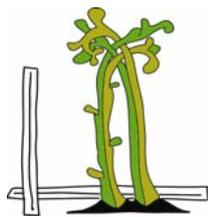


GIS- BASIERTE EVALUIERUNG VON FORSTLICH-INGENIEURBIOLOGISCHEN MAßNAHMEN IM BANNWALD HALLSTATT (OÖ)

DIPLOMARBEIT AM INSTITUT FÜR INGENIEURBIOLOGIE UND
LANDSCHAFTSBAU



DEPARTEMENT FÜR BAUTECHNIK UND NATURGEFAHREN

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR, WIEN



Eingereicht von: Julia Eisl

BetreuerIn: O.Univ. Prof. Dr.phil. Florin Florineth

Dipl.-Ing. Dr. Rosemarie Stangl

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	1
ABSTRACT	2
1. EINLEITENDE KAPITEL	3
1.1 EINLEITUNG	3
1.2 PROBLEMSTELLUNG.....	4
1.3 ZIELSETZUNG	4
1.4 ARBEITSAUFBAU	5
2. PROJEKTGEBIET	6
2.1 LAGE	6
2.2 GEOLOGIE UND BODEN	7
2.3 KLIMA.....	8
2.4 VEGETATION	10
2.5 HISTORISCHER ÜBERBLICK.....	13
2.5.1 <i>Besiedelungsgeschichte Hallstatts</i>	13
2.5.2 <i>Waldgeschichte</i>	15
2.6 DIE BANNLEGUNG DES HALLSTÄTTER BANNWALDES/ RECHTLICHE GRUNDLAGEN	16
3. NATURGEFAHREN DES BANNWALDES HALLSTATT UND SEINE WALDWIRKUNG	18
3.1 EINFÜHRENDE ERLÄUTERUNG	18
3.2 STEINSCHLAG (BLOCKSCHLAG).....	18
3.2.1 <i>Prozessbeschreibung</i>	18
3.2.2 <i>Waldwirkung</i>	20
3.3 LAWINE	22
3.3.1 <i>Prozessbeschreibung</i>	22
3.3.2 <i>Waldwirkung</i>	25
4. BISHERIGE MAßNAHMEN IM BANNWALD HALLSTATT IM RAHMEN FLÄCHENWIRTSCHAFTLICHER PROJEKTE	27
4.1 TECHNISCHE MAßNAHMEN.....	27
4.2 WALDBAULICHE MAßNAHMEN	29
4.3 WILDSCHADENSABWEHR	30
4.4 INGENIEURBIOLOGISCHE MAßNAHMEN	30
5. METHODIK	32
5.1 AUFNAHMEMETHODIK	32

5.1.1	<i>Erläuterungen zu den Aufnahmebögen (Stangl et al., 2010)</i>	33
5.1.1.1	Blatt 1: Maßnahmenfläche	33
5.1.1.2	Blatt 2 - 4: Flächenerhebung	34
5.1.1.3	Blatt 3: Punkterhebung	35
5.2	FELDDATENERHEBUNG	35
5.3	DATENEINGABE	36
5.4	EVALUIERUNG (STANGL ET AL., 2010)	36
5.4.1	<i>Allgemeine Grundlagen</i>	36
5.4.2	<i>Bewertungsansätze (Stangl et al., 2010)</i>	40
5.4.2.1	Zustandsgruppe 1: Naturräumliche Gefährdungen	40
5.4.2.2	Zustandsgruppe 2: Gefährdung Bestandesentwicklung	42
5.4.2.3	Zustandsgruppe 3: Verjüngungspotential	45
5.4.2.4	Zustandsgruppe 4: Schutzwirkung Wald	48
5.4.2.5	Zustandsgruppe 5: Zustand Bauwerke	53
5.5	GIS-UMSETZUNG	54
5.5.1	<i>Allgemeine Erläuterungen</i>	54
5.5.2	<i>Arbeitsschritte</i>	54
6.	ERGEBNISSE	58
6.1	BEWERTUNGSMATRIX	58
6.2	THEMATISCHE KARTEN	62
6.2.1	<i>Allgemeine Grundlagen</i>	62
6.2.2	<i>Überblick</i>	62
6.2.3	<i>Thematische Karten – Themenblock 1: Naturräumliche Gefährdungen</i>	64
6.2.4	<i>Thematische Karten – Themenblock 2: Gefährdung Bestandesentwicklung</i>	70
6.2.5	<i>Thematische Karten – Themenblock 3: Verjüngungspotential</i>	76
6.2.6	<i>Thematische Karten – Themenblock 4: Schutzwirkung Wald</i>	82
6.2.7	<i>Thematische Karten – Themenblock 5: Zustand Bauwerke</i>	92
6.3	BEWERTUNG UND DISKUSSION ANHAND AUSGEWÄHLTER MAßNAHMEN	101
6.3.1	<i>Aufforstungen</i>	101
6.3.2	<i>Technische Maßnahmen und Bestandesentwicklung</i>	102
6.3.3	<i>Lawinenauffangdamm Steingrabenlawine – Bewehrte Erde</i>	104
7.	FOLGERUNGEN FÜR DIE WEITERE VORGEHENSWEISE	110
7.1	LAWINENAUFFANGDAMM STEINGRABENLAWINE	110
7.2	EROSIONSSCHUTZ STEINGRABEN	110
8.	CONCLUSIO	114
9.	LITERATUR	116
10.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	123

11.	TABELLENVERZEICHNIS	128
12.	ANHANG	130

KURZFASSUNG

Der Bannwald Hallstatt in Oberösterreich, der das Gemeindegebiet von Hallstatt, die Hallstätter Landesstraße sowie die Soleleitung vor Naturgefahren schützt, bedarf einer nachhaltigen Bewirtschaftung um die Schutzfunktion aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig muss in bestimmten Bereichen, in der die naturräumliche Gefährdung durch Steinschlag und Lawinen hoch ist, der Wald mit technischen und ingenieurb biologischen Schutzbauten ergänzt werden.

Im Zuge eines Pilotprojekts des Institutes für Waldbau der BOKU Wien im Auftrag des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung wird ein Evaluierungskonzept erstellt, das am Beispiel des Bannwaldes Brentenkogel in Ebensee (OÖ) entwickelt und am Beispiel des Hallstätter Bannwaldes auf die Anwendbarkeit überprüft worden ist. Technische, waldbauliche und ingenieurb biologische Maßnahmen in Schutz- und Bannwäldern wurden bewertet.

Ergebnis des Projekts ist die Bewertung dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kategorien, die jeweils mit einer an das Ampelfarbensystem angelehnten Benotung und Farbgebung erfolgt und in einer Bewertungsmatrix dargestellt wird.

Ziel dieser Diplomarbeit ist die GIS-basierte Darstellung der Evaluierungsergebnisse in thematischen Karten, sowie ein Konzept für die weitere Vorgehensweise im Bereich des in ingenieurb biologischer Bauweise errichteten Lawinenauffangdamms im Auslaufgebiet der Steingrabenlawine.

Die Evaluierung ergibt, dass der Zustand der Bestände hinsichtlich der Schutzfunktion überwiegend eingeschränkt ist. Die Verjüngung weist aufgrund des hohen Verbissdrucks und der durch Steinschlag und Gleitschnee verursachten Schäden eine mäßige Entwicklung auf. Ältere Aufforstungsflächen, die sich bereits im Dickungsstadium befinden, sind in einem zufrieden stellenden Zustand und lassen eine Zunahme der Schutzwirkung erwarten. Die technischen Bauwerke sind größtenteils in gutem Zustand, allerdings sind waldbauliche Maßnahmen zu treffen, bevor sich eine Verschlechterung der Schutzbauten einstellt. Die Bewertung des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine ergibt einen guten Zustand des Dammkörpers, jedoch wirken sich Mängel in der Baukonstruktion und in der Bepflanzung des Damms negativ aus und es bedarf einer Neubepflanzung. Des Weiteren ist eine Sicherung der darüber liegenden Erosionsflanke mit ingenieurb biologischen Bauweisen zu empfehlen.

ABSTRACT

Forests play an important role in the protection against natural hazards. The forest lying above the municipality of Hallstatt, Upper Austria, the “Bannwald Hallstatt”, has the function to protect the township and the underlying street as well as the so-called “Sole-Leitung”, which transports the salt extracted from the mine in Hallstatt, against rock fall and avalanches. Therefore measures have to be taken to ensure that such a protective forest is able to fulfill its function. Depending on the kind of the hazard, different aspects have to be taken into account. In regions with high avalanche and rock fall activity, technical as well as soil-bioengineering measures can complement the silvicultural ones. This thesis was part of a study of the Institute of Silviculture, which established a tool for evaluating measures in protective forests. The study was commissioned by the Austrian Service of Torrent and Avalanche Control in Bad Ischl, Upper Austria, which is in charge of the protective forest in Hallstatt.

The outcome of the study was an assessment which shows the condition of the technical, silvicultural and soil-bioengineering measures taken in the “Bannwald Hallstatt” and is displayed in a 3 grade traffic light system.

This thesis deals particularly with the GIS-based illustration of the results in thematic maps and a concept for the avalanche catching dam of the “Steingraben”-avalanche which was built with soil-bioengineering techniques and the surrounding area, which is highly effected by soil erosion.

The results of the evaluation show that the protective function of the stand against avalanches and rock fall is restricted. The young stands are poorly developed because of browsing and damages through rock fall and gliding snow. Older afforestations are well evolved. The technical protection measures are in good condition, although silvicultural measures have to be taken to ensure that the forest can sustain a part of the protective function, when the technical measures are getting worse in the next few years. The avalanche catching dam of the “Steingraben”-avalanche is also in good condition, although it should be planted again. Also the erosion above the dam should be treated with soil-bioengineering measures.

1. EINLEITENDE KAPITEL

1.1 EINLEITUNG

Im Alpenraum kommt es jährlich zu Schäden durch Naturgefahren. Hochwässer, Muren, Lawinen, Bergstürze und Steinschlag stellen eine Gefährdung für den Lebens- und Siedlungsraum sowie infrastrukturelle Einrichtungen wie z.B. Verkehrswege dar. Der Siedlungsdruck und die zunehmende Erschließung von alpinem Gebiet verlangt nach Maßnahmen, um die Bevölkerung vor diesen Bedrohungen zu schützen.

10.651 Wildbäche, 4.843 Lawinen sowie 424 durch Rutschungen und Steinschlag ausgelöste Risikogebiete wurden bis 2003 in Österreich ausgewiesen. Der Gefährdung nur durch Wildbäche sind in etwa 35.000 Gebäude und 1.500 km Verkehrswege ausgesetzt (BMLFUW, 2007).

In Österreich ist der forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung für den Schutz vor Naturgefahren zuständig, was im Forstgesetz von 1975 verankert ist. Sein Aufgabenbereich umfasst unter anderem die Erstellung von Gefahrenzonenplänen sowie die Planung und Durchführung von technischen und forstlich-biologischen Maßnahmen. Aus dem jährlichen Budget werden durchschnittlich 11% für flächenwirtschaftliche Maßnahmen (Schutzwald, Einzugsgebietsbewirtschaftung) verwendet (BMLFUW, 2007).

Durch zahlreiche von Starkregenereignissen sowie Starkschneefällen ausgelösten Lawinenabgängen und Massenbewegungen, Sturmschäden und durch den Anstieg der Steinschlagproblematik in der jüngeren Geschichte besteht die Notwendigkeit, technische und flächenwirtschaftliche Maßnahmen zu kombinieren, da die Schutzfunktion des Waldes oftmals nicht mehr ausreicht, um einen flächendeckenden Schutz zu gewährleisten. Laut Österreichischem Waldbericht des Jahres 2008 (BMLFUW, 2008) sind große Teile des Schutzwaldes überaltert und weisen hinsichtlich der Schutzfunktion einen sehr schlechten Zustand auf. Aus diesem Grund bedarf es Sanierungs- und Bewirtschaftungskonzepte für Schutz- und Bannwälder, aber auch flächenbezogene Maßnahmenkonzepte, die waldbauliche, technische und ingenieurbioökologische Ansätze vereinen.

Die Wichtigkeit einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung ist in letzter Zeit immer mehr ins Licht öffentlichen Interesses gerückt, was zahlreiche Forschungsprojekte und Publikationen zu diesem Thema zeigen (TEICH und BEBI, 2009; FREHNER, 2009; DORREN und BERGER, 2006; MCPFE, 2007; O'HARA, 2006, BRANG et al., 2006). Ein Evaluierungskonzept für Pflegemaßnahmen in Schutzwäldern etwa wurde vom Schweizer Bundesamt für Umwelt publiziert (FREHNER et al, 2005).

Die vorliegende Arbeit zum Bannwald Hallstatt ist integrierter Bestandteil eines Pilotprojekts des Institutes für Waldbau im Auftrag des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung zur Maßnahmenevaluierung in flächenwirtschaftlichen Projekten.

1.2 PROBLEMSTELLUNG

Ein umfassendes Konzept für die Maßnahmenevaluierung in Schutz- und Bannwäldern wird in Österreich derzeit nicht flächendeckend angewendet. Um eine effiziente und einfache Bewertung zu gewährleisten, bedarf es einer Methodik, die sowohl in den Aufnahmen als auch in der Auswertung zeitsparend eingesetzt und übersichtlich dargestellt werden kann.

Ein weiteres Problem stellt das Auffinden vorhandener Maßnahmenflächen dar, die in den Aufzeichnungen der Wildbach- und Lawinenverbauung nur unzureichend verortet wurden. Eine digitale Datenbank mit GPS-Daten zu den Maßnahmenflächen, sowie eine Darstellung in Karten bildet die Grundlage für das Wiederauffinden der Flächen bei späterer Begehung und Kontrolle.

1.3 ZIELSETZUNG

Ziel des Pilotprojekts ist die Entwicklung eines umfassenden Systems von der Erstellung der Aufnahmeformulare bis hin zur Datenauswertung und Kartendarstellung zur Evaluierung der vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung gesetzten Maßnahmen in flächenwirtschaftlichen Projekten. Dabei wird an den Beispielen Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel (Ebensee) ein Evaluierungstool entwickelt, um zukünftig Schutz- und Bannwälder hinsichtlich ihrer Entwicklung und ihrer Schutzfunktion bewerten zu können. Die Maßnahmen reichen von ingenieurb biologischen über forstliche bis hin zu technischen Maßnahmen.

Teil 1 der Pilotstudie ist die Evaluierung und Entwicklung der Bewertungsansätze im Bannwald Brentenkogel, welche im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit für den Bannwald Hallstatt wiederholt und auf Anwendbarkeit überprüft werden (Teil 2).

Die vorliegende Diplomarbeit hat zum Ziel ein GIS-Konzept als Hilfsmittel im Rahmen der Evaluierung flächenwirtschaftlicher Projekte zu entwickeln. Als Ergebnis soll eine einfach zu erfassende 3-stufige Darstellung der Maßnahmenflächen in den Ampelfarben ROT/GELB/GRÜN dienen, die als thematische Karten angezeigt werden.

Des Weiteren wird besonderes Augenmerk auf den in ingenieurbiologischen Bauweise errichteten Lawinenauffangdamm im Auslaufgebiet der Steingrabenlawine gelegt. In diesem Bereich sollen Folgerungen für den Damm als auch für die darüber liegenden erosionsgefährdeten Bereiche abgeleitet werden.

1.4 ARBEITSAUFBAU

In Kapitel 2 bis 4 der nachstehenden Arbeit wird auf die naturräumlichen Gegebenheiten und die historische Entwicklung des Projektgebiets sowie auf die im Bannwald Hallstatt vorherrschenden Naturgefahren Steinschlag und Lawine eingegangen. Der Beitrag des Waldes als Schutz vor diesen Gefährdungen steht im Vordergrund. In der Methodik (Kapitel 5) wird die Vorgangsweise der Evaluierung und Bewertung der Maßnahmenflächen beschrieben. Die Ergebnisse im Kapitel 6 liegen einerseits in Form einer Bewertungsmatrix vor, die im Zuge des Pilotprojekts erarbeitet wird, andererseits in Form von thematischen Karten zu verschiedenen Bewertungskategorien. Die Ergebnisse werden zusammenfassend in Kapitel 7 diskutiert. Kapitel 8 geht auf die ingenieurbiologischen Maßnahmen im Bereich des Steingrabens ein und diskutiert Vorschläge für die Praxis.

2. PROJEKTGEBIET

2.1 LAGE

Der Bannwald Hallstatt befindet sich im Bundesland Oberösterreich, im Bezirk Gmunden. Das Gebiet ist Teil des Gemeindegebiets von Hallstatt.

Der Bannwald Hallstatt reicht am westlichen Ufer des Hallstätter Sees vom Gosautal bis zum Echerntal und umfasst in einer Seehöhe zwischen etwa 520 und 1.550 m ü.A. eine Fläche von rund 290 Hektar. Im Norden wird er durch die Pass-Gschütt Bundesstraße, im Osten durch das Gemeindegebiet sowie durch die Hallstätter Landestraße und im Süden durch den Echerntalweg begrenzt. Der westliche Abschluss verläuft über den Rudolfsturm und Salzberg bis zum Schneidkogel (1.552 m ü.A.) und zum Gosauock (1.484 m ü.A.).

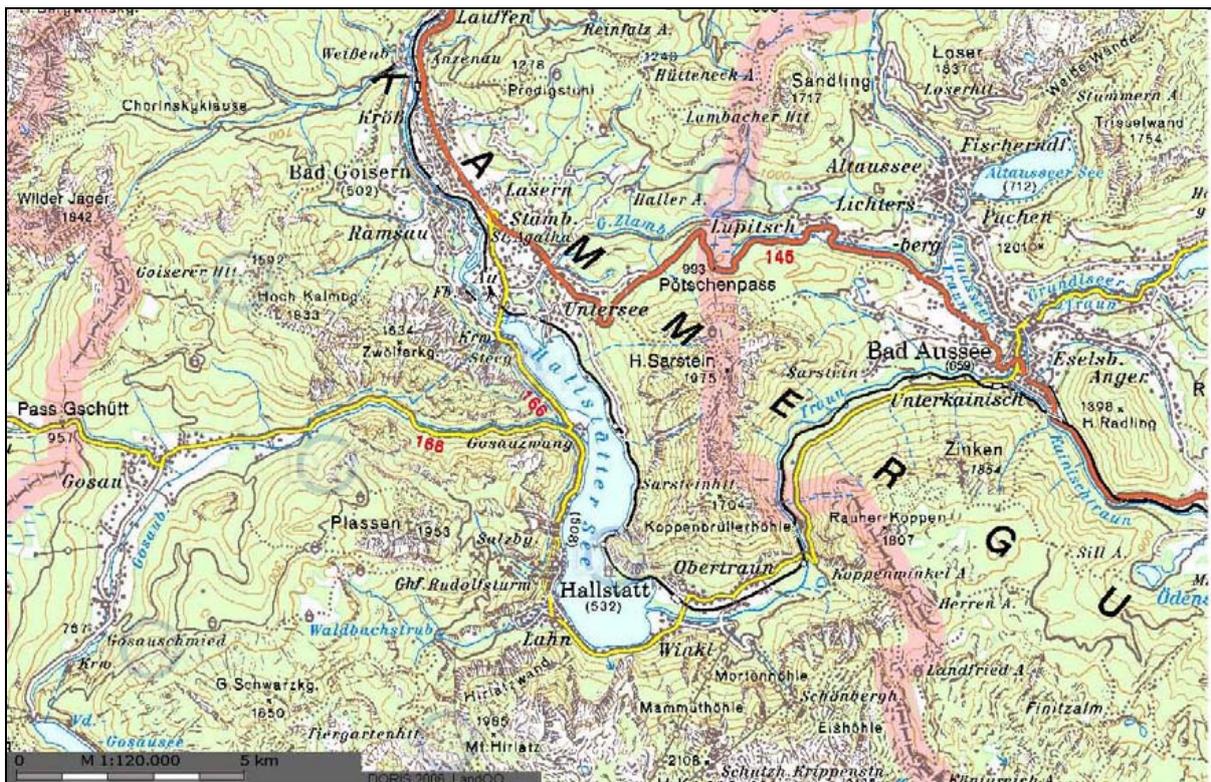


Abbildung 1: Projektgebiet Bannwald Hallstatt (Quelle: <http://doris.ooe.gv.at>)

2.2 GEOLOGIE UND BODEN

Aus geologischer Sicht gehört das Projektgebiet zum Teil der Nördlichen Kalkalpen. Das Grundgestein im Bannwald Hallstatt bildet bankig gelagerter Dachsteinkalk der Triasformation. Im Nordteil bestehen die tiefergelegenen Bereiche aus dolomitisierendem Dachsteinkalk mit Loforit. Der Dachsteinkalk ist teilweise mit Hangschutt überdeckt, im oberen Bereich jedoch als Felswände und Felsbänder zu erkennen.

Durch die langsame Entwässerung und die damit verbundene Lösungsverwitterung neigt der Dachsteinkalk zur Verkarstung. Ebenso bildet Dachsteinkalk großkalibrige Schutthalden. Bergsturzmassen und Felsblöcke finden sich vor allem am Hangfuß im Bereich der Lawinen- und Felssturzzinnen. (BARBL et al, 1998). Die genannten geologischen Bedingungen des Bannwaldes Hallstatt erhöhen die Steinschlaggefahr in diesem Gebiet enorm.



Abbildung 2: Bankig gelagerter Dachsteinkalk im Projektgebiet, Hallstatt, OÖ, Oktober 2009

Neben dem Dachsteinkalk kommen noch andere Gesteinsarten vor. Vor allem in höhergelegenen Hang- und Kammbereichen findet man Allgäu-Schichten, Adneter Kalk, Hierlatzkalk und Klauskalk.

Die vorkommenden Bodentypen sind v.a. Rendzinen, Moder- und Blockschutt-Moderrendzinen sowie lehmreiche Mischböden aus Rendzinen und Kalksteinbraunlehmen (BARBL et al. 1998).

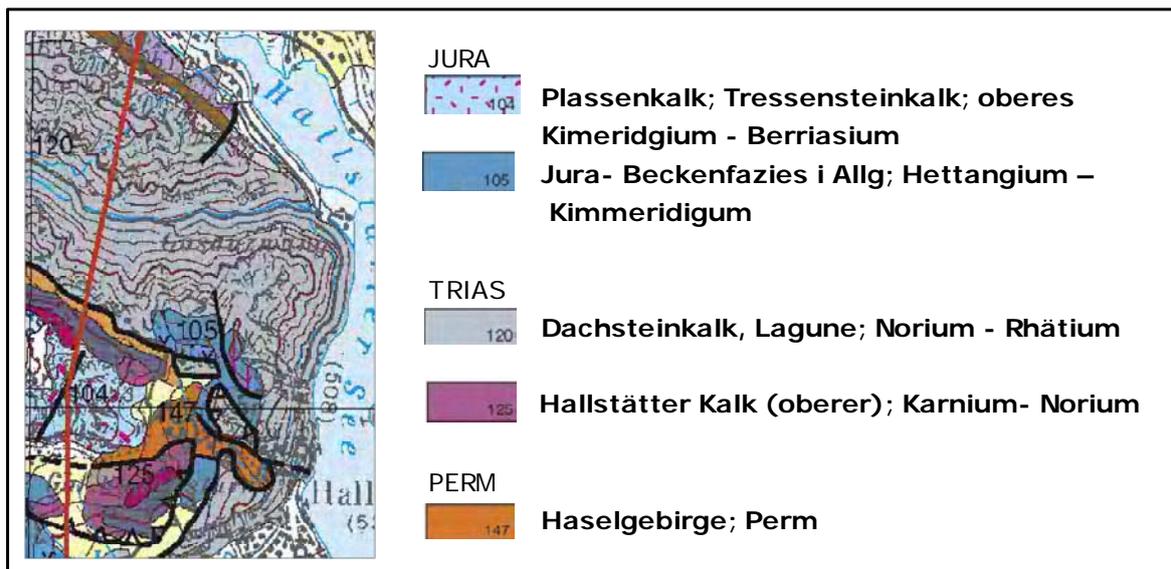


Abbildung 3: Ausschnitt aus der geologischen Karte Oberösterreichs (www.geologie.ac.at)

2.3 KLIMA

Das Projektgebiet Bannwald Hallstatt weist ein kühlhumides Randalpenklima auf, das durch Nord-West Staulagen geprägt ist (KILIAN et al., 1994). Die vom Dachsteinmassiv aufgestauten Luftmassen wirken sich auf die Niederschlagsmenge aus. In den umliegenden Messstationen wurde ein mittlerer Jahresniederschlag von rund 1.650 mm gemessen, der den österreichischen Durchschnitt um etwa 500 mm überschreitet. Niederschlagsmaxima finden sich in den Sommermonaten Juni und August, die Minima liegen im Dezember. In der Vegetationsperiode von April bis September fallen um die 1.000 mm Niederschlag. Tabelle 1 zeigt die mittleren Monats- und Jahresniederschlagssummen der umliegenden Messstationen mit einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich etwa 100 Jahren.

Tabelle 1: Darstellung der mittleren monatlichen und jährlichen Niederschlagssummen der umliegenden Messstationen, Beobachtungszeitraum: von Beobachtungsbeginn bis 2006 (BMLFUW, 2006)

Messstelle	Höhe (m.ü.A)	Beobachtungsbeginn	mittlere Niederschlagssummen in mm												Jahr
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Lahn- Hallstatt	510	1929	97	86	146	130	181	233	132	267	74	92	171	38	1647
Gosau	765	1880	111	114	148	108	177	215	127	278	93	90	163	35	1659
Bad Goisern	505	1895	104	110	142	98	178	198	124	294	96	74	191	29	1638

Tabelle 2 stellt die mittlere Lufttemperatur der benachbarten Messstationen dar. Die Jahresdurchschnittstemperatur der Messstelle Hallstatt Lahn beträgt 6,6°C, Maxima findet man ebenso wie bei den anderen Stationen im Juli, Minima im Jänner. Der Hallstättersee hat durch seine große Wärmespeicherkapazität eine ausgleichende und frostmildernde Wirkung. Im Winter sind die Temperaturen um 1,2°C höher, im Sommer um 1-2°C niedriger als die in Gebieten abseits des Sees (WLV, 2005).

Nach MAYER (1991) nimmt die Durchschnittstemperatur im Sommer mit einer zunehmenden Höhe von 100 m um 0,65 - 0,70°C ab. Im Winter liegt dieser Gradient bei 0,40- 0,45°C pro 100 m. Im Winter kann es durch die windgeschützte Lage und die geringe Sonneneinstrahlung im Tal jedoch auch zu einer Inversionswetterlage kommen. Hierbei bewirken Sonneneinstrahlung oder warme Strömungen höhere Temperaturen in den Bergen als im talgelegenen Kältesee (WLV, 2005).

Tabelle 2: Darstellung der mittleren monatlichen und jährlichen Lufttemperatur umliegender Messstationen, Beobachtungszeitraum: von Beobachtungsbeginn bis 2006 (BMLFUW, 2006)

Messstelle	Höhe (m.ü.A)	Beobachtungsbeginn	mittlere Lufttemperatur in °C												Jahr
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Lahn- Hallstatt	510	1929	-5,4	-2,2	0,4	7,6	12,3	15,8	20,6	14,2	15,5	9,3	3,4	-0,3	7,6
Gosau	765	1896	-5,9	-2,8	-0,7	5,3	10,4	14,8	18,9	12,9	14,6	9,5	2,9	-0,2	6,6
Bad Goisern	505	1991	-3,5	-0,2	2,0	9,0	13,3	16,5	20,9	14,4	16,2	10,7	4,1	0,7	8,7

Laut BAMMER (1986) ist die Schneedecke im Bannwald Hallstatt generell als eher nass zu bezeichnen. Dies hat zweierlei Gründe: Zum einen der Einfluss des Hallstättersees, der im Winter warme, feuchte Luft abgibt und somit die vorhandene Schneedecke durchnässt. Zum anderen sorgen die in der kalten Jahreszeit oft vorkommenden Wärmeeinbrüche, die durch Warmfronten ozeanischen Ursprungs bedingt sind, für Regenfälle. Geschieht dies nach starken Schneefällen, wird der

noch nicht gesetzte Schnee nass und es kommt zu Lawinenabgängen. So wurde im Bannwald Hallstatt noch nie eine Staublawine dokumentiert.

Tabelle 3 zeigt die Schneeverhältnisse der umliegenden Messstationen. Durchschnittlich hält sich die Schneedecke zwischen 100 und 143 Tage von Anfang/Mitte November bis Ende April. Eine geschlossene Winterdecke ist an 78 bis 128 Tagen von Anfang/Mitte Dezember bis Anfang März/April zu erwarten.

Im beobachteten Zeitraum von 1960/61 bis 1990/91 fiel an 29 bis 54 Tagen Neuschnee. Die Schneehöhe variiert zwischen 35 cm in Lahn-Hallstatt und 119 cm in Gosau. Die größte beobachtete Schneehöhe der Messstation Hallstatt (525 m ü.A.) wurde am 12.02.1952 gemessen und betrug 132 cm. Die Station Hallstatt- Salzberg, die auf einer Seehöhe von 1.012 m ü.A. liegt, zeigte im Jahre 1924 eine Schneehöhe von 270 cm. (WLV, 2005)

Tabelle 3: mittlere Schneeverhältnisse der umliegenden Messstationen der Winter 1960/61- 1990/91 (aus: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1994)

Messstationen	Höhe (m.ü.A)	Schnee- bedeckung (A) Beginn	Winter- decke (B) Beginn	Zahl der Tage mit			Summe Neuschnee- höhe (cm)	Größte Schneehöhe (cm)
				A	B	Neu- schnee		
Lahn- Hallstatt	510	14.11	08.12	115	101	39	327	35
Gosau	765	07.11	02.12	143	128	54	517	119
Bad Goisern	505	18.11	16.12	100	78	29	233	71

2.4 VEGETATION

Eine erfolgreiche und ökologische Waldbewirtschaftung ist stark an die vor Ort gegebenen Standortbedingungen gebunden. Die Kenntnis der natürlichen räumlichen Verteilung der verschiedenen Waldgesellschaften ist somit für die Erarbeitung von Bewirtschaftungskonzepten und die Planung von Maßnahmen unumgänglich.

In Österreich gibt es verschiedene Ansätze zur Gliederung des Naturraums in unterschiedliche Wuchsgebiete. Die Tatsache, dass in der Praxis verschiedene Methoden Verwendung fanden, wurde zum Anlass genommen, um das Konzept „Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs - Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten“ nach KILIAN et al. (1994) zu entwickeln, das seither verwendet wird.

Die Gliederung in Hauptwuchsgebiete nach KILIAN et al. (1994) erfolgt nach Regionalklima und Grundgestein bzw. Landschaftsform, die wesentlich an Bodenbildung und Wasserhaushalt beteiligt sind. Die Unterteilung der Hauptwuchsgebiete wiederum in Wuchsgebiete geschieht vor allem nach kleinräumigeren klimatischen und geomorphologischen Gesichtspunkten. Aus diesem Grund ist auch eine Gliederung in Höhenstufen notwendig, da sich die Bedingungen mit zunehmender Seehöhe ändern.

Die Grenzen der Wuchsgebiete sind allerdings als vereinfachte Darstellung zu verstehen, weil sich Gebiete auch überschneiden bzw. breite Übergangszonen bilden (KILIAN et al., 1994).

Das Projektgebiet Bannwald Hallstatt ist nach KILIAN et al. (1994) dem Wuchsgebiet 4.1: Nördliche Randalpen – Westteil zuzuordnen. Im Süden grenzt das Wuchsgebiet an 2.2: Nördliche Zwischenalpen – Ostteil. Die Gliederung der Höhenstufen ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4: Gliederung der Höhenstufen im Wuchsgebiet 4.1.: Nördliche Randalpen – Westteil (KILIAN et al., 1994)

Höhenstufe	Seehöhe (m.ü.A.)
Submontan	400- 600
Tiefmontan	600- 800
Mittelmontan	800- 1200
Hochmontan	1200- 1450
Tiefsubalpin	1450 – 1650

Im Hallstätter Bannwald finden sich alle in Tabelle 4 angegebenen Höhenstufen wieder. Die submontane und tiefsubalpine Stufe sind allerdings nur mehr am Rande anzutreffen, da die Grenzen des Projektgebiets bei etwa 520 m ü.A. und 1.550 m ü.A. liegen.

Nach BARBL et al. (1998) sind die submontane und tiefmontane Höhenstufe durch das Vorkommen von Buchenwäldern geprägt, eine Beimischung von Tanne, Bergahorn und Esche ist möglich. Diese Stufe reicht bis zu etwa 600 m ü.A., auf Sonnenhängen kann sie bis zu 700 m ü.A. erreichen.

Mittel- bis hochmontan findet sich ein Fichten-Tannen-Buchen-Wald, wobei mittelmontan Buche und Tanne vorherrschen, während sich in der hochmontanen

Stufe die Fichte immer mehr durchsetzt und es zu einem ausgeglichenen Mischverhältnis der montanen Hauptbaumarten kommt.

Die tiefsubalpine Stufe, die allerdings im Bannwald Hallstatt nur sehr begrenzt vorkommt, da das Projektgebiet in einer Seehöhe von etwa 1.550 endet, wird geprägt durch einen Fichtenwald mit Beimischung von Lärche. (BARBL et al.,1998)

Abbildung 4 gibt einen Überblick auf das weitgehend bewaldete Projektgebiet.



Abbildung 4: Gebietsabgrenzung des Hallstätter Bannwaldes, OÖ,
Quelle: <http://doris.ooe.gv.at>

Im Bannwald Hallstatt besteht die Vegetation weitgehend aus montanen klimazonalen Laubmischwäldern und Laub-/Nadelwäldern. Allerdings sind auch submediterrane und ozeanische Elemente zu finden. Beispiele für ozeanisch verbreitete Arten sind die Eibe (*Taxus baccata*) sowie die Stechpalme (*Ilex aquifolium*), die beide im Zuge der Außenaufnahmen gefunden wurden. (NIKLFELD 1979)

Nach den Untersuchungen von GRUBER et al. (1998) sind die im Bannwald Hallstatt vorkommenden zonalen Wälder der Platterbsen-Buchenwald (*Lathyro-Fagetum*), sowie der Alpendost Fichten-Tannen-Buchenwald (*Adenostyles glabra-Abieti-Fagetum*). Auf Nordost- bis Ost-exponierten Hängen mit dystrophen Verhältnissen ist der Buchen-Eiben-Steilhangwald (*Taxo-Fagetum*) und der Fichten-Tannen-Buchenwald mit Rostsegge (*Adenostyles glabra-Abieti-Fagetum caricetosum ferruginei*) beobachtet worden. Der Weißseggen-Buchenwald (*Carici albae-Fagetum*) ist auf südexponierten Standorten der tief- und submontanen Stufe zu finden, während an südseitigen Steilhängen und felsigen Lagen der Kalkfels-Fichtenwald mit

Blaugras (*Adenostylo glabrae-Piceetum montanum*) vorkommt. Weniger extreme Südlagen mit trockenen Verhältnissen bilden die Waldtypen Fichten-Tannen-Buchenwald mit Reitgras und Weißsegge (*Adenostyles glabra-Abieti-Fagetum calamagrostietosum* und *Adenostyles glabra-Abieti-Fagetum caricetosum albae*)

2.5 HISTORISCHER ÜBERBLICK

2.5.1 BESIEDELUNGSGESCHICHTE HALLSTATTS

Steinzeit

Bereits in der Jungsteinzeit um 12.000 v. Chr. drangen Jäger in das Gebiet rund um Hallstatt vor, da die Tiere die hier vorkommende Quellssole zur Salzaufnahme nutzten. Erste Besiedelungen folgten etwa 5.000 v.Chr.

Um 3.000 v.Chr. wurden schließlich das Salzberghochtal besiedelt und die Salzlagerstätten durch Versieden der Quellssole genutzt. Schon bald begann das gewonnene Salz den Eigenbedarf übersteigen. Der Grundstein für den Salzhandel war gelegt.

Bronzezeit

Mit der Entdeckung von Kupfer und seiner Veredelung zu Bronze wurde in der Bronzezeit um 1.500 v.Chr. mit dem Salzbergbau begonnen. Diese Entwicklung setzte sich bis etwa 800 v.Chr. fort. Die Handelsbeziehungen reichten damals bereits bis an die Ostsee (Bernsteinfunde).

Hallstattzeit

In der älteren Eisenzeit („Hallstattzeit“) zwischen 800 und 400 v.Chr. erreichte Hallstatt einen Besiedlungshöhepunkt, was das Gräberfeld mit über 2.000 Gräbern belegt. Die Lebensmittelversorgung erfolgte vom nördlichen Alpenvorland. „Bergherren“ leiteten den Bergbau und standen dem Gemeindewesen vor. Um 400 v.Chr. kam es zur Einnahme durch die Kelten. Das Königreich Noricum war geboren. 300 v.Chr. führte eine Murkatastrophe zum Einsturz des Bergwerks im Bereich der Ostgruppe und vernichtete die Siedlungen im Hochtal. Es kam zu einem Neubeginn des Bergbaus in der Westgruppe.

Römerzeit

Um Christi Geburt unterlag die Technologie des Salzabbaus einer grundlegenden Veränderung. Der frühere trockene Abbau durch Herausschlagen der Salzstücke wurde vom nassen Abbau (Lösungsbergbau) abgelöst.

Die römischen Siedler und Händler hatten bis 100 n.Chr. ihre Vormachtstellung gefestigt und sich an strategisch wichtigen Punkten wie in Hallstatt niedergelassen. Der römische Name Hallstatt war damals „Saleste“. 400 n.Chr. löste das Vordringen germanischer Stämme eine Völkerwanderung aus. Nach dem Zusammenbruch des Weströmischen Reichs 488 n.Chr. endete die Römerzeit in Hallstatt.

Mittelalter

Zwischen 500 und 600 n.Chr. verdrängten die Bajuwaren die Slawen. Der Salzabbau dürfte auch zu dieser Zeit als Lebensgrundlage der Bevölkerung gedient haben, obwohl es nur wenige Hinweise hierfür gibt. Anfang des 11. Jahrhunderts wurde die Burg Wildenstein erbaut. Die Herrschaft Wildenstein reichte vom Südende des Traunsees bis nach Hallstatt. Ebenso im 11. Jahrhundert wurde der Almwirtschaftsaum ins Gebirge stark ausgedehnt. 1248 wurde der Rudolfsturm am Salzberg durch Herzog Albrecht erbaut.

Ende des 13. Jahrhunderts lösten Streitigkeiten um Salzabsatzgebiete einen „Salzkrieg“ zwischen dem Landesherren und dem Erzbischof von Salzburg aus. 1311 nahm sich Königin Elisabeth des Hallstätter Salzwesens an. Hallstatt bekam in diesem Jahr das Marktrecht. Bergbau und Sudbetrieb wurden zum Staatsbetrieb und blieben dies bis 1998.

Neuzeit

1595 wurde aufgrund der Holzknappheit in Hallstatt die Saline Ebensee errichtet. Zum Transport wurde eine 40 km lange Soleleitung gebaut.

Im 16. und 17. Jahrhundert wurde aufgrund einer Klimaverschlechterung nur mehr Roggen und Hafer angebaut. Durch Naturkatastrophen, Futtermangel und hohe steuerliche Belastungen ging die Almwirtschaft zurück.

1750 wurde der Markt Hallstatt durch einen Brand zerstört. Die Sudhütte wurde beim Wiederaufbau in den Ortsteil Lahn verlegt.

1832 erfolgte die Erstbesteigung des Dachsteins durch den Naturforscher Prof. Friedrich Simony.

1865 wurde das Sudholz durch Umstellung auf Kohlebefeuerung ersetzt. Zu dieser Zeit lag die Salzproduktion der Salinen Hallstatt, Bad Ischl und Ebensee bei etwa 800.000 Meterzentnern, wofür ein Einschlag von ca. 250.000 Festmeter Holz notwendig war. Hierfür wurden vor allem Fichte und Tanne verwendet.

Im Jahr 1879 wurde die Eisenbahn gebaut. Bis dahin erfolgte der Salztransport über den Wasserweg der Traun und Donau. Die Bannlegung der Waldgebiete oberhalb Hallstatts fand im gleichen Jahr statt.

Im April 1968 wurde der 35 m hohe Ziegelschornstein der Salzsudhütte gesprengt. Der letzte Salzsud erfolgte bereits im Jahr 1964.

(URSTÖGER, 1994; DIEHL, 1996)

2.5.2 WALDGESCHICHTE

Die Entwicklung des Hallstätter Waldes hängt eng mit der historischen Entwicklung rund um die Salzgewinnung zusammen, da zum Salzsieden Brennholz notwendig war. Die ersten Waldordnungen von 1523/24 verlangten nach der „Heranzügelung“ von großflammig brennendem Holz der Fichte und Tanne. Das Holz der Buche war als Sudholz nicht geeignet, da es zwar einen höheren Brennwert hat, jedoch kleinflammig verbrennt und man es dadurch für den Pfannenboden als schädlich hielt. Außerdem eignet sich die Buche nicht gut zum Triften. Deshalb war die Nutzung des Buchenholzes als Brennmittel auch den Untertanen erlaubt. Die „Holzmeister“, die für das Schlagen der Hallholzwaldungen zuständig waren, führten großflächige Kahlschläge durch.

In der Generalwaldbeschau der Jahre 1630 bis 1634 wurde das Vorkommen von Schwarzwäldern mit Fichte, Tanne und Lärche festgestellt. Die Bestandeseerneuerung erfolgte meist durch natürliche Verjüngung, allerdings nutzte man gesunde Bäume als Samenbäume und verjüngte auch durch Aussaat von hauptsächlich Fichte, Tanne und Lärche.

Aus dem Josephinischen Lagebuch von 1788 geht ein Anteil von 1/6 hartem Holz und 5/6 weichem Holz hervor.

Maximilian von Wunderbaldinger erfasste den Wald im Bereich Hallstatt und Obertraun im Jahre 1852. Er fand vorherrschend Fichte mit Buche und Lärche,

außerdem Bergahorn, Ulme und Esche sowie selten Zirbelkiefer und empfahl eine Nachzucht mit Fichte.

1850 erfolgte eine Trennung des Forst- und Salinenwesens. Die Forst- und Domänenverwaltung Gmunden war fortan für das Forstwesen im Salzkammergut zuständig. Die Generaldirektion der Österreichischen Bundesforste übernahm diese Aufgabe seit der Gründung im Jahre 1926 (BAMMER, 1986).

Mit der Bannlegung des Waldes um Hallstatt im Jahre 1879 war die Nutzung stark eingeschränkt. Genauere Einzelheiten werden in Kapitel 2.6 beschrieben.

2.6 DIE BANNLEGUNG DES HALLSTÄTTER BANNWALDES/ RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Im österreichischen Forstgesetz wird der Begriff des Schutz- und Bannwaldes definiert. Das Forstgesetz unterscheidet zwischen Standortschutzwäldern und Objektschutzwäldern. Standortschutzwälder werden ausgewiesen, wenn der Wald *„[...] durch die abtragenden Kräfte von Wind, Wasser oder Schwerkraft gefährdet ist [...]“* (FORSTGESETZ 1975/2007), der Standort als solches also schützenswert ist. Objektschutzwälder *„[...] sind Wälder, die Menschen, menschliche Siedlungen oder Anlagen oder kultivierten Boden insbesondere vor Elementargefahren oder schädigenden Umwelteinflüssen schützen [...]“* (FORSTGESETZ 1975/2007).

Maßnahmen zur Erhaltung eines stabilen Schutzwaldes sind vom Eigentümer zu treffen, sofern die Kosten nicht den Ertrag bzw. die Begünstigungen aus öffentlichen Mitteln überschreiten. Eine Wiederbewaldung von Kahlschlagflächen ist zu gewährleisten (FORSTGESETZ 1975/2007).

„Objektschutzwälder, die der direkten Abwehr bestimmter Gefahren von Menschen, menschlichen Siedlungen oder Anlagen oder kultiviertem Boden dienen, sowie Wälder, deren Wohlfahrtswirkung gegenüber der Nutzwirkung ein Vorrang zukommt, sind durch Bescheid in Bann zu legen“ (FORSTGESETZ 1975/2007).

Bannzwecke sind unter anderem der Schutz vor Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlag und Hochwasser.

Der Bannwald Hallstatt wurde im Jahre 1879 unter Bann gelegt, um das Gemeindegebiet und die Hallstätter Landesstraße vor Lawinen und Steinschlag zu schützen. Erlaubt war lediglich die Bringung von Schadensbäumen, z.B. aus Windwürfen.

Die Bannwalderkenntnis von 1902 erlaubte auch die Herausnahme von Stämmen, wenn dies zur Bestandesverjüngung notwendig war. In schwer zugänglichen Gebieten, wo eine Bringung des Holzes nicht möglich war, mussten die gefällten Stämme für den Steinschlagschutz entastet, entrindet sowie quer gelegt werden. Diese Maßnahme wird als Querfällung bezeichnet und kommt bis dato noch zur Anwendung (BAMMER, 1986).

Im Jahre 1975 wurde das Forstgesetz erlassen, das die Begriffe des Schutz- und Bannwaldes beinhaltet und eine nachhaltige Bewirtschaftung derselben fordert. Ebenfalls in diesem Gesetz wurden die Aufgaben des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung festgelegt, die den Schutz vor Naturgefahren umfassen.

Nach einem Gutachten der Bezirkshauptmannschaft Gmunden wurde im Jahre 1988 ein „Bescheid zur Bannwalderkenntnis Hallstatt“ erlassen, der eine gruppenweise Altholzentnahme und Verjüngung durch „[...] *standortgerechte Nadelbaumarten, wie Fichte und Lärche* [...]“(BH GMUNDEN, 1988) vorsieht, um einen hohen Anteil an wintergrünen Nadelhölzern als Lawinenschutz zu gewährleisten. Aufgrund des extremen Standorts wurde von einer flächenmäßigen Vorgabe abgesehen und kleinflächige Nutzungen wurden empfohlen. Außerdem sollte bei gefällten Stämmen eine Höhe von 1m als Gleitschneeschutz belassen werden (BH GMUNDEN, 1988).

3. NATURGEFAHREN DES BANNWALDES HALLSTATT UND SEINE WALDWIRKUNG

3.1 EINFÜHRENDE ERLÄUTERUNG

Der Bannwald Hallstatt schützt die Gemeinde sowie Infrastruktur und Verkehrswege vor Steinschlag und Lawinen. Die Anforderungen an den Wald bezüglich dessen Schutzfunktion sind je nach Prozess verschieden. Um ein erfolgreiches Bewirtschaftungskonzept zu erstellen, ist das Wissen um die Prozesse und den Beitrag, den der Wald zur Erhöhung der Schutzfunktion leisten kann, essentiell. Im folgenden Kapitel werden die zwei für den Bannwald Hallstatt relevanten gravitativen Naturgefahren - Steinschlag und Lawine - beschrieben und auf den Zustand des Waldes für einen optimalen Schutz eingegangen.

3.2 STEINSCHLAG (BLOCKSCHLAG)

3.2.1 PROZESSBESCHREIBUNG

Die Prozesse Steinschlag und Blockschlag sind gravitative Prozesse. Nach ONR (2009) sind dies „*Formen der Verlagerung von Locker- oder Festgestein, die überwiegend unter dem Einfluss der Schwerkraft erfolgen*“. Diese Prozesse beinhalten „[...] *Hangmuren, Steinschlag, Felssturz, Rutschungen, Felsgleitungen, Kriechen und Fließen*“ (ONR, 2009).

Die gravitativen Prozesse werden nach dem Multilingual Landslide Glossary (WP/WLI, 1993) in Rutsch-, Fließ- und Sturzprozesse unterschieden. Die für den Bannwald Hallstatt bedeutsamen Stein- und Blockschläge gehören den Sturzprozessen an.

Die Einteilung der Sturzprozesse erfolgt meist nach Größe und Volumen der Sturzmasse. Die Literatur weist verschiedene Definitionen für die einzelnen Klassen auf. Die Tabellen 5, 6 und 7 stellen mögliche Ansätze zur Klassifizierung von Sturzprozessen dar.

Tabelle 5: Klassifikation von Steinschlägen, Blockschlägen, Felsstürzen und Bergstürzen nach WP/WLI (1993)

PROZESS	DEFINITION
Steinschlag	Durchmesser < 50 cm Geschwindigkeit: 5 – 30 m/s
Blockschlag	Durchmesser > 50 cm Geschwindigkeit: 5 – 30 m/s
Felssturz	Volumen: 100- 100.000 m ³ Geschwindigkeit: 10 – 40 m/s
Bergsturz	Volumen: > 1 Mio. m ³ Geschwindigkeit: > 40 m/s

Tabelle 6: Klassifikation von Steinschlägen, Blockschlägen, Felsstürzen und Bergstürzen nach POISEL (1997)

PROZESS	DEFINITION
Steinschlag	Volumen: >0,1 m ³
Blockschlag	Volumen: 2 m ³
Felssturz	Volumen: 10.000 m ³
Bergsturz	Volumen: > 10.000 m ³

Tabelle 7: Klassifikation von Steinschlägen, Blockschlägen, Felsstürzen und Bergstürzen mit Berücksichtigung der Ablagerungsfläche nach ABELE (1974)

PROZESS	DEFINITION
Steinschlag	Durchmesser: < 1m Kubatur: < 1 Mio. m ³ Ablagerungsfläche: < 10 ha
Felssturz	Durchmesser: > 1m Kubatur: < 1 Mio. m ³ Ablagerungsfläche: < 10 ha
Bergsturz	Durchmesser: > 1m Kubatur: > 1 Mio. m ³ Ablagerungsfläche: > 10 ha

Für den Bannwald Hallstatt sind vor allem Stein- und Blockschläge relevant. Die vor Ort gefundenen Steine bzw. Blöcke weisen einen Maximaldurchmesser von 150 cm auf. Die Auslösemechanismen solcher Sturzprozesse sind vielfältig. Wurzeldruck, Frostdruck, Kluftwasserdruck oder Erschütterungen, aber auch anthropogene Einwirkungen (z.B. Baustellen oder Überbelastung) können Gründe für Stein- und Blockschläge sein. Sekundär können sich Steine aus den Wurzeltellern umgestürzter Bäume lösen und in Bewegung geraten. Bewegungsformen sind Gleiten, Rollen und Fallen. SPANG (1997) unterscheidet zwischen Entstehungs-, Transit- und Ablagerungsgebiet.

Die Sturzgeschwindigkeit von Stein- und Blockschlägen liegt zwischen 5 und 30 m/s. Ab einer Hangneigung $< 30^\circ$ kommen die Bewegungen im Allgemeinen zur Ruhe (LATELTIN, 1997).

Bei Stein- und Blockschlägen ist ein saisonaler Unterschied zu beobachten. PANCZA (1985, in: KAITNA, 2008) beobachtete im Alpenraum Spitzten im Jahresverlauf zwischen Mai und Juni, tageszeitlich wurden zur Mittagszeit die größten Häufigkeiten festgestellt.

3.2.2 WALDWIRKUNG

Treffen Steine oder Blöcke auf ein Hindernis (z.B. auf einen Baum), verlieren sie an Energie. Dadurch nimmt die Geschwindigkeit ab und die Steine werden in andere Richtungen gelenkt oder bleiben am Baum liegen.

Die Bremswirkung hängt stark vom Durchmesser der Bäume ab. Bäume mit kleinen Durchmessern, die also noch elastischer sind, können den Steinen ausweichen. Stärkere Durchmesser haben eine bessere Bremswirkung, können allerdings leichter beschädigt werden. Der wirksame Mindestdurchmesser variiert je nach Steingröße. Vereinfacht gilt: Je größer die Steine, desto größer der wirksame Mindestdurchmesser. Der erforderliche Mindestdurchmesser kann allerdings nicht genau berechnet werden. Die vorhandenen Werte wurden in Versuchen angenähert und stützen sich auf Erfahrungen (FREHNER et al., 2005). Tabelle 8 zeigt die angenommenen wirksamen Mindestdurchmesser nach FREHNER et al. (2005).

Tabelle 8: Angenommene wirksame Mindestdurchmesser (Brusthöhen-durchmesser) für verschiedene Steingrößen im Transitgebiet (FREHNER et al., 2005)

Steingröße (Durchmesser)	Angenommener wirksamer Mindestdurchmesser
< 40 cm	Bis 20 cm BHD
40- 60 cm	20- 35 cm BHD
> 60 cm	Über 35 cm BHD

Auch KALBERER (2007) hat in umfangreichen Untersuchungen zur Waldwirkung gegenüber Steinschlag herausgefunden, dass der Zieldurchmesser mit der Steingröße steigt. Bei einer Steingröße bis 35 cm Durchmesser und einer Energie von etwa 5 kJ ist ein Zieldurchmesser von 20 cm anzustreben. Sind die Steine bis zu 75 cm groß und erreichen Energien bis zu 50 kJ, beträgt der erforderliche Baumdurchmesser 40 cm. Das bedeutet Produktionszeiten von 120 Jahren auf gutwüchsigen Standorten bis hin zu 250 Jahren in Gebirgswäldern.

Bei Steinen größer 75 cm ist auch der Zieldurchmesser anzupassen, wobei allerdings zu beachten ist, dass die Stabilität der Bäume mit zunehmendem Alter abnimmt.

Ein entscheidender Faktor in der Schutzwirkung sind die Stammzahlen eines Bestands. Je mehr Bäume pro Hektar, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Stein einen Baum trifft und von ihm gebremst oder gestoppt wird. Bei kleinen Steingrößen kann im Auslauf- oder Ablagerungsgebiet eine Verjüngung mittels Stockausschlag erfolgen, sofern das Transitgebiet kurz ist und geeignete Baumarten vorkommen. Stockausschlagfähige Baumarten wären z.B. Esche oder Bergahorn. Bei der Stockausschlag-Verjüngung ist allerdings zu beachten, dass die Niederwaldschläge in Streifen mit einer maximalen Öffnung von 20 m in Falllinie erfolgen müssen und der Pflegeaufwand hoch ist (FREHNER et al., 2005).

Einen positiven Effekt auf die Schutzwirkung sowohl im Transit- als auch im Ablagerungsgebiet hat liegendes Totholz, da es die Oberflächenrauigkeit erhöht und somit Steine bremsen oder stoppen kann. Liegt das Holz schräg zur Falllinie, kann es auch einen kanalisierenden Effekt haben und die Steine in eine bestimmte Richtung lenken. Bei geringen Mengen liegenden Totholzes sammeln sich viele Steine an einem Stamm. Dies kann bei Faulen des Stammes zu einer

Steinschlagquelle werden und muss weiter beobachtet oder mit frischen Hölzern gesichert werden.

Im Wurzelraum kommt es durch das Dickenwachstum und durch Windbewegungen, die eine ständige Hebelwirkung zur Folge haben, zur Zerkleinerung des Gesteins durch Wurzelsprengung. So können auch umgefallene Bäume eine Steinschlagquelle darstellen, wenn die in Wurzeltellern verwachsenen Steine freigelegt werden. Auf Windwurfflächen kommen somit zweierlei Faktoren zum Tragen. Auf der einen Seite haben tote Bäume eine positive Wirkung aufgrund der erhöhten Oberflächenrauigkeit, auf der anderen Seite jedoch einen negativen Effekt durch den entstandenen Steinschlagherd (FREHNER et al., 2005). Die Untersuchungen von NOACK et al. (2004) bescheinigen toten Bäumen kurzfristig sogar eine bessere Schutzwirkung auf Windwurfflächen. Es kann unter günstigen Bedingungen 30 bis 50 Jahre dauern, bis der Zerfallsprozess so weit fortgeschritten ist, dass liegendes Totholz den Schutz nicht mehr übernehmen kann. Werden die Windwurfflächen aufgearbeitet geht die Schutzfunktion allerdings sofort verloren.

3.3 LAWINE

3.3.1 PROZESSBESCHREIBUNG

„Unter einer Lawine sind Schneemassen zu verstehen, die bei raschem Absturz auf steilen Hängen, in Gräben u.ä. infolge der Bewegungsenergie oder der von ihnen verursachten Luftdruckwelle oder durch ihre Ablagerungen Gefahren oder Schäden verursachen könne.“ (GABL et al., 2000).

Von der Entstehung bis zur Ablagerung kann eine Lawine in drei Zonen eingeteilt werden: das Anbruchgebiet, die Sturzbahn und das Ablagerungsgebiet. Die Klassifikation von Lawinen erfolgt nach verschiedenen Gesichtspunkten.

Im Anbruchgebiet sind die Kriterien Anrissform, Lage der Gleitfläche und Wassergehalt ausschlaggebend. Nach der Form des Anrisses wird zwischen Lockerschneelawinen, die von einem Punkt ausgehen, und Schneebrettlawinen, die linienförmig anreißen, unterschieden. Befindet sich die Gleitfläche innerhalb der Schneedecke, spricht man von einer Oberlawine und von einer Bodenlawine, wenn

diese auf der Bodenoberfläche gleitet. Je nach Anteil von freiem Wasser gibt es Trockenschnee- und Nassschneelawinen. In der Sturzbahn der Lawine ergibt sich die Klassifizierung aus der Form der Sturzbahn, nämlich flächig oder runsenförmig, und der Form der Bewegung. Nach der Bewegungsform wird zwischen Staub- und Fließlawine unterschieden, eine gemischte Bewegungsform ist allerdings möglich. Tabelle 9 bietet einen Überblick über die Internationale Morphologische Lawinenklassifikation (UNESCO, 1981).

Tabelle 9: Internationale Morphologische Lawinenklassifikation (UNESCO, 1981)

Zone	Kriterium	Alternative Merkmale	
Anbruchgebiet	Form des Anrisses	Von einem Punkt ausgehend: Lockerschneelawine	Von einer Linie anreißend: Schneebrettlawine
	Lage der Gleitfläche	Innerhalb der Schneedecke: Oberlawine	Auf der Bodenoberfläche: Bodenlawine
	Flüssiges Wasser im Lawinenschnee	Fehlend: Trockenschneelawine	Vorhanden: Nassschneelawine
Sturzbahn	Form der Sturzbahn	Flächig: Flächenlawine	Runsenförmig: Runsenslawine
	Form der Bewegung	Stiebend: Staublawine	Fließend: Fließlawine

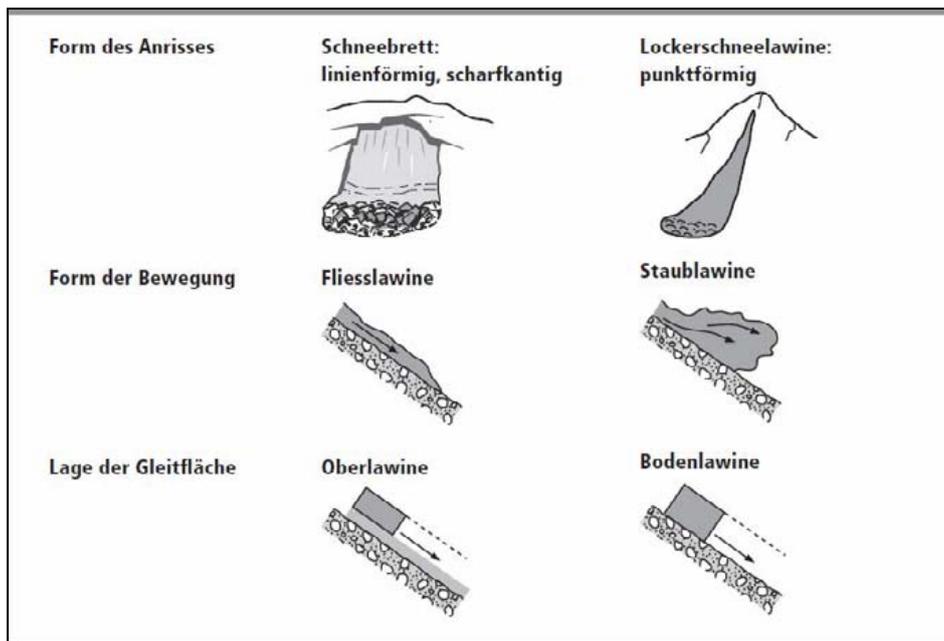


Abbildung 5: Lawinenklassifikation nach Anrissform, Bewegungsform und Lage der Gleitfläche (MUNTER, 1992)

Die Bildung von Lawinen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Witterung und Schneedeckenaufbau, aber auch naturräumliche Gegebenheiten wie Hangneigung oder Geländeform können die Lawinenbildung begünstigen.

Ab einer Hangneigung von 30° ist potentiell mit einem Lawinenanriss zu rechnen. Hänge, die flacher sind als 30°, weisen meist eine zu geringe Scherspannung auf um einen Scherbruch zu erzeugen. Mit zunehmender Hangneigung steigt auch die Wahrscheinlichkeit eines Lawinenanbruchs. Am häufigsten entstehen Lawinen bei Hangneigungen zwischen 30° und 40°. Darüber können sich zwar auch Lawinen bilden, durch die Steilheit wird allerdings der Hang schon oft während des Schneefalls entladen, wodurch es zwar zu häufigeren, jedoch weniger gefährlichen Lawinen kommt.

Die Neuschneemenge ist ein wichtiges Kriterium, da ab einer kritischen Neuschneehöhe von 30 cm über einen Zeitraum von 3 Tagen die Verfestigung des Schnees zu langsam erfolgt und die Schneemassen unter der Eigenlast abbrechen. Je höher die Summe der Neuschneehöhen, desto größere Gefahr besteht für die Bildung von Lawinen.

Der Schneedeckenaufbau ist vor allem bei Schneebrettlawinen von großer Bedeutung. Befinden sich Gleitschichten wie Oberflächenreif oder Harsch innerhalb der Schneedecke, reichen die Reibungskräfte oft nicht aus, um die obere Schicht mit

der unteren zu verzahnen. Eine Schneetafel löst sich unter dem Eigengewicht der Oberschicht.

Bei Lockerschneelawinen geht der Anriss von einem Punkt aus. Ein Teilchen wird in Bewegung gesetzt und andere Teilchen schließen sich der Bewegung an. Dies geschieht bei Schnee mit schwacher Bindung. Das Anreißen setzt sich so lange fort, bis die Bewegungsenergie geringer ist als die Arbeit, die eingesetzt werden muss, um die Reibung zu überwinden (GABL et al., 2000).

3.3.2 WALDWIRKUNG

Die Bildung von Lawinen wird durch den Wald im Gegensatz zu Freiflächen verringert. Die Gründe hierfür liegen vor allem im Schneedeckenaufbau, der von mehreren Faktoren beeinflusst wird.

Interzeption

Die Schneeinterzeption führt zu einer Verringerung der Schneehöhe im Wald. Ein Teil des Schnees, der in den Baumkronen aufgefangen wird, verdunstet, ein anderer Teil fällt später als Klumpen oder Tropfen ab (MAYER, 1991). Bei kleinen Schneefallmengen liegt der Interzeptionswert bei 70%, das Rückhaltevermögen starker Schneefälle beträgt 30%. Dadurch ist der Schneedeckenaufbau innerhalb einer Waldfläche inhomogener als im Freiland, wodurch es zu keiner eindeutigen Ausbildung einzelner Schichten kommt (FREHNER et al., 2005).

Strahlung

Im Wald besteht ein anderes Mikroklima als im Freiland. Durch die Beschirmung wird einerseits die kurzweilige Sonneneinstrahlung, andererseits die langweilige terrestrische Abstrahlung verringert. Dadurch kommt es zu einer geringeren Erwärmung bei Tag und einer verminderten Abstrahlung bei Nacht. Die Schneedecke bleibt an der Oberfläche wärmer, was den Temperaturgradienten innerhalb der Schneedecke verringert und die Schneemetamorphose beeinflusst (GABL et al., 2000). Die aufbauende Umwandlung, die störanfallige Schneeschichten zur Folge hat, ebenso wie die Bildung von Gleitschichten wird weitgehend unterbunden (FREHNER et al., 2005).

Wind

Durch den verminderten Wind innerhalb des Waldes kommt es zu weniger Schneeverfrachtungen. In Bestandeslücken und am Bestandesrand wird der Schnee allerdings gesammelt abgelagert. Da es in diesen Bereichen auch zur Bildung von Oberflächenreif kommen kann, besteht bei Tribschneeablagerungen eine erhöhte Lawinengefahr (FREHNER et al., 2005).

Oberflächenrauigkeit

Die Oberflächenrauigkeit ist im Wald durch die Vegetation und liegendes oder stehendes Totholz erhöht. Dadurch kommt es zu einer verbesserten Verzahnung der Schneedecke mit der Bodenoberfläche (FREHNER et al., 2005). Allerdings kann die Lawinenbildung auch begünstigt werden, wenn durch abgefallenes Laub eine Rutschfläche entsteht. Dies ist vor allem bei Buchenlaub der Fall (PERZL, 2006).

Stützwirkung der Stämme

Die Stützwirkung der Stämme ist nach MARGRETH (2004) ein vernachlässigender Faktor bei der Lawinenbildung. Nach DE QUERVAIN (1978) wirken bei einer Schneehöhe von 2 m und einer Hangneigung von 35° die Bäume auf die Zehn- bis Fünfzehnfache Fläche des Stammdurchmessers in einem näherungsweise kreisrunden Bereich. Nach FREHNER et al. (2005) braucht es 500 Stämme pro Hektar mit Brusthöhendurchmesser von mindestens acht Zentimeter bei einer Hangneigung von 30°. Bei Hangneigungen von 40° sind mindestens 1.000 Stämme pro Hektar erforderlich.

4. BISHERIGE MAßNAHMEN IM BANNWALD HALLSTATT IM RAHMEN FLÄCHENWIRTSCHAFTLICHER PROJEKTE

4.1 TECHNISCHE MAßNAHMEN

Steinschlagschutz

Laut GERBER (2001) ist ein Schutznetz eine Konstruktion bestehend aus Netzen, Stützen und Seilen, das die Aufgabe hat bewegte Steine und Blöcke aufzufangen und die gesamte kinetische Energie des vertikal einfallenden Wurfkörpers zu absorbieren. Im Bannwald Hallstatt wurden verschiedene Netze aufgestellt. Je nach Notwendigkeit wurden Werke mit unterschiedlicher Energieaufnahmefähigkeit – zwischen 350 und 2000 kJ - errichtet. Zusätzlich dienen vor allem im Bereich ‚Bannwald Hallstatt Süd‘ Stahlschneebrücken dem Steinschlagschutz (WLV, 2007).

Lawinenschutz

Abgesehen vom Lawinenauffangdamm im Auslaufgebiet der Steingrabenlawine, besteht der Lawinenschutz im Bannwald Hallstatt aus Anbruchverbauungen. Diese Stützwerke werden in Lawinenanrissgebieten aufgestellt und bewirken eine erhöhte Schneedeckenstabilität durch verringerte Gleit- und Kriechbewegungen oberhalb der Verbauung. Bricht innerhalb der Verbauung eine Lawine an, wird das Mitreißen der Altschneedecke durch das Bauwerk verhindert und die Größe der Anrissfläche vermindert (MARGRETH, 2004).

Die im Bannwald Hallstatt vorherrschenden technischen Bauwerke zum Schutz vor Lawinenanbrüchen sind Stahlschneebrücken, allerdings sind vereinzelt auch Schneebrücken aus Holz vorhanden. Nach MARGRETH (2007) handelt es sich bei Schneebrücken um starre Stützwerke, deren Rostbalken parallel zur Niveaulinie verlaufen. Die Stützwerke werden in Lawinenanrissgebieten aufgestellt und bewirken eine erhöhte Schneedeckenstabilität durch verringerte Gleit- und Kriechbewegungen oberhalb der Verbauung. Bricht innerhalb der Verbauung eine Lawine an, wird das Mitreißen der Altschneedecke durch das Bauwerk verhindert und die Größe der Anrissfläche vermindert (MARGRETH, 2004).

Im Einzugsgebiet der Steingrabenlawine wurden als Anbruchverbauungen Drahtseilnetzwerke der Firma Geobrugg errichtet. In MARGRETH (2007) wird ein

Schneenetze als nachgiebiges Stützwerk mit einem Netz als Stützfläche definiert. Vorteile von Schneenetzen sind v.a. die zusätzliche Funktion als Steinschlagschutz, und das verbesserte Landschaftsbild, da die Netze von unten meist nicht sichtbar sind. Zwar sind auch die Stahlschneebrücken als Steinschlagschutz im Bannwald Hallstatt Süd wirksam und unverzichtbar, trifft jedoch ein größerer Stein oder Block auf solch ein starres Stützwerk, kommt es zur Verformung der Balken.

Gleitschneeschutz

Als Gleitschneeschutzmaßnahmen werden einerseits die oben erwähnten Stahlschneebrücken, andererseits Verpfählungen angesehen. Nach HEUMADER (1987, in: MAYER, 1991) sind Verpfählungen auf größeren Blößen oder Freiflächen als Schutz vor Schäden durch Schneeschub zu errichten. Durch die verringerten Schneebewegungen innerhalb der Verpfählung kann in vergrasteten Flächen oder Blößen die Verjüngung gefördert werden. Im Bannwald Hallstatt bestehen die Verpfählungen aus Torstahl und sind zusätzlich mit einem Draht verspannt, um die Stabilität der Verpfählung zu erhöhen. Ein weiterer Vorteil der Drahtverspannung ist die eingeschränkte Bewegungsfreiheit des Wildes und dadurch ein verminderter Verbissdruck innerhalb der Fläche. Abbildung 6 zeigt eine Torstahlverpfählung im Bannwald Hallstatt.



Abbildung 6: Torstahlverpfählung der Maßnahmenfläche 14 im Bannwald Hallstatt, OÖ, 10/2009

4.2 WALDBAULICHE MAßNAHMEN

Femelschlag

Die Verjüngungseinleitung erfolgt abgesehen von zufälligen Ereignissen wie z.B. Windwürfen in Form von Femelschlägen. Nach MAYER (1992) handelt es sich hierbei um einen unregelmäßigen, trupp-, gruppen- oder horstweisen Aushieb von Bäumen, der einen vorübergehenden Schutz der Jungwuchsgruppen bildet. Der Femelschlag gilt im Schutzwald als geeignetes Verjüngungsverfahren, da diese Bewirtschaftungsform eine rasche Bestandeserneuerung fördert und die Schutzwirkung nur kleinflächig herabgesetzt wird. Die Femellöcher sollten allerdings nicht in Falllinie, sondern parallel zu den Schichtenlinien angeordnet sein, da so die Lücken in Fallrichtung klein gehalten und Gefährdungen durch Schneegleiten und Steinschlag vermindert werden (EHRENFELDNER, 2005). Im Bannwald Hallstatt wurden an 11 der untersuchten Maßnahmenflächen Femelschläge durchgeführt.

Aufforstung

Aufforstungen wurden im Bannwald Hallstatt in den durch Femelschläge freigestellten Flächen durchgeführt oder erfolgten im Zuge der Bauausführung technischer Maßnahmen. Hierbei wurden bewurzelte Topfpflanzen verwendet. Die gewählten Baumarten für die Aufforstung sind je nach Maßnahmenfläche verschieden. Vor allem wurden die Baumarten Fichte und Tanne, die für den Lawenschutz wichtig sind, gepflanzt.

Querfällung

Wie bereits in den Kapiteln zur Waldwirkung gegen Naturgefahren erwähnt, hat liegendes Totholz einen positiven Effekt auf die Schutzwirkung, sowohl hinsichtlich Steinschlag, da die liegenden Stämme Steine auffangen können, als auch in Bezug auf Lawinen, da Schneebewegungen durch die erhöhte Oberflächenrauigkeit eingeschränkt werden. Nach MAYER (1991) sind die quergelegten Stämme an Stöcken oder Bäumen anzulegen oder mit Drahtseilen zu befestigen.

Stehendes Totholz – hohe Abstockung

Das Stehenlassen von gefälltten Baumstämmen mit einer Höhe von 1 - 2 Metern dient der Verminderung von Schneebewegungen. Laut MAYER (1991) ist diese gemeinhin als ‚rustikaler Gleitschneeschutz‘ bekannte Maßnahme ab einer

Hangneigung von 35° zu treffen. Auch AMMANN (2006) bescheinigt in der Studie zur Schutzwirkung abgestorbener Bäume gegen Naturgefahren den stehengelassenen Stammresten eine Stabilisierung der Schneedecke, sowie eine Verankerung von liegendem Totholz. Allerdings nimmt die Schutzwirkung mit zunehmender Zersetzung des Totholzes ab, sodass die Verjüngung die Schutzfunktion übernehmen muss. Die Bewertung von Maßnahmen mit ‚rustikalem Gleitschneeschutz‘ erfolgte im Bannwald Hallstatt auf 13 Flächen.

4.3 WILDSCHADENSABWEHR

Der Wildverbiss stellt für die Verjüngung eine starke Belastung dar. Vor allem das Schalenwild, zu dem Reh-, Gams-, Rot- und Damwild gehören, schädigen den Jungwuchs oft enorm, da diese oft in Äsungskonkurrenz stehen. Vor allem im Spätwinter bei Äsungsmangel tritt ein erhöhter Verbissdruck auf. Der Verbiss von Knospen, jungen Trieben und Blattorganen sowie Schäden durch Fegen und Schlagen von Rehböcken und Hirschen beeinträchtigt die jungen Pflanzen. Ältere Jungwüchse sind auch von Schälsschäden durch Rotwild betroffen. Allerdings sind auch Hasen und Nagetiere für Nageschäden und Rindenverbiss verantwortlich (MAYER, 1992).

Wirksame Schutzmaßnahmen stellen vor allem Zäunungen dar, ein Einzelschutz durch mechanische Mittel wie z.B. Stacheln oder chemische Mittel wie das Streichen der Triebe mit Cervacol, reichen bei überhöhtem Wildstand nicht aus (MAYER, 1992). Nachteile von Wildschutzzäunen sind vor allem die permanente Betreuung und Wartung, da die Zäune oftmals durch Windwürfe oder Wildschweine zerstört werden, sowie die Entsorgung ausgedienter Zäune. Auch gegen Nagetiere sind Wildschutzzäune meist wirkungslos.

Im Bannwald Hallstatt wurde als Maßnahme zur Wildschadensabwehr neben dem Aufstellen von Wildschutzzäunen zusätzlich der chemische Einzelschutz in Form von Streichen des Leittriebes angewendet.

4.4 INGENIEURBIOLOGISCHE MAßNAHMEN

Der bestehende Lawinenauffangdamm der Steingrabenlawine wurde nach der Planung von ANDERSCHITZ (2007) erhöht. Die Planung sieht auf der Damminnenseite eine Erhöhung durch Blocksteinsicherung, an der Außenseite durch

bewehrte Erde vor. Nach FLORINETH (2004) handelt es sich bei der bewehrten Erde um Erdmaterial, das mit Vliesen und Armierungsgittern bewehrt wird. Bei der bewehrten Erde werden zusätzlich Stekhölzer und bewurzelte Gehölze als horizontale Bewehrungselemente eingebracht.

Als Armierungsvlies dient ein Geogitter, das Vegetationsvlies bildet das Geotextil. Die Geokunststoffe zur Bewehrung verfestigen den Boden, indem sie Zugspannungen aufnehmen. Das Vegetationsvlies schützt den Damm vor oberflächlicher Erosion und ermöglicht eine Begrünung. Mit der Bepflanzung des Damms wird die Stabilität infolge Durchwurzelung und Bodenentwässerung verbessert.

Die Planung des Lawinenauffangdamms sieht eine Bepflanzung mit autochtonen, standortgerechten Arten vor. Neben der Purpurweide (*Salix purpurea*) und der Lavendelweide (*Salix eleagnos*), die in Form von Stekhölzern ausgebracht werden, wird die Verwendung von bewurzelten Laubhölzern empfohlen. Die in der Planung vorgeschlagenen Pflanzenarten sind Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Hasel (*Corylus avellana*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Grauerle (*Alnus incana*), Gemeiner Schneeball (*Viburnum opulus*) und Mehlbeere (*Sorbus aria*). Als Pflanzenbedarf wurden 1.300 Stück Topfpflanzen und 1.500 Stück Stekhölzer angeführt (ANDERSCHITZ, 2007).

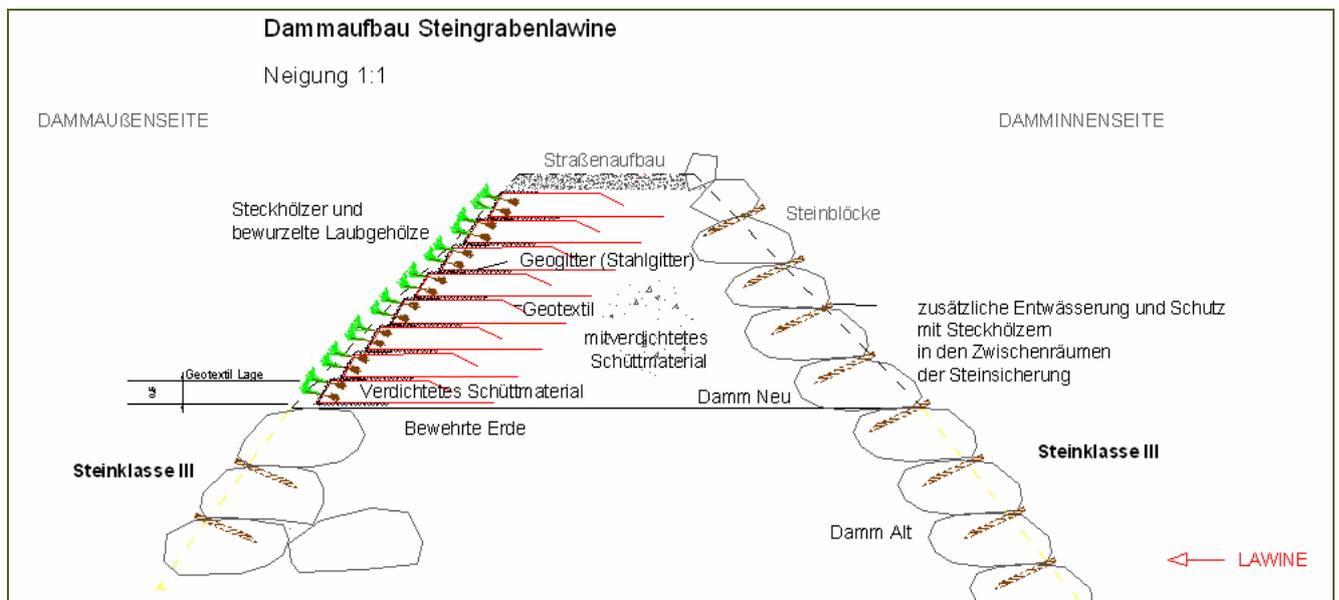


Abbildung 7: Geplanter Dammaufbau des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine nach ANDERSCHITZ (2007)

5. METHODIK

5.1 AUFNAHMEMETHODIK

Den ersten Schritt des Arbeitsprozesses stellte die Erarbeitung der Evaluierungsbögen auf Basis der Maßnahmenflächen für die Felddatenerhebung dar. Diese wurden gemeinsam mit Eduard Hochbichler vom Institut für Waldbau sowie Schiffer Michael und Bitterlich Wolfram vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut entwickelt.

Die vorhandenen Aufnahmeformulare des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut wurden auf Basis des ISDW-Aufnahmeschemas („Initiative Schutz durch Wald“) des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Forst (LEBENS MINISTERIUM IV/4, 2010) durch weitere Parameter, die für die Auswertung hinsichtlich der Schutzfunktion relevant waren, ergänzt. Während der Feldaufnahmen stellte sich der Aufnahmemodus für bestimmte Parameter als ungünstig heraus. Daher erfolgte nach der Datenauswertung nochmals eine Überarbeitung der Evaluierungsbögen um eine leichtere Handhabung bei der Dateneingabe zu gewährleisten und die Datenmenge auf das Wesentlichste, für die Auswertung Notwendige, zu beschränken. Dem Anhang sind die bei den Feldaufnahmen verwendeten Evaluierungsbögen beigelegt.

Die Aufnahmekategorien werden in Tabelle 10 dargestellt. Sie bestehen aus Standort-, Bestandes- und Verjüngungsdaten. Die Bestandesdaten wurden taxativ angesprochen und mit der Winkelzählprobe ergänzt, die der Ermittlung der biometrischen Kenndaten (Stammzahlen N/ha, Grundfläche G, Vorrat Schaftholz nach Pollanschütz) dienen. Die Verjüngungsdaten wurden ebenfalls taxativ erhoben und mittels Traktanalyse und Zählung im Detail registriert.

Die Evaluierungsbögen sind in unterschiedliche Ebenen gegliedert und bestehen aus den Einzelformularen Maßnahmenfläche, Flächenerhebung und Punkterhebung. Die Erläuterung zu den Evaluierungsbögen erfolgt im nachstehenden Kapitel. Die Evaluierungsbögen sind im Anhang enthalten.

Tabelle 10: Übersicht über die Aufnahmekategorien der im Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel verwendeten Evaluierungsbögen (Abkürzungen: BA= Baumarten, WZP= Winkelzählprobe, N/ha= Stammzahlen pro Hektar, G= Grundfläche, Vspoll= Vorrat Schaftholz nach Pollanschütz), 08/2009 (Stangl et al., 2010)

Standortdaten		Aufnahmekategorien	
	Exposition Hangneigung Seehöhe	Verjüngungsansprache	Kultur JA/NEIN Naturverjüngung JA/NEIN BA- Anteile Höhe/Baumart Verbiss/Baumart Verbiss gesamt Schäden
Bestandesdaten	Wuchsklassen BA-Anteile Wuchsklassen Stammzahlen Alter Struktur Beschirmung Totholz Käferbefall Windwurf Wind-/Schneebruch Schältschäden Steinschlag Schutzfunktion	WZP	N/ha - G - Vspoll Baumbestand
		Traktanalyse	Verbissklassen Traktanalyse Höhenklassen Traktanalyse

5.1.1 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AUFNAHMEBÖGEN (STANGL ET AL., 2010)

5.1.1.1 Blatt 1: Maßnahmenfläche

Blatt 1 dient zur Übersichtsdarstellung der gesamten Maßnahmenfläche. Diese wird grob skizziert, bemaßt und mit den vorkommenden Wuchsklassen versehen. Die Mittelpunkte der aufgenommenen Probeflächen, die in ihrer Anzahl je nach Maßnahmenflächengröße variieren, werden eingetragen. Zusätzlich werden Bauwerke, falls vorhanden, sowie deren Zustand eingezeichnet. Die Zustandsbewertung wird optisch durchgeführt und erfolgt in den 3 Ampelfarben GRÜN, GELB und ROT. Allfällige Bemerkungen zu den Schutzbauten können eingetragen werden.

Die Probeflächenanzahl wird vor Ort festgelegt und es unterliegt den ProtokollführerInnen, diese zu bestimmen. Die Probeflächen haben eine Größe von 60 x 60 m und sollten die Maßnahmenfläche repräsentativ abdecken. Die Anordnung der Probeflächen erfolgt im Regelfall rasterförmig. Bei homogenen Flächen mit gleichförmig runden oder quadratischen Grundrissen bis zu einer Größe von 1 ha hat sich eine Probefläche als ausreichend erwiesen. Die Probeflächenanzahl erhöht sich mit zunehmender Abweichung in Richtung rechteckige Grundrisse, Grundrisse mit

zusammengesetzten Flächen oder Grundrisse mit starker Längenausdehnung im Verhältnis zur Flächenbreite.

In homogenen Waldgebieten reicht es aus, die Probeflächen im Abstand von etwa 40 m zwischen den Flächen zu legen. Herrschen viele Inhomogenitäten vor, muss darauf geachtet werden, alle Charakteristiken der Fläche zu erfassen und wenn notwendig die Anzahl der Probeflächen zu erhöhen.

Des Weiteren werden auf Blatt 1 die bisher durchgeführten Maßnahmen mit den dazugehörigen Jahreszahlen der Durchführung aufgelistet. Die Jahreszahlen sind den Archivunterlagen der WLW zu entnehmen bzw. werden bei fehlenden Aufzeichnungen angeschätzt. Ergänzende Informationen können bei den zuständigen Förstern und Verantwortlichen der WLW erfragt werden.

5.1.1.2 Blatt 2 - 4: Flächenerhebung

In den Blättern 2 - 4 werden die einzelnen Probeflächen ausgehend aufgenommen. Die Größe der Probeflächen beträgt ausgehend von einem Mittelpunkt eine Umgebung von 3.600 m².

Neben generellen Daten wie Datum, BearbeiterIn, Flächenummer und Maßnahmenflächen-Codierung (Zuordnung zu den von der Wildbach- und Lawinverbauung festgelegten Abteilungen und Unterabteilungen) werden zuerst die Standortdaten erhoben. Diese umfassen Exposition, Hangneigung, Seehöhe, GPS-Koordinaten sowie Angaben zur Steinschlagaktivität.

In die „Skizze Wuchsklassen“ werden die vorhandenen Wuchsklassen sowie technische Bauwerke eingetragen. Diese Skizze wurde mit einem Raster von 10 x 10 m versehen, um die Entfernungen besser abschätzen zu können.

Die Bestandesdaten umfassen Alter, Struktur sowie Angaben zu Baumartenanteilen und Stammzahlen der einzelnen Wuchsklassen sowohl für die Maßnahmenfläche selbst als auch für den umliegenden Baumbestand. Weiters werden Informationen zu Totholz und Schäden, biotischen Schäden wie Käferbefall und abiotischen Schäden wie Windwurf und Wind-/Schneebruch angegeben.

In der Verjüngungs- und Aufforstungsansprache werden Angaben zu Jungwuchs-Flächen, Verjüngung aus Kultur und Natur sowie Baumartenanteile, Verbiss und andere Schadensursachen gemacht.

5.1.1.3 Blatt 3: Punkterhebung

Das Blatt 3 zur Punkterhebung enthält die Traktanalyse der Verjüngung und die Winkelzählprobe des Baumbestandes.

Bei der Traktanalyse wird vom Mittelpunkt oder, falls das Relief dies nicht zulässt, von einem anderen Punkt ausgehend ein Transekt mit einer Länge von 10m und einer Breite von 1m gelegt und alle darin vorkommenden Pflanzen im Jungwuchsstadium (bis 1,30m Höhe) gezählt. Die Eintragung in das Formular erfolgt mittels Strichliste und wird unterteilt in vier Höhenklassen. Diese wiederum differenzieren zwischen drei Verbissklassen: unverbissen, Leittrieb verbissen, Seittrieb verbissen. Kommen in Trakt 1 mehr als 30 Individuen vor, wird von einem zweiten Trakt abgesehen, ansonsten wird wieder vom Punkt aus in die entgegengesetzte Richtung ein zweiter Trakt gelegt.

Bei der Winkelzählprobe werden vom Punkt aus alle mit dem Spiegelrelaskop erfassten Bäume mit Baumart, Brusthöhendurchmesser, Höhe und Schäden, die jünger als 5 Jahre sind, angegeben.

5.2 FELDDATENERHEBUNG

Die Felddatenerhebung anhand der im vorigen Kapitel beschriebenen Evaluierungsbögen erfolgte im August und Oktober 2009. Im Bannwald Hallstatt wurden 43 Maßnahmenflächen und 95 Probeflächen erhoben. Die benötigten Geräte werden in Tabelle 11 in der Reihenfolge, in der sie zur Anwendung gelangen, aufgelistet.

Tabelle 11: Auflistung der für die Feldaufnahmen im Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel benötigten Geräte und deren Einsatzbereich

Gerät	Einsatzbereich
GPS- Gerät	Messung der Koordinaten und der Seehöhe, Angabe in Kommagrad
Neigungsmesser	Bestimmung der Hangneigung
Kompass	Bestimmung der Exposition
Höhenmesser	Messung der Seehöhe
Spiegelrelaskop	Durchführung der Winkelzählprobe
Kluppe	Messung der Brusthöhendurchmesser
Maßband	Festlegung der Abmessungen der Verjüngungstranekte

5.3 DATENEINGABE

Die Dateneingabe erfolgte nach der Feldaufnahme in einem primären Schritt als Direktübertragung in ein Excel-Formular um die erhobenen Daten für die Weiterverarbeitung zu sichern. Des Weiteren wurde eine Codierung für die Eingabewerte erstellt, mit dem die Berechnungen für die Bewertungskategorien durchgeführt wurden. Die Tabelle mit den Codierungen für die Eingabewerte ist dem Anhang zu entnehmen.

5.4 EVALUIERUNG (STANGL ET AL., 2010)

5.4.1 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Ausgehend vom Excel-Eingabeformular wurde in Zusammenarbeit mit Rosemarie Stangl für den Bannwald Brentenkogel eine Bewertungsmatrix entwickelt und anhand des Hallstätter Bannwaldes auf die Anwendbarkeit überprüft. Durch die detaillierte Erhebung der verschiedenen Maßnahmentypen vor Ort war eine Zusammenführung der einzelnen Aufnahmeparameter zu Zustandsgruppen in Bezug auf naturräumliche Gefährdungen, Gefährdung Bestandesentwicklung, Verjüngungspotential, Schutzwirkung Wald und Zustand Bauwerke naheliegend. Die Bewertungskategorien für die einzelnen Zustandstypen sind der Tabelle 12 zu entnehmen. Zur besseren Nachvollziehbarkeit und um Verwechslungen vorzubeugen wurden die Kategorien durchnummeriert.

Ziel dieser Bewertungsmatrix war eine Zusammenführung der Aufnahmeparameter in oben genannte Zustandsgruppen und Bewertungskategorien durch eine einfache Formelgebung und die Darstellung der Ergebnisse in einer übersichtlichen 3-stufigen Skala, die durch die Reduktion der Ergebnisse von Minimal- und Maximalwerten erreicht wurde. Zur besseren optischen Erfassung wurden die Bewertungen nach dem Ampelfarbenschema (GRÜN – GELB - ROT) eingefärbt. In Aufnahme-kategorien, in denen keine Bewertung erfolgen konnte (z.B. aufgrund fehlender Aufforstung), wurde mittels einer Excel-Funktion automatisch ein Kürzel eingefügt, um dies zu veranschaulichen (siehe Tabelle 17: Bewertungsmatrix mit Codierung). Diese Flächen werden in grauer Farbe dargestellt. Beispielsweise wird in der Bewertungskategorie „3.1- Erfolg Aufforstung“ das Kürzel „k.Mn“ für „keine

Maßnahme“ eingefügt, wenn auf dieser Fläche keine Aufforstungsmaßnahme vorgenommen worden war.

Tabelle 12: Zustandsgruppen mit dazugehörigen Bewertungskategorien der Bewertungsmatrix (Abkürzungen: DI= Dichtung, JW= Jungwuchs) für den Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel, 11/2009 (Stangl et al., 2010)

Zustandsgruppen		Bewertungskategorien	
1	Naturräumliche Gefährdungen	1.1 Steinschlag 1.2 Lawine (potentiell) 1.3 Gleitschnee (potentiell)	
2	Gefährdung Bestandesentwicklung	2.1 Verbiss 2.2 Verjüngung 2.3 Baumbestand	
3	Verjüngungspotential	3.1 Erfolg Aufforstung (DI od. JW) 3.2 Entwicklung Jungwuchsflächen 3.3 Entwicklung Verjüngung gesamt	
3	Schutzwirkung Wald	4.1 Steinschlag umliegender Bestand 4.2 Lawine umliegender Bestand 4.3 Steinschlag/Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche 4.4 Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche 4.5 Lawine Bestand Maßnahmenfläche	
5	Zustand Bauwerke	5.1 Steinschlagschutzbauten 5.2 Lawinenschutzbauten 5.3 Gleitschneesutzbauten 5.4 Umzäunung	

Zur Berechnung der Ergebnisse wurden für die verschiedenen Bewertungskategorien unterschiedliche Aufnahmeparameter herangezogen. Einige dieser Eingangskategorien wurden mehrfach verwendet, da sie für mehrere Kategorien von Bedeutung waren. Die in die Bewertung eingeflossenen Parameter sind in Tabelle 13 dargestellt. Die Bewertungsansätze, anhand derer die Benotung in den einzelnen Kategorien erfolgte, sind in Kapitel 5.4.2 näher erläutert.

Die Benotung erfolgte mit einfachen additiven Funktionen, die individuell für jede Bewertungskategorie unterschiedliche Aufnahmeparameter umfassen. Die Anzahl der Parameter differiert daher und ist abhängig von den Einflussfaktoren und ihrer Relevanz für die jeweilige Bewertungskategorie. Die einzelnen Parameter wurden bereits im Aufnahmeverfahren in Klassen unterteilt, die sich an den bestehenden Aufnahmeschemata von FREHNER et al. (2005), ZIEGNER (2008) und LEBENS MINISTERIUM IV/4 (2010) orientieren. Das Bewertungsergebnis variiert je nach Bewertungskategorie zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert, wobei ersterer das bestmögliche Ergebnis, letzterer das schlechtest mögliche Ergebnis

repräsentiert. Der Maximalwert ist abhängig von der in der Formel berücksichtigten Anzahl der Parameter. Die Ergebnisspanne vom Minimal- zum Maximalwert wurde letztendlich dreigeteilt, wobei die Noten 1, 2 und 3 vergeben und mit den Ampelfarben GRÜN, GELB und ROT versehen wurden. Die Details zu den Bewertungsansätzen sind in Kapitel 5.4.2 abzulesen. Die angegebenen Formeln zu den Bewertungsansätzen entsprechen der im Pilotprojekt sowohl für den Bannwald Brentenkogel als auch den Bannwald Hallstatt verwendeten Methodik. Die Bewertungsmatrix findet sich im Kapitel 6.1.

Tabelle 13: Übersichtsmatrix und Pfade für die Eingangskategorien in die Bewertungsmatrix für Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel, 11/2009 (Stangl et al., 2010)

ZUSTANDSGRUPPEN		1 Naturräumliche Gefährdungen			2 Gefährdung Bestandesentwicklung			3 Verjüngungspotential			4 Schutzwirkung Wald					5 Zustand Bauwerke				
		Steinschlag	Lawine (potentiell)	Gleitschnee (potentiell)	Verbiss	Verjüngung	Baumbestand	Erfolg Aufforstung (JW od. DI)	Entwicklung JW-Flächen	Entwicklung Verjüngung gesamt	Steinschlag umliegender Bestand	Lawine umliegender Bestand	Steinschlag/ Gleitschnee DI Maßnahmenfläche	Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche	Lawine Bestand Maßnahmenfläche	Steinschlagschutz-bauten	Lawinenschutz-bauten	Gleitschneeschutz-elemente	Umzäunung	
BEWERTUNGSKATEGORIEN		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4	
EINGANGSKATEGORIEN																				
A Standortdaten																				
A.1	Hangneigung		X	X								X	X	X	X	X				
A.2	Steinschlag Häufigkeit	X				X	X													
A.3	Steinschlag Alter	X																		
A.4	Steinschlag Größe	X																		
B Bestandesdaten																				
B.1	Wuchsklasse JW								X											
B.2	Wuchsklasse JW u./od. DI aus Kultur							X												
B.3	Wuchsklasse < DI2		X																	
B.4	Wuchsklasse DI1 u./od. DI2												X							
B.5	Wuchsklasse STH u./od. BH1/BH2/Bst					X					X	X								
B.6	Anteil Nadelholz (immergrün)											X								
B.7	Anteil Bu/Ah/Lä										X									
B.8	Stammzahlen JW								X											
B.9	Stammzahlen JW u./od. DI aus Kultur							X												
B.10	Stammzahlen DI1 u./od. DI2												X							
B.11	Stammzahlen STH u./od. BH1/BH2/Bst										X	X								
B.12	Lücknlänge (Breite > 10m)		X																	
B.13	Beschirmung umliegender Bestand											X								
B.14	Totholzmenge liegend			X																
B.15	Käferbefall					X														
B.16	Windwurf					X														
B.17	Wind-/Schneebruch					X														
B.18	Schältschäden STH/BH/Bst					X														
B.19	Schäden JW								X											
B.20	Schäden JW/DI aus Kultur							X												
B.21	Verbiss JW								X											
B.22	Verbiss JW/DI aus Kultur							X												
C Verjüngungsansprache																				
C.1	Verjüngung ges. JA/NEIN					X				X										
C.2	Verbiss Verjüngung gesamt				X	X				X										
C.3	Schäden Verjüngung				X					X										
C.4	Stammzahlen Verjüngung gesamt									X										
D Winkelzählprobe WZP																				
D.1	Stämme WZP JA/NEIN												X	X						
D.2	Stammzahlen WZP												X	X						
D.3	Anteil Bu+Ah+Lä WZP												X							
D.4	Anteil Nadelholz (immergrün) WZP														X					
D.5	Beschirmung														X					
E Zustand technische Elemente		Optische Bewertung																		
E.1	Steinschlagschutzbauten															X				
E.2	Lawinenschutzbauten																X			
E.3	Gleitschneeschutzbauten																	X		
E.4	Umzäunung																			X

5.4.2 BEWERTUNGSANSÄTZE (STANGL ET AL., 2010)

5.4.2.1 Zustandsgruppe 1: Naturräumliche Gefährdungen

Bewertungskategorie 1.1: Steinschlag

In die Kategorie „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“ fließen die vor Ort angesprochenen Faktoren der Häufigkeit, des Alters und der Größe der vorgefundenen Steine und Blöcke mit ein. Es herrscht keine Gefährdung durch Steinschlag, wenn keine der drei Kategorien besetzt ist.

1.1 STEINSCHLAG			
Eingangskategorien:	A.2 Steinschlag Häufigkeit	A.3 Steinschlag Alter	A.4 Steinschlag Größe
Eingabewert:	3 Klassen	2 Klassen	3 Klassen
0	kein Steinschlag		
1	vereinzelt	alt	< 30cm
2	häufig	neu	40-60 cm
3	massiv		> 70 cm

Funktion:

$$1.1 \text{ Steinschlag} = \left(\frac{\text{Steinschlag Häufigkeit}}{3} \right) + \left(\frac{\text{Steinschlag Alter}}{2} \right) + \left(\frac{\text{Steinschlag Größe}}{3} \right)$$

Ergebnis:		Bewertungsnote:	Bewertung Gefährdung durch Steinschlag:	
Maximalwert	3	1,5-3 	Hoch <table border="1" data-bbox="1125 1227 1337 1256"><tr><td>3</td></tr></table>	3
3				
Minimalwert	0	1,1-2 	Mäßig <table border="1" data-bbox="1125 1256 1337 1285"><tr><td>2</td></tr></table>	2
2				
		0 	Keine/Gering <table border="1" data-bbox="1125 1285 1337 1314"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1				

Abbildung 8: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 1.2: Lawine (potentiell)

In die Berechnungen der Bewertungskategorie „1.2: Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“ fließen nur Standortparameter ein. Meteorologische Daten wie die Schneehöhe werden nicht berücksichtigt, weshalb die Gefährdung als potentiell und nicht als aktuell einzustufen ist. Die Formel zur Berechnung der Gefährdung durch Lawinen beinhaltet die Hangneigung, die Lückenlänge sowie das Vorhandensein von Wuchsklassen, die kleiner sind als Dichtung 2.

Die Klassen der Hangneigung entstammen der Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion nach FREHNER et al. (2005). Demnach ist die Gefährdung umso größer, je steiler das Gelände geneigt ist. Eine Lücke ist nach

FREHNER et al. (2005) definiert als die „Öffnung von Kronenrand zu Kronenrand im Stangenholz und Baumholz“. Die Lückenlängenklassen wurden ebenso wie die Hangneigung der Wegleitung nach FREHNER et al. (2005) entnommen.

1.2 LAWINE (POTENTIELL)			
Eingangskategorien:	A.1 Hangneigung	B.9 Lückenlänge (Breite >10m)	B.3 Wuchsklasse < DI2
Eingabewert:	4 Klassen	5 Klassen	1 Klasse
0	<30° (58%)	keine Lückenbreite >10 m	Nein
1	30-34° (58-69%)	>25 m	Ja
2	35-40° (70-84%)	25-29 m	
3	41-45° (85-100%)	30-39 m	
4	>45° (100%)	40-49 m	
5		>50 m	

Funktion:

$$1.2 \text{ Lawine (potentiell)} = \left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Lückenlänge}}{5} \right) + \left(\frac{\text{Wuchsklasse} < \text{DI2}}{1} \right)$$

Ergebnis:	Bewertungsnote:	Bewertung Gefährdung durch Lawine:
Maximalwert	3	Hoch
Minimalwert	0,45	Mäßig
	0,45-1	Gering

Abbildung 9: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „1.2 Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 1.3: Gleitschnee

Die Kategorie 1.3 spiegelt die potentielle Gefährdung durch Gleitschnee unabhängig von Wuchsklasse bzw. Stammzahl wider und stellt ein Maß für die Gefährdung der Verjüngung durch Gleitschnee dar.

Es fließen nur die Parameter Hangneigung und Totholzmenge aus Querschlägerung/ Windwurf ein. Es werden ausschließlich standortrelevante und keine meteorologischen Parameter berücksichtigt (daher potentiell, nicht aktuell).

Schneedruckrelevante Faktoren nach MARGRETH (2007) sind weiters der Kriechfaktor, der von der Schneedichte und der Hangneigung abhängt, sowie der Gleitfaktor, der von Exposition und Oberflächenrauigkeit abhängt. Diese beiden Faktoren wurden aufgrund der fehlenden meteorologischen Daten und des hohen Erhebungsaufwandes bei den Feldaufnahmen nicht in die Formel miteinbezogen.

Die Gefährdung durch Gleitschnee (potentiell) ist gering, wenn die Kategorie Totholzmenge und damit die Oberflächenrauigkeit hoch bzw. die Hangneigung gering ist.

1.3 GLEITSCHNEE (POTENTIELL)		
Eingangskategorien:	A.1 Hangneigung	B.11 Totholzmenge liegend
Eingabewert:	4 Klassen	5 Klassen
0	<30° (58%)	
1	30-34° (58-69%)	>10 fm
2	35-40° (70-84%)	6-10 fm
3	41-45° (85-100%)	3-6 fm
4	>45° (100%)	<3m
5		kein Totholz

Funktion:

$$I.3 \text{ Gleitschnee (potentiell)} = \left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Totholzmenge liegend}}{5} \right)$$

Ergebnis:	Bewertungsnote:	Bewertung Gefährdung durch Gleitschnee:
Maximalwert	2	1,6-2 Hoch
Minimalwert	0,5	1,1-5 Mäßig
		0,5-1 Gering

3
2
1

Abbildung 10: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „1.3 Naturräumliche Gefährdungen: Gleitschnee (potentiell)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

5.4.2.2 Zustandsgruppe 2: Gefährdung Bestandesentwicklung

Bewertungskategorie 2.1: Verbiss

Für die Bewertungskategorie ‚2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss‘ wurden die Anteile an den Verbissklassen aller Baumarten mit Ausnahme von Fichten aus den Traktanalysen verwendet. Die Fichte wurde herausgenommen, da sie aufgrund der geringen Verbissraten für den Gesamtverbiss nicht repräsentativ ist. Der Verbiss des Leittriebes fließt mit einer Gewichtung von 2 in die Formel ein, da damit eine Regeneration der Pflanze als gefährdet erachtet wird, während der Seitentriebverbiss nur einfach gewichtet wurde.

2.1 VERBISS		
Eingangskategorien:	D.7 Leittriebverbiss o. Fichte	D.8 Seitentrieb- verbiss o. Fichte
Eingabewert:	[%]	[%]
Gewichtung:	2	1

Funktion:

$$2.1\text{ Verbiss} = \left(\frac{(\text{Leittriebverbiss} * 2) + (\text{Seitentriebverbiss} * 1)}{100} \right)$$

Ergebnis:	Bewertungsnote:	Bewertung Gefährdung durch Verbiss:
Maximalwert	2	Hoch
Minimalwert	0	Mäßig
	1,1-2	Keine/Gering
	0,6-1	
	0-0,6	

3
2
1

Abbildung 11: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 2.2: Verjüngung

In die Kategorie ‚2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung‘ fließen die Faktoren Verbiss, Schäden und Steinschlaghäufigkeit ein. Dieser Term wird vorab bei einem grundsätzlichen Vorkommen einer Verjüngung mit 1 multipliziert. Ist keine Verjüngung vorhanden ist der Multiplikator Null, die ganze Formel ergibt also auch Null.

Eine Gefährdung der Verjüngung (Natur UND Kultur) ist nicht gegeben, wenn keine der 3 Kategorien besetzt ist. Dies würde wiederum Null ergeben. Um zwischen dem Nicht-Vorhandensein und der Nicht-Gefährdung der Verjüngung unterscheiden zu können, wurde noch der Wert 1 dazu addiert. Ein Ergebnis von 1 liegt also vor, wenn Verjüngung ohne Schäden vorhanden ist.

2.2 VERJÜNGUNG				
Eingangskategorien:	C.1 Verjüngung vorhanden	C.2 Verbiss ges.	C.3 Schäden Verjüngung	A.2 Steinschlag Häufigkeit
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	1 Klasse	3 Klassen
0	Nein	kein Verbiss	Nein	kein Steinschlag
1	Ja	1-25 %	Ja	vereinzelt
2		26-50 %		häufig
3		51-75 %		massiv
4		76-100 %		

Funktion:

$$2.2 \text{ Verjüngung} = \text{Verj. JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Verbiss ges.}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Schäden Verj.}}{1} \right) + \left(\frac{\text{Steinschlag Häufigkeit}}{3} \right) + 1 \right)$$

Ergebnis:

Maximalwert	4	Bewertungsnote:		Bewertung Gefährdung Verjüngung:	
Minimalwert	1	3,1-4,0		Hoch	3
0: keine Verjüngung vorhanden		2,1-3		Mäßig	2
1: Verjüngung vorhanden - keine Gefährdung		1-2		Keine/Gering	1

Abbildung 12: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 2.3: Baumbestand

Ausgehend davon, dass ein Baumbestand aus Stangen-, Baum- oder Baumstarkholz grundsätzlich vorhanden ist („STH und/oder BH1, BH2, Bst“ dient als Multiplikator), fließen in die Kategorie ‚2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand‘ die schadensrelevanten Kategorien Käferbefall, Windwurf, Wind-/ Schneebruch, Schältschäden sowie die Steinschlaghäufigkeit stellvertretend zu Schäden durch Steinschlag ein. Ist kein Baumbestand vorhanden ergibt die Berechnung Null.

Eine Gefährdung des Baumbestandes ist nicht gegeben, wenn keine der 5 Kategorien besetzt ist. Um vom Ergebnis „kein Baumbestand“ (= 0) bzw. Baumbestand vorhanden ohne Schäden differenzieren zu können, wurde der Wert 1 addiert. Bei einem vorhandenen Baumbestand, bei dem keine Gefährdung vorliegt ist das Ergebnis 1.

2.3 BAUMBESTAND						
Eingangskategorien:	B.5 STH u./od. BH1/ BH2/Bst vorhanden	B.12 Käferbefall	B.13 Windwurf	B.14 Wind/ Schneebruch	B.15 Schältschäden	A.2 Steinschlag Häufigkeit
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	4 Klassen	4 Klassen	4 Klassen	3 Klassen
0	Nein	kein Befall	kein Windwurf	kein Wind-/Schneebruch	keine Schältschäden	kein Steinschlag
1	Ja	1-2 Bäume	1-2 Bäume	1-2 Bäume	1-2 Bäume	vereinzelt
2		3-5 Bäume	3-5 Bäume	3-5 Bäume	3-5 Bäume	häufig
3		6-10 Bäume	6-10 Bäume	6-10 Bäume	6-10 Bäume	massiv
4		>10 Bäume	>10 Bäume	>10 Bäume	>10 Bäume	

Funktion:

$$2.3 \text{ Baumbestand} = \text{STH/BH/Bst JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Käferbefall}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Windwurf}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Wind - /Schneebruch}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Schältschäden}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Steinschlag Häufigkeit}}{3} \right) + 1 \right)$$

Ergebnis:

Maximalwert	6	Bewertungsnote:	Bewertung Gefährdung Baumbestand:			
Minimalwert	1	4,1-6,0 	Hoch <table border="1" data-bbox="917 600 1085 660"><tr><td>3</td></tr><tr><td>2</td></tr><tr><td>1</td></tr></table>	3	2	1
3						
2						
1						
0: kein STH/BH/Bst vorhanden		2,6-4 	Mäßig			
1: keine Gefährdung		1-2,5 	Keine/Gering			

Abbildung 13: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

5.4.2.3 Zustandsgruppe 3: Verjüngungspotential

Bewertungskategorie 3.1: Erfolg Aufforstung (Jungwuchs oder Dickung)

Ausgehend davon, dass eine Aufforstung (Jungwuchs oder Dickung) grundsätzlich vorhanden ist („Kultur JA/NEIN“ dient als Multiplikator), fließen in die Bewertungskategorie ‚3.1 Verjüngungspotential: Erfolg Aufforstung (JW oder DI)‘ die Kategorien Stammzahlen (JW und/oder DI aus Kultur), Schäden und Verbiss gesamt ein. Zusätzlich zum Jungwuchs wurde das Dickungsstadium miteinbezogen, da ältere Aufforstungen somit in die Bewertung eingehen.

Der Erfolg Aufforstung ist hoch, wenn die Stammzahlen hoch sind bzw. keine Schäden und/oder kein Verbiss vorliegen.

3.1 ERFOLG AUFFORSTUNG (JW oder DI)				
Eingangskategorien:	B.2 Kultur (JW/DI) vorhanden	B.9 Stammzahl (N) JW od. DI	C.3 Schäden (JW/DI)	C.2 Verbiss ges.
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	1 Klasse	4 Klassen
0	Nein		Nein	kein Verbiss
1	Ja	>8000	Ja	1-25 %
2		4000-8000		26-50 %
3		2000-4000		51-75 %
	4	< 2000		76-100 %

Funktion:

$$3.1 \text{ Erfolg Aufforstung} = \text{Kultur JA/Nein} * \left(\left(\frac{N \text{ JW/DI}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Schäden}}{1} \right) + \left(\frac{\text{Verbiss Gesamt}}{4} \right) \right)$$

Ergebnis:	Bewertungsnote:	Bewertung Erfolg Aufforstung:
Maximalwert 3	2,1-3 	Gering 3
Minimalwert 0,25	1,1-2 	Mäßig 2
0: keine Kultur vorhanden	0,25-1 	Hoch 1

Abbildung 14: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „3.1 Verjüngungspotential: Erfolg Aufforstung (Jungwuchs oder Dichtung)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 3.2: Entwicklung Jungwuchsflächen

Die Bewertungskategorie ‚3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen‘ bewertet Jungwuchsflächen unabhängig davon, ob sie aus einer Aufforstung stammen oder es sich um Naturverjüngung handelt. Das grundsätzliche Vorhandensein fließt wiederum als Multiplikator in die Formel ein, wodurch ein Nicht-Vorhandensein das Ergebnis Null liefert. Weiters werden die Stammzahlen, etwaige Schäden und der Verbiss auf den Jungwuchsflächen betrachtet.

Bei hohen Stammzahlen und dem Fehlen von Schäden und Verbiss ist die Entwicklung der Jungwuchsflächen als hoch einzustufen.

3.2 ENTWICKLUNG JUNGWUCHSFLÄCHEN				
Eingangskategorien:	B.1 JW-Fläche vorhanden	B.8 Stammzahl (N) JW	C.3 Schäden JW	C.2 Verbiss ges.
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	1 Klasse	4 Klassen
0	Nein		Nein	kein Verbiss
1	Ja	>8000	Ja	1-25 %
2		4000-8000		26-50 %
3		2000-4000		51-75 %
4		< 2000		76-100 %

Funktion:

$$3.1 \text{ Entwicklung JW - Flächen} = \text{JW - Flächen JA/Nein} * \left(\left(\frac{N \text{ JW}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Schäden}}{1} \right) + \left(\frac{\text{Verbiss Gesamt}}{4} \right) \right)$$

Ergebnis:	Bewertungsnote:	Bewertung Entwicklung JF-Flächen:	
Maximalwert 3	2,1-3 	Gering <table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3
3			
Minimalwert 0,25	1,1-2 	Mäßig <table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	2
2			
0: keine Kultur vorhanden	0,25-1 	Hoch <table border="1"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1			

Abbildung 15: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 3.3: Entwicklung Verjüngung gesamt (Natur und Kultur)

Die Bewertungskategorie ‚3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt‘ bezieht sich auf die Entwicklung der Verjüngung auf der gesamten Fläche. Es werden also nicht reine Jungwuchsflächen, sondern vielmehr die Verjüngung, die unter dem restlichen Bestand aufkommt, betrachtet.

Wie bei den oben beschriebenen Formeln, dient auch hier das Vorhandensein als Multiplikator, weshalb das Ergebnis Null ein Nicht-Vorhandensein der Verjüngung bedeutet. In die Bewertungskategorie 3.3 fließen die Stammzahlen der Verjüngung aus Kultur und Naturverjüngung sowie Schäden und Verbiss ein.

Die Entwicklung der Verjüngung gesamt ist als hoch zu bewerten, wenn hohe Stammzahlen vorliegen und keine Schäden bzw. kein Verbiss vorkommt.

3.3 ENTWICKLUNG VERJÜNGUNG GESAMT (NATUR und KULTUR)				
Eingangskategorien:	V.1 Verjüngung vorhanden	C.4 Stammzahl (N) Verjüngung	C.3 Schäden (Verjüngung)	C.2 Verbiss Verjüngung ges.
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	1 Klasse	4 Klassen
0	Nein		Nein	kein Verbiss
1	Ja	>8000	Ja	1-25 %
2		4000-8000		26-50 %
3		2000-4000		51-75 %
4		< 2000		76-100 %

Funktion:

$$3.1 \text{ Entwicklung Verj. gesamt} = \text{Verj. JA/Nein} * \left(\left(\frac{N \text{ Verj.}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Schäden Verj.}}{1} \right) + \left(\frac{\text{Verbiss Verj. ges.}}{4} \right) \right)$$

Ergebnis:		Bewertungsnote:		Bewertung Entwicklung Verjüngung:	
Maximalwert	3	2,1-3		Gering	3
Minimalwert	0,25	1,1-2		Mäßig	2
0: keine Kultur vorhanden		0,25-1		Hoch	1

Abbildung 16: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt (Natur und Kultur)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

5.4.2.4 Zustandsgruppe 4: Schutzwirkung Wald

Bewertungskategorie 4.1: Steinschlag umliegender Bestand

Die Bewertungskategorie 4.1 betrachtet die Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag des umliegenden Bestandes, nicht der Maßnahmenfläche selbst. Als Bestand werden die Wuchsklassen Stangenholz (ab 10 Meter Höhe), Baumholz 1 und Baumholz 2 (Brusthöhendurchmesser von 20 bis 50 cm), sowie Baumstarkholz (ab 50 cm Brusthöhendurchmesser) angesehen.

Nebst dem Multiplikator, ob ein Bestand vorhanden ist, sind die Hangneigung, die Stammzahlen und das Vorhandensein der Baumarten Buche (Bu), Ahorn (Ah) und Lärche (Lä) für die Bewertung relevant.

Die Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag ist somit als hoch zu bewerten, wenn die Hangneigung gering ist und die Stammzahlen bzw. der Anteil Bu+Ah+Lä hoch sind.

4.1 STEINSCHLAG UMLIEGENDER BESTAND				
Eingangskategorien:	B.5 STH u./od. BH1/BH2/Bst vorhanden	A.1 Hangneigung	B.11 Stammzahl (N) STH/BH/Bst	B.7 Anteil Bu + Ah + La
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	4 Klassen	4 Klassen
0	Nein	<30° (58%)		
1	Ja	30-34° (58-69%)	>1000	81-100 %
2		35-40° (70-84%)	800-1000	51-80 %
3		41-45° (85-100%)	500-700	21-50 %
4		>45° (100%)	200-400	0-20 %

Funktion:

$$4.1 \text{ Steinschlag} = \text{STH/BH/Bst JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{N \text{ STH/BH/Bst}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Anteil Bu + Ah + La}}{4} \right) \right)$$

Ergebnis:

Maximalwert	3	Bewertungsnote:	2,1-3	Bewertung Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand	<table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3
3						
Minimalwert	0,75		1,1-2		<table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	2
2						
0: kein STH/BH/Bst vorhanden			0,75-1	Hoch	<table border="1"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1						

Abbildung 17: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.1 Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 4.2: Lawine umliegender Bestand

Wie schon bei Bewertungskategorie 4.1, wird auch in 4.2 die Schutzwirkung des umliegenden Bestands gegen Lawinen bewertet und wiederum fließt hier das Vorhandensein von Stangen-, Baum-, oder Baumstarkholz in die Evaluierung mit ein. Weitere Parameter zur Bewertung sind die Hangneigung, die Stammzahlen, der Anteil an wintergrunem Nadelholz und die Beschirmung.

Die Schutzwirkung Wald gegen Lawinen ist hoch, wenn die Hangneigung gering ist und die Stammzahlen bzw. der Anteil Nadelholz hoch bei gedrängter Beschirmung sind.

4.2 LAWINE UMLIEGENDER BESTAND					
Eingangskategorien:	B.5 STH u./od. BH1/BH2/Bst vorhanden	A.1 Hangneigung	B.11 Stammzahl STH/BH/Bst (N)	B.6 Anteil Nadelholz	B.10 Beschirmung
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	4 Klassen	4 Klassen	3 Klassen
0	Nein	<30° (58%)			
1	Ja	30-34° (58-69%)	>1000	81-100 %	gedrängt
2		35-40° (70-84%)	800-1000	51-80 %	geschlossen
3		41-45° (85-100%)	500-700	21-50 %	locker
4		>45° (100%)	200-400	0-20 %	

Funktion:

$$4.2 \text{ Lawine} = \text{STH/BH/Bst JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{N \text{ STH/BH/Bst}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Anteil Nadelholz}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Beschirmung}}{3} \right) \right)$$

Ergebnis:

Maximalwert	4	Bewertungsnote:	3,1-4	Bewertung Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand	<table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3
3						
Minimalwert	1,08		2,1-3		<table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	2
2						
0: kein STH/BH/Bst vorhanden			1,08-2	Hoch	<table border="1"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1						

Abbildung 18: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.2 Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 4.3 Steinschlag/Gleitschnee (Dickung) Maßnahmenfläche

Die Bewertungskategorie ‚4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag/Gleitschnee (Dickung)‘ bezieht sich auf die Maßnahmenfläche selbst. Das Vorkommen einer Dickungsfläche ist die Grundvoraussetzung für eine Bewertung, weshalb hier wiederum der Multiplikator Dickung JA/NEIN vorhanden ist. In die Formel miteinbezogen sind des Weiteren die Hangneigung und die Stammzahlen der Dickungsfläche. Hierbei werden beide Dickungsklassen, sowohl Dickung 1 (von 130 cm bis 5 Meter Bestandeshöhe) als auch Dickung 2 (von 5 bis 10 Meter Bestandeshöhe) in die Bewertung miteinbezogen.

In dieser Kategorie wurden die naturräumlichen Gefährdungen Steinschlag und Gleitschnee zusammengefasst, da für beide die gleichen Bedingungen als günstig zu bewerten sind. So wirken sich hohe Stammzahlen aufgrund der Stützwirkung auf die Schneedecke positiv auf die Gleitschneebildung aus, bei Steinschlag sind sowohl im Transit-, als auch im Ablagerungsgebiet dichte Bestände von Vorteil (FREHNER et al, 2005).

Die Schutzwirkung Wald (Dickungsflächen) gegen Steinschlag bzw. Gleitschnee ist hoch, wenn die Hangneigung gering ist und die Stammzahlen hoch sind.

4.3 STEINSCHLAG/GLEITSCHNEE (DI) MAßNAHMENFLÄCHE			
Eingangskategorien:	B.4 DI1 u./od.DI2 vorhanden	A.1 Hangneigung	B.10 Stammzahl DI
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	4 Klassen
0	Nein	<30° (58%)	
1	Ja	30-34° (58-69%)	>1000
2		35-40° (70-84%)	800-1000
3		41-45° (85-100%)	500-700
4		>45° (100%)	200-400

Funktion:

$$4.3 \text{ Steinschlag/Gleitschnee} = DI \text{ JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{N \text{ DI}}{4} \right) \right)$$

Ergebnis:		Bewertungsnote:	Bewertung Schutzwirkung Wald:		
Maximalwert	1	1,6-2	 Gering	<table border="1"><tr><td>3</td></tr></table>	3
3					
Minimalwert	0,5	1,1-1,5	 Mäßig	<table border="1"><tr><td>2</td></tr></table>	2
2					
0: kein STH/BH/Bst vorhanden		0,5-1	 Hoch	<table border="1"><tr><td>1</td></tr></table>	1
1					

Abbildung 19: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag / Gleitschnee (Dickung) Maßnahmenfläche“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 4.4: Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche

Die Bewertungskategorie ‚4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche‘ bezieht sich auf den Bestand in der Maßnahmenfläche selbst. Das Vorhandensein von Stangen-, Baum- und/oder Baumstarkholz ist die Grundvoraussetzung für eine Bewertung. Ebenso wie in Kategorie ‚4.1 - Steinschlag umliegender Bestand‘ besteht die Formel weiters aus der Hangneigung, den Stammzahlen und dem Anteil von Buche, Ahorn und Lärche. Die Beschreibung zur Formelgebung ist der Bewertungskategorie ‚4.1 – Steinschlag umliegender Bestand‘ zu entnehmen. In der Kategorie ‚4.4 Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche‘ wurde zusätzlich eine Gewichtung eingefügt, die die Stammzahlen doppelt gewichtet, und gleichzeitig dazu den Anteil der Baumarten Buche, Ahorn und Lärche auf die Hälfte herabsetzt. Grund hierfür war die Tatsache, dass die Stammzahlen einen direkten Einfluss auf die Steinschlagfähigkeit haben, insofern sich die Kontaktwahrscheinlichkeit mit steigenden Stammzahlen erhöht, wohingegen der Anteil oben genannter Baumarten keinen Unterschied in der Kontaktwahrscheinlichkeit der Steine mit den Stämmen ausmacht.

Unterschiede bestehen auch in der Methodik zur Bestimmung der Stammzahlen, die in der Maßnahmenfläche mit einer Winkelzählprobe erfolgte, während der Bestand außerhalb taxativ angesprochen wurde. Für die zukünftige Evaluierung wird allerdings auch innerhalb der Maßnahmenfläche eine visuelle Ansprache der Stammzahlen empfohlen, da dies den Arbeitsaufwand verringert. Eine Winkelzählprobe kann allerdings in bestimmten Flächen, in denen exakte Werte aufgrund des Gefährdungspotentials notwendig sind, durchgeführt werden.

Die Schutzwirkung Wald gegen Steinschlag ist hoch, wenn die Hangneigung gering ist und die Stammzahlen bzw. der Anteil Buche, Ahorn und Lärche hoch sind.

4.4 STEINSCHLAG BESTAND MAßNAHMENFLÄCHE				
Eingangskategorien:	D.1 Stämme WZP JA/NEIN	A.1 Hangneigung	D.2 Stamm-zahlen WZP	D.3 Anteil Bu + Ah + Lä WZP
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	4 Klassen	4 Klassen
0	Nein	<30° (58%)		
1	Ja	30-34° (58-69%)	>1000	81-100 %
2		35-40° (70-84%)	800-1000	51-80 %
3		41-45° (85-100%)	500-700	21-50 %
4		>45° (100%)	200-400	0-20 %
5			< 200	

Funktion:

$$4.1 \text{ Steinschlag} = \text{Stämme WZP JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{(N \text{ WZP}) * 2}{5} \right) + \left(\frac{(\text{Anteil Bu + Ah + Lä WZP}) * 0,5}{4} \right) \right)$$

Ergebnis:
 Maximalwert 3,5
 Minimalwert 0,725
 0: kein STH/BH/Bst vorhanden

Bewertungsnote:
 2,1-3,5
 1,1-2
 0,725-1

Bewertung Schutzwirkung Wald:
 Gering
 Mäßig
 Hoch

Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche

3
2
1

Abbildung 20: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Bewertungskategorie 4.5 Lawine Bestand Maßnahmenfläche

Ebenso wie Kategorie 4.4, bezieht sich die Kategorie ‚4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Bestand Maßnahmenfläche‘ auf die Maßnahmenfläche selbst. Das grundsätzliche Vorkommen dient als Multiplikator für den Erhalt eines Ergebnisses über Null. Wie schon in ‚4.2- Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand‘ werden hier die Hangneigung, die Stammzahlen, der Anteil von Nadelholz und die Beschirmung für die Bewertung herangezogen. Die Stammzahlen stammen aus der Winkelzählprobe. Ebenso wie in Kategorie 4.4 wurden die Stammzahlen doppelt gewichtet. Während die Gewichtung des Anteils an Buche Ahorn und Lärche in der Kategorie 4.4 halbiert wurde, ist der Anteil an wintergrünem Nadelholz in dieser Kategorie nicht herabgesetzt, da diese Baumarten durch die Schneeeinterzeption wintergrüner Baumarten die Lawinengefahr vermindert wird. Hohe Schneeeinterzeptionswerte haben Eiche und Tanne (MAYER, 1976). Der Rückhalt von Fichtenbeständen liegt nach FIEBIGER (1978) bei 42-62%, von Buchenbeständen bei 29-37%. Aus diesem Grund wird einerseits der Anteil der immergrünen Nadelhölzer, andererseits der gesamte Beschirmungsgrad für die Berechnung herangezogen.

Die Schutzwirkung Wald gegen Lawinen ist hoch, wenn die Hangneigung gering ist und die Stammzahlen bzw. der Anteil der Nadelholzarten hoch bei gedrängter Beschirmung sind.

4.5 LAWINE BESTAND MAßNAHMENFLÄCHE					
Eingangskategorien:	D.1 Stämme WZP JA/NEIN	A.1 Hangneigung	D.2 Stammzahlen WZP	D.4 Anteil Nadelholz WZP	D.5 Beschirmung WZP
Eingabewert:	JA/NEIN	4 Klassen	4 Klassen	4 Klassen	3 Klassen
0	Nein	<30° (58%)			
1	Ja	30-34° (58-69%)	>1000	81-100 %	gedrängt
2		35-40° (70-84%)	800-1000	51-80 %	geschlossen
3		41-45° (85-100%)	500-700	21-50 %	locker
4		>45° (100%)	200-400	0-20 %	
5			< 200		
Funktion:					
$4.2 \text{ Lawine} = \text{Stämme WZP JA/NEIN} * \left(\left(\frac{\text{Hangneigung}}{4} \right) + \left(\frac{(N \text{ WZP}) * 2}{5} \right) + \left(\frac{\text{AnteilNadelholz WZP}}{4} \right) + \left(\frac{\text{Beschirmung WZP}}{3} \right) \right)$					
Ergebnis:		Bewertungsnote:	Bewertung pot.	Schutzwirkung Wald:	Lawine Bestand
Maximalwert	5	3,6-5	Gering	3	Maßnahmenfläche
Minimalwert	1,15	2,1-3,5	Mäßig	2	
0: kein STH/BH/Bst vorhanden		1,15-2	Hoch	1	

Abbildung 21: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Bestand Maßnahmenfläche“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

5.4.2.5 Zustandsgruppe 5: Zustand Bauwerke

Die Zustandsgruppe 5: Zustand Bauwerke beinhaltet die Bewertungskategorien ‚5.1 Zustand Steinschlagschutzbauten, 5.2 Lawinenschutzbauten, 5.3 Gleitschneeschutzbauten und 5.4 Umzäunung‘. Diese beziehen sich auf den aktuellen Zustand der technischen Elemente. Die Bewertung erfolgte optisch vor Ort an den einzelnen Bauwerkindividuen.

Eine sehr gute Bewertung erfolgte nur bei neuen Bauwerken, die bis zu einem Jahr alt und unbeschädigt sind. Bauwerke, die älter als 1 Jahr und unbeschädigt sind, oder nur geringe Beeinträchtigungen aufweisen, werden mit ‚gut‘ bewertet. Besteht sofortiger Reparatur- oder Ersatzbedarf sind die Bauwerke als ‚schlecht‘ zu beurteilen.

Ausschlaggebend für die Klassifizierung der Schutzbauten auf Maßnahmenflächenniveau sind die Schlüsselbauwerke. Laut ONR (2009) sind Schlüsselbauwerke „Bauwerke, deren Versagen große Auswirkungen auf das Verbauungssystem oder die geschützten Bereiche hat.“ Der Zustand „3 – Schlecht“ wurde vergeben, wenn 1/3 der Schlüsselbauwerke einer Maßnahmenfläche als stark eingeschränkt mit dringendem Reparatur- bzw. Ersatzbedarf beurteilt wurden.

5.1 Steinschlagschutzbauten / 5.2 Lawinenschutzbauten / 5.3 Gleitschneeschutzbauten / 5.4 Umzäunung			
Eingabewert	Zustand	Beschreibung	Funktionsfähigkeit/ Schutzwirkung
1	Sehr gut	Neue Bauwerke (< 1 Jahr) und unbeschädigt	nicht eingeschränkt
2	Gut	Bauwerke älter als 1 Jahr und unbeschädigt oder mit nur geringfügigen	nicht eingeschränkt
3	Schlecht	Beschädigte Schlüsselbauwerke mit sorfartigem Reparatur-/Ersatzbedarf	stark eingeschränkt

Abbildung 22: Eingabewerte und Beschreibung der optischen Beurteilung zu „Zustandsgruppe 5: Zustand Bauwerke“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

5.5 GIS-UMSETZUNG

5.5.1 ALLGEMEINE ERLÄUTERUNGEN

Die Kartendarstellung erfolgte im Geoinformationssystem ArcGIS. Die Ausgangsdaten bilden Orthofotos, die von der WLV – Gebietsbauleitung Salzkammergut zur Verfügung gestellt wurden. Weiters waren bereits die Projektgebietsgrenze, sowie Abteilungen und Unterabteilungen vorhanden.

Im folgenden Kapitel wird die Methodik zur Erstellung der thematischen Karten erklärt. Es werden allerdings einige Grundkenntnisse vorausgesetzt und nur die projektspezifischen Arbeitsschritte behandelt.

5.5.2 ARBEITSSCHRITTE

Adaptierung der Excel-Tabellen

Aufgrund der großen Datenmenge werden nur die für die Darstellung notwendigen Parameter aus der Bewertungsmatrix in eine eigene Excel- Tabelle kopiert. Dies beinhaltet die Maßnahmenflächennummern sowie die Kategorien mit den jeweiligen Bewertungsnoten (siehe Tabelle 14: Auszug aus der Bewertungstabelle für die Weiterverarbeitung in ArcGis). Die Maßnahmenflächennummern werden der Einfachheit halber mit M_fl abgekürzt, die Bewertungskategorien erhalten lediglich die Nummern-Bezeichnung.

Tabelle 14: Auszug aus der Bewertungstabelle für die Weiterverarbeitung in ArcGis

M_fl	1_1	1_2	1_3	2_1	2_2	2_3
1	3	1	2	2	2	2
2	1	2	2	1	1	K.B.
3	2	2	2	3	1	1
4	2	3	2	3	2	1
5	2	3	3	3	2	2
6	2	1	2	3	3	2
7	2	3	1	3	3	2
8	3	3	1	2	3	3
9	3	2	2	2	2	2
10	2	3	2	1	3	2

Für die GPS-Punkte wird ebenfalls eine Tabelle mit Maßnahmenflächen- und Punktnummer erstellt. Die Koordinaten werden in Kommagrad dargestellt (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Auszug Koordinatentabelle

	Maßnahmenfläche	Probepunkt-Nr.		
			x	y
	1	1	13,65472	47,58520
	1	2	13,65664	47,58449
	1	3	13,65660	47,58382
	1	4	13,65630	47,58302
	2	1	13,65712	47,58674
	3	1	13,65549	47,58246
	4	1	13,65513	47,58218
	5	1	13,65503	47,58149
	6	1	13,65517	47,58275

Erstellung der Grundkarte

Den vorhandenen Orthofotos des jeweiligen Projektgebiets wird im ArcCatalog ein passendes Koordinatensystem zugeordnet. Für die Projektgebiete Bannwald Brentenkogel und Bannwald Hallstatt wurde das Gauß-Krüger-Koordinatensystem mit dem Meridian M31 (31° östlich von Ferro) verwendet.

Die georeferenzierten Orthofotos sowie andere bereits vorhandene shapefiles (z.B. Projektsgrenzen, Abteilungen...) werden in ArcMap geladen. Je nach Bedarf können auch andere Grundlagen benutzt bzw. die vorhandenen ergänzt werden. Die Verwendung von Orthofotos hat sich allerdings als eine übersichtliche Alternative herausgestellt, die auch im Feld als Orientierungshilfe herangezogen werden kann.

Laden der GPS-Koordinaten

Mit dem „Add“- Befehl wird die Koordinatentabelle (siehe Tabelle 15) geladen und die Punkte anschließend mittels „Display X/Y Data“ dargestellt. Das bei den Aufnahmen vom GPS-Gerät verwendete Koordinatensystem wird im Feld „Coordinate System of Input Coordinates“ ausgewählt.

Die Koordinaten werden in ArcMap als temporäre Punkt-Datei dargestellt. Um die Punkte dauerhaft zu speichern, müssen die Daten exportiert werden.

Falls die Koordinatensysteme der Orthofotos und der Punkte nicht übereinstimmen wird in den Layer-Eigenschaften eine Transformation vorgenommen und die Punkte den Basisdaten angepasst.

Digitalisieren der Maßnahmenflächen

Zum Digitalisieren der Maßnahmenflächen wird im ArcCatalog ein neues Shapefile „Maßnahmenflächen“ erstellt und anschließend in ArcMap mittels dem „Add“-Befehl geladen.

Im Editor können die Flächen eingezeichnet und in der Attributtabelle im Feld „Id“ mit den Flächennummern versehen werden. Eine Änderung der Attribute kann nur erfolgen, wenn der Editor aktiviert ist. Zum Zwischenspeichern der digitalisierten Flächen dient der Befehl „Save Edits“ im Editor. Wenn alle Flächen digitalisiert sind wird das Editieren durch „Stop Editing“ im Editor beendet.

Laden der Bewertungstabelle

Die Bewertungstabelle wird in die Attributtabelle des Shapefiles „Maßnahmenflächen“ beigefügt. Dem Feld „Id“ des Shapefiles wird die Spalte M_fl (Maßnahmenflächen) zugeordnet. In der Attributtabelle erscheint nun die gesamte Tabelle.

Darstellung der Bewertungskategorien

Anhand der neuen Attributtabelle kann die Darstellung der thematischen Karten erfolgen. Im Eigenschaften-Fenster des Shapefiles „Maßnahmenflächen“ werden den Bewertungsnoten der einzelnen Kategorien die jeweiligen Farben zugeordnet (siehe)

a) Am rechten Rand des Fensters „Symbology“ wird im Feld „Show“ die Option „Categories > Unique values“ verwendet.

b) Im Value Field wird die jeweilige Bewertungskategorie ausgewählt.

c) Mit dem „Add All Values“ Button werden alle Werte der Kategorie hinzugefügt und können mittels Doppelklick mit Farben (GRÜN/GELB/ROT) versehen werden.

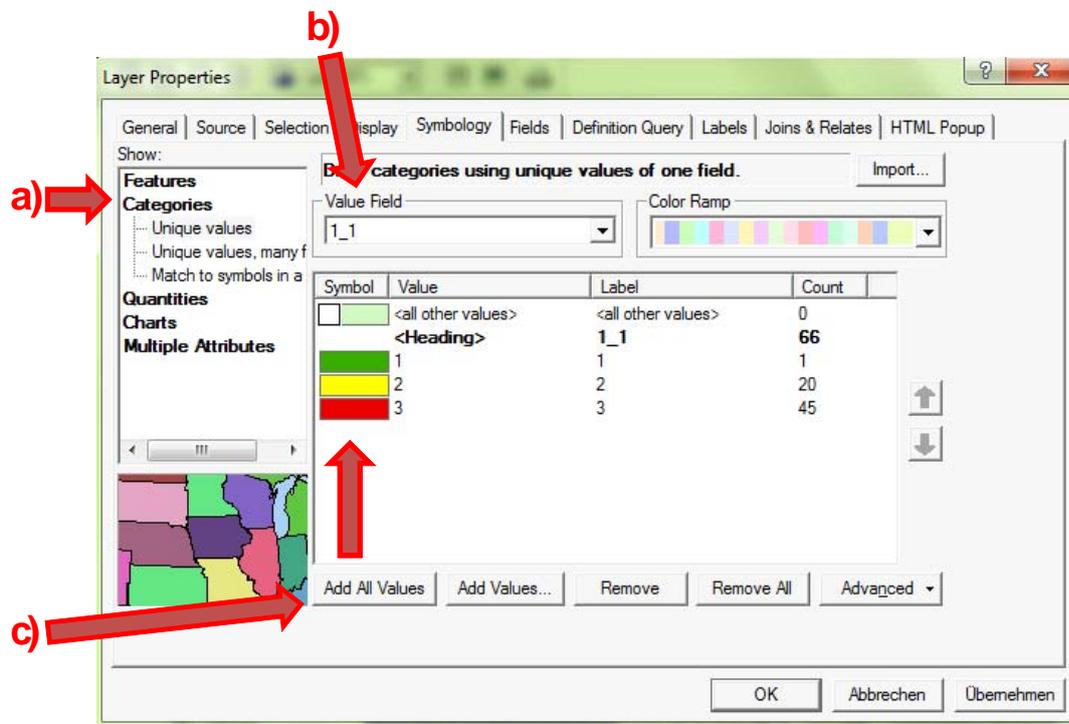


Abbildung 23: Schritte zum Bewertungsvorgang

Erstellen von Layer- Files

Shapefiles „merken“ sich bei neuerlichem Wieder-Öffnen der Datei die zugeordneten Attribute wie Farben nicht. So müsste die Bewertung bei jedem Neustart wieder erfolgen. Um dem vorzubeugen werden die jeweiligen Bewertungen als Layer-Files gespeichert. So bleibt die Information zu Bewertungskategorie und Farbzuoordnung erhalten. Nach der Darstellung der Bewertungskategorien erfolgt die Speicherung als Layer-File. Die gespeicherten Files können nach jedem Neustart wieder geladen werden.

Zur Vervollständigung aller thematischen Karten werden die letzten beiden Schritte für alle Kategorien wiederholt.

6. ERGEBNISSE

6.1 BEWERTUNGSMATRIX

Die Tabellen 16 und 17 enthalten die Bewertungsmatrix, die aufgrund ihrer Größe zweigeteilt wird. Die ersten Spalten enthalten die Flächencodierung, die aus der Maßnahmenflächen-Nummer, der Anzahl der Probeflächen, der Maßnahmenflächengröße, der Zuordnung zu den, von der Wildbach- und Lawinenverbauung erstellten Abteilungen und Unterabteilungen, sowie der durchgeführten Maßnahmen mit Ausführungsjahr in der Matrix bestehen.

Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse des „Bannwald Hallstatt Nord“ auf Maßnahmenflächenniveau. In Tabelle 17 ist der „Bannwald Hallstatt Süd“ auf Probeflächenniveau dargestellt. Grund hierfür waren die relativ großen Flächen von 27 und 13 Hektar, auf denen wegen der lokalen Ausprägungen und Inhomogenitäten keine zusammenfassende Ansprache auf Maßnahmenflächenniveau möglich war. Da sich die Maßnahmen im ‚Bannwald Hallstatt Süd‘ auf technische Bauwerke beschränken, die teils flächig über das Gebiet vorhanden sind, war eine Vollaufnahme durch Probeflächen nicht möglich. Deshalb liegt zusätzlich zu den thematischen Karten eine kartografische Darstellung über den Zustand der Bauwerke in den Abteilungen IX/1, IX/2 und IX/3, die die Flächen 42 und 43 ausmachen, vor (siehe Abbildung 64).

Die Zeilen der Bewertungsmatrix zeigen die jeweiligen Maßnahmenflächen bzw. Probeflächen mit den Ergebnissen in den einzelnen Zustandsgruppen und Bewertungskategorien. Die Noten reichen von 1 bis 3 und sind mit den dazugehörigen Ampelfarben versehen (1=GRÜN, 2=GELB, 3=ROT).

Die Spalten bieten einen Überblick über den Zustand des gesamten Projektgebiets in den verschiedenen Bewertungskategorien, die in die 5 Themenblöcke „naturräumliche Gefährdungen“, „Gefährdung Bestandesentwicklung“, „Verjüngungspotential“, „Schutzwirkung Wald“ und „Zustand Bauwerke“ eingeteilt werden.

Tabelle 17: Bewertungsmatrix Bannwald Hallstatt Süd Probeflächenniveau für die Maßnahmenflächen 42 und 43, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

Abteilung	Teilfläche	Maßnahmenfläche	Probeflächennr.	Maßnahmen	Maßnahmenjahr	1 naturräumliche Gefährdungen			2 Gefährdung Bestandesentwicklung			3 Verjüngungspotential			4 Schutzwirkung Wald						5 Zustand Bauwerke			
						Steinschlag	Lawine (potentiell)	Gleitschnee (potentiell)	Verbiss	Verjüngung	Baumbestand	Erfolg Aufforstung (DI od. JW)	Entwicklung JV-Flächen	Entwicklung Verjüngung gesamt	Steinschlag umliegender Bestand	Steinschlag/ Gleitschnee (DI)	Maßnahmenfläche	Steinschlag Bestand	Maßnahmenfläche	Steinschlag Bestand	Maßnahmenfläche	Lawine Bestand	Maßnahmenfläche	Steinschlagbestand	Lawinschutz-bauten	Lawinschutz-bauten	Gleitschneeschutzelemente	Umzäunung
						1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4	
IX 1	42	1	J			3	1	2	2	1	1	k.Mn	k.JW	1	1	1	k.DI	k.B.	k.B.	3	3	3		
IX 1	42	2	J		~1980?	3	1	1	3	2	1	k.Mn	k.JW	1	2	2	k.DI	2	2	3	3	3		
IX 1	42	3	J		~1980?	3	2	2	3	2	1	k.Mn	k.JW	2	2	1	2	2	2	3	3	3		
IX 1	42	4	J		~1980?	3	2	2	1	2	2	k.Mn	k.JW	1	2	1	3	3	3	3	3	3		
IX 1	42	5				3	3	2	3	2	1	k.Mn	k.JW	2	2	1	3	3	3	3	3	3		
IX 1	42	6				3	1	2	3	1	1	k.Mn	k.JW	1	2	k.DI	k.B.	k.B.						
IX 1	42	7				2	3	3	3	3	1	k.Mn	3	3	3	1	3	3	3					
IX 1	42	8				3	2	2	1	2	2	k.Mn	k.JW	1	2	3	2	2	2					
IX 1	42	9				3	1	1	2	2	3	k.Mn	k.JW	1	3	k.DI	3	3	3					
IX 1	42	10	J		1984/1985	3	1	2	3	2	2	k.Mn	k.JW	1	2	1	3	3	3	2	2	2		
IX 1	42	11				2	1	3	3	2	2	k.Mn	k.JW	2	3	k.DI	3	3	3	2	2	2		
IX 1	42	12	J		1991	3	3	2	3	2	1	k.Mn	k.JW	2	2	1	k.B.	k.B.	k.B.	2	2	2		
IX 1	42	13				3	3	2	3	3	2	k.Mn	k.JW	2	3	1	3	3	3					
IX 1	42	14	J		~1980?	3	3	2	3	3	2	k.Mn	k.JW	2	2	1	k.B.	k.B.	k.B.	2	2	2		
IX 2	43	1	J		1974/1975, 1987/1988	2	1	2	3	2	1	k.Mn	k.JW	2	3	2	3	3	3	2	2	2		
IX 3	43	2	J		1976/1977, 1982	2	3	3	3	2	2	k.Mn	k.JW	2	3	2	3	3	3	2	2	2		
IX 2	43	3	J		1973	2	1	2	3	3	2	k.Mn	k.JW	3	3	k.DI	2	2	2	2	2	2		
IX 3	43	4			1972	2	2	2	2	3	2	k.Mn	k.JW	3	2	1	2	2	2	2	2	2		
IX 3	43	5			1972, 1985	2	3	3	3	2	2	k.Mn	k.JW	2	3	2	2	2	2	2	2	2		
IX 2	43	6	J,M		1985/1986	3	1	1	3	3	2	k.Mn	k.JW	3	2	1	k.DI	1	1	2	2	2	3	
IX 3	43	7	J		1972	3	2	2	3	3	2	k.Mn	3	3	3	k.DI	2	2	2	2	2	2		
IX 3	43	8	J,M		1977, 1979, 1980	2	3	2	3	3	2	k.Mn	k.JW	3	2	1	k.B.	k.B.	k.B.	2	2	2		
IX 3	43	9	J,M			2	3	2	3	2	1	k.Mn	2	2	2	1	3	3	3	2	2	2	3	
IX 3	43	10	J,M		1982, 1983, 1988	2	1	2	3	2	2	k.Mn	k.JW	2	3	k.DI	3	3	3	2	2	2	3	

Bewertungscode:	3	hoch
	2	mäßig
	1	gering
		keiner

Maßnahmencodierung:	G	Querpiloten
	A	Aufforstung
	B	Femelschlag/Auslichtung
	C	Holzschneebrücken
	D	Kulturpflege/-schutz
	E	Lebend Bewehrte Erde
	F	Querfällung
	H	Rustikaler Gleitschneeschu
	I	Snowgripper
	J	Stahlschneebrücken
	K	Steinschlagschutznetz
	L	Torstahlverpfählung
	M	Umzäunung
	N	Verankerung
	O	Verpfählung sonstige
	P	Betonhangrost
		Schneelage:
		keine Auswertung wegen Schneelage

4 Schutzwirkung Wald	gering	mäßig	hoch
	keine Kultur	keine Kultur	keine Kultur
	keine Verjüngung	keine Verjüngung	keine Verjüngung
	keine Jungwuchsfächen	keine Jungwuchsfächen	keine Jungwuchsfächen
	keine Dichtung	keine Dichtung	keine Dichtung
	keine Aufforstu	keine Aufforstu	keine Aufforstungsmaßnahme
	keine Baumbes	keine Baumbes	keine Baumbestand
	weiße Felder:	keine Beweisse	Felder: keine Bewertung

5 Zustand Bauwerke	schlecht	schlecht	gut	gut	sehr gut	sehr gut

Die Ergebnisse der Bewertungen in den einzelnen Zustandsgruppen und Bewertungskategorien werden in Tabelle 18 zusammengefasst. Zur besseren Übersicht werden die Bewertungsnoten, die am meisten vergeben wurden, farblich hervorgehoben.

Tabelle 18: Übersicht über die Ergebnisse der Maßnahmenflächen mit farblicher Hervorhebung der vorherrschenden Bewertungsnote, 12/2009 (Stangl et al., 2010)

	1 naturräumliche Gefährdungen			2 Gefährdung Bestandesentwicklung			3 Verjüngungspotential			4 Schutzwirkung Wald					5 Zustand Bauwerke			
	Steinschlag 1.1	Lawine (potentiell) 1.2	Gleitschnee (potentiell) 1.3	Verbiss 2.1	Verjüngung 2.2	Baumbestand 2.3	Erfolg Aufforstung (DI od. JW) 3.1	Entwicklung JW-Flächen 3.2	Entwicklung Verjüngung gesamt 3.3	Steinschlag umliegender Bestand 4.1	Lawine umliegender Bestand 4.2	Steinschlag/Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche 4.3	Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche 4.4	Lawine Bestand Maßnahmenfläche 4.5	Steinschlagschutzbauten 5.1	Lawinenschutzbauten 5.2	Gleitschneeschutz-elemente 5.3	Umzäunung 5.4
GRÜN	1	6	17	17	2	2	2	0	10	1	1	18	0	0	2	1	0	1
GELB	11	11	23	9	18	32	15	22	26	34	37	6	5	11	10	8	10	0
ROT	31	26	3	17	23	7	8	11	7	6	3	0	22	16	2	2	1	2
ohne Bewertung						2	18	10		2	2	19	16	16				

6.2 THEMATISCHE KARTEN

6.2.1 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

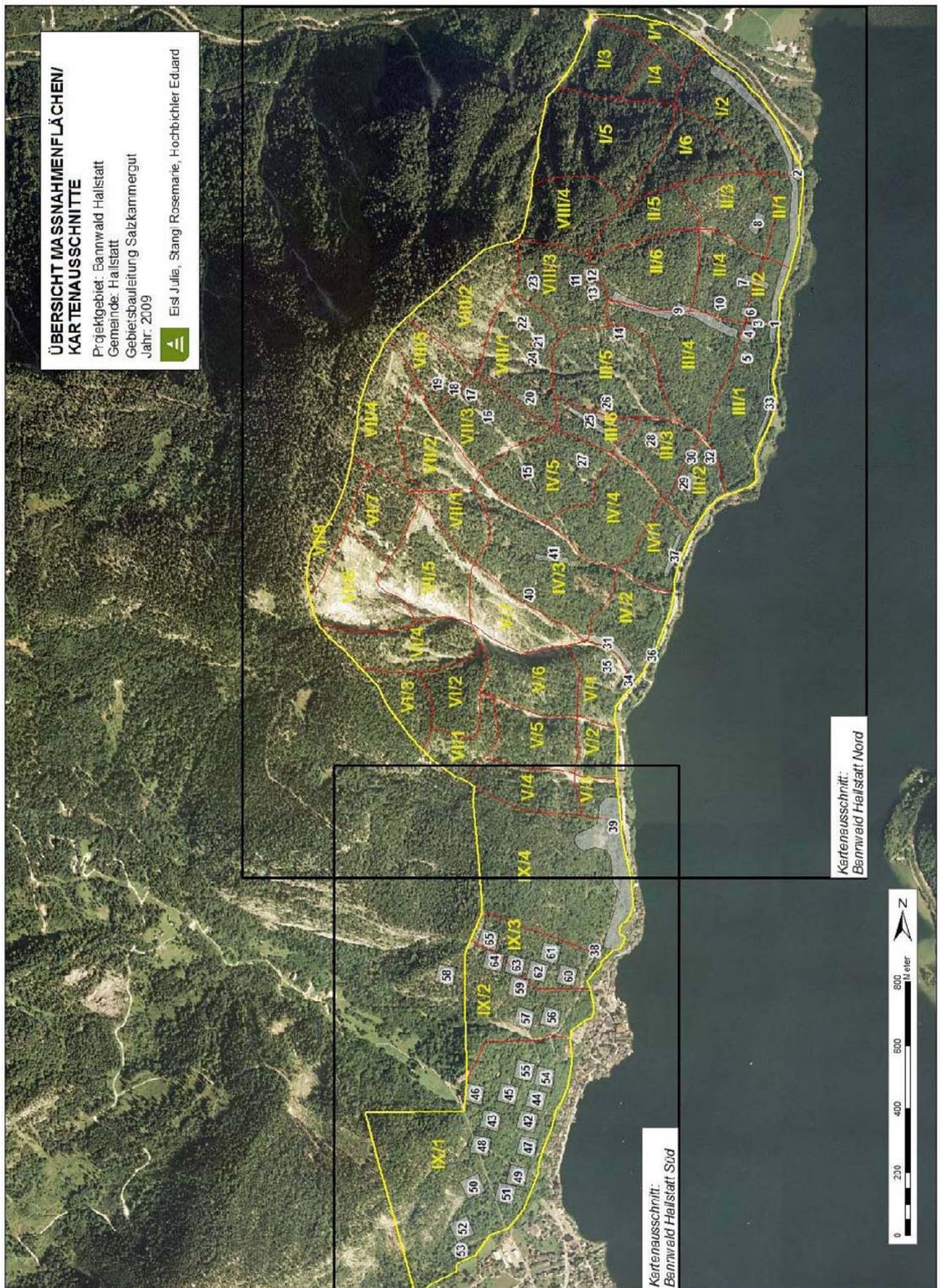
Die Kartendarstellung für den Bannwald Hallstatt erfolgte in zwei Teilkarten, um eine detaillierte Ansicht zu erhalten. Das Projektgebiet wurde in die Abschnitte „Bannwald Hallstatt Nord“ und „Bannwald Hallstatt Süd“ unterteilt.

Ebenso wie bei der Bewertungsmatrix erfolgte die Farbgebung nach dem Ampelfarbenschema (Note 1= GRÜN, 2= GELB, 3= ROT). Flächen, die nicht bewertet wurden, erhalten die Farbe GRAU. Der Grund für die Nicht-Bewertung ist je nach Kategorie unterschiedlich und in der Legende vermerkt. Die Planköpfe beinhalten die Bewertungskategorien, das Projektgebiet, die zuständige Gebietsbauleitung der Wildbach- und Lawinenverbauung, sowie das Erstellungsjahr und die BearbeiterInnen.

Die Thematischen Karten werden ebenso wie die Bewertungsmatrix mit Nummern versehen.

6.2.2 ÜBERBLICK

Um einen Überblick über die bewerteten Maßnahmenflächen zu erhalten, wurde das gesamte Projektgebiet in einer Übersichts-Karte dargestellt (siehe Abbildung 24). Die Maßnahmenflächen wurden gemäß der Bewertungsmatrix nummeriert. Mit der Übersichtskarte, die um weitere Informationen wie z.B. Höhenlinien oder Wege- und Steignetz ergänzt werden kann, und den dazugehörigen GPS-Daten wird das Wiederauffinden der Flächen bei späterer Begehung erleichtert. Ebenso werden in der Übersichtskarte die beiden Kartenausschnitte „Bannwald Hallstatt Nord“ und „Bannwald Hallstatt Süd“ der nachfolgenden thematischen Karten angezeigt.



**ÜBERSICHT MASSNAHMENFLÄCHEN/
KARTENAUSSCHNITTE**

Projektgebiet: Bannwald Hallstatt
Gemeinde: Hallstatt
Gebietsbauleitung Salzammergut
Jahr: 2009



Eisl Julia, Stangl Rosemarie, Hochbichler Eduard

Kartenausschnitt:
Bannwald Hallstatt Nord

Kartenausschnitt:
Bannwald Hallstatt Süd



Abbildung 24: Übersicht über die Maßnahmenflächen und Kartenausschnitte der Teilkarten „Bannwald Hallstatt Nord“ und „Bannwald Hallstatt Süd“, 03/2010

6.2.3 THEMATISCHE KARTEN – THEMENBLOCK 1: NATURRÄUMLICHE GEFÄHRDUNGEN

Die Abbildungen 25 bis 30 stellen die naturräumlichen Gefährdungen im Projektgebiet dar. Es wird unterschieden zwischen den Gefährdungen durch Steinschlag, Lawinen und Gleitschnee.

Es besteht ein sehr hohes Gefährdungspotential durch Steinschlag. Die teilweise in großen Mengen vorhandenen Steinschlagablagerungen älteren und jüngeren Datums weisen erhebliche Größen auf (Durchmesser bis 150 cm).

Das Gefährdungspotential durch Lawinen ist im überwiegenden Teil der Flächen als „hoch“ zu bewerten. Dies ist einerseits auf die hohen Hangneigungen zurückzuführen, die größere Gefährdungen mit sich ziehen (GABL et al., 2000). Andererseits wirken sich die zahlreichen Lücken in Form von Jungwuchs- und Dickungsflächen negativ auf die Lawinenbildung aus. Da die Schutzwirkung des Bestandes laut SAEKI und MATSUOKA (1969) erst effektiv ist, wenn die mittlere Baumhöhe die Schneedecke überragt bzw. das Eineinhalb- bis Zweifache der Schneedecke beträgt, wird von einer Lücke ausgegangen, wenn die Wuchsklasse Dichtung 2 (entspricht einer Bestandeshöhe von 5 bis 10 Metern) unterschritten wird. Der Überschirmungsgrad wird anders als beim BMLFUW (2008) nicht berücksichtigt, da die Wuchsklassen unter Dichtung 2 auf die Lawinenbildung nicht positiv einwirken. ZIEGNER (2008) bezeichnet eine offene Fläche ab einer Dimension von 15 x 15 Metern als Lücke. Um einer verminderten Bewertung der Gefährdung vorzubeugen, wurde in diesem Projekt von einer Lücke ab einer Schwellenbreite von 10 Metern ausgegangen.

Bezüglich des Gefährdungspotentials durch Gleitschnee ist der Großteil der Flächen mit „mäßig“ zu bewerten. Eine raue Oberfläche durch liegen gelassene Baumstämme verringert die Gleitschneewirkung (FREHNER et al ,2005), die bei günstiger Hangneigung zu einer Bewertung mit „gering“ führt. Im Bannwald Hallstatt trifft dies auf 17 Flächen zu, da sich vor allem die häufig vorkommenden Querfällungen und der rustikale Gleitschneeschutz positiv auswirken.

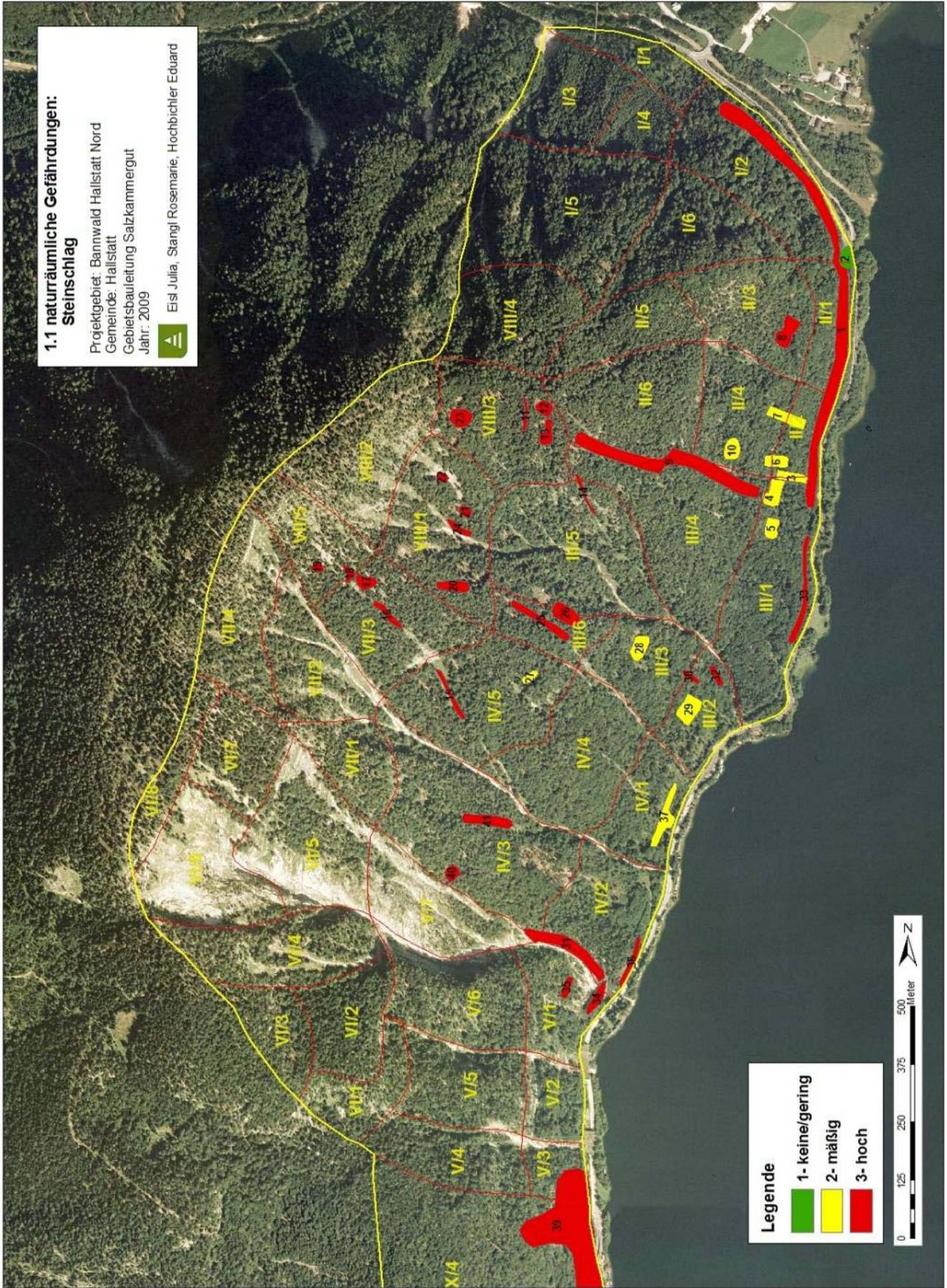


Abbildung 25: Thematische Karte „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

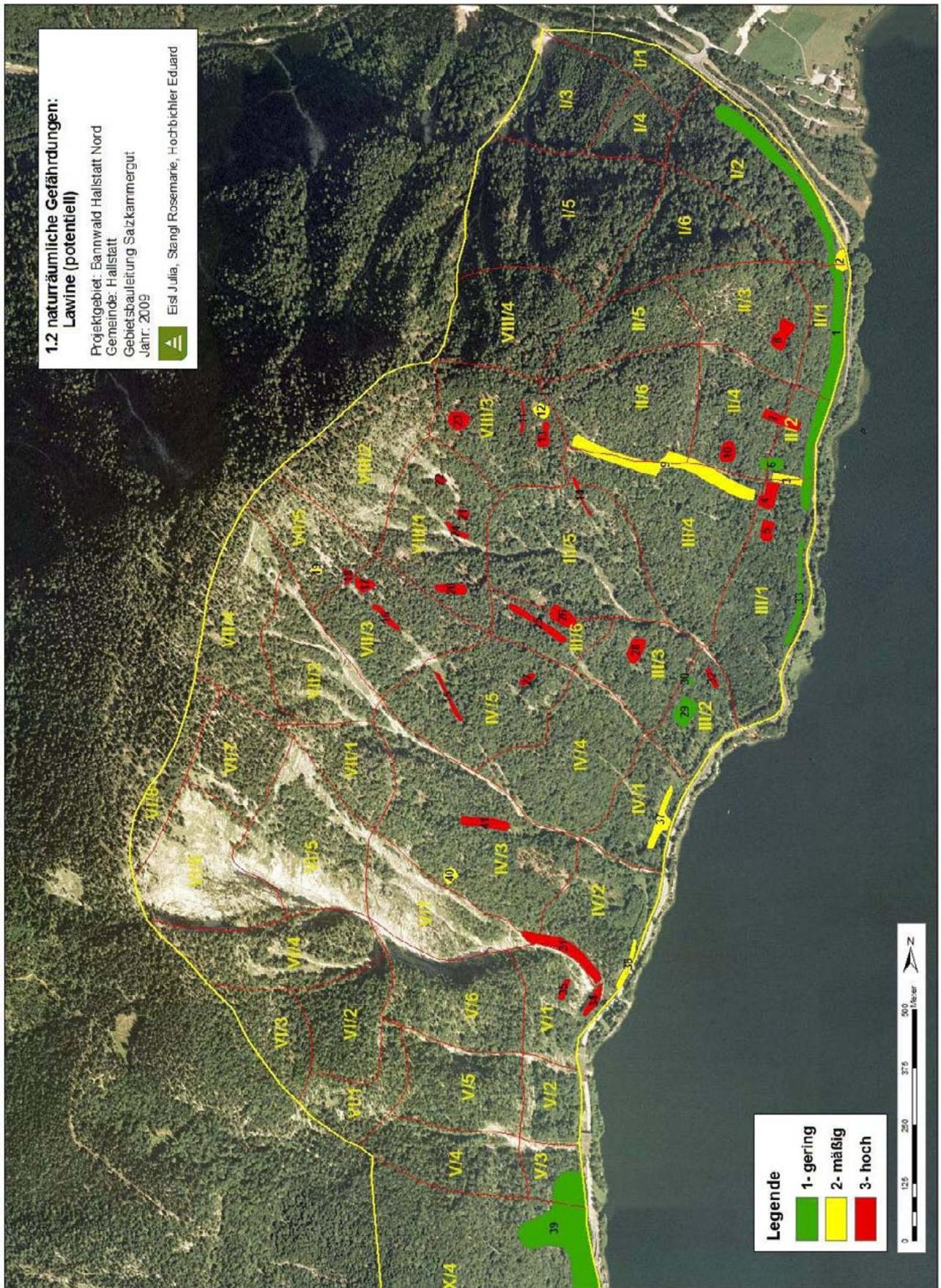


Abbildung 26: Thematische Karte „1.2 Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

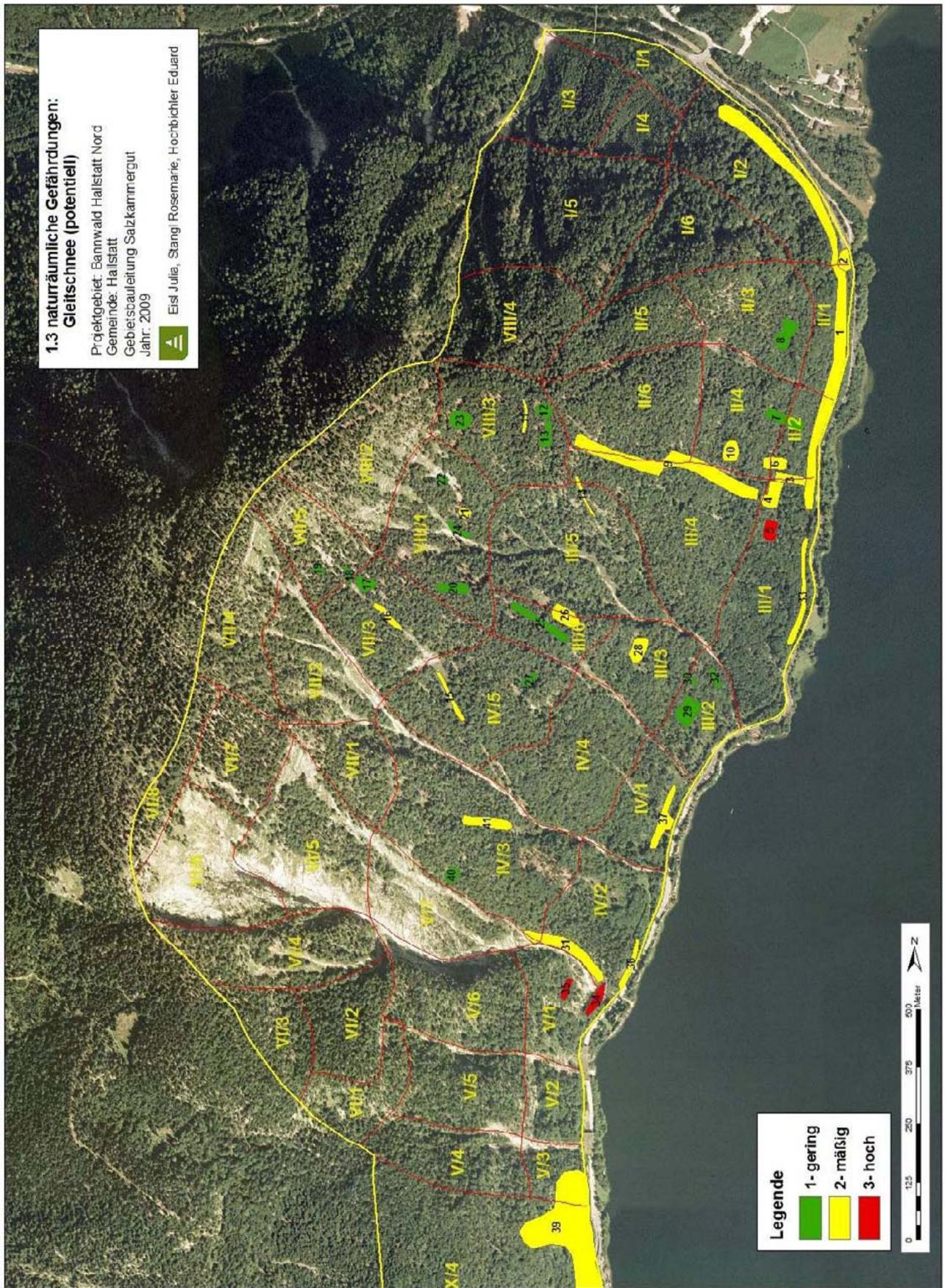


Abbildung 27: Thematische Karte „1.3 Naturräumliche Gefährdungen: Gleitschnee (potentiell)“ – HALLSTATT NORD

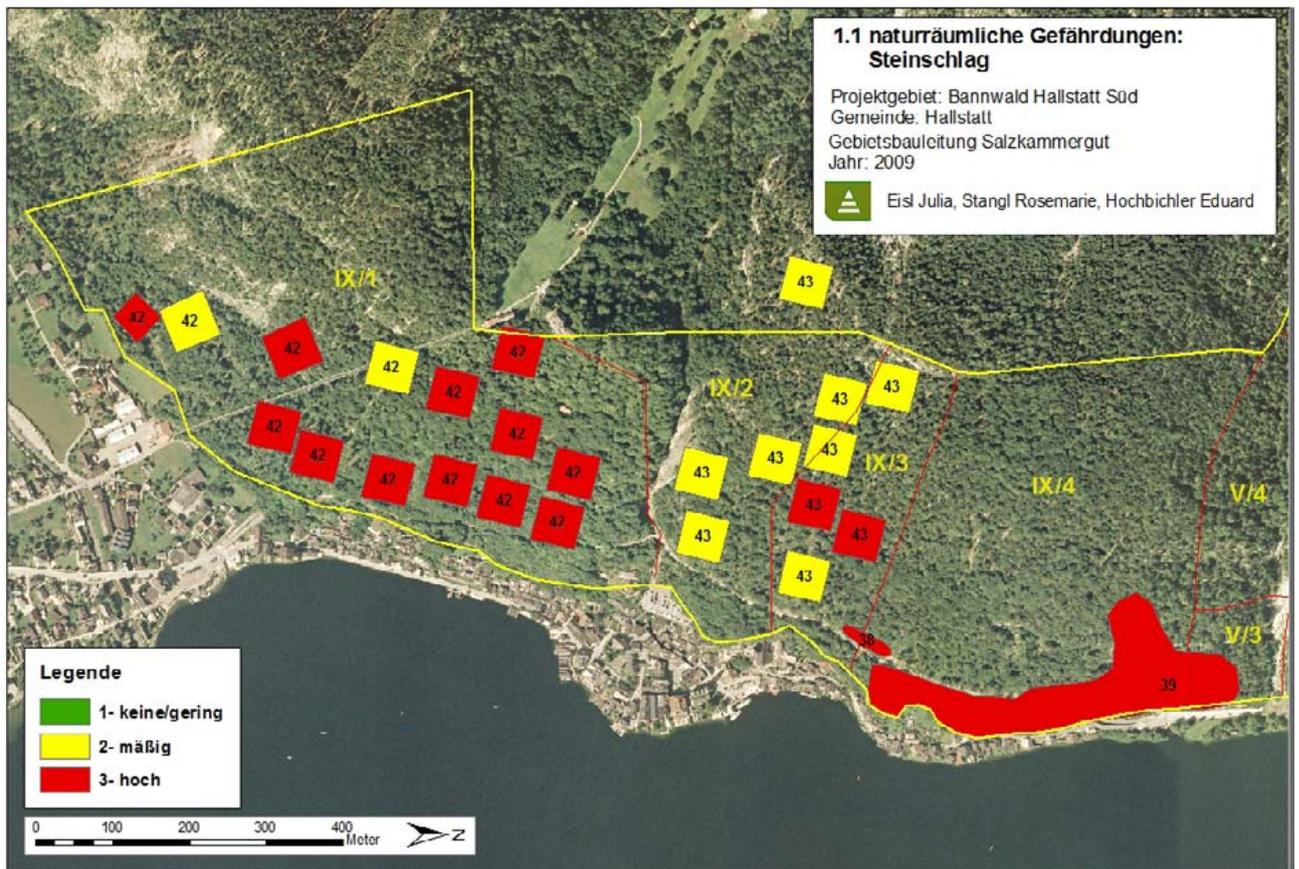


Abbildung 28: Thematische Karte „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

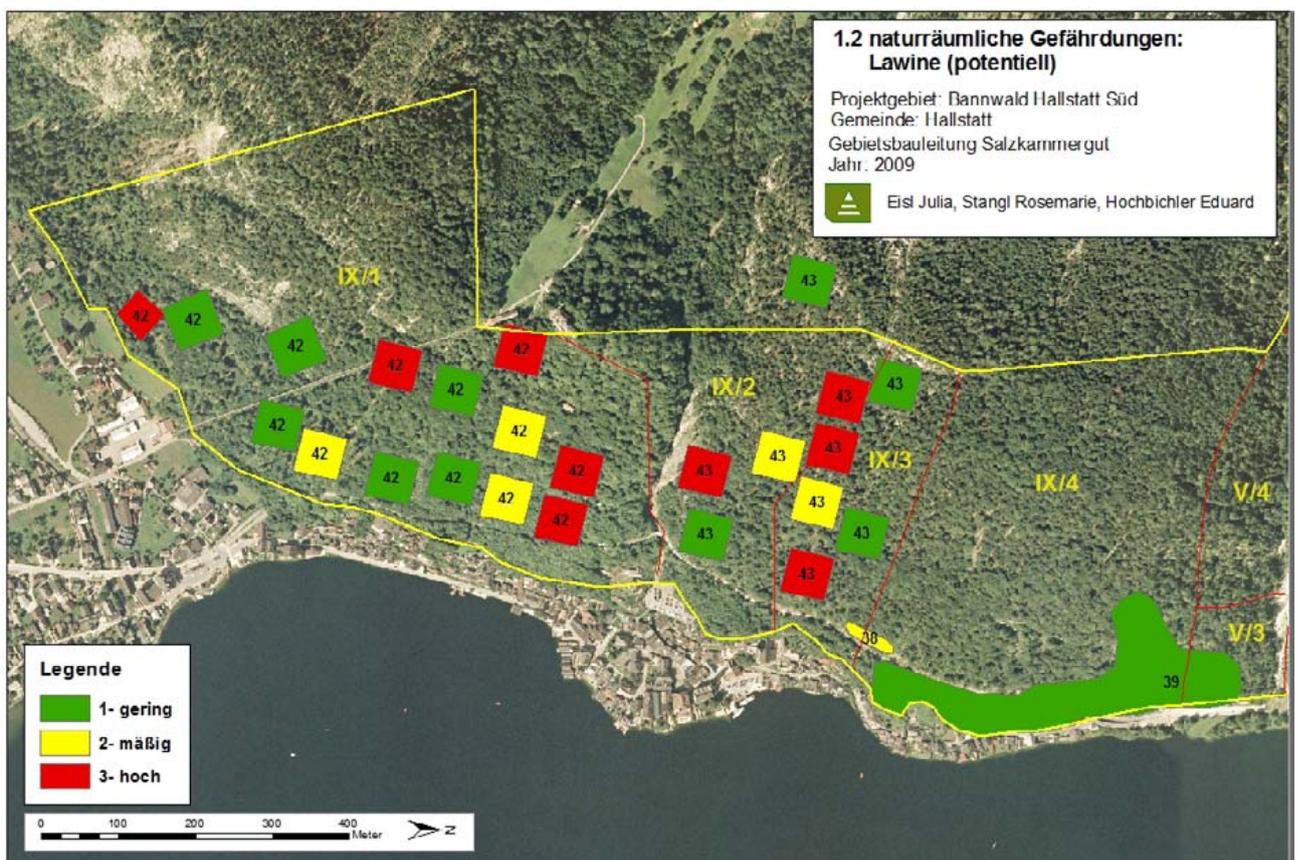


Abbildung 29: Thematische Karte „1.2 Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

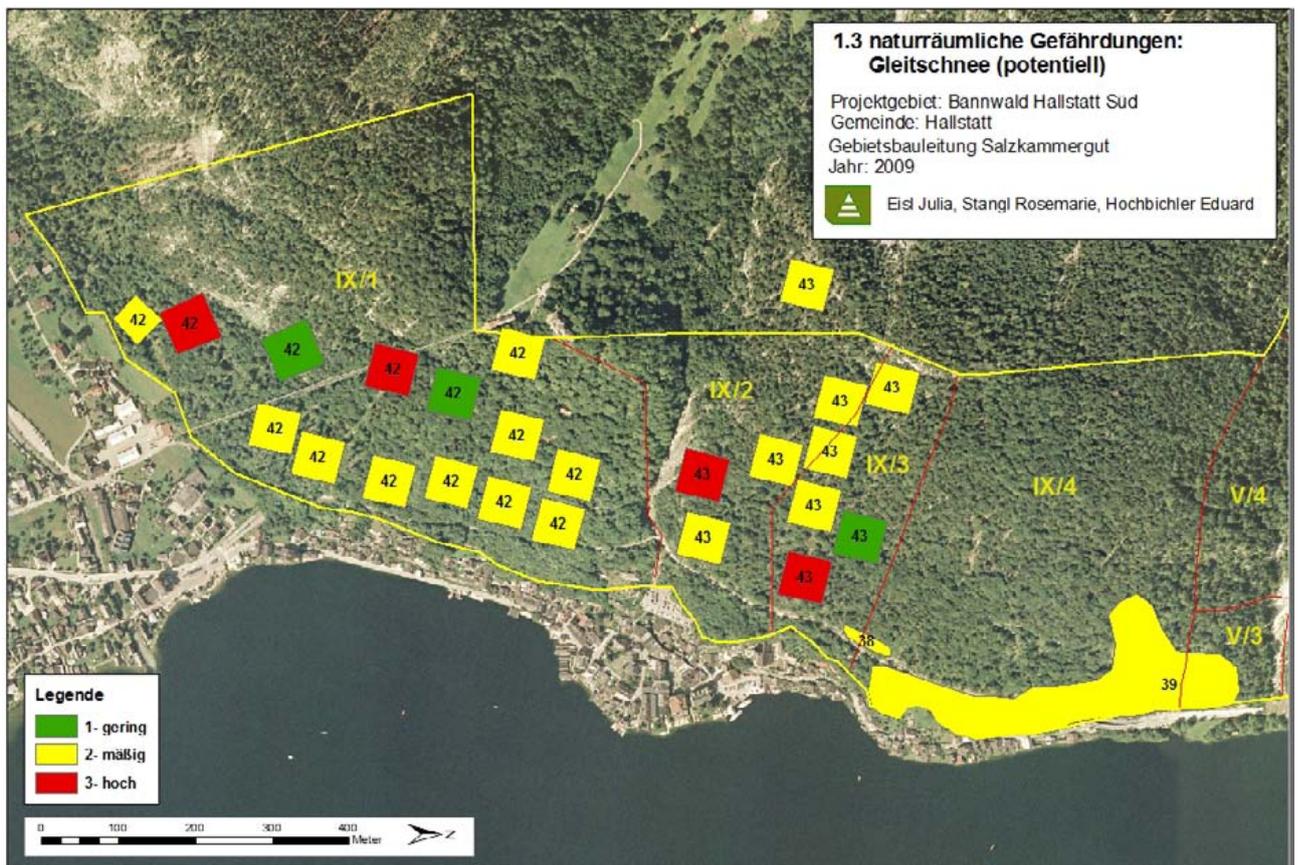


Abbildung 30: Thematische Karte „1.3 Naturräumliche Gefährdungen: Gleitschnee (potentiell)“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

6.2.4 THEMATISCHE KARTEN – THEMENBLOCK 2: GEFÄHRDUNG BESTANDESENTWICKLUNG

Die thematischen Karten zur Gefährdung der Bestandesentwicklung sind untergliedert in Verbiss, Gefährdung der Verjüngung und Gefährdung des Baumbestandes.

Die Bewertung zeigt eine sehr hohe Gefährdung durch Verbiss vor allem im Bannwald Hallstatt Süd. Im Abschnitt Nord überwiegt eine geringe Verbissbelastung.

Die Verjüngung weist eine hohe Gefährdung aufgrund hoher Verbiss- und zusätzlicher Belastung durch Steinschlag- und Gleitschnees Schäden auf.

Die Gefährdung des Baumbestands wurde überwiegend als „mäßig“ bewertet, da zwar der Käferbefall flächendeckend sehr hoch ist, andere Faktoren (Windwurf, Wind-, Schneebruch und Schälsschaden) jedoch lokal abweichen und nur selten vorkommen.



Abbildung 31: stark verbissene Tanne aus Kultur

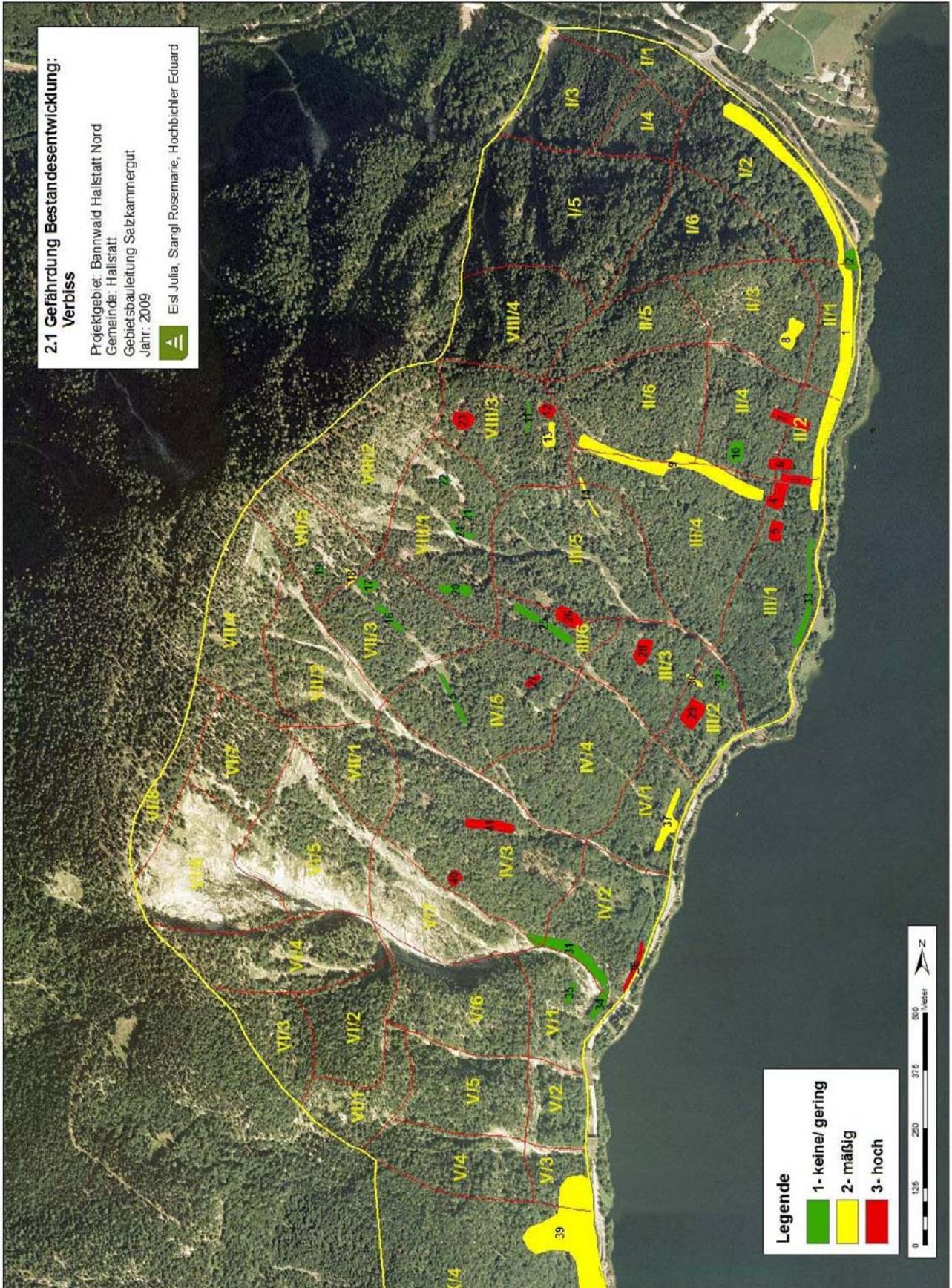


Abbildung 32: Thematische Karte „2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

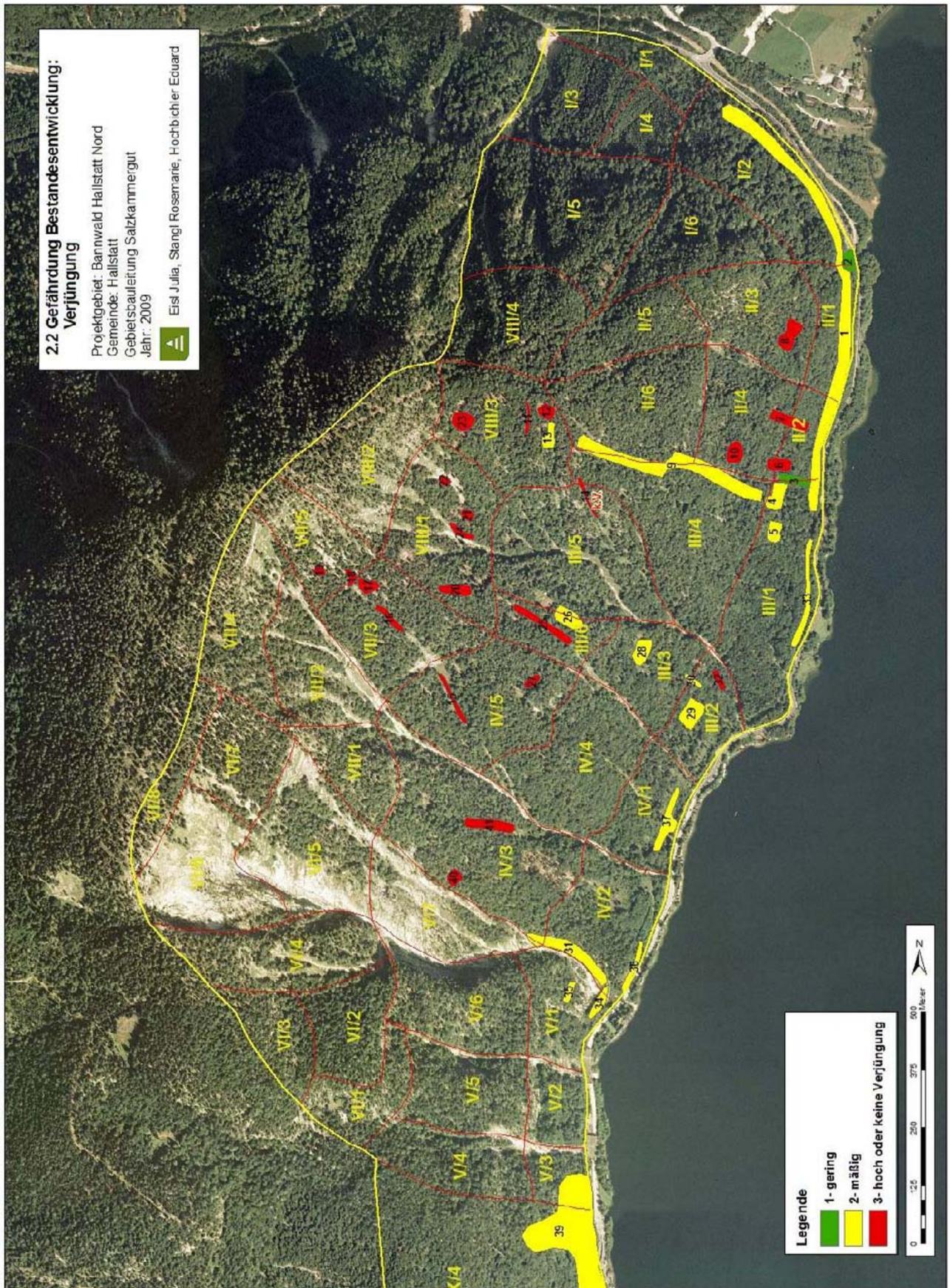


Abbildung 33: Thematische Karte „2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung“ –BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

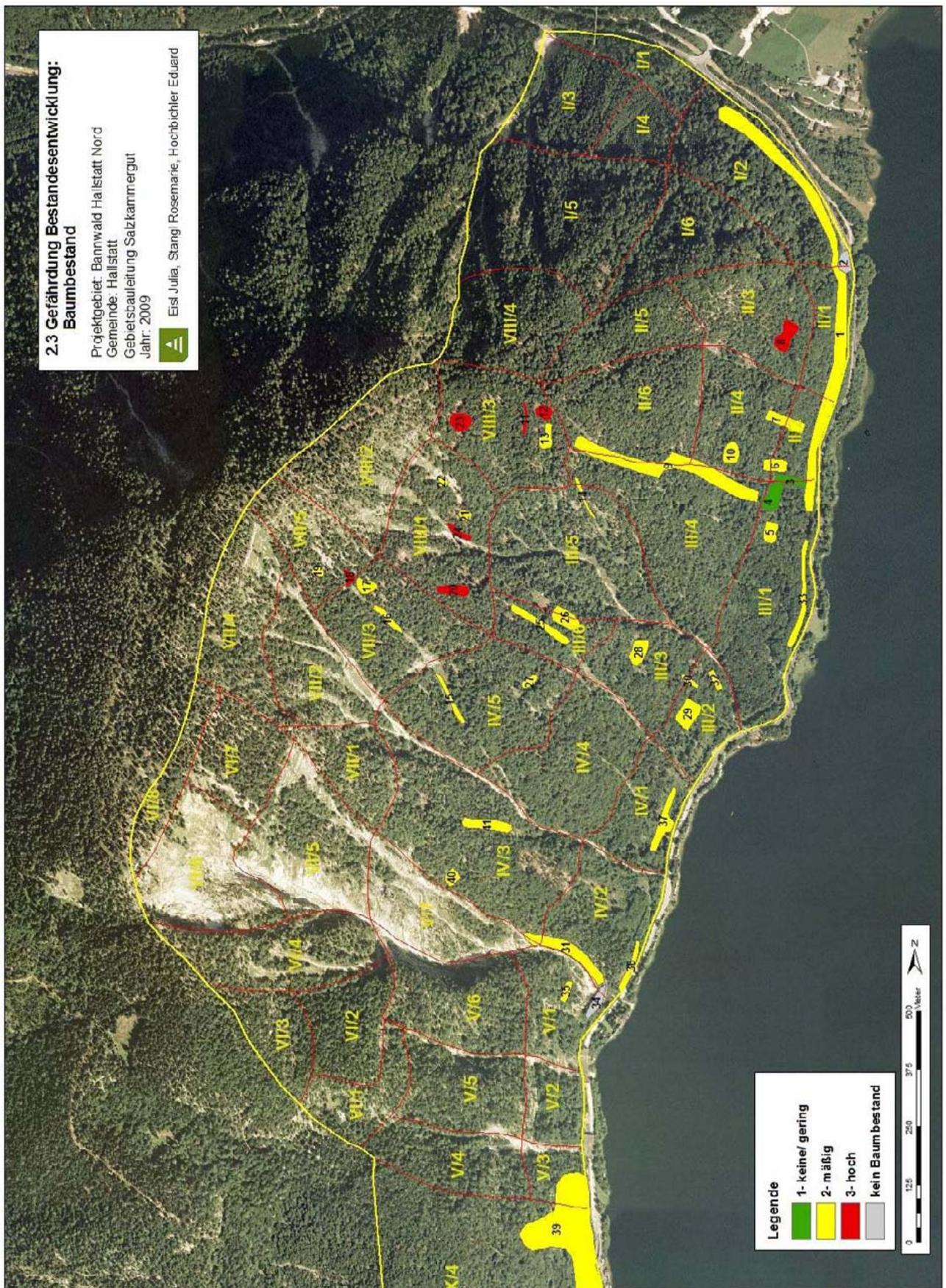


Abbildung 34: Thematische Karte „2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

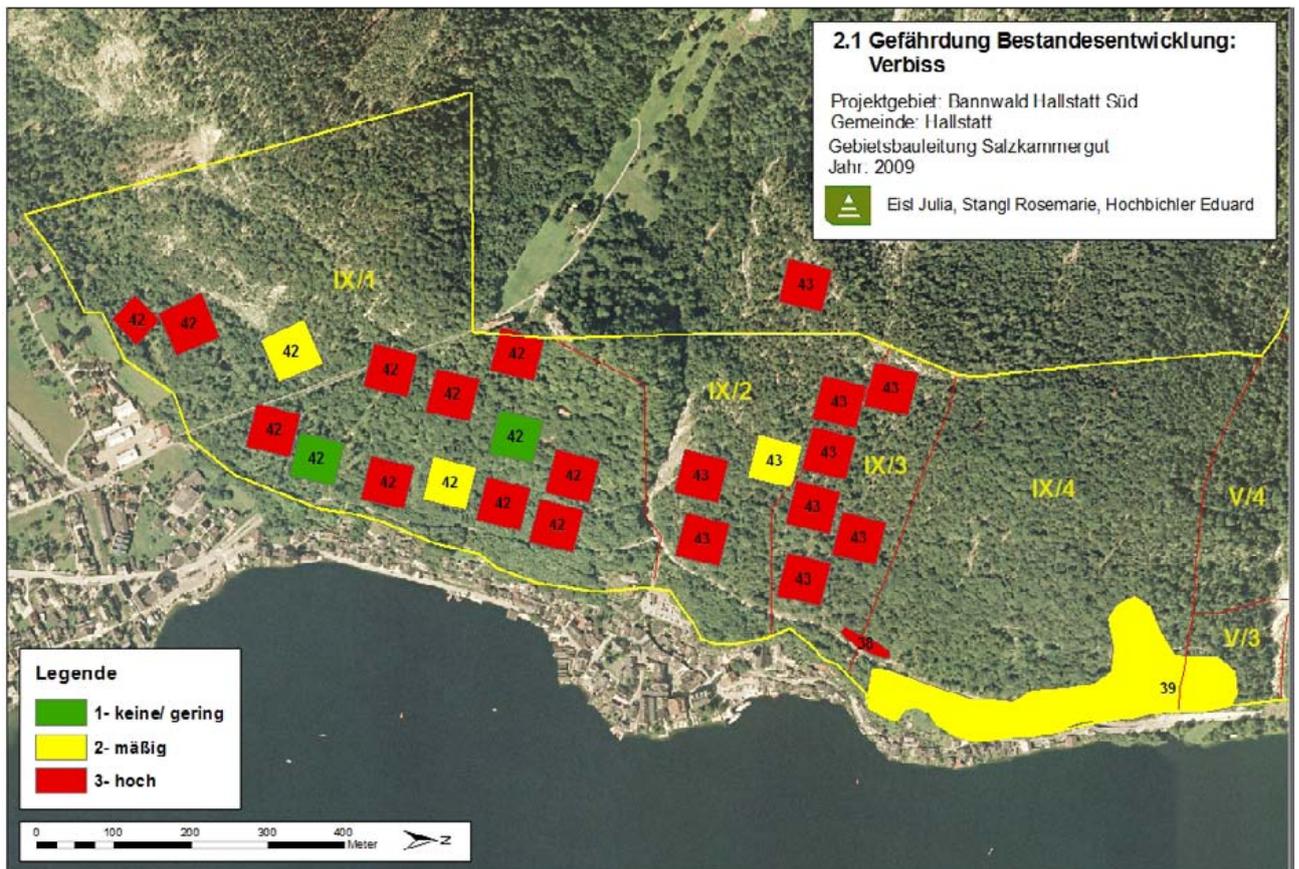


Abbildung 35: Thematische Karte „2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

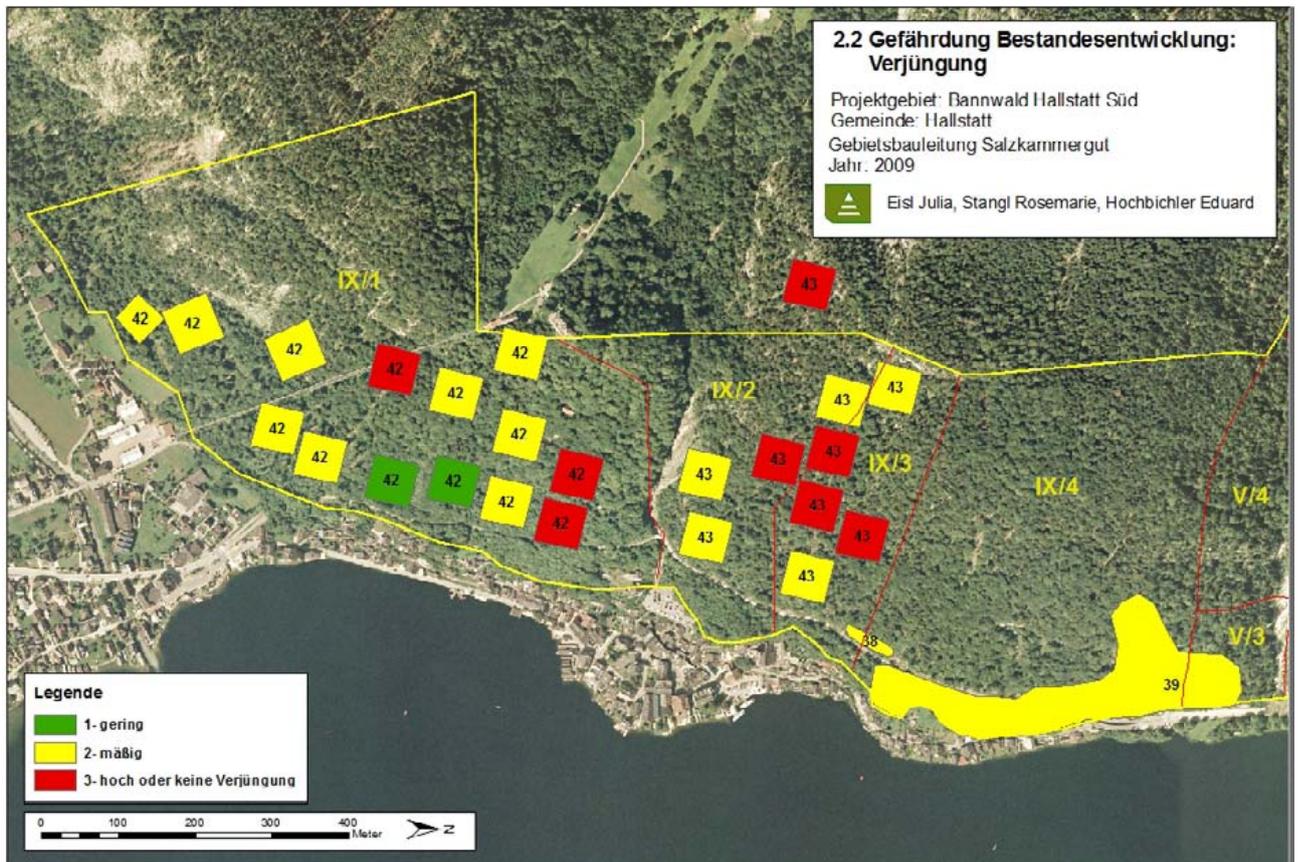


Abbildung 36: Thematische Karte „2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung“ –BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

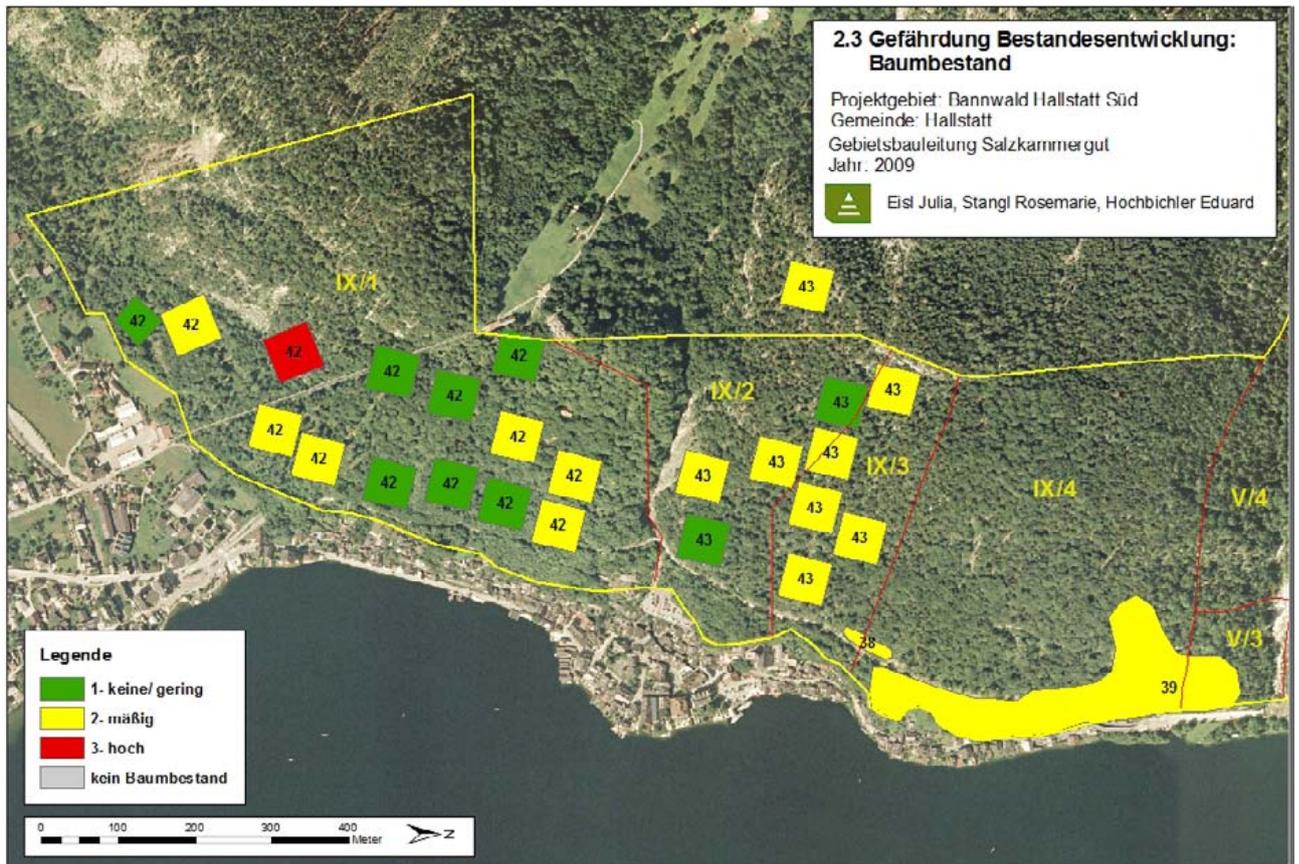


Abbildung 37: Thematische Karte „2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

6.2.5 THEMATISCHE KARTEN – THEMENBLOCK 3: VERJÜNGUNGSPOTENTIAL

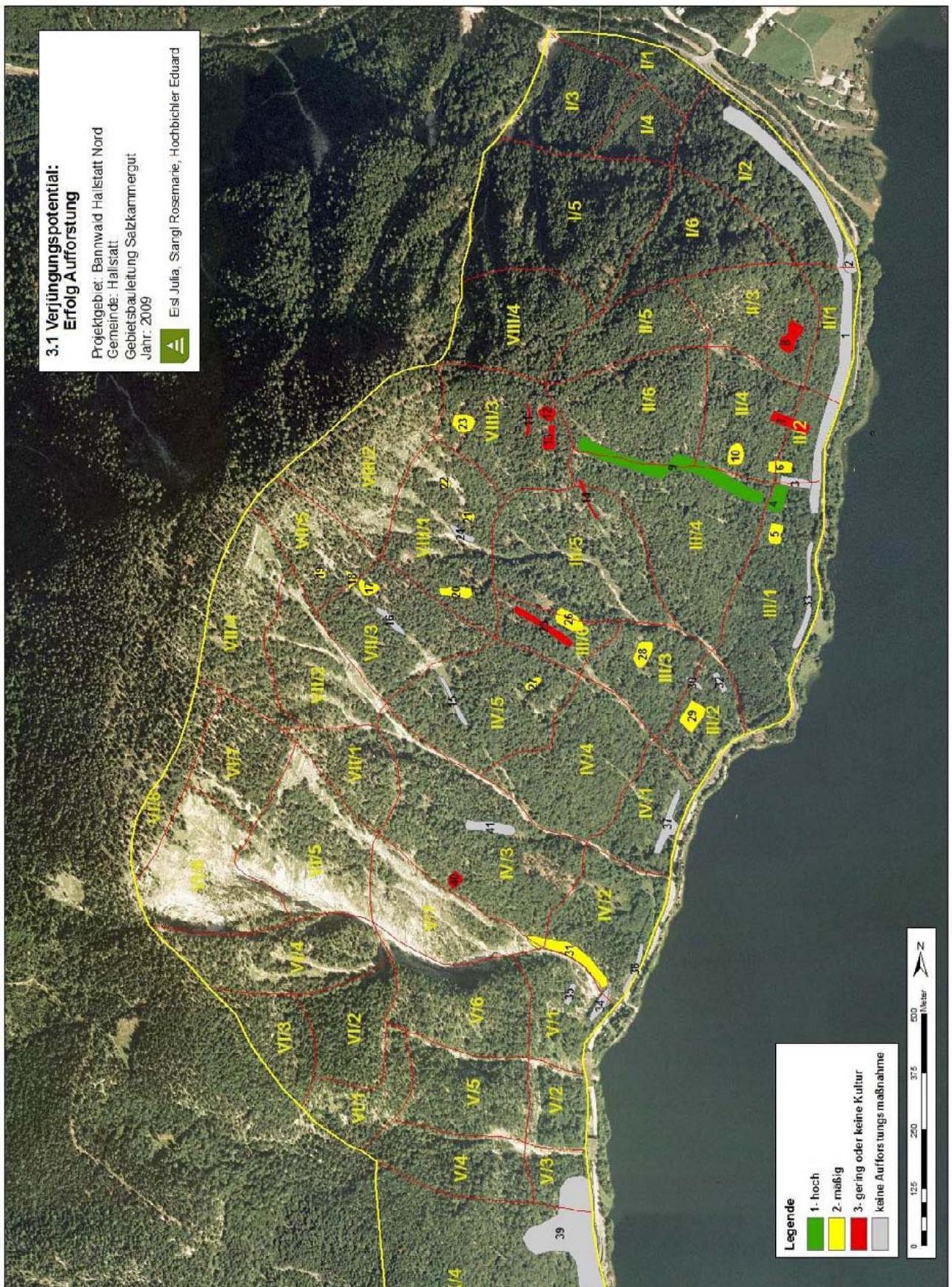
Der dritte Themenblock beschäftigt sich mit dem Verjüngungspotential. Hier wird unterschieden zwischen dem Erfolg der Aufforstungen (falls vorhanden), der Entwicklung der Jungwuchsflächen und der Entwicklung der Verjüngung auf der gesamten Fläche.

Der Aufforstungserfolg ist auf 15 von 25 bewerteten Flächen aufgrund von Schäden und geringen Stammzahlen auf den Flächen beeinträchtigt. Die in die Bewertung eingeflossenen älteren Aufforstungen, die sich bereits im Dickungsstadium befinden, zeigen gute Erfolge.

Die Entwicklung der Jungwuchsflächen ist aufgrund von Schäden, geringen Stammzahlen und Verbiss als ‚mäßig‘ zu bewerten.

Die Entwicklung der Verjüngung gesamt aus Kultur und Natur ist auf Flächen mit hohem Verbiss gefährdet, bei geringerem Verbiss ist die Verjüngungsentwicklung aufgrund anderer Faktoren (Schäden, niedrige Stammzahlen) beeinträchtigt.

Zusammenfassend wird das Verjüngungspotential als eher schlecht eingestuft. Maßnahmen zur Wildschadensabwehr und Schutzmaßnahmen gegen Gleitschnee sind erforderlich. Allerdings lässt sich erwarten, dass die Aufforstungsflächen im Dickungsstadium demnächst die Schutzfunktion übernehmen können.



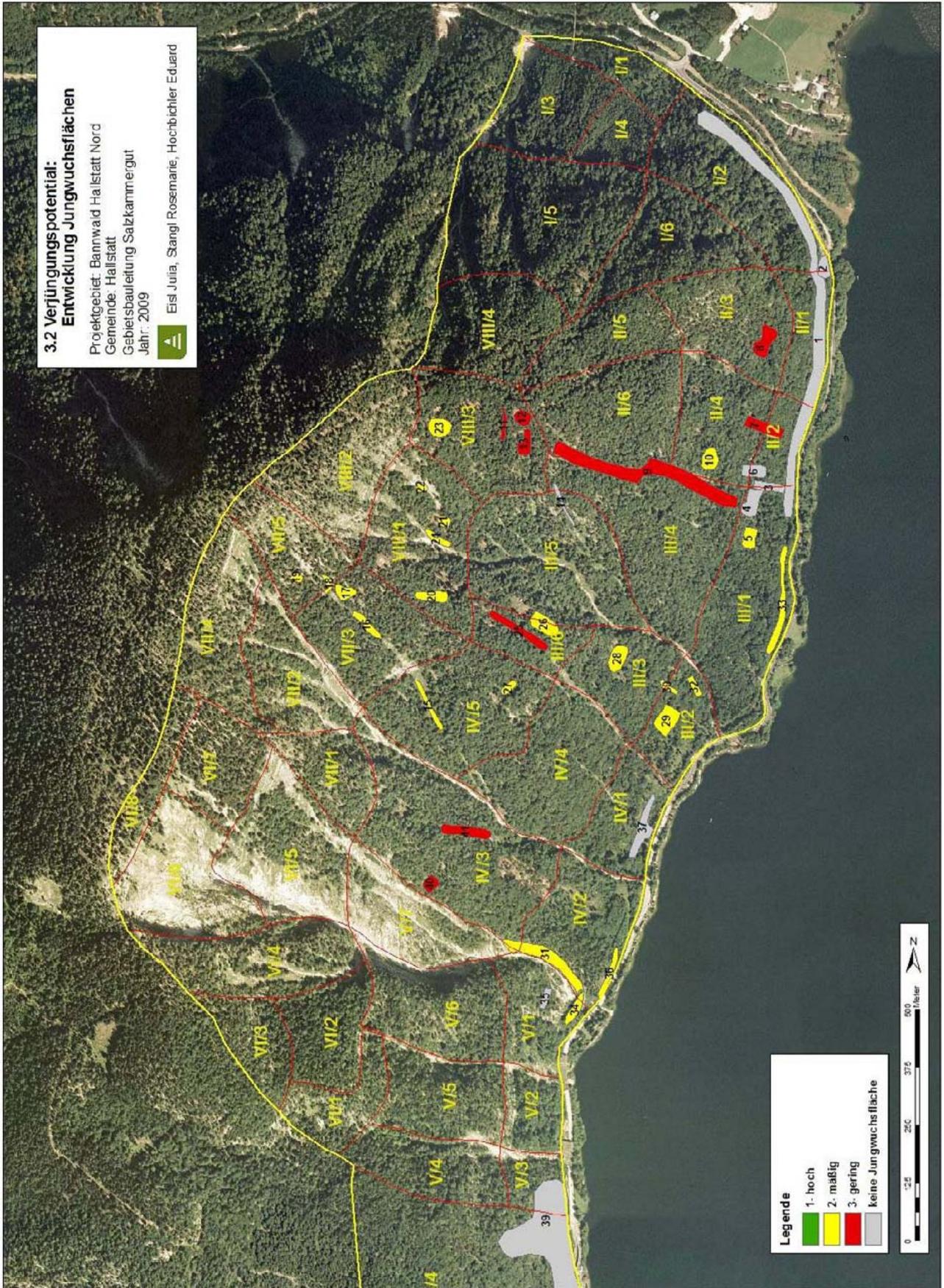


Abbildung 39: Thematische Karte „3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

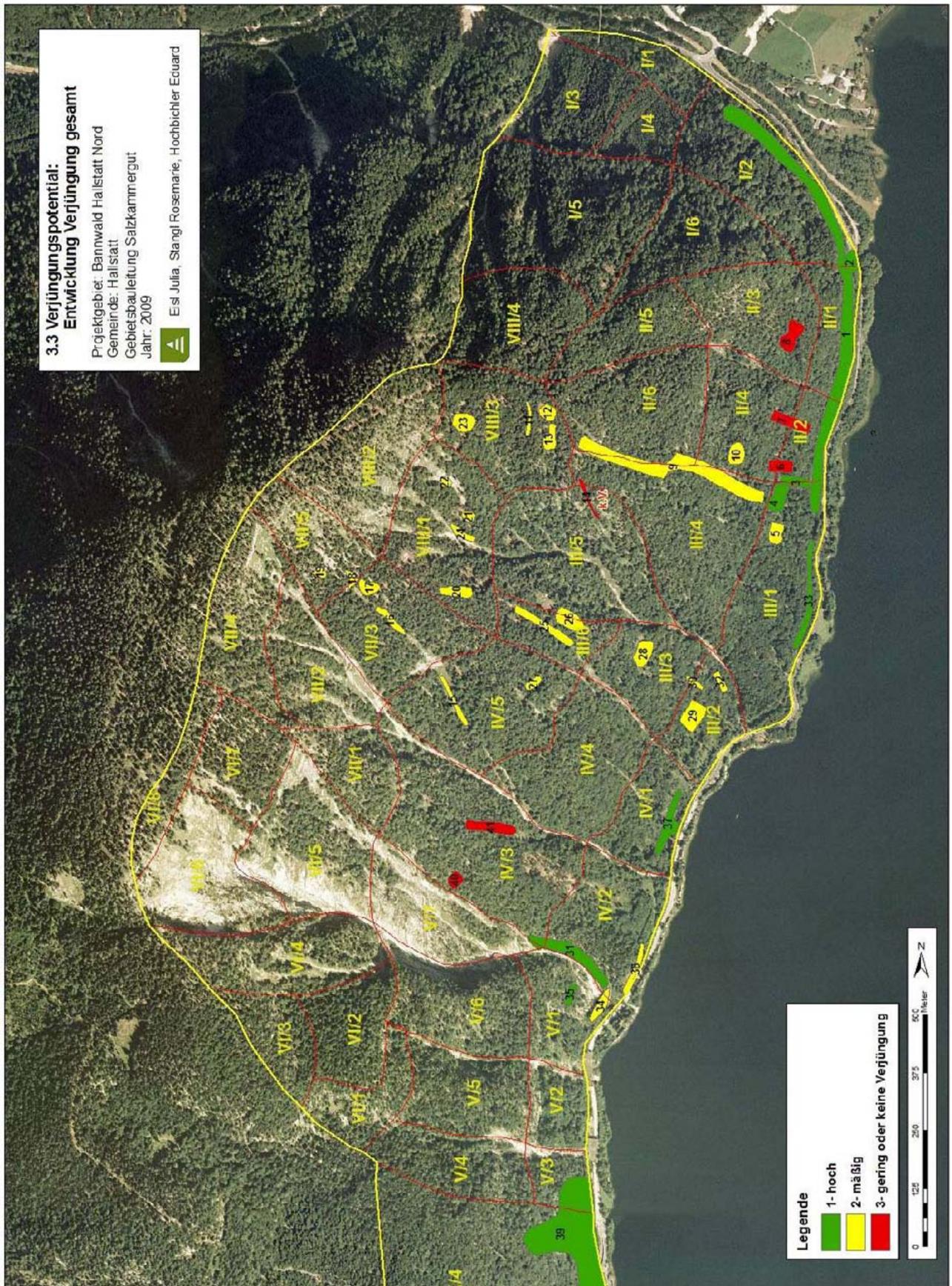


Abbildung 40: Thematische Karte „3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

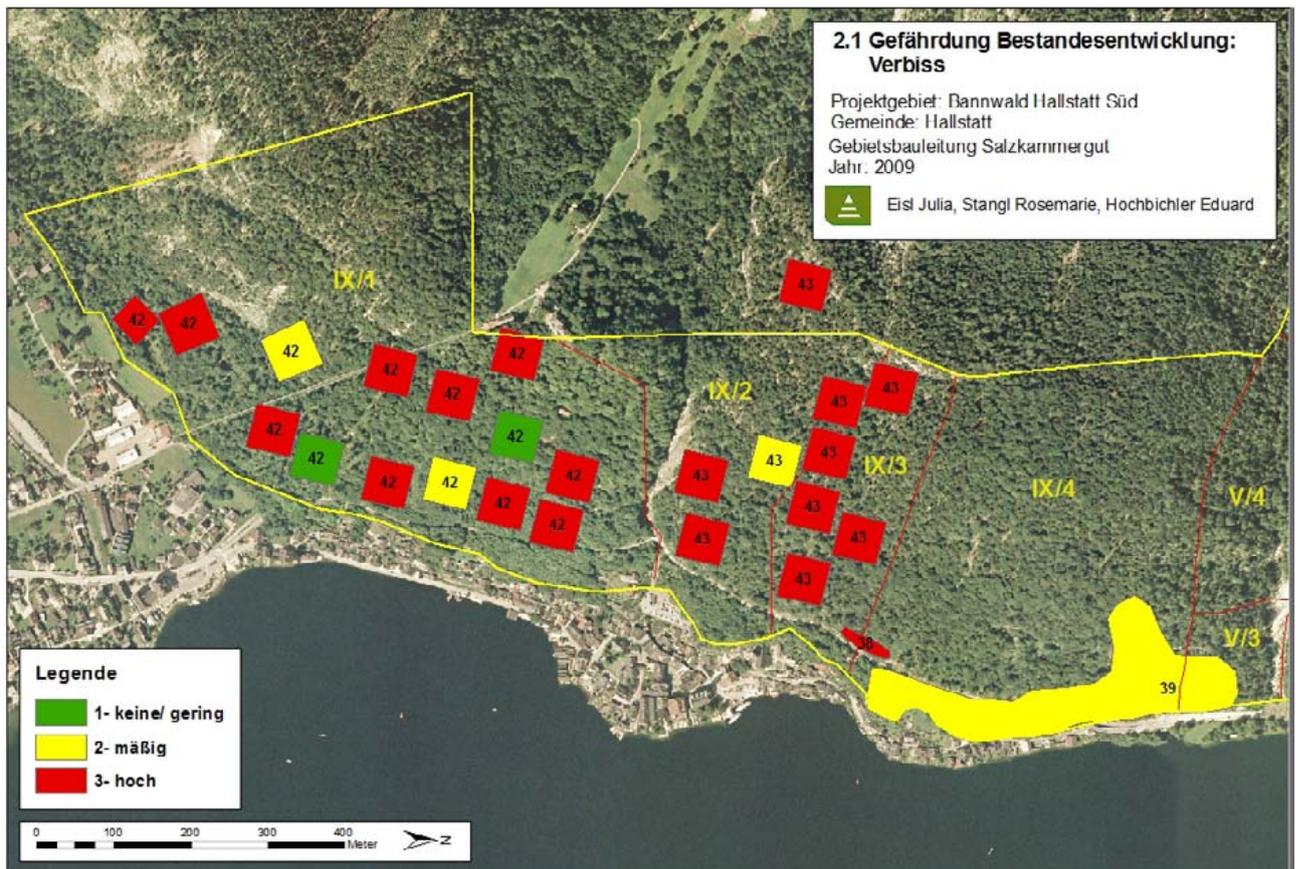


Abbildung 41: Thematische Karte „3.1 Verjüngungspotential: Erfolg Aufforstung“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

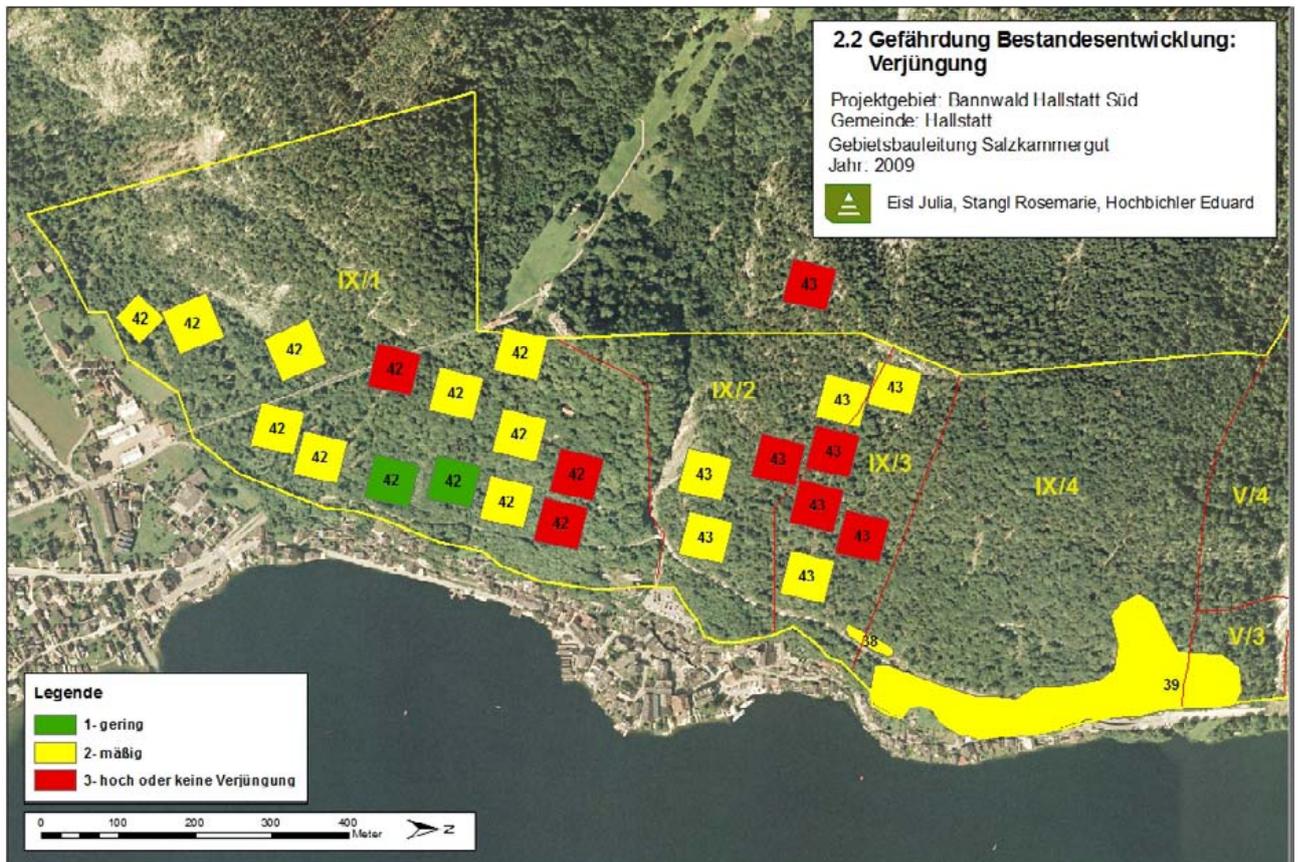


Abbildung 42: Thematische Karte „3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

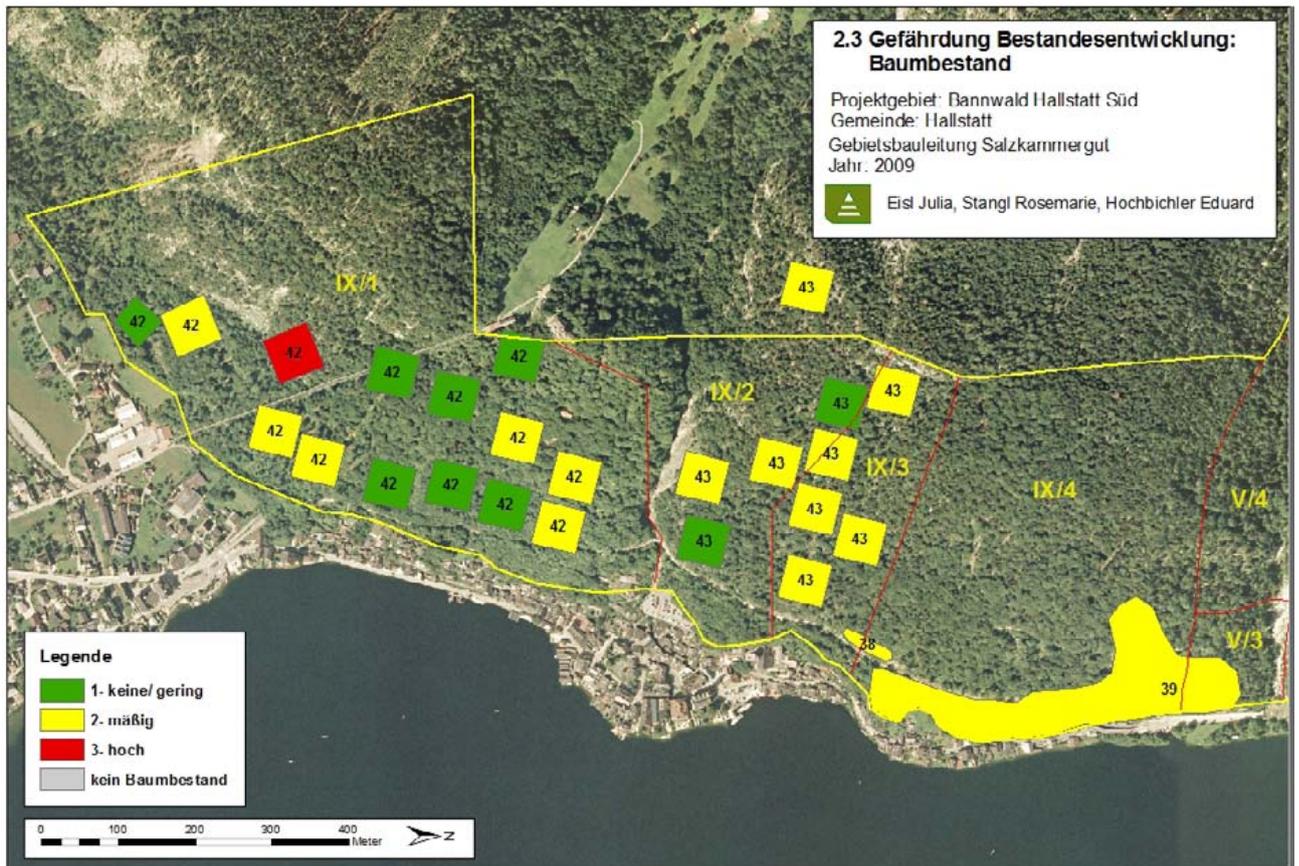


Abbildung 43: Thematische Karte „3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

6.2.6 THEMATISCHE KARTEN – THEMENBLOCK 4: SCHUTZWIRKUNG WALD

Die Schutzwirkung des umliegenden Baumbestandes gegen Steinschlag ist aufgrund der Hangneigung und der teilweise geringen Stammzahlen überwiegend eingeschränkt. Durch die steilen Hänge besteht eine erhöhte Steinschlaggefahr. Die teilweise geringen Stammzahlen wirken sich negativ auf die Schutzwirkung aus, da eine höhere Stammzahl die Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes und somit einer Geschwindigkeitsreduktion oder Stoppung der fallenden Steine erhöht (DORREN et al, 2005). Nach SCHMIDT (2005, in DORREN et al., 2005) nimmt Laubholz generell mehr Energie auf als Nadelholz aufnimmt, die Lärche ist aber im Besonderen mechanisch belastbarer. PERZL (2006) führt den Bergahorn, aufgrund seines Ausheilungs- und Überwallungsvermögen von Steinschlagschäden als gute Baumart im Steinschlagschutz an, verweist aber auch auf die Buche, da sie im Vergleich zum Bergahorn das Eineinhalbfache an Stoßenergie aufnehmen kann. Zusätzlich schreitet das Dicken- und Höhenwachstum nach der Jugendphase schneller voran und bietet somit mehr Angriffsfläche für herabfallende Steine und Blöcke. Bei hohen Stammzahlen und einem hohen Anteil von Buche, Ahorn und Lärche steigt die Schutzwirksamkeit des umliegenden Bestandes.

Die Schutzwirkung gegen Lawinen ist ebenso wie gegen Steinschlag überwiegend mit ‚mäßig‘ zu beurteilen. Auf der einen Seite begünstigen die hohen Hangneigungen die Lawinenbildung (GABL et al., 2000), auf der anderen Seite wirken sich die geringen Stammzahlen negativ aus. PERZL (2005) verweist auf unterschiedliche Ansätze zum Einfluss der Stammzahlen auf die Lawinenbildung. Obwohl die genauen Zahlen variieren, haben sie dennoch gemein, dass der Einfluss der Stammzahlen auf die Lawinenbildung umso positiver ist, je mehr Stämme pro Hektar vorhanden sind. Der teilweise hohe Anteil an Fichte und Tanne verbessert die Schutzwirkung, da die Lawinengefahr im Wald vor allem durch die Interzeption wintergrüner Baumarten vermindert wird (FREHNER, 2005)

Die potentielle Schutzwirkung der Dickungsflächen gegen Steinschlag bzw. Gleitschnee ist aufgrund der hohen Stammzahlen und der gesunden Bestände hoch.

Die geringe Schutzwirkung des Baumbestands in den Maßnahmenflächen ist auf die geringen Stammzahlen in den Flächen zurückzuführen. Dies war allerdings zu erwarten, da die Maßnahmensetzung zumeist das Ausdünnen oder Entfernen des

Bestandes auf der Fläche fordert, sei es durch die Verjüngungseinleitung mittels Femelschlag oder aus Platz- und logistischen Gründen bei der Baustelleneinrichtung.

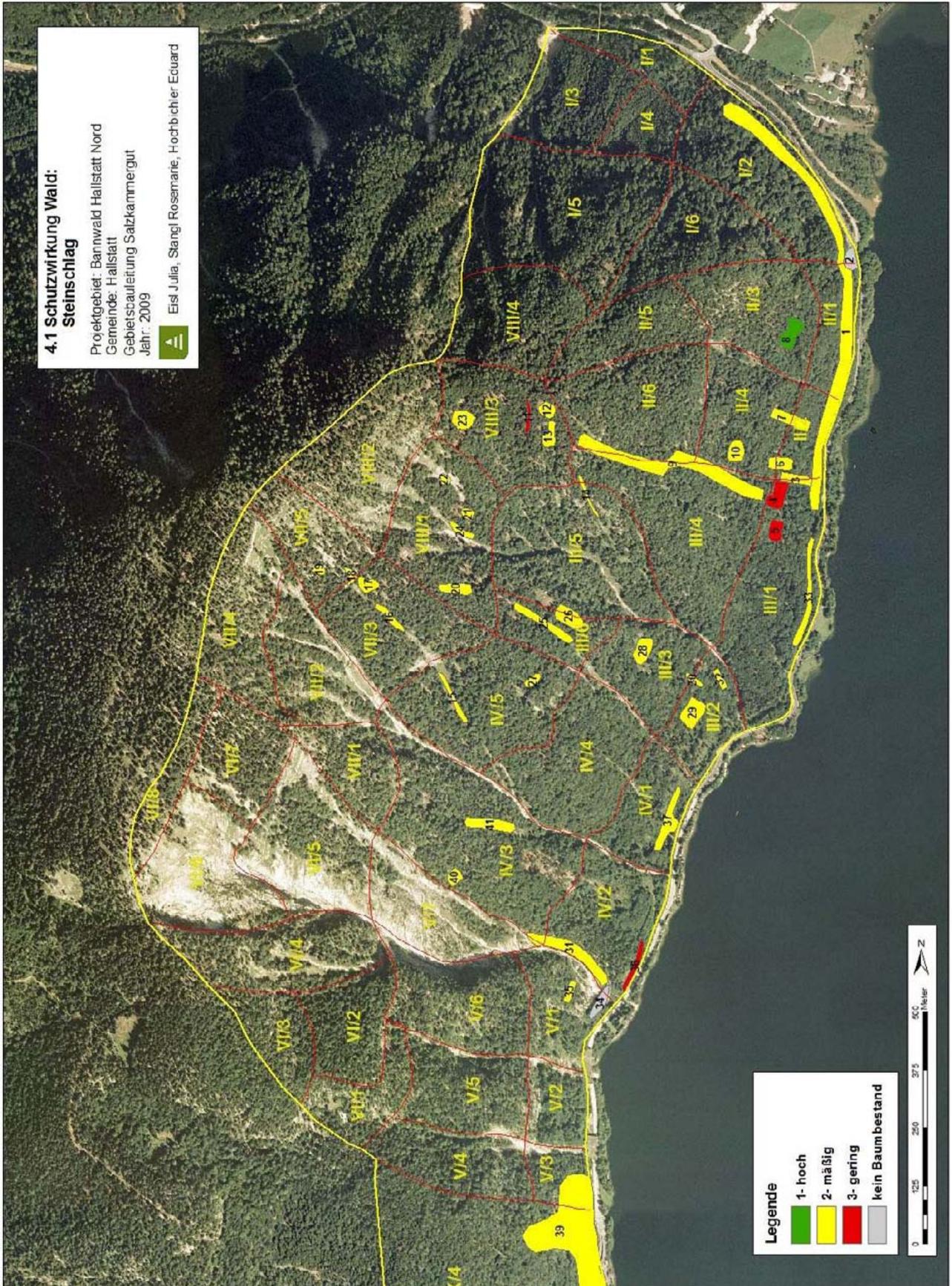


Abbildung 44: Thematische Karte „4.1 Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

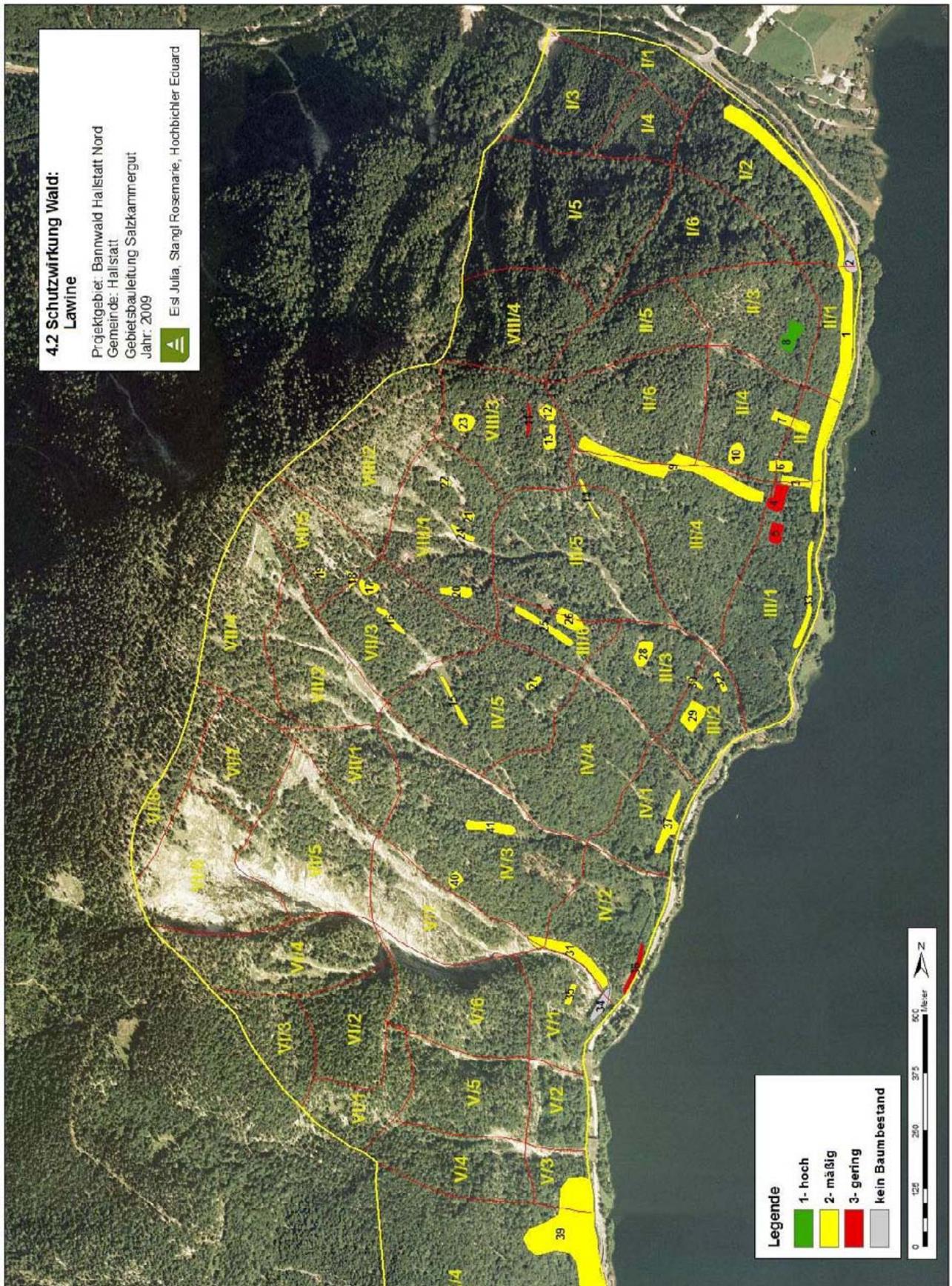


Abbildung 45: Thematische Karte „4.2 Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

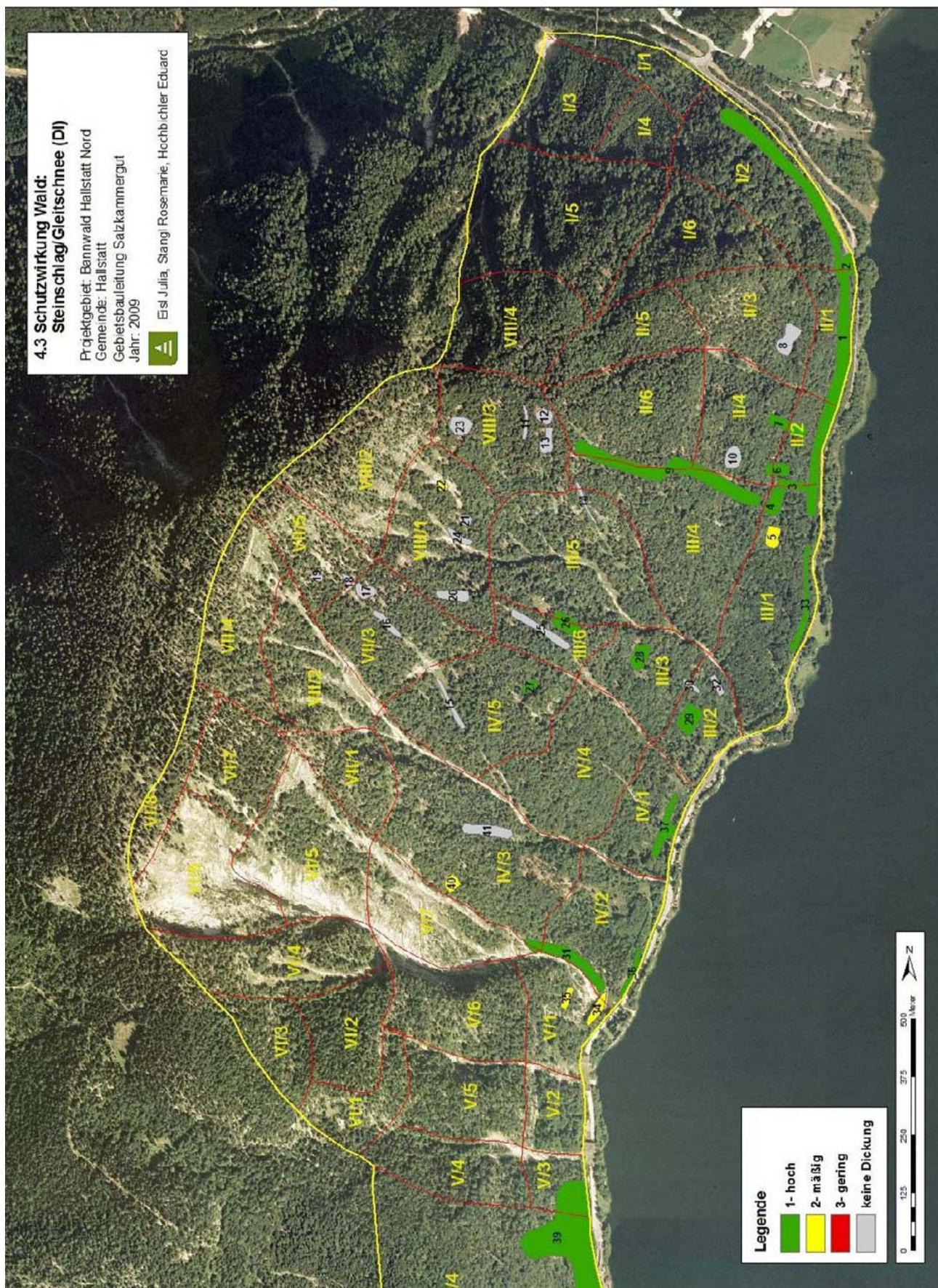


Abbildung 46: Thematische Karte „4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag/Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche“ –BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

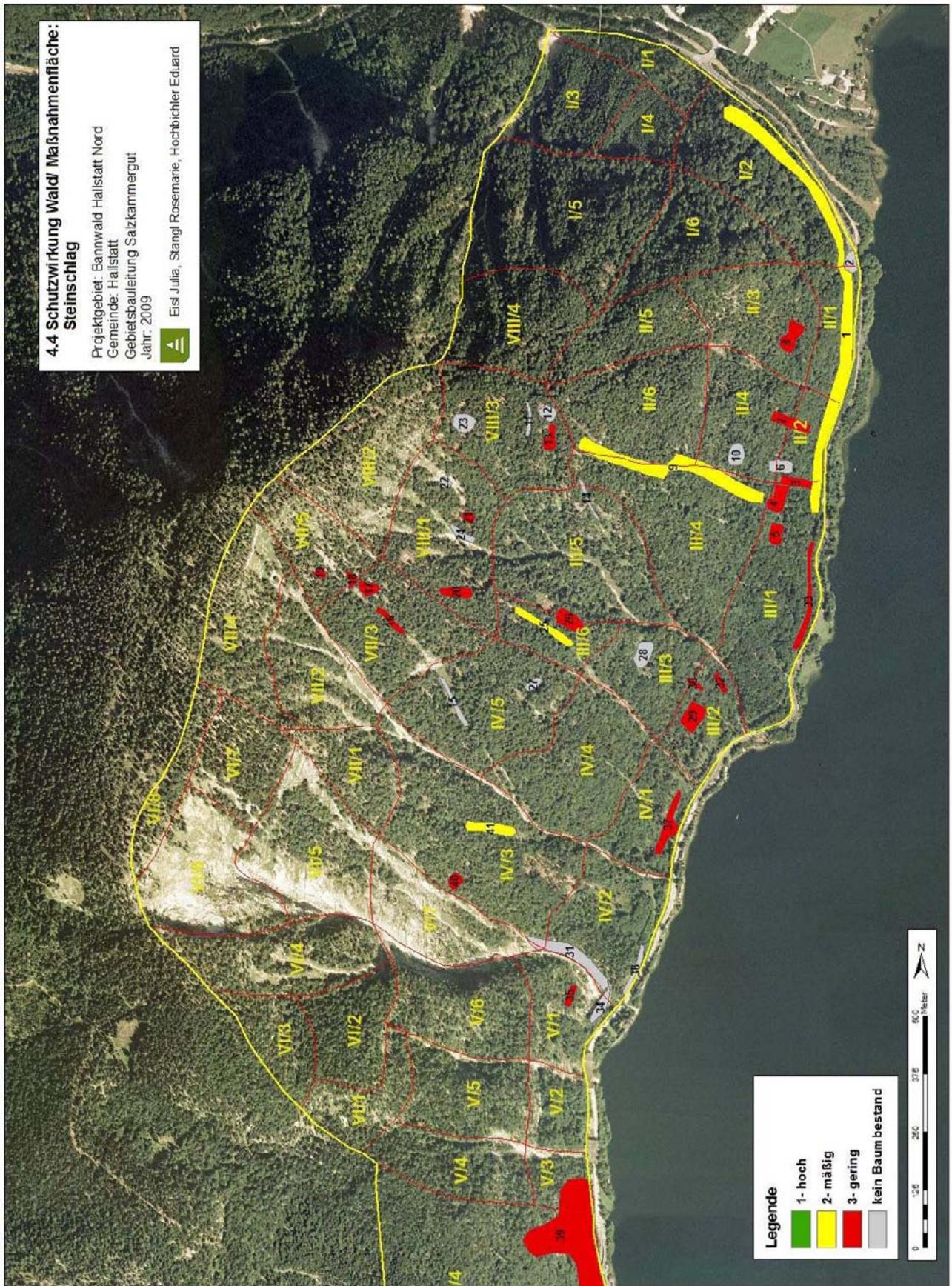


Abbildung 47: Thematische Karte „4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

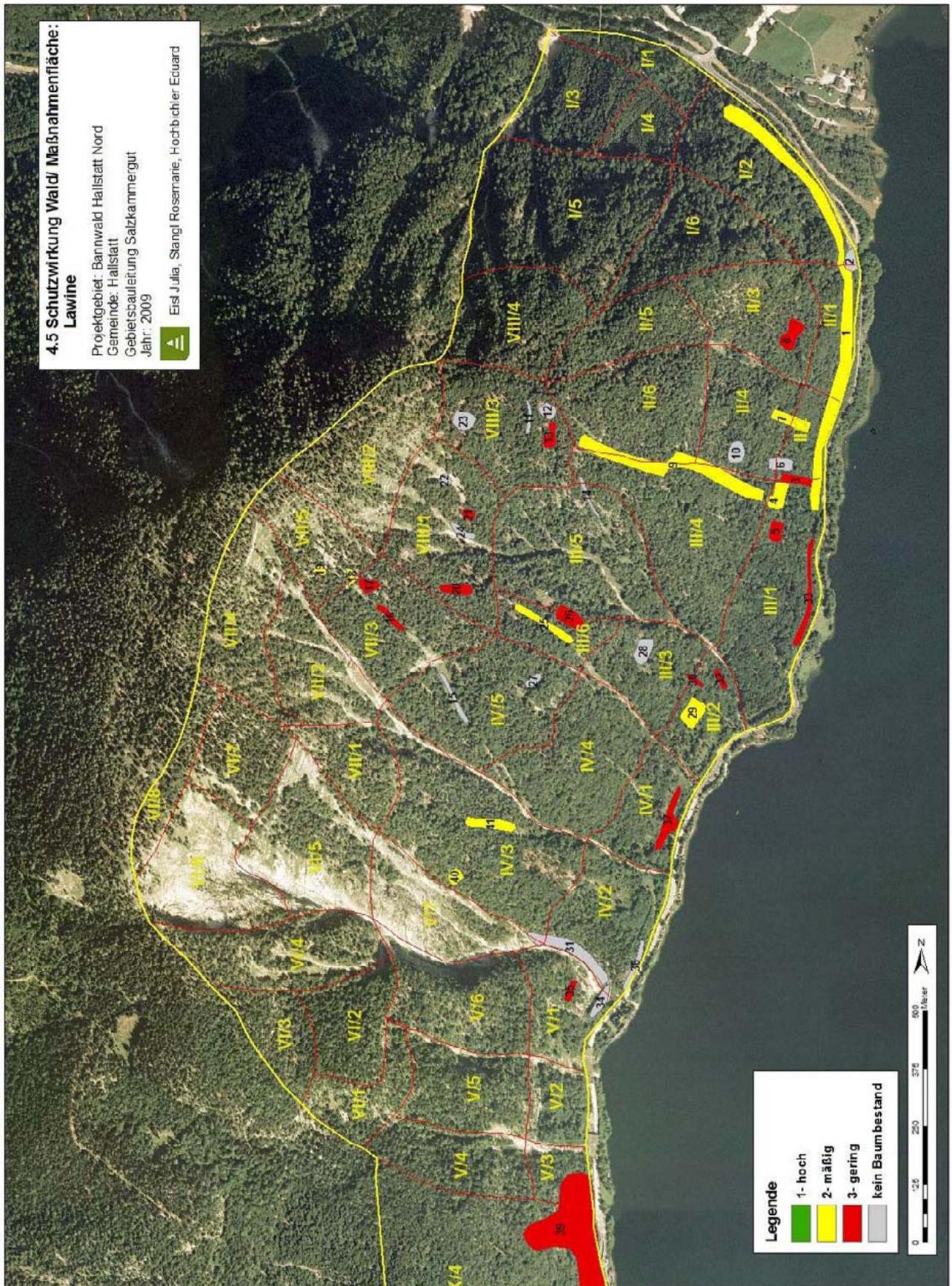


Abbildung 48: Thematische Karte „4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

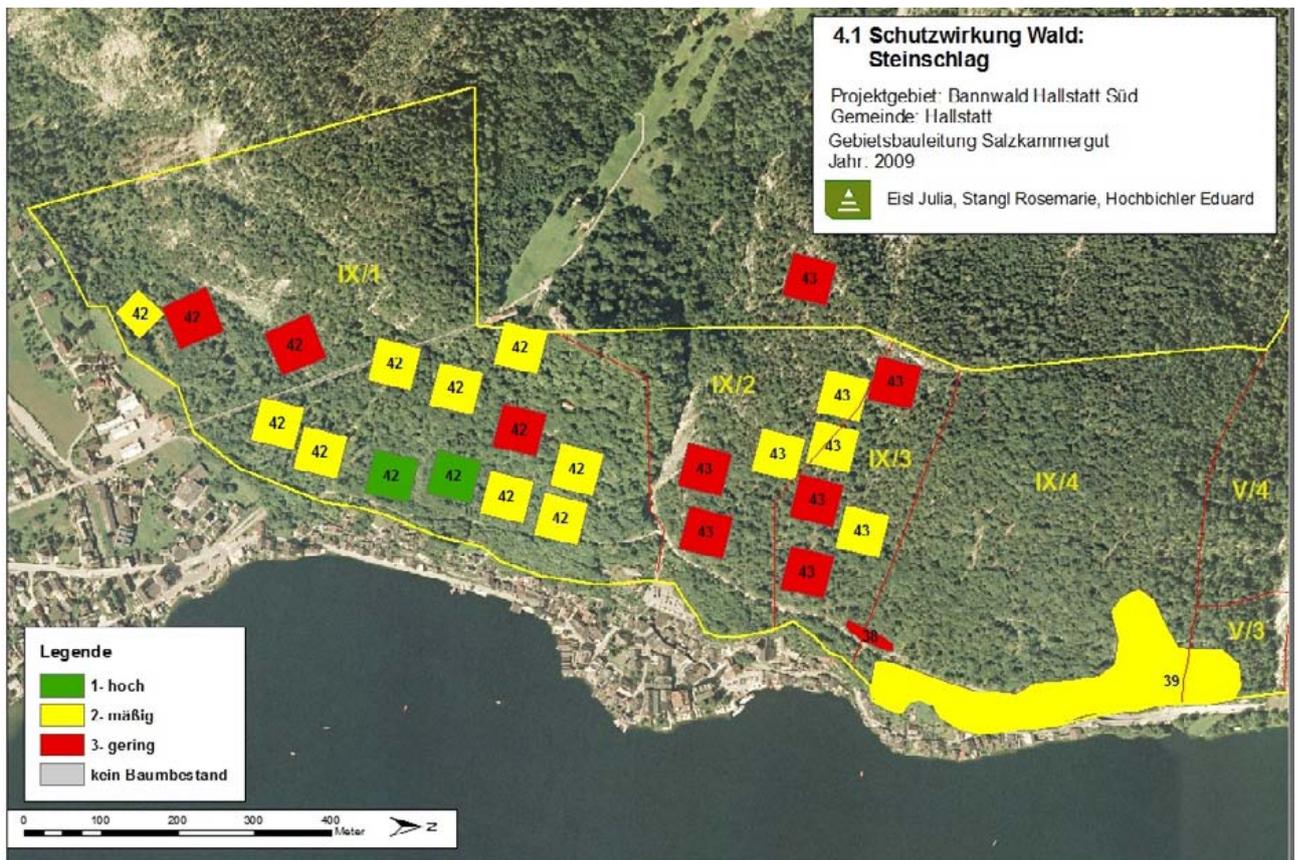


Abbildung 49: Thematische Karte „4.1 Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

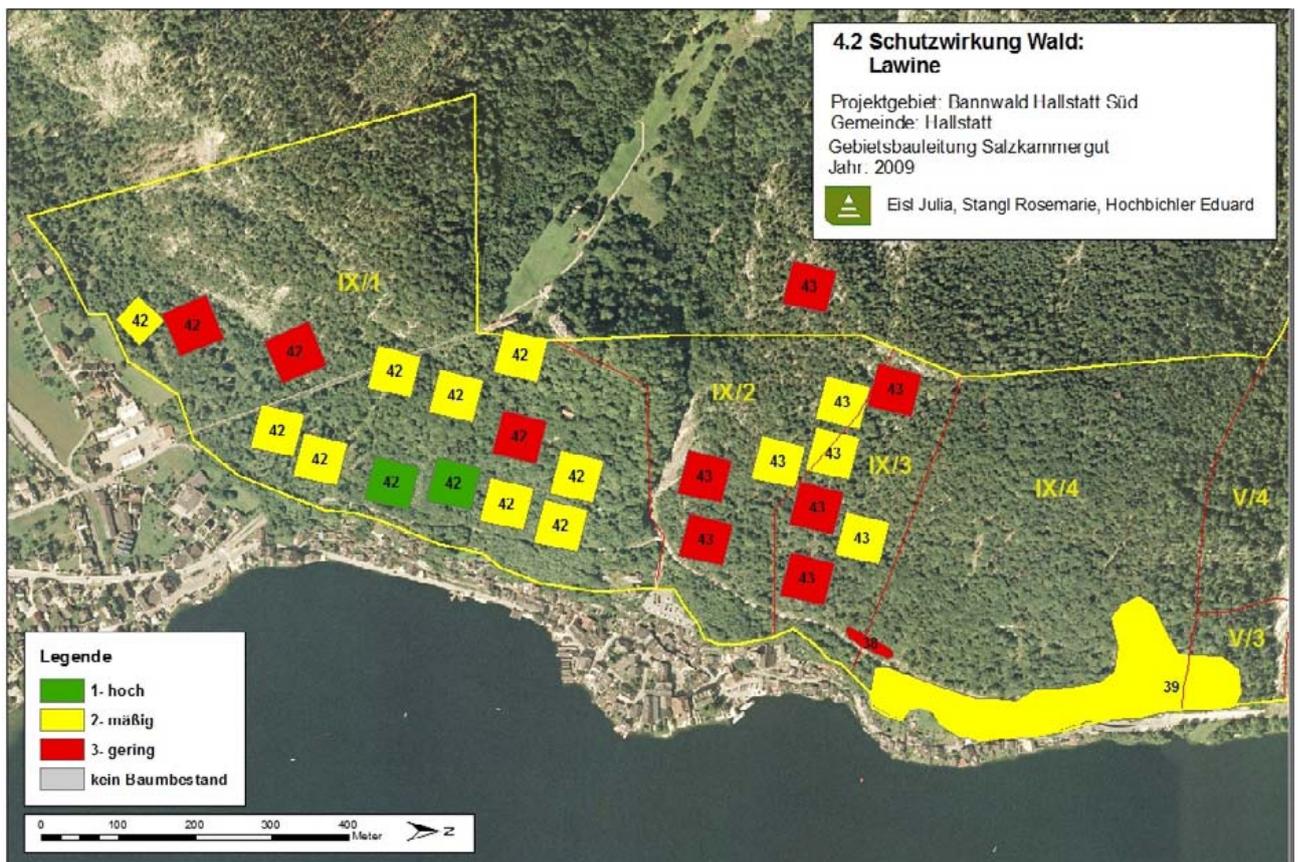


Abbildung 50: Thematische Karte „4.2 Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

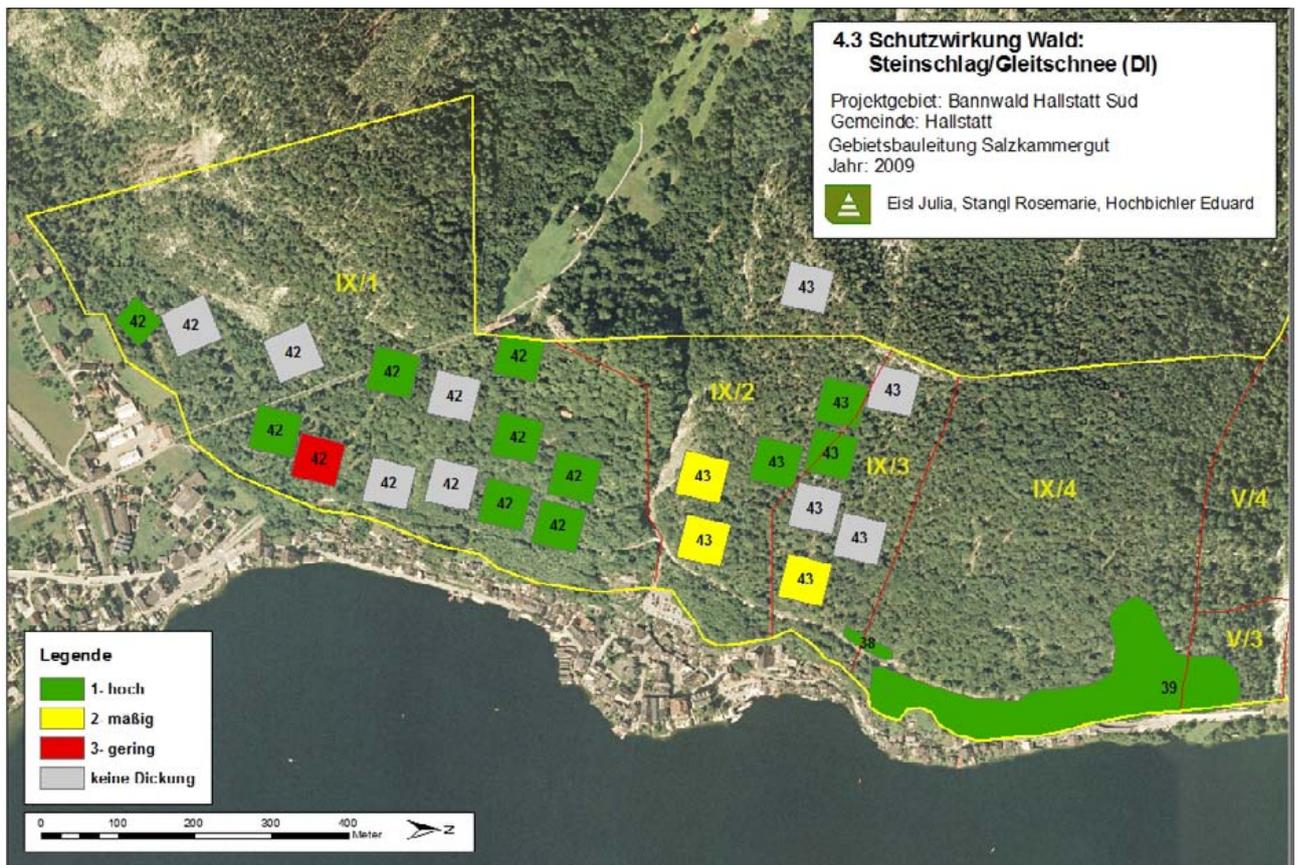


Abbildung 51: Thematische Karte „4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag/Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche“ –BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

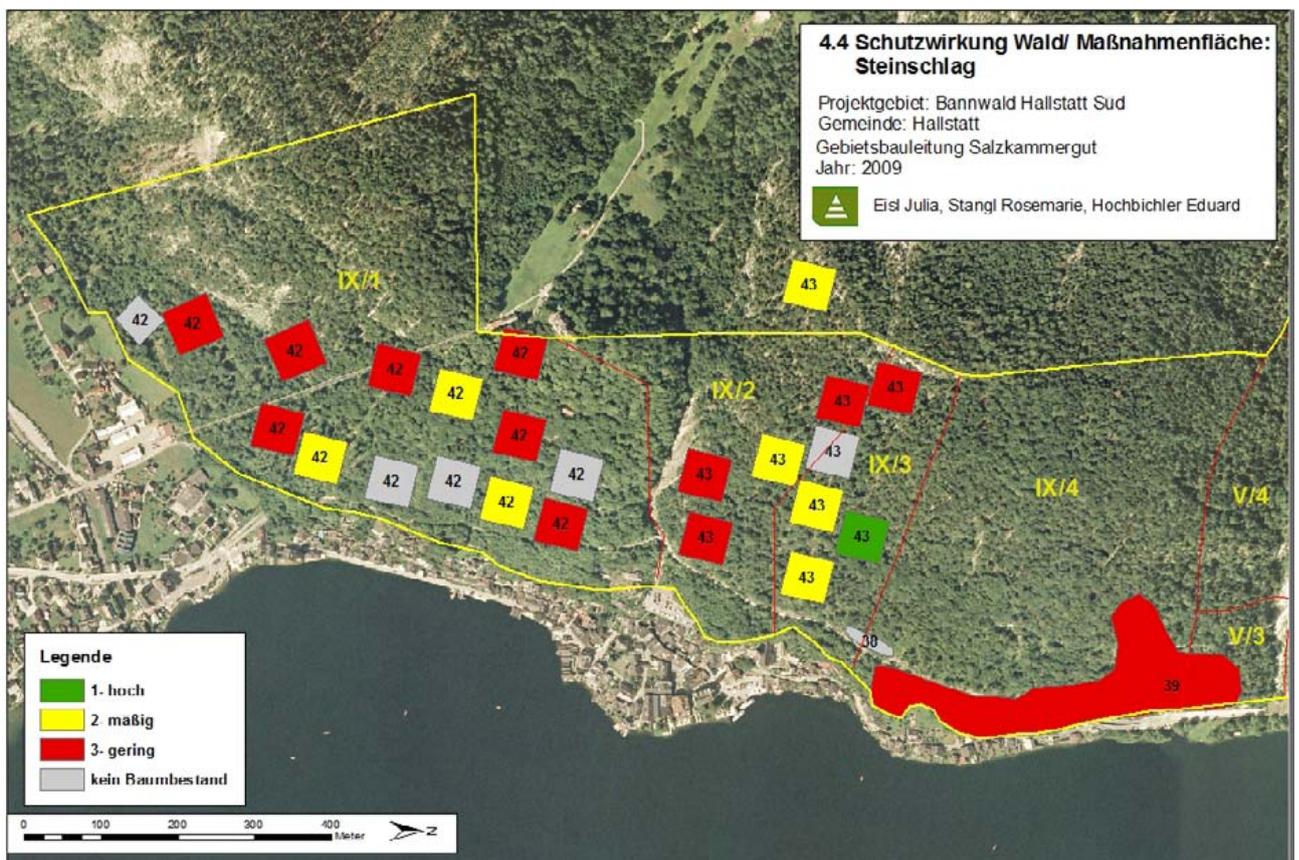


Abbildung 52: Thematische Karte „4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

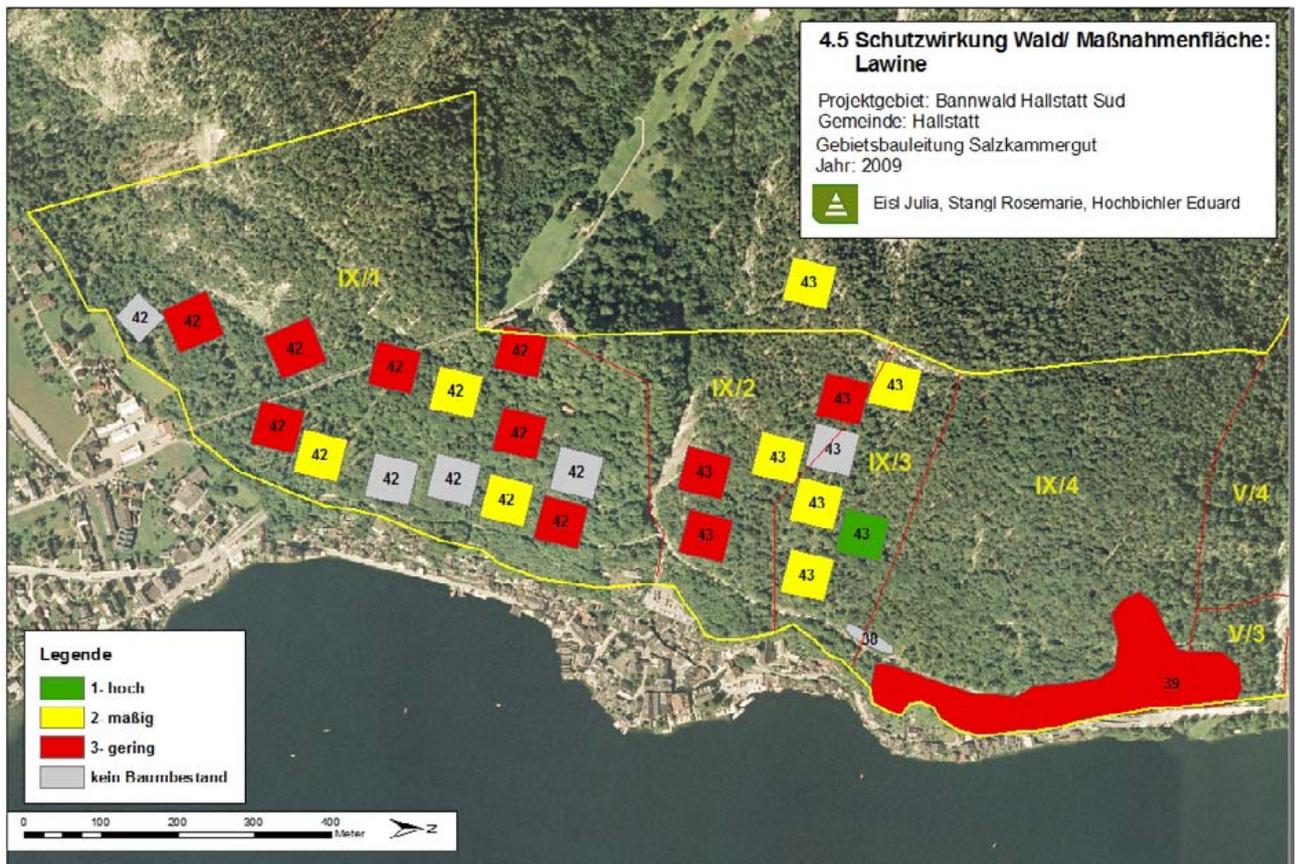


Abbildung 53: Thematische Karte „4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

6.2.7 THEMATISCHE KARTEN – THEMENBLOCK 5: ZUSTAND BAUWERKE

Die thematischen Karten zum Themenblock bewerten den Zustand der Steinschlagschutzbauten, der Lawinenschutzbauten, der Gleitschneesutzbauten sowie der Umzäunung.

Die Bewertung der Schutzbauten erfolgte anhand der Schlüsselbauwerke einer Maßnahmenfläche, da diese eine besondere Bedeutung für die Funktionskette darstellen (ONR, 2009).

Die Steinschlagschutzbauten (hierbei fließen sowohl Steinschlagschutznetze als auch Stahlschneebrücken in die Bewertung ein, da letztere sowohl für den Lawinen- als auch den Steinschlagschutz relevant sind) sind in gutem Zustand. In sechs Maßnahmenflächen des Bannwaldes Hallstatt werden Drahtseilnetzwerke zum Steinschlagschutz evaluiert. Davon sind zwei in sehr gutem Zustand, drei in gutem und ein Steinschlagschutznetz in schlechtem Zustand. In neun Maßnahmenflächen wurden Stahlschneebrücken errichtet. Der Großteil (acht von neun Flächen) wird mit ‚gut‘ bewertet. Im Bannwald Hallstatt Süd sind die Stahlschneebrücken teilweise durch Windwürfe stark beeinträchtigt und bedürfen einer Wartung oder Erneuerung. Ältere Stahlschneebrücken mit größerem Abstand der Querteile erfüllen den Steinschlagschutz durch Maschendraht. Dieser wird durch die Belastung zu Boden gezogen und muss flächendeckend erneuert werden. Die Funktionsfähigkeit der Stahlteile ist jedoch gegeben. Aus diesem Grund ist eine Kontrolle der Schutzbauten vor allem der älteren Generation in regelmäßigen Zeitabständen notwendig.

Die Schutzbauten gegen Lawinen und Gleitschnee (v.a. Stahlschneebrücken, vereinzelt Holzschneebrücken) sind großteils in gutem Zustand. Ebenso wie bei den Steinschlagschutzbauten fließen hier die Stahlschneebrücken in die Bewertung ein. Stark beeinträchtigt aufgrund von Windwürfen oder Steinschlägen sind die noch vorhandenen Holzschneebrücken, Stahlschneebrücken sind zwar gemäß ihres Alters korrodiert, allerdings großteils noch voll funktionsfähig.

Die noch vorhandenen Umzäunungen (einige, im Archivmaterial erwähnte, sind bereits abgetragen) weisen Löcher auf und sind durch Windwürfe teilweise zerstört.



Abbildung 54: Drahtseilnetzwerk als Steinschlagschutz in sehr gutem Zustand, Bannwald Hallstatt, 10/2009



Abbildung 55: Stahlschneebrücken als Steinschlag- und Lawinenschutzmaßnahme. Das linke Bild zeigt ein Bauwerk höheren Alters mit Maschendraht. Rechts ist eine Stahlschneebrücke aus dem Jahr 1987, die trotz einiger korrodierten Balken einen guten Zustand aufweist, abgebildet. Bannwald Hallstatt, 10/2009

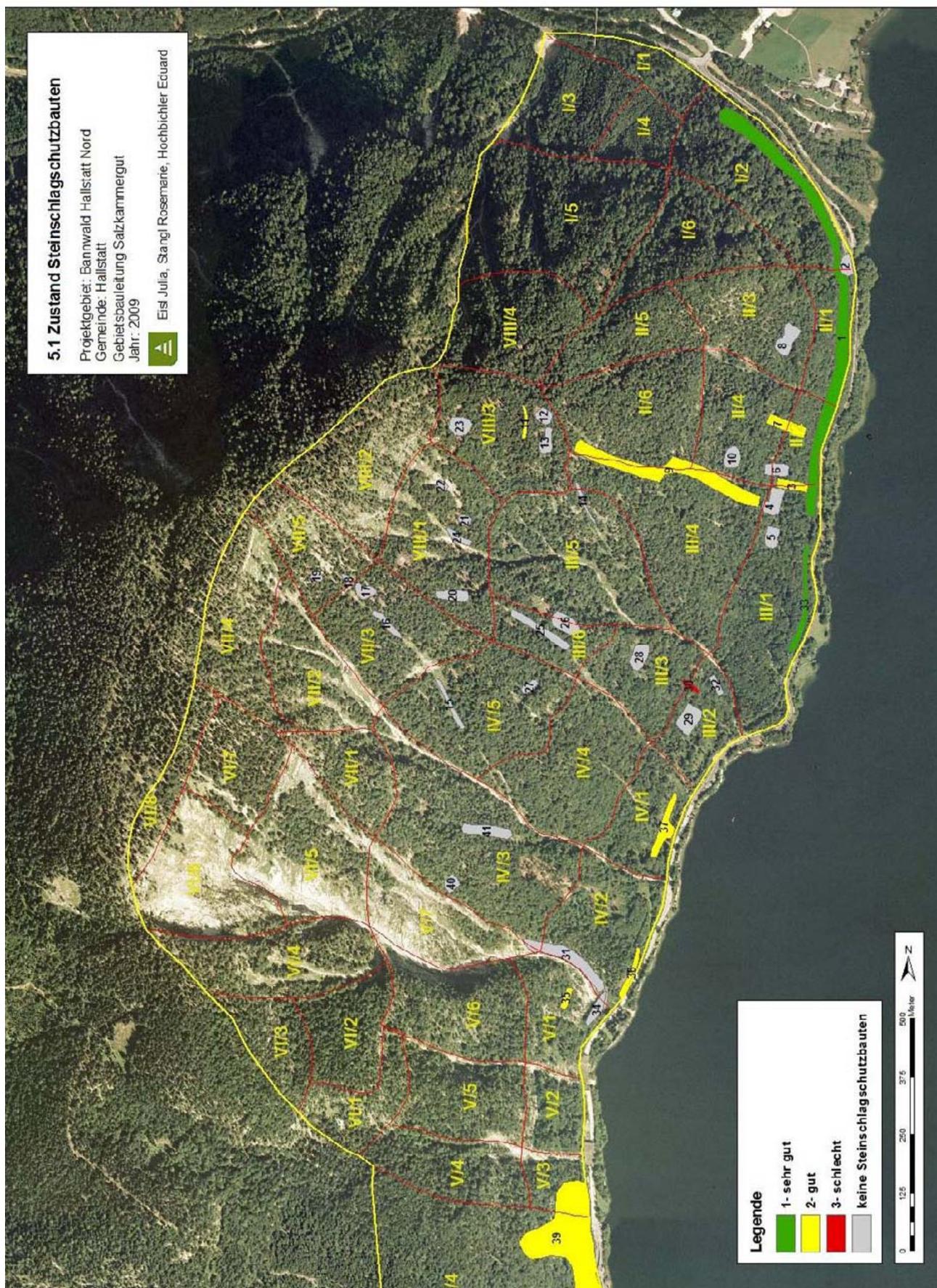


Abbildung 56: Thematische Karte „5.1 Zustand Steinschlagschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010



Abbildung 57: Thematische Karte „5.2 Zustand Lawinenschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

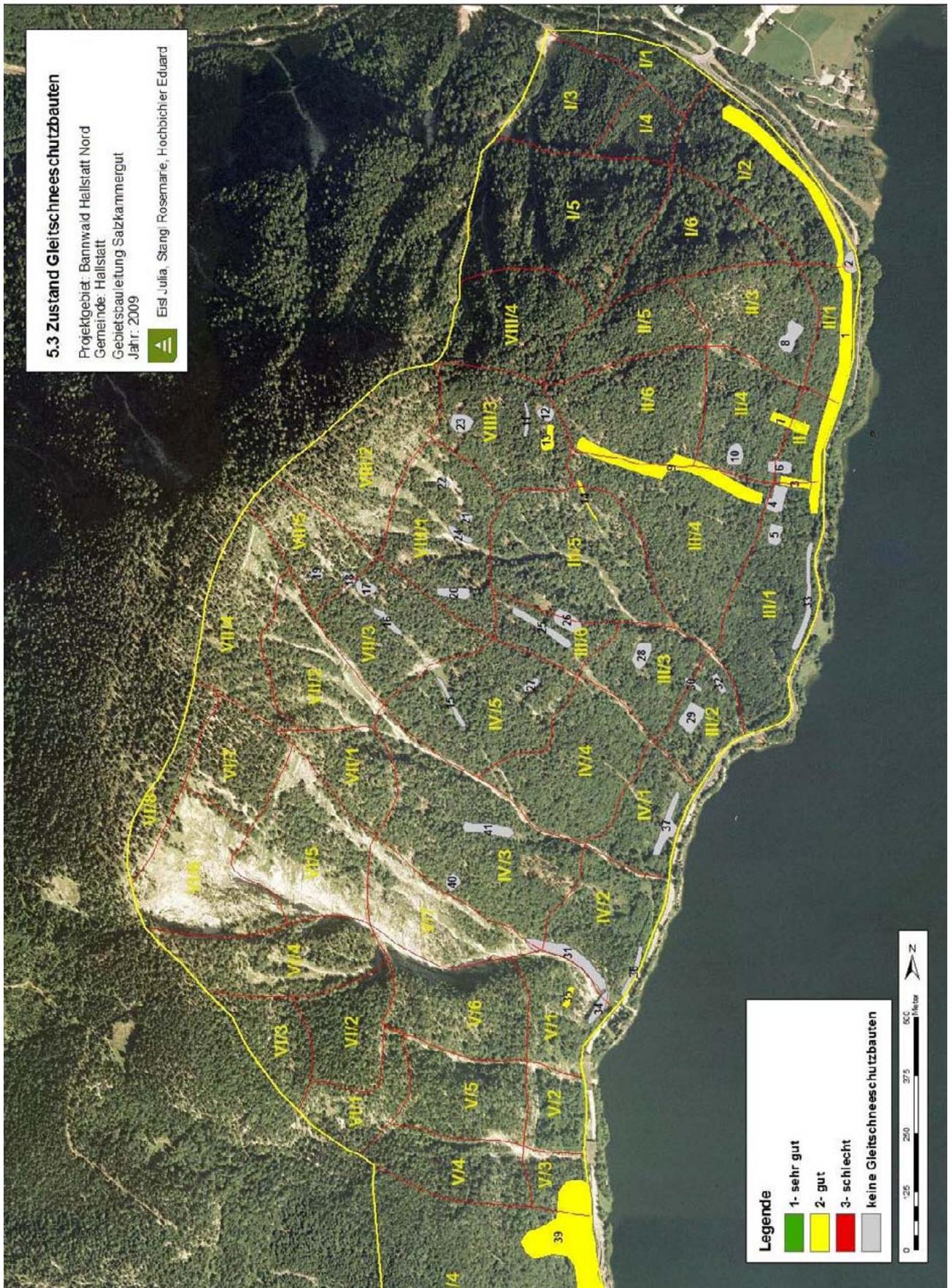


Abbildung 58: Thematische Karte „5.3 Zustand Gleitschneeschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

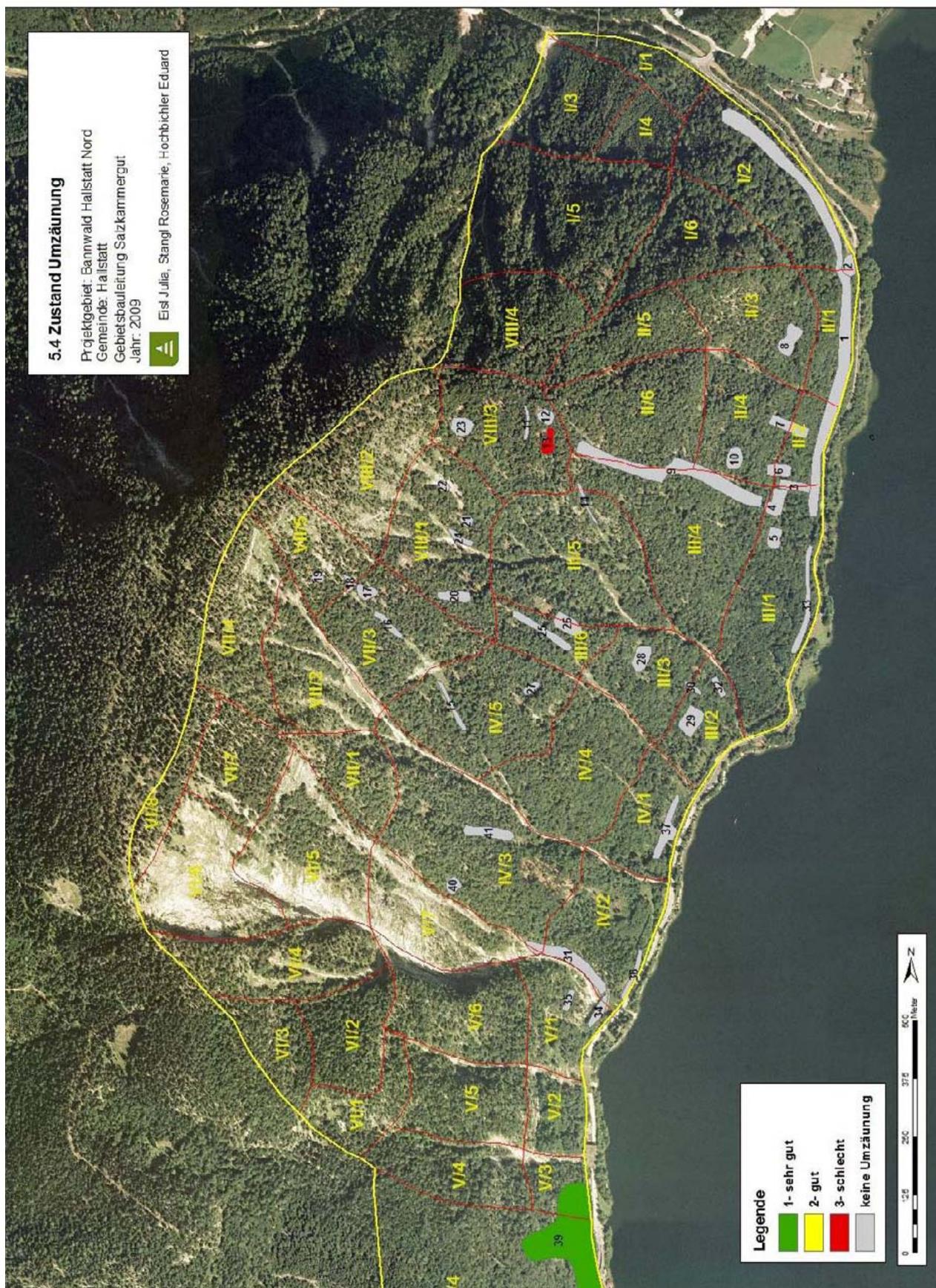


Abbildung 59: Thematische Karte „5.4 Zustand Zustand Umzäunung“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010

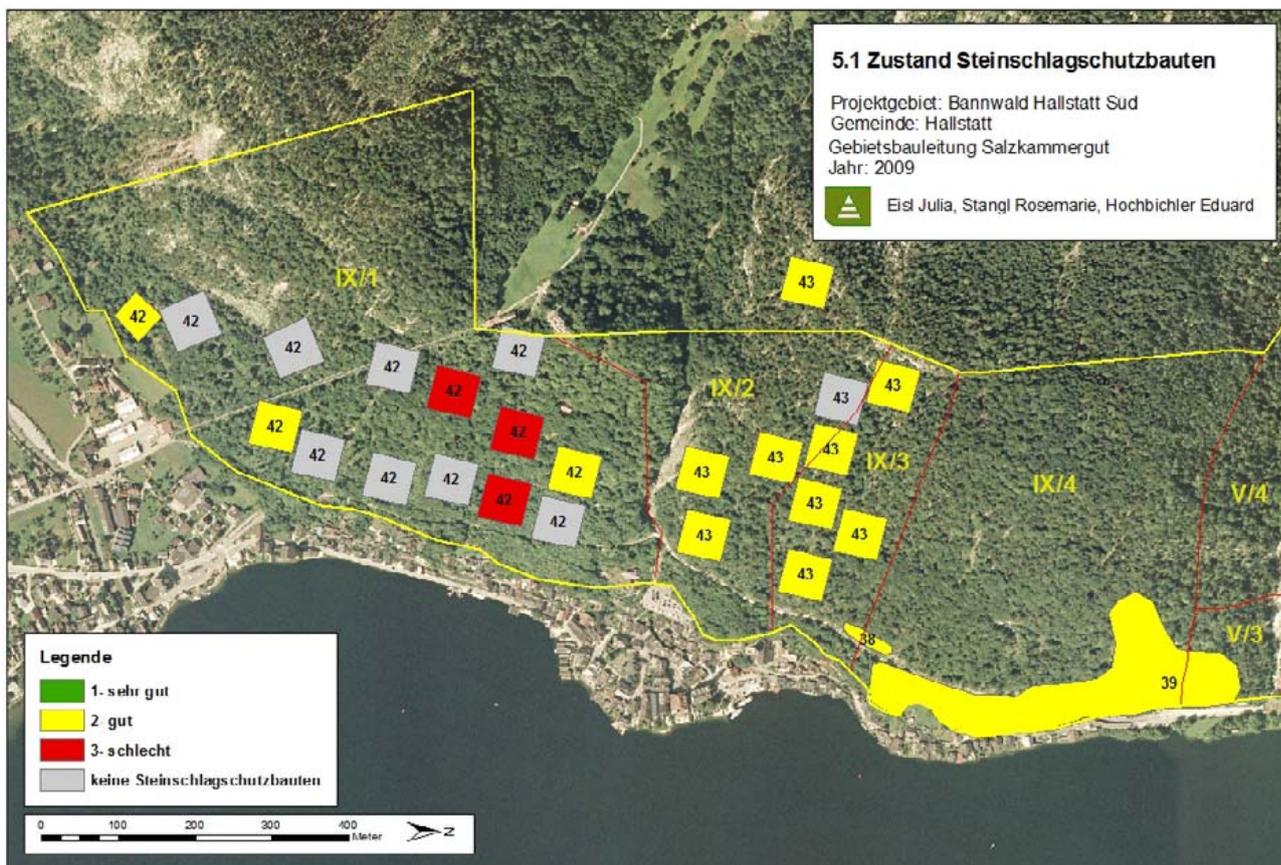


Abbildung 60: Thematische Karte „5.1 Zustand Steinschlagschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

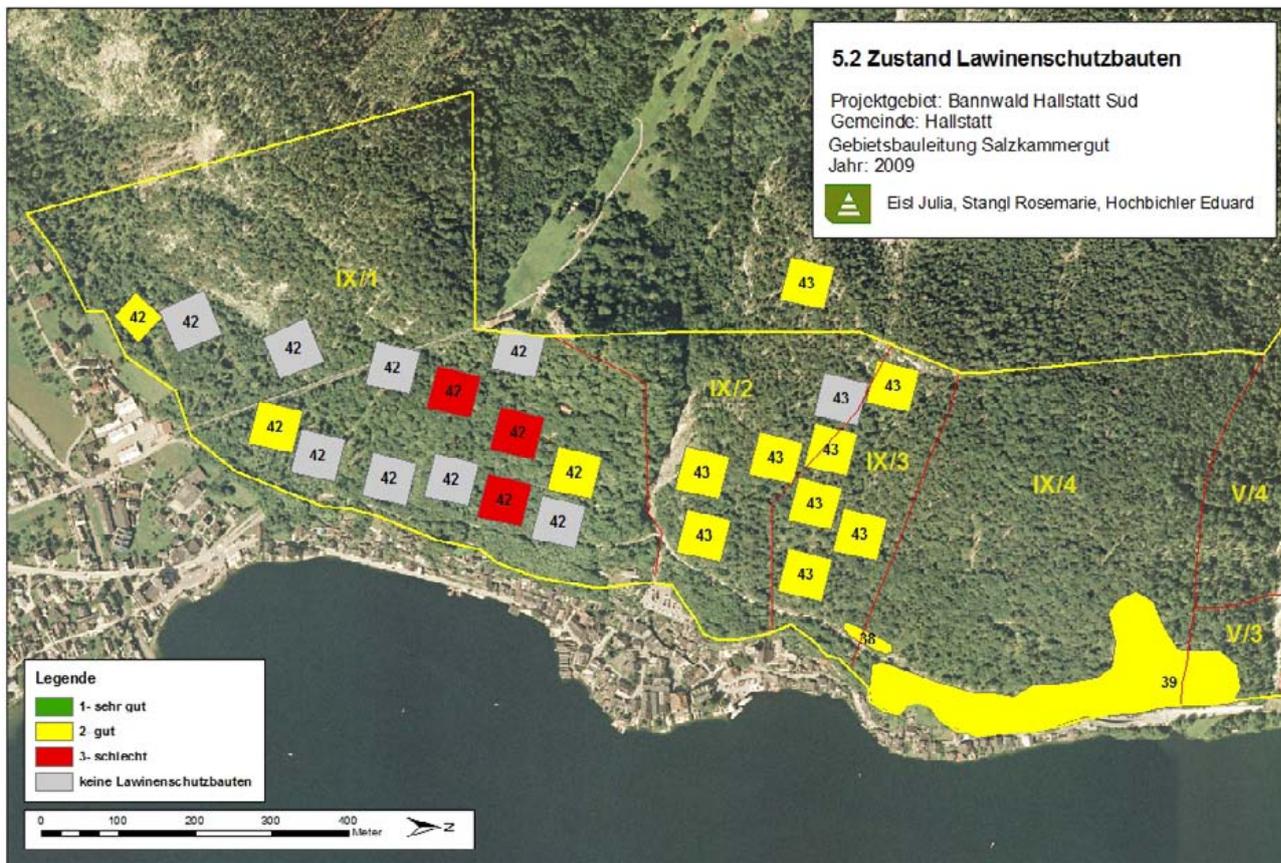


Abbildung 61: Thematische Karte „5.2 Zustand Lawinenschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

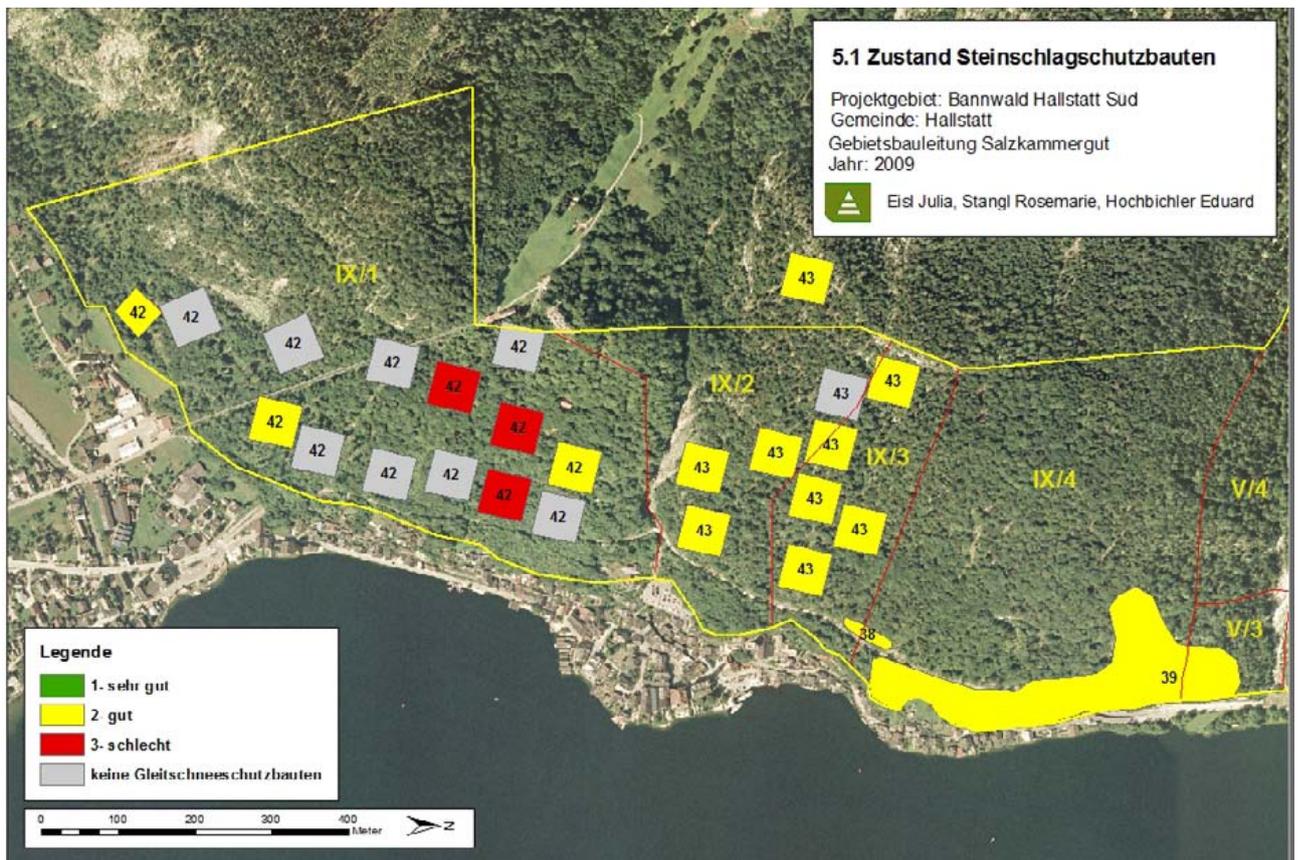


Abbildung 62: Thematische Karte „5.3 Zustand Gleitschneeschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

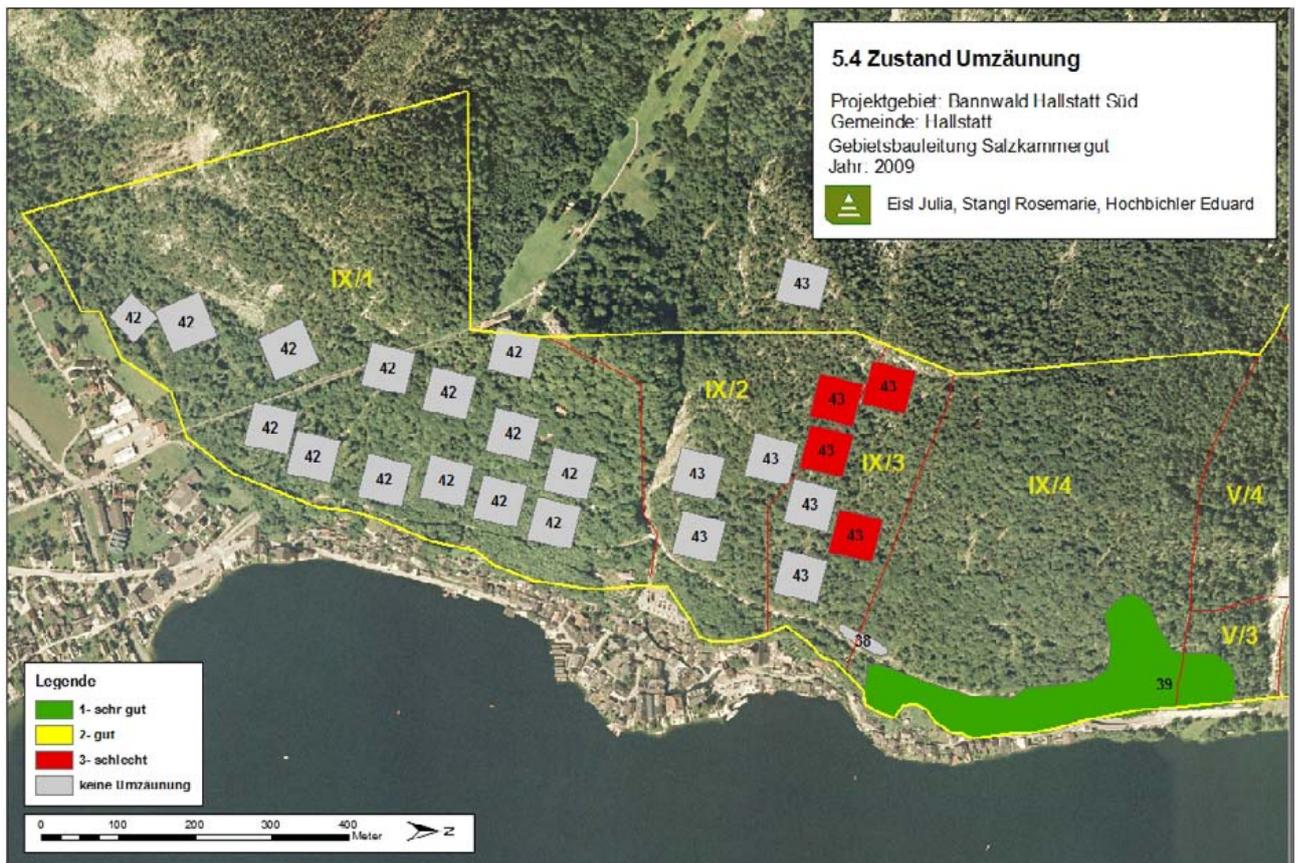


Abbildung 63: Thematische Karte „5.4 Zustand Zustand Umzäunung“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010



Abbildung 64: Thematische Karte "Zustand Bauwerke, Abteilungen IX/1, IX/2, IX/3 - BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010

6.3 BEWERTUNG UND DISKUSSION ANHAND AUSGEWÄHLTER MAßNAHMEN

6.3.1 AUFFORSTUNGEN

In Abbildung 65 werden die Maßnahmenflächen, auf denen Aufforstungen durchgeführt worden sind, zusammengefasst dargestellt. Die naturräumlichen Gefährdungen durch Steinschlag und Lawine sind überwiegend hoch, während die Gleitschneegefährdung aufgrund der hohen Oberflächenrauigkeit als gering zu bewerten ist.

Die Gefährdung der Bestandesentwicklung ist bezüglich Verbissdruck hoch. Die Verjüngung ist allgemein aufgrund der hohen Verbissraten, sowie Schäden durch Steinschlag und Gleitschnee gefährdet.

Aufgrund des hohen Gefährdungspotentials für die Verjüngung ist der Erfolg der Aufforstungen größtenteils mit ‚mäßig‘ zu bewerten. Gründe hierfür liegen ebenso wie bei der Gefährdung der Verjüngung gesamt in hohen Verbissraten, Schäden und geringen Stammzahlen auf den Verjüngungsflächen. Kulturschutz in Form von Streichen des Terminaltriebs wurde in neun von 25 Aufforstungsflächen durchgeführt. Mit Kulturschutz war die Gefährdung der Bestandesentwicklung durch Verbiss auf vier Flächen gering, auf drei Flächen mäßig und auf zwei Flächen hoch. Auf einer Maßnahmenfläche ohne Aufforstung wurde die Naturverjüngung durch Streichen des Leittriebs geschützt, was in einer geringen Gefährdung der Bestandesentwicklung durch Verbiss resultierte. Die Wildschutzzäune haben keine positive Wirkung mehr, da fünf der sechs Zäune im Bannwald Hallstatt in sehr schlechtem Zustand bzw. durch Windwürfe völlig zerstört sind. Eine regelmäßige Wartung und Erneuerung der Zäune ist demnach dringend erforderlich.

In Aufforstungsflächen sind somit dringend Maßnahmen zur Wildschadensabwehr zu treffen. Laut MAYER (1992) ist das Streichen mit Verbisschutzmitteln wie Cervacol® eine überflüssige Maßnahme, allerdings zeigt es im Bannwald Hallstatt gute Erfolge. Diese Maßnahme muss allerdings jährlich wiederholt werden, was einen hohen Arbeitsaufwand mit sich zieht. Der Schutz der Verjüngung durch Umzäunung der Fläche zeigt bei gutem Zustand der Zäune gute Erfolge, allerdings waren im Bannwald Hallstatt fünf der sechs Wildschutzzäune in sehr schlechtem Zustand bzw. durch Windwürfe völlig zerstört.

Schäden durch Steinschlag oder Gleitschnee fanden sich auf immerhin 20 der 25 Aufforstungsflächen. Vorkehrungen zum Schutz vor derlei Schäden wurden in Form von Torstahlverpfählungen auf zwei Flächen getroffen. Auf einer dieser Fläche sollten zwar laut Archivmaterial Aufforstungen durchgeführt worden sein, es wurden allerdings keine Jungpflanzen in der Verpfählung registriert. In der zweiten Fläche wurde der Erfolg der Aufforstung als ‚gering‘ bewertet, da sich die Jungpflanzen durch Gleitschnee und Verbiss unzureichend entwickeln konnten. Da nur zwei Flächen mit Torstahlverpfählungen bewertet wurden, kann hier keine generalisierte Aussage getroffen werden. Grundsätzlich sollten Aufforstungsflächen in exponierten Gebieten vor Schäden durch z.B. Gleitschneeböcke geschützt werden.

Als Gleitschneeschutz dienen auch Querfällungen. Diese wurden in 13 Maßnahmenflächen des Bannwaldes Hallstatt aufgenommen. In 11 dieser Flächen wurden allerdings Schäden am Jungwuchs festgestellt. Die laut FREHNER et al. (2005) vorhandene Schutzwirkung von liegendem Totholz kann in Bezug auf den Jungwuchs nicht bestätigt werden.

	1 naturräumliche Gefährdungen			2 Gefährdung Bestandesentwicklung			3 Verjüngungspotential			4 Schutzwirkung Wald					5 Zustand Bauwerke			
	Steinschlag 1.1	Lawine (potentiell) 1.2	Gleitschnee (potentiell) 1.3	Verbiss 2.1	Verjüngung 2.2	Baumbestand 2.3	Erfolg Aufforstung (DI od. JW) 3.1	Entwicklung JW-Flächen 3.2	Entwicklung Verjüngung gesamt 3.3	Steinschlag umliegender Bestand 4.1	Lawine umliegender Bestand 4.2	Steinschlag/ Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche 4.3	Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche 4.4	Lawine Bestand Maßnahmenfläche 4.5	Steinschlagschutzbauten 5.1	Lawinenschutzbauten 5.2	Gleitschneeschutz-elemente 5.3	Umzäunung 5.4
GRÜN	0	2	14	9	0	1	2	0	2	0	1	9	0	0				
GELB	8	4	10	5	8	18	15	14	18	22	24	3	2	8	3	2	4	
ROT	17	19	1	11	16	6	8	8	4	3	0	0	13	7				1
ohne Bewertung					1			3	1			13	10	10				

Abbildung 65: Übersicht über die Ergebnisse der Maßnahmenflächen mit Aufforstungen mit farblicher Hervorhebung der vorherrschenden Bewertungsnote im Bannwald Hallstatt, 01/2010

6.3.2 TECHNISCHE MAßNAHMEN UND BESTANDESENTWICKLUNG

Im Bannwald Hallstatt wurden auf 16 der 42 Flächen technische Maßnahmen in Form von Stahl-, Holzschneebrücken und Steinschlagschutznetzen durchgeführt. Lediglich auf drei dieser Flächen wurde aufgeforstet, auf 13 Flächen wurden keine Aufforstungen durchgeführt. Die Gefährdung des Baumbestands in diesen Flächen ist zwar zum größten Teil mit „mäßig“ zu bewerten, allerdings ist im Sinne einer

nachhaltigen Schutzwaldbewirtschaftung eine rechtzeitige Verjüngung wichtig, um die Schutzfunktion aufrechtzuerhalten, da der Baumbestand mit zunehmendem Alter durch Zerfall gefährdet ist (MAYER, 1991).



Abbildung 66: Stahlschneebrücken mit Aufforstung in der Maßnahmenfläche 9, Bannwald Hallstatt, 10/2009

Die technischen Werke sind zwar im Allgemeinen in einem guten Zustand, jedoch verlangt vor allem die ältere Generation der Stahlschneebrücken, die bereits in den 1970er und '80er Jahren errichtet wurden, nach einer Wartung oder Erneuerung. Geschieht dies nicht, wird bei Zerfall der Werke der Baumbestand ein sehr hohes Alter erreicht haben und eine eingeschränkte Stabilität aufweisen. Auch wurden einige Bauwerke durch Windwürfe stark beschädigt, was wiederum auf einen Baumbestand niedriger Stabilität hinweist.



Abbildung 67: technische Werke sind teilweise durch Windwürfe stark beeinträchtigt und mit Material hinterfüllt, Bannwald Hallstatt, 10/2009

6.3.3 LAWINENAUFFANGDAMM STEINGRABENLAWINE – BEWEHRTE ERDE

Der Lawinenauffangdamm der Steingraben-Lawine stellt die Maßnahmenfläche 34 dar und wurde gemäß der allgemeinen Methodik in der Bewertungsmatrix evaluiert. Abbildung 68 zeigt einen Auszug aus der Bewertungsmatrix für ebendiese Maßnahmenfläche.

1 naturräumliche Gefährdungen			2 Gefährdung Bestandesentwicklung			3 Verjüngungspotential			4 Schutzwirkung Wald					5 Zustand Bauwerke			
Steinschlag	Lawine (potentiell)	Gleitschnee (potentiell)	Verbiss	Veijüngung	Baumbestand	Erfolg Aufforstung (DI od. JW)	Entwicklung JW-Flächen	Entwicklung Verjüngung gesamt	Steinschlag umliegender Bestand	Lawine umliegender Bestand	Steinschlag/ Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche	Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche	Lawine Bestand Maßnahmenfläche	Steinschlagschutzbauten	Lawinenschutzbauten	Gleitschneeschutz-elemente	Umzäunung
1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4
3	3	3	1	2	K.B.	k.Mn	2	2	k.B.	k.B.	2	k.B.	k.B.		1		

Abbildung 68: Auszug aus der Bewertungsmatrix: Maßnahmenfläche 34-Lawinenauffangdamm Steingraben, Bannwald Hallstatt, 12/2009

Am Lawinenauffangdamm wurden Baum- und Straucharten im Jungwuchsstadium, sowie der Wuchsklasse Dichtung 1 gefunden. Das Jungwuchsstadium beinhaltet alle Individuen bis zu einer Höhe von 130 cm. Dichtung 1 schließt an das Jungwuchsstadium an und reicht bis zu einer Höhe von 5 Metern.

Am Damm wurde eine Traktanalyse durchgeführt, bei der auf die verschiedenen Weidenarten eingegangen worden ist. Die Ergebnisse werden in Abbildung 70 dargestellt. Die Anzahl der Bäumchen bezieht sich auf die Individuen im Jungwuchsstadium (bis 130 cm Höhe) und wurde auf einen Hektarwert

hochgerechnet. Die Berechnung erfolgte aufgrund von 4 Traktanalysen zu je 10 m², also 40 m². Weiters wurden die Steckhölzer, die nicht angewachsen sind, mitgezählt. Die Baumartenverteilung der Dickung 1 wurde taxativ in Prozentzahlen angesprochen und in Abbildung 71 dargestellt.

Die in der Planung von ANDERSCHITZ (2007) vorgeschlagenen Pflanzenarten Purpurweide (*Salix purpurea*) und Lavendelweide (*Salix eleagnos*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Hasel (*Corylus avellana*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Grauerle (*Alnus incana*), Gemeiner Schneeball (*Viburnum opulus*) und Mehlbeere (*Sorbus aria*) kommen fast zur Gänze vor. Nur die Grauerle fehlte sowohl in der Traktanalyse als auch in der taxativen Ansprache der Dickung. Vor allem die beiden Weidenarten sind gut ausgebildet, die Purpurweide (*Salix purpurea*) überwiegt allerdings in Jungwuchs und Dickung. Die Purpurweide eignet sich für alle Arten von ingenieurbioologischen Maßnahmen gut, da sie sich sehr gut vegetativ vermehren lässt und sowohl auf trockenen als auch nassen Böden gut wächst. Außerdem ist sie bis in hohe Lagen einsetzbar. Die Lavendelweide hingegen eignet sich nur mäßig für die Steckholzvermehrung, wird jedoch vor allem zur Hangsicherung mit Lagenbau eingesetzt (HÖRANDL et al., 2002). In beiden Wuchsklassen wurde die Silberweide (*Salix alba*) registriert, die Schwarzweide (*Salix myrsinifolia*) findet sich vereinzelt im Jungwuchs.

Des Weiteren wurden einige tote Steckhölzer gefunden, die aufgrund zu kurzer Länge bzw. fehlender Augen sowie falscher Steckrichtung nicht angewachsen sind.



Abbildung 69: Steckhölzer: rechts ein spärlich angewachsenes, links ein totes Steckholz am Lawinenauffangdamm Steingrabenlawine, Bannwald Hallstatt, 10/2009

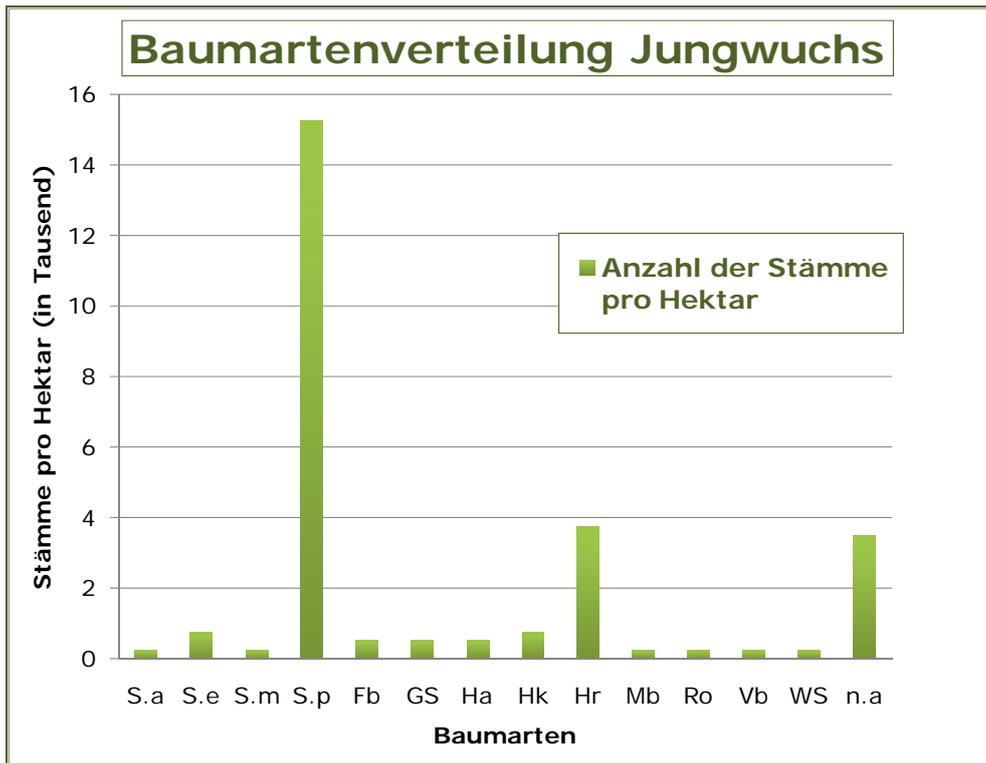


Abbildung 70: Anzahl der Bäumchen im Jungwuchsstadium (bis 130 cm Höhe) in Stammzahlen pro Hektar, Bannwald Hallstatt, 11/2009, Abkürzungen: S.a = Silberweide (*Salix alba*), S.e = Lavendelweide (*Salix eleagnos*), S.m = Schwarzweide (*Salix myrsinifolia*), S.p = Purpurweide (*Salix purpurea*), Ah = Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Fb = Faulbaum (*Rhamnus frangula*), GS = Gemeiner Schneeball (*Viburnum opulus*), Ha = Hasel (*Corylus avellana*), Hk = Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Hr = Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Mb = Mehlbeere (*Sorbus aria*), Ro = Hundsröse (*Rosa canina*), Vb = Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), WS = Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*), n.a = nicht angewachsen

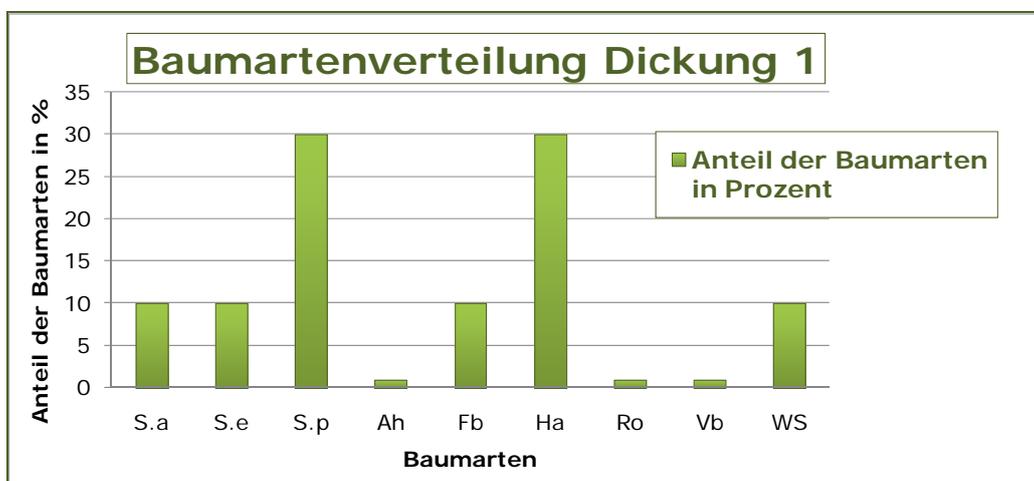


Abbildung 71: Baumartenverteilung der Wuchsklasse Dichtung 1 (130 cm bis 5 Meter) in Prozent, Bannwald Hallstatt, 11/2009, Abkürzungen: siehe Abbildung 70

Die optische Beurteilung des Dammaufbaus ergibt einen sehr guten Zustand, bei fortschreitendem Zerfall des Geogitters besteht allerdings die Möglichkeit, dass sich die innerhalb des Gitters befindlichen Steine herauslösen.

Die Traktanalyse ergibt ohne die nicht angewachsenen Steckhölzer einen Wert von 23.500 Stämmen pro Hektar. Im Vergleich dazu betragen die mittleren Stammzahlen der Maßnahmenflächen, in denen aufgeforstet worden ist, etwa 18.000 Stämme pro Hektar. Der höchste Wert lag bei 41.000. Mit Pflanzeinlagen wäre mit einem höheren Wert zu rechnen. Der relativ geringe Unterschied zu den Aufforstungsflächen zeigt jedoch die Auswirkungen des nur mit Steckhölzern und Topfpflanzen spärlich bepflanzten Dammkörpers sowie des Ausfalls von nicht-angewachsenen Steckhölzern, der aufgerechnet immerhin einen Hektarwert von 3.500 ergibt.

Abbildung 72 zeigt die Bermen mit Baustahlgitter und Geogitter. Die Bermen sowie der Schüttkörper sind weitgehend unbewachsen und die Steine, die als Schüttmaterial benutzt wurden, stellen in Zukunft eine Gefahr für die darunterliegende Straße dar.



Abbildung 72: Bermen mit Baustahlgitter und Geogitter.

Durch die Pflanzung, die lediglich auf den Bermen erfolgte, ist der Schüttkörper weitgehend nicht durchwachsen. Mit einer ausreichenden Wurzelarmierung ist auch in Zukunft nicht zu rechnen.

Der Bautyp der bewehrten Erde sieht Pflanzeinlagen im Schuttkörper vor. Dies wurde bei der Planung des Lawinenauffangdamms Steingraben zwar berücksichtigt, aber leider nicht wie vorgesehen durchgeführt. Aufgrund des Geogitters und des groben Füllmaterials ist es nur unter großem Aufwand möglich, im Baustahlgitter Pflanzungen mit bewurzeltem Pflanzmaterial vorzunehmen. Auch die Bepflanzung mit Steckhölzern gestaltet sich schwierig. Zwar sind sie einfacher durch die Zwischenräume zu stecken, allerdings ist nicht absehbar welche Folgen das Aufreißen des Geogitters hat. Es wäre daher anzudenken, das Geogitter durch Jute oder Kokos zu ersetzen, was eine Pflanzung in die Zwischenräume erleichtern würde, da man einfacher Pflanzlöcher schneiden kann. Eine weitere Möglichkeit wäre ein L-förmiges Aufschneiden des Geogitters und ein nachträgliches Verschließen nach dem Einlegen von Topfpflanzen.

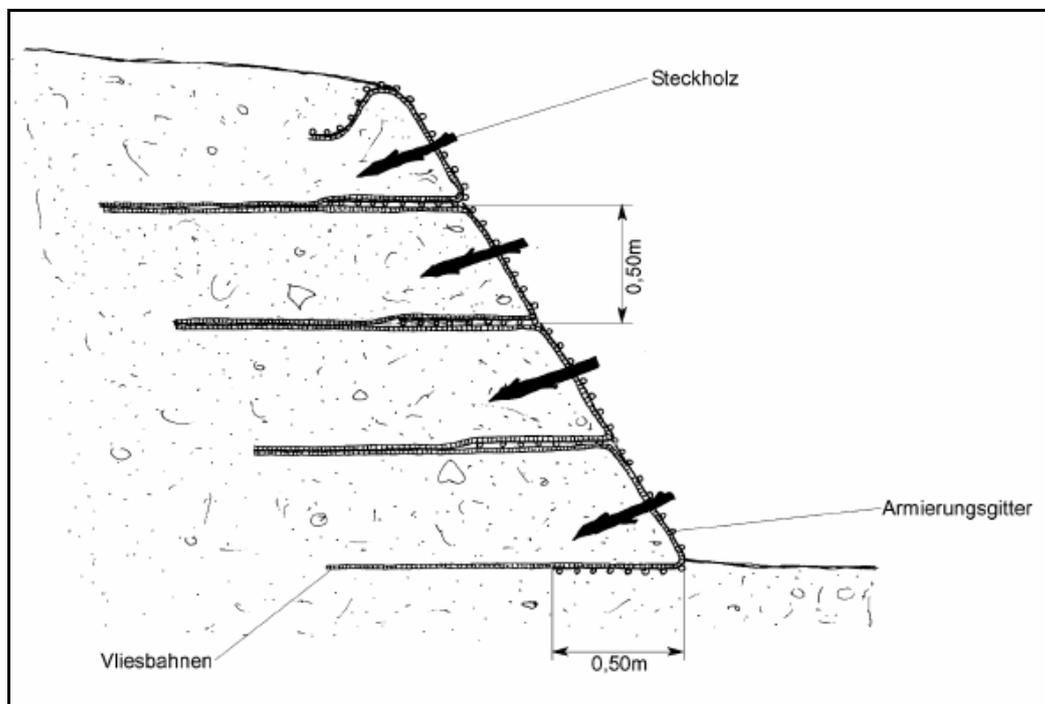


Abbildung 73: Bewehrte Erde mit Pflanzeinlagen (aus: FLORINETH, 2004)

Das Ausbringen der Gräser-/Kräutermischung auf den Bermen zeigt gute Erfolge. Der Deckungsgrad auf den Bermen ist hoch und die Rasenbestände sind gut entwickelt.

Die an der Damminnenseite vorgesehenen Steckhölzer innerhalb der Steinschichtung waren nicht erkennbar.



Abbildung 74: Innenseite des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine mit Grobsteinschichtung und Erosionsflanke auf der orografisch linken Seite, Bannwald Hallstatt, 10/2009

7. FOLGERUNGEN FÜR DIE WEITERE VORGEHENSWEISE

7.1 LAWINENAUFFANGDAMM STEINGRABENLAWINE

Die Ergebnisse der Evaluierung lassen erkennen, dass im Bereich des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine Nachbesserungen durchgeführt werden müssen, um die langfristige Stabilität des Dammkörpers zu erreichen.

Für den Dammkörper des Lawinenauffangdamms Steingraben wird dringend eine Nachpflanzung der nur spärlich bewachsenen Bereiche an der Vorderseite empfohlen. Dies sollte sowohl mit Steckhölzern als auch mit bewurzelten Pflanzen erfolgen. Zu beachten ist hierbei vor allem eine genügende Länge mit mindestens einem Auge sowie die korrekte Steckrichtung der Steckhölzer.

7.2 EROSIONSSCHUTZ STEINGRABEN

Ebenso wie am Dammkörper selbst lassen die Ergebnisse der Evaluierung darauf schließen, dass an der Flanke zum Steingraben Maßnahmen getroffen werden müssen, um der fortschreitenden Erosion entgegenzuwirken. Abbildung 75 zeigt den Steingraben aufwärts mit einer Erosionsflanke auf der orografisch linken Seite.



Abbildung 75: Steingraben von unten mit Erosionsflanke an der orografisch linken Seite, Bannwald Hallstatt, 10/2009

Der Lagenbau in Form einer Heckenbuschlage (siehe Abbildung 76) eignet sich sehr gut für die Sicherung von abgerutschtem Lockermaterial in einer Tiefe von 0,5 bis 2 Meter. In die Lagen werden bewurzelte Laubhölzer und ausschlagfähige Steckhölzer gelegt. Die Länge der Pflanzeinlagen muss die Aushubtiefe betragen. Die Gehölze werden mit einem Rundholz beschwert und mit dem Aushub eingeschüttet. Durch die Kombination von Weiden mit bewurzelten Gehölzen wird eine ehest mögliche Stabilisierung des Hangs gewährleistet (FLORINETH, 2004). Untersuchungen der Wurzelsysteme ingenieurbioologischer Bauweisen von STANGL et al. (2007) und STANGL und SCARPATETTI (2005) haben ergeben, dass die horizontale Position der Gehölzeinlagen eine sehr gute Tiefenbewehrung bewirkt. Außerdem bilden sich Wurzelkollektive durch die Überlappung der Wurzelkörper mit der Reihe oberhalb und unterhalb. Vorteile der Heckenbuschlage sind außerdem der geringe Bauaufwand, der laut ZEH (2007) bei 30 Minuten pro Meter liegt.

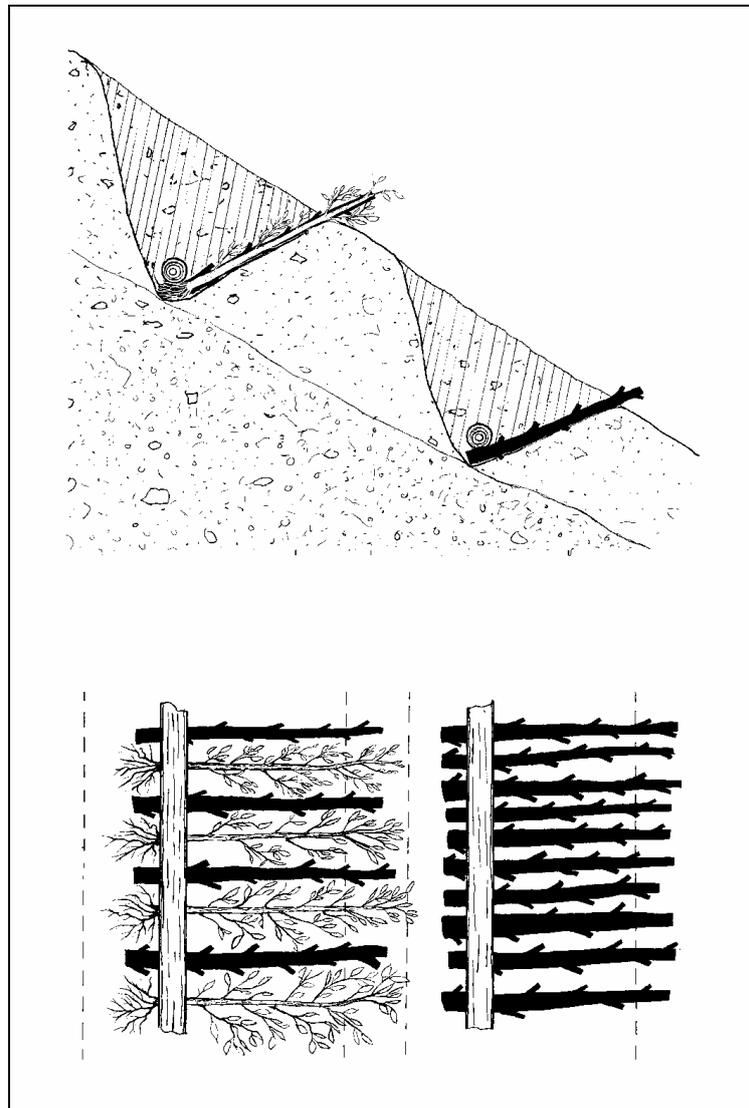


Abbildung 76: Schema einer Heckenbuschlage mit einer Mischung aus Steckhölzern und bewurzelten Pflanzeinlagen. Links eine Heckenbuschlage, rechts eine Buschlage ohne bewurzelte Pflanzeinlage (aus: FLORINETH, 2004)

Am Hangfuß wird eine Grobsteinschichtung mit Einlage von Steckhölzern oder der Bau einer Holzkrainerwand empfohlen, die der Fußsicherung dient (FLORINETH, 2004). Wichtig für die statische Sicherheit ist vor allem die Verlegung unter Niveau und die gute Verzahnung der Blocksteine. Bei Verwendung einer Holzkrainerwand wäre ein Anschrauben an das Festgestein anzudenken, um der Zerstörung durch ein Hochwasser- oder Lawinenereignis vorzubeugen.

Zu beachten ist, dass die Sicherung bis zur Anrisskante erfolgt und sich mit ihr gut verzahnt, da sonst die Erosion weiter voranschreiten kann bzw. eine rückschreitende Erosion von der Anrisskante nach unten möglich ist. Die Heckenbuschlagen sollen also über die Erosionskanten in den bis dato noch bewachsenen stabilen Bereich hinein reichen. Die Abböschung des Übergangsbereichs der momentanen Bruchränder und eine Abrundung mit einem Radius von 5 m sind zur Stabilisierung der Erosionskanten erforderlich (ZEH, 2007). Der Übergangsbereich an den Hangoberkanten ist außerdem mit Jutenetzen zu sichern um bis zum Anwachsen des Pflanzmaterials einer weiteren Erosion vorzubeugen. Wichtig ist, die Netze überlappend zu verlegen, anzunageln und eventuell mit Steckhölzern zu versehen. Die Begrünung der Zwischenbereiche zwischen den linear angeordneten Heckenbuschlagen kann mit einer standortgerechten Gräser-/Kräutermischung erfolgen (siehe Tabelle 19).

Die Problematik im Steingraben liegt vor allem im Mittelbereich seitlich des Gerinnes. Die Fußsicherung ist aufgrund des Untergrunds aus blankem Fels kaum möglich. Erfolgt keine Fußsicherung in diesem Bereich ist jedoch mit einer erneuten Erosion der Heckenbuschlagen von unten zu rechnen, vor allem im anfänglichen Stadium, wenn die Pflanzen noch nicht angewachsen sind und es zu einem Hochwasser oder Lawinenabgang kommt, was die Pflanzen mitreißen könnte.

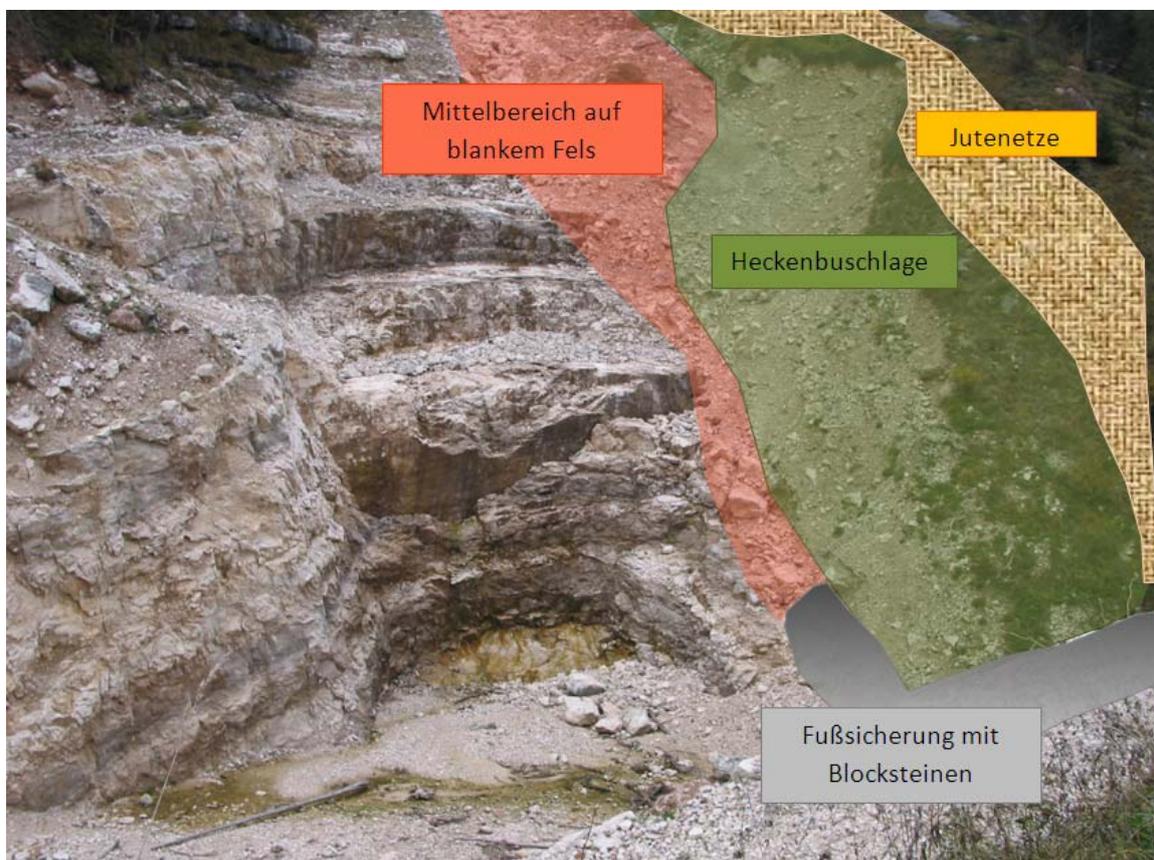
Es ist also abzuwägen, ob der Arbeitsaufwand zur Sicherung der Flanke mit dem Restrisiko vereinbar ist, da es sich hierbei keinesfalls um eine endgültige Lösung des Problems handelt und eine Nachbearbeitung und Wartung in jedem Falle nötig sein wird.

Eine minimal erforderliche Maßnahme ist die Ansaat der Flanke mit einer geeigneten Saatgutmischung aus tiefwurzelnenden Kräutern und schnell anwachsenden Gräsern.

Tabelle 19: Böschungsmischung für steile und alkalische Lagen (nach: FLORINETH, 2004)

botanische Bezeichnung	deutsche Bezeichnung	Prozentsatz
Dactylus glomerata	Knäuelgras	3%
Festuca duriuscula	Hartschwingel	10%
Festuca ovina	Schafschwingel	18%
Festuca rubra	Rotschwingel, horstbildend	20%
Festuca rubra	Rotschwingel, Ausläufer bildend	12%
Lolium perenne	englisches Raygras	4%
Phleum pratense	Lieschgras	2%
Poa pratensis	Wiesenrispe	5%
Achillea millefolium	Schafgarbe	2%
Anthyllis vulneraria	Wundklee	1%
Lathyrus pratensis	Wiesenplatterbse	1%
Lotus corniculatus	Hornschotenklee	6%
Lupinus perenne	Dauerlupinie	1%
Medicago lupulina	Gelbklee	2%
Onobrychis viciifolia	Espartette	2%
Sanguisorba minor	Wiesenknopf	2%
Trifolium pratense	Rotklee	2%
Trifolium repens	Weißklee	7%

Abbildung 77: Schematische Darstellung der Sicherung der Erosionsflanke im Steingraben



8. CONCLUSIO

Im Bannwald Hallstatt fand eine Evaluierung der technischen, forstlichen und ingenieurbioologischen Maßnahmen unter Verwendung der oben beschriebenen Methodik statt. Die erarbeitete Evaluierungsmethodik hat sich für die Projektgebiete Bannwald Brentenkogel und Bannwald Hallstatt gut bewährt und ist auch für zukünftige Projekte zur Evaluierung von Maßnahmen in flächenwirtschaftlichen Projekten geeignet.

Die Erstüberarbeitung des Evaluierungskonzeptes ergab, dass eine Reduktion des hohen Detaillierungsgrads möglich ist ohne dass die Qualität der Evaluierungsergebnisse leidet. Dies kann bei zukünftigen Evaluierungen den Arbeitsaufwand gering halten, wodurch die Kosten der Anwendung durch Mitarbeiter des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung vermindert werden können. So ist es nicht zwingend erforderlich eine Traktanalyse sowie einer Winkelzählprobe durchzuführen. Die Darstellung der Ergebnisse in einer im Excel erstellten Bewertungsmatrix bieten einen guten Überblick über die Zustände in den einzelnen Bewertungskategorien sowohl im gesamten Projektgebiet als auch in den einzelnen Maßnahmenflächen. (STANGL et al., 2010)

Die thematischen Karten, die anhand der Bewertungsmatrix erstellt wurden, dienen als hilfreiche Ergänzung, da man einen räumlichen Überblick über den Zustand der Maßnahmenflächen im Projektgebiet bekommt und die evaluierten Flächen einfach wieder gefunden werden können. Kommen weitere Maßnahmenflächen hinzu, ist es sinnvoll, diese in das bestehende Kartenmaterial zu integrieren, um eine vollständige Datensammlung über das gesamte Projektgebiet zu erhalten.

Der Bewertung hat ergeben, dass der Bannwald Hallstatt aus waldbaulicher Sicht einige Mängel aufweist. Die Schutzfunktion gegenüber Steinschlag und Lawinen ist durch den Altbestand nur eingeschränkt gegeben, während die älteren Aufforstungen, die mittlerweile das Dickungsstadium erreicht haben eine gute Entwicklung zeigen und auch einen guten Schutz gegen Steinschlag und Gleitschnee bieten. Die Lawinenschutzfunktion ist durch die Dickung allerdings noch nicht gegeben, da die Bestandeshöhe noch nicht ausreicht um die Schneedecke zu beeinflussen (SAEKI und Matsuoka, 1969). Zukünftig wird die Dickung allerdings in der Lage sein die Schutzfunktion zu übernehmen. Die Verjüngungsflächen als auch die natürliche Verjüngung unter dem Altbestand weist eine mäßige Entwicklung auf.

Schäden durch Steinschlag und Gleitschnee, aber auch die hohen Verbissraten im ganzen Projektgebiet unterbinden ein ungehindertes Wachstum der Pflanzen. Schutzmaßnahmen in Form von Wildschutzzäunen und Gleitschneeschutz sind deshalb in Aufforstungsflächen dringend notwendig.

Die technischen Bauwerke im Bannwald Hallstatt sind zum größten Teil in gutem Zustand, ältere Schutzbauten sind jedoch einer Wartung zu unterziehen, oder müssen aufgrund der Zerstörung von Windwurfbäumen erneuert werden. Um eine nachhaltige Schutzwirkung durch den Wald zu erzielen, bevor sich der Zustand der technischen Bauwerke verschlechtert, sind im gesamten Gebiet kleinflächige waldbauliche Maßnahmen zur Bestandenerneuerung des Waldes anzustreben.

Die Bewertung des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine, der mittels „Bewehrter Erde“ erhöht wurde, ergab einen momentanen guten Zustand des Dammkörpers, allerdings wurden einige Mängel bei der Ausführung der Bepflanzung festgestellt. Die neuerliche Bepflanzung des Damms zur Armierung des Schüttmaterials wird dringend empfohlen. Des Weiteren bietet sich die Sicherung der Erosionflanke im Gebiet des Auffangbeckens der Steingrabenlawine mit ingenieurb biologischen Bauweisen an, obwohl die naturräumlichen Gegebenheiten die Sicherung erschweren.

9. LITERATUR

- ABELE G. (1974): Bergstürze der Alpen. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, H.25. München. in: KAITNA, R. (2008): Naturgefahren. Skriptum zur Vorlesung. Universität für Bodenkultur – Institut für alpine Naturgefahren. Wien.
- AMMANN M. (2006) : Schutzwirkung abgestorbener Bäume gegen Naturgefahren. Eidg. Forschungsanst. f. Wald, Schnee u. Landschaft WSL. Birmensdorf.
- ANDERSCHITZ M. (2007): Projekt Steingabenlawine. Vergrößerung des Lawinenauffangdamms. Unveröffentlichter Bericht. Universität für Bodenkultur, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau. Wien
- BAMMER O. (1986): Integrale Maßnahmen zur Sanierung des Bannwaldes Hallstatt. Flächenwirtschaftliches Projekt 1986. Unveröffentlichter Bericht des Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut. Bad Ischl.
- BARBL R., EXNER A., RAUCH P., SCHÖNHUBER P. (1998): Schutzfunktionales Ökomonitoring: Flächenwirtschaftliches Projekt Bannwald Hallstatt. Unveröffentlichtes Projekt des Dienstleisters Steinwender und Partner Ges.m.b.H. am Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut. Bad Ischl.
- BEZIRKSHAUPTMANNSCHAFT GMUNDEN (1988): Bescheid zur Bannwalderkennungnis Hallstatt. Aktenzeichen: ForstR.-191-1988. Gmunden.
- BMLFUW (2006): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3 - Wasserhaushalt (Hydrographisches Zentralbüro). Wien.
- BMLFUW (2007): Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Broschüre des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft – Sektion Forstwesen. Wien.
- BMLFUW (2008): Nachhaltige Waldwirtschaft in Österreich. Österreichischer Waldbericht 2008. Broschüre des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.

- BMLFUW (2008): Nachhaltige Waldwirtschaft in Österreich. Österreichischer Waldbericht 2008. Broschüre des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- BRANG P., SCHÖNENBERGER W., FREHNER M. et al. (2006): Management of protection forests in the European Alps: an overview. *For.Snow Landsc.Res.* 80, 1: 23-44.
- BURSCHEL P., HUSS J. (1997): Grundriß des Waldbaus : ein Leitfaden für Studium und Praxis. 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage. Parey Verlag. Berlin.
- DE QUERVAIN M. (1978): Wald und Lawinen. In: M. de Quervain (ed.), Mountain forests and avalanches. Proceedings of the Davos Seminar. In: PERZL, F. (2005): Beurteilung der Lawinen-Schutzwirkung des Waldes. BFW-Praxisinformation 8, 27 – 31. Online-Version: 04.03.2009. http://www.waldwissen.net/themen/naturgefahren/schutzwald/bfw_lawinen_schutzwirkung_2005_5. Letzter Zugriff: 01.04.2010.
- DIEHL F. (1996) : Waldbauliches Behandlungskonzept zur Pflege und Sanierung des Steinschlag- und Waldlawinen-Bannwaldes Hallstatt. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Wien.
- DORREN L.K.A.; BERGER F. (2006): Balancing tradition and technology to sustain rockfall-protection forests in the Alps. *For.Snow Landsc.Res.* 80,1: 87-98.
- DORREN L.K.A.; BERGER F.; MAIER B. (2005): Der Schutzwald als Steinschlagnetz. LWF aktuell Nr. 50, 25-27. Online-Version: 02.03.2007. http://www.waldwissen.net/themen/naturgefahren/steinschlag/lwf_steinschlag_netz_2005_DE. Letzter Zugriff: 01.04.2010.
- EHRENFELDNER J. (2005): Entwicklung eines waldbaulichen Behandlungskonzepts am Beispiel der Einzugsgebiete Kühgraben und Rotgraben im Nationalpark Gesäuse. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Wien.
- FIEBIGER G. (1978): Ursachen von Waldlawinen im Bereich der nordöstlichen Randalpen und ihre Behandlung durch forsttechnische Maßnahmen. Dissertation. Universität für Bodenkultur. Wien.
- FLORINETH F. (2004): Pflanzen statt Beton . Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Patzer Verlag. Berlin – Hannover.
- FORSTGESETZ (1975/2007): Bundesgesetz vom 3. Juli 1975, mit dem das Forstwesen geregelt wird (Forstgesetz 1975), BGBl. Nr. 440/1975 idF BGBl.

Nr. 231/1977, 142/1978, 576/1987, 257/1993, 970/1993, 532/1995, 419/1996, BGBl. I Nr. 158/1998, 108/2001, 59/2002, 65/2002, 78/2003, 83/2004, 87/2005 und 55/2007. In: Lebensministerium I/3, 2007: <http://www.lebensministerium.at/article/articleview/19480/1/5563>. Letzter Zugriff: 24.02.2010.

FREHNER M (2009): Erfolgskontrolle auf allen Ebenen. Forstzeitung 5: 8-9.

FREHNER M., WASSER B., SCHWITTER R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern.

GABL K. et al (2000): Lawinenhandbuch, 7. Aktualisierte Ausgabe, Land Tirol (Hrsg.). Tyrolia- Verlag. Innsbruck- Wien

GERBER, W. (2001): Richtlinie über die Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag. Bundesamt für Wald, Umwelt und Landschaft (BUWAL). Bern.

GRUBER G., KLOSTERHUBER R., PLETTENBACHER T. (1998): Waldpotentiale Salzkammergut – Allgemeiner Teil. Unveröffentlichtes Projekt des Büros für Vegetationsökologie und Umweltplanung: Wald Landschaft Mensch (WLM), Klosterhuber und Partner OEG. Innsbruck

HEUMADER, J. (1987): Schutz vor Gleitschnees Schäden durch Verpfählungen mit Drahtverspannung - Pflugbermen als Gleitschneeschutz und Verjüngungshilfe. Wildbach- und Lawinenverbau 51.

HÖRANDL E., FLORINETH F., HADACEK F. (2002): Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten. Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbiologie u. Landschaftsbau. Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie, Universität für Bodenkultur. Wien.

HÜBL, J., KIENHOLZ, H., LOIPERSBERGER, A. (Hrsg. (2006): DOMODIS: Dokumentation alpiner Naturereignisse [Documentation of Mountain Disasters]. Klagenfurt.

KAITNA, R. (2008): Naturgefahren. Skriptum zur Vorlesung. Institut für alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur. Wien.

KALBERER, M. (2007) : Waldwirkung gegenüber Steinschlag : Untersuchungen zur Quantifizierung und Optimierung der Schutzwaldleistung . Verlag Dr. Müller. Saarbrücken.

- KILIAN W., MÜLLER F., STARLINGER F. (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs - Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Forstliche Bundesversuchsanstalt. Wien.
- LATELTIN O. (1997):, Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten - Empfehlungen 1997. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Bern.
- LEBENSMINISTERIUM IV/4 (2010): ISDW - Initiative Schutz durch Wald. <http://www.isdw.at/>. Letzter Zugriff: 08.02.2010.
- MARGRETH S., 2004: Die Wirkung des Waldes bei Lawinen - Schutzwald und Naturgefahren. Forum für Wissen 2004. S. 21-26. Online Version. 10.09.2007. http://www.waldwissen.net/themen/naturgefahren/schnee/wsl_wald_lawinen_DE. Letzter Zugriff: 12.04.2010.
- MARGRETH S., 2004: Technische Lawinenschutzmassnahmen. Bundesamt für Umwelt, WSL Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. Bern – Davos.
- MARGRETH S., 2007: Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt-Vollzug Nr. 0704. Bundesamt für Umwelt, WSL Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. Bern - Davos.
- MAYER H. (1976): Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege: ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. Fischer Verlag. Stuttgart. In: FIEBIGER G. (1978): Ursachen von Waldlawinen im Bereich der nordöstlichen Randalpen und ihre Behandlung durch forsttechnische Maßnahmen. Dissertation. Universität für Bodenkultur. Wien.
- MAYER H. (1991):Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege: ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. Fischer Verlag. Stuttgart.
- MAYER H. (1992): Waldbau, auf soziologisch-ökologischer Grundlage, 4. teilweise neu bearbeitete Auflage. Fischer Verlag. Stuttgart
- MCPFE (2007): State of Europe's Forests 2007. The MCPFE report on sustainable forest management in Europe. Ministerial conference on the Protection of Forest in Europe Liaison Unit Warsaw, UNECE and FAO.
- MUNTER W. (1992): Neue Lawinenkunde: ein Leitfaden für die Praxis. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. SAC. Bern.

- NIKLFIELD H. (1979): Vegetationsmuster und Arealtypen der montanen Trockenflora in den nordöstlichen Alpen. In: BARBL R., EXNER A., RAUCH P., SCHÖNHUBER P. (1998): Schutzfunktionales Ökomonitoring: Flächenwirtschaftliches Projekt Bannwald Hallstatt. Unveröffentlichtes Projekt des Dienstleisters Steinwender und Partner Ges.m.b.H. am Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut. Bad Ischl.
- NOACK A., SCHÖNENBERGER W., THEE P. (2004): Schützen Windwurfflächen vor Lawinen und Steinschlag? Wald Holz 85, 10: 43-46. Online Version: 01.10.2004. http://www.waldwissen.net/themen/naturgefahren/schutzwald/wsl_schutzfunktion_windwurf_1.pdf. Letzter Zugriff: 05.04.2010.
- O'HARA K. (2006): Multiaged forest stands for protection forests: concepts and applications. For.Snow Landsc.Res. 80, 1: 45-55.
- ONR (2009): Österr. Norm-Regel 24800 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und Ihre Definitionen sowie Klassifizierung. Österreichisches Normungsinstitut. Wien
- PERZL F. (2005): Beurteilung der Lawinen-Schutzwirkung des Waldes. BFW-Praxisinformation 8, 27 - 31 Online-Version: 04.03.2009. http://www.waldwissen.net/themen/naturgefahren/schutzwald/bfw_lawinenschutzwirkung_2005_5. Letzter Zugriff: 01.04.2010.
- PERZL F. (2006): Die Buche- eine Baumart des Objektschutzwaldes. BFW-Praxisinformation 12, 29 - 31 Online-Version: 10.12.2009. http://www.waldwissen.net/themen/naturgefahren/schutzwald/bfw_buche_objektschutzwald_2006_DE?start=0&. Letzter Zugriff: 01.04.2010.
- POISEL, R. (1997): Geologische-geomechanische Grundlagen der Auslösemechanismen von Steinschlag. in: Tagungsband Steinschlag als Naturgefahr und Prozess, Institut für Wildbach- und Lawinenschutz (Hrsg.); Universität für Bodenkultur. Wien.
- SAEKI M., MATSUOKA H. (1969): Snow-buried young forest trees growing on steep slopes, Seppyo. Japanese Society of Snow and Ice 31, 19–23. In: BEBI P, KULAKOWSKI D, RIXEN C. (2009): Snow avalanche disturbances in forest ecosystems—State of research and implications for management. For.Ecol.Manage. 257: 1883–1892.

- SPANG R.M. (1997): Geologisch- Geotechnische Grundlagen des Steinschlag- schutzes. Bündner Wald. Chur.
- STANGL R., EISL J., HOCHBICHLER E. (2010): Evaluierung Flächenwirtschaftlicher Projekte an den Beispielen Bannwald Brentenkogel und Hallstätter Bannwald. Projektbericht. Institut für Waldbau, Department für Wald- und Bodenwissenschaften; Universität für Bodenkultur. 156 S.
- STANGL R., ZENZ W., WEINBACHER P. (2007): Wurzelsysteme ingenieur- biologischer Bauweisen. Department für Bautechnik und Naturgefahren, Universität für Bodenkultur. Wien.
- STANGL R., SCARPATETTI M. (2005): Wurzelcharakteristik von Gehölzeinlagen zur ingenieurbiologischen Hangstabilisierung. Mitteilungsblatt für die Mitglieder des Vereins für Ingenieurbiologie. Heft Nr. 3+4. Verein für Ingenieurbiologie. Wädenswil.
- TEICH M., BEBI P. (2009): Evaluating the benefit of avalanche protection forest with GIS-based risk analyses – A case study in Switzerland. Forest Ecol.Manag. 257: 1910-1919.
- UNESCO (1981): Lawinenatlas - Bebilderte Internationale Lawinenklassifikation. Internationale Kommission für Schnee und Eis der Internationalen Assoziation für Hydrologische Wissenschaften. Paris.
- URSTÖGER,H.J. (1994): Hallstatt-Chronik - Vom Beginn der Besiedelung bis zum Jahre 1994. Musealverein Hallstatt
- WLW (2005): Bauprogramm für Einzelbaumaßnahmen 2005: Steingrabenlawine, Gemeinde Hallstatt. Unveröffentlichter Technischer Bericht. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut. Bad Ischl.
- WLW (2007): Kollaudierungsniederschrift 2007. Internes Papier. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Salzkammergut. Bad Ischl.
- WP/WLI (1993): Multilingual Landslide Glossary. Bitech, Richmond, British Columbia. In: LATELTIN O. (1997):, Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten- Empfehlungen 1997. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Bern.
- ZEH H. (2007): Ingenieurbiologie - Handbuch Bautypen. vdf Hochschulverl. Zürich.

ZIEGNER K. (2008): Projektsteuerung Aufnahmeanweisung (Version 2. März 2008).
Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung für Forstplanung. Internes Papier.
Innsbruck.

10. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Projektgebiet Bannwald Hallstatt (Quelle: http://doris.ooe.gv.at)	6
Abbildung 2: Bankig gelagerter Dachsteinkalk im Projektgebiet, Hallstatt, OÖ, Oktober 2009	7
Abbildung 3: Ausschnitt aus der geologischen Karte Oberösterreichs (www.geologie.ac.at).....	8
Abbildung 4: Gebietsabgrenzung des Hallstätter Bannwaldes, OÖ, Quelle: http://doris.ooe.gv.at	12
Abbildung 5: Lawinenklassifikation nach Anrissform, Bewegungsform und Lage der Gleitfläche (MUNTER, 1992).....	24
Abbildung 6: Torstahlverpfählung der Maßnahmenfläche 14 im Bannwald Hallstatt, OÖ, 10/2009	28
Abbildung 7: Geplanter Dammaufbau des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine nach ANDERSCHITZ (2007)	31
Abbildung 8: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“, 12/2009 (Stangl et al., 2010).....	40
Abbildung 9: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „1.2 Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	41
Abbildung 10: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „1.3 Naturräumliche Gefährdungen: Gleitschnee (potentiell)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	42
Abbildung 11: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	43
Abbildung 12: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	44
Abbildung 13: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand“, 12/2009 (Stangl et al., 2010).....	45
Abbildung 14: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „3.1 Verjüngungspotential: Erfolg Aufforstung (Jungwuchs oder Dickung)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010).....	46
Abbildung 15: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	47

Abbildung 16: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt (Natur und Kultur)“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	48
Abbildung 17: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.1 Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand“, 12/2009 (Stangl et al., 2010) 49	
Abbildung 18: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.2 Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	49
Abbildung 19: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag / Gleitschnee (Dickung) Maßnahmenfläche“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	50
Abbildung 20: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Bestand Maßnahmenfläche“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	52
Abbildung 21: Eingangskategorien und Formelgebung für die Bewertungskategorie „4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Bestand Maßnahmenfläche“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	53
Abbildung 22: Eingabewerte und Beschreibung der optischen Beurteilung zu „Zustandsgruppe 5: Zustand Bauwerke“, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	54
Abbildung 23: Schritte zum Bewertungsvorgang	57
Abbildung 24: Übersicht über die Maßnahmenflächen und Kartenausschnitte der Teilkarten „Bannwald Hallstatt Nord“ und „Bannwald Hallstatt Süd“, 03/2010.....	63
Abbildung 25: Thematische Karte „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	65
Abbildung 26: Thematische Karte „1.2 Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	66
Abbildung 27: Thematische Karte „1.3 Naturräumliche Gefährdungen: Gleitschnee (potentiell)“ – HALLSTATT NORD	67
Abbildung 28: Thematische Karte „1.1 Naturräumliche Gefährdungen: Steinschlag“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	68
Abbildung 29: Thematische Karte „1.2 Naturräumliche Gefährdungen: Lawine (potentiell)“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010.....	68
Abbildung 30: Thematische Karte „1.3 Naturräumliche Gefährdungen: Gleitschnee (potentiell)“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	69
Abbildung 31: stark verbissene Tanne aus Kultur	70

Abbildung 32: Thematische Karte „2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	71
Abbildung 33: Thematische Karte „2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	72
Abbildung 34: Thematische Karte „2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	73
Abbildung 35: Thematische Karte „2.1 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verbiss“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010.....	74
Abbildung 36: Thematische Karte „2.2 Gefährdung Bestandesentwicklung: Verjüngung“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010.....	74
Abbildung 37: Thematische Karte „2.3 Gefährdung Bestandesentwicklung: Baumbestand“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010.....	75
Abbildung 38: Thematische Karte „3.1 Verjüngungspotential: Erfolg Aufforstung“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	77
Abbildung 39: Thematische Karte „3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	78
Abbildung 40: Thematische Karte „3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	79
Abbildung 41: Thematische Karte „3.1 Verjüngungspotential: Erfolg Aufforstung“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010.....	80
Abbildung 42: Thematische Karte „3.2 Verjüngungspotential: Entwicklung Jungwuchsflächen“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010.....	80
Abbildung 43: Thematische Karte „3.3 Verjüngungspotential: Entwicklung Verjüngung gesamt“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	81
Abbildung 44: Thematische Karte „4.1 Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	84
Abbildung 45: Thematische Karte „4.2 Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	85
Abbildung 46: Thematische Karte „4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag/Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche“ –BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	86
Abbildung 47: Thematische Karte „4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	87
Abbildung 48: Thematische Karte „4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010.....	88

Abbildung 49: Thematische Karte „4.1 Schutzwirkung Wald: Steinschlag umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	89
Abbildung 50: Thematische Karte „4.2 Schutzwirkung Wald: Lawine umliegender Bestand“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	89
Abbildung 51: Thematische Karte „4.3 Schutzwirkung Wald: Steinschlag/Gleitschnee (DI) Maßnahmenfläche“ –BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	90
Abbildung 52: Thematische Karte „4.4 Schutzwirkung Wald: Steinschlag Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	90
Abbildung 53: Thematische Karte „4.5 Schutzwirkung Wald: Lawine Maßnahmenfläche“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	91
Abbildung 54: Drahtseilnetzwerk als Steinschlagschutz in sehr gutem Zustand, Bannwald Hallstatt, 10/2009	93
Abbildung 55: Stahlschneebrücken als Steinschlag- und Lawinenschutzmaßnahme, Bannwald Hallstatt, 10/2009	93
Abbildung 56: Thematische Karte „5.1 Zustand Steinschlagschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010	94
Abbildung 57: Thematische Karte „5.2 Zustand Lawinenschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010	95
Abbildung 58: Thematische Karte „5.3 Zustand Gleitschneeschtzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010	96
Abbildung 59: Thematische Karte „5.4 Zustand Zustand Umzäunung“ – BANNWALD HALLSTATT NORD, 03/2010	97
Abbildung 60: Thematische Karte „5.1 Zustand Steinschlagschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	98
Abbildung 61: Thematische Karte „5.2 Zustand Lawinenschutzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	98
Abbildung 62: Thematische Karte „5.3 Zustand Gleitschneeschtzbauten“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	99
Abbildung 63: Thematische Karte „5.4 Zustand Zustand Umzäunung“ – BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	99
Abbildung 64: Thematische Karte “Zustand Bauwerke, Abteilungen IX/1, IX/2, IX/3 - BANNWALD HALLSTATT SÜD, 03/2010	100
Abbildung 65: Übersicht über die Ergebnisse der Maßnahmenflächen mit Aufforstungen mit farblicher Hervorhebung der vorherrschenden Bewertungsnote im Bannwald Hallstatt, 01/2010	102

Abbildung 66: Stahlschneebrücken mit Aufforstung in der Maßnahmenfläche 9, Bannwald Hallstatt, 10/2009	103
Abbildung 67: technische Werke sind teilweise durch Windwürfe stark beeinträchtigt und mit Material hinterfüllt, Bannwald Hallstatt, 10/2009	104
Abbildung 68: Auszug aus der Bewertungsmatrix: Maßnahmenfläche 34-Lawinenauffangdamm Steingraben, Bannwald Hallstatt, 12/2009	104
Abbildung 69: Steckhölzer: rechts ein spärlich angewachsenes, links ein totes Steckholz am Lawinenauffangdamm Steingrabenlawine, Bannwald Hallstatt, 10/2009	105
Abbildung 70: Anzahl der Bäumchen im Jungwuchsstadium (bis 130 cm Höhe) in Stammzahlen pro Hektar, Bannwald Hallstatt, 11/2009	106
Abbildung 71: Baumartenverteilung der Wuchsklasse Dichtung 1 (130 cm bis 5 Meter) in Prozent, Bannwald Hallstatt, 11/2009	106
Abbildung 72: Bermen mit Baustahlgitter und Geogitter.....	107
Abbildung 73: Bewehrte Erde mit Pflanzeinlagen (aus: FLORINETH, 2004)	108
Abbildung 74: Innenseite des Lawinenauffangdamms der Steingrabenlawine mit Grobsteinschichtung und Erosionsflanke auf der orografisch linken Seite, Bannwald Hallstatt, 10/2009	109
Abbildung 75: Steingraben von unten mit Erosionsflanke an der orografisch linken Seite, Bannwald Hallstatt, 10/2009.....	110
Abbildung 76: Schema einer Heckenbuschlage mit einer Mischung aus Steckhölzern und bewurzelten Pflanzeinlagen. Links eine Heckenbuschlage, rechts eine Buschlage ohne bewurzelte Pflanzeinlage (aus: FLORINETH, 2004)	111
Abbildung 77: Schematische Darstellung der Sicherung der Erosionsflanke im Steingraben.....	113

11. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Darstellung der mittleren monatlichen und jährlichen Niederschlagssummen der umliegenden Messstationen, Beobachtungszeitraum: von Beobachtungsbeginn bis 2006 (BMLFUW, 2006).....	9
Tabelle 2: Darstellung der mittleren monatlichen und jährlichen Lufttemperatur umliegender Messstationen, Beobachtungszeitraum: von Beobachtungsbeginn bis 2006 (BMLFUW, 2006).....	9
Tabelle 3: mittlere Schneeverhältnisse der umliegenden Messstationen der Winter 1960/61- 1990/91 (aus: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1994).....	10
Tabelle 4: Gliederung der Höhenstufen im Wuchsgebiet 4.1.: Nördliche Randalpen – Westteil (KILIAN et al., 1994)	11
Tabelle 5: Klassifikation von Steinschlägen, Blockschlägen, Felsstürzen und Bergstürzen nach WP/WLI (1993)	19
Tabelle 6: Klassifikation von Steinschlägen, Blockschlägen, Felsstürzen und Bergstürzen nach POISEL (1997)	19
Tabelle 7: Klassifikation von Steinschlägen, Blockschlägen, Felsstürzen und Bergstürzen mit Berücksichtigung der Ablagerungsfläche nach ABELE (1974)	19
Tabelle 8: Angenommene wirksame Minstdurchmesser (Brusthöhendurchmesser) für verschiedene Steingrößen im Transitgebiet (FREHNER et al., 2005)	21
Tabelle 9: Internationale Morphologische Lawinenklassifikation (UNESCO, 1981)	23
Tabelle 10: Übersicht über die Aufnahmekategorien der im Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel verwendeten Evaluierungsbögen, 08/2009 (Stangl et al., 2010)	33
Tabelle 11: Auflistung der für die Feldaufnahmen im Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel benötigten Geräte und deren Einsatzbereich	35
Tabelle 12: Zustandsgruppen mit dazugehörigen Bewertungskategorien der Bewertungsmatrix (Abkürzungen: DI= Dickung, JW= Jungwuchs) für den Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel, 11/2009 (Stangl et al., 2010)	37
Tabelle 13: Übersichtsmatrix und Pfade für die Eingangskategorien in die Bewertungsmatrix für Bannwald Hallstatt und Bannwald Brentenkogel, 11/2009 (Stangl et al., 2010)	39
Tabelle 14: Auszug aus der Bewertungstabelle für die Weiterverarbeitung in ArcGis	55
Tabelle 15: Auszug Koordinatentabelle	55

Tabelle 16: Bewertungsmatrix Bannwald Hallstatt Nord Maßnahmenflächenniveau für die Maßnahmenflächen 1 - bis 41 (Bannwald Hallstatt Süd), Codierung siehe Tabelle 17, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	59
Tabelle 17: Bewertungsmatrix Bannwald Hallstatt Süd Probeflächenniveau für die Maßnahmenflächen 42 und 43, 12/2009 (Stangl et al., 2010).....	60
Tabelle 18: Übersicht über die Ergebnisse der Maßnahmenflächen mit farblicher Hervorhebung der vorherrschenden Bewertungsnote, 12/2009 (Stangl et al., 2010)	61
Tabelle 19: Böschungsmischung für steile und alkalische Lagen (nach: FLORINETH, 2004)	113

12. ANHANG

Anhang 1: Codierung der Eingabewerte und Klasseneinteilung der Bewertungsparameter

Eingabewerte

Eingabewert	Neigungsklassen	Lückenhöhe bei Schwellenbreite > 10m	Struktur	Beschirmung	Totholz	Totholzart	Totholzmenge	Käferbefall	Windwurf	Wind/Schneebruch	Schältschaden	Steinschlag Häufigkeit	Steinschlaggröße	Alter Steinschlag	Schutzfunktion	Eingabewert
0		keine			nicht vorhanden					kein		kein				0
1	30-35° (58- 69%)	< 25m	einschichtig	gedrängt	vorhanden	stehend	10 fm			1-2		vereinzelt	< 30 cm	alt	Law inen	1
2	35-40° (70- 84%)	25- 29m	zweischichtig	geschlossen		liegend	6- 10 fm			3-5		häufig	40- 60 cm	neu	Steinschlag	2
3	40-45° (85- 100%)	30- 39m	mehrschichtig	locker			3- 6 fm			6-10		massiv	>70 cm		Erosion	3
4	>45° (>100%)	40- 49m					<3 fm			>10					Bewehrung	4
5		> 50m					k.Totholz									5

Eingabewert	Verjüngung vorhanden	Naturverjüngung vorhanden	Kultur und/od. DI vorhanden	Verbiss gesamt Verjüngung	Schäden Verjüngung	Schäden vorhanden	Gleitschnee vorhanden	JW/DI1/ DI2 vorhanden	DI1/ DI2 vorhanden	STH/ BH/ Bst vorhanden	Wuchsklasse < DI2 vorhanden bei Schwellenbreite > 10m	Stammzahl Verjüngung Traktanalyse	Stammzahl Verjüngung JW-Flächen	Stammzahl JW/DI	Stammzahl DI1/ DI2	Stammzahlen STH/BH/Bst	Anteil Nadelholz immergrün	Anteil BU/Ah/Lä	Eingabewert
0	Nein		kein	keine	keine	Nein	Nein	Nein											0
1	Ja		1- 25%	Trockenheit	Käfer	Ja	Ja	Ja				> 8000				> 1000	90- 100%		1
2			26- 50%									4100- 8000				800- 1000	60- 80%		2
3			51- 75%	Gleitschnee								2000-4000				500- 700	30- 50%		3
4			76- 100%	Steinschlag								< 2000				200- 400	0- 20%		4
5																< 200			5

Anhang 2: Schlüsseltabelle der vorgefundenen Maßnahmen, Baumarten, Wuchsklassen und Maßnahmentypen nach ISDW (LEBENSministerium IV/4, 2010)

Schlüsseltabelle

Maßnahmen		Baumartenschlüssel		Maßnahmentypen ISDW	
A	Aufforstung	Ah	Ahorn	1	Vorrichtung
B	Femelschlag/Auslichtung	Be	Berberitze	2	Verjüngungshieb
C	Holzschneebrücken	Bu	Buche	3	Bewuchsentfernung
D	Kulturpflege/-schutz	Co	Cotoneaster	4	Rohhumusabzug
E	Lebend bewährte Erde	Eb	Eibe	5	Bodenverwendung
F	Querfällung	Er	Erl	6	Bodenbearbeitung
G	Querpiloten	Es	Esche	7	Entwässerung
H	Rustikaler Gleitschneeschutz	Fb	Faulbaum	8	Mulchen
I	Snow - Gripper	Fbi	Felsenbirne	9	Düngung
J	Stahlschneebrücken	Fi	Fichte	10	Kulturpflege
K	Steinschlagschutznetz	GS	Gemeiner Schneeball	11	Kronen- und Formschnitt
L	Torstahlverpfählung	Ha	Hasel	12	Astungs Vorbereitung
M	Umzäunung	Hk	Heckenkirsche/Lonicera	13	Beseitigung der Verdämmung
N	Verankerung	Hb	Holunder	14	Auforstung Nadelwaid
O	Verpfählung sonstige	Hr	Harrigel	15	Aufforstung Mischwaid - bis 75% Nadelholzanteil
P	Betonhangrost	Ki	Kiefer	16	Aufforstung Mischwaid - min. 25% Laubholzanteil
		Kir	Kirsche	17	Aufforstung Mischwaid - min. 50% Laubholzanteil
		La	Latsche	18	Aufforstung Mischwaid - min. 75% Laubholzanteil
		Lä	Lärche	19	Aufforstung Laubwaid - Laubwaidreinbestand
		Lig	Liguster	20	Aufforstung Laubwaid - Laubwaidmischbestand
		Mb	Mehlbeere	21	Aufforstung Laubwaid - Spezialstandort
		Nu	Nuss	22	Aufforstung Laubwaid - Zwangsstandort
		Ro	Hundrose	23	Nachbesserung
		Stp	Stechpalme/Ilex	24	Naturverjüngung Förderung
		Ta	Tanne	25	Naturverjüngung Sicherung
		Ul	Ulme	26	Naturverjüngung Ergänzung
		Vb	Vogelbeere	27	Naturverjüngung Wildlinge
		Wd	Weißdorn	28	Einzeilschutz
		Wei	Weide	29	Kontrollzaun
		S.a	Salix appendiculata		
		S.c	Salix caprea		
		S.e	Salix elaeagnos		
		S.m	Salix myrsinifolia		
		S.p	Salix purpurea		
		WB	Wolliger Schneeball		
				1	Vorbereitung
				2	Verjüngung
				3	Kulturpflege
				4	Verjüngung
				5	Verjüngung
				6	Verjüngung
				7	Verjüngung
				8	Verjüngung
				9	Verjüngung
				10	Verjüngung
				11	Verjüngung
				12	Verjüngung
				13	Verjüngung
				14	Verjüngung
				15	Verjüngung
				16	Verjüngung
				17	Verjüngung
				18	Verjüngung
				19	Verjüngung
				20	Verjüngung
				21	Verjüngung
				22	Verjüngung
				23	Verjüngung
				24	Verjüngung
				25	Verjüngung
				26	Verjüngung
				27	Verjüngung
				28	Verjüngung
				29	Verjüngung
				30	Läuterung
				31	Mischwuchspflege
				32	Standraumregulierung,
				33	Stammzahlreduktion
				34	Durchforstung Nadelholz
				35	Durchforstung Laubholz
				36	Lassretifreistellung (Mittelwaid)
				37	Unterbau
				38	Schutz der Verjüngung gegen Schneeschub oder Steinschlag
				39	Bermen
				40	Einfache technische Werke
				41	Querfällung
				42	Verankerung
				43	Schaffung von Reinwaidflächen
				44	Weideverbessernde Maßnahmen
				45	Weideroste
				46	Pferd
				47	Logline
				48	Seilkran/Seilbahn
				49	Hubschrauber
					Bringing
					Maßnahmen
					Wuchsklassen
				BL1	Blösse
				BL2	Blösse
				JW	Jungwuchs
				DI1	Dickung 1
				DI2	Dickung 2
				STH	Stangenholz
				BH1	Baumholz 1
				BH2	Baumholz 2
				Bst	Starkholz
					Stammzahl < 50
					Stammzahl < 100
					< 1,30 m Höhe
					1,30 bis 5 m Höhe
					5 - 10 m Höhe
					10 m Höhe - BHD 20 cm
					BHD 20 - 35 cm
					BHD 30 - 50 cm
					> BHD 50 cm

Anhang 3: Evaluierungsbögen



Forsttechnischer Dienst für Wildbach- u. Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Salzkammergut



Projekt:

Datenbank: **MAßNAHMENFLÄCHEN**

Datum:(T/M/J)

BearbeiterIn

Abt.Nr.

Teilfläche Nr.:

MAßNAHMENFLÄCHE

Skizze Maßnahmenfläche M 1:1000

Maßnahmenflächengröße:

bisher durchgeführte Maßnahmen:

Jahr	Maßnahme

Anzahl der Probeflächenerhebungen:

0,1 - 0,2 ha	1 Prfl
0,2 - 0,4 ha	2- 3 Prfl
0,4 - 0,8 ha	4- 5 Prfl
0,8 - 1,2 ha	5- 7 Prfl



Projekt:

Datenbank: **MAßNAHMENFLÄCHEN**

Datum:(T/M/J)

BearbeiterIn

Abt.Nr.

Teilfläche Nr.:

ProbeflächenNr.:

FLÄCHENERHEBUNG

STANDORT

Exp. N NO O SO S SW W NW

Neigung (%) mittlere minimale maximale

Seehöhem Koordinaten X Ym Abw.

BESTAND

BA-Verteilung		BAUMARTEN								
		Fi	Ta	Lä	Bah	Es	Mbeere	....	....	....
WUCHSKLASSEN	JW									
	DI1									
	DI2									
	STH									
	BH1									
	BH2									
	Bst									

Stammzahlen:

STAMMZAHLN		WUCHSKLASSE							
		Jungwuchs < 1,30m	Dickung 1 1,30- 5m	Dickung 2 5- 10m	Stangenholz 10m- BHD 20cm	Baumholz 1 BHD 20- 35cm	Baumholz 2 BHD 35- 50cm	Starkholz BHD >50cm	
>100									
>200									
>300									
>400									
>500									
>600									
>700									
>800									
>900									
>1000									
>1500									
>2000									
>2500									
>3000									
>3500									
>4000									
>5000									
>6000									
>7000									
>8000									

Alter (gesch.) mittleres minimales maximales

Struktur o ein- o zwei- o mehrschichtig

Beschirmung o locker o geschlossen o gedrängt o.....

Totholz o nicht vorhanden o vorhanden: o stehend o liegend
o < 3fm o 3-6 fm o 6-10 fm o > 10 fm

Käferbefall o keiner o 1-2 o 3-5 o 6-10 o >10 Bäume Art.....

Windwurf o keiner o 1-2 o 3-5 o 6-10 o >10 Bäume

Wind/Schneebr. o keiner o 1-2 o 3-5 o 6-10 o >10 Bäume Größe..... m²

Schälsschäden o keiner o 1-2 o 3-5 o 6-10 o >10 Bäume Art.....

Steinschlag o keiner o vereinzelt o häufig o massiv
o neu o alt o Größe: cm

Sonstige:.....

Schutzfunktion o Lawinen o Steinschlag o Erosion o Sonstige.....

Bemerkungen

VERJÜNGUNG

Kultur o nicht vorhanden
o vorhanden

Naturverjüngung o nicht vorhanden
o vorhanden

Kultur		Naturverjüngung									
Baumarten	Fi	Ta	....	....	....	....	....	....	....	....	....
Verteilung	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
Höhe											
Verbiß	keiner	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	1-25%	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	26-50%	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	51-75%	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	76-100%	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Verbiß über gesamte Fläche: o keiner o 1 - 25 % o 26 - 50 % o 51 - 75 % o 76 - 100 %

Sonstige Schadensursachen:
o Trockenheit (Frostrocknis) o Käferbefall o Gleitschnee o

MAßNAHMENTYPEN

Vorbereitung	Verjüngung
Vorrichtung	Aufforstung Nadelwald
Verjüngungshieb	Aufforstung Mischwald - bis zu 75% Nadelholzanteil
Bewuchsentfernung	Aufforstung Mischwald - mindestens 25 % Laubholzanteil
Rohhumusabzug	Aufforstung Mischwald - mindestens 50 % Laubholzanteil
Bodenverwundung	Aufforstung Mischwald - mindestens 75 % Laubholzanteil
Bodenbearbeitung	Aufforstung Laubwald - Laubwaldreinbestand
Entwässerung	Aufforstung Laubwald - Laubwaldmischbestand
Mulchen	Aufforstung Laubwald - Spezialstandort
Düngung	Aufforstung Laubwald - Zwangsstandort
	Nachbesserung
	Naturverjüngung Förderung
	Naturverjüngung Sicherung
	Naturverjüngung Ergänzung
	Naturverjüngung Wildlinge
	Einzelschutz
	Kontrollzaun

Kulturpflege

Kulturpflege
Kronen- und Formschnitt
Astungsvorbereitung
Beseitigung der Verdämmung

Jungwuchspflege

	Läuterung
	Mischwuchspflege
	Standraumregulierung, Stammzahlreduktion
	Durchforstung Nadelholz
	Durchforstung Laubholz
	Lassreitelfreistellung (Mittelwald)
	Unterbau

Begleitende Maßnahmen

	Schutz der Verjüngung gegen Schneeschub oder Steinschlag
	Bermen
	Einfache technischen Werke
	Querfällung, Verankerung
	Schaffung von Reinweideflächen
	Weideverbessernde Maßnahmen
	Weideroste

Bringung

	Pferd
	Logline
	Seilkran oder Seilbahn
	Hubschrauber

Skizze Wuchsklassen M 1:500

Abkürzungen:

BL1...	Blösse:	Stammzahl <50
BL2...	Blösse:	Stammzahl <100
JW....	Jungwuchs:	<1,3 m
DI1....	Dickung 1:	1,3- 5m
DI2....	Dickung 2:	5- 10m
STH...	Stangenholz:	10m- BHD 20cm
BH1...	Baumholz 1:	BHD 20- 35cm
BH2...	Baumholz 2:	BHD 35- 50cm
Bst....	Starkholz:	BHD >50cm

