus corniculatus

Prunus avium, Fraxinus excelsior, Sorbus aucuparia, Salix caprea, Alnus incana, Acer pseudoplatanus

6.3 VEGETATION SALDURBACH HANGROST 01

Abb. 39: Gehölzzusammensetzung Standort Saldurbach Hangrost 01

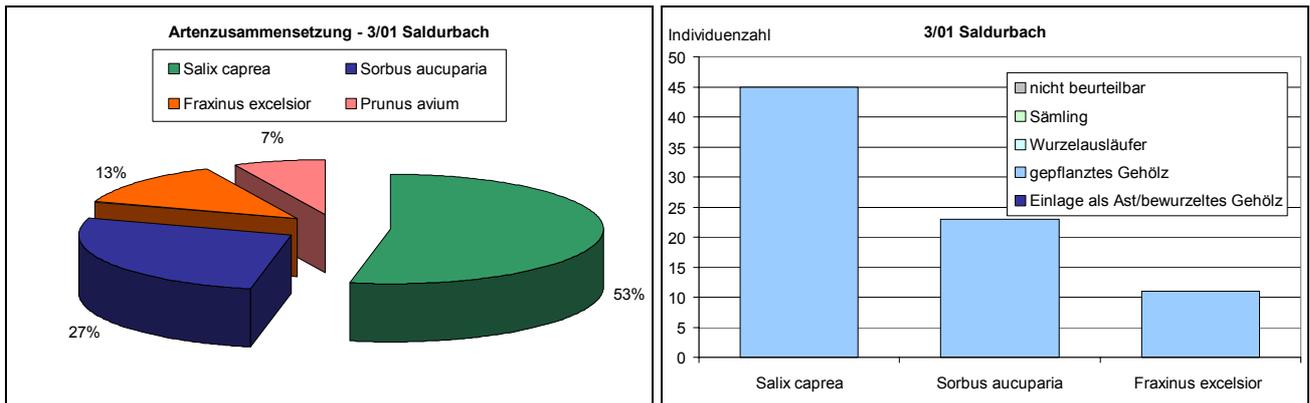


Abb. 40: Verhältnis gepflanzte zu eingelegte Gehölze Saldurbach Hangrost 01

Abb. 41: Baumartenverteilung und Vitalität Saldurbach Hangrost 01

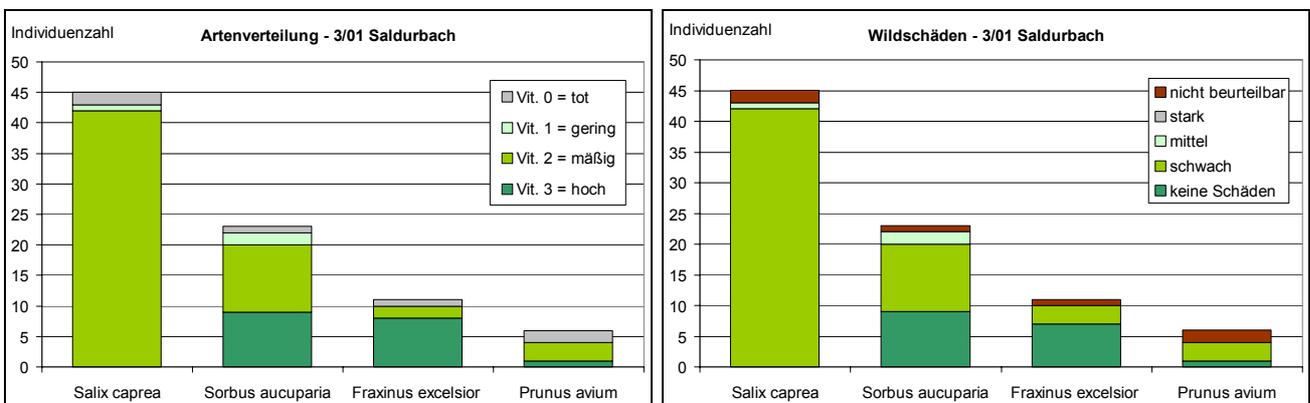


Abb. 42: Verbiss- und Schälsschäden Saldurbach Hangrost 01

Abb. 43: Höhenstruktur Saldurbach Hangrost 01

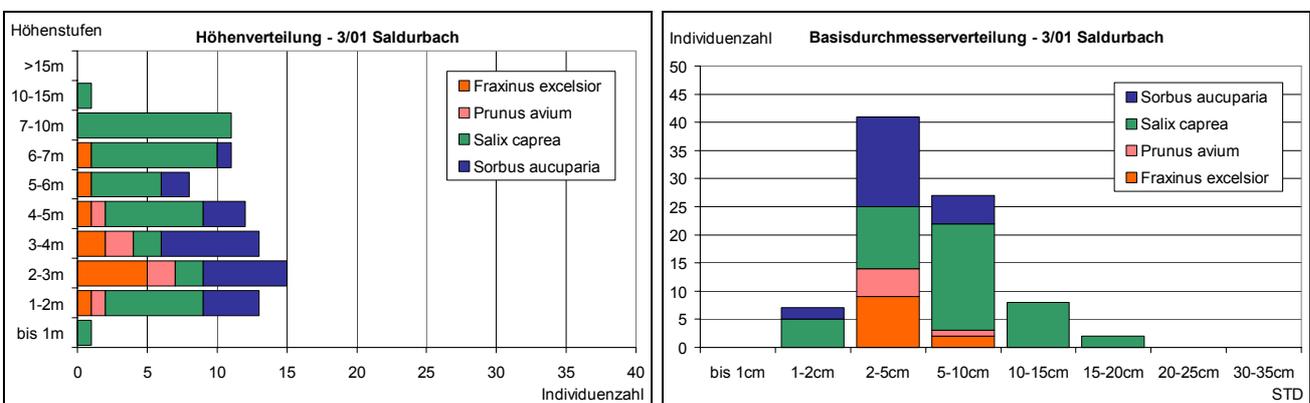


Abb. 44: Basisdurchmesserverteilung Saldurbach Hangrost 01

Innerhalb des Hangrostes sind keine Asteinlagen zu erkennen, die Gehölze scheinen in den Zwischenbereichen der Längs- und Querhölzer ausschließlich gepflanzt worden zu sein.

Salix caprea dominiert mit 53 % den Bestand sowie die Oberhöhen bis 15 m und weist auch die stärksten Stammdurchmesser (bis 20 cm) auf. Bei einem Mengenanteil von 27 % bleibt die Vogelbeere noch deutlich kleiner (bis 7 m Höhen). Die Esche (13 %) und die Vogelkirsche (7 %) sind bei Höhen bis 3 m sowie in der Basisdurchmesserklasse 2- 5 cm am stärksten vertreten und fehlen in den kleinen Klassen. Weiden und Vogelbeeren kommen zwar in der Basisdurchmesserklasse 1-2 cm vor, junge Keimlinge fehlen aber ebenfalls. Natürlicher Bruch bei mäßiger Vitalität beeinträchtigt v.a. die Salweide, Schältschäden und Lausbefall beeinflussen auch die Vitalität der Vogelkirsche und der Vogelbeere.

6.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SALDURBACH UND DISKUSSION

Die Gesamtstabilität des Hanges ist ausreichend. Es gibt keine Erosions- oder Akkumulationsbereiche, an der Böschungsoberkante wurden Reste von Jutenetzen gefunden, die vermutlich für die Begrünung verwendet worden waren. Trotz starker Beschattung ist die Krautschicht aufgrund geringer Materialbelastung gut ausgebildet und verhältnismäßig dicht. Außerdem befindet sich der Hangrost direkt unterhalb einer bewirtschaftete Wiese, wodurch von ausreichender Nährstoff- und Wasserversorgung ausgegangen werden kann.

Bei den Vegetationsaufnahmen konnten im Hangrost keine Pflanzeneinlagen identifiziert werden, was sich bei der Freilegung der Wurzelsysteme bestätigte. Der Pflanzenabstand ist dementsprechend groß, außerdem fehlen Jungpflanzen aufgrund der ausbleibenden vegetativen Vermehrung sowie Gehölzkeimlinge. Der Eindruck eines dichten Gehölzbestandes vom Gegenhang aus beruht auf den Pflanzeneinlagen der Krainerwände.

Die Holzkonstruktion ist stabil, obwohl das Holz selbst häufig starke Morschstellen aufweist und die Überlappungsbereiche der Querhölzer nicht mit Piloten gestützt wurden. Die teilweise doppelte Bauausführung der Querhölzer (vergl. Abb. 47) erweist sich von Vorteil, da Unterspülungen ausschließlich bei Querhölzern einfacher Bauweise auftreten.



Abb. 45: Standort Saldurbach (Gegenhangaufnahme, Sommer 2004)

Abb. 46: häufige Unterspülung bei einfacher Bauweise (Saldurbach, Sommer 2004)



Abb. 47: teilweise doppelter Hangrost Saldurbach (Sommer 2004)

7 Standort 4 - Oberglaneggalm

7.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT OBERGLANEGGALM

Tab. 7: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
4	Oberglaneggalm	Moos - Passeiertal	Schneebergerzug (Schieferhülle)	2076/2083	ONO/O	42	90	Rücken (Straßenböschung)
	Altersgruppe	6-10 jährig	Anzahl Hangroste	1	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	1994	Anzahl Zwischenflächen	0	90	15	0	frisch

Geologie des Standortes⁷:

Kontaktmetamorpher Quarzporphyr, Glazialsedimente, Granatglimmerschiefer, Granitgneise,

Geologie des Hanganbruchs⁸:

Kontaktmetamorpher Quarzporphyr, Hangschutt, Moränen

Archivinformationen:

Keine Unterlagen verfügbar

Abb. 48: Hangrost Oberglaneggalm (Sommer 2004)



Abb. 49: Längsholz als Fußsicherung (Oberglaneggalm, Sommer 2004)

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

⁸ SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NATIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

7.2 BEWERTUNG DES HANGROSTES OBERGLANEGGALM

Tab. 8: Bewertung des Hangrostes

Standort	4	Oberglaneggalm	Baujahr	1994
Hangrost Nr.	01			
max. Breite [m]	16,7			
max. Höhe [m]	8,6			
Neigung [°]	42			
Anzahl Querhölzer	6			
Anzahl Längshölzer	7			
Holzart	Lärche			
Schäden Holz	1			
Konstruktionsmängel	0			
Schäden Nägel	1			
Nagelform	Betoneisen			
Hangrost Gesamtmängel				
Schäden Pflanzen	3			
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	134			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	56			<i>Durchschnitt</i>
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	90			90
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	20			20
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	0			0
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)				
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]				
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]				
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]				



Abb. 50: Verankerung mittels Holzpiloten (Oberglaneggalm, Sommer 2004)



Abb. 51: oberflächlich stark angemorschtes Längsholz (Oberglaneggalm, Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	dient zur Sicherung der Straßenböschung; starker Viehtritt; gute Einbindung
Fußsicherung:	Holzzangen
Holzkonstruktion:	Oberfläche bis zur Hälfte angemorscht, Kern hart; Schäden entlang der Nagelschäfte; LH: Stoß nicht sichtbar, Abstand: 1,75 – 2,9 m; QH: überlappend, mit Holzpiloten (Durchmesser 8 cm, z.T. Viertelkreis) verankert, Abstand: 1,7 – 1,85 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf (Durchmesser 15 mm, rostig); Nägel nicht vollständig eingeschlagen
Pflanzen:	Einlagen, Fußsicherung nicht bepflanzt; enormer Verbiss durch Weidevieh (Ziegen), Vieltriebigkeit; guter Narbenschluss der Krautschicht

Pflanzen im Hang:

Anthoxanthum odoratum, Nardus stricta, Deschampsia caespitosa, Festuca ovina, Phleum pratense, Luzula luzuloides, Euphrasia minima, Silene vulgaris, Lotus corniculatus, Phyteuma spicatum, Phyteuma hemisphaericum, Trifolium hybridum, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trifolium badium, Achillea millefolium, Homogyne alpina, Solidago virgaurea, Campanula scheuchzeri, Alchemilla alpina, Ranunculus acris, Cirsium spinosissimum, Taraxacum officinale, Pinguicula leptoceras, Potentilla erecta, Geum montanum, Ajuga pyramidalis, Leucanthemopsis alpina, Silene rupestris, Calluna vulgaris
 Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Alnus viridis, Larix decidua, Rhododendron ferrugineum

7.3 VEGETATION OBERGLANEGGALM HANGROST 01

Zur Bepflanzung des Hangrostes wurden ausschließlich Grünerlen eingelegt, durch spontanes Aufkommen im hangoberen Bereich hat die Rostblättrige Alpenrose gemeinsam mit der Lärche einen geringen Anteil von nur 3 % des Gesamtbestandes. Starker Verbiss durch Ziegen beeinträchtigt das Wachstum der Erlen schwer, oberhalb Kniehöhe werden die Triebe ständig abgefressen. Trotz damit verbundener eingeschränkter Vitalität sticht die hohe Regenerationsfähigkeit der Erlen ins Auge und äußert sich durch starke Verzweigung und Vieltriebigkeit.

Abb. 53: Gehölzzusammensetzung Standort Oberglaneggalm Hangrost 01

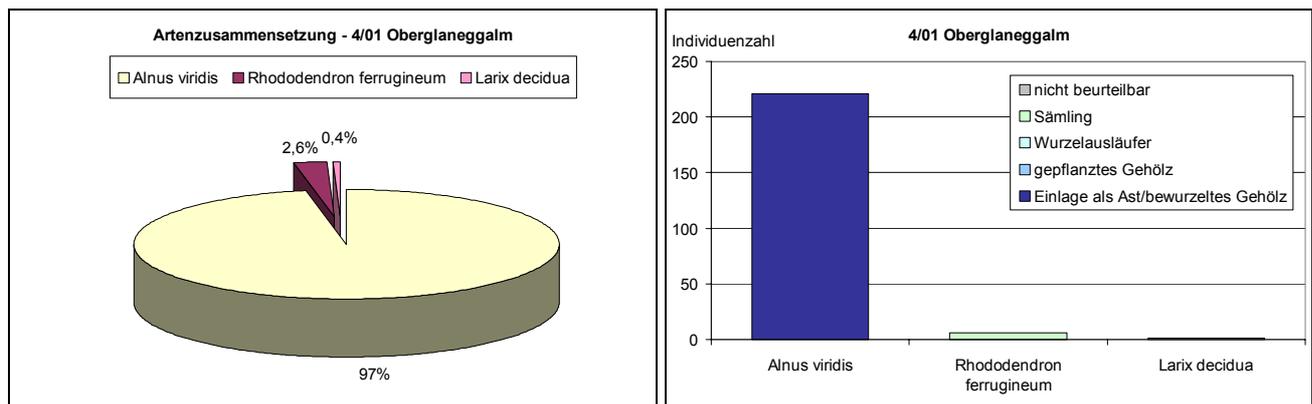


Abb. 54: Verhältnis gepflanzte zu eingelegten Gehölzen Oberglaneggalm Hangrost 01

Abb. 55: Baumartenverteilung und Vitalität Oberglaneggalm Hangrost 01

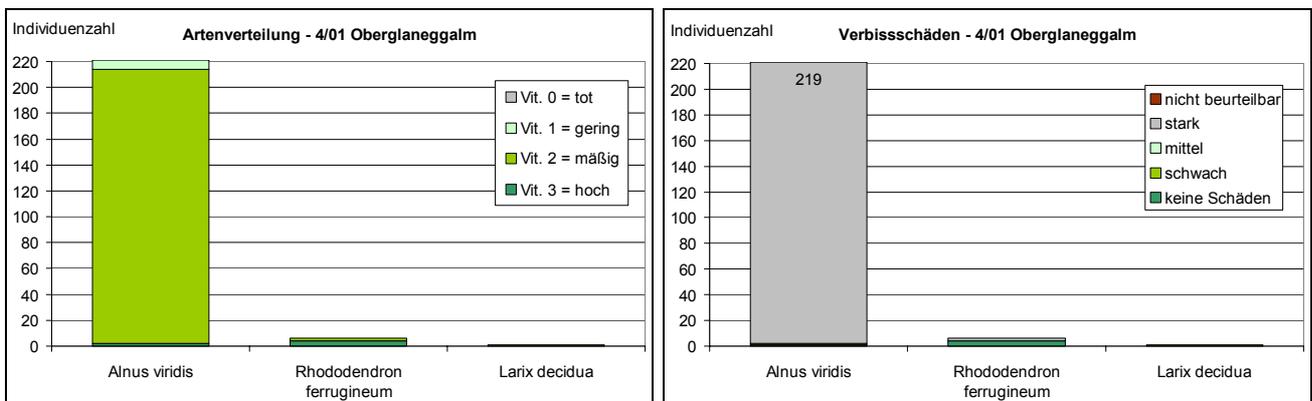


Abb. 56: Verbisschäden Oberglaneggalm Hangrost 01

Abb. 57: Höhenstruktur Oberglaneggalm Hangrost 01

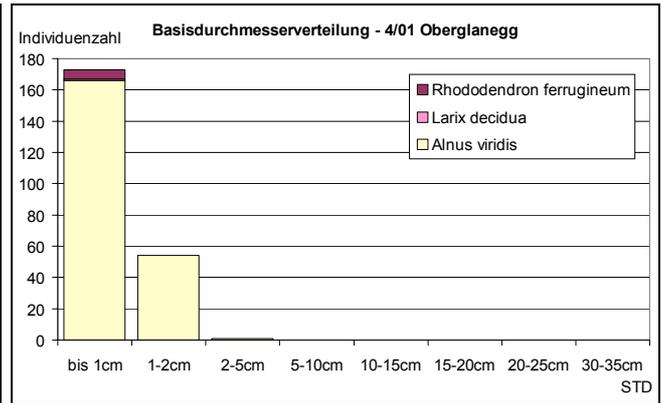
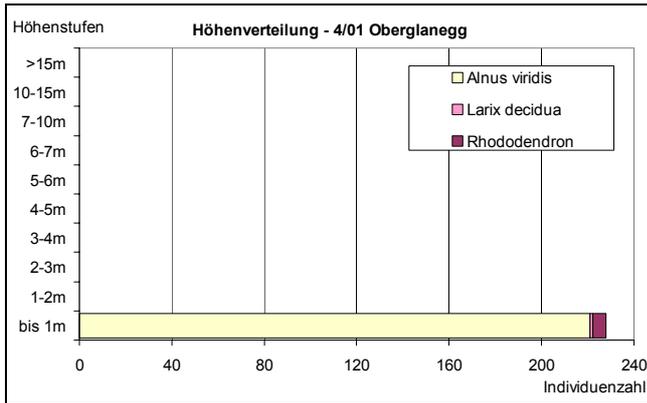


Abb. 58: Basisdurchmesserverteilung Oberglaneggalm Hangrost 01

7.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES OBERGLANEGGALM UND DISKUSSION

Die Böschung entlang der Forststraße zur Oberglaneggalm ist stabil, auffällig ist die gute Einbindung der Holzkonstruktion in das Erdreich und die gute Anpassung an die Hangmorphologie. Die Lärchenrundlinge sind z.T. oberflächlich angemorscht, im Kern aber noch ausreichend fest.

Die Krautschicht weist mit 90 % Deckung beinahe völligen Narbenschluss auf, während die Grünerlen massiv unter dem Verbiss durch Ziegen leiden. Das ständige Abnagen der Triebe auf Kniehöhe fördert zwar die Regenerationsfähigkeit, da kein Zeitpuffer zur Erholung der Pflanzen zur Verfügung steht, sind das Gesamtwachstum und die Vitalität jedoch stark eingeschränkt.

Abb. 59: Standort Oberglaneggalm (Sommer 2004)



Abb. 60: Starker Ziegenverbiss an der Grünerle (Sommer 2004)

8 Standort 5 - Seeberalm

8.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT SEEBERARM

Tab. 9: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
5	Seeberalm	Moos - Passaiertal	Schneebergerzug (Schieferhülle)	1947/1956	O	41	88	Mittelhang (Straßenböschung)
	Altersgruppe	11-15 jährig	Anzahl Hangroste	2	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	1993	Anzahl Zwischenflächen	2	88	10	0	frisch-feucht

Geologie des Standortes⁹:

Glazialsedimente, Moräne, Granatglimmerschiefer, Granitgneise, kontaktmetamorphe Quarzporphyr,

Geologie des Hanganbruchs¹⁰:

Kontaktmetamorpher Quarzporphyr, Hangschutt, Moränen

Archivinformationen:

Keine Unterlagen verfügbar

Abb. 61: Hangrost 01 (Seeberalm, Sommer 2004)



Abb. 62: Hangrost 02 (Seeberalm, Sommer 2004)

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

¹⁰ SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

8.2 BEWERTUNG DER HANGROSTE SEEBERALM

Tab. 10: Bewertung der Hangroste

Standort	5	Seeberalm	Baujahr	1993
Hangrost Nr.	01	02		
max. Breite [m]	7,2	4,0		
max. Höhe [m]	5,4	6,1		
Neigung [°]	41	41		
Anzahl Querhölzer	4	4		
Anzahl Längshölzer	3	3		
Holzart	Lärche	Lärche		
Schäden Holz	2	1		
Konstruktionsmängel	1	0		
Schäden Nägel	0	2		
Nagelform	Betoneisen mit Kopf	Betoneisen mit Kopf		
Hangrost Gesamtmängel	1	1		
Schäden Pflanzen	2	2		
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	285			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	66			Durchschnitt
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	85	90		88
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	20	3		12
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	0	0		0
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)	01	02		
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]	80	95		80
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]	10	3		7
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]	0	0		0



Abb. 63: Versetzt angeordnete Längshölzer an Hangrost 01 (Seeberalm, Sommer 2004)

Abb. 64: Zerstörtes Querholz an Vernagelungsstelle (Seeberalm, Sommer 2004)



Abb. 65: Zerstörtes Querholz an Hangrost 02 (Seeberalm, Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	dient zur Sicherung der Parkplatzböschung; gute Einbindung; starke Hangvernässung, Drainagerohre sichtbar, Pilotenwände links und rechts vom Hangrost
Fußsicherung:	nicht direkt gesichert: 6-reihige Krainerwand mit Abstand (L/H/I: 9,3m/2,1m/36°), Überlappungen: gerader Stoß, liegen in einer Linie übereinander, Querholz mit Holzpiloten als Fußsicherung, mittelmäßiger Zustand
Holzkonstruktion:	stark vermorscht: Querholz 2 an Vernagelungsstellen gebrochen; LH: an den Querhölzern aufgesetzt und verklammert, Abstand: 1,6 - 2,4 m; QH: einteilig, mit Holzpiloten (Durchmesser 10-12 cm) verankert, Abstand: 1,7 - 1,9 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf (Durchmesser 15 mm, stark rostig); Klammern (Länge 30 cm, Breite 25 mm, rostig)
Pflanzen:	keine Einlagen, Gehölzpflanzungen in den Zwischenfeldern; starker Verbiss durch Weidevieh (Ziegen); dichte Krautschicht

Hangrost 02:

Allgemeines:	Erosionen, Akkumulationen von Querhölzern aufgefangen, wieder verwachsen; zahlreiche Wasseraustritte unter den Querhölzern
Fußsicherung:	Querholz mit halbrunden Piloten gesichert, mittelmäßiger Zustand
Holzkonstruktion:	guter Zustand; LH: an den Querhölzern aufgesetzt und verklammert, Abstand: 1,25 - 1,4 m; QH: einteilig, mit Holzpiloten (Durchmesser 10-12 cm) verankert, \emptyset Abstand: 1,5 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf (Durchmesser 15 mm, stark rostig); Klammern (Länge 30 cm, Breite 25 mm, rostig)
Pflanzen:	keine Einlagen, Gehölzpflanzungen in den Zwischenfeldern; starker Verbiss durch Weidevieh (Ziegen); dichte Krautschicht, viele Nässezeiger

Pflanzen im Hang:

Cynosurus cristatus, Deschampsia caespitosa, Holcus lanatus, Festuca rubra, Agrostis tenuis, Arrhenatherum elatius, Festuca ovina, Carex curvula, Carex nigra, Carex dioica, Luzula luzuloides, Luzula spicata, Juncus articulatus, Alchemilla vulgaris, Prunella vulgaris, Mimulus guttatus, Parnassia palustris, Potentilla erecta, Trifolium badium, Trifolium pratense, Trifolium hybridum, Galium mollugo, Lotus corniculatus, Geranium sylvaticum, Dactylorhiza maculata, Ranunculus acris, Euphrasia minima, Leontodon hispidus, Achillea millefolium, Tussilago farfara, Hypericum perforatum, Phyteuma spicatum, Anthoxanthum odoratum, Dactylis glomerata, Thymus praecox, Epilobium angustifolium, Cerastium cerastoides, Veronica sp., Hieracium sp., Silene nutans, Campanula rotundifolia, Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, Alnus viridis, Larix decidua, Rhododendron ferrugineum, Salix caprea, Salix appendiculata

8.3 VEGETATION SEEBERALM HANGROST 01

Abb. 66: Gehölzzusammensetzung Standort Seeberalm Hangrost 01

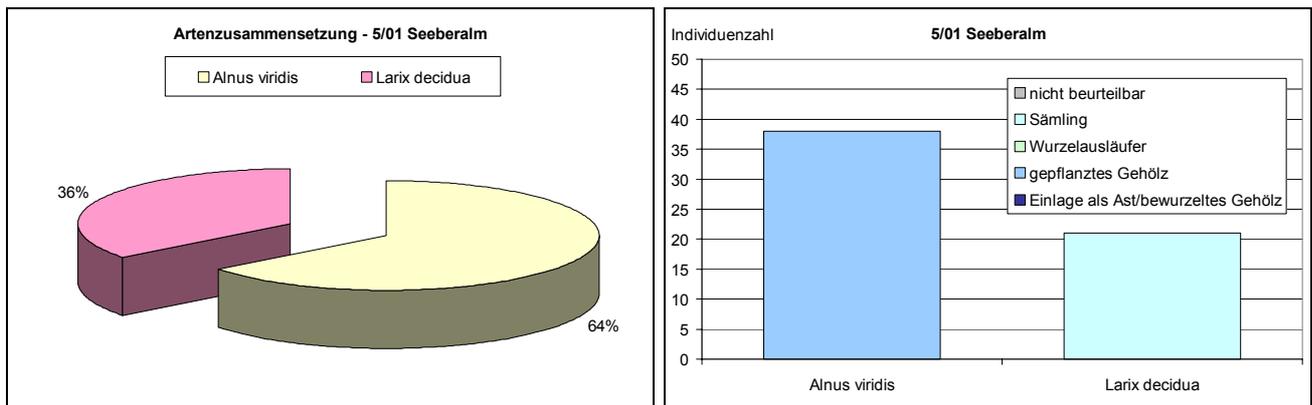


Abb. 67: Verhältnis gepflanzte zu eingelegte Gehölze Seeberalm Hangrost 01

Abb. 68: Baumartenverteilung und Vitalität Seeberalm Hangrost 01

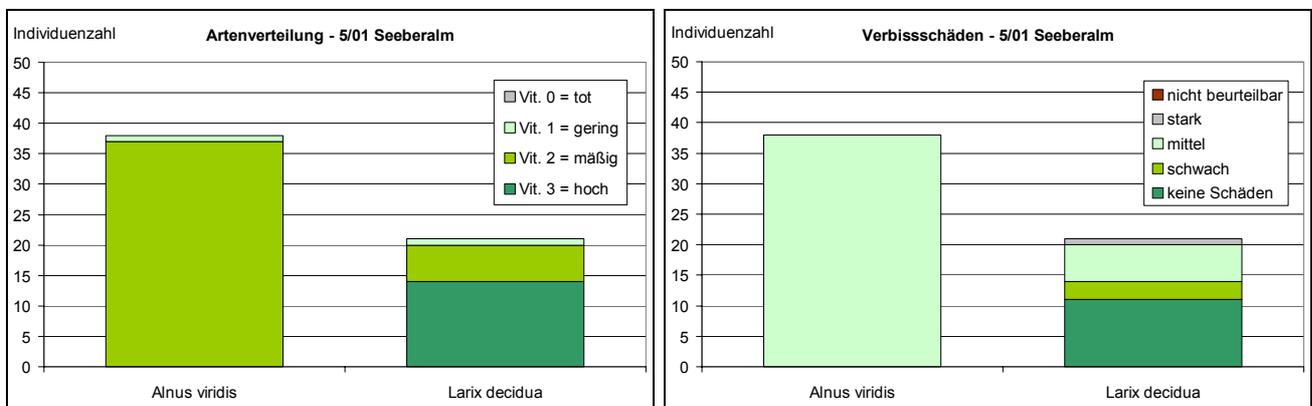


Abb. 69: Verbisschäden Seeberalm Hangrost 01

Abb. 70: Höhenstruktur Seeberalm Hangrost 01

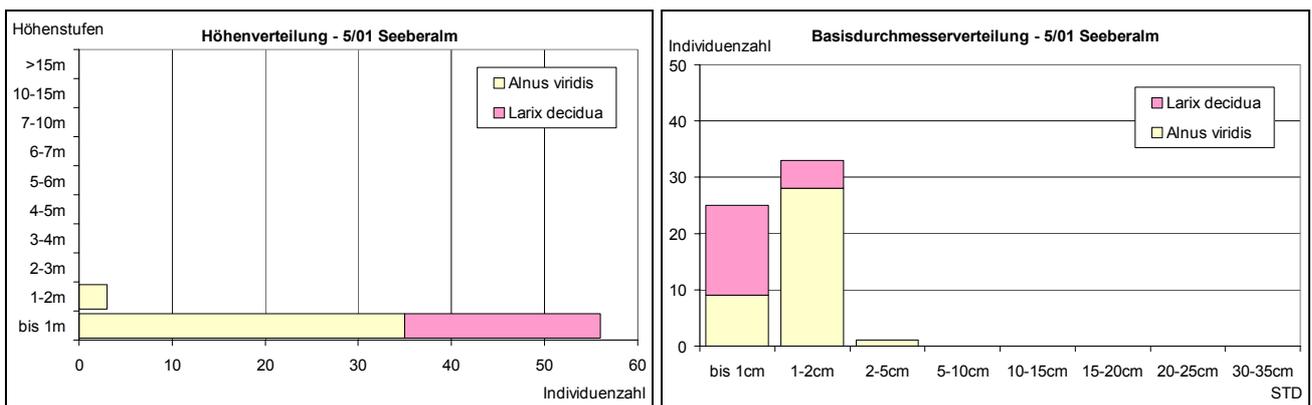


Abb. 71: Basisdurchmesserverteilung Seeberalm Hangrost 01

Die gepflanzten Grünerlen werden von eingewanderten Lärchen mit einem Anteil von 36 % begleitet, wobei beide von Verbiss durch Weidevieh (Ziegen) stark betroffen sind. Die Vitalität ist zwar nur mäßig eingeschränkt, die Erlen jedoch bleiben unter 2 m Höhe und in den kleinen Basisdurchmesserklassen bis max. 5 cm.

8.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES SEEBERALM UND DISKUSSION

Hangrost 02 ist stabil, wobei viele Wasseraustritte zu Unterspülungen und Erosionen führen. Das Material wird jedoch von den Querhölzern aufgefangen und großteils wieder überwachsen. Am Hangrost 01 fallen einige Konstruktionsmängel wie die Stückelung der Längshölzer, die zum Teil auf Querhölzern aufgesetzt wurden, auf. Zusätzlich ist das Holz bereits fortgeschritten vermorscht, speziell an den Vernagelungsstellen sind die Rundlinge teilweise völlig zerstört. Während die Krautschicht guten Narbenschluss aufweist, ist der Bewuchs der Strauchschicht v.a. auf Hangrost 02 aufgrund mangelnder Bepflanzung spärlich. Pflanzeneinlagen sind lediglich für die darunter liegende Krainerwand verwendet worden, die Grünerlen in den Zwischenbereichen von Längs- und Querhölzern des Hangrostes wurden gepflanzt. Durch den nahegelegenen Weidebetrieb der Seeberalm ist der Ziegenverbiss auch am Standort 05 sehr hoch und schränkt das Wachstum der Grünerlen und der natürlich angesiedelten Lärchen stark ein.

Abb. 72: Standort Seeberalm (Sommer 2004)



Abb. 73: Waagrecht eingeschlagene Holzpiloten ohne Funktion sowie stark verbissene Grünerlen (Seeberalm, Sommer 2004)

9 Standort 6 - Oberpfragl

9.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT OBERPFRAGL

Tab. 11: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
6	Oberpfragl	St. Pankraz - Ultental	Zone der alten Gneise	1143/1152	ONO	53	132	Oberhang
	Altersgruppe	11-15 jährig	Anzahl Hangroste	3	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	1990/1992	Anzahl Zwischenflächen	1	33	49	33	frisch-feucht

Geologie des Standortes¹¹:

Biotitplagioklasgneise und Glimmerschiefer, Phyllitgneise, Zweiglimmergneise, mylonitische Schiefer

Geologie des Hanganbruchs¹²:

Faserige Glimmerschiefer

Archivinformationen:

Unübersichtliche Angaben

Maßnahmen:

- 1990: Bau von 77,11 m² Hangrost, 50 lfm Pilotenwand, 199,45 m³ Krainerwände
- 1992: Bau von 97 m² Hangrost, 150 m² Hydrosaat
- 1993: Pflanzungen (Prunus padus, Sambucus racemosa, Fraxinus excelsior, Sorbus aucuparia, Corylus avellana)

Projektumfang: keine Detailangaben

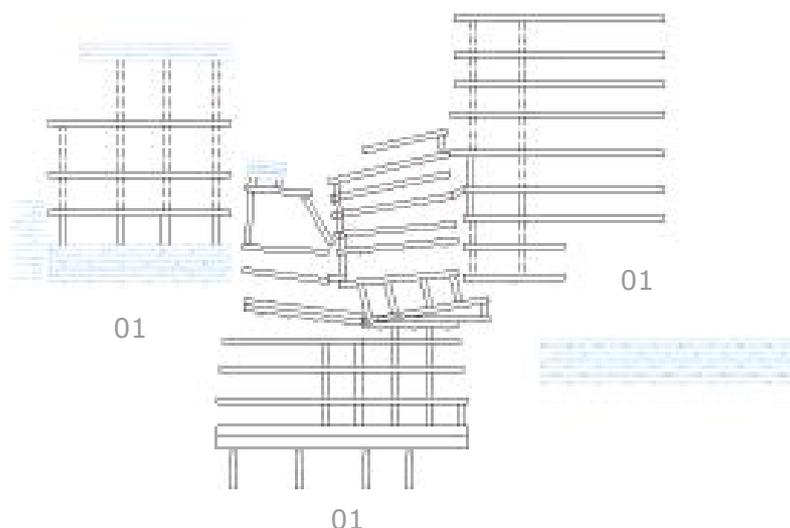


Abb. 74: Übersichtsskizze Hangroste 01, 02 und 03, Standort Oberpfragl

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

¹² SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

9.2 BEWERTUNG DER HANGROSTE OBERPFRAGL

Tab. 12: Bewertung der Hangroste

Standort	6	Oberpfragl	Baujahr	1990/1992
Hangrost Nr.	01	02	03	
max. Breite [m]	6,4	8,8	8,4	
max. Höhe [m]	5,5	11,9	9,0	
Neigung [°]	53	53	53	
Anzahl Querhölzer	4	12	9	
Anzahl Längshölzer	4	5	2	
Holzart	Lärche	Lärche	Lärche	
Schäden Holz	2	2	2	
Konstruktionsmängel	0	0	2	
Schäden Nägel	0	0	0	
Nagelform	Betoneisen ohne Kopf	Betoneisen mit Kopf	Betoneisen mit Kopf	
Hangrost Gesamtmängel	1	1	1	
Schäden Pflanzen	0	0	0	
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	nicht bepflanzt			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	30			Durchschnitt
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	45	45	75	55
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	45	45	25	38
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	30	25	15	23
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)		01		
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]		10		10
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]		80		80
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]		15		15



Abb. 75: Unterspülung Hangrost 01 (Oberpfragl, Sommer 2004)



Abb. 76: schlechte Verbindung ohne Überlappung an Hangrost 02 (Oberpfragl, Sommer 2004)



Abb. 77: Hangrost 03 mit doppelten Querhölzern als Fußsicherung (Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	an Hangrost 02 angebunden; guter Zustand, z.T. Unterspülungen
Fußsicherung:	4-6-reihige Krainerwand (L/H/I: 14,8m/1,54-3,1m/30°)
Holzkonstruktion:	durchgehend morsch; LH: mehrteilig, Abstand: 1,6 – 2m; QH: überlappend mit Eisenpiloten verankert, Abstand: 1,4 – 2,3 m
Metallelemente:	Betoneisen ohne Kopf; Klammern (Durchmesser 15 mm, rostig); Eisenbahnschienen (11,5x9,5cm, rostig)
Pflanzen:	Gehölzpflanzungen in den Zwischenfeldern; Insektenfraß; insgesamt guter Zustand

Hangrost 02:

Allgemeines:	tw. doppelt im oberen Bereich, Pilotenverankerung nur in 2 Reihen; weist zentral einen Knick auf, wo die Konstruktion abgerutscht ist; starke Unterspülungen
Fußsicherung:	doppeltes Querholz; ursprüngliche Pilotenanker stehen frei, Querhölzer wurden nachträglich neu verankert mit Eisenpiloten, die auf Rundhölzern gestützt sind
Holzkonstruktion:	durchgehend morsch; sehr schlechte Konstruktion mit vielen gestückelten Elementen; LH: z.T. an den Querhölzern aufgesetzt, Abstand: 1,1 – 1,3 m; QH: überlappend, Abstand: 0,7-1,1 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf; Klammern (Durchmesser 15 mm, rostig); Eisenbahnschienen (11,5x9,5cm, rostig)
Pflanzen:	Einlagen; Gehölzpflanzungen lt. Archivunterlagen; Insektenfraß, guter Zustand

Hangrost 03:

Allgemeines:	durchgehend doppelt gebaut; mit Hangrost 02 verklammert, dadurch mitgerutscht
Fußsicherung:	keine direkte Fußsicherung: 5-reihige Krainerwand (L/H/I: 9,1m/1,7m/27°) liegt mit einigem Abstand unterhalb; sehr morsch, pilz- und moosbewachsen
Holzkonstruktion:	durchgehend morsch; LH: mehrteilig, Ø Abstand: 1,8 m; QH: überlappend, nur tw. mit Piloten verankert, Abstand: 1 – 1,3 m
Metallelemente:	Betoneisen mit Kopf; Klammern (Durchmesser 15 mm, rostig); Eisenbahnschienen (11,5x9,5cm, rostig)
Pflanzen:	Einlagen, Stockausschlag nach Schnittmaßnahmen; Insektenfraß, guter Zustand

Pflanzen im Hang:

Poa nemoralis, Luzula luzuloides, Urtica dioica, Aruncus dioicus, Aegopodium podagraria, Oxalis acetosella, Imaptiens noli-tangere, Geranium robertianum, Epilobium montanum, Petasites hybridus, Galeopsis tetrahit, Ajuga reptans, Asplenium trichomanes, Anthyrium filix-femina, Tryopteris filix-mas, Lamium maculatum, Festuca rubra, Phleum pratense, Lupinus perennis, Achillea millefolium, Salvia glutinosa
 Rubus idaeus Prunus padus, Fraxinus excelsior, Alnus incana, Corylus avellana, Salix caprea, Sambucus nigra, Salix appendiculata, Sorbus aucuparia, Pinus cembra,

9.3 VEGETATION OBERPFRAGL HANGROST 01

Abb. 78: Gehölzzusammensetzung Standort Oberpfragl Hangrost 01

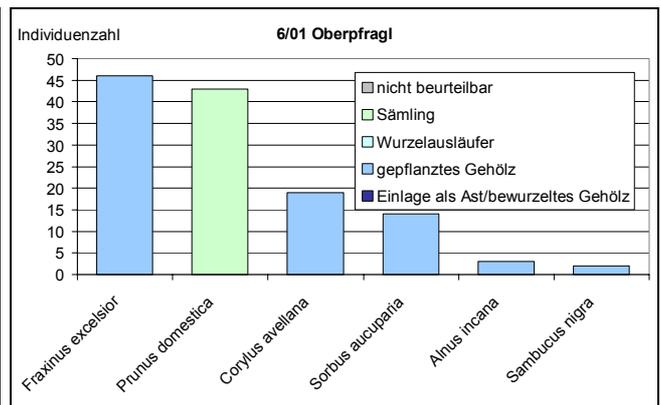
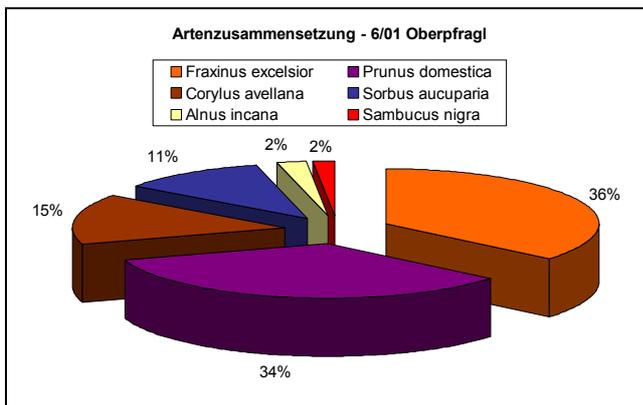


Abb. 79: Verhältnis gepflanzte zu eingelegte Gehölze Oberpfragl Hangrost 01

Abb. 80: Baumartenverteilung und Vitalität Oberpfragl Hangrost 01

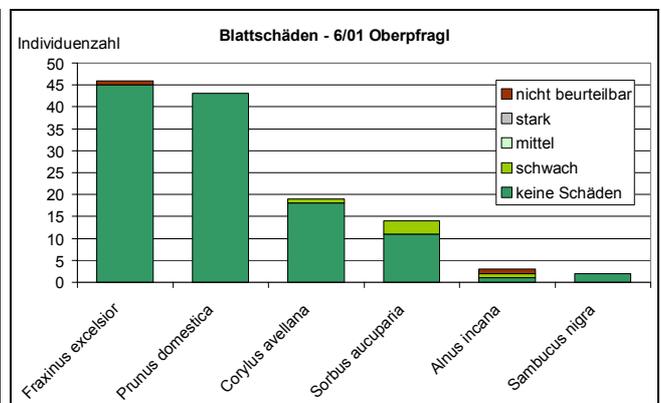
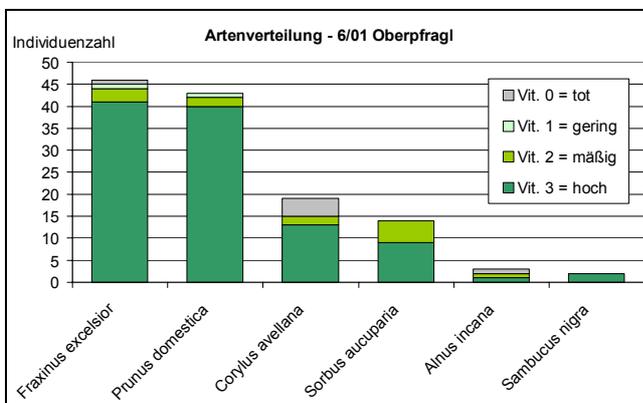


Abb. 81: Blattschäden bzw. Insektenfraß Oberpfragl Hangrost 01

Abb. 82: Höhenstruktur Mühlwald Krainerwand 02

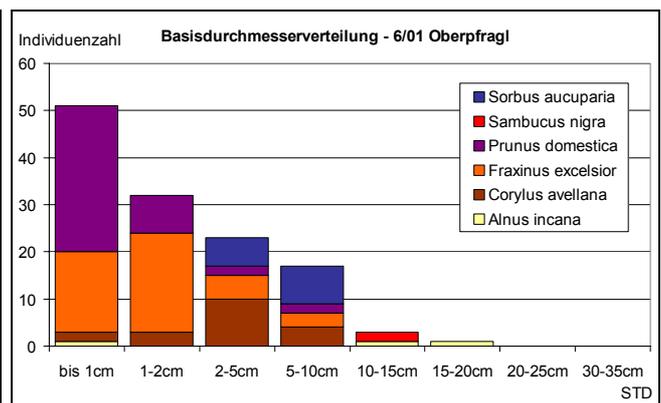
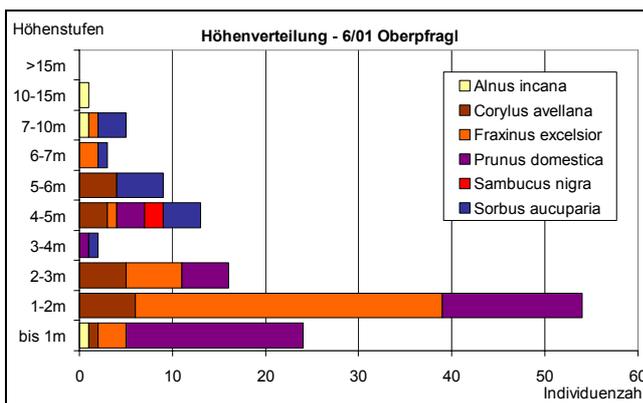


Abb. 83: Basisdurchmesserverteilung Mühlwald Krainerwand 02

Esche und Zwetschke dominieren den Bestand zu je ca. 35 %, im Nebenbestand vertreten sind die Haselnuss (15 %), die Vogelbeere (11 %) und mit je 2 % die Grauerle und der Holunder. Es konnten keine Pflanzeneinlagen identifiziert werden. Die Zwetschke, die sich auf der Hangoberseite konzentriert, stammt jedoch mit Sicherheit aus den Kulturbeständen des nahegelegenen Hofes und hat sich natürlich angesiedelt. Insgesamt erfreuen sich die Gehölze hoher Vitalität, lediglich bei der Haselnuss und der Grauerle wurden bis zu 30 % Totholzanteil festgestellt. Die Vogelbeere ist durch Insektenfraß etwas eingeschränkt.

Die Oberhöhen bis 15 m werden von Alnus incana gebildet, die auch die dicksten Stammdurchmesser aufweist, aber in den übrigen Klassen völlig fehlt. Es treten lediglich ein paar

Einzelkeimlinge auf. Die Vogelbeere kommt in den jungen Klassen ebenfalls nicht vor, nur die Esche und die Hasel können sich im Unterwuchs durchsetzen. Die linkslastige Basisdurchmesserverteilung ist ganz stark von der Präsenz und der guten Vermehrung der Kulturzweitschke geprägt, was auch die Höhenstruktur beeinflusst.

9.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES OBERPFRAGL UND DISKUSSION

Aus den Archivunterlagen geht nicht hervor, wann Hangrost 01 errichtet wurde. Die Konstruktion weist keine auffallenden Mängel auf, das Holz jedoch ist an der Oberfläche bereits morsch.

Abb. 84: Bau von Hangrost 02 (Oberpfragl, 1992)



Abb. 85: Bau von Hangrost 03 (Oberpfragl, 1990)

Abb. 86: Hangrost 02 nach 1 Jahr (Oberpfragl, 1993)



Abb. 87: Hangrost 03 nach 5 Monaten (Oberpfragl, 1990)

Wie aus den Archivfotos hervorgeht, musste Hangrost 02, der 1992 errichtet wurde, bereits im ersten Jahr nachgestützt werden. Der Hangrost wurde wie in Abb. 84 ersichtlich, bereits fehlerhaft gebaut. Sowohl Längs- als Querhölzer wurden ohne ausreichende Überlappung und ohne Pilotenverankerung mehrmals gestückelt. In Abb. 86 ist erkennbar, dass bereits im ersten Jahr nach der Errichtung Hangsetzungen ein Absacken des Hangrostes im oberen Bereich zur Folge hatten. Zur „Renovierung“ der abgerutschten Fußsicherung wurden zusätzliche Eisenbahnschienen eingeschlagen und mit vertikalen Rundlingen gegengestützt. Zum Zeitpunkt der Aufnahmen waren diese in gutem Zustand, die Verlagerungen der Holzelemente an den Schwachstellen jedoch noch deutlicher ausgeprägt (vergl. Abb. 74), obwohl nachträgliche Pilotenstützungen erfolgt waren. Als zusätzliche punktuelle Stützung wurde vermutlich der Schwerboden oberhalb von Hangrost 02 gebaut.

Abb. 88: „renovierte“ Fußsicherung Hangrost 02 (Oberpfragl, Sommer 2004)



Abb. 89: Nachträgliche Verankerung mittels Eisenbahnschienen Hangrost 02 (Oberpfragl, Sommer 2004)

Hangrost 03, der bereits 1990 errichtet wurde und damals rasch angewachsen ist, ist nach wie vor stabil bei guter Pflanzenentwicklung. Die nachträglich unterhalb errichtete Krainerwand ist jedoch stark vermorscht.

Der Gesamthang scheint zur Zeit stabil, Setzungen und Unterspülungen innerhalb der Hangroste weisen jedoch auf den nach wie vor herrschenden Geländedruck und die damit verbundenen Bewegungen hin, die vom dichten Bestand zur Zeit ausgeglichen werden. Während bei Hangrost 02 und 03 nachweislich Pflanzeneinlagen eingebracht wurden (vergl. Abb. 84 und Abb. 85), konnten an Hangrost 01 keine identifiziert werden. Bei *Alnus incana* zeigt sich natürlicher Bruch, *Prunus padus* ist von Insektenfraß und Blattflecken betroffen, insgesamt ist der Bestand jedoch ausreichend vital.

10 Standort 7 – St. Martin

10.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT ST. MARTIN

Tab. 13: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
7	St. Martin	Laas - Vinschgau	Vinschgauer Schieferzone	1049/1065	O	44	96	Oberhang
	Altersgruppe	16-20-jährig	Anzahl Hangroste	1	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	1984	Anzahl Zwischenflächen	0	10	50	0	trocken

Geologie des Standortes¹³:

Laaser Gesteine (Laaser Schiefer mit Muskovit, Biotit, Zweiglimmer), Moränen, Postglazialschotter

Geologie des Hanganbruchs¹⁴:

Faserige Glimmerschiefer, (Amphibolite, Eklotite, Peritotite)

Archivinformationen:

Der Murabbruch ausgelöst durch intensive Regenereignisse im Mai 1983 wurde im Rahmen eines Katastrophenprogrammes 1984 saniert.

Maßnahmen:

- Bau eines Hangrostes
- Bau von 100 m³ Krainerwände
- Abböschchen der Anbruchkanten und 2.000 m² Hydrosaat
- Errichtung von 250 lfm Wildzaun
- Bepflanzung von 3.000 m² mit Lärchen und Laubhölzern

Projektumfang: L 28.000.000,-



Abb. 90: Sanierung Standort St. Martin (1984)

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

¹⁴ Technischer Bericht des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung: Biologisch – hydraulische Arbeiten in der Gemeinde Laas (1984); SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

10.2 BEWERTUNG DES HANGROSTES ST. MARTIN

Tab. 14: Bewertung des Hangrostes

Standort	7	St. Martin	Baujahr	1984
Hangrost Nr.	01			
max. Breite [m]	11,2			
max. Höhe [m]	23,2			
Neigung [°]	44			
Anzahl Querhölzer	15			
Anzahl Längshölzer	5			
Holzart	Lärche			
Schäden Holz	2			
Konstruktionsmängel	0			
Schäden Nägel	2			
Nagelform	Betoneisen mit eckigem Kopf			
Hangrost Gesamtmängel				
Schäden Pflanzen	1			
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	nicht bepflanzt			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	24			Durchschnitt
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	10			10
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	50			50
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	0			0
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)				
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]				
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]				
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]				



Abb. 91: Blattstoß mit Klammer ohne Verankerung (St. Martin, Sommer 2004)



Abb. 92: gerader Stoß mit Klammer und Verankerung auf einer Seite (St. Martin, Sommer 2004)

Hangrost 01:

Allgemeines:	Abbruch der Böschungsoberkante, wodurch die rechte Seite des Hangrostes im oberen Bereich weggerissen wurde, Teile der Konstruktion liegen verstreut nach unten, größeres Akkumulationsfeld im unteren Teil; Ansiedlung von Pflanzen im erodierten Bereich
Fußsicherung:	Querholz mit Eisenbahnschienen verankert
Holzkonstruktion:	unterschiedlicher Zustand: z.T. sehr gut, häufig mit Moosen bewachsen, z.T. morsch mit Bruchstellen v.a. im Bereich der Vernagelungsstellen; LH: Stoß nicht sichtbar, Abstand: 1 – 1,7m; QH: überlappend, gerader Stoß und Blattstoß, nur z.T. mit Piloten verankert, Abstand: 1,1 – 1,8 m
Metallelemente:	glatte Nägel mit quadratischen Kopf; Klammern; Piloten: Eisenbahnschienen (11,5 x 9,5cm), Betoneisen (Durchmesser 3 cm); alle rostig
Pflanzen:	eingeschränkte Vitalität: viele abgestorbene Gehölze, Blattschäden; spärliche Krautschicht; viel Nadelstreu

Pflanzen im Hang:

Bromus erectus, Arrenatherum elatius, Nardus stricta, Coronilla varia, Fragaria vesca, Euphorbia cyparissias, Achillea millefolium, Plantago serpentina, Medicago lupulina, Erigeron acris, Potentilla tabernaemontani, Centaurea stoebe, Lotus corniculatus, Carlina biebersteinii, Scabiosa columbaria, Artemisia campestris, Viola sp., Hieracium sp.

Hippophae rhamnoides, Salix myrsinifolia, Salix appendiculata, Salix purpurea, Larix decidua, Betula pendula, Alnus incana, Juniperus communis, Picea abies

10.3 VEGETATION ST. MARTIN 01

Bei großer Artenvielfalt bilden Lärche, Großblättrige Weide und Purpurweide mit je ca. 20 % den Hauptbestand, gefolgt von Sanddorn (15 %) und Salweide (12 %). Grauerle ist im Nebenbestand am stärksten vertreten, Wacholder, Birke Esche, Berberitze und Fichte spielen nur noch untergeordnete Rollen. Lärche und Grauerle bilden die Oberhöhen und dominieren die größeren Stammdurchmesserklassen, in den unteren Klassen sind v.a. Salix appendiculata und purpurea sowie der Sanddorn stärker vertreten.

Lärche, Fichte und Birke entwickelten sich vermutlich durch natürlichen Anflug, die übrigen Arten konnten zum Teil als Pflanzeneinlagen identifiziert werden, großteils war es jedoch mit Schwierigkeiten verbunden, die Art der Bepflanzung und Vermehrung zu differenzieren. Es ist anzunehmen, dass sich die Jungpflanzen der Grauerlen primär aus Wurzelausläufern bildeten, während sich die Weidenarten durch reiche Samenproduktion und Windverbreitung fortpflanzten. Welche Individuen tatsächlich gepflanzt wurden bzw. erst am Standort keimten, ist zum jetzigen Zeitpunkt nur schwer nachzuvollziehen.

Die Gehölze sind insgesamt geprägt von nur mäßiger Vitalität. Natürlicher Bruch und Lichtkonkurrenz beeinträchtigen die lichtliebenden Weiden und Erlen mit Totholzanteilen bis 30 bzw. 50 %. In seiner Vitalität eingeschränkt ist auch der Sanddorn vermutlich ebenfalls aufgrund von Lichtmangel im z.T. dichten Gestrüpp. Die Grauerle, die Birke und auch die weichblättrigen Weiden leiden zusätzlich unter Wildverbiss sowie unter Insekten- und Blattschäden.



Abb. 94: Standort St. Martin (Sommer 2004)

Abb. 95: Gehölzzusammensetzung Standort St. Martin Hangrost 01

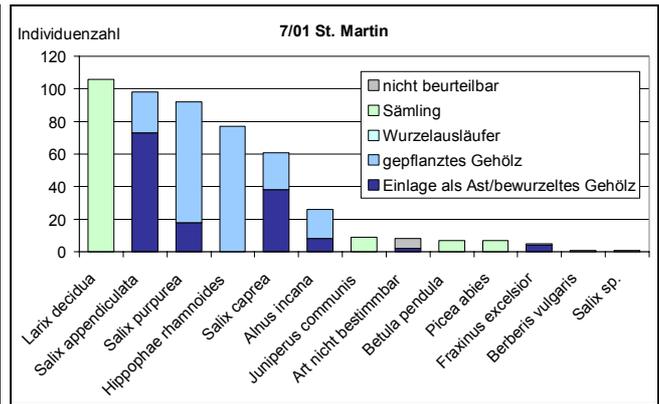
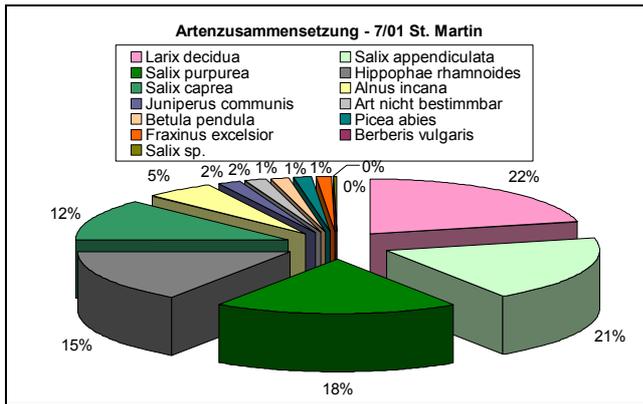


Abb. 96: Verhältnis gepflanzte zu eingelegte Gehölze St. Martin Hangrost 01

Abb. 97: Baumartenverteilung und Vitalität St. Martin Hangrost 01

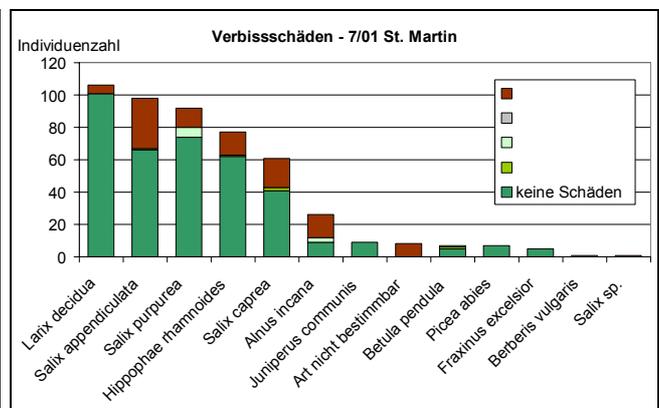
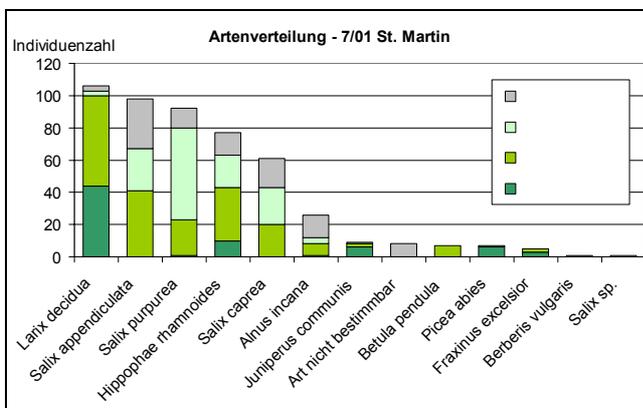


Abb. 98: Verbisschäden St. Martin Hangrost 01

Abb. 99: Höhenstruktur St. Martin Hangrost 01

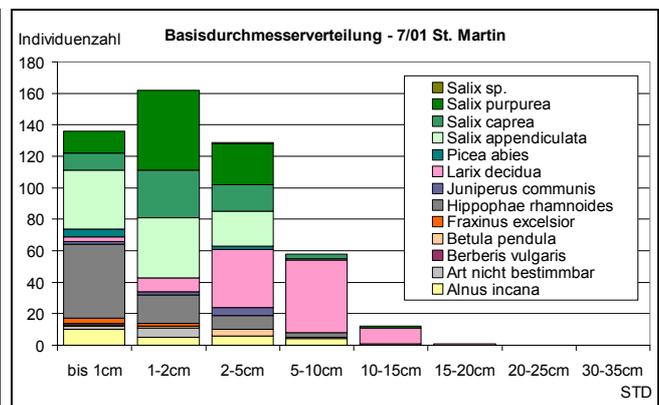
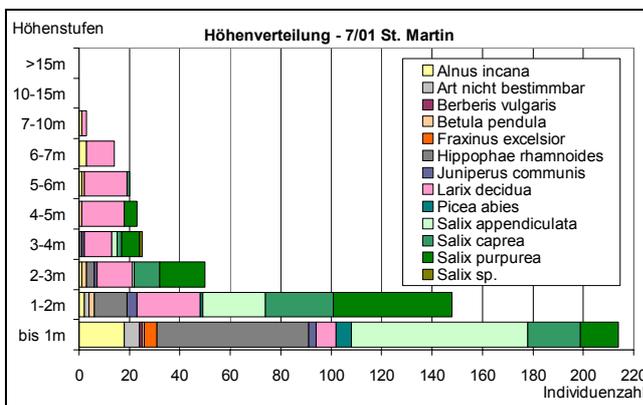


Abb. 100: Basisdurchmesserverteilung St. Martin Hangrost 01

10.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES ST. MARTIN UND DISKUSSION

Der ungewöhnlich großflächige Hangrost zeichnet sich durch gute und stabile Konstruktion aus. V.a. im Bereich der Vernagelungsstellen ist das Holz zwar morsch und brüchig, ansonst aber in gutem Zustand. Die Querhölzer wurden sowohl überlappt, als auch mittels geradem Stoß oder Blattstoß verbunden und in der Regel ausreichend mit Piloten abgestützt. Wo die Verankerung fehlt, gibt es Bruchstellen bei den Querholzverbindungen. Die teilweise doppelte Bauausführung wirkte Unterspülungen entgegen und erhöhte die Gesamtstabilität. Dennoch führten Erosionen ausgehend von der Hangoberkante zum Verlust des rechten oberen Bereichs. Teile des Hangrostes sowie Pflanzen wurden nach unten gerissen, Materialverlagerung führte zu Überschüttungen der darunter liegenden Zone. Die Erosionsflächen konnten sich mit Weiden,

Sanddorn, Lärche und Birke wieder besiedeln, durch nachkommendes Material werden die Pflanzen aber immer wieder beschädigt.

Die trocken-verklebten Substratverhältnisse sowie die dichte Nadelstreu bedingen eine äußerst schütterere Krautschicht. Die artenreiche Strauchschicht ist ebenfalls von nur mäßiger Vitalität geprägt durch natürlichen Bruch an Weide und Erle und Wildverbiss sowie Blattverfärbungen.

Abb. 101: z.T. Doppelter Hangrost mit guter Pilotensicherung (St. Martin, Sommer 2004)



Abb. 102: Erosionszone mit zerstörter Hangrost im Hintergrund (St. Martin, Sommer 2004)

Abb. 103: abgetragene Holzreste des Hangrostes (St. Martin, Sommer 2004)



Abb. 104: wieder besiedelte Akkumulationsbereiche (St. Martin, Sommer 2004)

Die offenen Bläiken am Standort St. Martin belegen die unruhigen Hangbedingungen. Das in niederschlagsarmen Perioden ausgesprochen trockene und verklebte Ton- und Lehmmaterial feuchtet bei Regenfällen sehr schnell durch und wird rasch mobilisiert. Die Erosionsherde an den Hangoberkanten gefährden die Stabilität des Standortes nicht unmittelbar, in Ruhephasen können sich die beschädigten Pflanzen wieder erholen und auf den Akkumulationszonen Jungpflanzen ansiedeln. Allerdings stellen gerade diese Bereiche bei größeren Unwettern Schwachstellen dar. Weitere Schäden am Bestand bzw. Zerstörung des verbliebenen, zur Zeit noch intakten Hangrostes können nicht ausgeschlossen werden. Regelmäßige Kontrolle v.a. nach intensiven Niederschlägen wird daher dringend empfohlen, um bei etwaigen größere Schäden durch lokale Maßnahmen großflächigeren Instabilitäten vorzubeugen.

11 Standort 8 – Gfadenbach

11.1 GENERELLE HANGANSPRACHE STANDORT GFADENBACH

Tab. 15: Allgemeine Parameter

Sto. Nr.	Standort	Geographische Lage	Geologische Zone*)	Seehöhe Hangfuß/Hang oberkante	Exposition	Ø Inklination [°]	Ø Inklination [%]	Relief
8	Gfadenbach	Latzfons - Eisacktal	Brixner Quarzphyllit	1143/1149	O	37	51	Bach- bzw. Straßenböschung
	Altersgruppe	20-25-jährig	Anzahl Hangroste	1	Ø Deckung Krautschicht [%]	Ø Deckung Strauchschicht [%]	Ø Deckung Baumschicht [%]	Wasserhaushaltsstufe
	Baujahr	1981	Anzahl Zwischenflächen	1	8	10	55	frisch-feucht

Geologie des Standortes¹⁵:

Quarzphyllit (Glimmerschiefer, Paragneise, Quarzite), Glazialsedimente, Diabasporphyrite (Klausenite),

Geologie des Hanganbruchs¹⁶:

Glaziale Sedimente, Glimmerschiefer, Paragneise, Quarzite

Archivinformationen:

Keine Unterlagen verfügbar, mündliche Informationen widersprüchlich



Abb. 105: Stabilisierung der Bachböschung 1981

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

¹⁶ SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).

11.2 BEWERTUNG DES HANGROSTES GFADENBACH

Tab. 16: Bewertung des Hangrostes

Standort	8	Gfadenbach	Baujahr	1981
Hangrost Nr.	01			
max. Breite [m]	5,5			
max. Höhe [m]	-			
Neigung [°]	33			
Anzahl Querhölzer	1			
Anzahl Längshölzer	0			
Holzart	Lärche			
Schäden Holz	2			
Konstruktionsmängel	nicht beurteilbar			
Schäden Nägel	nicht beurteilbar			
Nagelform	Eisenklammer			
Hangrost Gesamtmängel	nicht beurteilbar			
Schäden Pflanzen	nicht beurteilbar*			
∅ Pflanzenabstand auf Reihen [cm]	34			
∅ Pflanzenabstand auf Zwischenfeldern [cm]	-			<i>Durchschnitt</i>
Hangrost Deckung Krautschicht [%]	nicht beurteilbar			-
Hangrost Deckung Strauchschicht [%]	nicht beurteilbar			-
Hangrost Deckung Baumschicht [%]	nicht beurteilbar			-
Zwischenfläche Nr. (hangaufwärts)	01			
Zwischenfläche Deckung Krautschicht [%]	10			10
Zwischenfläche Deckung Strauchschicht [%]	10			10
Zwischenfläche Deckung Baumschicht [%]	40			40

*...Die Gehölze waren aufgrund der Baustelle auf den Stock geschnitten worden



Abb. 106: Teile der Fußsicherung und Holzpilot als rudimentäre Reste des ehemaligen Hangrostes Gfadenbach (Sommer 2004)

Hangrost 00:

Allgemeines:

Die Existenz eines Hangrostes muss in Frage gestellt werden: Reihen von Eschen ließen vermuten, dass sich an entsprechender Stelle die Querhölzer des Hangrostes befunden haben; bei nachfolgenden Baggerarbeiten wurden jedoch keinerlei Holzreste ausgegraben.

Fußsicherung:

Bei Baggerarbeiten wurde ein Stück Querholz gefunden am Böschungsfuß gefunden.

Holzkonstruktion:

Metallelemente:

Pflanzen:

Im Zuge der Bauarbeiten waren die unteren Gehölzreihen vor den Evaluierungsarbeiten auf den Stock gesetzt worden und tw. abgerissen; Gehölzpflanzungen, mittelmäßiger Zustand, Blattfraß

Hangrost 01:

Allgemeines:	Nur Fußsicherung vorhanden; im Zuge der Wurzelgrabungen wurden vereinzelte Holzpiloten gefunden, die bei den Spülungen vollständig zerfielen.
Fußsicherung:	2-teiliges halbiertes Rundholz als Querholz, mit Klammern verbunden; nach unten gerutscht; ursprüngliche Verankerung: vierkantige Holzpiloten (Kantenlänge 10 cm), stark vermorscht
Holzkonstruktion:	
Metallelemente:	Klammern aus gerieftem Baustahl (Durchmesser 10 mm)
Pflanzen:	Im Zuge der Baustelle waren alle Gehölze bereits vor den Evaluierungsarbeiten auf den Stock gesetzt worden

Pflanzen im Hang:

Deschampsia flexuosa, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Impatiens glandulifera*, *Geranium rogerianum*, *Taraxacum officinale*, *Galium aparine*, *Ajuga reptans*, *Chelidonium majus*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Ranunculus acris*, *Epilobium angustifolium*, *Tussilago farfara*, *Clematis vitalba*, *Rubus idaeus*, *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior*, *Sambucus nigra*, *Corylus avellana*, *Salix caprea*, *Juglans regia*, *Prunus padus*

11.3 VEGETATION GFADENBACH

Die Esche dominiert mit 60 % vor der Traubenkirsche mit knapp 25 % den Bestand. Der Schwarze Holunder und die Grauerle sind mit unter 10 % Anteilen vertreten. Die Vitalität der ausschließlich gepflanzten bzw. natürlich aufgekommenen Gehölze ist durch den Baubetrieb stark eingeschränkt. Schnittmaßnahmen bzw. Bruch beeinträchtigen v.a. *Fraxinus excelsior* und *Prunus padus*. Die Grauerle ist nur mehr in den großen Durchmesserklassen von 15 bis 35 cm vertreten, während sich Esche und Traubenkirsche weiterhin gut verjüngen. Bei Höhen von 1 bis 5 m weist *Sambucus nigra* zwischen 2 und 15 cm Basisdurchmesser auf.



Abb. 108: Gfadenbach (Sommer 2004)

Abb. 109: Gehölzzusammensetzung Standort Gfadenbach

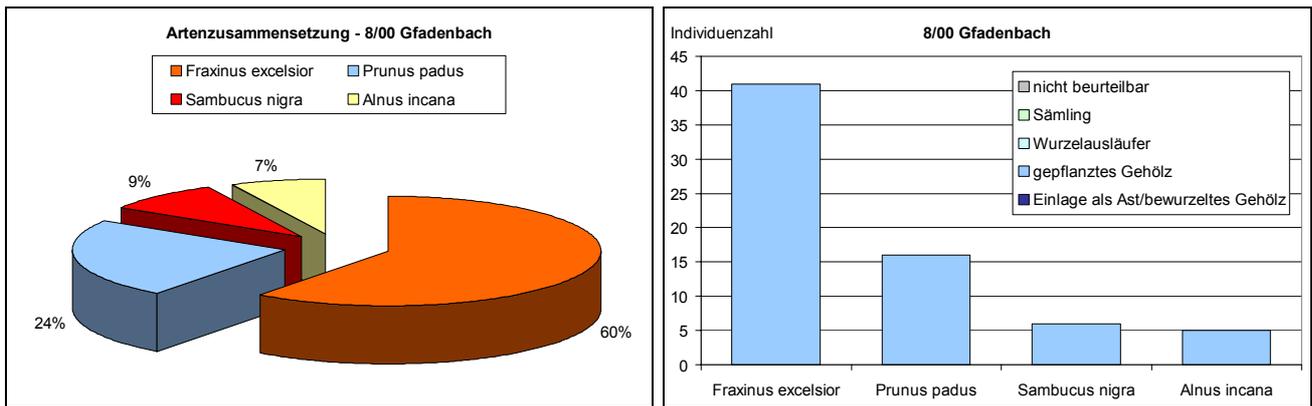


Abb. 110: Verhältnis gepflanzte zu eingelegte Gehölze Gfadenbach

Abb. 111: Baumartenverteilung und Vitalität Gfadenbach

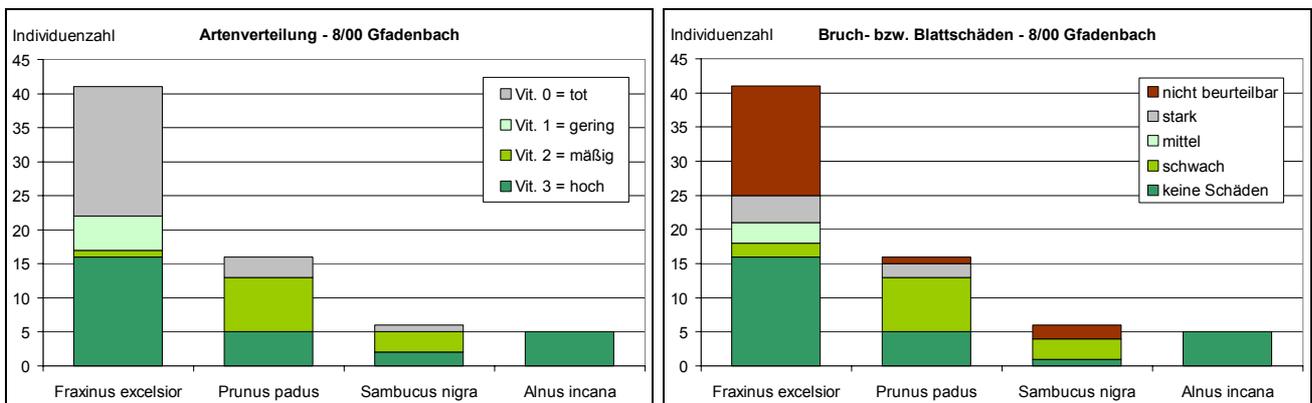


Abb. 112: Schäden durch Baubetrieb und Insektenfraß Gfadenbach

Abb. 113: Höhenstruktur Gfadenbach

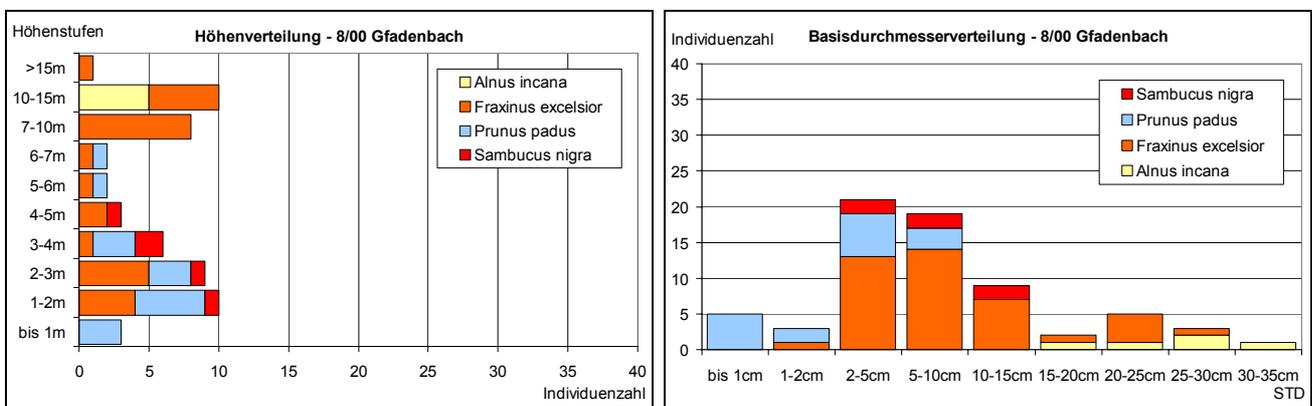


Abb. 114: Basisdurchmesserverteilung Gfadenbach

11.4 BEURTEILUNG DES HANGZUSTANDES GFADENBACH UND DISKUSSION

Im Zuge des Baustellenbetriebes der Wildbach- und Lawinenverbauung Südtirol waren zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen bereits Schlägerungs- und Umgrabungsarbeiten am Standort Gfadenbach im Gange. Alle Gehölze im ehemaligen Hangrost waren auf den Stock gesetzt worden. Deswegen wurden die Vegetationsaufnahmen auf der angrenzenden Fläche durchgeführt, wo ebenfalls ein Hangrost vermutet wurde. Durch Baggergrabungen wurde hier jedoch außer einem kurzen Rundholz kein Hinweis auf eine ehemalige Holzkonstruktion gefunden.

Von Hangrost 01 waren lediglich das halbierte Rundholz der Fußsicherung sowie Reste von stark vermorschten Holzpiloten erhalten, die im Zuge der Wurzelspülungen vollständig zerfielen. Die Wurzelsysteme der gut entwickelten Gehölze stellen eine ausreichende Böschungssicherung dar,

es ist zu erwarten, dass sich die auf den Stock gesetzten Individuen nach Fertigstellung der Baustelle, sofern sie erhalten bleiben, wieder erholen und neu austreiben.

Abb. 115: Erhaltener Bestand und Baustelle Standort Gfadenbach (Sommer 2004)



Abb. 116: Auf den Stock gesetzte Eschen (Gfadenbach, Sommer 2004)

12 Wurzeluntersuchungen

12.1 STANDORT 03 - SALDURBACH

Tab. 17: Wurzelparameter Standort Saldurbach – Baujahr 1996 (GG: gepflanztes Gehölz)

BNr.	Position	Baumart	Höhe [cm]	STD [cm]	Alter	Vit.	Art	Einlage Durchmesser [cm] vorne/hinten	Länge Einlage [cm]	größte gemessene Wurzellänge [cm]	Feinwurzelanteil	Knöllchen	Bemerkungen
1a+b	1-2	Sorbus aucuparia	330/195	4,2	11	2	GG			228	gering		
2a+b	1-2	Salix caprea	410/345	6,6	9	2	GG	2/2 (oben/unten)	7	272 (Sprossw.)	hoch		aus Steckholz gezogen, dann eingepflanzt
3	1-2	Sorbus aucuparia	63	1,1	4	1	GG			106	gering		
4	1-2	Salix caprea	169	1,7	5	2	GG	1,4/2,1 (oben/unten)	12,3	92 (Adventiw.)	hoch		aus Steckholz gezogen, dann eingepflanzt
5	1-2	Sorbus aucuparia	349	3,9	11	3	GG			325	gering		
6a+b	1-2	Salix caprea	172/152	2,1	7	2	GG	2,2/2,4 (oben/unten)	10,1	157 (Adventiw.)	hoch		aus Steckholz gezogen, dann eingepflanzt

Abb. 117: Wurzelbildung bei Salix caprea und Sorbus aucuparia, gepflanzt (Standort Saldurbach)

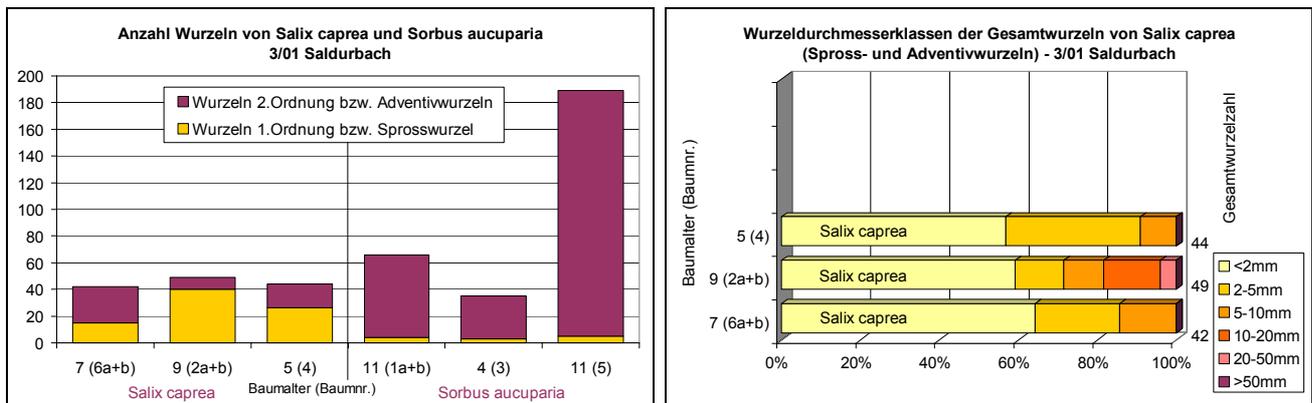


Abb. 118: Wurzelndurchmesserklassen der Gesamtwurzeln (Wurzeln 1. Ordnung) bei Salix caprea (Standort Saldurbach)

Abb. 119: Wurzelndurchmesserklassen der Wurzeln 1. Ordnung bei Sorbus aucuparia und der Sprosswurzeln bei Salix caprea (Standort Saldurbach)

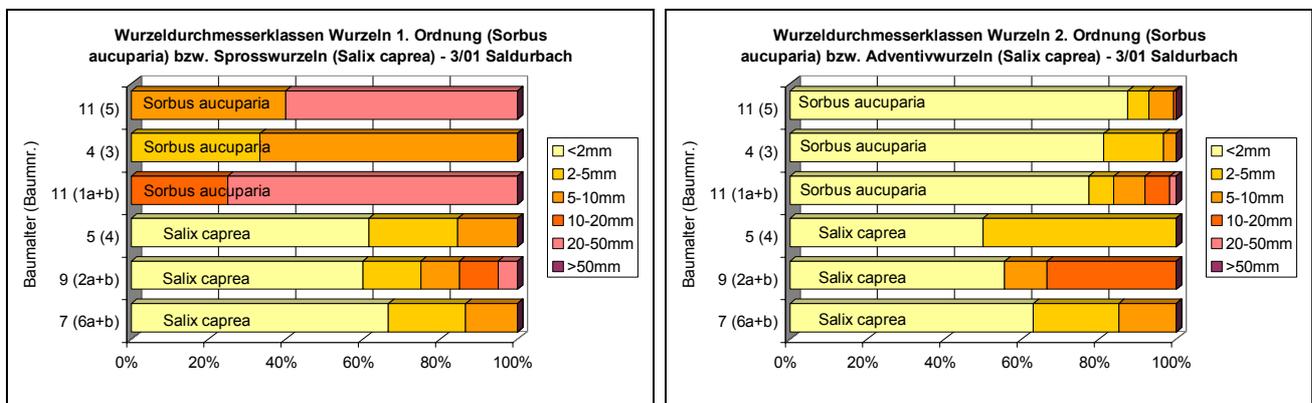


Abb. 120: Wurzelndurchmesserklassen der Wurzeln 2. Ordnung bei Sorbus aucuparia und der Adventivwurzeln bei Salix caprea (Standort Saldurbach)

Salix caprea

Die ausgegrabenen Salweiden wurden aus kleinen Steckhölzern (Länge ca. 10 cm, Durchmesser ca. 2 cm) vermehrt und verpflanzt. Polwurzeln fehlen, die Ausdehnung der gleichwertigen Seitenwurzeln ist bei Baum 2 sehr stark seitwärts orientiert und erreicht beachtliche Längen. Bei Baum 4 und 6 konzentrieren sich die Wurzeln im stocknahen Zentrum mit vertikaler Ausdehnung. Der Besatz mit Feinwurzeln ist bei Salweiden generell hoch und zeigt sich bei den untersuchten Beispielen als Wurzelfilz.

Baumnummer 2 und 4 (9 bzw. 5 Jahre) bildeten mehr Sprosswurzeln als Adventivwurzeln mit Anteilen an Feinwurzeln zwischen 50 und 70 % aus, während das 7-jährige Individuum (Baumnr. 6) fast doppelt so viele Adventivwurzeln entwickelte.



Abb. 121, Abb. 122 und Abb. 123: *Salix caprea* gepflanzt – 9, 5 und 7 J. (Standort 03 Saldurbach)

Sorbus aucuparia

Die Wurzelsysteme der gepflanzten Vogelbeeren stellen sich sehr unterschiedlich dar. Baum 5 entwickelte außergewöhnlich lange, stark seitlich orientierte Seitenwurzeln. Eine Hauptwurzel ist erkennbar, weicht aber bei etwa 40 cm Tiefe scharf zur Seite aus und bildet mit 3,25 m die längste Wurzel.

An Baum 1 konzentrieren sich die Wurzeln in Sprossnähe mit Wuchsrichtung zum Hanginneren sowie parallel zur Hangoberfläche. Bei geringer Vitalität ist der Wuchs von Baum 3 stark eingeschränkt. Dementsprechend schwach ist das vertikal ausgerichtete Wurzelsystem entwickelt, wobei das Verhältnis der Wurzellänge zur Sprosslänge des 4-jährigen Exemplars jedoch beträchtlich ist.

Allen Individuen sind geringer Feinwurzelsbesatz sowie auffallende Krümmungen und teilweise starke Richtungswechsel gemein.



Abb. 124, Abb. 125 und Abb. 126: *Sorbus aucuparia* gepflanzt – 11, 4 und 11 J. (Standort 03 Saldurbach)

12.2 STANDORT 05 – SEEBERALM

Tab. 18: Wurzelparameter Standort Seeberalm, Hangrost 01 – Baujahr 1993 (GG: gepflanztes Gehölz; S: spontan aufgekomen)

BNr.	Position	Baumart	Höhe [cm]	STD [cm]	Alter	Vit.	Art	Einlage Durchmesser [cm] vorne/hinten	Länge Einlage [cm]	größte gemessene Wurzellänge [cm]	Feinwurzelanteil	Knöllchen	Bemerkungen
1	3-4	Alnus viridis	87	2,3	7	2	GG			78	hoch	59	
2	3-4	Alnus viridis	81	1,8	6	2	GG			130	hoch	57	
4	3-4	Larix decidua	43,5	0,7	7	2	S			66	gering		
5	3-4	Larix decidua	26	0,7	7	2	S			38	gering		
6a	3-4	Larix decidua	35	0,6	7	3	S			40,5	gering		
6b	3-4	Larix decidua	19	0,5	5	3	S			31,5	gering		
6c	3-4	Larix decidua	14,5	0,4	4	3	S			>14	gering		
6d	3-4	Larix decidua	18	0,4	6	3	S			29	gering		
7	3-4	Larix decidua	18,5	0,7	6	2	S			39	gering		
8	3-4	Alnus viridis	75	1,7	7	2	GG			184	hoch	30	
9	3-4	Larix decidua	17	0,5	6	2	S			19	gering		
10	3-4	Larix decidua	25,5	0,6	6	3	S			42	gering		
11	3-4	Larix decidua	32,5	0,8	7	3	S			35	gering		
12	3-4	Alnus viridis	90	1,4	8	2	GG			186	hoch	96	
13	3-4	Alnus viridis	29,5	1,4	4	2	GG			70	mittel	19	

Alnus viridis

An keiner der freigelegten Grünerlen konnte eine Asteinlage identifiziert werden, es muss davon ausgegangen werden, dass es sich um gepflanzte Gehölze handelt.

Das Wurzelvolumen der stark verbissenen Grünerlen beschränkt sich in etwa auf die Größe des Sprossvolumens, wobei ihre typische Wurzelcharakteristik eines oberflächennahen, dichten Netzes nicht zum Ausdruck kommt (vergl. KUTSCHERA & LICHTENEGGER, 2002, S. 164ff). Die Hauptwuchsrichtung entspricht der negativen Richtung der Sprossachsen, gleichberechtigte Wurzeln entspringen dem Spross, es ist keine Polwurzel erkennbar. Die untersuchten Individuen weisen durchwegs hohen Besatz an Feinwurzeln auf, die sich an den Wurzelenden konzentrieren, während die Wurzelknöllchen diffus über den gesamten Wurzelraum verteilt sind.

Die Verteilung der Wurzeldurchmesserklassen ist sowohl bei den Wurzeln 1. Ordnung als auch 2. Ordnung unregelmäßig, lediglich das erst 4-jährige Exemplar sticht durch einen höheren Anteil an Feinwurzeln hervor. Es werden z.T. beachtliche Wurzellängen erreicht (s. Tab. 18).

Das durchschnittliche Verhältnis Wurzeln 1. Ordnung zu Wurzeln 2. Ordnung beträgt 1:6, wobei die Wurzeln 1. Ordnung naturgemäß größere Durchmesser haben.

Aufgrund des permanenten Verbisses ist nicht zu erwarten, dass sich die Wurzelsysteme in ihrem Volumen großartig steigern können, da die Energie zur Biomasseentwicklung primär für die Regeneration der oberirdischen Sprosse benötigt wird.

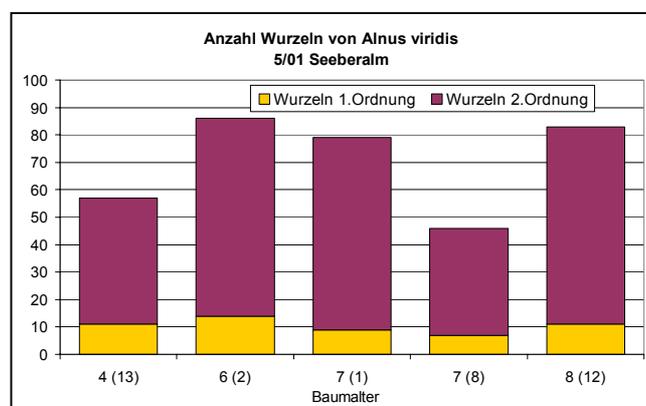
Abb. 127: Wurzelbildung bei *Alnus viridis*, gepflanzt (Standort Seeberalm)

Abb. 128: Wurzel­durchmesser­klassen der Wurzeln 1. Ordnung bei *Alnus viridis* (Standort Seeberalm)

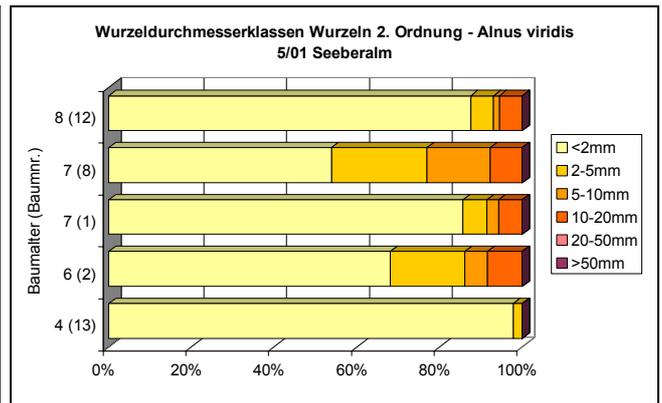
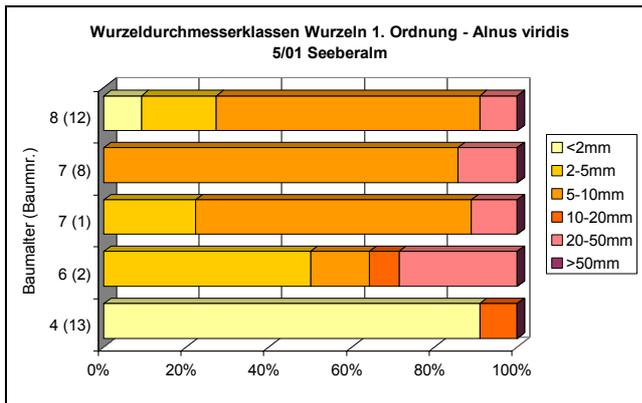


Abb. 129: Wurzel­durchmesser­klassen der Wurzeln 2. Ordnung bei *Alnus viridis* (Standort Seeberalm)



Abb. 130 und Abb. 131: *Alnus viridis*, gepflanzt – 7 und 6 J. (Standort Seeberalm)



Abb. 132, Abb. 133 und Abb. 134: *Alnus viridis*, gepflanzt – 7, 8 und 4 J. (Standort Seeberalm)

Larix decidua

Die Wurzelcharakteristik der natürlich gekeimten Lärchen zeigt sich einheitlich an allen Individuen. Ausgehend von einer Primärwurzel der Kategorie 2-5 mm oder 5-10 mm bilden sich Wurzeln 2. Ordnung vor allem im Feinwurzelnbereich, z.T. auch mit geringen Anteilen der Kategorie 2-5 mm. Insgesamt ist das Wurzelvolumen der jungen Lärchen (bis 7 Jahre) klein mit geringem Feinwurzelnanteil und noch wenig seitlichen Verzweigungen. Lt. KUTSCHERA & LICHTENEGGER (2002, S. 164ff) kann sich die Lärche, die ein tiefreichender Herzwurzler ist, im Alter auf kühl-feuchten Substraten jedoch auch seitlich sehr weit ausbreiten. Die Seitenwurzeln holen die Primärwurzel im Wachstum zunehmend ein.

Abb. 135: Wurzelbildung bei Larix decidua, natürlich gekeimt (Standort Seebetal)

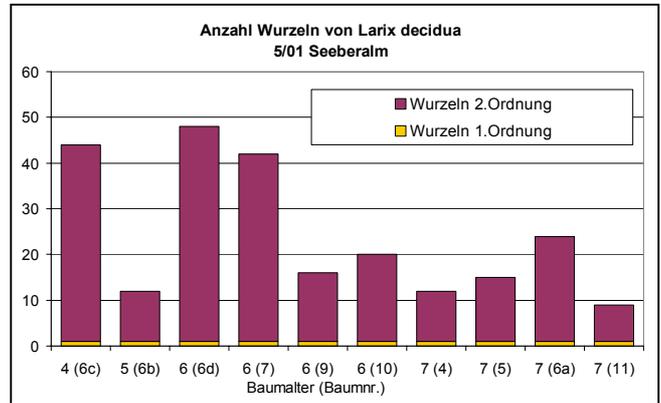


Abb. 136: Wurzeldurchmesserklassen der Wurzeln 1. Ordnung bei Larix decidua (Standort Seebetal)

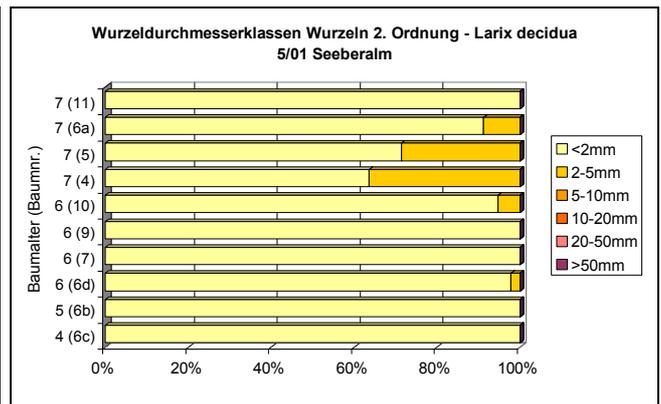
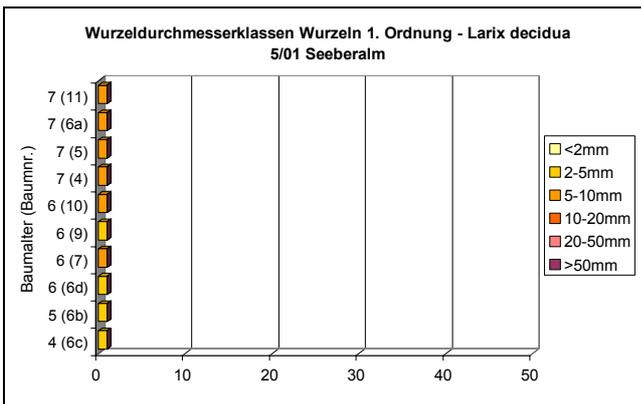


Abb. 137: Wurzeldurchmesserklassen der Wurzeln 2. Ordnung bei Larix decidua (Standort Seebetal)



Abb. 138, Abb. 139 und Abb. 140: Larix decidua, natürlich gekeimt – 7,7 und 6 J. (Standort Seeberalm)



Abb. 141, Abb. 142 und Abb. 143: Larix decidua, natürlich gekeimt – 5,4, und 6 J (Standort Seeberalm)

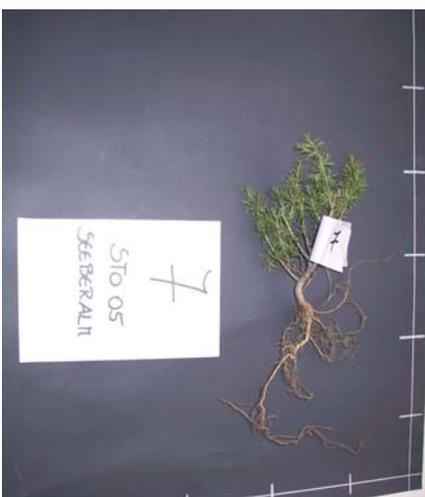


Abb. 144: Larix decidua, natürlich gekeimt –6 J (Standort Seeberalm)

12.3 STANDORT 08 – GFADENBACH

Tab. 19: Wurzelparameter Standort Gfadenbach – Baujahr 1981 (EL: wurzelnackte Gehölzeinlagen)

BNr.	Position	Baumart	Höhe [cm]	STD [cm]	Alter	Vit.	Art	Einlage Durchmesser [cm] vorne/hinten	Länge Einlage [cm]	größte gemessene Wurzellänge [cm]	Feinwurzelanteil	Knöllchen	Bemerkungen
4b	1	Fraxinus excelsior		8	9		EL	8,5/5	50	170	mittel		auf den Stock gesetzt
5	1	Fraxinus excelsior		6	19		EL	5,5/5,2	49	>140	mittel		auf den Stock gesetzt
6	1	Prunus padus		2,5	10		EL	2,2/1,1	80	>133	mittel		auf den Stock gesetzt
7	1	Fraxinus excelsior		6	15		EL	6,5/5,2	38	160	mittel		auf den Stock gesetzt
8	1	Fraxinus excelsior		6	15		EL	5,7/2,7	50	160	mittel		auf den Stock gesetzt
9	1	Fraxinus excelsior		7	17		EL	7,1/5,5	50	180	mittel		auf den Stock gesetzt
10	1	Fraxinus excelsior		10	10		EL	10/5	55	170	hoch		auf den Stock gesetzt
11a	1	Fraxinus excelsior		12	9		EL	10,5/9	70	130	hoch		auf den Stock gesetzt
11b	1	Fraxinus excelsior		8	11		EL	9,5/5	77	>190	hoch		auf den Stock gesetzt
12	1	Fraxinus excelsior		14	12		EL	14/3,5	60	175	mittel		auf den Stock gesetzt
25	1	Fraxinus excelsior		2	7		EL	2,4/1,7	70	>90	gering		auf den Stock gesetzt
26	1	Fraxinus excelsior		2	11		EL	1,9/2,3	45	>65	gering		auf den Stock gesetzt

Fraxinus excelsior

Am Standort Gfadenbach wurden an allen freigespülten Gehölzen die ehemaligen Einlagen identifiziert. Die 7 – 19-jährigen Eschen entwickelten aus zahlreichen Adventivwurzeln einen dichten stabilen Verbund, der eine effektive mechanische Stütze für den Hang darstellt. Die aus dem eingelegten Spross gebildeten Wurzeln setzen die Richtung der horizontalen Einlagen fort und erhöhen bei einer Längenausdehnung bis knapp 2 m die Dübelwirkung in den Hang. Die Abnahme der Durchmesser am Wurzelende wird durch zunehmenden Feinwurzelbesatz ausgeglichen.

Abb. 145 veranschaulicht, dass in erster Linie Adventivwurzeln aus der Einlage entwickelt werden. Das Sprosswurzelnwachstum setzt erst später ein. In der Verteilung der Wurzeldurchmesser ist jedoch weder bei den Sprosswurzeln noch bei den Adventivwurzeln ein altersbedingtes Muster erkennbar. Die schwach entwickelten Individuen 25 und 26, die zwischen dem Verbund 10-11a-11b positioniert waren und dadurch stark bedrängt waren, veranschaulichen den hohen Einfluss der Konkurrenz auf das Wuchsverhalten.

Der dichte Wurzelverbund ergibt sich v.a. durch das Verwachsen von Stämmen bzw. Wurzeln. Lt. POLOMSKI (1998, S. 154ff) sind Wurzelverwachsungen u.a. auch für die Esche nachgewiesen. Der Vorteil der Verwachsungen liegt darin, dass die Konkurrenz zwischen den Einzelindividuen ausgeschaltet ist, da Wasser- und Nährstoffangebote vom Kollektiv leichter erschlossen werden.

Prunus padus

Das Wurzelbild der Traubenkirsche zeigt sich feingliedrig und wenig intensiv trotz beachtlicher Längenausdehnung quer in den Hang hinein. Das Verhältnis Sprosswurzeln zu Adventivwurzeln beträgt in etwa 1:3 bei Anteilen von Feinwurzeln bis zu 70 %. In Summe jedoch bildete Prunus padus in etwa doppelt so viele Wurzeln wie die Esche. Die 80 cm lange Einlage der Traubenkirsche reichte ebenfalls horizontal in den Hang hinein.

Abb. 145: Wurzelbildung bei *Fraxinus excelsior* und *Prunus padus*, Einlagen (Standort Gfadenbach)

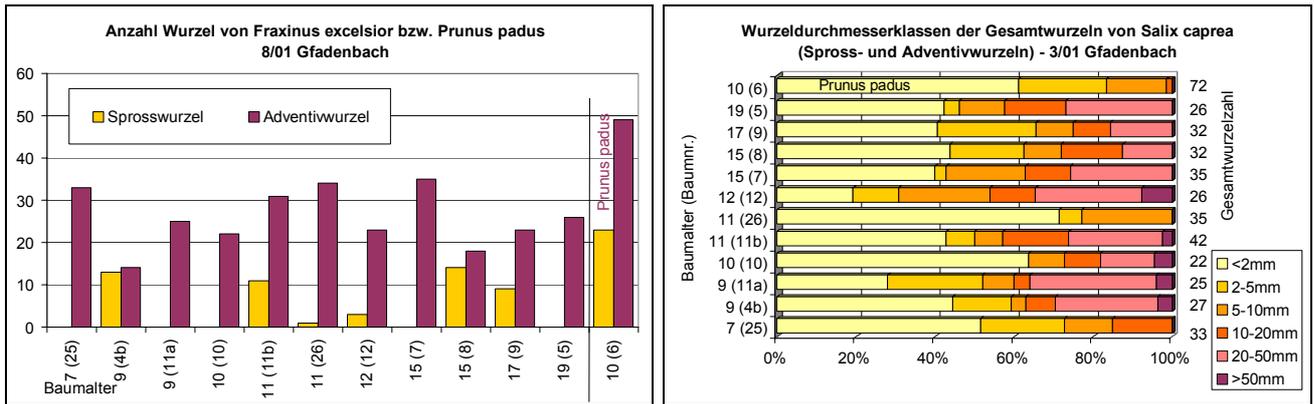


Abb. 146: Wurzel Durchmesserklassen der Gesamtwurzeln (Wurzeln 1. Ordnung) bei *Fraxinus excelsior* und *Prunus padus*, Einlagen (Standort Gfadenbach)

Abb. 147: Wurzel Durchmesserklassen der Sprosswurzeln bei *Fraxinus excelsior* und *Prunus padus*, Einlagen (Standort Gfadenbach)

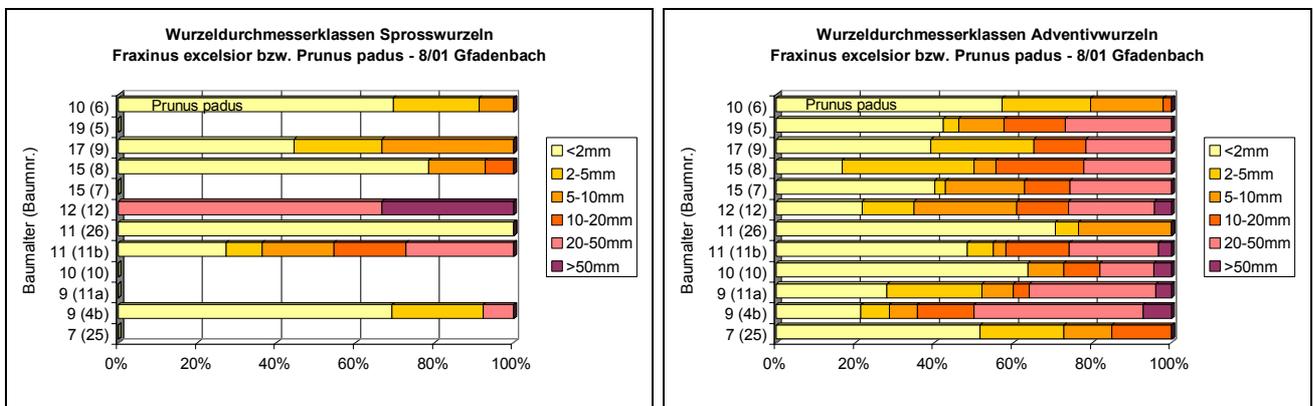


Abb. 148: Wurzel Durchmesserklassen der Adventiwurzeln bei *Fraxinus excelsior* und *Prunus padus*, Einlagen (Standort Gfadenbach)

Abb. 149: Wurzelverbund aus Einlagen von *Fraxinus excelsior* am Standort Gfadenbach (Baujahr 1982)



Abb. 150: : *Fraxinus excelsior* – 9 J., Einlage (Standort Gfadenbach)



Abb. 151 u. Abb. 152: *Fraxinus excelsior*, Einlagen (Baumnr. 5 und 7) – 19 und 15 J. (Standort Gfadenbach)



Abb. 153: *Fraxinus excelsior*, Einlagen (Baum 8 und 9) – 15 und 17 J. (Standort Gfadenbach)



Abb. 154: *Fraxinus excelsior*, Einlagen (Baum 10, 11a und 11b) – 10, 9 und 11 J. (Standort Gfadenbach)



Abb. 155: *Fraxinus excelsior*, Einlagen (Baum 25 und 26) – 7 und 11 J. (Standort Gfadenbach)

Abb. 156: *Fraxinus excelsior*, Einlage (Baum 12) – 12 J. (Standort Gfadenbach)



Abb. 157: *Prunus padus*, Einlage (Baum 6) – 10 J. (Standort Gfadenbach)

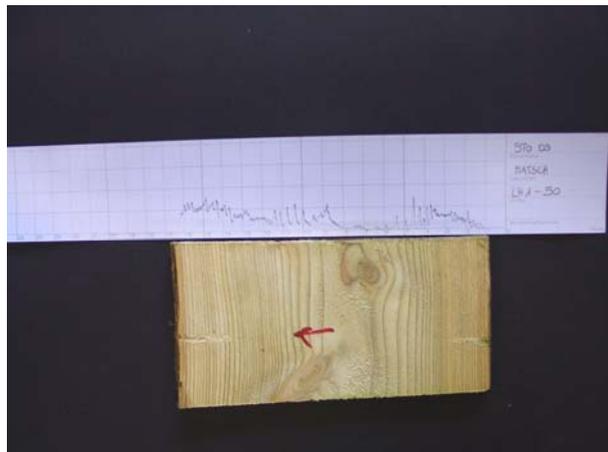
13 Holzuntersuchungen und Bohrkerninterpretation

13.1 STANDORT 03 SALDURBACH

STO 3 LH1 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 42,
Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar
Bohrlänge: 1,2 cm Leerlauf + 15,2 cm Holz =
16,4 cm Bohrverlauf
Bohrgang rechts sichtbar bis 1,8 cm und links ab
13,6
Jahrringe rechts bis 2,5 cm deutlich enger als
links, dann starker Holzzuwachs

Abb. 158: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Saldurbach Längsholz 1 – 50 cm



Beschreibung:

1,2 cm-4,0 cm	Niveau 1, leicht steigend, geringe Ausschläge; Jahrringe sehr eng, Holz leicht rötlich
4,0 cm-5,0 cm	Ausschläge werden geringfügig kräftiger, einmaliger Anstieg auf Niveau 2; Jahrringer werden breiter und Holz heller
5,0 cm-8,0 cm	Niveau liegt fast auf Null, kaum Ausschläge bei Jahrringen
8,0 cm-11,5 cm	Anstieg auf Niveau 2 (Einfluss von Ast), deutliche Ausschläge
11,5 cm-13,5 cm	Niveau 1, geringe Ausschläge; Jahrringe eng
13,5 cm-16,4 cm	Anstieg auf Niveau 2, unregelmäßige Ausschläge; Holz leicht rötlich

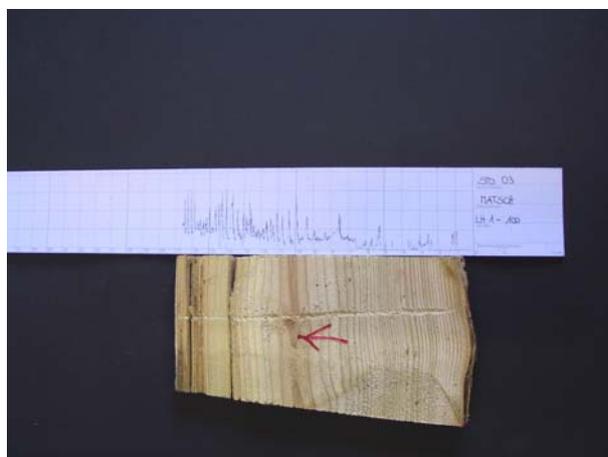
Interpretation:

Intaktes Gewebe, Holz fest

STO 3 LH1 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 44,
Abweichung vom Holzkern 1 mm
Bohrlänge: 0,9 cm Leerlauf + 15,9 cm Holz =
16,8 cm Bohrverlauf
Bohrgang durchgehend sichtbar ab 1,5 cm
Jahrringe bis 6 cm eng, danach stärkerer
Zuwachs bis 14 cm, danach sehr eng

Abb. 159: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Saldurbach Längsholz 1 – 100 cm



Beschreibung:

0,9 cm-5,0 cm	Niveau 1, fällt zweimal auf 0, unregelmäßige Ausschläge; Jahrringe bis 3 mm
5,0 cm-9,0 cm	Niveau 1, 2 Ausschläge auf Niveau 2 bei 5,3 und 7,6 cm, urm., z.T. sehr schwache Ausschläge; ab 6,5 cm leicht mürbe
9,0 cm-16,8 cm	Niveau 2 und 3, Ausschläge kräftig, aber urm.,
8,0 cm-11,5 cm	Anstieg auf Niveau 2 (Einfluss von Ast), deutliche Ausschläge; zw. 9,5 und 11 cm (Kernbereich) Holz dunkler und mürbe, bei 13,8-14,3 cm und bei 15,5-16,5 Zellzerersetzung und Rissbildung

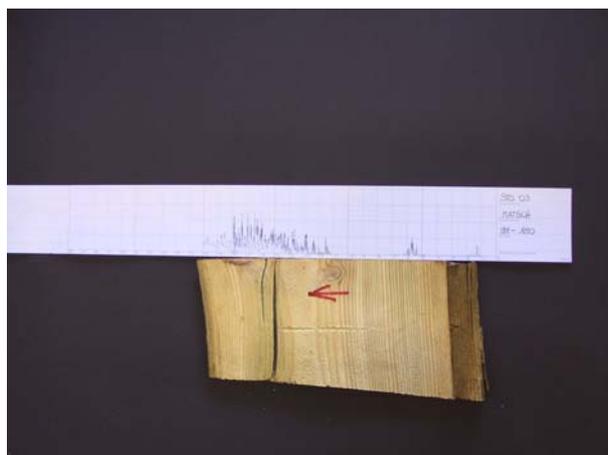
Interpretation:

Intaktes Gewebe bis 6,5, danach beginnende Moderzerersetzung mit stark zersetzten Bereichen

STO 3 LH1 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 51,
Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar
Bohrlänge: 1,1 cm Leerlauf + 18,9 cm Holz =
20,0 cm Bohrverlauf
Bohrgang sichtbar ab 6 cm bis 14,3 cm
Jahrringe zw. 15,5 und 16,5 außergewöhnlich
eng, Riss bei 14,8 cm

Abb. 160: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Saldurbach Längsholz 1 – 150 cm

**Beschreibung:**

1,1 cm-3,0 cm	keine Ausschläge außer zw. 1,1 und 2 cm leichte Peaks auf Niveau 1; gänzlich braun verfärbt, würfelige Zersetzungen
3,0 cm-11,0 cm	kein Ausschlag außer zw. 5,3 und 6,3 urm. Ausschläge innerhalb von Niveau 1, Holz löchrig und weich, keine Verfärbungen
11,0 cm-15,0 cm	Anstieg auf Niveau 2, Ausschläge verschwimmend eng und urm.; Riss bei 15 cm am Bohrgang nicht sichtbar
15,0 cm-18,0 cm	Anstieg auf Niveau 3 mit deutlichen Peaks; sehr enge Jahrringe
18,0 cm-20,0 cm	Niveau 1, geringer Ausschlag; Holz dunkler verfärbt ab 18,8 cm, mürbe

Interpretation:

Starke Braunfäule mit Würfelbruch bis 3 cm, leichte Moderzersetzungen über den restlichen Bohrgang bis 18,8 cm, danach leichte Braunfäule mit Zersetzungen

STO 3 LH2 94 (keine Stammscheibe)

Bohrlänge: 1,0 cm Leerlauf, Bohrverlauf bis 7,9 cm

Beschreibung:

1,0 cm-3,0 cm	regelmäßige Ausschläge innerhalb von Niveau 1, sinken mehrmals auf 0
3,0 cm-7,9 cm	sehr kleine, urm. verschwimmende Ausschläge auf Niveau 1, sinken tw. auf 0

Interpretation:

Aufgrund von starker Zersetzung keine Probennahme möglich, Bohrgang nur vom verbleibenden Kernbereich, der ebenfalls weitgehend zerfallen war.

STO 3 LH2 150 (keine Stammscheibe)

Bohrlänge: 4,2 cm Leerlauf, Bohrverlauf bis 21,2 cm

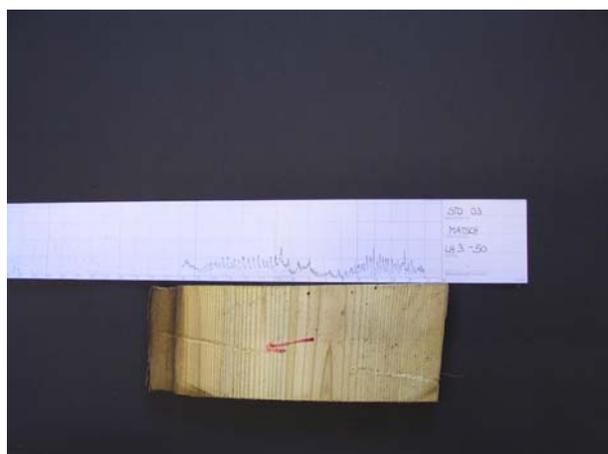
Beschreibung:

4,2 cm-7,8 cm	regelmäßige Ausschläge innerhalb von Niveau 1, sinken alle auf 0
7,8 cm-10,0 cm	sehr kleine, urm. enge Ausschläge auf gleichbleibendem Niveau
10,0 cm-15,0 cm	rascher Anstieg auf Niveau 4, Kurve verbleibt mit kleinen urm. Schwankungen bis 13,9 cm, abrupter Abfall auf Niveau 1
15,0 cm-21,2 cm	stetiger Abfall auf 0 ohne Ausschläge

Interpretation:

s. LH 2 94

Abb. 161: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Saldurbach Längsholz 3 – 50 cm

**STO 3 LH3 50**

Alter: Jahrringe sichtbar bis 73,
Abweichung vom Holzkern 0,5 cm
Bohrlänge: 1,0 cm Leerlauf + 17,5 cm Holz =
18,5 cm Bohrverlauf

Bohrgang sichtbar bis 6 cm und von 11,0 bis 18,0 cm
 Jahrringe zw. 1,0 und 1,8 sowie zw. 15,3 und 17,3 sehr eng, rechts fehlt vermutlich ein Teil vom Holz

Beschreibung:

1,0 cm-5,0 cm Ausschläge im Niveau 1, vereinzelt Niveau 2, enge Jahrringe zw. 1,0 und 1,8 cm am Bohrgang sichtbar, danach regelmäßige Peaks
 5,0 cm-7,6 cm Niveau innerhalb 1, fällt 3x auf Null, Ausschläge verschwimmen innerhalb der Jahrringe; Kernbereich zw. 7,1 und 7,6 dunkler, Holz mürbe und löchrig leichter, urm. Anstieg auf Niveau 2, eng verschwimmende, urm Ausschläge
 7,6 cm-10,0 cm konstante, regelmäßige Ausschläge auf gleichbleibendem Niveau 1
 10,0 cm-14,0 cm Kurve sinkt und steigt wieder leicht innerhalb von Niveau 1, Ausschläge urm. und eng
 14,0 cm-16,0 cm
 16,0 cm-18,5 cm Kurve fällt auf 0-Niveau; Holz braun verfärbt, porös und zerfällt

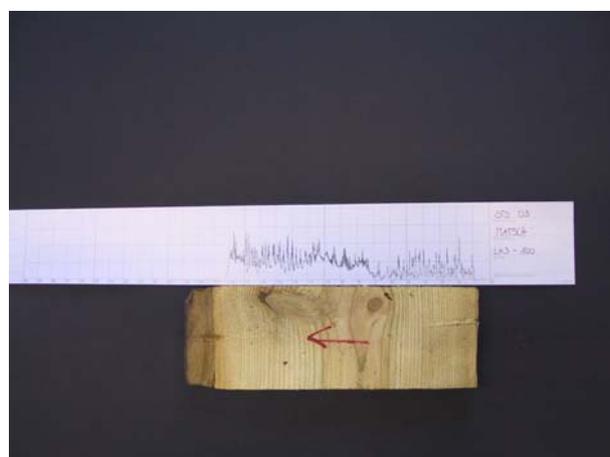
Interpretation:

Starke Braunfäule ab 16 cm, Rest etwas mürbe, aber ausreichend fest. Zahlreiche Widerstandsschwankungen innerhalb der Jahrringe zw. 5,8 und 9,3 cm (verschwimmende Peaks)

STO 3 LH3 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 72,
 Abweichung vom Holzkern 0,5 cm
Bohrlänge: 0,9 cm Leerlauf + 17,6 cm Holz =
 18,5 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar bis 4 cm und ab 15,0 cm
 Jahrringe bis 2,0 und ab 16 cm sehr eng, rechts
 fehlt vermutlich ein Teil vom Holz

Abb. 162: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Saldurbach Längsholz 3 - 100 cm

**Beschreibung:**

0,9 cm-5,5 cm regelmäßige Ausschläge bis Niveau 2, 1 Peak auf Niveau 3
 5,5 cm-7,0 cm urm. Ausschläge zunehmend verschwimmend, Niveau 1, fällt 2x auf Null
 7,0 cm-10,0 cm leichter urm. Anstieg auf Niveau 2, eng verschwimmende, urm. Ausschläge
 10,0 cm-16,0 cm urm. Ausschläge zw. Niveau 2 und 3
 16,0 cm-18,5 cm Kurve sinkt auf 0 bei 16,3 cm, keine Ausschläge; Holz dunkler ab 16 cm, ab 16,5 cm braun, porös und zerfällt

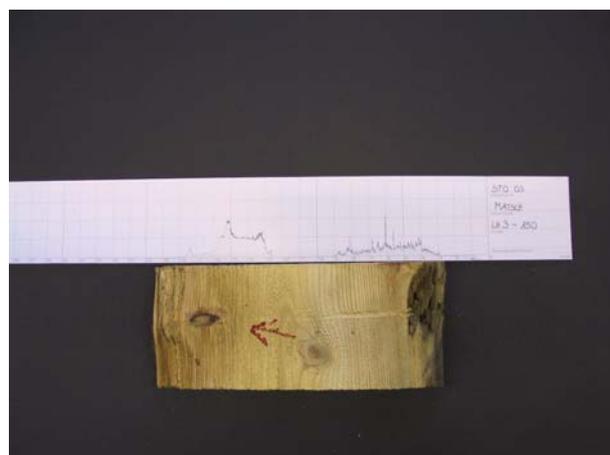
Interpretation:

Starke Braunfäule ab 16 cm, Rest etwas mürbe, aber ausreichend fest. Widerstandsschwankungen innerhalb der Jahrringe zw. 6 und 19 cm

STO 3 LH3 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 57,
 Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar
Bohrlänge: 2,8 cm Leerlauf + 16,2 cm Holz =
 19,0 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar bis 11,0 cm und zw. 15,0 und
 17,0 cm
 Jahrringe bis 6,0 cm und ab 18 cm sehr eng,
 Teile vom Holz fehlen vermutlich an beiden
 Seiten

Abb. 163: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Saldurbach Längsholz 3 - 150 cm



Beschreibung:

2,8 cm-4,0 cm	leichter Anstieg innerhalb von Niveau 1, enge, kleine Ausschläge; Holz braun und stark zersetzt, Loch bis 4,8 cm
4,0 cm-6,1 cm	urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1, endet mit Peak auf Niveau 3
6,1 cm-9,0 cm	Kurve sinkt innerhalb Niveau 1 auf 0, verschwimmende, enge Ausschläge
9,0 cm-12,6 cm	keine Ausschläge
12,6 cm-15,0 cm	Kurve steigt auf Niveau 2, sehr kleine urm. Ausschläge
15,0 cm-19,0 cm	steiler Anstieg auf die Obergrenze von Niveau 2, fällt bei 15, 3 cm sukzessive auf Null ohne Ausschläge, letzter Peak bei 17, 4 cm; dunkle Verfärbung ab 15 cm, zw. 16 und 17 cm wird die Faulstelle eines Astes durchquert (am Bohrgang nicht erkennbar)

Interpretation:

Starke Braunfäule in den Außenbereichen mit vollständiger Zersetzung, Rest schwammig und löchrig ohne Verfärbungen, deutlich herabgesetzte Festigkeit

STO 3 QH1 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 77, Abweichung vom Holzkern 1 cm
Bohrlänge: 1,1 cm Leerlauf + 18,7 cm Holz = 19,8 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar 2,5 cm bis 3,3 cm und von 14,0 cm bis 19,0
 Jahrringe bis 2,5 cm und ab 18, 5 cm sehr eng

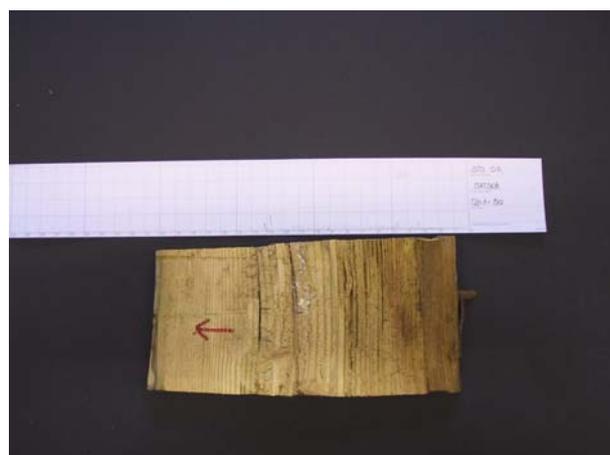


Abb. 164: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 50 cm

Beschreibung:

1,1 cm-3,4 cm	kein Ausschlag; Braunfärbung, schwammig, Würfelbruch
3,4 cm-6,5 cm	sehr kleine Ausschläge innerhalb Niveau 1, bräunliche Verfärbung, schwammig, Lochbildung
6,5 cm-12,7 cm	keine Ausschläge, starke Kavernenbildung, keine Verfärbung
12,7 cm-13,3 cm	2 Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz bis 15,5 sehr weich, Lochbildung, danach etwas fester
13,3 cm-19,8 cm	Kurve auf 0-Niveau

Interpretation:

Festigkeit durch Braun- und Moderfäule stark eingeschränkt, mehrfache Rissbildung und zahlreiche kavernenartige Hohlräume, Pilzbefall im Kernbereich

STO 3 QH1 73

Alter: Jahrringe sichtbar bis 58, Bohrgang durch Holzkern
Bohrlänge: 1,2 cm Leerlauf + 20,6 cm Holz = 21,8 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar
 Jahrringe bis 3,0 cm und ab 18, 5 cm sehr eng

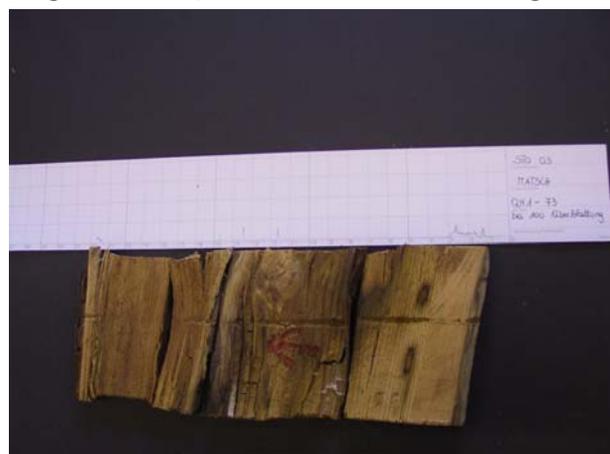


Abb. 165: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 73 cm

Beschreibung:

1,1 cm-3,1 cm	kleine enge verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1
3,1 cm-11,6 cm	keine Ausschläge, Kurve auf Null; Holz dunkel verfärbt ab 4,5 cm, schwammig und weich, Risse und Lochbildung

11,6 cm-14,7 cm	3 Ausschläge innerhalb Niveau 1, Holz braun verfärbt, Längsrisse, stärkere Hohlraumbildung
14,7 cm-21,3 cm	keine Ausschläge, Kurve auf Null; Holz braun verfärbt, schwammig und sehr weich, Längsrisse, kleine Punktlöcher (vermutlich Insektenfraßgänge)
21,3 cm-21,8 cm	minimaler Anstieg der Bohrkurve, Abfall bei Übertritt in Rinde

Interpretation:

Starker Zerfall der Baumscheibe durch Braun- und Moderfäule

STO 3 QH1 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 56,

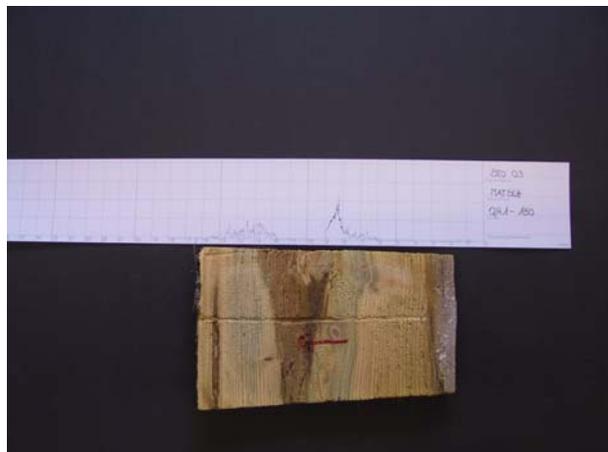
Bohrgang durch Holzkern

Bohrlänge: 0,7 cm Leerlauf + 15,0 cm Holz = 15,7 cm Bohrverlauf

Bohrgang ab 3,5 cm durchgehend sichtbar

Holz fehlt bis 2 cm; Jahrringe ab 15 cm sehr eng

Abb. 166: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 150 cm

**Beschreibung:**

0,7 cm-6,0 cm	Kurve auf 0-Niveau; Holz 3,5 cm etwas dunkler und pilzig, danach schwammig ohne Verfärbung
6,0 cm-8,0 cm	Kurve steigt langsam auf Niveau 1 mit urm. kleinen Ausschlägen; ab 7,5 cm Holz grau verfärbt
8,0 cm-9,0 cm	Peak auf Niveau 3 im Astbereich, fällt dann auf 0
9,0 cm-12,0 cm	keine Ausschläge, Kurve auf Null; Holz braun verfärbt, weich und schwammig
12,0 cm-14,7 cm	kleine regelmäßige Ausschläge innerhalb von Niveau 1, Holz weich, zw. 12,5 und 14,0 cm grau verfärbt
14,7 cm-15,0 cm	Kurve auf 0; Holz braun verfärbt, Längsriss
15,0 cm-15,7 cm	sehr kleine verschwimmende Ausschläge innerhalb von Niveau 1

Interpretation:

Stabilitätsverlust durch Braunfäule, Pilzbefall

STO 3 QH1 200

Alter: Jahrringe sichtbar bis 58,

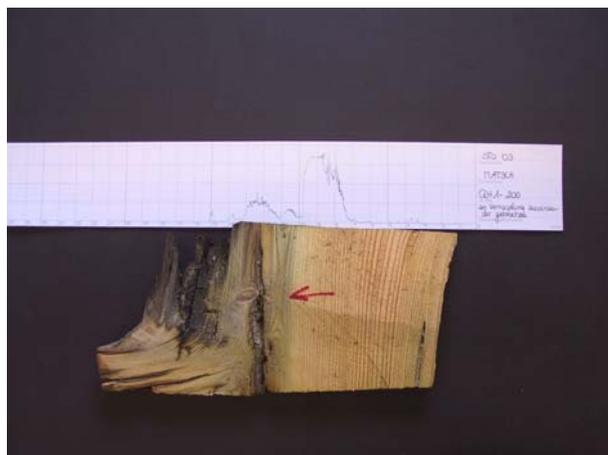
Abweichung vom Holzkern 0,5 cm

Bohrlänge: 1,2 cm Leerlauf + 16,2 cm Holz = 17,3 cm Bohrverlauf

Bohrgang nicht sichtbar

Enge Jahrringe bis 2 cm, Astbereich ab 11,2 cm

Abb. 167: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 200 cm

**Beschreibung:**

1,2 cm-3,0 cm	Kurve auf 0-Niveau; Holz schwammig
3,0 cm-7,0 cm	sehr kleine, regelmäßige Ausschläge auf Niveau 0; Holz nicht verfärbt
7,0 cm-9,7 cm	Kurve steigt rasch auf Niveau 4, bis 8,6 cm enge Peaks innerhalb Niveau 3 und 4; bleibt bis 9,5 cm auf Maximum und fällt abrupt auf Niveau 1; keine Verfärbungen
9,7 cm-11,2 cm	geringer Anstieg und Abfall bis Riss bei 11,0 cm; Holz grau verfärbt
11,2 cm-13,2 cm	Astdurchtritt, Anstieg auf Niveau 2 mit urm. Peaks, Abfall ab 12,9 cm
13,2 cm-15,2 cm	Kurve auf 0, kleiner Peak bei 13,8 cm (Astdurchtritt), 2. Peak bei 14,9 cm im Hohlraumbereich; Holz ab 13,9 cm schwarz verfärbt, große Hohlräume, Pilzbefall

15,2 cm-17,3 cm keine Ausschläge, Kurve auf 0

Interpretation:

Zerfall der Baumscheibe durch fortgeschrittene Braunfäule

STO 3 QH1 250

Alter: Jahrringe sichtbar bis 75,

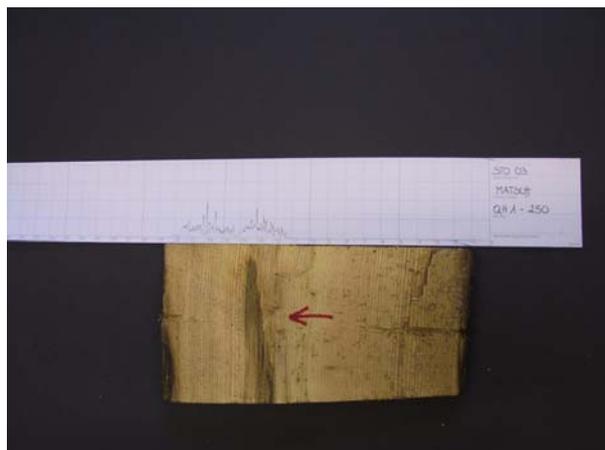
Abweichung vom Holzkern 0,3 cm

Bohrlänge: 2,0 cm Leerlauf + 16,2 cm Holz = 18,2 cm Bohrverlauf

Bohrgang sichtbar bis 7,6 cm und ab 16,5 cm

Enge Jahrringe bis 3 cm, und ab 17,5 cm

Abb. 168: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 250 cm



Beschreibung:

2,0 cm-11,2 cm

Eintritt der Bohrnadel bei 1,2 cm in Hohlraum (bis 2 cm); kein Ausschlag, Kurve bleibt auf 0; Zerstörung des Holzes entlang des Bohrganges durch die Bohrnadel, Holz weich, schwammig, Hohlraumbildung

11,2 cm-18,2 cm

Anstieg innerhalb Niveau 1 mit regelmäßigen Ausschlägen, Peak auf Niveau 2 bei 13,1 cm, Abfall der Kurve auf 0 bei 14,4 cm, nochmaliger Anstieg innerhalb Niveau 1, Peaks auf Niveau 2 bei 15,6 cm, bei 16 cm und bei 16,3 cm; Holz bei 11,1 bis 13,5 braun verfärbt und weich

Interpretation:

Moderfäule und Braunfäule, beginnender Zerfall

STO 3 QH1 300

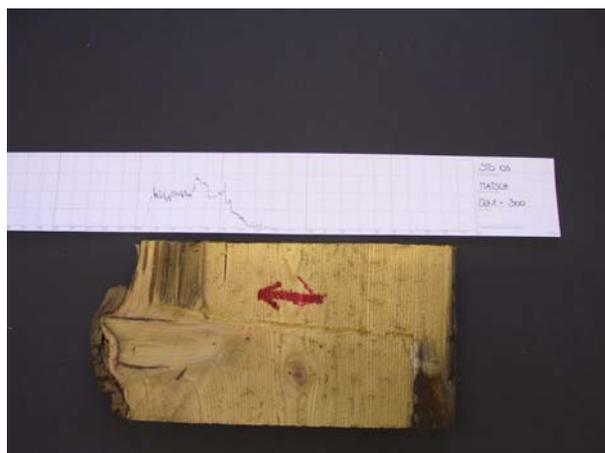
Alter: Jahrringe sichtbar bis 64,

Abweichung vom Holzkern 1,3 cm

Bohrlänge: Leerlauf bis 11,7 cm, Eintritt der Bohrnadel bei 0,5 cm + 19,3 cm Holz = 19,8 cm Bohrverlauf

Bohrgang zw. 3,0 cm und 17,0 cm

Abb. 169: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 300 cm



Beschreibung:

0,5 cm-11,7 cm

Kurvenniveau bei 0, keine Ausschläge; Holz bis 3 cm braun verfärbt und pilzig, danach Zerstörung des Holzes entlang des Bohrganges durch die Bohrnadel, Holz weich, schwammig, beginnende Hohlraumbildung, pilzig

11,7 cm-14,8 cm

Anstieg auf Niveau 3 durch Einfluss von Ast

14,8 cm-15,8 cm

Abfall auf Niveau 2, kaum Ausschläge

15,8 cm-16,7 cm

Anstieg auf Niveau 3, kleine urm. Ausschläge

16,7 cm-19,3 cm

Kurve auf Niveau 2 mit regelmäßigen Ausschlägen, letzter Peak auf Niveau 3 bei 19,1 cm, ab 18,7 Holz braun verfärbt

19,3 cm-19,8 cm

rascher Abfall auf 0, Holz braun verfärbt

Interpretation:

Beginnender Zerfall, Braunfäule im Astbereich mit fortgeschrittenem Zellabbau

STO 3 QH1 350

Alter: Jahrringe sichtbar bis 64,

Abweichung vom Holzkern nicht erkennbar

Bohrlänge: Leerlauf bis 7,8 cm, Eintritt der Bohrnadel bei 0,5 cm + 19,5 cm Holz = 20,0 cm Bohrverlauf

Bohrgang 9,0 cm

Beschreibung:

0,5 cm-20,0 cm Kurve auf 0-Niveau, ab 17,8 kaum erkennbare Ausschläge; Holz bis 6,5 cm leicht verfärbt, schwammig und pilzig, Zerstörung des Holzes entlang des Bohrganges durch die Bohrnadel, ab 6,5 cm braun verfärbt, durch Hohlraum und Rissbildung zerfallen

Interpretation:

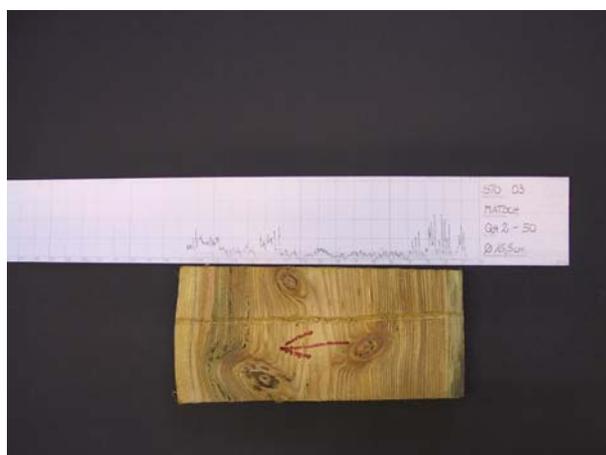
Totale Zerstörung der Baumscheibe durch Braunfäule, sichtbare Holzersetzung

Abb. 170: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 1- 350 cm

**STO 3 QH2 50**

Alter: Jahrringe sichtbar bis 49, Abweichung vom Holzkern 1,5 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm + 16,0 cm Holz = 16,7 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar

Abb. 171: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 2- 50 cm

**Beschreibung:**

0,7 cm-4,0 cm regelmäßige Ausschläge bis Niveau 3
 4,0 cm-11,0 cm verschwimmende kleine Ausschläge innerhalb Niveau 1, tw. Insektenfräsgänge
 11,0 cm-12,5 cm regelmäßige Peaks zw. Niveau 1 und 2
 12,5 cm-14,7 cm Kurve fällt auf 0 und bleibt dann mit regelmäßigen Ausschlägen innerhalb auf Niveau 1; Holz grau verfärbt, tw. Insektenfräsgänge
 14,7 cm-16,7 cm leichter Anstieg der Kurve, Peaks zw. Niveau 1 und 2

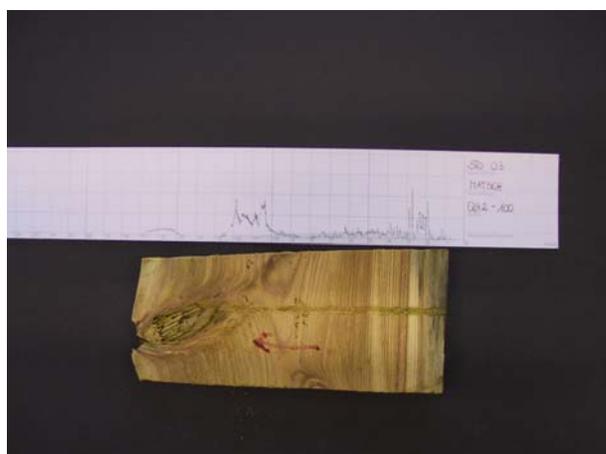
Interpretation:

Beginnender Moderfäule, Holz im Kernbereich weich

STO 3 QH2 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 54, Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm + 16,2 cm Holz = 16,9 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar bis 12,3, Astbereich ab 11,2 cm

Abb. 172: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 2- 100 cm

**Beschreibung:**

0,7 cm-1,7 cm kleine verschwimmende urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz grau verfärbt und weich
 1,7 cm-2,8 cm regelmäßige Ausschläge zw. Niveau 1 und 2, Peak auf Niveau 3 bei 2,7 cm

2,8 cm-4,0 cm	regelmäßige kurze Ausschläge innerhalb Niveau 1
4,0 cm-8,0 cm	kleine schwimmende urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz schwammig
8,0 cm-8,5 cm	Kurve auf 0-Niveau, Insektenfraßlöcher
8,5 cm-10,0 cm	Kurve steigt langsam innerhalb Niveau 1 mit kleinen schwimmenden Ausschlägen: Holz schwammig
10,0 cm-12,2 cm	bei 10,3 cm Eintritt in den Astbereich, Peak auf Niveau 2, regelmäßige weite Ausschläge auf Niveau 1, nochmaliger Peak auf Niveau 2 bei 11,9; Insektenfraß
12,2 cm-14,7 cm	Kurve fällt auf 0, keine Ausschläge
14,7 cm-16,9 cm	leichter Anstieg innerhalb von Niveau 1, zitternder Ausschlag ohne Peak; Astbereich moderzersetzt, Hohlraumbildung

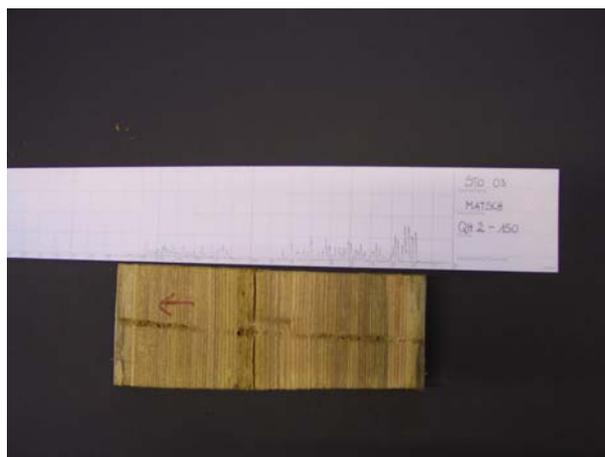
Interpretation:

Bis auf Moderzersetzung im Astbereich wenig beeinträchtigt, allerdings weiches Gewebe

STO 3 QH2 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 64,
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,1 cm + 15,6 cm Holz = 16,7 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar
 Abweichung vom Holzkern 0,3 cm

Abb. 173: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 2- 150 cm

**Beschreibung:**

1,1 cm-1,7 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau
1,7 cm-3,0 cm	regelmäßige klare Ausschläge zw. Niveau 1 und 2, Peak auf Niveau 3 bei 2,7 cm
3,0 cm-8,5 cm	regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; leicht Braunfärbung zw. 3,0 und 6,0 cm, Holz weich
8,5 cm-11,0 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; Holz schwammig und weich, Hohlräume und Pilzbefall
11,0 cm-15,8 cm	kleine regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz ab 15,4 cm weich
15,8 cm-16,7 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; Holz weich

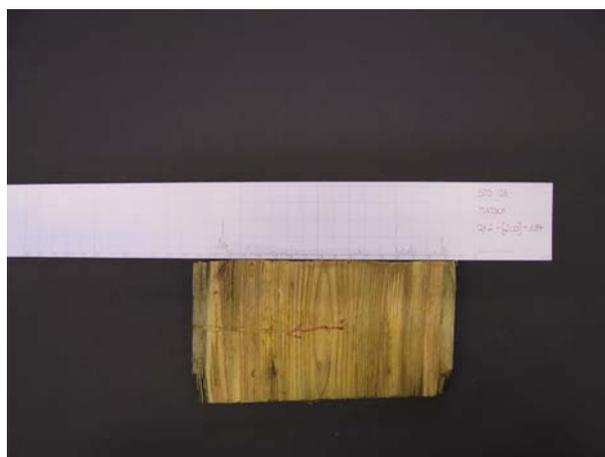
Interpretation:

Moderzersetzung im Kernbereich, Ansatz von Braunfäule im Aussenbereich

STO 3 QH2 194

Alter: Jahrringe sichtbar bis 56,
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,7 cm, Bohreintritt bei 1,1 cm + 16,5 cm Holz = 17,6 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar ab 12,0 cm; Insektenfraß
 Abweichung vom Holzkern 1,0 cm

Abb. 174: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 2- 194 cm

**Beschreibung:**

1,1 cm-1,7 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau
1,7 cm-2,7 cm	regelmäßige Ausschläge auf Niveau 1
2,7 cm-3,7 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; Holz leicht bräunlich verfärbt
3,7 cm-5,0 cm	kleine regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz schwammig

5,0 cm-14,0 cm	kaum Ausschläge, Kurve auf 0-Niveau; Holz weich und schwammig, Hohlraumbildung
14,0 cm-15,0 cm	urm. Ausschläge auf Niveau 1; Holz leicht schwammig
15,0 cm-15,5 cm	kaum Ausschläge, Kurve auf 0-Niveau, Holz leicht braun verfärbt
15,5 cm-16,7 cm	regelmäßige Ausschläge auf Niveau 1, Peak auf Niveau 2 bei 16,3 cm; Holz weich und Hohlraumbildung
16,7 cm-17,6 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; Holz weich und braun verfärbt, längsrissig

Interpretation:

Beginnende Zersetzungserscheinungen und Festigkeitsverlust durch Braunfäule

STO 3 QH2 250

Alter: Jahrringe sichtbar bis 53,
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,9 cm, + 15,3 cm
 Holz = 17,2 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar bis 16,3
 Abweichung vom Holzkern 0,4 cm

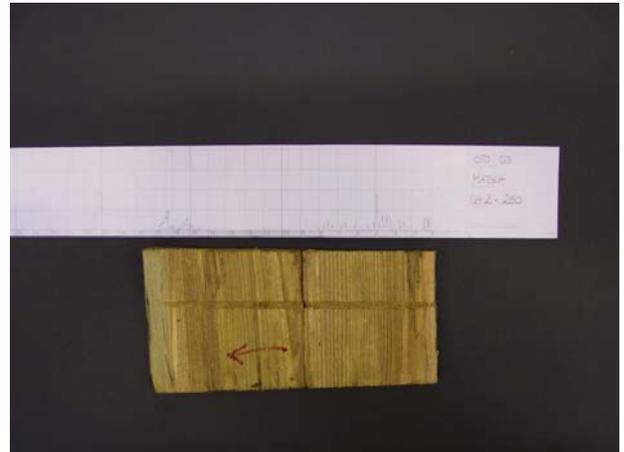


Abb. 175: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 2- 250 cm

Beschreibung:

1,9 cm-8,1 cm	regelmäßige Ausschläge auf Niveau 1, Peak bei 4,9 cm auf Niveau 2; leichte Braunfärbung bei 2,8 – 3,2 cm, Hohlräume, Holz schwammig
8,1 cm-14,5 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; mehrere Risse, Holz leicht bräunlich verfärbt ab 13,5 cm, schwammig und Hohlräume
14,5 cm-16,7 cm	urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; leichte Braunfärbung bis 15, cm, ab 16 cm grau verfärbt; Holz leicht schwammig, im Außenbereich weicher
16,7 cm-17,6 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; Holz weich und grau verfärbt

Interpretation:

Beginnende Zersetzungserscheinungen und Festigkeitsverlust durch Braunfäule

STO 3 QH2 300

Alter: Jahrringe sichtbar bis 52,
Bohrlänge: Leerlauf bis 2,0 cm, + 13,4 cm
 Holz = 15,4 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar bis 14,0 cm
 Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

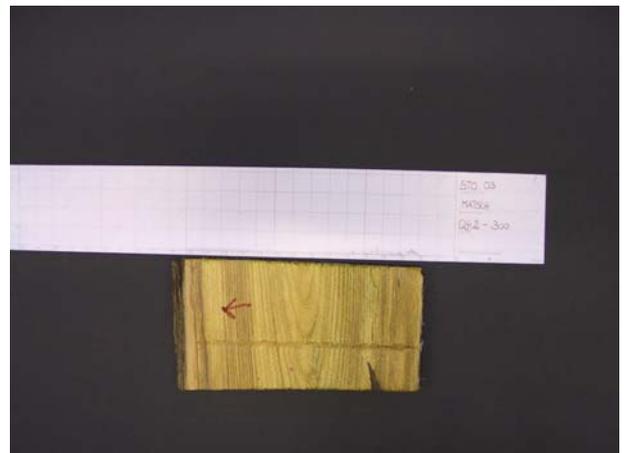


Abb. 176: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach Querholz 2- 300 cm

Beschreibung:

2,0 cm-5,6 cm	minimale Ausschläge auf 0-Niveau; Holz leichtverfärbt bis 4,5 cm, weich und mürbe
5,6 cm-15,4 cm	kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau; Holz bräunlich verfärbt ab 11,5 cm, mürbe, Insektenfraß, ab 14,8 cm dunkle Braunfärbung und Längsrisse

Interpretation:

Beginnende Zersetzungserscheinungen und Festigkeitsverlust durch Braunfäule

STO 3 QH2 350

Alter: Jahrringe sichtbar bis 51,

Bohrlänge: Leerlauf bis 1,3 cm, + 15,7 cm Holz = 17,0 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar ab 6,8 cm bis 11,2 cm;
 Borkenkäferbefall
 Abweichung vom Holzkern 1,5 cm

Abb. 177: Bohrkurve und Bohrgang Probe Saldurbach
 Querholz 2- 350 cm



Beschreibung:

- | | |
|-----------------|--|
| 1,3 cm-3,1 cm | enge, kleine Ausschläge in Niveau 1; Holz braun verfärbt bis 2,2 cm, Hohlraumbildung, weich |
| 3,1 cm-3,7 cm | kein Ausschlag, Kurve auf 0-Niveau |
| 3,7 cm-6,8 cm | vereinzelt kleine Ausschläge auf Niveau 1, Fraßgang zw. 3,7 und 4,1 cm; Holz schwammig |
| 6,8 cm-12,7 cm | Kurve auf 0-Niveau, unbedeutender Peak bei 10,3 cm; Braunfärbung, Riss- und Hohlraumbildung, Holz sehr weich, Cellulosezersetzung, Ast ab 11 cm weich und zersetzt |
| 12,7 cm-13,6 cm | Kurve steigt innerhalb Niveau 1 und fällt wieder auf 0, kaum Ausschläge, Bohrgang führt hinter dem Ast vorbei |
| 13,6 cm-16,0 cm | Kurve steigt rasch auf Niveau 1 (Astabschottung), Peak auf Niveau 2 bei 15,9 cm |
| 16,0 cm-17,0 cm | Kurve fällt steil auf 0 zurück; Braunfärbung und mürbes Holz |

Interpretation:

Starke Zersetzung im Kern- und Astbereich, Braunfäulen im Außenbereich

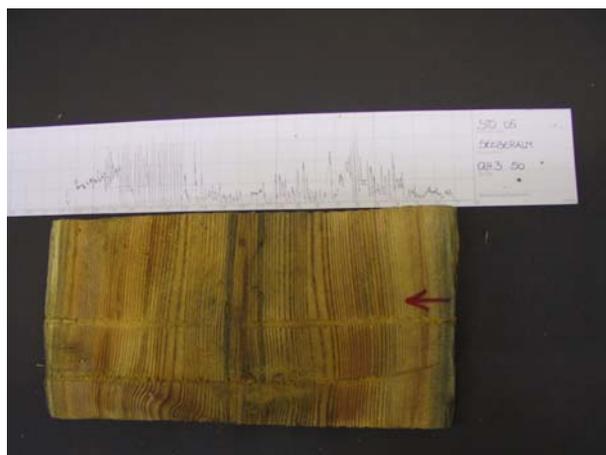
13.2 STANDORT 05 SEEBERALM

STO 5 QH3 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 75
Jahrringe sehr eng von 1,0–1,7 cm und ab 20,5 cm

Bohrlänge: Leerlauf bis 1,0 cm, + 20,7 cm
Holz = 21,7 cm Bohrverlauf
Bohrgang durchgehend sichtbar
Abweichung vom Holzkern 0,5 cm

Abb. 178: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Seeberalm Querholz 3– 50 cm

**Beschreibung:**

1,0 cm-3,5 cm	undeutlich verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1 (enge Jahrringe); Holz weich, beginnende Hohlraumbildung, im Außenbereich grau verfärbt
3,5 cm-7,8 cm	deutliche Ausschläge bis Niveau 4 mit großer Amplitude; Holz wird zunehmend härter, keine Verfärbungen
7,8 cm-10,2 cm	deutliche Ausschläge auf kleinerem Niveau (1 bis 2); Holz wieder weicher; Längsriss bei 10,2 cm, Kurve sackt auf 0
10,2 cm-11,7 cm	kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz leicht mürbe, Kurve fällt auf 0 bei Längsriss auf 11,4-11,7 cm; Holz dunkler verfärbt
11,7 cm-15,0 cm	deutliche regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau mit kurzen Peaks auf Niveau 2 und 3; Holz schwammig
15,0 cm-19,3 cm	regelmäßige Ausschläge bis Niveau 3 und 4 mit größtmöglicher Amplitude; Holz leicht schwammig und deutlich heller, ab 18,5 cm rötlich, Peaks deutlich, bleiben aber auf mittlerem Niveau mit kleineren Amplituden
19,3 cm-21,7 cm	Kurve fällt stetig auf 0, Ausschläge werden undeutlich, kleiner und urm.; Holz ab 20 cm dunkler verfärbt, ab 21 cm deutlich weich

Interpretation:

Bis Riss um den Holzkern ausreichende Festigkeit, keine Zersetzungsprozesse erkennbar.

STO 5 QH3 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 74,
Jahrringe sehr eng bis 3,0 und ab 20,4 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,8 cm, + 19,8 cm
Holz = 21,6 cm Bohrverlauf
Bohrgang sichtbar ab 20 cm;
Abweichung vom Holzkern 0,5 cm

Abb. 179: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Seeberalm Querholz 3– 100 cm

**Beschreibung:**

1,8 cm-3,6 cm	kleine regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; Fraßgang zw. 1,8 und 2,0 cm; Holz fest
3,6 cm-8,4 cm	deutliche Ausschläge innerhalb Niveau 1 bis 4,7 cm, Anstieg auf Niveau 4 mit großer Amplitude; Holz zw. 5 und 6 cm dunkler verfärbt, leicht schwammig
8,4 cm-14,0 cm	kleine undeutliche Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz schwarz verfärbt, bis Riss bei 11,7 cm schwammig, Kernbereich bis 12,6 sehr weich mit Kavernen

- 14,0 cm-19,8 cm deutliche regelmäßige Ausschläge auf Niveau 2 mit Peaks bis Niveau 3, bei 15,2 cm hoher Peak bis Niveau 4 (Pechverfüllter Längsriss); Holz bis 16 cm noch dunkel und schwammig, dann fester und heller
- 19,8 cm-21,6 cm kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1 und 2, ab 21, 4 cm steiler Abfall auf 0; Holz ab 21,0 etwas dunkler, sonst fest

Interpretation:

Holz außen fest, im Innenbereich durch Braunfäule bereits angegriffen, Kern durch Hohlraumbildung bereits stark vermorscht.

STO 5 QH3 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 66, Jahrringe sehr eng bis 2,5 und ab 18,5 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,9 cm, + 18,5 cm Holz = 19,4 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar bis 19 cm; Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

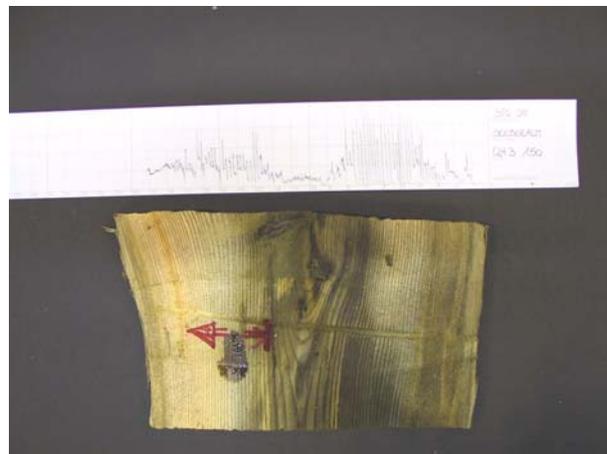


Abb. 180: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 3- 150 cm

Beschreibung:

- 0,9 cm-2,5 cm kleine verschwommene Ausschläge innerhalb Niveau 1, 2 Anstiege auf Niveau 2; Holz dunkel und leicht schwammig
- 2,5 cm-3,7 cm klare regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1, Holz dunkel und leicht schwammig
- 3,7 cm-8,0 cm markante Ausschläge bei voller Amplitude bis Niveau 4; Holz grau verfärbt und leicht schwammig
- 8,0 cm-8,9 cm kurze urm. Spitzen zw. Niveau 1 und 2; Holz dunkel verfärbt, Längsriss bei 8,3 cm, an der Kurve nicht erkennbar
- 8,9 cm-12,2 cm kleine verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1, zw. 9,1 und 9,3 cm Kurve auf 0; Holz hier deutlich dunkler und weicher, sonst ebenfalls schwammig
- 17,8 cm-19,4 cm deutliche Ausschläge auf Niveau 2 mit schwankender Amplitude bis 3, Peak bei 16,3 cm auf Niveau 4; Holz heller und zunehmend fester
- 12,2cm-17,7 cm kleine undeutliche Ausschläge an der Obergrenze von Niveau 1; Holz fest, ab 18,2 cm wieder dunkler verfärbt

Interpretation:

Braunfäule im Kernbereich, beginnender Festigkeitsverlust und Zersetzungsprozesse, außen noch fest

STO 5 QH3 200

Alter: Jahrringe sichtbar bis 63, Jahrringe sehr eng bis 2,5 und ab 16,8 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm, + 17,8 cm Holz = 18,5 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar zw. 5 und 8,8 cm und zw. 13,7 und 17,7 cm; Abweichung vom Holzkern 0,5 cm



Abb. 181: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 3- 200 cm

Beschreibung:

- 0,7 cm-2,2 cm kleine verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1, 1-maliger Astieg auf Niveau 2 bei 1,1 cm; Holz dunkler bis 2 cm
- 2,2 cm-6,6 cm regelmäßige Ausschläge mit großer Amplitude bis Niveau 3; Holz unauffällig

6,6 cm-8,0 cm	Kurve sinkt auf Niveau 1 mit kleinen Ausschlägen; Holz dunkler und leicht schwammig
8,0 cm-10,2 cm	Ausschläge innerhalb Niveau 1, klein und verschwommen; Kurve sinkt bei 8,1 cm auf fast 0 (dunkel verfärbter Längsriss); Astbereich bis 8,9 cm, danach Holz deutlich weicher, bei Längsriss auf 10,2 cm Kurve auf 0
10,2 cm-16,2 cm	klare regelmäßige Ausschläge mit großer Amplitude bis auf Niveau 4; Holz zunehmend fester
16,2 cm-18,4 cm	Kurve sinkt auf Niveau 1 mit kleinen urm. Ausschlägen, fällt ab 18,3 cm auf 0; Holz fest

Interpretation:

Festigkeit im Kernbereich herabgesetzt, aber noch keine Anzeichen von Fäulen

STO 5 QH3 250

Alter: Jahrringe sichtbar bis 71;
Jahrringe sehr eng bis 2, und ab 16,3 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm, + 17,0 cm
Holz = 17,7 cm Bohrverlauf
Bohrgang sichtbar zw. 4,6 und 10,0 cm;
Abweichung vom Holzkern 0,5 cm

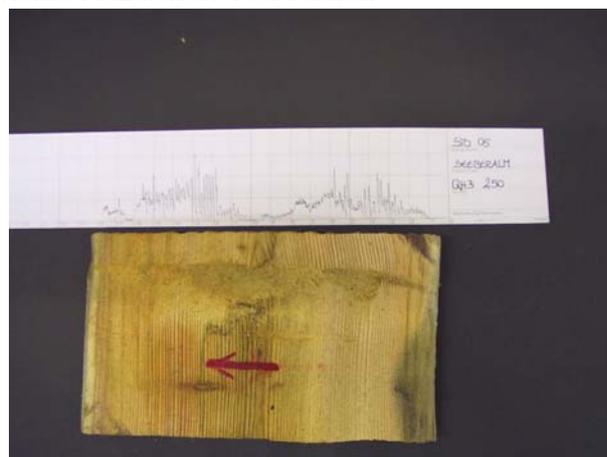


Abb. 182: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 3- 250 cm

Beschreibung:

0,7 cm-2,2 cm	kleine schwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz grau verfärbt, bis 1,2 cm schwammig, wird dann fester
2,2 cm-5,8 cm	deutliche Ausschläge zw. Niveau 1 und 2, 3 Peaks auf Niveau 3; Holz ab 5 cm leicht schwammig
5,8 cm-9,5 cm	Kurve fällt auf Niveau 1 und geht sukzessive auf 0 bei 9,5 cm ; Holz wird zunehmend weicher und ab 8,5 cm dunkler
9,5 cm-10,3 cm	Kurve auf 0; Holz sehr weich
10,3 cm-11,7 cm	kleine regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1, Holz wird fester
11,7 cm-13,0 cm	markante Ausschläge mit großer Amplitude bis Niveau 3; Holz unauffällig
13,0 cm-15,6 cm	regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 2 mittlerer Amplitude; Holz unauffällig
15,6 cm-17,7 cm	urm., kleine schwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1; Kurve auf 0 zw. 16,1 und 16,5 cm; Holz deutlich weicher hier

Interpretation:

Beginnender Festigkeitsverlust im Kernbereich und lokal in den Aussenbereichen

STO 5 QH3 300

Alter: Jahrringe sichtbar bis 61;
Jahrringe sehr eng bis 1,5 und ab 15,8 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,6 cm, + 15,7 cm
Holz = 16,3 cm Bohrverlauf
Bohrgang durchgehend sichtbar
Abweichung vom Holzkern 0,5 cm



Abb. 183: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 3- 300 cm

Beschreibung:

0,6 cm-1,6 cm	kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz fest
1,6 cm-2,7 cm	Kurve auf 0; Holz schwammig mit beginnender Hohlraumbildung

2,7 cm-5,0 cm	Kurve steigt bis auf Niveau 2, deutliche Ausschläge mit mittlerer Amplitude; Holz fest, keine Verfärbungen
5,0 cm-6,5 cm	deutliche Ausschläge mit großer Amplitude bis Niveau 3, bei 5,4 cm Peak bis Niveau 4; Holz wird weicher
6,5 cm-7,0 cm	Kurve auf 0; Holz sehr schwammig
7,0 cm-7,5 cm	sehr kleine, urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz mürbe
7,5 cm-8,8 cm	Kurve auf 0; Holz sehr schwammig, bei 8,7 cm Längsriss
8,8 cm-10,6 cm	kleine verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz leicht schwammig
10,6 cm-14,2 cm	deutliche Ausschläge zuerst mittlerer, dann großer Amplitude innerhalb Niveau 3; 2 Peaks auf Niveau 4, leicht schwammig, nicht verfärbt
14,2 cm-16,3 cm	kleine, urm. Ausschläge auf Niveau 1, langsamer Abfall auf 0; Holz wird nach außen weicher

Interpretation:

Festigkeit beeinträchtigt, beginnende Hohlraumbildung, keine Fäulefärbungen

STO 5 QH4 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 95;

Jahrringe sehr eng bis 2,5 und ab 20,5 cm

Bohrlänge: Leerlauf bis 1,0 cm, + 20,0 cm Holz = 21,8 cm Bohrverlauf

Bohrgang sichtbar zw. 2 und 4 cm und ab 20,3 cm;

Abweichung vom Holzkern 1,5 cm

Abb. 184: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 4- 50 cm

**Beschreibung:**

1,0 cm-2,2 cm Kurve steigt auf Niveau 2 mit deutlichen, aber urm. Ausschlägen; Holz ab 0,5 cm dunkler und fester

2,2 cm-3,4 cm Kurve fällt auf Niveau 1 mit kleinen urm. Ausschlägen

3,4 cm-7,7 cm deutliche Ausschläge zw. Niveau 1 und 3; Holz wird zunehmend schwammig
7,7 cm-13,0 cm kleine, verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau; Holz schwammig, bei 10,3 cm dunkle, linienhafte Verfärbungen; Holz fest

13,0 cm-15,1 cm Kurve steigt kontinuierlich bis Niveau 2 mit kleinen Ausschlägen; Holz schwammig

15,1 cm-15,7 cm 3 große Ausschläge bis Niveau 4; Holz etwas fester

15,7 cm-20,7 cm Kurve innerhalb Niveau 2, bis 16,6 Peaks auf Niveau 3, dann kleiner und urm.

20,7 cm-21,8 cm Kurve sinkt sukzessive mit minimalen Ausschlägen und fällt bei 21,8 auf 0

Interpretation:

Holz im Kernbereich weicher, ansonst keine Festigkeitseinbußen oder Fäuleerscheinungen, in Astbereichen jedoch Hohlraumbildung und beginnende Fäulen

STO 5 QH4 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 103;

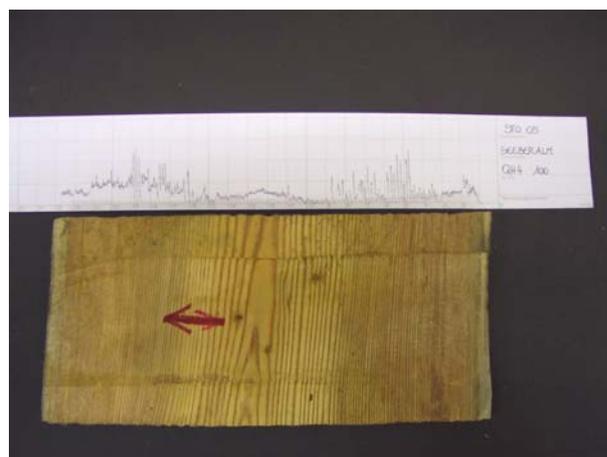
Jahrringe sehr eng bis 2,8 und ab 21,0 cm

Bohrlänge: Leerlauf bis 1 cm, + 21,8 cm Holz = 22,8 cm Bohrverlauf

Bohrgang sichtbar zw. 11 und 17,7 cm;

Abweichung vom Holzkern 1 cm

Abb. 185: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 4- 100 cm



Beschreibung:

1,0 cm-1,9 cm	Kurve steigt stetig auf Niveau 2 mit kleinen urm. Ausschlägen; Holz fest
1,9 cm-3,3 cm	
3,3 cm-4,7 cm	regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz unauffällig
5,8 cm-8,8 cm	
8,8 cm-16,0 cm	kleine verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1, Holz im Kernbereich weicher
16,0 cm-18,9 cm	deutliche urm. Ausschläge steigend von Niveau 1 bis 3; Holz wird zunehmend fester
18,9 cm-21,2 cm	kleine urm. Ausschläge an der Grenze Niveau 1 und 2
21,2 cm-22,8 cm	Kurve sinkt mit kleinen urm. Peaks und fällt bei 22,8 auf 0

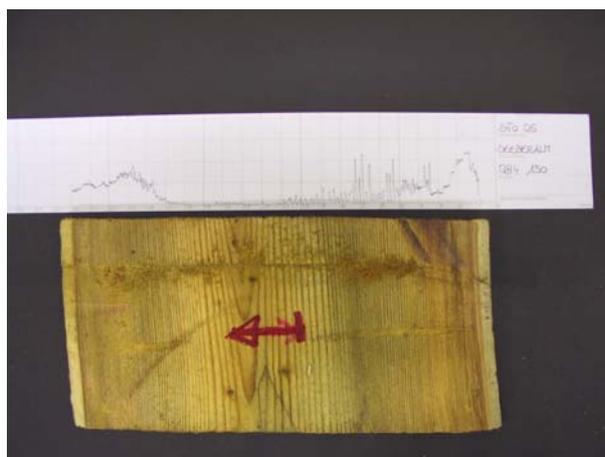
Interpretation:

Im Kernbereich beginnende Festigkeitseinbußen, ansonsten stabil

STO 5 QH4 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 88;
Jahrringe sehr eng bis 2,5 und ab 16,8 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm, + 2,5 cm Holz = 22,2 cm Bohrverlauf
Bohrgang sichtbar zw. 2 und 9 cm und zw. 16,3 und 20,5 cm;
Abweichung vom Holzkern 0,3 cm

Abb. 186: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 4- 150 cm

**Beschreibung:**

0,7 cm-3,3 cm	Kurve steigt bis 1,4 cm auf Niveau 3 und sinkt wieder auf Niveau 1 mit sehr kleinen urm. Ausschlägen; Holz fest
3,3 cm-7,3 cm	urm. deutliche Ausschläge zw. Niveau 1 und 2, bei 6,9 cm Peak bis Niveau 3
7,3 cm-11,0 cm	
11,0 cm-16,5 cm	kleine regelmäßige Ausschläge in Niveau 1; Holz wird weicher
16,5 cm-18,8 cm	Kurve auf 0 mit minimalen verschwimmenden Bewegungen; Holz nur minimal weicher, keine Verfärbungen
18,8 cm-22,2 cm	Kurve steigt auf Niveau 2 mit kleinen urm. Ausschlägen; Holz unauffällig
	Kurve sinkt auf Niveau 1 mit kleinen urm., z.T. verschwimmenden Ausschlägen, fällt ab 22,0 cm auf 0; Holz fest

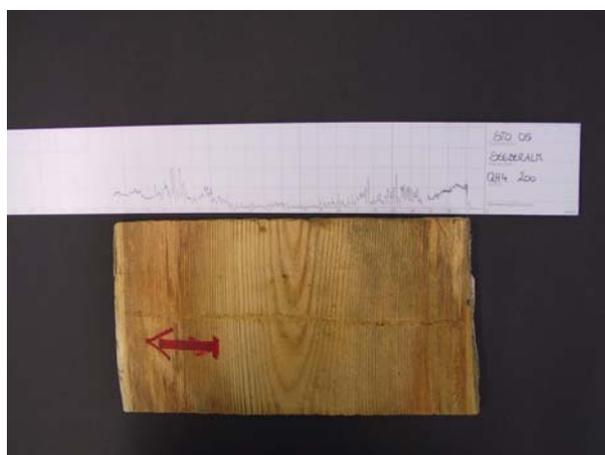
Interpretation:

Keine Fäuleprozesse und auffällige Festigkeitsverluste erkennbar, im Kernbereich etwas weicher

STO 5 QH4 200

Alter: Jahrringe sichtbar bis 84;
Jahrringe sehr eng bis 2,0 und ab 19,0 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm, + 20,1 cm Holz = 20,8 cm Bohrverlauf
Bohrgang durchgehend sichtbar;
Abweichung vom Holzkern 1,5 cm

Abb. 187: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Querholz 4- 200 cm

**Beschreibung:**

0,7 cm-3,2 cm	Kurve steigt sprunghaft auf Niveau jedoch bei sehr kleinen Ausschlägen, fällt wieder kontinuierlich auf Niveau 1; Holz fest
3,2 cm-3,3 cm	Kurve auf 0 ohne ersichtlichen Grund

3,3 cm-7,0 cm	deutliche, aber urm. Ausschläge zw. Niveau 1 und 2; Holz wird zunehmend weicher
7,0 cm-9,0 cm	klein urm., tw. verschwimmende Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz wird zunehmend weicher
9,0 cm-14,0 cm	verschwimmende Ausschläge nahe der 0-Linie; Holz im Kernbereich leicht schwammig
14,0 cm-16,4 cm	deutliche urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1, 2 Peaks auf Niveau 2; Holz wird wieder härter
14,0 cm-16,4 cm	deutliche urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1, 2 Peaks auf Niveau 2; Holz wird wieder härter
16,4 cm -18,3 cm	deutliche urm. Ausschläge zw. Niveau 1 und 2
18,3 cm -20,8 cm	urm. kleine Ausschläge konstant auf Niveau 1, rascher Abfall auf 0

Interpretation:

Festigkeit im Kernbereich herabgesetzt, aber noch keine Anzeichen von Fäulen und Zersetzungsprozessen

STO 5 QH4 250

Alter: Jahrringe sichtbar bis 94;
Jahrringe sehr eng bis 3,0 und ab 20,0 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,9 cm, + 20,6 cm
Holz = 21,5 cm Bohrverlauf
Bohrgang durchgehend sichtbar;
Keine Abweichung vom Holzkern

Abb. 188: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Seeberalm Querholz 4- 250 cm

**Beschreibung:**

0,9 cm-3,4 cm	Kurve steigt innerhalb Niveau 1 und sinkt bei 3,4 wieder auf 0 mit kleinen urm. Ausschlägen
3,4 cm-8,0 cm	deutliche Ausschläge mit unterschiedlich starken Amplituden zw. Niveau 1 und 4; Holz wird geringfügig weicher
8,0 cm-9,9 cm	kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1, aber mit deutlichen Spitzen
9,9 cm-15,3 cm	Kurve auf 0-Niveau mit verschwommenen minimalen Bewegungen, Peak bei 12,8 cm, innerster Kern bei 12 cm dunkel verfärbt und schwammig, Risse bei 11,3 und 12,9 cm lösen den Kern heraus
15,3 cm-19,0 cm	deutliche urm. Ausschläge mit mittlerer Amplitude zw. Niveau 1 und 2
19,0 cm-21,5 cm	kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1 auf gleichbleibender Höhe; bei 21,3 cm Abfall auf 0; ab 21,3 cm Holz weich und längsrissig

Interpretation:

Kern löst sich heraus (entlang vom Jahrring), ansonst keine Anzeichen von Fäulen, Verfärbungen od. Festigkeitsverlusten

STO 5 QH4 300

Alter: Jahrringe sichtbar bis 93;
Jahrringe sehr eng bis 1,5 und ab 18,6 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,8 cm, + 19,9 cm
Holz = 20,7 cm Bohrverlauf
Bohrgang sichtbar zw. 3,5 und 10,8 cm und ab 15 cm
Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 189: Bohrkurve und Bohrgang Probe
Seeberalm Querholz 4- 300 cm

**Beschreibung:**

0,9 cm-4,0 cm	Kurve steigt leicht innerhalb Niveau 1 mit kleinen verschwimmenden Ausschlägen; Holz grau verfärbt
---------------	--

4,0 cm-8,5 cm	urm. deutliche Ausschläge zw. Niveau 2 und 3, Peak bei 5,5 cm auf Niveau 4; Holz grau verfärbt
8,5 cm-11,0 cm	sehr kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz weich und faserig
11,0 cm-13,0 cm	Kurve steigt auf Niveau 4 mit sehr kleinen undeutlichen Ausschlägen (Bohrgang streift Ast), fällt ab 12 cm wieder zurück
13,0 cm-15,0 cm	kleine schwimmende Ausschläge an der Obergrenze von Niveau 1; Holz weich und faserig
15,0 cm-18,4 cm	urm. Ausschläge zw. Niveau 2 und 3; Holz faserig, aber weniger weich
15,0 cm-18,4 cm	urm. Ausschläge zw. Niveau 2 und 3; Holz faserig, aber weniger weich
18,4 cm - 20,7 cm	kleine undeutliche urm. Ausschläge konstant auf Niveau 2, fällt bei 20,3 auf 0

Interpretation:

Keine Fäulen, jedoch einsetzende Zelluloseabbau mit beginnendem Festigkeitsverlust

STO 5 LH1 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 48;
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm, + 17,5 cm Holz = 18,2 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar zw. 6 und 17,5 cm;
 Abweichung vom Holzkern 1,0 cm

Abb. 190: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Längsholz 1- 50 cm

**Beschreibung:**

0,7 cm-2,3 cm	kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz bis 2 cm längsrissig und weich
2,3 cm-5,2 cm	regelmäßige Ausschläge mit großer Amplitude zw. Niveau 0 und 4; Holz zunehmend fester
5,2 cm-8,2 cm	Kurve steigt auf Niveau 4 mit urm. Ausschlägen; Holz leicht faserig
8,2 cm-9,6 cm	Kurve bleibt auf Niveau mit kleinen schwimmenden Ausschlägen
9,6 cm-15,8 cm	urm. große Ausschläge mit markanten Peaks auf 3; Holz unauffällig
15,8 cm-18,2 cm	Kurve sinkt stetig mit rm. mittleren Ausschlägen; ab 6, 5 cm Holz grau verfärbt und z.T längsrissig

Interpretation:

Kavernenbildung im äußeren Bereich, keine Stabilitätseinbußen

STO 5 LH1 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 44;
 Fraßgang bei 1,9 bis 2,3 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,7 cm, + 18 cm Holz; Bohrverlauf bis 16,9
 Bohrgang sichtbar zw. 5 und 7 cm und zw. 13,5 und 17,6 cm;
 Abweichung vom Holzkern 1,0 cm

Abb. 191: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Längsholz 1- 100 cm

**Beschreibung:**

1,7 cm-6,7 cm	Kurve steigt auf Niveau 4 mit urm., z.T. undeutlichen Ausschlägen mit z.T. großer Amplitude, mehrmals Abfall auf Niveau 2; Fraßgang bei 1,9 bis 2,3 cm, leichte Graufärbung zw. 4 und 5 cm
6,7 cm-11,8 cm	urm., kleine Ausschläge bleiben auf Niveau 3, wenige Peaks auf Niveau 4;
11,8 cm-16,0 cm	Kurve bleibt auf Niveau 3 mit deutlicheren und größeren Ausschlägen bis 13,8 cm und ab 15,0 cm; Holz minimal faserig

16,0 cm-16,9 cm Kurve bleibt innerhalb Niveau 1 mit kleinen verschwimmenden Ausschlägen, kurzer Anstieg auf Niveau 2, dann steiler Abfall und läuft 3 mm über 0-Niveau aus; Holz ab 16,7 cm braun verfärbt, bei 17 und bei 17,3 jeweils ein Längsriss und sehr weich

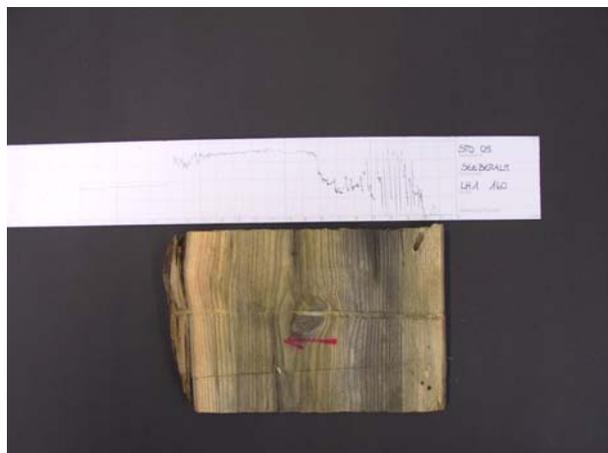
Interpretation:

Festigkeit im Außenbereich durch Insektenfraß und Braunfäule beeinträchtigt

STO 5 LH1 160

Alter: Jahrringe sichtbar bis 44;
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,0 cm, + 15,6 cm
 Holz = 16,6 cm Bohrverlauf
 Bohrgang durchgehend sichtbar;
 Abweichung vom Holzkern 1,0 cm

Abb. 192: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Seeberalm Längsholz 1- 160 cm

**Beschreibung:**

1,0 cm-2,0 cm wenige urm. kleine Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz leicht grau verfärbt
 2,0 cm-5,4 cm starke Ausschläge mit großer Amplitude bis Niveau 4; Holz ab 3,3 stark grau verfärbt
 5,4 cm-8,0 cm urm. undeutliche Ausschläge auf Niveau 2, tw. mit ausgeprägten Spitzen; Holz grau verfärbt
 8,0 cm-16,6 cm Kurve steigt auf Niveau 4 und bleibt konstant mit sehr kleinen undeutlichen Ausschlägen, die ab 14,5 markanter werden, Abfall auf 2 und läuft hier aus; Holz zw. 13,5 und 15,5 kaum verfärbt, dann braun, Längsrisse und Kavernen

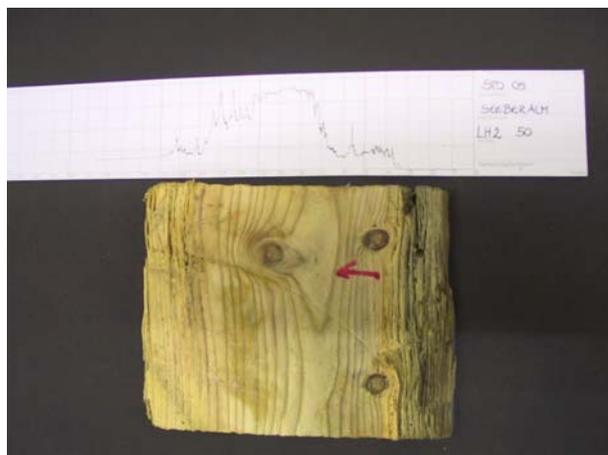
Interpretation:

Im Außenbereich Zersetzungserscheinungen durch Braunfäulen, innen starke Verfärbungen, jedoch keine Festigkeitseinschränkungen

STO 5 LH2 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 19;
 Jahrringe sehr eng bis 2,5 und ab 16,8 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,3 cm, Holz bis 15,0 cm, auslaufende Bohrkurve bis 18,5 cm
 Bohrgang nicht sichtbar
 Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 193: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Seeberalm Längsholz 2- 50 cm

**Beschreibung:**

1,3 cm-3,5 cm Kurve auf 0; Holz zerfallen, Kavernen und Hohlraumbildung
 3,5 cm-6,8 cm kleine undeutliche urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1, Peak auf Niveau 2 bei 5,6 cm; Holz bis 4,9 cm hohl
 6,8 cm-10,3 cm Kurve steigt auf Niveau 4 und bleibt dort mit kleinen verschwommenen Ausschlägen; Holz unauffällig
 10,3 cm-12,5 cm urm. Ausschläge zw. Niveau 3 und 4; Holz zunehmend weich und faserig
 12,5 cm-15,0 cm kleine urm. Ausschläge zw. Niveau 1 und 2; Kurve läuft auf Niveau 1 aus; Holz weich, Kavernenbildung

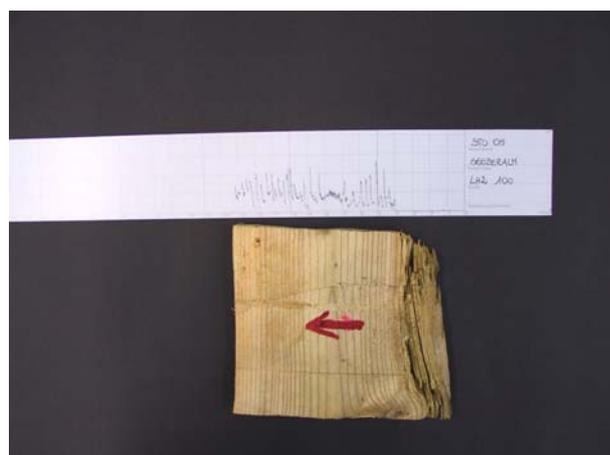
Interpretation:

Fortgeschrittene Zersetzung im Außenbereich, Festigkeitsverluste durch Braun- und Moderfäule, Kern noch intakt

STO 5 LH2 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 24;
 Jahrringe sehr eng bis 2,5 und ab 16,8 cm
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,2 cm, + 12,0 cm
 Holz = 13,2 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar ab 4 cm durchgehend
 sichtbar;
 Abweichung vom Holzkern 0,3 cm

Abb. 194: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Seeberalm Längsholz 2- 100 cm

**Beschreibung:**

1,2 cm-4,0 cm Kurve auf 0; Holz zerfallen mit Hohlräumen
 4,0 cm-7,0 cm urm. Ausschläge mit großer Amplitude zw. Niveau 1 und 3; Holz leicht faserig
 7,0 cm-8,2 cm enge kleine Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz unauffällig, Kernbereich
 8,2 cm-13,2 cm urm. Ausschläge mit mittlerer Amplitude zw. Niveau 1 und 3; Holz faserig

Interpretation:

Zersetzung im Außenbereich, Kern intakt trotz Moderfäule

STO 5 LH2 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 14;
 Teile vom Holz fehlen
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,2 cm, + 6,6 cm Holz
 = 7,5 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar ab 4,3 cm;
 Keine Abweichung vom Holzkern

Abb. 195: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Seeberalm Längsholz 2- 150 cm

**Beschreibung:**

1,2 cm-7,5 cm urm. Ausschläge mit Amplituden zw. Niveau 1 und 3; Holz außen sehr weich, korkig und längsrissig

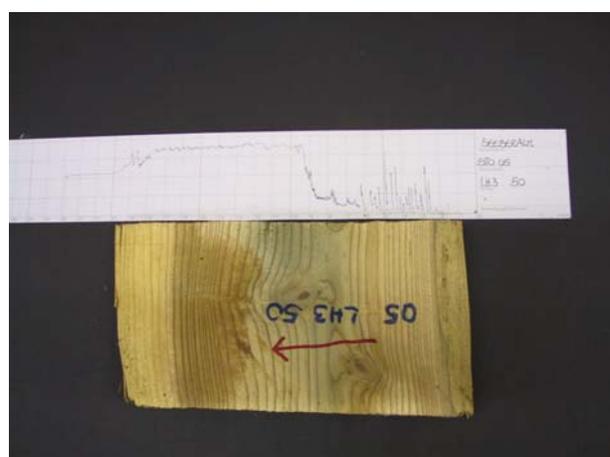
Interpretation:

Kompletter Verlust der morschen Außenbereiche, erhalten blieb nur der intakte Kern, in den Randbereichen Moderfäulen erkennbar

STO 5 LH3 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 33;
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,9 cm, Holz bis 19,4 cm, Kurve läuft auf Niveau 3 aus
 Bohrgang sichtbar zw. 5,0 und 15,0 cm;
 Abweichung vom Holzkern 1,5 cm

Abb. 196: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Seeberalm Längsholz 3- 50 cm

**Beschreibung:**

0,9 cm-2,5 cm Kurve auf 0-Niveau mit wenigen kleinen Ausschlägen innerhalb Niveau 1;
 Holz mürbe, beginnende Hohlraumbildung, Fraßgang zw. 2 und 2,3 cm
 2,5 cm-6,3 cm regelmäßige Ausschläge auf Niveau 1 mit unterschiedlichen Peaks bis auf
 Niveau 4; Holz leicht faserig

6,3 cm-9,3 cm	Kurve steigt von Niveau 1 auf 4 mit kleinen urm. Ausschlägen; Holz im Kernbereich weicher
9,3 cm-19,4 cm	Kurve bleibt auf Niveau 4 mit kleinen urm. Ausschlägen; Holz ab 17 cm weich und würfelig gefasert; ab 19,0 Abfall und Auslauf der Kurve auf Niveau 3

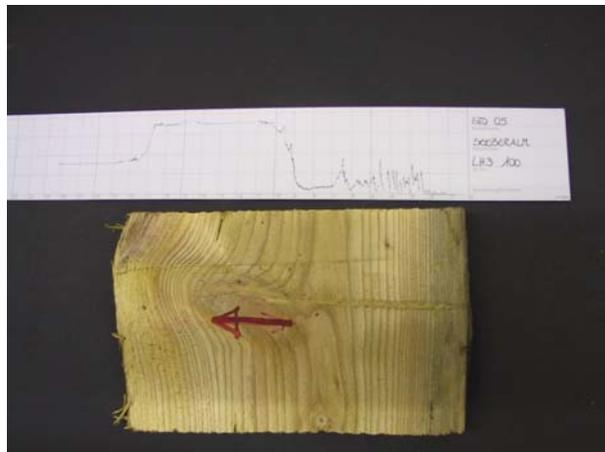
Interpretation:

Stabilität im Außenbereich beeinträchtigt durch Moderfäule und Fraßgänge, Kernbereich intakt

STO 5 LH3 100

Alter: Jahrringe sichtbar bis 30;
Bohrlänge: Leerlauf bis 0,8 cm, Holz bis 18,6 cm, Kurve läuft auf Niveau 2 aus
 Bohrgang sichtbar bis 10,5 cm;
 Abweichung vom Holzkern 1,5 cm

Abb. 197: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Längsholz 3- 100 cm

**Beschreibung:**

0,8 cm-2,3 cm	Kurve auf 0-Niveau mit unbedeutenden Ausschlägen; Holz grau verfärbt, weich mit beginnender Hohlraumbildung, Fraßgang zw. 2 und 2,3 cm
2,3 cm-4,7 cm	regelmäßige Ausschläge auf Niveau 1 mit mehreren Peaks in Niveau 2; Holz faserig
4,7 cm-7,0 cm	kleine urm. Ausschläge auf Niveau 1; bei 6,4 Anstieg auf Niveau 2; Holz unauffällig
7,0 cm-8,7 cm	kleine enge Ausschläge auf gleichbleibendem Niveau 1; Holz zerfällt zw. 7 und 8,5 cm würfelig
8,7 cm-10,2 cm	Anstieg von Niveau 1 auf 4 mit kleinen urm. Ausschlägen, Astbereich ab 9 cm
10,2 cm-16,8 cm	Kurve bleibt konstant auf Niveau 4 mit kleinen unbedeutenden Ausschlägen (Astbereich); Holz ab 16,5 weich und würfelig
16,8 cm-18,6 cm	Kurve fällt auf Niveau 2 mit kleinen urm. Ausschlägen; Holz würelig zerfallen, wird nach außen zunehmend weicher

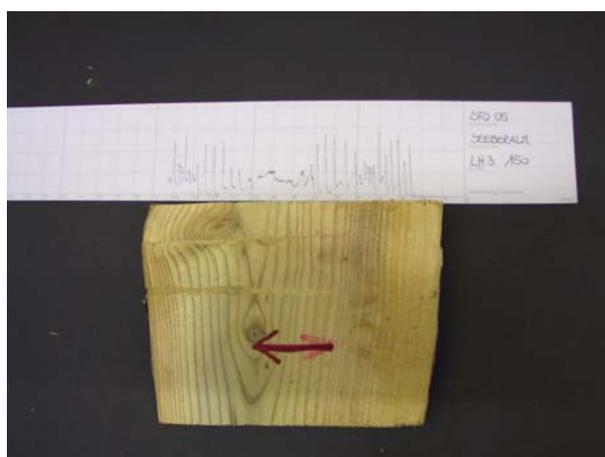
Interpretation:

Stabilitätsverluste durch Braun- und Moderfäule, Zersetzungsprozesse überall erkennbar

STO 5 LH3 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 31;
Bohrlänge: Leerlauf bis 1,4 cm +12,8 cm Holz = 14,2 cm Bohrverlauf
 Bohrgang sichtbar ab 5,5 cm durchgehend sichtbar;
 Abweichung vom Holzkern 0,8 cm

Abb. 198: Bohrkurve und Bohrgang Probe Seeberalm Längsholz 3- 150 cm

**Beschreibung:**

1,4 cm-2,4 cm	Kurve auf 0-Niveau; Holz weich und mürbe faserig
2,4 cm-7,0 cm	Kurve auf Niveau 1 mit regelmäßigen Peaks in Niveau 2 und 3; Holz faserig aber fest
7,0 cm-11,3 cm	Kurve auf Niveau 1 mit kleinen urm. Ausschlägen; ab 10,5 cm leichte Graufärbung

- 11,3 cm-12,5 cm regelmäßige Ausschläge mit großer Amplitude zw. Niveau 0 und 3; Holz faserig
- 12,5 cm-14,2 cm Kurve auf Niveau 1 mit klaren Peaks auf Niveau 2 und 3; Holz fest, beginnende faserige Aufspaltung

Interpretation:

Kernbereich fest, im Außenbereich beginnende Moderfäule und Festigkeitseinbußen

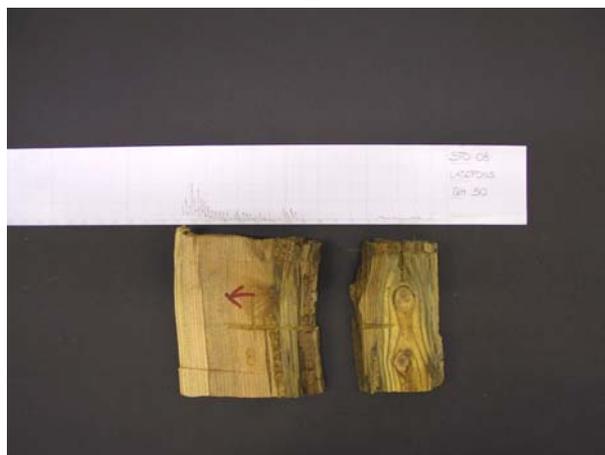
13.3 STANDORT 08 GFADENBACH

STO 8 QH1 50

Alter: Jahrringe sichtbar bis 60; Holz in Kernnähe durch Feuchtigkeitsverlust wesentlich geschrumpft; Rundholz wurde beim Einbau halbiert

Bohrlänge: Leerlauf bis 0,9 cm +15,7 cm Holz = 16,6 cm Bohrverlauf
Bohrgang sichtbar von 4,0 bis 5,5 cm und von 8,0 bis 13,6 cm sichtbar;
Abweichung vom Holzkern 0,9 cm

Abb. 199: Bohrkurve und Bohrgang Probe Gfadenbach Querholz 1- 50 cm

**Beschreibung:**

- 0,9 cm-4,4 cm enge, verschwimmende Ausschläge in 0-Nähe; Holz bis 1,7 cm leicht grau verfärbt
- 4,4 cm-9,4 cm Kurve auf 0; Holz braun und längsrissig, Kavernenbildung, stark geschrumpft durch Feuchtigkeitsverlust
- 9,4 cm-10,3 cm kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz grau, Kavernen
- 10,3 cm-11,4 cm Kurve auf 0; Fraßgang bei 10,5 bis 11,0 cm, danach ein Hohlraum
- 11,3 cm-16,6 cm Kurve auf Niveau 1 mit regelmäßigen, ab 15 cm Peaks auf Niveau 2, Holz zw. 13 und 15 cm grau verfärbt, faserig

Interpretation:

Holz in Kernnähe durch Braunfäule stark angegriffen mit hohen Stabilitätseinbußen, durch lokale Fraßgänge zusätzlich belastet

STO 8 QH 1 100 (keine Stammscheibe)

Bohrlänge: Leerlauf bis 0,7 cm, letzter sichtbarer Ausschlag bei 13,6
Kurve über die gesamte Bohrlänge auf 0-Niveau mit geringen Ausschlägen z. 0,7 und 1,7 cm und zw. 10,6 – 13,6 cm

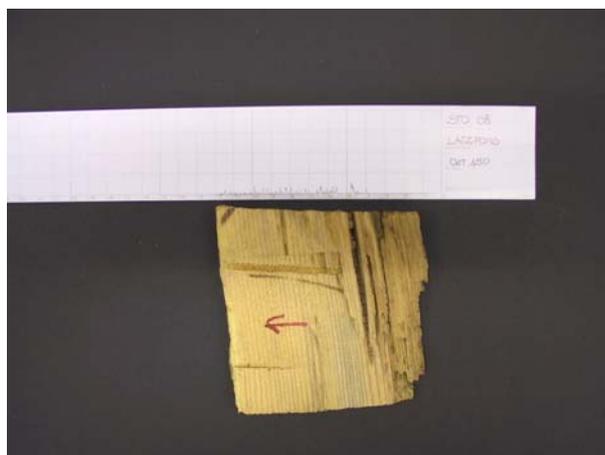
Interpretation:

Totale Zerstörung der Stammscheibe

STO 8 QH 1 150

Alter: Jahrringe sichtbar bis 45;
Bohrlänge: Leerlauf bis 3,9 cm, Holzeintritt bei 1 cm, Bohrverlauf bis 11,8 cm, Holz = 10,8 cm
Bohrgang sichtbar ab 5,5 cm durchgehend sichtbar;
Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 200: Bohrkurve und Bohrgang Probe Gfadenbach Querholz 1- 150 cm



Beschreibung:

1,0 cm-3,9 cm Kurve auf 0; Durchtritt durch Hohlraum, daher kein Widerstand; Holz braun, Würfelbruch
 3,9 cm-11,8 cm kleine urm. Ausschläge innerhalb Niveau 1; zahlreiche Hohlräume bis 5,5 cm, danach faserig, ab 11 cm korkig

Interpretation:

Starke Zersetzung durch Braun- und Moderfäule

STO 8 QH 1 200 (keine Stammscheibe)

Bohrlänge: Bohrverlauf auf 0-Niveau erkennbar bis 18,3 cm, erster Peak erkennbar bei 6,1 cm, letzter bei 12,7 cm,

Interpretation:

Totale Zerstörung der Stammscheibe durch starke Zersetzung

STO 8 QH 1 250

Alter: Jahrringe sichtbar bis 47;

Bohrlänge: Holzeintritt bei 0,3 cm, Leerlauf bis 3,8 cm, Bohrverlauf bis 12,0 cm, Holz = 11,7 cm
 Bohrgang sichtbar ab 1,5 cm durchgehend sichtbar;

Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 201: Bohrkurve und Bohrgang Probe Gfadenbach Querholz 1- 250 cm

**Beschreibung:**

0,3 cm-5,8 cm Kurve auf 0, 1 kleiner Peak bei 3,9 cm; Holz braun verfärbt, Längsrisse und starke Hohlräume, Fraßgang von 4,5 bis 5,0 cm
 5,8 cm-11,7 cm regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz leicht faserig aber unauffällig, ab 11,5 leicht schwammig

Interpretation:

Fortgeschrittene Zersetzung durch Braun- und Moderfäule, starke Stabilitätseinbußen

STO 8 QH 1 300

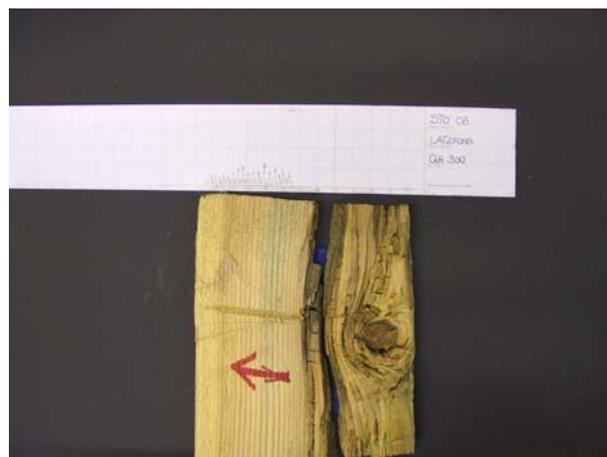
Alter: Jahrringe sichtbar bis 44;

Bohrlänge: Leerlauf bis 0,9 cm + 12,6 cm Holz = 13,5 cm Bohrverlauf

Bohrgang sichtbar ab 1,5 cm durchgehend sichtbar;

Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 202: Bohrkurve und Bohrgang Probe Gfadenbach Querholz 1- 300 cm

**Beschreibung:**

0,9 cm-7,3 cm Kurve auf 0; Holz braun verfärbt, Würfelbruch mit Hohlräumen, Längsrisse
 7,3 cm-12,4 cm regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1; Holz faserig, sonst unauffällig
 12,4 cm-13,5 cm Kurve auf 0; Holz sehr mürbe, beginnende Hohlraumbildung

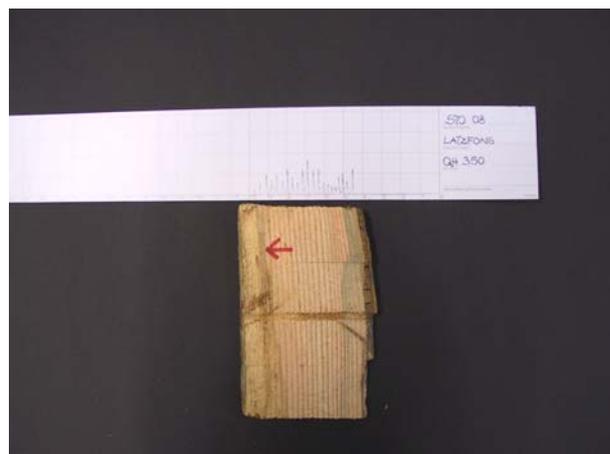
Interpretation:

Fortgeschrittene Zersetzung durch Braun- und Moderfäule, starke Stabilitätseinbußen

STO 8 QH 1 350

Alter: Jahrringe sichtbar bis 40;
Bohrlänge: Holzeintritt bei 1,1 cm, Leerlauf bis 4,5 cm, Bohrverlauf bis 10,7 cm, Holz = 9,6 cm
 Bohrgang sichtbar ab 4,0 cm durchgehend sichtbar;
 Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 203: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Gfadenbach Querholz 1- 350 cm

**Beschreibung:**

1,1 cm-4,5 cm Kurve auf 0; Holz braun verfärbt, Würfelbruch mit Hohlräumen, Längsrisse
 4,5 cm-10,7 cm schwankende Ausschläge innerhalb Niveau 1, tw. Peaks in Niveau 2 reichend; Holz bis 5,2 cm grau und faserig, sonst unauffällig, ab 9,7 cm mürbe, korkig mit Hohlräumen

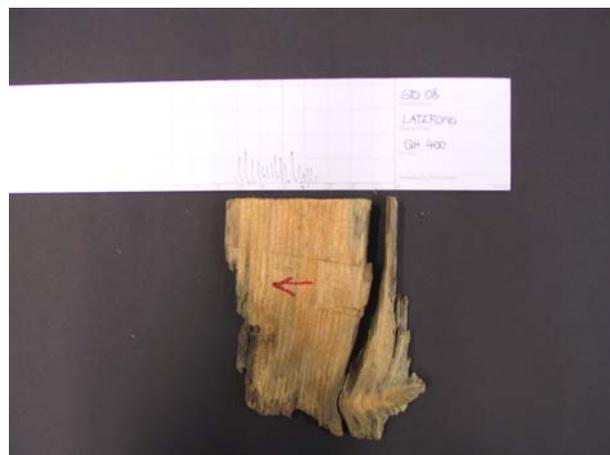
Interpretation:

Fortgeschrittene Zersetzung durch Braun- und Moderfäule, starke Stabilitätseinbußen

STO 8 QH 1 400

Alter: Jahrringe sichtbar bis 28;
Bohrlänge: Holzeintritt bei 2,0 cm, Leerlauf bis 3,5 cm, Bohrverlauf bis 7,8 cm, Holz = 5,8 cm
 Bohrgang sichtbar bis 4 cm;
 Abweichung vom Holzkern nicht beurteilbar

Abb. 204: Bohrkurve und Bohrgang Probe
 Gfadenbach Querholz 1- 400 cm

**Beschreibung:**

2,0 cm-3,5 cm Kurve auf 0; Holz faserig
 3,5 cm-7,8 cm regelmäßige Ausschläge innerhalb Niveau 1, tw. Peaks in Niveau 2 reichend;
 Holz faserig und ab 5 cm dunkel verfärbt, Hohlräume ab 7 cm

Interpretation:

Holzverluste durch starke Zersetzung infolge fortgeschrittene Braun- und Moderfäule

14 Beurteilung des Holzzustandes

14.1 STANDORT 03 SALDURBACH

Niedrige Niveaus der Bohrkurven sowie verminderte Peaks weisen durchwegs auf geringen Widerstand und damit auf verminderte Festigkeit des Holzes hin. Stärker angegriffene Zonen werden meist gut durch Niveaufall bzw. undeutliche Nadelausschläge angezeigt. Im Allgemeinen sind die Bohrgänge anhand der Holzschritte gut nachvollziehbar, an Längsholz 1 (LH 1 100) jedoch ist der Moderzerfall gegen Ende des Bohrganges an der Bohrkurve nicht ersichtlich. Der Kurvenlevel liegt hier deutlich höher als in jenen Bereichen, wo das Holz intakt ist.

Der Holzzustand des Hangrostes 01 zeigte sich mittelmäßig bis schlecht über alle untersuchten Längs- und Querhölzer. Zunehmende bis fortgeschrittene Moder- bzw. Braunfäulen verursachten teilweise Zerfall und ausgeprägte Kavernen- und Hohlraumbildung bei herabgesetzter Festigkeit. Das Ausmaß der Zersetzungserscheinungen ist entlang der untersuchten Rundlinge z.T. unterschiedlich stark ausgeprägt (vergl. Tab. 20). Längsholz 1 (LH 1) ist zwar im unteren Bereich fest, nach oben hin jedoch zunehmend angegriffen. Längsholz 2 (LH 2) konnte zwar gebohrt werden, zerfiel jedoch aufgrund fortgeschrittener Zersetzung bei den Freilegungsarbeiten soweit, dass keine Stammscheiben entnommen werden konnten. Im Längsverlauf von Querholz 2 (QH 2) breiten sich die Fäulesymptome vom Kern ausgehend in die Randbereiche aus, die Zersetzungsprozesse im Holzkern nehmen zu.

Mit Ausnahme von Längsholz 2 ist der Holzzustand der Längshölzer etwas besser als jener der Querhölzer. Diese liegen großteils freier an der Bodenoberfläche und sind dementsprechend den witterungsbedingten, wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen stärker ausgesetzt. Der außerordentlich schlechte Zustand von Längsholz 2 ist auf bereits verminderte Qualität beim Einbau zurückzuführen.

Tab. 20: Übersicht Holzzustand Standort 03 Saldurbach

Standort	Holz	Anzahl Bohrungen/ Stammscheiben	Zustand
03 Kurtatsch	Längsholz 1	3/3	im Längsverlauf Holz zunächst intakt, dann zunehmende Moder- und Braunfäule bis hin zu Würfelbruch
03 Kurtatsch	Längsholz 2	2/0	starke Zersetzung, Holz weitestgehend zerfallen
03 Kurtatsch	Längsholz 3	3/3	fortgeschrittene Braunfäule in den Außenbereichen, Restholz zunächst ausreichend fest, später stark herabgesetzte Festigkeit
03 Kurtatsch	Querholz 1	7/7	Braun- und Moderfäule, Riss- und Kavernenbildung bis teilweise Zerfall, Pilzbefall
03 Kurtatsch	Querholz 2	7/7	beginnende Moderfäule im Kernbereich, im Längsverlauf zunehmende Braunfäule in den äußeren Bereichen und Zersetzung in Kernnähe

Abb. 205: Freigelegte Längshölzer am Standort 03 - Saldurbach



Abb. 206: Fortgeschrittene Braunfäule an Längsholz 2

14.2 STANDORT 05 SEEBERARM

Die Charakteristika der Bohrkurven stellen sich sehr unterschiedlich dar. Markante Peaks zeigen oft zwar deutlich den höheren Widerstand der Jahrringe, gleichzeitig bewegt sich das Kurvenniveau aber auf niedrigem Level, was wiederum die optisch feststellbare verminderte Holzfestigkeit verdeutlicht. Umgekehrt sind aber auch sehr schwach ausgeprägte Ausschläge auf etwas höherem Niveau häufig typisch, wobei anhand der Stammscheiben ebenfalls eingeschränkte Festigkeit feststellbar ist. An Querholz 4 (QH 4 150) z.B. sinkt die Kurve im Kernbereich auf Nullniveau. Der in der Bohrung ausgedrückte stark reduzierte Widerstand ist jedoch an der Stammscheibe nicht nachvollziehbar. Es treten im Vergleich zu den Randzonen keine auffälligen Veränderungen hinsichtlich Farbe oder Festigkeit auf. Dies veranschaulicht, dass sich eine Interpretation der Bohrkurven ohne Kontrolle des Bohrganges im Holz nicht nur äußerst schwierig gestaltet, sondern dass manche Bohrgänge durchaus fehlinterpretiert werden können und somit der Holzzustand unter Umständen falsch eingeschätzt wird.

Tab. 21: Übersicht Holzzustand Standort 05 Seeberalm

05 Seeberalm	Längsholz 1	3/3	im Außenbereich zunächst fest, dann stetige Abnahme der Festigkeit von Kavemenbildung über Insektenfraß zu Braunfäule; Kernbereich verfärbt aber intakt
05 Seeberalm	Längsholz 2	3/3	im Längsverlauf zunehmende Braunfäule bis totale Vermorschung der äußeren Bereiche, Kern unbeeinträchtigt
05 Seeberalm	Längsholz 3	3/3	Moderfäule und Fraßgänge zunächst nur außen, dann verringern Braun- und Moderfäule die Festigkeit über die gesamte Stammscheibe, zum Schluss Kern wieder intakt
05 Seeberalm	Querholz 3	6/6	zunächst gesamter Querschnitt intakt, dann Festigkeit durch Braunfäule nahe Kern vermindert, schließlich auch zunehmende Beeinträchtigung der äußeren Zone
05 Seeberalm	Querholz 4	6/6	Festigkeitsminderung im Kernbereich, ansonsten kaum Fäulen oder Stabilitätsverluste

Die Holzqualität am Standort Seeberalm ist v.a. in den Außenbereichen der Rundlinge durchwegs eingeschränkt (z.B. Längsholz 2), während die Kernzonen meist noch intakt sind. Querholz 3 und 4 zeigen Festigkeitsverminderungen primär im Holzkern mit unterschiedlich ausgeprägter Beeinträchtigung der äußeren Zonen (vergl. Tab. 21). Beginnende Braunfäulen mit Farbveränderungen bis zur Hohlraumbildung treten ebenso auf wie Moderfäulen mit mürbem Gewebe. Mit Stabilitätsverlusten an der Holzkonstruktion selbst ist jedoch noch nicht zu rechnen.

Abb. 207: z.T. außen bereits stärker angegriffene Rundlinge (Standort 05 Seeberalm)



Abb. 208: beginnende Braun- sowie Moderfäulen im Holzinneren

14.3 STANDORT 08 GFADENBACH

Bei den Freilegungsarbeiten musste festgestellt werden, dass der Hangrost bis auf die Fußsicherung vollständig verfault ist. Rudimente von Holzpiloten konnten z.T. identifiziert werden, jedoch konnte keines vom Bodensubstrat isoliert werden. Durch die stark fortgeschrittene Zersetzung zerfielen die Holzstücke bei den Spülvorgängen. Die verbliebene Fußsicherung zeigte ebenfalls ausgeprägte Braunfäulen, die z.T. gänzliche Zerstörung der Stammscheiben beim Schneiden veranschaulichte die starken Stabilitätsverluste.

Charakteristisch für die Bohrkurven ist äußerst niedriges Niveau, das sich teilweise auf dem 0-Level bewegt, ohne erkennbare Ausschläge. Hohlräume und äußerst morbides Gewebe ziehen sich über die gesamten Querschnitte.

Tab. 22: Übersicht Holzzustand Standort 08 Gfadenbach

08 Latzfons	Querholz 1	8/6	fortgeschrittene Zersetzung durch Braun- und Moderfäule, starke Stabilitätsverluste, teilweise gänzliche Zerstörung der Baumscheiben
-------------	------------	-----	--

Tab. 23: Reste eines Holzpiloten (Standort 08 Gfadenbach)



Abb. 209: Stark angegriffene ehemalige Fußsicherung des Hangrostes

15 Diskussion

15.1 HOLZKONSTRUKTIONEN

15.1.1 Holzzustand

Die Holzproben von Standort 03 (Saldurbach) und 05 (Seeberalm) waren durchwegs fortgeschrittenen Fäuleprozessen unterworfen. Braun- und Moderfäulen verursachten häufig Würfelbruch und Hohlraumbildung, Gewebeveränderungen führten zu Festigkeits- und Widerstandsverlusten. Am 25-jährigen Standort 08 (Gfadenbach) war die Holzkonstruktion bereits bis auf die Fußsicherung vollständig verfault. Der verbliebene halbierte Rundling, der als Fußsicherung diente, war ebenfalls stark angegriffen und in seiner Stabilität wesentlich gefährdet.

Im Gegensatz zu den Vorjahresuntersuchungen (vergl. STANGL & TESARZ, 2003, S. 67ff) widerspiegelten die Resistografenbohrungen den Holzzustand bis auf wenige Ausnahmen sehr gut. Niedrige Kurvenniveaus mit geringen Ausschlägen wiesen eindeutig auf geringen Widerstand und somit verminderte Holzqualität hin. Bereiche fortgeschrittener Zersetzung mit starker Hohlraumentwicklung waren am Bohrgang durch ein Absacken des Kurvenlevels meist gut ersichtlich.

Aufgrund der fortgeschrittenen Fäule wiesen die Stammscheiben relativ einheitliche Muster im Holzquerschnitt auf. Die Gefahr, dass bei nur einem Bohrgang Bereiche unterschiedlicher Qualität von der Nadel nicht getroffen werden, ist dementsprechend verhältnismäßig gering. Einzelbohrungen an Holz mit weniger stark fortgeschrittenen Fäulestadien wie die Proben von 2003 (STANGL & TESARZ, 2003, S. 67ff) hingegen sind unter Umständen nicht repräsentativ für den Querschnitt oder das Gesamtholz, was bei den diesjährigen Untersuchungen kein Problem darstellte. Dennoch besteht bei der Interpretation von Einzelbohrungen ohne Verifizierung durch optische Analysen der Holzscheiben die Gefahr der Fehleinschätzung des Gesamtzustandes und kann daher nicht empfohlen werden.

Nach den Beobachtungen von NOETZLI (2002, S57ff) und STANGL & TESARZ (2003, S. 101ff) ist bei durchwegs feuchtem Milieu, wie es häufig im Hanginneren herrscht, der Abbau durch Fäuleerreger weniger rasch als in Bereichen starker Wechselfeuchten. Das Holz der Hangroste liegt nahe der Bodenoberfläche. Je nach Konstruktionsprinzip ragen die Querhölzer meist aus dem Boden heraus, die Längshölzer befinden sich nur bei sehr guter Einbindung in den Boden und daher ebenfalls selten unterhalb der Substratoberfläche. Das Holz ist im Übergangsbereich Boden-Luft witterungsbedingten und standortabhängigen, z.T. stark wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen ausgesetzt. Die fehlende konservierende Wirkung anaerober Milieus erklärt die durchwegs verminderte Holzqualität an den untersuchten Standorten.

Die Holzfäulen waren sowohl über die Längen der Rundhölzer als auch über die Hangroste verhältnismäßig einheitlich verteilt. Einzelne Rundlinge fielen durch besonders schlechten Zustand auf, was sich allerdings nicht durch ihre räumliche Position erklären lässt. Vermutlich war die Holzqualität bereits beim Einbau stärker herabgesetzt als bei den übrigen.

Bis auf die jüngsten Hangroste wurden auf allen Standorten an einzelnen Hölzern Einbußen in der Holzqualität beobachtet, die sich z.T. durch starke Vermorschung an den Holzoberflächen, z.T. durch offene Bruchstellen äußerten. Stabilitätsverluste der Gesamtkonstruktionen oder der gesicherten Hänge, die auf die durch Fäulen verminderte Holzqualität zurückzuführen, sind jedoch nicht wahrgenommen.



Abb. 210: Freiliegendes Holz unterliegt rascheren Zersetzungsprozessen als vergrabenes Holz (Standort 05 Seeberalm)

Abb. 211: Fortgeschrittene Holzfäule in unmittelbarer Umgebung von Metallelementen



Abb. 212: Starke Holzzersetzung an einem Längsholz (Standort 03 Saldurbach)

15.1.2 Bauprinzip

Die Konstruktionen an den untersuchten Standorten präsentierten sich äußerst unterschiedlich. Die Fußsicherungen variierten von einfachen Rundhölzern bis zu massiven Holzkrainerwänden, die z.T. mit großem Abstand zum Hangrost nicht unmittelbar als Fußstütze dienen konnten. Die Verlängerung der Querhölzer reichte von reichlich langen Überlappungen über Blattstoß bis zu geradem Stoß, sowohl mit als auch ohne Pilotenverankerung. An manchen Standorten waren die Längshölzer den Querhölzern in gleicher Ebene aufgesetzt (vergl. Abb. 217), an anderen wiederum waren die Querhölzer den Längshölzern aufgenagelt wie FLORINETH (2004, S. 181) es beschreibt. Punktuell wurden die Hangroste des öfteren in doppelter Bauweise ausgeführt. Die Stabilität der Hangroste war in erster Linie bei auffällig unkorrekter Bauausführung beeinträchtigt. Darunter fallen folgende Mängel:

- **Stückelungen und/oder zu geringe Überlappungen:** Gerader Stoß als Verbindung von Querhölzern erweist sich als ungünstig, da die Rundlinge sehr leicht gegeneinander verschoben werden. In jedem Fall sollten allerdings beide Enden durch Piloten gestützt werden. Kurze Verbindungsstücke können ebenfalls nicht empfohlen werden. Wenn Verbindungen notwendig sind (z.B. zwischen 2 Hangrosten), sollte der Überlappungsbereich ausreichend lang sein, die Verbindung der Querhölzer sollte alternierend sein.
- **Keine Pilotenverankerung:** Trotz guter Überlappung ohne Pilotensicherung kommt es leicht zum Abrutschen der Rundlinge schon bei minimalen Bewegungen im Hang und v.a. bei größeren Geländesetzungen, allerdings auch bereits nur durch die Schwerkraft. Eine gute Verankerung im Hang, an der der Hangrost gleichsam „aufgehängt“ wird, leistet einen wesentlichen Beitrag zur Stabilität des Hangrostes. Die Pilotensicherung stellt die „3. Dimension“ des Hangrostes dar, ohne ihr rutscht das Holzgitter oberflächlich ab.
- **Fehlende oder nicht ausreichende Fußsicherung:** GRAY & SOTIR (1996, S. 253f) beschreiben den Hangrost als eine sich selbst vom Fuß aus tragende Konstruktion und schlagen als Fußsicherung am Böschungsfuß Steinfüllungen für Drainagezwecke vor. Sie weisen darauf hin, dass eine stabile, tragfähige Fußsicherung umso wichtiger ist, wenn sich der Hangrost nicht am Böschungsfuß sondern im Mittel- oder Oberhang befindet. FLORINETH (2004, S. 180) empfiehlt ein starkes Rundholz oder eine doppelwandige Krainerwand, geht allerdings auf die Lage im Mittelhang nicht ein. Grundsätzlich können als Fußsicherung verschiedene Konstruktionen eingesetzt werden, in jedem Fall müssen sie aber ausreichend fundiert sein, und der Hangrost soll ihnen direkt aufliegen.
- **Zu geringe Integration in die Hangoberfläche bzw. zu geringe Anpassung an den Hang:** Unterspülungen werden bei Einsatz von doppelten Querhölzern, wenn auch nur punktuell, recht gut vermieden. Das Holz reicht weiter in das Bodensubstrat hinein. Von oben abrutschendes Material wird in der Regel gut vom darunter liegenden Querholz aufgefangen. Generell gilt, je tiefer das Holzgitter in den Boden integriert wird und je besser es der Hangmorphologie angepasst ist, umso stabiler bleibt die Konstruktion.

Auch wenn dem Hangrost an sich keine tragende Rolle als Stützkörper zugeschrieben wird, so hat er immerhin die Aufgabe, die Pflanzeneinlagen zu stützen. Gerade in den ersten Jahren ohne ausreichende Bewurzelung trägt die Holzkonstruktion wesentlich zur Stabilität der Sanierung bei.

Das Beispiel Hangrost 02 am Standort 06 Oberpfragl veranschaulicht, warum fehlerhafte Bauweise rasch zu deformierenden Schäden führen kann (vergl. Kap. 9). Der am Oberhang gebaute Hangrost war an jenen Bereichen abgesackt, wo die Überlappung an zweifelhaften Verbindungsstellen unzureichend war. Da Pilotenanker fehlten, gab der gesamte obere Teil des Hangrostes dem Druck nach. Zur Fußsicherung mitten im freien Hang dienten nur doppelte Querhölzer, die dem Gewicht nicht standhalten konnten und nachweislich anhand von Bildmaterial bereits im ersten Jahr nach der Errichtung nachgestützt werden mussten (s. Abb. 84, Abb. 86 und Abb. 213).

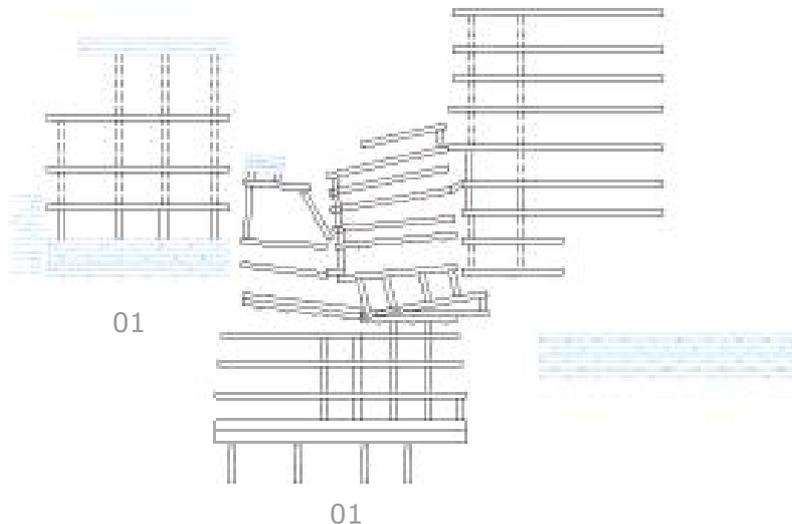


Abb. 213: Hangroste 01, 02 und 03 am Standort 06 Oberpfragl im Sommer 2004

Der Hangrost am Standort 07 St. Martin ist ein gutes Beispiel für korrekte Bauweise. Ausreichende Überlappungen mit weitgehend konsequenter Verankerung mittels Piloten, sowie gute Anpassung in den Hang (s. Abb. 90) verleihen dem mittlerweile 20-jährigen Hangrost nach wie vor hohe Stabilität. Dort, wo die Verankerung fehlt, treten Bruchstellen bei den Verbindungen der Querhölzer auf. Ein Teil des Hangrostes sowie die Vegetation ist durch Erosionen ausgehend von der Böschungskante dennoch nach unten gerissen worden. Die Querhölzer wurden dabei jedoch nur bis zur nächsten Verbindungsstelle mitgerissen. Aufgrund korrekter Pilotenverankerung blieben die anschließenden Querhölzer stabil und wurden nicht verschoben.

Mangelhafte Bauausführung ist als der Hauptfaktor für potentielle Instabilitäten zu sehen. Die Weitergabe der vorliegenden Ergebnisse und die Schulung der Vorarbeiter und Arbeiter zur Vermeidung von möglichen Schwachstellen wird an dieser Stelle empfohlen.

Abb. 214: Ausreichende Überlappung ohne Pilotensicherung (Standort Karlinbach)



Abb. 215: Ausreichende Überlappung mit korrekter Pilotensicherung (Standort Karlinbach)

Abb. 216: Keine Überlappung der Querhölzer ohne Pilotensicherung (Standort Saldurbach)



Abb. 217: Längsholz auf Querholz aufgesetzt (Standort Oberglaneggalm)

15.2 VEGETATION

15.2.1 Gehölzstrukturen

Die Befpflanzung der untersuchten Hangroste war nur zum Teil entsprechend dem ingenieurbiologischen Bautyp mit Asteinlagen bzw. bewurzelten Gehölzeinlagen (vergl. Kap. 4 bis Kap. 11) erfolgt. Großteils wurden nur die Zwischenfelder der Hangroste mittels Einzelpflanzungen begrünt. Dementsprechend unterschiedlich präsentierten sich die Bestände.

An den Hangrosten 02 und 03 vom Standort 06 Oberpfragl sowie Standort 07 St. Martin konnten Einlagen eindeutig nachgewiesen werden. Typisch für die flächigen Bestände, die bereits Kronenschluss jedoch bei unterschiedlicher Deckung aufwiesen, sind hohe Individuenzahlen. Am Standort 08 Gfadenbach wurden ebenfalls Einlagen identifiziert. Aufgrund der Bauarbeiten der Wildbach- und Lawinenverbauung Südtirol waren die Bäume noch vor den Evaluierungsarbeiten auf den Stock gesetzt worden, weswegen nur eingeschränkte Informationen über die Bestandescharakteristik zur Verfügung stehen.

Am nur 3-jährigen Standort 01 Velterbach sind die Strukturen aus den Asteinlagen dem Alter entsprechend noch linienhaft. Die Gehölze sind im allgemeinen gut angewachsen und in ihrer Entwicklung nicht beeinträchtigt. Am Standort 02 Karlinbach und Standort 03 Saldurbach konnten Einlagen nur in den Holzkrainerwänden, die als Fußsicherung dienten, festgestellt werden. Die Zwischenfelder wurden z.T. mit doppelten Reihen bepflanzt.

Abb. 218: Einlagen von Traubenkirschen und Bergahorn am erst 3-jährigen Standort 01 Velterbach (Sommer 2004)



Abb. 219: Schütterer Bestandesstruktur durch Bepflanzung, mit wenig Verjüngung im Unterwuchs am Standort 03 Saldurbach (Sommer 2004)

Im allgemeinen sind die Bestände stabil und in gutem Zustand. An den Traubenkirschen wurde häufig der Fichtenzapfenrost festgestellt, während sonstige Schäden primär auf Insektenfraß und Wildverbiss zurückzuführen sind. Keiner der genannten Standorte ist jedoch auffallend gefährdet. Auf Standort 07 St. Martin tragen die natürlich gekeimten Lärchen, Wacholder, Birken und Fichten wesentlich zur Charakteristik des Bestandes bei. Natürlicher Bruch an den lichtliebenden Weiden und Erlen erhöht den Totholzanteil, insgesamt erfreut sich der Bestand hier nur mäßiger Vitalität.

Standort 04 Oberglaneggalm und Standort 05 Seeberalm, die knapp über bzw. an der Waldgrenze liegen, wurden ausschließlich mit Grünerlen begrünt, wobei dazu auch nur auf Standort 04 Asteinlagen verwendet wurden. Beide Standorte sind aufgrund ihrer Almnähe massiven Verbissen durch Ziegen ausgesetzt. Die Erlen auf Standort 04 werden vom täglich vorbeigetriebenen Weidevieh bis unterhalb Kniehöhe abgefressen, auf Standort 05 ist die Situation aufgrund des Parkplatzes etwas entschärft, immerhin wurden hier Höhen bis knapp über 1 m gemessen. Wegen der hohen Regenerationsfähigkeit der Erlen reagieren diese auf beiden Standorten mit starker Verzweigung und Vieltriebigkeit, sind jedoch geprägt von unregelmäßigem, kümmerlichem Wuchs.

Anhand der Vegetationsanalysen kommt zum Ausdruck, dass das Verjüngungspotential bei der reinen Gehölzpflanzung wesentlich geringer ist als bei Asteinlagen im Lagenbau. Während sich diese durch Verstärkung der vegetativen Vermehrbarkeit des Muttersprosses und Förderung der Mehrtriebigkeit permanent verjüngen, ist die Verjüngung von Pflanzungen abhängig von der Samenreife und der Keimung bzw. von Wurzelausläufern und tritt erst deutlich zeitversetzt ein. Die Entwicklung zu dichten Beständen wird dementsprechend verzögert.

Die Krautschicht ist auf den Standorten Saldurbach, Oberglaneggalm und Seeberalm gut ausgebildet mit Narbenschluss bei den letztgenannten. Auf den übrigen Standorten ist sie oft äußerst spärlich, was unterschiedliche Ursachen hat. Am Standort Velterbach verhindert großteils die Akkumulation erodierten Materials die Entwicklung. Am Standort Karlinbach reißen Erosionen innerhalb des Hangrostes die an sich gut entwickelte Krautschicht immer wieder auf, während auf Standort St. Martin stark verklebtes Lehm- und Tonsubstrat bzw. z.T. dichte Nadelstreu limitierend wirken. Auf Standort Gfadenbach konnte aufgrund der Bauarbeiten die Krautschicht nicht beurteilt werden.

Zu eindeutigen Veränderungen im Artenspektrum kam es an den Standorten 05 Seeberalm und 06 Oberpfragl. Die starke Präsenz von vielen Nässezeigern weist hier eindeutig auf sehr feuchte Hangverhältnisse hin.

Abb. 220: Dichte Krautschicht am Standort Oberglaneggalm (Sommer 2004)



Abb. 221: Erosierte Böschungskante mit übriggebliebenen Piloten am Standort St. Martin (Sommer 2004)

Insgesamt wurden während der Evaluierungsarbeiten auf den sanierten Hängen wenig offene Bereiche bzw. erosive Zonen, die ein Risiko für die Hangsicherheit bedeuten, beobachtet. Nach wie vor problematisch aufgrund der labilen Grabensituation stellt sich Standort Velterbach dar, was in Kap. 4 detaillierter diskutiert wurde. Hier wird empfohlen, eine Sanierung im Zuge eines Gesamtkonzeptes den punktuellen Maßnahmen und Renovierungen der bereits vorhandenen Strukturen vorzuziehen.

Die in Kap. 15.1.2 erwähnten Erosionen, die von der Böschungskante ausgehend Teile des Hangrostes und des Bestandes von Standort St. Martin mitgerissen haben, stellen zur Zeit keine ernsthafte Gefährdung des Hanges dar, sollten allerdings unter Beobachtung bleiben. Größere Akkumulationsbereiche unterhalb der Hangroste am Standort Karlinbach stammen vermutlich noch aus der Zeit vor der Sanierung, da das abgehende Bodenmaterial innerhalb der Hangroste recht gut zurückgehalten wird. Unter Umständen könnte sich hier aber die fehlende Fußsicherung problematisch auf die Gesamtstabilität der relativ steilen und hohen Bachböschung auswirken, v.a. da der Karlinbach hohe Fließgeschwindigkeiten bei hoher Wasserführung aufweist und zusätzlich sehr rasch anschwellen kann.

15.2.2 Wurzelbilder

Die Wurzelgrabungen an *Fraxinus excelsior* am Standort 08 Gfadenbach förderten ein beeindruckend dicht verzweigtes und weit in den Hang hineinreichendes Wurzelwerk zutage. Ausgehend von der Sprosseinlage, der die Funktion einer Hauptwurzel zukommt, bildeten sich z.T. recht kräftige Adventivwurzeln*. Durch häufige Verwachsungen entstand ein dichter Verbund, der nicht nur feines Bodensubstrat ausgezeichnet zurückhält, sondern durch die zentrale Lage der „Hauptwurzeln“ im Hang den verfügbaren Bewurzelungsraum optimal ausnutzt.

Die Primärwurzeln der Gehölzeinlagen sind nicht mehr differenzierbar, vermutlich lässt ihre Entwicklung nach, sobald das Adventivwurzelnwachstum einsetzt. An gut der Hälfte der freigelegten Individuen wurden bereits Sprosswurzeln* festgestellt, wobei ihre Durchmesserentwicklung jener der Adventivwurzeln* hinterherhinkt.

Abb. 222: Wurzelkollektiv von *Fraxinus excelsior* aus Einlagen (Standort Gfadenbach, Somemr 2004)



Abb. 223: Die Sprosseinlagen bilden die horizontal orientierte „Hauptwurzel“ von *Fraxinus excelsior* (Standort Gfadenbach, Sommer 2004)

KUTSCHERA & LICHTENEGGER (2002, S. 539ff) erwähnen, dass *Fraxinus* an mit Erde bedeckten Trieben auch sprossbürtige Wurzeln bildet. Sie beschreiben das Wurzelbild von Eschen als breit tellerförmig mit besonders hoher Feinverzweigung. Hervorgehoben wird die große seitliche Reichweite, die Polwurzel hebt sich im Alter von den stocknahen Herzwurzeln in ihrer Größe nicht mehr ab. Die sprossbürtigen Wurzeln der untersuchten Eschen sind noch verhältnismäßig schwach ausgebildet, ein charakteristisches Muster lässt sich noch nicht ablesen.

An bis zu 50-jährigen Grau- und Grünerlen beobachteten STANGL (2003, S. A37) und MAYERHOFER (2003, S. 53ff) verhältnismäßig wenig Adventivwurzeln* entlang der Einlage, während die gut ausgeprägten Sprosswurzeln* die artspezifische Wurzelcharakteristik zeigte. Sie vermuten, dass die Bildung von Adventivwurzeln* an den Erlen stagniert, sobald das Wachstum der sprossbürtigen Wurzeln einsetzt. An den bis zu 19-jährigen Eschen ist die Adventivwurzelnbildung* definitiv stärker ausgeprägt als die der sprossbürtigen Wurzeln.

* Differenzierung der Spross- bzw. Adventivwurzeln s. S. 4

Bei Wurzelverwachsungen, wie sie bei Eschen des öfteren nachgewiesen wurden, kommen nach POLOMSKI (1998, S. 154ff) Nährstoffaufnahmen der einzelnen Wurzeln dem gesamten Kollektiv zugute. Die Kollektivpartner konkurrieren somit nicht untereinander, sondern profitieren durch die gemeinsame Nutzung für die Biomasseentwicklung. Die durchwegs gleichwertigen Verbundindividuen der freigelegten Eschen bestätigen diese Aussagen, während dazwischengelagerte Einzelindividuen ganz offensichtlich unter dem Konkurrenzdruck leiden. Diese Beobachtungen rechtfertigen den engen Abstand der eingelegten Gehölze beim Lagenbau, der oft propagiert, aber ebenso häufig aufgrund des hohen Aufwandes an Pflanzenmaterial kritisiert wird. Zahlreiche Wurzelverwachsungen wurden auch an Grauerlen in Holzkrainerwänden bei den Vorjahresuntersuchungen (STANGL & TESARZ, 2003, S. 57) festgestellt. Hoher Ausfall von Individuen durch gegenseitiges Bedrängen der Pflanzeneinlagen kann anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden.

An den Standorten 03 Saldurbach und 05 Seeberalm wurden an den freigelegten Wurzelkörpern keine Asteinlagen identifiziert. Die Gehölze stammen ausschließlich aus Pflanzungen. Jedoch wurden die Salweiden aus kleinen Steckhölzern gezogen und anschließend verpflanzt. Die etwa 10 cm langen Steckhölzer waren vertikal ausgerichtet, wodurch eine arttypische Polwurzel (vergl. KUTSCHERA & LICHTENEGGER, 2002, S. 509ff) fehlte. Die Wurzelbilder der 3 untersuchten Individuen von *Salix caprea* präsentierten sich äußerst unterschiedlich mit z.T. beachtlicher Längenausdehnung, z.T. war der Wurzelkörper auf einen stark wurzelfilzigen zentralen Bereich reduziert.

Sorbus aucuparia zeigt einzelne, ihrer Art entsprechende Merkmale bei unterschiedlicher Ausprägung, ein charakteristisches Wurzelbild ist jedoch nicht zu erkennen. Wenig verzweigte, weitreichende seitliche Ausdehnung tritt ebenso auf wie Konzentration der Wurzelverzweigungen im stocknahen Bereich.

Die Wurzelbilder der stark verbissgeschädigten *Alnus viridis* am Standort 05 Seeberalm sind verhältnismäßig einheitlich. Der Wurzelraum beschränkt sich im Wesentlichen auf das jeweilige Sprossvolumen, die für Grünerlen typische Ausbildung eines weitreichenden, oberflächennahen dichten Wurzelnetzes ist nicht zu erkennen. Die Grünerlen müssen ihre gesamte Energie in die Regeneration der immer wieder abgenagten oberirdischen Sprossteile legen und reagieren mit Vieltriebigkeit und starken Verzweigungen. Wenn sich die Verbissituation nicht ändert, ist nicht zu erwarten, dass die Ausprägung des Wurzelraumes die altersgemäße Entwicklung annehmen wird. Zusätzlich nachteilig ist, dass für die Begrünung keine Gehölzeinlagen verwendet wurden. Eine tiefgründige Armierung der Bodenschichten fehlt, die Bepflanzung ist außerdem sehr unregelmäßig.

Abb. 224: Wurzelwerk von *Sorbus aucuparia* (gepflanzt, 7 J.) im Hang (Standort Saldurbach, Sommer 2004)



Abb. 225: Wurzelraum von *Alnus viridis* (gepflanzt, 6 – 8 J.) im Hang (Standort Seeberalm, Sommer 2004)

Zweck der Asteinlagen ist die Erhöhung der Hangstabilität durch mechanische Bewehrung vor allem in den Anfangsjahren einer Sanierung. Die Tiefenwirkung der Asteinlagen ist erforderlich, da sie in erster Linie die Funktion eines mechanischen Elements ausüben. Je länger und dicker die Einlagen sind und je dichter sie gelegt werden, umso größer wird der mechanische

Wirkungsgrad und umso besser können die Schütt- bzw. Lockermaterialien mit dem Ausgangsmaterial verzahnt werden. Autoren geben für die Einlagen Durchmesser bis zu Armdicke und Längen von mindestens 1 m an (GRAY & SOTIR, 1996, S. 252; SCHIECHTL & STERN, 1992, S. 19), wobei sie unterschiedliche Vorschläge zur Reihenanzahl der Lagen machen (vergl. Kap. 2). Anhand der vorliegenden Ergebnisse wird empfohlen, die Länge der Pflanzeinlagen zumindest nach der Tiefe des Aushubs bzw. des offenen Bodenkörpers zu wählen.

Abb. 226 veranschaulicht, dass Holzgitter alleine nicht ausreichen, um labile Hangbereiche zu stützen. Hangroste stellen nur durch die Kombination von Holz mit dem Lagenbau eine effektive Stabilisierungshilfe für steile Oberflächen dar, wobei eine flächenhafte Sicherung mit hervorragender Tiefenwirkung erzielt werden kann. Die stabilisierende Wirkung der Wurzeln wird durch den Lagenbau gefördert. Die Verwendung von Asteinlagen bzw. bewurzelten Gehölzeinlagen sollte reinen Gehölzpflanzungen in jedem Fall vorgezogen werden.

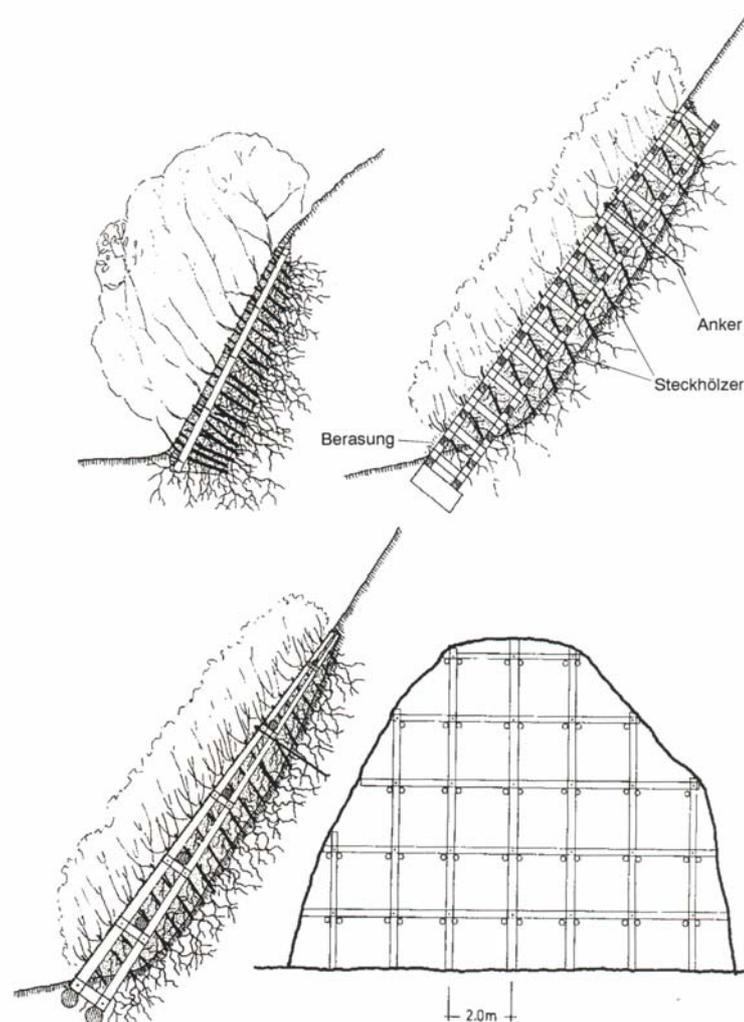


Abb. 226: Schematischer Aufbau verschiedener Hangrosttypen (nach SCHIECHTL & STERN, 1992, S. 111)

16 Literatur

- 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).
- MAYERHOFER P. (2003): Vergleichende Untersuchungen an Heckenbuschlagen bei Inzing und Götzens / Tirol. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien (A).
- NOETZLI K.P. (2002): Ursachen und Dynamik von Fäulen an Holzkonstruktionen im Wildbachverbau. Dissertation, ETH Zürich (CH).
- POLOMSKI, J. & KUHN N. (1998): Wurzelsysteme. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Verlag Haupt, Bern, Stuttgart, Wien (D/A).
- SCHIECHTL H.M. & STERN R. (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau. Österreichischer Agrarverlag Wien (A).
- SGN – SERVIZIO GEOLOGICO NATIONALE (1976 – 1983): Carta Geologica d'Italia, Fogli 1-4a, Scala 1:100.000 (I).
- 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. & 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).
- Karte aus dem Tirol-Atlas: Tirol Geologie mit Tektonik, M 1:300.000. Institut für Geographie/Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck (A).
- Technischer Bericht des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung: Biologisch – hydraulische Arbeiten in der Gemeinde Laas (1984).