



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 Puzzastg



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 3

4 Untersuchungsgebiet 4

5 Methode und Abgrenzungen 7

5.1 *Beschreibung der Methode* 7

5.2 *Abgrenzungen* 8

5.3 *Verwendete Szenarien* 8

5.4 *Annahmen für Kostenschätzungen* 11

5.4.1 *Eingriffe mit Holzanfall* 11

5.4.2 *Pflanzungen/Wildschadenverhütungsmassnahmen* 11

5.4.3 *Lawinenverbauungen* 14

5.4.4 *Erhöhte Murgangrisiken* 15

5.4.5 *Kostenberechnungen* 15

6 Resultate..... 15

7 Diskussion 21

8 Schlussfolgerungen 22

Literatur 24

Verwendete Geodaten 25

Anhang 1 Modellierung Höhenstufen heute / Zeitraum 2070-99..... 26

Anhang 2 Verjüngungszeiträume und Schalenwildeinfluss 28

Anhang 3 Beschreibung der Entwicklungsszenarien 32

Teil mit Verbauungen..... 32

Plaun d’Uaul..... 35

Anhang 4 Herleitung/Berechnung Murgangrisiken 38

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 „Puzzastg“ (Gde. Sumvitg) zeigt exemplarisch auf, welche ökonomischen Konsequenzen wildbedingte Verjüngungsprobleme in einem stark überalterten Schutzwald und unter schwierigen Verjüngungsbedingungen haben können.

Für die langfristige Erhaltung der Schutzwirksamkeit muss unter gleichbleibender Verbissbelastung mit Investitionen in Wildschadenverhütungsmassnahmen von ca. CHF 0.9 Mio über die nächsten 50 Jahre gerechnet werden. Werden diese Massnahmen nicht ergriffen, muss mit Kosten von ca. CHF 2.1 Mio für Schutzbauten und Risikoanstieg gerechnet werden. Dazu kommen wildbedingte Fehlinvestitionen von ca. CHF 500'000.- (temporäre Schutzbauten, die wildbedingt nicht eingewachsen sind) und Kosten von ca. CHF 450'000.- für den wildbedingten Ersatz temporärer Schutzbauten.

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 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 (Guobenwald-Tschägibach mit Ergänzung Putzerberg, Runfoppa, Puzzastg) beauftragt. Der vorliegende Bericht bearbeitet das Fallbeispiel Puzzastg.

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 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 Lawenschutzwaldes 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 gemäss unserem Wissen auch aus Frankreich (Boulangier Rakotoarison 2015) und Baden-Württemberg (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 Puzastg liegt in der Surselva, Kt. GR, in der Gemeinde Sumvitg (siehe Abb. 4-1). Auf Grund der unterschiedlichen standörtlichen Voraussetzungen und der Unterschiede im Bestandaufbau wird das Gebiet in zwei Teilgebiete aufgeteilt, welche nachfolgend beschrieben werden. Eine detaillierte Beschreibung der Verhältnisse in den beiden Teilgebieten ist in den Anhängen 2 und 3 zu finden.

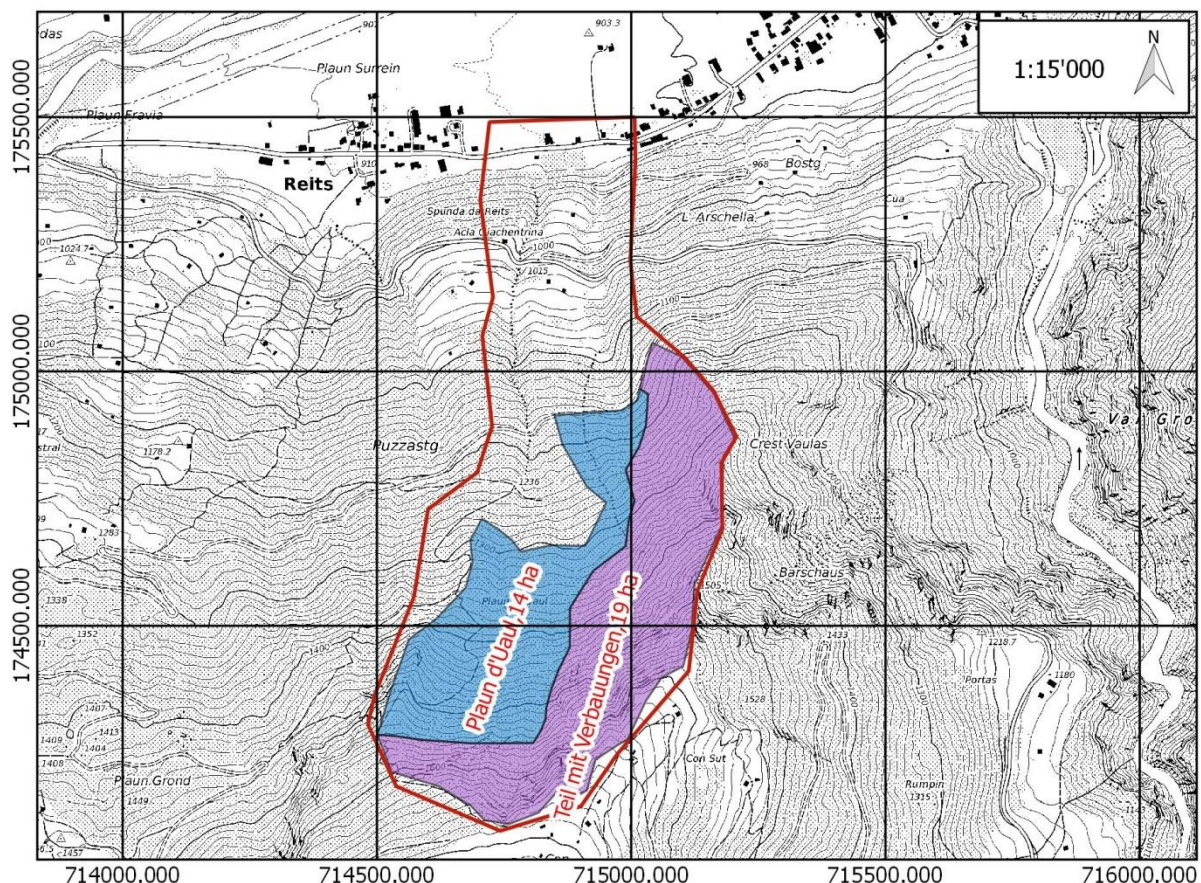


Abb. 4-1: Untersuchungsgebiet Puzastg in der Gemeinde Sumvitg mit den zwei Teilgebieten.



Teil mit Verbauungen



Abb. 4-2: Teil mit Verbauungen und Zwangsnutzungen. Foto: N. Zürcher 2015

Gefahrenpotential	Lawinen. Zahlreiche bestehende Lawinerverbauungen (permanent und temporär).
Schadenpotential	Ständig bewohntes Siedlungsgebiet (Fraktion Surrein), Gemeindestrasse, Schutzwald.
Häufigste Waldstandorte	Subalpine Fichtenwälder (55, 57C, 57V), hochmontane Tannen-Fichtenwälder (50, 50P, 50Pr, 51, 51M)
Beschreibung	<p>Fi 90%, Ta 10%, Laubbaumarten vereinzelt</p> <p>Schwaches bis starkes Baumholz, locker bis aufgelöst. Durch die schlechte Verankerung ereigneten sich regelmässig Schäden durch Schneedruck und Windwurf. Dadurch entstanden eine gemischte Altersstruktur und in den letzten Jahren umfangreiche Bestandeslücken. Im obersten Teil befinden sich die Bestände mehrheitlich in der Zerfallsphase.</p> <p>Das Problem der Überalterung und der wildbedingt fehlenden Verjüngung ist schon lange bekannt. Die Verjüngung der Fichte, Vogelbeere und Pionierbaumarten wurde durch den hohen Wilddruck weitgehend verhindert. Dadurch entstand an vielen Stellen starke Verunkrautung, welche heute die Verjüngung weiter erschwert. Heute fehlt der Ta-Aufwuchs, der Fi-Aufwuchs fehlt im oberen Teil weitgehend, weiter unten sind vereinzelt junge Fichten vorhanden, die stark geschält wurden.</p> <p>Schutz gegen Lawinen in mehreren Schneisen ungenügend. Waldlawinen mit Schäden am Schutzwald möglich.</p>

Plaun d'Uaul



Abb. 4-3: Plaun d'Uaul mit grossen Bestandeslücken. Foto: N. Zürcher, 2015

Gefahrenpotential	Rutschungen/Murgang, Kleinlawinen
Schadenpotential	Ständig bewohntes Siedlungsgebiet (Fraktion Surrein), Gemeindestrasse, Schutzwald.
Häufigste Waldstandorte	hochmontane Tannen-Fichtenwald-Gesellschaften (50, 50P, 50Pr, 51, 51M)
Beschreibung	<p>Fi 85%, Ta 14%, Laubbaumarten 1%</p> <p>Mittleres bis starkes Baumholz, locker bis aufgelöst, mehrheitlich in Zerfallsphase. Das Problem der Überalterung und der wildbedingt fehlenden Verjüngung ist schon lange bekannt. Durch Zwangsnutzungen entstanden umfangreiche Bestandeslücken. Die Verjüngung sämtlicher Baumarten wurde durch den hohen Wilddruck weitgehend verhindert. Dadurch entstand an vielen Stellen starke Verunkrautung, welche heute die Verjüngung weiter erschwert.</p> <p>Ta-Aufwuchs fehlt heute weitgehend, Fi-Aufwuchs vereinzelt vorhanden, wurde stark geschält. Schutz gegen Lawinen in mehreren Schneisen ungenügend, Waldlawinen mit Schäden am Schutzwald möglich. Mehrere nicht NaiS-konforme Lücken bezüglich Rutschungen, Rutschungen/Murgänge bis ins Siedlungsgebiet möglich.</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. Dies ist beispielhaft in der Abb. 5-1 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 3 enthalten.

Anhand gutachtlicher Beurteilung im Feld durch mehrere Personen (M. Frehner, N. Zürcher, F. Cathomas, R. Lutz) 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. Auf Grund dieser Waldentwicklungsszenarien werden Szenarien für die Entwicklung des Gefahrenpotentials durch die massgebenden Naturgefahren hergeleitet.

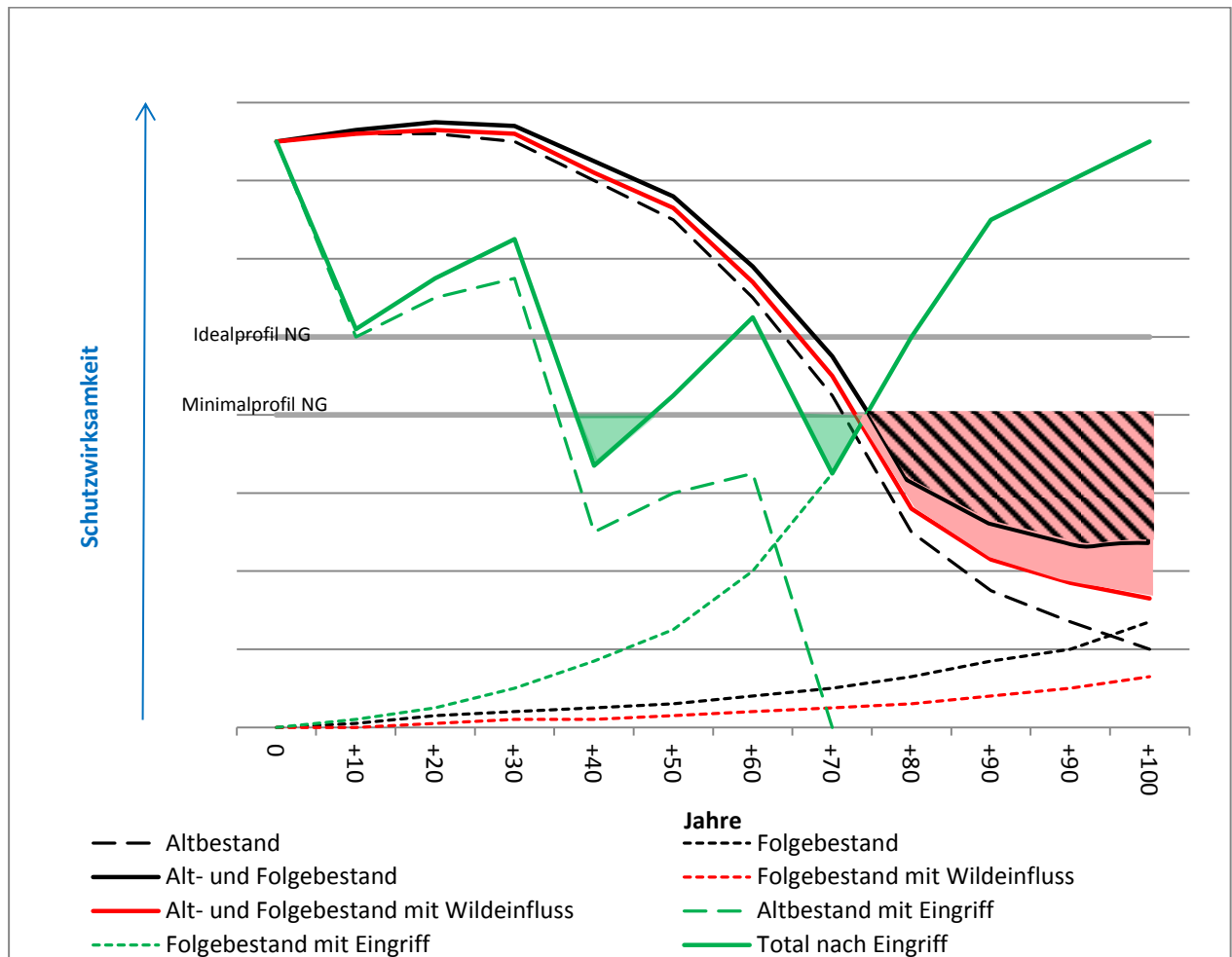


Abb. 5-1 Schematische Darstellung der Waldentwicklung resp. der Schutzwirksamkeit unter verschiedenen Szenarien. Die schwarz schraffierte Fläche stellt das Schutzdefizit unter „normaler“ Waldentwicklung (d.h. ohne menschliche Eingriffe und mit tragbarem Wildeinfluss) dar, die rote Fläche dasjenige mit 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 Puzastg in der Gemeinde Sumvitg GR mit einer Fläche von 33ha (Perimeter 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 verzichtet wurde, d.h. dass z.B. beschlossene jagdliche Massnahmen nicht oder ungenügend umgesetzt wurden (wie im vorliegenden Fallbeispiel) 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 zum Erhalt des heutigen Sicherheitsniveaus nötig werden (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, d.h. Investitionen, deren Ziele wildbedingt nicht erreicht werden können.

Um einen Vergleich zu ermöglichen werden die Gesamtkosten nur als grober Kostenrahmen 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 (vgl. Tab. 5-1):

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 verbissempfindlicher 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, waldbauliche Behandlung inkl. nötigen/theoretisch möglichen technischen Schutzmassnahmen vor Wildschäden

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. Der Aufwuchs verbissempfindlicher 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 verbissempfindlichen Hauptbaumarten und Nebenbaumarten funktioniert nicht.

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

3b: Verbiss kritisch untragbar, waldbauliche Behandlung inkl. nötigen/theoretisch möglichen technischen Schutzmassnahmen vor Wildschäden

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 verbissempfindlichen 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 das Entwicklungsniveau von Szenario 1 erreicht wird.

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

Für die Kostenabschätzungen der Eingriffe mit Holzanfall wird angenommen, dass:

- der Altbestand bis in ca. 80 Jahren keine nennenswerte Schutzwirkung mehr übernehmen kann;
- der Folgebestand ca. 40 Jahre benötigt, um bezüglich Lawinen und Rutschungen eine genügende Schutzwirksamkeit aufzuweisen
- im Lawinen- und Rutschungs-Schutzwald ein Deckungsgrad der Entwicklungsstufen Stangenholz und grösser von mindestens 50% benötigt wird.
- ca. 10% der Fläche bereits unbestockt sind.

Das bedeutet, dass bis in 40 Jahren auf 40% der Fläche der Altbestand nicht mehr vorhanden sein sollte, so dass genügend Platz für die Verjüngung vorhanden ist.

Weiter werden folgende Überlegungen gemacht:

- Auf Grund der Erfahrungen in den letzten Jahren liegt der Anteil an Zwangsnutzungen bei ca. 50%.
- In den letzten Jahren betrug die jährliche „normal“ Nutzungsmenge (d.h. ohne Zwangsnutzungen) ca. 100m^3 bei Holzbringungskosten von ca. CHF 200.-/m³ und einem Holzerlös von CHF 60.-/m³ (d.h. Nettokosten von 140.-/m³).
- Auf Grund der Vorratsschätzung nach LIDAR weist der Teil mit Verbauungen einen Vorrat von durchschnittlich ca. $450\text{m}^3/\text{ha}$ auf. Im Plaun d'Uaul stocken ca. $300\text{m}^3/\text{ha}$. Das ergibt einen Gesamtvorrat von ca. $8'550\text{m}^3$ resp. 4200m^3 je Teilgebiet.
- Wird davon ausgegangen, dass der Vorrat gleichmässig auf die Fläche verteilt ist (was natürlich eine grobe Vereinfachung ist), muss in den kommenden 40 Jahren 40% des Vorrats entfernt werden muss, d.h. 3420m^3 resp. 1680m^3 in 40 Jahren, wovon die Hälfte Zwangsnutzungen sind.
- Ebenfalls vereinfachend wird davon ausgegangen, dass die Zwangsnutzungen dieselben Kosten aufweisen wie die regulären Holznutzungen.

Das ergibt eine jährliche Nutzungsmenge (inkl. Zwangsnutzungen) von 85m^3 im Teilgebiet mit Verbauungen resp. 42m^3 im Plaun d'Uaul über 40 Jahre bei Nettokosten von CHF 140.-/m³.

5.4.2 Pflanzungen/Wildschadenverhütungsmassnahmen

Abschätzung der nötigen Verjüngung:

Für die Abschätzung der nötigen Verjüngung wird analog zu oben davon ausgegangen, dass

- a) der Altbestand bis in ca. 80 Jahren keine nennenswerte Schutzwirkung mehr übernehmen kann;
- b) der Folgebestand ca. 40 Jahre benötigt, um bezüglich Lawinen und Rutschungen eine genügende Schutzwirksamkeit aufzuweisen
- c) im Lawinen- und Rutschungs-Schutzwald ein Deckungsgrad der Entwicklungsstufen Stangenholz und grösser von mindestens 50% benötigt wird.

Das bedeutet, dass bis in 40 Jahren die gesamte Waldfläche verjüngt werden muss, um in 80 Jahren, d.h. wenn nicht mehr mit einer nennenswerten Schutzwirkung des Altbestandes zu rechnen ist, wieder eine genügende Schutzwirksamkeit zu haben.

Aufgrund dieser Annahmen wird folgende Modellüberlegung getätigt (vgl. Abb. 5-2):

- Wird eine Hektare in 25 x 25m-Quadrate aufgeteilt, muss jedes zweite Feld bedeckt sein.
- Im „Endzustand“, d.h. wenn die Bäume das Baumholzalter erreicht haben, soll innerhalb dieser Quadrate ca. alle 10m (im Dreiecksverband) ein Baum stehen.
- Im Stangenholzalter soll ca. im Halb-Endabstand (d.h. für Fichte und Tanne alle 5m) ein Baum zur Verfügung stehen.
- Muss diese Stammzahl mit Zäunen erreicht werden, bedeutet dies, dass pro 25 x 25m-Quadrat ca. 25 Zäune à 8m' (2m Seitenlänge) erstellt werden müssen.

- Da trotz Wildschutz und Pflege zwischen Jungwuchs- und Stangenholzalter von einer gewissen Stammzahlabnahme ausgegangen werden muss, wird davon ausgegangen, dass pro Zaun 2 Pflanzen eingesetzt werden müssen.
- Das ergibt 400 Zäune/ha resp. 800 Pflanzen/ha, mit einer Zielstammzahl von 200 Stk./ha im Baumholz.

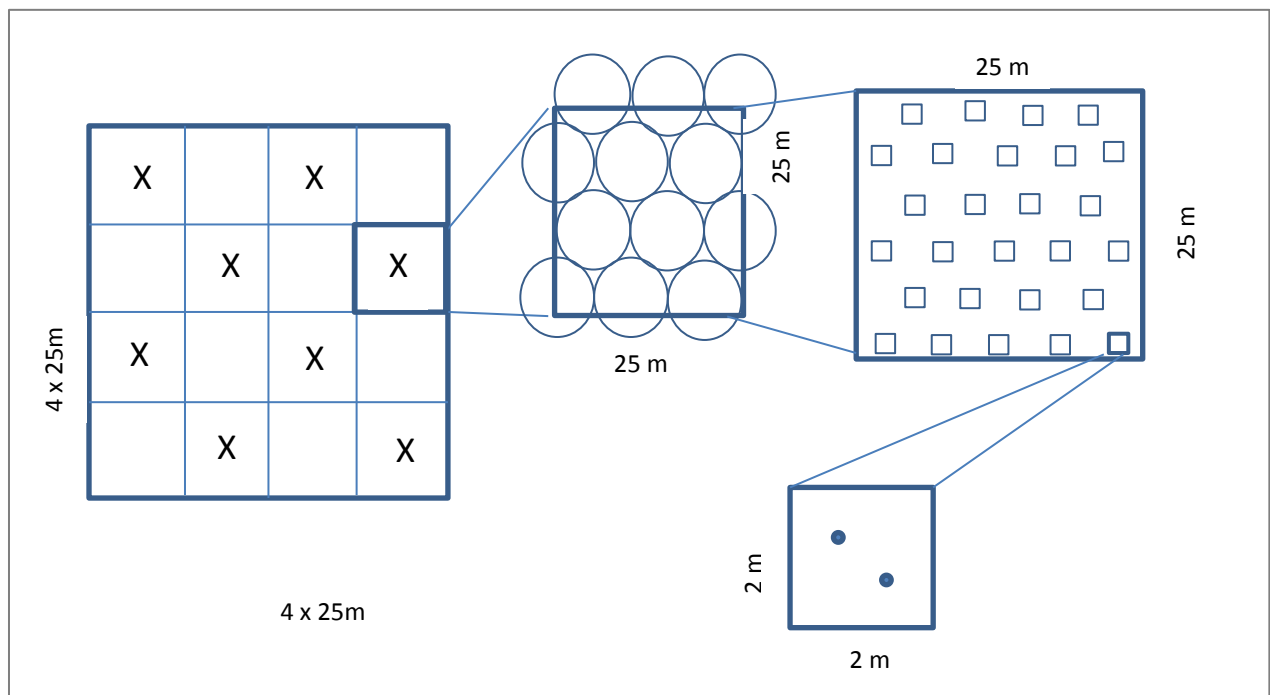


Abb. 5-2: Schema für die Abschätzung der nötigen Verjüngung

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) werden in der Verjüngung für das gesamte Untersuchungsgebiet folgende Baumartenanteile angestrebt:

- Mind. 20% Ta (ganzes Gebiet hochmontan, Minimalanforderungen Ta-Anteil 10% im Nebenareal, mehr als 20% scheint aus heutiger Sicht nicht realistisch)
- Max. 70% Fi (Borkenkäferanfälligkeit nimmt eher zu, deshalb ist Anteil in Zukunft eher zu senken)
- Mind. 10 % B'Ah, Vb, W'Erl, G'Erl

Durchwuchszeit/Beurteilung des Wildeinflusses:

Anhand der bestehenden Wildschutzzäune sowie der gutachterlichen Beurteilung im Gelände wird von folgenden Verjüngungszeiträumen ausgegangen (Herleitung vgl. Anhang 2):

Teilgebiet mit Verbauungen:

- SZ1: 40-45 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ2a: 50-55 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ3a: Totalausfall der Verjüngung über Jahrzehnte

Teilgebiet Plaun d'Uaul:

- SZ1: 35-40 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ2a: 45-50 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ3a: Totalausfall der Verjüngung über Jahrzehnte

Pflanzungen:

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

Chemischer Verbisschutz:

Für den Verbisschutz 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 -.50/Stk./Jahr eingesetzt.

Einzelschütze:

Auf Grund der topografischen Verhältnisse, der hohen Steinschlagaktivität und der Schneeverhältnisse muss von einer massiven Bauweise für Einzelschütze ausgegangen werden. Gemäss der im Forstbetrieb Sumvitg gemachten Erfahrungen gilt eine Konstruktion mit vier Pfählen à ca. 2.5m Höhe im Abstand von 2 m, oben verbunden mit einer Latte und mit Drahtgeflecht eingefasst, als stabil. Die Kosten hierfür werden auf CHF 100.-/m' bzw. CHF 800.-/Stk. veranschlagt. Es wird mit 2% der Investitionskosten an jährlichen Unterhaltskosten und gemäss AWN 2016a einer Lebensdauer von 20 Jahren gerechnet. Es wird davon ausgegangen, dass auf Grund der langen Verjüngungszeiträume die Einzelschütze einmal ersetzt werden müssen.

Polynet:

Ebenfalls auf Grund der langen Verjüngungszeiträume wird damit gerechnet, dass nach Abbruch der Zäune ein Teil der Bäume mit Polynet gegen Schälern geschützt werden muss. Pro zu schützendem Baum wird gemäss AWN 2016a mit einem Ansatz von 10.-/Stk und einer Lebensdauer von 10 Jahren gerechnet.

Grossflächiger Zaun:

Wo es auf Grund der topografischen Verhältnisse oder wegen Steinschlag nicht möglich ist, die geforderte Verjüngungszammzahl mit Einzelschützen zu schützen, wird die Variante eines grossflächigen Wildschutzzaunes in massiver Bauweise berechnet (vgl. Abb. 5-3).

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

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

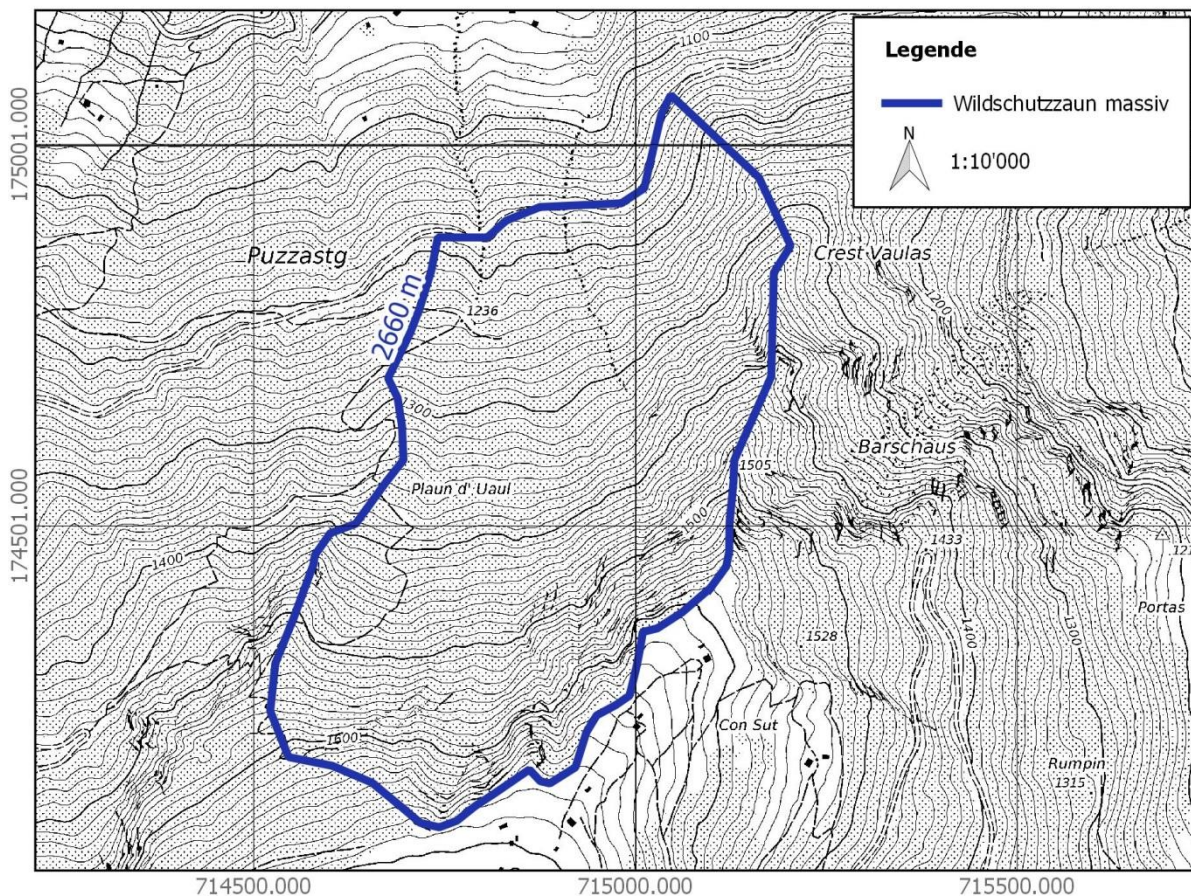


Abb. 5-3: Grossflächiger, massiver Wildschutzzaun

5.4.3 Lawinerverbauungen

Gemäss Beurteilung im Feld resp. den Erfahrungen der vergangenen Jahre wird mit folgenden Lawinenschutzmassnahmen gerechnet:

- Ersatz von temporären Lawinerverbauungen, in deren Wirkungsbereich wildbedingt keine Verjüngung aufgekommen ist. Berücksichtigt werden nur diejenigen Verbauungen, wo tatsächlich das Wild verantwortlich ist für die fehlende Verjüngung. Bereiche, in denen das Gelände aus heutiger Sicht als nur beschränkt waldfähig beurteilt werden muss werden nicht berücksichtigt (vgl. Abb. 5-4).
- Verbau weiterer Schneisen mit temporären Lawinerverbauungen, deren Einhänge wildbedingt waldfrei bleiben resp. werden.

Die entsprechenden Verbaulflächen resp. –längen sind in der Abb. 5-4 enthalten. Auf Grund der Hangneigung wird in Anlehnung an Margreth 2007 mit 500m²/ha Verbauungen gerechnet.

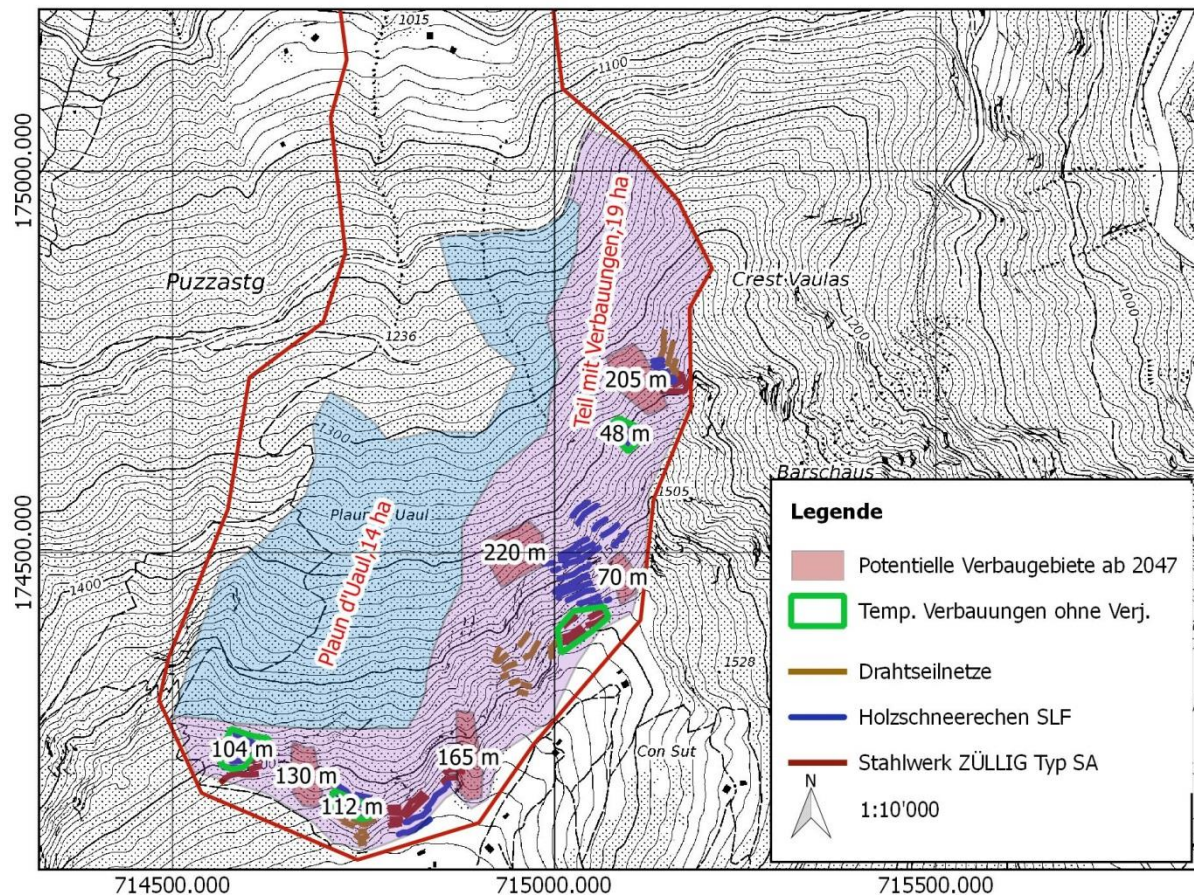


Abb. 5-4: Lawinenschutzmassnahmen. Grün umrandet sind diejenigen temporären Verbauungen, in deren Wirkungsbereich *wildbedingt* keine Verjüngung aufgekommen kann.



Tab. 5-2: Annahmen für die Kostenschätzungen Lawinenverbau

Ersatz temporärer Lawinenverbau	
Beschrieb	Ersatz der heute bestehenden temporären Lawinenverbauungen auf waldfähigen Standorten mit Rempar Grischun D _k 3m
Anzahl	250m' (vgl. Abb. 5-4)
Kosten	CHF 1'500.-/m' (in Anlehnung an AWN 2016b, schwieriges Gelände, nicht erschlossen)
Lebensdauer	30 Jahre (gemäss BAFU 2016)
Unterhaltskosten	2% (gemäss BAFU 2016)
Permanenter Lawinenverbau	
Beschrieb	Einbau permanenter Lawinenverbauungen (Stahlschneebrücken oder Schneenetze).
Anzahl	800m' (vgl. Abb. 5-4)
Kosten	CHF 2'700.-/m' (in Anlehnung an AWN 2016b, schwieriges Gelände, nicht erschlossen)
Lebensdauer	80 Jahre
Unterhaltskosten	1% der Investitionskosten, gemäss BAFU 2016

5.4.4 Erhöhte Murgangrisiken

Die Herleitung der erhöhten Murgangrisiken wurden gemäss der Methode EconoMe 4.0 mit dem Internet-basierten Tool EconoMe light durchgeführt (BAFU 2016). Die dafür notwendigen Intensitätskarten sowie die Ergebnisse aus EconoMe light sind in Anhang 4 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. 6-3 und Tab. 6-4). Dabei wird vereinfachend angenommen, dass sich das Risiko zu einem bestimmten Zeitpunkt ändert (tatsächlich findet die Veränderung schleichend statt).

5.4.5 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. 6-1 und Tab. 6-2 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 3 verwiesen.

Zum heutigen Zeitpunkt wird für das gesamte Untersuchungsgebiet das Szenario 3 mit untragbarem Verbissdruck als massgebend betrachtet (rot markiert in den folgenden Tabellen).

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

Tab. 6-1: Szenarienbeschreibung Teil mit Verbauungen (ca. 19ha)

Szenario	Altbestand	Folgebestand	Lawinen	Wildbedingte Kosten
1: Verbiss tragbar, normale waldbauliche Behandlung („Basisszenario“)	Starker Rückgang der Stz, in ca. 80 Jahren kein nennenswerter Altbestand mehr vorhanden (altersbedingt, ZN). ZN wie in den letzten Jahren praktisch jährlich beobachtet (Windwurf, Borkenkäfer, Entnahme von Gefahrenträger in Verbauungen)	Verjüngung von Fi und Vb funktioniert problemlos. Innerhalb von 45-50 Jahren wird der Folgebestand schutzwirksam (relativ lange Verjüngungszeiträume auf Grund der topografischen Verhältnisse). Es wird davon ausgegangen, dass auf Grund der schwierigen topografischen Situation das NaiS-Minimalanforderungsprofil nicht erreicht werden kann. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), Ta chemisch geschützt	Hauptanrissgebiete sind verbaut. Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ersatz der temporären Werke ab 2017 (ca. 250m') zur Erhaltung der aktuellen Schutzwirksamkeit der Verbauungen Ab 2057 muss (unter Berücksichtigung der bestehenden Verbauungen) nicht mehr mit Schäden durch Lawinen gerechnet werden	Ersatz temporäre Verbauungen auf Grund des Schalenwildeinflusses seit 1990
2a: Verbiss kritisch, normale waldbauliche Behandlung	Siehe Szenario 1 (SZ1)	Verjüngung der Fi funktioniert. Verjüngung der Vb ist verzögert, dadurch etwas stärkere Vegetationskonkurrenz und leicht verzögerte Verjüngung der Fi. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), Ta chemisch geschützt, Ta fällt trotzdem aus, UL fällt zur Hälfte aus. Dadurch weitere Verzögerung der Verjüngung.	Hauptanrissgebiete sind verbaut. Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ersatz der temporären Werke ab 2017 (ca. 250m') zur Erhaltung der aktuellen Schutzwirksamkeit der Verbauungen Ab 2067 muss (unter Berücksichtigung der bestehenden Verbauungen) nicht mehr mit Schäden durch Lawinen gerechnet werden	Ersatz temporäre Verbauungen auf Grund des Schalenwildeinflusses seit 1990 Wildbedingte Fehlinvestitionen Pflanzung/chem. Schutz Ta und 50% der Pflanzungen von UL Länger anhaltendes Risiko bezüglich Waldlawinen, nicht quantifiziert
2b: Verbiss kritisch, nötige/theoretisch mögliche waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Verjüngung der Fi funktioniert. Verjüngung der Vb ist verzögert, dadurch etwas stärkere Vegetationskonkurrenz und leicht verzögerte Verjüngung der Fi. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), + chem. Verbisschutz Fi, Einzelschütze + Polynet Ta und UL	Hauptanrissgebiete sind verbaut. Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ersatz der temporären Werke ab 2017 (ca. 250m') zur Erhaltung der aktuellen Schutzwirksamkeit der Verbauungen Ab 2057 muss (unter Berücksichtigung der bestehenden Verbauungen) nicht mehr mit Schäden durch Lawinen gerechnet werden	Ersatz temporäre Verbauungen auf Grund des Schalenwildeinflusses seit 1990 chemischer Verbisschutz Fi Einzelschütze/Polynet Ta/UL Einsparung chem. Schutz Ta
3a: Verbiss untragbar, normale waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Verjüngung der Fi/Vb funktioniert nicht. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), Ta chemisch geschützt, Fi, Ta und UL fällt aus	Lawinen mittleren Ausmasses erreichen die Gebäude bei Reits/Giachentrina ab ca. 2047 Ersatz der temporären Werke ab 2017 (ca. 250m') zur Erhaltung der aktuellen Schutzwirksamkeit der Verbauungen Ergänzung der permanenten Werke ab ca. 2047 in mind. 2 Lawinenschneisen (Annahme: ca. 800m')	Ersatz temporäre Verbauungen auf Grund des Schalenwildeinflusses seit 1990 Wildbedingte Fehlinvestitionen Pflanzung/chem. Schutz Ta und der Pflanzungen von Fi und UL Lawinenverbauungen
3b: Verbiss untragbar, nötige/theoretisch mögliche waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Naturverjüngung der Fi/Vb funktioniert nicht. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), Grossflächiger, massiver Wildschutzzaun.	Hauptanrissgebiete sind verbaut. Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ersatz der temporären Werke ab 2017 (ca. 250m') zur Erhaltung der aktuellen Schutzwirksamkeit der Verbauungen Ab 2057 muss (unter Berücksichtigung der bestehenden Verbauungen) nicht mehr mit Schäden durch Lawinen gerechnet werden	Ersatz temporäre Verbauungen auf Grund des Schalenwildeinflusses seit 1990 Fi-/Ta-/UL-Pflanzungen Massiver Wildschutzzaun Einsparung chem. Schutz Ta

Tab. 6-2: Szenarienbeschreibung Alter Teil Plaun d'Uaul (ca. 14h)

Szenario	Altbestand	Folgebestand	Lawinen	Rutschungen	Wildbedingte Kosten
1: Verbiss tragbar, normale waldbauliche Behandlung („Basisszenario“)	Starker Rückgang der Stz, in ca. 80 Jahren kein nennenswerter Altbestand mehr vorhanden (altersbedingt, ZN). ZN wie in den letzten Jahren praktisch jährlich beobachtet (Windwurf, Borkenkäfer,)	Im Schutz des Altbestandes kann sich v.a. Ta-Vorverjüngung etablieren, welche beim Wegfall der alten Bäume sofort zulegen kann und einen Vorsprung vor der Vegetationskonkurrenz aufweist. Nach ca. 35-40 Jahren ist der Folgebestand schutzwirksam gegen Lawinen, gegen Rutschungen bereits nach ca. 15 Jahren. Unterstützung der Verjüngung (1/3 der benötigten Stz) an günstigen Stellen mit Fi-, Ta-, UL-Pflanzungen, Ta chemisch geschützt.	Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ab 2057 muss nicht mehr mit relevanten Lawinen gerechnet werden	Rutschungen bis Giachentrina möglich Ab 2067 muss nicht mehr mit relevanten Rutschungen gerechnet werden	Keine
2a: Verbiss kritisch, normale waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Verjüngung der Fi ist funktioniert grundsätzlich. Ta fällt aus (mässiges Samenangebot + Wilddruck). Verjüngung der Vb ist verzögert. Unterstützung der Verjüngung (1/3 der benötigten Stz.) an günstigen Stellen mit Fi-, UL-, Ta-Pflanzungen, Ta chem. geschützt, Ausfall gepflanzte Ta trotz chem. Verbisschutz, Ausfall Naturverjüngung Tanne da nur mässig Samenbäume und viel Verunkrautung, UL fällt zur Hälfte aus. Dadurch Verzögerung der Verjüngung.	Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ab 2067 muss nicht mehr mit relevanten Lawinen gerechnet werden	Rutschungen bis Giachentrina möglich Gefährdung bleibt bestehen (nicht quantifiziert)	Wildbedingte Fehlinvestitionen für Ta-Pflanzungen inkl. chem. Verbisschutz und 50% der UL-Pflanzungen Länger anhaltendes heutiges Rutschungsrisiko, nicht quantifiziert
2b: Verbiss kritisch, nötige/theoretisch mögliche waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Verjüngung der Fi funktioniert grundsätzlich. Ta fällt aus (mässiges Samenangebot + Wilddruck). Verjüngung der Vb ist verzögert. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), + chem. Verbisschutz Fi, Einzelschütze+ Polynet Ta und UL	Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ab 2057 muss nicht mehr mit relevanten Lawinen gerechnet werden	Rutschungen bis Giachentrina möglich Ab 2067 muss nicht mehr mit relevanten Rutschungen gerechnet werden	Chemischer Verbisschutz Fi Einzelschütze/Polynet Ta/UL Einsparung chem. Schutz Ta
3a: Verbiss untragbar, normale waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Verjüngung der Fi sehr stark verzögert. Verjüngung der Ta/Vb funktioniert nicht. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz), Ta chemisch geschützt, Ta und UL fällt aus	Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich, diese Gefährdung bleibt langfristig bestehen (nicht quantifiziert).	Rutschungen bis Giachentrina möglich Ab ca. 2042 relevanter Risikoanstieg gem. IK	Wildbedingte Fehlinvestitionen für ca. 50% der Ta/VB-Pflanzungen inkl. chem. Verbisschutz Risikoanstieg Rutschungen
3b: Verbiss untragbar, nötige/theoretisch mögliche waldbauliche Behandlung	Siehe SZ1	Verjüngung der Fi sehr stark verzögert. Verjüngung der Ta/Vb funktioniert nicht. Unterstützung der Verjüngung an günstigen Stellen mit Fi-, Ta- und UL-Pflanzungen (1/3 der benötigten Stz) Grossflächiger, massiver Wildschutzzaun.	Kleinlawinen mit Schäden am Wald möglich. Ab 2057 muss nicht mehr mit relevanten Lawinen gerechnet werden	Rutschungen bis Giachentrina möglich Ab 2067 muss nicht mehr mit relevanten Rutschungen gerechnet werden	Fi-Pflanzungen Massiver Wildschutzzaun Einsparung chem. Schutz Ta

Tab. 6-3: Kostenzusammenstellung Puzzastg, Teilgebiet mit Verbauungen. **Grün:** Basiskosten. **Dunkelrot:** wildbedingte Zusatzkosten. **Orange:** Wildbedingte Fehlinvestitionen. **Gelb:** Einsparungen im Vergleich zum Basisszenario. Alle Angaben in CHF.

			Eingriffe mit Holzfall	Pflanzungen Fi	Pflanzungen Ta	Einsparung Pflanzung Ta	Pflanzungen UL	Ausfall UL	Chemischer Verbisschutz Ta	Chemischer Verbisschutz Fi	Einzelstütze Ta	Einzelstütze UL	Polynet Ta	Polynet UL	Massiver Wildschutzzaun	Wildbedingter Ersatz temp. Lawenverbau	Permanenter Lawenverbau	Wildbedingte Fehlinvestition temp. Lawenverbau	Total	Total wildbedingte Kosten/ Fehlinvestitionen
Nettoarwert 0%	SZ1	Gesamtkosten	464'100	35'467	12'160		5'067		16'188							592'500		495'000	1'620'481	1'087'500
		Jährliche Kosten	9'282	709	243		101		324							11'850		27'500	32'410	39'350
	SZ2a	Gesamtkosten	464'100	35'467	12'160		5'067	2'533	16'188							592'500		495'000	1'623'015	1'118'381
		Jährliche Kosten	9'282	709	243		101	51	324							11'850		26'053	32'460	22'368
	SZ2b	Gesamtkosten	464'100	35'467	10'133	-2'027	5'067		-16'188	54'083	967'339	492'075	1'267	633		592'500		495'000	3'099'449	2'589'749
		Jährliche Kosten	9'282	709	203	-41	101		-324	1'082	19'347	9'841	25	13		11'850		27'500	61'989	51'795
	SZ3a	Gesamtkosten	464'100	35'467	12'160		5'067		16'188							592'500	2'451'600	495'000	4'072'081	3'607'981
		Jährliche Kosten	9'282	709	243		101		324							11'850	49'032	27'500	81'442	72'160
SZ3b	Gesamtkosten	464'100	35'467	10'133	-2'027	5'067		-16'188							653'022	592'500		495'000	2'237'074	1'722'307
	Jährliche Kosten	9'282	709	203	-41	101		-324							13'060	11'850		27'500	44'741	34'446
Nettoarwert 1%	SZ1	Gesamtkosten	382'740	27'803	9'532		3'972		11'893							504'624		519'799	1'460'364	1'024'423
		Jährliche Kosten	7'655	556	191		79		238							10'092		28'878	47'689	38'970
	SZ2a	Gesamtkosten	382'740	27'803	9'532		3'972	1'986	11'893							504'624		519'799	1'462'350	1'047'835
		Jährliche Kosten	7'655	556	191		79	40	238							10'092		28'878	47'729	20'957
	SZ2b	Gesamtkosten	382'740	27'803	7'944	-1'589	3'972		-11'893	39'195	730'168	370'858	806	403		504'624		519'799	2'574'830	2'156'343
		Jährliche Kosten	7'655	556	159	-32	79		-238	784	14'603	7'417	16	8		10'092		28'878	69'978	43'127
	SZ3a	Gesamtkosten	382'740	27'803	9'532		3'972		11'893							504'624	1'756'526	519'799	3'216'890	2'834'150
		Jährliche Kosten	7'655	556	191		79		238							10'092	35'131	28'878	82'820	56'683
SZ3b	Gesamtkosten	382'740	27'803	7'944	-1'589	3'184		-11'893							572'785	504'624		519'799	2'005'398	1'583'726
	Jährliche Kosten	7'655	556	159	-32	64		-238							11'456	10'092		28'878	58'590	31'675
Nettoarwert 2%	SZ1	Gesamtkosten	320'141	22'290	7'642		3'184		8'891							433'363		547'447	1'342'959	980'811
		Jährliche Kosten	6'403	446	153		64		178							8'667		30'414	46'324	39'081
	SZ2a	Gesamtkosten	320'141	22'290	7'642		3'184	1'592	8'891							433'363		547'447	1'344'551	998'936
		Jährliche Kosten	6'403	446	153		64	32	178							8'667		30'414	46'356	19'979
	SZ2b	Gesamtkosten	320'141	22'290	6'369	-1'274	3'184		-8'891	28'907	562'398	285'196	515	258		433'363		547'447	2'179'888	1'851'105
		Jährliche Kosten	6'403	446	127	-25	64		-178	578	11'248	5'704	10	5		8'667		30'414	63'463	37'022
	SZ3a	Gesamtkosten	320'141	22'290	7'642		3'184		8'891							433'363	1'264'085	547'447	2'607'044	2'286'903
		Jährliche Kosten	6'403	446	153		64		178							8'667	25'282	30'414	71'606	45'738
SZ3b	Gesamtkosten	320'141	22'290	6'369	-1'274	3'184		-8'891							509'186	433'363		547'447	1'831'815	1'479'832
	Jährliche Kosten	6'403	446	127	-25	64		-178							10'184	8'667		30'414	56'101	29'597

Tab. 6-4: Kostenzusammenstellung Puzzagst, Teilgebiet Plaun d'Uaul. Grün: Basiskosten. Dunkelrot: wildbedingte Zusatzkosten. Orange: Wildbedingte Fehlinvestitionen. Gelb: Einsparungen im Vergleich zum Basisszenario. Alle Angaben in CHF.

			Eingriffe mit Holzanfall	Pflanzungen Fi	Pflanzungen Ta	Einsparung Pflanzung Ta	Pflanzungen UL	Ausfall UL	Chemischer Verbisschutz Ta	Chemischer Verbisschutz Fi	Einzelstütze Ta	Einzelstütze UL	Polynet Ta	Polynet UL	Massiver Wildschutzzaun	Erhöhtes Murgangrisiko	Total	Total wildbedingte Kosten/ Fehlinvestitionen
Nettoarwert 0%	SZ1	Gesamtkosten	235'200	26'133	8'960		3'733		89								274'115	
		Jährliche Kosten	4'704	523	179		75		2								5'482	
	SZ2a	Gesamtkosten	235'200	26'133	8'960		3'733	1'867	89								275'982	10'915
		Jährliche Kosten	4'704	523	179		75	37	2								5'520	218
	SZ2b	Gesamtkosten	235'200	26'133	7'467	-1'493	3'733		-89	37'725	728'405	371'541	1'773	709			1'411'106	1'138'572
		Jährliche Kosten	4'704	523	149	-30	75		-2	755	14'568	7'431	35	14			28'222	22'771
SZ3a	Gesamtkosten	235'200	26'133	8'960		3'733		89							1'150'000	1'424'115	1'188'915	
	Jährliche Kosten	4'704	523	179		75		2							23'000	28'482	23'778	
SZ3b	Gesamtkosten	235'200	26'133	7'467	-1'493	3'733		-89						472'878		743'829	471'296	
	Jährliche Kosten	4'704	523	149	-30	75		-2						9'458		14'877	9'426	
Nettoarwert 1%	SZ1	Gesamtkosten	193'068	20'487	7'024		2'927		89								223'594	
		Jährliche Kosten	3'861	410	140		59		2								4'472	
	SZ2a	Gesamtkosten	193'068	20'487	7'024		2'927	1'463	89								225'057	8'576
		Jährliche Kosten	3'861	410	140		59	29	2								4'501	172
	SZ2b	Gesamtkosten	193'068	20'487	5'853	-1'171	2'927		-89	27'506	548'481	279'231	1'190	476			1'077'960	855'626
		Jährliche Kosten	3'861	410	117	-23	59		-2	550	10'970	5'585	24	10			21'559	17'113
SZ3a	Gesamtkosten	193'068	20'487	7'024		2'927		89							1'013'065	1'236'659	1'043'591	
	Jährliche Kosten	3'861	410	140		59		2							20'261	24'733	20'872	
SZ3b	Gesamtkosten	193'068	20'487	5'853	-1'171	2'927		-89						414'775		635'850	413'516	
	Jährliche Kosten	3'861	410	117	-23	59		-2						8'296		12'717	8'270	
Nettoarwert 2%	SZ1	Gesamtkosten	160'850	16'424	5'631		2'346		89								185'340	
		Jährliche Kosten	3'217	328	113		47		2								3'707	
	SZ2a	Gesamtkosten	160'850	16'424	5'631		2'346	1'173	89								186'514	6'893
		Jährliche Kosten	3'217	328	113		47	23	2								3'730	138
	SZ2b	Gesamtkosten	160'850	16'424	4'693	-939	2'346		-89	20'407	421'453	214'146	805	322			840'419	656'106
		Jährliche Kosten	3'217	328	94	-19	47		-2	408	8'429	4'283	16	6			16'808	13'122
SZ3a	Gesamtkosten	160'850	16'424	5'631		2'346		89							898'079	1'083'419	922'569	
	Jährliche Kosten	3'217	328	113		47		2							17'962	21'668	18'451	
SZ3b	Gesamtkosten	160'850	16'424	4'693	-939	2'346		-89						368'721		552'007	367'693	
	Jährliche Kosten	3'217	328	94	-19	47		-2						7'374		11'040	7'354	

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. 7-1 sind die Kosten für die massgebenden Szenarien 3a und 3b für den Zinssatz 2% zusammengefasst. Daraus wird folgendes ersichtlich:

- Wird die normale waldbauliche Behandlung ohne massive Investitionen in Wildschadenverhütungsmassnahmen durchgeführt (Szenario 3a), so ist innerhalb des **Betrachtungszeitraumes von 50 Jahren** mit Kosten von gut 1.2 Mio. CHF für permanente Lawinerverbauungen zu rechnen (Teilgebiet mit Verbauungen). Zudem muss mit einem erhöhten Murgangrisiko von knapp 900'000.- CHF gerechnet werden (Teilgebiet Plaun d'Uaul).
- 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. 5.1) wird 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 für einen massiven, grossflächigen Wildschutzzaun von ca. **0.9 Mio CHF** gerechnet werden (Szenario 3b).
- Die wildbedingten Kosten übersteigen die Basiskosten von ca. CHF 550'000.- um ein Vielfaches.
- Besonders hinzuweisen ist auf die wildbedingten Fehlinvestitionen (Szenarien 2a und 3a). Diese setzen sich zusammen aus den Kosten für Eingriffe, deren Ziele wildbedingt nicht erreicht werden können, sowie Pflanzungen/chemischer Verbisschutz, welche wildbedingt ausfallen. Diese Mittel sollten 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.

Weiter soll insbesondere darauf hingewiesen werden, dass der wildbedingte Ersatz von temporären Lawinerverbauungen unabhängig vom Szenario anfallen wird (d.h. auch wenn das Wildproblem per sofort gelöst wird, vgl. Tab. 6-3). Ebenso sind die bisherigen Investitionen in die temporären Verbauungen, in deren Wirkungsbereich heute wildbedingt keine Verjüngung anzutreffen ist, unabhängig vom Szenario als wildbedingte Fehlinvestition zu bezeichnen (vgl. Tab. 6-3).

Tab. 7-1: Zusammenfassung der Kosten pro für die massgebenden Szenarien, Zinssatz 2%

	Basiskosten	davon wildbedingte Fehlinvestition	Weitere wildbedingte Fehlinvestitionen: Temp. Lawinerverbau	Wildbedingt: Wildschadenverhütungsmassnahmen	Wildbedingter Ersatz temporäre Lawinerverbauungen	Wildbedingte permanente Lawinerverbauungen	Wildbedingtes erhöhtes Murgangrisiko	Einsparungen im Vergleich zum SZ1	Total wildbedingte Kosten
	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
SZ3a	547'488	66'497	547'447	0	433'363	1'264'085	898'079	0	3'209'472
SZ3b	536'297	0	547'447	877'906	433'363	0	0	-11'192	1'847'525

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 Verbauungen und für die Einzelschütze eine grosse Rolle. Für die Berechnung der Unterhaltskosten für Verbauungen wurden die Richtwerte gemäss BAFU 2016 verwendet, welche gut abgestützt sind. 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. Das angewendete Verfahren bietet einen groben Rahmen, der allenfalls verfeinert werden könnte.
- Die Risikoberechnungen hängen stark von den angenommenen Intensitäten pro Jährlichkeit ab. Die aufgezeigten Szenarien scheinen plausibel und die geringe 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 et al. 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. Bereits im Rahmen der waldbaulichen Projekte in den 90-er-Jahren wurde festgestellt, dass der Verbissdruck zwingend gesenkt werden muss. Damals wurden einschneidende jagdliche Massnahmen versprochen, weshalb z.B. darauf verzichtet wurde, die temporären Verbauungen einzuzäunen. Dadurch müssen aus heutiger Sicht die damals getätigten Investitionen in temporäre Verbauungen teilweise als wildbedingte Fehlinvestitionen bezeichnet werden.

Die Bestände Uaul Puzzastg haben ein Alter erreicht, bei welchem die Verjüngung derselben 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 Wildschutzaunes und dadurch der Ausscheidung einer „wildfreien Waldzone“ die kostengünstigste und wirksamste Möglichkeit, um unter dem im Uaul Puzzastg 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



Monika Frehner

Literatur

- AWN 2014: Auswertung Jungwald- und Wildschadenaufnahmen (TP1), Fläche Nr. 1503 – Uaul Puzzagstg, Aufnahmejahr 2014.
- AWN 2015: Auswertung der Kontrollzäune VKZ-3-923, VKZ-3-920 und VKZ-3-904. C. Buchli, 2014/2015.
- 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.
- 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 October 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 Konsumentenpreise – 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.
- 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.
- Margreth S 2007: Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt-Vollzug Nr. 0704. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL-SLF, Davos. 101 S.
- Olschewski R, Bebi P, Teich M, Wissen Hayek U, Grêt-Regamey A 2011: Lawinenschutz durch Wälder – Methodik und Resultate einer Zahlungsbereitschaftsanalyse. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Nov 2011, Vol. 162, pp. 389-395.
- Rechnungshof 2015: Rechnungshofbericht, Schutz- und Bannwälder in Salzburg, Vorarlberg und Tirol. Reihe Tirol 2015/8.
- Ryter U 2014: Hochlagenaufforstungen in Lawinenverbauungen im Berner Oberland. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 165(2014)9: 259-267.
- 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.
- Zürcher 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 Gruobenwald-Tschägibach. AWN GR.

Verwendete Geodaten

- Übersichtsplan 1: 10'000 (Kant. Verwaltung GR)
- LK 1:25'000 (swisstopo)
- Orthofoto 1956, 1973, 1979, 1990, 2009 (swisstopo)
- Digitales Höhenmodell swissALTI3D (swisstopo), daraus abgeleitet Hillshade und Hangneigung
- Erfassungsbereiche (AWN GR)
- Schutzbautenkataster (AWN GR)
- Ereigniskataster StorMe
- WMS Gefahrenzonen
- WMS Naturgefahrenkarte (alle Gefahren)
- Vorratsberechnung nach LIDAR
- Schutzwald GR
- Bestandeskartierung 1990 und 2012

Anhang 1 Modellierung Höhenstufen heute / Zeitraum 2070-99

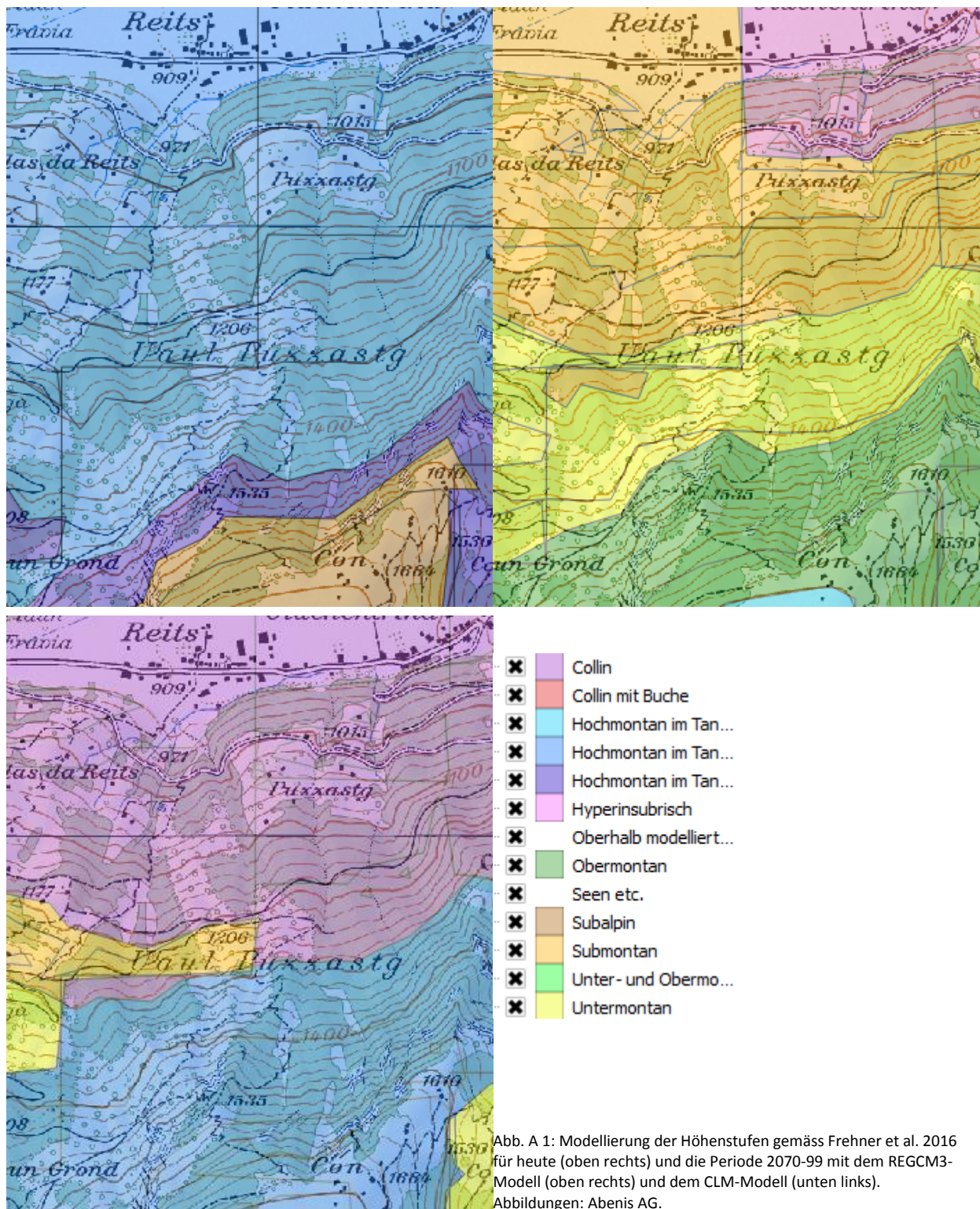


Abb. A 1: Modellierung der Höhenstufen gemäss Frehner et al. 2016 für heute (oben rechts) und die Periode 2070-99 mit dem REGCM3-Modell (oben rechts) und dem CLM-Modell (unten links).
Abbildungen: Abenis AG.

Gemäss Modellierung in Frehner et al. 2016 kommt das gesamte Untersuchungsgebiet in die montane Stufe zu liegen, gemäss REGCM3-Modell in die unter- resp. obermontane, gemäss CLM-Modell in die hochmontane Stufe. Das bedeutet, dass a) die Tanne im gesamten Untersuchungsgebiet geeignete Wuchsbedingungen vorfinden wird, und b) in weiten Teilen wohl auch die Buche. Für die Buche sind heute die Voraussetzungen

noch ungünstig. Die Tanne kann bereits heute im gesamten Untersuchungsgebiet zumindest überleben und wird in Zukunft eine noch wichtigere Rolle spielen.

Anhang 2 Verjüngungszeiträume und Schalenwildeinfluss

Im Uaul Puzzastg sind 3 Kontrollzäune vorhanden, in welchen die Entwicklung seit 1997 beobachtet wird. Daraus können relativ verlässliche Zahlen zur Stammzahlentwicklung sowie der Baumartenzusammensetzung abgeleitet werden. Der Verbiss kann anhand dieser Daten allerdings auf Grund der zumeist sehr geringen Stammzahl auf der ungezäunten Fläche kaum beurteilt werden.

Aus der Abb. A 2 (oben) ist klar ersichtlich, dass ausserhalb des Zaunes die im Altbestand vorhandenen Baumarten zwar ansamen, aber nicht aufwachsen können, innerhalb des Zaunes hingegen schon (im näheren Umkreis des VKZ-3-923 fehlt die Tanne im Altbestand). Dies führt langfristig zu einem Totalausfall der Verjüngung.

Aus der Abb. A 2 (unten) ist weiter ersichtlich, dass unter den Standortbedingungen im Uaul Puzzastg auch ohne Wildeinfluss mit relativ langen Verjüngungszeiträumen gerechnet werden muss. In den 18 Jahren seit der Erstellung des Zaunes erreichten in der Fläche VKZ-3-920 nur gerade 3 Tannen und 2 Vogelbeeren eine Höhe von > 130cm. Vergleicht man dies mit den von Daten aus Ryter 2014 (vgl. auch Abb. A 3), so liegen die im Uaul Puzzastg beobachteten Wachstumsraten deutlich unterhalb der in Ryter 2014 für die hochmontane Stufe beobachteten Wachstumsraten und eher im Bereich der langsamer wüchsigen subalpinen Stufe. Dazu muss allerdings bemerkt werden, dass die Daten in Ryter 2014 unter Freilandbedingungen erhoben wurden.

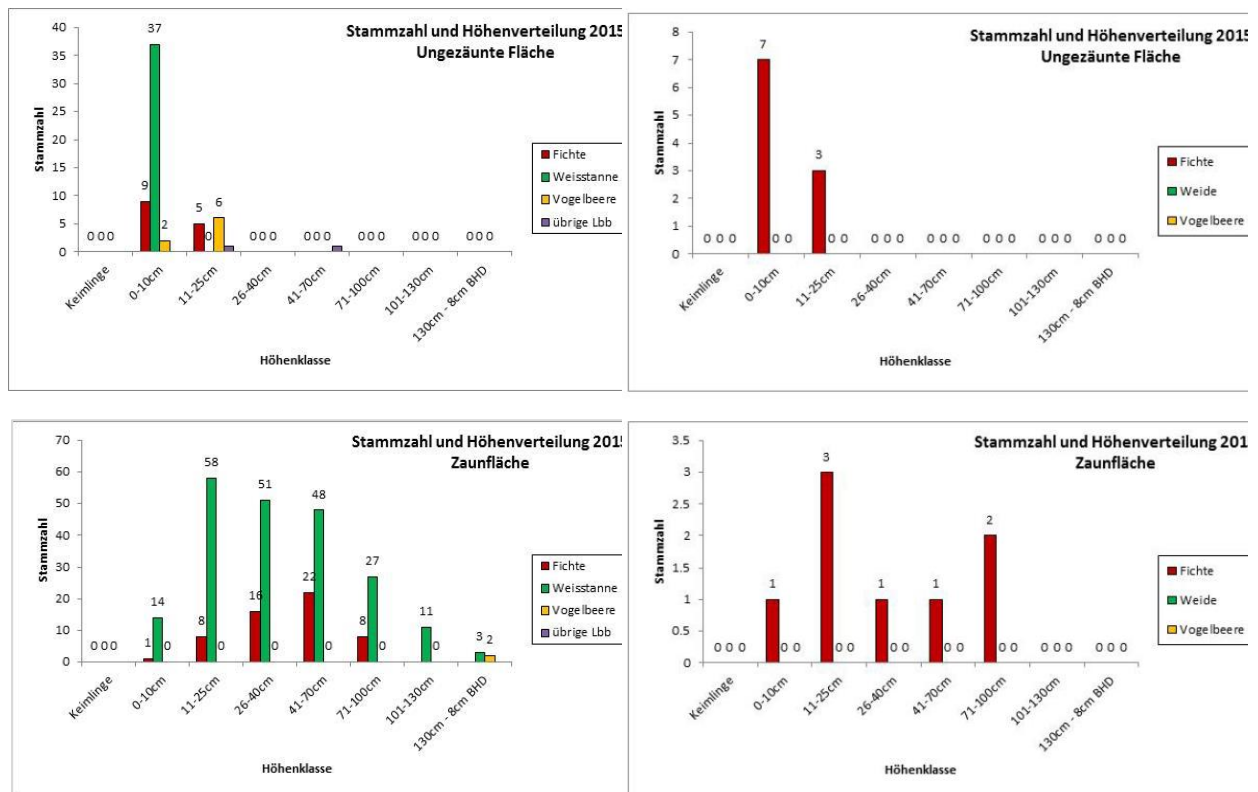


Abb. A 2: Stammzahl und Höhenverteilung der Aufnahmen 2015 des Vergleichsflächenpaares VKZ-3-920 (links) und des Vergleichsflächenpaares VKZ-3-923 (rechts). Oben sind jeweils die Daten der ungezäunten Fläche, unten diejenigen der Zaunfläche dargestellt. Quelle: AWN 2014.

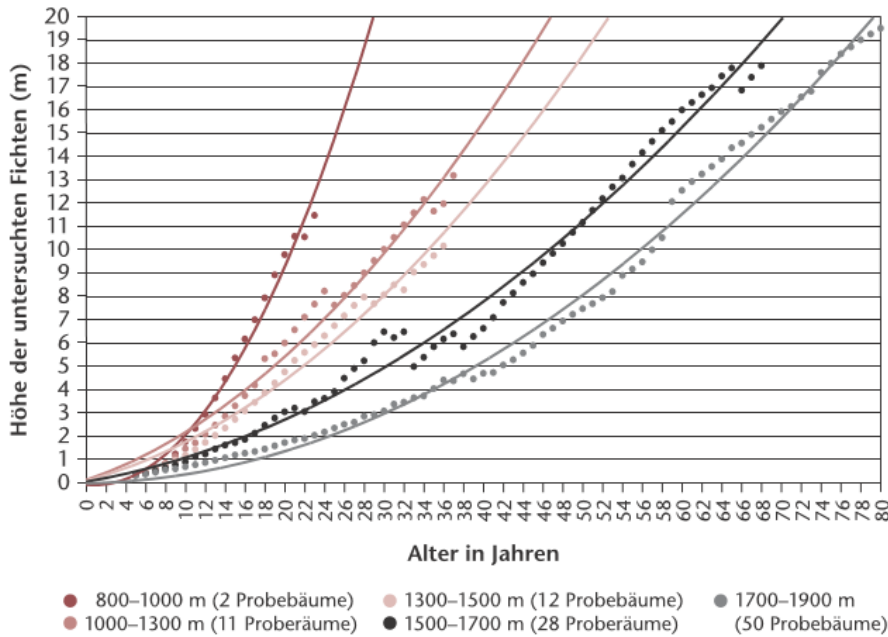


Abb. A 3: Wachstum der Fichtenaufforstungen im Berner Oberland in Abhängigkeit von der Höhenlage. Quelle: Ryter 2014

Zur Beurteilung des Verjüngungszustandes und des Schalenwildeinflusses wurden im Uaul Puzzagst im Herbst 2014 letztmals Erhebungen gemäss Teilprogramm 1 durchgeführt. Auf Grund der sehr hohen Standardabweichungen bei den Stammzahlen und des teilweise geringen Stichprobenumfanges bei der Verbissintensität sind die Daten schwierig zu interpretieren. Zudem liegen die Stichproben zum grössten Teil ausserhalb des Untersuchungsgebietes. Folgende Punkte sollen daraus trotzdem kommentiert werden:

- Die Gesamtstammzahl liegt mit knapp 6000 Stk/ha deutlich über dem für diese Höhenstufe geforderten Grenzwert von 2500 Stk/ha gemäss BAFU 2016. Dies ist wahrscheinlich v.a. auf die stammzahlreiche Verjüngung in der Vivianfläche zurückzuführen.
- Aus der Abb. A 4 wird deutlich, dass die Tanne aus den oberen Höhenklassen verschwindet.
- Die Verbissintensität liegt für alle Baumarten über dem Grenzwert.

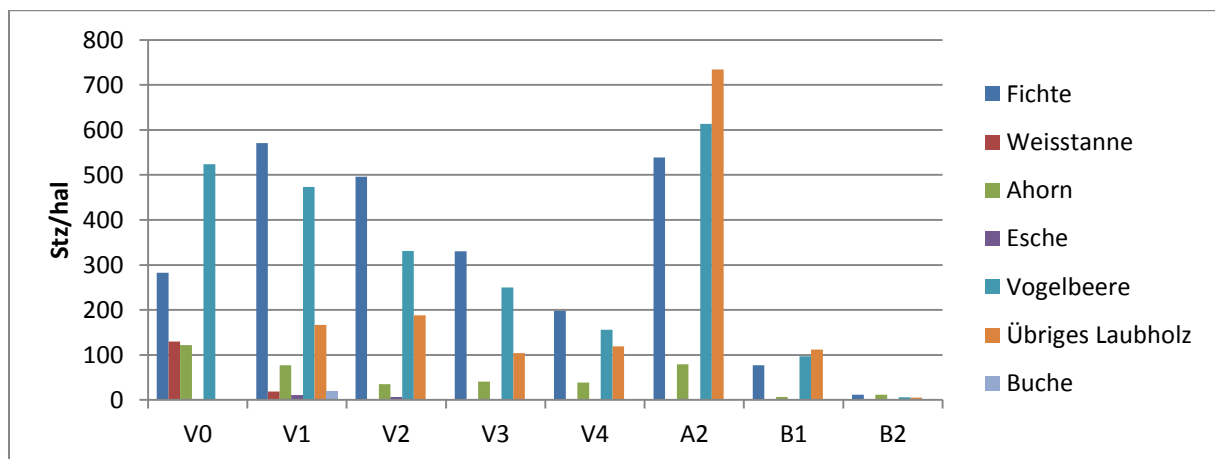


Abb. A 4: Auswertung der vorhandenen Verjüngung (Stz/ha) pro Baumart. Quelle: Awn 2014

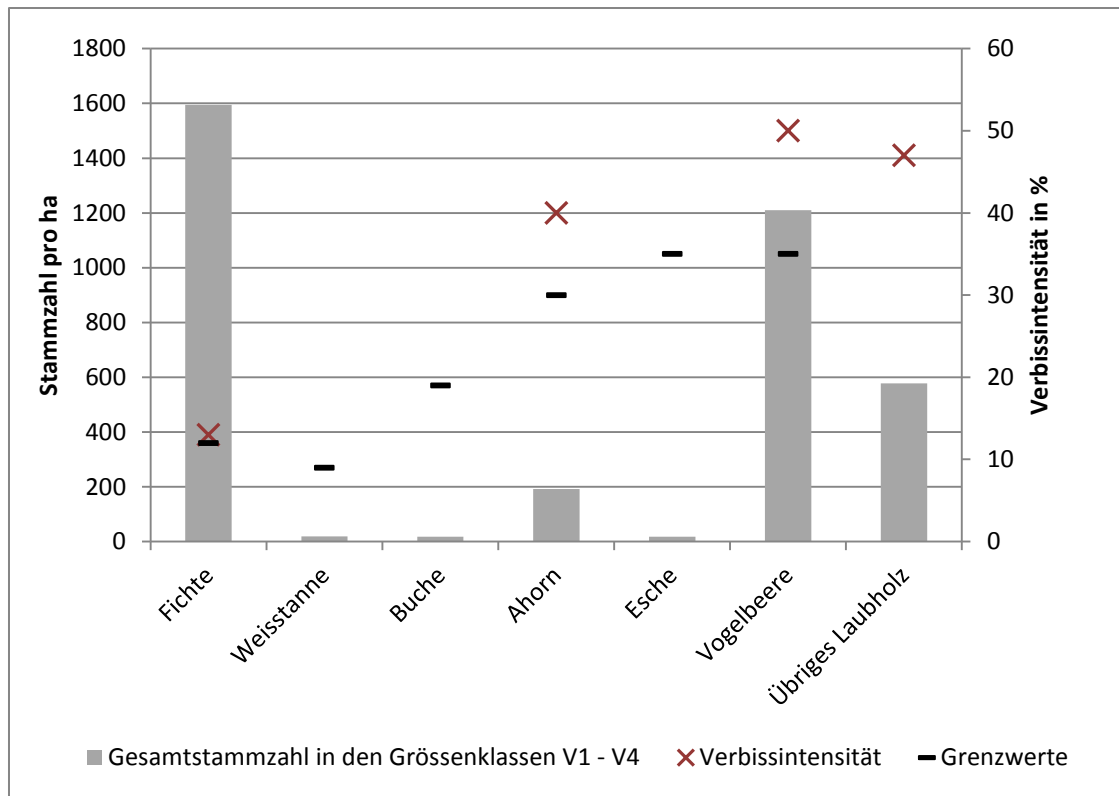


Abb. A 5: Gesamtstammzahl und Verbissintensität pro Baumart (Quelle: AWN 2014) und Verbissgrenzwerte (Durchschnittswerte, Quelle: Kupferschmid et al. (2015)).

Weiter sind verschiedene Eingriffsflächen vorhanden, anhand derer die Entwicklung der Verjüngung ebenfalls abgeschätzt werden kann.

An verschiedenen Stellen (vgl. auch Abb. 5-4) ist zwischen den temporären Verbauungen, welche zwischen 1995 und 2000 erstellt wurden, keine oder nur stark verbissene/gefegte Verjüngung vorhanden (Abb. A 6). Zum jetzigen Zeitpunkt gestaltet sich in diesen Flächen auch die Ansamlung auf Grund der Vegetationskonkurrenz äusserst schwierig. Wäre zum Zeitpunkt der Öffnung bereits Verjüngung vorhanden gewesen, wäre heute die Verunkrautung deutlich weniger problematisch.

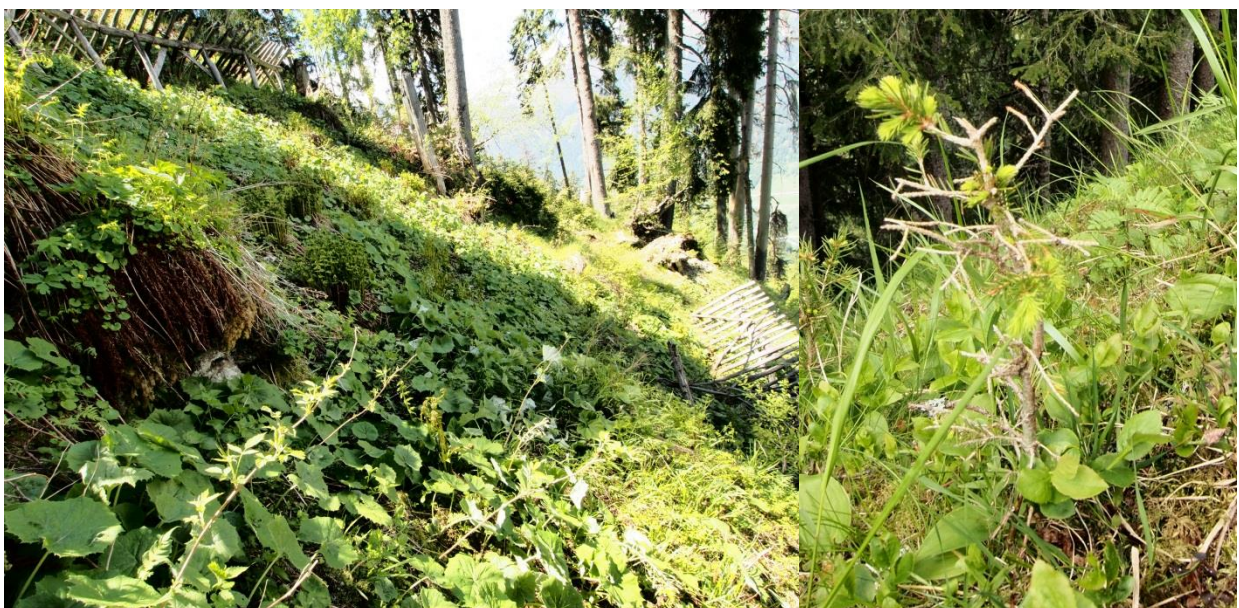


Abb. A 6: Stark verunkrautete Fläche zwischen temporären Lawinerverbauungen (links) und stark verbissene Fichte. Fotos: N. Zürcher, 2015.

Auf Grund dieser Beobachtungen und Grundlagen werden folgende Annahmen getroffen:

Teilgebiet mit Verbauungen:

- SZ1: 40-45 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ2a: 50-55 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ3a: Totalausfall der Verjüngung über Jahrzehnte
-

Teilgebiet Plaun d'Uaul:

- SZ1: 35-40 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ2a: 45-50 Jahre bis schutzwirksam gegen Lawinen
- SZ3a: Totalausfall der Verjüngung über Jahrzehnte

Anhang 3 Beschreibung der Entwicklungsszenarien

Teil mit Verbauungen

Beschreibung: Der oberste Teil weist grosse Schadenflächen auf und wurde zwischen 1997 und 2012 umfangreich verbaut (temporäre und permanenten Lawinerverbauungen). Das Gelände ist sehr steil und die Bäume teilweise schlecht verankert. Dies führt zu regelmässigen Schäden durch Schneedruck und Wind. Dadurch funktioniert die Selbstdifferenzierung relativ gut; die Bestände weisen eine relativ stark gemischte Altersstruktur auf, erreichen aber auch nicht sehr hohe Bestandesalter (ca. 150 Jahre). Die Fichte und Vogelbeere samt v.a. auf den Kreten gut an, im Schutz der Verbauungen vereinzelt auch in den Mulden, wird aber stark verbissen und erreicht kaum mehr als 45-50cm Höhe. Im unteren Bereich sind auch häufig Fege- und Schälsschäden anzutreffen. Die Schneiseiniehänge weisen vielerorts starke Erosionsspuren auf, wodurch sich verjüngungsungünstige Schneisen vergrössern und die verjüngungsgünstigen Kreten verschmälern. In den Schneisen besteht vielerorts starke Verunkrautung.

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass das NaiS-Minimalanforderungsprofil aufgrund der schwierigen topografischen Verhältnisse nicht erreicht werden kann. Ziel muss sein, die verjüngungsgünstigen Standorte zu erhalten und dort Verjüngung aufzubringen.

Bemerkungen zur Waldentwicklung und den waldbaulichen Massnahmen:

- Aktuell bestehen diverse nicht NaiS-konforme Lücken; die Schutzwirksamkeit ist ungenügend. Die Schutzwirksamkeit des Altbestandes verringert sich durch altersbedingte Ausfälle, Windwurf, Borkenkäfer und Entnahme von einzelnen Gefahrentägern für die Verbauungen laufend. Es wird davon ausgegangen, dass bis ca. 2095 kaum noch Bäume des heutigen Altbestandes vorhanden sind.
- SZ1: Auf Grund der schwierigen topografischen Verhältnisse und den Beobachtungen in den Kontrollzäunen wird von relativ langen Zeiträumen ausgegangen, bis der Folgebestand bezüglich Lawinen tatsächlich schutzwirksam wird (45-50 Jahre). Auf Grund der Erfolge in Zäunen in den obersten (relativ flachen) Bereichen wird davon ausgegangen, dass mit Pflanzungen stellenweise die Verjüngung beschleunigt werden kann.
- SZ2a/3a: Für das Szenario 2a wird davon ausgegangen dass, a) die Tanne trotz chemischem Verbisschutz vollständig und das Laubholz zur Hälfte ausfällt, und dass b) durch die Beeinträchtigung der Vogelbeere die Vegetationskonkurrenz zunimmt und dadurch die Verjüngungsbedingungen für die Fichte etwas schlechter werden. Somit wird insgesamt die Verjüngung verzögert. Für das Szenario 3a wird davon ausgegangen, dass jegliche Verjüngung langfristig ausfällt, wie dies momentan beobachtet wird.
- SZ2b/3b: Es wird davon ausgegangen, dass mit den vorgeschlagenen Massnahmen ungefähr die Entwicklung wie unter SZ1 beschrieben erreicht werden kann.

-

Bemerkungen zur Gefährdung durch Naturgefahren:

- Lawinen als Haupt-Naturgefahrenprozess: Mit grossflächigen Rutschungen wird in diesem Teil nicht gerechnet, Erosion ist vorhanden. Steinschlag kommt vor, erreicht aber weder die Strasse noch Gebäude (Ablagerung im Bereich Plaun d'Uaul).
- Aktueller Zustand: Lawinen-Hauptanrissgebiete sind verbaut. Unterhalb der Verbauungen bestehen sekundäre Anrissgebiete, aus welchen sich Kleinlawinen lösen können, welche Waldschäden zur Folge haben können.
- SZ1: Zum Erhalt der aktuellen Schutzwirksamkeit müssen diejenigen temporären Verbauungen ersetzt werden, in deren Wirkungsbereich sich wildbedingt keine Verjüngung einstellen konnte. Mittelfristig ist mit einer Verbesserung der Schutzwirksamkeit und nicht mehr mit Waldlawinen zu rechnen.
- SZ2a/3a: Unter 2a ist ebenfalls mittelfristig nicht mehr mit Problemen auf Grund von Waldlawinen zu rechnen, allerdings etwas verzögert. Unter 3a muss damit gerechnet werden, dass weitere Anrissgebiete verbaut werden müssen, da sich die bestehenden Anrissgebiete vergrössern und im Extremfall Lawinen das Siedlungsgebiet erreichen können.
- SZ2b/3b: Es wird davon ausgegangen, dass mit den vorgeschlagenen Massnahmen ungefähr die Entwicklung wie unter SZ1 beschrieben erreicht werden kann.

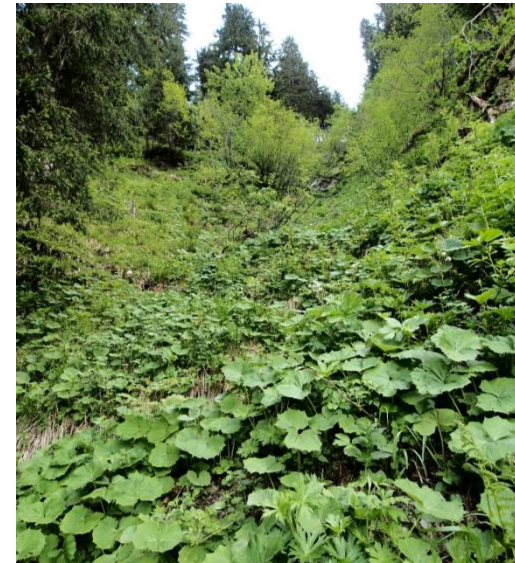


Abb. A 7: Grosse Schadenflächen, Lawinenanrissgebiete, teilweise verbaut, an vielen Stellen starke Verunkrautung und kaum Verjüngung zwischen temporären Werken. Foto: N. Zürcher, 2015

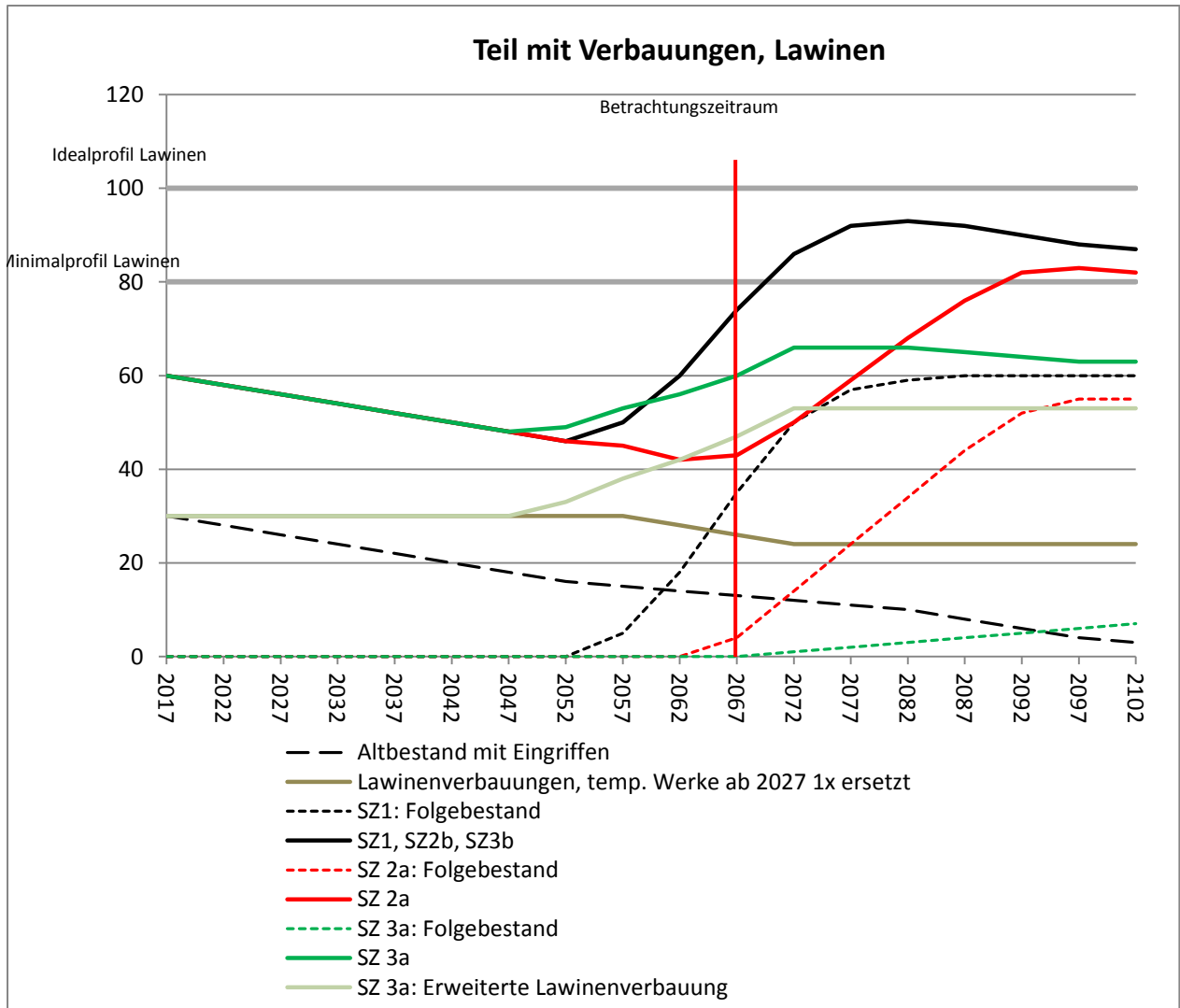


Abb. A 8: Entwicklung der Schutzwirksamkeit bezüglich Lawinen



Plaun d'Uaul

Beschreibung: Die Altbestände im Bereich Plaun d'Uaul sind lückig bis stellenweise aufgelöst, weisen mehrere grosse Bestandeslücken auf und bestehen hauptsächlich aus sehr alten Bäumen. Die Freiflächen neigen zu starker Verkräutung. Gesicherte Fi-Verjüngung ist nur sehr vereinzelt vorhanden, Ta fehlt. Die Fi-Verjüngung weist sehr häufig Verbiss-, Fege- und Schälsschäden auf. Mehrere Kontrollzäune zeigen das Verjüngungspotential auch unter relativ dunklen Verhältnissen auf.

Bemerkungen zur Waldentwicklung und den waldbaulichen Massnahmen

- Aktuell bestehen diverse nicht NaiS-konforme Lücken; die Schutzwirksamkeit ist ungenügend. Die Schutzwirksamkeit des Altbestandes verringert sich durch altersbedingte Ausfälle, Windwurf und Borkenkäfer laufend. Es wird davon ausgegangen, dass bis ca. 2095 kaum noch Bäume des heutigen Altbestandes vorhanden sind.
- SZ1: Im Vergleich zum oberen Teil, wo die Voraussetzungen für die Verjüngung grundsätzlich sehr schwierig sind, wird für Plaun d'Uaul von verjüngungsgünstigeren Verhältnissen und damit etwas kürzeren Zeiträumen ausgegangen, bis der Folgebestand tatsächlich schutzwirksam wird (35-40 Jahre). Auf Grund der Erfolge in Zäunen in den obersten (relativ flachen) Bereichen wird davon ausgegangen, dass mit Pflanzungen stellenweise die Verjüngung beschleunigt werden kann.
- SZ2a/3a: Für das Szenario 2a wird davon ausgegangen dass, a) die Tanne trotz chemischem Verbisschutz vollständig und das Laubholz zur Hälfte ausfällt, und dass b) durch die Beeinträchtigung der Vogelbeere die Vegetationskonkurrenz zunimmt und dadurch die Verjüngungsbedingungen für die Fichte etwas schlechter werden. Dadurch wird insgesamt die Verjüngung verzögert. Für das Szenario 3a wird davon ausgegangen, dass jegliche Verjüngung langfristig ausfällt (Verbiss-, Fege- und Schälsschäden), wie dies momentan beobachtet wird.
- SZ2b/3b: Es wird davon ausgegangen, dass mit den vorgeschlagenen Massnahmen ungefähr die Entwicklung wie unter SZ1 beschrieben erreicht werden kann.

Bemerkungen zur Gefährdung durch Naturgefahren:

- Aktueller Zustand Rutschungen/Murgang und Lawinen als Haupt-Naturgefahrenprozesse. Rutsch-/Murgangereignisse bis Giachentrina wurden bereits beobachtet. Es bestehen verschiedene unverbaute sekundäre Lawinenanrissgebiete, aus welchen sich Lawinen lösen können, welche Waldschäden verursachen können. Es sind verschiedene kleinere Rutschflächen zu beobachten, welche v.a. bei Starkniederschlägen mobilisiert werden und in Giachentrina Schäden verursachen können.
- SZ1: Ab ca. 2042 ist mit einer deutlichen Verbesserung bezüglich der Gefährdung durch Murgänge zu rechnen. Ab 2067 muss nicht mehr mit einer relevanten Gefährdung zu rechnen. Mittelfristig ist mit einer Verbesserung der Schutzwirksamkeit und nicht mehr mit Waldlawinen zu rechnen.
- SZ2a/3a: Unter SZ2a ist damit zu rechnen, dass eine (im Vergleich zu heute geringere) Gefährdung durch Murgänge bestehen bleibt. Dies kann kaum quantifiziert werden. Unter SZ3a muss ab 2042 mit einem relevanten Risikoanstieg im Vergleich zum SZ1 gerechnet werden. Bereits 2002 ereignete sich eine Rutschung/Murgang aus dem unteren Bereich Plaun d'Uaul, welche Schäden an Gebäuden in Reits verursachte. Mit ähnlichen Ereignissen, welche auch grössere Ausmasse annehmen und weitere Gebäude betreffen können, muss gerechnet werden (siehe Intensitätskarte). Zudem muss weiterhin mit Schäden am Schutzwald durch Waldlawinen gerechnet werden.
- SZ2b/3b: Es wird davon ausgegangen, dass mit den vorgeschlagenen Massnahmen ungefähr die Entwicklung wie unter SZ1 beschrieben erreicht werden kann.



Abb. 0-1: Altbestand, Baumholz 2-3, mit grossen Bestandeslücken, Verjüngung ungenügend bis fehlend, Ta fällt wilddingt aus, auf Freiflächen starke Verkrautung. Fotos: N. Zürcher, 2015



Abb. 0-2: Kontrollzaun mit Kontrollfläche: Die Unterschiede sind markant. Fotos: N. Zürcher, 2015

Anhang 4 Herleitung/Berechnung Murgangrisiken

Die Abschätzung der Murgangrisiken unter dem Szenario 3a erfolgte anhand der bestehenden Gefahrenkarte Wasser. Für den Zeitraum 2017-2046 wird davon ausgegangen, dass die aktuelle Gefährdungssituation besteht. Für das Szenario 3a wird 2047 von einer verschärften Gefährdungssituation ausgegangen, wie sie in der Abb. A 10 dargestellt ist.

Auf Grund der in der Abb. A 10 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 Massnahme“ 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.



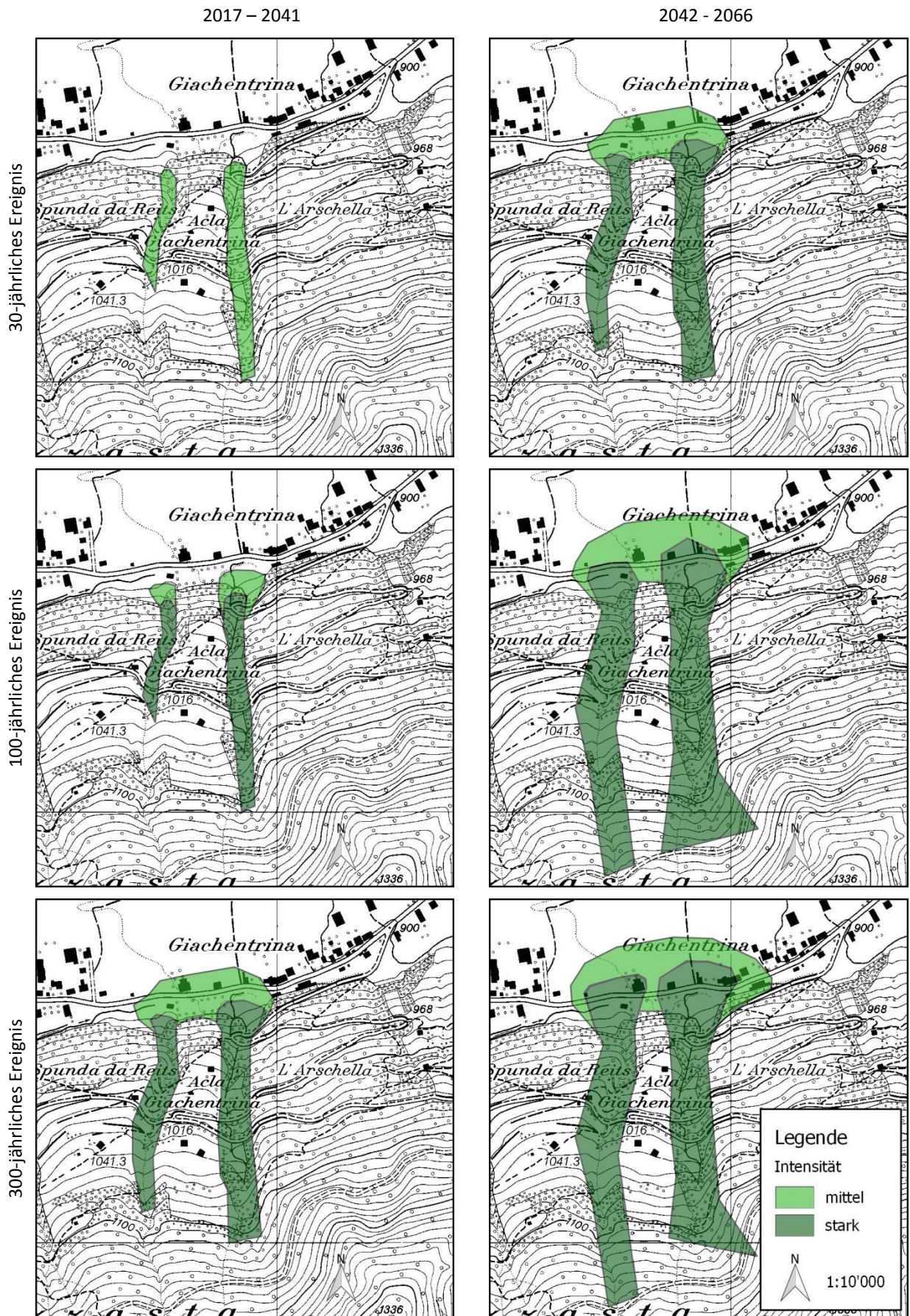


Abb. A 10: Intensitäten Wasser/Murgang für die Perioden 2017 - 2046 und 2047 – 2066.

EconoMe-Light Berechnung

07.12.2016, 11:12

Seite 1

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

Konsequenzenanalyse

Schadenausmass Szenario 30, pr(A): 0.9									
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: 500 000/Wohninheit	Wohninheit	0	1	0	291 852	0	0	0	0
Schuppen / Remise Personenbelegung: 1, Präsenzfaktor: 0.001, Wert: 52 000/Stk	Stk	0	3	0	91 553	0	0	0	0
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 200, Geschwindigkeit km/h: 50, Wert: 2 300/m	m	0	220	0	499 871	0	0	0	0
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 30, Geschwindigkeit km/h: 50, Wert: 2 300/m	m	0	0	100	214 520	0	65	0	96 492
intensive Flächen (Ackerland, Mähwiesen) Wert: 1 600/a	a	0	80	8	34 560	0	0	0	0

Schadenausmass Szenario 100, pr(A): 0.9									
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: 500 000/Wohninheit	Wohninheit	0	2	0	583 704	0	0	0	0
Industrie-/Gewerbegebäude Personenbelegung: 2, Präsenzfaktor: 0.3, Wert: 750 000/Stk	Stk	0	1	0	351 000	0	0	0	0
Schuppen / Remise Personenbelegung: 1, Präsenzfaktor: 0.001, Wert: 52 000/Stk	Stk	0	3	3	232 256	0	0	0	0
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 200, Geschwindigkeit km/h: 50, Wert: 2 300/m	m	0	155	160	857 429	0	0	0	0
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 30, Geschwindigkeit km/h: 50, Wert: 2 300/m	m	0	0	120	257 423	0	65	0	96 492
intensive Flächen (Ackerland, Mähwiesen) Wert: 1 600/a	a	0	29	35	58 752	0	18	0	5 184

Schadenausmass Szenario 300, pr(A): 0.9									
Schadenpotenzial		Schadenausmass vor Massnahme				Schadenausmass nach Massnahme			
Objekttyp	Einheit	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF	Schwach	Mittel	Stark	Summe CHF

EconoMe-Light Berechnung

07.12.2016, 11:12

Seite 2

Wohneinheit Einfamilienhaus (à 2,24 Personen gemäss BFS) Personenbelegung: 2.24, Präsenzfaktor: 0.8, Wert: 500 000/Wohneinheit	Wohneinheit	0	1	1	1 234 152	0	1	0	291 852
Industrie-/Gewerbegebäude Personenbelegung: 2, Präsenzfaktor: 0.3, Wert: 750 000/Stk	Stk	0	1	0	351 000	0	0	0	0
Schuppen / Remise Personenbelegung: 1, Präsenzfaktor: 0.001, Wert: 52 000/Stk	Stk	0	0	6	281 700	0	3	0	91 553
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 200, Geschwindigkeit km/h: 50, Wert: 2 300/m	m	0	100	250	1 016 664	0	240	0	545 314
Gemeindestrasse, 8m Breite Tagesverkehr: 30, Geschwindigkeit km/h: 50, Wert: 2 300/m	m	0	0	120	257 423	0	0	110	235 971
intensive Flächen (Ackerland, Mähwiesen) Wert: 1 600/a	a	0	157	67	141 696	0	72	18	46 656

EconoMe-Light Berechnung

07.12.2016, 11:12

Seite 3

Auswertung individuelles Todesfallrisiko

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

Auswertung Schadenausmass, Risiko und Kostenwirksamkeit

Szenarien	Personenschaden		Sachschaden		Gesamtschaden		Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr			Kostenwirksamkeit
	vor Massnahme	nach Massnahme	vor Massnahme	nach Massnahme	vor Massnahme	nach Massnahme	vor Massnahme	nach Massnahme	Risikoreduktion	N/K Verhältnis
Szenario 30	266 375	9 035	865 980	87 458	1 132 355	96 492	26 422	2 251	24 170	0
Szenario 100	458 481	9 035	1 882 084	92 642	2 340 565	101 676	15 604	678	14 926	0
Szenario 300	1 075 484	286 695	2 207 151	924 651	3 282 635	1 211 346	10 942	4 038	6 904	0
Summe							52 967	6 967	46 000	0