

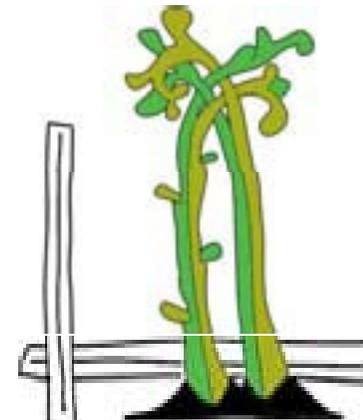
# Untersuchung von Pilotenwänden zur Hangsicherung in Südtirol

Diplomarbeit eingereicht von

**Doris Christine Astleitner**

Betreuer\_ O.UNIV. PROF.DR. Florin Florineth

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



Wien, März 2008



danke mum und dad für eure ungebrochene unterstützung und den glauben an mich



danke Herr prof. florineth für die betreuung dieser diplomarbeit



danke liebe babsi für die schöne gemeinsame unizeit und vor allem für deine freundschaft



danke daniel dass du immer für mich da bist und mir geduldig computertechnische fragen beantwortest



danke an stefan und ewald für somanchen guten rat

1	ZUSAMMENFASSUNG	6	6.2.3.1	Alternativen	19
			6.2.3.1.1	Acetylierung	19
2	ABSTRACT	6	6.2.3.1.2	Melaminharzvergütung	19
			6.2.3.1.3	Thermische Modifizierung	19
3	EINLEITUNG	7			
4	ZUM GELEIT: INGENIEURBIOLOGIE	9	6.3	Hang und Boden	20
			6.3.1	Massenbewegungen	20
5	RELEVANTER BAUTYP: DIE PILOTENWAND	10	6.3.2	Verwitterung	20
6	THEMATISCHE EINFÜHRUNG	11	7	BESCHREIBUNG DER STANDORTE	22
6.1	Verwendung von Gehölzen in der Ingenieurbiologie	11	7.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	23
6.1.1	Technische Gehölzeigenschaften	11	7.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	24
6.1.2	Biologische Gehölzeigenschaften	11	7.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	25
6.1.3	Eingesetzte Gehölze in der Ingenieurbiologie	12	7.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	26
			7.5	Standort 5 St. Martin LAAS	27
6.2	Verwendung von Rundholz in der Ingenieurbiologie	15	7.6	Standort 6 MERAN 2000	28
6.2.1	Ingenieurbiologisch relevante Eigenschaften von Holz	15	7.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	30
6.2.1.1	Dichte des Holzes	15			
6.2.1.2	Härte des Holzes	15			
6.2.1.3	Elastizität des Holzes	15	8	UNTERSUCHUNG DER GEHÖLZE	31
6.2.1.4	Festigkeit des Holzes	16			
6.2.1.5	Feuchtigkeit des Holzes	16	8.1	Methodik der Gehölzaufnahme	31
6.2.2	Ingenieurbiologisch relevante Holzdiagnosemethoden	16	8.2	Ergebnisse der Gehölzaufnahme	33
6.2.2.1	Fraktometermethode	16	8.2.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	33
6.2.2.2	Der PICUS <sup>®</sup> -Schalltomograf	17	8.2.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	36
6.2.2.3	Impulshammermethode	17	8.2.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	39
6.2.2.4	Mykologische Analyse	17	8.2.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	41
6.2.2.5	Der Resistograph	18	8.2.5	Standort 5 St. Martin LAAS	44
6.2.3	Holzimprägnierungen und deren Umweltproblematik	18	8.2.6	Standort 6 MERAN 2000	47

8.2.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	47	9.2.2.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	76
8.3	Diskussion der Ergebnisse zur Gehölzuntersuchung	49	9.3	Diskussion der Ergebnisse der Rundholzuntersuchungen	76
8.3.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	49	9.4	Vergleich der Ergebnisse nach holzzustandsrelevanten Faktoren	79
8.3.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	52	9.4.1	Auswertungen auf Basis von Excel 2003	80
8.3.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	53	9.4.1.1	Vergleichsfaktor BAUJAHR	80
8.3.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	54	9.4.1.2	Vergleichsfaktor INKLINATION	80
8.3.5	Standort 5 St. Martin LAAS	57	9.4.1.3	Vergleichsfaktor SEEHÖHE	81
8.3.6	Standort 6 MERAN 2000	58	9.4.1.4	Vergleichsfaktor EXPOSITION	82
8.3.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	59	9.4.1.5	Vergleichsfaktor BOHRUNGSPPOSITION	83
9	UNTERSUCHUNG DER RUNDHÖLZER	60	9.4.1.6	Vergleichsfaktor HOLZART	83
9.1	Methodik und Bohrungskonzepte	60	9.4.1.7	Vergleichsfaktor GEHÖLZBEWUCHS	84
9.2	Ergebnisse der Rundholzuntersuchung	61	9.4.1.8	Vergleichsfaktor LAGE	85
9.2.1	Deskriptive Beschreibung der Bohrstreifen	61	9.4.2.	Auswertungen auf der Basis von SPSS 16.0	86
9.2.1.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	61	9.4.2.1	Vergleichsfaktor BAUJAHR	87
9.2.1.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	63	9.4.2.2	Vergleichsfaktor INKLINATION	87
9.2.1.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	64	9.4.2.3	Vergleichsfaktor SEEHÖHE	88
9.2.1.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	66	9.4.2.4	Vergleichsfaktor EXPOSITION	88
9.2.1.5	Standort 5 St. Martin LAAS	67	9.4.2.5	Vergleichsfaktor BOHRUNGSPPOSITION	88
9.2.1.6.	Standort 6 MERAN 2000	69	9.4.2.6	Vergleichsfaktor HOLZART	89
9.2.1.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	70	9.4.2.7	Vergleichsfaktor GEHÖLZBEPFLANZUNG	89
9.2.2	Visuelle Aufarbeitung der Bohrungsergebnisse	73	9.4.2.8	Vergleichsfaktor LAGE	90
9.2.2.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	73	9.4.3	Diskussion und Vergleich der Ergebnisse nach holzzustandsrelevanten Faktoren mit unterschiedlichen Auswertungsverfahren	90
9.2.2.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	73			
9.2.2.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	74			
9.2.2.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	74			
9.2.2.5	Standort 5 St. Martin LAAS	75			
9.2.2.6	Standort 6 MERAN 2000	75			

10	UNTERSUCHUNG DER WIRKSAMKEIT VON PILOTENWÄNDEN ZUR HANGSICHERUNG	91	12.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	117
			12.5	Standort 5 St. Martin LAAS	117
			12.6	Standort 6 MERAN 2000	118
			12.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	118
10.1	Methodik: Untersuchung der Wirksamkeit von Pilotenwänden zur Hangsicherung	91	13	RESÜMEE	119
10.2	Ergebnisse: Untersuchung der Wirksamkeit von Pilotenwänden zur Hangsicherung	92	14	LITERATURVERZEICHNIS	120
10.2.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	92	15	ANHANG	124
10.2.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	95	15.1	Beschreibung der Ellenberg'schen Zeigerwerte	124
10.2.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	97	15.2	Liste Bohrungspositionen	127
10.2.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	100	15.2.1	Standort 1 Wötzelbraben MATSCH	127
10.2.5	Standort 5 St. Martin LAAS	103	15.2.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	127
10.2.6	Standort 6 MERAN 2000	106	15.2.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	127
10.2.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	109	15.2.4	Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN	128
11	DISKUSSION DER GESAMTERGEBNISSE	112	15.2.5	Standort 5 St. Martin LAAS	128
11.1	Gehölze	112	15.2.6	Standort 6 MERAN 2000	128
11.1.1	Allgemeine Schlussfolgerungen Gehölze	113	15.2.7	Standort 7 Kalchofen LÜSEN	129
11.2	Rundholz	114	15.3	Bohrstreifenbeschreibungen von Bohrungen ohne Stammscheibe	129
11.2.1	Allgemeine Schlussfolgerungen Rundholz	114	15.4	Aufnahmebögen	160
11.3	Hang und Boden	114	15.4.1	Gehölzaufnahmebogen	160
11.3.1	Allgemeine Schlussfolgerungen Hang und Boden	114	15.4.2	Hangansprache	160
12	PFLEGE- UND SANIERUNGSEMPFEHLUNGEN	115			
12.1	Standort 1 Wötzelgraben MATSCH	115			
12.2	Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH	115			
12.3	Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH	116			

# 1 Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Monitoring von Pilotenwänden als ingenieurbioologische Baumaßnahme zur Sicherung flachgründiger Hanginstabilitäten.

Anhand der Untersuchung und des Vergleiches von Pilotenwänden, die sich an sieben ausgewählten Standorten mit unterschiedlichen Standortfaktoren (Alter, Höhenlage, Bauweise, Exposition, Holzart, Inklination, gehölzbepflanzt / nicht gehölzbepflanzt) befinden, wurde die Wirksamkeit dieser ingenieurbioologischen Bauweise zur Sicherung flachgründiger Rutschungen überprüft.

In Form von Gehölzaufnahmen, Hangansprache und Holzzustandsanalysen (Resistograph M 300) konnten Aussagen hinsichtlich der Wirksamkeit dieser eingesetzten ingenieurbioologischen Bauweise getroffen, und Sanierungsvorschläge aufgezeigt werden.

## BAUTYP

Zusammenfassend haben die untersuchten 10-22 Jahre alten Pilotenwände an fünf von sieben Standorten die an sie gestellten Anforderungen erfüllt. An zwei Standorten besteht trotz der unbestrittenen Wirksamkeit dieses Bautyps akuter Sanierungsbedarf.

Maßgeblich für die Wirksamkeit der Pilotenwand ist die richtige Einschätzung des Ausmaßes der Instabilität der Bodenschichten, ein sachgerechter Einbau und eine sinnvolle Dimensionierung.

## PFLEGEINGRIFFE

Neben der Auswahl geeigneter Gehölze, deren Bestand im Laufe der Sukzession an die Umgebungsvegetation herangeführt werden sollte, wird mit Nachdruck auf den besonderen Stellenwert der Pflege hingewiesen, welche auf keinen Fall vernachlässigt werden darf. Pflegeeingriffe wie der Stockschnitt oder die Einzelstammentnahme können

Bestandesentwicklung und Artenzusammensetzung das gewünschte Ziel verleihen.

# 2 Abstract

The thesis presents the results of examinations of „vegetated pile wall“ as a soil-bioengineering-measure to stabilize shallow landslides of 10 - 20 cm depth. The current state of seven locations aged between 14 and 22 years was assessed regarding different parameters like the condition of wood (round timbers), plants and slopes. The importance of this soil-bioengineering-measure is the equilibration between the condition of the wood and plant-development.

The results indicate that five of the seven assessed slopes were stable in summer 2006.

Wood of the age between 10 - 22 years of nearly all constructions was partly decayed by fungi, which caused a loss of stability. If the grove fouling became vital, soil can be stabilised also after the vegetated pile walls decay.

Insufficient stabilities of the „vegetated pile walls“ are mainly caused by careless construction and maintenance of plants.

### 3 Einleitung

Ziel des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur Wien ist es, im Rahmen einer mehrjährigen Untersuchungsreihe einen Großteil ingenieurbiologischer Bautypen, einerseits im Rahmen von Bachelorarbeiten oder in Form von Diplomarbeiten zu erheben und auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Im Zuge dieses seit 2003 laufenden Projektes konnten bereits Untersuchungen an Holzk-rainerwänden, Hangrosten, Heckenbuschlagen und Weidenspreitlagen durchgeführt werden.

Die Schwerpunkte dieser Diplomarbeit liegen in der Bewertung der be-pflanzten Pilotenwände hinsichtlich Artenzusammensetzung und Vita-lität des Gehölzbestandes, dem Zustand des Hilfsstoffes Holz und der Stabilität des Hanges.

Die Erhebungen, die der vorliegenden Diplomarbeit zu Grunde liegen, wurden im Juli und September 2006 an 7 verschiedenen Standorten in Südtirol mit entsprechend eingebauten Pilotenwänden durchgeführt.

Um eine alters- und standortfaktorenabhängige Entwicklung der Bau-werke und des Gehölzbestandes, in die Bewertung miteinzubeziehen, wurden die auf den sieben Standorten aufgenommenen Pilotenwände in 3 Altersklassen eingeteilt, sowie nach standortbezogenen Eigen-schaften in Kategorien eingeteilt.

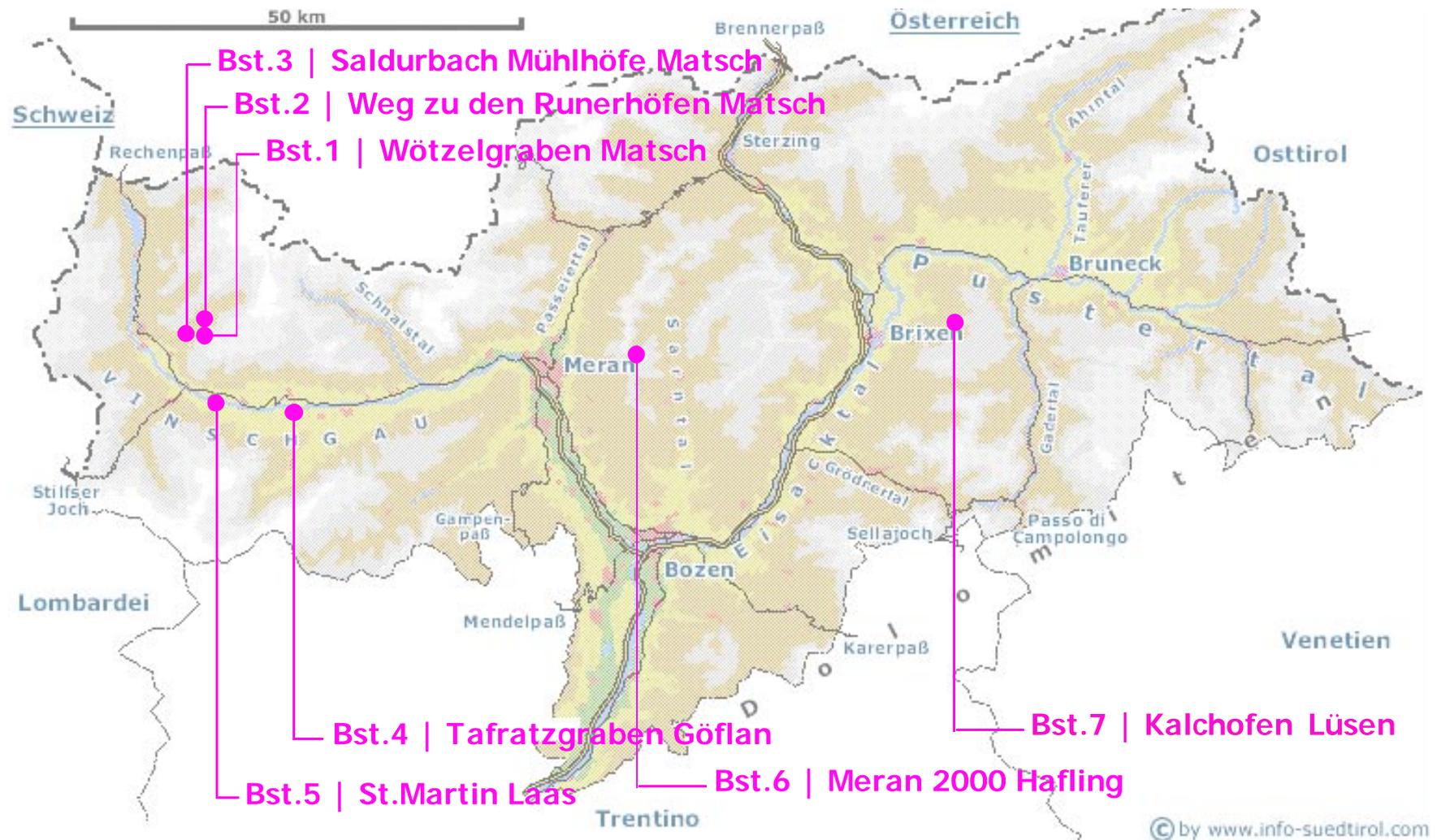
Tab 1: Einteilung der Standorte in Kategorien

	Baujahr	Standortnummern
Kat.1	10-14 Jährige Pilotenwände	2, 3
Kat.2	15-18 Jährige Pilotenwände	4, 7
Kat.3	19-22 Jährige Pilotenwände	1, 5, 6
	Inklination	
Kat.1	45-50 °	1, 4
Kat.2	51-55°	5, 6
Kat.3	56-60°	2, 3, 7
	Seehöhe m ü. M.	
Kat.1	1000-1333	4, 5
Kat.2	1334-1666	1, 2, 3
Kat.3	1667-2150	6, 7
	Exposition	
Kat. 1	S	6
Kat. 2	N	1, 2, 3, 7
Kat. 3	O	5
Kat. 4	W	4

Die Standorte befinden sich mit einer Ausnahme (Standort 7 Kalchofen Lüsen, Lüsental) in der westlichen Landeshälfte Südtirols. Die genaue geografische Verteilung der Standorte ist auf der folgenden Abbildung 1 (S.8) ersichtlich.

Die Erhebungen sind im Juli und September 2006 vor Ort durchgeführt worden. Die weitere Auswertung und Ausarbeitung der Ergebnisse wurde in Wien ab Oktober 2006 vorgenommen.

Abb 1: Lage der 7 Standorte mit den untersuchten Pilotenwänden (<http://info-suedtirol.com/home.htm>; verändert; letzter Zugriff 25.02.2008)



## 4 Zum Geleit: Ingenieurbiologie

Nach BEGEMANN und SCHIECHTL (1994, S. 11) ist es die Aufgabe der Ingenieurbiologie Kräfte in der Landschaft umzuwandeln, abzuleiten oder aufzunehmen, durch biotechnisch geeignete Pflanzen, durch Böden, deren bodenmechanische Eigenschaften durch sie verbessert werden, und durch Wasserbaumaßnahmen, durch die die zerstörende Kraft des Wassers abgewendet wird. Die so entstehenden Pflanzenbauwerke schaffen neue Lebensräume, deren Summe sich in einem ökologisch-mechanischen Wirkungskomplex niederschlägt. Das bewirkt die Erreichung und Erhaltung eines dynamischen Gleichgewichtszustandes, also der angestrebten Stabilisierung.

Das Leitbild von FLORINETH (2004, S. 15) „Die richtige Pflanze am rechten Ort und mit der besten Bauweise“ ist eine Grundregel, die eine/n Ingenieurbiologin/en ein ganzes Leben begleiten sollte, und setzt für deren Umsetzung viel Wissen über die Eigenschaften der Pflanzen in Bezug auf Erosionsschutz, Bodenentwässerung und Standsicherheit, Bodendurchwurzelung, Wurzelform, Wurzel-Spross-Verhältnis, Elastizität und Biegefestigkeit, Auszugwiderstand, Scherfestigkeit, Regenerations- und Stockausschlagfähigkeit, Anpassungsfähigkeit, Überstaubarkeit, vegetative Vermehrbarkeit, Fähigkeit zur Sprosswurzelbildung und ihre ökologischen Fähigkeiten voraus.

Die Pflanze, mit all ihren guten Eigenschaften ist ein genialer lebender Baustoff, der kaum überboten werden kann. Bei richtigem Einsatz durch umfangreiche Kenntnis und Kombination mit anderen Baustoffen, wie Holz, Stein und Geotextilien, ist es möglich natürliche Lebensgrundlagen zu erhalten und gleichzeitig neue zu schaffen.

Ingenieurbioologische Maßnahmen können aber nicht sofort nach deren Fertigstellung eine 100% ige Schutzwirkung bieten, da in der Initialphase

die Pflanzen noch nicht ihren leistungsfähigsten Zustand erreicht haben. Nach BEGEMANN und SCHIECHTL (1994, S. 11) folgt der Initialphase die Stabilisierungsphase, in der evtl. durch Pflegeeingriffe die Arten- und Individuenkonkurrenz zu regeln ist. Die Ziele werden erst in der Permanenzphase erreicht, in der dann ein dynamisch-biologisches Gleichgewicht hergestellt ist.

Werden zur Unterstützung des Pflanzenwachstums Hilfsstoffe wie Holz, Stein und Geotextilien verwendet, haben diese nach FLORINETH (2004, S 116) den Vorteil, dass sie in den ersten Jahren der Initialphase das Wachstum der Pflanzen unterstützen und danach verrotten (mit Ausnahme der Steine), wenn die Pflanze selbst die Sicherungsfunktion erfüllt.

Trotzdem ist die Erarbeitung zuverlässiger rechnerischer Nachweisverfahren für die Standsicherheit durchwurzelter Böschungsf lächen noch lange nicht abgeschlossen, da ein System bestehend aus natürlichen, lebenden Baustoffen und Materialien sich als nur schwer normbar darstellt. Die Ingenieurbiologie ist nach SCHIECHTL und STERN (1992, S. 9) ein interdisziplinäres Fachgebiet, das sich gegenüber Technik und Biologie (die ihr teils mit Ablehnung, teils mit übergroßer Erwartung oder Skepsis gegenüberstehen) durchsetzen und den ihr gebührenden Platz behaupten muß.

## 5 Der Relevante Bautyp: Die bepflanzte Pilotenwand

Die Pilotenwand ist laut FLORINETH (2004, S. 177) eine Maßnahme, die sich zur Sicherung flachgründiger Bodenschichten (10-20 cm tief) an trockenen Hängen eignet.

Ausgenommen auf Mähwiesen, Weiden und im Hochgebirge werden die Pilotenwände mit Gehölzen bepflanzt.

In beiden Fällen stützen laut FLORINETH (2004, S. 178) die mit Holz- oder Eisenpiloten ( $\varnothing$  10-12 cm) befestigten Rundhölzer ( $\varnothing$  18-25 cm) das lockere Erdmaterial. Die Pflanzen unterstützen zusätzlich diese Funktion und sorgen für eine dauerhafte Sicherung.

Angelegt werden Pilotenwände am gesamten Hangabschnitt horizontal, alternierend zueinander oder in Reihen in einem Höhenabstand von 2-4 m.

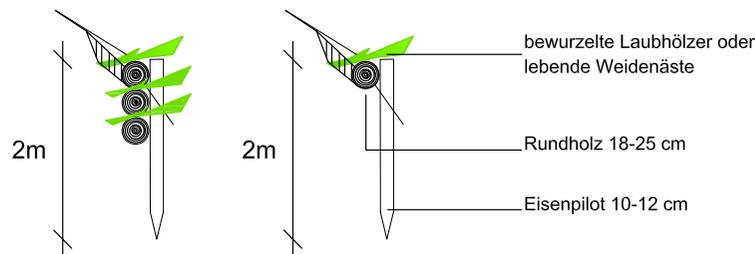


Abb 2: Schnittdarstellung einer „mehreihigen“ und einer „einreihigen“ bepflanzten Pilotenwand

Nach dem Einschlagen von Eisen- oder Holzpiloten (1,5 -2,00 m lang) wird dahinter ein 4-5 m langes Rundholz leicht eingegraben (damit es vom Regen nicht hinterspült werden kann). Ursprünglich wurde zur

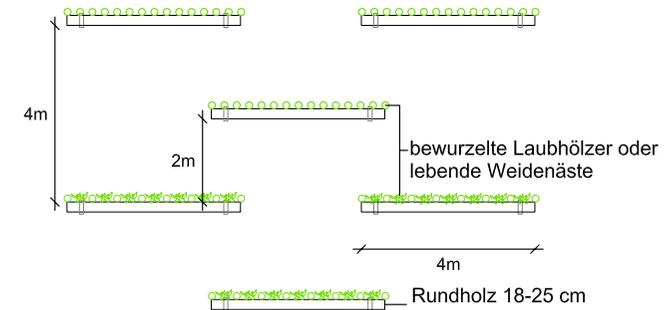


Abb 3: Anordnung der Pilotenwände alternierend am Hang verteilt

Errichtung einer Pilotenwand nicht nur ein Rundholz verwendet, sondern zwei oder drei (vgl. Standort 5 St. Martin Laas), die übereinander gelegt wurden. Eine Bepflanzung kann in diesem Fall auch zwischen den Rundhölzern stattfinden. Durch den fehlenden Hohlraum zwischen den Rundhölzern wird allerdings das Dickenwachstum der Gehölze behindert. Daher wird die „mehreihige“ Pilotenwand nicht empfohlen. auch der Erddruck auf die Piloten wird meist zu stark, was zum Kippen führen kann. Als Alternative wäre anzuführen die bepflanzte einwandige Holzkrainerwand.

Allgemein werden bei der bepflanzten Variante bewurzelte Laubbäume und/oder vegetativ vermehrbare Äste lagenförmig aufgelegt und mit Erde abgedeckt.

Im Idealfall wachsen laut FLORINETH (2004, S. 179) die Gehölze zu starken Buschreihen heran, die zusätzlich von oben herabfallendes Material aufstauen und zurückhalten.

Nach dem Abfallen der Rundhölzer übernehmen die Pflanzen die volle Sicherungsfunktion.

## 6 Thematische Einführung

### 6.1 Verwendung von Gehölzen in der Ingenieurbiologie

#### 6.1.1 Technische Eigenschaften von Gehölzen

„Die Ingenieurbiologie beschreibt die Technik und Verwendung von Pflanzen für Sicherungsarbeiten“.

Dieser Satz, welcher uns IngenieurbiologInnen immer wieder auf ersten Seiten der wissenschaftlichen Literatur zur Ingenieurbiologie begegnet, vergegenwärtigt mit bleibendem Eindruck die Präsenz um das Wissen der technischen Materialeigenschaften von Pflanzen als Basis dieser Wissenschaft.

Pflanzen bedecken die offenen Bodenoberflächen, vermindern und verzögern die Prallwirkung der Niederschläge und verringern somit den Bodenabtrag.

Pflanzenbestände verdunsten je nach Artenzusammensetzung und Aufbau viel Wasser und entwässern den Boden. Diese Abnahme der Bodenfeuchtigkeit bewirkt eine zunehmende Kohäsion der Bodenpartikel, einen höheren Reibungswiderstand (innerer Reibungswinkel), einen geringeren Porenwasserdruck und weniger Gewicht, so dass die Scherfestigkeit und die Standsicherheit von Böschungen und Hängen erhöht werden.

Die Wurzeln der Pflanzen spielen eine wichtige Rolle, diese stützen nicht nur die Pflanze selbst, sondern verankern und verdübeln verschiedene Bodenschichten.

Elastizität und Biegefestigkeit sind vor allem beim Einsatz von Pflanzen an Fließgewässern wichtige Eigenschaften, die eine Pflanze besitzen muss. Hier stellen die Pflanzen Rauigkeitselemente im Abflussquerschnitt dar und reduzieren dadurch lokal die Fließgeschwindigkeit. Nur

durch gezielten Einbau und Pflege können Gehölzbestände flexibel gehalten werden, um durch das überströmende Wasser keinen Schaden zu nehmen und gleichzeitig die Fließgeschwindigkeit des Wassers in Bodennähe hinreichend zu reduzieren. Gleichzeitig wird der Boden geschützt und die geforderte Abflusskapazität gewährleistet.

Viele Pflanzenarten besitzen hohe Auszugwiderstände (Kraft, die erforderlich ist um eine Pflanze aus dem Boden zu reißen), die ein Maß für die Stabilität der Boden-Wurzel-Matrix und damit als festigende Wirkung der Einzelpflanze betrachtet wird.

Die Scherfestigkeit durchwurzelter Böden ist ebenfalls eine Größe, die durch die stabilisierende Wirkung der Pflanzen erhöht werden kann.

Diese wird in  $\text{kN/m}^2$  gemessen und entspricht dem maximalen Seitendruck bei einer Flächenauflast von  $20 \text{ kN/m}^2$ .

(FLORINETH F. 2004, S. 15ff..)

#### 6.1.2 Biologische Eigenschaften von Gehölzen

Gehölze, die in der Ingenieurbiologie eingesetzt werden, besitzen viele spezifische biologische Eigenschaften, die wichtig für ingenieurbiologische Sicherungsmaßnahmen sind. Die Ingenieurbiologie ist eine umfangreiche Materie, die versucht vielfältige Lösungen anzubieten. Dazu braucht es Gehölze, die mit ihren spezifischen Eigenschaften gezielt zur Lösung verschiedenster Problemstellungen beitragen können.

Nach FLORINETH (2004/05 S. 19) werden ingenieurbiologisch relevante Gehölze in folgende Kategorien nach ihren jeweiligen Eigenschaften eingeteilt:

- Anpassungsfähigkeit (Pionierfunktion)
- Regenerationsfähigkeit (Stockausschlag...)
- leichte Verfügbarkeit durch vegetative Vermehrbarkeit
- Überschüttbarkeit (Sprosswurzelbildung)
- Überstaubarkeit (resistent gegen Wasserspiegelschwankungen)

### 6.1.3 Eingesetzte Gehölze

An dieser Stelle werden alle Gehölze nach ihren Eigenschaften und ihrem Standortcharakter angeführt, die im Zuge der Untersuchungen der vorliegenden Diplomarbeit auf den relevanten Standorten vorgefunden worden sind.

#### VERWENDETE WEIDENSTECKHÖLZER

- *Salix purpurea* (Purpurweide):  
Weichholz- Augebüsch, bis 6 m hoch, besonders häufig in Pionierstadien. Periodisch überflutete, meist kalkige Schwemmböden (Schluff – Sand – Kies). Bis 1600 (2300) m ü. d.M., vegetative Vermehrbarkeit bis zu 100 %, geeignetste Weide für ingenieurbioologische Zwecke.

- *Salix myrsinifolia* (Schwarzweide):  
1 -4 m hoher, schlankkroniger, dunkel wirkender Strauch od. Baum, Alpen häufig, Pannon. u. Böhm. sehr selten, (collin) submontan bis montan (subalpin), Fluss- und Bachauen, Grauerlenwälder, Feuchtwiesen, über Silikat- u. Karbonatgesteinen, Gesamtverbreitung Europa bis W- Sibirien, in Gebirgen südlich bis Pyrenäen, N-Appenin, W-Bulgarien, als Steckholz gut vermehrbar (HÖRANDL, FLORINETH, HADACEK et al. 2002, S. 106)

- *Salix caprea x aurita*  
Hybride zwischen *Salix caprea* und *Salix aurita*.

- *Salix caprea* (Salweide):  
2-10 m hoher Baum (selten Strauch), in Österreich verbreitet, sehr häufig (auch kultiviert), collin bis montan, Vorgehölze, Schlagfluren, Steinbrüche, Schuttplätze Straßenböschungen, Pionierstandorte, frische bis

trockene Schotter-, Lehm-und Rohböden, Gesamtverbreitung in Europa, Asien (in N-Amerika verwildert), leider als Steckholz im Freiland nicht verwendbar, außer sie wird unmittelbar nach der Blüte geschnitten und gesteckt (Austriebsvermögen rund 50%). In der Baumschule ist sie als Steckholz bei einer entsprechenden Pflege sehr gut vermehrbar (bis zu 95%). (HÖRANDL, FLORINETH, HADACEK 2002, S. 120)

#### VERWENDETE BEWURZELTE GEHÖLZE

- *Alnus incana* (Grauerle):  
Rohbodenpionier der Alluvionen, Hangauen und Ufer in der montanen Stufe. Bestandsbildend im Weichholz- Auwald (*Alno-Padion*, *Alnetum incanae*) bis 1400 (1600) m ü.d. M. Stickstoffsammler. Bis 20 m hoher Baum, Flachwurzler.

- *Alnus viridis* (Grünerle, Alpenerle):  
Bestandsbildender Strauch der hochmontanen und subalpinen Auen (*Adenostyliion*, *Alnetum viridis*). Auf feuchten Unterhängen, besonders in schneereichen Gebieten von 500 m bis 1800 m ü d. M., bis 3 m, Flachwurzler, Bodenverbesserer. In schneereichen Lagen niederliegend und dadurch den Baumwuchs hemmend.

- *Betula pendula* (Sandbirke):  
Pionier in den meisten Laub- und Nadelwaldtypen Mitteleuropas, besonders auf sandigen, nährstoffarmen Böden. Als Nebenholzart in lichten Fichten-Eichen-Buchen- und Erlenbeständen bis 1700 (1800) m ü. M. Lichtholzart. Besonders geeignet für Bergbau- und Industiehalden, bis 15 (20) m, hoher Baum Flach-Intensivwurzler.

- *Larix decidua* (Europäische Lärche):

Mischbaumart in Nadelwäldern, aber auch im Nadel- und Laubmischwald. Reinbestände örtlich in den West- und Südalpen. Hauptverbreitung im inneralpin-kontinentalen Fichten- und Zirbenwald bis an die Wald- und Baumgrenze bei 2100 – 2400 m ü. d. M., bis 35 m hoher Baum, sommergrün, nadelwerfend, Pfahlwurzelsystem

- *Prunus padus* (Traubenkirsche):

Mischholzart der feuchten Laubwälder (Alno-Padion, Fagetalia). Im Gebirge zunehmend lichtbedürftig. Von der Ebene bis 1700 m ü. d. M. auf mineral- und nährstoffreichen frischen Böden. Erträgt Überschwemmung und Überschotterung, bis 15 m hoher Strauch, Intensivwurzler mit zugfesten Wurzeln.

- *Rosa canina* (Hundsrose):

Häufig in sonnigen Flurgehölzen (Prunetalia). Bis 1300 m ü. d. M. Bodenvag. Pionier. Licht/Halbschatten.

Bis 3 m locker-breit-wüchsig, dornig, Tiefwurzler.

- *Fraxinus ornus* (Manna-Esche, Blumenesche):

In den warmen Laubwäldern der Flaumeichenstufe (Orno-Ostryon) des Rheinlandes, der Südalpenabdachung und des pannonischen Raumes bis 800 m ü. d. M. Lichtholzart, bis 8 m, Tiefwurzler.

- *Fraxinus excelsior* (Gewöhnliche Esche):

Aufrechter, breitkroniger Baum. Borke grau, feinrissig, Holz langfaserig, Knospen schwarz, wächst auf frischen nährstoffreichen Böden. (HABERER, et. al. 2001, S. 93)

- *Ulmus glabra* (Bergulme):

sommergrüner, meist langschäftiger, 30 – 40 m hoher Baum mit rundlicher Krone, auf nährstoff- und basereichen, feuchten, lockeren Stein-, Lehm- und Tonböden. In Schluchtwäldern und schattigen Hangwäldern, vorwiegend in der Gebirgsstufe mit luftfeuchtem Klima, Verbreitung von Europa bis Westasien, Nordanatolien, in Mitteleuropa in den Alpen bis zu 1400 m, die Bergulme ist eine Charakterart der Berg-Ahorn-Eschen-Ulmenwälder und der Linden-Eschen-Ulmenwälder, artenreiche Waldtypen die bei uns sehr selten geworden sind, sehr schnellwüchsig (HECKER et al. 1989, S. 126).

#### NATÜRLICH AUFKOMMENDE GEHÖLZE

- *Picea abies* (Fichte, Rottanne):

Rein- und Mischbestände auf frischen, humosen, (schwach) sauren Böden über Silikat – und Karbonatgesteinen. Vaccinio – Piceion, Eu-Fagion. Optimum in der montanen und subalpinen Stufe. Zwischen 800 – 1900 m ü. d. M. Wurzel nackt nicht für Rohboden geeignet.

Bis 30 (35) m immergrün, dominant, weitreichende Flachwurzelsysteme, in gut durchlüfteten tiefgründigen Böden, Senkerwurzeln.

- *Robinia pseudoacacia* (Robinie):

Sommergrüner, 20-25 m hoher Baum, Krone locker, rundlich oder schirmförmig, oft mit abgestorbenen Ästen und Zweigen, lichtbedürftiges, ansonsten anspruchsloses Gehölz auf nährstoffarmen bis mäßig nährstoffreichen, meist tiefgründigen, sandigen oder sandig-lehmigen Böden, aber auch auf Schotter, Sommerwärme liebend, Verbreitung ursprünglich nur im östlichen und mittleren Nordamerika von Pennsylvania bis Georgia, westlich bis Indiana und Oklahoma, seit langem auch in den westlichen Teilen Nordamerikas eingebürgert, seit dem 17. Jahrhundert auch in Europa, darüber hinaus in West- und Ostasien sowie Nordafrika

weit verbreitet, wichtige Bienentrachtpflanze, Pioniergehölz, besiedelt sehr schnell vegetationsfreie Räume wie Böschungen, Straßenränder und Brachen, aber auch lichte Mischwälder, bindet mittels Knöllchenbakterien Luftstickstoff (HECKER 1989, S. 138)

- *Juniperus communis* (Gemeiner Wacholder):

Das am weitesten natürlich verbreitete Nadelgehölz der Erde, hoher Lichtbedarf, in den Alpen bis auf 3570m (im Wallis), damit das am höchsten steigende Gehölz Europas, Pfahlwurzelssystem mit maximal 1 m Tiefe, bildet Mykorrhiza aus, Verjüngung durch offene, nicht gestörte Böden gefördert, verstärkte Verjüngung alle hundert Jahre, weil in dieser Altersphase stärkste Blüten- und Samenbildung, stecklingsvermehrbar (SCHÜTT, et. al. 1994, III-1, S. 2ff.).

- *Lonicera xylosteum* (Rote Heckenkirsche):

Breit aufrechter, sparrig verzweigter Strauch, Zweige hohl, hellgrau, wächst am Waldrand auf humosen schwach sauren Böden im Halbschatten (HABERER, et. al. 2001, S. 115).

Zum Weiteren seien an dieser Stelle die Zeigerwerte nach ELLENBERG (2001, S. 5) , für die auf den relevanten Standorten aufgenommenen Gehölze angeführt, da sie wichtige Hinweise auf die Größenordnung direkt wirksamer Umweltfaktoren geben.

Die Beschreibung der Abkürzungen und die dazugehörige Erklärung der verschiedenen Zahlenwerte, kann dem Anhang entnommen werden.

Tab 2: Zeigerwerte der relevanten Gehölzarten nach ELLENBERG (2001, S. 77ff.)

Art	L	T	K	F	R	N	S	Lform
<i>Alnus incana</i>	7	3	4	6	5	7	0	N
<i>Alnus viridis</i>	(6)-	4	5	7	8	x	0	P
<i>Betula pendula</i>	(7)-	X	X	X	X	X	0	P
<i>Fraxinus excelsior</i>	(4)-	5	3	X	7	7	0	P
<i>Fraxinus ornus</i>	(5)-	8	4	3	8	3	0	P
<i>Juniperus communis</i>	8	X	X	4	X	X	0	N
<i>Larix decidua</i>	(8)-	X	6	4	X	3	0	P
<i>Lonicera xylosteum</i>	5	6	4	5	7	6	0	N
<i>Picea abies</i>	(5)-	3	6	X	X	X	0	P
<i>Prunus padus</i>	(5)-	5	3	8	7	6	0	P, N
<i>Rosa canina</i>	8	5	3	4	X	X	0	N
<i>Robinia pseudoacacia</i>	5	6	4	4	X	8	0	P
<i>Salix caprea x aurita</i>	7	X	3	8	4	3	0	N
<i>Salix caprea</i>	7	X	3	6	7	7	0	N,P
<i>Salix myrsinifolia</i>	7	4	6	7	8	6	0	N
<i>Salix purpurea</i>	8	5	4	X	8	X	0	N, P
<i>Ulmus glabra</i>	(4)-	5	3	6	7	7	0	P

L: Lichtzahl

T: Temperaturzahl

K: Kontinentalzahl

F: Feuchtezahl

R: Reaktionszahl

N: Stickstoffzahl

S: Salzzahl

Lform: Lebensform

## 6.2 Verwendung von Rundholz in der Ingenieurbiologie

### 6.2.1 Ingenieurbiologisch relevante Eigenschaften von Holz

Im Bereich der Ingenieurbiologie wird der Baustoff Holz als Hilfsstoff eingesetzt, um dem Bauwerk die nötige Stabilität zu verleihen –und / oder die Pflanzen während der Initialphase, bis sie ihren voll leistungsfähigen Zustand erreicht haben, zu unterstützen.

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, um dessen Verfügbarkeit man sich auch in Zukunft keine Sorgen machen muß, und der meist nahe der Baustelle vorhanden ist. Die Artenauswahl richtet sich also in erster Linie, aus Gründen der Nachhaltigkeit, erst einmal nach der Verfügbarkeit. Eigenschaften, die Holz zu einem einzigartigen Baustoff machen, und deshalb auch für die Ingenieurbiologie besonders von Bedeutung sind, seien im Folgenden zum besseren Verständnis und Zugang zum Hilfs- und Baustoff Holz nach LOHMANN (1998, S. 19ff.) angeführt.

#### 6.2.1.1 Die Dichte des Holzes

Holz ist im physikalischen Sinne nicht kompakt; es enthält Hohlräume (Zellen), ist also ein poröser Stoff. Das Verhältnis des Porenvolumens, also der Hohlräume, zur Masse der reinen Holzsubstanz ist von Holzart zu Holzart und von Baum zu Baum verschieden, selbst innerhalb eines Baumes ergeben sich z.T. erhebliche Schwankungen. Als Rohdichte  $\rho$  bezeichnet man den Quotienten aus der Masse und dem Volumen einschließlich aller Hohlräume.

Die Rohdichte für Holz liegt zwischen 0,1 und 1,3 g/cm<sup>3</sup>, wobei Balsa und Pockholz zu den Extremwerten zählen.

Die Rohdichte wird unter anderem beeinflusst durch folgende Faktoren:

- Anteile von Früh- und Spätholz innerhalb eines Jahrringes; die Rohdichte steigt mit zunehmendem Spätholzanteil
- Jahrringbreite; allgemein gilt, dass bei Nadelholz mit größer

werdender Jahrringbreite die Dichte sinkt, bei Laubholz steigt, vor allem bei Ringporigen wie Eiche, Esche usw.

- Klima, Standort, Höhenlage; diese drei Faktoren wirken sich über die Jahrringbreite indirekt aus
- Lage im Querschnitt; auch hier spielt die Jahrringbreite die entscheidende Rolle.

Im Allgemeinen liegen die breiten Jahrringe innen, die schmalen außen; deshalb steigt die Dichte bei Nadelhölzern im Regelfall von innen nach Aussen und sinkt bei ringporigen Laubhölzern.

Die Rohdichte ist das ausschlaggebende Merkmal für die meisten technologischen Eigenschaften des Holzes. So wird Holz mit steigender Rohdichte härter, fester, dauerhafter. Imprägnierbarkeit, Entflammbarkeit und Wärmedämmung nehmen ab, Dämpf- und Trockenzeit, Heizwert, Abnutzung von Werkzeugen sowie Feuchteverformung (Schwund und Quellung) nehmen zu.

Der Begriff der Raumdichte  $R$  ist bei uns weniger gebräuchlich. Er drückt das Verhältnis der Masse des darrtrockenen Holzes zum Volumen des vollständig gequollenen Holzes aus.

#### 6.2.1.2 Härte des Holzes

Als Härte des Holzes ist der Widerstand zu sehen, den das Holz dem Eindringen fremder Körper in seine Oberfläche entgegensetzt. Es sind dynamische und statische Härteprüfungen möglich; die gebräuchlichsten sind statische Verfahren, wie z. B. nach Janka im englischsprachigen, Chalais-Meudon im französischsprachigen oder Brinell im deutschsprachigen Raum.

#### 6.2.1.3 Elastizität $\alpha$

Die Dehnzahl  $\alpha$  gibt das Verhältnis der Längenzunahme eines 1 m langen Stabes, bezogen auf eine Spannung von 1 kp/cm<sup>2</sup> (9,81 N/cm<sup>2</sup>) zur Ausgangslänge an. Der umgekehrte Wert der Dehnzahl ist der

Elastizitätsmodul.

Durch den E-Modul wird der Widerstand gegen elastische Verformung, also die Steifigkeit eines Werkstoffes, angegeben. Je größer das E-Modul eines Holzes ist, desto steifer ist das Material bzw. desto weniger entsteht unter Belastung eine Verformung.

Elastizität ist die Eigenschaft fester Körper, beim Aufhören einer formverändernden Kraftwirkung wieder die alte Form zu erlangen.

#### 6.2.1.4 Festigkeit des Holzes

Festigkeit ist der Widerstand, den das Holz dem Zerreißen, Zerdrücken, Scheren und Drehen entgegensetzt. Sie wird in  $\text{N/mm}^2$  (auch  $\text{MN/m}^2$  oder  $\text{Mpa}$ ) ausgedrückt.

Die Zugfestigkeit ist der Widerstand gegen eine Kraft  $F$ , die parallel oder senkrecht zur Holzfasern zieht.

Die Druckfestigkeit ist der Widerstand gegen eine Kraft  $F$ , die parallel oder senkrecht zur Holzfasern drückt. Die Druckfestigkeit beträgt nur etwa 50 % der Zugfestigkeit.

Die Biegefestigkeit ist der Widerstand, den das Holz einer einseitig senkrecht zur Faser wirkenden Kraft entgegensetzt.

Die Scherfestigkeit (Abscherfestigkeit) ist der Widerstand des Holzes gegen das Abschieben oder Abscheren von Holzschichten durch eine in der Ebene oder – seltener – quer zur Ebene der Holzschichten wirkenden Kraft.

#### 6.2.1.5 Feuchtigkeit des Holzes

Der Feuchtegehalt des Holzes ist die Masse (Gewicht) des im Holz enthaltenen Wassers und wird in Prozent angegeben, bezogen auf die Masse des darrtrockenen Holzes.

Die Schwindung und die Quellung haben wesentlichen Einfluß auf das Volumen des Holzes.

Wird frisches Holz nur auf etwa 30% Holzfeuchtigkeit getrocknet, so entleeren sich lediglich die Zellhohlräume ohne wesentliche Schwindung. Erst der Verlust von gebundenem Wasser aus den Zellwänden führt zum Schwinden. Das Ausmaß der Schwindung steigt proportional mit dem Verlust an gebundenem Wasser und mit der Rohdichte des Holzes. Die Schwindung in Faserrichtung ist sehr klein und deshalb meist vernachlässigbar. Tangential zum Jahrring schwindet Holz 1-3 mal so stark wie radial. Daher verziehen sich Holzquerschnitte je nach Jahrringlage mehr oder weniger.

Das Schwinden und Quellen beschränkt sich also im Wesentlichen auf den Bereich zwischen Fasersättigung und Darrtrockenheit. Man unterscheidet drei Richtungen, in denen das Holz seine Form verändert: axial, radial, tangential

#### 6.2.2 Ingenieurbiologisch relevante Holzdiagnosemethoden

##### 6.2.2.1 Fraktometermethode

Mittels der Fractometermethode wird die Biegefestigkeit bestimmt, die zur Zerstörung eines Holzkörpers notwendig ist. Dabei wird mittels eines geschliffenen Zuwachsbohrers ein Bohrkern entnommen und dieser im Fractometer bis zum Bruchversagen auf Biegung belastet. Die dazu notwendige Energie und der Bruchwinkel können zur Beurteilung der Bruchsicherheit herangezogen werden. Die Fasern werden längs ihrer Achse gestaucht und die Holzstrahlen in Richtung ihrer höchsten Steifigkeit gebogen. Die Belastung des Bohrkernes entspricht laut MATTHECK (1994a) dabei am ehesten derjenigen, wie sie bei einer Biegung des Baumes durch Wind erfolgt.

MATTHECK (1994a) veröffentlichte eine Tabelle, aus denen die erforder-

lichen Bruchmomente für einzelne Baumarten, angegeben in FE (Fractometereinheiten), abgelesen werden können. Anhand der Tabellenwerte erhält der Anwender Entscheidungsmöglichkeiten, ob der untersuchte Baum aufgrund mangelnder Holzfestigkeit gefährlich sein kann. Liegen die gemessenen Werte unterhalb der jeweils angegebenen Grenze, besteht ein gewisses Risikopotential, beziehungsweise muss der Baum entweder zurückgeschnitten oder gänzlich entfernt werden.

MATTHECK (1994a) warnt selber vor der sturen Anwendung der Tabelle, weist jedoch auf die "guten Felderfahrungen mit dem Fractometer hin, der eine Bewertung der lokalen Holzqualität sowie eine Aussage über die Art der Fäule und deren Abschottung erlaubt. ...Es ist jedoch in keinem Fall ein Ersatz für dendrologische Kenntnisse, ...er kann ... Mutmaßungen bestätigen".

Der bei der Entnahme entstehende Bohrkanaal kann baumeigene Abschottungszonen durchbrechen und eine Ausweitung des Defektes bewirken. Ein Bohrkern sollte nur bei besonderer Notwendigkeit entnommen werden und ist nur dann gerechtfertigt, wenn sich dadurch ein wesentlicher und bedeutender Wissenszuwachs ergibt, wie z.B. Information über die tatsächliche Bruchgefahr eines Baumes.

#### 6.2.2.2 Der PICUS<sup>®</sup>-Schalltomograf

Das Messprinzip nach ROHR (2002, S. 5 ff.) funktioniert durch veränderliche Schallgeschwindigkeit im Holz in Abhängigkeit des Abbaugrades. Aus zahlreichen Messungen der Schallgeschwindigkeit auf einer Querschnittsfläche wird die Zersetzungsrage des Holzes bildlich dargestellt.

#### 6.2.2.3 Impulshammermethode

Nach NIEMTZ (1993, S. 113) wird dieses Verfahren mittels Erzeugung von Stoßwellen durch mechanisches Anschlagen der Prüfkörper und Messung der Schallaufzeit, u.a. auch zur Festigkeitsermittlung von Holz und Holzwerkstoffen, aber auch zum Nachweis des Schädigungsgrades von Holz genutzt.

So können ohne die Beeinträchtigung des lebenden Baumes zum Beispiel verschiedenste Fäulen im Inneren des Baumes festgestellt werden.

#### 6.2.2.4 Mykologische Analyse

Generell unterscheidet man drei Typen von Holzfäulen. Bei der Braunfäule zerfällt das Holz würfelförmig und nimmt eine charakteristische braune Färbung an. Diese Fäulnisart tritt vor allem an Nadelhölzern auf. Zellulose und Hemizellulosen werden abgebaut, übrig bleibt das Lignin. Bei der Weißfäule, die vorwiegend auf Laubhölzern vorkommt, zeigt das Holz eine leicht weiße Farbe. Alle Holzkomponenten werden abgebaut. Die Moderfäule ist durch lokalen Zellwandabbau gekennzeichnet. Es entstehen karvenförmige Vertiefungen im Bereich der Zellwand. Nadelholz ist in der Regel für Moderfäule weniger anfällig als Laubholz (EBNER, SCHERER; 2001, S. 144f.).

Da Holzfäulen durch Pilze (Basidiomyceten, Ascomyceten,...) hervorgerufen werden, kann die Ermittlung des Schadpilzes sehr wichtig sein. Sie kann Hinweise auf weitere Entwicklung der Vitalität bzw. des Holzabbaues geben. Die Kombination Baumart/Schadpilz (evtl. genauer Pilzstamm) ist relevant.

Konrad Philipp NOETZLI (2002) hat in seiner Dissertation unter anderem an neun ausgewählten Wildbachsperrern die Pilzflora untersucht, und die häufigsten Fäuleerreger bestimmt. Zudem wurden anhand der Besiedlungsmuster und Populationsstrukturen dieser Pilzarten bevorzugt besiedelte Bauteile und Infektionswege identifiziert.

Im Bezug auf die Fragestellungen Noetzlis lassen sich aus den Ergebnissen der Studie folgende Schlüsse ziehen:

- Die Artenzusammensetzung der Basidiomyceten an den untersuchten Sperrern wird durch wenige Arten dominiert.
- Bei diesen Arten handelt es sich um Braun- und Weissfäuleerreger, welche auch beim Abbau von Totholz in Waldökosystemen eine maßgebende Rolle spielen.
- Die dominierenden Fäuleerreger treten am häufigsten an den Sperrernflügeln auf.
- Im Gegensatz zur Vermutung, dass teilweise in der Erde eingelassene Hölzer der Einbindung gemeinsam mit den Sperrernflügeln den Bereich darstellen, der am schnellsten von Pilzen besiedelt wird, weisen Noetzlis vorliegende Daten der untersuchten Sperrern im Einbindungsbereich nicht darauf hin, dass diese zum bevorzugt besiedelten Substrat der dominanten Fäuleerreger gehören.
- Die Infektion der Bauteile erfolgt primär über Basidiosporen.
- Die häufigsten Fäuleerreger bleiben in ihrer Ausdehnung meist auf ein Rundholz beschränkt.  
(NOETZLI P., 2002; S. 9ff.)

#### 6.2.2.5 Der Resistograph

Der Resistograph M 300 wurde zur Diagnose der für die hier vorliegende Diplomarbeit relevanten Rundhölzer verwendet.

Dieses Holzdiagnosegerät treibt eine Bohrnadel mit flachem Kopf von 3-4 mm Durchmesser (Schaftdurchmesser 2 mm) in den zu prüfenden Holzbereich und zeichnet den Bohrwiderstand auf einem Wachspapierstreifen auf.

Die Bezeichnung Resistograph und Resi werden synonym verwendet, da die neueren Modelle vom Hersteller als IML-Resi bezeichnet und in den Handel gebracht werden.

Der Bohrwiderstand setzt sich aus dem Reibungs-, dem Zerspanungs- und dem Verdrängungsmoment zusammen, der in einem Diagramm gegen die Eindringtiefe der Nadel aufgetragen wird.

Die Reibung erfolgt durch die Schaftreibung in dem mit Sägespäne gefüllten Bohrkanaal und wird von der Holzdichte, Feuchtigkeit und dem Zustand der Schaftoberfläche bestimmt.

Das Zerspanungsmoment stellt die Schnittleistung der Bohrnadel dar. Die Verdrängungsarbeit wird durch das Komprimieren des Bohrmehles auf ca. ein Drittel des Volumens erbracht, das es ursprünglich als festes Holz hatte. (ROHR, 2002; S. 5ff.)

#### 6.2.3 Holzimprägnierungen und deren Umweltproblematik

Holz oder Holzwerkstoffe können durch geeignete vorbeugende Maßnahmen wirkungsvoll vor Zerstörung durch Pilze, Insekten und Feuer geschützt werden. Pilze und Insekten, die das Holz befallen haben, können durch entsprechende bekämpfende Maßnahmen abgetötet werden (DIN 68800 Teil 1). Die Dauerhaftigkeit des Holzes kann damit maßgeblich verlängert werden.

Stoffe, die dafür verantwortlich sind, holzzerstörende/n Organismen zu bekämpfen und/ oder vorzubeugen, sind logischer Weise nicht nur für diese schädlich sondern auch für den Menschen und die Umwelt.

Durch Austrag aus imprägniertem Holz, Holzschutzmittelaustritten während der Imprägnierung und Emissionen bei thermischer Verwertung wird nach ZIKA (2001, S. 64) über Wasser, Boden oder Luft die Umwelt beeinträchtigt, und damit auch der Mensch.

Umweltbelastungen durch imprägniertes Holz erfolgen nach ZIKA (2001, S. 64ff.) in 3 zeitlichen Abschnitten:

Zum Ersten werden bei der Produktion des imprägnierten Holzes, bei mangelnden technologischen Vorkehrungen und/oder geeigneten Sicherheitsvorkehrungen, schädliche Bestandteile des Imprägnierungs-

vorganges verdunstet, ausgewaschen oder Restimprägnierungsmittel laufen einfach aus.

Punkt zwei geht auf die Umweltbelastung durch die Verwendung des imprägnierten Holzes ein, wobei hier der Holzschutzmittelaustrag in die Umwelt fast ausschließlich durch Auswaschung durch z.B. Regenwasser erfolgt.

Für die Entsorgung des imprägnierten Holzes nach dem Gebrauch gibt es die Möglichkeit des Recyclings, der Deponierung und der thermischen Verwertung, wobei es sich nach MARUTZKY (1990, S. 19ff) bei Recycling und Verbrennung um Formen der Reststoffverwertung handelt, die Deponierung stellt hingegen eine Form der Abfallbeseitigung dar.

#### 6.2.3.1 Alternativen

Umweltfreundlichere Alternativen zur herkömmlichen momentanen in der Holzwirtschaft angewendeten Kesseldruckimprägnierung, die für Güteklasse 4 eingesetzten Hölzer geeignet sind, wären nach ZIKA (2001, S. 91ff) folgende:

##### 6.2.3.1.1 Acetylierung

Das ist die chemische Modifizierung von Holz mit Essigsäure. Während dieses Prozesses wird Holz unter Temperatur mit Essigsäure – Anhydrid versetzt. Während der Reaktion werden die Hydroxylgruppen von Cellulose, Hemicellulose und Lignin der Zellwand durch Acetylgruppen ersetzt. Letztere sind schon von Natur aus im Holz in geringer Anzahl vorhanden. Als Nebenprodukt entsteht pro reagierendem Molekül Essigsäure-Anhydrid ein Molekül Essigsäure, das anschließend wieder in Essigsäure-Anhydrid umgewandelt werden kann.

Ein Maß für die Acetylierung ist die Zunahme, der im Holz befindlichen Acetylgruppen. Ein für die Praxis anwendbares Maß ist die Gewichtszunahme durch Acetylierung (Weight Percent Gain; WPG in (%)).

##### 6.2.3.1.2 Melaminharzvergütung

Wasserlösliche methanölverätherte Melaminharze werden durch Kesseldrucktränkung im Volltränk- oder Sparverfahren oder Vakuumtränkung in das Holz eingebracht. Die Trocknung und Aushärtung in den Zellwänden zu wasserunlöslichen Polymeren erfolgt bei Temperaturen von 60° bis 140°C. Durch die Vergütung mit Melaminharz kommt es zu einer Verbesserung der Dauerhaftigkeit, die eine Anwendung des Holzes in der Gefährdungsklasse 4 möglich macht.

Melaminharz ist biozidfrei, das entscheidende Wirkprinzip beruht auf der Behinderung der Diffusionsprozesse durch seine bloße Anwesenheit in der Zellwand.

Neben der verbesserten Dauerhaftigkeit kommt es auch zu einer Verbesserung der mechanischen Eigenschaften und zu einer erhöhten Dimensionsstabilität.

Im Vergleich zu herkömmlichen Kupfer-Chrom-Bor-Salz geschütztem Holz sind die Kosten für melaminharzvergütetes Holz über 10 mal so hoch (RAPP, 1999). Rechnet man aber die Entsorgungskosten dazu, ist die Kostenbilanz ausgeglichen, weil das Holz ohne Auflagen verfeuert oder kompostiert werden kann.

##### 6.2.3.1.3 Thermische Modifizierung

Die Hitzebehandlung ist ein zusammengefasster Begriff aus verschiedenen Verfahren, der sich das Prinzip zu Nutze macht, dass sich die Zellwandbestandteile des Holzes bei Temperaturen über 150°C chemisch verändern. Dadurch soll eine Erhöhung der Dauerhaftigkeit gegenüber einem Pilzbefall erreicht werden.

Bei Hitzebehandlungen treten Veränderungen wie

- Eine deutliche Farbveränderung (hell bis dunkelbraun)
- Eine Sorptionsvergütung und damit eine verminderte Quellung

und Schwindung

- Eine Erhöhung der Dauerhaftigkeit gegenüber Pilzen im Laborversuch
- Mehr oder weniger starke Masseverluste und damit eine verminderte Rohdichte
- Geringfügige bis starke Festigkeitsminderungen, wobei E-Modul und Biegefestigkeit weniger stark abnehmen, als die Schlagbrucharbeit im Holz auf. (ZIKA, 2001, S. 91ff)

Als wichtige Hitzebehandlungsverfahren wären noch anzuführen, der Plato Prozess, welcher durch die Teilschritte Hydrothermolyse, Trocknung und Aushärtung eine Dauerhaftigkeit der Klasse 1 bis 2 erreicht. Da keinerlei Chemikalien angewendet werden, kann dieses Holz nach der Verwendung genauso entsorgt und verbrannt werden, wie herkömmlich behandeltes Holz, und stellt daher eine eventuell relevante Alternative dar.

Auch die Öl – Hitze – Behandlung, bei der das Holz in einem Bad aus pflanzlichen Ölen mit einer Temperatur um 200°C unter Luftabschluss thermisch vergütet wird, erhöht die Resistenz gegen den Braunfäulepilz *Coniophora puteana*, und kann ökologisch entsorgt werden. (ZIKA, S.96f)

## 6.3 Hang und Boden

### 6.3.1 Massenbewegungen

Massenbewegungen treten nach FROMM (2002, S. 19ff) dann auf, wenn sich labile Gesteins- und Bodenmassen am Hang unter Einfluss der Schwerkraft in Bewegung setzen. Sie werden von einer Veränderung des Hanggleichgewichtes verursacht. Einflussfaktoren sind neben den geologischen Gegebenheiten mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gesteins- und Bodenmassen auch die hydrologischen Verhältnisse, Klima, Topographie (Hangneigung und-länge) sowie die Vegetation. Besonders die geologischen Strukturen spielen eine wichtige Rolle bei Massenbewegungen. So neigen vor allem Tone bei hohem Wassergehalt zum Rutschen, da sie quellen und dadurch eine Gefügelockerung und Plastifizierung bewirken. Zu Rutschungen tendieren aber auch Gemenge von feinkörnigen und steinig-blockigen Kornmengen, wie Moränenablagerungen sie darstellen. Auf steilen Hängen kann gemischtkörniger Schutt allein durch die Lastzunahme infolge der Wassersättigung und durch den Strömungsdruck des Sickerwassers zu rutschen beginnen. Quellfähige Tonminerale können Unstetigkeiten bilden, die als Ablösungsflächen wirken. Bevorzugte Trennflächen sind auch Schicht- und Schieferungsflächen, wie sie bei Glimmerschiefern vorkommen.

### 6.3.2 Verwitterung

Nach FECKER & REIK (1996, S. 27) kommt es im Zuge der Verwitterung zur mechanischen oder chemischen Zersetzung der Gesteine. Die mechanische Verwitterung bewirkt die Zerlegung des Gesteins ohne chemische Umwandlung, beispielsweise durch die Sprengkraft gefrierenden Wassers. Im Verlauf der chemischen Verwitterung werden die

Minerale zersetzt und in andere umgewandelt. Beide Formen laufen gleichzeitig ab, wobei eine fortgeschrittene mechanische Verwitterung die chemische beschleunigt.

## 7 Beschreibung der Standorte

Im Folgenden werden alle untersuchten Standorte beschrieben und charakterisiert. Informationen, die der Tabelle „Allgemeine Standortcharakterisierung“ entnommen werden können, stammen aus dem kartographischen Sammelwerk Tirol-Atlas (1996).

Die Bestimmung der Meereshöhe und Exposition erfolgte aus der Landkarte KOMPASS Vinschgau/Val Venosta 1:50 000 und der Landkarte KÜMERLY + FREY Trentino – Südtirol 1: 200 000.

Alle weiteren Parameter wurden durch eigene Erhebungen vor Ort (Juli und September 2006) bestimmt.

Informationen aus den Projektunterlagen des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung in Bozen gibt es aufgrund der Durchführung des Großteils der untersuchten Projekte in Folge von Sofortmaßnahmen nach Unwettern, nur für drei Standorte Tafratzgraben Göflan, Meran 2000 und Kalchofen Lüsen. Diese Informationen werden unter eigener Überschrift getrennt von den eigenen Erhebungen angeführt.

Die Übersichtsdarstellungen jedes einzelnen Standortes, auf deren Basis Ergebnisse und Diskussionen festgehalten wurden, sind unter Punkt 10.2 „Ergebnisse der Untersuchung der Wirksamkeit von Pilotenwänden zur Hangsicherung“ zu finden.

Alle Standorte befinden sich in der Klima-Temperaturstufe B, das heißt die mittlere Maximaltemperatur im Juli liegt zwischen 13,5 °C und 25°C. Alljährlich wird eine Schneedecke mit einer Ausdauer bis zu 6 Monaten ausgebildet.

## 7.1 Standort 1 Wötzelgraben MATSCH

Standort 1 Wötzelgraben benennt eine Böschung des Saldurbaches des Weilers Woetzl im Matscher Tal. Dieses befindet sich in der Gemeinde Mals im Vinschgau. Auf dem Standort wurden 1987 4 Pilotenwände errichtet.

Tab 3: Allgemeine Standortcharakterisierung Standort 1, Wötzelgraben Matsch

Standort	1
Geologie des Standortes	Moränen, Wallformen, Drumlin
Tektonik des Standortes	Ötztal-Masse, Altkristallin der Ötztaldecke
Ø Jahresniederschlag [mm]	500-600
Potentielle natürliche Vegetation	Montaner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald
Aktuelle Vegetation	Mähwiesen
Bodentyp des Standortes	Braunerden auf inneralpinen diluvialen Ablagerungen

Tab 4: Hangbeschreibung Standort 1, Wötzelgraben Matsch

Standort	1
Seehöhe- Hangmitte [m]	1456
Exposition	NW
Inklination [°]	45-50
Holzart	Lärche
Deckung Krautschicht[%]	80-90
Deckung Baumschicht[%]	30-40
Pilotenwände [n]	4
Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	156
Anordnung der Pilotenwände	alternierend
Art der Pilotenwand	„einreihig“

Der gesamte Wötzelgraben wurde im Zuge eines Gesamtprojektes, dessen Ausgangspunkt von immer wiederkehrenden Murereignissen nach Unwettern hervorging, hauptsächlich mit Beton- und Holzsperrern gesichert.

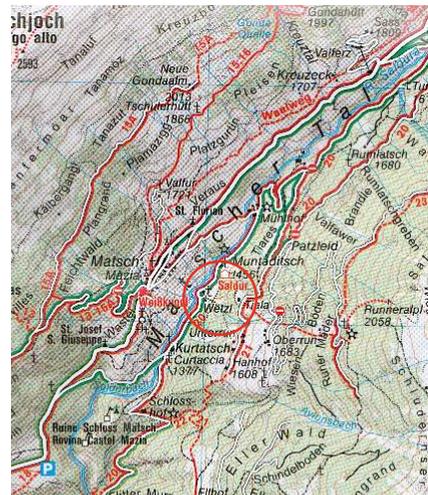


Abb 4: Standort 1-Gemeinde Mals, Südtirol (Topografische Wanderkarte, M 1:50 000)



Abb 5: Gesamtansicht des Wötzelgrabens, 07/1987, kurz nach Fertigstellung

Abb 6: Gegenüberaufnahme des Wötzelgrabens; 07/2006, 19-jährig

## 7.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH

Standort 2 befindet sich im sogenannten Weiler Mühlhof bei Matsch (Gemeinde Mals) im Vinschgau. Die hier errichteten, in Reihen eingebauten, 27 Pilotenwände, stammen aus dem Jahre 1996.

Tab 5: Allgemeine Standortscharakterisierung Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

Standort	2
Geologie des Standortes	Moränen, Wallformen, Drumlin
Tektonik des Standortes	Ötztal-Masse, Altkristallin der Ötztaldecke
Ø Jahresniederschlag [mm]	500-600
Potentielle natürliche Vegetation	Montaner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald
Aktuelle Vegetation	Mähwiesen
Bodentyp des Standortes	Braunerden auf inneralpinen diluvialen Ablagerungen

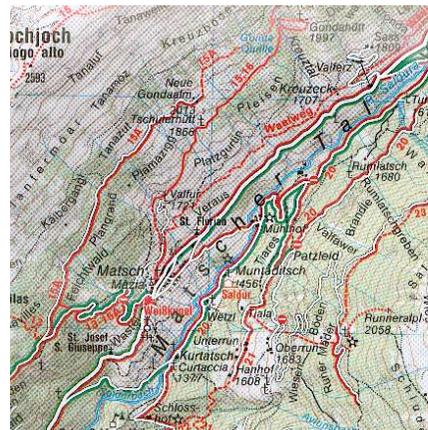


Abb 7: Standort 2-Gemeinde Mals, Südtirol (Topografische Wanderkarte, M 1:50 000)

Tab 6: Hangbeschreibung Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

Standort	2
Seehöhe Hangmitte [m]	1608
Exposition	WSW
Inklination [°]	56-60
Holzart	Lärche
Deckung Krautschicht [%]	80-90
Deckung Baumschicht [%]	20-40
Pilotenwände [n]	27
Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	360
Anordnung der Pilotenwände	in Reihen
Art der Pilotenwand	„einreihig“



Abb 8: Gesamtansicht von Standort 2, Weg zu den Runerhöfen Matsch 08/1995, 1 Jahr vor der Sanierung

Abb 9: Gesamtansicht von Standort 2, Weg zu den Runerhöfen Matsch 07/2006, nach 10 Jahren

Hanganbrüche am Saldurbach, die nicht im Rahmen eines Projektes des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung gesichert wurden, wurden von der Gemeinde Mals selbst im Zuge von Sofortmaßnahmen gesichert.

### 7.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhölfe MATSCH

Standort 3 bezeichnet eine Böschung im Weiler Mühlhof bei Matsch im Matscher Tal. Hier wurden 1992 von der Gemeinde Mals im Zuge von Sofortmaßnahmen 13, in Reihen angeordnete Pilotenwände errichtet.

Tab 7: Allgemeine Standortcharakterisierung Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe Matsch

Standort	3
Geologie des Standortes	Moränen, Wallformen, Drumlin
Tektonik des Standortes	Ötztal-Masse, Altkristallin der Ötztaldecke
Ø Jahresniederschlag [mm]	500-600
Potentielle natürliche Vegetation	Montaner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald
Aktuelle Vegetation	Mähwiesen
Bodentyp des Standortes	Braunerden auf inneralpinen diluvialen Ablagerungen

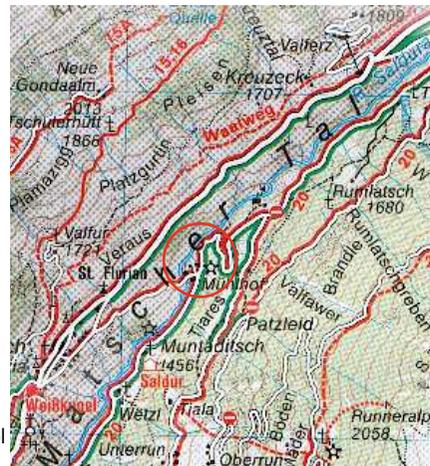


Abb 10: Standort 3-Gemeinde Mals, Südtirol (Topografische Wanderkarte, M 1:50 000)

Tab 8: Hangbeschreibung Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe Matsch

Standort	3
Seehöhe Hangmitte [m]	1377
Exposition	NO
Inklination [°]	56-60
Holzart	Lärche
Deckung Krautschicht [%]	90
Deckung Baumschicht [%]	0-70
Pilotenwände [n]	13
Gesamtfläche [m²]	246
Anordnung der Pilotenwände	in Reihen
Art der Pilotenwand	„einreihig“



Abb 11: Archivfoto: Entwicklung von Pilotenwänden nach 3 Monaten am Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe Matsch, 07/1992

Abb 12: Gesamtansicht Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe Matsch; 07/2006, nach 14 Jahren

## 7.4 Standort 4 Tafraztgraben GÖFLAN

Standort 4 bezeichnet einen Hangabschnitt im Gebiet Nödersberg Göflan, in der Gemeinde Schlanders. Die dort errichteten 9 Pilotenwände stammen aus dem Jahr 1989.

Tab 9: Allgemeine Standortcharakterisierung Standort 4, Tafraztgraben Göflan

Standort	4
Geologie des Standortes	Glimmerschiefer
Tektonik des Standortes	Ötztal-Masse, Altkristallin der Ötztaldecke
Ø Jahresniederschlag [mm]	500-600
Potentielle natürliche Vegetation	Montaner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald
Aktuelle Vegetation	Mähwiesen
Bodentyp des Standortes	Braunerden auf inneralpinen diluvialen Ablagerungen



Abb 13: Standort 4-Gemeinde Schlanders, Südtirol (Topografische Wanderkarte, M 1:50 000)

Tab 10: Hangbeschreibung Standort 4, Tafraztgraben Göflan

Standort	4
Seehöhe Hangmitte [m]	1152
Exposition	W
Inklination [°]	45-50
Holzart	Lärche
Deckung Krautschicht [%]	20
Deckung Baumschicht[%]	80
Pilotenwände [n]	9
Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	225
Anordnung der Pilotenwände	in Reichen
Art der Pilotenwand	„einreihig“

### INFORMATIONEN AUS DEN PROJEKTUNTERLAGEN DES SONDERBETRIEBES FÜR BODENSCHUTZ, WILDBACH – UND LAWINENVERBAUUNG

Aufgrund des technischen Berichtes, des Projektes 89046 (verschiedene Wildbäche) war am Tafraztbach (Gemeinde Schlanders) die Sicherung der Abbrüche mit 92 lfm bepflanzten Pilotenwänden vorgesehen. Als Bepflanzung waren Weidensteckhölzer oder/und bewurzelte Laubhölzer geplant. Die von Hand abgeböschten Abbruchkanten, sollten mit Jutenetz-Strohdecksaat befestigt und die restlichen Stellen mit Hydrosaam begrünt werden.



Abb14: Gesamtansicht Standort 4, Tafraztgraben Göflan, 1989 kurz vor Sanierung

Abb15: Gesamtansicht Standort 4, Tafraztgraben Göflan, 07/2006, nach 17 Jahren

## 7.5 Standort 5 St. Martin LAAS

Standort 5 liegt in der Nähe des Kirchleins mit dem Namen St. Martin und gehört zur Gemeinde Laas. An diesem Hangstück wurden 1984 zwei dreireihige Pilotenwände und eine zweireihige Pilotenwand errichtet. Dieses Bauwerk ist mit 22 Jahren das älteste.

Tab 11: Allgemeine Standortcharakterisierung Standort 5, St. Martin Laas

Standort	5
Geologie des Standortes	Moränen, Wallformen, Drumlin
Tektonik des Standortes	Ötztal-Masse, Altkristallin der Ötztaldecke
Ø Jahresniederschlag [mm]	500-600
Potentielle natürliche Vegetation	Montaner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald
Aktuelle Vegetation	Montaner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald
Bodentyp des Standortes	Braunerden auf Schwemmkegel



Abb 16: Standort 5-Gemeinde Laas, Süd-tirol (Topografische Wanderkarte, M 1:50 000)

Tab 12: Hangbeschreibung Standort 5, St. Martin Laas

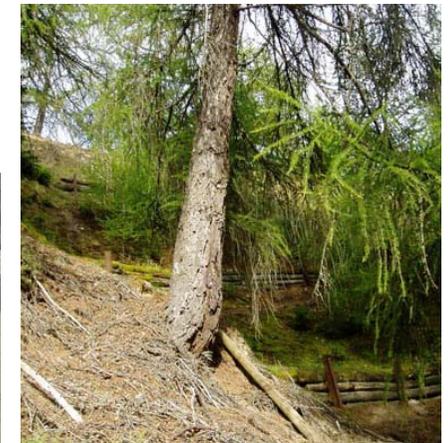
Standort	5
Seehöhe Hangmitte [m]	1065
Exposition	O
Inklination [°]	51-55
Holzart	Lärche
Deckung Krautschic [%]	15
Deckung Baumschicht[%]	25
Pilotenwände [n]	3
Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	126
Anordnung der Pilotenwände i	in Reihen
Art der Pilotenwand	„2 und 3-reihig“



Abb19: Gesamtansicht Standort 5, St. Martin Laas; 07/2006, nach 22 Jahren

Abb17: Gesamtansicht Standort 5, St. Martin Laas, 01/1984, vor der Sanierung

Abb18: Gesamtansicht Standort 5, St. Martin Laas, 07/1992, nach 8 Jahren



## 7.6 Standort 6 Innerer Kuhleitengraben MERAN 2000

Auf Standort 6 wurden an einem Hangabschnitt im gleichnamigen Schigebiet Meran 2000, im Jahre 1990 18 Pilotenwände ohne Gehölzbe- pflanzung errichtet (über der Waldgrenze).

Tab 13: Allgemeine Standortcharakterisierung Standort 5, Meran 2000

Standort	6
Geologie des Standortes	Brixner Granit, Granodiorit und Tonalitgneis am Rand des Brixner Granit, spätalpid. Tonalite und Granodiroite
Tektonik des Standortes	lfinger- und Brixner Granit
Ø Jahresniederschlag [mm]	800-900
Potentielle natürliche Vegetation	Lärchen-Zirbenwald
Aktuelle Vegetation	alpiner Rasen mit Zwergstrauchheiden
Bodentyp des Standortes	Ranker der Braunerde

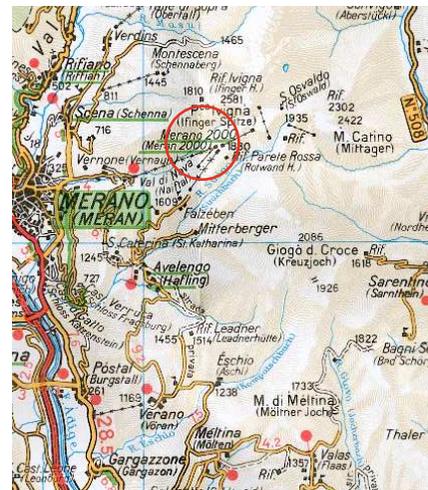


Abb 20: Standort 6-Gemeinde Haflling, Südtirol (Topografische Regionalkarte, M 1:200 000)

Tab 14: Hangbeschreibung Standort 6, Meran 2000

Standort	6
Seehöhe Hangmitte [m]	2150
Exposition	SW
Inklination [°]	51-55
Holzart	Lärche
Deckung Krautschicht [%]	90
Deckung Baumschicht[%]	0
Pilotenwände [n]	18
Gesamtfläche [m²]	1070
Anordnung der Pilotenwände	alternierend
Art der Pilotenwand	„einreihig“

### INFORMATIONEN AUS DEN PROJEKTUNTERLAGEN DES SONDERBE- TRIEBES FÜR BODENSCHUTZ, WILDBACH – UND LAWINENVERBAU- UNG

Laut des technischen Berichtes zu Projekt 90075 wurden im Schigebiet Meran 2000, aufgrund großen Aufkommens von Bodenerosion und Hangrutschungen die stark erodierten Gräben an den “inneren Kuhleiten“ durch eine Lärchenholz-Künette mit Steinboden gesichert. Weiters ist zusätzlich an steilen Stellen der Bau von Holzsperrn mit Steinhinterfü- lung durchgeführt worden

Die Holzpilotenwände wurden an steilen Erosionsflächen zur Verhinde- rung eines Abfließens des Bodenmaterials errichtet;



Abb 21: Gesamtansicht Standort 6, Innerer Kuhleitengraben Meran 2000, 07/1990, während der Sanierung



Abb 22: Gesamtansicht Standort 6, Innerer Kuhleitengraben Meran 2000, 11/1990, kurz nach Fertigstellung und Begrünung mit Bitumenstrohdecksaat



Abb23: Gesamtansicht Standort 6, Innerer Kuhleitengraben Meran 2000; 07/2006, nach 16 Jahren

Am oberen Kuhleitengraben wurden im Anschluß an die technischen Verbauungsarbeiten die darüberliegenden Erosionsflächen und Grabenböschungen mit der Bitumen-Strohdecksaat begrünt.

## 7.7 Standort 7 Kalchofen LÜSEN

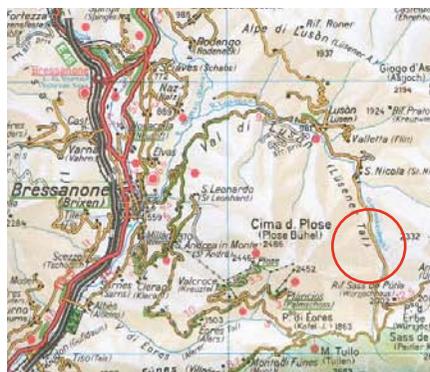
Standort 7 befindet sich an einer Böschung des Lasankenbaches der Gemeinde Laas im gleichnamigen Tal. An diesem Ort wurden im Jahre 1990 55 Pilotenwände aus imprägnierten Kiefernrundhölzern errichtet. Das imprägnierte Kiefernholz wurde laut Aussage von Prof. Florineth verwendet, da unmittelbar zum Zeitpunkt des Einbaues kein Lärchenholz verfügbar war. Diese gehören zu den 15-18 Jährigen.

Eine am Hangfuß errichtete, 1,5 m hohe Steinmauer war bereits vorhanden, welche die unter dem zu stabilisierenden Hang liegende Straße vor herabrutschendem Material schützen soll.

Tab 15: Allgemeine Standortcharakterisierung Standort 7, Kalchofen Lüssen

Standort	7
Geologie des Standortes	Quarzphyllit von Brixen
Tektonik des Standortes	Brixner Quarzphyllit
Ø Jahresniederschlag [mm]	800-900
Potentielle natürliche Vegetation	Tannen-Fichtenwald
Aktuelle Vegetation	subalpiner Fichtenwald und Lärchen-Fichtenwald

Abb 24: Standort 7-Gemeinde Lüssen, Südtirol (Topografische Regionalkarte, M 1:200 000)



Tab 16: Hangbeschreibung Standort 7, Kalchofen Lüssen

Standort	7
Seehöhe Hangmitte [m]	1880
Exposition	NO
Inklination [°]	56-60
Holzart	Kiefer imprägniert
Deckung Krautschicht [%]	90
Deckung Baumschicht[%]	70
Pilotenwände [n]	55
Gesamtfläche [m²]	520
Anordnung der Pilotenwände	alternierend
Art der Pilotenwand	„einreihig“

### INFORMATIONEN AUS DEN PROJEKTUNTERLAGEN DES SONDERBEREITUNGSFÜR BODENSCHUTZ, WILDBACH – UND LAWINENVERBAUUNG



Abb 25: Gesamtansicht Standort 7, Kalchofen Lüssen 10/1990, kurz nach Sanierung

Abb 26: Gesamtansicht Standort 7, Kalchofen Lüssen nach 16 Jahren; 09/2006

Laut technischem Bericht des Projektes 90041 wurde die Mure Kalchofen (Gemeinde Lüssen), am Ursprung des Lasankenbaches, durch bepflanzen Pilotenwände, einer entsprechenden Begrünung mit Hydrosaat und Aufforstung mit Grünerlen abgesichert. Die steilen Abbruchränder wurden mit einem Schreitbagger abgeböscht und mit einer Jutenetz-Strohdecksaat begrünt.

## 8 Untersuchung der Gehölze

### 8.1 Methodik der Gehölaufnahme

Aufgenommen wurden alle Gehölze, die direkt am Rundholz oder sich im Umkreis von zwei Metern darüber und einem Meter links und rechts des Rundholzes befanden.

Eingeteilt wurde dieser Aufnahmebereich in 2 Sektoren, um beim Bau vermeintlich eingelegte Pflanzen von Wildlingen (=keine Einlage) unterscheiden zu können. Wobei hier der verwendete Wortlaut „vermeintlich eingelegte Pflanzen“ deshalb verwendet wurde, da aus den Projektunterlagen des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung BOZEN keine genauen Informationen zu den eingelegten Gehölzen zur Verfügung standen. Die Projektunterlagen, Standort 7 Kalchhofen Lüssen betreffend, bestätigen nur die Einlage von Grünerlen, weitere Gehölze wurden nicht angeführt. Auch die vorhandenen Informationen für Standort 4 Tafraztgraben geben nur Auskunft über eine vorgesehene Verwendung von Weidensteckhölzern. Mit Hilfe der Sektoren, war es möglich auf Basis der aufgenommenen Abstände der Pflanzen zum Rundholz, auf eine „vermeintliche“ Einlage oder keine Einlage zu schließen.

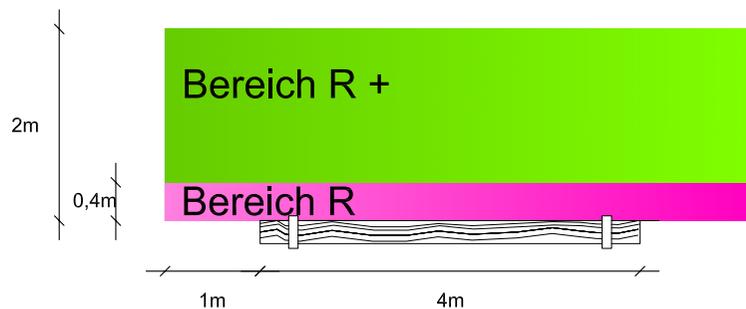


Abb 27: Darstellung der Aufnahmesektoren

#### Sektor R:

Diesem Sektor wurden all jene Pflanzen zugeordnet, die sich direkt über dem Rundholz, oder in einer Fläche einschließlich 40 cm über dem Rundholz befanden.

#### Sektor R+:

Diesem Sektor wurden alle Pflanzen zugeordnet, die sich nicht in Sektor R befanden, aber innerhalb der bereits beschriebenen Aufnahmefläche.

Die folgenden Parameter wurden mit Hilfe eines Aufnahmebogens vor Ort aufgenommen:

#### GEHÖLZART

Die Bestimmung der Weiden erfolgte nach dem Buch „Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten“ von ELVIRA HÖRANDL, FLORIN FLORINETH, FRANZ HADACEK 2002, Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Universität für Bodenkultur, Wien. Die anderen Gehölze werden nach dem Buch „Bäume und Sträucher“, von ULRICH HECKER 1989, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, dem „Taschenatlas Gehölze 320 Gehölze für Garten und Landschaft“ von MARTIN HABERER 2001, Eugen Ulmer, Stuttgart und der „Exkursionsflora von Österreich“ von ADLER W., OSWALD K., FISCHER R., 1994, Eugen Ulmer, Stuttgart, bestimmt.

#### STANDORTBEZEICHNUNG

Die Standortbezeichnung beinhaltet eine Baustellenbezeichnungsabkürzung und eine Nummerierung laut entsprechendem Rundholz. Ein Beispiel wäre: SML R1 (Baustellenbezeichnungsabkürzung für St. Martin Laas und Rundholz 1)

#### POSITION DES GEHÖLZES

Die Position des Gehölzes wurde laut beschriebenen Sektoren R und R+ aufgenommen.

#### GEHÖLZHÖHE [CM]

Die Gehölzhöhe wurde bei kleineren Höhen bis 300 cm mit der Messlatte oder Maßstab vorgenommen, bei Höhen ab 300 cm wurde die Höhe nach Erfahrungs- und Vergleichswerten abgeschätzt.

#### STOCKDURCHMESSER STD [CM]

Der Stockdurchmesser wurde mit Hilfe einer Schublehre etwa 5 cm über dem Boden abgemessen.

#### BRUSTHÖHENDURCHMESSER BHD [CM]

Der Brusthöhendurchmesser wurde in einer Höhe von 120 cm mit Hilfe einer Schublehre abgemessen.

#### VITALITÄT

Die Vitalität wurde geändert nach Roloff eingeschätzt: 0: sehr hohe Vitalität; 1: hohe Vitalität; 2: mässige Vitalität; 3: geringe Vitalität; 4: abgestorben ja/nein.

#### SCHÄDEN

Die Schäden wurden entsprechend der Vitalitätsansprache nach Roloff: 0: keine Schäden, 1: schwache Schäden; 2: mittlere Schäden; 3: starke Schäden; 4: abgestorben ja/nein, eingeschätzt.

Die Auswertung der erhobenen Daten (Gehölzhöhe, Vitalität, Einlage/keine Einlage, Gehölzarten) wurde mit dem Programm "Microsoft Excel", Version 2003 durchgeführt. Alle Ergebnisdiagramme, die nicht unmittelbar im Hauptteil der vorliegenden Diplomarbeit vorkommen, sind im

Anhang vollständig angeführt.

## 8.2 Ergebnisse der Gehölzuntersuchungen

### 8.2.1 Standort 1 Wötzelgraben MATSCH

Unter den Gehölzen am gesamten Standort Wötzelgraben Matsch ist die Salweide am stärksten vertreten. Anzahlmäßig macht sie rund die Hälfte der gesamten aufgenommenen Gehölze aus. Gefolgt von *Alnus incana*, die nahezu 30 % erreicht. *Picea abies* und *Larix decidua* teilen sich gemeinsam Platz 3, mit jeweils einem Anteil von 6 %.

Mit geringeren Anteilen kommen *Fraxinus ornus* und *Salix myrsinifolia* vor.

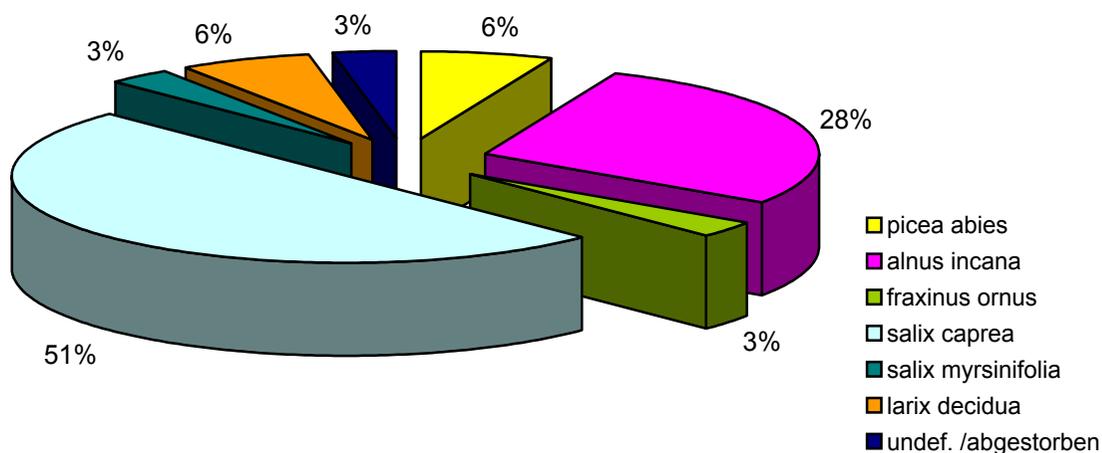


Abb 28: Gehölzarten am gesamten Standort 1, Wötzelgraben

Die Höhenverteilung gestaltet sich folgendermaßen. Die größten Höhen zwischen 6 und 7 m nehmen einige Individuen von *Larix decidua* und *Alnus incana* ein, wobei die Höhen zwischen 2 und 6 m fast ausschließlich von *Salix caprea* vertreten sind.

Der größte Anteil der Individuen liegt in der Höhenklasse 2 bis 3 m.

Die kleinsten Höhen zwischen 0,5 m und 2 m, nimmt zum Großteil *Alnus incana* bei mäßiger Vitalität ein. Die Stockdurchmesserverteilung korreliert mit der Höhenverteilung dahingehend, dass die größten Stockdurchmesser (Ø15-20 cm) nur von *Larix decidua* eingenommen werden, und in Stockdurchmesser-Klasse 2 bis 5 cm die meisten Individuen (zu 75% *Salix caprea*) vorzufinden sind.

*Salix caprea* dominiert die Klasse mit 1 bis 2 cm Stockdurchmesser.

Der Großteil der Arten dieses Standortes, mit Ausnahme von einigen *Larix decidua*- (sehr hohe Vitalität) und *Picea abies* -Individuen (hohe Vitalität), zeigen mäßige und geringe Vitalität.

Die Gesamtmortalität dieses Standortes liegt bei 25 %. Wobei 1/3 aller abgestorbenen Arten *Salix caprea* -Individuen sind, circa 1/10 aller abgestorbenen *Alnus incana* Individuen, und etwa die Hälfte aller abgestorbenen Arten *Larix decidua* Individuen.

Erkennbare Schäden waren vor allem bei der Salweide durch aufgerissene- und aufgeschlitzte Rinde vorgefunden worden.

Betrachtet man die Gehölze hinsichtlich ihrer Verteilung auf den verschiedenen Rundhölzern, dann ergibt sich folgendes Bild (siehe Abb. 127 S. 94)

Die Hälfte der gesamten aufgenommenen Gehölzarten befindet sich im Umkreis von Rundholz 2

(Sektor R2 und Sektor R2+), gefolgt von Rundholz 3, auf welchem sich ein Viertel der Gesamtindividuenzahl dieses Standortes befinden. Nur 3 % der Gesamtindividuen befinden sich auf Rundholz 1.

2/3 der Individuen rund um Rundholz 2 befinden sich im Sektor R2+ (=keine Einlage), das sind wiederum zu 40 % *Alnus incana*.

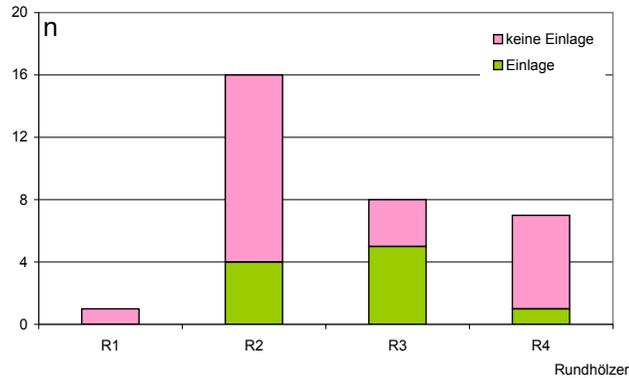


Abb 29: Anzahl n der Gehölze je Rundholz am Standort 1, Wötzelgraben

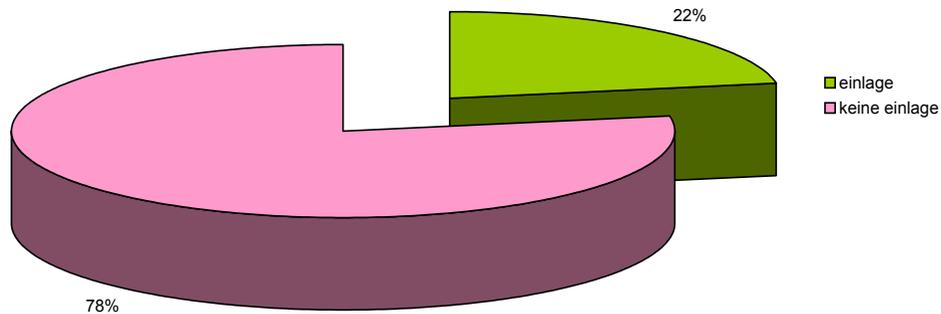


Abb 30: Vergleich Einlage / keine Einlage der Art Alnus incana am Standort 1, Wötzelgraben

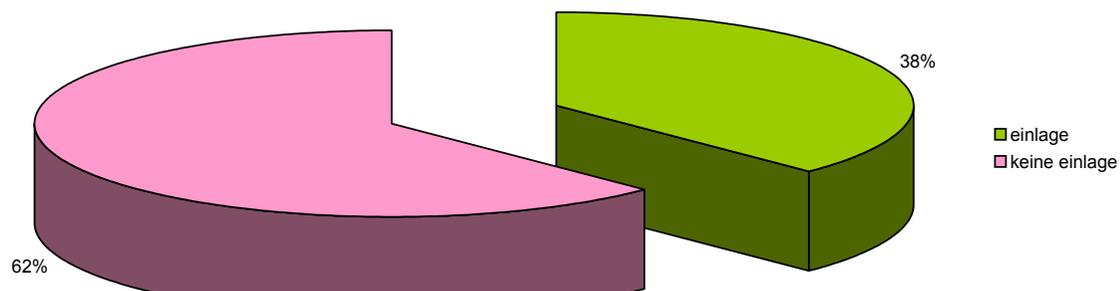


Abb 31: Vergleich Einlage / keine Einlage der Art Salix caprea, am Standort 1, Wötzelgraben

Nur auf Rundholz 3 überwiegen die “vermeintlichen Einlagen“, wobei es sich hier um Salix caprea – Individuen handelt..

Auf dem Hangbereich zwischen Rundholz 4 und Rundholz 1, befindet sich auf halbem Abstand (1,8 m) ein Weidezaun, der den unteren Kuhweidebereich, von dem oberen mit Gehölzen bepflanzten und verbauten Hangbereich trennt. In diesem beweideten Bereich befindet sich nur Rundholz 1. Auch findet hier durch den Verbiss keine Verjüngung statt.

Der durchschnittliche Abstand der Gehölze beträgt rund 76 cm (das heißt alle 76 cm befindet sich ein Gehölz). Werden die Daten in die Sektoren R und R+ aufgeteilt, so verteilen sich die Gehölze im Sektor R so, dass alle 2,4 m ein Gehölz und im Sektor R+ alle 1,1 m ein Gehölz wächst. Der Bewuchs wirkt am gesamten Standort sehr spärlich und inhomogen, was eine Stammzahl (Individuen pro Hektar) von 6612 bestätigt.

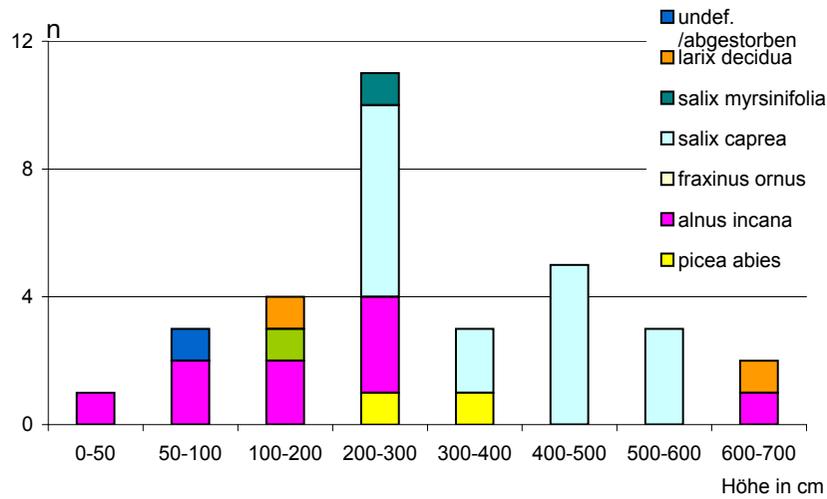


Abb 32: Höhenverteilung der Gehölze am Standort 1, Wöztalgraben

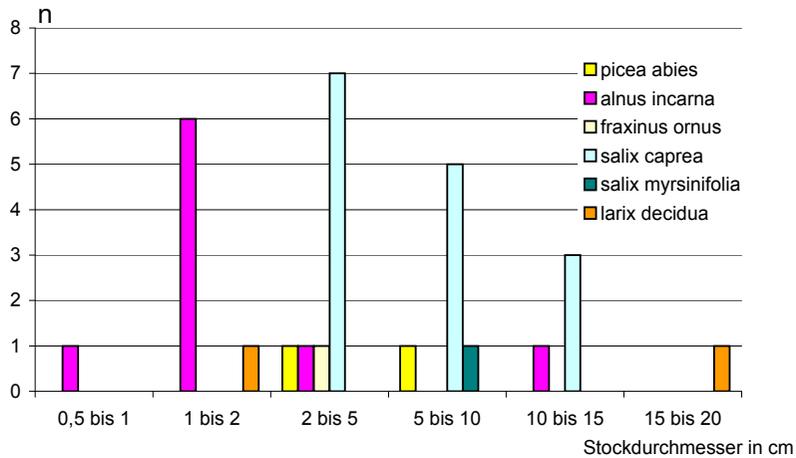


Abb 33: Stockdurchmesser der Gehölze am Standort 1, Wöztalgraben

n = Anzahl

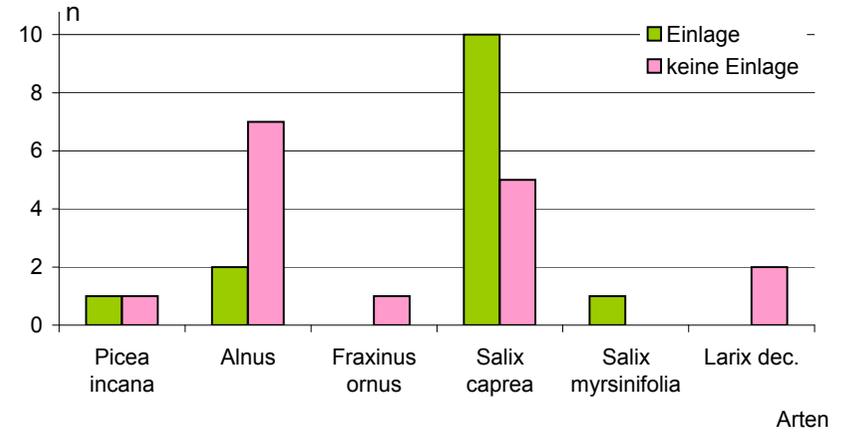


Abb 34: Vergleich von "vermeintlichen" Einlagen und keinen Einlagen am Standort 1, Wöztalgraben

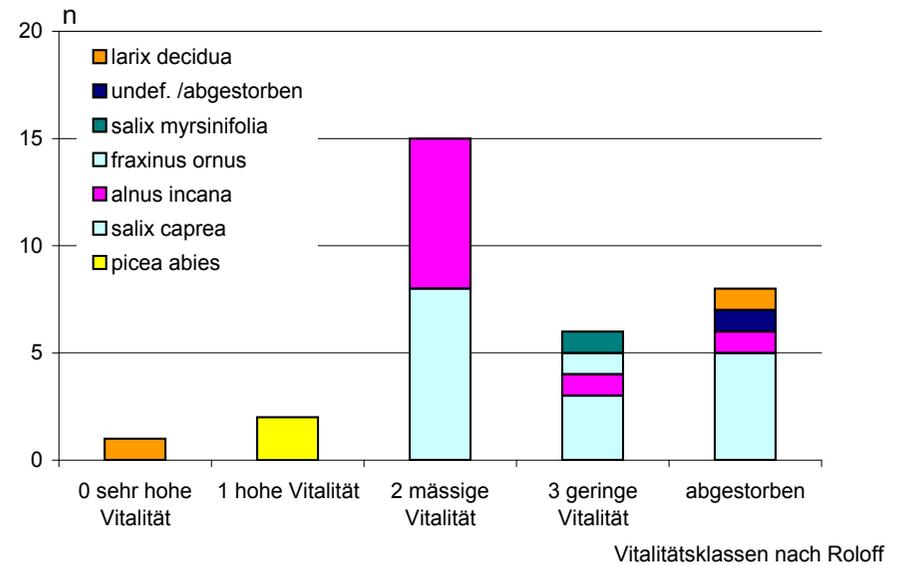


Abb 35: Vitalität der Gehölze am Standort 1, Wöztalgraben

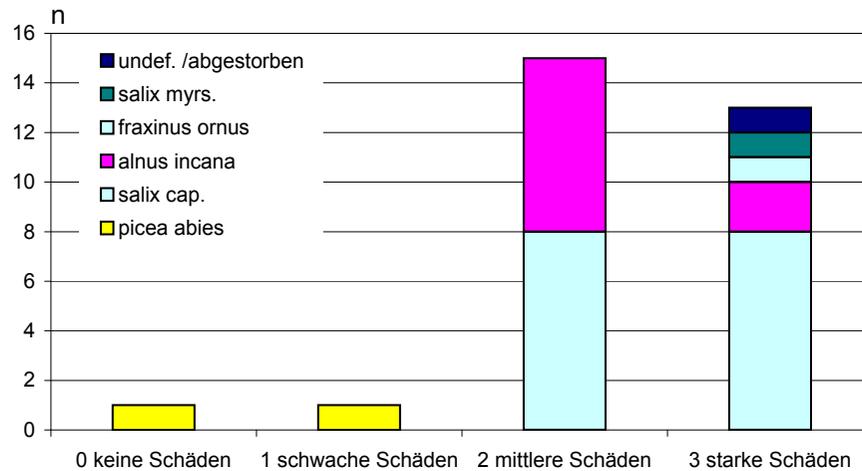
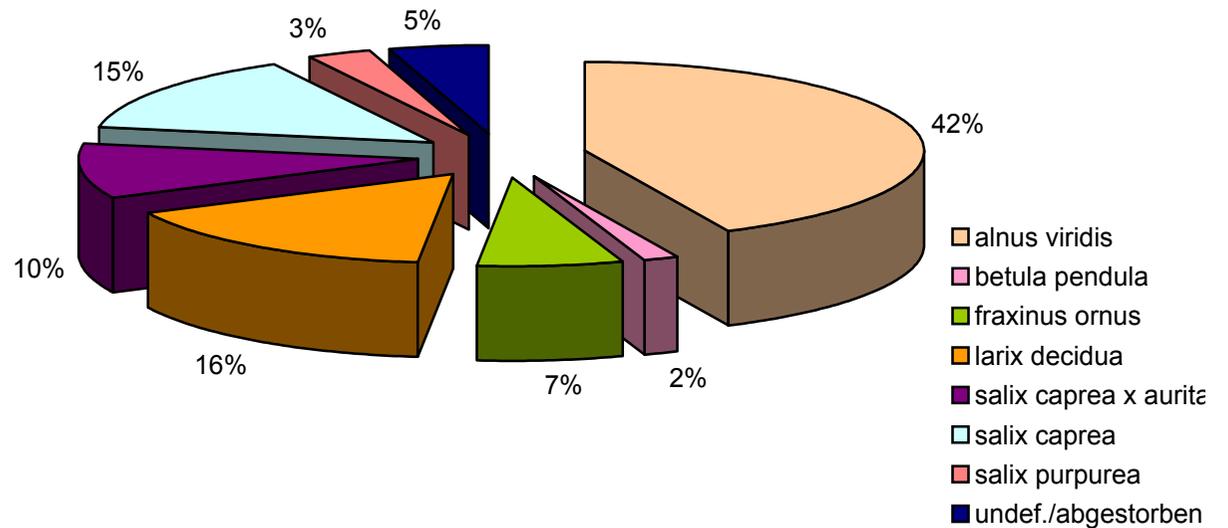


Abb 26: Gehölzschäden am Standort 1, Wötzelgraben

n = Anzahl



### 8.2.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH

Die Gehölzartenzusammensetzung auf Standort 2 Weg zu den Runerhöfen Matsch, wird zu 42 % von *Alnus viridis* dominiert, gefolgt von der mit 16 % vorkommenden *Larix decidua* und *Salix caprea*, welche einen 15 %-Anteil einnimmt. Weiters tragen auch *Salix caprea x aurita*, *Fraxinus ornus*, *Salix purpurea* und *Betula pendula* einen Beitrag zur Artenvielfalt des Gehölzbestandes auf Standort 2 bei.

Die meisten Individuen dieses Standortes befinden sich in der Höhenkategorie von 0,5 bis 1 m, wobei die größten Höhen zwischen 5 und 6 m *Alnus viridis* und *Larix decidua* erreichen. Die Stockdurchmesser-

Abb 37: Gehölzarten am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

Verteilung verhält sich im Vergleich dazu so, dass sich die meisten Individuen, davon zu 60% *Alnus viridis*, in der Klasse der 1 bis 2 cm starken befinden. Stockdurchmesser von 10 bis 15 cm erreichen nur

Larix decidua und Alnus viridis. Die Individuen-reichste Stockdurchmesser-Klasse, ist jene der 0,5 bis 1 cm starken Gehölze.

Arten, die laut Gehölzaufnahme "vermeintliche" Einlagen wären, sind durch Individuen wie Alnus viridis, Larix decidua (wurden aber sicher laut Florin Floineth nicht eingelegt), Salix caprea und Salix purpurea vertreten, wobei insgesamt nur 7 % aller Individuen der Gruppe der "vermeintlichen" Einlagen zuzuordnen waren, und keine Art einen Prozentanteil über 60% als "vermeintliche" Einlage aufweisen konnte.

Sehr hohe Vitalitäten erreichen nur Larix decidua und Betula pendula. Trotz dieses durchaus guten Vitalitätsschnittes darf die hohe Mortalität an diesem Standort nicht übersehen werden. Sie beträgt rund 21 %, das heißt dass rund 1/4 aller Gehölze hier abgestorben vorgefunden wurden.

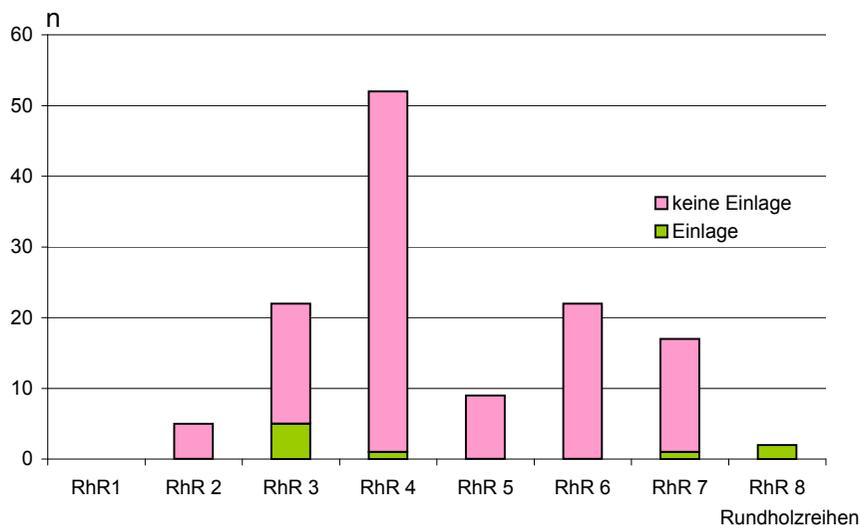


Abb 38: Anzahl der Gehölze je Rundholz am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

n = Anzahl

Die Anordnung der Gehölze auf den Rundholzreihen gestaltet sich folgendermaßen (siehe Abb. 129 S. 96): 40 % der Gehölze befinden sich in den Sektoren R und R+ der Rundholzreihe 4, Alnus viridis überwiegt hier eindeutig.

Gefolgt von Rundholzreihe 3 und 6 mit jeweils 17 % der gesamten Gehölze dieses Standortes.

Im Bereich rund um die Rundholzreihe 1 befinden sich keine Gehölze. Der Bewuchs wirkt im Bereich der Rundholzreihe 4 C und D sehr dicht und vital, hingegen in Bereichen der Rundholzreihe 6 D und E, sowie in Bereiche A aller Rundholzreihen, eher schütter. Der mittlere Abstand zwischen den Gehölzen beträgt hier 1,1 m. Im Vergleich dazu, beträgt der Abstand der Gehölze im Bereich der Rundholzreihe 4 C und D nur 15 cm.

Insgesamt ergibt sich eine Stammzahl von 6363 Individuen pro Hektar für den Standort 2.

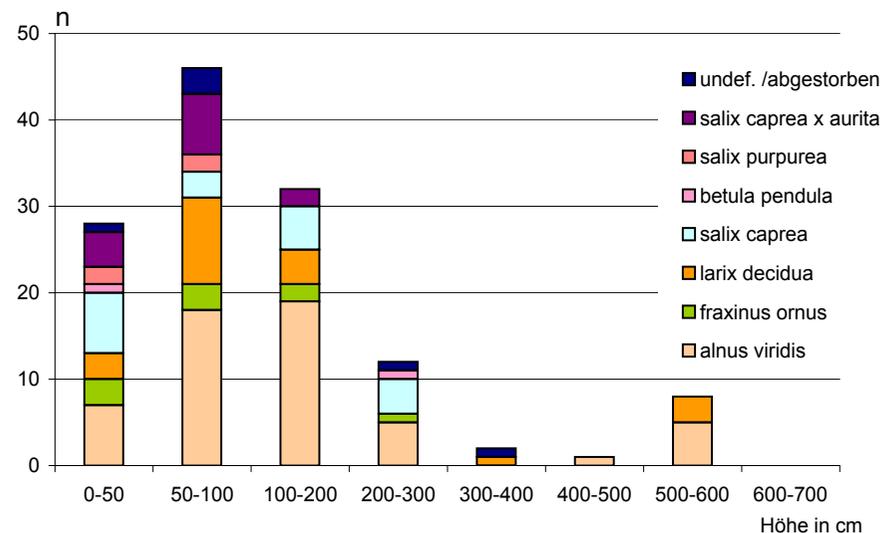


Abb 39: Höhenverteilung der Gehölze am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

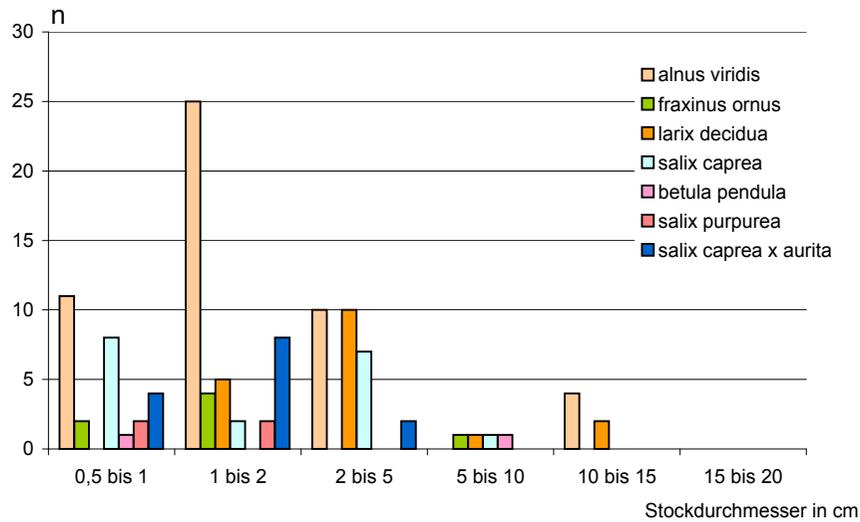


Abb 40: Stockdurchmesser der Gehölze am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

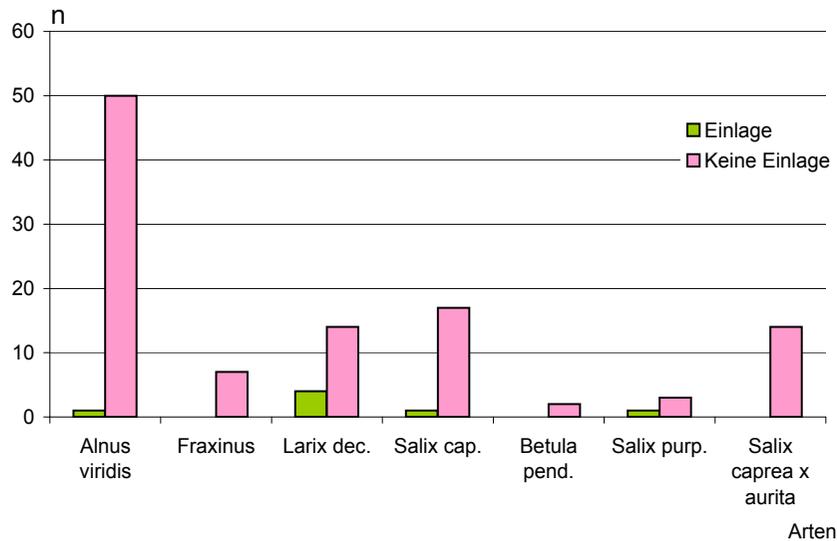


Abb 41: Vergleich von "vermeintlichen" Einlagen und keinen Einlagen am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

n = Anzahl

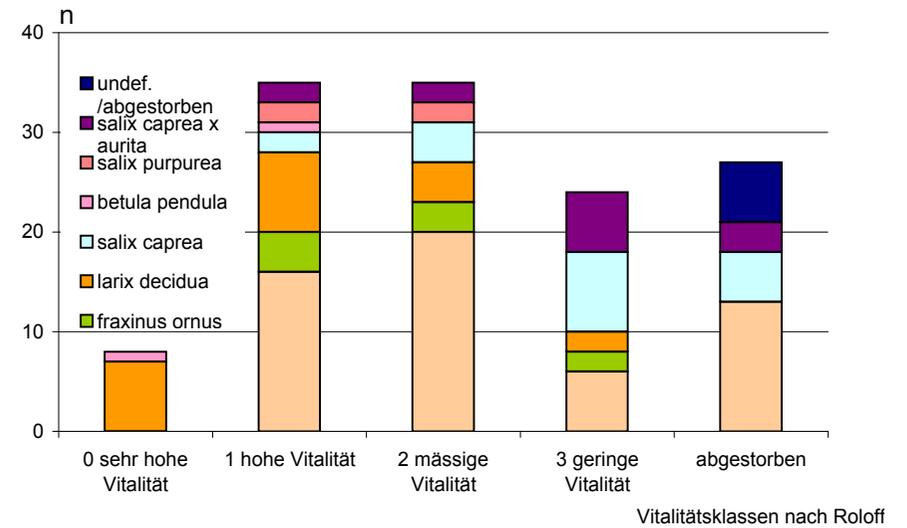


Abb 42: Vitalität der Gehölze am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

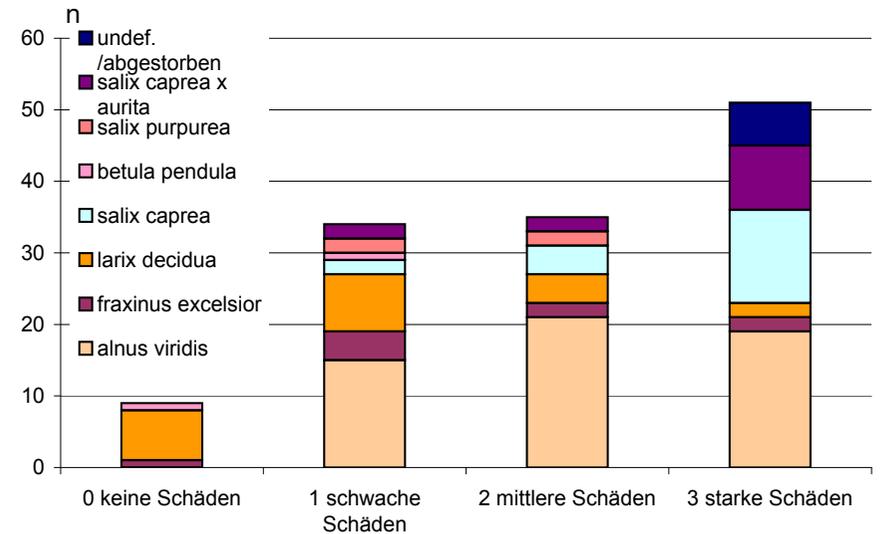


Abb 43: Gehölzschäden am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

### 8.2.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH

Die Artenzusammensetzung am Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe Matsch setzt sich aus nur zwei dominierenden Arten zusammen. Es handelt sich hierbei zu 62 % um *Larix decidua* und zu 38 % um *Salix caprea*.

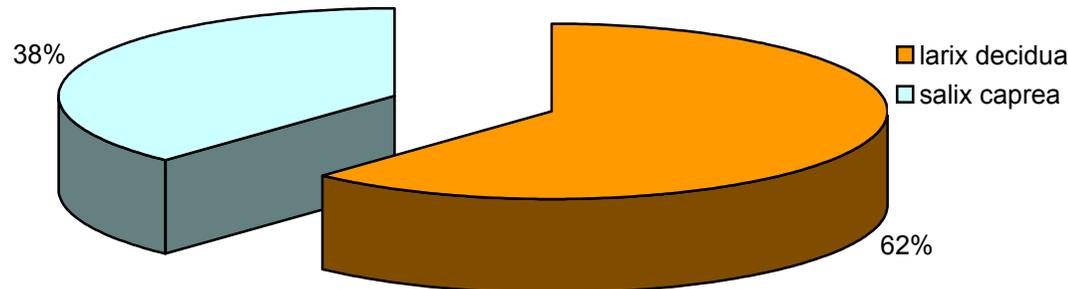


Abb 44: Gehölzarten am Standort 3, Saldurbach Mühlhöfe

Die meisten Individuen befinden sich in einem Höhenbereich zwischen 2 und 3 m, wobei dieser zu 2/3 von *Salix caprea* vertreten wird.

Die größten Höhen, erreicht jedoch nur *Larix decidua* mit Höhen zwischen 4 und 5 m. Die vertretenen Stockdurchmesser-Klassen, sind alle etwa im Verhältnis 60 (*Larix decidua*) zu 40 (*Salix caprea*) aufgeteilt, nur die Klasse der 20 bis 25 cm Starken, wird zu 100% von *Larix decidua* eingenommen.

Bei Betrachtung der durchschnittlichen Vitalität, besitzt der größte Anteil der Individuen eine sehr hohe, jedoch machen diesen Anteil *Larix decidua* – Individuen aus, und mildert dadurch die schlechteren Vitalitäten von *Salix caprea*. *Larix decidua* weist auf diesem Standort zu 4/5 sehr hohe Vitalitäten auf, *Salix caprea* hingegen verfügt nur zu 1/3 über hohe Vitalitäten.

Die durchschnittliche Mortalität aller Individuen auf diesem Standort

liegt bei 2,3 %.

Der Fund von Rostpilz (Sammelbezeichnung *Melampsora salicina* Lév.) auf mehreren *Salix caprea* - Individuen ist vermutlich eine Erklärung für die eher mäßigen Vitalitätswerte.

Auf diesem Standort überwiegt leicht der Anteil von "vermeintlichen" Einlagen, weder *Salix caprea* noch *Larix decidua* können jedoch als "vermeintliche" Einlage mit über 60 % iger Wahrscheinlichkeit als solche tituliert werden. 46 % stellen laut Abstandszuordnung keine Einlage dar, und gehören somit dem Sektor R+ an. Die meisten dieser, sich im Sektor R+ befindlichen Individuen scharen sich im Bereich rund um Rundholzreihe 7 und 8 (siehe Abb. 132 S. 99). Rund 1/3 aller Individuen, welche sich auf Rundholzreihe 5 beziehen, sind keine Einlagen.

Um die Faktoren Länge und Flächengröße berücksichtigen zu können, geben uns Abstand der Gehölze und Stammzahl gute Auskünfte über die Dichte des Bewuchses.

Die Stammzahl bezogen auf den gesamten Aufnahmebereich, beläuft sich auf 3148 Individuen/ha, wobei das einem Abstand der Gehölze von 1,6 m entspricht. Betrachtet man diesen Abstand genauer und differenziert zwischen den Bereichen R und R+, so befinden sich im Bereich R im Durchschnitt alle 2,9 m eine Pflanze und im Bereich R+ alle 3,5 m eine Pflanze.

Um den optischen Eindruck einer höheren Bewuchsdichte rund um die Rundhölzer bzw. Rundholzreihen 4,6,7 und 8, wie auch auf den Rundhölzern und Rundholzreihen 1,2,3 und 5, überprüfen zu können, werden auch für diese Bereiche, abseits des Gesamtdurchschnittswertes, die Stammzahlen, Abstände zwischen den Gehölzen, und die durchschnittlichen Höhen in diesen Bereichen differenziert betrachtet.

In Bereich 4,6,7 und 8 beträgt die Stammzahl 4361 Individuen/ha und

der durchschnittliche Abstand zwischen den Gehölzen beträgt 1,15 m. Im Bereich rund um die Rundhölzer bzw. Rundholzreihen 1,2,3 und 5 erreicht die Stammzahl 3977 Individuen/ha, wobei sich hier rund alle 1,26 m ein Gehölzindividuum befindet. Bei Betrachtung dieser Zahlen kann der optische Eindruck nicht eindeutig bestätigt werden. Bezüglich der berechneten durchschnittlichen Höhen, der beiden relevanten Bereiche ergaben sich ebenfalls keine, den oben genannten optischen Eindruck unterstreichenden Ergebnisse. (Bereich 4, 6, 7, 8: Ø Höhe 2,75; Bereich 1, 2, 3, 5: ØHöhe: 2,21 m).

Die Aufnahme der Gehölze nach den vorgegebenen Aufnahmesektoren, kann also keine Aussage über den Gesamteindruck des Hanges treffen. Rund um Rundholz 3 und 4 befinden sich sehr wenige Gehölze (siehe Abb 132 S. 99). In diesem Bereich konnten aber Grasnarbenverletzungen durch Viehtritt beobachtet werden.

Der gesamte Bereich im Umkreis von Rundholz 1 stellt sich vollkommen vegetationsfrei dar. Ein ständiges Abwaschen des Oberbodens durch Starkregenereignisse läßt kein Aufkommen von Pflanzen zu.

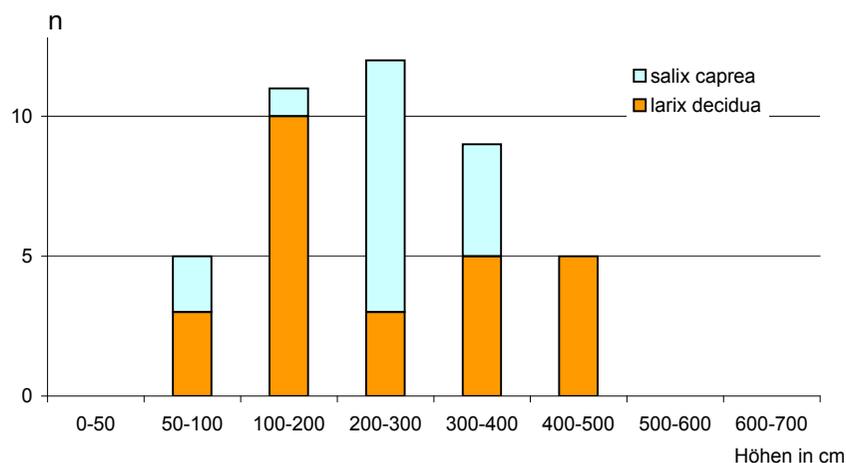


Abb 45: Höhenverteilung der Gehölze am Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe

n = Anzahl

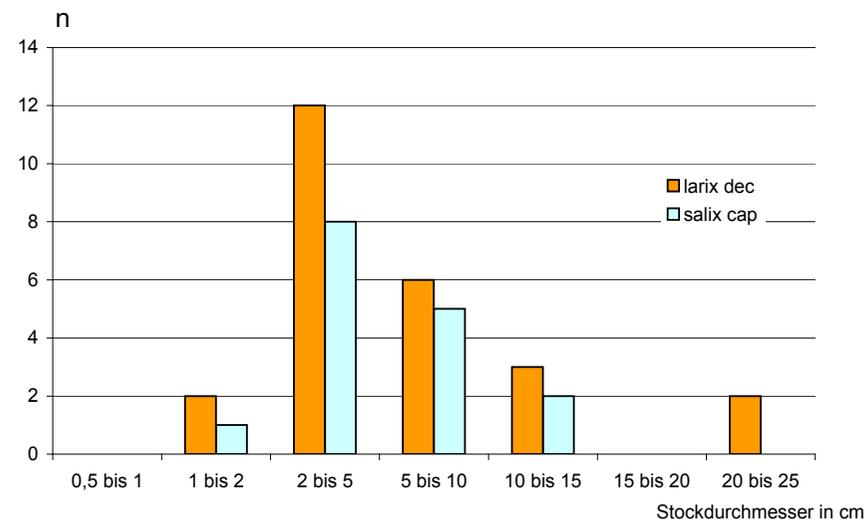


Abb 46: Stockdurchmesser der Gehölze am Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe

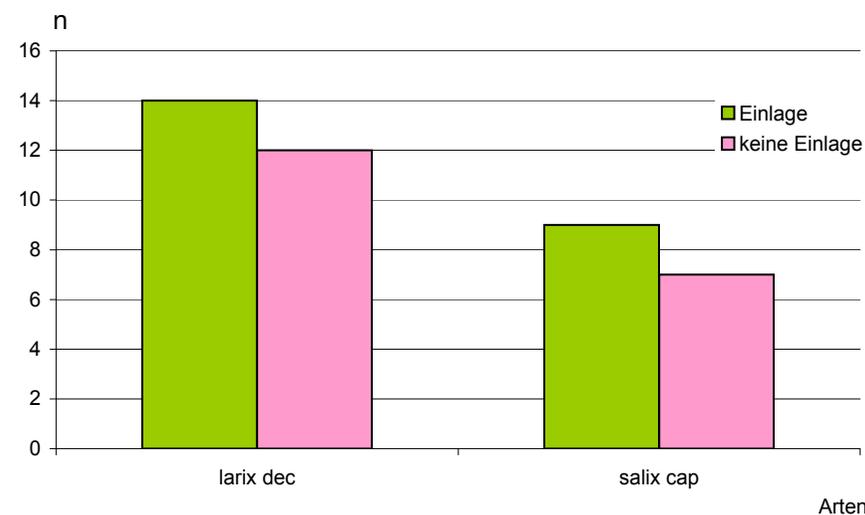


Abb 47: Vergleich von "vermeintlichen" Einlagen und keinen Einlagen am Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe

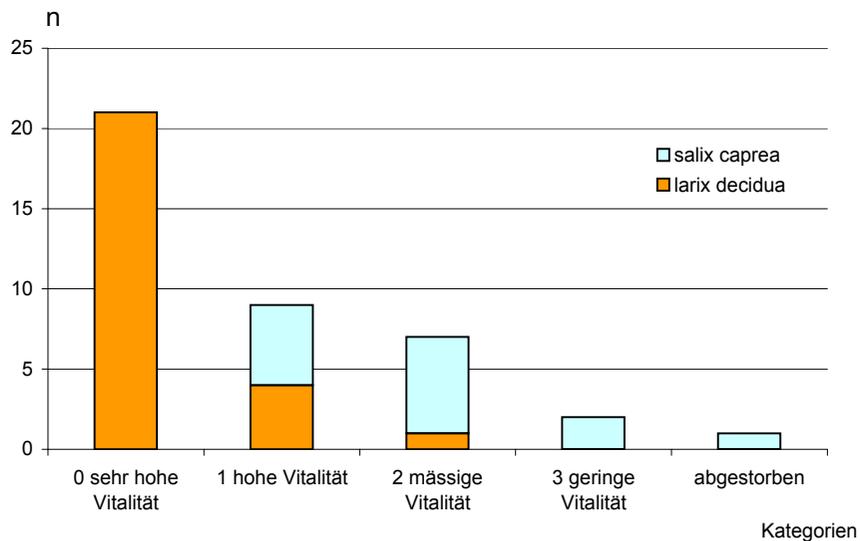


Abb 48: Vitalität der Gehölze am Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe

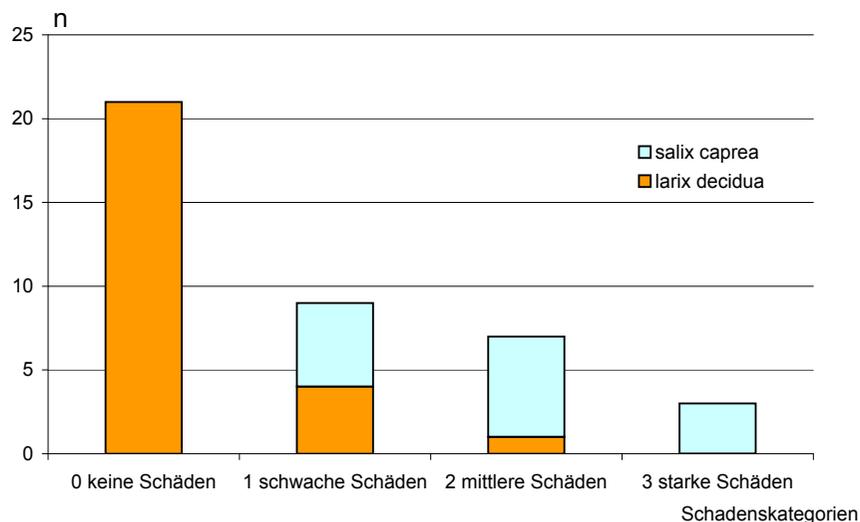


Abb 49: Gehölzschäden am Standort 3, Saldurbach Mühlhölfe

n = Anzahl

#### 8.2.4 Standort 4 Tafraztgraben GÖFLAN

Die Artenverteilung am Standort 4 Tafraztgraben Göflan setzt sich folgendermaßen zusammen: Mit 36% dominiert *Picea abies* auf diesem Standort, gefolgt von *Alnus incana* mit 24%, auch *Lonicera xylosteum* mit 20% ist sehr häufig auf der Höhe der Strauchschicht vertreten. Weiters tragen *Fraxinus ornus* (7%), *Larix decidua* (4%), *Robinia pseudoacacia* (4%), *Betula pendula* und *Ulmus glabra* zur Gesamtheit der Artenzusammensetzung auf diesem Standort bei.

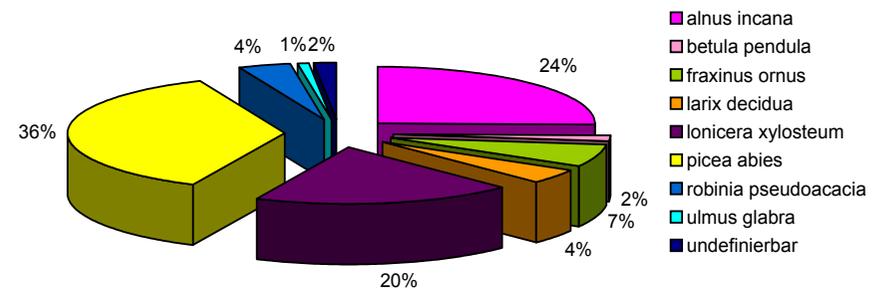


Abb 50: Gehölzarten am Standort 4, Tafraztgraben

Die größten Höhen zwischen 5 und 9 m werden von *Alnus incana* vertreten. Die meisten aufgenommenen Individuen zwischen 0 und 50 cm Höhe befinden. Dabei handelt es sich zum Großteil um *Picea abies* Individuen. In der Höhenkategorie 50 – 100 cm nimmt neben *Picea abies* auch 1/3 *Lonicera xylosteum* ein. Auch die Stockdurchmesser zwischen 0,5 und 2 cm werden von *Picea abies* dominiert. Jene zwischen 5 und 25 cm werden ganz von *Alnus incana* beherrscht. *Larix decidua* kommt in den Klassen von 5 bis 15 cm Stockdurchmesser noch mit Prozentanteilen zwischen 15 und 20 % vor, verjüngt sich auf diesem Standort aber nicht, da der Standort hier zu dunkel ist.

Insgesamt wurden rund um Rundholzreihe 2 die meisten Gehölzindivi-

duen (Anzahl:46) vorgefunden (siehe Abb. 138 S. 102). 16 von diesen 46 Individuen konnten als "vermeintliche" Einlagen aufgenommen werden, was auch der Anzahl der Einlagen rund um Rundholzreihe 1 und 3 entspricht.

Arten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit ursprünglich Einlagen waren, sind *Alnus incana* und *Fraxinus ornus*.

Die Gehölzverteilung verhält sich an diesem Standort sehr ausgeglichen und optisch homogen.

Bei genauerer Betrachtung der Vitalitäten besitzen die meisten Individuen mäßige Vitalität (Kategorie 2). *Lonicera xylosteum*, dicht gefolgt von *Alnus incana* nehmen die größten Anteile dieser Vitalitätsklasse (2) ein. Die durchschnittliche Vitalität auf liegt bei 1,53. Auch ein Prozentanteil von nahezu 10% (9,7%) Mortalität spiegelt mäßige Gehölzvitalitäten auf diesem Standort wieder.

Wie schon oben angesprochen stellt sich der Bewuchs am Standort Tafratzgraben Göflan als durchgehend sehr dicht dar, vor allem durch die annähernd geschlossene Kronendeckung durch *Alnus incana*. *Lonicera xylosteum* sorgt für dichten Bewuchs auf der Höhe der Strauchschicht.

Betrachtet man die Stammzahl von 14138 Individuen/ha ist das mehr als die anderen untersuchten Standorte aufweisen können. Auch ein durchschnittlicher Abstand von 35 cm zwischen den einzelnen Gehölzen, bezogen auf alle Gehölzindividuen am Hang, bestätigt den Eindruck eines durchaus dichten Bewuchses.

Teilt man die Grundgesamtheit der Gehölze in die beiden Sektoren R und R+ so ergeben sich Abstände von 90 cm im Sektor R und von 58 cm im Bereich R+.

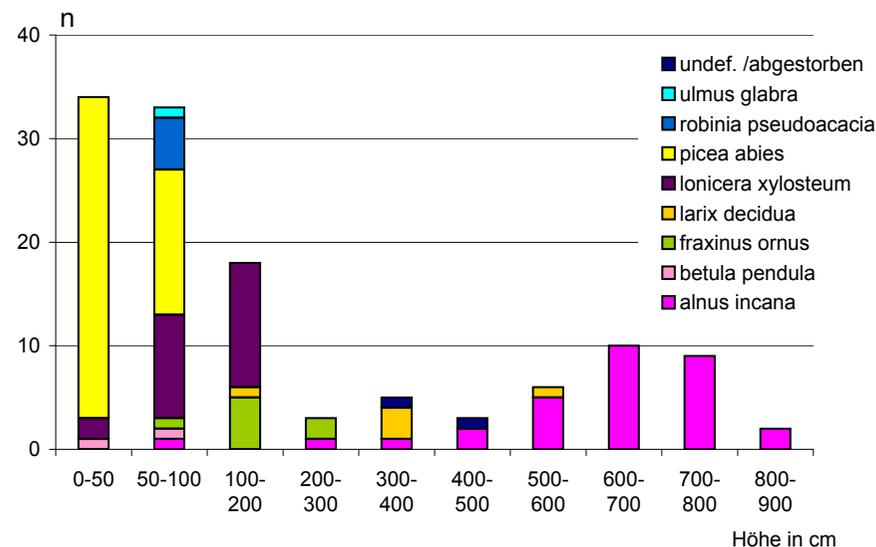


Abb 51: Höhenverteilung der Gehölze am Standort 4, Tafratzgraben

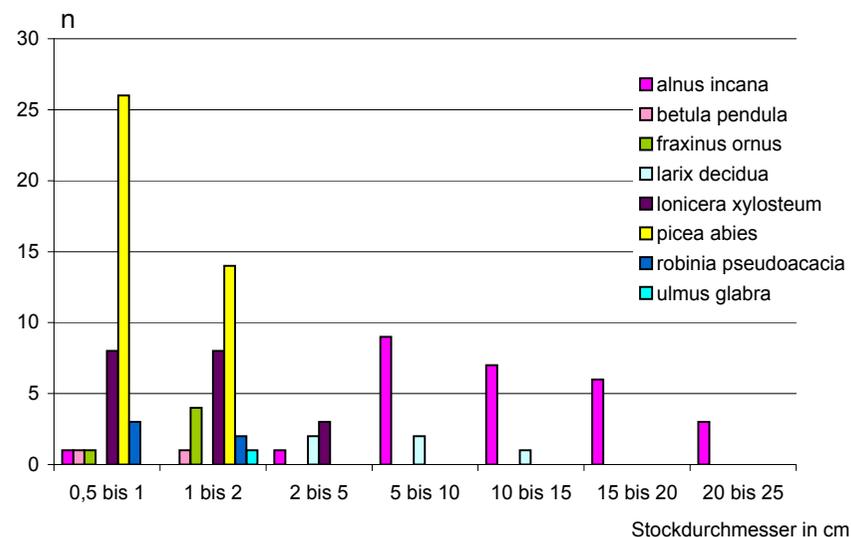


Abb 52: Stockdurchmesser der Gehölze am Standort 4, Tafratzgraben

n = Anzahl

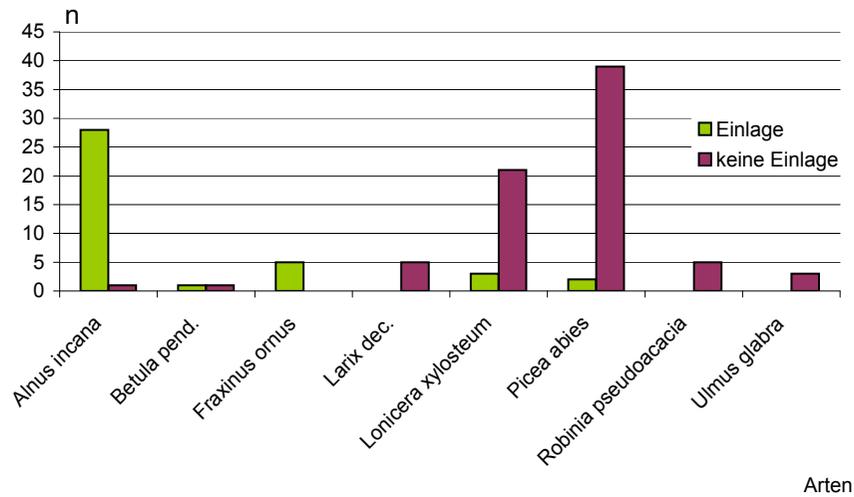


Abb 53: Vergleich von "vermeintlichen" Einlagen und keinen Einlagen am Standort 4, Tafraztgraben

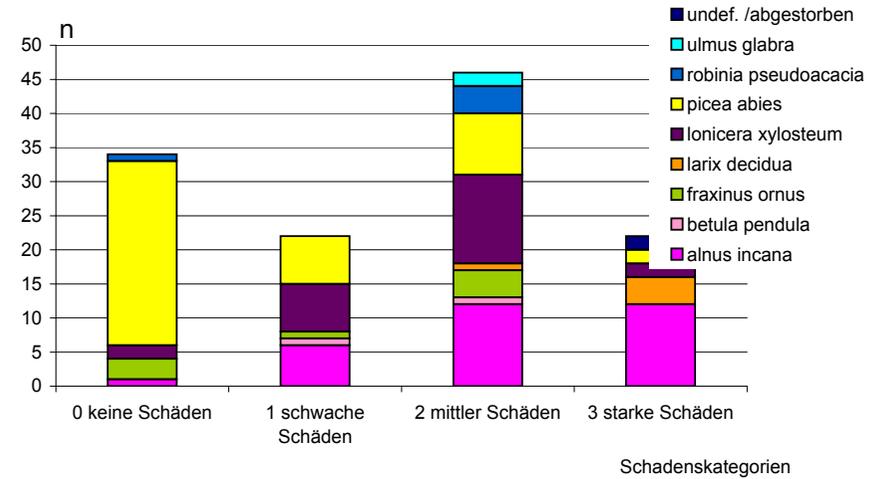


Abb 55: Gehölzschäden am Standort 4, Tafraztgraben

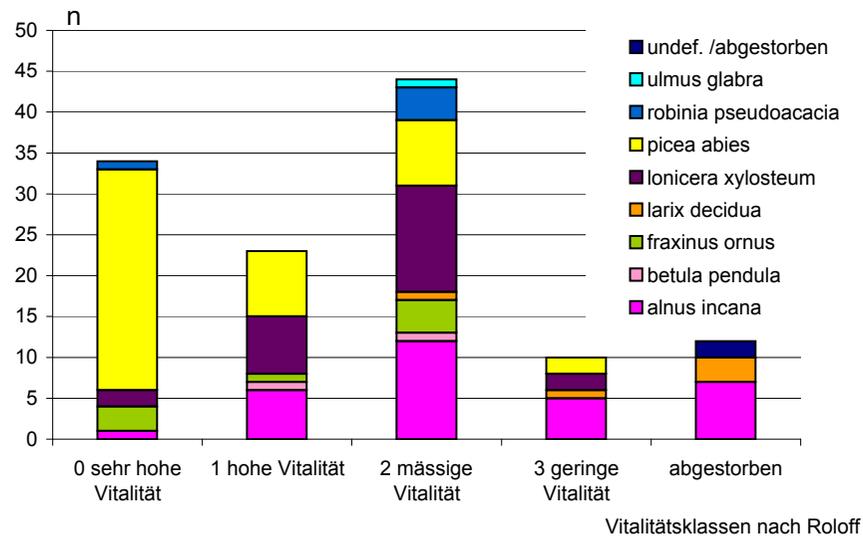


Abb 54: Vitalität der Gehölze am Standort 4, Tafraztgraben

n = Anzahl

### 8.2.5 Standort 5 St. Martin LAAS

Die Gehölzartenverteilung auf Standort 5 St. Martin Laas setzt sich zur Hälfte (52 %) aus *Larix decidua* zusammen. Prozentanteilmäßig weit abgeschlagen mit 16 % kommt auch *Picea abies* vor. Auffällig ist auf diesem Standort der relativ hohe Anteil von 11 % der als „undefinierbar“ aufgenommenen Arten. Hierbei handelt es sich laut Aussage von Herrn Prof. Florin Florineth, mit hoher Wahrscheinlichkeit um *Fraxinus ornus* Individuen, welche an diesem einzigen Standort mit zwei- und dreireihigen Pilotenwänden, zwischen den Rundhölzern gepflanzt wurden. Arten, welche zu 5 % oder darunter vorkommen, sind *Juniperus communis* (5 %), *Rosa canina* (5 %), *Betula pendula* (5 %), *Fraxinus ornus* (4 %), und *Salix caprea x aurita* mit 2 %.

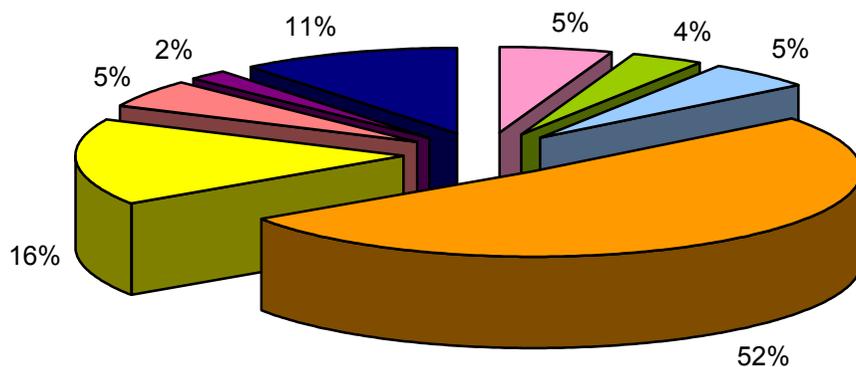


Abb 56: Gehölzarten am Standort 5, St. Martin

Höhenverteilungsmäßig befinden sich die meisten Individuen in der niedrigsten Höhenkategorie der 0 – 50 cm hohen Individuen, wobei sich von jeder an diesem Standort vorkommenden Art mindestens ein Individuum in dieser Kategorie befindet.

*Larix decidua* nimmt die größten Höhen zwischen 5 und 6 m ein, und kann in allen Höhenkategorien, bis auf Höhen zwischen 4 und 5 m, mehrere Vertreter ihrer Art aufweisen. Diese Höhengruppe zwischen 4 und 5 m Höhe, ist nur bei *Betula pendula* vertreten. Die Betrachtung der Stockdurchmesser, bringt eine klare Dominanz von *Larix decidua* in nahezu allen Stärkeklassen hervor. Einzig die Klasse der 2 bis 5 cm starken, wird nicht von ihr dominiert, und auch Arten wie *Juniperus communis*, *Betula pendula* und *Picea abies*, kommen hier mit Prozentanteilen zwischen 15 und 20 % vor.

Sieht man sich das Verhältnis der aufgenommenen „vermeintliche“ Einlagen zu keinen Einlagen an, so muss festgestellt werden, dass im Laufe der Jahre nicht sehr viele „vermeintliche“ Einlagen erhalten geblieben sind. Rund 79 % der Gehölzpflanzen wurden als keine Einlage aufgenommen, nur 21 %, darunter die Arten *Fraxinus ornus*, *Salix caprea x aurita* und *Juniperus communis*, konnten als „vermeintliche“ Einlagen klassifiziert werden.

Allgemein drückt sich die Vitalität in Zahlen so aus:

Die durchschnittliche Vitalität für den gesamten Standort beträgt 2,1.

Mäßige Vitalität (2) zeigen bezogen auf die 5 aufgenommenen Vitalitätskategorien (0 sehr hohe Vitalität, 1 hohe Vitalität, 2 mäßige Vitalität, 3 geringe Vitalität, 4 abgestorben) mit 37 % am meisten der aufgenommenen Gehölze. *Fraxinus ornus* ist in dieser Vitalitätskategorie(2) nicht vorhanden. Diese ist nur in Kategorie 4 (abgestorben) vertreten, welche nach Kategorie 2, die meisten Individuen beinhaltet. Daraus folgt eine Mortalität von 23 % und das entspricht 13

Individuen.

Kategorie 0 sehr hohe Vitalität wird von den Arten *Betula pendula*, *Juniperus communis*, *Larix decidua*, und *Picea abies* vertreten.

Die Anordnung der Gehölze am Hang gestaltet sich inhomogen (siehe Abb. 142 S.105). Im orographisch linken Bereich rund um Rundholzwand 1 und 2 (dreireihig) wachsen rund 93 % der gesamten aufgenommenen Gehölze. Nur ein Prozentsatz von 7 % verteilt sich nahe Rundholzwand 3 (zweireihig). Insgesamt wurden auf den Hangbereichen zwischen den Rundholzwänden zum Zeitpunkt der Untersuchung kaum Gehölze aufgenommen. An einer Stammzahl von 12284 Individuen/ha kann aber abgelesen werden, dass die geringe Dichte des Bewuchses zwischen den Rundholzwänden durch die stärkere Dichte der Gehölze im orografisch linken Teil kompensiert werden kann.

Diese Stammzahl liegt im Gesamtvergleich mit den anderen bearbeiteten Standorten im oberen Drittel.

Die durchschnittlichen Abstände zwischen den einzelnen Individuen aufgeteilt in drei Bereiche, ergeben folgende Ergebnisse: Im Bereich R befindet sich durchschnittlich alle 3,9 m ein Gehölz, im Bereich R+ alle 52 cm, und im Bereich zwischen R und R befindet sich alle 3,9 m ein Gehölz.

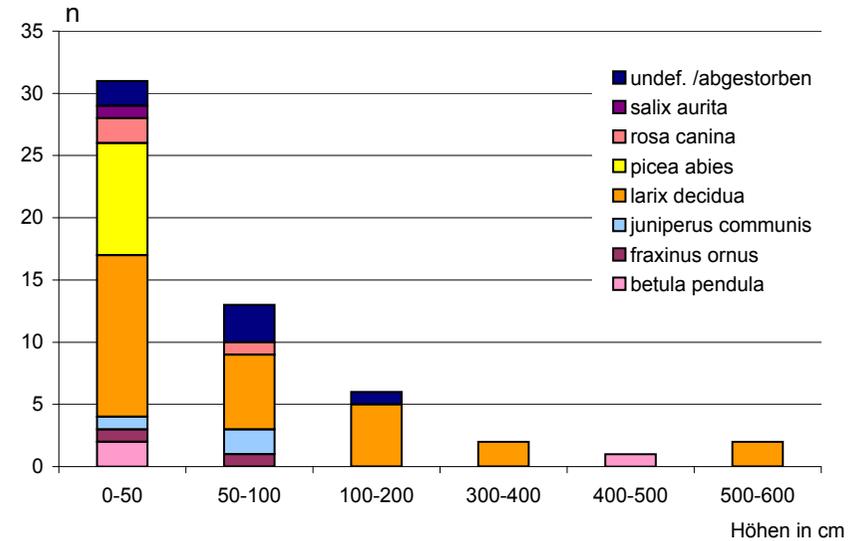


Abb 57: Höhenverteilung der Gehölze am Standort 5, St. Martin

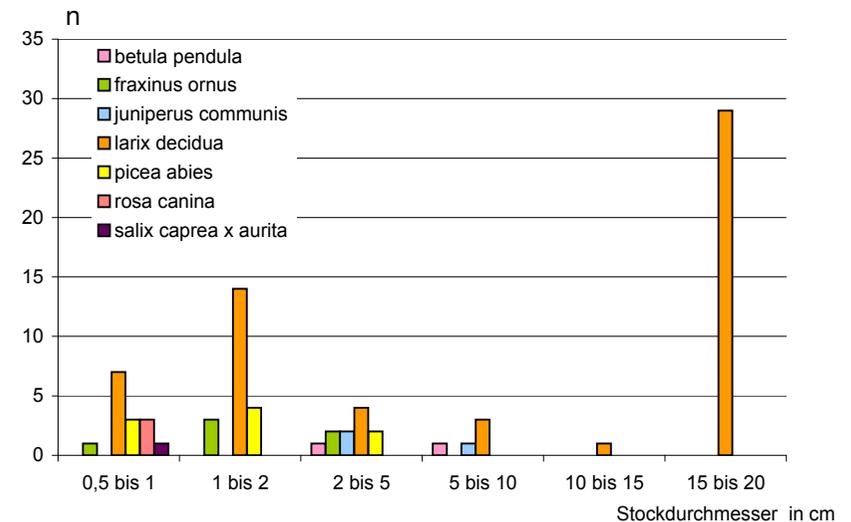


Abb 58: Stockdurchmesser der Gehölze am Standort 5, St. Martin

n = Anzahl

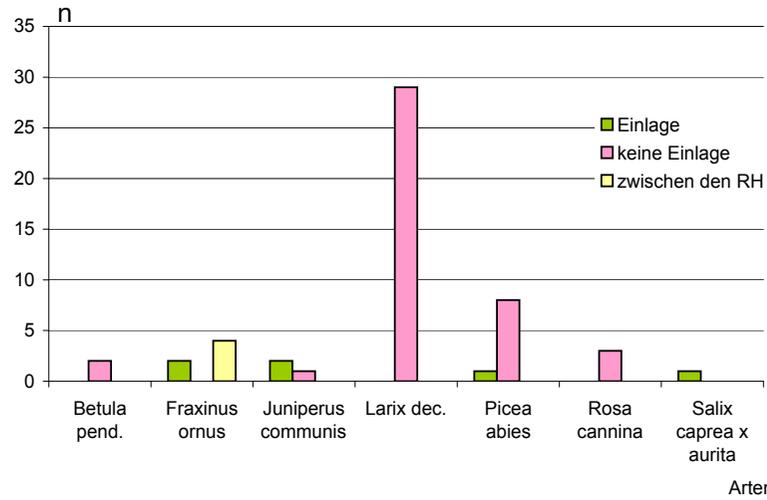


Abb 59: Vergleich von "vermeintlichen" Einlagen und keinen Einlagen am Standort 5, St. Martin; RH = Rundholzreihe

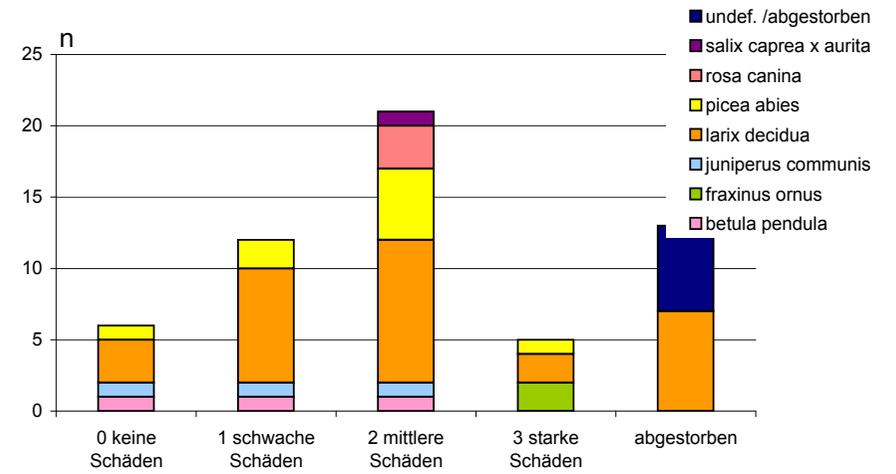


Abb 61: Gehölzschäden am Standort 5, St. Martin

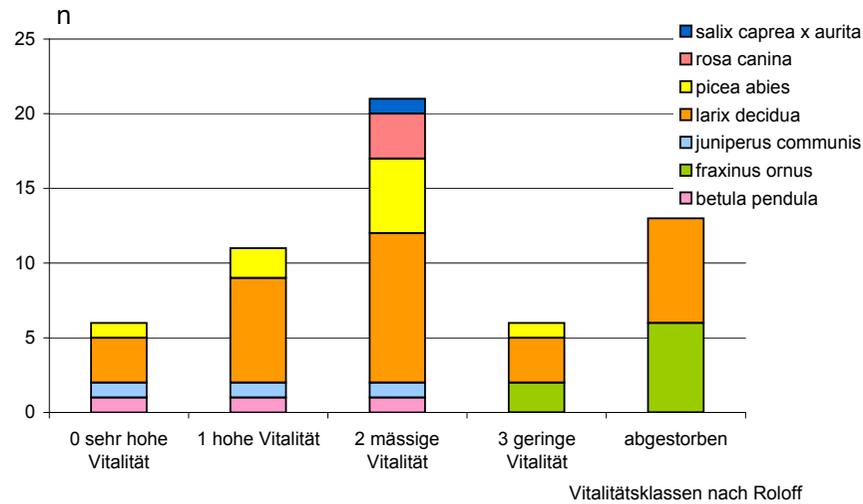


Abb 60: Vitalität der Gehölze am Standort 5, St. Martin

n = Anzahl

### 8.2.6 Standort 6 MERAN 2000

Auf diesem Standort wurden wegen der Lage über der Waldgrenze keine Gehölze gepflanzt.

### 8.2.7 Standort 7 Kalchofen LÜSEN

Die Artenzusammensetzung auf Standort 7 Kalchofen Lüssen teilt sich sehr klar auf zwei dominierende Arten auf. Zum einen zu 45 % aller aufgenommenen Gehölze auf *Alnus viridis*, und zum anderen zu 43 % auf *Prunus padus*. Die restlichen 10 % werden von *Fraxinus excelsior* reingenommen. Die Höhen lassen sich sehr kompakt in drei Kategorien

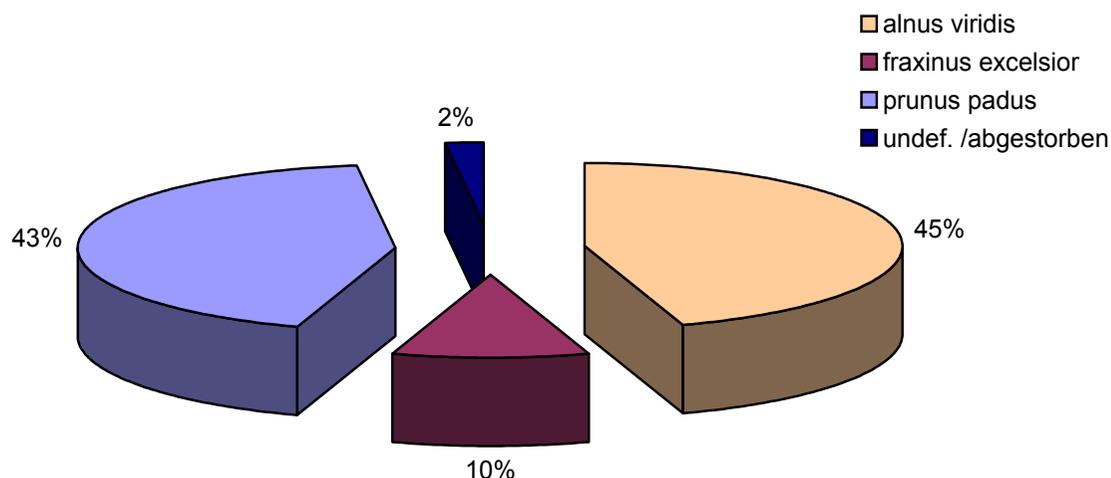


Abb 62: Gehölzarten am Standort 7, Kalchofen

zwischen 1 und 4 m zusammenfassen, wobei die Kategorie mit den meisten aufgenommenen Individuen zwischen 2 bis 3 m Höhe liegt. Die größten Höhen zwischen 3 und 4 m nimmt zu 2/3 *Alnus viridis* und zu 1/3 *Prunus padus* ein. *Fraxinus excelsior* ist in dieser Höhengruppe

nicht vorhanden. In der Gruppe der 1 bis 2 Metrigen sind aber Vertreter aller Arten vorzufinden.

Die Stockdurchmesser verteilen sich ebenfalls nur auf 2 Klassen (2 bis 5 cm, 5 bis 10 cm), wobei die 2 bis 5 cm Starke im gleichen Verhältnis von *Prunus padus* dominiert werden, wie die Klasse der 5 bis 10 cm von *Alnus viridis*. *Fraxinus excelsior* nimmt in beiden Klassen 10 % ein.

Standort Kalchofen Lüssen ist der einzige untersuchte Standort, an dem alle aufgenommenen Gehölze „vermeintliche“ Einlagen sind.

Die durchschnittlichen Vitalitäten liegen bei 1,5. Vitalitätsklasse 1 hohe Vitalität überwiegt im Durchschnitt eindeutig, wobei der größte Anteil der Gehölze mit nur mäßiger Vitalität, bei *Prunus padus* zu finden ist.

Die Mortalität an diesem Standort entspricht rund 2 %, was sich aus einem abgestorbenen Individuum, bezogen auf die Grundgesamtheit von 51 Individuen berechnet.

Die Anordnung der Gehölze am Hang und rund um die Rundhölzer, gestaltet sich sehr regelmäßig (siehe Abb. 154 S. 111). Dennoch befinden sich um Rundholz 2 die meisten Gehölzindividuen, das sind rund 33 % aller aufgenommenen. Der allgemeine Eindruck des Bewuchses am Hang wirkt durchgehend sehr homogen und weist guten Kronenschluss auf. Dieser könnte eine höhere Stammzahl als 12.143 Individuen/ha und einen kleineren Abstand als 41 cm zwischen den Gehölzen vermuten lassen. Der Vergleich mit den Stammzahlen-Angaben (13.426 bis 13.750 Individuen/ha) von SCHREMPF (1987, S. 13) einer Jungwaldphase, inklusive Verjüngung, im nördlichen randalpinen Fichten-Tannen-Buchen-Urwald, deutet auf eine Gehölzdichte auf diesem Standort in normalem Rahmen hin, und läßt nicht sehr große Gehölzausfälle aufgrund von Konkurrenz im Wachstumsverlauf voraus sagen.

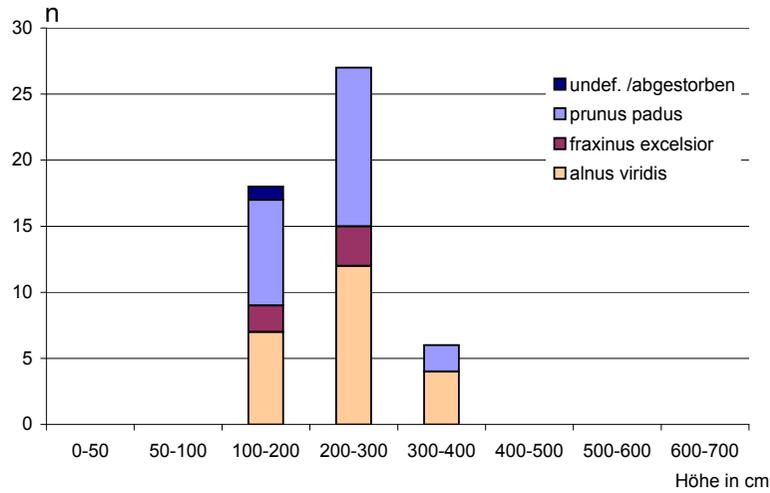


Abb 63: Höhenverteilung der Gehölze am Standort 7, Kalchhofen

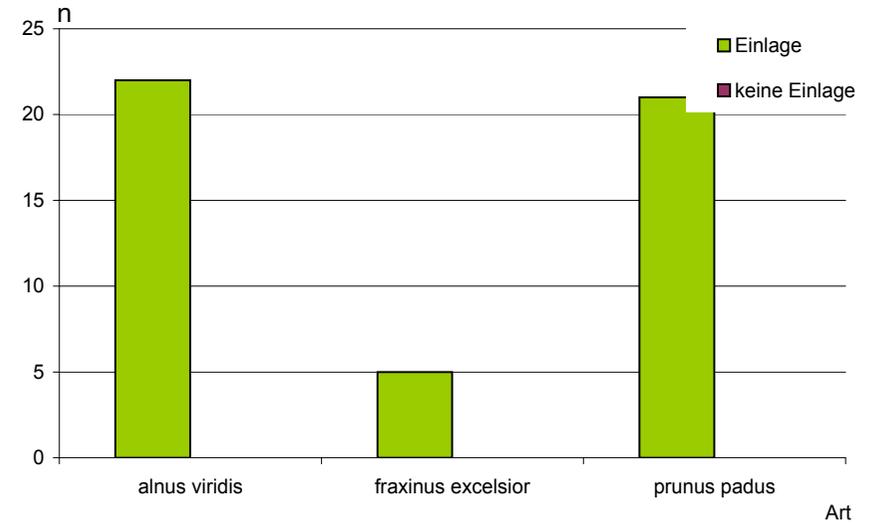


Abb 65: Vergleich von "vermeintlichen" Einlagen und keinen Einlagen am Standort 7,

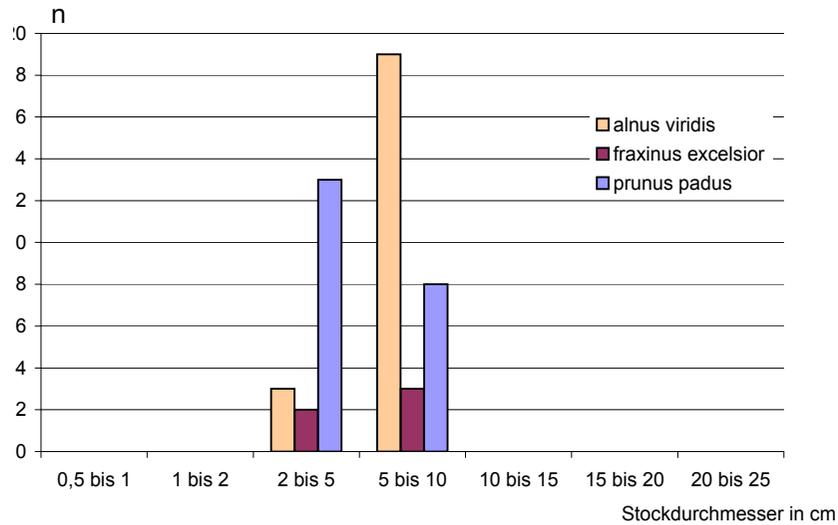


Abb 64: Stockdurchmesser der Gehölze am Standort 7, Kalchhofen

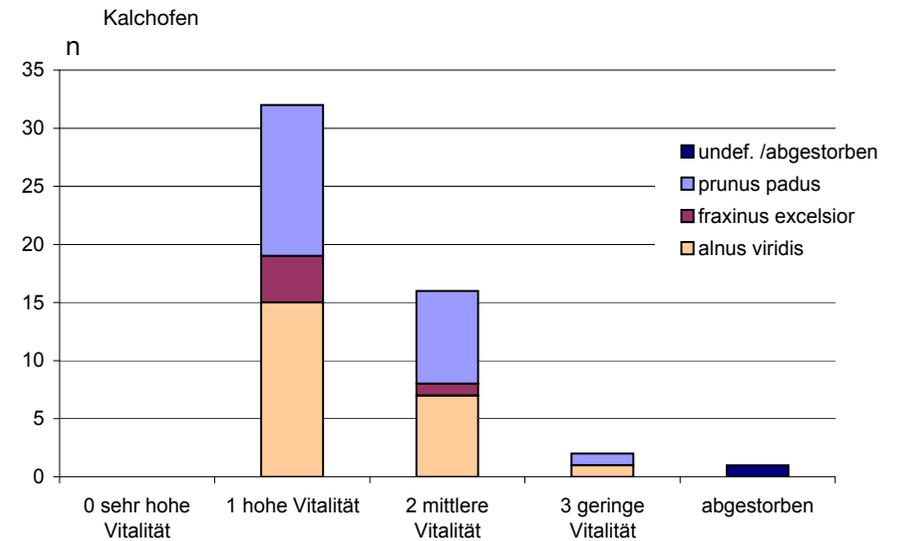


Abb 66: Vitalität der Gehölze am Standort 7, Kalchhofen

n = Anzahl

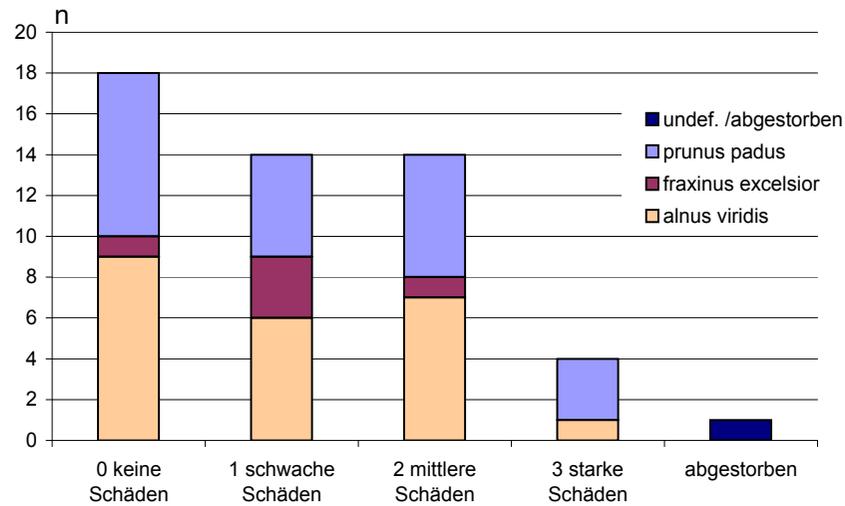


Abb 67: Gehölzschäden am Standort 7, Kalchhofen

n = Anzahl

## 8.3 Diskussion der Gehölzaufnahmeergebnisse

### 8.3.1 Standort 1 Wötzelgraben MATSCH

Die Pionierfunktion der Weiden auf Hängen, und das dann starke Zurückgehen, ist auf diesem Standort deutlich zu erkennen. *Larix decidua* und *Salix caprea* stellten sich sowohl auf diesem, als auch auf Standort 3, aber als keine positive Gehölzkombination heraus. Einerseits kommt es durch *Larix decidua* zu massiver Beschattung, und andererseits gibt es Grund zur Annahme, dass der Befall von *Salix caprea* mit *Melampsora* sp. in Verbindung mit der Möglichkeit *Larix decidua* steht, die Rolle des Haplontenwirtes für Rostpilze übernehmen zu können.



Abb 68: *Melampsora* sp. auf *Salix caprea*, Standort 1 Wötzelgraben Matsch 09/2008

Die von LÖSING (2002, S. 25) beschriebenen Erkennungsmerkmale, wie etwa die unterschiedlich gefärbten (gelb, orange im Frühjahr/Sommer, bis schwarz im Herbst und Winter) und rund geformten Sporenlagern, die mit bloßem Auge deutlich sichtbar sind, konnten bei der Untersuchung des Standortes im Sommer 2006 eindeutig zugeordnet werden. Auch Risse in der Rinde, waren ein auffälliges Schadbild an *Salix caprea*.

BUTIN (1996, S. 82) meint, von den auf der Weide vorkommenden, wirtswechselnden Rostpilzen sind mehrere Arten und Pathotypen bekannt, deren sichere Bestimmung erst bei Kenntnis der alternierenden Wirtspflanze möglich ist. Als Haplontenwirt dienen z.B. Tanne, Lärche, Pfaffenhütchen sowie krautige Pflanzen aus verschiedenen Familien. Allerdings kann der Entwicklungszyklus auch ohne Übergang auf den Haplontenwirt ablaufen. Die Folge sind Zuwachsverluste vermindertes Spross- und Wurzelwachstum und es kommt zur Erhöhung der Krankheitsdisposition zum Beispiel gegenüber Rindenbrand (Butin, 1957).

Auf *Picea abies* wurde die kleine Fichtengallenlaus gefunden, trotzdem weist sie an diesem Standort vergleichsweise eine hohe Vitalität auf. Nach LÖSING (2002, S. 39), hinterlassen die kleine Fichtengallenlaus (*Adelges laricis*) oder die grüne Fichtengallenlaus (*Sacchiphantes viridis*) als Schadbild blassgrüne oder rötliche höchstens haselnussgroße Gallen, die später braun und vor allem an der Basis der Maitriebe (grüne Fichtengallenlaus) mit zu Schuppen zurückgebildeten Nadeln ausgebildet werden. Die Verbreitung erfolgt im Hochsommer (Juli/August) durch Aufplatzen der Gallen und entlassen dunkle, geflügelte Fichtengallenläuse, die wiederum auf die Lärche (Nebenwirt) wechseln, weitere geflügelte Stadien wandern auf die Fichte (Hauptwirt) zurück.

Tab 17: Durchschnittliche Vitalitäten der Gehölze am Standort 1, Wötzelgraben Matsch

Gehölzarten	Ø Vitalität
<i>Alnus incana</i>	2,3
<i>Fraxinus ornus</i>	3
<i>Picea abies</i>	1,0
<i>Salix caprea</i>	2,9
<i>Salix myrsinifolia</i>	3

Auffällig ist vor allem neben der sehr schwachen zahlenmäßigen Verjüngungsrate auf diesem Standort, auch die Artenarmut. Ein Hinweis hierfür ist, dass bis 100 cm Höhe, nur *Alnus incana* vertreten ist. Die dichte Gras- und Krautschicht, welche kaum Verjüngung durch Samenflug zuläßt, könnte ein plausibler Grund dafür sein.

Zur Aufteilung des Standortes sei an dieser Stelle erklärend zu erwähnen, dass das Aufnahmegebiet in einen eingezäunten Bereich, auf welchem sich der Großteil des relevanten Gebietes befindet und in einen



Abb 69: Weidezaun am Standort Standort 1, Wötzelgraben, 09/2006

kleineren Bereich, in welchem sich nur Pilotenwand 1 befindet, eingeteilt ist.

Dieser liegt außerhalb des Zaunes und damit innerhalb der Weidefläche. Betrachtet man die beiden Bereiche des Hanges, so stellen sie sich sehr divers dar. Im Bereich innerhalb des Zaunes befinden

sich Gehölze und eine sehr dichte Gras- und Krautschicht. Der Bereich außerhalb des Zaunes wird als Weide für die Rinder des benachbarten

Landwirtes genutzt und weist keinen Gehölzbewuchs auf. Auch ist hier eine zum Teil durch Viehtritt zerstörte Grasschicht vorzufinden. Das Thema Waldweide begleitet uns nicht nur auf diesem Standort, sondern ist auch ein primäres Thema auf Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe Matsch.



Abb 70: Grasnarbenverletzungen durch Weidevieh am Standort 1, Wötzelgraben, 09/2006

Die Problematik der Waldweide beschäftigt die Wissenschaft schon seit langem und es gibt daher viele verschiedene Definitionen dafür. Alle gestalten sich in ihren Formulierungen unterschiedlich, sind sich jedoch inhaltlich sehr ähnlich.

Nach RÖSCH (1990, S. 5ff.) formuliert GROSSMANN (1927) die Begriffsdefinition der Waldweide als „den Eintrieb von Vieh auf ein mit Wald bestocktes Grundstück zum Zwecke der Aneignung von Futter durch Weiden.“

VOIGTLÄNDER und JACOB (1987) hingegen bezeichnen die Waldweide als die „ursprüngliche und primitivste Weidenutzungsform, die auf bloßem Eintreiben des Weideviehs in Wälder oder Gewährung von Zutritt

in deren Randzonen fußt.“

Eine eindeutige Aussage darüber zu treffen, wie schädlich tatsächlich der Eintrieb von Vieh auf Waldflächen ist, gestaltet sich natürlich eher schwierig, da sich auch hier wie in jedem anderen nicht genormten

System sehr viele Einflüsse überlagern, die nur sehr schwer tatsächlich getrennt von einander betrachtet werden können.

Trotzdem kann zusammengefaßt aus umfangreicher Literaturrecherche zumindest soviel gesagt werden, dass die Schadwirkung der Waldweide in jedem Falle in der permanenten Reduzierung des Verjüngungspotentials durch die Mitnahme von Forstsämlingen besteht. LÖW (1975); SCHWAB (1984b) und BAVIER (1910) sind sich in dieser Aussage einig, wobei SCHWAB (1984a) noch hinzufügt, dass die Ursachen der Reduzierung des Verjüngungspotentials neben der vollständigen Mitnahme von Forstsämlingen, auch im Verbiß von Jungtrieben und Knospen, und in der Schädigung von Jung-



Abb 71: Gesamtansicht von Standort 1, Wötzelgraben

pflanzen durch Viehtritt, Scheuern und Lagern herruhen.

Schon visuelle Deckungsgradvergleiche zwischen dem eingezäunten und dem beweideten Bereich lassen die Belastung der Vegetationsdecke deutlich werden.

### 8.3.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH

Der Gehölbewuchs auf Standort 2 Weg zu den Runerhöfen nimmt sein Maximum etwa in der Mitte des Aufnahmebereiches ein, wo er ein etwa 100 m<sup>2</sup> großes Hangstück mit waldähnlichem Charakter bildet.

Hier befinden sich rund 60 % der gesamten Gehölze. Die verbleibenden 30 % verteilen sich auf die restlichen etwa 260 m<sup>2</sup> des insgesamt rund 360 m<sup>2</sup> großen Aufnahmegebietes.

Nicht nur die Dichte der Gehölze im Bereich des waldähnlich bewachsenen Hangstückes ist höher, hier kommt auch der größte Anteil der hohen Gehölze vor, sodass aus der Sicht des Betrachters der Gehölbewuchs des Aufnahmegebietes fast gänzlich auf dieses Stück reduziert wird. Hier kommen nicht nur die meisten Gehölzindividuen vor, es kommt auch der größte Anteil der hohen Gehölze vor. 74 % aller Individuen auf diesem Standort befinden sich in einer Höhenklasse zwischen 200 und 600 cm. Nur 26 % der entsprechenden Höhenklasse verteilen sich auf die restliche Fläche.

Auf den verbleibenden Flächen mit durchgehend wenig Gehölbewuchs, war die Ausbildung einer dichten Kraut- und Grasschicht zu erkennen, die einem Aufkommen von Wildlingen nicht unbedingt zuträglich ist.



Abb 72: Kraut- und Grasschicht am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen Matsch 09/2006

Die durchschnittliche Vitalität aller Gehölzarten liegt bei 2,2 und die durchschnittliche Mortalität bei 20,9 %, wobei es sich hier zu 44 % um *Alnus viridis* handelt.

Tab 18: Durchschnittliche Vitalitäten der Gehölze am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

Matsch	
Gehölzarten	Ø Vitalität
<i>Alnus viridis</i>	2,4
<i>Betula pendula</i>	0,5
<i>Fraxinus ornus</i>	1,6
<i>Larix decidua</i>	1
<i>Salix caprea</i> x <i>aurita</i>	2,8
<i>Salix purpurea</i>	1,6

### 8.3.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH

Am Standort Saldurbach Mühlhöfe Matsch ist die Sicherung oberflächennaher, instabiler Bodenschichten bis 20 cm durch die Pilotenwand, nicht an allen Hangbereichen positiv eingetreten.

Vor allem im Bereich nahe der Strasse, wo sich die Rundhölzer 1,2,3 und 5 befinden, ist rund um Pilotenwand 1 keinerlei Vegetation vorzufinden. Durch regelmäßig vorkommende Starkregenereignisse kommt es hier zu einem ständigen Bodenabtrag.



Abb 73: Hangbereich ohne Vegetation am Standort 3, Mühlhöfe Matsch 07/2006

Im Bereich rund um Pilotenwand 2,3 und 5 konnten zwar immer wieder Grasbewuchs und auch Gehölze aufgenommen werden, jedoch ist dieser nicht stark genug um den Hang und die Pilotenwände vor Unterspülung und Rutschen zu schützen.

Einige *Salix caprea* Individuen wurden in umgekipptem Zustand vorgefunden.



Abb 74: Umgestürzte *Salix caprea* am Standort 3, Mühlhöfe Matsch 07/2006

Auch bei Betrachtung der Ellenberg'schen Zeigerwerte könnte die Trockenheit an diesem Standort (Feuchtezahl F: 6-Frische- bis Feuchtezeiger), ein begründeter Grund zur Annahme sein, dass die Salweide hier nicht die richtige Gehölzwahl war. Die Lichtverhältnisse, die durch die Lärchen bedingte vermehrte Schattenbildung für *Salix caprea* schlecht ausfallen, bewirken eine hemmende Wirkung auf das Wachstum der Salweide (Lichtzahl L: 7 nach ELLENBERG (2001, S. 67)). Pflegemaßnahmen, welche die Pflanze bei ihrer Entwicklung bis zum Eintritt der vollen Funktionsfähigkeit fördern, sind nach SCHIECHTL und STERN (1992, S. 119) erforderlich, und müssen um so intensiver sein, je extremer die Existenzbedingungen auf der Begrünungsfläche sind. Am Standort Saldurbach Mühlhöfe Matsch blieben solche Pflegemaßnahmen ganz aus oder

wurden in einem nur sehr geringen Maße durchgeführt. Der vorhandene Konkurrenzdruck durch die Lärche auf die Salweide kann als Resultat dieses Versäumnisses angesehen werden.

Kleingehölze, die bis zur Unbestimmbarkeit verbissen wurden, sind mit großer Wahrscheinlichkeit *Alnus viridis* zuzuordnen. Auch zukünftig werden diese Exemplare, bei weiteren Schädigungen durch Verbiss, keine Chance auf einen normalen Wachstumsverlauf haben.

*Salix caprea* ist als Einlage zu definieren, die allerdings durch Verbiss durch das Weidevieh und den Rostpilz noch zusätzlich beeinträchtigt ist. Bezüglich der Probleme des Rostpilzes auf *Salix caprea* und der Problematik der Waldweide, wurden bereits unter Punkt 8.3.1 (S. 49) nähere Ausführungen angeführt, kommen aber auf diesem Standort vergleichbar gravierend zum Tragen.

Tab 19: Durchschnittliche Vitalitäten der Gehölze am Standort 3, Mühlhöfe Matsch

Gehölzarten	Ø Vitalität
<i>Larix decidua</i>	2
<i>Salix caprea</i>	0,2

### 8.3.4 Standort 4 Tafraztgraben GÖFLAN

Die Tatsache, dass bei der Erstbegehung des Standortes, die relevanten Bauwerke zuerst nicht gefunden werden konnten, spricht für deren gute Eingliederung in das Umfeld. Eine dichte Kronendeckung ist hier vorhanden.

Bei näherer Betrachtung trübt sich das Bild jedoch.

Auf diesem Hang geschieht verhältnismäßig viel Massenbewegung. Bei Begutachtung der Artenlisten fällt jedoch auf, dass ein großer Prozentsatz der Gehölzarten keine Überschüttungsresistenz besitzen. Auf diesem Standort könnte dieses Faktum einen negativen Einfluß auf die Vitalität des Gehölzbestandes haben.

Tab 20 : Ø Vitalitäten und Verschüttungsresistenz der Gehölzarten am Standort 4, Tafraztgraben Göflan

Gehölzart	Ø Vitalität	Adventivknospen-Bildung	Verschüttungsresistent
<i>Alnus incana</i>	2,3	+	+
<i>Betula pendula</i>	1,5	-	+
<i>Fraxinus ornus</i>	0,5	-	+
<i>Larix decidua</i>	3	+	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	1,6	-	-
<i>Picea abies</i>	0,7	-	-
<i>Robinia pseudocacia</i>	1,6	-	-
<i>Ulmus glabra</i>	2	-	-

Mehrere *Alnus incana* Individuen sind am Hang samt Wurzelstock aus der Erde gerissen worden und umgestürzt. Ein Ungleichgewicht des Wurzel / Spross-Verhältnisses und die Eigenschaft der Flachwurzelligkeit von *Alnus incana* können Gründe für das Versagen der Standfestigkeit dieses Gehölzes an diesem Standort sein.



Abb 75: Umgestürzte *Alnus incana* am Standort 4, Tafraztgraben Göflan  
09/2006



Abb 76: Säbelwuchs bei *Alnus incana* am  
Standort 4, Tafraztgraben Göflan 09/2006

Informationen über die Beschaffenheit der Wurzeln konnten im Rahmen der Erhebungen nicht durchgeführt werden, trotzdem können aufgrund von visueller Begutachtung Aussagen getroffen werden. Neben den um-

gefallenen Individuen konnten auch an fast allen anderen *Alnus incana* Individuen Säbelwuchs festgestellt werden, was auf einen immer noch aktiven Untergrund schließen lässt. In diesem Zusammenhang nimmt das Wissen über die Zugfestigkeit der Wurzeln und der damit verbundene Auszugswiderstand einer Pflanze einen wichtigen Aspekt ein, da dieser als Maß für die Verankerung der Pflanzen im Boden und somit die Festigkeit der Wurzel – Boden Matrix beschreibt. Ist die Widerstandskraft geringer als die Zugkraft, so kommt es zum Versagen der Pflanze. (VOLLINGER S., DOPPLER F., FLORINETH; 2000)

Der Versagensmechanismus nach SCHUPPENER (2003) bei Hang- und Böschungssicherung durch Pflanzen ist hingegen ein zweifacher: Wurzeln, eingelegte Stechhölzer oder überschüttete Sprosse können brechen (reißen). Das heißt, dass die Zugfestigkeit des Stammes oder der Wurzel nicht ausreicht: Die Pflanzen reißen an der Bruchfuge der Böschung. Ein solches Versagen ist möglich, wenn die Pflanze im Boden stark bewurzelt ist und sich dadurch ein sehr guter Verbund zwischen Pflanze und Boden ergibt. Der zweite Versagensmechanismus bei der Hang- und Böschungssicherung liegt im Herausgezogenwerden der eingelegten Pflanzen oder Pflanzenteile während des Rutschvorganges. Dieser Fall ist kurz nach der Herstellung der Böschungssicherung möglich, wenn die Pflanzen noch nicht bewurzelt sind und der Verbund zwischen Boden und Pflanze fehlt.

Ist man versucht diese beiden Versagensmechanismen auf die umgestürzten *Alnus incana* Exemplare anzuwenden, um ein besseres Verständnis über die Vorgänge am untersuchten Hang auf Standort 4 Tafraztgraben Göflan zu erlangen, ist es schwer diese einzuordnen. Die Pflanzen sind eindeutig nicht an der Bruchfuge der Böschung gerissen, da die Wurzeln der umgekippten Gehölze freilagen und als Wurzelteller erkennbar waren. Dieses Faktum würde für den zweiten Versagensme-

chanismus sprechen, jedoch kann man im Falle des Standortes 4 (Baujahr 1989, 17-jährig) nicht von Gehölzen kurz nach der Herstellung der Böschungssicherungen und ohne Bewurzelung sprechen. Die meisten anderen *Alnus incana* Individuen, die sich im oberen Teil des Hanges befanden, scheinen sogar einen guten Verbund mit dem Boden hergestellt zu haben, weisen jedoch wie schon oben erwähnt den Säbelwuchs auf. Auch bei einem Vergleich der Auszugswiderstände verschiedener Gehölzarten nach WEITZER, DOPPLER, FLORINETH (1998), wie die folgende Tabelle zeigt, besitzt die Grauerle hier den zweitgrößten Auszugswiderstand.

Tab 21: Auszugswiderstände verschiedener Gehölze nach WEITZER, DOPPLER, FLORINETH (1998)

Art	Anzahl	min.AZW [kn]	max.AZW [kn]	Alter von - bis
Esche	14	1,204	38,088	6-36
Grauerle	25	0,957	20,405	3-19
Bergahorn	22	0,958	16,539	5-16
Grünerle	22	0,664	11,371	6-13
Lavendelweide	78	1,063	17,615	5-21
Purpurweide	7	2,176	10,398	6-8
Reifweide	6	1,008	6,937	5-14
Größblättrige Weide	7	1,098	6,300	4-11
Salweide	5	0,998	6,008	4-6
Schwarzweide	22	1,024	5,992	5-14

Die Frage nach dem einflußreichsten Faktor aus Bodenbeschaffenheit, Wuchsbedingungen, Pflanzenart oder Alter, welcher auf diesem Standort am relevantesten für den geringen Auszugswiderstand von *Alnus incana* ist, drängt sich also mehr und mehr auf. Nach oben angeführten Überlegungen können mit großer Wahrscheinlichkeit die Punkte Pflanzenart und Alter ausgeschieden werden, da in diesen Punkten *Alnus incana*

nach vorliegenden Informationen begünstigt ist.

Veränderte Wuchsbedingungen, die der Pflanze ein überdurchschnittlich schnelles Sprosswachstum, in einem, ungleichen Verhältnis zum Wurzelwachstum, ermöglichten, scheinen eine plausible Erklärung für das Umstürzen der Gehölze zu sein. Daten, die meine Vermutungen bekräftigen könnten, sind unglücklicherweise nur in Form der Gehölzhöhen vorhanden, die sich nach den Ergebnissen von OPLATKA (1995) kaum für die Beurteilung des Auszugswiderstandes eignen.

Der Faktor Bodenbeschaffenheit und sein Einfluss auf die umgestürzten *Alnus incana* Individuen ist an diesem Standort sehr groß, wird aber im Punkt 10.2.4 (S. 100) Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirksamkeit von Pilotenwänden zur Hangsicherung Standort 4 Tafraztgraben genauer behandelt.

### 8.3.5 Standort 5 St. Martin LAAS

Das Maximum an Gehölzindividuen liegt an diesem Ort auf der orografisch linken Hangseite. Auf der orografisch rechten Seite neben den Rundhölzern findet man lediglich vier Exemplare *Larix decidua* (Durchmesser 60 - 65 cm) vor. Die Bereiche zwischen den Pilotenwänden sind kaum noch von Gehölzen bewachsen. Nur einige *Picea abies* Wildlinge konnten hier vorgefunden werden. Auch die Bepflanzung der Bereiche mit *Fraxinus ornus* zwischen den einzelnen Rundhölzern der "dreireihigen" Pilotenwände, welche auf einem Archivfoto, datiert auf 1994, noch mit mäßiger Vitalität vorhanden war, ist 12 Jahre später nur noch anhand von Totholzresten als Zeitzeugen zu beweisen. Die Tatsache, dass die Gehölze zwischen den Rundhölzern nur eine begrenzte Lebensdauer aufweisen konnten, deutet auf einen Platzmangel zwischen den Rundhölzern hin. Dies kann aber nur für die Gehölze genau zwischen den Rundhölzern zutreffen, nicht erklärt es das Absterben der Gehölze unmittelbar auf den Pilotenwänden.



Abb 77: 10-jährige *Fraxinus ornus* - Bepflanzung zwischen den Rundhölzern am Standort 5, St. Martin 07/1994



Abb 78: *Fraxinus ornus* - Bepflanzung zwischen den Rundhölzern am Standort 5, St. Martin 09/2006

Anhand genauerer Betrachtung der Zeigerwerte, konnten mehrere relevante Komponenten wie Licht, Temperatur und die Reaktionszahl als Auslöser für ein Absterben der Pflanzen, hervorgehoben werden.

*Fraxinus ornus* ist ein Wärme-Extremwärmezeiger und liebt den Halbschatten.

Dieser ist durch die großen schattenwerfenden Lärchen gegeben. Die Bedingungen der Temperaturzahl sind auf 1065 m Seehöhe nicht optimal erfüllt. In Bezug auf die Reaktionszahl jedoch, beeinflusst die Lärche *Fraxinus ornus* erheblich.

Die Blumenesche ist als Schwachsäure / Schwachbase bis Basen und Kalkzeiger (meist auf kalkreichen Böden wachsend) am Standort St. Martin Laas eindeutig nicht am richtigen Standort. Mehrere Indizien, wie die fast ganzheitliche Bedeckung des Bodens mit Lärchennadeln, und Lärchentotholzästen, aber auch das große Aufkommen von Moosen, deuten auf einen großen Säuregehalt des Bodens auf diesem Standort hin. Eine Reaktionszahl von 8 bedeutet, dass in Bezug auf den Säure / Basenhaushalt die Pflanze keine großen Kompromisse eingehen wird.

Schon seit vielen Jahren wird der Einfluss der Baumartenwahl auf die Waldbodensubstanz diskutiert.

Dabei wurde von REHFUESS, K. E. (1990, S. 30ff.) u.a der positive Einfluss erhöhter Laubholzanteile in nadelholzdominierten Waldbeständen auf die Humusform und den Umsatz anfallender Streu herausgestellt. Als Ursache wird die bessere Zersetzbarkeit von Laubstreu verglichen mit Nadelstreu beschrieben. Ausschlaggebend sind vor allem der geringere Nährstoffgehalt (Ca, Mg, P) das weitere C/N-Verhältnis und die starke Imprägnierung der Nadeln im Vergleich zu Blättern der relevanten Laubgehölze.

Im Gegensatz zur Blumenesche weisen zum Beispiel Gehölze wie *Juniperus communis* und *Betula pendula*, welche durchgehend sehr indifferente Zeigerwerten aufweisen, auf diesem Standort die besten Vitalitäten auf. Die Eigenschaft einer Pflanze mit großer ökologischer Amplitude ist ganz offensichtlich auf dem Boden des Aufnahmegebietes in St. Martin Laas als großer Vorteil zu verzeichnen.

Tab 22: Durchschnittliche Vitalitäten der Gehölze am Standort 5, St. Martin Laas

Gehölzarten	Ø Vitalität
<i>Betula pendula</i>	0,6
<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Larix decidua</i>	2,3
<i>Picea abies</i>	1,6



Abb 79: Bodenoberfläche am Standort 5, St. Martin 09/2006

### 8.3.6 Standort 6 MERAN 2000

An diesem Standort wurden keine Gehölzaufnahmen vorgenommen, er zählt zur Kategorie Pilotenwände / nicht mit Gehölzen bepflanzt = begrünt. Die Begrünung wurde mit einer Bitumen-Strohdecksaat (Hochlagenmischung für über der Waldgrenze) vorgenommen.

### 8.3.7 Standort 7 Kalchofen LÜSEN

An diesem Standort kann man ohne Bedenken sagen, dass das System der Pilotenwand am besten funktioniert. Auch die eingelegten Gehölze (aus dem technischen Bericht des Projektes 90041 des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach – und Lawinenverbauung geht *Alnus viridis* eindeutig als Einlage hervor) erfreuen sich durchschnittlich hoher Vitalität.

Tab 23: Durchschnittliche Vitalitäten der Gehölze am Standort 7, Kalchofen Lüssen

Gehölzarten	Ø Vitalität
<i>Alnus viridis</i>	1,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,2
<i>Prunus padus</i>	1,5

Trotz der engen Höhenverteilung, zwischen 1 – und 4 m, wobei sich der Großteil der Gehölze in der Höhenkategorie 2 – 3 m befindet, ist die Vitalität zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht beeinträchtigt. Die Gehölzarten sind in dieser Kategorie (2 – 3 m) in einem ausgewogenen Verhältnis verteilt. Auch die Höhenkategorie 3 ( 100 – 200 cm) hat ein ausgeglichenes Artenverhältnis. Legt man aber Augenmerk auf die an diesem Standort höchste Höhenkategorie ( 300 – 400 cm ), so können hier keine *Fraxinus excelsior* Individuen vorgefunden werden, auch *Prunus padus* kommt hier nur mit einem Mengenanteil von einem Drittel vor. *Alnus viridis* ist in dieser Höhenkategorie mit einem Anteil von 2/3 eindeutig die dominierende Art. *Alnus viridis* wird, wenn man sich die Struktur und Baumartenmischung vor Augen führt als Halblichtpflanze, die in diesem Falle keine Konkurrenz (Beschattung) durch eine andere dominantere Art zu befürchten hat, sich in ihrer Dominanz noch steigern und in weiterer Folge für die anderen Arten Licht zum minimierenden Faktor machen. Die Eigenschaft *Fraxinus excelsior*s und *Prunus padus* der besseren

Schattenverträglichkeit gegenüber *Alnus incana*, lassen eine vollkommene Verarmung des Gehölzbestandes auf diesem Standort nicht unmittelbar vermuten.

*Prunus padus* ist laut Ellenberg'schen Zeigerwerten eine Halbschattenpflanze ( L: 5 ) und *Fraxinus excelsior* ist mit einer Lichtzahl von 4 sogar eine Schattenpflanze. Auch in diesem Fall scheint die Artenzusammensetzung sehr gut gewählt, und ein Weiterbestehen des dichten und vitalen Bestandes, der den Hang vor Erosion schützt, ist zukünftig gesichert.

Während der Aufnahme konnten keine Wildlinge vorgefunden werden, dies lässt sich durch die dichte Kronendeckung der Gehölze erklären, aber auch durch die üppige Krautschicht, die durch die Lupinie ausgebildet wurde, welche keine optimale Verjüngung von Gehölzen zulässt (SCHREMPF W. 1985, S. 10).

*Lupinus perennis* beschreibt FLORINETH (2005/06, S. 22) mit den Schlagworten:

“dominant, wächst schnell, verdrängt auch, an Autobahnen, an steilen Böschungen, durch Pfahlwurzelssystem guter Bodenfestiger, überhaupt nicht schnittverträglich, durch Mahd verschwindet Lupinie sofort.“

Wegen ihrer Schnellwüchsigkeit und bodenfestigenden Eigenschaften ist sie in der Ingenieurbiologie eine immer wieder gerne eingesetzte Pflanze, die ihrem guten Ruf im Einsatz gegen Oberflächenerosion gerecht wird. Jedoch geben andererseits auch die Schnellwüchsigkeit, das Verdrängungspotenzial, die Dominanz und die Tatsache, dass sie keine heimische Pflanze ist, immer wieder Grund zur Diskussion, den Einsatz der Lupinie für ingenieurbiologische Zwecke zu reduzieren oder einzustellen. Die Lupinie könnte, so der Ansatz eines Gegenargumentes, ähnlich *Robinia pseudoacacia* zur Veränderung der natürlichen Vegetation beitragen. IngenieurbiologInnen wollen aber, trotz dieser Einwände,

nur ungern vom Einsatz der Lupinie absehen und argumentieren mit der nicht vorhandenen Schnittverträglichkeit dieser Pflanze und der dadurch leicht steuerbaren Bestandeskontrolle.



Abb 80: Gesamtansicht von Standort 7, Kalchhofen Lüsen 09/2006

## 9 Untersuchungen der Rundhölzer

### 9.1 Methodik und Bohrungskonzepte

Die Bohrungen an den Rundhölzern wurden mit einem Resistograph M 300 durchgeführt.

Da die Bohrstreifenmenge einen limitierenden Faktor darstellte, wurde bei der Einteilung der Bohrungspositionen nach der Wichtigkeit Bohrungsergebnisse zu erhalten vorgegangen.

Erstens wurde von jedem Rundholz jeder Pilotenwand mindestens ein Bohrungsergebnis erstellt, um einen Überblick über den Gesamtzustand der Rundhölzer der jeweiligen Projektgebiete zu erhalten.

Zweitens wurde an Positionen gebohrt, an welchen es möglich war Rundholzscheiben zwischen 5- und 10 cm Stärke mit der Motorsäge entnehmen zu können, ohne einerseits das Bauwerk mit dem Schnitt zu beeinträchtigen, und andererseits den Aufwand des Ausgrabens des Rundholzes so gering wie möglich zu halten. Mit diesen Rundholzscheiben war es möglich die Bohrungsergebnisse für die Auswertung visuell nachvollziehbar zu machen.

Drittens wurde die Anzahl der Bohrungen nahe der Rundholzscheibe erhöht.

Die Rundholzpositionen an denen Bohrungen durchgeführt wurden, sind im Anhang dargestellt (siehe Punkt 15.2) und auf den Übersichtsplänen (Abb. 127, 129, 132, 138, 142, 148, 154) ersichtlich.

## 9.2 Ergebnisse

Die Beurteilung der Bohrstreifen wurde durch eine visuelle Beurteilung, und Vergleich mit den von Rosemarie STANGL und Martin TESARZ (2003) im Rahmen einer Zustandsbewertung von bepflanzten Holzkrain-erwänden als ingenieurbio-logische Hangsicherungsmaßnahmen im Auf-trag des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenver-bauung, Bozen, erstellten Nullproben an Lärchenhölzern vorgenommen. An dieser Stelle werden nur die Ergebnisse der Bohrungen in Form der Bohrstreifeninterpretationen angeführt, bei welchen auch Rundholz-scheiben zum direkten Vergleich vorhanden waren. Die Bohrstreifen-interpretationen, bei welchen keine Rundholz-scheiben zum Vergleich vorhanden waren, werden im Anhang vollständig angeführt.

Abkürzungserklärungen:

P: Pilot

l: links

m: Mitte

r: rechts

A bis D: Sektorenbezeichnung bei Pilotenwänden in Reihen

RR: Rundholzreihe

### 9.2.1 Deskriptive Beschreibung der Bohrstreifen

#### 9.2.1.1 Standort 1 Wötzelgraben (WG) MATSCH



Abb 81: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 19 Jahre) WG P2 l,  
Wötzelgraben Matsch 09/2006

BOHRLÄNGE: 0,0 – 30,0 cm

AUSSCHLAGSLÄNGE: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 30,0 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

0,8 – 4,6 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,6 – 9,9 cm keine Ausschläge

9,9 – 11,4 cm Anstieg der Bohrkurve auf hohes Niveau.

11,4 – 13,5 cm Verbleib der Bohrkurve ohne Ausschläge auf hohem Niveau.

13,5 – 13,8 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau.

13,8 – 14,6 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau.

- 14,6 – 22,7 cm kontinuierlicher Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau mit sehr schwachen Ausschlägen.
- 22,7 – 24,8 cm kontinuierlicher Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig, schwachen Ausschlägen.
- 24,8 – 27,7 cm Abfall der Bohrkurve
- 27,7 – 30,0 cm Anstieg der Bohrkurve mit unregelmäßig, schwachen Ausschlägen auf hohes Niveau.

**INTERPRETATION:**

Im Borkenbereich Morschung zu verzeichnen. Zwischen 1 cm und 5 cm Widerstand auf niedrigem Niveau zu verzeichnen. Ab 5 cm bis 10 cm ganzheitliches Morschungsloch erkennbar. Dunkelbraune Kernfärbung durch Morschung zu erkennen.

Ab 20 cm Verlust eines Baumscheibenteiles, auf Grund zu grossen Gewebsverlustes durch Morschung. Unerklärbare Anstiege der Bohrwiderstandskurve auf hohes Niveau wird durch Einwirkung von holzfremden Stoffen vermutet. **SCHLECHTER ZUSTAND** des 19 Jahre alten Lärchenholzes.



Abb 82: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 19 Jahre) WG P4r, Wötzelgraben Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 cm – 29,6 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 29,6 cm

**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

- 2,0 – 3,4 cm kontinuierlicher Anstieg der Kurve mit eng nebeneinanderliegenden, schwachen Ausschlägen.
- 3,4 - 9,2 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 9,2 – 15,7 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau mit keinen Ausschlägen
- 15,7 – 17,0 cm Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig, schwachen Ausschlägen.
- 17,0 – 18,6 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau.
- 18,6 – 18,9 cm keine Ausschläge
- 18,9 – 19,5 cm Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau
- 19,5 – 22,0 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 22,0 – 29,7 cm regelmäßig, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

**INTERPRETATION:** Stammscheibe stark angegriffen. Kaum intaktes Gewebe erkennbar. Verlust von 2/3 der Scheibe beim Sägen weist ebenfalls auf sehr weit fortgeschrittenen Zersetzungsgrad hin.

**SCHLECHTER ZUSTAND** des 19 Jahre alten Lärchenrundholzes.

### 9.2.1.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen (WzRH) MATSCH

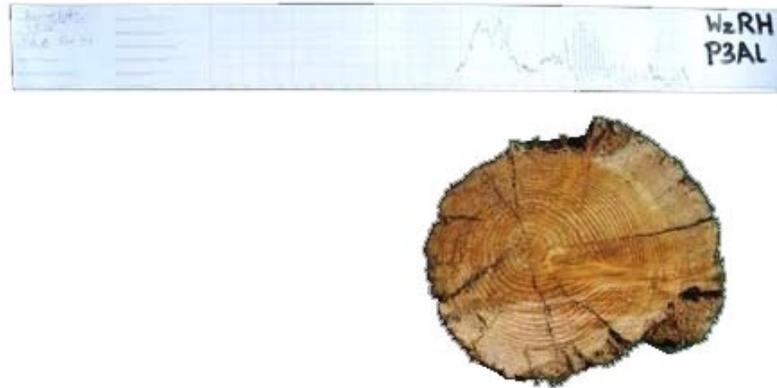


Abb 83: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 10 Jahre) WzRH P3 A I,  
Weg zu den Runerhöfen Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 17,3 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 1,0 cm; letzter Ausschlag bei 15,6 cm.

**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

- 1,0 -5,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 5,6 – 8,9 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 8,9 – 12,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 12,0 – 14,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 14,4 -15,6 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

**INTERPRETATION:**

Im Stirnbereich der Stammscheibe Morschung zu erkennen, jedoch ab hier durchgehend festes Gewebe vorhanden. MITTLERER ZUSTAND des 10 Jahre alten Lärchenholzes.



Abb 84: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 10 Jahre) WzRH P7 A I,  
Weg zu den Runerhöfen Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 11,4 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 9,7 cm.

**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

- 0,0 – 3,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 3,6 – 8,0 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 8,0 – 9,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

**INTERPRETATION:** Rundholz weist vor allem im Kernholz einen mittleren Bohrkurvenverlauf vor, was auf intaktes Gewebe hinweist.

**MITTLERER ZUSTAND** eines 10 Jahre alten Lärchenrundholzes.

9.3.2.1.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe (SbMh) MATSCH



Abb 85: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 14 Jahre) SbMh P3 I, Saldurbach Mühlhöfe Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 29,3 cm  
**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 0,6; letzter Ausschlag bei 29,4 cm.  
**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

0,6 – 3,0 cm	unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
3,0 – 4,3 cm	unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
4,3 – 7,4 cm	regelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.
7,4 – 9,5 cm	regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.
9,5 – 28,2 cm	unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
28,2 – 29,0 cm	unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

29,0 – 29,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

**INTERPRETATION:**

Durchgehend homogener Bohrungsverlauf mit intakten Jahringabfolgen vorhanden.

**MITTLERER ZUSTAND** eines 14 Jahre alten Lärchenholzes.



Abb 86: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 14 Jahre) SbMh P4 I, Saldurbach Mühlhöfe Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 27,2 cm  
**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 1,6 cm; letzter Ausschlag bei 21,8 cm.  
**Bohrkurvenbeschreibung:**

0,0 – 14,8 cm	kein Ausschlag
14,8 – 16,0 cm	unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
16,0 – 16,6 cm	Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau ohne Ausschläge
16,6 – 18,0 cm	unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
18,0 – 18,5 cm	Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.
18,5 – 19,1 cm	keine Ausschläge

19,1 – 19,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
19,8 – 23,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

**INTERPRETATION:**

kaum intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND eines 14 Jahre alten Lärchenholzes.



Abb 87: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 14 Jahre)  
SbMh P8 D I (von Stirnseite), Saldurbach  
Mühlhöfe Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 29,2 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 19,2 cm.

**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

- 0,6 – 0,7 cm starker Ausschlag auf Nullniveau.
- 0,7 – 5,1 cm kein Ausschlag
- 5,1 – 5,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 5,7 – 6,3 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau.
- 6,3 – 18,2 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 18,2 – 18,6 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau ohne Ausschläge

**INTERPRETATION:**

Splintholzring weist grossen Zersetzungsgrad auf. Kernholz homogen in festem Zustand. **MITTLERER ZUSTAND** eines 14 Jahre alten Lärchenholzes



Abb 88: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 14 Jahre)  
SbMh P8 D I, Saldurbach  
Mühlhöfe Matsch 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 29,0 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 24,0 cm.

**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

- 4,2 – 7,7 cm regelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 7,7 – 8,1 cm starker Ausschlag auf niedrigem Niveau.
- 8,1 – 10,8 cm keine Ausschläge
- 10,8 – 11,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 11,5 – 22,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 22,8 – 24,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

**INTERPRETATION:**

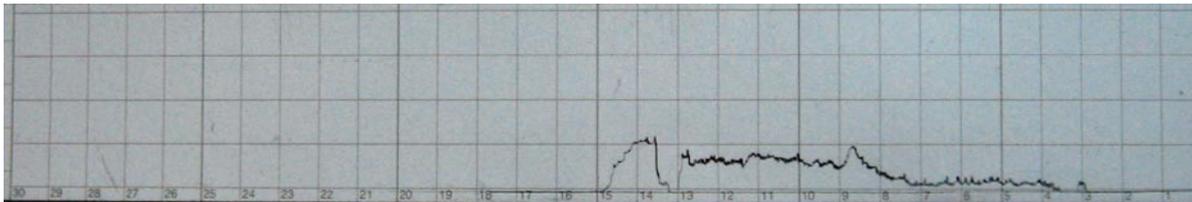
Splintholzring bis 11,0 cm weist hohen Zersetzungsgrad auf. Kernholz homogen in festem Zustand. **MITTLERER ZUSTAND** eines 14 Jahre alten Lärchenholzes.

**INTERPRETATION:** kein intaktes Gewebe vorhanden. **SCHLECHTER ZUSTAND** des 17-jährigen Lärchenholzes.

Abb 90: Bohrstreifen (Lärchenholz 17 Jahre) TG P3 A M, Tafratzgraben 07/2006

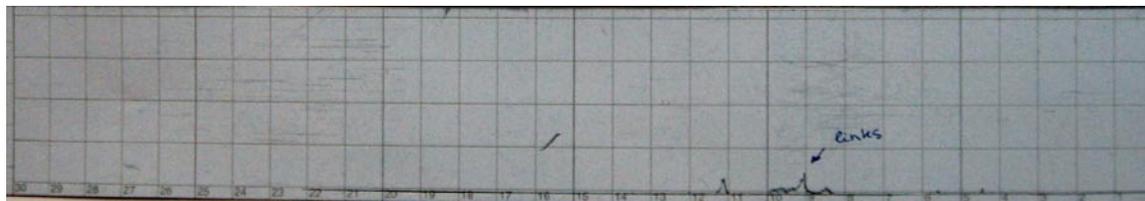
**9.2.1.4 Standort 4 Tafratzgraben (TG) GÖFLAN**

Auf Grund des hohen Morschungs- und Zersetzungsgrades der Rundhölzer sind keine Rundholzscheiben vorhanden. Die Bohrstreifen zeigten alle durchgehend ähnliche Ergebnisse wie die folgenden Beispiele zeigen. Die restlichen verbalen Beschreibungen der Bohrstreifen sind dem Anhang (siehe Punkt 15.3)



**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 17,8 cm  
**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 2,9 cm; letzter Ausschlag bei 14,8 cm.

Abb 89: Bohrstreifen (Lärchenholz 17 Jahre) TG P2 A L, Tafratzgraben 07/2006



**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**  
2,9 – 3,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
3,2 – 3,6 cm keine Ausschläge  
3,6 – 7,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 20,2 cm  
**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 4,5 cm; letzter Ausschlag bei 11,3 cm.  
**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**  
8,2 – 10,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
10,0 – 11,0 cm keine Ausschläge  
11,0 – 11,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,4 – 12,9 cm unregelmäßig, eng nebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
12,9 – 13,3 cm Abfall auf Nullniveau ohne Ausschläge.  
13,3 – 13,6 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen  
13,6 – 14,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
14,2 – 14,8 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig

schwachen Ausschlägen.

INTERPRETATION: kaum intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND des 17 Jahre alten Lärchenholzes.

#### 9.2.1.5. Standort 5 St. Martin LAAS (St.MLaas)



Abb 91: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 22 Jahre) St.MLaas  
3erRR3 A I, St. Martin Laas 09/2006

BOHRLÄNGE: 0,0 – 16,7 cm

AUSSCHLÄNGE: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 8,8 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

0,5 – 0,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

0,9 – 1,7 cm keine Ausschläge

1,7 – 4,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,1 – 5,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

5,7 – 8,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

INTERPRETATION:

Splintholzring ist mit sehr hohem Morschungsgrad zu erkennen. Kernholz weist intaktes Gewebe auf.

MITTLERER ZUSTAND eines 22 Jahre alten Lärchenholzes.

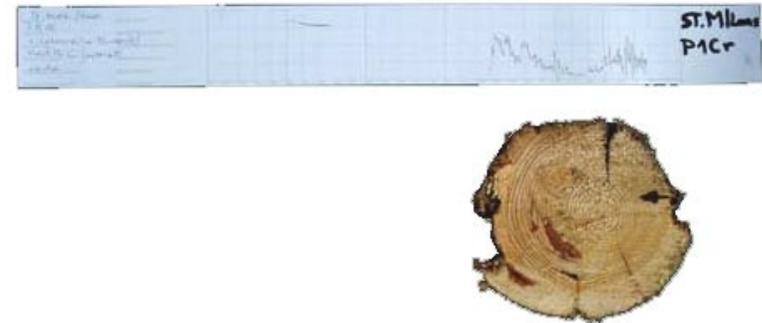


Abb 92: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 22 Jahre) St.MLaas  
3erRR1 C r, St. Martin Laas 09/2006

BOHRLÄNGE: 0,0 – 13,3 cm

AUSSCHLAGSLÄNGE: erster Ausschlag bei 2,2 cm; letzter Ausschlag bei 12,3 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

2,2 – 4,0 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

4,0 – 5,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

5,0 – 7,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,7 – 9,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,2 – 12,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

12,1 – 12,3 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau.

**INTERPRETATION:**

Splintholzkreis ist mit hohem Morschungsgrad zu erkennen. Kernholz in besserem Zustand mit Morschungsstellen zwischen 6,0 cm und 7,0 cm. SCHLECHTER ZUSTAND eines 22 Jahre alten Lärchenrundholzes.

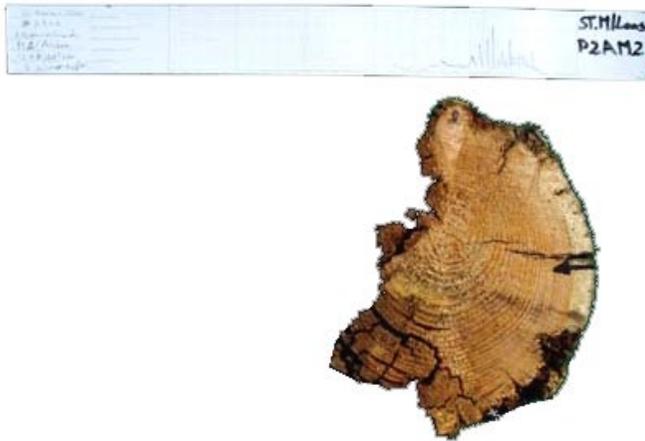


Abb 93: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 22 Jahre) St.MLaas  
3erRR2 A m2, St. Martin Laas 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 23,5 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 2,5 cm; letzter Ausschlag bei 21,8 cm.

**BOHRKURVENBESCHREIBUNG:**

2,5 – 6,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,2 – 7,6 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,6 – 11,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,9 – 12,1 cm keine Ausschläge

12,1 – 13,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,7 – 15,0 cm keine Ausschläge

15,0 – 21,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

**INTERPRETATION:** Etwa 2,5 cm ist im Splintholz morsch. Kernbereich weist intaktes Gewebe auf. Im Erdkontaktbereich ab 8,0 cm ist ein sehr hoher Zersetzungsgrad vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND eines 22 Jahre alten Lärchenholzes.

### 9.2.1.6 Standort 6 MERAN 2000 (M2000)

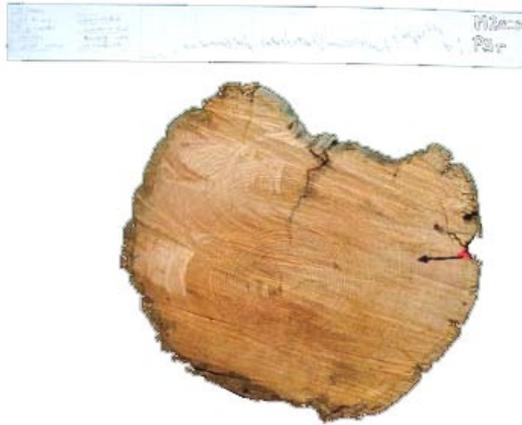


Abb 94: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 16 Jahre) M2000 P3 r, Meran 2000 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 – 30,0 cm

**AUSSCHLAGSLÄNGE:** erster Ausschlag bei 0,7 cm; letzter Ausschlag bei 28,8 cm.

**Bohrkurvenbeschreibung:**

0,7 – 1,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

1,6 – 1,8 cm keine Ausschläge

1,8 – 2,8 cm unregelmäßig, eng nebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,8 – 7,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

7,5 – 8,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,8 – 13,2 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

13,2 – 14,1 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

14,1 – 24,9 cm unregelmäßig, eng nebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

24,9 – 27,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

27,2 – 28,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

**INTERPRETATION:** Rundholz wenig überschüttet, jedoch auf sehr steinigem Untergrund situiert. Homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau.

**GUTER ZUSTAND,** des 16 Jahre alten Lärchenholzes.



Abb 95: Bohrstreifen und Vergleichsrundholzscheibe (Lärchenholz 16 Jahre) M2000 P9 r, Meran 2000 09/2006

**BOHRLÄNGE:** 0,0 -25,1 cm

**AUSSCHLAGSBEREICH:** erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 29,0.

#### BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

- 0,9 – 1,9 cm unregelmäßig, eng nebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf Nullniveau.
- 1,9 – 2,7 cm keine Ausschläge
- 2,7 – 9,7 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.
- 9,7 – 10,4 cm keine Ausschläge.
- 10,4 – 14,0 cm unregelmäßig, eng nebeneinanderliegende schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 14,0 – 21,0 cm keine Ausschläge.
- 21,0 – 22,2 cm unregelmäßig, eng nebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

INTERPRETATION: kaum intaktes Gewebe vorhanden. Zwischen 2,8 cm und 9,7 cm ist intaktes Jahringgewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND, des 16 Jahre alten Lärchenholzes.

#### 9.2.1.7 Standort Kalchofen LÜSEN (KoL)

Am Kalchofen Lüssen wurde kesseldruckimprägniertes Kiefernholz verwendet, wodurch ein Vergleich mit den auf den anderen Standorten verwendeten Lärchenhölzern nicht möglich war.

Auf Grund von schlechten Witterungsverhältnissen und dadurch erhöhter Rutschgefahr am Hang wurden an diesem Standort keine Rundholzscheiben abgesägt jedoch Bohrungen durchgeführt. Bohrungsergebnisse, die im Folgenden nicht angeführt werden, sind dem Anhang (siehe Punkt 15.3) zu entnehmen.

Abb 96: Bohrstreifen (imprägniertes Kiefernholz 16 Jahre) KoL P1 m, 07/2006

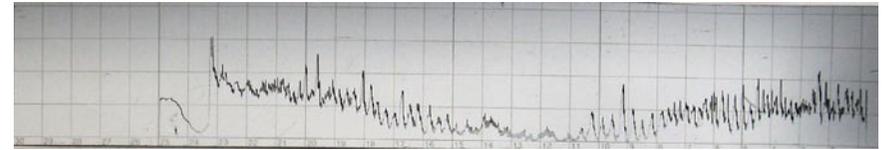


Abb 97: Bohrstreifen (imprägniertes Kiefernholz 16 Jahre) KoL P2 m 07/2006

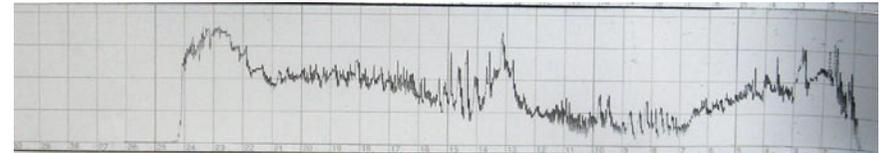


Abb 98: Bohrstreifen (imprägniertes Kiefernholz 16 Jahre) KoL P3 I 07/2006

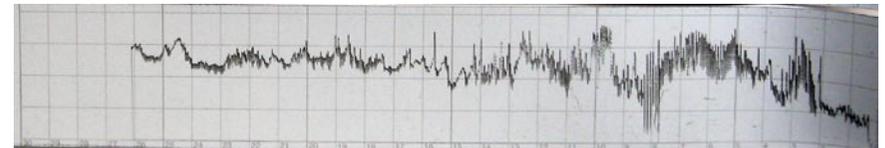
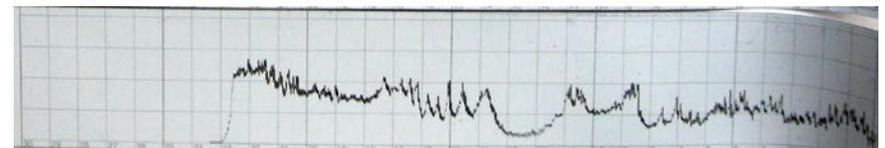


Abb 99: Bohrstreifen (imprägniertes Kiefernholz 16 Jahre) KoL P4 I 07/2006



KoL P1 M

BOHRLÄNGE: 0,0 – 25,0 cm

AUSSCHLAGSBEREICH: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 24,9 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

0,8 – 4,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

4,2 – 7,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,8 – 10,5 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

10,5 – 12,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

12,5 – 15,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

15,0 – 17,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

17,9 – 23,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

23,3 – 24,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

24,2 – 25,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

INTERPRETATION: Zwischen 11,0 und 13,0 Morschungsschaden vorhanden. Sonst Bohrverlauf homogen auf mittlerem Niveau verlaufend.

MITTLERER ZUSTAND eines 16 Jahre alten imprägnierten Kiefernholzes.

KoL P2 M

BOHRLÄNGE: 0,0 – 26,1 cm

AUSSCHLAGSBEREICH: erster Ausschlag bei 0,7 cm; letzter Ausschlag bei 24,5 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

0,7 – 6,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

6,6 – 9,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,9 – 11,9 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,9 – 12,8 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen.

12,8 – 21,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

21,8 – 23,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

23,5 – 24,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

24,1 – 24,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

INTERPRETATION: Morschungsschaden zwischen 7,0 cm und 9,0 cm.

Der andere Anteil der Bohrkurve weist einen Bohrkurvenverlauf zwischen mittlerem und hohem Niveau auf.

GUTER ZUSTAND eines 16 Jahre alten imprägnierten Kiefernholzes.

KoL P3 L

BOHRLÄNGE: 0,0 – 26,1 cm

AUSSCHLAGSBEREICH: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 26,1 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

0,0 – 0,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

0,4 – 2,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,1 – 3,2 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

3,2 – 3,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

3,8 – 7,7 cm regelmäßig, engnebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge, auf mittlerem Niveau.

7,7 – 8,3 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,3 – 9,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

9,5 – 10,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

10,2 – 26,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

INTERPRETATION: homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem bis hohem Niveau. GUTER ZUSTAND eines 16 Jahre alten imprägnierten Kiefernholzes.

KoL P4 L

BOHRLÄNGE: 0,0 – 23,3 cm

AUSSCHLAGSBEREICH: erster Ausschlag bei 0,0; letzter Ausschlag bei 23,3 cm.

BOHRKURVENBESCHREIBUNG:

0,0 – 1,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

1,8 – 3,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,2 – 6,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

6,0 – 8,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,3 – 11,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

11,0 – 13,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,5 – 22,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

22,6 – 23,0 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau ohne Ausschläge.

23,0 – 23,3 cm regelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

INTERPRETATION: Morschungsschaden zwischen 11,5 cm und 13,0 cm. Grossteil des Bohrkurvenverlaufes, aber auf mittlerem Niveau.

MITTLERER ZUSTAND

## 9.2.2 Visuelle Aufarbeitung der Bohrungsergebnisse

### 9.2.2.1 Standort 1 Wötzelgraben MATSCH

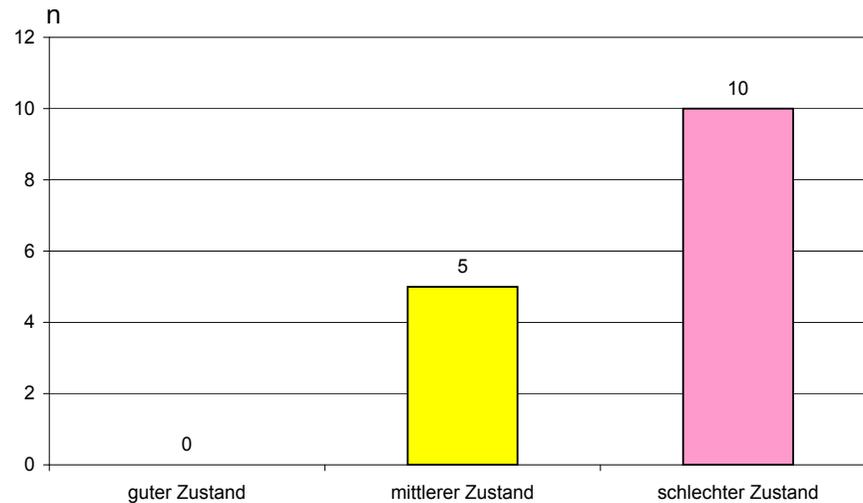


Abb 100: Zustand der Lärchenrundhölzer (19 Jahre) am Standort 1, Wötzelgraben Matsch  
n = Anzahl

Der Zustand der Rundhölzer auf Standort 1 setzt sich nur aus Hölzern mit mittlerem, und aus Hölzern mit schlechtem Zustand zusammen. 67 % der Rundholzzustandsbohrungsergebnisse weisen schlechte Zustände, und zu 33 % mittlere Zustände auf. Ergebnisse mit guten Zuständen sind auf diesem Standort nicht zu verzeichnen.

### 9.2.2.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH

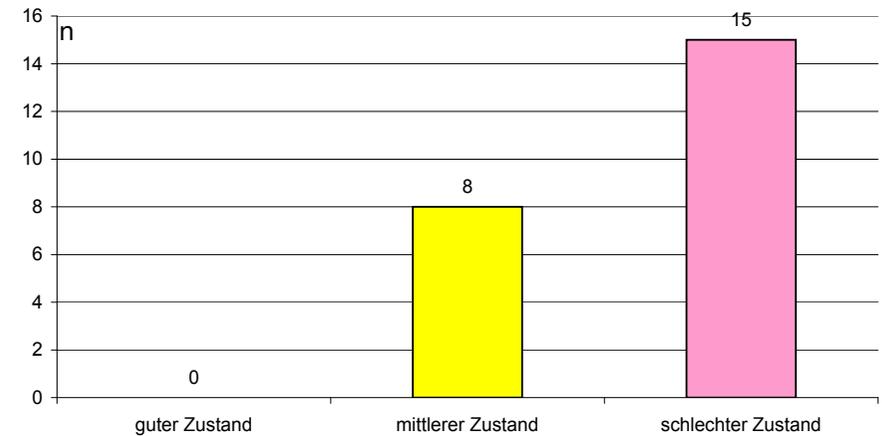


Abb 101: Zustand der Lärchenrundhölzer (10 Jahre) am Standort 2, Runerhöfe Matsch

Auf Standort 2 sieht die Verteilung zwischen guten und schlechten Zuständen sehr ähnlich wie auf Standort 1 aus. Auch hier sind keine Ergebnisse mit gutem Zustand zu verzeichnen, und die Ergebnisse mit schlechten Zuständen überwiegen mit 65 %.

An den Hölzern wurde sehr viel spähneartiges Holzmaterial vorgefunden, welches auf starke biologische Aktivität verursacht durch Termiten oder Ameisen hindeutet.



Abb 102: Biologische Aktivität an einem Lärchenrundholz (10 Jahre) auf Standort 2, Runerhöfe Matsch 09/2006

### 9.2.2.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH

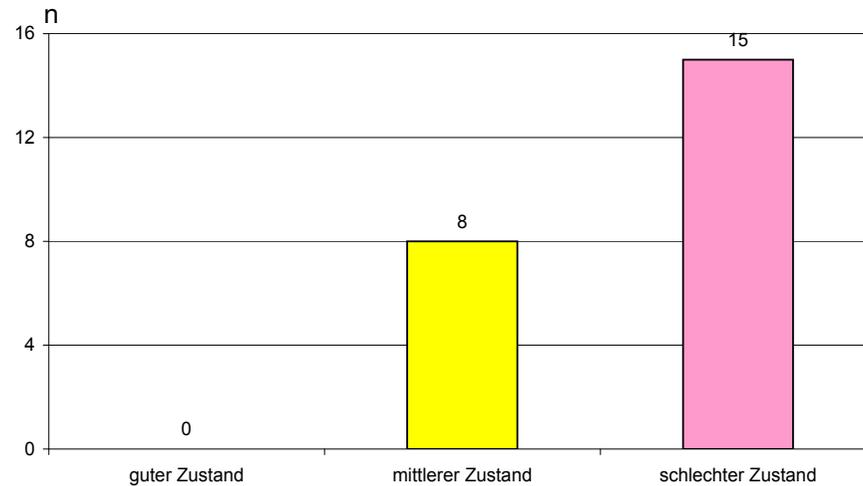


Abb 103: Zustand der Lärchenrundhölzer (14 Jahre) am Standort 3, Mühlhöfe Matsch  
n = Anzahl



Abb 104: Fraßgänge in Rundholz 4 (14 Jahre) am Standort 3, Mühlhöfe 07/2006

Standort 3 weist dieselben Ergebnisse wie Standort 2 auf. Keine Zustandsbohrungsergebnisse mit gutem Zustand sind vorhanden, 35 % weisen mittlere Zustände auf, und 65 % der Ergebnisse weisen schlechte Zustände auf.

Auch hier wurden durch das Ansägen der Rundhölzer vereinzelt typische Fraßgänge von Insekten freigelegt.

### 9.2.2.4 Standort 4 Tafratzgraben GÖFLAN

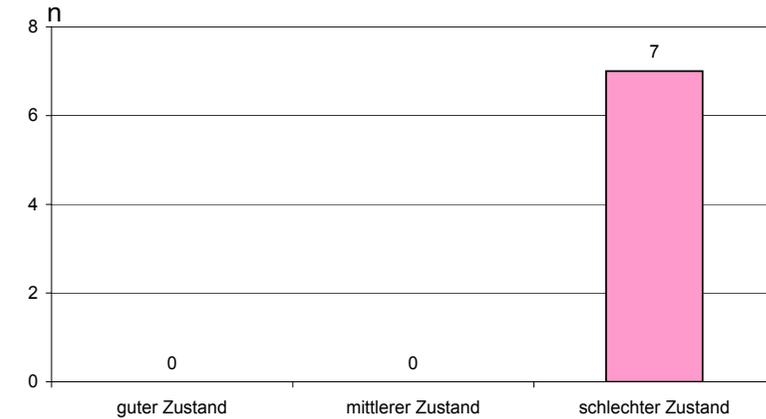


Abb 105: Zustand der Lärchenrundhölzer (17 Jahre) am Standort 4, Tafratzgraben Göflan



Abb 106: Morsches Lärchenrundholz (17 Jahre) am Standort 4, Tafratzgraben 09/2006  
Standort 4 weist zu 100 % schlechte Bohrungsergebnisse auf (siehe Anhang Punkt 15.3 S. 142).

### 9.2.2.5 Standort 5 St. Martin LAAS

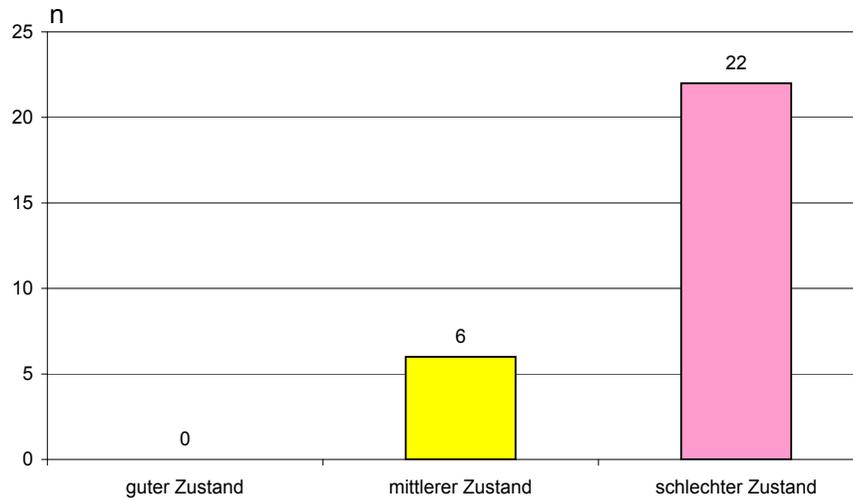


Abb 107: Zustand der Lärchenrundhölzer (22 Jahre) am Standort 5, St. Martin Laas



Abb 108: 22-jähriges Lärchenrundholz am Standort 5, St. Martin Laas 09/2006

Auf Standort 5 teilen sich die Prozentanteile 79 % (schlechter Zustand) zu 21 % (mittlerer Zustand) auf.

### 9.2.2.6 Standort 6 MERAN 2000

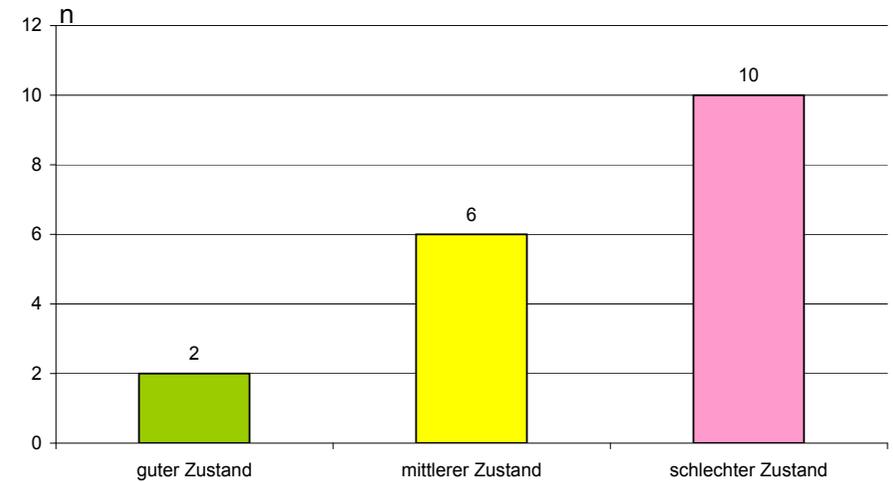


Abb 109: Zustand der Lärchenrundhölzer (16 Jahre) am Standort 6, Meran 2000

n = Anzahl



Abb 110: abgeschältes Splintholz (Lärche, 15 Jahre) am Standort 6 Meran 2000, 09/2006

Standort 6 weist zu 11 % gute Zustandsbohrungsergebnisse, zu 33 % mittlere Zustandsergebnisse auf und zu 56 % schlechte Ergebnisse auf.

Trotz der hohen mechanischen Belastung des Splintholzes durch Stein-schlag, weist dieser Standort auch gute Zustandsbohrungsergebnisse auf.

### 9.2.2.7 Standort 7 Kalchofen LÜSEN

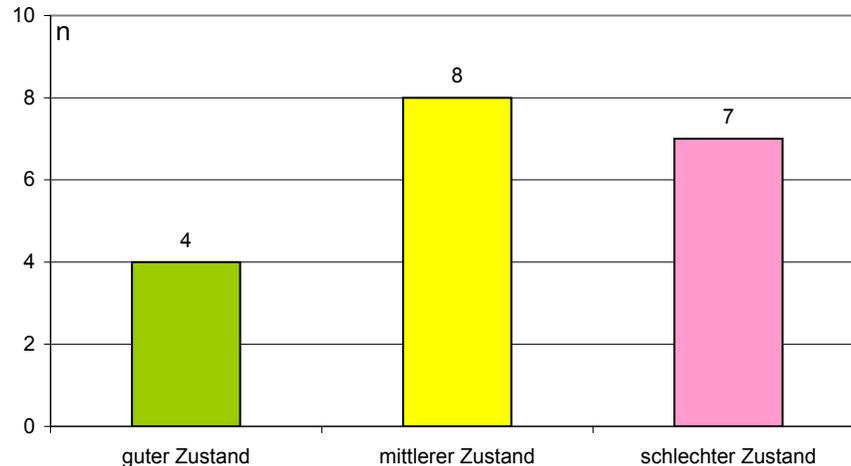


Abb 111: Zustand der Kiefernrundhölzer (16 Jahre) am Standort 7, Kalchofen Lüssen  
n = Anzahl

Standort 7 fällt durch die vergleichsweise guten Zustandsbohrungsergebnisse positiv im Vergleich zu den anderen Standorten auf. Am Kalchofen sind 21 % der Zustandsbohrungsergebnisse in gutem Zustand, 42 % in mittlerem Zustand und 37 % weisen schlechte Zustände auf.

### 9.3 Diskussion der Ergebnisse der Holzuntersuchungen

Das Vertrauen auf die Richtigkeit der Ergebnisse die aus der Diagnose mit Resistograf M 300 entstammen, stellt sich nicht immer einfach dar. Gerade deshalb ist es aber von grundlegender Wichtigkeit, über die verschiedenen möglichen Quellen der Beeinflussung eines Resistografenergebnisses Bescheid zu wissen.

Die systembedingten, den Holzabbau beeinflussenden Faktoren wie Nährstoffe, Luft, Holzfeuchtigkeit, Temperatur und pH-Wert beeinflussen die Lebensbedingungen des Schadpilzes und dadurch den Verlauf des Holzabbaues.

Würden die genannten systembedingten Einflussfaktoren über ein genormtes System vereinheitlicht werden, um so die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit der Ergebnisse zu erhöhen, üben noch verfahrensbedingte Faktoren Einfluß auf das Ergebnis aus.

Zum Ersten ist das der langsamere Anstieg des Bohrwiderstandes zu Beginn der Bohrung und zum Zweiten der kontinuierliche Anstieg des Bohrwiderstands mit zunehmender Eindringtiefe, gekoppelt mit dem dritten Faktor, der Erhöhung des Leerlaufniveaus nach dem Austritt des Bohrers im Vergleich zum Leerlaufniveau zu Beginn der Bohrung. Diese drei Faktoren hängen nicht mit der Holzstruktur zusammen, werden aber durch Rohdichte und Holzfeuchte modifiziert. Auch die Vorschubgeschwindigkeit der Bohrnadel hat entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung des Bohrtrends und den Anteil der hochfrequenten Schwankungen in den Bohrwiderstandsprofilen. Der Anteil hochfrequenter Schwankung in einem Bohrwiderstandsprofil ist umso größer, je höher die Vorschubgeschwindigkeit der Bohrnadel ist. Zugleich ist der Bohrtrend wesentlich geringer ausgeprägt.

Die Holzfeuchte ist nicht nur systembedingt ein einflußreicher Faktor, sie

zeigt auch verfahrensbedingt maßgebliche Wirkung. Einerseits nimmt bei steigender Holzfeuchte der Bohrwiderstand zu und andererseits nimmt seine Amplitude und der Anteil hochfrequenter Schwankungen ab. Bei Holzfeuchten über Fasersättigung werden lokale Dichteschwankungen abgeschwächt. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass das Frühholz im wassergesättigten Zustand einen höheren Wassergehalt aufweist als das Spätholz und somit der Dichteunterschied zwischen diesen beiden Zonen geringer wird. Ferner erfordert die Komprimierung des feuchten Bohrmehls aufgrund seiner höheren Dichte mehr Energie. (Vgl. Holz als Roh- und Werkstoff 52, 1994, S. 285)

Resi M 300 ist ein Resistograf ohne digitaler Schnittstelle. Er arbeitet nur mit einem Schreiber, der den mechanischen Bohrwiderstand auf einem Wachspapierstreifen, simultan und im Maßstab 1:1 in Form einer Kurve wiedergibt. Die Daten werden visuell und verbal bewertet und interpretiert. Probleme bei dieser Methode sind, dass feine Änderungen der Kurve nur schwer beschrieben und erkannt werden können, und so eventuell wertvolle Ergebnisse verloren gehen können. Ein Vergleich der Werte und eine visuelle Darstellung sind nur mit einem überdurchschnittlich hohem Arbeitsaufwand verbunden, möglich.

Das Arbeiten mit deskriptiven Daten stellt sich als sehr komplex dar und lässt kaum präzise Aussagen zu.

Jedoch gibt es für Geübte der visuellen Analyse die Möglichkeit, deutliche Einbrüche der Kurve von Auge zu beurteilen (RINN 1994b, MATTHECK & HÖTZEL 1997), zu markieren und anschließend deren Länge zu messen. Diese als faul taxierten Abschnitte der Kurve dienen der Bestimmung des Fäulegrades. (NOETZLI, 2002, S. 38)

Resis mit digitalen Datenergebnissen bieten eine Vielzahl an Verbesserungen in Hinsicht auf Genauigkeit, Datenmenge und vor allem Zeit. Das Arbeiten mit digitalen Daten ermöglicht viele Möglichkeiten der visu-

ellen Datenaufarbeitungs- und darstellung und erlaubt genaue Vergleiche der Daten untereinander.

Abgesehen von den systembedingten und verfahrensbedingten Faktoren, welche die Wahrscheinlichkeit eines beeinflussten Ergebnisses erhöhen, kann die Schwierigkeit der Ergebnislage der vorliegenden Diplomarbeit auch an der Auswahl der Standorte begründet sein. Die Standorte wurden in verschiedene Alterskategorien eingeteilt, jedoch lag bereits bei den jüngsten Rundhölzern schon ein fortgeschrittenes Alter von 10 Jahren vor.

Geht man davon aus, dass Lärchenholz in der Dauerhaftigkeitsklasse 3 bis 4 (mäßig bis wenig dauerhaft) liegt und alle relevanten Rundhölzer in Gefährdungsklasse 4 einzuordnen sind, so haben auch bereits die jüngsten (10 Jahre) Rundhölzer die Grenze ihrer natürlichen Dauerhaftigkeit erreicht. Großteils mittlere und schlechte Ergebnisse auf allen Standorten dürfen daher nicht überraschen.

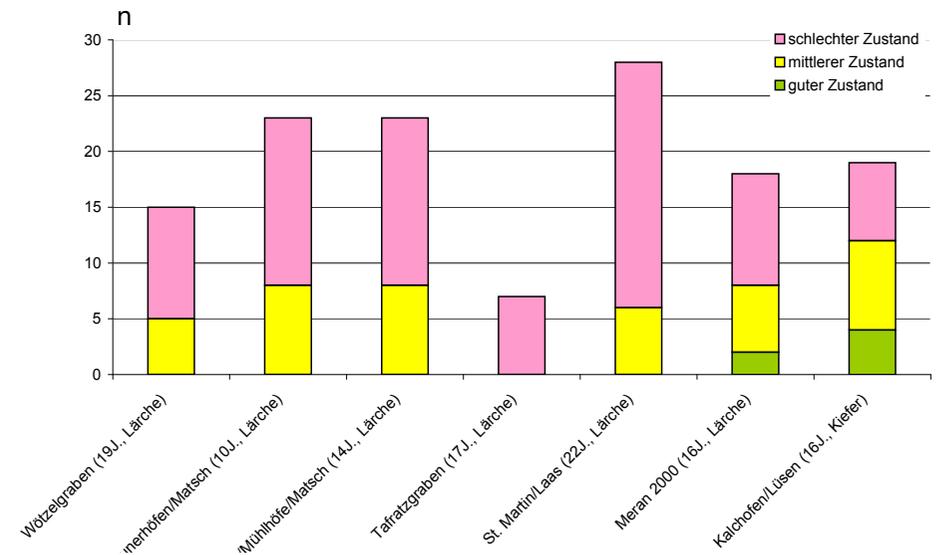


Abb 112: Bohrungszustandsergebnisse im Standortvergleich

n = Anzahl

Standort 1 Wötzelgraben (19 Jahre), 2 Weg zu den Runerhöfen (10 Jahre) und 3 Saldurbach Mühlhöfe (14 Jahre) weisen im gesamten betrachtet sehr ähnliche Ergebnisse in Bezug auf die Verteilung der Zustände auf. Alle drei Standorte weisen keine guten Zustandsbohrungsergebnisse auf und zwischen 30 und 35 % mittlere Bohrungsergebnisse auf. Die schlechten Zustandsbohrungsergebnisse liegen zwischen 70 und 65 %.

Standort 4 Tafratzgraben Göflan (17 Jahre) ist eindeutig der Standort mit den schlechtesten Zustandsbohrungsergebnissen und Standort 7 Kalchhofen Lüssen (16 Jahre) eindeutig jener Standort mit den optimalsten Ergebnissen. Die guten Ergebnisse dieses Standortes sind vor allem der Holzauswahl zu verdanken. Imprägniertes Kiefernholz kann im Vergleich mit gleichaltrigen Lärchenrundhölzern der aufgenommenen Standorte und in vergleichbaren Einsatzgebieten viel bessere Haltbarkeiten aufweisen.

Standort 5 St. Martin Laas (22 Jahre) kann trotz der Tatsache, dass er der älteste aufgenommene Standort ist, noch Bohrungen mit mittleren Zuständen aufweisen.

Standort 6 Meran 2000 (15 Jahre) ist der einzige nicht mit Gehölzen bepflanzte Standort, da er über der Waldgrenze liegt. Das Splintholz ist hier teilweise stark mechanisch durch Steinschlag beschädigt worden. Die Lärchenrundhölzer können aber im Kernholz durchaus noch gute Bohrungszustände aufweisen.

Standort 7 Kalchhofen Lüssen (16 Jahre) ist der einzige, an dem kesseldruckimprägniertes Kiefernholz anzutreffen ist. Obwohl diese Hölzer auf Standort 7 laut Aussage von Prof. Florineth nur aufgrund keiner Verfügbarkeit von Lärchenholz angekauft worden sind, bleibt die oft schwierige

Entscheidung zwischen Sicherheit (imprägniertes Kiefernholz) durch längere Haltbarkeit der Rundhölzer und mehr Ökologie (verfügbares nicht imprägniertes Lärchenholz) letztlich dem Planer überlassen. Am Kalchhofen hat sich der Einsatz von imprägniertem Kiefernholz im Nachhinein gesehen als sinnvoll erwiesen, da es oberste Priorität hatte die darunterliegende Straße zum Würzjoch dauerhaft vor Steinschlag zu schützen. Standort Kalchhofen Lüssen ist durch die hohe Höhenlage (1880 m) und die nordost Exposition erfahrungsgemäß eher begünstigt. Die Pflanzen erfreuen sich durchschnittlich hoher Vitalität, und stellen einen dichten Bestand dar, der unter anderem den stickstofffixierenden Lupinien der Krautschicht zu verdanken ist. Trotz der starken Neigung des Hanges ist der Boden optimal durch die Vernagelung der Wurzeln der Gehölze und der Krautschicht vor weiterer Oberflächenerosion geschützt. Der Kalchhofen ist einer der Standorte, bei dem man ruhigen Gewissens sagen könnte, dass der Hang auch bei Versagen der Stützwirkung der Rundhölzer, ohne diese stabil bleibt.

Obwohl sich auch am Kalchhofen die Ergebnisse der Resistographenmessungen nicht zum größten Teil im besten Zustandsbereich befinden, kann schon ein visueller Vergleich der 16 jährigen Kiefernrundhölzer mit den nichtimprägnierten 17 jährigen Lärchenrundhölzern im Tafratzgraben einen sehr viel besseren Zustand beweisen.

Trotzdem oder gerade weil hier die Pilotenwand als ingenieurbioologische Bauweise eine so optimale Wirkungsweise verzeichnen kann, ist ein weiterer Einsatz von imprägniertem Holz, vor allem in einer Wissenschaft wie der Ingenieurbiologie, nicht weiter empfehlenswert. Denkt man alleine an den großen Energieaufwand, der zur Kesseldruckimprägnierung notwendig ist, aber auch daran, dass durch diesen Zusatzschritt in der Bearbeitungs- und Aufbereitung des Bauholzes die Transportwege viel länger werden und dadurch wieder die Kosten und natürlich der Energieverbrauch steigen. Natürlich richtet sich diese Argumentation gegen die Imprägnierung von ingenieurbioologisch eingesetztem Bauholz nicht

nur in Richtung Kosten und Energieverbrauch, sondern eigentlich gegen den wichtigsten Aspekt der unmittelbar davon ausgehenden Umweltverschmutzung. Diese Komponenten sind nicht in Kombination einer ressourcenschonenden, naturnahen und umweltbewußten Materie wie der Ingenieurbiologie vertretbar.

Bei Optimierung des Pflanzenbestandes, guter Pflege und weiterer Forschung in Richtung standortgerechter Pflanzungen müßte eine Haltbarkeit des verfügbaren Lärchenholzes zwischen 10 und 15 Jahren mehr als ausreichend sein, um eine Imprägnierung des eingesetzten Holzes überflüssig zu machen.

## 9.4 Vergleich der Ergebnisse nach holzzustandsrelevanten Faktoren

Das Ziel dieses Kapitels stellt die Untersuchung der Relevanz der einzelnen Einflußfaktoren auf den Zustand der Rundhölzer dar. Dies soll mit Hilfe von Ergebnissen der Programme Excel 2003 und SPSS 16.0, und deren anschließendem Vergleich erreicht werden.

Standortbezogenen Vergleichsfaktoren

SEEHÖHE  
BAUJAHR  
EXPOSITION  
INKLINATION

Bauwerkbezogene Vergleichsfaktoren

GEHÖLZPFLANZUNGEN

Meran 2000: einziger Standortvertreter, der in die Kategorie „keine Gehölzpflanzungen“ zu zählen ist.

HOLZART

Kalchhofen Lüsen: einziger Standortvertreter, der in die Kategorie „Kiefernholz“ zu zählen ist.

LAGE DES RUNDHOLZES: OBEN/MITTE/UNTEN

St.Martin Laas: einziger Standortvertreter, an dem Pilotenwände mit variierender Anzahl an Rundhölzern eingebaut wurden.  
Die Bohrungsergebnisse dieses Standortes, werden für diese Kategorie nur untereinander verglichen.

## ZUSTAND DES RUNDHOLZES MITTIG/AM RAND

Die Ergebnisse aller 7 Standorte werden verglichen.

Nach den unter Punkt 2. EINLEITUNG angeführten Kategorien, die aus den Basisdaten der einzelnen Standorte entstammen, wurden die diskussionsrelevanten Erhebungen erstellt.

### 9.4.1 Auswertungen auf Basis von Excel 2003

Die Bohrungsergebnisdaten wurden in Form von Bohrungszustandsdiagrammen ausgewertet und interpretiert.

#### 9.4.1.1 Vergleichsfaktor BAUJAHR

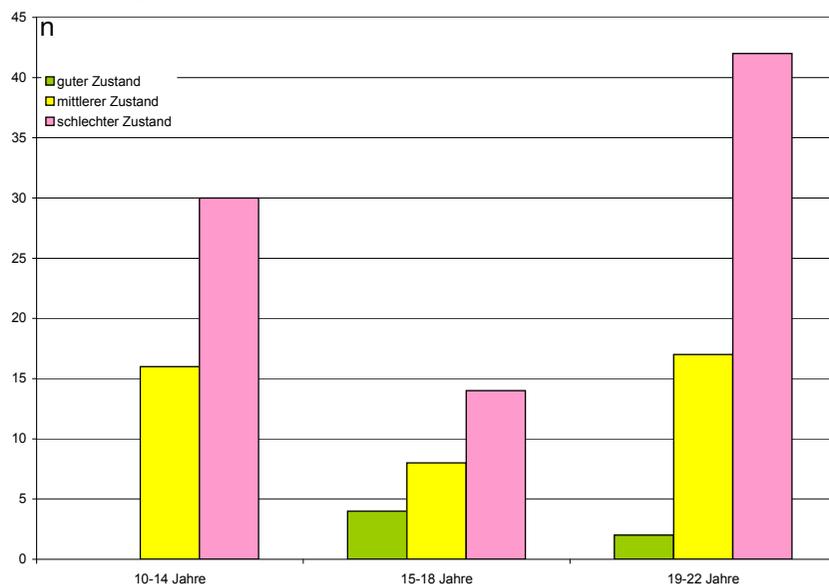


Abb 113: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Baujahr  
n = Anzahl

Die Verteilung der Zustände im Vergleich der Alter der Standorte, verhält sich folgendermaßen:

Bei den Standorten, welche 10 bis 14 Jahre alt sind, befinden sich 35 % der Bohrungsergebnisse in mittlerem Zustand; 65 % sind in schlechtem Zustand. Bei den 15 bis 18 Jährigen teilen sich die Bohrungszustandsergebnisse zu 15 % in guter Zustand, 31 % mittlerer Zustand und 54 % schlechter Zustand auf. Bei den 19 bis 22 Jährigen verteilen sich die Ergebnisse zu 3 % guter Zustand, 28 % mittlerer Zustand und zu 69 % schlechter Zustand

Diesen Ergebnisse zu Folge, weist die Altersklasse der 15-18 Jährigen eindeutig die besten Ergebnisse auf. Das Alter der Rundhölzer, im Vergleich der 7 ausgewählten Standorte, lässt keinen linearen Zustandsabfall von jung zu alt erkennen.

#### 9.4.1.2 Vergleichsfaktor INKLINATION

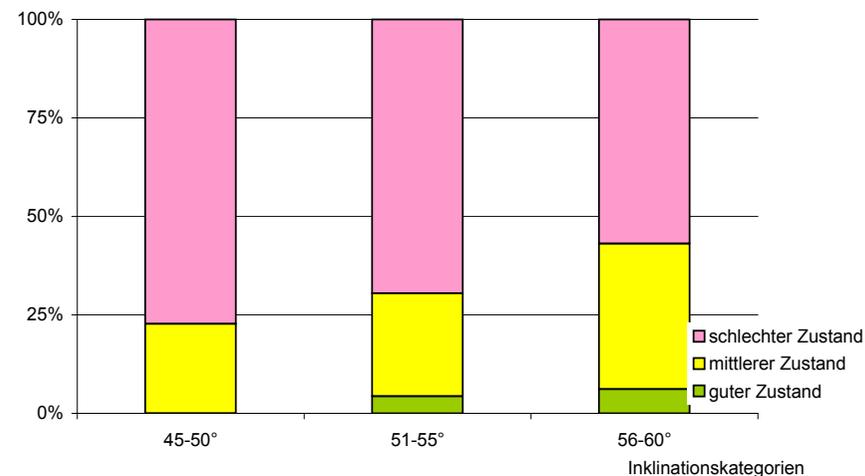


Abb 114: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Inklination

Laut Ergebnisdiagramm zeichnet sich hier eine Tendenz einer leichten Verbesserung des Holzzustandes in Richtung 56-60° Neigung ab. Befinden sich an den Standorten mit 45-50° Neigung keine Bohrungsergebnisse in gutem Zustand, so sind das bei jenen mit 51-55° Neigung 4 % und bei den Standorten mit Neigungen zwischen 56 und 60° sogar 6 %. Auch der Prozentsatz der Bohrungsergebnisse mit schlechtem Zustand verkleinert sich von einer Neigung zwischen 45 und 50° mit 77 % über eine Neigung zwischen 51 und 55° mit 70 %, auf 57 % der Bohrungen mit schlechtem Bohrungsergebnis bei Standorten mit einer Inklination zwischen 56 und 60°.

#### 9.4.1.3 Vergleichsfaktor SEEHÖHE

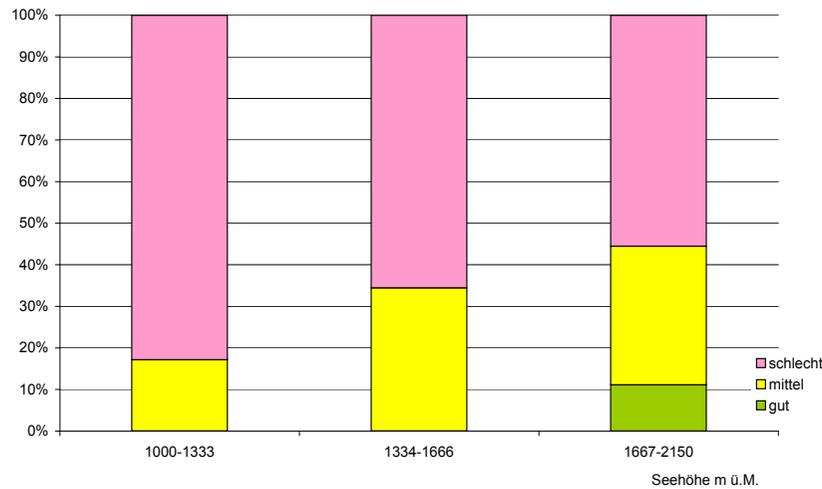


Abb 115: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Seehöhe

Bei Vergleichsfaktor Seehöhe ist laut Ergebnisdiagramm eine eindeutige Tendenz der Verbesserung der Holzzustände von einer Seehöhe von

1000-1333 m in Richtung einer Seehöhe von (1667-2150 m) zu erkennen. Die logische Verteilung der Standorte mit einer Seehöhe von 1000-1333 mit dem größten Anteil der schlechten Zustände und nur sehr kleinen Anteilen der guten und mittleren Zustände, im Gegensatz zu den Standorten mit einer Seehöhe zwischen 1667 und 2150 m, in welcher sogar 16 % der Bohrungsergebnisse gute und 38 % mittlere Zustände aufweisen.

Um zu sehen ob dieses Ergebnis nicht nur Standort 7 Kalchhofen Lüsen (einziger Standort mit Verwendung von imprägniertem Kiefernholz und befindet sich aufgrund von einer Seehöhe von 1880 m in Kategorie 3) zu verdanken ist, wurden bei einer zweiten Berechnung der Prozentsätze die Ergebnisse des Standortes 7 nicht dazugerechnet.

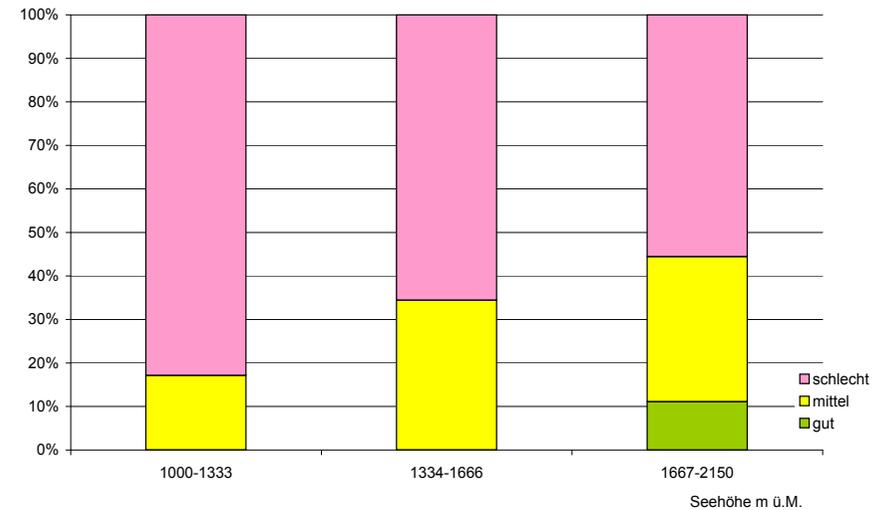


Abb 116: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Seehöhe ohne Standort 7, Kalchhofen Lüsen

Auch ohne diesem Standort weisen die Standorte mit den höchsten Seehöhen (1667-2150), die besten Zustände der Rundhölzer auf. 33 % der Bohrungen waren in mittlerem Zustand, 11 % der Bohrungen weisen gute Ergebnisse auf.

Diese Werte geben eindeutig Anlass zur Annahme, dass die Seehöhe einen wesentlichen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit der Rundhölzer hat. Auch Philipp NOETZLI (2002) hat in seinen Erhebungen ähnliche Tendenzen vorgefunden. Aufgrund der Kälte auf höheren Lagen, kommt geringere mikrobielle Tätigkeit in den Rundhölzern vor.

#### 9.4.1.4 Vergleichsfaktor EXPOSITION

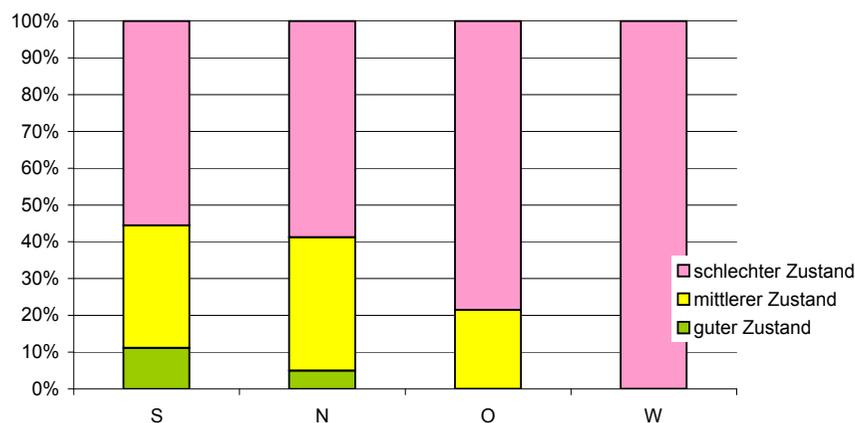


Abb 117: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Exposition

Vergleichsfaktor Exposition läßt eindeutige Tendenzen erkennen. Auf den aufgenommenen Standorten sind die Rundhölzer, welche auf südlich exponierten Hängen errichtet wurden, deutlich in besserem Zustand. Hier sind Bohrungsergebnisse mit gutem Zustand zu 11 % vorhanden, mittlere Zustände zu 33 %, und schlechte Zustandsbohrungsergebnisse

zu 56 % vertreten.

An den nordexponierten Hängen kommen zu 5 % gute Zustandsergebnisse vor, und 36 % der Bohrungen ergaben mittlere Zustände.

Wurden die Rundhölzer auf ostexponierten Hängen eingebaut, so überwiegen mit 79 % die Bohrungen mit schlechten Ergebnissen. Nur 21 % weisen mittlere Zustände auf.

Das Ergebnis der westexponierten Rundhölzer setzt sich zu 100 % aus schlechten Bohrungsergebnissen zusammen, da nur Standort 4 Tafraztgraben Göflan in diese Kategorie fällt.

Bei einem Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit den Ergebnissen NOETZLIS (2002) lassen sich in Bezug auf die Exposition keine ähnlichen Ansätze erkennen. NOETZLI (2002, S. 45, 102) gibt als Einflussfaktor, welcher mit einer Fäule signifikant korreliert, unter anderem auch eine Exposition in südlicher Richtung an und spricht sich ebenfalls für die Empfehlung aus, Holz vor allem in nordexponierten Gerinnen einzusetzen, wo gleichmäßige Feuchteverhältnisse vorherrschen.

#### 9.4.1.5 Vergleichsfaktor BOHRUNGSPPOSITION

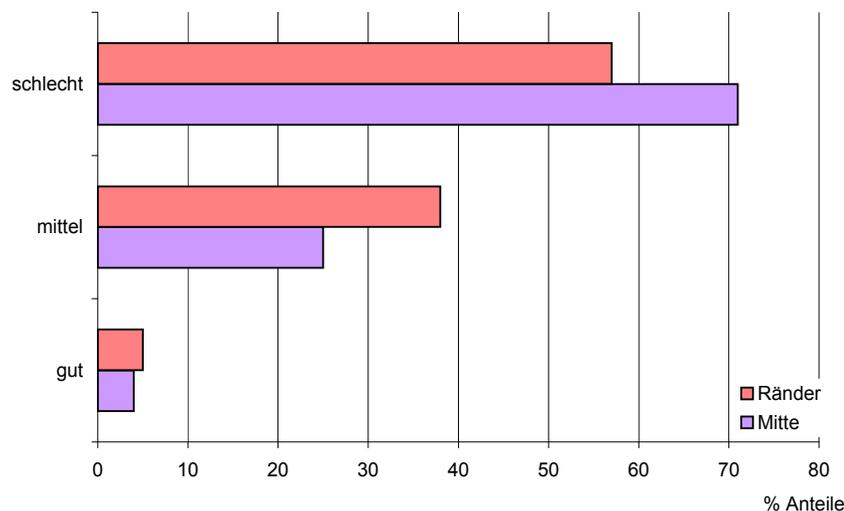


Abb 118: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Bohrungsposition

Im Vergleich aller Bohrungen zwischen mittigen, rechten und linken Rändern der Rundhölzer durchgeführten Bohrungen ergaben sich entgegen den allgemein angenommenen Regeln der Verwitterung, Ergebnisse, die eher positiv für die an den Rändern der Rundhölzer durchgeführten Bohrungen, ausfallen.

Die größeren Angriffsflächen für Verwitterung durch UV-Strahlung, Wasser, Wind und mechanische Belastungen an den am Rand der Rundhölzer liegenden Schnittflächen begünstigen die Bedingungen für den Angriff des Holzes durch Pilze. Die Vermutung liegt also nahe anzunehmen, dass an den Rändern der Rundhölzer die Bohrungsergebnisse tendenziell schlechter sein müssten, als die der mittig durchgeführten Bohrungen. Trotz dieser Annahme gestalten sich die Ergebnisse anders.

Die Zustandsergebnisse der mittig gebohrten Rundhölzer weisen zu 4 % guten Zustand auf, zu 25 % mittleren und zu 71 % sind die Bohrungen

in schlechtem Zustand.

Die Ergebnisse der Bohrungen, die an den linken und rechten Rändern der Rundhölzer durchgeführt wurden, erweisen sich zu 5 % in gutem Zustand, zu 38 % in mittlerem Zustand und zu 57 % in schlechtem Zustand.

#### 9.4.1.6 Vergleichsfaktor HOLZART (nur auf Standort 7 Kalch- ofen Lüsen Kiefernholzeinsatz)

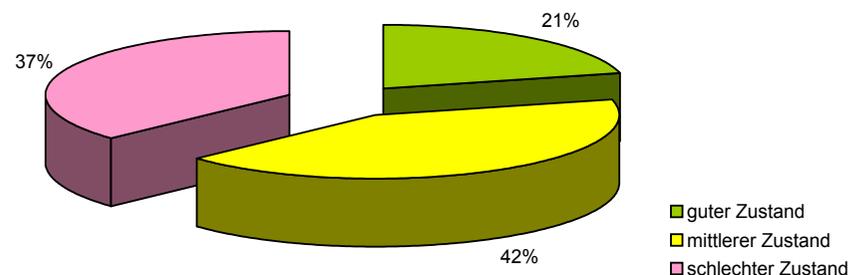


Abb 119: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen des 16 Jahre alten imprägnierten Kiefernholzes

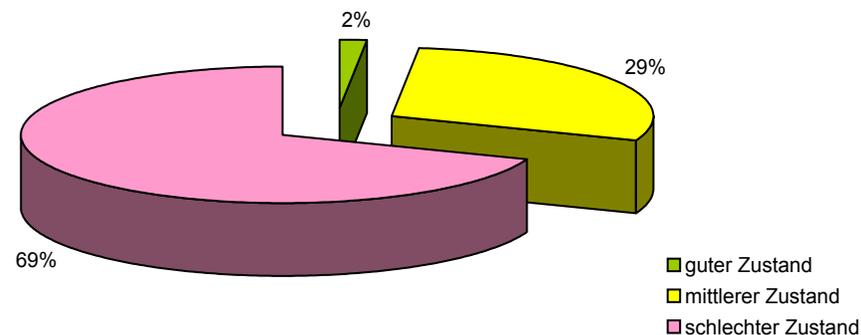


Abb 120: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen des zwischen 10 und 22 Jahre alten Lärchenholzes

Vergleicht man die eingebauten Kiefernrundhölzer auf Standort 7 Kalchhofen Lügen mit den Lärchenrundhölzern auf den Standorten 1-6, so kann man hier eindeutig erkennen, dass das imprägnierte Kiefernholz bessere Zustände aufweist als das Lärchenholz. Sogar weniger als die Hälfte (37 %) der Bohrungsergebnisse des Kiefernholzes sind in schlechtem Zustand. Den größten Anteil nehmen die Bohrungen mit mittlere Zustandsergebnissen (42 %) ein. 21 % des Kiefernholzes weisen gute Zustandsergebnisse auf.

Im Gegensatz zum imprägnierten Kiefernholz weist die Lärche folgende Zustände auf: 2 % guter Zustand; 29 % mittlerer Zustand und 69 % schlechter Zustand.

Die Bedenken gegenüber dem Einsatz von imprägnierten Hölzern trotz der merklich höheren Resistenzen, bekräftigt NOETZLI (2002, S.101f.) dahingehend, dass auch er vorerst nur den Einsatz dauerhafterer Holzarten, wenn diese vor Ort vorhanden sind, unterstützen kann. Vorab müssten auch die Kosten der Bereitstellung und eines allfälligen Transportes, sowie Fragen zur Ökobilanz in die Überlegungen mit einbezogen werden, erst dann können letztlich Empfehlungen über die Verwendung nicht lokal verfügbarer, dafür aber dauerhafterer Holzarten abgegeben werden.

#### 9.4.1.7 Vergleichsfaktor GEHÖLZBEWUCHS (nur am Standort 6 Meran 2000 keine Gehölzpflanzung)

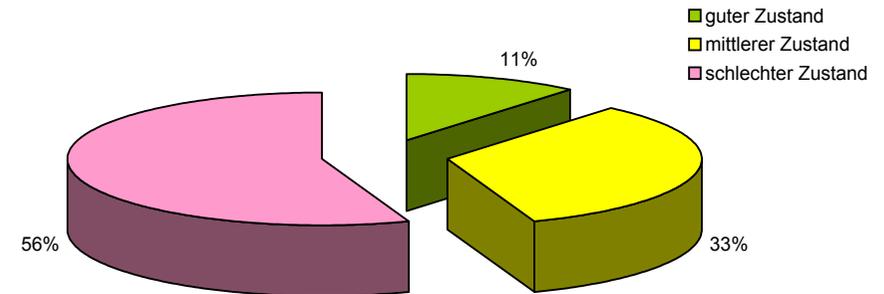


Abb 121: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen der Pilotenwände ohne Gehölzpflanzung

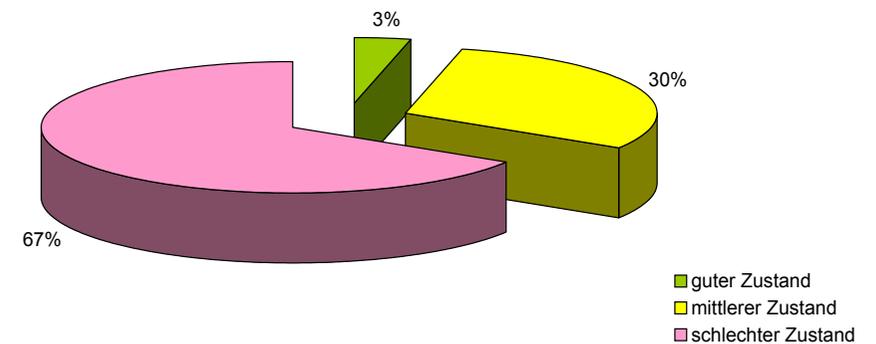


Abb 122: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen der Pilotenwände mit Gehölzpflanzung

Vergleicht man die, auf Standort 6 Meran 2000 (ohne Gehölzpflanzung) vorkommenden Rundhölzer, mit den auf den Standorten 1,2,3,4,5 und 7 (Gehölzbeplanzung) eingebauten Rundhölzern, so ergibt sich folgendes Bild:

Im direkten Vergleich der Zustandstypen (guter, mittlerer, schlechter Zustand) ergeben sich auf Standort 6 Meran 2000 (2150 m Seehöhe) durchgehend Zustandsergebnisse auf höherem Niveau. So erreichen auf diesem Standort die Bohrungsergebnisse mit gutem Zustand 11 %, die Ergebnisse mit mittlerem Zustand 33 %.

Im Vergleich dazu liegen die Ergebnisse der gehölzbepflanzten Standorte bei den Bohrungsergebnissen mit gutem Zustand nur bei 3 % und die mittleren Zustandes bei 30 %.

Die Ergebnisse für die Bohrungen mit schlechten Zuständen liegen bei beiden Vergleichsfaktoren eher hoch.

Zwei Beispiele aus der Literatur widersprechen dem vorliegenden Ergebnis, das hier besagt, dass Gehölze den Zustand der Rundhölzer negativ beeinflussen würden.

Nach RAYNER & BODDY (1988, S. 587) spielt an schattigen, hochgelegenen Standorten einerseits die niedrige Temperatur eine wichtige Rolle, andererseits die geringere Verdunstung an der Holzoberfläche. Beides wirkt sich direkt auf den Wassergehalt und damit auf die Abbaudynamik durch Pilze aus.

NOETZLIS (2002) Ergebnisse besagen, dass der Hauptgrund für die unterschiedliche Fäuledynamik an den verschiedenen Bauteilen der Wassergehalt des Holzes und dessen zeitliche Variation ist.

Die trockensten Bauteile an Sperren werden am häufigsten durch Fäuleerregern besiedelt und weisen auch die größte Abbaurrate auf, was experimentell deutlich durch Noetzli bestätigt wurde. Auch temporäres Überfließen der Rundhölzer an Bachsperren hätte deshalb eine positive Wirkung auf den Holzzustand, da so zumindest zeitweise zu feuchte Verhältnisse für den Holzabbau durch die häufigsten Fäuleerreger herrschen.

#### 9.4.1.8 Vergleichsfaktor LAGE des Rundholzes OBEN, MITTE, UNTEN (nur Standort 5 St.Martin Laas) bei zwei- und dreireihigen Pilotenwänden

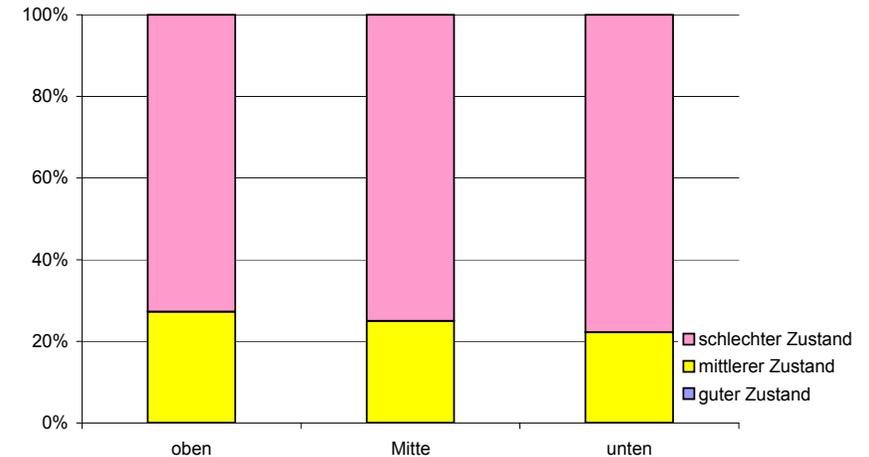


Abb 123: Zustandsergebnisse der Holzbohrungen nach Vergleichsfaktor Lage am Standort 5, St. Martin Laas

Vergleicht man die an Standort 5 St. Martin Laas, dem einzigen untersuchten Standort mit zwei- oder dreireihigen Pilotenwänden, die Zustände der Rundhölzer nach der Lage (oben, Mitte, unten) innerhalb der mehrreihigen Pilotenwände, so gestaltet sich das Ergebnis sehr ausgeglichen. Keine der Lagekomponenten weist Zustandsergebnisse mit gutem Zustand auf, die Ergebnisse mit mittlerem Zustand liegen bei allen Komponenten zwischen 20 % und 30 % (oben: 27 %; Mitte: 25 %; unten: 22 %), und die Bohrungsergebnisse mit schlechtem Zustand liegen einheitlich zwischen 70 % und 80 % (oben: 73 %; Mitte: 75 %; unten: 78 %).

#### 9.4.2 Auswertungen auf der Basis von SPSS 16.0

Unter diesem Punkt wurden aufgrund der Erhöhung der Wissenschaftlichkeit der Ergebnisse die vorliegenden Zustandsbohrungsdaten auf ihre statistische Verwertbarkeit überprüft und mit den Ergebnissen aus Excel 2003 gegenüber gestellt. Zu diesem Zwecke wurden alle Bohrungsergebnisse in verwertbare Codes für das Statistikprogramm SPSS 16.0 umgeschrieben.

Anhand dieser Codes in Form von einfachen Zahlenschemas (0,1,2 und 3) wurden die Bohrungsergebnisse gemeinsam mit den standortbezogenen Faktoren in das verwendete Statistikprogramm übertragen. Die Fragestellungen beziehen sich darauf herauszufinden, ob der jeweilige Einflussfaktor (Baujahr, Seehöhe, Exposition, Inklination, Holzart, Gehölzbepflanzung, Bohrungsposition, Lage) Einfluss auf den Zustand der Rundhölzer hat. Zur statistischen Beantwortung dieser Fragen wurde der Kruskal-Wallis-H-Test verwendet. Dieser Test ist ein parameterfreier statistischer Test, mit dem im Rahmen einer Varianzanalyse verglichen wird, ob sich verschiedene unabhängige Stichproben (Gruppen) hinsichtlich einer ordinalskalierten Variable unterscheiden. Er ist eine Ausweitung des U-Testes von Mann und Whitney beim Vorliegen von mehr als zwei unabhängigen Stichproben. Auch er basiert auf einer gemeinsamen Rangreihe der Werte aller Stichproben (BÜHL, ZÖFEL; 2005, S. 304). Die Nullhypothese  $H_0$  lautet: Zwischen den Gruppen besteht kein Unterschied.

Als Prüfgröße wird der Wert der asymptotischen Normalverteilung (Asymp.Sig.) herangezogen. Die Entscheidung die  $H_0$  oder die  $H_1$  anzunehmen, wird durch eine 5 % ige Irrtumswahrscheinlichkeitsgrenze entschieden. Was bedeutet, dass bei einem Asymp.Sig von kleiner oder gleich 0,05 die  $H_0$  verworfen wird, und die  $H_1$  angenommen wird. Ist

der Asymp. Sig größer oder gleich 0,05 wird die  $H_0$  angenommen und die  $H_1$  verworfen.

Die allgemein für die vorliegende Diplomarbeit formulierte  $H_0$ -Hypothese lautet:

Keine der Kategorien des Vergleichsfaktors hat einen anderen das heißt besseren oder schlechteren Zustand als alle anderen Kategorien des Vergleichsfaktors.

Wird die  $H_0$  – Hypothese also laut Ergebniszahl (Asymp. Sig.) verworfen, so kann man zumindest soviel sagen, als dass sich mindestens eine Kategorie in Bezug auf den Zustand unterscheidet. Was darauf schließen läßt, dass dieser Einflussfaktor auf den Zustand des untersuchten Rundholzes einwirkt. Wie genau dieser Einflussfaktor den Zustand des Rundholzes beeinträchtigt, darauf kann das Ergebnis des Kruskal-Wallis-H-Testes keine definitive Antwort geben, jedoch können uns diese Ergebnisse helfen, vermeintlich interpretierbare, in Excel erstellte Ergebnisdiagramme, als nicht verwertbar auszuschneiden und zur Kontrolle herangezogen werden. Nach BORTZ und DÖRING (2002., S.15) lassen es wenig präzise Hypothesen offen, welche Variablen durch welche andere Variable kausal beeinflusst werden. Sie behaupten lediglich, dass zwischen den Variablen eine irgendwie geartete Beziehung besteht.

Tab 24: Code – Liste, Basiszahlen für SPSS 16.0 Auswertung der Bohrungsergebnisse

ZUSTAND	BAUJAHR
0: gut	0: jung
1: mittel	1: mittel
2: schlecht	2: alt
BOHRUNGSPPOSITION Mitte / Rand	HOLZART
0: Mitte	0: Lärche
1: Rand	1: Kiefer
INKLINATION	SEEHÖHE
0: wenig Neigung	0: niedrig
1: mittlere Neigung	1: mittel
2: starke Steigung	2: hoch
GEHÖLZBEPFLANZUNG	EXPOSITION
0: Gehölzbepflanzung	0: Süd
1: keine Gehölzpflanzung	1: Nord
LAGE des Rundholzes OBEN, MITTE, UNTEN Standort 5	2: Ost
0: Unten	3: West
1: Mitte	
2: Oben	

Die Ergebnisse werden laut oben beschriebenem Grenzwert (0,05 Asymp.Sig) der asymptotischen Normalverteilung ausgewertet und beschrieben.

#### 9.4.2.1 Vergleichsfaktor BAUJAHR

Asymp.Sig.: 0,260

In diesem Fall wird der aufgestellten HO zu gestimmt. Keine der Kategorien (jung, mittel, alt) weist signifikant andere Zustandsergebnisse auf. Der Vergleichsfaktor ALTER kann keine Aussage über die Wirkung auf

die natürliche Dauerhaftigkeit und den Zustand des Rundholzes geben.

Tab 25: Ranks

	Alter	N	Mean Rank
Zustand	Jung	46	68,09
	Mittel	26	57,31
	Alt	60	69,27
	Total	132	

Tab 26: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	2,695
df	2
Asymp. Sig.	,260

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kategorie Alter

#### 9.4.2.2. Vergleichsfaktor INKLINATION

Asymp. Sig.: 0,140

In diesem Fall wird der aufgestellten HO zu gestimmt. Keine der Kategorien (wenig Neigung, mittlere Neigung, starke Neigung) weist signifikant andere Zustandsergebnisse auf. Der Vergleichsfaktor INKLINATION kann keine Aussage über die Wirkung auf die natürliche Dauerhaftigkeit und den Zustand des eingebauten Rundholzes geben.

Tab 27: Ranks

	Hangneigung	N	Mean Rank
Zustand	Wenig Neigung	22	76,07
	Mittlere Neigung	46	70,15
	starke Neigung	65	61,70
	Total	133	

Tab 28: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	3,934
df	2
Asymp. Sig.	,140

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Hangneigung

#### 9.4.2.3. Vergleichsfaktor SEEHÖHE

Asymp.Sig.: 0,002

Die aufgestellte HO wird in diesem Fall verworfen. Nur 0,2 % stimmen der HO zu. Das heißt es unterscheidet sich mit hoher Wahrscheinlichkeit mindestens eine der Kategorien des Vergleichsfaktors SEEHÖHE (niedrig, mittel, hoch) von den anderen. Dieser Vergleichsfaktor stellt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine positive oder negative Wirkung auf die natürliche Dauerhaftigkeit des Rundholzes dar.

Tab 29: Ranks

	Seehöhe	N	Mean Rank
Zustand	niedrig	35	78,70
	mittel	61	67,81
	hoch	36	52,42
	Total	132	

Tab 30: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	12,239
df	2
Asymp. Sig.	,002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Seehöhe

#### 9.4.2.4 Vergleichsfaktor EXPOSITION

Asymp. Sig.: 0,038

Die aufgestellte HO wird in diesem Fall verworfen. 3,8 % stimmen der HO zu. Das heißt es unterscheidet sich mindestens eine der Kategorien des Vergleichsfaktors EXPOSITION (süd, nord, ost, west). Dieser Vergleichsfaktor stellt sehr sicher tendenziell eine positive oder negative Wirkung auf die natürliche Dauerhaftigkeit des Rundholzes dar.

Tab 31: Ranks

	Exposition	N	Mean Rank
Zustand	Süd	18	59,67
	Nord	80	63,13
	Ost	28	76,89
	West	7	90,50
	Total	133	

Tab 32: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	8,434
df	3
Asymp. Sig.	,038

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Exposition

#### 9.4.2.5. Vergleichsfaktor BOHRUNGSPPOSITION Mitte / Rand

Asymp.Sig.: 0,101

Der aufgestellten HO wird zugestimmt. Keine der Kategorien (Bohrung Mitte, Bohrung Rand) weist ausgeprägt andere Zustandsergebnisse auf. Der Vergleichsfaktor BOHRUNGSPPOSITION korreliert also nicht mit dem Zustand des Rundholzes.

Tab 33: Ranks

	Bohrungsposition	N	Mean Rank
Zustand	Mitte	70	71,35
	Rand	63	62,17
	Total	133	

Tab 34: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	2,689
df	1
Asymp. Sig.	,101

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Bohrungsposition

#### 9.4.2.6 Vergleichsfaktor HOLZART

Asymp. Sig.: 0,002

Die aufgestellte HO wird in diesem Fall verworfen. Nur 0,2 % stimmen der HO zu. Das heißt die beiden Kategorien des Vergleichsfaktors HOLZART (Lärche, Kiefer) unterscheiden sich. Dieser Vergleichsfaktor stellt mit ziemlicher Sicherheit eine positive oder negative Wirkung auf die natürliche Dauerhaftigkeit des Rundholzes dar.

Tab 35: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	9,900
df	1
Asymp. Sig.	,002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Holzart

Tab 36: Ranks

	Holzart	N	Mean Rank
Zustand	Lärche	114	70,59
	Kiefer	19	45,45
	Total	133	

#### 9.4.2.7. Vergleichsfaktor GEHÖLZBEPFLANZUNG

Asymp. Sig.: 0,3

Der aufgestellten HO wird zugestimmt. Keine der Kategorien (Gehölzpflanzung, keine Gehölzpflanzung) weist ausgeprägt andere Zustandsergebnisse auf. Der Vergleichsfaktor GEHÖLZPFLANZUNG kann also keine Aussage über die Wirkung auf die natürliche Dauerhaftigkeit und den Zustand des eingebauten Rundholzes geben.

Tab 37: Ranks

	Gehölzbepflanzung	N	Mean Rank
Zustand	Gehölzbepflanzung	115	68,15
	Keine Gehölzpflanzung	18	59,67
	Total	133	

Tab 38: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	1,076
df	1
Asymp. Sig.	,300

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Gehölzbepflanzung

9.4.2.8 Vergleichsfaktor LAGE des Rundholzes OBEN, MITTE, UNTEN (nur Standort 5 St. Martin Laas) bei dreireihigen Pilotenwänden

Asymp.Sig.. 0,968

Der aufgestellten HO wird mit 9,69 % zugestimmt. Keine der Lagekategorien (Unten, Mitte, Oben) weist ausgeprägt andere Zustandsergebnisse auf. Der Vergleichsfaktor LAGE kann also keine Aussage über die Wirkung auf die natürliche Dauerhaftigkeit und den Zustand des Rundholzes geben.

Tab 39: Ranks

	Lage	N	Mean Rank
Zustand	unten	11	14,18
	Mitte	8	14,50
	oben	9	14,89
	Total	28	

Tab 40: Test Statistics a,b

	Zustand
Chi-Square	,065
df	2
Asymp. Sig.	,968

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Lage

9.4.3 Diskussion und Vergleich der Ergebnisse nach holzzustandsrelevanten Faktoren mit unterschiedlichen Auswertungsverfahren

Im Vergleich der beiden Auswertungsverfahren (Excel 2003 und SPSS 16.0) bleiben von 8 bearbeiteten Einflussgrößen am Ende, drei für uns relevante übrig: Seehöhe, Exposition und Holzart.

Vergleicht man die anfängliche Interpretation (Diagramm nach Excel 2003) des Vergleichsfaktors Seehöhe mit dem Ergebnis der Spss-Auswertung, so ergab sich nach den Ergebnisdiagrammen eine Tendenz der Verbesserung von einer niedrigen Seehöhe hin zu einer hohen Seehöhe. Auch die SPSS-Auswertung unterstreicht mit einer nur 0,2 prozentigen HO-Zustimmung, dass die Seehöhe ein Faktor ist, der mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit einen wesentlichen Einfluss auf den Zustand der Rundhölzer besitzt.

Betrachtet man den Faktor Exposition, so sind laut Programm Excel 2003 auf südexponierten Hängen bessere Zustandsbohrungsergebnisse zu erkennen, auch auf den nordexponierten Hängen sind noch zu 5% gute Zustandsbohrungsergebnisse und zu 36% mittlere Ergebnisse vorzufinden.

Die Ergebnisse der Bohrungen am west-exponierten Hang sind am schlechtesten ausgefallen, hier liegen allerdings nur Ergebnisse des Tafraztgrabens vor, was eine repräsentative Aussage ausschließt. Auch SPSS erkennt eindeutige Unterschiede zwischen den einzelnen Kategorien der Exposition, was zumindest soviel aussagt, dass die Exposition auf jeden Fall in gewisser Weise Einfluß auf den Zustand der Rundhölzer besitzt.

Die Auswertung der Ergebnisdaten des Faktors Holzart, weist beiden Ergebnissen zufolge auf einen Einfluß der Holzart auf die Dauerhaftigkeit des Rundholzes hin. Laut Ergebnisdiagramm weist Standort 7 Kalchofen Lüsen eindeutig positivere Holzzustände auf als die anderen Standorte

an denen Lärchenholz verwendet wurde. Auch der im Programm SPSS errechnete Asymp.Sig. von 0,002 deutet auf einen deutlichen Zustandsunterschied zwischen den beiden Holzarten hin, was der Holzart oder der Imprägnierung maßgeblichen Einfluss auf den Holzzustand und die Dauerhaftigkeit der Hölzer in eingebautem Zustand entspricht.

Alle anderen Faktoren wie Baujahr, Inklination, Gehölzbepflanzung, Bohrungsposition und Lage bleiben ohne signifikantes Ergebnis.

Wobei, wie schon erwähnt, auch hier die Ergebnisse maßgeblich durch Störvariablen beeinflusst wurden.

Um jedoch die Ergebnisse noch strenger und damit auch wissenschaftlicher zu untersuchen, wurden alle Basisdaten jener Standorte aus der Berechnungsgrundlagentabelle entfernt, welche einen Vergleichsfaktor besitzen, den die anderen Standorte nicht inne haben.

Somit wurden die Daten von Standort 6 (keine Gehölzpflanzung) und Standort 7 (imprägniertes Kiefernholz) aus der Berechnungsgrundlagentabelle entfernt und erneut ein Kruskal-Wallis-H-Test durchgeführt.

Betrachtet man diese Ergebnisse, so fällt nun der Vergleichsfaktor Exposition mit einem vorher noch signifikanten Ergebnis (Asymp.Sig.:0,038) und einem neuen Asymp.Sig. von 0,105 aus der Gruppe der signifikanten Vergleichsfaktoren. Auch die Seehöhe mit einem neu berechneten Asymp.Sig. von 0,071 weist nur noch tendenziell auf eine Annahme der H1 hin.

Was auch zum Nachdenken anregt, ist der neu errechnete Asymp.Sig. der Bohrungsposition. Er bringt in diesem Fall mit einer Ergebniszahl von 0,036 ein signifikantes Ergebnis die H0 abzulehnen hervor und ermutigt zur Annahme, dass zwischen einer Bohrung in der Mitte und am Rand ein eindeutiger Zustandsunterschied besteht. Auch laut Excel Zustandsdiagramm war eine vage Tendenz besserer Zustandsergebnisse der Bohrungen an den Rändern zu verzeichnen gewesen.

Ebenfalls bleiben aber auch auf Grundlage der veränderten Basisdaten der anderen Vergleichsfaktoren ohne signifikantes Ergebnis.

## 10 Untersuchung der Wirksamkeit von Pilotenwänden zur Hangsicherung

### 10.1 Methodik

Die Hangansprache wurde mit Hilfe eines Aufnahmebogens, welcher folgende Punkte beinhaltete, durchgeführt:

- Überschüttungen
- Unterspülungen
- Schäden an Rundhölzern
- Materialansammlungen
- Erosionsstellen
- Feuchtstellen
- Schädlinge an Gehölzen
- Zeigerpflanzen
- Deckungsgrad Gehölze
- Deckungsgrad Krautschicht

und mittels zusätzlichen Handskizzen, der angeführten Punkte am Aufnahmebogen, auch in ihrer Ausdehnung präzisiert.

## 10.2 Ergebnisse der Wirksamkeitsuntersuchung

Die Ergebnisse der Wirksamkeitsuntersuchung wurden im Folgenden in Form von Plänen (gezeichnet mit dem Programm AutoCAD 2004) visualisiert und auf Basis der Aufnahmeblätter verbal beschrieben.

### 10.2.1 Standort 1 Wötzelgraben MATSCH

Tab 41: Aufgenommenen Störfaktoren auf Standort 1, Wötzelgraben Matsch

Standort 1	Anzahl
Unterspülung	3
Überschüttung	4
Materialansammlung	0
Erosionsstellen	0
Feuchtstellen	0



Abb 124: Gesamtansicht des Wötzelgrabens, kurz nach dem Einbau 1987

Bei Begutachtung der Archivfotos, die Professor Florineth 1987 von diesem Standort kurz nach der Fertigstellung der Sanierung anfertigte, ist sehr gut die Gesamtverbauung des Wötzelgrabens zu erkennen. Verständlich wird dadurch auch das Planungssystem, das zum Schutze des gesamten Wötzelgrabens durchgeführt wurde und die Aufgabe der eingebauten Pilotenwände. Im Kontext eines gesamten Sicherungssystems aus 11 Sperrern, welche allem voran die Haupterosionsrinne vor wei-

terem Bodenabtrag schützen, bilden die Pilotenwände am orografisch rechten Ausläufer der Haupterosionsrinne den Abschluß des gesamten Sicherungssystems. Sie übernehmen im Wötzelgraben nicht die Aufgabe der Hauptschutzwirkung, nehmen aber einen wichtigen Anteil der Gesamtschutzwirkung des Wötzelgrabens ein. Die 4 Pilotenwände wurden nicht in klassisch alternierend in den rund 45° geneigten Hangabschnitt eingebaut, sondern der topografischen Vorgabe der Grabenerosion folgend, gleichsam halbkreisförmig angeordnet.

Die Gehölzbepflanzung erfreut sich im Herbst 1987 sichtlich hoher Vitalität. Gut angewachsene Gehölze sind in deutlich ausgeprägten Reihen über den Rundhölzern vorhanden.

Zum Zeitpunkt der Aufnahmen im Sommer 2006 ergibt sich ein Gesamtbild der Vegetation, in welchem sich die Gehölzhöhen in einem Maximumsbereich zwischen 2 und 3 m und die Vitalitäten, im mittleren bis schlechten Bereich befinden.

Die Grasnarbe stellt sich im oberen Bereich als geschlossene, dichte Schutzdecke dar und überwächst in manchen Bereichen sogar die Rundhölzer.

Im unteren Bereich des relevanten Hangbereiches ist allerdings nur Rundholz 1 zu zählen. Hier ist diese dicht geschlossene Grasnarbe durch Viehtritt zerstört worden. Die Problematik der Waldweide und deren negativer Einfluß auf die Vegetation ist bereits in Punkt 8.3.1 (S. 49) erwähnt worden.

Natürlich nimmt die Beweidung von Wäldern aber nicht nur Einfluß auf die unmittelbar beschädigten Pflanzen und deren Verjüngung sondern fügen auch dem Boden klarerweise durch die Belastung, gerade durch die schweren Rinder, große Schäden zu. Bodenverdichtung, dadurch wesentliche Verlängerung der Sickerzeiten und rascherer oberflächlicher Abfluss des Niederschlages, Verringerung der organischen Substanz und des Bodenlebens, sind nur einige Beispiele dafür, wie Weidetiere

maßgeblich an der negativen Beeinflussung des Bodens teilhaben. SCHWAB (1984b) beschreibt die Beeinflussung des Bodens durch die Waldweide mit den Worten: „Die Bodenverwundung durch Viehtritt kann zu verstärkter Erosion oder zu Murabbrüchen führen.“ BOCHTER, NEUERBURG und ZECH (1981) ziehen den Zusammenhang zwischen Erosionsgefahren und bestimmten Bodeneigenschaften. In ihrer Untersuchung im Nationalpark Berchtesgaden weisen tiefgründige, lehmige oder tonige Böden einen höheren Humusschwund auf als flachgründige, skelettreiche Substrate. Die Autoren führen dies auf die enorme Verdichtung toniger Standorte durch den Viehtritt zurück, während Skelettreichtum diesem Effekt entgegenwirkt.

Alle Rundhölzer sind von einer dichten Grasdecke und vom Oberboden umgeben und überwachsen. Rundholz 1 und 2 liegen an manchen Bereichen unterhalb des Rundholzes frei, diese stellen aber keine negative Stabilitätsbeeinflussung für das Bauwerk dar.

Freiliegende Erosionsstellen im unmittelbaren Aufnahmebereich sind durch den hohen Deckungsgrad der Gras und Krautschicht nicht zu erkennen.



Abb 125: Zum Teil freiliegendes Rundholz 1 am Standort 1, Wötzelgraben Matsch 07/2006



Abb 126: von dichter Grasdecke überwachsenes Rundholz 3 am Standort 1, Wötzelgraben Matsch 07/2006

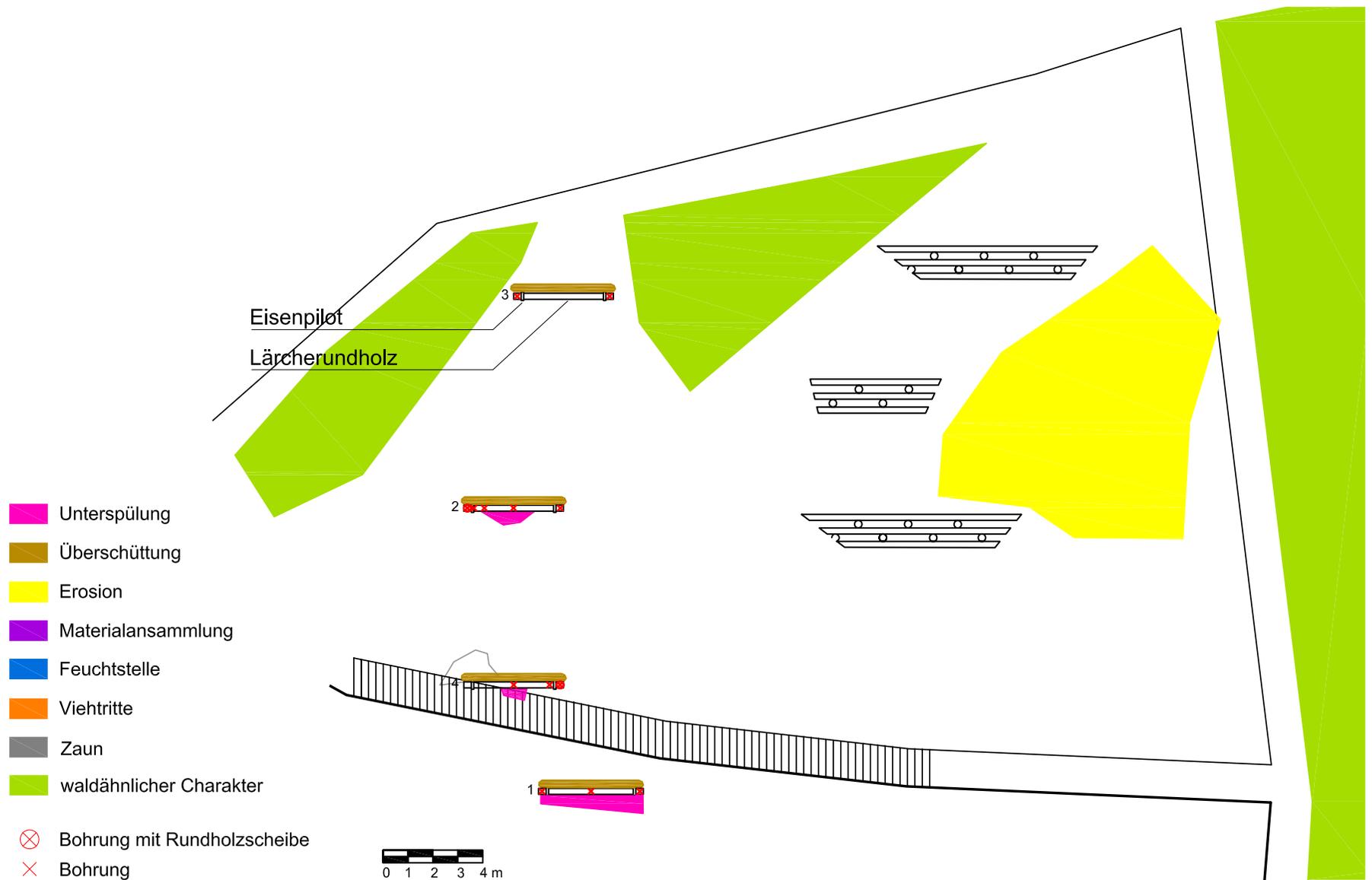


Abb 127: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 1 Wötzlgraben Matsch, 19 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

## 10.2.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH

Tab 42: Aufgenommenen Störfaktoren am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen Matsch

Standort 2	Anzahl
Unterspülung	5
Überschüttung	2
Materialansammlung	0
Erosionsstellen	3
Feuchtstellen	0

Diese Bauwerke wurden nicht von den Arbeitern des Sonderbetriebes für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung durchgeführt sondern vom Forstamt Mals, daher waren keine Archivfotos verfügbar. Bei einer allgemeinen Beschreibung des Aufnahmebereiches Weg zu den Runerhöfen, würde sich dieser in 3 Sektoren mit unterschiedlichen standortbezogenen Eigenschaften einteilen lassen (siehe Abb 129 S. 96): Zum einen in den orografisch links situierten Bereich, der sich durch Bodentrockenheit und Vegetationsarmut (wenige Gehölze-, dünne Kraut- und Grasschicht) auszeichnet. Dieser beinhaltet die Rundhölzer mit der Bezeichnung A und Teile von B. Der zweite Bereich, welcher die Mitte der drei Bereiche vertritt, zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Gehölzdeckung, und einer geringeren Gras- und Krautschichtdeckung aus. Hierzu sind die Rundhölzer mit der Bezeichnung C, D und Teile von B zu zählen.

Die Eigenschaften, die den orografisch rechts gelegenen Bereich, zu dem die Rundhölzer mit der Bezeichnung E zu zählen sind, auszeichnen, sind geringer Gehölzbewuchs und hoher Anteil an Gras- und Krautschicht.

Sehr auffällig ist die relativ große Erosionszone, die sich ziemlich exakt über die orografisch linke Randzone des Pilotenwandbereiches (dh. Rundhölzer A), den Bereich zwischen Pilotenwandbereich und Hangrost,

und die orografisch rechte Randzone des Hangrostes ausdehnt. Die Rundhölzer mit der Bezeichnung A und B in Rundholzreihe 4 und 5 sind zusätzlich von beachtlichen Unterspülungen betroffen. Auch die Rundholzer mit der Bezeichnung C und D in Rundholzreihe 6, und B und C in Rundholzreihe 7, sind davon nicht verschont geblieben. Rundholzreihe 1 und 2 hingegen sind von Erdmaterial und dichtem Grasbewuchs im Laufe der Zeit beinahe gänzlich eingenommen worden.



Abb 128: Erosionszone zwischen Pilotenwandbereich und Hangrost am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen Matsch 07/2006, Zustand nach 10 Jahren

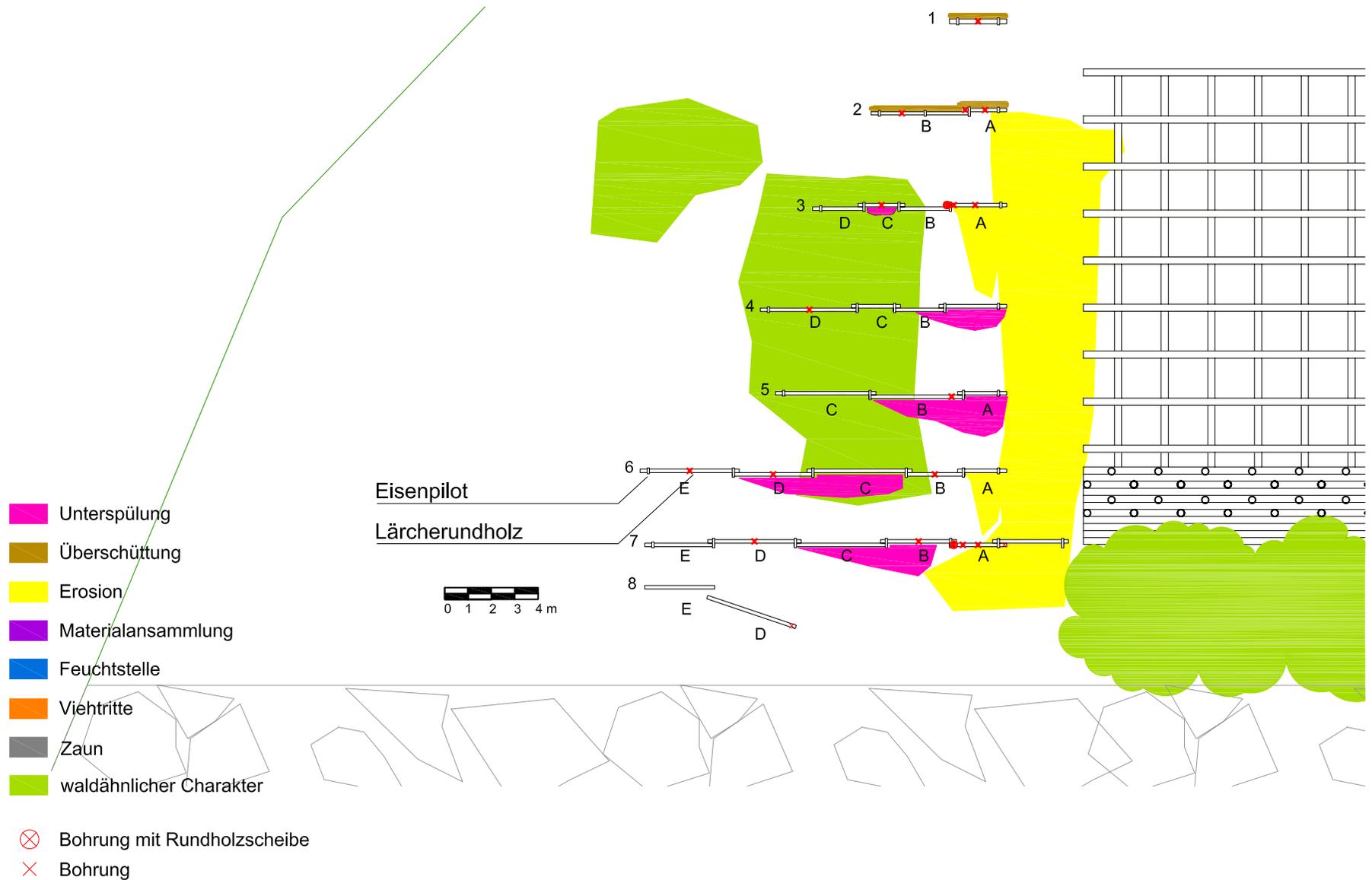


Abb 129: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 2, Weg zu den Runerhöfen Matsch, 10 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

### 10.2.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH



Abb 130: Archivfoto: Entwicklung von Pilotenwänden nach 3 Jahren am Standort 3, Saldurbach Mühlhöfe Matsch, aufgenommen 08/1995



Abb 131: Entwicklung von Pilotenwänden nach 14 Jahren am Standort 3, Saldurbach Mühlhöfe Matsch 07/2006

Der orografisch rechte Teil des untersuchten Hangabschnittes erstreckt sich straßenseitig. Dieser besitzt eine Ausdehnung von rund 250 m<sup>2</sup>, und läßt bereits 1995 schlechten bis keinen Anwuchs der eingelegten Gehölze erkennen. Das Entstehen einer annähernd geschlossenen Grasnarbe konnte bis zum Aufnahmezeitpunkt 2006 nicht erreicht werden. Die Lage der Rundhölzer befand sich 1995 noch im original Einbauzustand. 2006 konnte der Originalzustand der Rund-

Tab 43: Aufgenommenen Störfaktoren am Standort 3, Saldurbach Mühlhöfe Matsch

Standort 3	Anzahl
Unterspülung	8
Überschüttung	3
Materialansammlung	0
Erosionsstellen	4
Feuchtstellen	1

Bei Betrachtung der Archivfotos ist bereits auf einem 1995 erstellten Bild eine Tendenz in Richtung Aufnahmezustand 2006 zu erkennen. Der sich durch eine Aufteilung des Aufnahmehanges in tendenziell zwei Teilbereiche beschreiben läßt.

Der orografisch linke Teil des untersuchten Hanges, mit einer Ausdehnung von rund 200 m<sup>2</sup>, gestaltet sich in waldartigem Charakter mit hohem Übershirmungsgrad.

hölzer 2, 3, 4 und 5 nur noch aufgrund der Archivfotos erahnt werden. Der gesamte Bereich der Rundhölzer mit den Nummern 1, 2, 3, 5 A und B ist von schwerwiegender Erosion betroffen. Die Möglichkeit eines Vegetationsanwuchses ist durch den regelmäßigen oberflächlichen Wasserabfluss und den ungebremsten Aufprall des Regenwassers bei Starkregenereignissen auf die Bodenoberfläche scheinbar unmöglich. Durch das starke Abspülen von Bodenmaterial in diesem Bereich wurden auch die Eisenpilote, welche für die Stabilität der Pilotenwand maßgeblich sind, allmählich ausgespült. Durch die hohe Erosion des Hangabschnittes wurde auch Teil B des Rundholzes 5 beinahe vollständig von aktivem Bodenmaterial überschüttet.

Ein zweiter unabhängiger Erosionsstreifen zieht sich etwa mittig durch das Aufnahmegebiet. An dieser Stelle wurden die entsprechenden Rundhölzer stark unterspült, zwei umgekippte *Salix caprea* – Individuen wurden vorgefunden.

Die Rundhölzer 8 A und B waren nur noch sehr schwer auffindbar, da auch diese stark überschüttet wurden. 8 B ist zusätzlich sehr stark unterspült und liegt wie Rundholz 8 C kaum noch am Boden auf.

Im orografisch linken, bewaldeten, Bereich des Hangabschnittes, in welchem die Bodenoberfläche durch die Überschirmung der Gehölze vor der Prallwirkung des Niederschlags geschützt wird, werden Erosion und Grasnabenverletzungen durch regelmäßigen Vieheintrieb ausgelöst. Die Problematik der Waldweide wurde bereits unter Punkt 10.2.1 (Standort 1 Wötzelgraben Matsch, S. 92) näher erläutert.

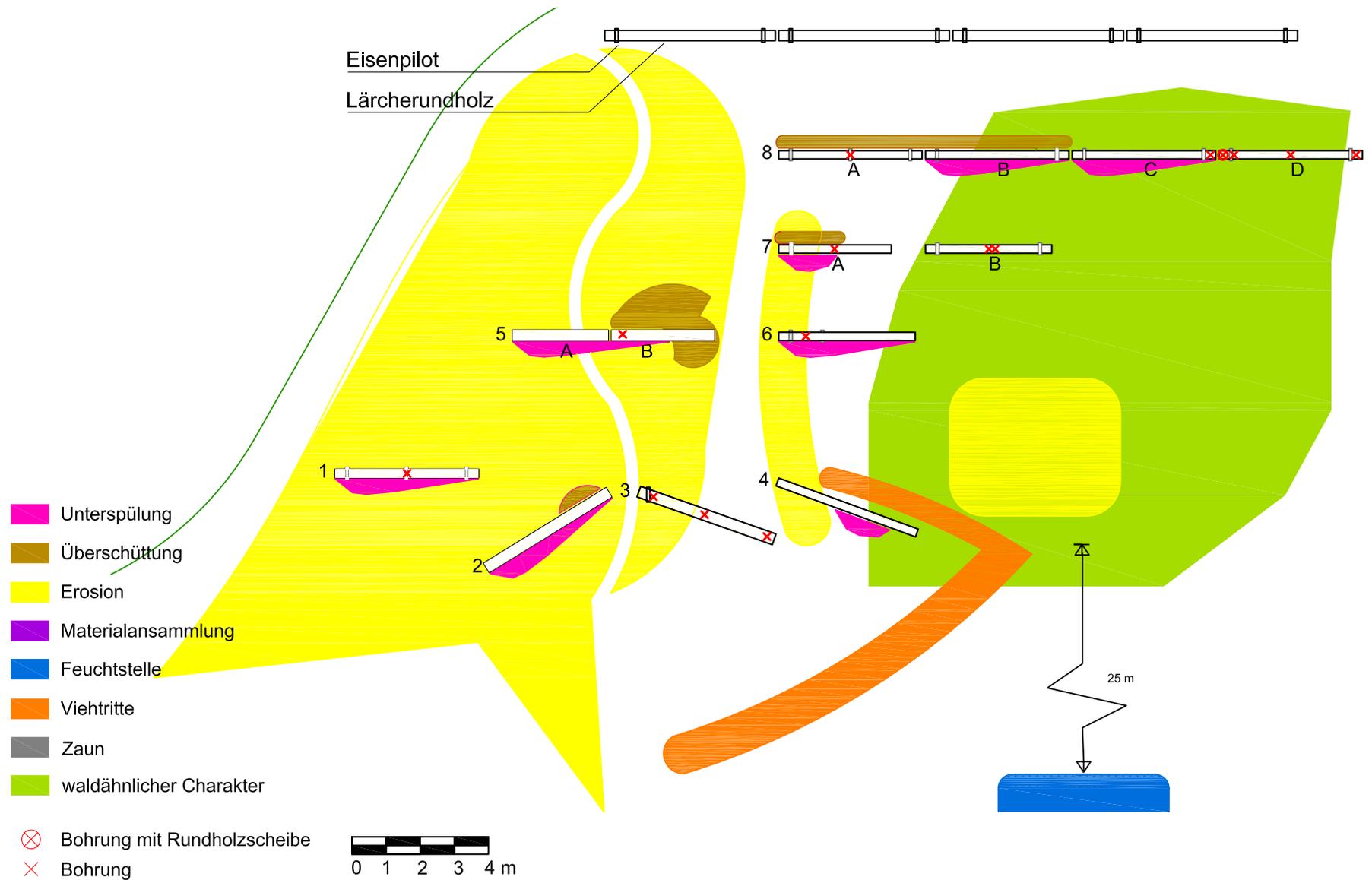


Abb 132: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe Matsch, 14 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

## 10.2.4 Standort 4 Tafraztgraben GÖFLAN



Abb 133: Archivfoto: Gesamtansicht von Standort 4, Herbst 1990, nach 1 Jahr



Abb 134: Archivfoto: vitale Gehölzreihen am Standort 4, 06/1993, nach 4 Jahren



Abb135: Archivfoto: vitale Gehölzreihen am Standort 4, 06/1993 nach 4 Jahren



Abb136: Gehölzbewuchs am Standort 4, 07/2006 nach 17 Jahren

Tab 44: Aufgenommenen Störfaktoren am Standort 4, Tafraztgraben Göflan

Standort 4	Anzahl
Unterspülung	2
Überschüttung	7
Materialansammlung	2
Erosionsstellen	1
Feuchtstellen	0

Bei der Betrachtung der Archivfotos von Prof. Florineth, der Jahre 1990 und 1993 sind die Pilotenreihen klar zu erkennen, und ein optimaler Anwuchs der gepflanzten Gehölze nach dem Einbau festzustellen. Vor allem die eingelegten *Alnus incana*- Individuen wuchsen die ersten Jahre ohne Konkurrenzdruck sehr rasch zu dichten Buschreihen heran. Auch eine gut ausgeprägte Grasnarbe ist erkennbar. Über dem Aufnahmebereich sind zwei sehr markante Erosionskegel ausgebildet. Darüber befinden sich Futterwiesen, die im Sommer in großem Ausmaß bewässert werden.

Zum Zeitpunkt der Aufnahme (Sommer 2006) stellt sich der Aufnahmebereich sehr verwildert und unstrukturiert dar. Das Erkennen der gesamten ursprünglichen Einbaulängen der Rundhölzer ist kaum möglich. Den Boden bedeckendes Totholz, teilweise dichte Krautschicht, umgestürzte Grauerlen und lockeres Gesteinsmaterial charakterisieren den ersten Eindruck dieses Standortes.

Sehr markant sind zwei große Lockermaterialzungen, die sich zum einen orografisch rechts der Rundhölzer mit der Bezeichnung A befindet, und etwa eine Ausdehnung von etwa 70 – 100 m<sup>2</sup> aufweist. Zum anderen befindet sich auf der bewaldeten Zwischenfläche der orografisch rechts und links eingebauten Pilotenwände die zweite zungenartige Lockermaterialzunge.

Diese Lockermaterialansammlungsbereiche würden ohne die Pilotenwände, an denen das verlagerte Material teilweise zum Liegen kommt, zu einer Gesamtfläche zusammenwachsen. Die Rundhölzer sind durch die starke Überschüttung (auch Steinschlag) und die dadurch resultierende starke mechanische Belastung sehr in Mitleidenschaft gezogen worden. Nicht nur die starke Überschüttung, auch Wurzeldruck und Moosbewuchs beeinflussen den Zustand der Rundhölzer negativ. Kein anderer Standort weist Rundhölzer in vergleichbar schlechtem Zustand und hohem Morschungsgrad auf.

Durch die hohe vor allem oberflächliche Aktivität des Hanges wurden mehrere *Alnus incana*- Individuen durch Stabilitätsverlust mit dem gesamten Wurzelstock aus dem Boden gerissen. Insgesamt weist *Alnus incana* an diesem Standort meist einen Säbelwuchs auf, was auf eine Reaktion der Gehölze auf die Aktivität des Bodengleitens schließen läßt. Erläuterungen das Wurzel-Sproßverhältnis von *Alnus Incana* betreffend, sind unter Punkt 8.3.4 (S. 54) zu finden.

Im Folgenden wird der Frage nach dem Grund der umgestürzten *Alnus incana* Individuen, über eine Beleuchtung der Bodenverhältnisse nachgegangen.

Aufgrund der Baumaßnahmen ist der vorgefundene Boden auf allen Standorten, also auch auf Standort 4 Tafratzgraben Göflan, der Kategorie der Schüttungsböden zuzuordnen. Das bedeutet, dass man es auf diesem Standort mit einem relativ jungen Boden zu tun hat.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen von SCARPATETTI (2005, S.154) ergaben eine schlechte Sortierung der Böden. Nach LUKAN (1984, S. 15) ist dies typisch für Hangschutt und Moränen. Es sind alle Korngrößen von Ton über Schluff, Sand und Kies bis zu Steinen und Blöcken vorhanden. Nach SCHAGER (2003, S. 6) fördern mittlere Hangneigungen um 40° sowie mächtige Lockermaterialablagerungen das Auftreten von Rutschungen in den Alpen. Auch besteht nach FROMM

(2002, S. 21) ein direkter Zusammenhang zwischen Niederschlägen und Rutschungshäufigkeit. Bei Starkregen kann gemischtkörniger Hangschutt durch Lastzunahme zu rutschen beginnen.

Die am Standort 4 Tafratzgraben Göflan stattfindenden Massenbewegungen scheinen ebenfalls aufgrund ähnlicher Bodenverhältnisse, vergleichbar zu begründen zu sein. Solche Bodenverhältnisse könnten auch Auslöser für das Versagen des Flachwurzelsystems von *Alnus incana* auf diesem Hang gewesen sein.



Abb 137: Archivfoto: Gehölzbewuchs mit umgestürzten Grauerlen nach 17 Jahren am Standort 4, Tafratzgraben Göflan, 07/2006

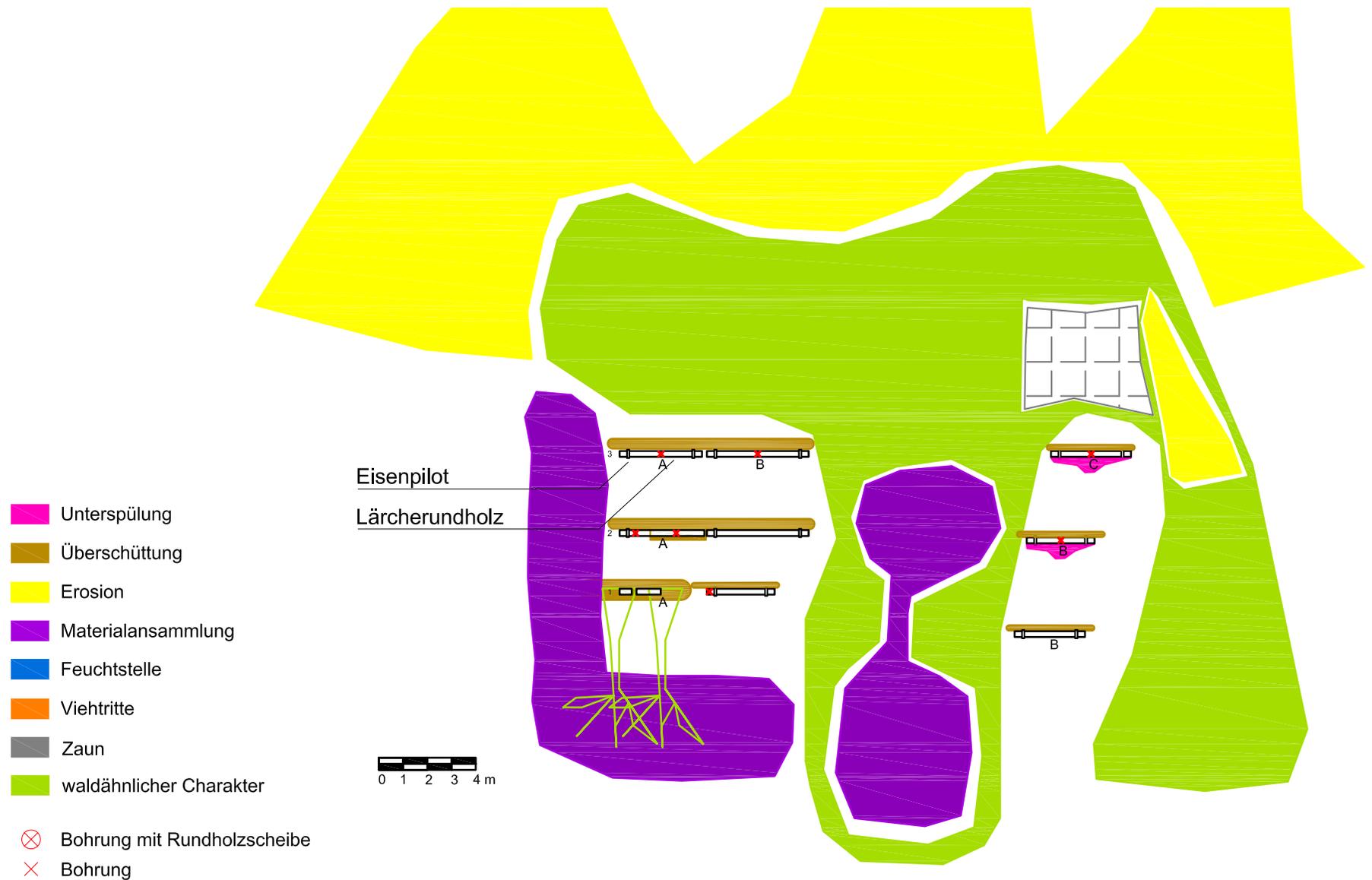


Abb 138: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 4 Tafraztgraben Göflan, 17 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

## 10.2.5 Standort 5 St. Martin LAAS

Tab 45: Aufgenommenen Störfaktoren am Standort 5, St. Martin Laas

Standort 5	Anzahl
Unterspülung	2
Überschüttung	0
Materialansammlung	0
Erosionsstellen	6
Feuchtstellen	0

Die Archivfotos können einerseits den Zustand der Pilotenwand nach dem Einbau wiedergeben und andererseits anhand eines Archivfotos, dass die 10-jährige Pilotenwand zeigt, beweisen, dass zwischen den Rundhölzern einmal Bewuchs vorhanden war. Dieser war auch 1994 nicht sehr dicht und vital aber zumindest vorhanden.



Abb 139: Archivfoto: Gehölzbewuchs zwischen den Rundhölzern am Standort 4, Tafratzgraben Göflan 07/1994, nach 10 Jahren

Zum Zeitpunkt der Aufnahme 2006, das heißt 12 Jahre später erweist sich der Zustand der Pilotenwände, und des vorgefundenen Hanges divers.

Unter anderem ist eine deutliche Terrassenbildung zu verzeichnen. Die mehrreihigen Pilotenwände haben diesen Effekt geschaffen. Durch die Terrassenbildung gibt es einerseits jeweils immer oberhalb der Pilotenwand eine circa 1 m breite Absatzbildung, auf dem das Gelände flach ist. Andererseits wird der restliche Teil des Hanges ab dem Ende des Absatzes bis Anfang der oberen Pilotenwand etwa um 5° geneigter.

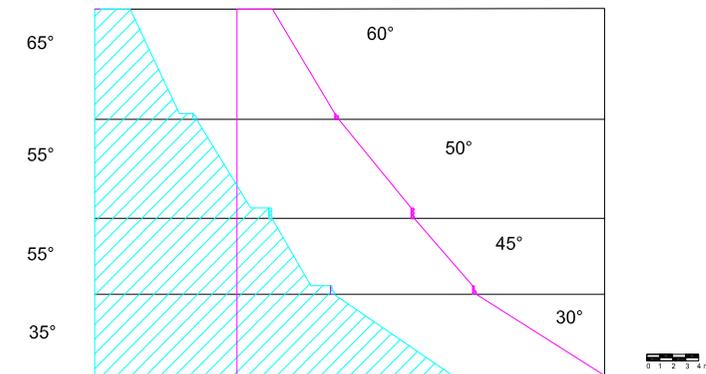


Abb 140: Darstellung des Neigungsvergleiches des Hanges mit (09/2006) und ohne Terrassen (1989) am Standort 5, St. Martin Laas

Der Effekt der Terrassenbildung kann einerseits positiv als auch negativ bewertet werden. Durch die Bildung der etwa 1 m breiten, flachen Terrasse, könnte hier ein neuer Standort für Gehölze geschaffen worden sein. Auch Lockermaterial von der Hangoberkante kommend, hat hier viel Platz um liegen zu bleiben. Eine Materialverlagerung, kann solange die Rundhölzer standhalten, nur zwischen den Pilotenwänden stattfinden.

Vor allem an den durch die Terrassenbildung steiler gewordenen Hangbereichen, kommt es vermehrt zu Erosion und Rissen in der Grasnarbe (großer Bestandteil an Moosen vorhanden). Gräser und Kräuter kommen nur sehr vereinzelt vor.



Abb 141: Hangrisse in den Zwischenflächen der Pilotenwände am Standort 5, St. Martin  
Laas, 09/2006

Durch die starke Bedeckung der Bodenoberfläche mit Lärchennadeln und Totholzästen gibt es kaum die Möglichkeit einer dauerhaften Bodenbedeckung durch Kräuter und Gräser. Dies kommt verstärkt im orografisch rechten Bereich des aufgenommenen Gebietes vor.

Diese kahlen Stellen ohne Bodenbewuchs setzen bei den Pilotenwänden jeweils am untersten Rundholz an.

An den Übergangsstellen der Rundhölzer zum umliegenden Erdreich, kommen verstärkt Aus- und Unterspülungen des Bauwerkes vor.

-  Unterspülung
-  Überschüttung
-  Erosion
-  Materialansammlung
-  Feuchtstelle
-  Viehtritte
-  Zaun
-  waldähnlicher Charakter
  
-  Bohrung mit Rundholzscheibe
-  Bohrung

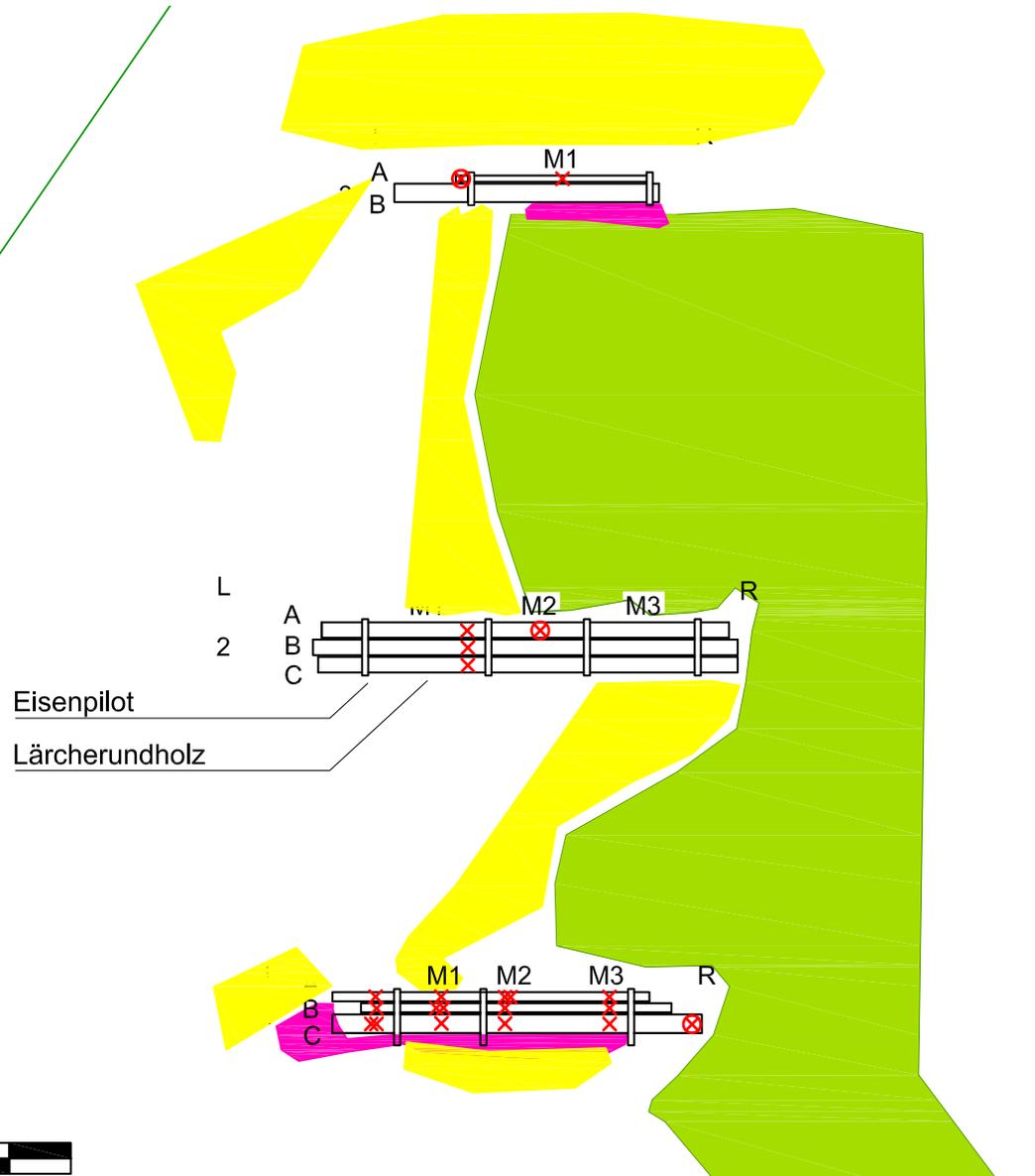
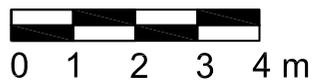


Abb 142: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 5 St. Martin Laas, 22 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

## 10.2.6 Standort 6 MERAN 2000

Tab 46: Aufgenommenen Störfaktoren am Standort 6, Meran 2000

Standort 6	Anzahl
Unterspülung	0
Überschüttung	4
Materialansammlung	3
Erosionsstellen	0
Feuchtstellen	0



Im Archiv des Sonderbetriebes für Wildbach- und Lawinerverbauung in Bozen konnten Unterlagen zu Projekt 90075 (Verbauung Kuhleitengraben – Meran 2000) gefunden werden.

Die Pläne dieser Unterlagen gaben die ursprüngliche Lage der untersuchten Pilotenwände, und die in unmittelbarer Umgebung eingebauten Bauweisen wieder.

Abb 143: Gesamtansicht von Standort 6, Meran 2000 Innerer Kuhleitengraben, 15 jährig, 09/2006

Orografisch rechts des Aufnahmegebietes befindet sich ein Graben. Dieser wurde mit vier Holzsperrern verbaut. Die Grabensohle wurde mit einer Steinkonsolidierung gesichert. Die gesamte Aufnahmefläche wurde mittels Bitumen-Strohdecksaat begrünt.

Zum Zeitpunkt der Aufnahme, wirkt der untersuchte Hang im Gegensatz zu den umliegenden Weidehängen eher braun, und man vermutet eine maßgeblich verletzte Grasschicht. Doch bei genauerer Untersuchung stellt sich die Grasnarbe zum Großteil sehr fest und stabil dar (10 bis 20 cm Dicke). Obwohl sie als ganzes eher uneben ist und auch an manchen Stellen Löcher aufweist.

Laut Technischen Bericht vom 5.3.1990 zum Projekt Nr. 90077 werden als Ursache für die Erosion in diesem Gebiet zum einen die Böden selbst, ehemalige Truppenübungen, der Schibetrieb und die Überweidung angeführt.

Zum Zeitpunkt der Aufnahmen und zukünftig können aber die Gründe für eine weitere Erosion nur auf die Beschaffenheit der Böden zurückzuführen sein, da laut entsprechenden Vereinbarungen und Verträgen zum einen der Schibetrieb von den Sanierungsflächen ferngehalten, und zum anderen die Beweidung geregelt wird. Für Schafe gilt ein gänzlich Weideverbot, Rinder und Pferde dürfen auf den verbleibenden Flächen nur mehr in einer Dichte von 1 Stück / pro ha weiden. Für die übrigen Tiere werden Ersatzweiden in anderen Tälern bezahlt.

Die problematischen Eigenschaften der Böden sind der gleichförmige Wurzelhorizont des vorherrschenden natürlichen Borstgrasbestandes, die wasserführenden Grus- und Schuttzwischenlagen der Braunerden, die wasserstauenden tonreichen Verwitterungshorizonte der pseudovergleyten Braunerden und Kolluvien, und der oberflächennah anstehende labile Felsuntergrund des Tonalits.



Abb 144: Materialansammlungszone am Standort 6, Meran 2000 Innerer Kuhleitengraben, 15 jährig 09/2006

Als 2006 die Aufnahmen dieses Standortes durchgeführt wurden, befand sich überall auf dem Hang verteilt brüchiges Material (Moränen-, Hang- und Verwitterungsschutt) von bis zu 15 cm Größe, welches oft



Abb 146: Ansicht einer 15 jährigen Pilotenwand am Standort 6, Meran 2000 Innerer Kuhleitengraben

Splintholzbeschädigungen öfter vor, auch ist hier mehr Lockermaterial vorzufinden, und die Rundhölzer sind weiter in das Erdreich eingegraben. Immer wieder bilden sich zwischen den Pilotenwänden vertikale Lockermaterialansammlungen.



Abb 145: Ansicht vom Standort 6, Meran 2000 Innerer Kuhleitengraben, 15 jährig 09/2006

auf den Rundhölzern der Pilotenwände zum Liegen kommt. Dies führt unter anderem an den meisten Rundhölzern zu einer massiven Splintholzverletzung. An der orografisch rechten Seite des Aufnahmegebietes kommen diese



Abb 147: Ansicht einer 15 jährigen Pilotenwand am Standort 6, Meran 2000 Innerer Kuhleitengraben 09/2006

Unterspülungen sind an diesem Hang nicht vorhanden, die Rundhölzer sind sogar sehr gut über die feste Grasnarbe mit dem Boden verbunden.

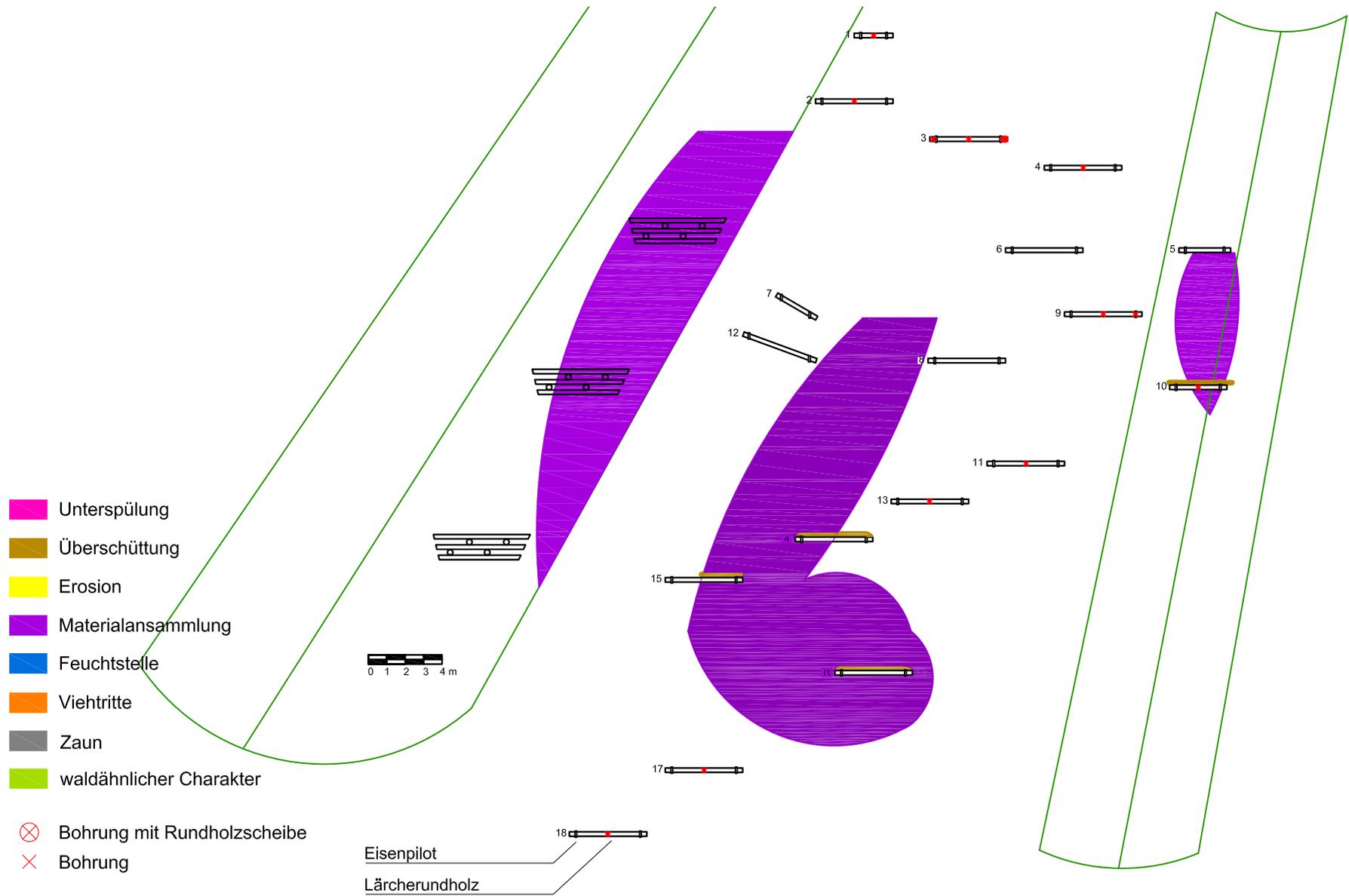


Abb 148: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 6 Meran 2000, 15 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

## 10.2.7 Standort 7 Kalchofen LÜSEN

Tab 47: Aufgenommenen Störfaktoren am Standort 7, Kalchofen Lüssen

Standort 7	Anzahl
Unterspülung	0
Überschüttung	0
Materialansammlung	0
Erosionsstellen	1
Feuchtstellen	0

Abbildung 149 läßt das Ausmaß der Wirksamkeit der Pilotenwand auf diesem Standort nach 16 Jahren begreifbar machen.

Die Archivfotografien dieses Standortes geben hier auch Auskunft über den Zustand des zu schützenden Hanges vor dem Einbau der Pilotenwände wieder.



Abb 149: Gesamtansicht mit dem jetzigen Grünerlen-Eschen-Traubenkirschenwald auf Standort 7, Kalchofen Lüssen, 09/2006



Abb 150: Archivfoto: Standort 7, vor der Stabilisierung des Hanges durch Pilotenwände 1978



Abb 151: Archivfoto: Gesamtansicht Standort 7, 10/1990 (kurz nach Fertigstellung)



Abb 152: Archivfoto: Gesamtansicht Standort 7, 09/1993 (3-jährige Pilotenwände, vitale Hydrosaat)



Abb 153: Archivfoto: Gesamtansicht Standort 7, 08/1997 (7-jährige Pilotenwände)

1978 stellte sich Standort Kalchofen Lüssen als labiler, vermurer Hang dar, der im Oktober 1990 mit Holzpilotenwänden saniert worden ist.

Für die Sanierung, an diesem Standort wurden imprägnierte Kiefern-rundhölzer verwendet, die alternierend eingebaut wurden. Die Längen variierten hier zwischen 2,5 m und 6 m.

Vom Zeitpunkt des Einbaues an, bis 1997 konnten sich die Hydro-saat und die Gehölzeinlagen laut Archivfotografien gut entwickeln und bildeten einen guten Grundstock für eine dauerhafte Sicherung des Hanges.

Im Sommer 2006 konnte ebenfalls ein stabiler und gut in das Umfeld eingebundener Hangabschnitt mit vitalen, gut entwickelten Gehölzen, sowie einer dichten Gräser-Krautschicht vorgefunden werden.

Vereinzelt wurden am Absatz der circa 1,5 m hohen Stützmauer, die als Hangfußsicherung dient, Lockergesteinsansammlungen aufgenommen. Auf der orografisch rechten Böschungskante wurde eine Erosionsfläche mit einer Ausdehnung von etwa 30 – 50 m<sup>2</sup> aufgenommen. In diesem Bereich sind zum Zeitpunkt der Aufnahme keine Rundhölzer vorhanden. Dem Archivfoto zufolge (1990) wurde in diesem Bereich jedoch mindestens eine Pilotenwand, die diesen Bereich betrifft, eingebaut. Ein loses Rundholz, dass eventuell von hier stammen könnte, wurde bei der Erstbegehung im Mai 2006 etwas oberhalb des Stützmauerabsatzes vorgefunden.

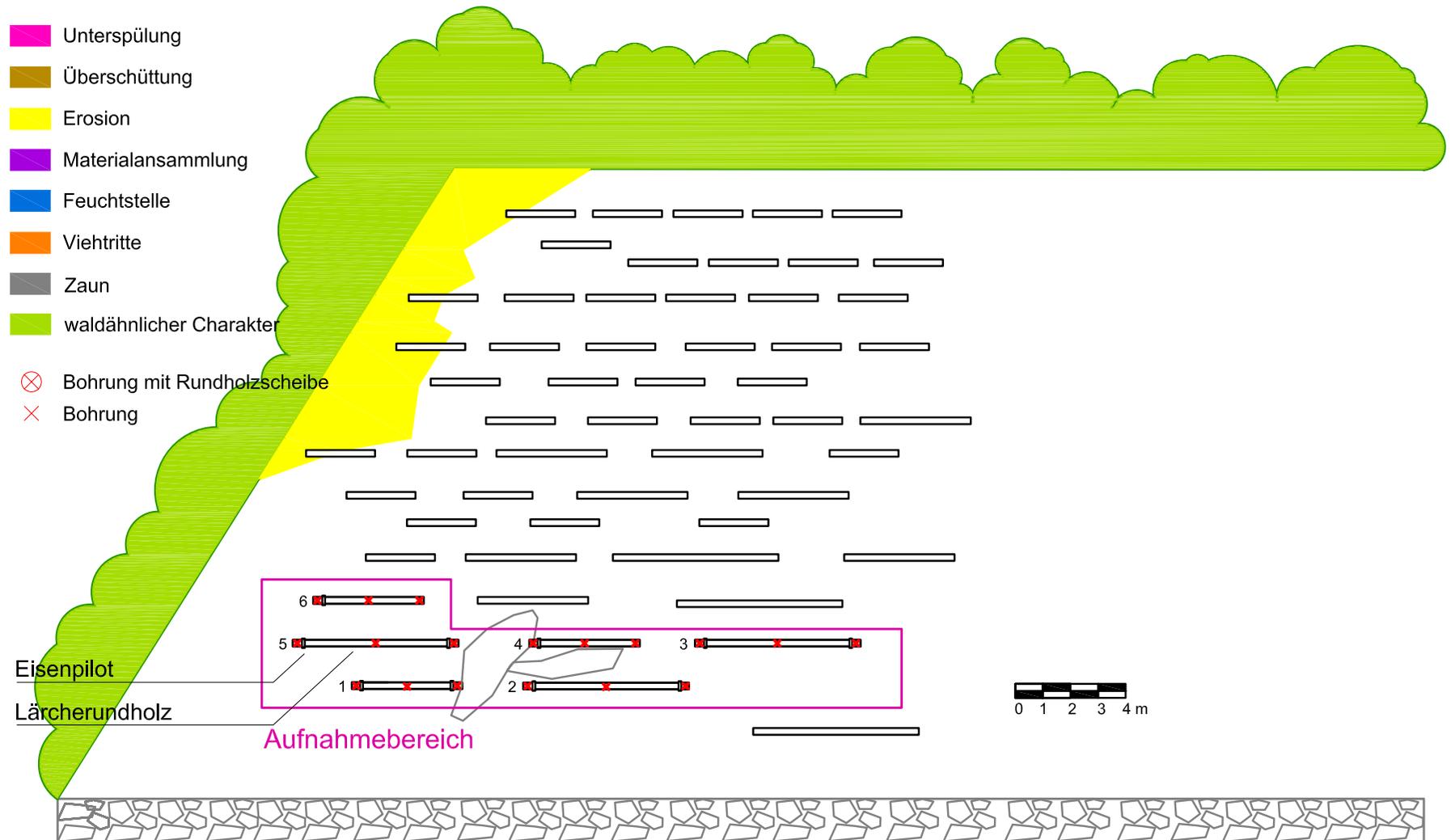


Abb 154: Abbildung der Störfaktoren auf Standort 7 Kalchhofen Lüssen, 16 Jahre nach dem Einbau der Pilotenwände, aufgenommen 09/2006

# 11 Diskussion der Gesamtergebnisse

## 11.1 Vegetation und Gehölze

Da es leider kaum Informationen über diverse Pflanzeneinlagen gab, ist es sehr schwer an dieser Stelle Aussage darüber zu treffen, welche der bei der Planung ausgewählten Gehölze sich an den untersuchten Standorten bewährt haben. Grundsätzlich stellte sich die Artenvielfalt aller Standorte sehr karg dar.

Gehölzarten, die jedoch allgemein durch ihren über 60% igen Anteil an den Vitalitäten 0 und 1, bezogen auf alle Standorte auffielen, sind *Picea abies*, *Larix decidua*, *Betula pendula*, *Salix myrsinifolia*, *Fraxinus excelsior* und *Juniperus communis*.

Davon konnten mit Hilfe der Aufnahme über die Einteilung in zwei Sektoren (R und R+) von diesen Arten, *Salix myrsinifolia*, *Fraxinus excelsior* und *Juniperus communis* als „vermeintliche“ Einlagen deklariert werden.

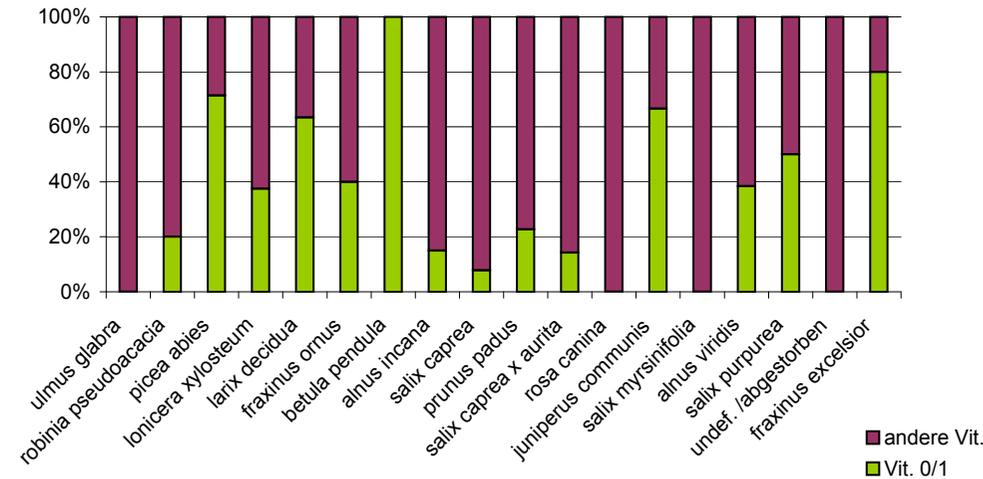


Abb 155: Vitalitätsklassen 0 und 1 je nach Gehölzart in %

Nach Aussage von Prof. Florineth sind von den Arbeitern vom Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung zur Bepflanzung der von ihnen durchgeführten Bauwerke *Salix caprea*, *Salix caprea x aurita*, *Salix purpurea*, *Salix myrsinifolia*, *Alnus incana*, *Alnus viridis* und *Fraxinus excelsior* verwendet.

*Juniperus communis* dürfte natürlich aufgekommen sein.

*Picea abies* verjüngt sich auf Standort 4 und 5 sehr rasch und vital, und kommt bezugnehmend auf die Standorte einerseits gut mit dem eher sauren Boden, zu dem sie aber auch bestimmt in gewissem Maße beiträgt, zurecht. Auf Standort 5 (St. Martin Laas) und Standort 4 (Tafraztgraben Göflan) passt sich die Fichte (Reaktionszahl: x) an den schattigen Standort (Lichtzahl: (5)-) ebenfalls gut an.

*Larix decidua* ist vor allem auf Standort 3 Saldurbach Mühlhöfe Matsch sehr vital aber auch sonst sehr präsent auf allen Standorten. Einzig auf Standort 4 Tafraztgraben weist diese Art eine schlechte Ø Vitalität von 3 auf. Die Lärche erwies sich jedoch resümierend für untersuchten Baustellen nicht als sehr geeignetes Gehölz. Sie übt auf mehreren Standorten direkt oder indirekt negative Einflüsse aus. Zum einen wegen der starken Beschattung, der Vermutung der Übertragung des Melampsora-Virus auf *Salix caprea* und zum anderen wegen der vermuteten Versauerung des Bodens und der dadurch resultierenden Zerstörung des Nährbodens für andere Pflanzen.

*Betula pendula* ist die einzige Gehölzart, die zu 100% sehr gute und gute Vitalitäten hervorbringt. Sie kommt zwar nur auf zwei Standorten (Standort 4 Tafraztgraben Göflan und Standort 5 St. Martin Laas) vor, kann hier aber ihre Eigenschaft als Gehölz mit

hoher ökologischen Amplitude zu ihrem Vorteil nutzen.

Auch *Juniperus communis*, ist eine Gehölzart, die durch ihre indifferenten Ansprüche dem Standort gegenüber eindeutig auf dem Trockenstandort 5 St.Martin Laas bevorzugt ist.

### 11.1.1 Allgemeine Schlussfolgerungen Gehölze

- *Salix caprea* hat sich auf steilen Hängen nicht bewährt, die Salweide erwies sich in Kombination mit *Larix decidua* als sehr anfällig für Rostpilze.
- *Alnus incana* weist auf Böden aus steinig-bröckeligen Korngemengen Probleme mit der Standsicherheit auf. Bei unzureichender Pflege (Rückschnitte) kann auf genannten Böden ein Ungleichgewicht des Wurzel-Sproßverhältnisses resultieren und so die Standsicherheit gefährden.
- An steilen aktiven Hängen bewährten sich kleinbleibende, oder strauchförmige Gehölze.
- Durch die Waldweide wird die natürliche Verjüngung erschwert.
- Die Lupinien erweisen sich als guter N-Dünger für den Gehölzbewuchs und schützen die Bodenoberfläche in Form einer dichten Krautschicht vor dem negativen Einfluß von Starkregenereignissen.
- Bepflanzungen zwischen den Rundhölzern bei "mehrrhigen" Pilotenwänden zeigen keinen Wachstumserfolg.
- *Salix myrsinifolia*, *Fraxinus excelsior*, haben sich als "vermeintliche" Einlagen als die vitalsten Arten herausgestellt.

## 11.2 Rundholz

### 11.2.1 Allgemeine Schlussfolgerungen Holz

- Standort 4 Tafratzgraben Göflan (17 Jahre) erwies sich als jener mit den wenigsten erfolgreichen Bohrungsergebnissen und allgemein schlechtesten Ergebnissen.
- Auf Standort 7 Kalchofen Lüsen (16 Jahre) waren die besten Bohrungszustandsergebnisse zu verzeichnen, da auf diesem Standort kesseldruckimprägniertes Kiefernholz verwendet wurde.
- Imprägniertes Kiefernholz besitzt im Vergleich zu Lärchenholz höhere Haltbarkeiten.
- Die Rundhölzer weisen eine Anfälligkeit für Forstschädlinge in Form von Insekten (Ameisen, Termiten) auf.
- Eine Imprägnierung der Rundhölzer ist bei vorbildlicher Pflege für die Wirksamkeit der Pilotenwand nicht vonnöten.
- Mit der Höhenlage korreliert tendenziell der Zustand des Holzes.
- Eine größere Höhenlage beeinflusst tendenziell den Zustand des Holzes positiv.
- Es gibt Unterschiede zwischen dem Holzzustand in der Mitte eines Rundholzes und dem am Rande.
- Die Lage der Rundhölzer bei "mehreihigen" Pilotenwänden hat keinen Einfluß auf den Zustand des Rundholzes.

## 11.3 Hang und Boden

### 11.3.1 Allgemeine Schlussfolgerungen zu Hang und Boden

- Die Randbereiche und Einbindungen der Bauwerke an das umliegende Erdreich weisen verstärkt Erosionen und Unterspülungen auf.
- Die Zwischenflächen zwischen zwei verschiedenen, nebeneinanderliegenden Bautypen an einem Hang, stellen sehr sensible Flächen für Erosion dar und sind meist ungeschützt der Natur ausgesetzt.
- Obengenannte Flächen müssen erkannt und in die Planung miteinbezogen werden.
- An Standorten, auf welchen ein großer Lockermaterialabfluß vorhersehbar ist, kann eine größere Überlappung der alternierend eingebauten Pilotenwände sinnvoll sein.
- "Mehreihige" Pilotenwände fördern eine Terrassenbildung.

## 12 Pflege- und Sanierungsempfehlungen

Dieses Kapitel beinhaltet die Beurteilung der Wirkungsweise der Pilotenwand für jeden Standort und gibt im Anschluß einen Überblick über empfohlene Pflege- und Sanierungseingriffe in tabellarischer Form. Die Punkte Gehölzpflege, Verbißschutz, Sanierung der Bauwerke und Sanierungsarbeiten am Hang werden nach ihrer Dringlichkeit ersichtlich. Die Dringlichkeit wird in vier Stufen (keine Dringlichkeit, geringe Dringlichkeit, mittlere Dringlichkeit und hohe Dringlichkeit) eingeteilt.

### 12.1 Standort 1 Wötzelgraben MATSCH

Standort 1 Wötzelgraben wirkt sehr stabil, am gesamten Hang ist gemeinsam mit den Sperren ein gelungenes Gesamtprojekt zum Schutz gegen weitere Erosion geglückt. Die Vitalität der Gehölze, vor allem *Salix caprea*, befindet sich zwar auf eher niedrigem Niveau, jedoch weist dieser Standort, außer im Bereich der Viehweide, eine sehr dichte Grasnarbe auf, welche kein oberflächliches Abfließen von Material zuläßt.

Tab 48: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 1, Wötzelgraben

Standort 1	Erläuterungen	DG
Gehölz-und Vegetationspflege	Ergänzungspflanzungen um eine Erhöhung der Artenvielfalt zu erreichen, Verjüngungsschnitte von <i>Salix caprea</i> , Lärchenreduktion	HOCH
Verbißschutz	Radius des vorhandenen Schutzzaunes auf das gesamte Aufnahmegebiet ausdehnen	MITTEL
Sanierung der Bauwerke	Nicht notwendig	GERING
Sanierungsarbeiten am Hang	Nicht notwendig	GERING

In Bezug auf die Ausführungen der schädlichen Einflüsse der Waldweide auf Bewuchs und Boden kann nur für die betroffenen Standorte 1

und 3 geraten werden, den umliegenden Landwirten oder den zuständigen Organen nahe zu legen, in den gesicherten Hängen ihr Vieh nicht weiden zu lassen. Dies würde sich negativ gegen die Sanierungs- und Erosionsschutzmaßnahmen an den betroffenen Hängen wirken. Da aber die Sicherung der betroffenen Hänge nicht nur von allgemeinem Interesse sondern sich auch unmittelbar positiv auf die umliegenden Grundstücksflächen auswirken, wäre eine gemeinsame Lösungsfindung in Zukunft sehr ratsam.

### 12.2 Standort 2 Weg zu den Runerhöfen MATSCH

Am Standort 2 Weg zu den Runerhöfen ist der Hang zum Großteil zur Ruhe gekommen. Jedoch sind hier die Flächen zwischen Hangrost und Pilotenwänden sehr erosionsanfällig. An diesen Stellen zeigt sich, wie labil dieser Hang ohne die schützenden Holzkonstruktionen und Gehölzpflanzungen an allen Hangbereichen ist. Eine Ergänzung der Pilotenwände bis zum Anfang des nahe errichteten Hangrostes und / oder eine ergänzende Bepflanzung könnte zur Reduktion dieses Problemes beitragen.

Tab 49: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 2, Weg zu den Runerhöfen

Standort 2	Erläuterungen	DG
Gehölz-und Vegetationspflege	Ergänzungspflanzungen auf gehölzfreien Flächen und Zwischenflächen (Pilotenwände/Hangrost) durchführen	MITTEL
Verbißschutz	Nicht nötig	MITTEL
Sanierung der Bauwerke	Austausch der durch biologische Aktivität zerstörten Rundhölzer, Sicherung der Zwischenflächen (Pilotenwände/Hangrost) durch zusätzliche Pilotenwände	HOCH
Sanierungsarbeiten am Hang	Nicht nötig	MITTEL

### 12.3 Standort 3 Saldurbach Mühlhölle MATSCH

Am Standort 3 Mühlhölle Matsch, wird eine vollständige Sanierung des Standortes empfohlen. Die Pilotenwände können an diesem Standort ganz offensichtlich nicht den gewünschten Erfolg erbringen. Durch die immer noch vorhandene Anfälligkeit des Hanges auf Starkregenereignisse ist ein ständiger Bodenabtrag im momentanen Zustand nicht zu verhindern.

Nur durch eine größere Abböschung der Hangoberkante und den Einbau einer Fußsicherung, zum Beispiel in Form einer einwandigen Holzkrainwand, ist ein sinnvoller Einsatz von Pilotenwänden an diesem Standort wieder vorstellbar. Hangfaschinen an diesem Standort stünden auch zur Diskussion, jedoch kann ein optimaler Anwuchs der Gehölze an diesem Hang nicht versichert werden, da er sich sehr trocken darstellt.

Um ein Abböschchen der Hangoberkante zu gewährleisten, müßten allerdings die Besitzverhältnisse der unmittelbar oberhalb der Baustelle liegenden landwirtschaftlichen Flächen abgeklärt werden, da sich durch diese Maßnahme die Wiesenflächen verändern könnten. Dies dürfte auch ein Grund dafür gewesen sein, warum von einer Abböschung der Hangoberkante schon im Vorfeld abgesehen wurde.

Lösungen um eine Befallsreduktion von Rostpilzen zu erzielen, sind laut BUTIN (1996, S. 82) einmal die Trennung von Haplonten- und Dikaryontenwirt und weiterhin hat sich, vor allem beim Anbau schnellwachsender Strauchweiden mit kurzer Umtriebszeit, die Selektion feldresistenter Klone als sinnvoll erwiesen. Fungizide sollten nur in besonderen Fällen, wie zum Beispiel in Baumschulen, angewandt werden.

Tab 50: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 3, Saldurbach Mühlhölle

Standort 3	Erläuterungen	DG
Gehölz- und Vegetationspflege	Lärchenreduktion, Gesamtsanierung	HOCH
Verbissschutz	Weidezaun am Fuße des Aufnahmegebietes anbringen	HOCH
Sanierung der Bauwerke	Gesamtsanierung	HOCH
Sanierungsarbeiten am Hang	Abböschung der Hangoberkante, Gesamtsanierung	HOCH

Auf Standort 3 Saldurbach Mühlhölle Matsch wurde im Zuge der Aufnahmearbeiten deutlich, dass keine weiterführenden Pflegearbeiten in regelmäßigen Abständen durchgeführt wurden. Dieses Problem könnte aufgetreten sein, da es sich beim Einbau dieser Bauwerke um Sofortmaßnahmen nach einem Unwetter handelte, und im Zuge dessen keine Gelder für Pflegemaßnahmen vorgesehen wurden. Bei einer Vergabe der Bauarbeiten an eine ausführende Firma wäre im Anschluss an die Fertigstellung der Bauarbeiten mindestens die Fertigstellungspflege in den Leistungen inkludiert gewesen, die eine Gewährleistungspflicht von zwei folgenden Vegetationsperioden nach Arbeitsende beinhaltet hätte. Erst danach geht die Pflicht der notwendigen Pflegearbeiten auf den Bauherrn über, in diesem Fall an die Gemeinde Mals. Da es durch Eigenregiearbeiten auch keine rechtlichen Pflichten zur Pflege gab, wurde womöglich die Wichtigkeit und Pflicht einer weiterführenden Pflege der Gehölze in regelmäßigen Abständen zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit vernachlässigt.

Ein regelmäßiges Entfernen aller abgestorbenen und/oder kranken Äste, aber auch Verjüngungsschnitte vor allem an Gehölzen mit großen Stockdurchmessern, die zur Auslichtung des Bestandes und der Erhaltung der Vitalität von großer Bedeutung sind, wären sehr wichtig.

## 12.4 Standort 4 Tafraztgraben GÖFLAN

Am Standort 4 Tafraztgraben kann von einer Generalsanierung nicht abgesehen werden. Die traurige Bilanz dieses Standortes sind vollkommen vermorschte Rundhölzer, ein Gehölzbewuchs, dessen Standfestigkeit nicht gewährleistet ist, und eine unübersehbare, unaufhaltsame Präsenz der Erosions-Aktivität und Instabilität des Hanges. Das Scheitern des Zieles diesen Hang zu stabilisieren ist möglicherweise auf eine Fehleinschätzung des Mobilisationspotentials des Lockermaterials auf diesem Standort zurückzuführen.

Um die Stabilität des Hanges zukünftig wieder zu gewährleisten, müßte weit oberhalb der Aufnahmefläche angesetzt werden. Der gesamte obere Hangteil ist mit Erosionskegeln versehen, die ständig Material abgeben. Auch die vor allem sommers durchgeführte massive Bewässerung der oberhalb liegenden Futterwiesen, könnte die Erosionsvorgänge an den darunter liegenden Hängen begünstigen.

Ist es jedoch nicht möglich diese Probleme in absehbarer Zeit zu beheben, muss für den relevanten Hangabschnitt ein neues Konzept erstellt werden. Eine tiefgründigere ingenieurbioologische Bauweise wie der Bau von Holzkrainerwänden ist hier ein Ansatz auf dem Weg zu einer wirkungsvollen Sicherung.

Tab 51: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 4, Tafraztgraben

Standort 4	Erläuterungen	DG
Gehölz-und Vegetationspflege	Verjüngungsschnitte an großen Stockdurchmessern, Pflanzungen von strauchförmigen, überschüttungsresistenten Gehölzen, Gesamtsanierung	HOCH
Verbisschutz	Nicht nötig	NIEDRIG
Sanierung der Bauwerke	Gesamtsanierung	HOCH
Sanierungsarbeiten am Hang	Gesamtsanierung	HOCH

## 12.5 Standort 5 St. Martin LAAS

Am Standort 5 St. Martin Laas ist im Großen und Ganzen der Hang durch die Errichtung der Pilotenwände zur Ruhe gekommen. Der Einbau der doppelt- und dreireihigen Pilotenwände zeigte seine Wirkung und hatte eine Terrassenbildung zur Folge. Leider konnte sich der Gehölzbewuchs nicht optimal entwickeln und ist an vielen Flächen im Laufe der Jahre sogar ganz verschwunden. Eine Entfernung einiger Exemplare des alten Lärchenbestandes, um eine Auflichtung des Standortes zu erreichen.

Neupflanzungen von geeigneten und unter den Lärchen vor allem schattenverträglichen Gehölzen auf den entstandenen Terrassen wären eine gute Möglichkeit die neu erworbenen Eigenschaften des Standortes optimal auszunutzen. Allgemein wäre bei einem zukünftigem Neueinbau von mehrreihigen Pilotenwänden eine Reduzierung des Abstandes zwischen den Bauwerken anzuraten, da so bei Terrassenbildung auch der dadurch steiler werdende Hangabschnitt kleiner gehalten werden kann und eine Erhaltung der Grasnarbe erleichtert.

An den Übergangsstellen zwischen Rundhölzern und anstehendem Erdreich sollte durch Abböschchen des Erdreiches und Wiedereinbindung der Rundhölzer in den Hang das Bauwerk vor weiteren Unterspülungen geschützt werden.

Tab 52: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 5, St. Martin Laas

Standort 5	Erläuterungen	DG
Gehölz-und Vegetationspflege	Lärchen- und Fichtenreduktion, Pflanzungen von Gehölzen mit großer ökologischer Amplitude auch auf den Terrassen, Ergänzungsansaaten	HOCH
Verbissschutz	Nicht nötig	GERING
Sanierung der Bauwerke	Momentan nicht nötig, unter Beobachtung halten, bei Bedarf Austausch vornehmen	MITTEL
Sanierungsarbeiten am Hang	Sanierung der Einbindungen der Bauwerke	MITTEL

## 12.6 Standort 6 Meran 2000

Am Standort 6 Meran 2000 wurden viele Holzpilotenwände im Jahr 1990 an steilen Erosionsflächen errichtet, die das Abfließen von Bodenmaterial verhindern sollten. Die Wirksamkeit ist dadurch erkennbar, dass die Steine an den Rundhölzern liegen bleiben und in den meisten Fällen nicht bis zum darunter gelegenen Gehweg rollen. Vor allem auf den Flächen, auf denen sich die Pilotenwände durch ihre alternierende Anordnung überlappen, sucht sich in einigen Fällen das Lockergestein einen Weg und bildet vertikale Gesteinsakkumulationen, die jeder Zeit Gefahr laufen, weiter hinunter abzurollen. Deshalb wird eine größere Überlappung der Pilotenwände bei einer Sanierung empfohlen, um ein Abfließen des Lockermaterials zwischen den Pilotenwänden zu verhindern, und die Steinschlaggefahr für die vielen Wanderer in diesem Gebiet verringern.

Tab 53: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 6, Meran 2000

Standort 6	Erläuterungen	DG
Gehölz-und Vegetationspflege	Nicht nötig	KEINE
Verbissschutz	Nicht nötig	KEINE
Sanierung der Bauwerke	Kontrolle der Eisenpiloten	MITTEL
Sanierungsarbeiten am Hang	Nicht nötig	GERING

## 12.7 Standort 7 Kalchhofen LÜSEN

Der Standort 7 Kalchhofen Lüssen fügt sich auch aus ästhetischer Sicht sehr gut in das Umfeld ein.

Die Böschungsoberkante auf der orografisch rechten Seite war von Anfang an, wie auch die Archivfotos zeigen etwas zu steil. Das dürfte auch der Grund für den Standfestigkeitsverlust einer Pilotenwand im orografisch rechts oben situierten, erodierten, Bereich dieses Standortes gewesen sein. Eine Abböschung der Böschungsoberkante und eine daraus resultierende Neigungsverminderung wäre an diesem Standort ratsam um die Gesamtsicherheit dieses Hangabschnittes gänzlich wieder herzustellen.

Gefahrenpotential geht von dieser Erosionsstelle aber nicht unmittelbar aus.

Tab 54: Dringlichkeit (DG) der Sanierungsarbeiten am Standort 7, Kalchhofen Lüssen

Standort 7	Erläuterungen	DG
Gehölz-und Vegetationspflege	Regelmäßige Verjüngungsschnitte von großen Stockdurchmessern zur Auslichtung und Vitalitätserhaltung	GERING
Verbissschutz	Nicht nötig	KEINER
Sanierung des Bawerkes	Nicht nötig	GERING
Sanierungsarbeiten am Hang	Beobachten, bei Bedarf Böschungsoberkante abböschten	MITTEL

## 13 Resümee

Die Pilotenwand wurde von Prof. Florin Florineth vor über 20 Jahren, als Ergänzung zu Hugo Meinhard Schiechtl's zahlreichen ingenieurbio-logischen Bauweisen als Alternativen zu nicht optimal wachsenden Flecht-zäunen oder Hangfaschinen auf Trockenstandorten erfunden. Sie wird zur Sicherung flachgründiger Bodenschichten auf trockenen Hängen eingesetzt. Der Name beruht auf der ursprünglichen Bauweise dieses ingenieurbio-logischen Bautyps. Mit mindestens zwei übereinanderlie-genden Rundhölzern, die so eine Art stützende Wand bildeten, wurden die ersten Exemplare der Pilotenwand damals eingebaut.

Im Laufe der Zeit wurde gegen die Namensbezeichnung, nur noch ein Rundholz zum Bau der sogenannten Pilotenwand verwendet. Die Wirk-samkeit wurde dadurch glücklicherweise erhöht.

Die Schutzwirkung der "einreihigen" Pilotenwand, wird durch alternie-rend, im Verband eingebaute Rundhölzer, welche meist mit Hilfe von Eisenpiloten ihre Stabilität im Hang erlangen, erreicht.

Durch die alternierende Überlappung der Rundhölzer wird der zu si-chernde Hang in kleinere Einheiten eingeteilt, welche gleichzeitig eine Verkleinerung der Angriffsfläche des labilen Oberbodens für zum Bei-spiel Starkregenereignisse bedeutet.

An den Barrieren, welche die Rundhölzer durch ihre Stärke darstellen, kann ein Abrollen von Lockermaterial auf eine kleine Flächeneinheit beschränkt werden.

Die Bepflanzung unterstützt einerseits diesen Effekt und verdübelt und stabilisiert andererseits mit den Wurzeln den Boden, was zu einer tiefen-stabilisierenden Wirkung beiträgt.

Zusammenfassend haben die untersuchten Pilotenwände an fünf von sieben Standorten, die an sie gestellten Anforderungen erfüllt. Maßgeb-lich für die Wirksamkeit der Pilotenwand ist aber die richtige Einschät-

zung des Ausmaßes der Instabilität der Bodenschichten, welche nicht tiefer als 10 -20 cm sein dürfen, ein gewissenhafter Einbau, und eine sinnvolle Dimensionierung.

Neben der Auswahl geeigneter Gehölze, die sich an die Umgebungsve-getation anlehnen soll, wird mit Nachdruck auf den besonderen Stel-lenwert der Pflege hingewiesen, welcher auf keinen Fall vernachlässigt werden darf. Eine Ergänzung und dadurch Aufwertung der Pflanzenge-sellschaften auf den Hängen ist sehr wichtig. BEGEMANN, SCHIECHTL (1994, S. 169) meinen sogar, dass die weitere Entwicklung in der Regel ohne besondere Eingriffe auf dem Wege der natürlichen Pflanzensuk-zession erfolgt, wenn der geplante Zieltyp der natürlichen potentiellen Vegetation des betreffenden Standorts entspricht.

Pflanzen sind wie wir Menschen Lebewesen und brauchen gerade in der Zeit des Heranwachsens Liebe und stützende Hilfe. Ist diese kritische Zeit positiv überstanden, so haben die Bemühungen meist Früchte getragen und sowohl Mensch als auch Pflanze werden in Zukunft, ohne viel Zutun, allein lebensfähig.

## 14 Literaturverzeichnis

ADLER W., OSWALD K., FISCHER R., 1994: Exkursionsflora von Österreich; Eugen Ulmer, Stuttgart

BAVIER B., 1910: Welches sind die Ursachen des so häufigen Fehlens der natürlichen Verjüngung in alten Fichtenbeständen hoher Lagen, und wie kann dieser ungünstige Zustand beseitigt werden? Wie sind solche Bestände künftig zu behandeln? Schweiz. Z. f. Forstwesen; In: Nikolaus Rösch, 1990, Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderechte am Beispiel der Schappachalm im Alpengnationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der technischen Universität München in Freising-Weihenstephan

BEGEMANN W., SCHIECHTL, H.M.; 1994: Ingenieurbilogie, Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin

BOCHTER R., NEUERBURG, W., ZECH, W., 1981: Humus und Humuschwund im Gebirge. Forschungsberichte 2, Nationalpark Berchtesgaden. In: Nikolaus Rösch, 1990, Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderechte am Beispiel der Schappachalm im Alpengnationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität münchen in Freising-Weihenstephan, S. 227.

BORTZ J.; DÖRING, N.; 2002: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 3. überarbeitete Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

BÜHL A., ZÖFEL P., 2005: SPSS 12, Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, 9. Auflage, Pearson Studium, München.

BUTIN H. ; 1957: Die Blatt- und rindenbewohnenden Pilze der Pappel unter besonderer Berücksichtigung der Krankheitserreger, Biolog. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtschaft

BUTIN H.; 1996: Krankheiten der Wald- und Parkbäume; Diagnose, Biologie, Bekämpfung, 3. Aufl. Verlag Georg Thieme, Stuttgart New York

EBNER S., SCHERER A., 2001: Die wichtigsten Forstschädlinge, Insekten-Pilze-Kleinsauger; Leopold Stocker Verlag, Graz.

ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. 2001: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Verlag Erich Glotze GmbH & Co KG, Göttingen

FECKER E.; REIK, G.; 1996: Baugeologie; 2. Auflage; Enke, Stuttgart.

FLORINETH F., 2005/2006: Studienblätter zum Saatgutbestimmungspraktikum, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbilogie, Universität für Bodenkultur, Wien.

FLORINETH F.; 2004/05: Studienblätter zur Vorlesung Ingenieurbilogie, Inst. Für Ingenieurbilogie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien.

FLORINETH F., 2004: Pflanzen statt Beton, Handbuch zur Ingenieurbilogie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin-Hannover.

FROMM A. 2002: Hangdynamische Untersuchungen der Rutschung Hintl-Lahn bei Klausen/Südtirol; Diplomarbeit am Institut für Angewandte Geologie; Universität für Bodenkultur Wien.

GROSSMANN H., 1927: Die Waldweide in der Schweiz. Diss. an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich; In: Nikolaus Rösch, 1990, Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderechte am Beispiel der Schappachalm im Alpengnationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan.

HABERER M.; 2001: Taschenatlas Gehölze, 320 Gehölze für Garten und Landschaft, Eugen Ulmer, Stuttgart.

HARTMANN G., NIENHAUS F., BUTIN H.; Farbatlas Waldschäden, Diagnose von Baumkrankheiten, 2. erweiterte Auflage, Verlag Eugen Ulmer.

HECKER U.; 1989: Bäume und Sträucher, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.

HÖRANDL E.; FLORINETH F.; HADACEK F.; 2002: Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten, Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Universität für Bodenkultur, Wien.

LOHMANN ULF., 1996: Holzhandbuch; 5. Auflage; Drw Verlag Weinbrenner, Leinfelden-Echterdingen.

LÖSING H.; 2002 :Schadbilder an Gehölzen, BdB Handbuch X, Verlagsgesellschaft „Grün ist Leben“ mbH, Tornesch.

LÖW H., 1975: Zustand und Entwicklungsdynamik der Hochlagenwälder des Werdenfeller Landes. Diss. LMU München; In: Nikolaus Rösch, 1990, Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderechte am Beispiel der Schappachalm im Alpengnationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan.

LUKAN M. 1982: Aufnahme und Erläuterung von quartären Kiesen, Sanden und Moränen im östlichen Klagenfurter Becken; Diplomarbeit im Institut für Bodenforschung und Baugeologie; Universität für Bodenkultur, Wien.

MATTHECK C., 1994: Handbuch der Schadenskunde von Bäumen, 2. Auflage, Rombach Verlag, Freiburg im Breisgau; In: Experimentelle Überprüfung der Fractometermethode und der Resistographmethode auf ihre Anwendbarkeit in der Untersuchungspraxis 15.07.2002, Christian Rohr 894/8340650, Projekt zu Wahlfachblock 6 LVA Nr. 725.077

MATTHECK C., HÖTZEI H.-J. 1997: Baumkontrolle mit VTA, Rombach, Freiburg im Breisgau, S. 187

NIEMTZ P., 1993: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, DRW-Verlag Weinbrenner, Leinfelden-Echterdingen.

NOETZLI K. ,P.; 2002: Ursachen und Dynamik von Fäulen an Holzkonstruktionen im Wildbachverbau, Abhandlung zur Erlangung des Titels Doktor der Technischen

OPLATKA M., 1995: Beanspruchung von Weiden durch die Strömung – Bericht über den Auszieh Widerstand von Weiden, Versuche in Neuseeland. Eidgen. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Straßenbau, April 1995; In: Ausgewählte Kapitel für Ingenieurbio logie WS 2006/07; Baustoff Pflanze in der Ingenieurbio logie; Institut für Land schaft splanung und Ingenieurbio logie, Universität für Boden kultur, Wien; S. 19.

RAPP A.: 1999: Physikalische und biologische Vergütung von Vollholz durch Imprägnierung mit wasserverdünnbaren Harzen; Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der Universität Hamburg Fachbereich Biologie. In: ZIKA C., 2001: Kesseldruckimprägnierung von Holz: Abschätzung zukünftiger Entwicklungen und alternative Holzschutzverfahren, Diplomarbeit am Institut für Holzfor schung der Universität für Boden kultur, Wien, S. 94.

RAYNER A. D. M.; BODDY L. 1988: Fungal Decomposition of Wood: Inst. Biology and Ecology. John Wiley & Sons, Chichester.

REHFUESS, K. E. 1990: Waldböden – Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung; 2. Aufl. Verlag Paul Parey, Hamburg Berlin.

RINN F. 1994b: Catalog of relative density profiles of trees, poles, and timber derived from Resistograph micro-drillings. 9th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Madison, Wisconsin, U.S.A, 61-67; In: NOETZLI, K., P; 2002: Ursachen und Dynamik von Fäulen an Holzkonstruktionen im Wildbachverbau, Abhandlung zur Erlangung des Titels Doktor der Technischen Wissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.

ROHR C.; 2002: Experimentelle Überprüfung der Fractometermethode und der Resistographmethode auf ihre Anwendbarkeit in der Unter suchungspraxis 15.07.2002, Christian Rohr 894/8340650, Projekt zu Wahlfachblock 6 LVA Nr. 725.077

RÖSCH, N.; 1990: Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderechte am Beispiel der Schappachalm im Alpennationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan.

SCARPATETTI M. 2005: Untersuchungen an Hangrosten in Südtirol, Diplomarbeit am Inst. Ingenieurbio logie und Landschaftsbau, Universität für Boden kultur.

SCHAGER F. 2003: Untersuchungen zur Standsicherheit von Hängen; Diplomarbeit am Institut für Geotechnik; Universität für Boden kultur, Wien.

SCHIECHTL H. M.; STERN R.; 1992: Handbuch für naturnahen Erdbau, Eine Anleitung für ingenieurbio logische Bauweisen, Österreichischer Agrarverlag AV.

SCHREMPF W. 1985: Waldbauliche Untersuchungen im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald und in Urwald – Folge-Beständen; Institut für Waldbau; Dissertationsarbeit zur Erlangung des Doktorgrades an der Universität für Boden kultur, Wien.

SCHREMPF W. 1987: Waldbauliche Untersuchungen im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald und in Urwald-Folgebeständen; In: MAYER H.: Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich, Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien.

SCHUPPENER B., 2003: Geotechnische Bemessung von Böschungssicherungen mit Pflanzen; 4. Österr. Geotechniktagung, Tagungsbeiträge S. 55-70, Hrsg. Österr. Ingenieur- und Architektenverein, Wien. In: FLORINETH F., 2004: Pflanzen statt Beton, Handbuch zur Ingenieurbio- und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin-Hannover, S. 23f.

SCHÜTT P.; SCHUCK H.J.; AAS G.; LANG U. M.; 1994: Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie; Landsberg am Lech: ecomed; Loseblätter-Ausgabe; 1. Auflage; Band 1-4.

SCHWAB P., 1984a: Weidewirtschaft – Faktor der Landschaftspflege oder der Landschaftgefährdung. Alm – und Bergbauer; In: Nikolaus Rösch, 1990, Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderecht am Beispiel der Schappachalm im Alpennationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan, S. 17

STANGL R., TESARZ M., 2003: Arbeitsbericht vorgelegt dem Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach und Lawinenverbauung Autonome Provinz Bozen Südtirol

TIROL-ATLAS; Innsbruck 1996; herausgegeben im Auftrag der Tiroler Landesregierung unter der Leitung von A. Leidlmair; Universitätsverlag Wagner; Blätter C2-Geologie, C3-Tektonik, C7-Bodentypen, D6-7-Niederschlagsmenge im Jahr, D23-Temperatur, E1-potentielle natürliche Vegetation, E2-aktuelle Vegetation.

VOIGTLÄNDER G. und JACOB H., 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; In: Nikolaus Rösch, 1990, Der Einfluß der Beweidung auf die Verjüngung und die Vegetation des Bergwaldes und ein Vorschlag zur Ablösung der Waldweiderecht am Beispiel der Schappachalm im Alpennationalpark Berchtesgaden, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan

VOLLSINGER S., DOPPLER F., FLORINETH F.; 2002: Ermittlung des Stabilitätsverhaltens von Ufergehölzen im Zusammenhang mit Erosionsprozessen an Wildbächen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land und Forstwirtschaft, Eigenverlag Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbio- und Vegetationstechnik, 2000; In: Ausgewählte Kapitel für Ingenieurbio- und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin-Hannover, S. 22.

WEITZER CH., DOPPLER F., FLORINETH F., 1998: Untersuchungen über die Wirksamkeit von Pflanzen in Einzugsgebieten des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenverbauung. Arbeitsbereich Ingenieurbio- und Vegetationstechnik, Patzer Verlag, Berlin-Hannover, S. 22.

ZIKA C., 2001: Kesseldruckimprägnierung von Holz: Abschätzung zukünftiger Entwicklungen und alternative Holzschutzverfahren, Diplomarbeit am Institut für Holzforschung der Universität für Bodenkultur, Wien.

#### ZEITSCHRIFTEN

Holz als Roh- und Werkstoff 52; ECKSTEIN D., Saß U., 1994: Bohrwi-  
derstandsmessungen an Laubbäumen und ihre holzanatomische Inter-  
pretation, Springer-Verlag 1994, S. 279-285

Holz als Roh- und Werkstoff 48; MARUTZKY R.; 1990: Entsorgung von  
mit Schutzmittel behandelten Hölzern Möglichkeiten und Probleme.  
Springer-Verlag 1990, S. 19–24

#### INTERNETQUELLEN

<http://info-suedtirol.com/home.htm>; letzter Zugriff am 25.02.2008)

## 15 Anhang

### 15.1 Beschreibung der Ellenberg'schen Zeigerwerte

- L. Lichtzahl
- 1 Tiefschattenpflanze noch bei weniger als 1 %, selten bei  
mehr als 30 % r. B. vorkommend
  - 2 Tiefschatten- bis Schattenpflanze zwischen 1 und 3 ste  
hend
  - 3 Schattenpflanze meist bei weniger als 5 % r. B., doch  
auch an helleren Stellen
  - 4 Schatten- bis Halbschattenpflanze zwischen 3 und 5 ste  
hend
  - 5 Halbschattenpflanze nur ausnahmsweise im vollen Licht,  
meist aber bei mehr als 10 % r. B.
  - 6 Halbschatten- bis Halblichtpflanze zwischen 5 und 7 ste  
hend, selten bei weniger als 20 % r. B.
  - 7 Halblichtpflanzemeist bei vollem Licht, aber auch im Schatten  
bis etwa 30 % r. B.
  - 8 Halblicht- bis Volllichtpflanze Lichtpflanze, nur ausnahmswei  
se bei weniger als 40 % r. B.
  - 9 Volllichtpflanze nur an voll bestrahlten Plätzen im Freiland, nicht  
bei weniger als 50 % r. B.
- T Temperaturzahl
- 1 Kältezeiger nur in hohen Gebirgslagen, d. h. der alpinen und  
nivalen Stufe
  - 2 Kälte- bis Kühlezeiger zwischen 1 und 3 stehend (viele alpine  
Arten)
  - 3 Kühlezeiger vorwiegend in subalpinen Lagen
  - 4 Kühle- bis Mäßigwärmezeiger zwischen 3 und 5 stehend (v.a.  
hochmontane und montane Arten)

- |   |   |    |  |
|---|---|----|--|
| 5 | Mäßigwärmezeiger in tiefen bis in montanen Lagen vorkommend (Schwergewicht in submontan-temperaten Bereichen) | 3  | Trockniszeiger auf trockenen Böden häufiger als auf frischen, auf feuchten fehlend   |
| 6 | Mäßigwärme- bis Wärmezeiger zwischen 5 und 7 stehend (planar bis collin)                                      | 4  | Trocknis- bis Frischezeiger zwischen 3 und 5 stehend   |
| 7 | Wärmezeiger im nördlichen Mitteleuropa nur in relativ warmen Tieflagen  | 5  | Frischezeiger Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden   |
| 8 | Wärme- bis Extremwärmezeiger zwischen 7 und 9 stehend (meist mit submediterrane Schwergewicht)                | 6  | Frische- bis Feuchtezeiger zwischen 5 und 7 stehend  |
| 9 | extremer Wärmezeiger mediterran (in Mitteleuropa nur auf wärmsten Plätzen, z. B. im Oberrheingebiet)          | 7  | Feuchtezeiger Schwergewicht auf gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden   |
|   | K Kontinentalzahl   | 8  | Feuchte- bis Nässezeiger zwischen 7 und 9 stehend  |
| 1 | eurozeanisch in Mitteleuropa nur mit wenigen Vorkommen (süd- und westeuropäische Arten)                       | 9  | Nässezeiger Schwergewicht auf oft durchnässten (luftarmen) Böden   |
| 2 | ozeanisch Schwergewicht in Westeuropa und im westlichen Mitteleuropa  | 10 | Wechselwasserzeiger Wasserpflanze, die längere Zeit ohne Wasserbedeckung des Bodens erträgt  |
| 3 | ozeanisch bis subozeanisch zwischen 2 und 4 stehend (in großen Teilen Mitteleuropas vorkommend)               | 11 | Wasserpflanze unter Wasser wurzelnd, aber zumindest zeitweise über die Oberfläche aufragend oder Schwimmpflanze                                |
| 4 | subozeanisch Schwergewicht in Mitteleuropa, z. T. auch in Osteuropa   | 12 | Unterwasserpflanze (fast) ständig untergetaucht<br>~Zeiger für starken Wechsel zusätzliche Angabe<br>=Überschwemmungszeiger zusätzliche Angabe |
| 5 | intermediär schwach subozeanisch bis schwach subkontinental   |    | R Reaktionszahl  |
| 6 | subkontinental Schwergewicht im östlichen Mitteleuropa und Osteuropa  | 1  | Starksäurezeiger nur auf sauren, nie auf nur schwach sauren bis alkalischen Böden vorkommend   |
| 7 | subkontinental bis kontinental zwischen 6 und 8 stehend   | 2  | Starksäure- bis Säurezeiger zwischen 1 und 3 stehend   |
| 8 | kontinental nur an wenigen Standorten des östlichen Mitteleuropas vorkommend                                  | 3  | Säurezeiger Schwergewicht auf sauren Böden, nur ausnahmsweise im neutralen Bereich   |
| 9 | eukontinental im westlichen Mitteleuropa ganz fehlend, im östlichen selten (osteuropäische Arten)             | 4  | Säure- bis Mäßigsäurezeiger zwischen 3 und 5 stehend   |
|   | F Feuchtezahl   | 5  | Mäßigsäurezeiger auf stark sauren wie auf neutralen bis alkalischen Böden selten   |
| 1 | Starktrockniszeiger auf trockene Böden beschränkt, an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig              | 6  | Mäßigsäure- bis Schwachsäure-/Schwachbasenzeiger zwischen 5 und 7 stehend  |
| 2 | Starktrocknis- bis Trockniszeiger zwischen 1 und 3 stehend  | 7  | Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger niemals auf stark sauren Böden  |
|   |   | 8  | Schwachsäure-/Schwachbasen- bis Basen- und Kalkzeiger  |

	zwischen 7 und 9 stehend, d. h. meist auf Kalk weisend		Chloridgehalt (0,5–0,7 % Cl-)
9	Basen- und Kalkzeiger stets auf kalkreichen Böden	5	-mesohyalin (III) meist auf Böden mit mäßigem Chloridgehalt (0,7–0,9 % Cl-)
	N Stickstoffzahl		
1	Extremer Stickstoffarmutzeiger stickstoffärmste Standorte anzeigen	6	-meso-/polyhyalin (III/IV) auf Böden mit mäßigem bis hohem Chloridgehalt (0,9–1,2 % Cl-)
2	Extremer Stickstoff- bis Stickstoffarmutzeiger zwischen 1 und 3 stehend	7	polyhyalin (IV) auf Böden mit hohem Chloridgehalt (1,2–1,6 % Cl-)
3	Stickstoffarmutzeiger auf N-armen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen, nur ausnahmsweise auf N-reicheren	8	euhalin (IV/V und V) auf Böden mit sehr hohem Chloridgehalt (> 1,6–2,3 % Cl-)
4	Stickstoffarmut- bis Mäßigstickstoffzeiger zwischen 3 und 5 stehend	9	euhalin bis hypersalin (V/VI) auf Böden mit sehr hohem, in Trockenzeiten extremem Salzgehalt (> 2,3 % Cl-)
5	Mäßigstickstoffzeiger mäßig N-reiche Standorte anzeigend, seltener auf N-armen und N-reichen		Beschreibung der Lebensformabkürzungen
6	Mäßigstickstoff- bis Stickstoffreichtumzeiger zwischen 5 und 7 stehend	A	Hydrophyt aquatisch lebende Pflanze
7	Stickstoffreichtumzeiger an N-reichen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen, nur ausnahmsweise auf N-ärmeren Standorten	C	krautiger Chamaephyt Knospen wie bei Z meist über der Erde und im Schneeschutz überwinternd
8	ausgesprochener Stickstoffzeiger zwischen 7 und 9 stehend	G	Geophyt Überwinterungsknospen unter der Erdoberfläche, meist mit Speicherorganen
9	übermäßiger Stickstoffzeiger an übermäßig N-reichen Standorten konzentriert (Viehlägerpflanze, Verschmutzungszeiger)	H	Hemikryptophyt Überwinterungsknospen nahe der Erdoberfläche
S	Salzzahl	N	Nanophanerophyt Strauch oder Kleinbaum, meist 0,5-5 m hoch
0	nicht salzertragend nur auf Böden ohne Salz (die Zahl „0“ ist bei Berechnungen mit zu verwenden!)	P	Phanerophyt Baum, der mehr als 5 m hoch werden kann
1	salzertragend meist auf salzarmen bis salzfreien Böden, gelegentlich auf leicht salzhaltigen Böden (0–0,1 % Cl-)	T	Therophyt kurzlebig und ungünstige Zeiten als Samen überdauernd
2	oligohyalin (I) öfter auf Böden mit sehr geringem Chloridgehalt (0,05–0,3 % Cl-)	Z	holziger Chamaephyt Zwergstrauch, nur selten über 0,5 m hoch werdend
3	-mesohyalin (II) meist auf Böden mit geringem Chloridgehalt (0,3–0,5 % Cl-)	li	Liane oder Spreizklimmer sich auf andere Pflanze stützend, aber im Boden wurzelnd
4	/ -mesohyalin (II/III) meist auf Böden mit geringem bis mäßigem	ep	Epiphyt auf den oberirdischen Organen lebender Pflanzen wachsend
		hp	Halbparasit auf lebenden Pflanzen schmarotzend, aber mit grünen Blättern

vp Vollparasit ohne Blattgrün

## 15.2 Liste der Bohrungspositionen

### 15.2.1 Wötzelgraben MATSCH

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
WG R2 L ( 70 cm rechts von Bohrung R2 L)	WG R2 L
WG R2 M	WG R4 R
WG R3 L	
WG R2 L (20 cm rechts von Bohrung R2 L)	
WG R4 R (1 m links von Bohrung R4 R)	
WG R4 R (40 cm links von Bohrung R4 R)	
WG R3 R	
WG R2 M	
WG R1 R	
WG R1 L	
WG R1 M	
WG R4 M	
WG R3 M	
WG R2 L	
WG R4 R	

### 15.2.2 Weg zu den Runerhhöfen MATSCH

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
WzRH R3 A L (30 cm rechts von Bohrung R3 A L)	WzRH R3 A L
WzRH R8 D R	WzRH R7 A L
WzRH R6 D M	
WzRH R7 D M	
WzRH R7 A L (40 cm rechts von Bohrung R7 A L)	
WzRH R6 B M	
WzRH R7 B M	
WzRH R7 D M	

WzRH R7 A R	
WzRH R6 D M	
WzRH R6 E M	
WzRH R3 A M	
WzRH R1 A M	
WzRH R2 B M	
WzRH R5 B M	
WzRH R4 A M	
WzRH R4 D M	
WzRH R2 A L	
WzRH R3 A M	
WzRH R7 A M	

### 15.2.3 Saldurbach Mühlhöfe MATSCH

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
SbMh R8 C R	SbMh R3 L
SbMh R3 R	SbMh R4 L
SbMh R4 L (30 cm von Bohrung R4 L)	SbMh R8 D L (von Stirnseite)
SbMh R4 L (70 cm von Bohrung R4 L)	SbMh R8 D L (von oben)
SbMh R3 M	
SbMh R3 L (30 cm rechts von Bohrung R3 L)	
SbMh R8 D L (30 cm rechts von Bohrung R8 D L)	
SbMh R8 D M	
SbMh R8 D L (1m rechts von Bohrung R8 D L)	
SbMh R7 B M	
SbMh R7 B (20 cm rechts von Bohrung R7 B M)	
SbMh R8 D R	
SbMh R8 A M	
SbMh R7 A M	
SbMh R6 L	
SbMh R4 R	
SbMh R5 B M	

SbMh R3 M	
SbMh R1 M	

#### 15.2.4 Tafraztgraben GÖFLAN

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
TG R3 A M	
TG R3 B M	
TG R3 C M	
TG R2 B M	
TG R1 A R	
TG R2 A M	
TG R2 A L	

#### 15.2.5 St. Martin LAAS

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
St.M/Laas 3erRR1 C L	St.M/Laas 3erRR3 A L
St.M/Laas 3erRR3 A M1	St.M/Laas 3erRR1 C R
St.M/Laas 3erRR2 A M1	St.M/Laas 3erRR2 A M2
St.M/Laas 3erRR2 B M1	
St.M/Laas 3erRR2 C M1	
St.M/Laas 3erRR1 A M3 (1.Versuch)	
St. M/Laas 3erRR1 A M3 ( 2. Versuch)	
St.M/Laas 3erRR1 B M3	
St.M/Laas 3erRR1 C M3	
St.M/Laas 2erRR1 B M1 (1.Versuch)	
St.M/Laas 2erRR1 B M1 (2.Versuch)	
St.M/Laas 3erRR1 A R	
St.M/Laas 3erRR1 B R	
St.M/Laas 3erRR1 C R	
St.M/Laas 3erRR1 C M2	
St.M/Laas 3erRR1 A M2 (1. Versuch)	
St.M/Laas 3erRR1 A M2 (2. Versuch)	

St.M/Laas 3erRR1 B M1	
St.M/Laas 3erRR1 C M1	
St.M/Laas 3erRR1 A M1	
St.M/Laas 3erRR1 C L (1.Versuch)	
St.M/Laas 3erRR1 C L (2.Versuch)	
St.M/Laas 3erRR1 B L	
St.M/Laas 3erRR1 A L	
St.M/Laas 3erRR1 B M2	

#### 15.2.6 Meran 2000

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
M2000 R9 M	M2000 R3 R
M2000 R9 R (20 cm links von Bohrung R9 rechts)	M2000 R9 R
M2000 R3 R (10 cm links von R3 R)	
M2000 R 3 L	
M2000 R1 M	
M2000 R2 M	
M2000 R17 M	
M2000 R10 M	
M2000 R3 R	
M2000 R8 M	
M2000 R13 M	
M2000 R18 M	
M2000 R11 M (von oben Richtung Stirnseite gebohrt)	
M2000 R11 M	
M2000 R4 M	
M2000 R3 M	

### 15.2.7 Kalchofen LÜSEN

Bohrungen ohne Stammscheibe	Bohrungen mit Stammscheibe
KO/ Lüsen R6 L	
KO/ Lüsen R6 M	
KO/ Lüsen R6 R	
KO/ Lüsen R5 R	
KO/ Lüsen R5 M	
KO/ Lüsen R5 L	
KO/ Lüsen R4 M	
KO/ Lüsen R4 R	
KO/ Lüsen R4 L	
KO/ Lüsen R3 M	
KO/ Lüsen R3 R	
KO/ Lüsen R3 L	
KO/ Lüsen R2 R	
KO/ Lüsen R2 L	
KO/ Lüsen R2 M	
KO/ Lüsen R1 R	
KO/ Lüsen R1 M	
KO/ Lüsen R1 L (1. Versuch)	
KO/ Lüsen R1 L (2. Versuch)	

### 15.3 Bohrstreifenbeschreibungen von Bohrungen ohne Stammscheibe

#### WÖTZELGRABEN MATSCH

WG R2 L ( 70 cm rechts von Bohrung P2 L)

Bohrlänge: 0 – 26,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 24,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 10,7 cm engnebeneinanderliegende, sehr schwache Ausschläge ohne markante Jahringausschläge auf niedrigem Niveau.

10,7 – 12,6 cm engnebeneinanderliegende, sehr schwache Ausschläge, auf Nullniveau.

12,6 – 24,8 cm engnebeneinanderliegende, sehr schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Holz durchgehend sehr morsch. Auch im inneren Bereich kein intaktes Gewebe durch Bohrkurvenausschlag erkennbar.

**SCHLECHTER ZUSTAND**

WG R2 M

Bohrlänge: 0 – 28,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 27,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 5,0 cm kontinuierlicher Anstieg der Kurve mit engnebeneinander liegenden, unregelmässigen, schwachen Ausschlägen auf niedriges Niveau.

5,0 – 27,7 cm engnebeneinanderliegende, unregelmässige, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Rundholz durchgehend sehr morsch, ohne erkennbares intaktes Gewebe im Kernholzbereich. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG R3 L

Bohrlänge: 0 – 27,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9 cm, letzter Ausschlag bei 25,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 14 cm engnebeneinanderliegende, unregelmässige, schwache Ausschläge, auf niedrigem Niveau.

14 – 21,4 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

21,4 – 27,3 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau mit schwachen Auschlägen zwischen 24,7 cm und 25,1 cm.

Interpretation: Rundholz durchgehend sehr morsch, ab 14 cm leichter Widerstandsanstieg zu verzeichnen. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG R2 L (20 cm rechts von Bohrung P2 L)

Bohrlänge: 0 – 26,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm, letzter Ausschlag bei 25,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 6,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,9 – 23,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

23,8 – 25,0 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau.

Interpretation: Bohrkurve durchgehend homogen auf niedrigem Niveau verlaufend, was auf durchgehende Morschung hinweist.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG R4 R (1 m links von Bohrung P4 R)

Bohrlänge: 0 – 30 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,5 cm; letzter Ausschlag bei 29 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,5 – 3,3 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,3 – 10,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,5 – 20,9 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

20,9 – 22,8 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

22,8 – 28,7 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

28,7 – 29,0 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau.

Interpretation: Bohrkurve durchgehend homogen auf niedrigem Niveau verlaufend nur zwischen 1,5 cm und 3,3 cm starke Ausschläge zu verzeichnen.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG R4 R (40 cm links von Bohrung R4 R)

Bohrlänge: 0 – 29,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9 cm, letzter Ausschlag bei 29,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 12,1 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

12,1 – 13,0 cm unregelmäßig, hohe Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,0 – 22,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

22,7 – 23,4 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau mit schwachen Ausschlägen.

23,4 – 29,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Im Aussenbereich Widerstände durch vermutete Jahrringe noch ansatzweise erkennbar. Ab 13 cm der Kurve homogener Bohrkurvenverlauf auf niedrigem Niveau. Durchgehende Morschung zu verzeichnen.

#### SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG R3 R

Bohrlänge: 0 – 28,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,6 cm, letzter Ausschlag bei 28,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,6 – 4,6 cm Anstieg der Kurve mit regelmäßig, mittleren Ausschlägen auf mittleres Niveau.

4,6 – 5,0 cm Abfall der Kurve auf niedriges Niveau.

5,0 – 6,4 cm Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau.

6,4 – 28,8 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau.

Keine punktuellen Morschungsschäden durch Abfall der Bohrkurve zu erkennen.

#### MITTLERER ZUSTAND

#### WG R2 M

Bohrlänge: 0 – 29,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,3 cm; letzter Ausschlag bei 28,5.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,3 – 10,0 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,0 – 12,2 cm unregelmäßig, starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

12,2 – 15,3 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

15,3 – 16,3 cm Abfall der Kurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig, mittleren Ausschlägen.

16,3 – 19,0 cm Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig, starken Ausschlägen.

19,0 – 28,1 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

28,1 – 28,5 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau.

Interpretation: Rundholz durchgehend als morsch zu interpretieren, im Kernholzbereich intaktes Gewebe durch Anstieg der Bohrkurve zu verzeichnen. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG R1 R

Bohrlänge: 0 – 29,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 29,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 2,1 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

2,1 – 15,2 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

15,2 – 23,8 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

23,8 – 29,8 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Bohrkurvenverlauf durchgehend homogen auf mittlerem Niveau verlaufend, zwischen 1cm und 2,1 cm Morschung auf Grund von Kurvenabfall auf Nullniveau zu verzeichnen. MITTLERER ZUSTAND

#### WG R1 L

Bohrlänge: 0 – 30 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 2,7 cm; letzter Ausschlag bei 26,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,7 – 9,2 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,2 – 22,0 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

22,0 – 24,6 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

24,6 – 26,2 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau.

Interpretation: Im Stirnbereich des Holzes bis 9 cm Morschung durch Bohrkurvenverlauf auf niedrigem Niveau zu verzeichnen. Ab 9 cm durchgehend homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau. MITTLERER ZUSTAND

#### WG R1 M

Bohrlänge: 0 – 28,4 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0; letzter Ausschlag bei 28,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 1,0 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

1,0 – 7,8 cm unregelmäßig, starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,8 – 12,4 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

12,4 – 19,4 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

19,4 – 28,4 cm unregelmäßig, starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Bohrkurvenverlauf ab 1cm homogen auf mittlerem Niveau verlaufend. Ab 20 cm gut ausgeprägte Jahringausschläge zu verzeichnen. MITTLERER ZUSTAND

#### WG P4 M

Bohrlänge: 0 – 29,5 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,3 cm; letzter Ausschlag bei 29,5 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,3 – 1,0 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

1,0 – 5,4 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,4 – 22,7 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

22,7 – 29,5 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Homogener Verlauf der Bohrkurve auf sehr niedrigem Niveau. Kaum Widerstand zu verzeichnen. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WG P3 M

Bohrlänge: 0,0 – 28,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 25,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 12,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

12,4 – 14,2 cm Abfall der Kurve auf niedriges Niveau.

14,2 – 24,9 cm Anstieg der Kurve mit unregelmäßig, engnebeneinander liegenden, mittleren Ausschlägen auf mittleres Niveau.

Interpretation: Bohrkurvenverlauf durchgehend homogen auf mittlerem Niveau. Zwischen 12,4 cm und 14,2 cm Morschung durch Abfall der Kurve auf niedriges Niveau zu verzeichnen.

MITTLERER ZUSTAND

## WEG ZU DEN RUNERHÖFEN MATSCH

WzRH R3 A L (30 cm rechts von Bohrung R3 A L)

Bohrlänge: 0,0 – 21 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 13,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 1,8 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,8 – 3,7 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig, engeneinanderliegenden, schwachen Ausschlägen.

3,7 – 10,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,7 – 12,9 cm keine Ausschläge

12,9 – 13,3 cm Anstieg auf niedriges Niveau

Interpretation: Insgesamt sehr schlechter Zustand des Rundholzes zu verzeichnen, durch Bohrkurvenverlauf auf sehr niedrigem Niveau.  
SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R8 D R

Bohrlänge: 0 – 25,5 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 16,9 cm.

Bohrkurveninterpretation:

0,6 – 1,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,0 – 3,3 cm keine Ausschläge

3,3 – 3,5 cm schwacher Ausschlag auf Nullniveau.

3,5 – 7,8 cm keine Ausschläge

7,8 – 8,1 cm schwacher Ausschlag auf niedrigem Niveau

8,1 – 8,8 cm keine Ausschläge

8,8 – 13,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau

13,8 – 16,9 cm keine Ausschläge

16,9 – 17,0 cm schwacher Ausschlag auf Nullniveau

Interpretation: kein intaktes Gewebe zu erkennen. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R6 D M

Bohrlänge: 0,0 – 21,0 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 0,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 0,8 cm ein markanter Ausschlag auf niedrigem Niveau.

0,8 – 21,0 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe zu erkennen. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R7 D M

Bohrlänge: 0 – 23,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,3 cm; letzter Ausschlag bei 17 cm.

Bohrkurveninterpretation:

0,3 – 0,9 cm 2 mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

0,9 – 16,6 cm keine Ausschläge

16,6 – 17,0 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe zu erkennen. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R7 A L (40 cm rechts von Bohrung R7 A L)

Bohrlänge: 0,0 – 13,7 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm, letzter Ausschlag bei 12,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 1,7 cm Anstieg der Bohrkurve mit mittleren Ausschlägen auf mittleres Niveau.

1,7 – 3,0 cm Abfall der Kurve mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen auf niedriges Niveau.

3,0 – 4,8 cm regelmässige, starke Ausschläge auf Nullniveau.

4,8 – 12,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Rundholz ist eindeutig in besserem Zustand, als die anderen Rundhölzer dieser Baustelle. Ein Grund wird in der freien Lage, ohne Erdkontakt, vermutet. Im Kern sind hier sehr gut die Jahringausschläge zu erkennen.

MITTLERER ZUSTAND

WzRH R6 B M

Bohrlänge: 0,0 – 15,5 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 2,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 2,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R7 B M

Bohrlänge: 0,0 – 17,7 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 12,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 0,9 cm ein schwacher Ausschlag auf Nullniveau.

0,9 – 2,4 cm keine Ausschläge

2,4 – 2,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau

2,7 – 3,5 cm keine Ausschläge

3,5 – 3,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau

3,9 – 6,3 cm keine Ausschläge

6,3 – 7,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,0 – 11,2 cm keine Ausschläge

11,2 – 12,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau

Interpretation: kein intaktes Gewebe erkennbar. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R7 D M

Bohrlänge: 0,0 – 8,5 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 2,2 cm; letzter Ausschlag bei 6,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,2 – 6,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe zu erkennen. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R7 A R

Bohrlänge: 0,0 – 11,4 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 9,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 2,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,2 – 5,4 cm regelmässige, starke Ausschläge auf Nullniveau.

5,4 – 6,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,0 – 8,2 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

8,2 – 9,6 cm Abfall der Kurve auf niedriges Niveau mit mittleren Ausschlägen.

Interpretation: durchgehend gutes Jahringgewebe erkennbar. MITTLERER ZUSTAND

WzRH R6 D M

Bohrlänge: 0,0 – 13,9 cm

Ausschlagslänge: 0,0 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 13,9 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R6 E M

Bohrlänge: 0,0 – 13,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 8,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 8,0 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R3 A M

Bohrlänge: 0,0 – 13,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag 10,9 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 1,7 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau

1,7 – 2,1 cm keine Ausschläge

2,1 – 5,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

5,7 – 7,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,8 – 9,7 cm regelmäßig, starke Ausschläge auf Nullniveau.

9,7 – 10,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: grosses Morschungspotential gegeben, jedoch intakte Jahrringausschläge vorhanden. MITTLERER ZUSTAND

WzRH R1 A M

Bohrlänge: 0,0 bis 22,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 15,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 1,9 cm schwache Ausschläge auf Nullniveau

1,9 – 3,2 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

3,2 – 4,6 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

4,6 – 6,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,7 – 8,5 cm Anstieg auf mittleres Niveau mit unregelmäßig starken Ausschlägen.

8,5 – 12,4 cm Abfall auf Nullniveau ohne Ausschläge.

12,4 – 14,7 cm Anstieg auf mittleres Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen.

14,7 – 15,7 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: 2 grosse Morschungsstellen zwischen 3,2 cm und 4,8 cm zu erkennen durch einen Abfall der Bohrkurve auf das Nullniveau.

Jeweiliger Anstieg der Bohrkurve nach dem Bohrkurvenabfall, deutet auf Abschotungsprozesse hin.

SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R2 B M

Bohrlänge: 0,0 – 15,7 cm

Ausschlagslänge: 0,0 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 15,7 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WzRH R2 B L

Bohrlänge: 0,0 – 12,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 3,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 2,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,7 – 3,3 cm keine Ausschläge

3,3 – 3,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe erkennbar. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WzRH R5 B M

Bohrlänge: 0,0 – 10,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,0 cm, letzter Ausschlag bei 5,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,0 – 1,3 cm starker Ausschlag auf Nullniveau.

1,3 – 1,5 cm keine Ausschläge

1,5 – 2,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,0 – 3,0 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen.

3,0 – 3,8 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

3,8 – 5,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe erkennbar. SCHLECHTER ZUSTAND

#### WzRH R4 A M

Bohrlänge: 0,0 – 7,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 5,5 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 1,1 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

1,1 – 2,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,4 – 4,9 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

4,9 – 5,5 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit schwachen Ausschlägen.

Interpretation: Im Stirnseiten -und Erdkontaktbereich kaum intaktes Gewebe vorhanden. Im Kernholzbereich jedoch intaktes Gewebe zu erkennen.

MITTLERER ZUSTAND

#### WzRH R4 D M

Bohrlänge: 0,0 – 13,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 2,2 cm; letzter Ausschlag bei 10,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,2 – 5,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,8 – 7,0 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,0 – 9,5 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

9,5 – 10,4 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Rundholz durchgehend sehr grosses Morschungspotential, jedoch im Kernbereich eindeutig besserer Zustand. MITTLERER ZUSTAND

#### WzRH R2 A L

Bohrlänge: 0,0 – 13,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 10,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 2,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
2,2 – 8,8 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
8,8 – 10,2 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
10,2 – 10,8 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

Interpretation: homogener Verlauf der Bohrkurve auf niedrigem Niveau, setzt hohen Zersetzungsgrad voraus. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R3 A M

Bohrlänge: 0,0 – 16,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 14,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 1,7 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
1,7 – 5,2 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
5,2 – 6,8 cm regelmäßig, starke Ausschläge auf Nullniveau.  
6,8 – 7,9 cm regelmäßig, mittlere Ausschläge auf Nullniveau.  
7,9 – 10,5 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,5 – 14,0 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: der durchwegs homogene Bohrkurvenverlauf auf niedrigem Niveau, setzt hohen Zersetzungsgrad voraus. SCHLECHTER ZUSTAND

WzRH R7 A M

Bohrlänge: 0,0 – 16,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 13,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 3,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

3,2 – 7,8 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

7,8 – 8,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,9 – 11,0 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

11,0 – 12,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

12,9 – 13,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Grosser Anteil intakter Jahrringausschläge vorhanden, deutet auf geringeren Zersetzungsgrad hin. MITTLERER ZUSTAND

SALDURBACH MÜHLHÖFE MATSCH

SbMh R8 C R

Bohrlänge: 0,0 – 25,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 2,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 2,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R3 R

Bohrlänge: 0,0 – 27,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,6 cm; letzter Ausschlag bei 15,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,6 – 4,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,5 – 6,6 cm regelmässige mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

6,6 – 9,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,1 – 12,9 cm keine Ausschläge

12,9 – 15,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R4 L (30 cm von Bohrung R4 L)

Bohrlänge: 0,0 – 28,5 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,9 cm, letzter Ausschlag bei 17,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,9 – 5,9 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,9 – 7,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,6 – 12,2 cm keine Ausschläge

12,2 – 17,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: sehr hohes Morschungspotential vorhanden, immer wieder Abfall auf Nullniveau. SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R4 L (70 cm von Bohrung R4 L)

Bohrlänge: 0,0 – 27,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 15,2; letzter Ausschlag bei 24,5 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

15,2 – 16,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

16,4 – 22,1 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

22,1 – 22,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

22,7 – 23,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

23,7 – 24,5 cm Abfall auf Nullniveau ohne Ausschläge.

Interpretation: vor allem im Stirnbereich des Rundholzes kein intaktes Gewebe vorhanden. Im Kernholzbereich durchwegs Gewebewiderstand zu erkennen.

SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R3 M

Bohrlänge: 0,0 – 24,4 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,5 cm ; letzter Ausschlag bei 21,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 2,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,7 – 3,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,4 – 5,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,2 – 10,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R3 L (30 cm rechts von Bohrung R3 L)

Bohrlänge: 0,0 – 26,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 23,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 - 3,8 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
3,8 - 5,5 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
5,5 - 8,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
8,0 - 9,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
9,9 - 17,5 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
17,5 - 23,9 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
Interpretation: durchgehend intaktes Gewebe vorhanden. MITTLERER ZUSTAND

SbMh R8 D L (30 cm rechts von Bohrung R8 D L)

Bohrlänge: 0,0 - 27,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 22,5 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 - 1,5 cm unregelmäßig, starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
1,5 - 5,2 cm keine Ausschläge  
5,2 - 21,5 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
21,5 - 22,5 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit schwachen Ausschlägen.  
Interpretation: Stirnseitenbereich in sehr morschem Zustand. Ab 5,2 cm im Kernbereich intaktes Gewebe vorhanden.  
MITTLERER ZUSTAND

SbMh R8 D M

Bohrlänge: 0,0 - 28,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 12,7 cm; letzter Ausschlag bei 28,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

12,7 - 14,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
14,6 - 18,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
18,7 - 22,9 cm keine Ausschläge  
22,9 - 24,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.  
24,0 - 24,5 cm keine Ausschläge  
24,5 - 25,0 cm unregelmäßig, schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
25,0 - 27,0 cm keine Ausschläge  
27,0 - 28,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau  
Interpretation: Im Stirnseitenbereich sehr hoher Zersetzungsgrad zu verzeichnen. Ab 13cm bis 18,7 Bohrkurvenanstieg auf mittleres Niveau. Im Kernbereich durchaus intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R8 D L (1m rechts von Bohrung R8 D L)

Bohrlänge: 0,0 - 22,0 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,4 cm; letzter Ausschlag bei 20,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,4 - 1,1cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
1,1 - 1,7 cm keine Ausschläge  
1,7 - 2,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
2,0 - 2,7 cm keine Ausschläge  
2,7 - 2,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau  
2,9 - 4,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
4,0 - 5,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
5,0 - 5,3 cm keine Ausschläge  
5,3 - 15,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
15,2 - 20,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
20,0 - 20,7 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit keinen Aus-

schlägen.

Interpretation: Stirnseitenbereich weist grosses Zersetzungspotential auf. Ab 6,0 cm im Kernbereich ist intaktes Gewebe zu verzeichnen. Ab 20,0 cm des Bohrverlaufes Abfall auf Nullniveau auf Grund von Morschung im Erdkontaktbereich.

MITTLERER ZUSTAND

SbMh R7 B M

Bohrlänge: 0,0 – 27,7 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 1,5 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 1,5 cm ein starker Ausschlag auf Nullniveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. Weissfäule deutlich visuell zu bestimmen. SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R7 B (20 cm rechts von Bohrung R7 B M)

Bohrlänge: 0,0 – 17,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 5,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 3,1 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

3,1 – 6,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

6,0 – 17,1 cm Bohrkurvenverlauf auf niedrigem Niveau ohne Ausschläge

Interpretation: Bis 5,0 cm der Bohrung intaktes Gewebe vorhanden. Ab 5,0 cm keine Ausschläge mehr zu verzeichnen.

SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R8 D R

Bohrlänge: 0,0 bis 28,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 25,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 1,3 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

1,3 – 5,1 cm keine Ausschläge

5,1 – 5,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,9 – 8,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

8,1 – 8,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

8,7 – 10,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

10,3 - 11,0 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

11,0 – 15,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

15,6 – 16,6 cm keine Ausschläge

16,6 – 17,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

17,5 – 24,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

24,7 – 25,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Stirnseitenbereich bis 5,0 cm weist sehr hohen Zersetzungsgrad auf. Ab 5,0 cm durchgehend homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau. Niveauabfall zwischen 15,9 cm und 16,6 cm weist auf Morschung hin.

MITTLERER ZUSTAND

SbMh R8 A M

Bohrlänge: 0,0 – 26,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag 19,8 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 0,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

0,7 – 13,4 cm keine Ausschläge

13,4 – 18,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
18,3 – 19,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
Interpretation: kein intaktes Gewebe erkennbar. SCHLECHTER ZUSTAND

#### SbMh R7 A M

Bohrlänge: 0,0 – 21,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 6,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 1,1 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau  
1,1 – 1,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
1,8 – 2,3 cm keine Ausschläge  
2,3 – 3,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
3,7 – 4,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
4,4 – 5,4 cm keine Ausschläge  
5,4 – 6,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: ab 4,5 cm kein intaktes Gewebe vorhanden. Im Stirnbereich einige intakte Jahrringe zu verzeichnen.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### SbMh R6 L

Bohrlänge: 0,0 – 25,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,0; letzter Ausschlag bei 17,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 1,5 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau.  
1,5 – 2,8 m unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
2,8 – 3,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
3,5 – 4,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

4,2 – 5,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

5,3 – 6,0 cm Abfall auf Nullniveau.

6,0 – 8,8 cm keine Ausschläge

8,8 – 11,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,1 – 16,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

16,8 – 17,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Zwischen 6,0 cm und 8,8 cm Morschungsloch durch Abfall der Bohrkurve erkennbar. MITTLERER ZUSTAND

#### SbMh R4 R

Bohrlänge: 0,0 – 27,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,7 cm; letzter Ausschlag bei 9,9 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,7 – 2,2 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau.  
2,2 – 2,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
2,9 -3,4 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.  
3,4 – 4,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
4,1 – 4,6 cm regelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
4,6 – 7,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Im Stirnseitenbereich noch intaktes Jahrringgewebe vorhanden. Ab 4,0 cm sehr hoher Zersetzungsgrad zu verzeichnen.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### SbMh R5 B M

Bohrlänge: 0,0 – 25,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,3 cm; letzter Ausschlag bei 21,9 cm

Bohrstreifenbeschreibung:

0,3 – 4,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,3 – 4,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

4,7 – 11,9 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,9 – 13,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

13,2 – 15,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

15,6 – 21,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: von 0,0 cm bis 13,0 cm weist Rundholz sehr hohes Zersetzungspotential auf. Ab 13,0 cm intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R3 M

Bohrlänge: 0,0 – 25,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,2 cm; letzter Ausschlag bei 20,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,2 – 1,6 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau.

1,6 – 5,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,9 – 8,1 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

8,1 – 11,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,2 – 12,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

12,8 – 13,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,7 – 15,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

15,8 – 16,9 cm keine Ausschläge

16,9 – 17,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

17,5 – 19,9 cm keine Ausschläge

19,9 – 20,8 cm unregelmäßig, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Grosses Zersetzungspotential am gesamten Rundholz zu erkennen. Zwischen 0,0 cm und 8,0 cm sind intakte Jahringabfolgen aufzuweisen.

SCHLECHTER ZUSTAND

SbMh R1 M

Bohrlänge: 0,0 – 17,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,4; letzter Ausschlag bei 13,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,4 – 1,0 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau.

1,0 – 3,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

3,8 – 7,6 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,6 – 11,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,2 – 13,2 cm regelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: Grosses Zersetzungspotential am gesamten Rundholz zu erkennen. Im Stirnseitenbereich sind intakte Jahringabfolgen aufzuweisen.

SCHLECHTER ZUSTAND

TAFRATZGRABEN GÖFLAN

TG R3 B M

Bohrlänge: 0,0 – 20,4 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,9 cm; letzter Ausschlag bei 19,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,9 – 4,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

4,4 – 9,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,2 – 10,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,2 – 18,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
18,6 – 19,0 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau ohne Ausschläge.  
Interpretation: Kaum intaktes Gewebe vorhanden. Zersetzungspotential in Splintholzbereich bis 4,5 cm am höchsten. SCHLECHTER ZUSTAND

#### TG R3 C M

Bohrlänge: 0,0 – 20,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 20,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 1,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,4 – 3,2 cm keine Ausschläge

3,2 – 4,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,0 – 6,9 cm keine Ausschläge

6,9 – 11,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,5 – 13,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,2 – 16,7 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau ohne Ausschläge.

16,7 – 16,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

16,9 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit starkem Ausschlag

17,0 cm Anstieg der Bohrkurve auf hohes Niveau mit starkem Ausschlag.

17,0 – 18,4 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig, mittleren Ausschlägen.

18,4 – 20,3 cm keine Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. Im Kernholzbereich

geringerer Zersetzungsgrad durch Anstieg der Bohrkurve zu erkennen.  
SCHLECHTER ZUSTAND

#### TG R2 B M

Bohrlänge: 0,0 – 20,6 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 15,7 cm; letzter Ausschlag bei 17,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

15,7 – 16,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

16,6 – 16,9 cm keine Ausschläge

16,9 – 17,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

#### TG R1 A R

Bohrlänge: 0,0 – 23,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 20,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 2,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,6 – 4,3 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,3 – 4,5 cm keine Ausschläge

4,5 – 4,9 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,9 – 8,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,2 – 9,5 cm keine Ausschläge

9,5 – 7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,7 – 10,9 cm keine Ausschläge

10,9 – 11,2 cm starker Ausschlag auf Nullniveau.

11,2 – 12,4 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

12,4 – 14,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
14,2 – 16,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
16,3 – 17,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
17,6 – 19,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

19,4 – 20,7 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau ohne Ausschläge.  
Interpretation: Splintholzbereich weist grössten Zersetzungsgrad auf. Im Kernholzbereich intaktes Gewebe auf zu weisen.

SCHLECHTER ZUSTAND

TG R2 A M

Bohrlänge: 0,0 – 22,1 cm

Ausschlagslänge: 0,0

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 22,1 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

ST. MARTIN LAAS

St.M/Laas 3erRR1 C L

Bohrlänge: 0,0 – 27,7 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,9; letzter Ausschlag bei 27,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 2,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,0 – 3,3 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,3 – 4,3 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

4,3 – 7,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,2 – 7,8 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

7,8 – 20,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

20,6 – 25,9 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
25,9 – 27,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
Interpretation: Im Stirnseitenbereich Morschungspotential hoch. Im Kernbereich ab 8,0 cm durchgehend homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau.

MITTLERER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR3 A M1

Bohrlänge: 0,0 – 10,7 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,0; letzter Ausschlag bei 10,7.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,0 – 1,8 cm unregelmäßig enebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,8 – 2,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,2 – 3,3 cm unregelmäßig engenebeneinanderliegende schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,3 – 7,8 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,8 – 9,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

9,2 – 10,7 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Splintholzbereich mit hohem Morschungspotential. Kernholzbereich intaktes Gewebe zu verzeichnen, jedoch vorzeitiger Abbruch der Bohrung auf Grund von eventuell holzfremder Einflüsse.

MITTLERER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR2 A M1

Bohrlänge: 0,0 – 11,2 cm

Ausschlagslänge: 0,0 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 11,2 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR2 B M1

Bohrlänge: 0,0 – 12,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 2,8 cm; letzter Ausschlag bei 9,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,8 – 5,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,2 – 7,6 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,6 – 9,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR2 C M1

Bohrlänge: 0,0 – 11,8 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 2,5 cm; letzter Ausschlag bei 4,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,5 – 2,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

2,7 – 3,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,6 – 4,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 A M3 (erster Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 5,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,4 cm; letzter Ausschlag bei 5,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,4 – 2,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,6 – 4,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

4,2 – 5,1 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: vorzeitiger Abbruch der Bohrung auf Grund von Einfluss holzfremder Einflüsse. SCHLECHTER ZUSTAND

St. M/Laas 3erRR1 A M3 ( 2. Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 13,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 12,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 1,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

1,7 – 2,2 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

2,2 – 2,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

2,9 – 4,2 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,2 – 6,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,3 – 8,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,0 – 12,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Im Kernbereich intaktes Gewebe vorhanden. Splintholzgebiet hat grossen Zersetzungsgrad zu verzeichnen. MITTLERER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 B M3

Bohrlänge: 0,0 – 18,0 cm

Ausschlagslänge: 0,0

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 18,0 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 C M3

Bohrlänge: 0,0 – 19,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,7 cm; letzter Ausschlag bei 19,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,7 – 1,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,8 – 2,3 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

2,3 – 3,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

3,7 – 4,7 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

4,7 – 8,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,0 – 10,0 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,0 – 11,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,2 – 13,0 cm Anstieg der Bohrkurve auf hohes Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen.

13,0 – 15,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

15,8 – 16,3 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

16,3 – 19,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: immer wieder intaktes Jahrringgewebe vorhanden.

Zwischen 12cm und 16 cm scheint holzfremder Einfluss die Bohrkurve verändern.

MITTLERER ZUSTAND

St.M/Laas 2erRR1 B M1 (1.Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 6,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 6,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 1,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,6 – 2,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

2,0 – 2,5 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen.

2,5 – 4,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,2 – 4,5 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,5 – 4,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

4,8 – 5,7 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,7 – 6,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Anfangs normaler Bohrverlauf. Bei 6,3 cm vorzeitiger Abbruch der Bohrung auf Grund von holzfremden Einfluss.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 2erRR1 B M1 (2.Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 19,3 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,9 cm; letzter Ausschlag bei 19,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,9 – 2,4 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,4 – 3,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,8 – 4,2 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

4,2 – 5,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,0 – 5,7 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

5,7 – 13,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,5 – 14,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

14,6 – 16,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
16,5 – 19,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
Interpretation: Bis etwa 18,0 cm normaler Verlauf der Bohrung. Intakte Jahrringabfolgen erkennbar.

Bei 19,3 cm vorzeitiger Abbruch der Bohrung auf Grund holzfremden Einflusses.

MITTLERER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 A R

Bohrlänge: 0,0 – 11,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,0 cm; letzter Ausschlag bei 10,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,0 – 5,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

5,7 – 8,0 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,0 – 9,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,1 – 9,3 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau.

9,3 – 9,8 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

9,8 – 10,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: homogener Verlauf der Bohrkurve auf niedrigem Niveau, was hohen Zersetzungsgrad zu erkennen gibt. Vorzeitiger Abbruch der Bohrung bei 10,1.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 B R

Bohrlänge: 0,0 – 18,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 3,6 cm; letzter Ausschlag bei 18,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

3,6 – 4,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

4,0 – 6,0 cm keine Ausschläge

6,0 – 6,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,6 – 10,7 cm keine Ausschläge

10,7 – 12,7 cm regelmäßig, engnebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf Nullniveau.

12,7 – 15,7 cm keine Ausschläge

15,7 – 16,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

16,2 – 16,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

16,4 – 18,0 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden. Bei 18,0 Abbruch der Bohrung auf Grund vermutetem holzfremden Einflusses.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 C R

Bohrlänge: 0,0 – 14,6 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 12,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 3,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,1 – 4,6 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau.

4,6 – 8,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,4 – 9,5 cm unregelmäßig engnebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,5 – 10,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

10,0 – 12,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 C M2

Bohrlänge: 0,0 – 12,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 2,0 cm; letzter Ausschlag bei 12,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,0 – 3,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,3 – 10,2 cm keine Ausschläge

10,2 – 11,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

11,3 – 12,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

12,0 – 12,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. Vorzeitiger Abbruch der Bohrung auf Grund vermutetem holzfremden Einflusses.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 A M2 (1. Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 5,4 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 2,3 cm; letzter Ausschlag bei 5,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,3 – 5,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe erkennbar.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 A M2 (2. Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 11,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 9,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 1,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

1,3 – 2,1 cm keine Ausschläge

2,1 – 6,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,8 – 9,4 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 B M1

Bohrlänge: 0,0 – 9,0 cm

Ausschlagsbereich: 0,0

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 9,0 cm keine Ausschläge

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 C M1

Bohrlänge: 0,0 – 3,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,8; letzter Ausschlag bei 3,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 1,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

1,6 – 2,5 cm regelmässige starke Ausschläge auf Nullniveau.

2,5 – 3,0 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,0 – 3,3 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kein normaler Bohrverlauf. Frühzeitiger Abbruch der Bohrung.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 A M1

Bohrlänge: 0,0 – 10,9 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,2 cm; letzter Ausschlag bei 7,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,2 – 1,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
1,9 – 5,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
5,8 – 6,9 cm keine Ausschläge  
6,9 – 7,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden  
SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 C L (1.Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 6,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,8; letzter Ausschlag bei 6,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 1,1 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
1,1 – 1,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
1,8 – 2,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.  
2,2 – 2,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
2,8 – 5,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
5,2 – 6,3 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: Aufgrund vermutetem holzfremdem Einfluss frühzeitiger Abbruch der Bohrung.  
SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 C L (2.Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 6,1 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 6,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 1,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
1,9 – 2,6 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

2,6 – 4,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
4,4 – 6,1 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegend, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Aufgrund vermutetem holzfremdem Einfluss frühzeitiger Abbruch der Bohrung.  
SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 B L

Bohrlänge: 0,0 – 9,1 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 9,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 1,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
1,6 – 2,5 cm Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.  
2,5 – 8,8 cm unregelmäßig mittleren Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
8,8 – 9,1 cm Anstieg der Kurve auf hohes Niveau ohne Ausschläge.

Interpretation: kein normaler Bohrkurvenverlauf. Vorzeitiger Bohrungsabbruch auf Grund vermutetem holzfremdem Einflusses.  
SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 A L

Bohrlänge: 0,0 – 12,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 11,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 8,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
8,1 – 8,8 cm keine Ausschläge  
8,8 – 9,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

veau.  
9,9 – 10,3 cm keine Ausschläge  
10,3 – 10,6 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen  
10,6 – 11,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
11,0 – 11,2 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

St.M/Laas 3erRR1 B M2

Bohrlänge: 0,0 – 15,8 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 7,2 cm; letzter Ausschlag bei 15,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

7,2 – 8,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
8,0 – 8,8 cm keine Ausschläge  
8,8 – 10,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
10,0 – 14,0 cm keine Ausschläge  
14,0 – 15,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

MERAN 2000

M2000 R9 M

Bohrlänge: 0,0 -22,4 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 2,9 cm; letzter Ausschlag bei 22,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

2,9 – 7,8 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,8 – 9,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
9,8 – 10,6 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende Ausschläge auf mittlerem Niveau.

10,6 – 11,3 cm Abfall der Kurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

11,3 – 13,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,8 – 15,0 cm Anstieg der Kurve auf mittleres Niveau mit engeneinanderliegenden, mittleren Ausschlägen.

15,0 – 21,2 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

21,2 – 22,4 Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau, ohne Ausschläge.

Interpretation: Splintholz war an diesem Rundholz schon sehr verwittert. Zwischen 11,0 und 14,0 cm Morschungsschaden vorhanden. Sonst intaktes Gewebe vorhanden.

MITTLERER ZUSTAND

M2000 R9 R (20 cm links von Bohrung R9 rechts)

Bohrlänge: 0,0 – 26,8 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 2,7 cm; letzter Ausschlag bei 23,8 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

2,7 – 4,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

4,2 – 9,4 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,4 – 11,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,8 – 14,8cm keine Ausschläge

14,8 – 15,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

15,8 – 19,7 cm keine Ausschläge

19,7 – 23,8 unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Splintholz durch Verwitterung schwer beschädigt. Im

Bereich zwischen 4,5 cm und 10,0 cm intakte Jahringabfolgen zu verzeichnen. Zwischen 12,0 cm und 19,6 cm Morschungsschaden vorhanden. Ab hier bis 23,8 cm intaktes Gewebe vorhanden.

#### SCHLECHTER ZUSTAND

M2000 R3 R (10 cm links von R3 R)

Bohrlänge: 0,0 – 29,7 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,9 cm; letzter Ausschlag bei 26,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,9 – 15,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

15,0 – 24,0 cm unregelmäßig, engnebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

24,0 – 24,6 cm Abfall der Kurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig, engnebeneinanderliegenden, mittleren Ausschlägen.

24,6 – 26,7 cm Abfall der BohrKurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

Interpretation: homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau. Keine punktuellen Morschungsschäden erkennbar.

#### MITTLERER ZUSTAND

M2000 R 3 L

Bohrlänge: 0,0 – 25,1 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 17,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 3,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,6 – 14,6 cm keine Ausschläge

14,6 – 15,0 cm starker Ausschlag auf niedrigem Niveau.

15,0 – 17,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden..

#### SCHLECHTER ZUSTAND

M2000 R1 M

Bohrlänge: 0,0 – 22,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 22,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 1,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,2 – 5,6 cm keine Ausschläge

5,6 – 6,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,2 – 6,9 cm keine Ausschläge

6,9 – 7,3 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig mittleren Ausschlägen.

7,3 – 8,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

8,6 – 9,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,2 – 11,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

11,1 – 14,2 cm Bohrkurve auf hohem Niveau ohne Ausschläge.

14,2 – 15,2 cm Bohrkurve auf niedrigem Niveau ohne Ausschläge.

15,2 – 22,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: großes Morschungspotential vorhanden vor allem zwischen 0,0 cm und 7,0 cm. Zwischen 11,1 cm und 14,2 cm wird holz-fremder Einfluss vermutet.

Ab 14,2 cm normaler Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau.

#### SCHLECHTER ZUSTAND

M2000 R2 M

Bohrlänge: 0,0 – 21,7 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 21,6 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

- 0,8 – 3,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 3,9 – 6,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 6,8 – 8,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 8,0 – 8,5 cm Starker Ausschlag auf mittlerem Niveau.
- 8,5 – 11,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 11,5 – 12,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 12,5 – 13,0 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig engenebeneinanderliegenden schwachen Ausschlägen.
- 13,0 – 20,4 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 20,4 – 21,6 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau, ohne Ausschläge.

Interpretation: keine punktuellen Morschungsschäden erkennbar. Homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau.

GUTER ZUSTAND

M2000 R17 M

Bohrlänge: 0,0 – 19,2 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 2,7 cm; letzter Ausschlag bei 16,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

- 2,7 – 4,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 4,9 – 7,9 cm keine Ausschläge
- 7,9 – 8,3 cm starker Ausschlag auf niedrigem Niveau.
- 8,3 – 8,9 cm keine Ausschläge
- 8,9 – 10,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 10,0 – 10,2 cm starker Ausschlag auf niedrigem Niveau.
- 10,2 – 12,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache

Ausschläge auf niedrigem Niveau.

- 12,2 – 14,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
  - 14,5 – 16,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- Interpretation: Stirnseitenbereich durch Verwitterung in sehr schlechtem Zustand. Von 0,0 bis 9,0 cm der Bohrkurve kein intaktes Gewebe vorhanden. Im Kernholzbereich intaktes Gewebe zu verzeichnen.
- MITTLERER ZUSTAND

M2000 R10 M

Bohrlänge: 0,0 – 29,0 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 29,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

- 0,5 – 0,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 0,9 – 2,1 cm keine Ausschläge
- 2,1 – 7,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 7,9 – 8,6 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 8,6 – 10,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 10,6 – 11,0 cm starker Ausschlag auf niedrigem Niveau.
- 11,0 – 12,5 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 12,5 – 12,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 12,7 – 14,0 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 14,0 – 14,8 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 14,8 – 18,0 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.
- 18,0 – 22,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.
- 22,2 – 29,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Ni-

veau.

Interpretation: Stirnseitenbereich durch Verwitterung sehr beschädigt. Im Kernholz intaktes Jahringgewebe vorhanden.

MITTLERER ZUSTAND

M2000 R3 R

Bohrlänge: 0,0 – 26,9 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,0 cm; letzter Ausschlag bei 25,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,0 – 8,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,0 – 10,5 cm regelmässige mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

10,5 – 12,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

12,6 – 12,9 cm Anstieg der Bohrkurve auf mittleres Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

12,9 – 15,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

15,8 – 20,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

20,8 – 25,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

25,2 – 25,7 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau, ohne Ausschläge.

Interpretation: Bohrkurvenverlauf zum grössten Teil auf niedrigem Niveau verlaufend. Hohes Morschungspotential vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

M2000 R8 M

Bohrlänge: 0,0 – 25,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 3,8 cm; letzter Ausschlag bei 25,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

3,8 – 6,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

6,5 – 11,4 cm regelmäßig starke Ausschläge auf Nullniveau.

11,4 – 15,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

15,0 – 15,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

15,8 – 16,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

16,0 – 17,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

17,3 – 17,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

17,8 – 21,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

21,2 – 24,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

24,0 – 25,0 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau, ohne Ausschläge.

Interpretation: Stirnseitenbereich durch Verwitterung sehr beschädigt. Zwischen 15,0 cm und 24,0 cm intaktes Gewebe vorhanden.

MITTLERER ZUSTAND

M2000 R13 M

Bohrlänge: 0,0 – 19,8 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 3,9 cm; letzter Ausschlag bei 18,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

3,9 – 7,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,9 – 11,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

11,2 – 12,1 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.

12,1 – 18,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Stirnseitenbereich durch Verwitterung stark beschädigt. Im Kernholzbereich intaktes Gewebe vorhanden.

MITTLERER ZUSTAND

#### M2000 R18 M

Bohrlänge: 0,0 – 19,8 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,7; letzter Ausschlag bei 18,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,7 – 7,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

7,2 – 11,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

11,7 – 13,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,8 – 16,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

16,8 – 18,7 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau, mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

Interpretation: Diese Bohrung erfolgte ohne vorhandensein des Stirnholzes, dass schon durch Verwitterung entfernt worden war. Das heißt 3 cm des Holzes fehlten.

Bohrkurvenverlauf homogen auf niedrigem Niveau, oder niedrigem mittlerem Niveau, was beim Kernholz ein hohes Morschungspotential erkennen lässt.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### M2000 R11 M (von oben Richtung Stirnseite gebohrt)

Bohrlänge: 0,0 – 18,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 15,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 3,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni veau.

3,0 – 8,1 cm keine Ausschläge

8,1 – 9,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni veau.

9,2 – 12,8 cm keine Ausschläge

12,8 – 14,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni

veau.

14,3 – 15,6 cm keine Ausschläge

15,6 – 15,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni veau.

Interpretation: kein intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### M2000 R11 M

Bohrlänge: 0,0 – 15,8 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 15,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 4,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni veau.

4,7 – 6,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni veau.

6,8 – 10,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

10,9 – 14,6 cm unregelmäßig, engeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

14,6 – 15,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

Interpretation: vorzeitiger Abbruch der Bohrung auf Grund vermutetem holzfremden Einfluss. Kein normaler Bohrkurvenverlauf zu verzeichnen.

SCHLECHTER ZUSTAND

#### M2000 R4 M

Bohrlänge: 0,0 – 18,1 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 16,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 1,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

1,0 – 4,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Ni

veau.  
 4,0 – 9,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 9,6 – 10,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
 10,8 – 11,3 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.  
 11,3 – 16,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 16,4 – 16,7 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau, ohne Ausschläge.  
 Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden. Homogener Verlauf der Bohrkurve auf niedrigem Niveau.

#### SCHLECHTER ZUSTAND

M2000 R3 M

Bohrlänge: 0,0 – 21,2 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 1,0 cm; letzter Ausschlag bei 19,9 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,0 – 1,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 1,7 – 2,2 cm keine Ausschläge  
 2,2 – 5,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 5,2 – 5,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 5,7 – 7,1 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 7,1 – 7,5 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 7,5 – 9,1 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 9,1 – 10,4 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
 10,4 – 15,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 15,7 – 19,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
 Interpretation: Hoher Morschungsgrad vor allem im Stirnseitenbereich.

Im Kernholzbereich Niveausteigerung.

#### SCHLECHTER ZUSTAND

#### KALCHOFEN LÜSEN

KO/ Lüssen R6 L

Bohrlänge: 0,0 – 24,8 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,4; letzter Ausschlag bei 23,9 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,4 – 3,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 3,0 – 4,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 4,0 – 4,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
 4,4 – 19,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 19,0 – 23,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
 Interpretation: von 0,4 cm bis 19,0 cm der Bohrung homogener Verlauf auf niedrigem Niveau. Ab 19,0 cm bei 23,8 cm Anstieg des Widerstandes auf mittleres Niveau.

Durchgehend intaktes Gewebe vorhanden, jedoch mit hohem Morschungsgrad.

#### MITTLERER ZUSTAND

KO/ Lüssen R6 M

Bohrlänge. 0,0 – 24,7 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,0 cm; letzter Ausschlag bei 22,6 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 0,8 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 0,8 – 2,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
 2,3 – 4,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

4,8 – 7,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
7,3 – 8,4 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.  
8,4 – 12,0 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
12,0 – 17,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
17,8 – 22,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
22,2 – 22,6 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau ohne Ausschläge.

Interpretation: durchgehend intaktes Gewebe vorhanden, jedoch Bohrkurvenverlauf zwischen 5,0 und 18,0 cm auf niedrigem Niveau.

MITTLERER ZUSTAND

KO/ Lüssen R6 R

Bohrlänge: 0,0 – 20,4 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,2 cm; letzter Ausschlag bei 19,4 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,2 – 4,5 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
4,5 – 8,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.  
8,1 – 11,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.  
11,7 – 13,6 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.  
13,6 – 18,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
18,0 – 19,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Intaktes Gewebe vorhanden, jedoch zwischen 5,0 und 13,5 cm Morschungsschaden vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R5 R

Bohrlänge: 0,0 – 27,1 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 25,7 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 13,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
13,0 – 17,2 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
17,2 – 24,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
24,8 – 25,0 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

25,0 – 25,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: intaktes Gewebe vorhanden, mit Jahrringfolgen erkennbar.

MITTLERER ZUSTAND

KO/ Lüssen R5 M

Bohrlänge: 0,0 – 22,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,0; letzter Ausschlag bei 22,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,0 – 3,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
3,7 – 5,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
5,0 – 17,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
17,2 – 21,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
21,3 – 21,7 cm Abfall der Kurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

21,7 – 22,1 cm keine Ausschläge

22,1 – 22,3 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: intaktes Gewebe vorhanden. Homogener Bohrkurvenverlauf auf niedrigem Niveau.

SCHLECHTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R5 L

Bohrlänge: 0,0 – 17,5 cm

Ausschlagslänge: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 17,5 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 6,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,7 – 13,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,2 – 14,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

14,2 – 17,5 cm Anstieg der Bohrkurve auf hohes Niveau, ohne Ausschläge.

Interpretation: intaktes Gewebe erkennbar, jedoch Bohrkurvenverlauf auf niedrigem Niveau. Ab 14,5 cm kein normaler Bohrverlauf mehr. 17,5 vorzeitiger Abbruch der Bohrung aufgrund vermutetem holzfremden Einflusses.

SCHLECHTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R4 M

Bohrlänge: 0,0 – 24,3 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 23,3 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 3,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

3,3 – 6,6 cm keine Ausschläge

6,6 – 11,3 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

11,3 – 20,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

20,0 – 23,2 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

23,2 – 23,3 cm rascher Abfall der Kurve auf Nullniveau, ohne Ausschläge.

Interpretation: kaum intaktes Gewebe vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R4 R

Bohrlänge: 0,0 – 22,7 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,6; letzter Ausschlag bei 21,8 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 6,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,1 – 9,6 cm regelmäßig mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

9,6 – 12,2 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

12,2 – 14,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf Nullniveau.

14,6 – 18,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

18,0 – 21,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

21,7 – 21,8 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau ohne Ausschläge.

Interpretation: intaktes Gewebe vorhanden, jedoch Bohrkurvenverlauf meist auf niedrigem Niveau. Zwischen 10,7 und 14,6 cm Morschungsschaden vorhanden.

SCHLECHTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R3 M

Bohrlänge: 0,0 – 26,5 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,8; letzter Ausschlag bei 26,5 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 1,7 cm unregelmäßig starke Ausschläge auf mittlerem Niveau.

1,7 – 2,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

2,3 – 5,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

5,2 – 9,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

9,7 – 11,7 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,7 – 13,3 cm Anstieg der Bohrkurve auf hohes Niveau, mit unregel

mäßig mittleren Ausschlägen.

13,3 – 14,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

14,0 – 25,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

25,0 – 25,3 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau, ohne Ausschläge.

25,3 – 26,5 cm regelmäßig, engenebeneinanderliegende, schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

Interpretation: Morschungsschaden zwischen 10,0 und 11,5 cm erkennbar, jedoch durch umliegendes Gewebe abgeschottet. Zwischen 11,5 und 25,0 cm Gewebe in sehr gutem Zustand bei einem Bohrkurvenverlauf auf hohem Niveau.

GUTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R3 R

Bohrlänge: 0,0 – 25,2 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,8 cm; letzter Ausschlag bei 24,1 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,8 – 5,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

5,0 – 8,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

8,1 – 11,7 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

11,7 – 14,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

14,0 – 24,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Zwischen 8,1 cm und 11,7 cm Morschungsschaden vorhanden. Zwischen 0,8 cm und 5,0 cm und im Bereich zwischen 14,0 cm und 24,1 cm homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau.

MITTLERER ZUSTAND

KO/ Lüssen R2 R

Bohrlänge: 0,0 – 25,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,1 cm; letzter Ausschlag bei 25,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,1 – 8,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

8,0 – 18,0 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

18,0 – 18,9 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

18,9 – 20,9 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

20,9 – 22,8 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf hohem Niveau.

22,8 – 23,7 cm regelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

23,7 – 23,8 cm Abfall der Bohrkurve auf niedriges Niveau, ohne Ausschläge.

23,8 – 25,0 cm regelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf Nullniveau.

Interpretation: Keine Schäden erkennbar. Homogener Bohrkurvenverlauf auf mittlerem bis hohem Niveau. Ab 18,0 cm der Bohrung vermuteter holzfremder Einfluss vorhanden. Ein nicht normaler Verlauf der Bohrkurve könnte der Fall sein.

GUTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R2 L

Bohrlänge: 0,0 – 14,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,5 cm; letzter Ausschlag bei 14,0 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,5 – 1,1 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

1,1 – 6,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

6,0 – 10,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
10,7 – 14,0 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Morschungsschaden zwischen 6,0 und 8,0 cm. Zwischen 0,5 cm und 6,0 cm und im Bereich zwischen 11,0 und 14,0 cm Bohrkurvenverlauf auf mittlerem Niveau. Die engenebeneinanderliegenden Ausschläge und der rasche Anstieg am Ende der Bohrkurvenaufzeichnungen lassen holzfremden Einfluss vermuten. Bei 14,0 cm verfrühter Abbruch der Bohrung. MITTLERER ZUSTAND

KO/ Lüssen R1 R

Bohrlänge: 0,0 – 25,4 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,6 cm; letzter Ausschlag bei 24,2 cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

0,6 – 7,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
7,8 – 10,2 cm regelmäßig starke Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
10,2 – 13,6 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf niedrigem Niveau.

13,6 – 16,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
16,0 – 23,9 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
23,9 – 24,2 cm Abfall der Bohrkurve auf Nullniveau mit unregelmäßig schwachen Ausschlägen.

Interpretation: Morschungsschaden zwischen 11,0 cm und 14,0 cm zu erkennen. Im Stirnseitenbereich größeres Morschungspotential zu erkennen, als im Bereich ab 16,2 cm, jedoch intaktes Gewebe vorhanden. MITTLERER ZUSTAND

KO/ Lüssen R1 L (1. Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 5,0 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 0,9 cm; letzter Ausschlag bei 5,0 cm

Bohrkurvenbeschreibung:

0,9 – 1,7 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
1,7 – 4,8 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
4,8– 5,0 cm unregelmäßig schwache Ausschläge auf hohem Niveau.

Interpretation: Vorzeitiger Abbruch der Bohrung bei 5,0 cm, aufgrund vermutetem holzfremden Einflusses.

SCHLECHTER ZUSTAND

KO/ Lüssen R1 L (2. Versuch)

Bohrlänge: 0,0 – 8,9 cm

Ausschlagsbereich: erster Ausschlag bei 1,2 cm; letzter Ausschlag bei 8,8cm.

Bohrkurvenbeschreibung:

1,2 – 2,0 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.  
2,0 – 5,3 cm unregelmäßig mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.  
5,3 – 6,2 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf niedrigem Niveau.

6,2 – 8,8 cm unregelmäßig, engenebeneinanderliegende, mittlere Ausschläge auf mittlerem Niveau.

Interpretation: Vorzeitiger Abbruch der Bohrung bei 8,8 cm aufgrund vermutetem holzfremden Einflusses.

SCHLECHTER ZUSTAND

## 15.4 Aufnahmebögen

### 12.4.1 Gehölzaufnahmebogen

<b>Gehölzaufnahme</b> Gehölzaufnahmebogen: Nr:
Datum:
Gehölzart:
Standortbezeichnung/Baustelle:
Position des Gehölzes
Gehölzhöhe (in m):
Stockdurchmesser (STD in cm):
Brusthöhendurchmesser (BHD in cm):
Vitalität (3=hoch, 2=mäßig, 1=gering, 0=tot):
Schäden: (3=starke, 2=mittlere, 1=schwache, 0=keine):

## 12.4.2 Hangansprache

<b>Aufnahmebogen hangspezifisch</b>		
<b>Standortbezeichnung</b>		
<b>Schäden am Rundholz</b>	<b>Querholznummer</b>	<b>Beschreibung</b>
Überschüttungen		
Unterspülungen		
Materialansammlungen	<b>Hangposition</b>	
Erosionsstellen		
Feuchtestellen		
Schädlinge an Gehölzen		
ev. Zeigerpflanzen erkennbar		
<b>Deckungsgrad Gehölze</b>		
<b>Deckungsgrad Krautschicht</b>		