



Amt für Wald und Naturgefahren
Uffizi da guaud e privels da la natira
Ufficio foreste e pericoli naturali

Monetäre Bewertung von schalenwildbedingten Verjüngungsproblemen im Schutzwald

Fallbeispiel Gruobenwald-Tschägibach



April 2017

Auftraggeber:

Amt für Wald und Naturgefahren; Urban Maissen; Loëstrasse 14; 7000 Chur

Auftragnehmer:



Nora Zürcher-Gasser
Postfach 20
7172 Rabius



Monika Frehner
Sixerstrasse 9
7320 Sargans

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Einleitung und Auftrag	3
3	Stand des Wissens	4
4	Untersuchungsgebiet	4
5	Methode und Abgrenzungen	8
5.1	Beschreibung der Methode	8
5.2	Abgrenzungen	9
5.3	Verwendete Szenarien	9
5.4	Annahmen für Kostenschätzungen	13
5.4.1	Eingriffe mit Holzanfall	13
5.4.2	Pflanzungen/Wildschadenverhütungsmassnahmen	13
5.4.3	Steinschlagschutz	16
5.4.4	Schutz gegen Schneegleiten	17
5.4.5	Erhöhte Murgang-/Lawinenrisiken	19
5.4.6	Kostenberechnungen	19
6	Resultate.....	19
7	Zusammenfassung und Diskussion.....	25
8	Schlussfolgerungen	27
	Literatur	28
	Verwendete Geodaten	29
Anhang 1	Modellierung Höhenstufen heute / 2070-2099	30
Anhang 2	NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag	32
Anhang 3	Verjüngungszeiträume und Schalenwildeinfluss	33
Anhang 4	Beschreibung der Entwicklungsszenarien	37
	<i>Gruobenwald</i>	<i>37</i>
	<i>Tschägibach</i>	<i>40</i>
Anhang 5	Herleitung/Berechnung Murgangrisiken	44

1 Zusammenfassung

Wildbedingte Verjüngungsprobleme können in Schutzwäldern zu erheblichen finanziellen Konsequenzen führen. Anhand drei konkreter Fallbeispiele im Kanton Graubünden wurden folgende vier Aspekte untersucht und für die nächsten 50 Jahre monetär bewertet: 1) Kosten für Wildschadenverhütungsmassnahmen zum Erhalt der Schutzwirksamkeit des Waldes, 2) Verzögerung/Verhinderung der Waldverjüngung und daraus entstehende Konsequenzen (Risikoanstieg, technische Schutzmassnahmen), 3) Folgeinvestitionen in temporäre Schutzbauten, deren Ziele wildbedingt verfehlt werden, 4) Kosten für Verjüngungseinleitung, deren Ziele wildbedingt nicht erreicht werden können.

Das vorliegende Fallbeispiel „Gruobwald-Tschägibach“ (Gde. Klosters-Serneus) zeigt exemplarisch auf, welche ökonomischen Konsequenzen wildbedingte Verjüngungsprobleme in einem alten, gleichförmig aufgebauten, Schutzwald mit eher schwierigen Verjüngungsbedingungen und sehr grossem Schadenpotential haben können.

Für die langfristige Erhaltung der Schutzwirksamkeit muss unter gleichbleibender Verbissbelastung mit Investitionen in Wildschadenverhütungsmassnahmen von ca. CHF 3.4 Mio über die nächsten 50 Jahre gerechnet werden. Werden diese Massnahmen nicht ergriffen muss mit Kosten von ca. CHF 0.5 Mio für Schutzbauten und Risikoanstieg und langfristig mit einem starken Rückgang der Schutzwirksamkeit des Schutzwaldes und damit verbundenen weiteren Kosten gerechnet werden.

2 Einleitung und Auftrag

Wildbedingte Verjüngungsprobleme können in Schutzwäldern zu erheblichen finanziellen Konsequenzen führen. Der Kanton Graubünden möchte dies anhand von konkreten Fallbeispielen aufzeigen.

Dabei sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen:

- Investitionen und Unterhaltskosten für Wildschadenverhütungsmassnahmen, um die Schutzwirksamkeit der Wälder mittel- und langfristig zu erhalten.
- Verzögerung/Verhinderung der Waldverjüngung und daraus entstehende Konsequenzen (Risikoanstieg durch erhöhtes Gefahrenpotential, technische Schutzmassnahmen für den Ersatz der Waldwirkung).
- Folgeinvestitionen in temporäre Schutzbauten, deren Ziele wildbedingt verfehlt werden und ersetzt werden müssen.

Zu diesen Kosten, die aus volkswirtschaftlicher Sicht direkt anfallen, kommen Kosten für Eingriffe zur Einleitung und Unterstützung der Verjüngung, deren Ziele wildbedingt nicht erreicht werden können. Solche Eingriffe können als wildbedingte Fehlinvestitionen bezeichnet werden.

Diese finanziellen Konsequenzen werden im vorliegenden Bericht für ein räumlich konkretes Untersuchungsgebiet abgeschätzt und monetär bewertet.

Daneben gibt es ökologische Konsequenzen starken Schalenwildeinflusses, welche kaum monetär bewertbar sind. Diesbezüglich ist verstärkte Verunkrautung/Vergrasung wegen fehlender Vorverjüngung oder zu langes Zuwarten mit der Verjüngungseinleitung aus Angst vor fehlender Verjüngung zu nennen (vgl. „Teufelskreis“ in Zürcher 2014). Auf diese Aspekte wird im vorliegenden Bericht qualitativ hingewiesen.

Mit Vertrag vom 9.6.2016 wurde die Arbeitsgemeinschaft Gadola, Rabius, und Frehner, Sargans, mit der Erarbeitung von drei Fallbeispielen (Gruobwald-Tschägibach, Puzastg und Runfoppa) beauftragt. Der vorliegende Bericht bearbeitet das Fallbeispiel Gruobwald-Tschägibach.

3 Stand des Wissens

Es existieren verschiedene Studien, die sich jeweils mit Teilaspekten der Fragestellung der vorliegenden Studie oder verwandten Themen beschäftigen.

Die Frage nach der Bewertung von Schalenwildeinfluss im Schutzwald ist eng verbunden mit der Frage der Bewertung der Schutzwirkung eines Waldes. Zu dieser Fragestellung gibt es einige Studien, welche die Wirkung von Schutzwäldern mit verschiedenen Ansätzen monetär bewerten. So bewertet z.B. der Rechnungshofbericht Tirol (Rechnungshof 2015) den Wert eines Schutzwaldes mit dem Ersatzkostenansatz, d.h. es wird berechnet, was es kosten würde, einen Schutzwald mit technischen Schutzmassnahmen zu ersetzen. In Olschewski et al. 2011 wird hingegen anhand der Zahlungsbereitschaft von direkten Nutznießern der Wert eines Lawinenschutzwaldes resp. dessen Pflege hergeleitet. In Teich und Bebi 2009 wird der Wert von Schutzwäldern anhand von Risikoabschätzungen beurteilt.

Weiter gibt es einen engen Bezug zur Frage der Entwicklung der Schutzwirksamkeit unter verschiedenen Szenarien. Im Rahmen der GWG-Tagung 2014 wurde dieser Thematik im Zusammenhang mit der Wirkung von Totholz nachgegangen und die erwarteten Entwicklungen wurden in einfachen Diagrammen dargestellt (Schwitter 2014).

Studien zur monetären Bewertung von Schalenwildeinfluss gibt es auch aus Frankreich (Boulanger und Rakotoarison 2015) und Deutschland (Suchant et al. 2012). Darin wird allerdings eine Bewertung bezüglich Holzproduktion und nicht bezüglich Schutzwirksamkeit vorgenommen.

Der vorliegenden Fragestellung am besten entspricht eine Studie an der Rigi Nordlehne, in welcher die Kosten waldbaulicher Massnahmen und Ersatzschutzbauten im Zusammenhang mit Schalenwildschäden abgeschätzt werden (Gasser et al. 2011). Nicht abgeschätzt werden der Risikoanstieg auf Grund veränderter Naturgefahren und wildbedingte Fehlinvestitionen. Die Abschätzungen in der Studie basieren auf einer Waldentwicklungsmodellierung, welche für das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Studie nicht zur Verfügung steht.

4 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Gruobwald-Tschägibach liegt im Prättigau, Kt. GR, in der Gemeinde Klosters-Serneus (siehe Abb. 1). Auf Grund der unterschiedlichen Baumartenzusammensetzung wird das Gebiet in zwei Teilgebiete aufgeteilt, welche nachfolgend beschrieben werden. Eine detaillierte Beschreibung der Verhältnisse in den Teilgebieten ist in den Anhängen 3 und 4 zu finden.

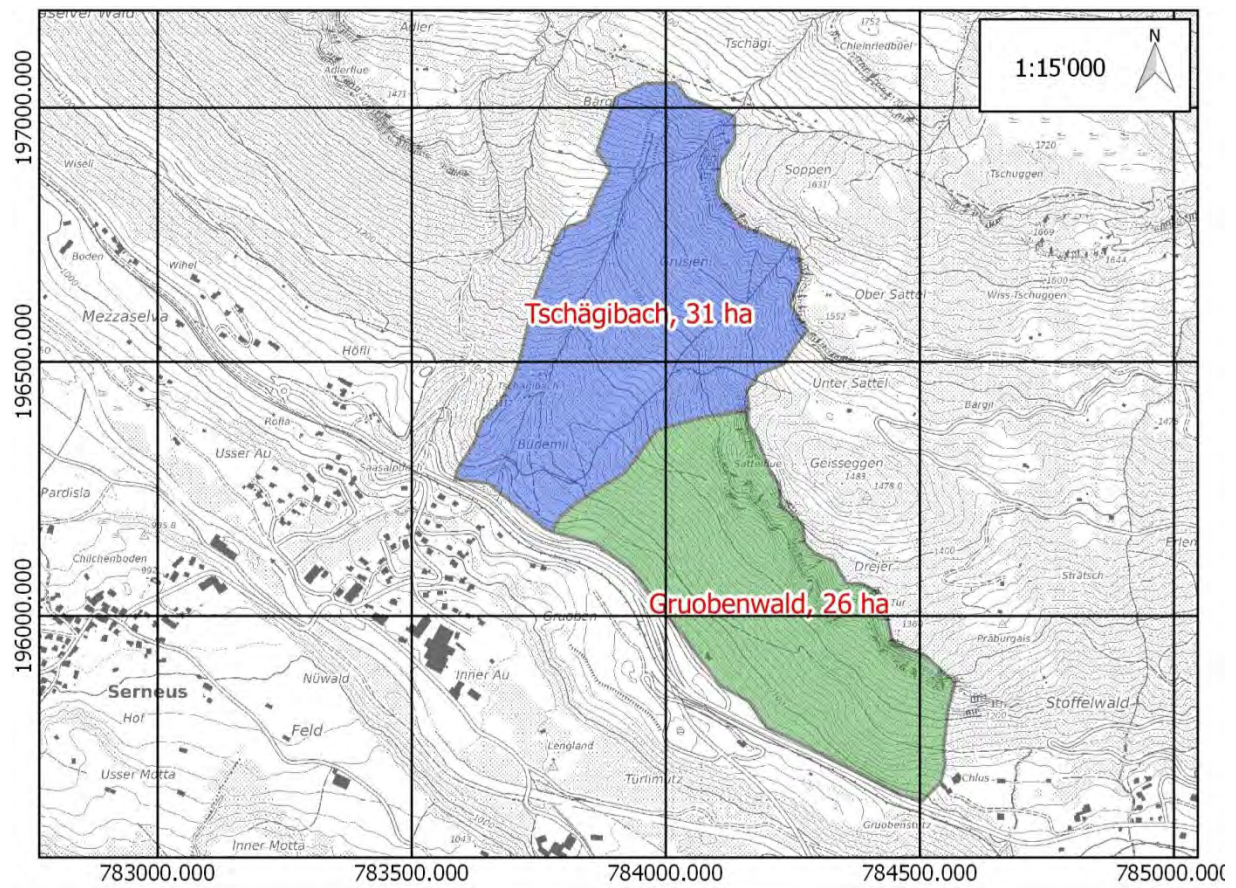


Abb. 1: Untersuchungsgebiet Gruobewald-Tschägibach in der Gemeinde Klosters-Serneus, GR.

Gruobenwald

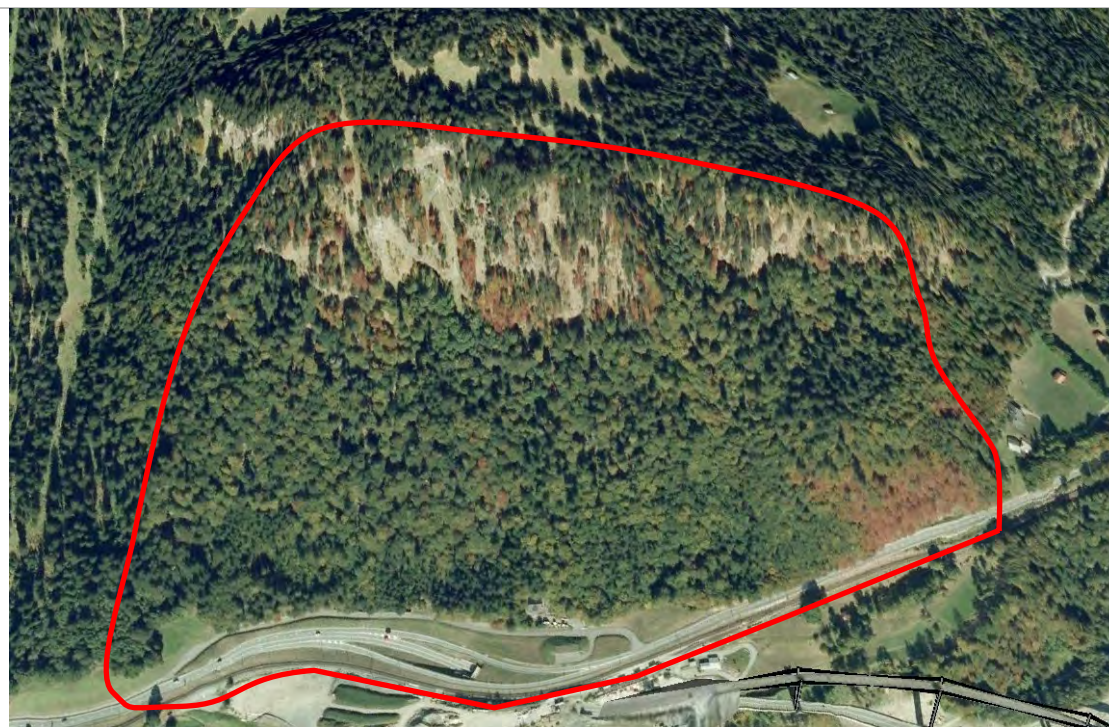


Abb. 2: Teilgebiet Gruobenwald. Quelle: Google Earth, 11.11.2016

Gefahrenpotential	Steinschlag, Lawinen. Der hohe Buchenanteil fördert die Entstehung von Waldlawinen.
Schadenpotential	Nationalstrasse A28 (Landquart – Vereina/Davos), Kantonsstrasse Saas-Klosters, RhB-Linie Landquart – Vereina/Davos, Veloweg, einzelne Liegenschaften
Häufigste Waldstandorte	18* Karbonat-Ta-Bu-Wald mit Weissegge 18w Typischer Buntreitgras-Ta-Bu-Wald
Beschreibung	<p>Bu 85%, Fi 15%, B'Ah sehr vereinzelt.</p> <p>Mittleres bis starkes Baumholz, normal bis locker, mehrheitlich in Zerfallsphase.</p> <p>Verjüngung sämtlicher Baumarten fehlt weitgehend.</p> <p>Schutz gegen Steinschlag ungenügend, gegen Schneerutsche in mehreren Schneisen ungenügend.</p> <p>Das Problem der Überalterung und der wildbedingt fehlenden Verjüngung ist schon lange bekannt. Wäre das Problem früher gelöst worden, sähe die Situation im Vergleich zu heute in zwei Punkten anders aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lokal in Schneisen und Lücken und vor allem am Rand davon mit Seitenlicht wäre auch ohne Eingriffe Verjüngung von Bu, B'Ah und vereinzelt Fi zu erwarten. <p>Bei geringem Verbissdruck wären in den letzten 20 Jahren Eingriffe zur Einleitung der Verjüngung gemacht worden (Gde. Klosters 1989). In diesem Fall wäre im Bereich der Eingriffe heute Verjüngung vorhanden.</p>



Tschägibach

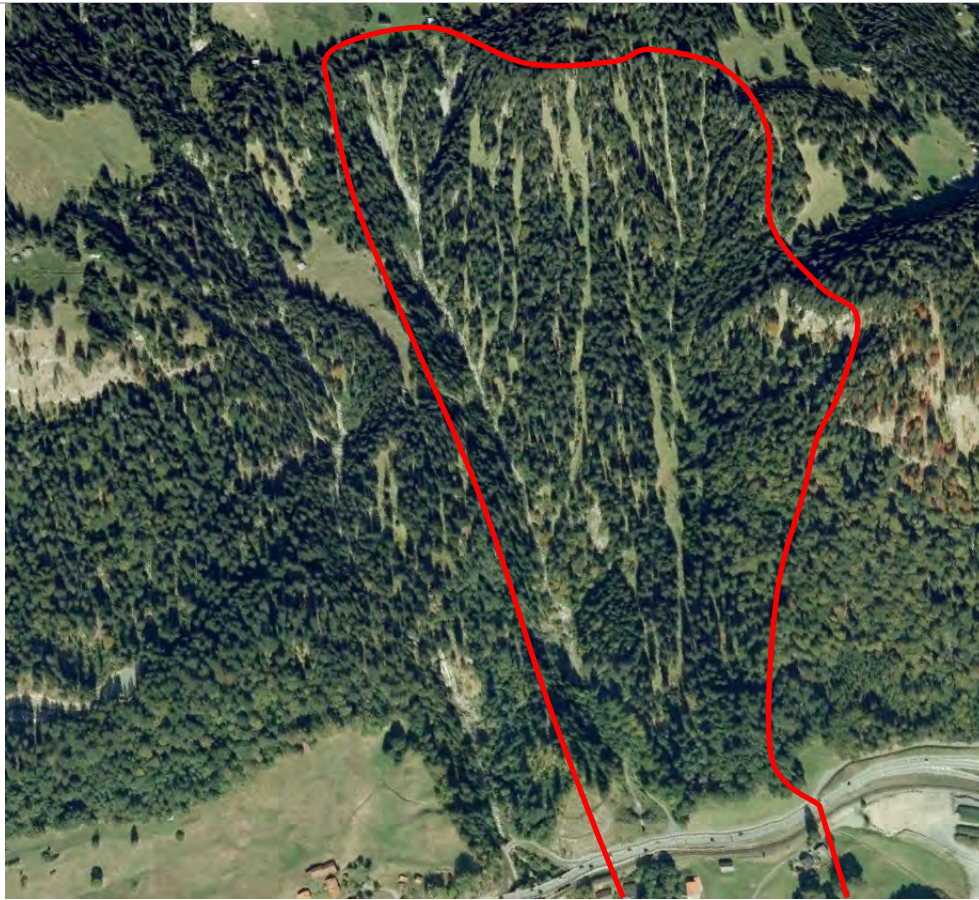


Abb. 3: Teilgebiet Tschägibach. Quelle: Google Earth, 11.11.2016

Gefahrenpotential	Steinschlag, Lawinen, Murgang
Schadenpotential	Nationalstrasse A28 (Landquart – Vereina/Davos), Kantonsstrasse Saas-Klosters, RhB-Linie Landquart – Vereina/Davos, Veloweg, einzelne Liegenschaften
Häufigste Waldstandorte	52 Karbonat-Ta-Fi-Wald mit Weisssegge
Beschreibung	<p>Fi 90%, Bu 5%, B'Ah 5%, Ta/Vb vereinzelt</p> <p>Mittleres bis starkes Baumholz, locker bis aufgelöst.</p> <p>Insgesamt ungenügende Verjüngung. Fi verjüngt sich knapp genügend. Ta- und Bu-Verjüngung auf Grund fehlender Samenbäume ungenügend, wird zusätzlich vom Wild stark angegangen (Ta und Bu). Vb/B'Ah fehlt weitgehend.</p> <p>Schutz gegen Steinschlag ungenügend, gegen Lawinen gut, gegen Murgang genügend.</p> <p>Das Problem der Überalterung und der wildbedingt fehlenden Verjüngung ist schon lange bekannt. Unter normalem Verbissdruck hätten sich Vogelbeere, Mehlbeere und Bergahorn verjüngen können. Dadurch wäre heute die Vergrasung weniger stark und das Keimbett für die Fichte günstiger. Zudem wären bei geringem Verbissdruck in den letzten 20 Jahren Eingriffe zur Einleitung der Verjüngung gemacht worden. In diesem Fall wäre im Bereich der Eingriffe heute Verjüngung vorhanden.</p>

5 Methode und Abgrenzungen

5.1 Beschreibung der Methode

Als Grundlage für die monetäre Bewertung von Schalenwildeinfluss wird in der vorliegenden Studie die Waldentwicklung unter verschiedenen Szenarien verwendet. Diese ist beispielhaft in der Abb. 4 dargestellt. Darin stellt die y-Achse die Schutzwirksamkeit dar, mit den beiden Grössen „Idealprofil Naturgefahr“ und „Minimalprofil Naturgefahr“ nach NaiS (Frehner et al. 2005/09) als Zielgrössen. Auf der x-Achse wird die zeitliche Entwicklung dargestellt. Die Grafiken für das Untersuchungsgebiet sind im Anhang 4 enthalten.

Anhand gutachtlicher Beurteilung im Feld durch mehrere Personen (M. Frehner, N. Zürcher, Revierförster C. Rüschi, Regionalforstingenieur S. Krättli) wird der Kurvenverlauf für den zu beurteilenden Waldkomplex für verschiedene Szenarien (vgl. Kap. 5.3) festgelegt. Der Fokus liegt dabei auf den nächsten 50 Jahren (vgl. Kap. 5.2), die Kurven werden aber für das bessere Verständnis über 100 Jahre gezeichnet. Basierend auf diesen Waldentwicklungsszenarien werden Szenarien für die Entwicklung des Gefahrenpotentials durch die massgebenden Naturgefahren hergeleitet, d.h. es wird unter der Berücksichtigung der erwarteten Entwicklung unter den verschiedenen Szenarien abgeschätzt, ab wann mit Defiziten in der Schutzwirkung zu rechnen ist.

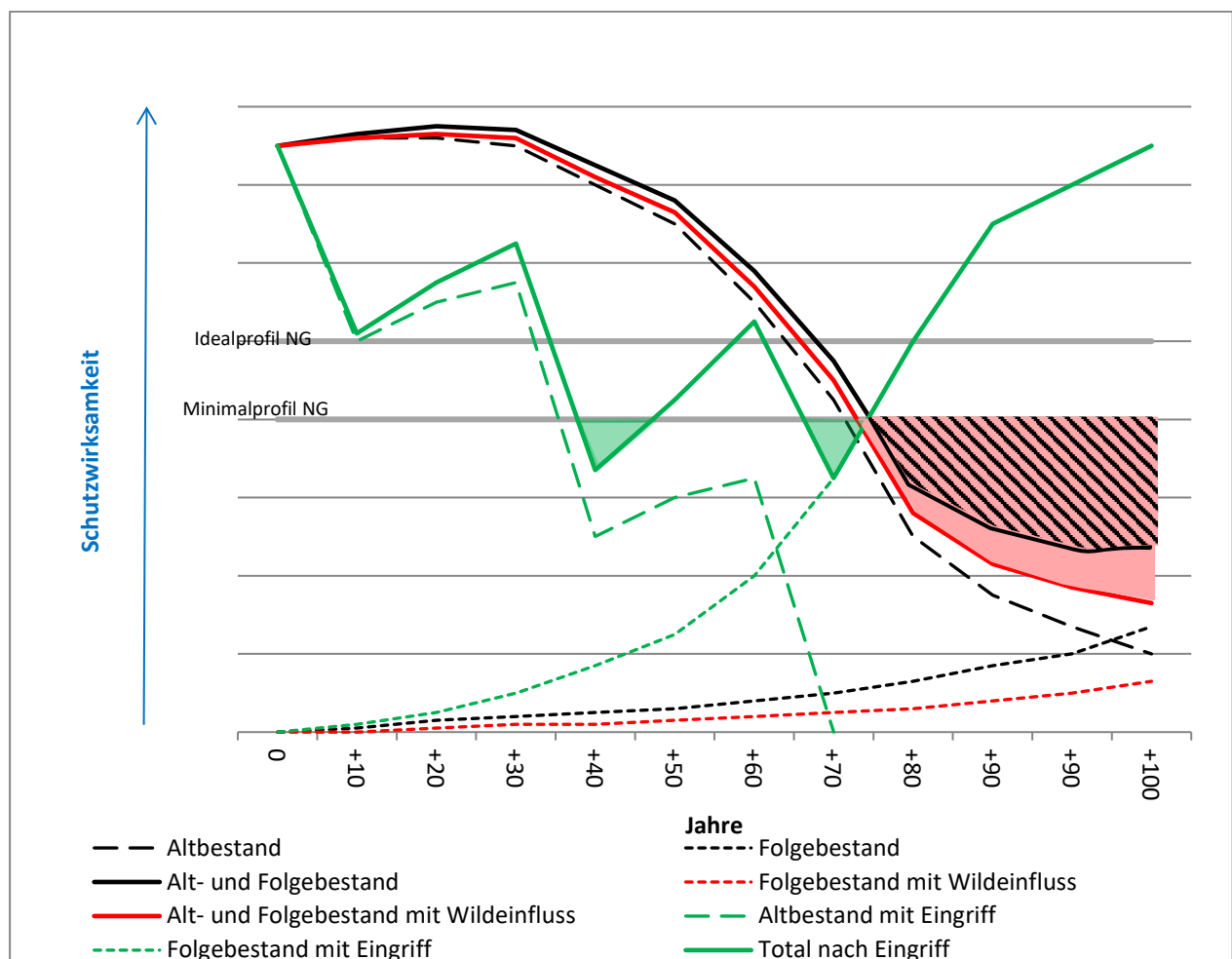


Abb. 4 Schema der Waldentwicklung resp. der Schutzwirksamkeit unter verschiedenen Szenarien. Die schwarz umrandete Fläche stellt das Schutzdefizit unter „normaler“ Waldentwicklung (d.h. ohne menschliche Eingriffe und mit tragbarem Wildeinfluss) dar, die rote Fläche dasjenige mit durch Schalenwildeinfluss verzögerter Waldverjüngung und die grünen Flächen das Schutzdefizit mit Eingriffen und tragbarem Schalenwildeinfluss.



Diese Entwicklungsszenarien dienen als Grundlage für die Herleitung wirksamer Massnahmen. Für die Herleitung der Massnahmen gilt folgende Zielsetzung:

„Die heute vorhandene Schutzwirksamkeit des Waldes soll langfristig erhalten bleiben.“

Zur Erreichung dieser Zielsetzung werden entweder waldbauliche Massnahmen (d.h. Massnahmen zur Bereitstellung von genügend Verjüngung) oder technische Schutzmassnahmen vorgesehen. Dabei wird unterschieden zwischen „normaler“ Schutzwaldpflege und wildbedingten Massnahmen. Für die „normale“ Schutzwaldpflege wird ein grober Kostenrahmen angegeben, für die wildbedingten Massnahmen werden über 50 Jahre Kostenschätzungen erstellt. Wo keine technischen Schutzmassnahmen möglich oder sinnvoll sind, wird der Risikoanstieg aufgezeigt.

5.2 Abgrenzungen

Räumlich: Das vorliegende Fallbeispiel behandelt den Waldkomplex Gruobewald-Tschägibach in der Gemeinde Klosters-Serneus GR (vgl. Kap. 3 Untersuchungsgebiet).

Zeitlich: Der Betrachtungszeitraum für die ökonomischen Überlegungen beträgt **50 Jahre**. Wo dies für das Verständnis hilfreich ist, werden die Entwicklungen auch über diesen Zeitraum hinaus abgeschätzt (insbesondere die Waldentwicklung). In vielen Fällen ist auf Grund von Aktennotizen oder anderen Zeitdokumenten belegt, dass bereits in der Vergangenheit die Problematik des Schalenwildeinflusses erkannt wurde, auf griffige Massnahmen aus jagdlich motivierten Gründen aber verzichtet wurde, d.h. dass z.B. beschlossene jagdliche Massnahmen nicht oder ungenügend umgesetzt wurden (z.B. Zürcher-Gasser und Frehner 2017a) oder dass auf waldbauliche Eingriffe verzichtet wurde um Störungen in Wildeinstandsgebieten zu vermeiden (z.B. Zürcher-Gasser und Frehner 2017b). In diesen Fällen wird qualitativ beurteilt, was in den **letzten 20 Jahren** aus waldbaulicher Sicht wildbedingt verloren ging.

Thematisch:

Bezüglich Waldleistungen wird ausschliesslich die Schutzleistung des Waldes betrachtet, da dies im gewählten Untersuchungsgebiet die Hauptleistung darstellt. Nicht berücksichtigt werden Aspekte wie der wildbedingte Zuwachsverlust, Ausfälle bei den Holzerlösen oder die Entmischung.

Folgende **Kosten** werden detailliert berücksichtigt:

- Wildschadenverhütungsmassnahmen (chemischer Verbisschutz, Polynet, Wildschutzzäune)
- Kosten für Schutzbauten, welche wildbedingt nötig werden zum Erhalt des heutigen Sicherheitsniveaus (Annahme: gegen Steinschlag/Lawinen kann präventiv mit guter Wirksamkeit verbaut werden)
- Kosten für wildbedingten Risikoanstieg durch Rutschungen/Murgang (Annahme: gegen Rutschungen können keine präventiven Massnahmen ergriffen werden)
- Wildbedingte Fehlinvestitionen

Nur als grober Rahmen, um einen Vergleich zu ermöglichen, werden die Gesamtkosten für die normale waldbauliche Behandlung (d.h. gemäss NaiS notwendige/sinnvolle Eingriffe, Zwangsnutzungen) angegeben.

5.3 Verwendete Szenarien

Die Beurteilung erfolgt für folgende fünf Szenarien:

1: Verbiss tragbar, normale waldbauliche Behandlung („Basisszenario“)

Es werden wo nötig Eingriffe zur Einleitung/Förderung der Verjüngung getätigt. Haupt- und Nebenbaumarten verjüngen sich problemlos wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Falls dies nicht der Fall ist, wird mit Pflanzungen nachgeholfen. Für gepflanzte Tannen sowie Tannennaturverjüngung bei geringem bis mässigem Samenangebot wird davon ausgegangen, dass diese bereits bei geringem Schalenwildeinfluss unter Druck kommen und geschützt werden müssen. Dazu reicht chemischer Verbisschutz aus.

2a: Verbiss kritisch, normale waldbauliche Behandlung

Es werden wo nötig Eingriffe zur Einleitung/Förderung der Verjüngung getätigt. Verbissunempfindliche Hauptbaumarten verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Andernfalls erfolgt ihre Verjüngung verzögert. Der Aufwuchs verbissunempfindlicher Hauptbaumarten findet verzögert statt. Für das Aufbringen gepflanzter Tannen sowie Tannennaturverjüngung bei geringem bis mässigem Samenangebot reicht chemischer Verbisschutz nicht aus und die Tanne fällt aus. Die Verjüngung von Nebenbaumarten findet ebenfalls verzögert statt.

2b: Verbiss kritisch, nötige/theoretisch mögliche waldbauliche Behandlung

Es werden wo nötig Eingriffe zur Einleitung/Förderung der Verjüngung getätigt. Verbissunempfindliche Hauptbaumarten verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Ist die Verjüngung der Fichte wegen geringem bis mässigem Samenangebot oder wenigen verjüngungsgünstigen Standorten spärlich, so werden Fichten chemisch geschützt. Bei Buche ist der chemische Schutz nicht wirksam, sie muss bei spärlichem Samenangebot mit Einzelschützen geschützt werden. Der Aufwuchs verbissunempfindlicher Hauptbaumarten findet verzögert statt. Bei grossem Samenangebot können Tannen chemisch geschützt werden. Für das Aufbringen gepflanzter Tannen sowie von Tannennaturverjüngung bei geringem bis mässigem Samenangebot sind Einzelschütze notwendig. Die Verjüngung von Nebenbaumarten findet ebenfalls verzögert statt, sie müssen gegen Verbiss geschützt werden.

3a: Verbiss untragbar, normale waldbauliche Behandlung

Es werden wo nötig Eingriffe zur Einleitung/Förderung der Verjüngung getätigt. Verbissunempfindliche Hauptbaumarten verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind, deren Aufwuchs ist allerdings sehr stark verzögert. Für das Aufbringen der Tanne reicht chemischer Verbisschutz nicht aus und die Tanne fällt aus. Die Verjüngung von verbissunempfindlichen Hauptbaumarten und Nebenbaumarten funktioniert nicht.

Durch die Verzögerungen der Verjüngung entstehen deutlich verschärfte Gefährdungen durch Naturgefahren.

3b: Verbiss untragbar, nötige/theoretisch mögliche waldbauliche Behandlung

Es werden wo nötig Eingriffe zur Einleitung/Förderung der Verjüngung getätigt. Verbissunempfindliche Hauptbaumarten verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind, deren Aufwuchs ist allerdings sehr stark verzögert. Für das Aufbringen der Tanne sind mechanische Einzelschütze notwendig. Die Verjüngung von verbissunempfindlichen Hauptbaumarten und Nebenbaumarten funktioniert nicht.

Es müssen sämtliche Baumarten gegen Wildverbiss geschützt werden, um die waldbaulichen Ziele zu erreichen.

Für die Szenarien 2b und 3b wird optimistisch und leicht vereinfachend angenommen, dass man das Entwicklungsniveau von Szenario 1 erreicht.



Tab. 5-1: Übersicht verwendete Szenarien

	Normale waldbauliche Behandlung	Verjüngung Hauptbaumarten (HBA)	Verjüngung Nebenbaumarten (NBA)	Gepflanzte Ta und Ta-Verjüngung bei geringem Samenangebot
1: Verbiss tragbar, normale waldbauliche Behandlung („Basisszenario“)	Wo nötig Eingriffe zur Einleitung/Förderung der Verjüngung, Pflanzungen bei ungenügendem Samenangebot/zu wenig verjüngungsgünstigen Standorte	problemlos wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden	problemlos wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden	Kommen bereits bei geringem Schalenwildeinfluss unter Druck und müssen geschützt werden. Chemischer Verbisschutz reicht aus.
2a: Verbiss kritisch, normale waldbauliche Behandlung	Analog 1	Verbissunempfindliche HBA verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Andernfalls Verjüngung verzögert. Der Aufwuchs verbissempfindlicher HBA verzögert.	verzögert	Chemischer Verbisschutz reicht nicht aus, Ta fällt aus
2b: Verbiss kritisch, waldbauliche Behandlung inkl. nötige/theoretisch mögliche technische Schutzmassnahmen vor Wildschäden	Analog 1	Verbissunempfindliche HBA verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Ist deren Verjüngung wegen geringem bis mässigem Samenangebot oder wenigen verjüngungsgünstigen Standorten spärlich, wird diese falls möglich chemisch geschützt. Der Aufwuchs verbissempfindlicher HBA findet verzögert statt.	Verzögert, Verbisschutz notwendig.	mechanische Einzelschütze notwendig; bei grossem Samenangebot chemischer Verbisschutz ausreichend
3a: Verbiss untragbar, normale waldbauliche Behandlung	Analog 1	Verbissunempfindliche HBA verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Aufwuchs sehr stark verzögert. Die Verjüngung verbissempfindlicher HBA funktioniert nicht.	Funktioniert nicht.	Für das Aufbringen der Tanne reicht chemischer Verbisschutz nicht aus und die Tanne fällt aus.
3b: Verbiss untragbar, waldbauliche Behandlung inkl. nötige/theoretisch mögliche technische Schutzmassnahmen vor Wildschäden	Analog 1	Verbissunempfindliche HBA verjüngen sich natürlich, wenn genügend Samenbäume und verjüngungsgünstige Standorte vorhanden sind. Aufwuchs sehr stark verzögert. Die Verjüngung von verbissempfindlichen HBA funktioniert nicht. Mechanische Einzelschütze notwendig.	Funktioniert nicht. Mechanische Einzelschütze notwendig.	Mechanische Einzelschütze notwendig.

5.4 Annahmen für Kostenschätzungen

5.4.1 Eingriffe mit Holzanfall

Die Kostenschätzungen für die Massnahmen mit Holzanfall erfolgten anhand der Feinerschliessungsplanung des zuständigen Revierförsters. Daraus wurde sehr grob die Eingriffsfläche hergeleitet (total 9.67ha, vgl. Abb. 5). Für die Kostenberechnungen wurde der Pauschalansatz gemäss AWN 2016a verwendet, wobei die Grundpauschale von CHF 5'300.-, zuzüglich der Zuschläge für Seilen und geringwertiges Holz zur Anwendung gekommen ist. Dies gibt einen Ansatz von **CHF 8'300.-/ha**.

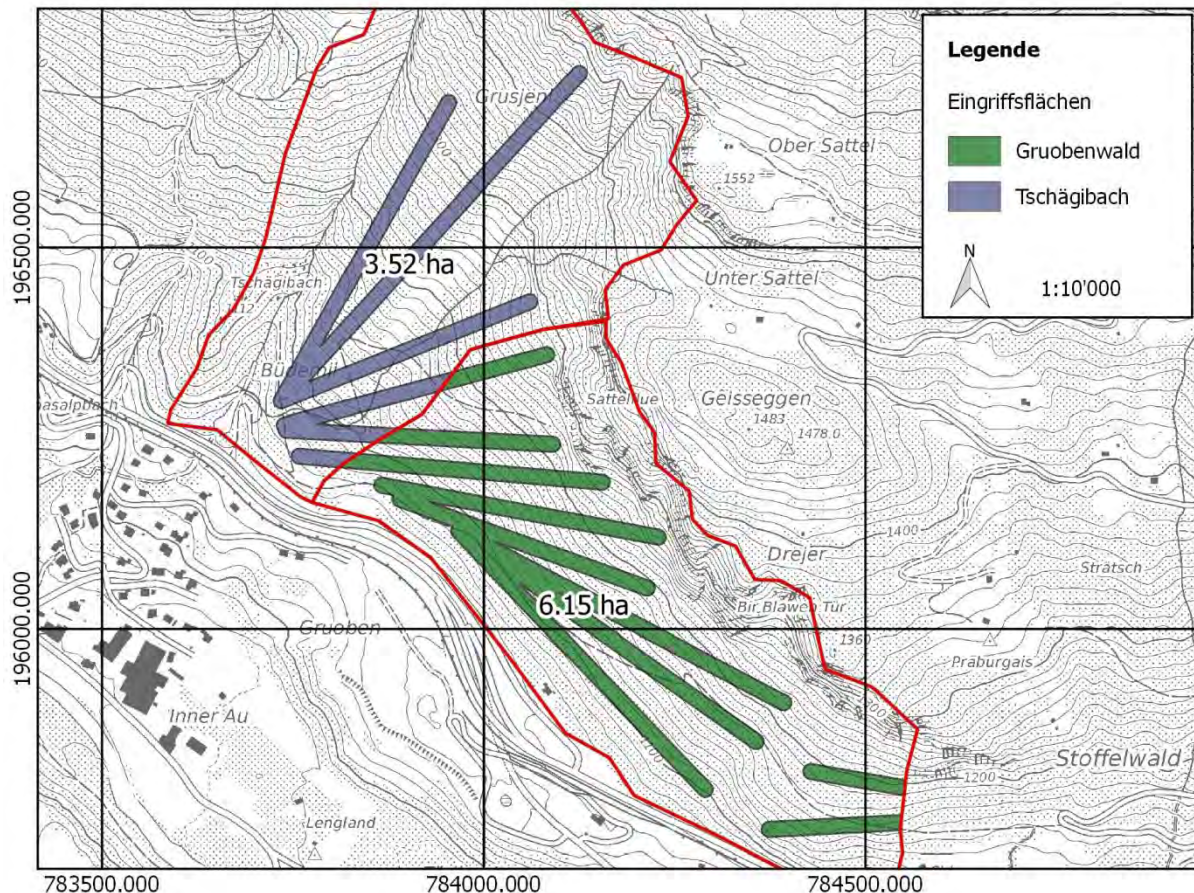


Abb. 5: Eingriffsflächen, wie sie als Grundlage für die Kostenschätzungen verwendet wurden. Gemäss Angaben von Revierförster C. Rüsch, Oktober 2016.

5.4.2 Pflanzungen/Wildschadenverhütungsmassnahmen

Eingriffsflächen:

Die Eingriffsflächen entsprechen den Eingriffsflächen für Massnahmen mit Holzanfall (vgl. Abb. 5).

Abschätzung der nötigen Verjüngung:

Im Untersuchungsgebiet ist Steinschlag die massgebende Naturgefahr. Somit wird das NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag für die Herleitung der notwendigen Verjüngung verwendet. Dies erfolgt anhand des NaiS-Steinschlag-Internet-Tools (www.gebirgswald.ch) unter Verwendung der Eingangsdaten aus Kalberer 2011. Darin wird basierend auf der Grundfläche die für eine genügende Energievernichtung notwendige Stammzahl pro BHD-Klasse berechnet. Dabei wird die notwendige Grundfläche gleichmässig auf die BHD-Klassen verteilt, d.h. für eine genügende Energievernichtung muss in allen BHD-Klassen die geforderte Stammzahl vorhanden sein. Wenn eine

Durchmesserklasse fehlt ist deren Anteil an der gesamten notwendigen Grundfläche durch die Stämme der anderen Durchmesserklassen zu kompensieren.

Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich die Stammzahlabnahmekurve gemäss Abb. 6 (vgl. auch Anhang 1). Vereinfachend wird dabei für das gesamte Untersuchungsgebiet dasselbe Anforderungsprofil verwendet. Im Teilgebiet Tschägibach ist zwar die Hanglänge deutlich länger als im Gruobwald, was aber durch den höheren Nadelholz-Anteil zumindest teilweise wieder aufgehoben wird.

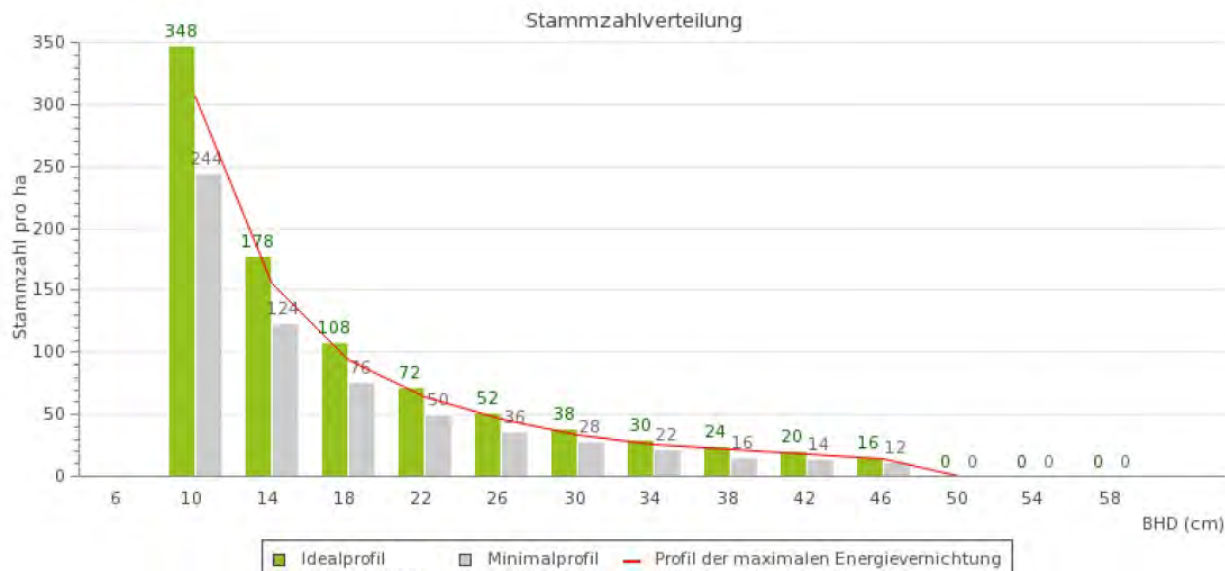


Abb. 6: Stammzahlverteilung gemäss NaiS-Steinschlagtool (www.gebirgswald.ch, 8.11.2016, siehe Anhang 1)

Für die Abschätzung der nötigen Verjüngung werden die Werte des Minimalprofils verwendet.

Für die Eingriffsflächen wird davon ausgegangen, dass keine Altbäume stehen bleiben. Das bedeutet, dass so viel Verjüngung herangezogen werden muss, dass bei deren Eintritt in die Durchmesserklasse 8-12 cm genügend Stämme vorhanden sind um mit dieser Durchmesserklasse allein die geforderte Grundfläche zu erreichen, d.h. **2500 Stämme/ha** (bei 10 BHD-Klassen).

Weiter wird davon ausgegangen, dass bei gepflanzter, vor Wildverbiss und Fegen/Schälen geschützter und gepflegter (d.h. Ausmähen) Verjüngung mit einem Ausfall von ca. 10% in der Periode von der Pflanzung bis zum Eintritt in die Durchmesserklasse 8-12 cm gerechnet werden muss. Das heisst, es müssen mindestens **2750 Stämme/ha vorhanden** sein.

Baumartenmischung in der Verjüngung:

Auf Grund der in Frehner et al. (2016) modellierten klimabedingten Veränderung der Höhenstufen und der daraus abgeleiteten Baumartenempfehlungen (vgl. Anhang 1) und in Anlehnung an NaiS (Frehner et al. 2005/09) wird für das gesamte Untersuchungsgebiet vom NaiS-Anforderungsprofil für den Standort 18* ausgegangen, d.h. es werden folgende Baumartenanteile angestrebt:

- 20% Tanne (gemäss NaiS-Minimalprofil mind. 10%, mehr als 20% scheint aus heutiger Sicht nicht realistisch)
- 20% Fichte (Lawinenschutzwald, gemäss NaiS mind. 30% Nadelholz → etwas mehr als minimal gefordert)
- 50% Buche (gemäss NaiS-Idealprofil max. 50%, weniger scheint aus heutiger Sicht nicht realistisch)
- 10% Bergahorn, Mehlbeere, Vogelbeere

Durchwuchszeit/Beurteilung des Wildeinflusses:

Anhand der bestehenden Wildschutzzäune am Putzerberg und im Mezzaselver-Wald wird von einer Durchwuchszeit von 40 Jahren bis zum Erreichen der BHD-Klasse 8-12 cm (d.h. schutzwirksam gegen Steinschlag) ausgegangen, resp. 30 Jahre bis zum Herauswachsen aus dem Äser (ca. 4 m Oberhöhe in steilem, schneereichem Gebiet und v.a. im Winter mit Hirsch als massgebender Schalenwildart) und weiteren 30 Jahren bis nicht mehr geschält wird. Die Herleitung der Durchwuchszeit und des Schalenwildeinflusses ist im Anhang 3 beschrieben.

Pflanzungen:



Pro zu pflanzendem Baum wird gemäss AWN 2016a mit CHF 8.- /Stk gerechnet (inkl. Arbeit und Materialkosten).

Chemischer Verbißschutz:

Für den Verbißschutz mit chemischen Mitteln wird von einer Erfolgsrate von 80% ausgegangen, d.h. es wird mit einem Zuschlag von 20% auf die oben hergeleitete notwendige Verjüngungsstammzahl gerechnet (auch für die Pflanzungen).

Pro zu schützender Pflanze wird gemäss AWN 2016a ein Kostenansatz von CHF -0.50 /Jahr eingesetzt.

Einzelstütze:

Auf Grund der topografischen Verhältnisse, der hohen Steinschlagaktivität und der Schneeeverhältnisse muss von einer massiven Bauweise für Einzelstütze ausgegangen werden. Gemäss der im Forstbetrieb Madrisa gemachten Erfahrungen wird von drei Pfählen à ca. 2 m Höhe im Abstand von 2 m, oben verbunden mit einer Latte und mit Drahtgeflecht eingefasst, ausgegangen. Gemäss AWN 2016a wird dafür mit Kosten von 78.-/m', d.h. mit 468.-/Stk gerechnet. Gemäss Erfahrungen aus Sumvitg wird mit jährlichen Unterhaltskosten von 2% der Investitionskosten gerechnet. Im Unterschied zum Fallbeispiel Puzzastg (Zürcher-Gasser und Frehner 2017a) wird mit einer Lebensdauer von 30 Jahren gerechnet.

Polynet:

Pro zu schützendem Baum wird gemäss AWN 2016a mit CHF 10.-/Stk und einer Lebensdauer von 10 Jahren gerechnet.

Grossflächiger Zaun:

Für einen grossflächigen Zaun (> 1 ha) wird auf Grund der schwierigen Topografie von deutlich höheren Laufmeterkosten als dem Pauschalansatz von CHF 78.-/m' gemäss AWN 2016a ausgegangen.

Für die Berechnungen in der vorliegenden Studie wird von CHF 150.-/m' für die Erstellung und 2% Unterhaltskosten ausgegangen, bei einer Lebensdauer von 20 Jahren, d.h. der Zaun muss einmal ersetzt werden.

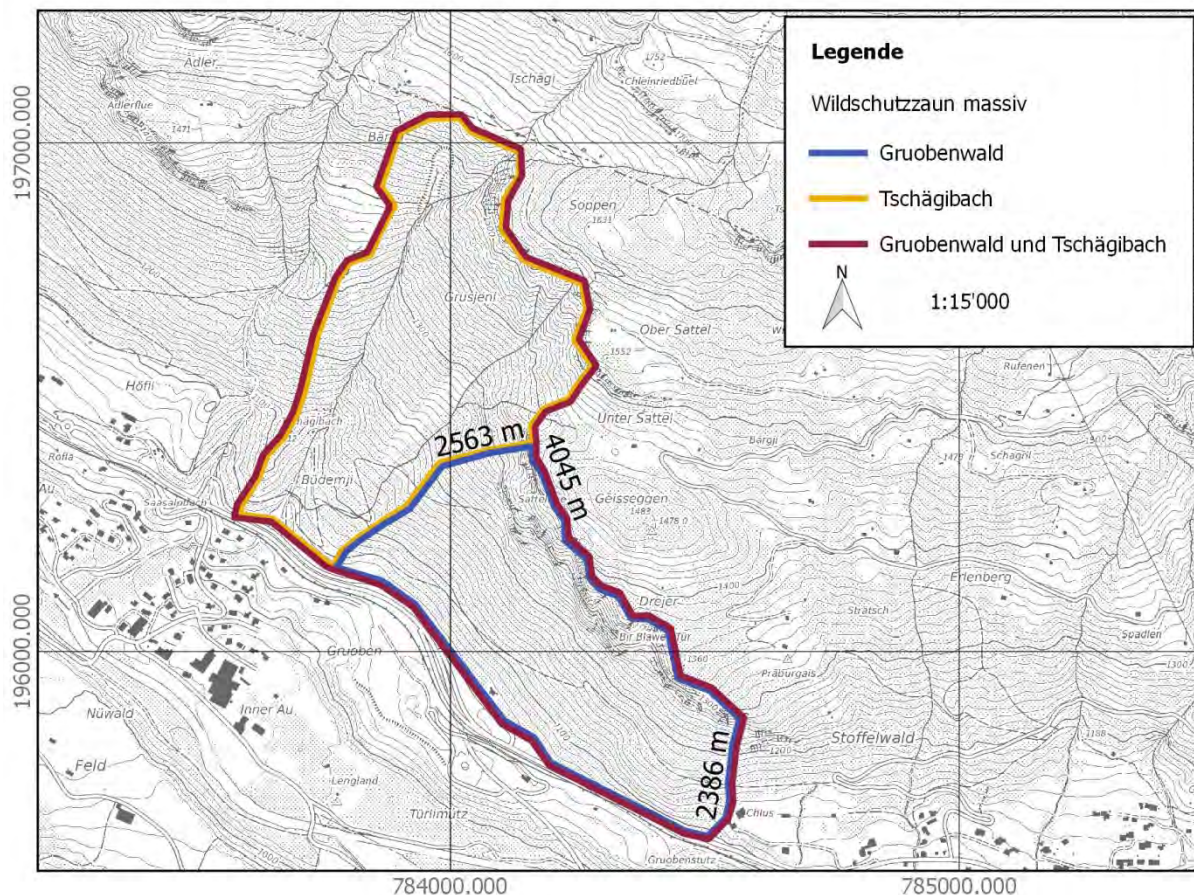


Abb. 7: Grossflächige, massive Wildschutzzäune

5.4.3 Steinschlagschutz

Auf Grund der in Kap. 3 beschriebenen Problematik der Stein- und Holzschlaggefährdung v.a. während den Holzereiarbeiten ist ein Steinschlagschutzprojekt Gruobwald in Planung. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung der vorliegenden Studie befindet sich dieses auf Stufe Vorprojekt. Für die vorliegende Studie werden Massnahmenplanung und Kostenschätzung direkt aus dem entsprechenden Vorprojekt (AWN 2015) entnommen. Die vorgesehenen Massnahmen sind aus der Abb. 8 ersichtlich. Geplant sind 610m' Steinschlagschutzdämme und 408m' Steinschlagschutznetze. Die aktuelle Kostenschätzung beläuft sich gemäss AWN 2015 auf CHF 5.75 Mio.

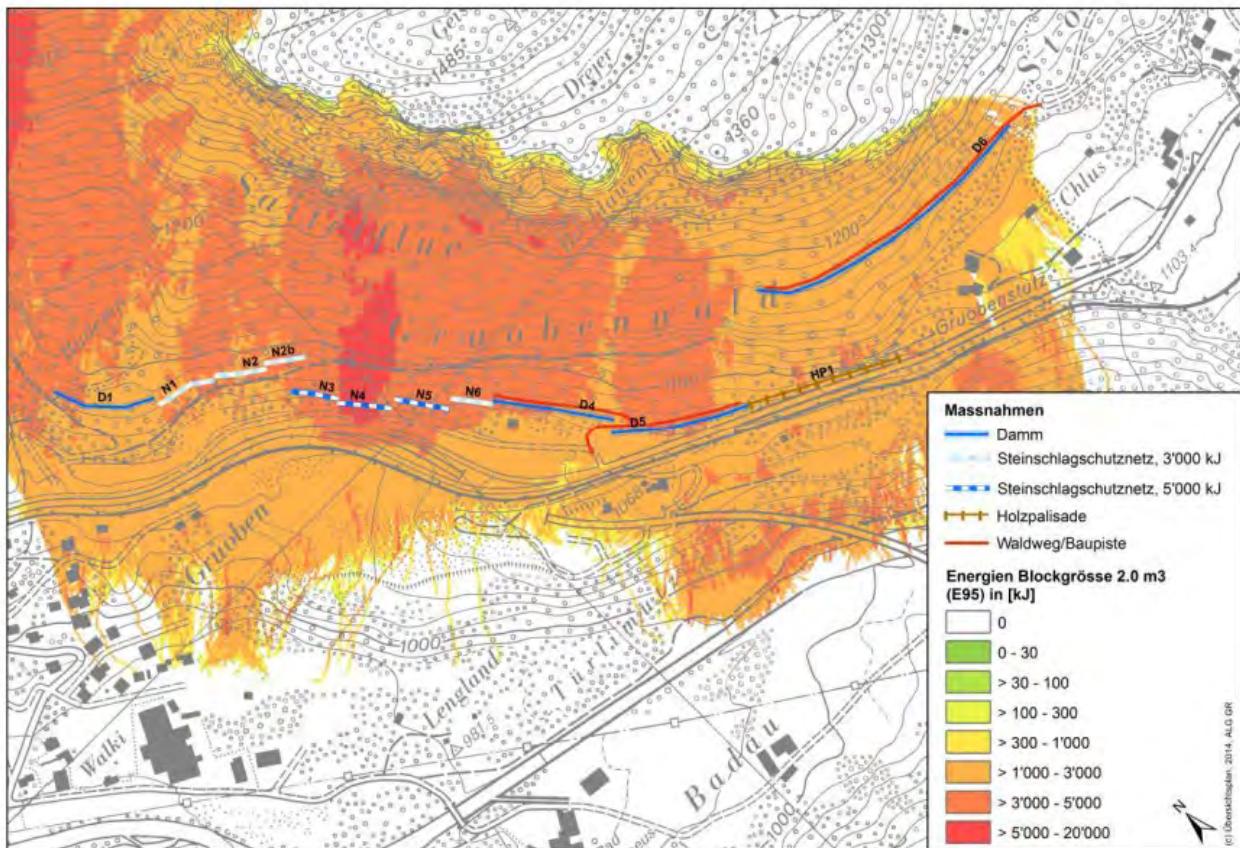


Abb. 8: Massnahmenplan Steinschlagschutz Gruobwald. Quelle: AWN 2015

Für die Unterhaltskosten werden die Werte gemäss AWN 2016b für Erddämme und Steinschlagschutznetze verwendet, wobei diese mit dem Anteil der jeweiligen Massnahme an der geplanten Gesamtlänge gewichtet werden. Dies ergibt durchschnittliche Unterhaltskosten von 1.1% für das Szenario 1. Weiter wird davon ausgegangen, dass unter den Szenarien 2a und 3a auf Grund vermehrter Ereignisse bis zu den Schutzbauten höhere Unterhaltskosten entstehen. Die Höhe wird wie folgt festgelegt:

- In der Abb. 9 sind modellierte Durchgangsfrequenzen für den heutigen Waldzustand und gepflegten Wald abgebildet (aus Kalberer 2011). Der gepflegte Wald entspricht ungefähr dem Waldzustand nach dem zweiten Eingriff in den Jahren 2042-44.
- Vereinfachend wird für das Szenario 1 für den gesamten Betrachtungszeitraum von gleichbleibenden Unterhaltskosten ausgegangen.
- Für das Szenario 3a wird ab 2044, d.h. ab dem Zeitpunkt des zweiten Eingriffes, von einer reduzierten Waldwirkung ausgegangen, da die Lücken des ersten Eingriffes nicht eingewachsen sind. Das bedeutet gemäss Abb. 9 ca. 25% mehr Steine im Bereich der Schutzbauten. Vereinfachend wird angenommen, dass die Unterhaltskosten direkt proportional zur Gesteinsmasse steigen. Das heisst, ab 2047 wird mit 1.375% statt 1.1% Unterhaltskosten gerechnet.
- Für das Szenario 2a wird ab 2044 davon ausgegangen, dass die Unterhaltskosten ca. 12% höher liegen (d.h. zwischen Szenario 1 und 3). Das heisst, ab 2047 wird mit 1.237% statt 1.1% gerechnet.



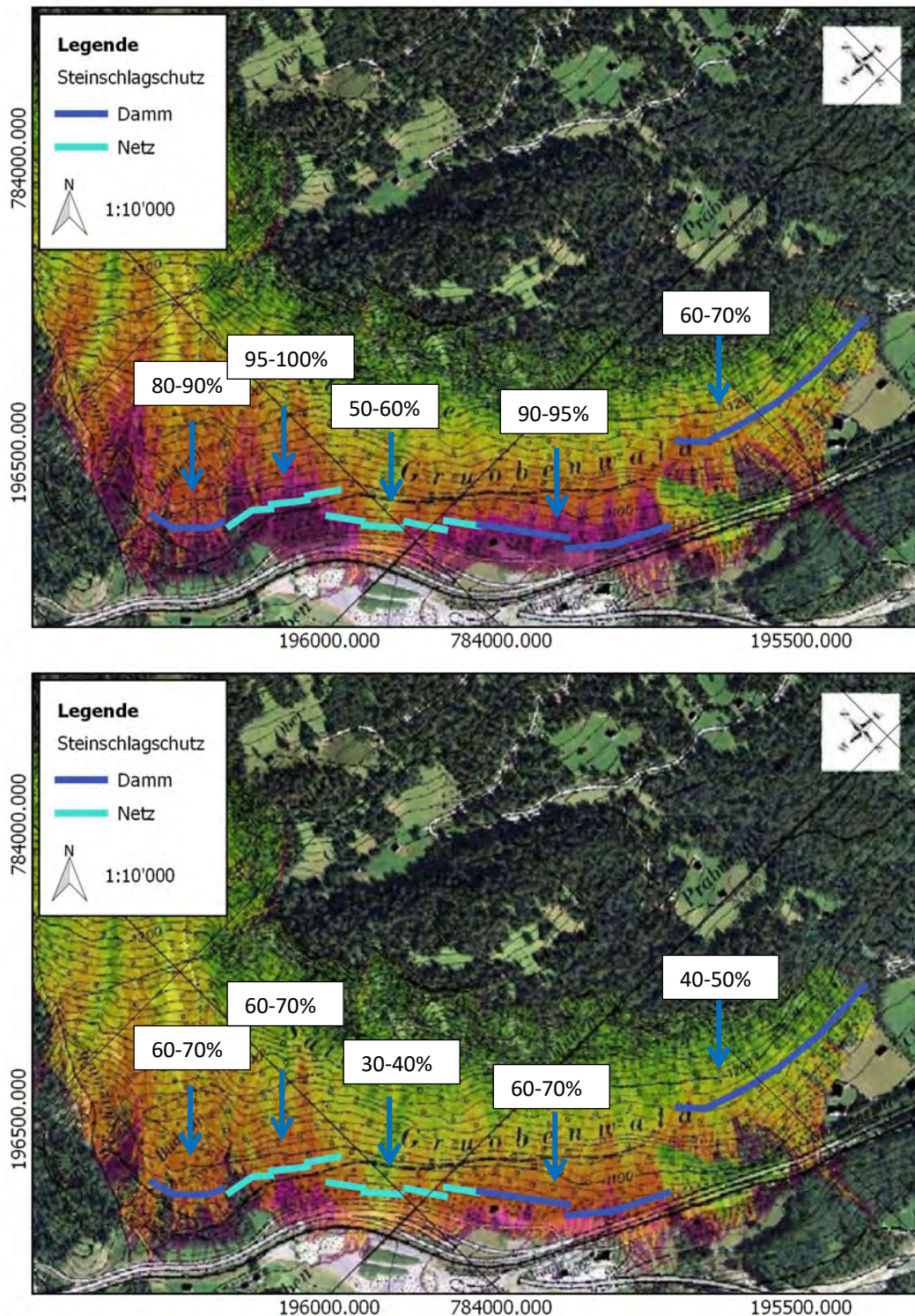


Abb. 9: Durchgangsfrequenz mit heutigem Waldzustand (oben) und gepflegtem Wald (unten) gemäss Kalberer 2011. Steinschlagschutz gemäss AWN 2015.

5.4.4 Schutz gegen Schneegleiten

Gemäss Beurteilung im Feld und unter Berücksichtigung der starken Steinschlagaktivität wird ein Verbau einzelner längerer Schneisen mit Dreibeinböcken im oberen Bereich und liegendem Holz im unteren Bereich als die zweckmässigste und kostengünstigste Variante beurteilt. Dreibeinböcke sind im Vergleich zu Schneerechen weniger anfällig auf Schäden durch Steinschlag und auf Grund der Beobachtungen im Gelände reicht deren Wirkungshöhe

(ca. 0.8 - 0.9m) aus. Es wird von einem Verbau der Flächen gemäss Abb. 10 und den Annahmen in Tab. 2 ausgegangen.

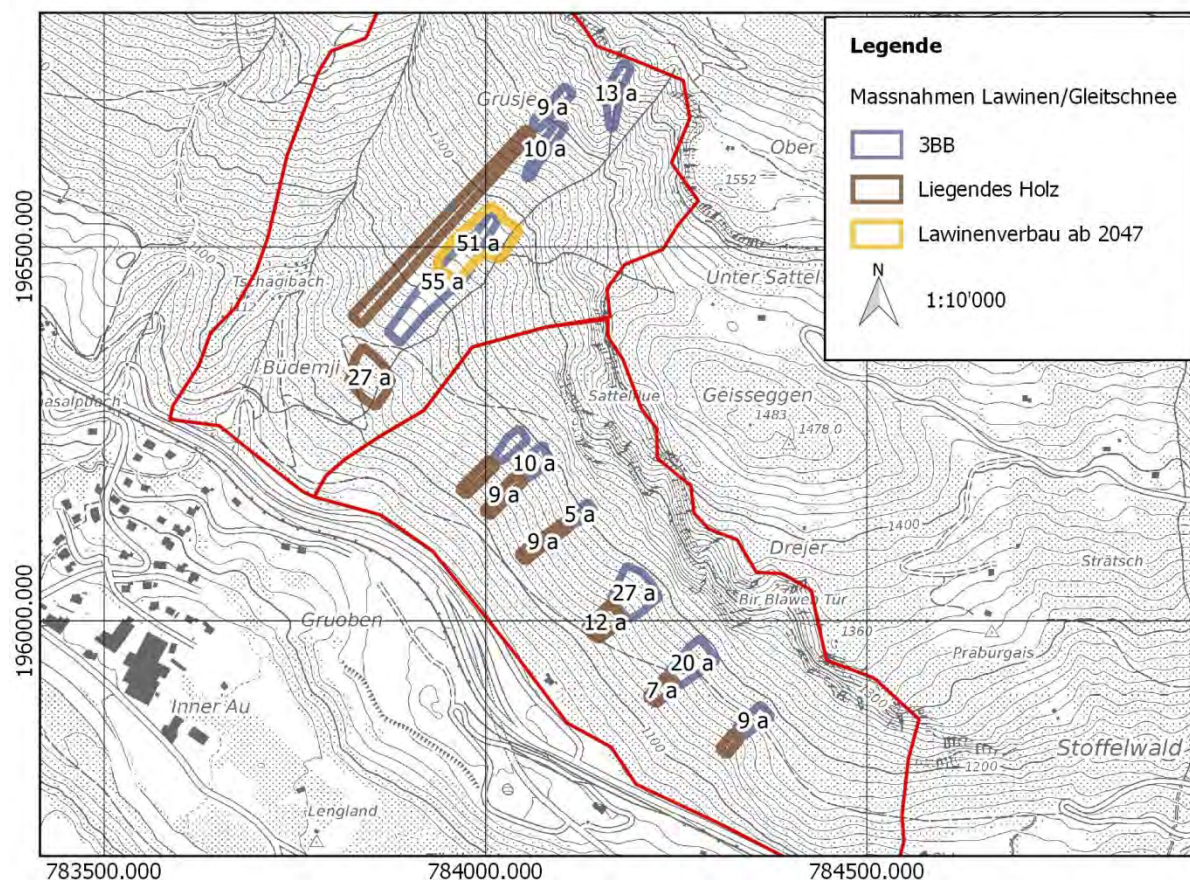


Abb. 10: Massnahmen gegen Schneegleiten

Tab. 2: Annahmen für die Kostenschätzungen Gleitschneeschutz

Dreibeinböcke	
Beschrieb	Gruppenweise Einbringung von ca. 10 Böcken pro Gruppe, Abstände zwischen Böcken innerhalb der Gruppen max. 1.5 m, ca. CHF 250 Stk./ha, Kastanienholz (gemäss AWN 2016a)
Anzahl Dreibeinböcke	250
Kosten pro Dreibeinbock	CHF 500.- (gemäss AWN 2016b)
Lebensdauer	30 Jahre
Unterhaltskosten	10% (optimistisch) 20% (realistisch auf Grund der hohen Steinschlagaktivität)
Liegendes Holz	
Beschrieb	Einbringen und Verankern von querliegendem Fichtenholz. Aufgrund mangelnder alter Fichten müssen solche eingeflogen werden.
Anzahl m' liegende Holz	1000 m'/ha
Kosten	CHF 40.-/m'
Lebensdauer	20 Jahre
Unterhaltskosten	Keine
Permanente Lawinenverbauungen	
Beschrieb	Schneenetze
Anzahl m'	130 m
Kosten pro m'	CHF 2000.-



Lebensdauer	80 Jahre
Unterhaltskosten	2% (optimistisch)

5.4.5 Erhöhte Murgang-/Lawinenrisiken

Die Herleitung der erhöhten Murgangrisiken wurde gemäss der Methode EconoMe 4.0 mit dem Internet-basierten Tool EconoMe light (BAFU 2016) durchgeführt. Die dafür notwendigen Intensitätskarten sowie die Ergebnisse aus EconoMe light sind im Anhang 5 enthalten.

Die in EconoMe light berechneten jährlichen Risiken werden ab dem Zeitpunkt, zu welchem mit zusätzlichen Risiken gerechnet werden muss, bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes eingesetzt und diskontiert, und anschliessend wiederum auf jährliche Beträge über den gesamten Betrachtungszeitraum (50 Jahre) umgerechnet (vgl. Tab. 5 und Tab. 6). Dabei wird vereinfachend angenommen, dass sich das Risiko zu einem bestimmten Zeitpunkt ändert (tatsächlich findet die Veränderung schleichend statt).

5.4.6 Kostenberechnungen

Als Resultate werden für die verschiedenen Szenarien Gesamtkosten über 50 Jahre sowie jährliche Kosten angegeben.

In Anlehnung an Gasser et al. 2011 wird für die Kostenberechnungen davon ausgegangen, dass es sinnvoll ist die anfallenden Kosten zu diskontieren. Verwendet wird der Realzinssatz, abgeleitet aus den Renditen von Obligationen der Schweizerischen Eidgenossenschaft von 2007 bis 2016 mit einer Laufzeit von 30 Jahren (SNB 2016), abzüglich der durchschnittlichen Teuerung während desselben Zeitraumes (BFS 2016). Dies ergibt einen Realzinssatz von knapp 2%.

Da die Wahl des Zinssatzes einen sehr starken Einfluss auf die Gesamtkosten hat, werden diese zusätzlich mit den Zinssätzen 0% und 1% angegeben.

6 Resultate

In Tab. 3 und Tab. 4 auf den nachfolgenden Seiten sind die Szenarien bezüglich Waldentwicklung, Entwicklung der Naturgefahren und wildbedingter Kosten pro Teilgebiet beschrieben. Zum besseren Verständnis der Szenarien wird auf Anhang 4 verwiesen.

Zum heutigen Zeitpunkt wird für den Gruobewald das Szenario 3 mit untragbarem Verbissdruck und für das Teilgebiet Tschägibach das Szenario 2 mit kritischem Verbissdruck als massgebend betrachtet (jeweils rot markiert in den folgenden Tabellen).

Anschliessend an die Beschreibung der Entwicklungsszenarien sind ebenfalls pro Teilgebiet die Kosten für die verschiedenen Teilaspekte aufgeführt.

Tab. 3: Szenarienbeschreibung Gruobwald

Szenario	Altbestand	Folgebestand	Steinschlag	Lawinen	Wildbedingte Kosten
1: Verbiss tragbar, normale waldbauliche Behandlung („Basisszenario“)	Eingriffe zur Einleitung der Verjüngung, Entnahme pro Eingriff 15-20%, Wiederkehrdauer Eingriff ca. 25 Jahre (d.h. 2017 – 2019, 2042-2044).	Schneegleiten behindert die Verjüngung → in nicht NaiS-konformen Schneisen Dreibeinböcke (oberer Bereich) und liegendes Holz (unterer Bereich) zur Unterstützung der Verjüngung Bu verjüngt sich problemlos natürlich (ca. 30J bis schutzwirksam bezüglich Lawinen resp. 40J bezüglich Steinschlag). Fi hat Ansamungsprobleme → Pflanzungen Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + chem. Verbissschutz Bestehende B'Ah, Vb und Mb begünstigen. Sie verjüngen sich teilweise und wachsen auf.	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Eine Generation reicht aus (Laufzeit 80 Jahre)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → Dreibeinböcke und liegendes Holz in einzelnen grösseren Schneisen → Gefährdung bleibt bis 2055 ca. gleich, anschliessend deutlich positive Entwicklung. Minimalprofil ab ca. 2075 erreicht.	→ Keine
2a: Verbiss kritisch, normale waldbauliche Behandlung	Siehe Szenario 1 (SZ1)	Schneegleiten behindert die Verjüngung → siehe SZ1 Bu verjüngt sich natürlich kommt aber verzögert auf (ca. 40J. bis schutzwirksam bez. Lawinen, resp. 50J. bez. Steinschlag) Fi hat Ansamungsprobleme und wird mässig stark vom Wild angegangen → Pflanzungen, Verzögerung von ca. 10J im Vgl. zu SZ1. Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + chem. Verbissschutz, Ta fällt trotzdem weitgehend aus Bestehende B'Ah, Vb und Mb begünstigen. Sie verjüngen sich teilweise und wachsen verzögert auf.	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Steinschlagschutz reicht auch für dieses Szenario aus, aber es muss häufiger geleert werden → höhere Unterhaltskosten Eine Generation reicht nicht aus (Laufzeit 80-100 Jahre), d.h. Ersatz wildbedingt nach 80-100 Jahren (ausserhalb Betrachtungszeitraum)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 Lücken/Verbauflächen wachsen wildbedingt schlecht ein. → ca. die Hälfte der Dreibeinböcke/liegendes Holz muss ersetzt werden, um auf ähnliche Wirkung zu kommen wie in SZ1	→ Ersatz der Hälfte der Dreibeinböcke/liegendes Holz → höherer Unterhalt SS-Verbauung → Ersatz SS-Verbauung ausserhalb Betrachtungszeitraum → wildbedingte Fehlinvestition Tanne
2b: Verbiss kritisch, waldbauliche Behandlung inkl. nötige/theoretisch mögliche technische Schutzmassnahmen vor Wildschäden	Siehe SZ1	Bu verjüngt sich natürlich, kommt aber verzögert auf (ca. 40J. resp. 50J. bis schutzwirksam) Fi hat Ansamungsprobleme und wird mässig stark vom Wild angegangen → Pflanzungen + chem. Verbissschutz Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + Einzelschütze + Polynet B'Ah, Vb, M'Be vereinzelt in grösseren Öffnungen pflanzen + Einzelschutz + Polynet	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Eine Generation reicht aus (Laufzeit 80 Jahre)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 → Gefährdung bleibt bis 2055 ca. gleich, anschliessend positive Entwicklung. Minimalprofil ab ca. 2070 nur knapp erreicht	→ chem. Schutz für Fi → Ta, ÜL Einzelschütze
3a: Verbiss untragbar, normale waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Bu verjüngt sich natürlich, kommt aber sehr stark verzögert auf (ca. 60J resp. 70J. bis schutzwirksam) Fi hat Ansamungsprobleme und wird stark vom Wild angegangen → Pflanzungen, Fi fällt trotzdem weitgehend aus Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + chem. Verbissschutz, Ta fällt trotzdem weitgehend aus Bestehende B'Ah, Vb und Mb begünstigen. Sie verjüngen sich teilweise, wachsen aber kaum auf.	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung sehr schwach positiv → Steinschlagschutz Steinschlagschutz reicht auch für dieses Szenario aus, aber es muss häufiger geleert werden → höhere Unterhaltskosten Eine Generation reicht nicht aus (Laufzeit 80 Jahre), d.h. Ersatz wildbedingt nach 80 Jahren (ausserhalb Betrachtungszeitraum)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 Lücken/Verbauflächen wachsen wildbedingt sehr schlecht ein. → Alle Dreibeinböcke/liegendes Holz muss ersetzt werden, um innerhalb des Betrachtungszeitraums auf ähnliche Wirkung zu kommen wie in SZ1. Langfristig wird Minimalprofil nicht erreicht.	→ höhere Unterhaltskosten SS-Schutz → Ersatz der Dreibeinböcke/liegendes Holz → NaiS-Minimal wird langfristig nicht erreicht, ausserhalb Betrachtungszeitraum → Ersatz SS-Verbauung, ausserhalb Betrachtungszeitraum → wildbedingte Fehlinvestition Fi, Ta und UL, Eingriffe mit Holzanfall
3b: Verbiss untragbar, waldbauliche Behandlung inkl. nötige/theoretisch mögliche technische Schutzmassnahmen vor Wildschäden	Siehe SZ1	Bu verjüngt sich natürlich kommt aber sehr stark verzögert auf (ca. 60J resp. 70J. bis schutzwirksam) → Wildschutzzäune Fi hat Ansamungsprobleme und wird stark vom Wild angegangen → Pflanzungen + Wildschutzzäune Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + Wildschutzzäune B'Ah, Vb, M'Be verjüngen sich teilweise und wachsen auf innerhalb grossem Wildschutzzaun → Da auf ca. ¾ der Fläche auf Grund der hohen Steinschlagaktivität Wildschutzzäune nicht wilddicht zu unterhalten sind, wird ein grosser Zaun vorgesehen.	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Eine Generation reicht aus (Laufzeit 80 Jahre)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 → Gefährdung bleibt bis 2055 ca. gleich, anschliessend deutlich positive Entwicklung. Minimalprofil ab ca. 2070 erreicht	Massiver, grossflächiger Wildschutzzaun

Tab. 4: Szenarienbeschreibung Tschägibach

Szenario	Altbestand	Folgebestand	Steinschlag	Lawinen	Murgang	Wildbedingte Kosten
1: Verbiss tragbar, normale waldbauliche Behandlung („Basisszenario“)	Eingriffe zur Einleitung der Verjüngung, Entnahme pro Eingriff 15-20%, Wiederkehrdauer Eingriff ca. 25 Jahre (d.h. 2017-2018, 2042-2043). Bestehende Bu/B'Ah begünstigen	Schneegleiten behindert die Verjüngung → in nicht NaiS-konformen Schneisen Dreibeinböcke und liegendes Holz zur Unterstützung der Verjüngung Vergrasung behindert Verjüngung → Fi verjüngt sich genügend aber nicht üppig natürlich Bu/B'Ah verjüngt sich problemlos natürlich (ca. 20J bis schutzwirksam bez. Murgang, 30J bez. Lawinen, 40J. bez. Steinschlag), eher knappes Samenangebot → bestehende Bu/B'Ah begünstigen Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + chem. Verbissschutz B'Ah, Vb, M'Be verjüngt sich problemlos → Vergrasung geht eher zurück	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz. Eine Generation reicht aus (Laufzeit 80 Jahre)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → Dreibeinböcke und liegendes Holz in einzelnen grösseren Schneisen → Gefährdung bleibt bis 2055 ca. gleich, anschliessend deutlich positive Entwicklung. Minimalprofil ab ca. 2070 erreicht.	Gefährdung bleibt ähnlich wie heute, Entwicklung ab ca. 2047 positiv	→ Keine
2a: Verbiss kritisch, normale waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Schneegleiten behindert die Verjüngung → siehe SZ1 Fi verjüngt sich genügend aber nicht üppig natürlich (wegen Vergrasung), entwickelt sich verzögert (um ca. 10J im Vergleich zu SZ1) Bu verjüngt sich natürlich, entwickelt sich aber verzögert (ca. 10J. im Vergleich zu SZ1), eher knappes Samenangebot → siehe SZ1 Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + chemischer Verbissschutz → Ta fällt trotzdem weitgehend aus B'Ah/Vb/M'Be fallen wildbedingt aus → Vergrasung verstärkt sich	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Steinschlagschutz reicht auch für dieses Szenario aus, aber es muss häufiger geleert werden → höhere Unterhaltskosten Eine Generation reicht nicht aus (Laufzeit 80-100 Jahre), d.h. Ersatz wildbedingt nach 80-100 Jahren (ausserhalb Betrachtungszeitraum)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 Lücken/Verbauflächen wachsen wildbedingt schlecht ein. → ca. die Hälfte der Dreibeinböcke/liegendes Holz muss ersetzt werden	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen etwas zu, Gefährdung ändert nicht risikorelevant	→ Ersatz der Hälfte der Dreibeinböcke/liegendes Holz → höherer Unterhalt SS-Verbauung → Ersatz SS-Verbauung ausserhalb Betrachtungszeitraum → wildbedingte Fehlinvestition Tanne
2b: Verbiss kritisch, waldbauliche Behandlung inkl. nötige/theoretisch mögliche technische Schutzmassnahmen vor Wildschäden	Siehe SZ1	Schneegleiten behindert die Verjüngung → siehe SZ1 Vergrasung behindert Verjüngung → Fi verjüngt sich genügend aber nicht üppig natürlich, entwickelt sich verzögert (um ca. 10J im Vergleich zu SZ1) → chem. Verbissschutz der Naturverjüngung Bu verjüngt sich natürlich, entwickelt sich verzögert (um ca. 10J im Vergleich zu SZ1), eher knappes Samenangebot → siehe SZ1, chem. Verbissschutz für Bu nicht umsetzbar Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + Einzelschütze + Polynet B'Ah/Vb/M'Be fallen wildbedingt aus → Pflanzung + Einzelschütze + Polynet (chem. Verbissschutz nicht wirksam wegen Sommerverbiss)	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Eine Generation reicht aus (Laufzeit 80 – 100 Jahre)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 → Gefährdung bleibt bis 2055 ca. gleich, anschliessend deutlich positive Entwicklung. Minimalprofil ab ca. 2070 erreicht	Gefährdung bleibt ähnlich wie heute, Entwicklung ab ca. 2047 positiv	→ chem. Schutz für Fi → Ta, ÜL Einzelschütze + Polynet
3a: Verbiss untragbar, normale waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Schneegleiten behindert die Verjüngung → in nicht NaiS-konformen Schneisen Dreibeinböcke und liegendes Holz zur Unterstützung der Verjüngung Vergrasung behindert Verjüngung → Fi verjüngt sich genügend aber nicht üppig natürlich, entwickelt sich verzögert (um ca. 30J im Vergl. mit SZ1) Bu verjüngt sich natürlich, entwickelt sich aber verzögert (um ca. 20J im Vergleich zu SZ1), eher knappes Samenangebot → siehe SZ1 Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen + chemischer Verbissschutz → Ta fällt trotzdem weitgehend aus Bu, B'Ah/Vb/M'Be fallen wildbedingt aus → Vergrasung verstärkt sich	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung sehr schwach positiv → Steinschlagschutz Steinschlagschutz reicht auch für dieses Szenario aus, aber es muss häufiger geleert werden → höhere Unterhaltskosten Eine Generation reicht nicht aus (Laufzeit 80-100 Jahre), d.h. Ersatz wildbedingt nach 80-100 Jahren (ausserhalb Betrachtungszeitraum)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 Lücken/Verbauflächen wachsen wildbedingt sehr schlecht ein. → Alle Dreibeinböcke/liegendes Holz müssen ersetzt werden. Langfristig wird Minimalprofil nicht erreicht. → Dreibeinböcke/liegendes Holz vermögen 100- und 300-jährlichem Ereignis nicht standzuhalten, d.h. ab 2047 weitere Verbauungen	Nicht NaiS-konforme Lücken nehmen zu. Ab ca. 2047 ist mit erhöhtem Geschiebeeintrag und entsprechend mit höherer Murganggefährdung zu rechnen	→ Ersatz aller Dreibeinböcke/liegendes Holz → höherer Unterhalt SS-Verbauung → wildbedingte Fehlinvestition Tanne → Erhöhtes Lawinenrisiko → Erhöhtes Murgangrisiko → NaiS-Minimal wird langfristig nicht erreicht, ausserhalb Betrachtungszeitraum → Ersatz SS-Verbauung ausserhalb Betrachtungszeitraum
3b: Verbiss untragbar, waldbauliche Behandlung inkl. nötige/theoretisch mögliche technische Schutzmassnahmen vor Wildschäden	Siehe SZ1 Bestehende Bu/B'Ah begünstigen	Schneegleiten behindert die Verjüngung → siehe SZ1 Vergrasung behindert Verjüngung → Fi verjüngt sich genügend aber nicht üppig natürlich, entwickelt sich verzögert (um ca. 30J im Vergl. mit SZ1) Bu verjüngt sich natürlich, entwickelt sich aber verzögert (um ca. 20 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen), eher knappes Samenangebot → siehe SZ1 Ta fehlen Samenbäume → Pflanzungen → Da auf ca. 1/2 der Fläche auf Grund der hohen Steinschlagaktivität Wildschutzzäune nicht wilddicht zu unterhalten sind, wird ein grosser Zaun vorgesehen.	Gefährdung nimmt bis ca. 2070 zu, danach Entwicklung positiv → Steinschlagschutz Eine Generation reicht aus (Laufzeit 80 Jahre)	Nicht-NaiS-konforme Lücken nehmen zu → siehe SZ1 → Gefährdung bleibt bis 2055 ca. gleich, anschliessend deutlich positive Entwicklung. Minimalprofil ab ca. 2070 erreicht	Gefährdung bleibt ähnlich wie heute, Entwicklung ab ca. 2047 positiv	Massiver, grossflächiger Wildschutzzaun

Gruobwald

Tab. 5: Kostenzusammenstellung Gruobwald. Grün: Basiskosten. Dunkelrot: wildbedingte Zusatzkosten. Orange: Wildbedingte Fehlinvestitionen. Gelb: Einsparungen im Vergleich zum Basisszenario. Alle Angaben in CHF.

			Eingriffe mit Holzanfall	Pflanzungen Fi	Pflanzungen Fi wildbedingt	Pflanzungen Ta	Einsparung Pflanzung Ta	Pflanzungen UL	Chemischer Verbissschutz Ta	Chemischer Verbissschutz Fi	Einzelstütze Ta	Einzelstütze UL	Polynet Ta	Polynet UL	Massiver Wildschutzzaun	Steinschlagschutz Basis	Steinschlagschutz Wildbedingt	Dreibeinböcke Basis	Dreibeinböcke wildbedingt	Liegendes Holz Basis	Liegendes Holz wildbedingt	Total	Total wildbedingte Kosten/ Fehlinvestitionen
Nettoarwert 0%	SZ1	Gesamtkosten	102'090	54'120		64'944			106'574							7'787'340		158'000		19'200		8'292'268	
		Jährliche Kosten	2'042	1'082		1'299			2'131							155'747		3'160		384		165'845	
	SZ2a	Gesamtkosten	102'090	54'120		64'944			106'574							7'787'340	159'441	158'000	69'000	19'200	9'600	8'530'308	409'558
		Jährliche Kosten	2'042	1'082		1'299			2'131							155'747	3'189	3'160	1'380	384	192	170'606	8'191
	SZ2b	Gesamtkosten	102'090	54'120	10'824	64'944	-10'824	27'060	-106'574	106'574	4'780'690	2'382'623	32'918	16'459		7'787'340		158'000		19'200		15'425'444	7'239'750
		Jährliche Kosten	2'042	1'082	216	1'299	-216	541	-2'131	2'131	95'614	47'652	658	329		155'747		3'160		384		308'509	144'795
	SZ3a	Gesamtkosten	102'090	54'120		64'944			106'574							7'787'340	320'045	158'000	138'000	19'200	38'400	8'788'713	770'053
		Jährliche Kosten	2'042	1'082		1'299			2'131							155'747	6'401	3'160	2'760	384	768	175'774	15'401
	SZ3b	Gesamtkosten	102'090	54'120		64'944		27'060	-106'574						1'040'760	7'787'340		158'000		19'200		9'253'514	961'247
		Jährliche Kosten	2'042	1'082		1'299		541	-2'131						20'815	155'747		3'160		384		185'070	19'225
Nettoarwert 1%	SZ1	Gesamtkosten	89'514	52'800		63'360			83'419							7'136'448		148'645		19'010		7'593'196	
		Jährliche Kosten	1'790	1'056		1'267			1'668							142'729		2'973		380		151'864	
	SZ2a	Gesamtkosten	89'514	52'800		63'360			83'419							7'136'448	108'395	148'645	49'383	19'010	7'790	7'758'764	312'346
		Jährliche Kosten	1'790	1'056		1'267			1'668							142'729	2'168	2'973	988	380	156	155'175	6'247
	SZ2b	Gesamtkosten	89'514	52'800	3'897	63'360	-16'112	23'624	-83'419	83'419	4'017'438	2'005'016	22'970	11'485		7'136'448		148'645		19'010		13'578'095	6'068'318
		Jährliche Kosten	1'790	1'056	78	1'267	-322	472	-1'668	1'668	80'349	40'100	459	230		142'729		2'973		380		271'562	121'366
	SZ3a	Gesamtkosten	89'514	47'248		56'697			83'419							7'136'448	217'582	148'645	98'765	19'010	28'348	7'925'676	574'325
		Jährliche Kosten	1'790	945		1'134			1'668							142'729	4'352	2'973	1'975	380	567	158'514	11'487
	SZ3b	Gesamtkosten	89'514	47'248		56'697		23'624	-83'419						871'528	7'136'448		148'645		19'010		8'309'295	811'733
		Jährliche Kosten	1'790	945		1'134		472	-1'668						17'431	142'729		2'973		380		166'186	16'235
Nettoarwert 2%	SZ1	Gesamtkosten	79'777	51'531		61'837			66'623							6'655'254		140'871		18'824		7'074'717	
		Jährliche Kosten	1'596	1'031		1'237			1'332							133'105		2'817		376		141'494	
	SZ2a	Gesamtkosten	79'777	51'531		61'837			66'623							6'655'254	74'290	140'871	35'548	18'824	6'334	7'190'890	244'633
		Jährliche Kosten	1'596	1'031		1'237			1'332							133'105	1'486	2'817	711	376	127	143'818	4'893
	SZ2b	Gesamtkosten	79'777	51'531	1'158	61'837	-19'860	20'989	-66'623	66'623	3'447'584	1'722'946	16'116	8'058		6'655'254		140'871		18'824		12'205'085	5'196'992
		Jährliche Kosten	1'596	1'031	23	1'237	-397	420	-1'332	1'332	68'952	34'459	322	161		133'105		2'817		376		244'102	103'940
	SZ3a	Gesamtkosten	79'777	41'977		50'373			66'623							6'655'254	149'123	140'871	71'096	18'824	21'193	7'295'111	438'186
		Jährliche Kosten	1'596	840		1'007			1'332							133'105	2'982	2'817	1'422	376	424	145'902	8'764
	SZ3b	Gesamtkosten	79'777	41'977		50'373		20'989	-66'623						747'735	6'655'254		140'871		18'824		7'755'800	702'101
		Jährliche Kosten	1'596	840		1'007		420	-1'332						14'955	133'105		2'817		376		153'784	14'042

Tschägibach

Tab. 6: Kostenzusammenstellung Tschägibach. Grün: Basiskosten. Dunkelrot: wildbedingte Zusatzkosten. Orange: Wildbedingte Fehlinvestitionen. Gelb: Einsparungen im Vergleich zum Basisszenario. Alle Angaben in CHF.

			Eingriffe mit Holzanfall	Pflanzungen Ta	Pflanzungen UL	Chemischer Verbisschutz Ta	Chemischer Verbisschutz Fi	Einzelschütze Ta	Einzelschütze UL	Polynet Ta	Polynet UL	Massiver Wildschutzzaun	Steinschlagschutz Basis	Steinschlagschutz Wildbedingt	Dreibeinböcke Basis	Dreibeinböcke wildbedingt	Liegendes Holz Basis	Liegendes Holz wildbedingt	Erhöhtes Murgangrisiko	Lawinenverbau ab 2047	Total	Total wildbedingte Kosten/ Fehlinvestitionen
Nettoarwert 0%	SZ1	Gesamtkosten	58'432	37'171		59'242							1'061'910		171'825		30'400				1'418'980	
		Jährliche Kosten	1'169	743		1'185							21'238		3'437		608				28'380	
	SZ2a	Gesamtkosten	58'432	37'171		59'242							1'061'910	21'742	171'825	75'038	30'400	15'200			1'530'959	208'392
		Jährliche Kosten	1'169	743		1'185							21'238	435	3'437	1'501	608	304			30'619	4'168
	SZ2b	Gesamtkosten	58'432	30'976	30'976	-59'242	49'368	1'800'015	1'800'015	38'720	19'360		1'061'910		171'825		30'400				5'061'022	3'679'213
		Jährliche Kosten	1'169	620	620	-1'185	987	36'000	36'000	774	387		21'238		3'437		608				101'220	73'584
	SZ3a	Gesamtkosten	58'432	37'171		59'242							1'061'910	43'643	171'825	150'075	30'400	60'800	1'506'000	358'800	1'673'497	2'274'162
		Jährliche Kosten	1'169	743		1'185							21'238	873	3'437	3'002	608	1'216	30'120	7'176	33'470	45'483
	SZ3b	Gesamtkosten	58'432	30'976		-59'242						1'133'370	1'061'910		171'825		30'400				2'427'671	1'074'128
		Jährliche Kosten	1'169	620		-1'185						22'667	21'238		3'437		608				48'553	21'483
Nettoarwert 1%	SZ1	Gesamtkosten	51'483	32'751		46'889							973'152		161'652		30'099				1'296'025	
		Jährliche Kosten	1'030	655		938							19'463		3'233		602				25'921	
	SZ2a	Gesamtkosten	51'483	32'751		46'889							973'152	14'781	161'652	53'704	30'099	12'334			1'376'844	160'459
		Jährliche Kosten	1'030	655		938							19'463	296	3'233	1'074	602	247			27'537	3'209
	SZ2b	Gesamtkosten	51'483	27'292	27'292	-46'889	39'074	1'526'230	1'526'230	38'147	19'073		973'152		161'652		30'099				4'392'432	3'129'157
		Jährliche Kosten	1'030	546	546	-938	781	30'525	30'525	763	381		19'463		3'233		602				87'457	62'583
	SZ3a	Gesamtkosten	51'483	32'751		46'889							973'152	29'670	161'652	107'407	30'099	44'884	1'358'830	346'114	1'477'987	2'018'028
		Jährliche Kosten	1'030	655		938							19'463	593	3'233	2'148	602	898	27'177	6'922	29'560	40'361
	SZ3b	Gesamtkosten	51'483	27'292		-46'889						949'079	973'152		161'652		30'099				2'145'868	902'190
		Jährliche Kosten	1'030	546		-938						18'982	19'463		3'233		602				42'917	18'044
Nettoarwert 2%	SZ1	Gesamtkosten	46'102	29'328		37'824							907'535		153'198		29'804				1'203'790	
		Jährliche Kosten	922	587		756							18'151		3'064		596				24'076	
	SZ2a	Gesamtkosten	46'102	29'328		37'824							907'535	10'131	153'198	38'659	29'804	10'029			1'262'607	125'969
		Jährliche Kosten	922	587		756							18'151	203	3'064	773	596	201			25'252	2'519
	SZ2b	Gesamtkosten	46'102	24'440	24'440	-37'824	31'520	1'320'516	1'320'516	37'589	18'794		907'535		153'198		29'804				3'890'013	2'715'551
		Jährliche Kosten	922	489	489	-756	630	26'410	26'410	752	376		18'151		3'064		596				77'533	54'311
	SZ3a	Gesamtkosten	46'102	29'328		37'824							907'535	20'335	153'198	77'317	29'804	33'555	1'231'263	334'831	2'901'091	1'810'555
		Jährliche Kosten	922	587		756							18'151	407	3'064	1'546	596	671	24'625	6'697	26'700	36'211
	SZ3b	Gesamtkosten	46'102	24'440		-37'824						814'271	907'535		153'198		29'804				1'937'525	776'447
		Jährliche Kosten	922	489		-756						16'285	18'151		3'064		596				38'750	15'529

7 Diskussion

Die in diesem Bericht hergeleiteten Kosten basieren auf den Annahmen, wie sie im Kap. 5.4 hergeleitet wurden. Diese Annahmen sind mit gewissen Unsicherheiten behaftet (siehe nachfolgende Hinweise). Die Kosten sind deshalb ausdrücklich als Schätzungen zu betrachten.

In Tab. 7 sind die Gesamtkosten für die massgebenden Szenarien (d.h. Szenarien 3a/b für den Gruobewald und Szenarien 2a/b für das Teilgebiet Tschägibach) resp. für die möglichen Kombinationen für den Zinssatz 2% zusammengefasst. Daraus wird folgendes ersichtlich:

- Auf Grund der hohen Kosten für die bereits unter dem Basisszenario notwendigen Verbauungen sind die Kosten für das Basisszenario sehr hoch und sicher nicht repräsentativ für eine „normale“ Schutzwaldbewirtschaftung.
- Wird davon ausgegangen, dass unter dem heute beobachteten Verbissdruck die normale waldbauliche Behandlung durchgeführt wird (SZ3a/SZ2a), ist innerhalb der nächsten 50 Jahre mit wildbedingten Mehrkosten von ca. CHF 500'000.- zu rechnen. Nicht eingerechnet ist dabei, dass langfristig die Schutzwirksamkeit stark zurückgeht und weitere Schutzbauten notwendig werden (ausserhalb Betrachtungszeitraum). Die Zielsetzung der langfristigen Erhaltung der Schutzwirksamkeit (vgl. Kap. 85.1) wird nicht erreicht.
- Unter dem im Gebiet angetroffenen Verbissdruck scheint die günstigste Variante zu sein, den Gruobewald grossflächig einzuzäunen und im Tschägibach die wildbedingten Zusatzkosten durch zusätzliche Verbaumassnahmen und den Risikoanstieg in Kauf zu nehmen (SZ3b/2a, ca. 0.9 Mio CHF). Auch bei dieser Variante (wie auch bei der Variante SZ3a/SZ2b) wird langfristig die Schutzwirksamkeit des Waldes abnehmen und die langfristigen waldbaulichen Ziele werden nicht erreicht.
- Sollen diese zukünftigen Mehrkosten durch die fehlende Schutzwirksamkeit des Waldes vermieden werden (wie dies gemäss Zielsetzung in Kap. 5.1 angestrebt wird), muss mit wildbedingten Investitionen resp. Unterhaltskosten im Bereich von **3.4 Mio CHF** (SZ3b/SZ2b grossflächiger Wildschutzzaun Gruobewald/ Wildschadenverhütungsmassnahmen Tschägibach) gerechnet werden. Deutlich günstiger käme es, beide Teilgebiete grossflächig einzuzäunen (SZ3b/SZ3b, ca. **1.6 Mio CHF**).
- Besonders hinzuweisen ist auf die wildbedingten Fehlinvestitionen. Diese setzen sich zusammen aus den Kosten für Eingriffe, deren Ziele wildbedingt nicht erreicht werden können, sowie Kosten für Massnahmen wie Pflanzungen und/oder chemischen Verbisschutz, bei welchen die Pflanzen wildbedingt ausfallen. Auf Grund der hohen Kosten für die bereits unter dem Basisszenario notwendigen Verbauungen machen diese wildbedingten Fehlinvestitionen zwar nur einen relativ kleinen Anteil an den Gesamtinvestitionen aus, dennoch sollten diese Mittel unter den herrschenden Bedingungen aus ökonomischer Sicht besser nicht eingesetzt werden, da damit keine Wirkung erzielt werden kann. Das bedeutet, dass die geplanten waldbaulichen Eingriffe nur umgesetzt werden sollten, wenn sichergestellt werden kann, dass griffige Massnahmen zur Reduktion des Verbissdruckes oder wirksame Wildschadenverhütungsmassnahmen ergriffen werden können resp. deren Finanzierung sichergestellt ist.

Tab. 7: Zusammenfassung der Gesamtkosten pro Szenarienkombination (Zinssatz 2%)

	Basiskosten	Wildbedingt: Lawinen- /Gleitschneeverbau	Wildbedingt: Steinschlagverbau	wildbedingt: Pflanzungen	Wildbedingt: Wildschadenverhütungsm assnahmen	Wildbedingte Fehlinvestitionen	Einsparungen im Vergleich zum SZ1	Total wildbedingte Kosten
	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
3a Gruobewald/ 2a Tschägibach	8'278'507	140'976	159'253	0	0	263'925	-39'156	524'998
3b Gruobewald/ 2b Tschägibach	8'278'507	0	0	45'428	3'458'252	0	-104'447	3'399'233
3a Gruobewald / 2b Tschägibach	8'278'507	92'289	20'335	27'292	2'728'935	196'773	-37'824	3'027'801
3b Gruobewald / 2a Tschägibach	8'278'507	48'687	10'131	20'989	747'735	67'152	-1'332	893'361
3b Gruobewald / 3b Tschägibach	8'278'507	0	0	20'989	1'708'808	0	-104'447	1'625'349

In Gruobewald

Tab. 5 und Tab. 6 sind nicht nur die Kosten für die massgebenden Szenarien pro Teilgebiet aufgeführt, sondern auch die Kosten für die übrigen Szenarien. Dadurch wird ersichtlich, welche Auswirkungen eine Erhöhung resp. eine Verringerung des Verbissdruckes hätten.

Die in diesem Bericht hergeleiteten Ergebnisse sind auf verschiedene Annahmen sehr sensitiv:

- Der lange Betrachtungszeitraum von 50 Jahren führt dazu, dass jährliche Kosten einen sehr grossen Einfluss auf das Endergebnis haben. Dies spielt insbesondere bei den Unterhaltskosten für die Steinschlagschutzmassnahmen und für die Einzelschütze eine grosse Rolle. Für die Steinschlagschutzbauten wurden die Angaben gemäss BAFU 2016 verwendet und auf Grund von Steinschlagsimulationen aus Kalberer 2011 angepasst. Dieses Vorgehen scheint angemessen. Für die Wildschadenverhütungsmassnahmen konnte auf die Erfahrungswerte von 10 Jahren in einem vergleichbaren Gebiet zurückgegriffen werden, diese sind somit gut belegt.
- Die Annahme bezüglich nötiger Verjüngung hat ebenfalls einen sehr grossen Einfluss auf die Kosten. Mit den Annahmen gemäss neuem NaiS-Steinschlag-Anforderungsprofil wurden die zurzeit zuverlässigsten verfügbaren Annahmen verwendet.
- Die Risikoberechnungen hängen stark von den angenommenen Intensitäten pro Jährlichkeit ab. Die aufgezeigten Szenarien scheinen plausibel und die Bearbeitungstiefe wurde für diesen Verwendungszweck als genügend beurteilt.
- Aus verschiedenen Gründen scheint es sinnvoll, forstliche Investitionen zu verzinsen. Für diese Studie wurde der empfohlene Zinssatz von 2% in Anlehnung an Gasser 2011 festgelegt. Durch die Angabe der Berechnungen ohne Verzinsung und einem Zinssatz von 1% wird der Einfluss der Wahl des Zinssatzes deutlich.



8 Schlussfolgerungen

Der Wald dient dem Schalenwild natürlicherweise als wichtiger Lebensraum und bietet Nahrung. Die Bereitstellung und Förderung eines solchen wertvollen Lebensraums bringt jedoch gewisse Kosten mit sich, wenn gleichzeitig andere Waldfunktionen wie etwa der Schutz vor Naturgefahren gewährleistet sein müssen. Es ist letztlich eine politische Entscheidung, wie viele öffentliche Mittel in diese Leistung investiert werden sollen und wie hohe Schäden an der Waldverjüngung, welche durch diese Waldnutzung entstehen, toleriert werden. Die vorliegende Studie soll dafür als Entscheidungsgrundlage dienen.

Das vorliegende Fallbeispiel zeigt exemplarisch auf, welche Folgen starke Wildschäden haben können. Die angegebenen Kosten sind als grober Kostenrahmen mit entsprechenden Unsicherheiten zu verstehen. Die Resultate können nicht im Sinne einer Extrapolation direkt auf andere Gebiete übertragen werden, die Methode kann aber durchaus auf andere Fälle angewendet werden.

Der heutige sehr ungünstige Waldzustand ist bereits auf den Wildeinfluss der vergangenen Jahrzehnte zurückzuführen: zum einen wurde die Verjüngung auf den zwar spärlich vorhandenen verjüngungsgünstigen Stellen verhindert. Zum anderen wurde wegen dem starken Wildeinfluss und dem dadurch zu erwartenden Misserfolg von Eingriffen auf solche verzichtet. Die Bestände im Gruobewald und im Teilgebiet Tschägibach haben heute ein Alter erreicht, bei welchem die Verjüngung höchst dringlich wird. Je länger zugewartet wird, desto ungünstiger wird die Situation. Mit griffigen Massnahmen sollte deshalb keinesfalls länger zugewartet werden.

Wie das Szenario 3b zeigt, ist die aus wildbiologischer Sicht nicht erstrebenswerte Massnahme eines grossflächigen Wildschutzzaunes und dadurch der Ausscheidung einer „wildfreien Waldzone“ die kostengünstigste Möglichkeit, unter dem im Gruobewald angetroffenen Wilddruck die Schutzwirksamkeit des Waldes langfristig sicher zu stellen. Im Rahmen dieses Berichtes wurde nicht abgeklärt, ob diese Variante aus rechtlicher Sicht zulässig ist.

Unter dem Begriff „Wirkungsorientierte Verwaltungsführung“ hat sich das Grundprinzip des effizienten Mitteleinsatzes im öffentlichen Sektor verankert (Schmithüsen et al. 2003) und wird seit 2008 im Rahmen des Neuen Finanzausgleiches NFA zwischen Bund und Kantonen angewendet. Somit liegt es in der Verantwortung der Kantone, öffentliche Mittel effizient einzusetzen.

Für eine korrekte Beurteilung volkswirtschaftlicher Aspekte der Wald-Wild-Problematik resp. der Findung der Bestvariante müsste auch abgeschätzt werden, was eine Reduktion der Wildbestände auf ein tragbares oder zumindest kritisches Niveau kosten würde. Das Beispiel in Gasser et al. 2011 zeigt, dass diese Massnahmenvariante deutlich günstiger ist als die Massnahmen wie sie in der vorliegenden Studie vorgeschlagen werden.

Unabhängig von den Kosten einer solchen Massnahmenvariante muss aber grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass durch die hohen Wildbestände im Kanton Graubünden vielerorts ein effizienter Mitteleinsatz in der Schutzwaldbewirtschaftung verhindert wird.

Sowohl die kantonale Wald- wie auch die Jagdgesetzgebung fordert „Verjüngung mit standortgerechten Baumarten ohne Schutzmassnahmen“ (KWaG Art. 35, Abs.4) resp. die „Natürliche Verjüngung mit standortgemässen Baumarten“ (KJG Art 29, Abs.2). Diese Zielsetzung ist auch aus ökonomischer Sicht unbedingt anzustreben.

Rabius/Sargans, April 2017

Nora Zürcher-Gasser

Nora Zürcher-Gasser

M. Frehner

Monika Frehner

Literatur

- AWN 2015: Steinschlagverbauung Gruobwald. Vorstudie SB_1_1402_0001. Technischer Bericht, KV und Pläne. tur GmbH.
- AWN 2016a: Projektvorschriften für Sammelprojekte Waldbau ab 2017. Handbuch grüner Bereich. Chur, Oktober 2016.
- AWN 2016b: Zusammenstellung nachkalkulierter Systempreise. Stand Oktober 2016, erhalten von B. Riedi.
- AWN/tur GmbH 2016. Aktualisierung Gefahrenkarte Wasser Klosters-Serneus.
- Boulanger V, Rakotoarison H 2015: Assessing Economic Impacts of Deer Browsing on Forestry. Fir-Spruce Stands in the Vosges (France) as a Case Study. Präsentation IUFRO-Symposium, Birmensdorf (Zürich), 14 - 16 Oktober 2015.
- Bühler U 2005: Jungwaldentwicklung als Eingangsgrösse in die Jagdplanung: Erfahrungen aus dem Kanton Graubünden. Wald und Huftiere - eine Lebensgemeinschaft im Wandel. Forum für Wissen 2005: 59-65.
- Bundesamt für Statistik BFS 2016: Landesindex der Konumentenpreise – Jahresdurchschnitte, www.bfs.admin.ch, zugegriffen am 23.11.2016.
- Bundesamt für Umwelt BAFU 2016: EconoMe 4.0 light. Online-Berechnungsprogramm zur Bestimmung der Wirkung und Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren.
- Frehner M, Schwitter R, Wasser B 2005/09: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 564 S.
- Frehner M, Huber B, Zraggen L, Zischg A, van Wijnkoop P, Braun S, Scherler M, Carraro G, Burnand J (in Bearbeitung) 2016: Adaptierte standortkundliche Grundlagen. Projekt im Rahmen des Forschungsprogramms «Wald und Klimawandel». Zwischenergebnisse.
- Gasser N, Frehner M, Olschewski R, Zinggeler J 2011: Ökonomische Konsequenzen der Verbissprobleme an der Rigi-Nordlehne. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen: October 2011, Vol. 162, No. 10, pp. 364-371.
- Gemeinde Klosters 1989: Botschaft des Gemeinderates zur Abstimmungsvorlage vom 5. März 1989. Bau- und Kreditbeschluss Waldbauprojekt „Gruobwald“.
- Kalberer M 2011: Protect Bio II, Fallbeispiel Steinschlag: Massnahmenbeurteilung, Wirkungsbeurteilung und Massnahmenbewertung von Steinschlagschutzwäldern, dargestellt am Beispiel Gruobwald, Klosters.
- Kupferschmid A, Heiri C, Huber M, Fehr M, Frei M, Gmür P, Imesch N, Zinggeler J, Brang P, Clivaz J-C, Odermatt O 2015: Einfluss wildlebender Huftiere auf die Waldverjüngung: ein Überblick für die Schweiz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen: 166 (2015) 6: 420-431.
- Olschewski R, Bebi P, Teich M, Wissen Hayek U, Grêt-Regamey A 2011: Lawinenschutz durch Wälder – Methodik und Resultate einer Zahlungsbereitschafts-analyse. [Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen](http://www.schweizerische-zeitschrift-fur-forstwesen.ch) Nov 2011, Vol. 162, pp. 389-395.
- Rechnungshof 2015: Rechnungshofbericht, Schutz- und Bannwälder in Salzburg, Vorarlberg und Tirol. Reihe Tirol 2015/8.
- Rudolf-Miklau F, Sauer Moser S (Hrsg) 2011: Handbuch Technischer Lawinenschutz. 464 S.
- Ryter U 2014: Hochlagenaufforstungen in Lawinenverbauungen im Berner Oberland. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 165(2014)9: 259-267.
- Schmithüsen F.J, Kaiser B, Schmidhauser A, Mellinghoff S, Kammerhofer A.W 2003: Unternehmerisches Handeln in der Wald- und Holzwirtschaft: Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Managementprozesse. Deutscher Betriebswirte-Verlag, Gernsbach.
- Schweizerische Nationalbank SNB 2016: Zinssätze, Renditen und Devisenmarkt, www.snb.ch, zugegriffen am 23.11.2016.
- Schwitter R 2014: Dokumentation der 30. Arbeitstagung der Schweizerischen Gebirgswaldpflegegruppe inkl. Objektblätter. www.gwg-gsm.ch



Suchant R, Burghardt F, Calabro S 2012: Beurteilung von Wildverbiss in Naturverjüngungen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt FVA Baden-Württemberg.

Teich M, Bebi P 2009: Evaluating the benefit of avalanche protection forest with GIS-based risk analyses—A case study in Switzerland. Forest Ecology and Management 257 (2009) 1910–1919.

Zubler M 2010: WW Gruobenwald. Vorstudie Erschliessung Gruobenwald. AWN.

Zürcher-Gasser N 2014: Bericht zum Zustand der Waldverjüngung im Kanton Graubünden. AWN GR.

Zürcher-Gasser N, Frehner M 2017a: Monetäre Bewertung von wildbedingten Verjüngungsproblemen im Schutzwald. Fallbeispiel Puzastg. AWN GR.

Zürcher-Gasser N, Frehner M 2017b: Monetäre Bewertung von wildbedingten Verjüngungsproblemen im Schutzwald. Fallbeispiel Gruobenwald-Tschägibach. AWN GR.

Verwendete Geodaten

- Basisplan 1:10'000 (Kant. Verwaltung GR)
- LK 1:25'000 (swisstopo)
- Orthofoto
- Digitales Höhenmodell swissALTI3D (swisstopo)
- Ereigniskataster StorMe
- WMS Gefahrenzonen
- WMS Naturgefahrenkarte (alle Gefahren)
- Bestandeskartierung (aktuell in Bearbeitung)

Anhang 1 Modellierung Höhenstufen heute / 2070-2099

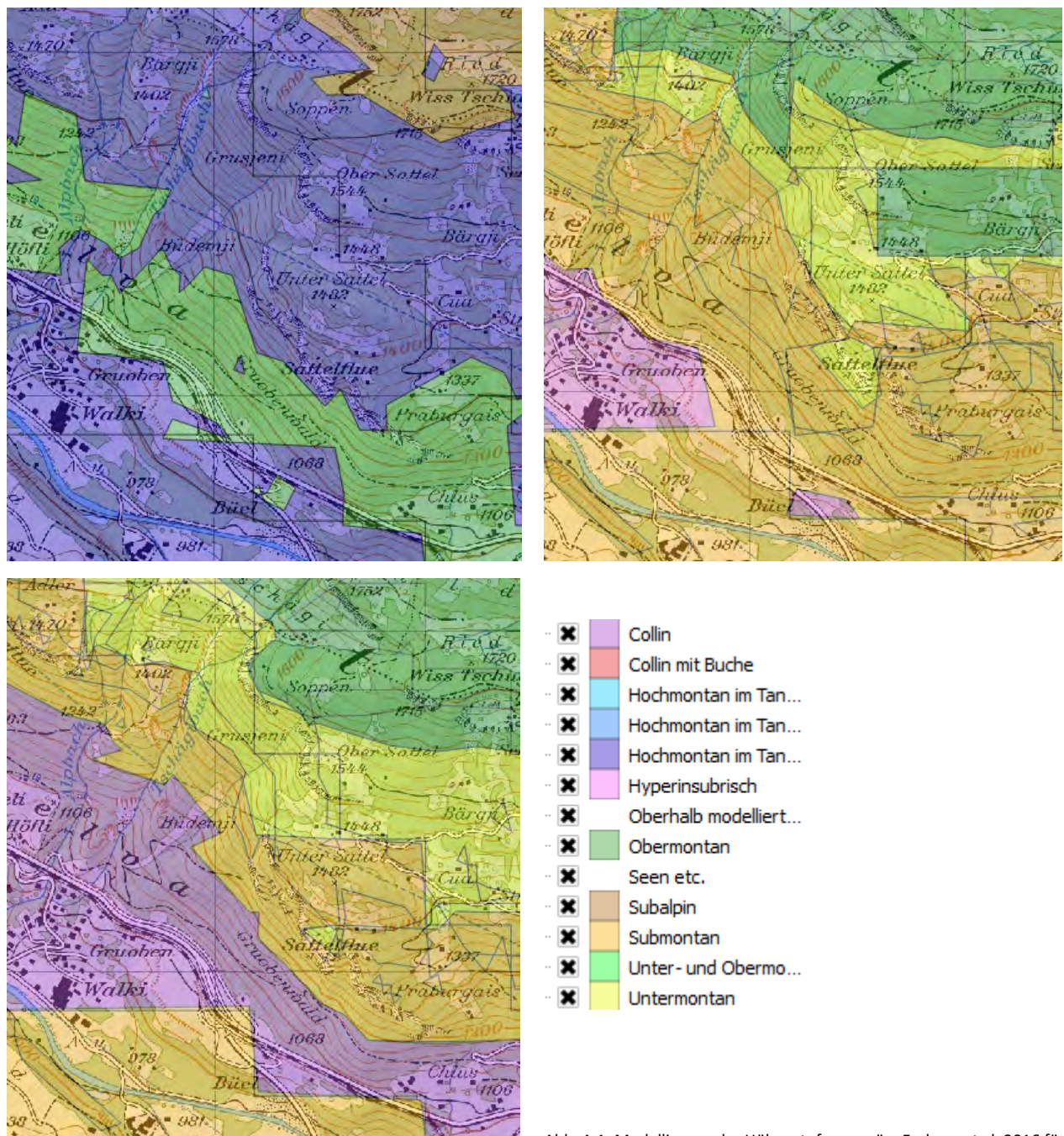


Abb. A 1: Modellierung der Höhenstufen gemäss Frehner et al. 2016 für heute (oben rechts) und die Periode 2070-99 mit dem REGCM3-Modell (oben rechts) und dem CLM-Modell (unten links). Abbildungen: Abenis AG.

Im Teilgebiet Tschägibach ist heute der obere Teil des Perimeters der hochmontanen Stufe zuzuordnen. Angesichts der prognostizierten Klimaveränderungen scheint es aber plausibel, für das Gebiet von einem Anstieg der Buche und somit für das gesamte Untersuchungsgebiet von denselben Baumartenanteilen in der Verjüngung auszugehen. Im Zusammenhang mit der Klimaänderung werden in Zukunft in den unteren Lagen die Verhältnisse geeignet werden für zusätzliche wärmeliebende Laubbaumarten wie Linde, Eiche und Kirsche. Je nach Szenario ist damit zu rechnen, dass in den unteren Lagen für die Periode 2070 – 2099 ein collines Klima herrscht, in dem Buche, Fichte und Tanne keine grosse Rolle mehr spielen. Heute ist es noch zu früh, um die wärmeliebenden Baumarten in grossem Stil einzubringen. Beim Einbringen dieser wärmeliebenden Arten ist in Bezug auf den Wildverbiss mit ähnlichen Problemen zu rechnen wie bei den heute vorhandenen verbissemphindlichen Baumarten. Es ist davon auszugehen, dass in Folge des Klimawandels die Kosten für die Massnahmen zum Schutz vor Wildschäden



zunehmen, sofern nicht das ganze Gebiet eingezäunt wird, da damit gerechnet werden muss, dass wegen vermehrter Störungen (Windwurf, Schneedruck, Borkenkäfer im Teilgebiet Tschägibach) grössere Flächen verjüngt werden müssen. Je nach Ausmass der Störungen können auch die Massnahmen im Bereich der Naturgefahren teurer werden oder das Risiko zunehmen. Diese möglichen Auswirkungen des Klimawandels werden in den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt.

Anhang 2 NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag

Ergebnisse Steinschlag-Tool

<http://www.grobenwald.ch/de/verjuegungen/steinerschlag.html>

Gewählte Angaben für das NaiS Anforderungsprofil Steinschlag

Beschreibung des Steines

Steingrößen (Höhe, Breite, Tiefe)	0.5 x 0.5 x 0.5 m
Gesteinsdichte	2500 kg/m ³
Form des Steines	eckig

Beschreibung des Hanges

Mittlere Hangneigung	38 °
Höhe der Felswand	5 m
Bewaldete Hanglänge (horizontal gemessen)	250 m
Unbewaldete Hanglänge unter Felswand (hor. gemessen)	0 m

Aktuelle Baumartenmischung (Anteil Deckungsgrad)

- Fichte (Picea abies)	40 %
- Tanne (Abies alba)	0 %
- Buche (Fagus sylvatica)	60 %
- Übrige Laubbäume	0 %
- Übrige Nadelbäume	0 %

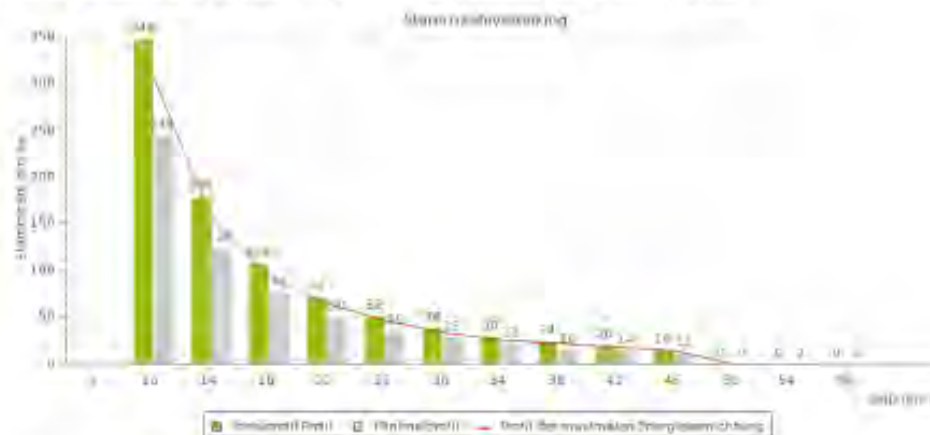
Zusätzliche Angaben zur Berechnung der aktuellen Schutzwirkung des Waldes (optional)

Stammzahl mit BHD 8 - 12 cm	0 St./ha
Stammzahl mit BHD 12 - 24 cm	0 St./ha
Stammzahl mit BHD 24 - 36 cm	0 St./ha
Stammzahl mit BHD >= 36 cm	0 St./ha
Oder	
Stammzahl (BHD >= 8 cm)	290 St./ha
Grundfläche (BHD >= 8 cm)	27 m ² /ha

1. Minimal- und Idealprofil für die Schutzwirkung gegen Steinschlag:

Stammzahlen für das NaiS Formular 2:

Benötigte Stammzahl mit BHD 8 - 12 cm:	240 (minimal) bis 350 (ideal) St./ha
Benötigte Stammzahl mit BHD 12 - 24 cm:	250 (minimal) bis 360 (ideal) St./ha
Benötigte Stammzahl mit BHD 24 - 36 cm:	90 (minimal) bis 120 (ideal) St./ha
Benötigte Stammzahl mit BHD >= 36 cm:	40 (minimal) bis 60 (ideal) St./ha



- Nachhaltige Grundfläche ab 8 cm BHD: **28 m²/ha** (Minimalprofil) bis **33 m²/ha** (Idealprofil)
- Grundfläche ab 8 cm BHD für die notwendige Energieverminderung (damit möglichst alle Steine gestoppt werden): **28 m²/ha**

2. Aktuelle Schutzwirkung des Waldes:

75 - 95 %

3. Eingangsdaten für die Berechnung:

Steingröße = 0.13 m³
 Steinmasse = 313 kg
 Maximale Sturzenenergie im Wald = 100 kJ
 Aktuelle Bestandesgrundfläche = 27 m²/ha
 Bewaldete Hanglänge (entlang vom Hang) = 317 m



Abb. 11: NaIS-Anforderungsprofil Steinschlag. Output des Internet-Tools (www.gebirgswald.ch) mit den Eingabegrößen gemäss Kalberer 2011 (zusammengefasst) für das 30-jährliche Ereignis.

Anhang 3 Verjüngungszeiträume und Schalenwildeinfluss

Der nordöstlich an den Gruobewald angrenzende Mezzaselver-Wald weist bezüglich Waldstandort, Exposition und Entwicklungsstufen sehr ähnliche Verhältnisse auf wie der Gruobewald. Im Gegensatz zum Gruobewald wurden im Mezzaselver-Wald bereits waldbauliche Eingriffe durchgeführt.

Die ersten waldbaulichen Eingriffe fanden 1981-85 statt. Damals wurden mehrere Flächen eingezäunt und mit Fichten bepflanzt. Ca. im Jahr 2000 wurden die Zäune abgebrochen, worauf die ca. 15-20-jährigen Fichten zu ca. 90% stark geschält wurden.



Abb. A 2: Geschälte Fichten im Mezzaselver-Wald. Foto: S. Krättli, 2010.

Ein weiterer Eingriff fand ca. 1989 statt, wonach ebenfalls eine grössere Fläche eingezäunt wurde. Die Zaunfläche weist heute ein sehr breites Baumartenspektrum (Buche, Fichte, Tanne, Bergahorn, Vogelbeere) mit einer Oberhöhe von ca. 6-7m auf. Direkt neben der eingezäunten Fläche wächst unter vergleichbaren standörtlichen Voraussetzungen ausschliesslich die Buche auf (Oberhöhe 4-5m, vgl. Abb. A 3).



Abb. A 3: Ca. 25-30 jährige Zaunfläche mit artenreicher Verjüngung und reiner Buchenverjüngung ausserhalb des Zaunes. Foto: S. Krättli

Die letzten Eingriffe fanden in den Jahren 2014 statt. Diese liegen noch zu wenig weit zurück um die Verjüngung zu beurteilen.

Zur Beurteilung des Verjüngungszustandes und des Schalenwildeinflusses wurde im Mezzaselver-Wald im Herbst 2016 zum ersten Mal Erhebungen gemäss Teilprogramm 1 durchgeführt. Auf Grund der sehr hohen Standardabweichungen bei den Stammzahlen (bei allen Baumarten im Bereich von 200%) und des sehr geringen Stichprobenumfanges bei der Verbissintensität sind die Daten sehr schwierig zu interpretieren. Folgende Punkte sollen daraus trotzdem kommentiert werden:

- Die Gesamtstammzahl liegt mit 4'300Stk/ha im Bereich des für diese Höhenstufe geforderten Grenzwertes von 4000 Stk/ha gemäss Bühler 2005.
- Aus der Abb. A 4 wird deutlich, dass sehr wenige Exemplare aus der an sich stammzahlreichen Ansammlung in die gesicherte Verjüngung einwachsen. Dies ist insofern bedenklich, als auf 16 von 25 Flächen der letzte Eingriff mehr als 10 Jahre zurückliegt.
- Die Verbissintensität liegt für Fichte deutlich über dem Grenzwert (wobei nur eine Probe vorhanden ist), für Ahorn, Esche und übriges Laubholz über dem Grenzwertes und für die Buche leicht unterhalb des Grenzwertes. Dies bestätigt den Eindruck im Gelände sowie die Stammzahlverteilung gemäss TP1.



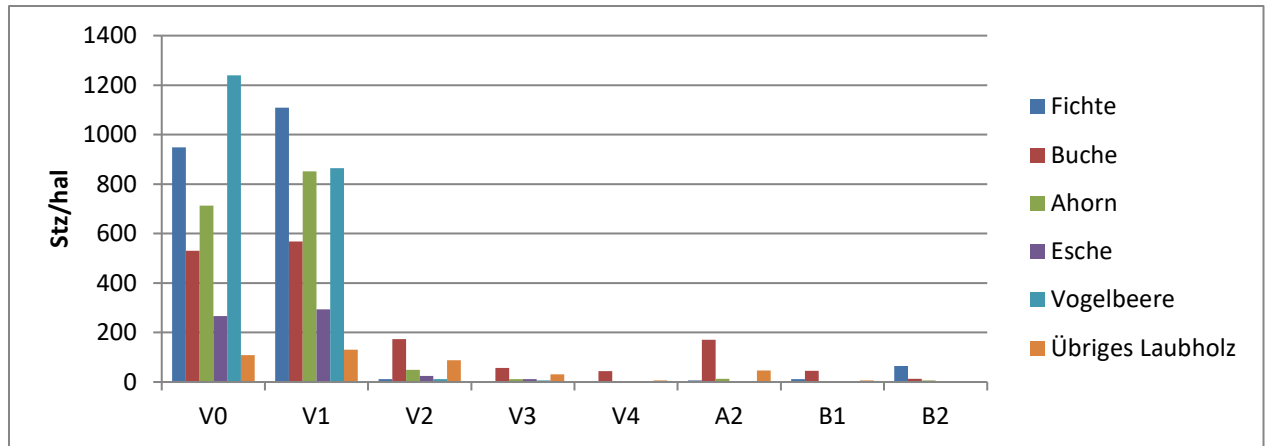


Abb. A 4: Auswertung der vorhandenen Verjüngung (Stz/ha) pro Baumart und Höhenklasse. Quelle: TP1 Mezzaselver Wald, AWN 2016.

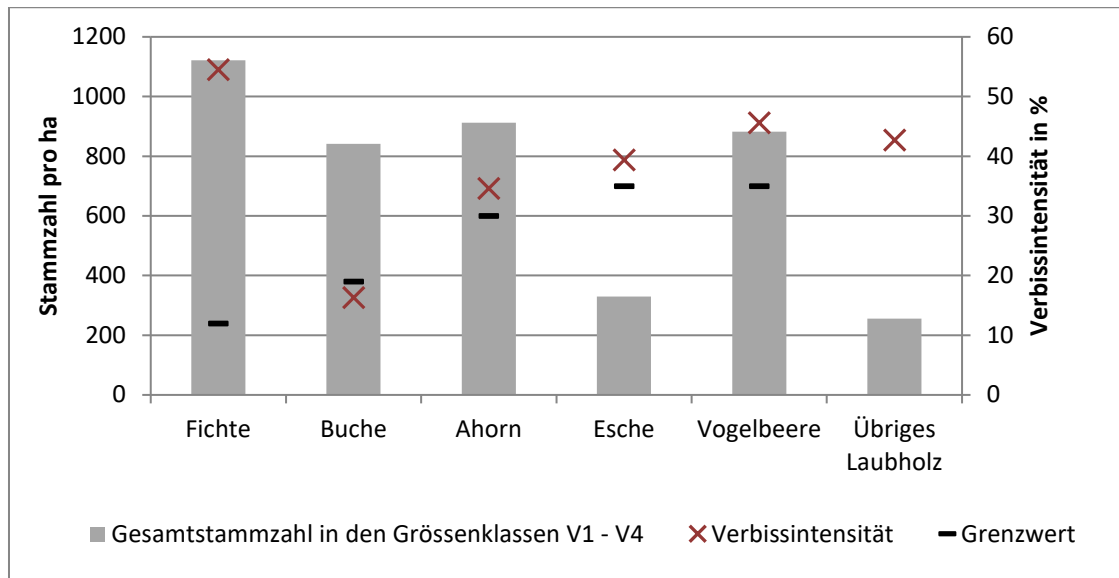


Abb. A 5: Verbissintensität pro Baumart. Quelle: TP1 Mezzaselver-Wald, AWN 2016.

Auf Grund dieser Beobachtungen und Grundlagen werden folgende Annahmen getroffen:

- SZ1: 30 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen und Rutschungen, 40 Jahre bis schutzwirksam gegen Steinschlag
- SZ2: 40 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen und Rutschungen, 50 Jahre bis schutzwirksam gegen Steinschlag
- SZ2: 60 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen und Rutschungen, 70 Jahre bis schutzwirksam gegen Steinschlag

Die festgelegten Zeiträume für das SZ1 werden durch die Daten aus Ryter 2014 bestätigt (vgl. Abb. A 6),

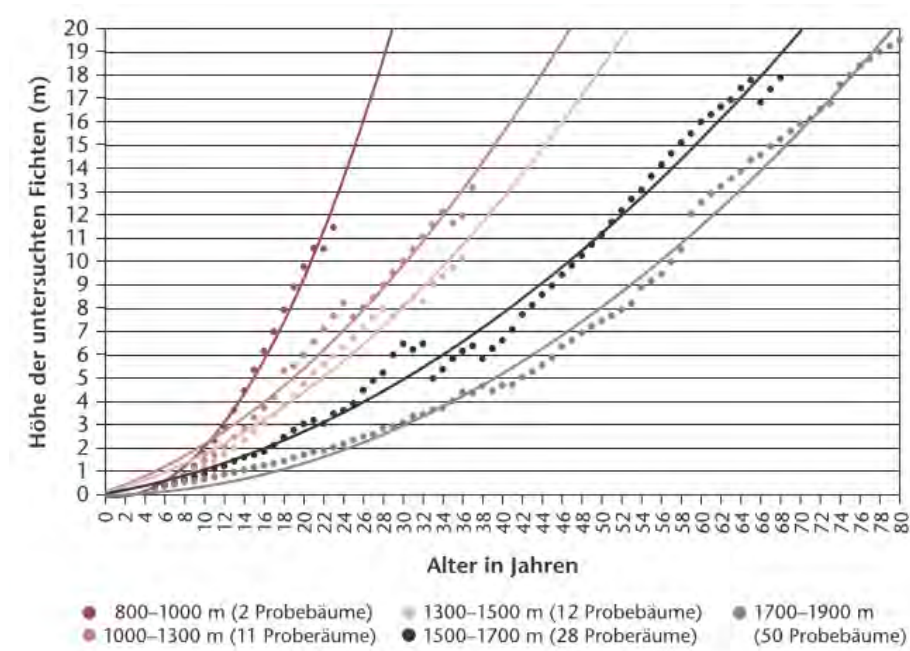


Abb. A 6: Wachstum der Fichtenaufforstungen im Berner Oberland in Abhängigkeit von der Höhenlage. Quelle: Ryter 2014

Anhang 4 Beschreibung der Entwicklungsszenarien

Gruobewald

Beschreibung: Insbesondere die von Buchen geprägten Bestände unterhalb der Sattelfluh befinden sich mehrheitlich in der Zerfallsphase. Einzelne Bäume fallen altershalber um. Die dadurch entstehenden kleinen Lücken werden durch die starken Kronen der alten Buchen schnell wieder geschlossen, so dass durch die Stammzahlabnahme die Schutzfunktion abnimmt, die Situation für die Verjüngung sich aber nur sehr kurzfristig verbessert. In einzelnen kleinen Lücken kann die Buche anwachsen. Die Bestände weisen eine relativ tiefe Stammzahl resp. Grundfläche auf (ca. 140Stk/ha resp. 27m²/ha). Für die Fichte sind die Ansamungsbedingungen auf Grund des hohen Buchenanteils eher ungeeignet. Tannen-Samenbäume fehlen weitgehend, ebenso fehlen Bergahorn, Vogelbeere und Mehlbeere weitgehend im Altbestand.

Der hohe Buchenanteil fördert die Entstehung von Schneegleiten und Waldlawinen, welche die Verjüngung stark beeinträchtigen.

Die zeitliche Entwicklung der Schutzwirksamkeit bezüglich Sturz resp. Lawinen ist aus der Abb. A 9 resp. Abb. A 10 ersichtlich.

Bemerkungen zur Waldentwicklung und den waldbaulichen Massnahmen:

- Entwicklung mit/ohne Massnahmen: Es wird davon ausgegangen, dass ohne Eingriffe bis in 50 Jahren noch ca. die Hälfte der heutigen Bäume vorhanden ist. Da wie oben beschrieben vorläufig der Zerfall einzelbaumweise vor sich geht und damit die Bedingungen für die Verjüngung zumindest vorläufig nicht verbessert werden, sind waldbauliche Eingriffe zur Schaffung verjüngungsgünstiger Lücken notwendig. Als Grundlage für die Kostenschätzung wird die Feinerschliessungsplanung des Forstbetriebs verwendet (vgl. Kap.5.4.1). Wichtig bei diesen Eingriffen ist es, die vorhandenen Samenbäume von Mischbaumarten zur fördern. Bezüglich Lawinen wird davon ausgegangen, dass es nach einem Eingriff relativ lange dauert, bis die jungen Bäume schutzwirksam sind, dann die Schutzwirksamkeit aber sehr schnell zunimmt. Bezüglich Steinschlag geht diese Entwicklung langsamer vor sich.
- SZ1/SZ2a: Es wird davon ausgegangen, dass chemischer Verbißschutz der Tanne bei geringem Schalenwilddruck wirksam vor Verbiß schützt, bei starkem Verbißdruck hingegen nicht. Da die Laub-Nebenbaumarten vorwiegend unter Sommerverbiß leiden wird chemischer Verbißschutz für diese Baumarten als nicht geeignet betrachtet.
- SZ2b: Es wird davon ausgegangen, dass die Verjüngung der Buche und der Fichte durch den Schalenwildeinfluss verzögert wird. Die Buche mit chemischem Verbißschutz zu behandeln wird auf Grund der Wuchseigenschaften der Buche als nicht zielführend betrachtet. Die Fichte kann mit chemischem Verbißschutz geschützt werden. Auf Grund der Erfahrungen im Mezzaselver-Wald wird davon ausgegangen, dass die ausser der Buche alle Baumarten im Stangenholzalter gegen Schälern mittels Polynet geschützt werden müssen.
- SZ3a/SZ3b: Für das Szenario 3 wird davon ausgegangen, dass die Verjüngung sämtliche Baumarten vor Verbiß geschützt werden muss, damit sie aufkommen kann. Da auf ca. ¾ der Fläche auf Grund der hohen Steinschlagaktivität Wildschutzzäune nicht wilddicht zu unterhalten sind, wird ein grossflächiger Zaun um den gesamten Untersuchungsperimeter herum in massiver Bauweise vorgesehen.

Bemerkungen zur Gefährdung durch Naturgefahren:

- Aktuell bestehen mehrere lange baumfreie Schneisen (vgl. Abb. A 8). Durch den altersbedingten Ausfall sowie durch die Eingriffe verstärkt sich diese Problematik. Durch Schneerutsche, die bereits unter den heutigen Bedingungen losbrechen wird auch die Verjüngung in den Eingriffsflächen verhindert. Um die Verjüngung zu unterstützen wird deshalb bereits ab heute in längeren unbestockten Flächen der Einsatz von Dreibeinböcken und liegendem Holz vorgesehen (vgl. Abb. 10). Die Flächen wurden auf Grund der Besichtigung im Gelände und der Auswertung von Luftbildern und Gegenhangfotos ausgeschieden.
- Bereits unter dem heutigen Waldzustand ist mit Sturzprozessen (Stein und Holz) bis zur Nationalstrasse und RhB zu rechnen. Durch die geplanten Eingriffe wird diese Gefährdung erhöht. Aus diesem Grund befindet sich aktuell ein Steinschlagschutzprojekt in Planung. Die Kostenschätzung basiert auf der Vorstudie des entsprechenden Projektes (vgl. AWN 2015).
- SZ2a/SZ3a:

- Sturz: Gemäss Kalberer (2011) werden die maximalen Sprunghöhen durch den Wald nur wenig beeinflusst, hingegen die Durchgangsfrequenz sehr stark. Das bedeutet, dass die Dimensionierung der Steinschlagschutzmassnahmen mit heutiger wie auch mit reduzierter Waldwirkung ähnlich ausfällt, hingegen bei reduzierter Waldwirkung deutlich mehr Steine und Holz hinter den Verbauungen abgelagert werden. Somit ist für die Szenarien SZ2a und SZ3a mit höheren Unterhaltskosten im Vergleich zum SZ1 zu rechnen.
- Lawinen: Durch den Wildeinfluss wachsen die verbauten Flächen verzögert ein. Das bedingt, dass die Massnahmen gegen Gleitschnee/Waldlawinen ersetzt werden müssen um den benötigten Schutz während den verlängerten Verjüngungszeiträumen zu gewährleisten.

Zum heutigen Zeitpunkt wird für den Gruobenwald das Szenario 3 mit untragbarem Verbissdruck als massgebend betrachtet.



Abb. A 7: lange baumfreie Schneise im Gruobenwald



Abb. A 8: Buchenbestand mit einzelnen natürlichen Abgängen



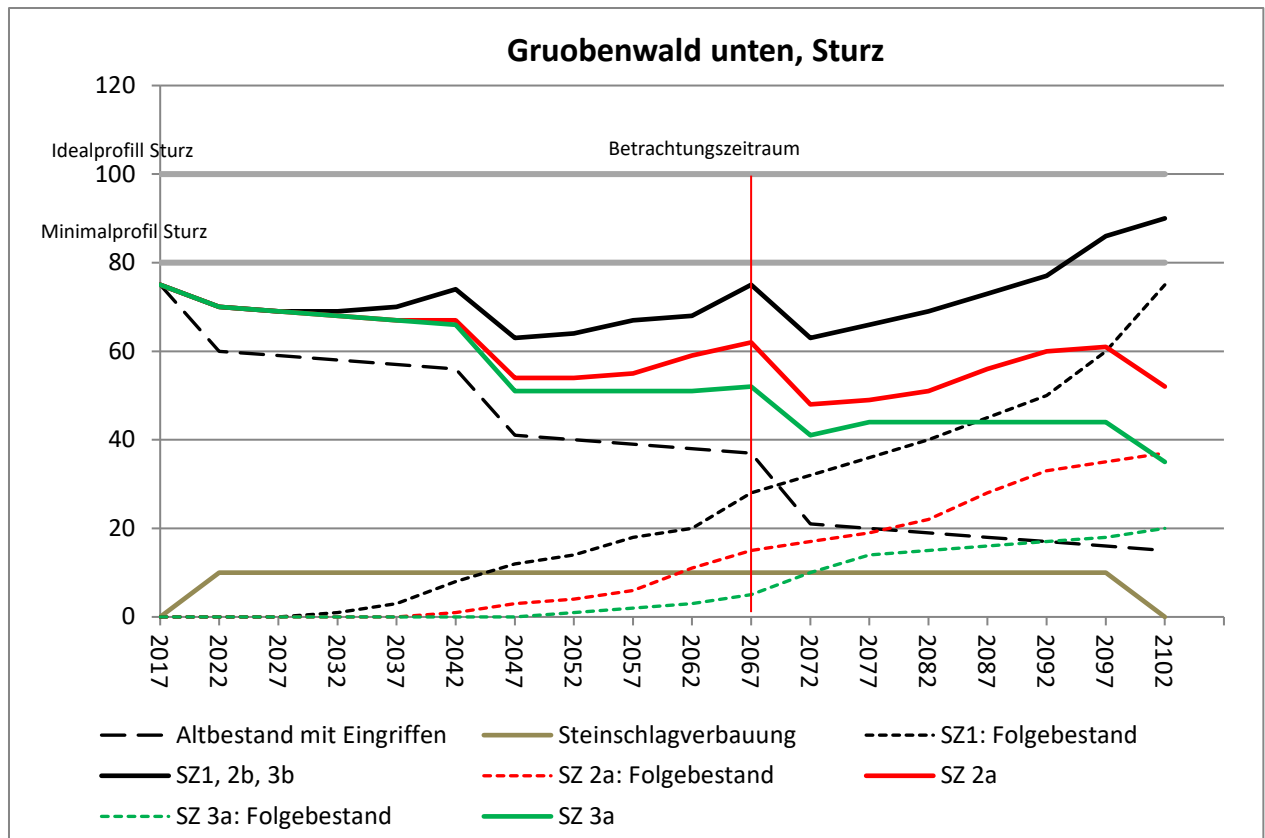


Abb. A 9: Entwicklung der Schutzwirksamkeit bezüglich Sturz

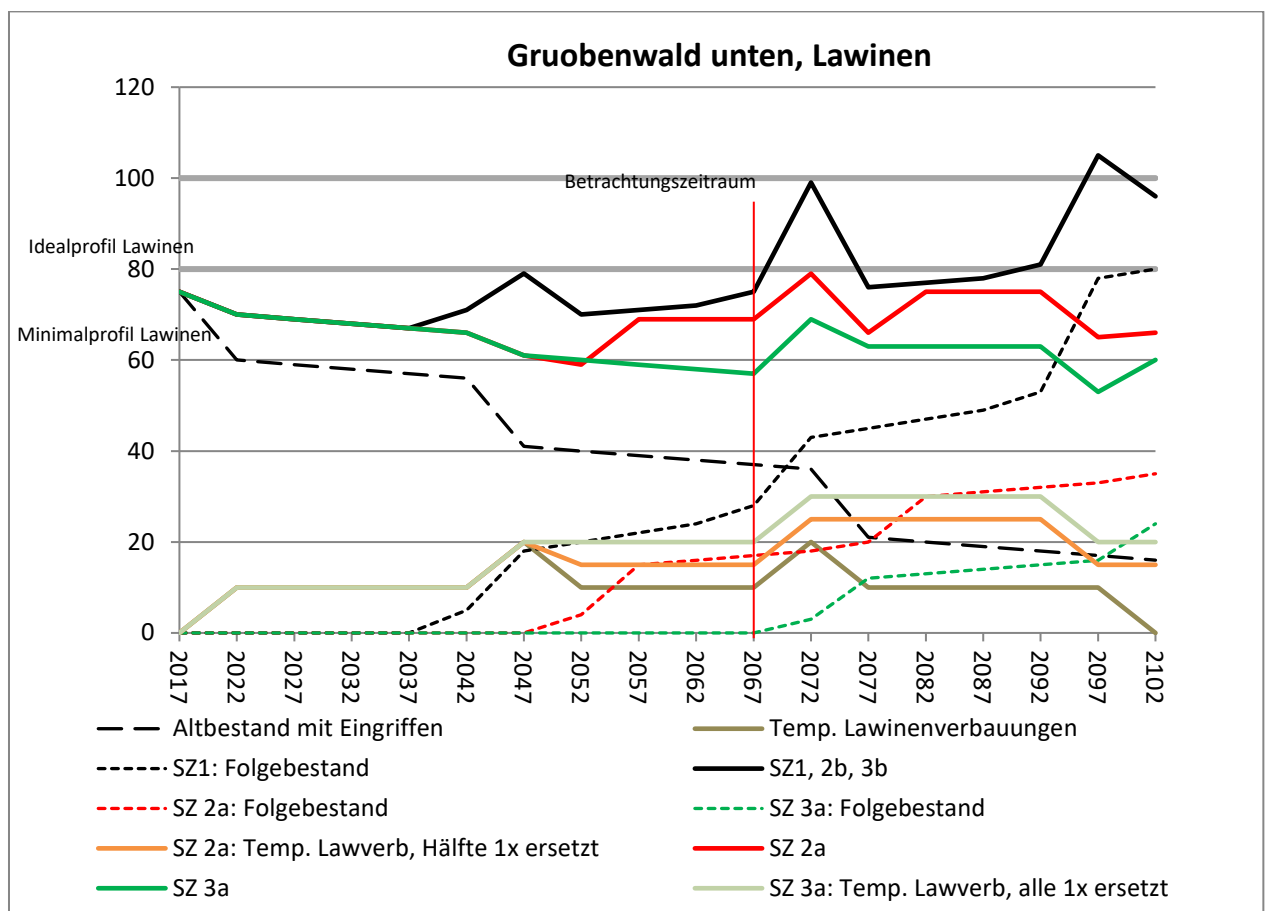


Abb. A 10: Entwicklung der Schutzwirksamkeit bezüglich Lawinen

Tschägibach

Beschreibung: Im Gegensatz zum Gruobwald ist im Teilgebiet Tschägibach der Buchenanteil auch im unteren Teil sehr gering, es sind nur wenige Samenbäume vorhanden. Im oberen Teil tritt die Buche natürlicherweise stark zurück (Tannen-Fichtenwald-Gesellschaften). Das Gebiet ist mehrheitlich mit starkem Fichten-Baumholz bestockt, die Tanne fehlt. Samenbäume von Bergahorn und Vogelbeere sind genügend vorhanden. Die Bestände sind lückig und weisen zahlreiche nicht NaiS-konforme Lücken auf. Es sind jährlich einzelne altersbedingte Abgänge zu verzeichnen, vorläufig aber nur wenige grösserflächige Zwangsnutzungen. Auf Grund der diffusen Lichtverhältnisse sind viele Partien stark vergrast, wodurch die Ansamung der Fichte nicht flächig möglich ist.

Das Gerinne des Tschägibachs verläuft teilweise direkt im Fels und weist dazwischen flachere Partien auf, in welchen Geschiebe deponiert werden kann. Die Gerinneabhängungen sind mehrheitlich bestockt. Vereinzelt sind Stellen mit Erosion vorhanden (siehe Abb. A 13: Erosionsspuren in unbestockten Flächen. Foto: N. Zürcher Abb. A 13).

Die zeitliche Entwicklung der Schutzwirksamkeit bezüglich Murgang ist aus der Abb. A 14 ersichtlich, diejenige bezüglich Sturz und Lawinen aus der Abb. A 9 resp. Abb. A 10.

Bemerkungen zur Waldentwicklung und den waldbaulichen Massnahmen:

- Entwicklung mit/ohne Massnahmen: Es wird davon ausgegangen, dass ohne Eingriffe bis in 50 Jahren noch ca. die Hälfte der heutigen Bäume vorhanden ist. Zur Schaffung verjüngungsgünstiger Lichtverhältnisse sind waldbauliche Eingriffe notwendig. Als Grundlage für die Kostenschätzung wird die Feinerschliessungsplanung des Forstbetriebs verwendet (vgl. Kap. 5.4.1).
- SZ1/SZ2a: Es wird davon ausgegangen, dass chemischer Verbisschutz der Tanne bei geringem Schalenwildruck wirksam vor Verbiss schützt, bei starkem Verbissdruck hingegen nicht. Da die Laub-Nebenbaumarten vorwiegend unter Sommerverbiss leiden wird chemischer Verbisschutz für diese Baumarten als nicht geeignet betrachtet. Deshalb wird im SZ2a von einer Verzögerung der Verjüngung ausgegangen. Wie die Wildschutzzäune im Mezzaseller-Wald bei vergleichbarem Samenangebot und Lichtverhältnisse zeigen, verjüngt sich Bergahorn, Vogelbeere und Mehlbeere in diesem Gebiet problemlos. Für das SZ1 wird deshalb davon ausgegangen, dass im Schatten von Vogelbeere und Mehlbeere die Vergrasung zurückgeht und sich die Verjüngungsbedingungen für die Fichte eher verbessern.
- SZ2b: Es wird davon ausgegangen, dass die Verjüngung der Buche und der Fichte durch den Schalenwildeinfluss verzögert wird. Die Buche mit chemischem Verbisschutz zu behandeln wird auf Grund der Wuchseigenschaften der Buche als nicht zielführend betrachtet. Die Fichte kann mit chemischem Verbisschutz geschützt werden. Auf Grund der Erfahrungen im Mezzaseller-Wald wird davon ausgegangen, dass ausser der Buche alle Baumarten im Stangenholzalter gegen Schälern mittels Polynet geschützt werden müssen.
- SZ3a/SZ3b: Für das Szenario 3 wird davon ausgegangen, dass die Verjüngung sämtliche Baumarten vor Verbiss geschützt werden muss, damit sie aufkommen kann. Da auf ca. ¾ der Fläche auf Grund der hohen Steinschlagaktivität Wildschutzzäune nicht wilddicht zu unterhalten sind, wird ein grossflächiger Zaun um den gesamten Untersuchungsperimeter herum in massiver Bauweise vorgesehen.

Bemerkungen zur Gefährdung durch Naturgefahren:

- Aktuell bestehen mehrere nicht NaiS-konforme Lücken (vgl. Abb. A 11). Durch den altersbedingten Ausfall sowie durch die Eingriffe verstärkt sich diese Problematik. Durch Schneerutsche, die bereits unter den heutigen Bedingungen losbrechen wird auch die Verjüngung in den Eingriffsflächen verhindert. Um die Verjüngung zu unterstützen wird deshalb bereits ab heute in längeren unbestockten Flächen der Einsatz von Dreibeinböcken und liegendem Holz vorgesehen (vgl. Abb. 10). Die Flächen wurden auf Grund der Besichtigung im Gelände und der Auswertung von Luftbildern und Gegenhangfotos ausgeschieden.
- Bereits unter dem heutigen Waldzustand ist mit Sturzprozessen (Stein und Holz) bis zur Nationalstrasse und RhB zu rechnen. Durch die geplanten Eingriffe wird diese Gefährdung erhöht. Aus diesem Grund befindet sich aktuell ein Steinschlagschutzprojekt in Planung. Die Kostenschätzung basiert auf der Vorstudie des entsprechenden Projektes (vgl. 5.4.3).
- SZ2a/SZ3a:
 - Sturz: Gemäss Kalberer 2011 werden die maximalen Sprunghöhen durch den Wald nur wenig beeinflusst, hingegen die Durchgangsfrequenz sehr stark. Das bedeutet, dass die Dimensionierung der Steinschlagschutzmassnahmen mit heutiger wie auch mit reduzierter Waldwirkung ähnlich ausfällt, hingegen bei reduzierter Waldwirkung deutlich mehr Steine und Holz hinter den



Verbauungen abgelagert werden. Somit ist für die Szenarien SZ2a und SZ3a mit höheren Unterhaltskosten im Vergleich zum SZ1 zu rechnen.

- Lawinen: Durch den Wildeinfluss wachsen die verbauten Flächen verzögert ein. Das bedingt, dass die Massnahmen gegen Gleitschnee/Waldlawinen ersetzt werden müssen um den benötigten Schutz während den verlängerten Verjüngungszeiträumen zu gewährleisten. Zusätzlich wird damit gerechnet, dass ab 2047 mit zusätzlichen Lawinenrisiken durch 100- und 300-jährliche Ereignisse gerechnet werden muss.
- Murgang: Durch die Zunahme von nicht NaiS-konformen Lücken nimmt durch Erosion ab ca. 2047 der Geschiebeeintrag in das Gerinne des Tschägibaches zu (vgl. Abb. A 13). Entsprechend ist mit höherer Murganggefährdung zu rechnen (vgl. Anhang 5).

Zum heutigen Zeitpunkt wird für das Teilgebiet Tschägibach das Szenario 2 mit kritischem Verbisssdruck als massgebend betrachtet.



Abb. A 11: Lückiger Bestandesaufbau im Gebiet Tschägibach. Quelle: Luftbild swisstopo.



Abb. A 12: Vergraste Partie mit Fichtenverjüngung im Hintergrund. Foto: N. Zürcher



Abb. A 13: Erosionsspuren in unbestockten Flächen. Foto: N. Zürcher

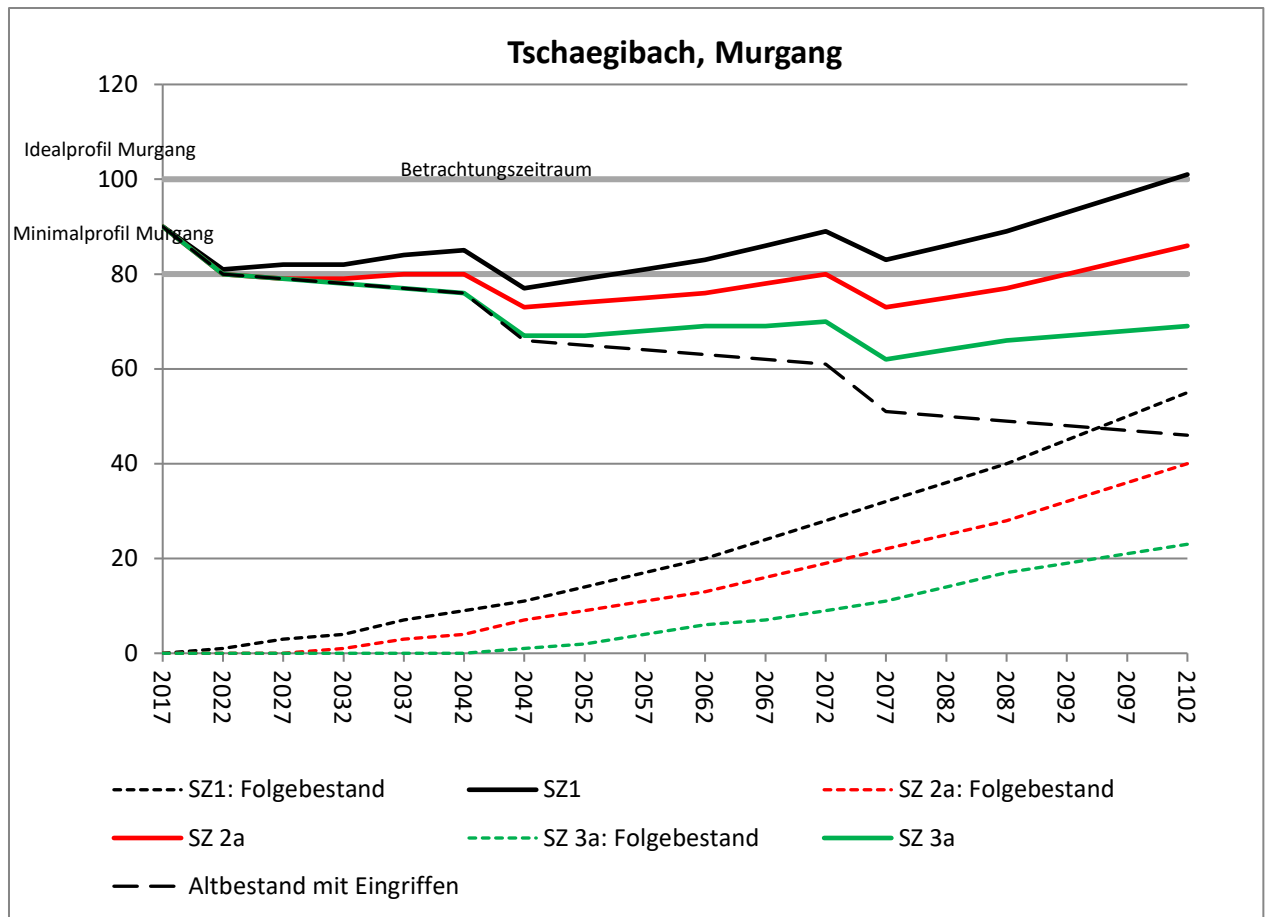


Abb. A 14: Entwicklung der Schutzwirksamkeit bezüglich Murgang (bezüglich Sturz und Lawinen siehe Abb. A 9 resp. Abb. A 10)

Anhang 5 Herleitung/Berechnung Murgangrisiken

Die Abschätzung der Murgangrisiken unter dem Szenario 3a im Gebiet Tschägibach erfolgte anhand der bestehenden Gefahrenkarte Wasser (AWN/tur GmbH 2016). Für den Zeitraum 2017-2046 wird davon ausgegangen, dass die aktuelle Gefährdungssituation besteht. Für das Szenario 3a wird 2047 von einer verschärften Gefährdungssituation ausgegangen. Aktuell werden in AWN/tur GmbH 2016 keine 30-jährlichen Ereignisse beschrieben. Das aktuell als 100-jährliches Ereignis Szenario wird auf Grund der sehr groben Beurteilung im Feld als zukünftig 30-jährliches Szenario verwendet und analog das aktuell 300-jährliche als zukünftig 100-jährliches Ereignis. Das 300-jährliche zukünftige Szenario entspricht dem zukünftigen 100-jährlichen Ereignis.

Auf Grund der in der Abb. A 15 dargestellten Intensitätskarten wurden mit dem Tool EconoMe light die Risiken für das Basisszenario SZ1 und das Szenario 3a berechnet. Im ebenfalls unten dargestellten Output aus EconoMe light entspricht das „Risiko vor Massnahmen“ dem erhöhten Risiko ab 2047 und das „Risiko nach Massnahme“ dem heutigen Zustand.

In der Kostenberechnung wurde das zukünftige jährliche Risiko, wie es in EconoMe light berechnet wurde, als jährliche Kosten ab 2047 eingesetzt und entsprechend abgezinst.



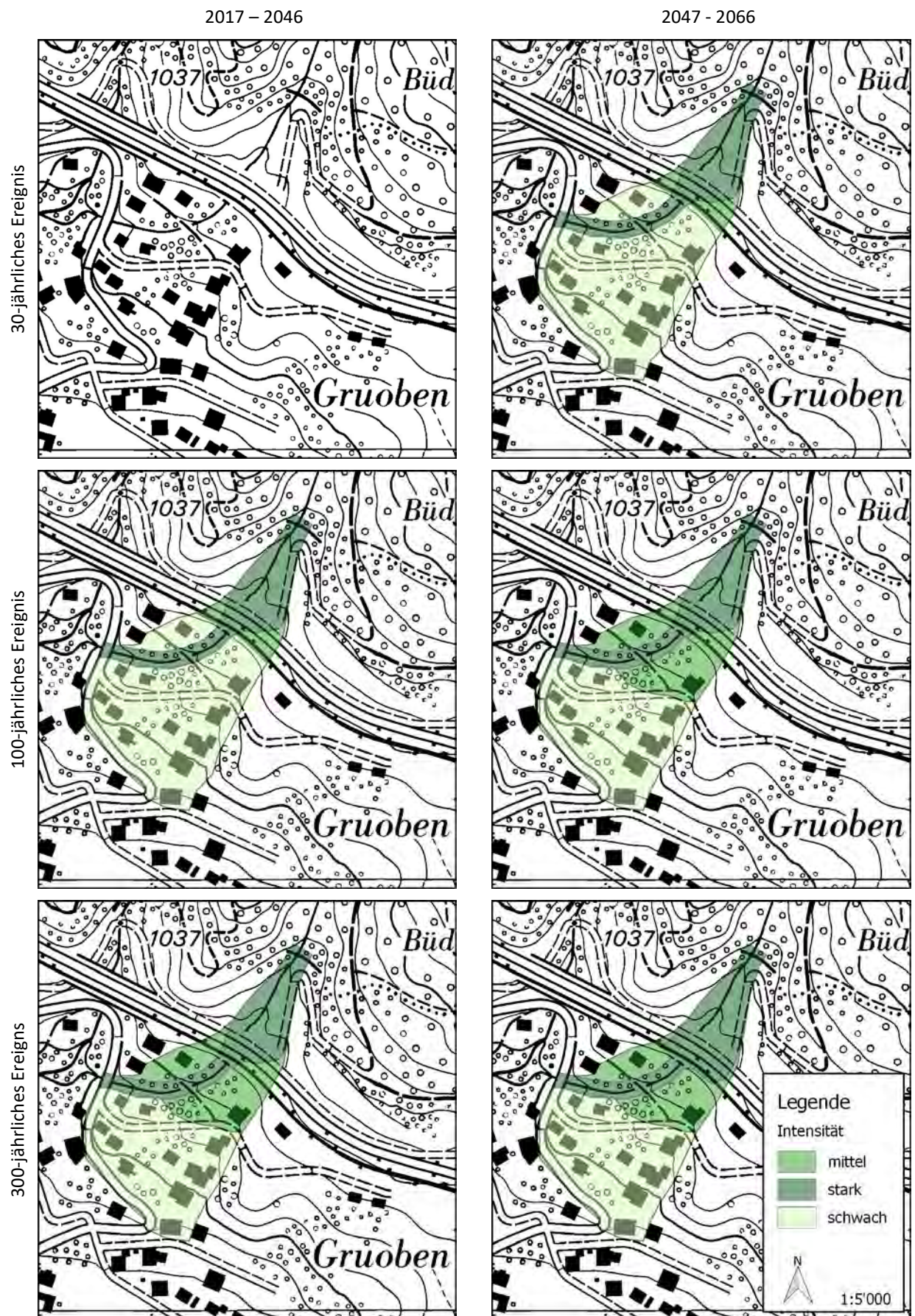


Abb. A 15: Intensitäten Wasser/Murgang für die Perioden 2017 - 2046 und 2047 – 2066.

EconoMe-Light Berechnung

14.11.2016, 16:59

Seite 1

Bearbeiter	Nora Zürcher-Gasser
Bezeichnung	Tschägibach
Gefahrenprozess	Murgang / Wasser aus Murgang
Massnahme	Wildeinfluss
Massnahmekosten pro Jahr	0

Konsequenzenanalyse

Schadenausmass Szenario 30, pr(A): 0.8									
Schadenpotenzial		Schadenausmass vor Massnahme				Schadenausmass nach Massnahme			
Objekttyp	Einheit	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF
Wohninheit Einfamilienhaus (à 2.24 Personen gemäss BFS) Personenbelegung: 2.24, Präsenzfaktor: 0.8, Wert: 650 000/Wohninheit	Wohninheit	11	0	0	858 591	0	0	0	0
Nationalstrasse, 25m Breite Tagesverkehr: 9300, Geschwindigkeit km/h: 80, Wert: 9 500/m	m	0	32	36	663 161	0	0	0	0
Kantonsstrasse, 12m Breite Tagesverkehr: 3500, Geschwindigkeit km/h: 60, Wert: 4 100/m	m	0	18	44	870 561	0	0	0	0
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 300, Geschwindigkeit km/h: 40, Wert: 2 300/m	m	286	0	13	101 160	0	0	0	0
Einspur Ø Personenbelegung/Zug: 60, Ø Personenzüge/Tag: 77, Ø Güterzüge/Tag: 0, Ø Geschwindigkeit Personenzüge km/h: 60, Ø Geschwindigkeit Güterzüge km/h: 0, Ø Geschwindigkeit Fahren auf Sicht km/h: 0, Ø Zuglänge Personenzüge: 60, Ø Zuglänge Güterzüge: 0, Sachwert Personenzug: 5000000 CHF, Anzahl Gleise: 1, Wert: 6 300/m, Geländeverhältnisse: günstige Verhältnisse, Anzahl Fahrten derselben Person/Tag: 2	m	0	50	23	529 752	0	0	0	0

Schadenausmass Szenario 100, pr(A): 0.5									
Schadenpotenzial		Schadenausmass vor Massnahme				Schadenausmass nach Massnahme			
Objekttyp	Einheit	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF
Wohninheit Einfamilienhaus (à 2.24 Personen gemäss BFS) Personenbelegung: 2.24, Präsenzfaktor: 0.8, Wert: 650 000/Wohninheit	Wohninheit	9	2	0	1 014 999	11	0	0	643 944
Nationalstrasse, 25m Breite Tagesverkehr: 9300, Geschwindigkeit km/h: 80, Wert: 9 500/m	m	0	32	36	497 371	0	32	36	497 371
Kantonsstrasse, 12m Breite Tagesverkehr: 3500, Geschwindigkeit km/h: 60, Wert: 4 100/m	m	0	18	44	652 920	0	18	44	652 920
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 300, Geschwindigkeit km/h: 40, Wert: 2 300/m	m	286	26	13	125 719	286	0	13	75 870
Einspur Ø Personenbelegung/Zug: 60, Ø Personenzüge/Tag: 77, Ø Güterzüge/Tag: 0, Ø Geschwindigkeit Personenzüge km/h: 60, Ø Geschwindigkeit Güterzüge km/h: 0, Ø Geschwindigkeit Fahren auf Sicht km/h: 0, Ø Zuglänge Personenzüge: 60, Ø Zuglänge Güterzüge: 0, Sachwert Personenzug: 5000000 CHF, Anzahl Gleise: 1, Wert: 6 300/m, Geländeverhältnisse: günstige Verhältnisse, Anzahl Fahrten derselben Person/Tag: 2	m	0	50	23	434 167	0	50	23	434 167



Schadenausmass Szenario 300, pr(A): 0.8									
Schadenpotenzial		Schadenausmass vor Massnahme				Schadenausmass nach Massnahme			
Objekttyp	Einheit	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF
Wohninheit Einfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS)	Wohninheit	9	2	0	1 353 332	9	2	0	1 353 332
Personenbelegung: 2,24, Präsenzfaktor: 0.8, Wert: 650 000/Wohninheit									
Nationalstrasse, 25m Breite	m	0	9	59	856 158	0	32	36	663 161
Tagesverkehr: 9300, Geschwindigkeit km/h: 80, Wert: 9 500/m									
Kantonsstrasse, 12m Breite	m	0	5	57	949 864	0	18	44	870 561
Tagesverkehr: 3500, Geschwindigkeit km/h: 60, Wert: 4 100/m									
Gemeindestrasse, 8m Breite	m	260	26	13	167 626	260	26	13	167 626
Tagesverkehr: 300, Geschwindigkeit km/h: 40, Wert: 2 300/m									
Einspur	m	0	14	58	550 240	0	50	23	530 513
Ø Personenbelegung/Zug: 60, Ø Personenzüge/Tag: 77, Ø Güterzüge/Tag: 0, Ø Geschwindigkeit Personenzüge km/h: 60, Ø Geschwindigkeit Güterzüge km/h: 0, Ø Geschwindigkeit Fahren auf Sicht km/h: 0, Ø Zuglänge Personenzüge: 60, Ø Zuglänge Güterzüge: 0, Sachwert Personenzug: 5000000 CHF, Anzahl Gleise: 1, Wert: 6 300/m, Geländeverhältnisse: günstige Verhältnisse, Anzahl Fahrten derselben Person/Tag: 2									

Auswertung individuelles Todesfallrisiko

Szenarien	vor Massnahme			nach Massnahme		
Szenario 30	2	2	5	4	0	5
Szenario 100	3	1	5	4	1	5
Szenario 300	3	1	5	3	1	1

Auswertung Schadenausmass, Risiko und Kostenwirksamkeit

Szenarien	Personenschaden		Sachschaden		Gesamtschaden		Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr			Kostenwirksamkeit
Szenario	vor Massnahme	nach Massnahme	vor Massnahme	nach Massnahme	vor Massnahme	nach Massnahme	vor Massnahme	nach Massnahme	Risikoreduktion	N/K Verhältnis
Szenario 30	1 421 491	0	1 601 734	0	3 023 225	0	70 542	0	70 542	0
Szenario 100	1 189 623	1 100 452	1 535 553	1 203 819	2 725 176	2 304 271	18 168	15 362	2 806	0
Szenario 300	1 776 826	1 541 017	2 100 394	2 044 176	3 877 220	3 585 193	12 924	11 951	973	0
Summe							101 634	27 312	74 321	0