

Betriebliche Planung im Gebirgswald

Projektbericht

Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wald, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer

ibW Bildungszentrum Wald; Försterschule 2; 7304
Maienfeld

Autoren

Samuel Zürcher (samuel.zuercher@ibw.ch)
Lukas Glanzmann (lukas.glanzmann@ibw.ch)
Robert Schickmüller (robert.schickmueller@ibw.ch)

Begleitung BAFU

Roberto Bolgè, BAFU Abt. Wald
Stéphane Losey, BAFU Abt. Gefahrenprävention

Hinweis

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Mitglieder Projektteam aufgrund Fallstudie Klosters GR

Christian Rüschi, Leiter Forstbetrieb Madrisa
Sandro Krättli, zuständiger Regionalforstingenieur AWN GR
Riet Gordon, Produkteverantwortlicher Planung AWN GR

Mitglied Projektteam aufgrund Teil Toolbox

Christian Rosset, Dozent Waldbau und Planung, HAFL

Finanzierung

Dieses Projekt wurde im Auftrag des BAFU ausgearbeitet
(Vertrag 00. 0059.PZ/N233-356)

Dank

Wir danken allen im Projektteam beteiligten Personen für die konstruktive Zusammenarbeit sowie dem BAFU für die Finanzierung. Zudem bedanken wir uns bei allen Betriebsleitern, Planungsfachleuten und Wissenschaftlern, welche sich in der langen Projektdauer in unterschiedlichster Weise am Gelingen dieses Projektes beteiligt haben.

ibW BZWM, Maienfeld, April 2018

INHALT

1 Ausgangslage, Ziele und Projektaufbau.....	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Ziele und Fokus des Projektes.....	8
1.3 Projektorganisation.....	10
1.4 Projektablauf und Hinweise zum Aufbau des Berichtes.....	10
2 Gliederung und Analyse der Betrieblichen Planung	12
3 Sammlung und Analyse bestehender Werkzeuge in einer Toolbox	16
4 Planungskonzeption und Umsetzung in Fallstudie	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Strategische Ebene.....	20
4.2.1 Allgemeiner Teil.....	20
4.2.2 Statuten	22
4.2.3 Betriebsplan	23
4.2.4 Betriebliche Strategie.....	25
4.3 Waldbewirtschaftung.....	26
4.3.1 Planungsebenen	26
4.3.2 Zieldefinition	28
4.3.3 Waldzustandsinformationen	31
4.3.4 Herleitung von Schwerpunktgebieten.....	35
4.3.5 Massnahmenplanung auf Feinerschliessungseinheit.....	37
4.3.6 Massnahmen-Detailplanung	42
4.3.7 Waldbauliches Controlling und Nachhaltigkeit.....	45
4.4 Infrastruktur und Schutzbauten.....	47
4.5 Sachgüter und Dienstleistungen	49
4.6 Betriebsführung, Informationssystem und Controlling.....	49
4.7 Jahresplanung und dispositive Umsetzung.....	51
4.7.1 Jahresplanung und Budget	52
5 Schlussfolgerungen	55
5.1 Allgemeines Fazit	55
5.2 Beurteilung der Lösung für den Fallstudienbetrieb Klosters	55
5.3 Schlussfolgerungen zur Planungskonzeption.....	56
5.4 Ausblick	57

Abkürzungsverzeichnis

BKL	Betriebsklasse (im Betriebsplan Klosters aufgrund der kantonalen Gegebenheiten anstelle der im Planungskonzept vorgeschlagenen Feinerschliessungseinheiten verwendet)
BK	Bestandeskarte
LiDAR	Fernerkundungsmethode «light detection and ranging»
FEE	Feinerschliessungseinheit
FE	Feinerschliessung
BP	Betriebsplan
WEP	Waldentwicklungsplan
GWG	Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe
WaPlaMa	Arbeitsgruppe Waldplanung und -management des Schweizerischen Forstvereins
BAFU	Bundesamt für Umwelt
GIS	Geoinformationssystem
ibW BZWM	ibW Bildungszentrum Wald Maienfeld
HAFL	Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften Zollikofen
NaiS	Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald
BSC	Balanced Scorecard
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
WSL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
SW	Schutzwald
VHM	Vegetationshöhenmodell
AWN GR	Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden
WF	Weiserfläche
FIBU	Finanzbuchhaltung
ForstBAR	Software für die betriebliche Betriebsabrechnung
QGIS	Open Source GIS-Software
WinForstPro	Holzlogistik-Software (Toolbox)
LeiNa	Kantonale Internet-Plattform «Leistungsnachweis Wald» des Kantons GR
FINT	Fernerkundungstool zur Ermittlung von Baumpositionen und Baumhöhen (Toolbox)
kNN	Tool für Vorkalkulation der Holzerntekosten (Toolbox)
MOTI	Applikation zur Erfassung von Waldzustandsmerkmalen (Toolbox)
HeProMo	Holzernteproduktivitätsmodell der (Toolbox)
SorSim	Tool zur Ermittlung der Holzsortimente (Toolbox)
SiWaWa	Waldwachstumssimulationsmodell (Toolbox)
WIS.2	Waldmanagement-Tool (Toolbox)
TB	Technischer Bericht
TBk	Bestandeskarte der HAFL aus Fernerkundungsdaten (Toolbox)

Zusammenfassung

Ziel dieses Projektes war es einerseits, aufbauend auf der Analyse des Fallstudienbetriebes Klosters eine mögliche Gesamtkonzeption für die betriebliche Planung im Gebirge zu entwerfen und Hinweise für weiteren Entwicklungsbedarf abzuleiten. Parallel dazu wurden konkrete Lösungen im Fallstudienbetrieb Klosters entwickelt, inklusive dem genehmigten Betriebsplan. Dabei wurden verschiedene Werkzeuge einer im Rahmen des Projektes von der HAFL erarbeiteten Toolbox für die Betriebliche Planung verwendet. Die erarbeiteten Lösungen sind explizit keine Musterlösungen, da die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Bedürfnisse der Betriebe individuelle massgeschneiderte Lösungen erfordern.

Das entworfenen Planungs- und Steuerungssystem basiert auf den Elementen der bekannten Planungsebenen (strategisch bis dispositiv) und den Produktionsbereichen, welche in einem dynamischen System mit entsprechenden Schnittstellen vernetzt sind. Damit soll einem modernen Verständnis einer flexiblen und rollenden Planung verknüpft mit einem entsprechenden Controlling-System entsprochen werden.

Auf der strategischen Ebene wird eine klare Trennung zwischen Zielsetzungen der Allgemeinheit, des Waldeigentümers und des Betriebes verfolgt. Der Abgleich dieser nicht immer deckungsgleichen Ziele soll im Rahmen des Betriebsplanes erfolgen, wobei dieser in Form und Inhalt sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann.

Der für Klosters entwickelte Betriebsplan erfüllt die Anforderungen des kantonalen Forstdienstes, entspricht jedoch in verschiedenen Bereichen nicht oder nur teilweise den in diesem Bericht beschriebenen konzeptionellen Überlegungen und Empfehlungen. Er stellt eine pragmatische Lösung für die Fallstudie Klosters dar, bei welchem die Bedürfnisse und Wünsche der lokalen Verantwortlichen immer im Vordergrund standen.

Ein Schwerpunkt der Projektergebnisse betrifft die Planung der Waldbewirtschaftung, für welche über die gesamte Betriebsfläche auch ausserhalb des Schutzwaldes waldbauliche Ziele in Form von räumlich expliziten Zieltypen definiert wurden.

Im operativen Planungskonzept mit drei Planungsstufen dienen als räumliche Planungsebenen die gesamte Betriebsfläche, die Feinerschliessungseinheiten (FEE) und Massnahmenflächen. Der Bestand bildet keine funktionale Planungseinheit, da der Bestand im Seilkrangelände nur in seltenen Ausnahmefällen der Massnahmenfläche entspricht und meist stufige Wälder (Gruppenplenterung) als Zielvorstellung dienen, wodurch die Abgrenzung von Beständen erschwert wird.

Die Feinerschliessungseinheiten dienen einerseits als organisatorische Einheit für die Massnahmenplanung und Ausführung. Andererseits dienen sie als Planungseinheit für die Festlegung und Überprüfung von Zielen.

In einem ersten Planungsschritt werden mithilfe von Handlungsbedarf-Hinweiskarten aus Fernerkundungsdaten und dem lokalen Expertenwissen sogenannte Schwerpunktgebiete festgelegt. Dies sind Feinerschliessungseinheiten mit erhöhten Handlungsbedarf, welche in der nächsten Betriebsplanperiode schwerpunktmässig behandelt werden sollen. Diese erste Planungsstufe ermöglicht mit wenig Mitteleinsatz die grobe Selektion der prioritären Gebiete.

Der fokussierte Einsatz der Mittel in der folgenden zweiten Planungsstufe kann die Qualität und Effizienz der waldbaulichen Massnahmen massgeblich verbessern, indem die ausgewählten FEE resp. Teile davon detaillierter waldbaulich beurteilt und verbindliche Flächenziele für die notwendigen Massnahmen definiert werden. Im Rahmen der Massnahmenplanung erfolgt die Erarbeitung eines Feinerschliessungskonzepts für die gesamte Feinerschliessungseinheit, was die räumliche und zeitliche Koordination der Massnahmen untereinander nach holzerntetechnischen Gesichtspunkten gewährleistet.

Die für mehrere Jahre in unterschiedlichem Konkretisierungsgrad geplanten Massnahmen werden mit einem Tool inhaltlich und räumlich definiert und im Massnahmen-Pool gespeichert. Sie sind bewusst nicht Bestandteil des eigentlichen Betriebsplanes. Das Konzept des Massnahmen-Pools ermöglicht es, betrieblich deutlich flexibler und rasch auf veränderte Rahmenbedingungen und Unvorhergesehenes reagieren zu können. Im Massnahmenplanungs-Tool können die Massnahmen aus dem Pool angepasst an die betrieblichen Ressourcen zu einem optimalen Jahresprogramm mit entsprechendem Leistungs- und Finanzbudget zusammengestellt werden.

Projektziele

Strategische Ebene

Betriebsplan Klosters

Räumlich explizite Ziele

Massnahmenfläche ersetzt Bestand als Planungseinheit

Feinerschliessungseinheit

Schwerpunktgebiete

Feinerschliessungskonzepte

Massnahmen-Pool

Schnittstelle zu Jahresplan und Budget

Controlling	In einem rollenden Planungssystem ist es zentral, in bestimmten Zeitabständen die Zielerreichung und den Stand der dafür notwendigen Massnahmen zu überprüfen. Als wichtiges Ziel bzw. Indikator werden hierfür minimale Flächenziele für die behandelte Waldfläche verwendet. Das Massnahmenplanungs-Tool bietet auch eine gute Grundlage für die Vollzugskontrolle, währenddem für die Wirkungsanalyse entsprechende Weiserflächen betrieben werden.
Minimale Flächenziele	
Weiserflächen	
Potenzial Fernerkundung besser nutzen	Schwieriger gestaltet sich die betriebliche Zielerreichungskontrolle, d.h. die Frage, ob der Waldzustand sich über grössere Flächen (FEE, Betrieb) dem Zielzustand angenähert hat. Hierzu besteht weiterer Handlungsbedarf bezüglich einer aus heutiger Sicht realistischen Lösung mithilfe verschiedener Fernerkundungsdaten. Allgemein bestehen im Bereich des Controllings auch nach Projektabschluss noch erhebliche Defizite, insbesondere bei der Definition von Zielwerten für entsprechende messbare Indikatoren. Im Bereich der Betriebsführung wurde mit dem QGIS-Excel-basierten Massnahmenplanungs-Tool für den waldbaulichen Bereich auch eine Schnittstelle entwickelt zwischen Mehrjahresplanung und Jahresplanung mit anschliessender Umsetzung. Dieses Tool ist auf die übrigen im Fallstudienbetrieb verwendeten Instrumente wie WinForstPro und der ForstBAR abgestimmt.
Infrastruktur-Management	In den Bereichen Infrastruktur/Schutzbauten und Sachgüter/Dienstleistungen wurden keine neuen Lösungen entwickelt, jedoch besteht insbesondere für den erstgenannten Bereich entsprechender Handlungsbedarf. Es muss und wird sich zeigen, wie sich die in diesem Projekt erarbeiteten Lösungen in Klosters bewähren werden. Entsprechend den Projektzielen konnten in diversen Bereichen keine umfassenden Lösungen entwickelt werden, sondern lediglich konzeptionelle Vorstellungen davon, in welche Richtung die Entwicklung gehen könnte/sollte bzw. wo Entwicklungsbedarf besteht.

1 Ausgangslage, Ziele und Projektaufbau

1.1 Ausgangslage

Auszüge aus dem Pflichtenheft sowie der Projektofferte:

Die Waldplanung ist gemäss Waldgesetz Aufgabe der Kantone. Die Planungskonzepte der Kantone sind sehr unterschiedlich. Eine überbetriebliche Planung (WEP, regionaler Waldplan, Waldrichtplan usw.) haben fast alle Kantone erarbeitet. Bei der betrieblichen Planung sind die gesetzlichen und praktischen Unterschiede sehr gross. Einige Kantone kennen eine Betriebsplanpflicht, in einigen Kantonen werden auf freiwilliger Ebene Betriebspläne erarbeitet und in anderen Kantonen erstellen die Betriebe gar keine Betriebspläne. Noch grösser sind die Unterschiede was die Grundlagenarbeit, die Ausgestaltung der Planung und die Kontrolle betrifft. Es sind keine einheitlichen Konzepte vorhanden.

Situation in der Schweiz

Die forstlichen Ausbildungsstellen haben Mühe, den Absolventen ein klares Profil der betrieblichen Planung zu vermitteln. Es besteht eine gewisse Unsicherheit über Zweck, Inhalt und Umfang einer zeitgemässen betrieblichen Planung.

Ausbildung forstliche Planung

In Zukunft werden die Betriebe grösser werden und somit wird auch die Bedeutung der Planung steigen.

Die betriebliche Waldplanung darf aber nicht nur aus der betrieblichen Sicht angeschaut werden. BAFU und kantonale Forstdienste haben den gesetzlichen Auftrag, eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zu gewährleisten. Ein Teil der hoheitlichen Steuerung und Kontrollen kann am effizientesten über die betriebliche Planung vollzogen werden.

Öffentliches Interesse

Bund, Kantone, Waldeigentümer, Betriebsleiter und die forstlichen Ausbildungsstellen haben deshalb ein grosses Interesse daran, die betriebliche Waldplanung in der Schweiz auf einen modernen, zeitgemässen Stand zu bringen.

Das vorliegende Projekt konzentriert sich auf den Gebirgswald, weil dort der Handlungsbedarf im Bereich der betrieblichen Planung besonders gross erscheint.

Fokus Gebirgswald

Die Betriebliche Planung ist in der Arbeitsgruppe WaPlaMa des Schweizerischen Forstvereins seit mehreren Jahren ein Thema, u.a. wurde im Auftrag des BAFU das Projekt „Entscheidungsfindung und Betriebliche Planung im Forstbetrieb“ (Zürcher 2011b) durchgeführt. Da im Gebirgswald besondere Herausforderungen zu bewältigen sind, wurde u.a. 2011 eine Tagung der Schweizerischen Gebirgswaldpflegegruppe GWG in Zusammenarbeit mit der AG WaPlaMa durchgeführt, welche sich mit der Betrieblichen Planung im Gebirgswald befasste (Zürcher 2011a).

Aktivitäten WaPlaMa GWG

In der Zwischenzeit wurde im Auftrag des BAFU auch ein Analysebericht zur Weiterentwicklung der Waldplanung in der Schweiz erarbeitet (Bernasconi und Gubsch, 2017).

Auf eine umfassendere Beschreibung der Ausgangslage und des Stands des Wissens wird verzichtet, da dies nicht Ziel des Projektes war. Wo dies sinnvoll ist, wird im Text auf vorhandene Literatur verwiesen. Zudem finden sich zahlreiche Hinweise zu Ausgangslage und Entwicklungsbedarf im Synthesebericht der GWG-Wintertagung 2011 (Zürcher 2011a).

1.2 Ziele und Fokus des Projektes

2 Ebenen

Grundlage für das Projekt war das vom BAFU erarbeitete Pflichtenheft (H444-5568).

Das Projekt verlief parallel auf zwei Ebenen, welche miteinander eng verknüpft sind, aber unterschiedliche Ziele verfolgten:

Ebene Fallstudienbetrieb: Entwickeln einer konkreten Lösung für Klosters-Serneus

- Der Forstbetrieb Klosters (bzw. der fusionierte Forstbetrieb Madrisa) verfügt über einen genehmigten Betriebsplan und ein an seine Bedürfnisse angepasstes und funktionierendes Planungssystem.
- Soweit im Rahmen des Projektes möglich, soll ein Teil der analysierten Tools in Klosters angewendet werden.

Konzeptionelle Ebene: Entwickeln von Hinweisen zu einer möglichen Gesamtkonzeption für zeitgemässe Betriebliche Planung im Gebirgswald sowie zu entsprechendem Entwicklungsbedarf.

- Die Abläufe der Betriebliche Planung und die Anforderungen an diese analysieren, mit speziellem Fokus auf die Bedürfnisse des Betriebsleiters.
- Sammlung und Analyse vorhandener Instrumente/Tools im Bereich der betrieblichen und waldbaulichen Planung mit speziellem Fokus auf Fernerkundung und GIS.
- Daraus eine mögliche Gesamtkonzeption entwerfen und aufzeigen, für welche Teile heute bereits Lösungen existieren und wo Handlungsbedarf besteht.

«Architekt – Bauherr»

Dabei orientierten wir uns auf der Ebene Fallstudie am Bild «Architekt – Bauherr». Die Projektverfasser als «Architekt» erarbeiteten ausgehend von den definierten Bedürfnissen mögliche Lösungsvarianten und Konzepte. Daraus wählten die zentralen Akteure der Fallstudie (Betriebsleiter und Regionalforstingenieur) als «Bauherren» passende Elemente aus und entschieden, welche Varianten umgesetzt wurden.

Gesamtes Betriebliches Planungssystem im Fokus

Im Fokus stand immer das gesamte Planungs- bzw. Managementsystem, nicht nur der eigentliche Betriebsplan. Aufgrund der Bedürfnisse ergab es sich, dass der erarbeitete Betriebsplan relativ wenig vom Bestehenden abweicht und das Projekt primär in der operativen Planung Neuerungen vorschlägt und umsetzt.

Lowtech

Für die Lösung Klosters wurde bewusst auf Lowtech-Methoden und -Instrumente gesetzt (v.a. QGIS und Excel). Dies deshalb, weil diese Programme vielen Betriebsleitern bekannt sind und weil wir durch die Übungsanlage gezwungen waren, mit sehr beschränkten Mitteln die bestmöglichen Lösungen zu erarbeiten und Verbesserungspotenziale zu nennen anstatt «nur» zu beschreiben, wie eine ideale Wunschlösung auszusehen hätte, falls im grossen Stil in die Entwicklung, z.B. von massgeschneiderten IT-Anwendungen, investiert werden könnte.

Keine Ideallösung

Keine Musterlösung

Explizit nicht Ziel des Projektes war es, Musterlösungen zu entwickeln, da dies angesichts der sehr heterogenen Rahmenbedingungen nicht zielführend sein kann. Trotzdem ist ein wesentliches Projektziel, ein weitgehend allgemeingültiges Planungskonzept für die Betriebliche Planung im Gebirgswald zu entwerfen oder zumindest Teile dazu zu liefern. Eine Gesamtkonzeption, welche die sehr unterschiedlichen betrieblichen Situationen und Anforderungen zumindest mehrheitlich abzudecken vermag, wird gezwungenermassen sehr abstrakt und kann wenig in die Details gehen. Gleichzeitig wünschen sich die potenziellen Anwender durchaus konkrete Vorschläge. Diese Gratwanderung galt es zu versuchen.

Praxisorientierung

Die Praxisorientierung war zentral und hatte Vorrang vor wissenschaftlichen Ansprüchen. So war etwa die umfassende Aufarbeitung der vorhandenen Literatur nicht Teil des Auftrags.

Das Projekt beschränkt sich auf den Gebirgswald und fokussiert bewusst auf eher grössere Betriebe mit an der Planung interessierten Betriebsleitern, welche auch entsprechende Fachkenntnisse (u.a. GIS) mitbringen.

**Fokus
Gebirgswald
engagierte
Betriebsleiter**

Für die Verfasser und das ibW BZWM allgemein war ein wichtiges Ziel des Projektes und Grund für das starke Engagement, dass durch das Projekt zentrale Grundlagen für die Försterausbildung erarbeitet werden.

Zudem bestanden von Seiten der Verfasser bereits vor Projektstart gewisse Anforderungen an die zu entwickelnde Lösung:

- Die aus eigener Erfahrung (u.a. Zürcher 2011b) häufig weitgehende «Abwesenheit» der betrieblichen Planung i.e.S. (Betriebspläne, Mehrjahresplanungen) im betrieblichen Alltag und den waldbaulichen Entscheiden soll zu reduzieren versucht werden.
- Im Gebirgswald dominiert die Seilkranbringung. Dadurch wird eine sorgfältige Feinerschliessungsplanung zu einem zentralen Teil der Planung, wobei Waldbau und Holzerntetechnik kombiniert werden müssen.
- Im Gebirgswald ist der Anteil Schutzwald sehr hoch. Daher sollte die Planung besser als bisher auf die Methode und die Ziele aus NaiS (Wegleitung Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald) abgestimmt sein.
- Forstbetriebe im Gebirgswald sind zunehmend gross bis sehr gross (>> 2000ha) und werden von einem Team von Förstern/Forstfachpersonen geführt, welche zudem häufiger als bisher wechseln (Jobwechsel, Fusionen, Pensionierungswelle etc.) Dem hat eine zeitgemässe betriebliche Planung Rechnung zu tragen – es darf nicht (mehr) sein, dass Forstbetriebe faktisch nach Planungen geführt werden, welche nur im Kopf des Betriebsleiters existieren.
- Die seit wenigen Jahrzehnten vorhandenen Potenziale von GIS und zunehmend auch der Fernerkundung sollen besser als bisher genutzt werden. Dies nicht als Ersatz für die Beurteilung durch die Fachperson im Wald, sondern als wertvolle Ergänzung dazu.

Als Fallstudienbetrieb wurde Klosters nicht zufällig ausgewählt. Insbesondere folgende Gegebenheiten und Überlegungen haben dazu geführt:

Warum Klosters?

- Grosses Interesse des Betriebsleiters an neuen Lösungen sowie entsprechende Kenntnisse bzw. Bereitschaft, in eine moderne Planung zu investieren. Zudem sind auch die Beteiligten des Kantonalen Forstdienstes offen und interessiert an Weiterentwicklungen.
- BP-Revision war anstehend und damit verbunden waren bei Projektstart die im Kt. GR üblichen «klassischen» Bestandeskarten ab Luftbild mit anschliessender Bestandesbeurteilung im Wald. Gleichzeitig sind für einen Teil des Betriebes LiDAR-Daten verfügbar, um auch neue Tools im Bereich Fernerkundung zu nutzen.

1.3 Projektorganisation

Die **Projektleitung** lag beim BAFU, vertreten durch Roberto Bolgè (Abteilung Wald) und Stéphane Losey (Abteilung Gefahrenprävention).

Auftragnehmer war das ibW Bildungszentrum Wald. Beteiligte Personen: Samuel Zürcher (Leitung), Lukas Glanzmann, Robert Schickmüller.

Wissenschaftlich begleitet wurde das Projekt von Christian Rosset, HAFL. Die HAFL war zudem für den Projektteil Toolbox (vgl. Kap. 3) verantwortlich und wendete mehrere Tools im Fallstudienbetrieb an.

Fallstudienobjekt ist der Forstbetrieb Klosters-Serneus (ab 1.1.2016 Forstbetrieb Madrisa) unter der Leitung von Christian Rüschi.

Da der Fallstudienbetrieb im Kanton Graubünden liegt, waren auch der zuständige Regionalforstingenieur Sandro Krättli sowie Riet Gordon, Produktverantwortlicher Waldinformation des Amts für Wald und Naturgefahren beteiligt.

Finanziert wurde das Projekt durch das BAFU, es wurde aber von allen Beteiligten auch viel Eigenleistung geleistet. Die Erarbeitung des eigentlichen Betriebsplans wurde von der Gemeinde Klosters finanziert und von Samuel Zürcher als Mitarbeiter der Gadola AG zusammen mit Betriebsleiter und RFI ausgeführt.

1.4 Projektablauf und Hinweise zum Aufbau des Berichtes

Entsprechend dem Auftrag im Pflichtenheft verlief das Projekt in vier Etappen:

Grundlagenerhebung

1. Grundlagenerhebung

a) Analyse der betrieblichen Entscheidungsprozesse im Fallstudienbetrieb

Die betrieblichen Entscheidungs- und Steuerungsprozesse wurden in Elemente gegliedert beschrieben und analysiert.

⇒ **Ergebnisse siehe Kap. 2**

b) Sammlung, Beschrieb und Analyse vorhandener Instrumente

Dieser Projektteil wurde von Christian Rosset (HAFL) bearbeitet. Ergebnis ist eine Toolbox, welche im Kap. 3 beschrieben und im Anhang A-2. enthalten ist. Diese Toolbox soll als eigenständiges Projektergebnis auch auf der Plattform www.planfor.ch aufgeschaltet und laufend weiterentwickelt werden.

⇒ **Ergebnisse siehe Kap. 3**

Evaluation und Validierung

2. Evaluation und Validierung

Die in Etappe 1 und 2 erarbeiteten Resultate wurden an einem Workshop im Projektteam geprüft und beurteilt. Zudem wurden die Ergebnisse und Einschätzungen aus dem Fallstudienbetrieb im Rahmen eines eintägigen Workshops zusätzlich mit 6 ausgewählten Betriebsleitern diskutiert, um deren Einschätzungen mit jenen aus Klosters vergleichen zu können.

Als ein Ergebnis dieser beiden Workshops wurden auch 5 Tools aus der Toolbox ausgewählt und diese für den Fallstudienbetrieb angewendet resp. weiterentwickelt.

⇒ **Ergebnisse siehe Kap. 3 und 4.**

3. Fallbeispiel Klosters

Fallbeispiel Klosters

Ausgehend von Etappen 1 und 2 wurde für Klosters eine vollständige Lösung entwickelt. Diese Arbeiten verliefen für den Teil operative Planung deutlich umfangreicher als geplant. Neben dem Projektbudget beteiligte sich auch die Gemeinde Klosters an den Kosten und die ibW investierte viel Eigenleistung, da diese Arbeiten als zentrale Grundlage für die Försterausbildung verwendet werden können.

⇒ *Ergebnisse siehe Kapitel 4, jeweils zweiter Teil der Unterkapitel*

4. Konzeptionelle Hinweise und Schlussbericht

Konzeptionelle Hinweise

Aufarbeitung der Erkenntnisse aus der Fallstudie und den konzeptionellen Arbeiten und Darstellung der Schlussfolgerungen. Hierzu fand im Projektteam ein eintägiger Workshop 2015 sowie eine Schlussbesprechung im Februar 2018 statt. Zudem sind Inputs aus der Jahresversammlung der WaPlaMa im Oktober 2017 zu diesem Thema in den Schlussbericht eingeflossen. Die Rückmeldungen aus der WaPlaMa-Jahrestagung waren v.a. in Bezug zum vorgeschlagenen Planungssystem durchaus positiv.

⇒ *Ergebnisse siehe Kapitel 4, jeweils erster Teil der Unterkapitel*

Begründung der Verzögerungen des Projektabschlusses

Zeitliche Verzögerungen

Ursprünglich war geplant, das Projekt Ende 2015 abzuschliessen. Das Projektende verzögerte sich somit um über 2 Jahre aus den folgenden drei Gründen:

- *Verzögerungen bei den Bestandesbeurteilungen:* Die durch den Betrieb auszuführenden Bestandesbeurteilungen im Wald sind zwingende Voraussetzung für einen Betriebsplan im Kt. GR. Geplant war, dass diese Bestandesdaten Ende 2014 vorliegen. Aus verschiedenen Gründen (u.a. Betriebsfusion und Mehraufwand, weil auch für den Perimeter mit LiDAR-Daten die Bestände im Wald beurteilt werden mussten) lagen diese Daten jedoch erst Mitte Dezember 2016 vor. Und die Projektleiter beim BAFU entschieden, dass das Projekt nicht abgeschlossen werden kann, bevor ein genehmigter Betriebsplan vorliegt.
- *Personelle Veränderungen am ibW BZWM:* Samuel Zürcher als Projektverantwortlicher des Auftragnehmers übernahm per 1.1.2016 die Leitung der Fachstelle GWP und reduzierte sein Fachlehrer-Pensum auf 10%. Damit waren die zeitlichen Ressourcen für die Erstellung des Betriebsplans und den Projektabschluss sehr reduziert und Lukas Glanzmann konnte diese Lücke während seiner Einarbeitungszeit ebenfalls nur beschränkt ausfüllen.
- *Entscheid zur Vorstellung der Projektergebnisse im Rahmen der WaPlaMa-Jahrestagung 2017:* die zusätzliche Mitwirkung der WaPlaMa-Angehörigen stellt ein Mehrwert für die Validierung des Planungssystems dar und hat wertvolle Rückmeldungen ergeben, die teilweise noch entsprechend berücksichtigt werden konnten.

2 Gliederung und Analyse der Betrieblichen Planung

Darstellung Planungs- und Steuerungssystem

Erste Projektetappe und Grundlage für die übrigen Etappen war eine umfassende Darstellung der Elemente des Betrieblichen Planungs- und Steuerungssystems. Diese erfolgte ausgehend vom Fallstudienbetrieb und richtete sich auf diesen aus, wurde jedoch so gestaltet, dass deren grundlegende Struktur als allgemein passend für Gebirgswald-Betriebe betrachtet werden kann. In den Details und in der Gewichtung/Bedeutung der einzelnen Bereiche sind die Unterschiede zwischen den Betrieben jedoch gross.

Versuche, die Betrieblichen Entscheide und Planungs-/Management-Prozesse mittels Methoden aus der Prozessmodellierung abzubilden, wurden abgebrochen. Dies aus der Einsicht heraus, dass dies für die Zielsetzungen nicht zielführend sei, da sehr komplex und für die meisten Leser kaum in kurzer Zeit nachvollziehbar. Daher wurde ein sehr einfaches Darstellungsmodell gewählt, welches auf zwei Dimensionen basiert: Die bekannten Planungsebenen sowie die «Produktionsbereiche». Entstanden ist eine Darstellung, welche die komplexen Planungs- und Entscheidungsprozesse in 19 Elemente gliedert (Abbildung 2), welche in die in Abbildung 1 abgebildeten 6 Bereiche gruppiert werden können. Zugunsten der Übersichtlichkeit bewusst in Kauf genommener Nachteil der gewählten Darstellungsform ist, dass die zahlreichen und wichtigen Verknüpfungen und teilweise sehr unscharfen Grenzen zwischen den einzelnen Elementen nicht explizit dargestellt, sondern nur in der Beschreibung im Anhang A-1-1 enthalten sind.

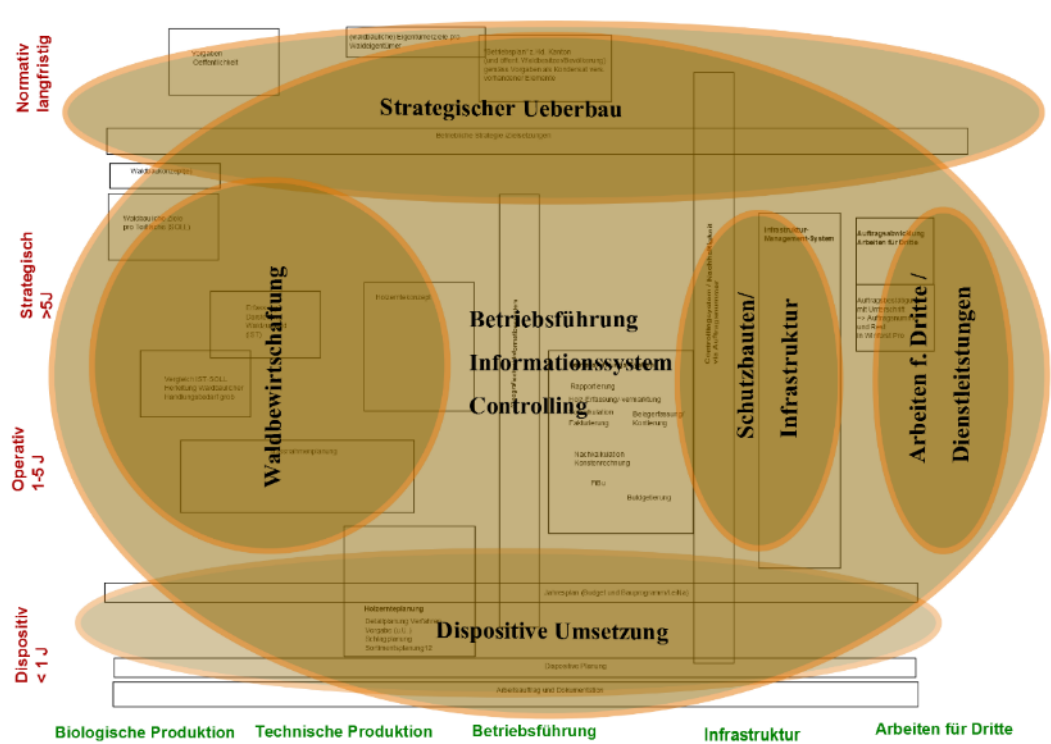


Abbildung 1: Schematische Grundstruktur des Betrieblichen Planungssystems

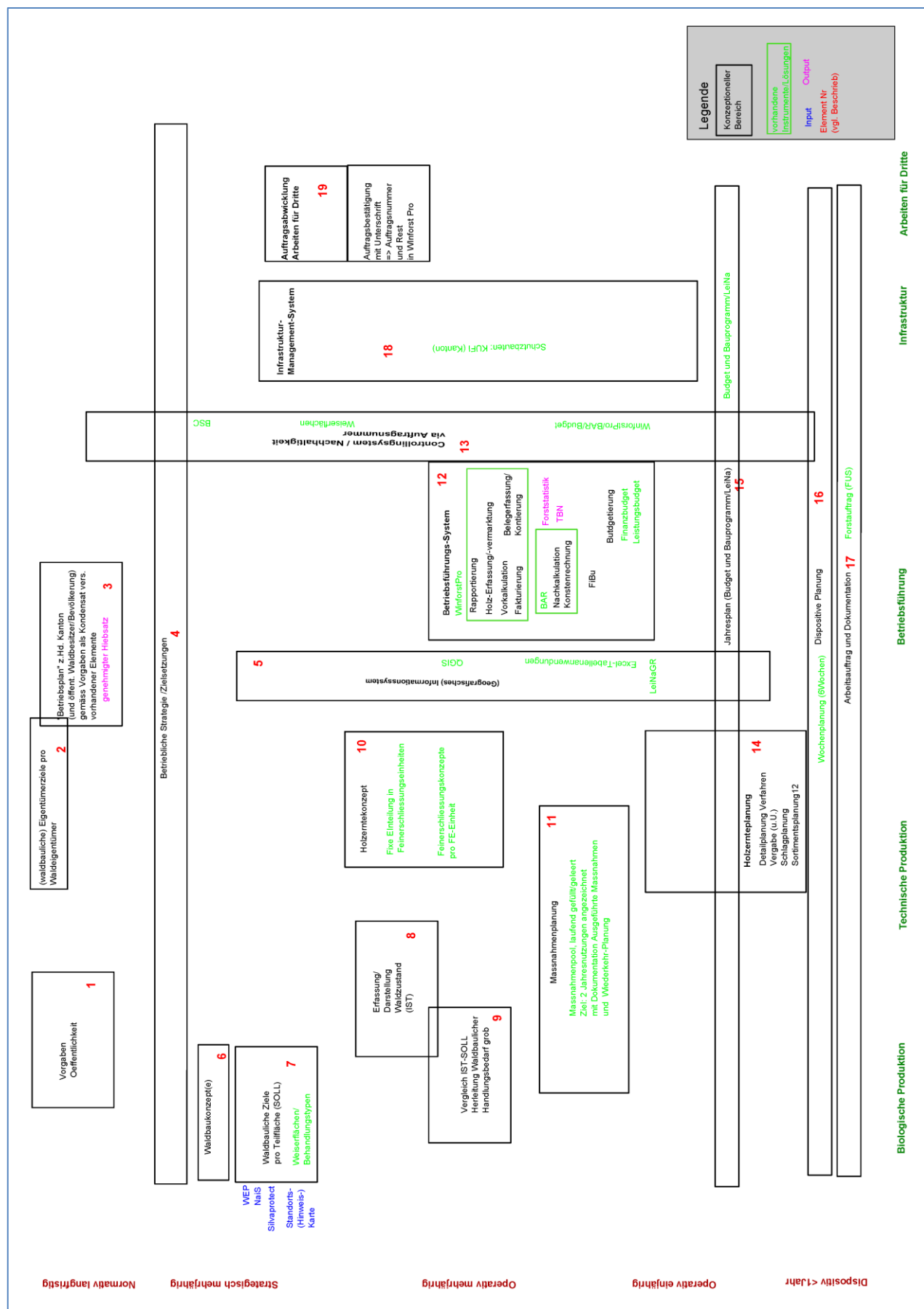


Abbildung 2: Gesamtsystem der Betrieblichen Planung, dargestellt mittels 19 Elementen

Im Anhang A-1-1 wird jedes der 19 Elemente anhand folgender Kriterien für den Fallstudienbetrieb beschrieben resp. analysiert:

- Element-Nummer und Bezeichnung
- Zu Beantwortende Fragen/Nötige Entscheide
- Erwartete Ergebnisse
- Erwartete Form und Aktualisierung
- Inputs/Vernetzungen
- Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb
- Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb
- Beurteilung Handlungsbedarf (Insgesamt, aus Sicht Klosters, aus Sicht ibW)
- Ideen für Umsetzung/Verbesserungen

Nachfolgend sind die Ergebnisse aus dieser Analyse mit Fokus auf dem Fallstudienbetrieb kurz zusammengestellt. Teilweise handelt es sich dabei um allgemeine Aussagen und Beurteilungen, grundsätzlich beziehen sich die Aussagen aber auf die gegenwärtige Situation im Fallstudienbetrieb.

Als Referenz wurde jeweils von der im Kanton Graubünden praktizierten betrieblichen Planung ausgegangen, so wie sie – unserer Wahrnehmung entsprechend – in durchschnittlichen Bündner Forstbetrieben heute umgesetzt wird. Auf den Vergleich mit der Situation in anderen Kantonen (wo die betriebliche Planung teilweise einen deutlich geringeren Stellenwert innehat als in Graubünden), wird verzichtet.

Schlussfolgerungen aus der Analyse des Fallstudienbetriebes

Allgemeine Grundsätze

Ein zeitgemässes, an die heutigen Anforderungen und Möglichkeiten angepasstes Planungskonzept sollte folgende Grundsätze befolgen:

- Die Planung wird viel stärker rollend bzw. dynamisch. Dies bietet grosse Vorteile (v.a. Flexibilität und geringere Leerläufe aufgrund «Planung auf Vorrat») und die technischen Möglichkeiten sind seit Jahren vorhanden. Eine verstärkt rollende Planung bietet indes auch gewisse Risiken insbesondere im Bereich Controlling, welche es in den Griff zu bekommen gilt.
- Die Planungsebenen (traditionell: Betriebsplan – Jahresplanung – Wochenplan) werden viel stärker verknüpft. Dies ist eine Voraussetzung für eine dynamische Planung und führt – falls erfolgreich umgesetzt – dazu, dass der Stellenwert der Bereiche Strategie und Controlling im forstlichen Alltag steigen bzw. wirkungsvoller werden. Dadurch wird die Qualität betrieblicher Entscheide steigen.
- Das Planungskonzept muss für die einzelnen Entscheide auf unterschiedlichen Ebenen die relevanten Informationen liefern. Hierzu ist es notwendig, dass das System in beide Richtungen funktioniert: In dispositive Entscheide müssen die Informationen/Ziele der Strategie einfließen und für strategische Entscheide müssen Informationen aus der operativen Planung und dispositiven Umsetzung einfließen können.

Strategischer Überbau

Insgesamt besteht in diesem Bereich grosser Handlungsbedarf in folgenden Bereichen:

- Strategische Ziele sollten klar getrennt werden zwischen den drei grundsätzlichen Akteuren Allgemeinheit/Forstdienst; Waldeigentümer; Betrieb.
- Die Abgrenzung zwischen strategischer und operativer Planung wird als ungenügend beurteilt: Momentan werden in den Betriebsplänen des Kantons GR für 12 Jahre auf Bestandesebene Dringlichkeiten ausgeschieden und mit Hinweisen zu Massnahmentyp, Holzanfall etc. hinterlegt. Diese detaillierte waldbauliche Planung geht über die strategische Planung hinaus und hat grossen Einfluss auf die operative betriebliche Umsetzung.
- Controlling: Für ein strategisches Controlling im Bereich Waldbewirtschaftung/Nachhaltigkeit fehlen sinnvolle Indikatoren und Zielwerte.
- Die Strategische Ebene/Betriebsplan ist ungenügend mit der operativen Planung und dem betrieblichen Alltag verknüpft.

Betriebsführung / Informationssystem / Controlling

Neben den Defiziten im Bereich des strategischen Controllings (s. oben) besteht insbesondere im Bereich GIS Handlungsbedarf. Das Potenzial eines umfassenden und mit anderen Elementen verknüpften betrieblichen GIS ist gross und wird bisher ungenügend genutzt. Ansonsten im Fallstudienbetrieb gute Situation, kaum Handlungsbedarf.

Waldbewirtschaftung

In diesem Bereich besteht insgesamt grosser Handlungsbedarf. Die bisherigen Lösungen im Fallstudienbetrieb befriedigen nicht:

- Die waldbaulichen Ziele sind nur «diffus» bekannt und nirgends umfassend und räumlich explizit dargestellt.
- Die Erfassung des Waldzustandes und die Festlegung des Handlungsbedarfs sind aufwändig und dieser Aufwand ist schlecht über die Jahre verteilt sowie nicht mit klaren Zielsetzungen gekoppelt. Zudem fehlt die Koordination mit der Holzerntetechnik und es bestehen Zweifel am Konzept, den Bestand gleichzeitig als Bezugsfläche sowohl für sämtliche Zustandsmerkmale, die Ziele und Massnahmen zu verwenden.

Schutzbauten und Infrastruktur

Es besteht grosser Bedarf nach einem Infrastruktur-Managementsystem, welches auf die Betrieblichen Bedürfnisse angepasst ist. Ein solches sollte folgende Informationen liefern:

- Übersicht (GIS-basiert) über die vorhandene und zu unterhaltende Infrastruktur (Verbauungen, Strasse, Wege, Erholungseinrichtungen, Wildschutzmassnahmen u.a.m)
- Definition eines Unterhalts resp. -Kontrollkonzeptes pro Element (Turnus, Arbeiten)
- Ablage von Informationen zu getätigten Arbeiten/Journal und Zustand.
- Erinnerungsfunktion/Reminder und Zusammenstellung von Arbeitsprogrammen.

Sachgüter und Dienstleistungen

Dieser Bereich macht in einigen Betrieben heute einen sehr hohen Anteil der Tätigkeiten aus. Im Fallstudienbetrieb und aus Projektsicht besteht kaum Handlungsbedarf. Wichtig für gute Entscheidungen ist:

- Dass der Betriebsleitung bekannt ist, welche Vollkosten für die geleisteten Dienstleistungen tatsächlich anfallen.
- Dass die für den Dienstleistungsbereich benötigten Ressourcen/Betriebsmittel (Personal, Maschinen etc.) sinnvoll in die Ressourcenplanung einfließen.

Jahresplanung und Dispositive Umsetzung

Insgesamt geringer Handlungsbedarf, ist Betrieblicher Alltag und oft von hohem Anteil Unvorhergesehenem geprägt.

Für den Fallstudienbetrieb besteht Handlungsbedarf im Bereich der Arbeitsaufträge. Die gegenwärtige Papierlösung ist ungenügend, da diese manuell auf Papier erstellt wird, ohne direkte Verknüpfungen zu den anderen Planungselementen. Betrieb wäre an digitaler Lösung interessiert, jedoch auch skeptisch bez. Praxistauglichkeit.

Diese Analyse der im Anhang A-1-1 skizzierten Anforderungen und Bedürfnisse stellt die Ausgangslage dar, um in einem ersten Schritt vorhandene Tools zu sammeln und anschliessend konkrete Lösungen für Klosters resp. Lösungskonzepte für die Betriebliche Planung im Schweizer Gebirgswald insgesamt zu entwickeln.

3 Sammlung und Analyse bestehender Werkzeuge in einer Toolbox

Überblick über vorhandene Tools

Ein Ziel des Projekts besteht darin, einen Überblick zu schaffen, welche Tools für den Bereich der betrieblichen Planung vorhanden sind und zu diese zu charakterisieren (Kap. 1.2). Einerseits wurde anschliessend eine Auswahl davon für die Fallstudie Klosters verwendet, andererseits wird damit um eine Grundlage geschaffen, diese Tools in der Praxis zu verbreiten sowie die Weiterentwicklung und Vernetzung zu verbessern.

Toolbox

Um diese Ziele zu erreichen, wurde durch die HAFL unter der Leitung von Christian Rosset und in Kontakt mit verschiedenen Tool-Entwicklern eine Toolbox erarbeitet (vgl. Anhang A-2), welche 24 Tools beschreibt (Tabelle 1). Diese Sammlung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, enthält jedoch die als für die „Gebirgswald-Praxis“ als relevant beurteilten Instrumente. Es handelt sich dabei mehrheitlich um IT-Tools, oft in Zusammenhang mit GIS-Anwendungen. Viele der Instrumente stehen bereits zur Verfügung (oft kostenlos), andere sind noch in Entwicklung.

www.planfor.ch

Die Toolbox ist als Access-Datenbank aufgebaut, um eine geeignete Grundlagen zu schaffen für die zukünftige Aktualisierung, Erweiterung und Weiterverbreitung. Die Toolbox wird zukünftig auf der Internetseite www.planfor.ch verfügbar sein, wobei eine kurze Beschreibung des Anwendungsbereiches und der Funktionen sowie Informationen zur Beschaffung und entsprechende Kontaktpersonen verfügbar sein sollen.

Anwendung Klosters

Für die Fallstudie bietet die Toolbox eine wertvolle Grundlage, wobei mehrere Tools für Klosters angewendet wurden. Die Auswahl der in Klosters verwendeten Tools erfolgte in erster Linie anhand der Bedürfnisse des Forstbetriebes und hat nichts mit der Qualität der einzelnen Tools zu tun. Einige Tools wurden zudem nicht berücksichtigt, weil die Entwicklung noch nicht abgeschlossen war.

In Tabelle 1 ist in der Spalte «Bedürfniselement» ersichtlich, in welchen Bereichen der betrieblichen Planung das entsprechende Tool eingesetzt werden kann. Abbildung 3 zeigt, wie viele Tools in den einzelnen Bereichen gefunden werden konnten.

Das während der Projektzeit vom Projektteam entwickelte Massnahmen-Planungstool (Kap. 4.3.6.) war bei der Erarbeitung der Toolbox noch nicht vorhanden und fehlt somit in Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht der in der Toolbox enthalten Tools und deren Verwendung für den Fallstudienbetrieb

NR	Kurzbeschreibung	Abk.	Anbieter	Bedürfnis-Element	Anwendungen
1	Ausscheidung von kritischen Lücken in Bezug auf Waldlawinen		ETH	8/9/13	Kap. 4.3; A-1-2.
2	Seilkranstützen entlang Seillinie optimal festlegen		ETH	10/11/14	-
3	Digitales Wegemanagement-System		HAFL	18	-
4	Effiziente Forstliche Betriebsinventur		WSL	8	-
5	Multikriterielles Entscheidungssystem für Waldbewirtschaftung		WSL	2/4/6/7/13	-
6	Baumpositionen und Baumhöhe ermitteln	FINT	Ecorisq	8/9/14	Kap. 4.3; A-1-2.
7	Optimierung forstlicher Produktionsketten	FOCUS	HAFL	3/4/6/7/8/11/12/13/15/16/17	-

8	Entscheidungsgrundlagen im Wald mit Google Glass (Forest-Glass)		HAFL		-
9	Waldzustandsmerkmale aus Vegetationshöhenmodellen und Orthophotos		WSL	7/8/9	Kap. 4.3; A-1-2.
10	Holzernteproduktivitätsmodell für Kalkulation von Holzerntearbeiten	HeProMo	WSL	10/14	Kap. 4.3.6
11	Vorkalkulation Holzerntekosten	kNN	WSL	10/14	Kap. 4.3.6 (nur konzeptionell)
12	Waldzustand mit Smartphone erfassen	MOTI	HAFL	6/8/9/14	-
13	Optimales Seillinienkonzept		ETH	10/14	-
14	Beurteilung von Schutzwäldern mittels Fernerkundung (insbes. Verjüngung)		WSL	3/8/9/13	-
15	Reengineering von Strassen-netzwerken		ETH	10/14/18	-
16	Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag herleiten		ETH	9/13	-
17	Optimierung Seilkranlinien-Anordnung		ETH	10/14	-
18	Ermittlung Holz-Sortimente	SorSim	WSL	8/14	-
19	Bestandeskarte aus Fernerkundungsdaten	TBk	HAFL	7/8/9	Kap. 4.3; A-1-2.
20	Holzernte-Mehraufwand wegen Trinkwasserschutz berechnen		WSL	1	-
21	Holzvorratskarte aus Vegetationshöhenmodellen		ETH	3/9/13/14	A-1-2.
22	Waldwachstumssimulationsmodell	SiWaWa	HAFL	6/8/9	-
23	Wegscanner für Wegemanagement		HAFL	18	-
24	Management der Waldökosysteme (WIS.2 Cockpit)	WIS.2	HAFL	2/3/4/7/9/11/13	-

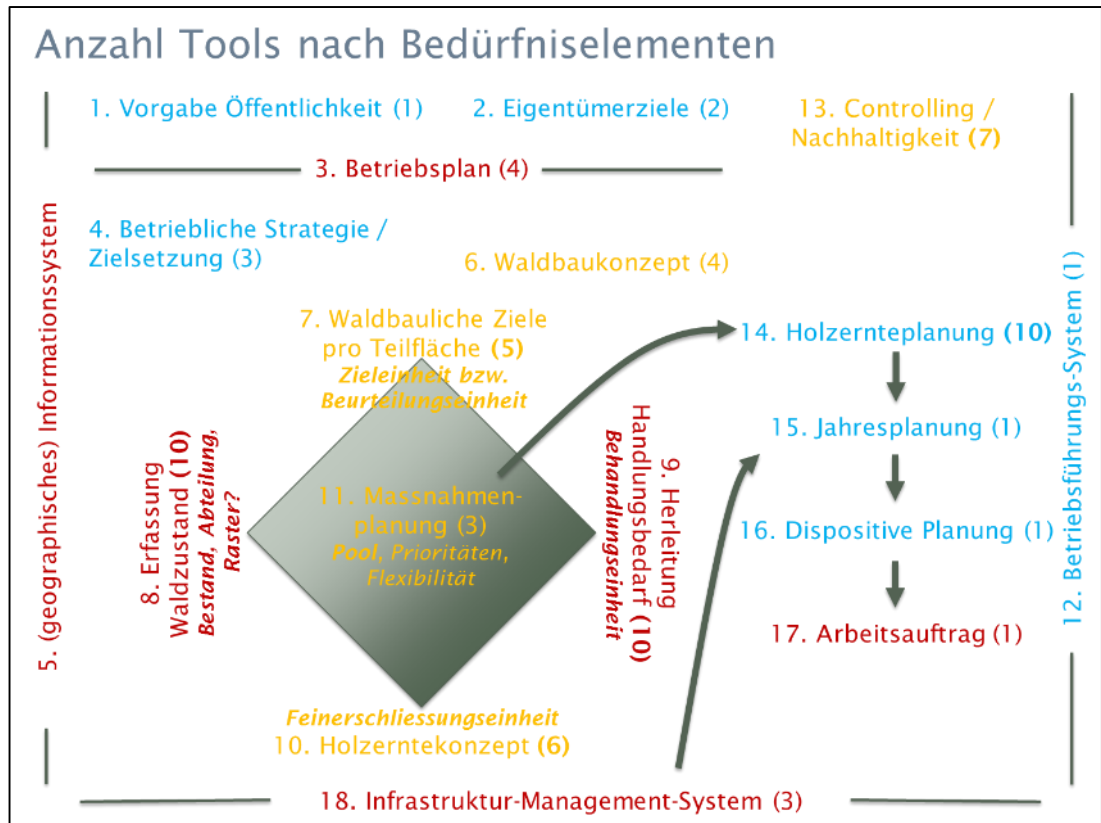


Abbildung 3: Bedürfniselemente der Gesamtkonzeption mit der jeweiligen Anzahl Tools pro Element (in Klammer). Die Farbe entspricht der Handlungsprioritätsstufe im jeweiligen Bereich (rot= hoch, gelb=mittel, blau=gering).

Weiterführende Informationen zur Toolbox und zu den einzelnen Tools sind dem Anhang A-2 zu entnehmen:

- A-2-1 Kurzbericht Erarbeitung Toolbox
- A-2-2 Toolbox: Beschrieb der einzelnen Instrumente

Technische Berichte zu folgenden Tools:

- A-2-3 TB Ausscheidung Lawinenlücken [1]
- A-2-4 TB FINT [6]
- A-2-5 TB Waldwirkung Steinschlag [16]
- A-2-6 TB TBk [19]
- A-2-7 TB Holzvorratskarte [21]

4 Planungskonzeption und Umsetzung in Fallstudie

4.1 Allgemeines

Ausgehend von der Analyse der Bedürfnisse (Kap. 2), grundsätzlichen Überlegungen über mögliche Planungskonzepte und den in der Toolbox zusammengetragenen Tools (Kap. 3) wurde im Hauptteil des Projektes versucht:

- a) für den Fallstudienbetrieb im Rahmen der vorhandenen Ressourcen die bestmögliche, den Vorstellungen der lokalen Verantwortlichen entsprechende Lösung zu entwickeln.
- b) Parallel dazu Hinweise für eine mögliche Gesamtkonzeption über sämtliche Ebenen der betrieblichen Planung für einen Gebirgswald-Betrieb mit hohem Anteil Schutzwald und Seilkranbringung zu erarbeiten.

Die Resultate der **konzeptionellen Ebene b)** werden im Bericht mit folgendem Balken gekennzeichnet:

Konzeptionelle Ergebnisse

Diejenigen der **Umsetzung im Fallstudienbetrieb a)** folgendermassen:

Umsetzung Fallstudie

Trennung von Konzept und Umsetzung

Wie bereits in Kapitel 1.2 erläutert, können die Verfasser keine Musterlösung präsentieren im Sinne einer Lösung, welche ohne Weiteres für andere Betriebe übernommen werden kann. Jeder Betrieb muss selbständig – nach Bedarf unterstützt durch Planungsfachleute – eigene, an die jeweiligen Bedürfnisse angepasste Lösungen entwickeln.

In diesem Projekt erfolgt dies beispielhaft für die Fallstudie Klosters, wobei Klosters (2800 ha produktive Waldfläche, Hiebsatz 10'000 m³) anfangs 2016 zum Forstbetrieb Madrisa (7000 ha Wald, Hiebsatz 21'000 m²) fusionierte, zusammen mit 4 anderen öffentlichen Waldeigentümern (polit. Gemeinden). Dabei standen die Wünsche und Anforderungen des Betriebes immer über den Vorstellungen der Projektverfasser (vgl. Kap. 1.2).

Fallstudienbetrieb

Das Kapitel ist entsprechend den 6 Bereichen in Abbildung 1, Kap. 2 aufgebaut und geht jeweils zuerst auf die konzeptionellen Überlegungen ein, bevor beschrieben wird, wie diese für den Fallstudienbetrieb umgesetzt wurden.

4.2 Strategische Ebene

4.2.1 Allgemeiner Teil

Konzeptionelle Ergebnisse

Auf der strategischen Ebene werden die langfristigen Ziele und Grundsätze festgelegt, welche der Forstbetrieb verfolgen und leben will bzw. soll.

Strategie kann als Leitplanke betrachtet werden, welche im betrieblichen Alltag der Orientierung dienen, die allgemeinen Richtungen vorgeben aber auch Handlungsspielraum offenlassen und diesen nicht unnötig eingrenzen sollen. Bewegungen jenseits dieser Bandbreite sollen möglichst zeitnah registriert werden.

Strategie als
Leitplanke

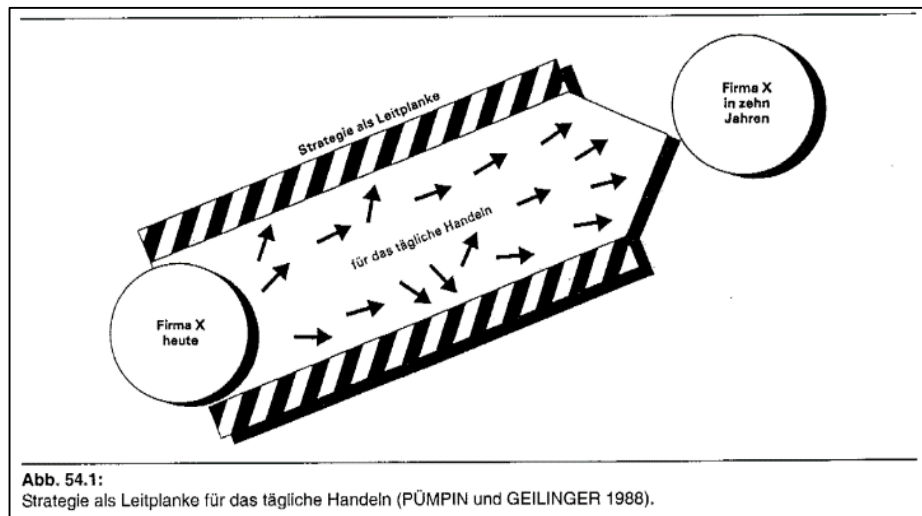


Abbildung 4: Strategie als Leitplanke (aus: ETHZ Vorlesungsscript «Forstliche Planung», Prof. Bachmann, 2005)

Strategische Ziele sind tendenziell langfristig ausgelegt. Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen oder Zielsetzungen müssen diese jedoch auch angepasst werden, was in begründeten Fällen auch abrupt erfolgen muss. Dies bedingt eine regelmässige Überprüfung.

Die strategischen Zielsetzungen können in folgende drei Bereiche unterteilt werden, deren möglichst klare Entflechtung sinnvoll erscheint:

Entflechtung von

Allgemeinheit

- *Allgemeinheit:* Vorgaben/Rahmenbedingungen/Ziele des Kantons bzw. der Allgemeinheit. Teilweise sind dies gleichzeitig Vorgaben resp. Rahmenbedingung (für den Betrieb) und auch Ziele (für den Forstdienst).

Waldeigentum

- *Waldeigentümer:* Immer öfter sind mehrere Waldeigentümer an einem Betrieb beteiligt. Eine klare Trennung zwischen Eigentümerstrategie und Betriebsstrategie ist in vielen Fällen wichtig, da Erfolg und Qualität der Leistungen des Betriebes daran gemessen werden können müssen und damit auch für den Betrieb klare Rahmenbedingungen/Zielsetzungen entstehen. Dadurch wird auch die Voraussetzung dafür geschaffen, dass ein Betrieb nach Waldeigentümer getrennte Ziele verfolgen kann.

Betrieb

- *Betrieb:* Der Forstbetrieb hat die Aufgabe und Freiheit, den aufgrund der Vorgaben und Ziele von Öffentlichkeit und Waldeigentümer(n) verbleibenden Handlungsspielraum betriebswirtschaftlich und waldbaulich erfolgreich zu nutzen. Wie diese Freiheiten genutzt und welche Ziele darin verfolgt werden, soll ebenfalls auf strategischer Ebene definiert werden. Ziel ist, dass der Forstbetrieb sich den wechselnden Rahmenbedingungen anpassen und somit langfristig bestehen kann.

Die Trennung dieser drei Bereiche ist in vielen Fällen nicht einfach, da «der Förster» in vielen Fällen in Personalunion Revierförster resp. Teil der Kantonalen Forstverwaltung, Betriebsleiter und auch Vertrauensperson resp. einzige Forstfachperson der öffentlichen Waldeigentümer ist. Der Prozess der Betriebsplan-Erarbeitung bietet auch eine hervorragende Gelegenheit, dass sich die Waldeigentümer vertieft damit auseinandersetzen, was sie von ihrem Wald erwarten.

Ein wichtiger Aspekt in der Waldbewirtschaftung ist die *Nachhaltigkeit*. Die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung muss stets in der Gesamtheit ihren 3 Dimensionen – Ökologie, Ökonomie und Soziales verstanden und berücksichtigt werden. Bis heute wird die Nachhaltigkeit in vielen Betriebsplänen – zusätzlich zu qualitativen Beurteilungen – stark über den Hiebsatz definiert. Dies, obwohl in der grossen Mehrheit der Gebirgswald-Betriebe der Zuwachs seit Jahrzehnten nur teilweise genutzt wird. Detaillierter wird in Kapitel 4.3.7 darauf eingegangen.

Nachhaltigkeit

In die Betriebliche Strategie gehört auch, dass *waldbauliche Ziele und Grundsätze* definiert werden. Diese sollten soweit wie möglich räumlich expliziten Bezugsflächen zugeordnet werden (GIS) und umfassen insbesondere Waldfunktionen bzw. -leistungen. Da waldbauliche Ziele nur mit Rücksicht auf die Standortverhältnisse erfolgreich sein können, empfehlen wir die Erweiterung des Zieltypen-Konzepts aus NaiS für den Schutzwald auch auf andere Waldfunktionen auszuweiten. Die Festlegung derartiger Zieltypen und Aussagen zu bestehenden Zielkonflikten sind zentrale Grundlagen für die Umsetzung der Überbetrieblichen Planung WEP auf der betrieblichen Ebene. Details hierzu sind in Kapitel 4.3.2 beschrieben.

waldbauliche Ziele

Strategische Ziele sollen soweit wie möglich bzw. sinnvoll operationalisiert werden und damit die Grundlagen für das Controlling schaffen. Mehr hierzu im Kapitel 4.3.7.

Operationalisierung als Grundlage für das Controlling

Die Rolle des Betriebsplanes bei der Umsetzung der beschriebenen Anforderungen kann sehr unterschiedlich sein.

Da der Betriebsplan in aller Regel vom Kanton genehmigt wird und damit für 10 oder mehr Jahre verbindlich ist, macht es Sinn, darin insbesondere diejenigen Punkte zu fixieren, welche zwischen Kanton und Waldeigentümer und oder Betrieb mittel- bis langfristig verbindlich geregelt werden sollen. Somit können wir uns unter einem Betriebsplan ein sehr breites Spektrum vorstellen – vom einseitigen Dokument - ergänzt mit anderweitigen strategischen Planungsinstrumenten, welche jedoch nicht den Kantonalen Forstdienst betreffen - bis zum umfassenden Strategiepapier, welches die gesamte strategische Planung aller Akteure eines Forstbetriebes resp. Waldeigentums umfasst.

Rolle des Betriebsplans

Der Betriebsplan ist nach Ansicht der Verfasser primär ein Instrument der strategischen Planung. Er enthält jedoch oft auch Aspekte aus der operativen Planung, indem z.B. waldbauliche Zwischenziele für einzelne Teilflächen oder sonstige Massnahmen definiert werden, welche in der BP-Periode erreicht werden sollen.

Nicht als Teil oder Aufgabe des Betriebsplanes betrachten wir jedoch waldbauliche Massnahmenplanungen auf Ebene Einzelbestand oder Massnahmenfläche (Kap. 4.3.6.), da die im Rahmen der Betriebsplanung verbindlich festgelegten Flächenziele auf Ebene der Feinerschliessungseinheiten (Kapitel 4.3.5 Abbildung 14) erst im Laufe der Betriebsplanperiode in Kombination mit langfristig geplanten Feinerschliessungskonzepten konkretisiert und ausgeführt werden.

Keine Planung einzelner Waldbau-massnahmen im BP

Im BP sollten zwischen Forstdienst, Betrieb und Waldeigentümer Ziele vereinbart werden. Mit welchen konkreten Massnahmen diese erreicht werden, sollte der Betrieb (unter Mitwirkung des Regionalen Forstdienstes) kürzerfristig und flexibel festlegen können. Dies bedeutet in keiner Weise, dass Aspekte wie die räumliche Koordination (Feinerschliessungsplanung) oder waldbauliche Priorisierungen nicht äusserst wichtig wären.

Umsetzung Fallstudie

Im Fallstudienbetrieb umfasst die strategische Planung drei Ebenen: Statuten Forstbetrieb Madrisa, Betriebspläne und Betriebsstrategie.

dreiteilige Struktur

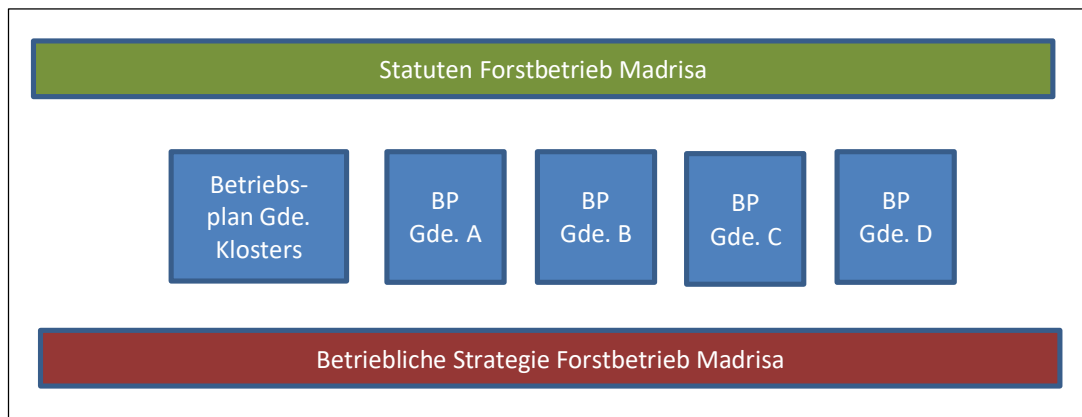


Abbildung 5: Struktur der Strategischen Planungsebene im Fallstudienbetrieb

Mit dieser dreiteiligen Struktur wird erreicht, dass

- a) Die Rahmenbedingungen von Seiten Kanton, welche für die einzelnen Waldeigentümer gelten klar definiert sind.
- b) Strategische Ziele der Waldeigentümer und solche des Betriebes klar getrennt sind.
- c) Die Waldeigentümer konkrete Zielvorstellungen entwickeln und definieren, welche dem Forstbetrieb als Vorgaben dienen. Durch die Integration in den genehmigten und auf 12 Jahre festgelegten Betriebsplan wird erreicht, dass diese Ziele konstant bleiben und nur in wichtigen Fällen ändern.
- d) Klar unterschieden wird zwischen Rahmenbedingungen, Abläufen und Zielen, auf welche sich alle beteiligten Waldeigentümer gemeinsam einigen müssen und solchen, welche der einzelne Waldeigentümer individuell definieren kann.
- e) Der Betrieb seinen Handlungsspielraum kennt und diesen gemäss seinen eigenen Zielen nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen ausgestalten kann.

4.2.2 Statuten

Umsetzung Fallstudie

Statuten

Die Statuten des Gemeindeverbands Forstbetrieb Madrisa definieren die institutionelle Ausgestaltung und Funktionsweise des Forstbetriebes und sind für sämtliche beteiligten Waldeigentümer und den Betrieb eine verbindliche Grundlage. Darin wird u.a. definiert:

- a. Die Waldbewirtschaftung erfolgt durch den Forstbetrieb auf eigene Rechnung, all-fällige Gewinne bzw. Verluste werden nach einem klar definierten Verteilschlüssel ausgeschüttet bzw. getragen.
- b. Für Kontrolle, Unterhalt und Instandstellung der forstlichen Erschliessungs- und Verbauungsanlagen werden mit jeder Gemeinde Leistungsaufträge abgeschlossen und mindestens kostendeckend entschädigt. Sie müssen also nicht oder nur teilweise aus der Waldbewirtschaftung finanziert werden können.

4.2.3 Betriebsplan

Umsetzung Fallstudie

Betriebsplan Klosters

Pro Waldeigentümer soll ein Betriebsplan bestehen. Dieser umfasst die Rahmenbedingungen und Zielsetzungen des Kantons und des Waldeigentümers, wird von Kanton und Gemeinde/Waldeigentümerin genehmigt und ist für 12 Jahre verbindlich.

In diesem Prozess ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Waldeigentümer-Vertretern, regionalem Forstdienst (Regionalforstingenieur) und zuständigem Revierförster wichtig und kann nach Bedarf durch Planungsbüros unterstützt werden. Hier bietet sich die Möglichkeit, dass alle drei genannten Parteien ihre Wünsche und Vorstellungen einbringen und abgleichen. Zudem sollen allfällige Zielkonflikte hier diskutiert und gelöst werden. Grundlage hierfür ist die Analyse des Waldzustandes und deren Beurteilung hinsichtlich der Ziele.

In Klosters wurden entsprechende Diskussionen mit den Waldeigentümern bereits 2010 intensiv geführt, im Rahmen einer Studienarbeit von Christian Rüsch zum Thema Balanced Scorecard.

Im Rahmen des Projekts wurde der Betriebsplan der Gemeinde Klosters-Serneus ausgearbeitet (welche seit 2016 auch Saas umfasst). Für die übrigen 4 Gemeinden soll der Betriebsplan nach demselben Konzept ausgestaltet werden, sobald die bestehenden Betriebspläne ausgelaufen sind. Der Betriebsplan umfasst die Eigentümerziele, zu deren Umsetzung sich der Betrieb verpflichtet. In diesem Sinne ist der Betriebsplan gleichzeitig auch die Leistungsvereinbarung zwischen Betrieb und Waldeigentümerin für den Bereich Waldbewirtschaftung. Für andere Bereiche des Betriebs werden separate Leistungsvereinbarungen erarbeitet.

Längerfristig könnte sich der Forstbetrieb Madrisa auch vorstellen, einen Betriebsplan für den Gesamtbetrieb zu erarbeiten, anstatt für jeden einzelnen Waldeigentümer. Gegenwärtig stand diese Möglichkeit jedoch nicht zur Diskussion.

Ein wichtiges Projektziel für den Fallstudienbetrieb war der genehmigte Betriebsplan. Diesbezüglich stellt das Amt für Wald und Naturgefahren GR klare Bedingungen bez. Minimalinhalte. Der komplette Betriebsplan ist im Anhang A-3-1 beigelegt. Nachfolgend werden die einzelnen Kapitel jeweils kurz inhaltlich beschrieben und erklärt. Viele Aspekte werden im nachfolgenden Kapitel 4.3 noch detaillierter erläutert.

Inhalte

1. Einleitung

Einleitende Worte über den Perimeter, Sinn und Zweck dieses Dokuments und deren rechtliche Grundlagen (BP-Pflicht ab 40 ha Waldfläche).

2. Rahmenbedingungen und Grundlagen

Dieser Teil wurde bewusst sehr kurz gehalten. Primär werden die wichtigen existierenden Grundlagen genannt und auf die Situation in Bezug auf wichtige, mit der Waldbewirtschaftung eng verbundene Bereiche eingegangen (Erschliessung, Schutzbauten, Waldökologie).

3. Vergangenheit: Waldbewirtschaftung 1985-2015

- Vorgehende Planungsdokumente und den darin enthaltenen Hiebsatz
- Auswertungen der waldbaulichen Massnahmen in der vorangehenden Planungsperiode nach Holzmenge und behandelter Fläche (letzteres war bisher nicht üblich).

4. Analyse Waldzustand

Ziel der Zustandsanalyse ist es, ausgehend vom Zustand allfällige Kurskorrekturen in der Waldbewirtschaftung vornehmen zu können, falls Zustand und Ziele nicht korrespondieren. Dies bleibt mit der vorgeschlagenen, verstärkt rollenden Planung (Kap. 4.3) zukünftig mindestens ebenso wichtig, um notwendige Kurskorrekturen zu erkennen.

Die Waldzustandsanalyse erfolgt in Graubünden üblicherweise aufgrund von Bestandesdaten, welche für den Grossteil der Betriebsflächen im Wald erfasst wurden, ausgehend von Luftbildinterpretationen. Gleichzeitig wird hierbei auch pro Bestand die Massnahmenplanung (Massnahmentyp, Dringlichkeit, Holzanfall u.a.m) durchgeführt (Details siehe AWN Kanton GR, 2014). Dieses Vorgehen ergibt wertvolle Informationen bezüglich waldbaulichem Handlungsbedarf wie auch zu Waldzustandsmerkmalen inkl. der im Gebirgswald so wichtigen Verjüngung. Zudem ermöglichen diese Daten aufgrund

der einheitlichen Bezugseinheit sehr einfache und übersichtliche Analysen und Darstellungen auf Ebene Einzelbetrieb sowie Region oder Kanton. Die Erhebungen sind jedoch aufwändig und das Konzept hat verschiedene Schwächen, welche im Kapitel 4.3.3 diskutiert werden. Im Kapitel 4.3.3 wird daher erläutert, dass die Verfasser und der Betriebsleiter zukünftig auf die Bestandesbeschreibungen zu verzichten versuchen und stattdessen Fernerkundungsdaten verwenden würden. Entsprechende Versuche und Überlegungen wurden im Rahmen des Projektes mit den verfügbaren Fernerkundungsdaten gemacht und punktuell auch im Wald plausibilisiert. Schlussendlich flossen in den eigentlichen BP jedoch keine Waldzustandsanalysen aus Fernerkundungsdaten ein. Da die traditionellen Bestandesdaten vorhanden waren und sehr viel in deren Erfassung investiert wurde, wollten die Verantwortlichen (= Betriebsleiter und RFI) diese auch für den BP nutzen. Dies erfolgte mit einfachen tabellari-schen Auswertungen pro Betriebsklasse (BKL) (12 BKL à ca. 100 – 400 ha) sowie Darstellungen in Übersichts-karten (1:50'000). Als problematisch beurteilen wir, dass es für viele der analysierten Attribute sehr schwierig ist, klare Zielwerte für die Bezugsebene BKL oder Betrieb festzulegen. Entsprechend ist es schwierig, den Zustand im Detail zu bewerten und allfällige Kurskorrekturen abzuleiten. In diesem Bereich konnte das Projekt keine Lösungen entwickeln und entsprechend besteht weiterhin Entwicklungsbedarf (Kap. 5.4).

Ursprünglich war geplant, zusätzlich zu den vorhandenen Tabellen eine Zusammenstellung pro BKL zu erarbeiten, in welcher die Attribute grafisch aufbereitet sind. Schlussendlich wurde davon jedoch abgesehen, da der Nutzen als zu gering beurteilt wurde.

5. Strategische Zielsetzungen

Hier wird, wie im ersten Teil dieses Kapitels gefordert, deutlich zwischen Zielen der Allgemeinheit (insbesondere aus dem WEP) und waldbaulichen Zielen der Waldeigentümerin unterschieden. Betriebliche Ziele werden keine formuliert. Die waldbaulichen Ziele werden primär in Form von Zieltypen (Standort und Waldfunktion) formuliert und in der Zieltypenkarte dargestellt (s. Kap. 4.3.2).

Als zentrales Produkt des Betriebsplanes werden anschliessend pro Betriebsklasse konkrete mittelfristige waldbauliche Ziele festgelegt, welche auf der Kenntnis und der Analyse des Waldzustandes und den waldbaulichen Zielen resultieren. Diese Ziele sind als räumlich explizite Flächenziele mit einer entsprechenden waldbaulichen Behandlung definiert (z.B. Stabilitätsdurchforstung auf 10 ha), wobei jedoch die genaue Massnahmenplanung (insbesondere die Flächenanordnung) offenbleibt und nicht im Rahmen des BP konkretisiert wird (siehe auch nachfolgender Abschnitt). Für Diskussionen sorgte die Frage, ob diese Bezugseinheit für die Zieldefinition die bestehenden Betriebsklassen (BKL) oder die Feinerschliessungseinheiten (FEE) sein sollen. Für die BKL sprach schlussendlich die Kontinuität (BKL sind weitgehend seit Jahrzehnten unverändert), dagegen die etwas grössere Flächengrösse und dass die FEE im waldbaulichen Alltag zukünftig viel stärker verankert sein wird.

6. Waldbauliche Massnahmenplanung

Der Kanton Graubünden verlangt, dass im Betriebsplan eine waldbauliche Planung über 12 Jahre enthalten ist, welche sich auf bestandesbasierte Daten abstützt. Die Verfasser und die lokalen Verantwortlichen sind der Meinung, dass dies in dieser Form aus verschiedenen Gründen nicht sinnvoll ist. Eine denkbare Alternative wird in Kap. 4.3 entworfen, welche gemäss dem Konzept des Massnahmenpools rollend abläuft. Da die bestandesweise waldbauliche Planung aber vorhanden war und eine entsprechende Planung verlangt wird, ist im Anhang des Betriebsplans die entsprechende Auswertung enthalten.

7. Hiebsatz und Flächenzielsetzung

Der Hiebsatz wird ausgehend von Zuwachs, Holzvorrat und anderen Informationen aus der Bestandesdaten pro Betriebsklasse gutachtlich hergeleitet und liegt deutlich unter dem Zuwachs. Die Abschöpfung des Zuwachses auf Betriebsebene kann im Gebirgswald unter den aktuellen Bedingungen kaum noch als realistisches Ziel beurteilt werden und ist aus waldbaulicher Sicht auch nicht per se notwendig. Daher wird der Hiebsatz hier als Obergrenze verstanden, nicht als Soll. Aus Sicht der Nachhaltigkeit ist es hingegen entscheidend, dass nicht, oder zumindest nicht unbewusst, gut erschlossene Teilgebiete übernutzt werden (vgl. Schmid et al. 2017). Neben dem Hiebsatz werden minimale Flächenziele im Sinne von behandelter Waldfläche festgelegt. Dieser Indikator sollte zukünftig zumindest im Schutzwald wichtiger sein als der Hiebsatz. Details siehe Kap. 4.3.7.

8. Nachhaltigkeitsbetrachtungen des RFI

Die Beurteilung des Waldzustandes sowie der erarbeiteten Planung aus kantonaler Sicht durch den RFI ist obligatorischer Bestandteil des BP. Diese erfolgte analog zu den Zielsetzungen nach Waldeleistungen gegliedert.

9. Controlling

Aufgrund der Bedürfnisse der lokalen Verantwortlichen werden im Betriebsplan keine umfassenden Grundlagen (Zielsystem mit klaren Indikatoren und Zielwerten) für ein zeitgemässes strategisches Controlling der Waldbewirtschaftung aufgenommen, sondern lediglich auf bestehende Instrumente verwiesen – LeiNa, Weiserflächen und betriebliches GIS/Massnahmendokumentation. Es fehlt ein Set an definierten Indikatoren mit entsprechenden Zielwerten.

10. Genehmigung

Formelle Genehmigung, mit expliziter Nennung des Hiebsatzes und neu der mindestens jährlich zu behandelnden Waldfläche.

Der Betriebsplan wurde vom Kantonalen Produkteverantwortlichen für die Waldplanung (R. Gordon) geprüft und nach verschiedenen kleineren Anpassungen von Kanton und Gemeinde genehmigt. Insgesamt unterscheidet sich dieser Betriebsplan schlussendlich nur in wenigen Bereichen grundsätzlich von den in Graubünden üblichen. Gleichzeitig entspricht er in wesentlichen Teilen nicht der im nachfolgenden Kapitel 4.3 entworfenen Konzeption. Dies ist jedoch wenig erstaunlich angesichts des Projektziels «genehmigter Betriebsplan» und dem – verständlicherweise – beschränkten Freiraum aufgrund der kantonalen Vorgaben. Und nicht zuletzt lagen die Prioritäten für Weiterentwicklungen im Rahmen des Projektes für den Fallstudienbetrieb in der operativen Planungsebene.

4.2.4 Betriebliche Strategie

Umsetzung Fallstudie

Die Betriebsstrategie legt ausgehend von den in den Betriebsplänen und den Statuten definierten Rahmenbedingungen die Zielsetzungen und Grundsätze des Betriebes fest. Sie wird nicht weiter von den Waldeigentümerinnen und dem Kanton beeinflusst, sondern definiert die Strategie des Betriebes innerhalb des nun klar definierten Handlungsspielraums. Dieser Spielraum soll nach betriebswirtschaftlichen Kriterien genutzt werden.

Für den Betrieb Klosters-Serneus, welcher bis Ende 2015 bestand, existierte eine Betriebsstrategie, welche nach dem Konzept der Balanced Scorecard (BSC) zusammen mit dem Waldeigentümer entwickelt wurde (Rüsch, 2011). Diese unterschied jedoch nicht klar zwischen Waldeigentümer und Betrieb.

Im Rahmen dieses Projekts wurde es vom Fallstudienbetrieb nicht als sinnvoll bzw. realistisch erachtet, die Betriebsstrategie entsprechend dem nun festgelegten Konzept für den neuen Betrieb Madrisa zu erarbeiten. Dies soll in wenigen Jahren erfolgen, sobald der Betrieb die Startphase hinter sich hat und genügend Zeit vorhanden ist, diese im Försterteam sorgfältig zu entwickeln und Varianten zu entwerfen und zu bewerten. Zudem enthält der für die Gründung des Forstbetriebs Madrisa als Gemeindeverband ein umfangreicher Geschäftsplan erarbeitet, welche viele Elemente zur Betriebsstrategie enthält. Es existiert vielfältige Literatur zum Thema Strategieentwicklung für Forstbetriebe und es sind aktuell auch entsprechende Projekte am Laufen (z.B. Bürgi et al., laufendes Projekt). Im Rahmen dieses Projektes wurde dieser Bereich daher nicht weiterbearbeitet. Waldbewirtschaftung Mit dem folgenden Planungskonzept im Bereich der Waldbewirtschaftung wird versucht, den mit der Analyse in Kapitel 2 ausfindig gemachten Schwächen der aktuellen Planung Rechnung zu tragen.

Betriebsstrategie
ausstehend

4.3 Waldbewirtschaftung

4.3.1 Planungsebenen

Konzeptionelle Ergebnisse

3 Planungsebenen

Die waldbauliche Planung erfolgt auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Ebenen, wobei das in Abbildung 6 vorgeschlagene Planungskonzept von oben nach unten drei Planungsstufen unterscheidet. Als Planungsebenen dienen von oben nach unten die gesamte Betriebsfläche, die Feinerschliessungseinheit (FEE) und die Massnahmenfläche. Auf allen Ebenen werden basierend auf einem Vergleich der Ziele (links) mit dem Waldzustand (rechts) der Handlungsbedarf hergeleitet und entsprechende Massnahmen geplant, wobei der planerische Konkretisierungsgrad von oben nach unten zunimmt.

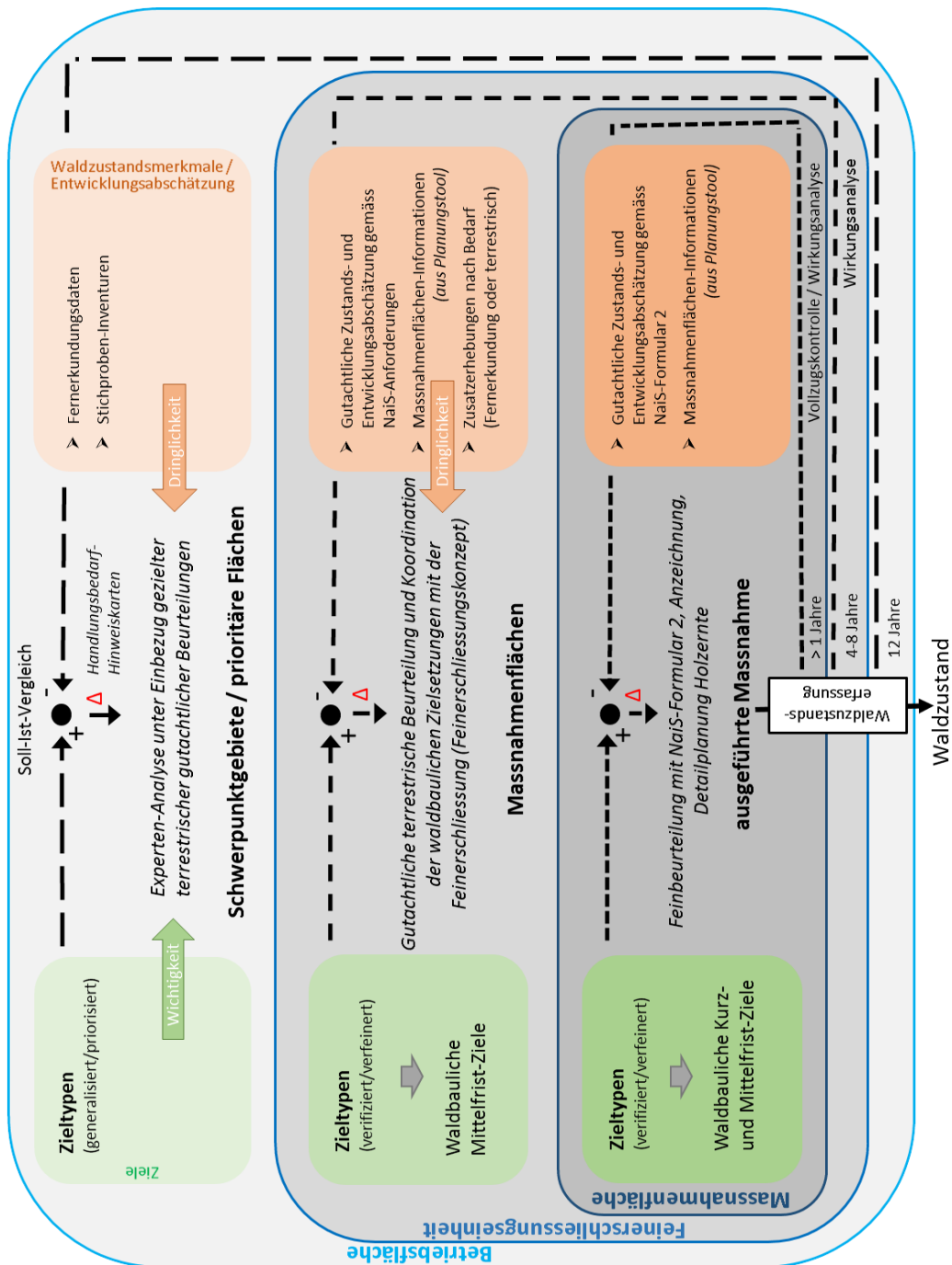


Abbildung 6: Waldbauliches Planungskonzept mit den entsprechenden Planungsebenen (blau)

Über die gesamte Betriebsfläche werden für die nächste Betriebsplanperiode (z.B. 12 Jahre) sogenannte Schwerpunktgebiete ausgeschieden, welche schwerpunktmässig behandelt werden sollen (Kapitel 4.3.4). In den als Schwerpunktgebiete definierten Feinerschliessungseinheiten (FEE) werden die notwendigen Massnahmen mit einer terrestrischen Beurteilung hergeleitet und unter Berücksichtigung mit der Holzerntetechnik mit der Feinerschliessung koordiniert (Feinerschliessungskonzept). Die Massnahmen werden in einem Massnahmenpool auf mehrere Jahre hinaus und räumlich im GIS erfasst (Mehrjahresplanung), was die räumliche und zeitliche Koordination der Massnahmen innerhalb der FEE gewährleisten soll (Kapitel 4.3.5). Die Massnahmen werden dann spätestens im Hinblick auf die Jahresplanung und Umsetzung weiter konkretisiert (Anzeichnung, Vorkalkulation) und entsprechend ausgeführt (Kap. 4.3.6). Ein Controlling System auf allen Planungsebenen dient dazu, die Zielerreichung periodisch zu überprüfen und lenkende Massnahmen einzuleiten (Kap. 4.3.7).

**Schwerpunktgebiete,
Feinerschliessungs-
einheiten**

Aufgrund der überwiegenden Holznutzung im Seilkrangelände, dem Anstreben von (gebirgs-)plenterartigen Beständen im Schutzwald und den grossen Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Waldentwicklung und Störungen im Gebirgswald basiert das hier vorgeschlagene Planungskonzept nicht auf einer bestandesweisen Planung, der Bestand bildet also keine funktionale Einheit. Im Seilkrangelände führt eine Seillinie meist durch verschiedene «Bestände», behandelt werden diese jedoch nur sehr selten ganzflächig, so dass der Bestand selten der Massnahmenfläche entspricht. Zudem gilt für einen Bestand aufgrund unterschiedlicher Standortstypen selten eine einheitliche Zieldefinition und in strukturierten Beständen ist es schwierig, überhaupt sinnvolle Bestandesgrenzen zu definieren. Der Bestand ist also weder Massnahmenfläche noch Fläche mit einheitlicher Zieldefinition und mögliche Bestandekarten dienen im dargestellten Planungskonzept lediglich als eine von verschiedenen möglichen Informationsquellen zum Waldzustand. Ein anderes Planungskonzept für den Schutzwald, welches auf den Bündner Bestandesdaten basiert, wurde in Lanker (2011) vorgeschlagen. Darin wird eine Vorgehensweise für die waldbauliche Mittelfristplanung vorgeschlagen, welche eine Anpassung des für die bestandesweise Planung in Tieflagen entwickelte WIS.2 an die Verhältnisse im Gebirgswald ermöglichen soll. Nebst der im Vergleich zum in diesem Bericht vorgeschlagenen Planungskonzept sehr unterschiedlichen Herangehensweise gibt es beispielsweise mit der Ausscheidung von sogenannten Erschliessungseinheiten (entsprechend den Feinerschliessungseinheiten) auch Parallelen.

**Bestand keine funkti-
onale Einheit**

Umsetzung Fallstudie

In Klosters wurde die gesamte Waldfläche gutachtlich in 31 Feinerschliessungseinheiten (FEE) eingeteilt (Abbildung 7). Die Waldfläche pro FEE variiert zwischen 10 und 310 Hektaren, wobei mehr als zwei Drittel der FEE eine Waldfläche von weniger als 150 Hektaren aufweisen. Zudem beinhalten gewisse FEE einen relativ grossen Anteil an Waldflächen, welche nicht bewirtschaftet werden. Ebenso werden diejenigen Waldflächen, welche keiner FEE angehören, nicht bewirtschaftet.

**Feinerschliessungs-
einheiten**

Die Abgrenzung der FEE erfolgte in erster Linie nach den Kriterien Erschliessung und Geländetopografie. Die FEE bilden Einheiten, in welchen die Massnahmen mit Holzertrag aus organisatorischen und wirtschaftlichen Gründen koordiniert und teilweise gebündelt stattfinden sollen.

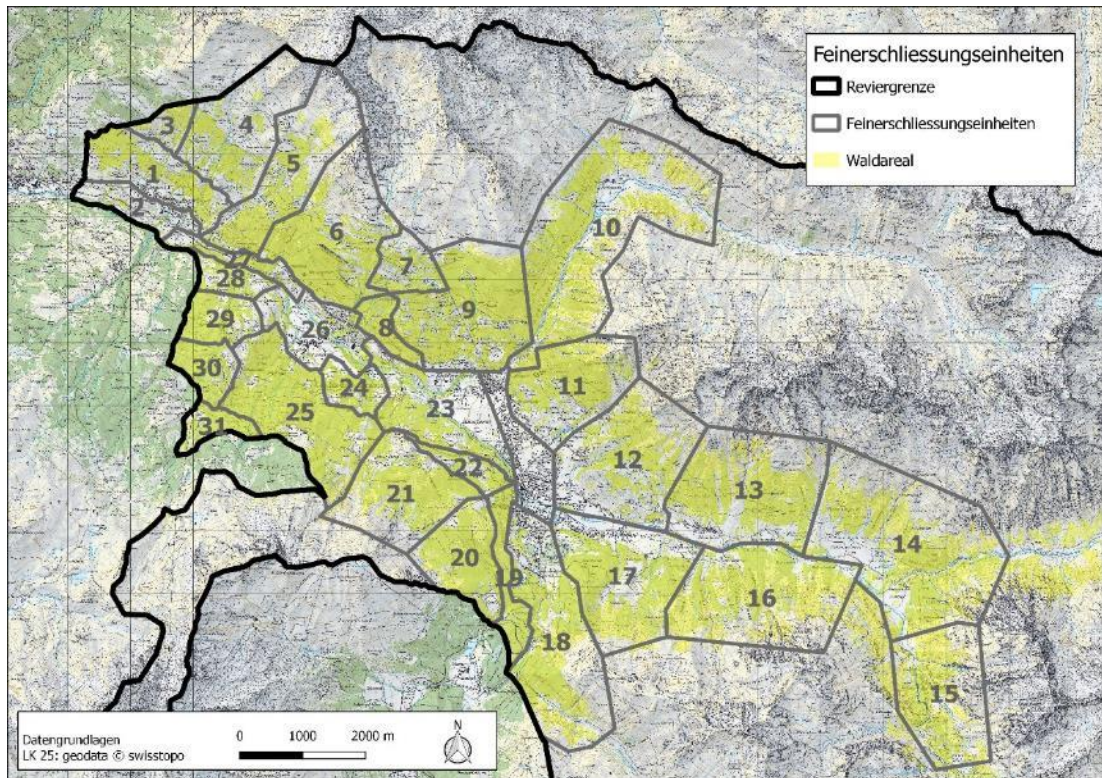


Abbildung 7: Einteilung des Forstreviers Klosters in 31 Feinerschliessungseinheiten

In Klosters hat man sich entschieden, zusätzlich zum den FEE (welche kleiner sind als die Betriebsklassen) auch noch die Betriebsklassen als Planungseinheiten zu behalten, damit die historischen Datenreihen weiterhin genutzt und weitergeführt werden können. Die Abteilungen sind hingegen auch in Klosters nicht mehr von Bedeutung. Im Bereich der operativen und dispositiven Planung bilden jedoch die FEE die entscheidenden Planungseinheiten. Die Autoren sind der Meinung, dass die FEE als Planungseinheit die Funktion der Betriebsklassen übernehmen und diese entsprechend ersetzen kann. Deshalb sollte man grundsätzlich auf zusätzliche Planungseinheiten wie Betriebsklassen oder ähnliches verzichten.

Wie die Planung auf den verschiedenen räumlichen Ebenen in Klosters erfolgt, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

4.3.2 Zieldefinition

Konzeptionelle Ergebnisse

Zieltypen

Über die gesamte Waldfläche des Betriebes sollen gemäss den unterschiedlichen Waldfunktionen und abgestützt auf den WEP, die Eigentümerziele und Betriebsstrategie entsprechende (Produktions-) Ziele definiert werden. Der Begriff *Zieltyp* beschränkt sich somit im Folgenden nicht auf den Schutzwald, sondern gilt für alle Waldfunktionen. Da im Gebirge meist grosse Waldflächen als Schutzwald ausgeschieden sind, gelten für einen Grossteil Waldfläche die Zielvorgaben von NaiS (siehe Frehner et al., 2005). Unter Kenntnis der Naturgefahr und des Standorts kann die Schutzwaldfläche in Zieltypen mit identischen Anforderungen eingeteilt werden. Eine mögliche Zusammenfassung von Standortstypen zu sogenannten NaiS-Typen, für welche seitens des Standortes ähnliche Anforderungsprofile gelten, hat beispielsweise der Kanton SG vorgenommen. Diese Zieltypen dienen als planerische Grundlage für die Herleitung des Handlungsbedarfes im Schutzwald. Das Konzept des Zieltypes wird ausserhalb des Schutzwaldes beispielsweise im Sonderwaldreservat Amden seit Jahren im Zusammenhang mit der Förderung des Auerhuhnes verfolgt (siehe Ehrbar et al., 2015).

Priorisierung

Nebst der Zieldefinition sollte insbesondere im Schutzwald auch eine entsprechende Priorisierung der (Schutz-)Wälder vorliegt, im Sinne einer Ausscheidung, welche Schutzwälder wichtiger sind als andere. Für Graubünden liegt beispielsweise eine einfach derartige Priorisierung in 3 Kategorien vor (Wilhelm et al, 2011). Dies ist eine überbetriebliche Aufgabe und somit nicht Teil der Betriebsplanung. Die Priorisierung sollte vom Kanton nach einer einheitlichen Methode erfolgen und ist nebst einer wichtigen

Grundlage für die betriebliche Planung auch bedeutend für die Mittelverteilung. Die Priorisierung der Massnahmen hingegen, basierend auf der Wichtigkeit der Schutzwälder, kombiniert mit u.a. der waldbaulichen Dringlichkeit der Massnahme, ist hingegen durchaus auch Aufgabe der Betrieblichen Planung.

Diese überbetrieblichen und betrieblichen Flächenziele werden in einer sogenannten Zieltypenkarte im GIS erfasst und dienen als zentrale Grundlage für alle Planungsschritte. Die zentrale Erfassung aller Zielsetzungen vereint in einer Karte kann auch gewährleisten, dass beispielsweise Vorgaben aus dem WEP bei der operativen Planung entsprechend berücksichtigt werden. Das GIS ermöglicht die Erfassung in einem einzigen Layer und entsprechende Überlagerungen von Zielen sind somit klar ersichtlich. Zudem besteht die Möglichkeit unterschiedlicher Aggregationen der Waldstandorte im Zusammenhang mit den Zieltypen (grobe Einteilung in Höhenstufen bis hin zu einzelnen Standortstypen).

Zieltypenkarte

Umsetzung Fallstudie

In Klosters wurden in erster Linie Zieltypen bezüglich Schutz vor Naturgefahren und im Bereich Biodiversität definiert (Abbildung 8). Aufgrund der flächenmässig und wirtschaftlich geringen Bedeutung des Wirtschaftswaldes wurde lediglich ein Gebiet mit Potenzial für Klang- und Schindelholz ausgedelimitiert, dies ohne genauere Zielsetzungen. Ebenso wurden keine Waldflächen definiert, deren Bewirtschaftung speziell auf die Erholungsnutzung ausgerichtet wird. Die Erholungsnutzungen (aufgeteilt in Winter- und Sommernutzung) wurde allerdings als einschränkende Rahmenbedingung für die Planung und Ausführung der Massnahmen in einem Linienlayer im GIS erfasst.

Gelten mehrere Zielsetzungen auf der gleichen Waldfläche, so hat grundsätzlich der Schutzwald Priorität vor Biodiversität und innerhalb der Waldfunktionen ist die jeweils kleinere Nummer prioritär zu behandeln.

Schwerpunkte
Schutzwald und Biodiversität

Schutzwald (SW)	Steinschlag	1	} SW 1 2
	Lawinen	2	
	Rutschung	3	
	Wildbach/Hochwasser	4	} SW 4 BW 3
Biodiversität (BW)	Naturwaldreservate	1	
	Sonderwaldreservate	2	
	Auerwild	3	
	Seltene Baumarten	4	
	Altholzinseln	5	
	Waldrand	6	
	Weidwälder	7	
	Besondere Lebensräume	8	
Wirtschaftswald (WW)	Potenzial für Klang- und Schindelholz	1	
Erholungswald (EW)	Freizeitnutzungen (Skiabfahrten, Schlittelwege, Reitwege, etc.) als Linienlayer		

Abbildung 8: Zieltypen (ohne Waldstandort) und mögliche Zieltypen-Kombinationen mit prioritärer Zielsetzung an erster Stelle

Da im Kanton Graubünden keine flächendeckende Waldstandortskartierung vorhanden ist, wurden die Waldstandorte nach dem Prinzip der vorhandenen Waldhöhenstufen in 7 Kategorien zusammengefasst. Eine auf einer Standortskartierung basierte und präzisere Einteilung der Waldstandorte in Standortstypen wäre natürlich wünschenswert, aufgrund der mangelnden Datengrundlage jedoch nicht realisierbar. Die grobe Standortstypisierung soll groben grossflächigen Analysen und der Herleitung des Handlungsbedarfes auf der Ebene der gesamten Betriebsfläche dienen. Bei der Beurteilung und Massnahmenplanung im Gelände (z.B. Anzeichnung) müssen selbstverständlich präzisere Standortinformationen vor Ort berücksichtigt werden, wobei die Standortmodellierungen wie auch die Punkte- und Streifenkartierungen eine entsprechende Hilfestellung bieten.

Standortstypisierung

Die Zieltypenkarte wurde im GIS gemäss Abbildung 9 umgesetzt und visualisiert. Sie ist Teil des betrieblichen GIS, wobei gewährleistet sein muss, dass der zuständige Regionalforstingenieur (RFI) Zugang zu

Zieltypenkarte

dieser wichtigen Grundlage hat. Eine ausgedruckte Karte ist zudem verbindlicher Bestandteil des Betriebsplan-Dokuments. Wichtig ist dies auch, damit bei geänderten Zielsetzungen noch eine entsprechende Grundlage für das Controlling vorhanden ist, um dieses in Bezug zur ehemals gültigen Zielsetzung vornehmen zu können.

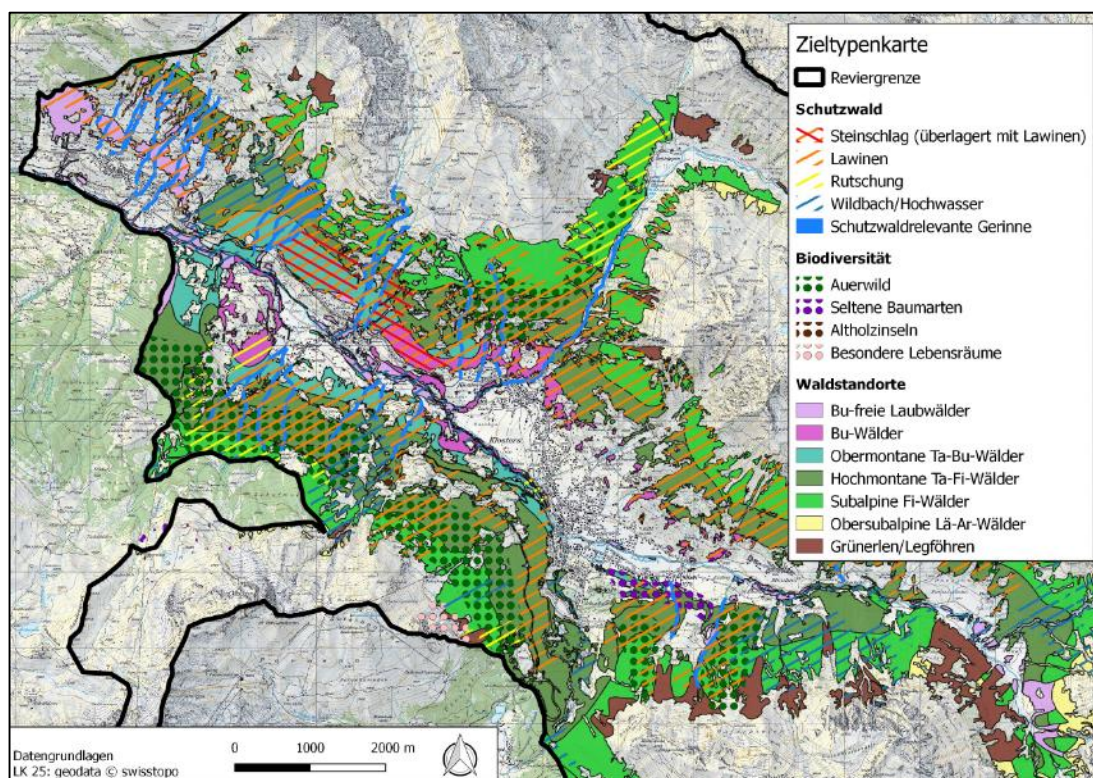


Abbildung 9: Zieltypen-Karte

Gefahrenprozesse

Bei der Bildung von Zieltypen in Klosters mussten die im Rahmen von Silvaprotect modellierten Daten aggregiert werden, um für die Planung praktikable Einheiten zu erhalten. Einerseits mussten die in der Modellierung überlagerten Gefahrenprozesse entsprechende der Strenge der Anforderungen in NaIS folgendermassen priorisiert werden: Steinschlag > Lawinen > Rutschungen > Wildbach/Hochwasser. Das bedeutet, dass beispielsweise durch die Erfüllung der Anforderungen für Lawinen auch die Anforderungen von Rutschungen und Wildbach/Hochwasser weitgehend erfüllt sind und auf der Zieltypen-karte der Prozess Lawinen angezeigt wird. Und es gibt auch Ziel-Überlagerungen wie beispielsweise in einem Steinschlag-Schutzwald, in welchem aufgrund des Lawinenrisikos ergänzend ein minimaler immergrüner Nadelholzanteil angestrebt wird. Andererseits musste die stark „verpixelte“ Silvaprotect-Karte gutachtlich so generalisiert werden, dass grössere Flächen mit einheitlichem Gefahrenprozess entstanden, welche für die Planung sinnvolle Zielflächen darstellen. Dieser Arbeitsschritt erfolgte gutachtlich (M. Kalberer, mündliche Besprechung vom 8.12.2015), wobei mithilfe von Lokalwissen und unter Berücksichtigung der Einteilung in Schutzwald A, B, C des Kantons GR (Wilhelm et al, 2011) eine relativ grobe Aggregation gewählt wurde. Wichtig ist, dass diese flächige Zuteilung zu Gefahrenprozessen grossflächigen Analysen über die gesamte Betriebsfläche dient. Bei der genaueren Beurteilung und Entscheidungsfindung im Einzelfall im Gelände muss der relevante Gefahrenprozess aufgrund der tatsächlichen Gegebenheiten überprüft, allenfalls angepasst oder mehrere Prozesse kombiniert werden.

Priorisierung

Im Kanton GR ist mit der Unterscheidung von Schutzwald A/B/C eine gewisse Priorisierung nach Wichtigkeit des Schadenpotenzials und Gefahrenprozesses gegeben (Abbildung 10). Diese Ebene der Priorisierung ist grundsätzlich Aufgabe des Kantons, sie muss nach einer einheitlichen Methode erfolgen und dient als wichtige Grundlage für die betriebliche Planung. Die Priorisierung von Schutzwaldflächen wird an dieser Stelle nicht weitergehend diskutiert.

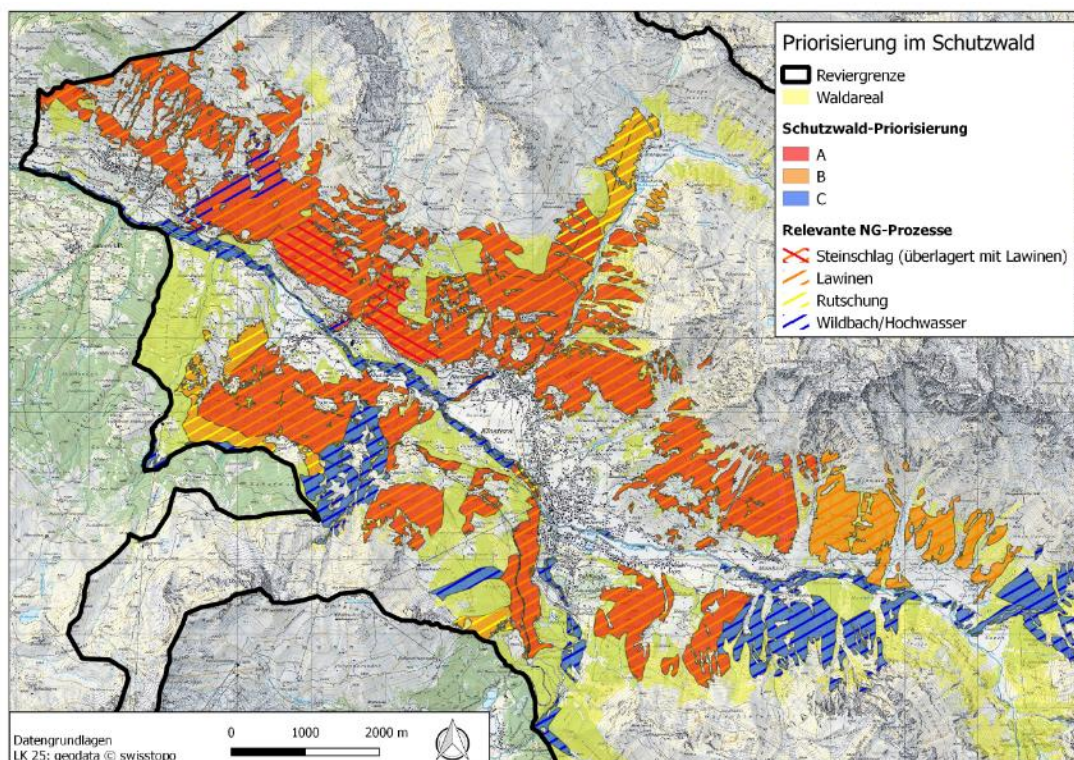


Abbildung 10: Priorisierung der Schutzwälder im Kanton Graubünden

4.3.3 Waldzustandsinformationen

Konzeptionelle Ergebnisse

Das hier vorgeschlagene Planungssystem ist grundsätzlich unabhängig von der verfügbaren Datengrundlage, obwohl bei allen Planungsschritten des waldbaulichen Planungskonzeptes verschiedene Informationen zum Waldzustand (und zur erwarteten Waldentwicklung) notwendig sind. Grundsätzlich gilt es, die verschiedenen gutachtlich hergeleiteten wie auch gemessenen Daten aus terrestrischen Erhebungen und Fernerkundung bestmöglich zu kombinieren. Dabei müssen diejenigen Informationen erfasst werden, welche im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Zieldefinitionen der Waldflächen von Bedeutung sind. Es geht also um die Frage, *für was man warum, wann welche* Information benötigt, wobei sich immer auch die Frage nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis stellen muss. Zudem braucht es für die Herleitung der Massnahmen und das Controlling nicht dieselben Informationen. Es müssen deshalb grundsätzlich auch nicht über die ganze Betriebsfläche die gleichen Merkmale in identischem Detaillierungsgrad und gleichem Zeitintervall erhoben werden.

Datenbedarf

Dank der Verarbeitung und Nutzung von Daten mit GIS müssen die Waldzustandsinformationen nicht einen einheitlichen Flächenbezug besitzen wie dies der Bestand in einer Bestandskarte ist. So kann beispielsweise der Deckungsgrad in einem fixen 10x10m-Raster hergeleitet werden, währenddem die Entwicklungsstufe abgegrenzten «Beständen» zugeordnet wird (siehe auch Anhang A-1-2.). Die Auswertung der Daten erfolgt ohnehin auch auf den verschiedenen räumlichen Ebenen (Betrieb, FEE, Massnahmenfläche). Und da der Bestand im hier beschriebenen Planungssystem keine funktionale Einheit bildet, kann grundsätzlich auch auf eine Bestandskartierung verzichtet werden, sofern die für die Planung notwendigen Informationen anderweitig mithilfe von Fernerkundung und gezielten terrestrischen Begehungen hergeleitet werden können. Die Ausscheidung und Beschreibung von Beständen kann zudem grundsätzlich hinterfragt werden, da im Gebirge meist stufige Wälder als Zielvorstellung dienen und Bestandesgrenzen nach Zürcher (2013) auch in nicht ideal (gebirgs-)plenterartigen Wäldern oft nicht sichtbar sind.

unterschiedlicher Flächenbezug

In der Waldplanung eingesetzte Fernerkundungsdaten haben den Vorteil, dass diese flächendeckend und nach objektiven Kriterien hergeleitet werden können. Können diese Daten in regelmässigen Zeitabständen und mit gleicher Methodik erfasst werden, bieten sie eine gute Grundlage für das Controlling über grössere Waldflächen. Da traditionelle Bestandskartierungen sehr kostenintensiv sind, sind

Fernerkundungsdaten

entsprechende kostengünstigere Alternativen auch deshalb interessant. Gewisse Waldzustandsinformationen wie Deckungsgrad oder Lücken können mit Fernerkundung besser und/oder kostengünstiger hergeleitet werden, während andere Informationen zur Verjüngung oder vertikalen Struktur momentan nicht erfasst werden können. Oft stellen die Fernerkundungsdaten eine wertvolle ergänzende Datengrundlage dar, indem sie durch den «Blick von oben» die Erfassung des räumlichen Kontextes oder eine grossflächige Beurteilung einer ganzen FEE erlauben. Im Rahmen dieses Projektes konnten einige ausgewählte Fernerkundungstools angewendet werden, es kann jedoch keine umfassende Aussage über die Möglichkeiten der Fernerkundung im Allgemeinen gemacht werden.

Terrestrische Erfassung

Die im Rahmen des Projektes verfügbaren Fernerkundungstools haben gezeigt, dass man bis auf Weiteres auf die gutachtliche terrestrische Erfassung von im Gebirgswald zentralen Informationen wie Verjüngung oder Stabilität angewiesen ist, um den Handlungsbedarf und entsprechende Massnahmen auf Stufe Feinerschliessungseinheit fachlich korrekt herleiten zu können (Kapitel 4.3.5). Um Schwerpunktgebiete für die nächste Betriebsplanperiode zu definieren, scheinen allerdings verschiedene Fernerkundungsdaten in Kombination mit lokalem Expertenwissen (Förster und Forstingenieur gemeinsam) eine genügende Datengrundlage zu bieten, ohne dass es eine flächendeckende terrestrische Informationserhebung bräuchte (Kapitel 4.3.4).

Ein zentrales Informationsgefäss für die waldbauliche Planung bildet zudem das Massnahmentool, in welchem einerseits die geplanten und ausgeführten Massnahmen inhaltlich und räumlich erfasst werden, andererseits aber für die ausgeführten Massnahmen auch Hinweise zur waldbaulichen Situation (Waldzustand, Handlungsbedarf), die Etappenziele und voraussichtliche nächste Kontrollen oder Massnahmen definiert werden (Kapitel 4.3.6). Im Schutzwald werden die waldbaulich relevanten Informationen inklusive Etappenzielen oft mithilfe des NaIS Formulars 2 erhoben und können zusammen mit den übrigen Massnahmeninformationen gespeichert und somit zukünftig verfügbar gemacht werden. Die ausgeführten Massnahmen in Kombination mit diesen Informationen stellen also wiederum die Grundlage dar für eine geregelte und räumlich koordinierte zukünftige Behandlung der Wälder im gewünschten Turnus.

Insgesamt empfehlen die Autoren eine flächendeckende Informationserfassung mithilfe von Fernerkundungsdaten. Bei vorhandenen Grundlagendaten können diese zukünftig in regelmässigen Abständen von den Kantonen den Betrieben zur Verfügung gestellt werden. Wir gehen davon aus, dass die für flächendeckende Bestandeskartierungen eingesetzten Mittel wirkungsvoller zur Aufarbeitung der Fernerkundungsdaten sowie für die Planungsstufe 2 (Detailbeurteilung und Flächenfestlegung der Eingriffe in Gebieten mit tatsächlichem Handlungsbedarf) eingesetzt werden können als für weitgehend flächige terrestrische Bestandesbeurteilungen. Allerdings kann zum jetzigen Zeitpunkt noch keine eindeutige Aussage gemacht werden, wie gut die Herleitung von Massnahmen sowie auch entsprechendes Controlling alleine mit Fernerkundungsdaten und gezielten terrestrischen Beurteilungen funktionieren. Aufgrund der bereits heute vorhandenen Fernerkundungs-Tools sowie den aktuellen Entwicklungen (z.B. zukünftig flächendeckend geplanten LiDAR-Befliegungen durch Swisstopo; Herleitung des Mischungsgrades mithilfe von Satellitendaten) scheint es uns aus heutiger Sicht sinnvoller, in diesen Weg zu investieren.

Umsetzung Fallstudie

Traditionelle Bestandeskarte

In Klosters wurde im Rahmen der Betriebsplanung eine im Kanton GR als Standard übliche Bestandeskartierung gemacht, welche umfassende Informationen zum Waldzustand, sowie zu Handlungsbedarf und Dringlichkeiten zur Verfügung stellt. Diese Daten standen also ohne eine vorgängige Bedürfnisabklärung im Rahmen des Projektes zur Verfügung. Die Bestandesausscheidung erfolgte mithilfe stereoskopischer Luftbildinterpretation und 75 Prozent der Bestände wurden anschliessend noch im Bestand terrestrisch beurteilt (Anleitung siehe Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons GR, 2014). Zudem liegen Informationen aus den Erstaufnahmen der Bündner Waldinventur (auf 500m verdichtetes LFI-SP-Netz) vor. Die Auswertungen der Zweitaufnahme waren im Rahmen dieses Projektes noch nicht verfügbar, werden aber in absehbarer Zeit weitergehende Informationen und Aussagen für den Betrieb Klosters ermöglichen.

Grundsätzlich können die Informationen aus der traditionellen Bestandeskarte die Bedürfnisse der Planung gut erfüllen, wobei man aus den oben erläuterten Gründen grundsätzlich den Bestand als alleinige Einheit hinterfragen kann. Die Bestandeskartierung ist allerdings zeit- und damit auch kostenintensiv. Der zeitliche Abstand zwischen Bestandesbeurteilung und Detailplanung ist gross. Viele

Informationen werden zudem gutachtlich erhoben, was die Reproduzierbarkeit der Resultate, beispielsweise für das Controlling, in Frage stellt. Zudem kann die Dringlichkeit eines Bestandes während der Kartierung im Bestand ohne genauen Kenntnisse der Ziele, des räumlichen Kontextes und der Priorisierungen nicht fundiert beurteilt werden. Im Konzept des Kanton GR ist dies in einem zweiten Schritt im Rahmen der Betriebsplanung vorgesehen, scheint jedoch aus Sicht der Autoren sehr ungenügend umgesetzt zu werden.

Aufgrund der oben erwähnten Nachteile der traditionellen Bestandskartierung und obwohl in Klosters eine aktuelle und umfassende Bestandskarte vorhanden ist und diese im Betriebsplan entsprechend genutzt wurde, wird im Folgenden der Fokus auf mögliche Alternativen bei den Fernerkundungsdaten gesetzt. Dies auch weil an vielen Orten keine aktuellen Bestandskarten vorhanden sind. Flächendeckend steht das aus den ADS80 Orthophotos von Swisstopo abgeleitete Vegetationshöhenmodell VHM_ADS80 zur Verfügung, welches schweizweit und pro Aufnahmegebiete alle 6 Jahre neu gerechnet werden kann (Abbildung 11). Diese VHM aus den ADS80 Luftbildern können den Kantonen von der WSL als LFI-Produkt zur Verfügung gestellt werden. Diese VHM weisen eine deutlich tiefere Auflösung auf als viele LiDAR-basierten VHM. Zudem sind damit keine einzelbaumweisen Ansätze möglich, welche auf der individuellen Erkennung von Einzelbäumen basieren.

Auf einer Teilfläche des Betriebes ist zudem das auf LiDAR-Aufnahmen des Jahres 2010 basierte Vegetationshöhenmodell VHM_lidar als Raster 0.5 x 0.5 m vorhanden (Abbildung 11). Mit den zukünftigen gebietsweisen LiDAR-Befliegungen von Swisstopo werden in den nächsten Jahren etappenweise auch für die ganze Schweiz entsprechende vergleichbare Vegetationshöhenmodelle zur Verfügung stehen. VHM dienen als Grundlage für viele in diesem Projekt genutzten Tools (siehe Tabelle 2), sind jedoch auch bereits als nicht weiter verarbeitete Datensätze eine wertvolle Informationsquelle.

Alternativen Fernerkundung

Vegetationshöhenmodelle VHM

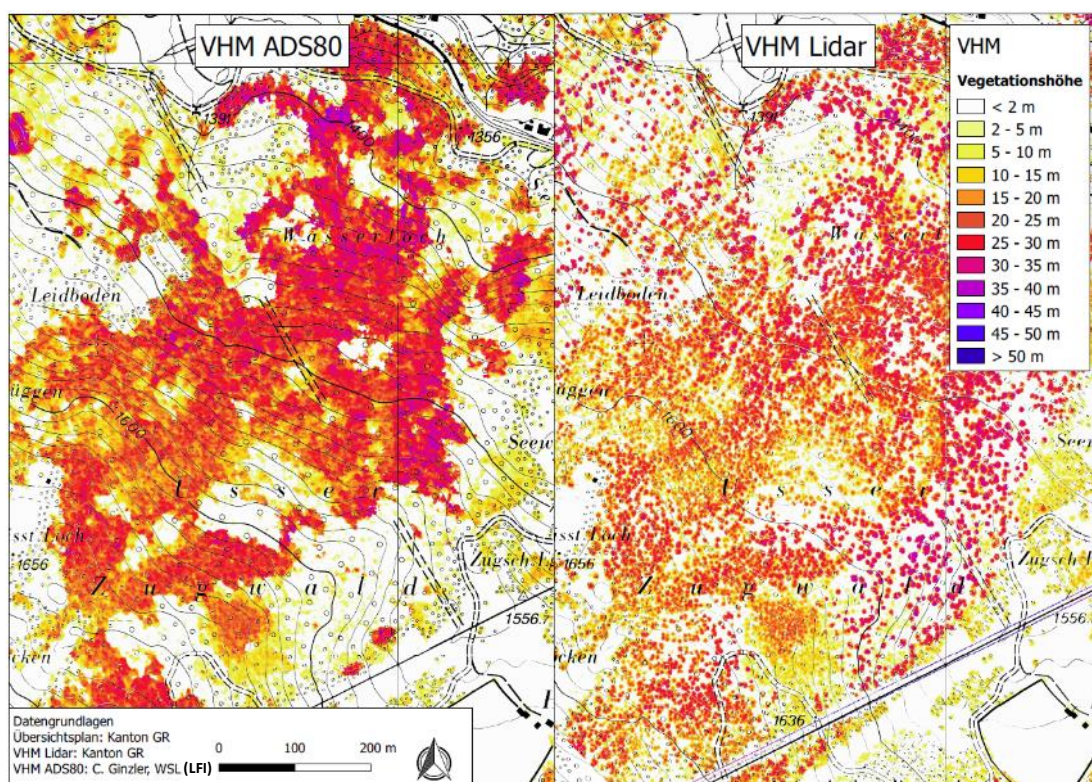


Abbildung 11: Vegetationshöhenmodelle VHM, abgeleitet aus ADS80 Luftbildern (links) und LiDAR-Daten (rechts). Im LiDAR-basierten VHM sind in den aufgelösten Wäldern Einzelbäume und Kollektive gut zu erkennen.

Die im Rahmen des Projektes in Klosters eingesetzten Fernerkundungs-Tools sind in Tabelle 2 mit ihren verwendeten Grundlagendaten aufgelistet. Die Mehrheit der Tools basiert auf VHM, wobei auf VHM_ADS80 basierende Tools natürlich auch LiDAR-basierte VHM nutzen könnten.

Tabelle 2: Tools mit Informationen zum Waldzustand und ihre verwendeten Grundlagendaten.

	<i>terr. Bestandesansprache</i>	<i>terr. Stichproben</i>	<i>Orthophoto_ADS80</i>	<i>VHM_ADS80</i>	<i>VHM_Lidar</i>
Trad. Bestandeskarte	x		x		
TBk [19]				x	
Fernerk.-Toolbox WSL [9]				x	
Vorratskarte Lidar [21]		x			x
Lawinen-Lücken [1]					x
FINT [6]				x	x

Tabelle 3 zeigt im Überblick, welche Informationen von welchen Fernerkundungs-Tools als Alternative zur traditionellen Bestandeskarte im Rahmen dieses Projekts bereitgestellt werden. Anschliessend werden die Möglichkeiten und Grenzen zu den einzelnen Informationen kurz diskutiert, wobei ausserhalb dieses Projektes vorhandene Fernerkundungstools nicht im Sinne eines Überblickes einbezogen werden können. Weiterführende Informationen zu einzelnen über die Fernerkundung erhobenen Waldzustandsmerkmalen befinden sich in Anhang A-1-2., sowie in den Technischen Berichten zu den einzelnen Tools (Anhang A-2.)

Tabelle 3: Tools und die von ihnen bereit gestellten Waldzustandsinformationen.

Waldzustandsmerkmale

	<i>Entwicklungsstufe</i>	<i>Mischungsgrad</i>	<i>Deckungsgrad</i>	<i>Stufigkeit</i>	<i>Verjüngung</i>	<i>Stabilität</i>	<i>Vorrat</i>	<i>Stammzahl</i>	<i>Lücken</i>	<i>Handlungsbedarf</i>	<i>Dringlichkeit</i>
Trad. Bestandeskarte	x	x	x	x	x	x	x			x	x
TBk [19]	x		x	x							
Fernerk.-Toolbox [9]			x	x					x		
Vorratskarte Lidar [21]							x				
Lawinen-Lücken [1]									x		
FINT [6]								x			

Im Folgenden werden pro Waldzustandsmerkmal einige Erläuterungen vorgenommen, wobei ausführlichere Informationen dazu in Anhang A-1-2. zu finden sind.

Die *Entwicklungsstufe* kann vom Tool TBk [19] im Sinne von Bestandeshöhen bereitgestellt werden, wobei die Übersetzung von Bestandeshöhe in Entwicklungsstufe insbesondere in der Baumholzstufe mit gewissen Unsicherheiten behaftet ist. In Gebirgswäldern mit der Zielvorstellung von stufigen Wäldern sind bezüglich der Skala von Flächen gleicher Entwicklungsstufen noch weitere Arbeiten notwendig. Im Rahmen des Projektes hat kein Tool die *Baumartenmischung* als Alternative zur Bestandeskarte hergeleitet. Jedoch sollte der Mischungsgrad des Kronendaches mithilfe der Farbinformationen von Orthophotos oder Satellitenbildern (z.B. Sentinel-2) in den nächsten Jahren immer besser und mithilfe von Phänologiereihen von Satelliten im Jahresverlauf auch teilweise bis auf Baumartenebene hergeleitet werden können. *Deckungsgrad* und *Stufigkeit* des Kronendaches können mithilfe von VHM zuverlässig hergeleitet werden, die Stufigkeit unter Schirm jedoch nur terrestrisch. Zur *Verjüngung* gibt es aktuell keine Alternativen zur terrestrischen Erfassung. Alternativ zur gutachtlichen terrestrischen Ansprache der sehr schwierig bestimmbaren *Stabilität* können über die Fernerkundung lediglich messbare Grössen wie Stufigkeit oder Baumartenzusammensetzung genutzt werden. Für die Einzelbaumstabilität bestimmende Grössen wie h/d-Wert oder Kronenlänge gibt es momentan keine praxistauglichen Alternativen zur terrestrischen Ansprache. Die Herleitung von *Holzvorräten* liefert mit den vorhandenen Tools für grössere Gebiete wie Regionen oder Kantone gute Resultate, jedoch sind die Ungenauigkeiten bei einzelnen Beständen oder Massnahmenflächen für den praktischen Einsatz noch zu gross. Die Erfassung der *Stammzahlen* durch FINT [6] ist noch mit grossen Unsicherheiten behaftet, jedoch können markante grosse Einzelbäume gut erkannt und beispielsweise für die Seillinienplanung genutzt werden. *Lücken* können mithilfe der Fernerkundung sehr zuverlässig erfasst werden und stellen eine wichtige Information dar.

Handlungsbedarf und *Dringlichkeit* als gutachtliche Grössen aus der Synthese von Zielsetzungen und Waldzustandsinformation können aktuell nicht fundiert mit Fernerkundungstools hergeleitet werden, jedoch dienen verschiedene oben diskutierte Informationen dabei als Unterstützung. Die im Rahmen dieses Projektes genutzten Hinweiskarten (siehe Kapitel 4.3.4) zeigen zudem teilweise vielversprechende Ansätze. Im Anhang A-1.2. befinden sich dazu weiterführende Erfahrungen und Ausführungen von in diesem Projekt gesammelten Erkenntnissen. Zukünftig sollte in diesem Bereich weiter geforscht werden.

Handlungsbedarf
und Dringlichkeit

4.3.4 Herleitung von Schwerpunktgebieten

Konzeptionelle Ergebnisse

In einem ersten Planungsschritt geht es darum, Schwerpunktgebiete zu definieren, in welchen in der nächsten Betriebsplanperiode (BPP) insbesondere Massnahmen mit Holzanfall räumlich konzentriert, koordiniert und gebündelt geplant und ausgeführt werden. Schwerpunktgebiete können ganze FEE oder auch nur Teile davon umfassen. Aufgrund der grösser werdenden Betriebe scheint es aus Kosten- und Zeitgründen sinnvoll, die Planung zeitlich zu staffeln und somit mit einer Konzentration auf einen Teil der FEE die Motivation und somit auch die Qualität der Beurteilung und Planung auf Stufe FEE fördern (Kapitel 4.3.5). Bei einer mittleren Wiederkehrdauer von 30 Jahren würde in einer BPP ungefähr ein Drittel der FEE schwerpunktmässig behandelt, wobei je nach Zieltyp und Ausgangszustand gewisse Wälder in kürzerem oder längerem Turnus oder auch gar nicht bewirtschaftet werden. Grundsätzlich besteht das langfristige Ziel, die Wälder in einem geregelten (jedoch nicht unbedingt regelmässigen) Turnus bewirtschaften zu können, wobei nach der Behandlung einer FEE bereits wieder der Zeitpunkt nachfolgender Massnahmen grob abgeschätzt werden kann. Dies soll gewährleisten, dass die Wälder zum günstigsten Zeitpunkt behandelt werden und nicht jeweils einfach die dringlichsten Bestände angegangen werden.



Schwerpunktgebiete sollten in zu Beginn in erster Linie Wälder mit einer hohen Priorität umfassen. Dabei sollen die Wichtigkeit (z.B. Schaden-/Gefahrenpotenzial und mögliche Waldwirkung im Schutzwald) und die Dringlichkeit seitens der Waldentwicklung im Rahmen einer Priorisierung berücksichtigt werden (siehe auch Schwitter, 2006). Mithilfe von Fernerkundungsdaten können in einem ersten Schritt sogenannte „Handlungsbedarf-Hinweiskarten“ erstellt werden, welche grobe Hinweise auf Gebiete mit Handlungsbedarf liefern sollen, wie beispielsweise grossflächige homogene Fichtenreinbestände in obermontanen Schutzwäldern. Im Rahmen des Projektes wurde dies lediglich exemplarisch mit verschiedenen Datensätzen («Hinweiskarten») gemacht, wobei die Schwerpunktgebiete nicht mit einem systematischen methodischen Ansatz über die gesamte Betriebsfläche hergeleitet wurden. Mithilfe des Lokalwissens und unter Einbezug gezielter gutachtlicher Beurteilungen im Gelände können Betriebsleiter und Regionalforstingenieur in einer Expertenanalyse gemeinsam Schwerpunktgebiete und prioritäre Einzelflächen für die nächste BPP definieren. Sollten einige dringliche Waldflächen nicht als solche erkannt werden, so dürften diese bei der nächsten Gesamtbeurteilung im Rahmen der BP entsprechend berücksichtigt werden, wobei ein zeitlicher Verzug von 12 Jahren bei Baumholzbeständen (Jungwaldflächen sind zeitlich sensibler) in den seltensten Fällen grössere Probleme mit sich bringen dürfte.

Schwerpunktgebiete

Beim Konzept der Schwerpunktgebiete wird davon ausgegangen, dass in einem Zeitraum von maximal 30 Jahren der gesamte bewirtschaftete Wald detailliert im Rahmen der zweiten Planungsstufe (Kapitel 4.3.5) beurteilt wird. Bereits nach einer Betriebsplanperiode bestehen für ungefähr ein Drittel der Wälder detaillierte Beurteilungen und Planungen, was die weitere Planung bereits stark vereinfachen sollte. Indem im Rahmen des Betriebsplanes lediglich zu behandelnde Wälder mit entsprechenden Behandlungs- und Flächenzielen, jedoch keine Massnahmen definiert werden, verschiebt sich ein Teil des Planungsaufwandes von der Betriebsplan-Stufe auf die operative Planung auf Stufe der FEE (zweite Planungsstufe). Diese Verschiebung dient jedoch nicht der Reduktion der waldbaulichen Planung, vielmehr soll mit der koordinierten Planung auf Stufe der FEE die Qualität gesteigert und der Planungsaufwand besser über die Zeit verteilt werden. Zudem erfolgt die Massnahmenplanung deutlich zeitnäher zur Umsetzung, was die Risiken infolge Unvorhergesehenem deutlich reduziert.

Bei der Handlungsbedarf-Hinweiskarte in Abbildung 12 wird sichtbar, dass bereits das «rohe» Vegetationshöhenmodell (VHM) wertvolle Hinweise auf mögliche Schwerpunktgebiete geben kann. So sind

Handlungsbedarf-
Hinweiskarten

im Schwerpunktgebiet 1 (Steinschlag-Schutzwald A) ausgedehnte starke Baumholzbestände mit relativ wenig Struktur im Kronendach erkennbar (siehe Abbildung 16). Ebenfalls sind die ausgedehnten Stangenholzbestände im Schwerpunktgebiet 3 kaum zu übersehen und ein Handlungsbedarf in diesen noch für eine gewisse Zeit reaktionsfähigen Beständen im Lawinen-Schutzwald A zu vermuten. Die Stangenholzbestände des Schwerpunktgebietes 3 zeigen auch, dass es teilweise auch in der nächsten BPP zu behandelnde Jungwälder gibt, welche nicht zwingend in einer als Schwerpunktgebiet definierten FEE liegen. Das Beispiel zeigt auch, dass solche Bestände gut mithilfe der Fernerkundung erkannt werden können.

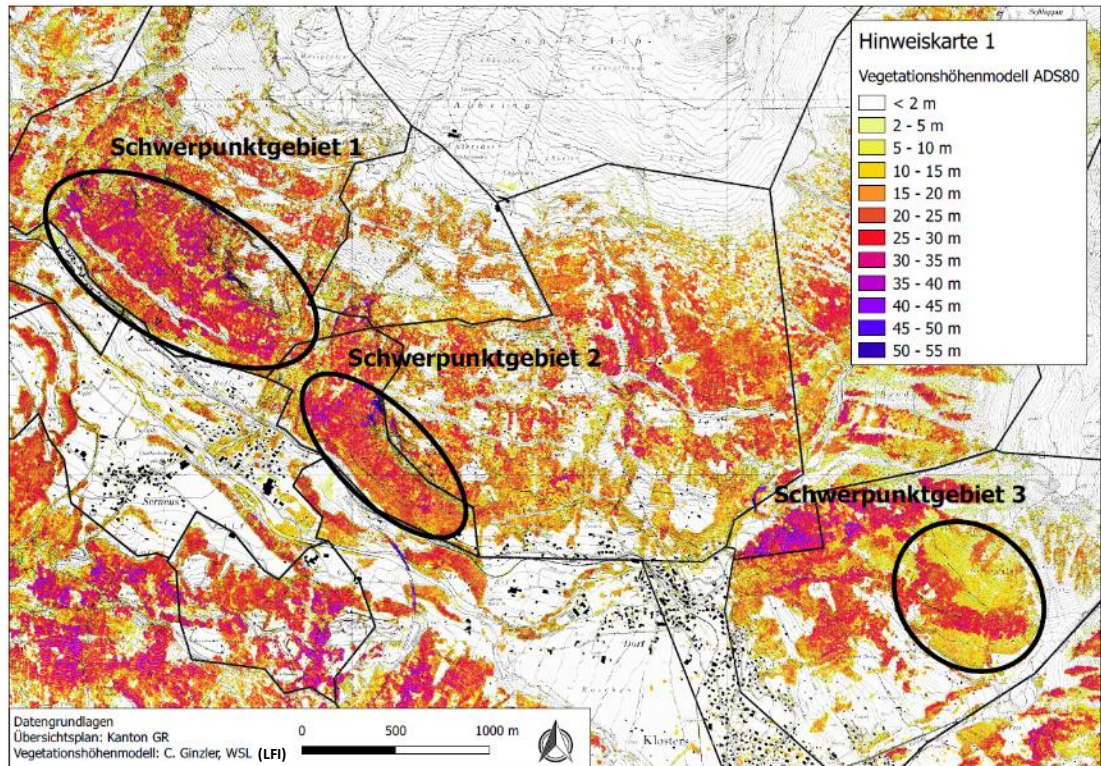


Abbildung 12: Handlungsbedarf-Hinweiskarte als Unterstützung bei der Ausscheidung von Schwerpunktgebieten

Die Fernerkundungsdaten ermöglichen als Ergänzung zu terrestrischen Beurteilungen den Überblick über ganze Prozessräume oder FEE und ermöglichen die Einordnung der Beobachtungen im Wald in diesen räumlichen Kontext. Zudem können basierend auf diesen Daten auch kritische Fragen gestellt und seitens Kanton auch mit weniger Lokalkenntnissen bei der Wahl der Schwerpunktgebiete mitgeredet werden. So kann zusammen mit der Zieltypenkarte, den kantonalen Priorisierungen und den vergangenen Massnahmen besser gewährleistet werden, dass aus öffentlicher Sicht an den richtigen Orten eingegriffen wird und beispielsweise schlecht erschlossene Gebiete nicht vernachlässigt werden.

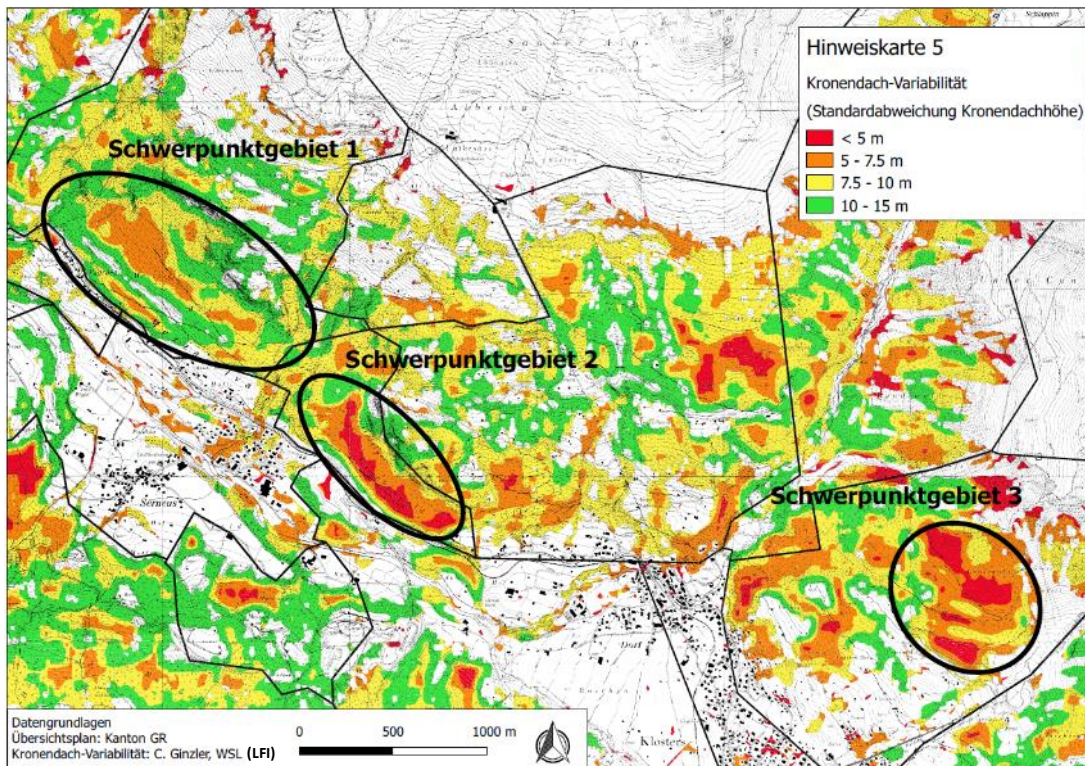


Abbildung 13: Die Kronendach-Variabilität kann als Hinweis auf homogene Bestände und somit gewissen Handlungsbedarf aufgrund von Mangel an Verjüngung und Struktur (Stabilität) im Schutzwald genutzt werden. (Fernerkundungs-Toolbox [9])

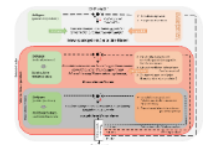
4.3.5 Massnahmenplanung auf Feinerschliessungseinheit

Konzeptionelle Ergebnisse

Die Konkretisierung der Massnahmen in den Schwerpunktbereichen erfolgt auf Ebene der Feinerschliessungseinheiten (FEE), welche unter Berücksichtigung der Erschliessung und Feinerschliessung nach holzerntetechnischen Gesichtspunkten abgegrenzt werden. Hauptzweck der FEE ist eine innerhalb dieser Einheiten zeitlich und räumlich koordinierte Massnahmenplanung. Als Grundsatz soll somit sichergestellt werden, dass keine Massnahmen ohne entsprechendes Feinerschliessungskonzept geplant werden. Damit sollen zukünftige Probleme aufgrund mangelnder Abstimmung unter den Massnahmen verhindert werden. Ein Schwerpunktbereich kann eine gesamte FEE oder auch nur Teilbereiche davon abdecken. FE-Einheiten sollen grundsätzlich über längere Zeiträume unverändert bleiben, so dass sie nebst der Massnahmenplanung auch in den Bereichen Nachhaltigkeitskontrolle und Controlling als konstante Bezugsflächen dienen können (Alternative zu den traditionellen Betriebsklassen oder Abteilungen).

Die Zieltypen müssen je nach Datengrundlage (Standortkartierungen und Naturgefahrenprozess-Karten) im Gelände noch verifiziert und konkretisiert werden (siehe Abbildung 15). Der Wald im Schwerpunktbereich wird im Schutzwald terrestrisch gemäss den NaIS-Anforderungen hinsichtlich des Waldzustandes und der zukünftigen Zustandsentwicklung beurteilt. Damit entsteht ein gutachtliches Gesamtbild vom waldbaulichen Handlungsbedarf und den entsprechenden groben Massnahmentypen (z.B. Verjüngungseinleitung) über das ganze Gebiet. Die Fernerkundungsdaten unterstützen die waldbauliche Beurteilung, können jedoch gezielte terrestrische gutachtliche Beurteilungen nicht ersetzen. Informationen von bereits in diesem Planungssperimeter ausgeführten (und mit dem Massnahmen-Tool dokumentierten) Massnahmen unterstützen diesen Planungsschritt. Je nachdem können nebst den gutachtlichen Zustands- und Entwicklungsabschätzungen für ein solches Schwerpunktbereich auch noch zusätzliche Erhebungen gemacht werden (terrestrische Kartierung oder Fernerkundung wie z.B. Drohnenbefliegung).

Im Rahmen der Betriebsplanung erachten wir es als wichtig, für jede in der BPP zu behandelnden FEE entsprechende Flächenziele mit konkreten Zielsetzungen festzulegen, es werden jedoch bewusst



Konkretisierung
Handlungsbedarf

keine Massnahmen definiert. Abbildung 14 zeigt ein fiktives Beispiel in diesem Sinne. Diese Ziele sind verbindlich und können insbesondere beim Einsatz von öffentlichen Mitteln auch vom Kanton überprüft werden. Der Betrieb entscheidet dann zu einem späteren Zeitpunkt, in welchem Jahr genau und mit welchem Feinerschliessungskonzept die Massnahmen im Detail geplant und ausgeführt werden. Nur dann können die Vorteile des mithilfe des Massnahmen-Tools aus dem Massnahmen-Pool zusammengestellten betrieblich optimierten Jahresprogramme zum Tragen kommen.

**Zusammenarbeit
Betriebsleiter –
höherer Forstdienst**

Wichtige Voraussetzung eine solche Planung auf Ebene der Feinerschliessungseinheit (wie auch schon bei der Festlegung von Schwerpunktgebieten), welche sowohl die überbetrieblichen wie auch die betrieblichen Überlegungen einbeziehen soll, ist eine gute Zusammenarbeit zwischen Betriebsleiter/Förster und kantonalem Forstingenieur.

Feinerschliessungseinheit 11: Geplante Massnahmenpakete 2017 – 2028

	<i>Prio</i>	<i>Fläche (ha)</i>	<i>Holzm. (Tfm)</i>
Schutzwald:			
Verjüngungsförderung im X-Wald oberhalb der Bergstrasse	2	30	4000
Jungwaldpflege (Kammerungen, Mischungsregulierung) im Y-Wald	1	8	
Jährliche Kontrolle/Unterhalt der Einzelschütze im Z-Wald	1		
Gerinnepflege entlang V-Bach, unterhalb Bergstrasse	3	15	2000
Holzproduktion:			
Durchforstungen im B-Wald	2	10	1500
Seilschläge im C-Wald	3	30	600
Waldökologie:			
Ausscheidung von Totholzinseln prüfen im F-Wald	1		
Auerwildmassnahmen im W-Wald	3	15	800
Diverses:			
Gefahrenträger entfernen entlang neuem Bikerweg xy	1	3	50
Total		111	8950

Abbildung 14: Im Rahmen der BP festgelegte Flächenziele pro FEE (fiktives Beispiel)

Koordination Waldbau und Holzernte

In einer Gesamtbetrachtung von waldbaulichem Handlungsbedarf, Waldzustand (z.B. Durchmesserstärke der Bäume) und der (Fein-) Erschliessung wird für die FEE ein entsprechendes Feinerschliessungskonzept erarbeitet. Grundsätzlich werden keine Massnahmen mit Holzanfall ohne entsprechendes Feinerschliessungskonzept geplant. Bei grossen FEE können auch für vom Rest der FEE unabhängige Teilflächen Feinerschliessungskonzepte erarbeitet werden. Entscheidend beim Definieren und der räumlichen/zeitlichen Einordnung der Massnahmen ist im Schutzwald die Betrachtung eines ganzen Prozessraumes, wie dies auch im neuen NaiS-Anforderungsprofil für den Steinschlag vorgesehen ist. Das bedeutet, dass erst mit der Kenntnis über die Anordnung und Ausdehnung der Einzelflächen («Bestände») im Prozessraum beurteilt werden kann, in welcher räumlichen und zeitlichen Abfolge die Massnahmen geplant werden sollen.

Massnahmen-Pool

Die koordinierte Planung innerhalb von grösseren räumlichen Einheiten wie einer FEE mit Massnahmen unterschiedlicher Feinplanungs- und Ausführungszeitpunkte (von < 1 Jahr bis >10 Jahren) bedingt

ein rollendes Planungssystem. Dabei gelangen vorgesehene Massnahmen mit unterschiedlich konkretisiertem Planungsstand (Holzanfall, Verfahren, etc.) in einen Massnahmen-Pool (siehe auch Riechsteiner und Lemm, 2009 sowie Zürcher, 2011) und können innerhalb des zeitlichen Handlungsspielraumes mit anderen Massnahmen kombiniert werden, um die waldbauliche Wirkung und die Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Da die grosse Mehrheit der waldbaulichen Massnahmen zeitlich sehr „elastisch“ ist, spielt es aus waldbaulicher Sicht oft keine Rolle, ob eine Massnahme jetzt oder in 5-10 Jahren ausgeführt wird. Allerdings muss dabei eine Deadline gewährleisten, dass keine Massnahme (ohne bewussten und begründeten Entscheid) zu spät oder gar nicht ausgeführt wird (z.B. Vergessen oder Verschieben von sehr teuren, umstrittenen oder riskanten Eingriffen auf unbestimmte Zeit). Nebst einer wirkungsvollen und kostengünstigen Massnahmenplanung und -ausführung dient der Massnahmen-Pool auch der betrieblichen Ressourcenplanung (z.B. Erstellung des Jahresprogrammes) und ermöglicht eine flexible Anpassung der Massnahmenausführung an veränderte Rahmenbedingungen (Holzpreis, Witterung, Verfügbarkeit Maschinen/Personal, Beiträge, etc.).

Umsetzung Fallstudie

Im BP Klosters wurden die waldbaulichen Flächenziele für die nächste Betriebsplanperiode in Betriebsklassen anstelle von FEE formuliert (siehe BP in Anhang A-3-1). Aufgrund der terrestrischen Bestandeskartierung waren nebst detaillierten Daten zum Waldzustand (für 75% der produktiven Waldfläche) auch der Handlungsbedarf und die Dringlichkeiten bekannt.

Flächenziele

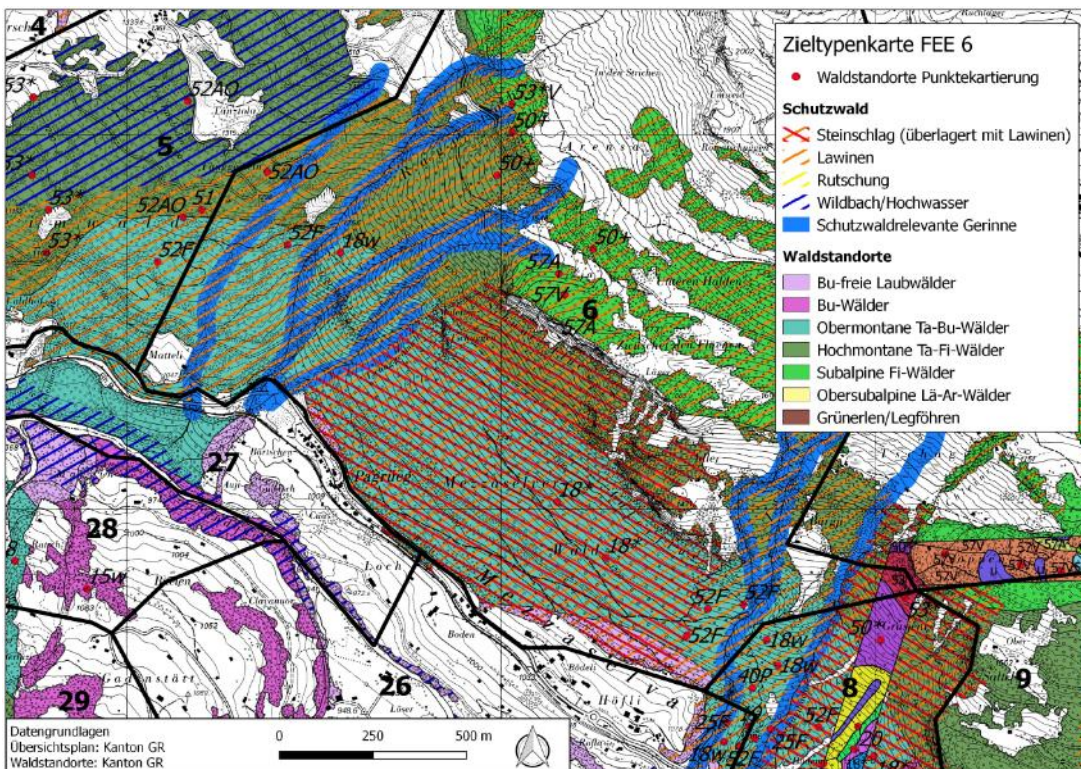


Abbildung 15: Die Zieltypen müssen auf Stufe FEE bei der waldbaulichen Planung im Feld mithilfe der Waldstandorte-Punkte-/Streifenkartierungen überprüft und konkretisiert werden.

Einige Informationen zum Waldzustand können mithilfe der Fernerkundung zuverlässig bestimmt werden. So sind mit TBk [19] über die «Bestandeshöhe» indirekt Informationen zur Entwicklungsstufe vorhanden oder den Deckungsgrad vorhanden (siehe Abbildung 17). Allerdings braucht es für die Massnahmenplanung auch Informationen zur Verjüngung, Struktur, Stabilität, welche momentan nur terrestrisch und gutachtlich erfasst werden können. Systematische Aufnahmen im Sinne einer traditionellen Bestandeskartierung sind nach Meinung der Autoren nicht zwingend notwendig, da die grobe Abschätzung des Handlungsbedarfes und die beschränkten Möglichkeiten bei der Feinerschliessungsplanung das waldbauliche Vorgehen meist genügend klar vorzeichnen. Möchte man jedoch beispielsweise Informationen zur Verjüngung systematisch im Feld kartieren, so können die von TBk [19] automatisiert ausgeschiedenen «Bestände» als Bezugsfläche für die Herleitung der Informationen dienen.

Waldzustandserfassung

In einer Validierung in Klosters ist man zum Schluss gekommen, dass die Bestandesgrenzen von TBk (wo es diese überhaupt gibt) im Wald draussen gut nachvollziehbar sind.

Fernerkundung als Unterstützung

Verschiedene Datensätze aus der Fernerkundung bieten in Kombination zur terrestrischen Beurteilung wertvolle Informationen für die Massnahmenplanung. So ermöglichen den Überblick über die gesamte FEE und eine sinnvolle Anordnung der Massnahmen mithilfe von Angaben zu Anteilen und zur räumlichen Anordnung von beispielsweise Bestandeshöhe (Entwicklungsstufe), Waldlücken, Struktur im Kronendach, Holzvorratsverteilung. Ebenso leistet bereits das VHM an sich eine sehr wertvolle Datengrundlage für die Beurteilung sowohl im Büro wie auch im Wald draussen (Abbildung 16).

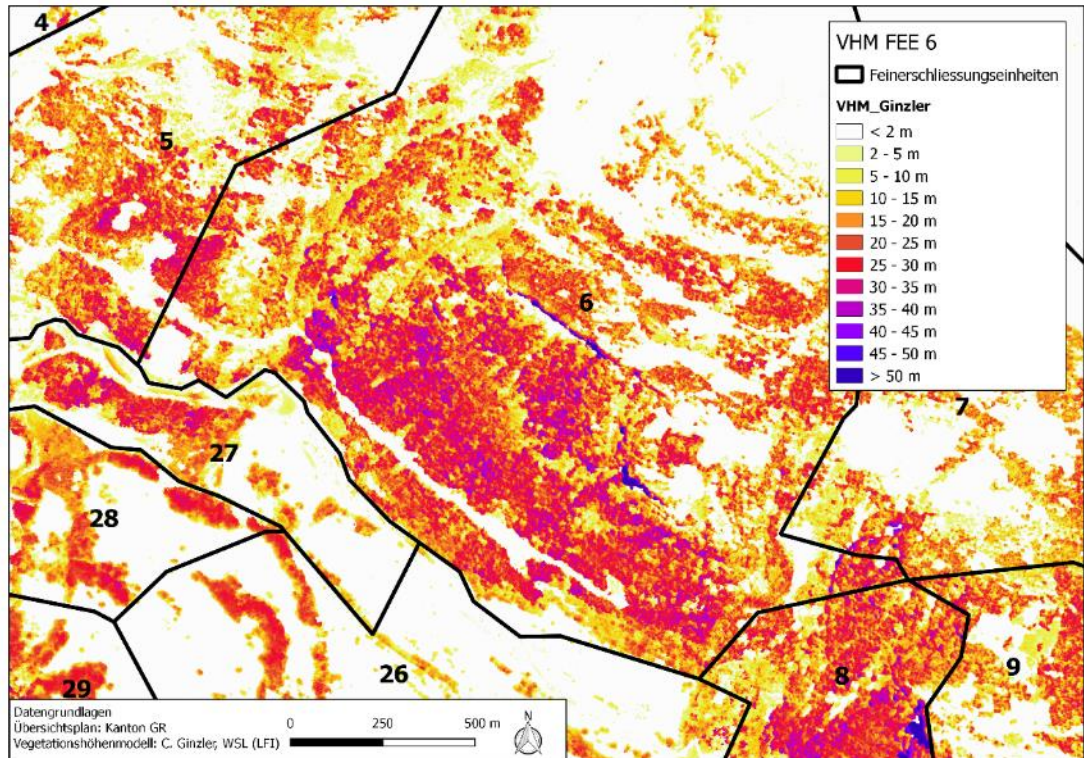


Abbildung 16: Vegetationshöhenmodell als Planungshilfe für die Massnahmenplanung in FEE 6. Vegetationshöhen > 45m entstehen durch Fehler im Bereich von Felswänden.

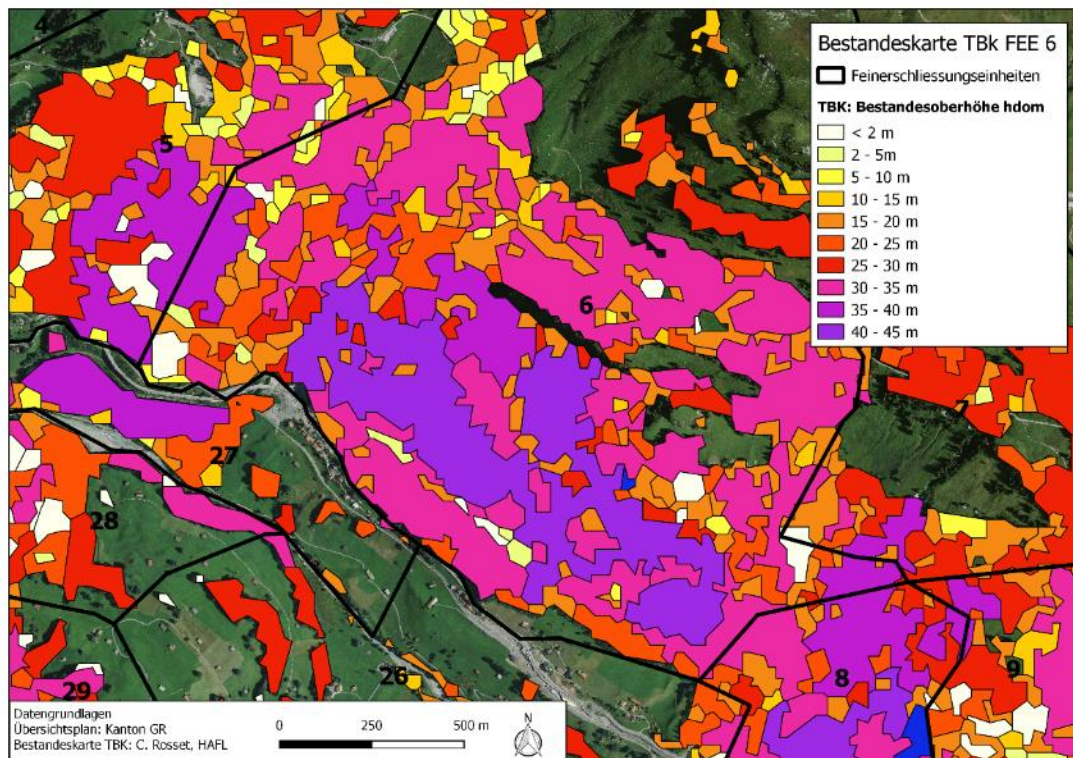


Abbildung 17: Bestandesoberhöhen in der FEE 6 gemäss dem Tool TBk [19].

Das Feinerschliessungskonzept für die FEE 6 in Klosters ist in Abbildung 18 abgebildet. Im Bereich der Feinerschliessungsplanung existieren mit dem Tool [13] für ein optimales Seillinienkonzept Möglichkeiten für eine optimierte Feinerschliessungsplanung. In Klosters bestand dafür seitens Betrieb kein Bedarf. Ebenso wurde auf einen Einsatz des Tools [15] für ein optimiertes Reengineering von Strassen-netzwerken verzichtet.

Feinerschliessungs-
konzept

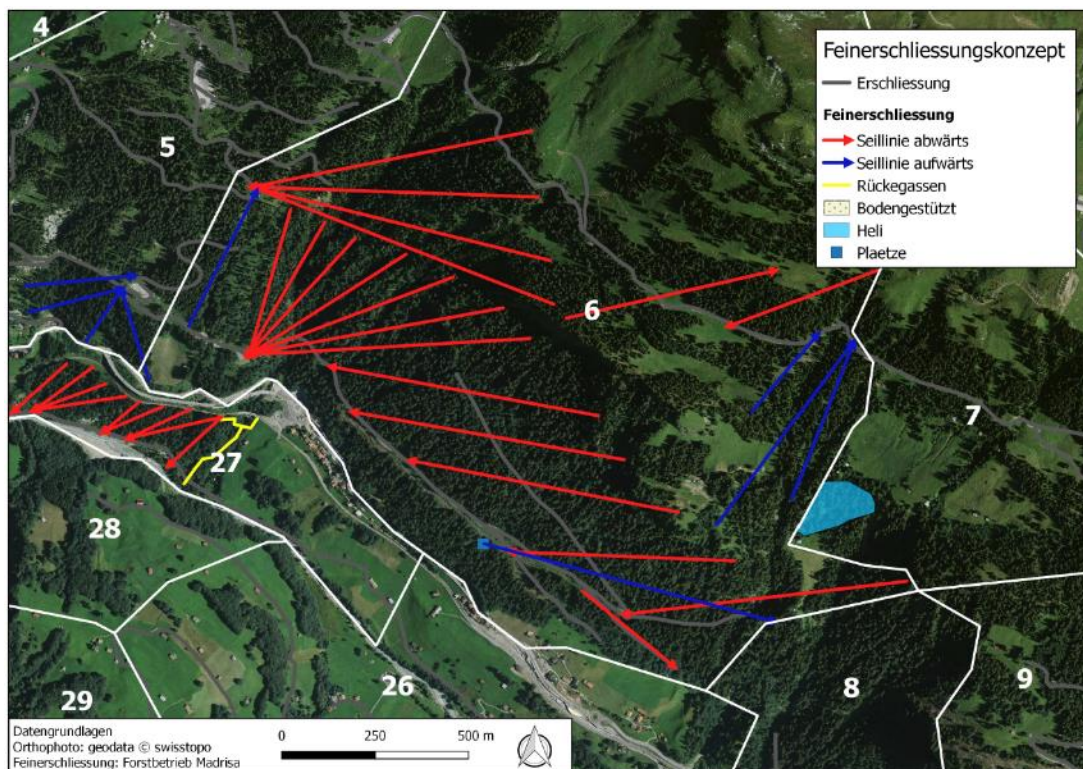


Abbildung 18: Feinerschliessungskonzept für die Feinerschliessungseinheit 6 (Schwerpunktgebiet Mezzaselverwald).

Optimierung der Schutzwirkung

Um die Massnahmenplanung in einem Prozessraum im Schutzwald räumlich zu optimieren, können Informationen zur aktuellen Schutzwirkung wertvoll sein. Hierfür bieten sich Tools aus der Fernerkundung an, da Lücken und Deckungsgrad als wichtigste Einflussfaktoren für die Schutzwirkung aus der Luft gut und direkt erhoben werden können. Das Tool [1] (Breschan, 2015) scheidet auf Basis des VHM_lidar unter Berücksichtigung der Hangneigung im Lawenschutzwald kritische Lücken aus (Abbildung 19). Je roter eine kritische Lücke dargestellt ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie tatsächlich für die Lawenschutzwirkung problematisch ist. Die Resultate konnten bei einer Feldbegehung (Begehung vom 28.10.2015) gutachterlich als plausibel beurteilt werden. Es ist jedoch klar, dass die Resultate als erste grobe Beurteilung über den gesamten Lawenschutzwald und einzelne kritische Bereiche dann im Feld abschliessend beurteilt werden müssen.

Ebenso erfolgt die Beurteilung in Steinschlagschutzwäldern mit dem neuen Anforderungsprofil NaiS über den ganzen Hang (Prozessraum). Entsprechende Arbeiten zur Herleitung von Grundfläche und Stammzahlen wurden im Tool [16] (Breschan, 2016) gemacht, wobei bezüglich dieser aus Vegetationshöhe und Einzelbaumerkennung abgeleiteten Grössen noch weiterer Forschungsbedarf besteht.

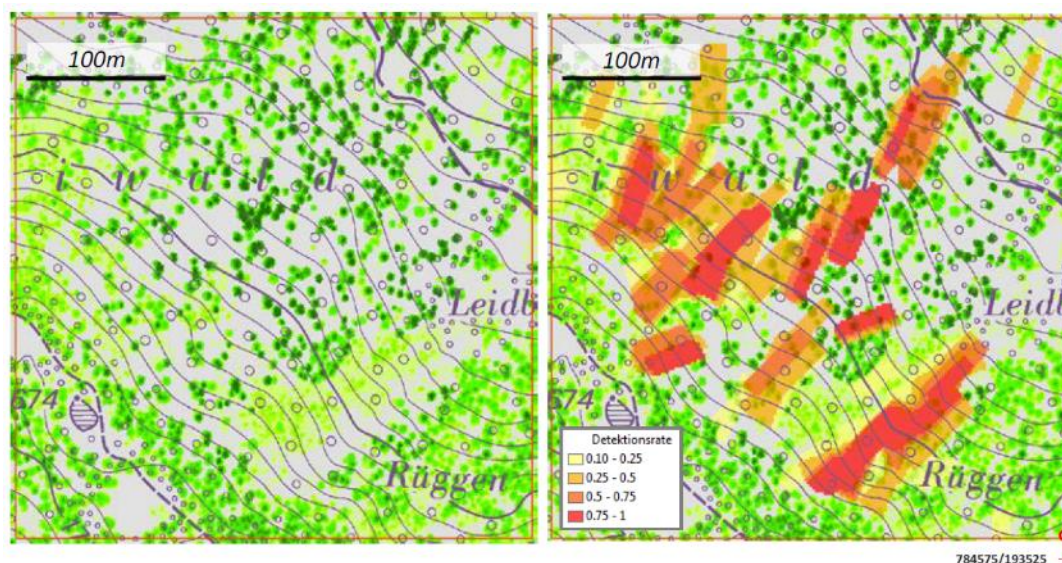


Abbildung 19: Ausscheidung von im Lawenschutzwald kritischen Lücken (rechtes Bild) gemäss Breschan (2015), Tool [1].

4.3.6 Massnahmen-Detailplanung

Konzeptionelle Ergebnisse

Wie im vorangehenden Kapitel beschrieben, sind alle Massnahmen im Massnahmenpool räumlich und inhaltlich definiert. Im Pool können Massnahmenplanungen jeglichen Detaillierungsgrades gemischt enthalten sein, von vagen Ideen bis hin zu fertig abgesteckten und angezeichneten Holzschlägen. Allen Massnahmen im Pool ist jedoch gemeinsam, dass sie auf die waldbaulichen Ziele und die Feinerschliessungsplanung abgestimmt sind und grundsätzlichen waldbaulichen Handlungsbedarf abbilden. Diese Daten bilden die Grundlage für die operative Mehrjahresplanung (Abgleich Bedarf – Ressourcen – Ziele), Jahresplanung inkl. Budgetierung und das Controlling - in Kombination mit dem Betrieblichen Informationssystem (z.B. WinForstPro).

Konkretisierung der Massnahmen

Spätestens wenn eine entsprechende Massnahme ins Jahresprogramm aufgenommen wird, wird sie inhaltlich konkretisiert, indem man den Handlungsbedarf auf der Fläche detailliert beurteilt (im SW i.d.R. mit NaiS Formular 2), Massnahmen und Verfahren genau festlegt und die Vorkalkulation vornimmt. Nebst der Anzeichnung und anschliessender Ausführung werden auch die waldbaulichen Kurz- und Mittelfrist-Ziele pro Massnahmenfläche festgehalten. Dadurch wird einerseits das Controlling im Sinne einer Vollzugskontrolle und Wirkungsanalyse möglich. Andererseits wird durch das Definieren vom Zeitpunkt einer notwendigen nächsten Beurteilung der Fläche oder von voraussichtlich nachfolgenden Massnahmen nach Ausführung der Massnahme gewährleistet, dass die Fläche auch zukünftig rechtzeitig weiterverfolgt wird.

Die Informationen zu den einzelnen Massnahmen dienen jedoch nicht nur der zukünftigen Behandlung und dem Controlling dieser einzelnen Massnahmenflächen, sondern bilden eine wichtige Informationsgrundlage für die zukünftige Planung ganzer Feinerschliessungseinheiten, indem das Wissen ausgeführter Massnahmen mit den entsprechenden festgehaltenen Informationen der zukünftigen Massnahmenplanung dient. Zudem kann mithilfe der Massnahmen-Informationen kontrolliert werden, ob die auf der Schwerpunktgebiete vereinbarten Massnahmen termingerecht ausgeführt wurden und ausgeführte Massnahmen können als Anhaltspunkte genutzt werden bei der Festlegung zukünftiger Schwerpunktgebiete. Die Massnahmen-Dokumentation wird damit wiederum zentrales Element für zukünftige Massnahmenplanungen in Kombination mit der Herleitung des Handlungsbedarfes mithilfe des aktuellen Waldzustandes.

**Massnahmenpool
hilft zukünftiger Pla-
nung**

Auch bei der Detailplanung und Anzeichnung können wiederum Fernerkundungsdaten eine nützliche Ergänzung zu den terrestrischen Begehungen sein, so ist beispielsweise das VHM nützlich für die Übersicht über den Holzschlag oder zur Orientierung und zur Abschätzung der noch anzuzeichnenden Flächen während der Anzeichnung.

Umsetzung Fallstudie

Das entworfene Konzept wurde für Klosters mit einem Massnahmen-Tool umgesetzt. Dieses basiert auf folgenden drei Elementen:

Massnahmen-Tool

- a) Einem Layer (Polygon-Vektorlayer als *ESRI-Shapefile*) in *QGIS* mit den geplanten Massnahmen. In diesem Layer sind die geplanten Massnahmenflächen eingetragen mit einer *ID* für die Verknüpfung.
- b) Einer *Visual-Basic* Anwendung in *MS-Excel* (entwickelt von Ueli Schmid im Rahmen eines Zivildiensteinsatzes bei der GWP/ibW). In dieser Anwendung werden sämtliche Informationen zu den geplanten Massnahmen eingetragen und im Laufe der Planung verfeinert.
- c) Ein *Python-Plugin* mit dem Namen *shpsync* (im Rahmen des Projektes von der OPENGIS.ch GmbH entwickelt). Dieses Plugin stellt die dynamische Verbindung zwischen dem *QGIS-Plugin* und der *Excel-Anwendung* her und berechnet geografische Kennwerte pro Massnahmenfläche (Flächengrösse, Zentrumsordinate).

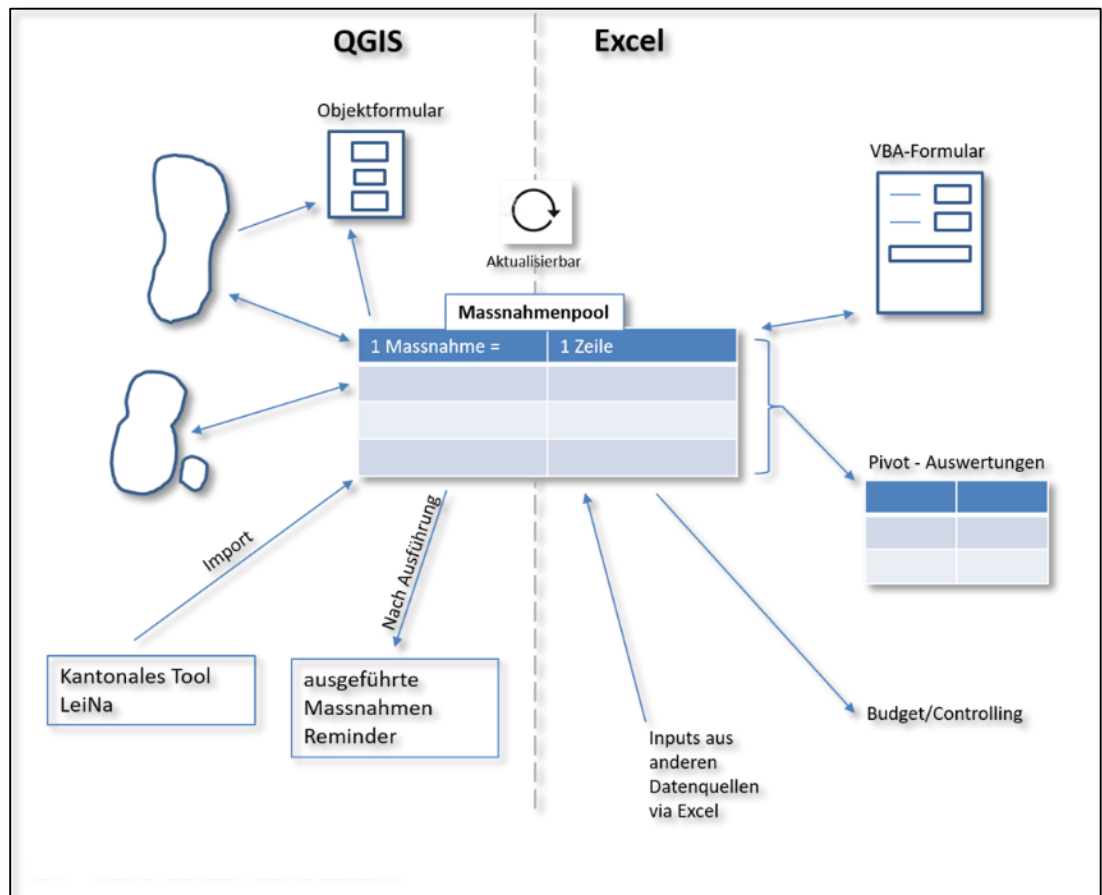


Abbildung 20: Struktur des Massnahmen-Tools

QGIS-Excel-basiert

In QGIS werden die Flächen erfasst bzw. angepasst und geometrische Kennwerte an das VBA-Tool übermittelt. Zudem können sämtliche Informationen pro Massnahme in QGIS abgerufen und dargestellt werden und durch ihre räumliche Lage mit anderen Informationen kombiniert werden (Waldzustand, Waldbauliche Ziele, Feinerschliessungskonzepte etc.).

In Excel werden die Planungsergebnisse erfasst und bei Bedarf laufend angepasst/verfeinert. Darin eingebunden sind auch Hilfsformulare für die Vorkalkulation der Kosten und Erlöse und es wird pro Massnahme ein Ordner angelegt, in welchem ergänzende Unterlagen oder Fotos abgelegt werden können. Zudem ist über eine ID die Verknüpfung zur kantonalen Plattform *LeiNa* und über die Auftragsnummer die Verknüpfung zu *WinForstPro* gewährleistet.

Für die Analyse der im Pool enthaltenen Massnahmen besteht eine Excel-Datei, welche mittels Pivot-Tabellen und –Grafiken mit minimalem Aufwand jederzeit individuelle Auswertungen ermöglicht. Dies ist u.a. für die Zusammenstellung des Jahresprogrammes hilfreich, um die sinnvolle Ressourcenverteilung zu optimieren.

Im Anhang A-3-2 befinden sich zur Illustration einige Print Screens aus dem Tool, die Benutzungsanleitungen sowie eine erweiterte Dokumentation.

Das Tool ist inzwischen im Forstbetrieb Madrisa im Einsatz und wurde auch in der Försterausbildung am ibW BZWM verwendet. Es steht allen Interessierten für Anwendung und Weiterentwicklung zur Verfügung.

4.3.7 Waldbauliches Controlling und Nachhaltigkeit

Konzeptionelle Ergebnisse

Das Controlling im Bereich Waldbewirtschaftung betrifft alle Planungsebenen. In einem wie in diesem Projekt vorgeschlagenen rollenden Planungssystem ist es grundsätzlich wichtig, dass in regelmässigen Zeitabständen (10-15 Jahre) eine Art Zwischenstopp gemacht wird, bei welchem die formulierten Ziele überprüft werden. Voraussetzung dafür sind eine saubere Zieldefinition mit entsprechenden Indikatoren inkl. Beschrieben der eingesetzten Methoden der Herleitung der Informationen. Dabei werden grundsätzlich Informationen benötigt, welche nicht deckungsgleich sein müssen mit denjenigen, welche man für die Herleitung von Handlungsbedarf und Massnahmen benötigt.

Zwischenstopp für Zielüberprüfung

Für den klassischen Aspekt der Nachhaltigkeitskontrolle über den Hiebsatz soll dieser nicht nur über die gesamte Betriebsfläche gelten, sondern in deutlich kleineren Untereinheiten festgelegt und überprüft werden. Eine Nachhaltigkeitskontrolle lediglich auf Ebene der Gesamtbetriebsfläche ohne weitere Unterteilung kann beispielsweise lokale Übernutzungen von besser erschlossenen Teilgebieten mit entsprechenden ökonomischen Konsequenzen nicht verhindern (vgl. Schmid et al. 2017b). Somit ist die richtige Wahl der räumlichen Bezugsfläche und Zeiträume für die Nachhaltigkeitskontrolle entscheidend

Klassischer Nachhaltigkeitsgedanke

Der Hiebsatz dient als ein Indikator für die Nachhaltigkeit bez. der Holznutzung im Zusammenhang mit ertragskundlichen Überlegungen. In grossen Teilen des Gebirgswaldes ist die Holzernte unter den heutigen ökonomischen Rahmenbedingungen nicht kostendeckend möglich. Die Ausnutzung des Holznutzungspotenzials resp. Holzzuwachses kann daher per se kaum mehr als praktikables und sinnvolles Ziel bezeichnet werden. Im Schutzwald ist die Nutzung der Ressource Holz als Koppelprodukt zu betrachten, Priorität hat der Waldzustand bzw. die heutige und zukünftige Schutzwirkung. Auf gutachtlichen Annahmen beruhende Modellrechnungen lassen vermuten (Schmid et al. 2017a), dass eine minimale Schutzwaldpflege auch langfristig mit Nutzungsmengen deutlich unter dem Zuwachs zielführend sein kann, dass jedoch im Vergleich zur heute verbreiteten Praxis die Nutzungsmenge auf deutlich mehr Fläche verteilt entnommen werden sollte. Dies kann mit konkreten Zielen bezüglich der Massnahmenfläche erreicht werden.

Hiebsatz

Selbstverständlich soll eine zeitgemässe Nachhaltigkeitsbeurteilung neben dem Hiebsatz diverse andere Indikatoren umfassen, um möglichst umfassend die unterschiedlichen Aspekte der Waldbewirtschaftung abdecken zu können. Entsprechend ist ein Set passender Indikatoren zu definieren. Dieses sollten neben Aspekten zum Waldzustand und der Waldbewirtschaftung auch ökonomische und soziale Aspekte umfassen (Kap. 4.6).

Nachhaltigkeitsbeurteilung

Zu überprüfende Zielgrössen gilt es auch für den Waldzustand zu formulieren, welche grundsätzlich durch die Zieltypen definiert sind, jedoch auf entsprechende realistische und messbare Etappenziele runtergebrochen werden muss. Dabei gilt es einerseits die Entwicklung über die gesamte Betriebsfläche zu verfolgen, andererseits aber auch für kleinere Flächeneinheiten wie die FEE die gesetzten Ziele zu überprüfen. Wünschenswert ist hier der Einsatz Fernerkundungsdaten, welche auch den Vorteil der objektiven und flächigen Erfassung bieten. Diese Daten können interpretiert und sobald Zeitreihe vorhanden im Sinne eines Monitorings kombiniert werden. Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit über die Zeit entstehen dabei durch unterschiedlich gut aufgelöste Datengrundlagen und sich ändernde Herleitungsmethoden. Als Nachteil gegenüber terrestrischen Daten ist zu nennen, dass aktuell ein beschränktes Set an Informationen zur Verfügung steht und Informationen zur Verjüngung oder Stabilität fehlen. Nach heutigem Stand sollte jedoch in absehbarer Zeit ein Controlling für die wichtigsten Waldzustandsinformationen, wie beispielsweise die Baumartenmischung, mithilfe von Fernerkundungsdaten möglich sein. Allerdings können wir heute noch keine Beurteilung darüber abgeben, wie gut ein solches Controlling mit Fernerkundungsdaten funktioniert.

Zielgrössen für Waldzustand

Im Bereich der Massnahmen soll überprüft werden können, ob die festgelegten Massnahmen quantitativ und qualitativ planmässig ausgeführt worden sind. Dazu soll einerseits die zu behandelnde Waldfläche als verbindliche Zielgrössen festgelegt werden, welche entsprechend für den Gesamtbetrieb wie auch für einzelne FEE überprüft werden können. Zudem können die in Abbildung 14 exemplarisch

Ausführungskontrolle

illustrierten Flächenzielen einfach quantitativ und räumlich explizit überprüft werden, wenn die Massnahmen entsprechend in einem Massnahmen-Tool dokumentiert werden. Die entsprechende Dokumentation ermöglicht auch eine entsprechende Vollzugskontrolle im Wald.

Wirkungsanalyse, Weiserflächen

Mithilfe einer minimalen Dokumentation der Massnahmen (Ausgangssituation, Ziele, Massnahmen) kann grundsätzlich für alle Massnahmen eine entsprechende Vollzugskontrolle und auch eine beschränkte Wirkungsanalyse vorgenommen werden. Für fundierte Wirkungsanalysen braucht es jedoch darüber hinaus entsprechende Weiserflächen für eine vertiefte waldbauliche Auseinandersetzung (Schwitter et al., laufendes Projekt). Diese sind einerseits ein wichtiges Element bei der kritischen Hinterfragung wie auch Weiterentwicklung der Waldbau-Kompetenzen der Bewirtschafter, wie sie schlussendlich auf allen Planungsstufen wichtig sind. Andererseits können Erkenntnisse aus den Weiserflächen (z.B. zielführendem Eingriffsturnus oder optimaler Eingriffsstärke) relevant sein für die Planung. Somit können offene Fragen aus der Planung auch relevant sein für die Wahl der Fragestellungen auf den Weiserflächen.

Umsetzung Fallstudie

Hiebsatz als Ober- grenze

In Klosters wurden für klassische Nachhaltigkeitskontrolle im Rahmen des Betriebsplanes entsprechende Hiebsatzwerte pro Betriebsklasse und für den Gesamtbetrieb festgelegt, wobei der Hiebsatz als Obergrenze verstanden wird. Als Grundlage für die Festlegung des Hiebsatzes dienen die Zuwachsinformationen aus der Zweitaufnahme des verdichteten LFI-Stichprobennetz des Kantons Graubündens.

Flächenziele pro Be- triebsklasse

Im Betriebsplan Klosters sind pro Betriebsklasse minimale Flächenziele (Massnahmenflächen der Produktionsstufe 1 und 2) festgelegt. Für den Schutzwald orientierten wir uns hier auf Betriebsebene an Modellrechnungen (Schmid et al. 2016) und als (mittelfristiges) Ziel auf Betriebsebene werden 3.25% der Schutzwaldfläche pro Jahr angestrebt (= Wiederkehrdauer 31 Jahre). Die Verteilung dieser Massnahmenfläche auf die Betriebsklassen wurde entsprechend der pro Betriebsklasse beschriebenen Ziele («Schwerpunktgebiete») definiert. Insgesamt ergibt dies 60 ha pro Jahr, was einer Steigerung um beinahe 50% gegenüber den vergangenen Jahren entspricht.

fehlende Indikatoren

Für den Waldzustand wurden – entgegen unseren konzeptionellen Empfehlungen - im Rahmen des Betriebsplans Klosters keine entsprechenden Zielwerte mit Indikatoren festgelegt, da dies von den lokalen Verantwortlichen nicht als notwendig erachtet wurde. Solche sollten für die verschiedenen Zieltypen in weiterführenden Arbeiten erarbeitet werden. Dabei sollten insbesondere Lösungen erarbeitet werden, wie beispielsweise die Anforderungen von NaiS in mithilfe von Fernerkundung erfassbare Messgrössen übersetzt werden können. Zudem sollten in diesem Bereich auch die Möglichkeiten der Informationen aus dem verdichteten LFI-Stichprobennetz beurteilt und entsprechend genutzt werden. Im Betriebsplan Klosters wurde der Waldzustand primär gutachtlich aufgrund der Bestandesdaten beurteilt und entsprechende Schlussfolgerungen (i.d.R. pro BKL) gezogen.

Nachhaltigkeits- beurteilung

Die Nachhaltigkeitsbeurteilung erfolgte neben der Festlegung von Hiebsatz und Flächenzielen nach dem im Kt. GR gängigen Vorgehen einer gutachtlichen Beurteilung verschiedener Themenbereiche durch den zuständigen Regionalforstingenieur, in Zusammenarbeit mit dem Revierförster.

Funktionen Pla- nungs-Tool

Mithilfe des Planungs-Tools (Kap. 4.3.6) wird für jede ausgeführte Massnahme ein Zeitpunkt festgelegt, wann die nächste waldbauliche Beurteilung dieser Fläche erfolgen soll. Zudem werden die wichtigsten Informationen zum Eingriff (Handlungsbedarf, Ziele, Massnahmen, Kosten, etc.) hier festgehalten. Die Informationen aus dem Planungs-Tool können so für die Vollzugskontrolle und auch für eine beschränkte Wirkungsanalyse genutzt werden. Zusätzlich werden Weiserflächen betrieben, auf welchen der Erfolg der Massnahmen überprüft und Ansätze zur Verbesserung der Schutzwaldpflege gefunden werden sollen.

4.4 Infrastruktur und Schutzbauten

Konzeptionelle Ergebnisse

In sehr vielen Forstbetrieben im Berggebiet sind Arbeiten im Zusammenhang mit Überwachung, Unterhalt, Instandstellung und Erstellung von Schutzbauten, Erschliessungen und anderer Infrastruktur (Begehungs-/Wanderwege, Erholungseinrichtungen, Wildschutzmassnahmen u.a.m.) ein zentraler Betriebsteil. Die weit verstreuten Objekte in geeigneten Turni rechtzeitig und effizient zu kontrollieren und allfällige Unterhaltsarbeiten einzuleiten, stellt für die Betriebsleiter eine beachtliche Herausforderung dar. Wir gehen davon aus, dass mit einem geeigneten Infrastruktur-Management der Unterhalt deutlich verbessert und dadurch die Kosten für Instandstellungen wesentlich reduziert werden könnten. Diesbezüglich werden auch Fehlanreize im Beitragswesen vermutet, da die Betriebe für Unterhalt weniger Unterstützung erhalten von der öffentlichen Hand als für Instandstellungen.

Grosse Bedeutung

In mehreren Kantonen existieren seit einigen Jahren kantonale Lösungen für Schutzbauten (z.B. KUF), diese können aber die betrieblichen Anforderungen nur teilweise erfüllen und decken nur einen Teil der Infrastruktur ab.

Eine Abschlussarbeit (Weber, A. und Willi G., 2011) entwarf Vorschläge zu einem Management-System für Waldstrassen, diese wurden bisher jedoch soweit bekannt nicht umgesetzt. Aus dem Ausland oder anderen Branchen sind diverse Lösungen vorhanden und operativ im Einsatz.

Ein erfolgreiches Infrastruktur-Management-System kann technisch sehr ausgefeilt (komplette Mobile-GIS-Anwendung) oder auch deutlich einfacher (GIS-Vektorlayer, Formulare und Tabellenkalkulationen) aufgebaut sein. Notwendig sind primär aktuelle Aussagen zu folgenden Punkten:

- ⇒ Welche Infrastruktur existiert und wer ist für dessen Erhalt zuständig? (Inventar, GIS-basiert).
- ⇒ Wie ist der Zustand dieser Objekte inkl. Historie der letzten Kontrollen? (Zustandsbeurteilungen, inkl. Foto)
- ⇒ In welchem Turnus sind die einzelnen Objektkategorien nach welchen Kriterien zu kontrollieren und welche Ereignisse (Gewitter, Gletschneesituationen etc.) lösen „Sonderinspektionen“ aus?
- ⇒ Erfahrungszahlen zur Abschätzung von Arbeitsaufwand, Kosten, Mittelbedarf und -verfügbarkeit.
- ⇒ Technisch einfache Möglichkeit, um auch „Zufallsbeobachtungen“ oder Meldungen zu registrieren.

Anforderungen

Ein entsprechendes Informationssystem sollte a) den momentanen Zustand und die in der Vergangenheit getroffenen Massnahmen umfassend dokumentieren und b) Schätzungen erlauben zum kurz- bis mittelfristigen Zeit- und Mittelbedarf für Unterhalt und Instandstellung. Zentral für die Jahresplanung wäre, dass mit minimalem Aufwand eine Liste der Objekte erstellt werden kann, deren Kontrolle bzw. Unterhalt gemäss Turnus oder aus aktuellem Anlass im laufenden Jahr anstehen. Dadurch sollten diese Arbeiten «automatisch» als Pendenzen erscheinen und in die Planung aufgenommen werden. Analog zum waldbaulichen Bereich sollten auch hier die Verknüpfungen zwischen operativer Mehrjahresplanung, Jahresplanung und Budget bis zur dispositiven Planung mit entsprechenden Tools gewährleistet sein (siehe Kap. 4.3.6 und 4.7). Wichtig ist dabei auch die optimale Koordination (oder Integration) mit allfällig vorhandenen kantonalen Systemen.

Technisch aufwändigere Lösungen können kaum von bzw. für einzelne Betriebe entwickelt werden, sondern wären als kantonale oder regionale Lösungen vorteilhaft. Stehen keine derartigen Systeme zur Verfügung, können die zentralen Funktionen auch technisch einfach gewährleistet werden.

Die Projektleitung des BAFU hat als Konsequenz aus diesen Projektergebnissen die Problemlage erkannt und bereits 2017 weiterführende Arbeiten (Frei M. und Bolgè R., 2018 – in Bearbeitung) bei entsprechenden Fachleuten in Auftrag gegeben.

weiterführende Arbeiten

Umsetzung Fallstudie

Ideenskizze

Für den Fallstudienbetrieb besteht in diesem Bereich grosser Handlungsbedarf (Kap. 2). Das Thema Infrastruktur- bzw. Erhaltungs-Management liegt jedoch nicht im Fachgebiet des Projektteams. Daher und angesichts der beschränkten Ressourcen wurde auf eine vertiefte Bearbeitung dieses Bereichs verzichtet. Entwickelt wurde eine Ideenskizze, wie die elementaren Bedürfnisse mit einem einfachen System abgedeckt werden könnten. Dieses besteht aus 7 QGIS-Layern und Verknüpfungen zu MS-Excel. Die Ideenskizze ist in Anhang A-3-3 zu finden.

4.5 Sachgüter und Dienstleistungen

Konzeptionelle Ergebnisse

In vielen Betrieben sind nicht direkt an die Waldbewirtschaftung gekoppelte Sachgüter und Dienstleistungen für die Gemeinde bzw. den Waldeigentümer (Werkdienst, Tourismus, Brennholz etc.) oder Arbeiten für Dritte (Private, andere Forstbetriebe oder Institutionen) ein wichtiges Standbein.

Wichtiges Standbein

Hierzu gilt es, passende Lösung zur Auftragserfassung, Planung und Umsetzung zu entwickeln und diese im Betriebsführungssystem und der Jahresplanung (Budgetierung und Ressourcenplanung) angepasst zu berücksichtigen. Konkretere allgemeingültige Vorschläge können hierzu nicht gemacht werden, bzw. wurden im Rahmen dieses Projektes nicht erarbeitet.

Wichtig ist in diesem Bereich, dass die Betriebe ihre tatsächlichen Selbstkosten für diese Leistungen kennen, um darauf aufbauend die notwendigen Preise ableiten zu können. Derartige Leistungen sollten mindestens selbsttragend sein (Vollkosten) oder die dabei erwirtschafteten Defizite müssen bewusst in Kauf genommen werden (z.B. zwecks Auslastung Personal bei Schlechtwetter) und strategisch abgestützt sein. Betriebswirtschaftliche „Blindflüge“ unter dem Argument „Auslastung Betriebspersonal“ oder „Füllarbeiten“ gilt es zu vermeiden.

Umsetzung Fallstudie

Für den Fallstudienbetrieb wurden in diesem Bereich keine Arbeiten ausgeführt, da kein Handlungsbedarf besteht. So bestehen hierfür beispielsweise auch im Betriebsführungssystem inkl. Jahresplanung und Budget die notwendigen Strukturen (siehe Kap. 4.7).

kein Handlungsbedarf

4.6 Betriebsführung, Informationssystem und Controlling

Konzeptionelle Ergebnisse

Insbesondere für den ökonomischen Erfolg des Betriebs sind geeignete und aufeinander abgestimmte Systeme zur Finanzbuchhaltung (FIBU), Betriebsbuchhaltung (Kostenrechnung) und Investitionsplanung wichtig. Zentrale Grundlage dazu ist eine angepasste Rapportierung. Da es sich im Schweizer Gebirgswald grossmehrheitlich um öffentliche Waldeigentümer handelt, wird die FIBU über die Systeme der Eigentümer (Gemeinden, Korporationen etc.) abgewickelt. Für die Kostenrechnung ist oft die Forst-BAR von *WaldSchweiz* im Einsatz. Der verwendete Kontenplan und die Möglichkeiten der Software ermöglichen auch sehr komplexe betriebliche Situationen abzubilden. Wie in den übrigen Planungsbereichen ist es auch hier zentral, dass die Systeme konsequent auf die individuellen Bedürfnisse ausgerichtet sind – die Betriebsleitung muss eine klare Vorstellung davon entwickeln, was benötigt wird und darauf aufbauend massgeschneiderte Lösungen entwickeln.

Ohne gute Kenntnisse der Kosten- und Erlösstrukturen sowie saubere Investitionsplanungen besteht die Gefahr von betriebswirtschaftlichen Fehlentscheidungen.

Aufeinander abgestimmte Systeme

Geeignete, an die jeweiligen Bedürfnisse angepasste Systeme in Kombination mit GIS steigern die Qualität und insbesondere auch die Flexibilität der Planung markant, insbesondere, weil sie wirklich rollende Planung ermöglichen, welche die einzelnen Planungsebenen und –Bereiche miteinander verknüpfen. Dies ist keineswegs mit einer Erhöhung des Planungsaufwandes verbunden, bedingt jedoch entsprechende (neue) Fähigkeiten.

flexible rollende Planung

In diesen Planungsbereich gehören auch Elemente wie die Holzvermarktung, Vertriebsplanung, und Produktionsplanung der Sachgüter und Dienstleistungen. Auf diese kann im Rahmen des Projekts nicht eingegangen werden, da sie den Rahmen des Projekts sprengen würden und vom Fallstudienbetrieb in diesem Bereich keine Defizite identifiziert wurden. Im Kapitel der Jahresplanung und Budget wird darauf hingewiesen und aufgezeigt, welche Daten für die Jahresplanung wichtig sind.

Controlling

Die genannten Informationssysteme bieten in ihrer Gesamtheit gute Voraussetzungen für effektives betriebswirtschaftliches Controlling, für welches es ein Set an aussagekräftigen Indikatoren/Kennzahlen zu entwickeln gilt. Im Projekt *Controlling im Forstbetrieb* der HAFL (Bürgi et al., laufendes Projekt) wird ein Instrument entwickelt, dass die Jahresplanung und Budget sowie ein ganzheitliches Kennzahlenset (waldbauliche, soziale und ökonomische Kennzahlen) umfasst. Die in diesem Projekt enthaltenen Vorgehensweisen zu Jahresplanung und Budget decken sich sehr stark mit denjenigen in diesem Bericht, da der Autor des Kapitels zu *Jahresplanung und Budget* in beiden Projekten beteiligt ist.

**ökonomische
und soziale
Nachhaltigkeit**

Bezüglich der Nachhaltigkeit ist wichtig, dass nicht nur der Waldzustand beurteilt wird (Kap. 4.3.7), sondern dass auch die ökonomische und soziale Komponente mit berücksichtigt werden. Entsprechende Indikatoren sollten Teil des betrieblichen Controllings sein, wurden jedoch im Rahmen dieses Projektes nicht entwickelt.

Umsetzung Fallstudie

**WinForstPro und
ForstBAR**

Der Fallstudienbetrieb verwendet als zentrales Instrument *WinForstPro*. Darin erfolgt die Rapportierung, die Holzvermarktung (Erfassung, Verkauf und Fakturierung) sowie die Belegerfassung. Alle Erfassungen werden nach kostenrechnerischen Gesichtspunkten kontiert.

Für sämtliche waldbaulichen Massnahmen und sonstige Aufträge wird eine systematisch aufgebaute Auftragsnummer vergeben, welche eine eindeutige Zuordnung sämtlicher Aufwände (Arbeitszeit, Maschinenstunden, Kosten, Holzerlöse, Beiträge und sonstige Erlöse) erlauben.

Die Daten werden anschliessend in die *Forst-BAR* übertragen, wo die Kostenrechnung sowie Nachkalkulationen pro Auftrag und pro Kostenträger erfolgen. In der ForstBAR erfolgt eine letzte Abstimmung mit der FIBU und die tatsächlichen erzielten Kostensätze werden ermittelt. Aus der ForstBAR wird auch die Forststatistik generiert. Der Betrieb nimmt am Testbetriebsnetz teil.

Die Finanzbuchhaltung erfolgt über das Gemeindeverwaltungs-System und daraus wird das jährliche Finanzbudget erstellt.

LeiNa

Zudem werden im kantonalen System LeiNa (Leistungsnachweis Wald, Internettool inkl. WebGIS) die waldbaulichen Massnahmen erfasst für das Controlling der Nachhaltigkeit und die Abwicklung der Beiträge.

Diese Lösung besteht schon seit längerem und deckt die Anforderungen des Betriebes in vielen Bereichen gut ab. Im Rahmen dieses Projekts wurden folgende Bereiche neu entwickelt:

Mit QGIS wird das bisherige Informationssystem um ein GIS erweitert. Dieses dient primär der Waldbaulichen Planung, bietet zusätzlich aber die Möglichkeit, für jeden Auftrag einen geografischen Bezug herzustellen: Daten aus dem Betriebsführungssystem in QGIS darstellen und Beziehungen über die räumliche Lage herstellen.

**Massnahmen-Tool
mit neuen Möglich-
keiten**

Für die waldbaulichen Massnahmen entstehen zudem mit dem Massnahmenplanungs-Tool (Kap. 4.3.6) eine viel bessere Datengrundlage, welche für den Teil Betriebsführung folgende Möglichkeiten schaffen:

Für jede Massnahme sind nun Schätzungen zur geplanten Holzmenge, Holzernteverfahren, Holzerlös, Zeitbedarf und Beitragsbedarf vorhanden. In Kombination mit den Kostensätzen aus der ForstBAR stehen damit detaillierte Vorkalkulationen zur Verfügung.

Diese Daten können wie folgt weiterverwendet werden:

- Für das *Jahresprogramm* können die voraussichtlich im kommenden Jahr auszuführenden Eingriffe mittels vorbereiteten Pivot-Tabellen und -Grafiken „per Knopfdruck“ ausgewertet werden und liefern einen Überblick über die Auslastung von Personal und Maschinen, Holznutzungsmenge, Jungwaldpflegefläche, Holzerlös, Beitragsbedarf und finanzielles Ergebnis (PrintScreens im Anhang A-3-1). Im Rahmen der Jahresplanung können die auszuführenden Massnahmen dann mit minimalem Aufwand so kombiniert werden, dass sämtliche Zielgrößen den Erwartungen entsprechen (Betriebsergebnis im Zielbereich, Personal und Maschinen ausgelastet, Hiebsatz eingehalten, Flächenziele erreicht, Beitragsbedarf im Bereich des zu erwartenden Kontingents u.a.m.).

- Das so erstellte Jahresprogramm kann anschliessend in LeiNa übertragen werden für das Bauprogramm (Beitragszuweisung). Momentan muss dies händisch erfolgen, da LeiNa aus Gründen der Qualitätssicherung/Datenintegrität bisher keinen Datenimport vorsieht. Dies ist mit Mehraufwand (Doppelspurigkeiten) verbunden. Es laufen jedoch Abklärungen, ob diesbezüglich eine Lösung möglich ist.
- Aus dem Jahresprogramm bzw. den für das kommende Jahr geplanten Massnahmen im Pool hinterlegten Daten sowie Daten aus der BAR (Kostensätze, Erfahrungszahlen bezüglich der Verteilung pro Massnahmentyp auf Tätigkeiten und Kostenträger) wird anschliessend mit wenig Aufwand sowohl ein Finanz- wie auch ein Leistungsbudget erstellt (Kap. 4.7)
- Die Erfahrung zeigt, dass es in aller Regel unter dem Jahr zu grösseren oder kleineren Abweichungen vom Jahresprogramm kommt. Dank dem Massnahmenpool muss in solchen Fällen nicht improvisiert werden, sondern es steht jeweils eine beträchtliche Anzahl bereits geplanter Massnahmen bereit. Dies erhöht die betriebliche Flexibilität (dringende Sortimentwünsche oder sonstige Veränderungen am Holzmarkt, zusätzliche aber nur sehr kurzfristig freiwerdende Beitragskontingente, Witterung etc.) und reduziert die Risiken von waldbaulichen oder Feinerschliessungs-technischen Fehlentscheiden aufgrund von Zeitdruck beträchtlich.
- Die einheitliche Datengrundlage zu Vor- und Nachkalkulationen pro Auftrag bietet gute Voraussetzungen, die Ergebnisse zu vergleichen und sukzessive die Qualität der Vorkalkulationen zu verbessern, was sich positiv auf die Planungsqualität auswirkt.

Ähnlich wie mit dem Massnahmenpool für die Waldpflege sollen zukünftig auch aus dem Erhaltungsmanagement mit minimalem Aufwand deutlich bessere Grundlagen zu den erwarteten Aufwänden und Kosten für Kontrolle und Unterhalt von Erschliessungsanlagen, Schutzbauten und Wildschuttmassnahmen abgeleitet und in die Jahres- und Mehrjahresplanung einfließen (Kap. 0.)

Im Bereich Betriebswirtschaftliches Controlling möchte der Betrieb mittelfristig ein aussagekräftiges Indikatoren-Set mit entsprechenden Zielwerten aufbauend. Im Rahmen des Projektes erfolgte dies nicht, weil es nicht als prioritär beurteilt wird und zusammen mit der Betriebsstrategie des Forstbetriebes Madrisa erarbeitet werden soll.

4.7 Jahresplanung und dispositive Umsetzung

Umsetzung Fallstudie

In diesem Kapitel sind die Jahresplanung und Budget sowie Planungsarbeiten unter dem Jahr zusammengefasst. Die dynamische Planung auf der operativen Ebene (Mehrjahresplanung mit Massnahmen-Pool) verlangt eine entsprechende Schnittstelle zur Jahresplanung, welche für den waldbaulichen Bereich mit dem Planungs-Tool geschaffen wurde (Kap. 4.3.6). Die Jahresplanung wird dadurch flexibler, da bei Abweichungen vom Jahresprogramm (Holzmarkt, Witterung, Unternehmerv Verfügbarkeit, kurzfristige Veränderungen in den verfügbaren Beitragssummen u.a.m.) ein Pool von mehr oder weniger detailliert geplanten Massnahmen zur Auswahl steht. Aus dem Massnahmenpool können für die Jahresplanung einfach und mit wenig Aufwand sowohl Leistungs- wie auch Finanzbudget erstellt werden (Kap. 4.7).

Schnittstelle zur Jahresplanung

Von den in Kapitel 3 beschriebenen Tools scheint einerseits das Tool *kNN* [11] im Bereich der Vorkalkulation von Massnahmen interessant zu sein. Momentan wurde in Klosters jedoch aufgrund von fehlenden Daten (Tool basiert auf Erfahrungswerten) auf einen Einsatz verzichtet, jedoch dürfte dieser in ein paar Jahren mit entsprechenden Datengrundlagen interessant werden. Ebenso bietet das Tool *SorSim* [18] Funktionen für die Abschätzung von Holzsortimenten, dieses wurde in Klosters jedoch bis jetzt aufgrund mangelndem Handlungsbedarf in diesem Bereich nicht getestet.

Tools

Handlungsbedarf sieht der Fallstudienbetrieb bei Arbeitsauftrag (Kap. 2). Dieser Bereich konnte jedoch aus zeitlichen Gründen im Projekt nicht bearbeitet werden.

Für die Detailprojektierung der Seillinien wurde das Tool [2] (QGIS-Plugin von Leo Bont, WSL) getestet, dieses erwies sich als vielversprechend, jedoch (Stand 2016) noch nicht als praxisreif.

4.7.1 Jahresplanung und Budget

Konzeptionelle Ergebnisse

Ein Forstbetrieb erbringt nicht nur Leistungen in der Waldbewirtschaftung, sondern erstellt auch Produkte im Bereich der Sachgüter und Dienstleistungen (vgl. Kap. 4.6). In vielen Forstbetrieben ist der Stundeneinsatz im Bereich der Sachgüter und Dienstleistungen grösser als in der Waldbewirtschaftung. Deshalb muss ein Forstbetrieb alle Aktivitäten und Vorhaben berücksichtigen, welche im kommenden Jahr ausgeführt werden müssen, damit die Jahresplanung mit der vorhandenen Kapazität abgestimmt werden kann. Nur durch diese Abstimmung kann gewährleistet werden, dass die Jahresplanung auch umgesetzt werden kann.

Funktionen

Die Jahresplanung und Budget ist ein wichtiges Betriebsführungsinstrument und übernimmt folgende zentrale *Funktionen*:

- Der erfahrene Betriebsleiter organisiert darum herum seine gesamte Planung und Arbeit.
- Es ermöglicht den produktiven Einsatz der Schlüsselressourcen, insbesondere der Menschen und erlaubt es so, Ressourcen überhaupt produktiv zu machen. Es ermöglicht die vorauslaufende Koordination aller Tätigkeiten eines Bereiches und des Betriebes als Ganzes.
- Die Jahresplanung stellt die Integration des Personals samt Betriebsleiter in die Gesamtorganisation sicher.
- Jahresplanung und Budget ist das einzige Werkzeug, um zu wissen, wie und wann man seine Pläne revidieren muss, wo korrigierbare Abweichungen vorliegen und in welcher Weise sich die Umstände und Annahmen geändert haben, auf denen die Jahresplanung und Budget aufgebaut wurde.
- Jahresplanung und Budget ist eine der wichtigen Grundlagen für wirksame und gute Kommunikation.

Anforderungen

Das im Rahmen dieses Projektes entworfene Konzept für Jahresplanung und Budget (siehe Abbildung 22) soll folgende *Anforderungen* erfüllen:

- Die strategische Planung ist mit der Mehrjahresplanung und die Mehrjahresplanung ist mit der Jahresplanung abgestimmt und vernetzt.
- Durch die konsequente Verknüpfung von Menge, Leistung und Kosten können notwendige Korrekturen leicht durchgeführt werden. Es entsteht ein Unternehmermodell, in welchem das Durchrechnen von verschiedenen Szenarien schnell und einfach möglich ist.
- Durch die Verknüpfung der Kostenträgerplanung mit der Kosten- und Erlösartenplanung wird die Grundlage für das Leistungsbudget und das Finanzbudget in einem Planungsdurchgang erstellt. Dadurch soll auch Zeit gespart werden.
- Jeder Betriebsleiter soll selbst entscheiden können, wie detailliert er planen möchte.
- Die Budgetierung der Kennzahlen ermöglicht die Analyse der Ursachen und Wirkung.

Mengen-, Optimierungs- und Budgetentscheid

Im Planungs- und Budgetprozess müssen drei wichtige Entscheidungen gefällt werden. Eine **Mengenentscheidung** (was muss ich, was will ich und was kann ich ausführen?), eine **Optimierungsentscheidung** (was mache ich selber, was verberge ich?) und ein **Budgetentscheid** (stimmt das Resultat, kann der angestrebte Erfolg erreicht werden?). Die folgende Abbildung zeigt diesen Zusammenhang auf.

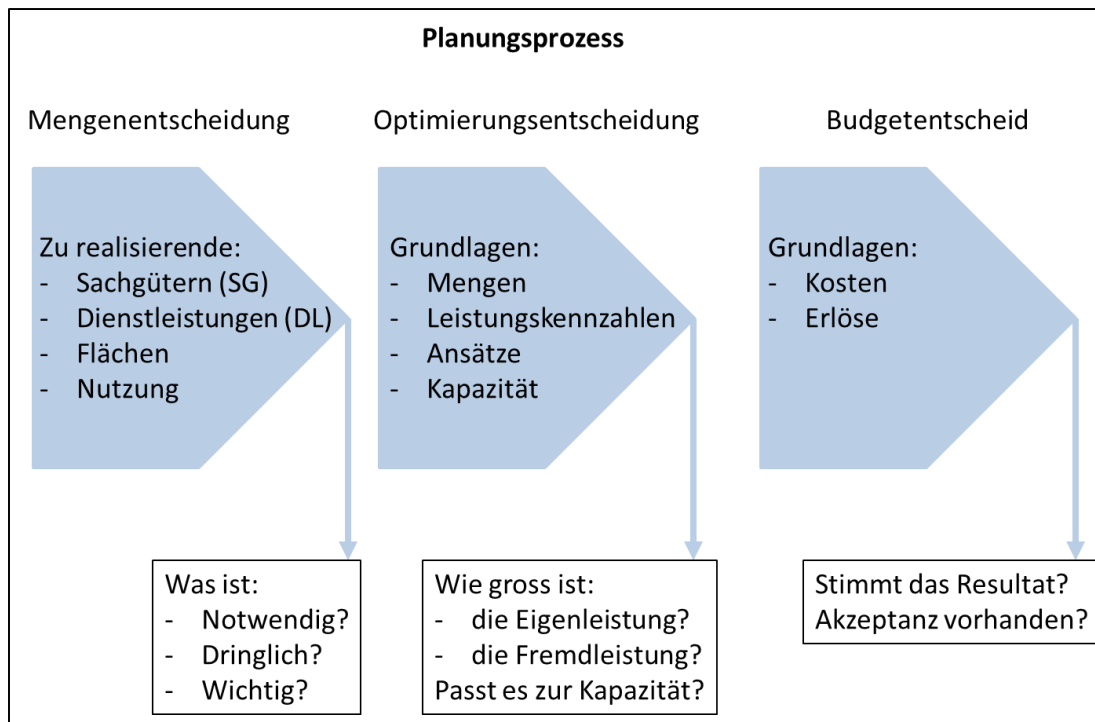


Abbildung 21: Entscheide im Planungsprozess

Umsetzung Fallstudie

Anleitung

Das schrittweise Vorgehen für die Jahresplanung und Budget mit einer entsprechenden illustrierten Anleitung befindet sich in Anhang A-1-3.

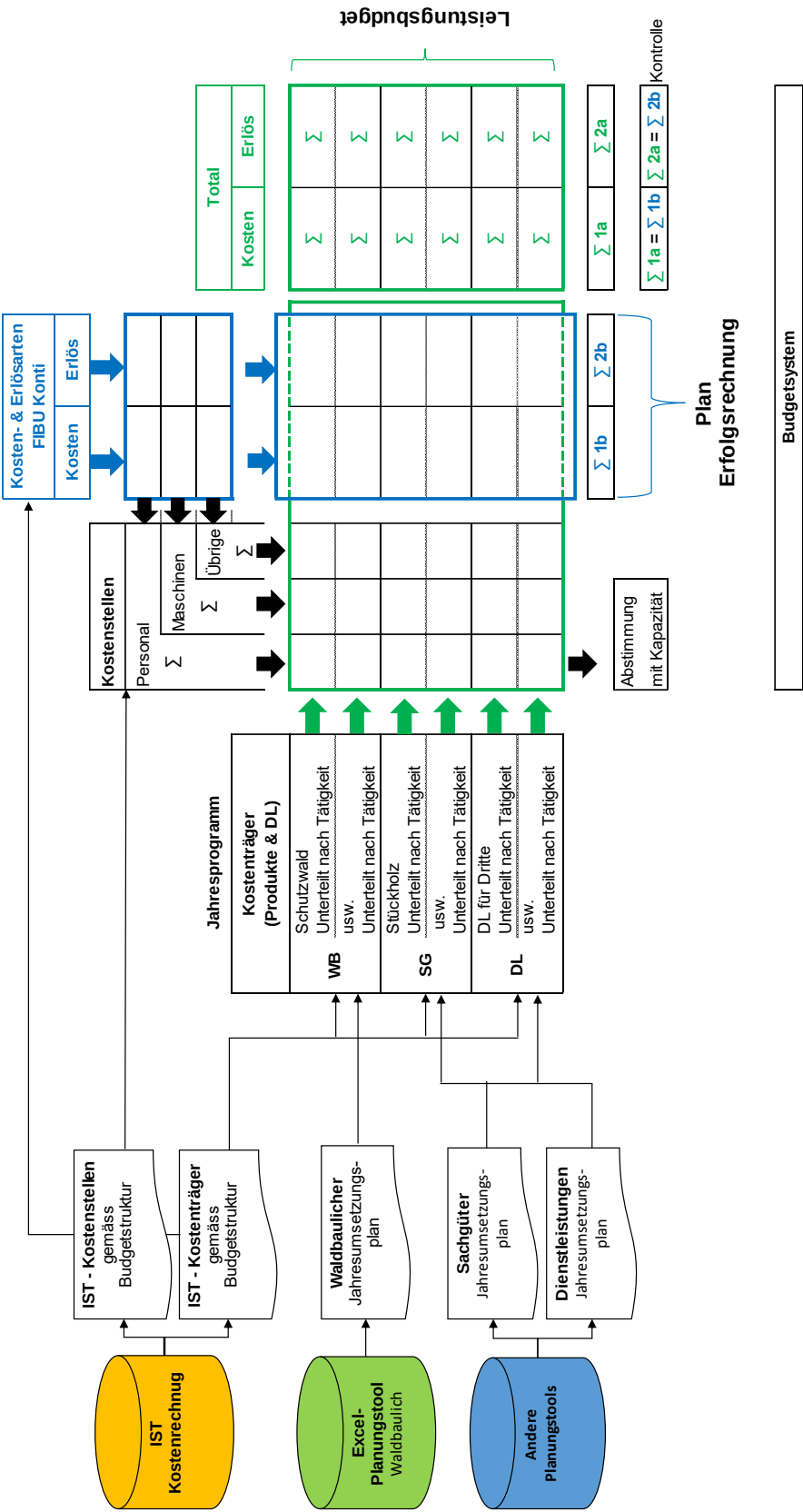


Abbildung 22: Zusammenfassung des Konzeptes von Jahresplanung und Budget

5 Schlussfolgerungen

5.1 Allgemeines Fazit

Das Setting für dieses Projekt, gleichzeitig auf konzeptioneller Ebene und parallel dazu sehr konkret an der Umsetzung von Lösungen im Fallstudienbetrieb zu arbeiten, erwies sich als anspruchsvoll aber lohnend.

Aufgrund des sehr breiten thematischen Spektrums innerhalb der betrieblichen Planung und den knappen Projekt-Ressourcen konnte nur eine Auswahl von Themen detailliert bearbeitet werden, während andere Überlegungen nur teilweise abgeschlossen oder umgesetzt werden konnten. Einige unserer Vorschläge widersprechen der «bewährten Praxis» grundlegend. Da diese Vorschläge teilweise ausschliesslich auf konzeptionellen Überlegungen beruhen und entsprechende praktische Erfahrungen bisher fehlen, sind weiterführende Arbeiten notwendig.

Zu vielen Bereichen gibt es heute und wohl auch in Zukunft keine Patentlösungen, die Betriebe müssen, unterstützt durch die Kantone und Planungsfachleute, auf die eigenen Bedürfnisse angepasste Lösungen selbst entwickeln. Allerdings wäre eine koordinierte Vorgehensweise bei Entwicklungen von Lösungen in gewissen Bereichen sehr wünschenswert.

Neben den konzeptionellen Ergebnissen stellt die von Chr. Rosset entwickelte Toolbox als eigenständiges Produkt dieses Projektes ein wertvoller Fundus dar, auch wenn viele Tools noch weiterentwickelt werden müssen.

Die vorgeschlagenen Lösungsansätze sind in vielen Bereichen sehr anspruchsvoll und stellen hohe Anforderungen an die Betriebsleiter. Unter anderem führt unserer Meinung nach für moderne Betriebsleiter kein Weg an gewissen GIS-Kenntnissen vorbei.

5.2 Beurteilung der Lösung für den Fallstudienbetrieb Klosters

Bei der Umsetzung für Klosters konnten praktikable Lösungen erarbeitet werden, welche aber teilweise auch erst nach einer gewissen Einsatzzeit wirklich evaluierbar sein werden.

In vielem waren sich die Verfasser und die lokalen Verantwortlichen einig. Wo dies nicht der Fall war, war die Abmachung innerhalb des Projektes hilfreich, dass die Wünsche des Betriebs oberste Priorität hatten. Für innovativere Lösungen im Betriebsplan nicht förderlich waren das Vorhandensein der traditionellen Bestandesdaten und die Zielsetzung, dass das Projekt neben konzeptionellen Ergebnissen für den Fallstudienbetrieb auch einen genehmigten BP liefern musste. Dies führte zur - für den Lesenden wohl teilweise reichlich verwirrenden - Situation, dass Betriebsplan und konzeptionelle Ergebnisse sich in verschiedenen Bereichen nicht entsprechen.

Aus konzeptioneller Sicht ungenügend gelöst ist im Betriebsplan insbesondere der Bereich des Controllings inkl. Waldzustandsanalyse. In anderen Bereichen konnten aber durchaus neue Ansätze umgesetzt werden.

Dass der Betriebsplan keine Aussagen zur betrieblichen Strategie enthält, mag überraschen. Die Gliederung der strategischen Planung in drei getrennte Dokumente erscheint aber für den Fallstudienbetrieb als sinnvoll und ist ein gutes Beispiel dafür, dass massgeschneiderte Lösungen umgesetzt werden müssen.

Im Bereich der operativen Planung der Waldbewirtschaftung konnten mit dem Massnahmenpool und der Schnittstelle zur Budgetierung weitgehend neuartige und konkrete Lösungen entwickelt werden. Erst ansatzweise gelöst ist das Infrastruktur-Management.

Wie gut sich die entwickelten Lösungen v.a. im Bereich der operativen Planung bewähren werden, wird sich erst in ein bis zwei Jahren zeigen, wenn entsprechende Erfahrungen gesammelt wurden.

5.3 Schlussfolgerungen zur Planungskonzeption

Wertvolle Ergebnisse konnten auf der strategischen Ebene und insbesondere in der operativen Planung der Waldbewirtschaftung erarbeitet werden. In den anderen Bereichen, Infrastruktur-Management, Sachgüter/Dienstleistungen und der dispositiven Planung wurde wenig entwickelt. Abgesehen vom Infrastruktur-Management scheint dort jedoch auch eher wenig Handlungsbedarf zu bestehen.

Auf strategischer Ebene wurde klar, dass die möglichst klare Entflechtung der Akteure Waldeigentümer, Betrieb und Kanton wichtig ist. Die Betriebsplan-Erstellung wird als wichtiger Prozess betrachtet, in welchem diese Akteure sich ihrer Ziele klarwerden und diese gegenseitig vereinbaren. Grundlage für Kurskorrekturen ist eine Analyse des Waldzustandes und dessen Beurteilung hinsichtlich dieser Ziele. Voraussetzung hierfür wie auch für das Controlling ist indes, dass entsprechende Indikatoren definiert werden können, was bisher nur ungenügend gelöst ist. Die Fernerkundung bietet dafür grosses Potenzial, welches es zukünftig zu nutzen gilt. Wenn die operative Planung wie vorgeschlagen deutlich dynamischer bzw. rollend wird, wird die Betriebsplan-Erarbeitung im Sinne eines «Zwischenhalts» zukünftig noch bedeutender.

Auch wenn der Betriebsplan nicht nur strategische, sondern auch operative Planungselemente enthält, sehen wir auf dieser Ebene eine Massnahmenplanung mit Bezugsfläche Bestand oder Massnahmenfläche als nicht zielführend. Vielmehr scheint neben klaren Zielsetzungen die Festlegung von grösseren zu behandelnden Betriebsteilen wie Feinerschliessungseinheiten (Grössenordnung 50-200ha) sinnvoll zu sein.

Der Hiebsatz als quantitative (Maximal-)Zielgrösse behält eine Berechtigung. Mindestens ebenso wichtig im Gebirgs- und insbesondere im Schutzwald sind zukünftig aber Flächenziele im Sinne von jährlich zu pflegender (Schutz-)Waldfläche. Dies auch aus der Überlegung heraus, dass gegenwärtig die Abschöpfung des Holzzuwachses auf grossen Flächen gegenwärtig kaum mehr angestrebt werden kann.

Für die operative Planung der Waldbewirtschaftung scheinen folgende Ergebnisse zentral:

- Wichtig sind räumlich explizite waldbauliche Zielsetzungen, welche auf den Waldleistungen und den standörtlichen Bedingungen basieren (Zieltypen).
- Insbesondere im Seilkrangelände sind Feinerschliessungsplanungen wichtig. Der Bestand als kleinste Planungseinheit wird durch die Massnahmenfläche ersetzt, welche waldbauliche und holzerntetechnische Überlegungen vereint und für die Ausführung relevant ist.
- Die Förster sollen zukünftig mindestens ebenso viel Zeit im Wald für die waldbauliche Planung verbringen wie bisher. Dies soll aber nicht grossflächig im gleichen Detaillierungsgrad im Vorfeld der Betriebsplanrevision erfolgen, sondern laufend gezielt auf jenen Teilflächen, in welchen innert weniger Jahre auch Massnahmen ausgeführt werden. Die Auswahl dieser Schwerpunktgebiete erfolgt aufgrund von Fernerkundungsdaten und anderen Planungsgrundlagen sowie den Lokalkenntnissen im Rahmen der Betriebsplanung. Die Fernerkundung, insbesondere auch mit LiDAR, hat im Gebirgswald viel Potenzial, welches es besser zu nutzen gilt.
- Die geplanten Massnahmen werden in einem Massnahmenpool gesammelt, welcher laufend gefüllt und geleert wird und dessen Massnahmen sukzessive detaillierter geplant werden. Dadurch kann die betriebliche Flexibilität entscheidend erhöht und die waldbauliche Qualität kann verbessert werden.
- Durch das Hinterlegen der geplanten Massnahmen im Massnahmenpool mit relevanten Informationen zu Waldbau, Holzernte, Aufwand und Kosten/Erlösen wird auch die Grundlage geschaffen für effiziente Jahresplanung, Budgetierung sowie Controlling.

5.4 Ausblick

Für die kommenden Jahre sehen wir insbesondere in den Bereichen Umsetzung und Weiterentwicklung erheblichen Handlungsbedarf.

Umsetzung in der Praxis:

- Offensichtlich gibt es viele interessierte und motivierte Betriebsleiter v.a. von grösseren Gebirgswaldbetrieben, welche neue Lösungen umsetzen wollen. Diesen müssen Möglichkeiten für Weiterbildung, Beratung und Erfahrungsaustausch geboten werden.
- Die Kantone sollten klare Vorstellungen entwickeln für die Betriebliche Planung und Hand bieten für innovative individuelle Lösungen. Beispielsweise durch die Weiterentwicklung der Vorgaben zur Betriebsplanung, die Aufbereitung von Fernerkundungsdaten oder durch offene Schnittstellen zu den kantonalen IT-Instrumenten resp. die Entwicklung von kantonalen Lösungen, welche die vielfältigen betrieblichen Bedürfnisse abzudecken vermögen.
- Die entwickelte Toolbox, welche innert Kürze via www.planfor.ch zugänglich sein wird, sollte aktuell gehalten, ausgebaut und mit konkreten Anwendungsbeispielen hinterlegt werden.

Die Weiterentwicklung der betrieblichen Planung wird dann erfolgreich verlaufen, wenn Waldplaner, Waldbauer, Betriebswirtschaftler, GIS-Fachleute und Fernerkundungsexperten gemeinsam neue Lösungen entwickeln, basierend auf den Bedürfnissen der Praxis und im engen Austausch mit den Betriebsleitern und kantonalen Verantwortlichen.

Entwicklungsbedarf besteht in erster Priorität in folgenden Bereichen:

- Waldbauliches Controlling mit aussagekräftigen Indikatoren, entsprechenden Zielwerten und Erfassungsmethoden. Hierzu zählen nebst der Fernerkundung auch die offenen Fragen im Bereich Eingriffsturnus/Flächenziele, Hiebsatz oder auch der Verjüngung.
- Ableitung von Hinweisen zum Waldzustand und waldbaulichen Handlungsbedarf aus Fernerkundungsdaten. Innert weniger Jahre werden für die Schweiz flächendeckend LiDAR-Daten von Swisstopo zur Verfügung stehen. Basierend auf diesen Daten sollten nun konkrete Lösungen erarbeitet werden, wobei nicht die traditionellen Bestandeskarten nachgeahmt, sondern die Stärken von LiDAR (Vegetationshöhen, Lücken, Deckungsgrad) mit den Farbinformationen von Orthophotos oder Satellitendaten (Baumarten) zu neuen Lösungen kombiniert werden sollen.
- Priorisierung der Schutzwälder, welche zwar nicht Teil der betrieblichen Planung, jedoch eng damit verbunden ist.
- Infrastruktur-Management-Systeme, welche die betrieblichen Bedürfnisse abdecken.

Das BAFU kann diese Entwicklungen entscheidend unterstützen und hat erfreulicherweise aufgrund der Projektergebnisse bereits in mehreren Bereichen Folgeprojekte initiiert.

Das ibW BZWM wird im Rahmen seiner Möglichkeiten auch weiterhin einen Beitrag zu leisten versuchen - zusätzlich zur Ausbildung von Betriebsleitern, welche den hohen Anforderungen in der Betrieblichen Planung bestmöglich entsprechen.

Maienfeld, April 2018, Samuel Zürcher, Lukas Glanzmann, Robert Schickmüller

LITERATUR / QUELLEN

Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons GR, 2014. Anleitung zur Waldbestandeskartierung mit der Checkliste BK2010.2. AWN, Chur.

Bernasconi, A. und Gubsch, M., 2017. Grundsätze zur Weiterentwicklung der Waldplanung. PAN Bern AG, Bern.

Breschan, J., 2015. Ausscheidung kritischer Lücken in Bezug auf Waldlawinen: Technischer Bericht. Professur für Forstliches Ingenieurwesen, D-USYS, ETH Zürich.

Breschan, J., 2016. Flächendeckende Grundlagen zur Beurteilung der Waldwirkung gegenüber Steinschlag: Technischer Bericht. Professur für Forstliches Ingenieurwesen, D-USYS, ETH Zürich.

Breschan, J., 2017. Automatisierte Seillinienlayout-Planung. Fallstudie für den Perimeter Gotschna in der Gemeinde Klosters-Serneus: Technischer Bericht. Professur für Forstliches Ingenieurwesen, D-USYS, ETH Zürich.

Bürgi, P., et al. a, laufendes Projekt. Controlling im Forstbetrieb. Berner Fachhochschule HAFL, Zollikofen.

Bürgi, P., et al. b, laufendes Projekt. Pilotprojekt Optimierung Forstbetriebe: Grundlagen und Beispiele zur Betriebsanalyse und Strategieentwicklung für Schweizer Forstbetriebe. Berner Fachhochschule HAFL, Zollikofen.

Dorren, L., et al., 2016. Kurzbericht des Projekts „Anwendung von FINT im Forstbetrieb Klosters“. Berner Fachhochschule HAFL, Zollikofen.

Ehrbar, R., et al., 2015. Die Förderung des Auerhuhns im Waldreservat Amden. Bericht der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 92. Band, St. Gallen.

Eyer, W., und Mazotti, B., 2014. Methode zur standardisierten Beurteilung der Schutzwälder im Kanton Freiburg. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 165 (2014) 9: 268-274.

Frehner, M., et al., 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Frei M. und Bolgè R., 2018: Infrastrukturmanagement im Waldbereich – Grundlagenanalyse und erste Lösungsansätze. Projektbericht (noch in Bearbeitung).

Glanzmann, L., 2012. Planung im Schutzwald: Vergleich ausgewählter Informationsgrundlagen am Beispiel des Kantons Appenzell Ausserrhoden. Masterarbeit, ETH Zürich.

Hill, A., 2015. Holzvorratskarte Davos Kloster: Technischer Bericht. Professur für Forstliches Ingenieurwesen, D-USYS, ETH Zürich.

Lanker, S., 2011. Planungskonzept für den Schutzwald am Beispiel des Forstreviers Ruinaulta. Bachelorarbeit, HAFL Zollikofen.

Riechsteiner, D. und Lemm, R., 2009. Grundlagen zur Konzeption einer zeitgemässen forstlichen Betriebsplanung. In: Thees, O.; Lemm, R. (Hrsg.) Management zukunftsfähige Waldnutzung. Grundlagen, Methoden und Instrumente. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zürich, VDF. 321-359.

Rosset, Chr., 2016. TBk – Bestandeskarte für den Gebirgswald? Berner Fachhochschule HAFL, Zollikofen.

Roth, F., 2015. Abschätzung von Modellparametern zur Berechnung der Steinschlagschutzwirkung eines Waldes mithilfe von LiDAR-Daten. Bachelorarbeit, ETH Zürich.

Rüsch, Chr., 2011. Strategiefindung mit der Balanced Scorecard für den Forstbetrieb Klosters. Diplomarbeit Zertifikatslehrgang Forstmanagement SHL, BZWL, BZWM.

Schmid, U., Zürcher, S., Gordon, R., 2017. Einfluss der Erschliessung auf die nachhaltige Schutzwaldpflege. Bündner Wald 6/2017.

Schwitter, R., 2006. Prioritäten im Schutzwald. Jahresthema '05. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.

Schwitter, R., et al., laufendes Projekt. Projekt waldbauliche Wirkungsanalyse auf Weiserflächen. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.

Waser, L.T., Ginzler, C., und Rehush, N., 2017. Wall-to-wall tree type mapping from countrywide airborne remote sensing surveys. Remote Sensing, 9 (8), 766.

Weber, A. und Willi, G., 2011. Erhaltungsmanagement von Waldstrassen im Kanton Graubünden. Abschlussarbeit Zertifikatslehrgang Forstmanagement SHL, BZWL, BZWM.

Wilhelm, C., et al., 2011. Neuer Schutzwald Graubünden 2012. Bündner Wald, 1/2011.

Zürcher, S., 2011 a. Synthesebericht Wintertagung Schweiz. Gebirgswaldpflegegruppe GWG in Zusammenarbeit mit AG WaPlaMa. Zugriff über: http://www.gwg-gsm.ch/tl_files/gwg/publi/GWG_Wintertagung_2011_mitAnhang.pdf

Zürcher, S., 2011 b. Entscheidungsfindung und betriebliche Planung im Forstbetrieb, Projektbericht. Gadola AG im Auftrag des BAFU und der AG WaPlaMa.

Zürcher, S., 2013. Waldinformationen aufgrund von LIDAR-Daten und konventionellen Luftbildauswertungen: Vergleich und Bewertung anhand eines Testgebiets in Klosters-Serneus. Gadola AG im Auftrag des Amts für Wald und Naturgefahren GR, Rabius.

Mündliche Quellen

Breschan, J., und Glanzmann, L., 2016. Feldbegehung und Besprechung Tool „Ausscheidung kritischer Waldlawinen“ in Klosters vom 28. Oktober.

Dorren, L., 2016. Schriftliche Mitteilung vom 5. Januar.

Ginzler, C., 2016. Mündliche Besprechung vom 13. Dezember. Kalberer, M., 2015. Mündliche Besprechung vom 8. Dezember.

Rosset, C., Huber, J., Rüsch, C., Glanzmann, L., 2015. Feldbegehung und Besprechung Tool „TBk“ in Klosters vom 24. November.

Rüsch, C., Krättli, S., Zürcher, S., Glanzmann, L., 2016. Besprechung vom 22. Januar.

ANHANG

A-1. Ergänzungen zu einzelnen Berichtskapiteln

- A-1-1. Beschrieb der Elemente der Betrieblichen Planung (Kap. 2)
- A-1-2. Herleitung Handlungsbedarf mit Fernerkundung (Kap. 4.3)
- A-1-3. Anleitung zu Jahresplan und Budget (Kap. 4.7)

A-2. Toolbox

- A-2-1. Kurzbericht Erarbeitung Toolbox
- A-2-2. Toolbox: Beschrieb der einzelnen Instrumente
- A-2-3. TB Ausscheidung Lawinenlücken [1]
- A-2-4. TB FINT [6]
- A-2-5. TB Waldwirkung Steinschlag [16]
- A-2-6. TB TBk [19]
- A-2-7. TB Holzvorratskarte [21]

A-3. Ergänzungen zur Umsetzung im Fallstudienbetrieb Klosters

- A-3-1. Betriebsplan Klosters
- A-3-2. Massnahmen-Tool: Benutzungshinweise und Print Screens
- A-3-3. Mindmap für ein minimales betriebliches Infrastruktur-Management-System

A-1. Ergänzungen zu Berichtskapiteln

A-1-1. Beschrieb der Elemente der Betrieblichen Planung aus Kapitel 2

Beschreibung der Elemente Betrieblichen Planung/Management und Identifikation Handlungsbedarf/Lücken

Projekt: Betriebliche Planung im Gebirgswald, ibW BZWM

Anhand des Fallstudienbetriebes Klosters

Die Nummern in der ersten Zeile sowie Verweise in [] entsprechen der Nummerierung in der beiliegenden schematischen Übersicht

Nr: 1
Bezeichnung: Vorgaben Öffentlichkeit
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Welche Rahmenbedingungen gelten von Seiten der Gesellschaft? Was ist zwingend und was ist erwünscht?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Vollständige und klare Zusammenstellung der zu beachtenden Rahmenbedingungen
Erwartete Form und Aktualisierung:
- Schriftlich festgehalten im Betriebsplan [3] als verbindliches Dokument. Darin wird auf die jeweiligen Regelungen und Datensätze verwiesen. - selten ändernd. Überprüfung alle 12J. Bei Bedarf auch laufend (dann aber nicht im BP)
Inputs/Vernetzungen:
Gesetze, WEP, Naturschutzinventare u.ä. (auch als Geodaten); Richtlinien, Konzepte des Kantons, ... ← wichtige Grundlagen für die Strategie [4] und die Waldbaulichen Ziele [7]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Papierdokumente, Webgis, BP
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Soll überprüft und optimiert werden, aber keine offenen Fragen.
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
Verstärkt ins GIS [5] einbauen anstatt WebGIS

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
gering

Nr: 2
Bezeichnung: Eigentümerziele
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
Was wollen die einzelnen Waldeigentümer von ihrem Wald? Was erwarten Sie von uns Bewirtschafter? Welche Rahmenbedingungen setzen sie (zusätzlich zu [1])?
Erwartete Ergebnisse:
Klare Rahmenbedingungen, welche langfristig möglichst stabil bleiben/ nicht von einzelnen Amtsträgern abhängen. Dabei geht es auch sehr stark um waldbauliche Ziele (Waldbilder), aber auch Finanzziele o.ä. sind denkbar.
Erwartete Form und Aktualisierung:
- Schriftlich im Betriebsplan [3] als verbindliches Dokument - möglichst langfristig, Überprüfung bei BP-Revision = alle 12 Jahre
Inputs/Vernetzungen:
- Leitbild der Eigentümergemeinden, ... ← wichtige Grundlagen für die Strategie [4] und die Waldbaulichen Ziele [7] sowie die Budgetierung [12]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
In BP, jedoch oft nicht ausreichend konkret Zudem seit 2011 Teil der Betriebsstrategie mittels Balanced Scorecard (BSC)
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
- Keine klare Trennung zwischen Eigentümer-Zielen, Zielen Öffentlichkeit allgemein und Betriebsstrategie - Neue Lösung soll darauf ausgelegt sein, dass der Betrieb Waldungen von verschiedenen Waldeigentümern mit unterschiedlichen Zielen bewirtschaftet (mittels Leistungsvereinbarungen)
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
Klare Trennung, ev. aber weiterhin mit BSC

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
gering

Nr: 3
Bezeichnung: Betriebsplan
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Welche konkreten waldbaulichen Vorgaben hat der Betrieb einzuhalten/zu verfolgen?</i> <i>Strategisches Controlling bez. der Waldbewirtschaftung: Beurteilung Waldzustand und Bewirtschaftung vergangene Periode bez. Nachhaltigkeit und Zielerreichung. Daraus Schlüsse ziehen und Ziele bez. der Waldbewirtschaftung/Waldzustand festlegen.</i> <i>Die Grundsätze der geplanten Bewirtschaftung sind durch Waldeigentümer und Kanton akzeptiert/ genehmigt und damit für ≈ 12 Jahre verbindlich.</i>
Erwartete Ergebnisse:
- Anforderungen des Kantons an Inhalt und Form des Betriebsplan erfüllt (für Kt. GR vgl. "Verordnung über die forstliche Planung (VfP)", v.a. Art. 14 / LINK) - Eigentümer-Ziele/-Anforderungen [2] und Ziele/Anforderungen Öffentlichkeit [1] in diesem amtlichen Dokument verbindlich festgelegt und klar voneinander getrennt. - Im BP sind auch zentrale Grundsätze/Ziele des Betriebes aus [4] und [6] verbindlich festgehalten und somit von Kanton und Eigentümer(n) genehmigt und somit längerfristig vereinbart. Dies gibt dem Betrieb die benötigte Legitimation für sein Handeln. - Die sonstigen für den BP gem. Art. 14 VfP notwendigen Inhalte sollen soweit wie möglich „Kondensate“ aus bestehenden Informationen des Betriebs sein und somit eng gekoppelt. Diese bestehenden Informationen werden laufend angepasst (Rollende Planung) und alle 12 Jahre bez. aktuellem Stand sowie Entwicklung zusammengefasst und interpretiert. - Waldbauliche Planung im Sinne einer bestandesweisen Massnahmenplanung über 12 Jahre aus betrieblicher Sicht zukünftig nicht mehr sinnvoll (nun aber noch vorhanden), im BP sollten nur noch die waldbaulichen Ziele, Waldzustand sowie Controlling festgelegt sein. Die Massnahmenplanung erfolgt laufend/rollend mit der Bezugsfläche Massnahmenfläche [11].
Erwartete Form und Aktualisierung:
Von Kanton und Waldeigentümer(n) genehmigtes, verbindliches Dokument Kt. GR alle 12 Jahre. Dies erscheint auch aus Sicht Betrieb sinnvoll.
Inputs/Vernetzungen:
- U.a. [1], [2], [4], [5], [8], [13], [18] ← U.a. [4], [6], [7], [8], [12], [13], [18]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Veralteter/abgelaufener BP mit klassischem Aufbau, wird heute kaum verwendet
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
- Vermischung Kanton, Eigentümer, Betrieb (Problem ist nicht, dass in einem Dokument gemischt, sondern dass innerhalb Dokument nicht klar getrennt) - Aufwand sehr hoch (v.a. Bestandesbeschreibung und Massnahmenplanung) und Arbeitsaufwand zeitlich sehr konzentriert - Wenig verknüpft zur Umsetzung (v.a. weil Planungseinheit Bestand und nicht Massnahmenfläche) - Massnahmenplanung über 12 Jahre zu langfristig
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
- Angepasstes Dokument, wobei sich dieser BP vermutlich noch nicht derart stark von „üblichen Betriebsplänen“ unterscheidet, da (noch) eine Bestandesbeschreibung und bestandesweise Massnahmenplanung gemäss Standard Graubünden vorhanden ist. - Noch offen ist die Frage, ob pro Eigentümer ein BP erstellt werden soll oder ein gemeinsamer BP für den Gesamtbetrieb.

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
hoch
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
hoch

Nr: 4
Bezeichnung: Betriebliche Strategie / Zielsetzung
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
Welche Ziele setzt sich der Betrieb? Wie werden die Eigentümerziele [2] unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen [1] umgesetzt?
Erwartete Ergebnisse:
Strategie für den Forstbetrieb mit klaren Zielen und Verknüpfungen zu Controlling Strategische Entscheide: z.B. Personalbestand, Maschinenpark, Make or Buy?, Finanzziele, ...
Erwartete Form und Aktualisierung:
Schriftlich festgehalten und aufgearbeitet. Überprüfung alle 12J, bei Bedarf laufende Anpassungen
Inputs/Vernetzungen:
- U.a. [1], [2], [12], [13], Betriebsanalyse ← u.a. [13], [12], [6], [7] ,
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
BSC und BP
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Keine klare Abgrenzung zwischen Betrieb und Waldeigentümern
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
BSC beibehalten, aber Eigentümer/Betrieb stärker trennen

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
mittel

Nr: 5
Bezeichnung: (geografisches) Informationssystem
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Wo ist Was?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Zentrales Portal für räumliche Daten als zentrales Element der Planung und Steuerung
Erwartete Form und Aktualisierung:
System von Geodaten und Excel-Daten, Verknüpft über räumliche Bezüge sowie Auftragsnummern
Inputs/Vernetzungen:
Diverse, sehr stark vernetzt mit fast jedem Element
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
digiterra (z.T. QGIS) Excel LeiNa
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
• unvollständig und Potenzial nicht ausgeschöpft • Verknüpfung mit WinForstPro [12] nur beschränkt • LeiNa als kantonales Instrument muss zwingend geführt werden → (beschränkte) Doppelspurigkeiten
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• System von QGIS und Excel (ev. dynamische Verknüpfungen) • LeiNa: Dateneingabe in LeiNa, danach Export in QGIS und dort Ergänzung/Verknüpfung mit betrieblichen Daten (Auftragsnummer, Verfahren, ...) • SmartForest/WIS2? • Bestrebungen der Firma silvadis.ch (D. Cavegn/D. Klaiss)
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
hoch
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
hoch

Nr: 6
Bezeichnung: Waldbaukonzept
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Was sind die grundlegenden Prinzipien/Vorgehen bei waldbaulichen Entscheidungen?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Grundlagen vorhanden für die wichtigen Kombinationen von Waldbaulichen Zielen/Waldzustand, für Massnahmen in Produktionsstufen 1-3 (Holzanfall, Jungwald, Unterstützung)
Erwartete Form und Aktualisierung:
Papierform, ev. mit Typen, welche im GIS [5] räumlich zugeordnet sind.
Inputs/Vernetzungen:
[1], [2], [3], [8], [10]
← [7], [9], [11], [14]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Nicht schriftlich vorhanden
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Dass noch nicht vorhanden. Wird als sinnvoll, jedoch nicht zwingend nötig beurteilt
Beurteilung Handlungsbedarf: mittel
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
u.U. im Sinne von NaiS mittels Behandlungstypen, ausgehend von ca. 10 Weiserflächen. Dieses Konzept wird heute - so viel wir wissen - nirgends angewendet. Umsetzbarkeit sollte/könnte geprüft werden.

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
mittel
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
mittel

Nr: 7
Bezeichnung: Waldbauliche Ziele pro Teilfläche
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Welche Ziele verfolge ich auf jeder einzelnen Teilfläche? Wie sollen die (waldbaulichen) Ziele aus [1],[2],[3],[4],[6] auf der Einzelfläche konkret umgesetzt werden?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Via GIS [5] soll für jede Fläche „per Klick“ klar sein, welche waldbaulichen Ziele bzw. welchen Waldzustand hier anzustreben ist.
Erwartete Form und Aktualisierung:
Offen, jedoch mit räumlich explizitem Bezug Sollte nur selten ändern, Änderungen jedoch jederzeit möglich
Inputs/Vernetzungen:
Siehe Nr. 6
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Räumlich explizit nicht vorhanden, ausser Schutzwaldkarte und vereinzelt andere Waldfunktionen
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
• Explizit nicht vorhanden. Dadurch besteht die Gefahr, dass die Massnahmen sowie deren Priorisierung sich nicht konsequent an konkreten Zielen orientieren. Z.B. wird bei der waldbaulichen Planung/Festlegung der Dringlichkeiten NaiS heute oft kaum berücksichtigt, sondern kommt erst bei der Anzeichnung explizit zur Anwendung. • Mit dem klaren räumlichen Bezug können verschiedene Waldfunktionen, Waldstandort, Gelände, Erschliessung, Waldbaukonzept auf der Einzelfläche zu konkreten und angepassten Ziele „synthetisiert“ werden • Waldstandorte nicht flächig zuverlässig verfügbar (jedoch Hinweiskarte)
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• Zieltyp als zentrales Konzept im Schutzwald • Detaillierungsgrad ist offen/ungelöst. • Ebenso die Frage, wieweit die Ziele als Synthese der div. Aspekte vorgängig, flächig festgelegt werden sollen und was im Gelände (ausgehend von den klar ausgewiesenen Aspekten) einzelfallweise festgelegt werden soll. • Auch hier ist der Ansatz „Behandlungstypen nach NaiS ausgehend von Weiserflächen“ zu prüfen (siehe [6]) • Darauf aufbauend oder darin integriert sollten auch Aussagen zur „Priorisierung“ (=Wichtigkeit) von einzelnen Waldflächen gemacht werden. In Verbindung mit dem Handlungsbedarf [9] (=Dringlichkeit) können die Prioritäten korrekt festgelegt werden (vgl. GWP-Jahresthema 2005, Link).
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
mittel
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
hoch

Nr: 8
Bezeichnung: Erfassung Waldzustand
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Wie ist der Waldzustand auf der einzelnen Fläche?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Sinnvolle Darstellungen in GIS [5] Grundlage für IST-SOLL Vergleich (Herleitung Handlungsbedarf) Erfassung mit geringem Aufwand nur beschränkt möglich. Hauptziel sind grobe Angaben für Entscheidung Handlungsbedarf in [9]
Erwartete Form und Aktualisierung:
GIS Synthese Waldzustand im BP [3] Falls möglich laufende Aktualisierung nach jeder Massnahme, um jederzeit möglichst aktuelle Angaben zu haben
Inputs/Vernetzungen:
⇒ Fernerkundung (Lidar, Luftbild, ...), ausgeführte Massnahmen, Gelände, ... ← Grundlage für [9] sowie [3]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
veraltete Bestandskarte, Geländekenntnisse
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
• Aufwand für Erfassung sehr gross bei klassischem Vorgehen Kt. GR • Ohne Aktualisierung veralten die Grundlagen schnell (jedoch v.a. dort, wo Eingriff stattgefunden hat vor kurzem) • welche Bezugseinheit ist sinnvoll?! ○ Bestand v.a. im Seilkrangelände nicht Behandlungseinheit (oft werden nur Bestandesteile gepflegt) ○ Bestandesgrenzen oft komplett künstliche Grenzen, welche kontinuierliche Übergänge schlecht abbilden können • Aus Bestandskarte ist es bisher nicht möglich, "per Klick" Aussagen zu Kennzahlen pro Massnahmenfläche (z.B. den Vorrat, Mischung, Sortimentsverteilung, ...) zu erhalten.
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• QGIS-Tool zur Generierung von Kennzahlen für Massnahmenflächen, ausgehend von Zustandsinformationen • Abbildung Waldzustand mittels kontinuierliche Information/Pixel statt diskrete Einheiten/Bestände? • Erfassung Waldzustand aus Fernerkundungsdaten, ohne Geländebegehung? • Ist eine händische oder halbautomatische Aktualisierung der Waldzustands-Daten nach Massnahmenausführung möglich und sinnvoll? Wie? • Falls mit geringem Aufwand möglich wären Auswertungen Waldzustand alle 4 - 8 Jahre (also nicht nur bei BP-Revision) ideal, gefolgt mit Grobanalyse Handlungsbedarf [9]
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
hoch
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
hoch

Nr: 9
Bezeichnung: Herleitung Handlungsbedarf
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Wo stimmen IST und SOLL nicht überein?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Zweistufiges Vorgehen: a) Grossflächig: Ausscheidung von Flächen, welche mit erhöhter Wahrscheinlichkeit Handlungsbedarf aufweisen b) Kleinflächig: Die unter a) herausgefilterten Flächen können/müssen dann im Gelände beurteilt werden.
Erwartete Form und Aktualisierung:
• a) GIS • Aktualisierung jeweils dann, wenn Waldzustands-Datengrundlage [8] und/oder Ziele [7] massgeblich geändert haben. Turnus zwischen 1-12 Jahre, je nach Aktualisierung von [8]
Inputs/Vernetzungen:
⇒ SOLL [7] und IST [8] ← Zentral für [11] (in Verbindung mit [10]) ← Einen flächendeckenden Überblick ist zwingend für Priorisierungen und Abschätzung Ressourcenbedarf
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Momentan im Gange mittels Begehung/Bestandesbeurteilung. Bisher jedoch lediglich aufgrund von Gebietskenntnissen, ohne einen Gesamtüberblick zu haben.
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
• Aufwand für flächige Beurteilung sehr hoch und zeitlich konzentriert • Grosse Teile der Waldfläche werden in der Planungsperiode BP gar nicht behandelt. • Oft nicht im gesamten Bestand denselben Handlungsbedarf, Bestand ist jedoch bisher Beurteilungseinheit. → Was ist die sinnvolle Beurteilungseinheit? • Keine Methoden verfügbar für zweistufiges Vorgehen gemäss Vorschlag oben. • Im Gebirgswald ist Zustand/Vorhandensein Verjüngung absolut zentral! Ohne Geländebegehung kaum beurteilbar (?)
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• Zweistufiges Vorgehen wie oben beschrieben. Dabei sollen auch Aspekte wie „Zeit seit dem letzten Eingriff“ miteinbezogen werden. • „Tool“ entwickeln, um Herleitung Handlungsbedarf mit NaiS auch jenseits der Bezugsebene Bestand(esteil) umzusetzen. Bisher nur Formular 2 vorhanden. • Bachelorarbeit HAFL S. Lanker
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
Hoch, obwohl momentan Bestandesbeschreibung vorhanden. Ziel ist jedoch ein System, mit dem in 12 J keine Begehung mehr nötig sein wird.
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
Sehr hoch

Nr: 10
Bezeichnung: Holzerntekonzept
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Für jede Teilfläche: Wie wird das anfallende Holz geerntet/gerückt? Welches (Grob-)Verfahren wird angewendet?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Flächendeckende Ausscheidung von Feinerschliessungs-Einheiten (um Holzernte dort zu koordinieren, wo dies nötig ist) Flächendeckende Kartierung/Festlegung der Feinerschliessung (um Planungseinheit = Massnahmenfläche zu erhalten)
Erwartete Form und Aktualisierung:
GIS-Datensatz, laufende Anpassung bei Bedarf
Inputs/Vernetzungen:
⇒ Groberschliessung/Strassennetz, Gelände ⇒ In die Festlegung der Feinerschliessung fliesst auch (beschränkt) der Waldzustand [8]/Flächen mit vermutlichem Handlungsbedarf [9] ein. ← Zentrale Grundlage für [11]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Händische Ausscheidung, noch nicht flächendeckend vorhanden
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Aufwand ist relativ hoch Findet man „händisch“ wirklich das Optimum?
Beurteilung Handlungsbedarf: mittel
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• Testen der vorhandenen (halb)automatischen Ansätze (L. Bont/ETH) • Ideale Nutzung der vorhandenen Hilfsmittel für die händische Umsetzung (z.B. Längenprofile export)

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
Mittel, da Klosters eine Lösung hat (=händisch). Produkt ist jedoch sehr wichtig!
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
Mittel bis hoch

Nr: 11
Bezeichnung: Massnahmenplanung
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Welche Massnahmen sind prioritär?</i>
Erwartete Ergebnisse:
„Pool“ von geplanten Massnahmen, die allesamt +/- Priorität sind: • Detaillierungsgrad der Planung kann sehr unterschiedlich sein (von „erst ungefähre Massnahmenfläche/Grobverfahren bekannt“ bis „Seillinie abgesteckt und angezeichnet“) • Ziel: 2 Jahresnutzungen angezeichnet im Pool plus weitere, weniger detailliert geplante Massnahmen • Pro Massnahme sollte bekannt sein: Verfahren, ca. Holzanfall, ca. Kosten, ca. Bedarf Beiträge, ca. Arbeitsaufwand Stunden Personal, Ausführung FU oder Selber. • Um zu verhindern, dass (heikle, teure) Massnahmen im Pool „liegen bleiben“, kann jeder Massnahme eine „Deadline“ gesetzt werden. • Bei der Dokumentation der ausgeführten Massnahme wird eine Jahreszahl für den nächsten Eingriff festgelegt. → Diese Massnahmen kommen dann „automatisch“ wieder in den Massnahmenpool (Erinnerungsfunktion). • Es werden sowohl Massnahmen mit Holzanfall als auch Pflegemassnahmen erfasst
Erwartete Form und Aktualisierung:
GIS und Excel, laufende Einspeisung neuer Massnahmen und Entnahme ausgeführter Massnahmen
Inputs/Vernetzungen:
⇒ Holzerntekonzept [10] ⇒ Flächen mit Handlungsbedarf [9] ← Holzernteplanung [14] und Jahresprogramm [15]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Pool ist zu klein → zu wenig Flexibilität Unsicherheit, ob Prioritäten korrekt festgelegt wurden
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
Einfache Lösung mit GIS und Excel
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
hoch
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
hoch

Nr: 12
Bezeichnung: Betriebsführungs-System
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Was kostet mich wie viel?</i> <i>In welchen Bereichen sind meine Erträge/Aufwände wie hoch?</i> <i>Was ist mein Budget für das kommende Jahr?</i>
Erwartete Ergebnisse:
• Stundenerfassung, Fakturierung, Holzvermarktung, Vor-/Nachkalkulation, Kostenrechnung (Kostensätze, Kosten/Erlösstrukturen), Finanzbuchhaltung, Budgetierung. • Auf das absolute Minimum reduzierte Dateneingabe, keine Mehrfacherfassungen • Zentrales Element: Codierte Auftragsnummer • Benötigte Daten für Forststatistik und TBN werden ohne Zusatzaufwand bereitgestellt • Jederzeit unter dem Jahr Zwischenauswertungen pro Auftrag oder pro Bereich möglich
Erwartete Form und Aktualisierung:
• Laufende Aktualisierung, • Datenablage jährlich, • Erfassung laufend, • Auswertungen laufend, jährlich, mehrjährlich
Inputs/Vernetzungen:
Via Auftragsnummer eng verknüpft mit diversen Bereichen: [11], [14], [5], [13], [18], [19], [15 -17]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb im Fallstudienbetrieb:
Umsetzung mit folgenden Instrumenten: - WinforstPro: ○ Stundenerfassung ○ Fakturierung ○ Holzvermarktung ○ Vorkalkulation - Forst-BAR: ○ Import Daten aus WinForstPro ○ Kostenrechnung → Kostensätze, u.a. als Eingangsgrößen in WinForstPro ○ Daraus Erstellung der Forststatistik und Angaben TBN - FIBU - Budgetierung: Finanzbudget und Leistungsbudget - Bisheriges
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Durchgängige Verwendung von Auftragsnummern ist nun vollständig vorhanden, aber Verknüpfung mit QGIS noch nicht vollständig
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
Momentan zufrieden mit Situation, kein Handlungsbedarf ausser oben erwähnte Optimierungen. Zu prüfen: U.U. zukünftig sinnvoll, Budget z.Hd. Waldeigentümern nicht aufwandbasiert (m3, Aren), sondern als Flächenleistungen (Kosten/Ertrag pro ha Massnahme in Wald Typ x).
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
Mittel (Kontaktperson R. Schickmüller)

Nr: 13
Bezeichnung: Controlling / Nachhaltigkeit
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Sind wir auf Zielkurs? Müssen wir etwas ändern?</i> <i>Ist Nachhaltigkeit gegeben?</i>
Erwartete Ergebnisse:
• Wenige, aber aussagekräftige Kennzahlen/Indikatoren mit entsprechenden Zielwerten. • Herleitung dieser Kennzahlen gleichbleibend, sodass Tendenzen/Mehrjahresvergleiche erfolgen können. • Wichtige Bereiche: Kosten/Erlösstrukturen, Nutzungsmenge/Hiebsatz, Flächennachhaltigkeit
Erwartete Form und Aktualisierung:
Jährlich, teilweise auch laufend
Inputs/Vernetzungen:
Betriebsführungsmodul [12] und Zielsetzungen [3], [4]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Hiebsatz, Erfassung in LeiNa Zudem Waldinventur Graubünden, aber kaum zuverlässige Aussagen auf Stufe Betrieb möglich Zahlen aus BAR sind vorhanden und werden auch beigezogen Waldbaulich im Schutzwald Weiserflächen
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
• Hiebsatz: ○ Ist das ausreichend für die Beurteilung der waldbaulichen Nachhaltigkeit? ○ Für welche Bezugsflächen sollte dieser festgelegt werden (Problematik verstärkte Nutzungen in gut erschlossenen Bereichen)? ○ Wie wichtig ist die entnommene Holzmenge für die Beurteilung der Nachhaltigkeit im Gebirgswald? • Nachhaltiger Waldaufbau: Wie kann dieser Charakterisiert werden? (z.B. Entwicklungsstufen-Verteilung wenig aussagekräftig, wenn Ziel Gebirgsplenterung) Benötigt werden aussagekräftige Indikatoren, für die Zielvorstellungen existieren und die mit verhältnismässigem Aufwand objektiv erhoben werden können. • LeiNa bisher v.a. Dokumentation, weniger Controlling (?) • Zielwerte fehlen teilweise (z.B. was ist der ideale Vorrat?) • Bezugsgrösse z.T. unklar (z.B. Hiebsatz für Gesamtbetrieb oder für Betriebsklasse oder...?) • Bisher Fokus zu stark auf ökologischer Dimension der Nachhaltigkeit.
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• Lösungsvorschlag Hiebsatz • Lösungsvorschlag Ziel-Indikatoren

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
mittel
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
hoch

Nr: 14
Bezeichnung: Holzernteplanung
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Wie läuft der einzelne Holzschlag ab?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Festlegung Detailverfahren Absteckung Seillinie (u.U.) Anzeichnung Vorkalkulation Schlagplanung Submission/Vergabe (u.U.) Sortimentsplanung
Erwartete Form und Aktualisierung:
-
Inputs/Vernetzungen:
⇒ Massnahmen werden aus Massnahmenpool ausgewählt [14] ⇒ Vor Beginn Detailplanung wird eine Auftragsnummer zugeordnet für Verknüpfung mit [12] ← Enge Koordination mit Jahresprogramm/Bauprogramm (LeiNa) [15] ← Resultat ist Arbeitsauftrag [17]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
-
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
-
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
-

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
gering

Nr: 15
Bezeichnung: Jahresplanung
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Welche Massnahmen werde ich im kommenden Jahr voraussichtlich ausführen?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Finanz-Budget (jeweils Mittel des Vorjahres) Bauprogramm via LeiNa (Beantragung Beiträge, jeweils März des laufenden Jahres) Leistungsbudget, ausgehend von einer passenden Kombination von Massnahmen aus dem Massnahmenpool [11]
Erwartete Form und Aktualisierung:
Budget und Bauprogramm zur fristgerechten Einreichung Anpassung ist möglich, nötig und dank Massnahmenpool auch nicht problematisch
Inputs/Vernetzungen:
⇒ Massnahmenpool [11], Massnahmenplanung Infrastruktur [18], Aufträge Dritte [19] soweit vorhanden ← Grundlage für Dispositive Planung [16]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Bauprogramm ist zentral, wird jährlich gemacht Budget nur grobes Finanzbudget mit Mittelwerten für einige wenige Positionen (aus Budget und Rechnung der Vorjahre)
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
-
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
Leistungsbudget wäre u.U. sinnvoll, um Massnahmenplanung besser auszugleichen (Ressourcen, Arbeitsaufwand, ...)
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
gering

Nr: 16
Bezeichnung: Dispositive Planung
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Was macht das Personal und die Maschinen in den nächsten Wochen?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Planung der einzelnen Aufträge über mehrere Wochen Koordination Personal und Maschinen sowie Ferien u.ä.
Erwartete Form und Aktualisierung:
Schriftlich, Tabellenform Laufende Aktualisierung zwingend
Inputs/Vernetzungen:
-
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Quartalsplanung und 6-Wochen-Plan, der laufend aktualisiert wird, basierend auf Jahresplan
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
-
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
-

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
gering

Nr: 17
Bezeichnung: Arbeitsauftrag
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Konkrete Arbeitsanweisung!</i>
<i>Saubere Dokumentation der getätigten Massnahmen!</i>
Erwartete Ergebnisse:
Arbeitsauftrag: • Konkrete Angaben z.Hd. Personal • Jeder Auftrag mit Auftragsnummer • Berücksichtigung Sicherheitsaspekte (Notfallplanung) • Sortimentsliste Dokumentation: • Stundenerfassung, Fakturierung und Nachkalkulation in [12] • Infrastruktur: Dokumentation Massnahme und Zustand in [18] inkl. Festlegung nächste Massnahme bzw. nächster Kontrollgang (Erinnerungsfunktion) • Waldbewirtschaftung: Die Massnahmenfläche wird als ausgeführte Massnahme abgelegt (in GIS mit Verknüpfung zu LeiNa und Auftragsnummer) und dokumentiert: Ausgeführte Massnahme, erwarteter Zustand im Jahr x, nächster Kontrollgang/Massnahme im Jahr x (Erinnerungsfunktion) • Ev. Anpassung Daten „Waldzustand“ (siehe Nr. 8)
Erwartete Form und Aktualisierung:
Papier oder Digital auf Smartphone
Inputs/Vernetzungen:
Via Auftragsnummer eng verknüpft mit [12]
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
- Papierlösung - Dokumentation nur grob (ausgeführte Massnahmen, ohne Prognose und Terminsetzung)
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
- Aufwand relativ hoch - Wäre eine digitale Lösung möglich? - Keine sauberen Schnittstellen zu anderen Elementen (Holzernteplanung, Holzvertrieb, Vorkalkulation), welche automatisierte Integration ermöglichen würden - Dokumentation fehlt bisher in dieser Konsequenz
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
- www.forstauftrag.ch (digitale Lösung des FUS) sollte geprüft werden. Unsicher ist jedoch, ob sich der Einsatz von gebräuchlichen Smartphones im harten Arbeitsalltag bewährt und ob die sinnvolle Einbindung ins betriebliche System funktioniert (u.a. Auftragsnummer) - Dokumentation: Schnittstelle zu Fotomanagement-Software (Adobe Lightroom)

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
hoch
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
mittel

Nr: 18
Bezeichnung: Infrastruktur-Management-System
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Welche Infrastrukturbauten habe ich Wo im Betrieb?</i> <i>Wie ist der Zustand dieser Infrastruktur? Wo besteht Handlungsbedarf?</i> <i>Welches Unterhaltskonzept besteht pro Infrastruktur-Kategorie?</i> <i>Welcher Aufwand (Arbeitsaufwand, Finanzbedarf) ist jährlich zu erwarten?</i>
Erwartete Ergebnisse:
• Vollständiger Überblick über Bestand (Erschliessung, Verbauungen, Wildschutzmassnahmen u.ä.) • Pro Objekt vorhanden: Zustand, History, nächste Massnahmen gemäss Kontroll-/Unterhaltskonzept, erwarteter Ressourcenbedarf für diese Massnahmen • Übersicht/Zusammenzug: jährliches Arbeitsprogramm/Ressourcenbedarf • Erinnerungsfunktion: Gemäss Konzept ausstehende Unterhalts-/Kontrollaufgaben werden als Pendenz ausgewiesen. • Jede Massnahme wird mit Auftragsnummer versehen.
Erwartete Form und Aktualisierung:
Einfach zu bedienendes Tool (Geodatenbank), laufende Aktualisierung
Inputs/Vernetzungen:
⇒ Und ⇐ mit KUIFI, Jahresprogramm und WinForstPro
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Für Verbauungen ist das Kantonale System KUIFI (Kontrolle und Unterhalt Forstlicher Infrastruktur) vorhanden, welches jedoch im Forstbetrieb bisher mittels Papierformularen geführt wird, welche dem Kanton abgegeben werden. Ansonsten nichts systematisches vorhanden
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
• Keinerlei systematischen Überblick über Bestand und Zustand, ergo keine korrekte Massnahmenplanung und Ressourcenplanung möglich • Übermässige Wertverluste werden vermutet!
Beurteilung Handlungsbedarf: hoch
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
• Wunschvariante: Kantonale Lösung mit Schnittstellen zum Betrieblichen Informationssystem und Planung. Vgl. dazu Abschlussarbeit Zertifikatslehrgang Forstmanagement Weber/Willi, 2011 • Mögliche (Übergangs-)Variante: Vereinfachte betriebseigene Lösung mit QGIS und Excel

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
Sehr hoch
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
mittel

Nr: 19
Bezeichnung: Auftragsabwicklung Arbeiten für Dritte
Zu beantwortende Fragen? / Nötige Entscheide:
<i>Wie werden derartige Aufträge mit oft sehr kleinem Volumen (Brennholz für Private, Gartenholze-rei,...) korrekt und möglichst effizient abgewickelt?</i>
Erwartete Ergebnisse:
Einfaches System mit Verknüpfung via Auftragsnummer zum Betriebsführungs-System [12] (Preis-festlegung, Stundenerfassung, Fakturierung, FiBu) und zu den Arbeitsaufträgen [17] sowie zur Dis-positiven Planung [16]
Erwartete Form und Aktualisierung:
Einfache Formulare
Inputs/Vernetzungen:
Siehe oben
Bisherige Umsetzung im Fallstudienbetrieb:
Einfache und zweckmässige Lösung mittels Angebots-/Preisliste und Auftragsbestätigungsformular, welches nachfolgend zum Arbeitsauftrag wird.
Bestehende Probleme/Lücken/Handlungsbedarf im Fallstudienbetrieb:
Ev. Optimierungen möglich, jedoch momentan nicht bekannt
Beurteilung Handlungsbedarf: gering
Ideen für Umsetzung/Verbesserungen:
-

Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht Betrieb Klosters:
gering
Beurteilung Handlungsbedarf aus Sicht ibW BZWM:
gering

A-1-2. Herleitung Handlungsbedarf mit Fernerkundung (Kap. 0)

Im Folgenden sollen für den Bereich der Herleitung des Handlungsbedarfes mithilfe von Fernerkundungsdaten einige Erkenntnisse erläutert werden, welche im Rahmen dieses Projektes mithilfe der eingesetzten Tools gewonnen werden konnten. Diese sollen zukünftig über die im Rahmen des Projektes genutzten «Handlungsbedarf-Hinweiskarten» hinausführen und somit für weiterführende Arbeiten in den Bereichen *Herleitung des Handlungsbedarfes* und *waldbauliches Controlling* mithilfe von Fernerkundungsdaten genutzt werden können.

Bei den Überlegungen zur Herleitung des Handlungsbedarfes im Schutzwald ermöglicht die Unterteilung in die Anforderungsbereiche *Aktuelle Schutzwirkung*, *Kontinuität* und *Störungsresistenz* nach Glanzmann (2012) zielführende Analysen. Diese Unterscheidung erlaubt einerseits eine anforderungsbezogene Informationsbeschaffung und Analyse des Handlungsbedarfes pro Anforderungsbereich. Andererseits hat Handlungsbedarf in den unterschiedlichen Bereichen grundsätzlich verschiedene Typen von Massnahmen zur Folge. So wird eine Nichterfüllung der Aktuellen Schutzwirkung vorwiegend verjüngungssichernde Massnahmen (Pflanzungen, Schutz der Pflanzen, Gleitschneeschutz, etc.) ohne Holzanfall zur Folge haben, währendem bei einem Defizit im Bereich Kontinuität in erster Linie verjüngungseinleitende oder -fördernde Massnahmen mit Holzanfall im Vordergrund stehen (nebst Verjüngungssicherung). Im Bereich Störungsresistenz können noch reaktionsfähige Bestände (abhängig von der Entwicklungsstufe) ausgeformt werden (Stabilitätspflege, Mischungsregulierung), währendem die Steuerung bei nicht mehr reaktionsfähigen Beständen in erster Linie über die Verjüngungseinleitung erfolgen muss. In stufigen Beständen erfolgen Verjüngungseinleitung, Verjüngungssicherung und Bestandesausformung gleichzeitig.

Die Fernerkundungsdaten können hier eine wichtige Funktion übernehmen, so dass man die Mittel für aufwändige terrestrische Aufnahmen gezielt auf den in der zweiten Planungsstufe zu beurteilenden Waldflächen einsetzen und den Aufwand dadurch reduzieren und die Qualität steigern kann. Zudem können Merkmale wie Lücken oder Deckungsgrad mit der Fernerkundung besser erhoben werden als terrestrisch.

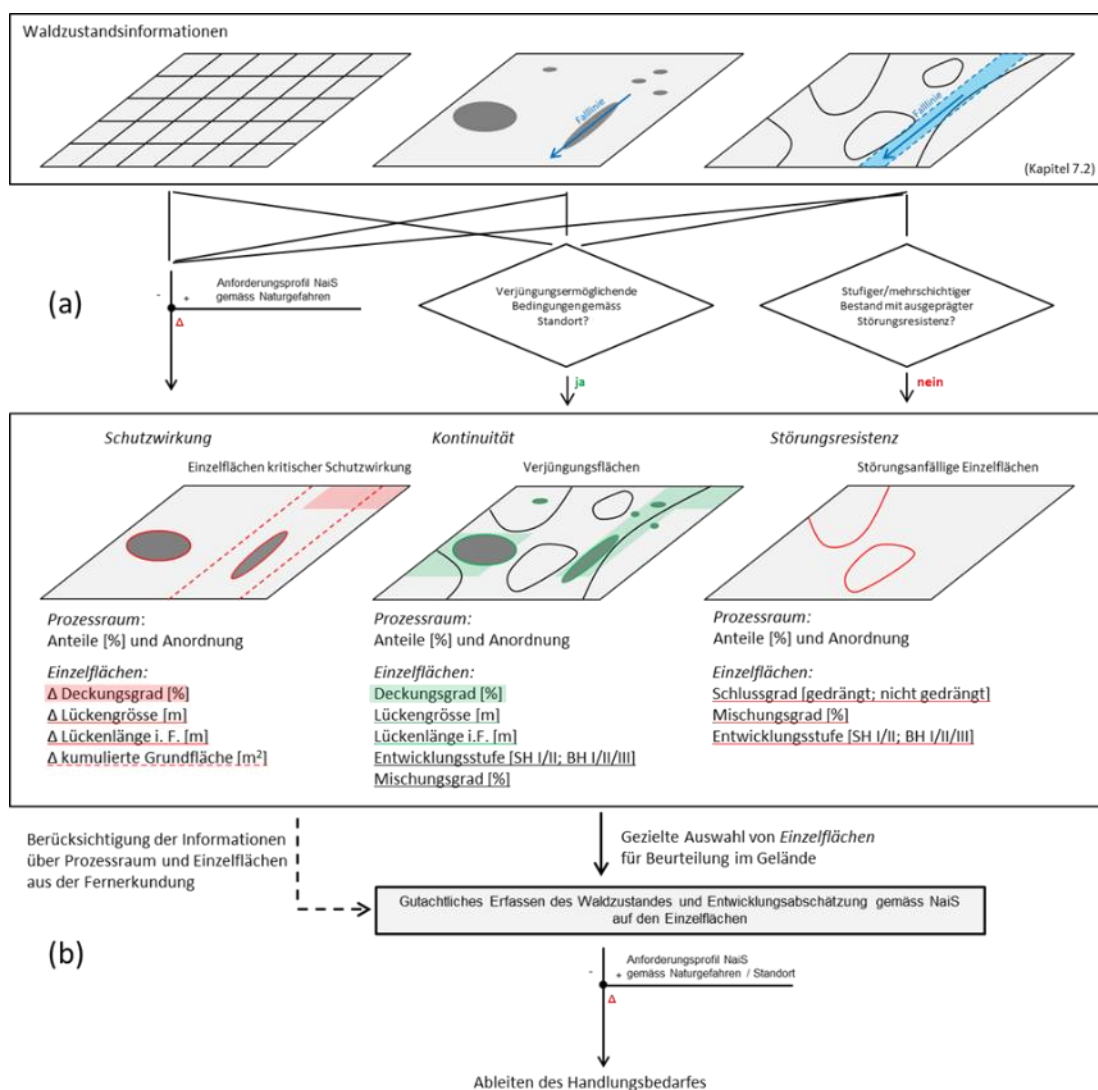


Abbildung 23: Mögliches Vorgehen bei der Herleitung des Handlungsbedarfes im Schutzwald mithilfe von Waldzustandsinformationen aus der Fernerkundung nach Glanzmann (2012).

Grundsätzlich scheinen Defizite im Bereich der aktuellen **Schutzwirkung** verhältnismässig einfach mit Fernerkundung erkennbar zu sein, da Informationen zu Lücken und Deckungsgrad bereits heute zuverlässig erhoben werden können. Hingegen ist die Herleitung von Stammzahlen und Grundfläche eine grosse aktuelle Herausforderung, wobei im Rahmen dieses Projektes noch keine praxistauglichen Lösungen genutzt werden konnten.

Im Bereich der **Kontinuität** ist neben den jüngeren Entwicklungsstufen vor allem auch die Verjüngungssituation im An- und Aufwuchs von grosser Bedeutung, um eine nachhaltige Schutzfunktion zu gewährleisten. Oft liegt der Handlungsbedarf in Schutzwäldern denn auch im Bereich der mangelnden Verjüngung. Für die Erfassung der Verjüngung konnten keine Alternativen zur Bestandeskartierung getestet werden. Die Fernerkundung wird diesbezüglich auch in absehbarer Zeit keine praxistauglichen Alternativen zu terrestrischen Aufnahmen bieten können. In einem LFI-Pilotprojekt zur Beurteilung von Schutzwäldern mittels Fernerkundung werden dazu aktuell verschiedene Ansätze (u.a. terrestrisches Laserscanning) erarbeitet.

Waldflächen mit fehlender Verjüngung können nicht direkt mithilfe von Fernerkundungsdaten detektiert werden, jedoch können ein sehr hoher Deckungsgrad und fehlende Lücken auf ein mögliches Defizit an Verjüngung hinweisen. Einerseits kann das «unverarbeitete» VHM bereits Hinweise auf solche Waldflächen geben, andererseits können in diesem Projekt verwendete Tools Hilfestellung leisten. Zukünftig sollte man versuchen, „potenziell verjüngungsermöglichenden Flächen“ via VHM zu detek-

tieren, dies wären also Flächen, welche aufgrund der Licht- und Wärmeverhältnisse (bestimmte Deckungsgrade und Lücken je nach Höhenstufe -> Zieltypen) verjüngungsfähig sind. Damit könnte man beurteilen, ob auf einer grösseren Schutzwaldfläche (z.B. FE-Einheit) genügend verjüngungsermöglichende Standorte vorhanden sind, oder ob verjüngungseinleitende Massnahmen notwendig sind. Es existieren bereits verschiedene Anwendungen zur Berechnung von Lichteinstrahlung in Waldlücken. Ob die Verjüngung tatsächlich funktioniert (Wildeinfluss, Konkurrenzvegetation, etc.) müsste allerdings weiterhin terrestrisch beurteilt werden.

Zusätzlich zur Verjüngung ist auch die Verteilung der Flächenanteile von Entwicklungsstufen und deren Flächengrössen und räumliche Verteilung innerhalb von Feinerschliessungseinheiten wichtig. Ein Defizit an Flächen mit jungen Entwicklungsstufen auf einer grösseren Fläche kann somit ein Hinweis auf Handlungsbedarf bezüglich Verjüngungseinleitung/-förderung sein. Dabei müssen selbstverständlich vertikal strukturierte Bestände, wie sie im SW grundsätzlich angestrebt werden, als solche erkannt werden.

Als Hinweise aus Fernerkundungsdaten bezüglich der **Stabilität** sind folgende Ansätze denkbar. Es wäre beispielsweise zu prüfen, inwiefern geringe Standardabweichungen in der Vegetationshöhe („Stufigkeit“) ein Indiz für homogen gedrungene und somit potenziell anfälligere Bestände sind. Bei der Interpretation ist jedoch vorsichtig vorzugehen, da beispielsweise ein aufgelöster Bestand mit folglich grosser Standardabweichung in der Vegetationshöhe extrem störungsanfällig sein kann. Zudem ist eine Beurteilung selbstverständlich nur in Zusammenhang mit den anderen Anforderungsbereichen möglich (z.B. Vorhandensein von Verjüngung). Nebst der Stabilitätsbeurteilung könnte auch die Mischung (geringer Tannen- und Laubholzanteil oder hoher Fichtenanteil) als Indiz für eine erhöhte Störungsanfälligkeit benutzt werden. Für die Beurteilung, ob die Störungsresistenz im Ausgangsbestand überhaupt noch verbessert werden kann, ist die Information über die Entwicklungsstufe(n) notwendig.

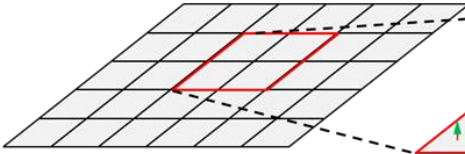
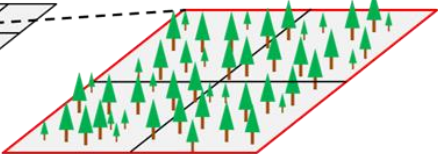
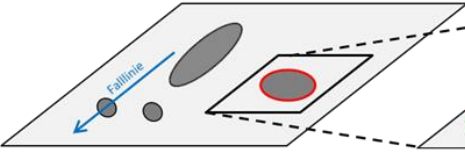
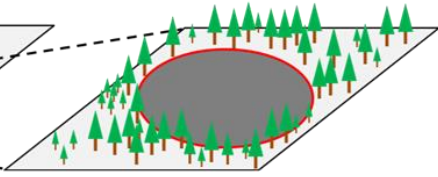
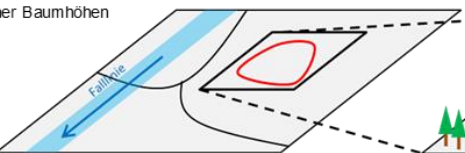
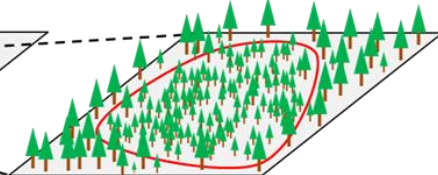
Schutzwirkung	Kontinuität	Störungsresistenz	Repräsentation im Raum		Prozessraum	Einzelfläche
X	X	X	X	X	<i>Rasterzelle</i>  Deckungsgrad Anteile [%] und Anordnung	 Flächengröße [m²] Deckungsgrad [%]
X	X	X	X	X	<i>Lücke</i>  Lücken Anteile [%] und Anordnung	 Lückengröße [m²] Lückenzahl in Falllinie [m]
X	X	X	X	X	<i>Fläche gleicher Baumhöhen</i>  Entwicklungsstufe Anteile [%] und Anordnung Grundfläche kumuliert in Falllinie [m²] Mischungsgrad [%] und Anordnung Schlussgrad gedrängt Anteile [%] und Anordnung Struktur einschichtig Anteile [%] und Anordnung	 Flächengröße [m²] Entwicklungsstufe [Stangenholz I/II; Baumholz I/II/III] Grundfläche [m²] Mischungsgrad [%] Schlussgrad [gedrängt; nicht gedrängt] Struktur [einschichtig; nicht einschichtig] Deckungsgrad [%]

Abbildung 24: Indikatoren und ihre Repräsentation im Raum für eine Beurteilung der verschiedenen Anforderungsbereiche auf Ebene Einzelfläche und Prozessraum (oder Feinerschliessungseinheit) nach Glanzmann (2012).

Im Folgenden werden zu einigen Waldzustandsmerkmalen (siehe Abbildung 24) ausgewählte Überlegungen und Erkenntnisse dargelegt. Es geht in erster Linie um mögliche Alternativen aus der Fernerkundung für terrestrische Datenerfassung.

Entwicklungsstufe

Eine Alternative zur traditionellen Bestandskarte (BK) bietet das Tool TBk [19]. TBk teilt den Wald automatisiert in bezüglich Baumhöhen (Vegetationshöhe) einheitliche Flächen („Bestände“) ein und berechnet pro Fläche die durchschnittliche Bestandeshöhe. Man verfügt also flächendeckend über die Bestandeshöhe, welche stellvertretend für die Entwicklungsstufe direkt für die waldbauliche Planung benutzt werden kann, wobei die Herstellung der Beziehung zwischen Baumhöhe und BHD insbesondere im Baumholz mit gewissen Unsicherheiten behaftet ist. Da TBk auf dem aus den Luftbildern von Swisstopo generierbaren VHM_ADS80 beruht, ist dafür keine LiDAR-Befliegung notwendig und die Daten können alle sechs Jahre aktualisiert werden. Somit stehen die Basisdaten für TBk schweizweit und mit geringen Kosten regelmässig aktualisiert zur Verfügung. Die Resultate (Abbildung 25) wurden in Klosters im Gelände auf ihre Anwendbarkeit überprüft und vom Betriebsleiter in einer ersten Abschätzung positiv beurteilt (Begehung vom 24.11.2015).

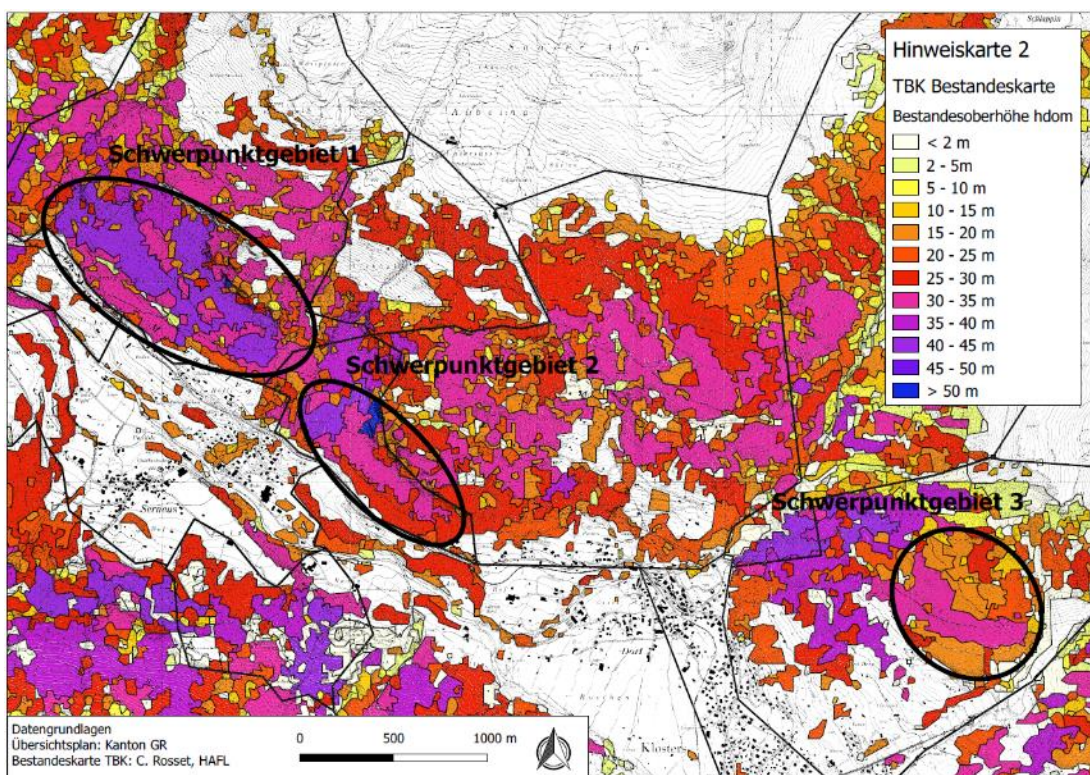


Abbildung 25: Aus Fernerkundungsdaten automatisiert erstellte Bestandskarte TBk mit entsprechenden Oberhöhen.

Deckungsgrad

Der Deckungsgrad (DG) kann mithilfe von VHM sehr direkt und relativ einfach automatisiert und flächendeckend hergeleitet werden. Abbildung 26 zeigt eine mithilfe von TBk berechnete Deckungsgrad-Karte, Abbildung 27 den von der WSL mithilfe des VHM_ADS80 hergeleiteten DG auf einer Pixelgrösse von 1 Meter. Dieser DG wurde mit einem *Moving Window* auf einer Bezugsfläche von 50x50 Meter ermittelt.

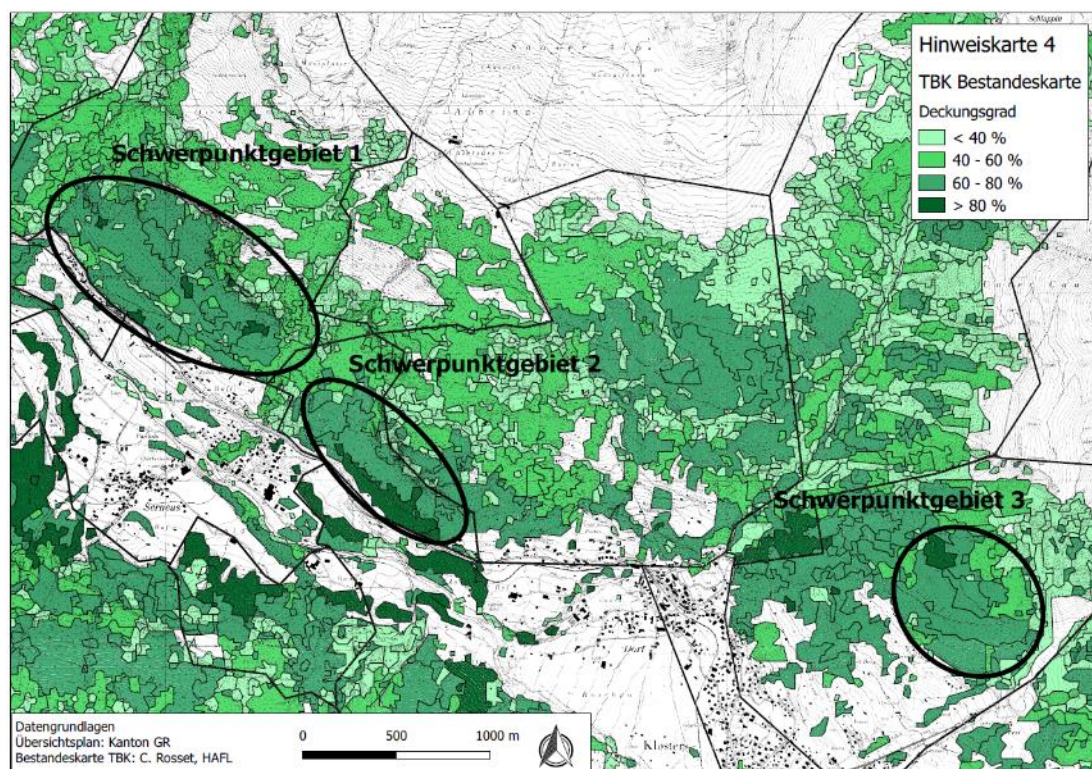


Abbildung 26: Mithilfe von TBK hergeleiteter Deckungsgrad.

Struktur

Als Alternative zur terrestrischen Beurteilung der Stufigkeit kann die Standardabweichung der Vegetationshöhen in einem VHM automatisiert berechnet werden. Im Gegensatz zur terrestrischen Beurteilung kann damit jedoch nur „Stufigkeit“ im Kronendach, nicht aber im Bestandesinneren erfasst werden. Das bedeutet, dass stufige oder plenterartige unter Schirm nicht erfasst werden können. Abbildung 13 zeigt die Stufigkeit als Standardabweichung des VHM_ADS80 für eine Bezugsfläche von 101x101 Meter (*Moving Window*). Die Standardabweichung wird auch vom Tool TBK [19]pro Bestand berechnet. In welchem Masse die Standardabweichung der Vegetationshöhe die Erkennung von stufigen Wäldern ermöglicht, muss man noch weitergehend untersuchen.

Mischungsgrad

Im Rahmen dieses Projektes konnten keine Alternativen für die detaillierte Herleitung des Mischungsgrades (MG) der Bestandeskartierung (Hauptbestand und Verjüngung) getestet werden. Die Unterscheidung von Nadel- und Laubholz wurde gemäss Waser, L.T. et al. (2017) schweizweit halbautomatisch mithilfe der ADS80 Luftbilder durchgeführt und entsprechende Laub-/Nadelholzkarten mit einer reduzierten Auflösung von 25 m können beim LFI bezogen werden. Die Unterscheidung von Nadel- und Laubholz reicht jedoch auch im Gebirgswald kaum aus, da beispielsweise die Erkennung der Tanne vielerorts von zentraler Bedeutung ist. Für eine Unterscheidung von einzelnen Baumarten erscheinen jedoch Ansätze mithilfe von Satellitendaten (z.B. Sentinel-2) vielversprechend. Ebenso ist die Information zur Verjüngung sehr wichtig. Die Bedeutung der Kenntnisse über die vorhandenen Baumarten, auch in der Verjüngung, wird zudem auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel eher noch zunehmen.

Lücken

Lücken lassen sich aus VHM relativ einfach ermitteln, indem die Vegetationshöhe unter einem gewissen Schwellenwert (z.B. 3m) als Lücke definiert wird. Aus dem feineren VHM_lidar können grundsätzlich mehr und feinere Lücken ausgeschieden werden als mit dem VHM_ADS80, bei welchem gemäss Ginzler (2016) unter anderem Verkipfungseffekte die Lückendetektierung einschränken. Die Unterteilung von Lücken im Wald mit Deckungsgrad höher/tiefer als 60 Prozent erfolgte mit dem Hintergrund, dass Lücken im aufgelösten Wald nicht mehr als einzelne voneinander getrennte räumlich explizite Lücken ausgeschieden werden können. Zudem tritt die Bedeutung der Lücke im aufgelösten

Wald zugunsten des Deckungsgrades in den Hintergrund, wenn es um die Beurteilung der Schutzwirkung geht.

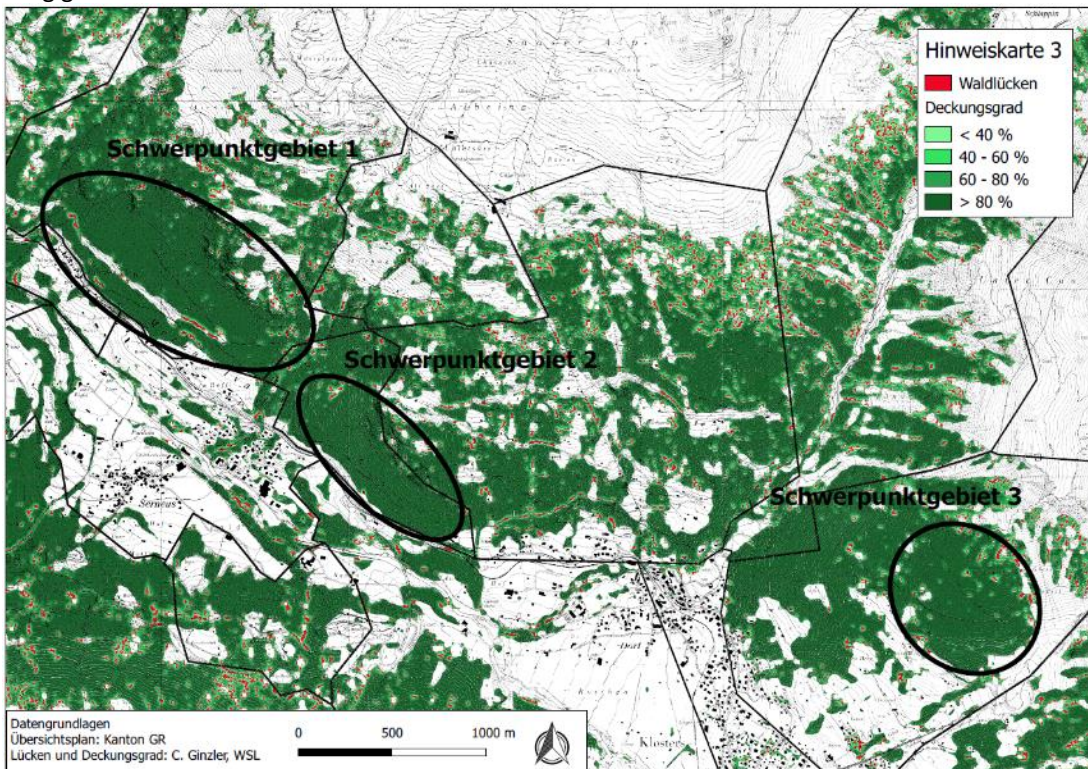


Abbildung 27: Deckungsgrad (Moving-Window mit Bezugsfläche 50x50m) und Lücken hergeleitet aus dem VHM_ADS80. (Fernerk.-Toolbox [9]). Hohe Deckungsgrade und fehlende Lücken Wald können erste Hinweise auf Waldgebiete mit erhöhtem Handlungsbedarf aufgrund von mangelnder Verjüngung geben („Schwerpunktgebiete“).

Lücken wurden auch im Rahmen des Tools «Ausscheidung kritischer Lücken in Bezug auf Waldlawinen» [1] erfasst (Abbildung 28). Für die Gefahrenprozesse *Rutschungen* und *Hochwasser* dürfte eine ähnliche Beurteilung wie im Lawinenschutzwald mithilfe von Fernerkundungsdaten ebenfalls möglich sein, da hier die Lückengröße, resp. der Deckungsgrad massgebend ist. Grundsätzlich ist zu beachten, dass sich die Höhe der schutzfähigen Vegetation je nach Gefahrenprozess unterscheidet, resp. für die Lücken verschiedene Grenzwerte bezüglich Vegetationshöhe gewählt werden müssen. Bei Lückenlängen muss jeweils beachtet werden, dass die Angaben der Anforderungsprofile in NaiS als Schrägdistanz angegeben werden. Inwiefern die Beurteilung der Schutzwirkung anhand von Lückengröße/Deckungsgrad anstatt mit dem VHM_lidar auch mit dem VHM_ADS80 erfolgen kann, ist noch zu untersuchen. Der bildliche Vergleich (Abbildung 28) deutet diesbezüglich ohne genauere Untersuchungen auf eine gewisse Limitierung des VHM_ADS80 hin.

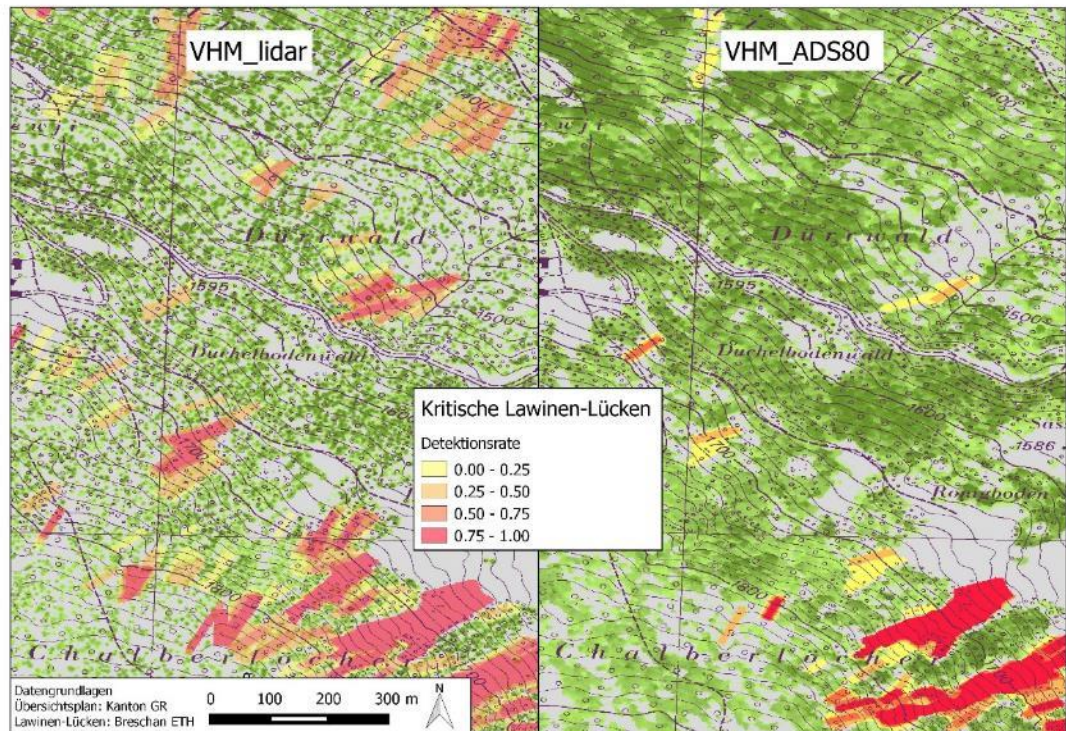


Abbildung 28: Vergleich der Ausscheidung von kritischen Lawinenlücken anhand des VHM_lidar und VHM_ADS80 gemäss Breschan (2015).

Stammzahl / Grundfläche

Für die Erkennung von Einzelbäumen aus dem VHM_ADS80 sowie VHM_lidar wurde das Tool FINT [6] getestet (Dorren et al. (2016)). Dabei können Einzelbäume und ihre Baumhöhen mithilfe der Bestimmung lokaler Maxima im Kronendach ermittelt werden, wobei unter Schirm stehende Bäume nicht erkannt werden. Gemäss Dorren (2016) können bei einer Auflösung des VHM von 0.5m je nach Waldstruktur 60-90% der Nadelbäume und 40-80% der Laubbäume detektiert werden, wobei mit dem hier verwendeten VHM_ADS80 wahrscheinlich ähnliche Detektionsraten erreicht werden können. Gemäss einer ersten Einschätzung im Feld (Begehung vom 24.11.2015) kann das Tool markante im Wald wiedergefundene Einzelbäume erkennen. Diese Information könnte für die Seillinienplanung im Büro als Hinweis auf das Vorhandensein von Masten oder Ankerbäumen dienen. Die Herleitung der Grundfläche oder des Vorrates über die Baumhöhen der Einzelbäume dürfte aufgrund der eher tiefen Detektionsraten und der in diesem Falle nicht lokal hergeleiteten Beziehung zwischen Baumhöhe und BHD (resp. Vorrat) noch nicht praxisreif sein.

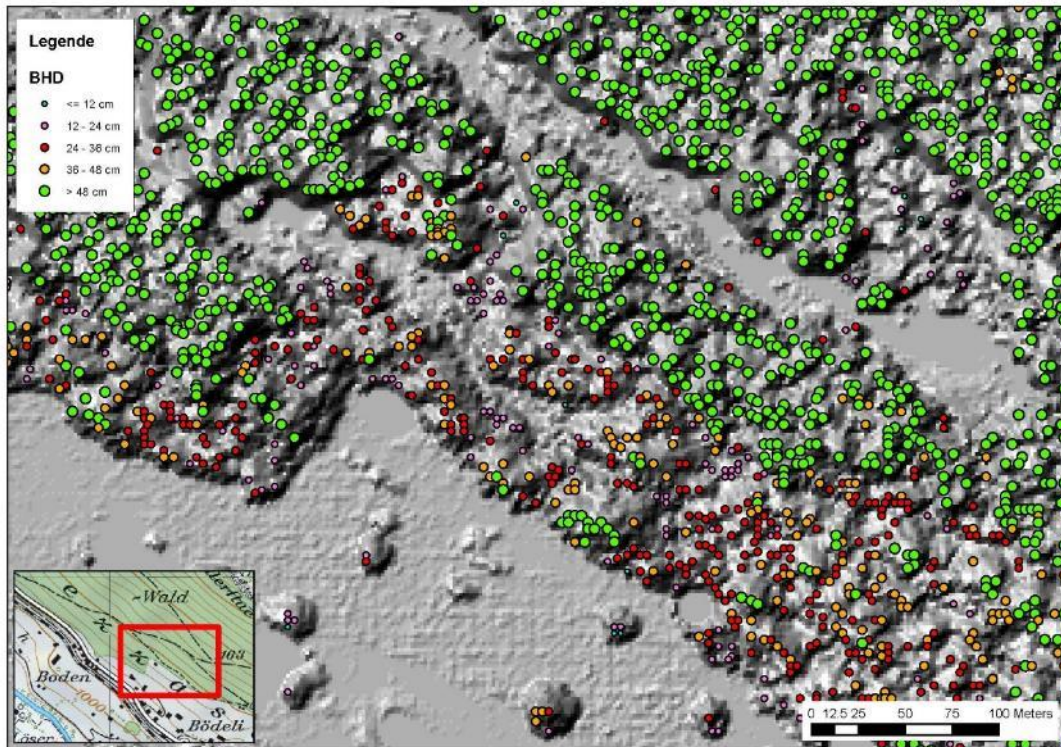


Abbildung 29: Detektierte Einzelbäume gemäss dem Tool FINT. (Dorren et al., 2016)

Die Schutzwirkung vor Steinschlag hängt nebst den Öffnungen auch von der Grundfläche und von der Stammzahl ab, weshalb eine seriöse Beurteilung zwingend auf Angaben zu diesen zwei Parametern basiert. Im Rahmen des Projekts „Flächendeckende Grundlagen zur Beurteilung der Waldwirkung gegenüber Steinschlag“ (Breschan et al., 2016) wurde eine entsprechende Arbeit für die Wälder Gruobenwald und Mezzaselva in Klosters gemacht, welche es ermöglicht, die Schutzwirkung auf individuell bestimmbaren Korridoren herzuleiten. Stammzahl und Grundfläche wurden hier anhand eines mit terrestrischen Stichproben kalibrierten Prognosemodells mithilfe verschiedener VHM berechnet. Dieser Ansatz ist vor allem auch hinsichtlich des neuen auf einem Internet-Tool basierenden Steinschlag-Anforderungsprofils NaIS interessant. Die Methodik kann aus Praxissicht als geeignet eingestuft werden, aufgrund von aufgetauchten Schwierigkeiten besteht jedoch noch weiterer Forschungsbedarf, bis ein in der Praxis anwendbares Tool besteht. Da im Rahmen dieses Projekts mithilfe einer Drohnenbefliegung lokal gezielt genauere Fernerkundungsdaten (VHM) erhoben wurden, zeigt dies auch exemplarisch, dass die Informationsbeschaffung nicht über den ganzen Betrieb mit der gleichen Intensität erfolgen muss, sondern anforderungsbezogen ausgestaltet werden kann.

Holzvorrat

Als Alternative zur terrestrischen Vorratsschätzung bei der Bestandskartierung (gutachtliche Schätzung oder Bitterlich/MOTI) steht im Rahmen dieses Projektes eine mithilfe von VHM hergeleitete Vorratskarte zur Verfügung (Holzvorratskarte aus Vegetationshöhenmodellen [21]). Die Methode kombiniert die Information aus dem VHM mit terrestrischen SP-Punkten (verdichtetes LFI-SP-Netz), welche der Kalibrierung des Modelles zur Herleitung des Vorrates dienen. Sie basiert auf einem einzelbaumweisen Ansatz über das VHM_lidar und bietet den Vorteil der Transparenz von Genauigkeitswerten, welche pro gewählte Klasseneinteilung angegeben werden.

Zudem gibt es von der WSL Holzvorratskarten, welche auf dem VHM_ADS80 ohne Einzelbaumansatz basieren. Sie stützen sich ebenfalls auf terrestrische SP und eine entsprechende Stratifizierung des Modells nach Wuchsregionen ab (Ginzler, 2016). Die Qualität beider Methoden hängt unter anderem von der Lagegenauigkeit der terrestrischen SP-Punkte ab.

Im Rahmen dieses Projektes konnte keine Verifizierung der Vorratsangaben aus den auf VHM basierten Vorratskarten vorgenommen werden (siehe dazu Zürcher, 2013). Es ist jedoch davon auszugehen, dass aus diesen Karten zwar (noch) keine punktgenauen Vorratswerte ermittelt werden können, die Angaben aber für die Massnahmenplanung wichtige Informationen (z.B. Erkennung von Teilgebieten

mit hohen Holzvorräten) und für grössere Waldflächen plausible durchschnittliche Vorratswerte liefern. Diese Aussage muss aber durch die zukünftige Anwendung dieser Vorratskarten in der Praxis bestätigt oder widerlegt werden.

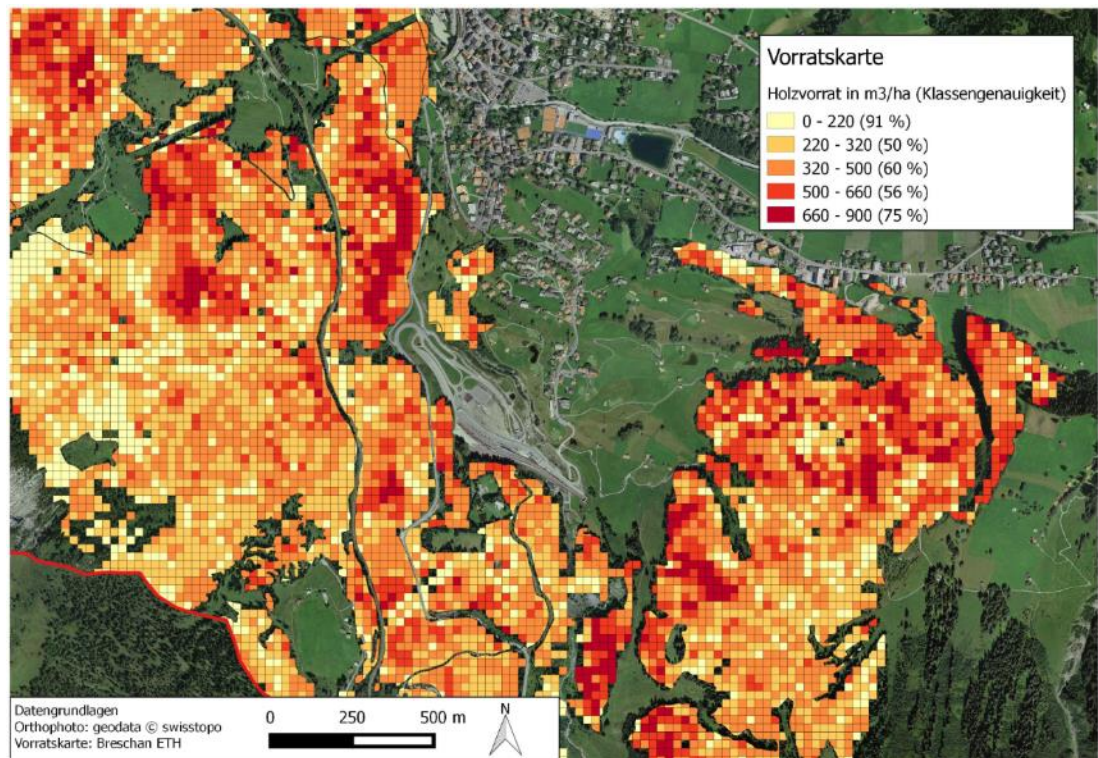


Abbildung 30: Auf das VHM und terrestrische SP basierende Holzvorratskarte mit Genauigkeitsangaben (Hill, 2015).

A-1-3. Anleitung zu Jahresplan und Budget (Kap. 4.7)

Die Abbildung 31 zeigt im Überblick, wie Jahresplanung und Budget ablaufen und wie die Daten der Jahresplanung für die Umsetzung und Steuerung übernommen werden.

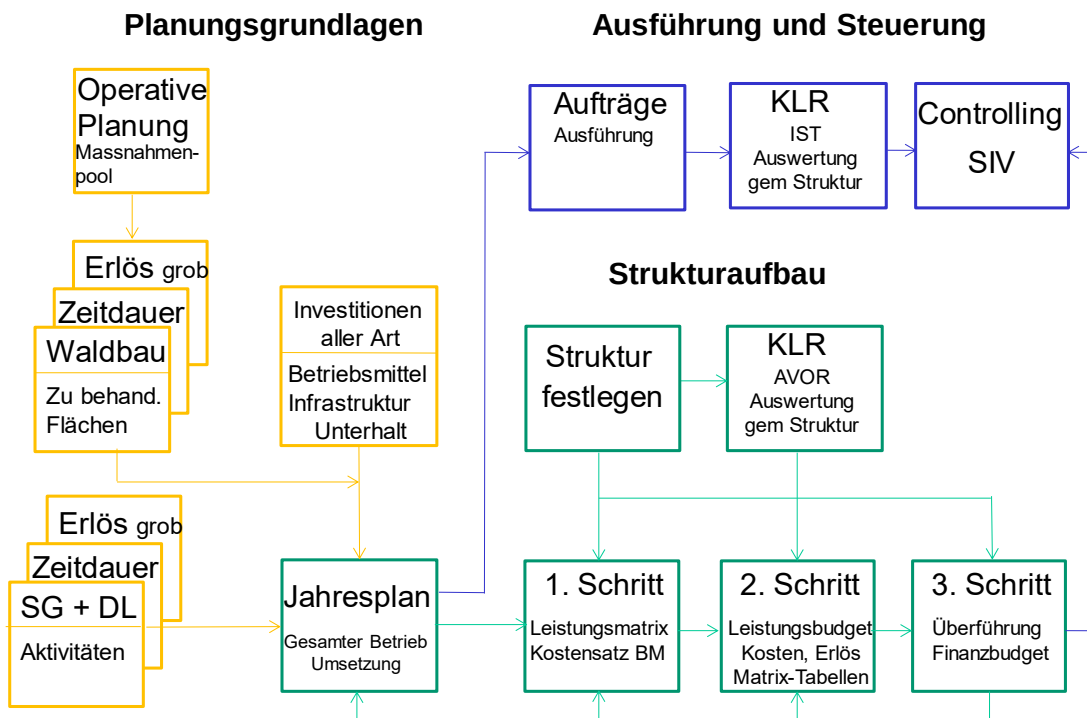


Abbildung 31 Ablauf Jahresplanung und Budget sowie Umsetzung und Steuerung

Planungsgrundlagen

Waldbauliche Planung

Die Daten für die Jahresplanung stammen aus dem Massnahmenpool (vgl. Kap. 4.3). Die für das kommende Jahr zu behandelnden Massnahmenflächen werden nach Vorrangfunktion (Schutz-, Wirtschafts- oder Naturwald) und innerhalb der Vorrangfunktion nach Pflegeflächen und Holzernteverfahren sowie nach weiteren Massnahmen (z.B. Forstschutz) ausgewertet. Die notwendigen Angaben für die Jahresplanung sind:

- Massnahmenfläche in ha pro Vorrangfunktion gegliedert nach Pflegefläche und Holzernteverfahren
- die daraus resultierende Nutzungsmenge pro Vorrangfunktion und Holzernteverfahren
- geschätzte Zeitdauer pro Vorrangfunktion gegliedert nach Pflegefläche und Holzernteverfahren
- geschätzte Gesamtkosten pro Vorrangfunktion gegliedert nach Pflegeflächen und Holzernteverfahren
- geschätzter Gesamterlös und unterteilt in Beiträge und Holzerlös pro Vorrangfunktion

Planung der Sachgüter und Dienstleistungen

Die Daten für die Jahresplanung stammen ebenfalls aus der Mehrjahresplanung, nur sind diese Daten nicht im Massnahmenpool enthalten. Sie stammen aus Leistungsaufträgen, Herstellungsplanung der Sachgüter, bereits bekannte Dienstleistungsaufträge und eigenen Erfahrungswerten aus der Kostenrechnung (vgl. Kap. 4.6). Ausgehend von wirtschaftlichen und technischen Zielsetzungen wird ein konkreter Herstellungs- und Ausführungsplan erstellt.

Dazu gehören folgende Angaben:

- Lagerbestand
- Verkaufsmenge oder mögliche Aufträge
- Einkaufsmenge
- Zeitdauer (in Tagen oder Stunden)

Planung der Investitionen aller Art

Der Anstoss zur Investition kommt einerseits aus der Notwendigkeit einer Ersatzbeschaffung und andererseits aus der strategischen Planung. Wurde z.B. in der strategischen Planung beschlossen, die Produktivität (Leistungsfähigkeit) in der Waldbewirtschaftung zu steigern, müssen nun die notwendigen Massnahmen geplant werden. Die beschlossenen Massnahmen sind beispielsweise einerseits die Verbesserung der Basiserschliessung durch einen Strassenneubau und andererseits die Anschaffung eines neuen Mobilseilkranes. Beide Massnahmen sind Investitionen einerseits in die Infrastruktur und andererseits in die Betriebsmittel.

In der Mehrjahresplanung wurde die zeitliche Etappierung (wann wird die Strasse gebaut und wann wird der neue Mobilseilkran angeschafft) vorgenommen.

In der Jahresplanung wird nun die konkrete Umsetzung der Massnahme geplant. In diesem Zusammenhang sind die Eigenleistungen des Forstbetriebes wichtig, weil diese die Kapazitätsplanung beeinflussen.

Dazu gehören folgende Angaben:

- Art der Investition
- Gesamtkosten der Investition
- Anteil der Eigenleistung (Kosten und Dauer in Tagen oder Stunden)

Planung des Unterhalts der Infrastruktur und der Betriebsmittel

Zur Planung des Unterhalts der Infrastruktur gehört der Waldstrassenunterhalt, sofern dieser nicht ausgelagert ist. Ebenfalls dazu gehören der Unterhalt von Bachverbauungen, Lawinenverbauungen, usw. (vgl. Kap 4.5).

Zur Planung des Unterhalts der Betriebsmittel gehören der Maschinenunterhalt, der Werkzeugunterhalt, der Werkhofunterhalt.

Der Unterhalt der Infrastruktur und der Betriebsmittel kann sehr gut aus den eigenen Erfahrungswerten geplant werden.

Folgende Angaben sind für die Jahresplanung wichtig:

- Art der Infrastruktur
- Menge der zu unterhaltenen Infrastruktur (lfm, m2, m3, usw.)
- Dauer der Infrastrukturunterhalt in Tagen oder Stunden
- Art der Betriebsmittel
- Dauer des Betriebsmittelunterhaltes in Stunden

Strukturaufbau der Jahresplanung und Budget**Struktur festlegen**

Wie detailliert soll geplant werden? Darauf kann keine rezeptartige Antwort gegeben werden, es kommt auf die Situation an.

Als Grundsätze gelten:

- So grob wie möglich, so detailliert wie notwendig.
- Geplant und budgetiert müssen die Positionen die die grössten Einflüsse auf die Kosten und Erlöse haben.

In unserem Planungssystem wurden die Kostenstellen und die Kosten- und Erlösarten zu sinnvollen Gruppen zusammengefasst.

Kostenstellen	Kosten- und Erlösarten	Erlösgruppen
41 Betriebsleitung	01_Personalkosten	Liegendverkauf
42.1 Forstpersonal	02_Energie- & Reparaturkosten	
42.2 übriges Personal	03_Versicherungs-, Miet- & Kapitalkosten	
404 Werkhof	04_Materialkosten (Zukauf Material)	
403 Betriebsfahrzeuge	05_Materialkosten (Eigene Produkte)	
43.1 Forstmaschinen allgemein	06_Fremdleistungskosten	
43.2 Forstmaschinen bodengestützt	07_Kalkulatorische Kosten	
43.3 Forstmaschinen seilgestützt	08_übrige Kosten	
44 Baugeräte & Trsp Maschinen		

45	übrige Maschinen	10_Holzerlöse	Eigenbedarf
46	Kleinmaschinen & Werkzeuge	10_Holzerlöse	Stockverkauf
49	Verwaltung & Weiterbildung	10_Holzerlöse	Lagerveränderung
		10_Holzerlöse	Erlös übrige
		11_Sachgüter- & Dienstleistungserlöse	Lagerveränderung
		11_Sachgüter- & Dienstleistungserlöse	Erlös übrige
		12_Erlös Einsatz eigener Produkte	Erlös Unterhalt
		13_Beiträge	Erlös 1. PS
		13_Beiträge	Erlös 2. PS
		13_Beiträge	Erlös übrige Tät
		13_Beiträge	Erlös übrige
		14_Kalkulatorische Erlöse	Erlös übrige
		15_übrige Erlöse	

Diese Positionen sind fix vorgegeben. Jede Kostenstelle und jede Kosten- und Erlösart kann klar einer dieser Positionen zugeordnet werden. Die oben genannten Positionen bilden die Spalten der Leistungsmatrix-Tabelle.

Die Zeilen in der Leistungsmatrix-Tabelle bilden die Kostenträger-Tätigkeit-Kombinationen, für die eine Planung erstellt werden soll. Wie detailliert in den Kostenträgern geplant und budgetiert werden soll, ist eine betriebliche Entscheidung. Als grösste Planung in der Waldbewirtschaftung, z.B. für den Schutzwald gilt:

BT	KT	Tätigkeit
A	502 Schutzwald	60 Unterhalt
A	502 Schutzwald	61 1. Produktionsstufe
A	502 Schutzwald	62 2. Produktionsstufe
A	502 Schutzwald	63 übrige Tätigkeiten
A	502 Schutzwald	69 Verwaltungstätigkeiten

Bei den Sachgütern und Dienstleistungen werden pro Kostenträger nur eine Planung gemacht. Bei den Tätigkeiten gibt es nur zwei, eine für die Herstellung und eine für die Verwaltung.

BT	KT	Tätigkeit
A	510 Stückholzproduktion	63 übrige Tätigkeiten
A	510 Stückholzproduktion	69 Verwaltungstätigkeiten
A	511 Hackschnitzelproduktion	63 übrige Tätigkeiten
A	511 Hackschnitzelproduktion	69 Verwaltungstätigkeiten
A	523 Dienstleistungen für Dritte	63 übrige Tätigkeiten
A	523 Dienstleistungen für Dritte	69 Verwaltungstätigkeiten
usw.	usw.	usw.

Mit einer solch groben Planungsstruktur kann die Planung und Budgetierung hinreichend genau erstellt werden, so dass die Überführung in ein Finanzbudget noch gewährleistet ist.

Für die Steuerung ist es wichtig, dass die IST-Auswertung nach genau der gleichen Struktur ausgewertet wird.

IST-Kostenrechnung gemäss definierter Struktur auswerten

Als Vorbereitung für die Planung und Budgetierung wird die letztjährige IST-Kostenrechnung gemäss der definierten Struktur ausgewertet.

Wichtig sind nicht die absoluten Zahlen, sondern die Anteile der Kostenstellengruppen und Kosten-Erlösartengruppen an den Gesamtkosten bzw. Gesamterlöse der Kostenträger. Diese %-Anteile erleichtern die Zuteilung der Kostenstellengruppen und Kosten- und Erlösarten-Gruppen auf die neue Planung und Budget.

Die eigentliche Planung und Budgetierung

Erstellen der Jahresplanung

Als erstes wird die Jahresplanung erstellt. Dies ist eine Mengen- und Gesamtkostenplanung. Die Werte aus der waldbaulichen Planung, der Sachgüter- und Dienstleistungsplanung und der Investitions- und Betriebsmittelplanung werden der definierten Struktur zugeordnet. Wichtig ist, dass mit Leistungsmengen (z.B. lfm Strassenunterhalt, Fm Nutzung für die Holzernte, usw.) gearbeitet wird. Dort wo keine Leistungsmengen vorhanden sind, wird mit Stunden gearbeitet. Die Gesamtkosten stammen aus den Kostenschätzungen, aus Erfahrungswerten oder aus der IST-Kostenrechnungsauswertung.

Dazu werden zwei Leistungskennzahlen gerechnet: die eine ist die Std. / Einheit (z.B. 0.44 Std. / Fm) und die andere ist der Anteil der MStd. an den Stunden, MStd. / Std.

Die Gesamtkosten werden als Multiplikation von Leistungsmenge mal Kosten pro Einheit (z.B. 1400 aren Pflegeflächen mal 14 CHF/are) berechnet. Diese Gesamtkosten gelten als Orientierungsgrösse.

Folgende Grafik zeigt einen Ausschnitt aus der Jahresplanung.

BT	Auftrag	Kostenträger	Erlösgruppe oder Tätigkeit	Jahresprogramm, Stückkosten, Leistungskennzahlen					
				Menge	E	Ansatz	Betrag	Std./Einheit	MStd./Std.
A	-	501 Wirtschaftswald	600 Strassenunterhalt	380	Std.	60.00	22'800	1.00	0.16
A	-	501 Wirtschaftswald	610 Bestandesbegründung	4'355	Stk.	6.00	26'130	0.11	0.08
A	-	501 Wirtschaftswald	611 Jungwaldpflege	745	Std.	66.00	49'170	1.00	0.11
A	-	501 Wirtschaftswald	612 Forstschutz	150	Std.	46.00	6'900	1.00	
A	-	501 Wirtschaftswald	615 Anzeichnen	5'775	Tfm	5.00	28'875	0.10	
A	-	501 Wirtschaftswald	620.31 Holzernte Seilkran	800	Fm	64.00	51'200	0.83	0.16
A	-	501 Wirtschaftswald	620.21 Holzernte Motormanuell	3'100	Fm	45.00	139'500	0.57	0.15
A	-	501 Wirtschaftswald	620.81 Holzernte Vollmechanisiert	1'875	Fm	39.00	73'125	0.05	
A	-	501 Wirtschaftswald	620 Holzernte (inkl. Rücken u. Einmessen)	5'775	Fm	46.00	265'650	0.44	0.15
A	-	501 Wirtschaftswald	631 Aktivitäten für Erholung	260	Std.	46.00	11'960	1.00	
A	-	501 Wirtschaftswald	639 Übrige Tätigkeiten	140	Std.	67.00	9'380	1.00	0.07
A	-	501 Wirtschaftswald	690 Verwaltungstätigkeiten	30	Std.	1517.00	45'510	1.00	
A	-	511 Hackschnitzelproduktion	639 Übrige Tätigkeiten	2'100	Fm	101.00	212'100		
A	-	523 Dienstleistungen für Dritte	639 Übrige Tätigkeiten	543	Std.	159.00	86'337	1.00	0.37
A	-	523 Dienstleistungen für Dritte	690 Verwaltungstätigkeiten	260	Std.	83.00	21'580	1.00	
A	-	524 Dienstleistungen für eigene Träg	639 Übrige Tätigkeiten	780	Std.	139.00	108'420	1.00	0.26
A	-	524 Dienstleistungen für eigene Träg	690 Verwaltungstätigkeiten				-		

Abbildung 32 Ausschnitt aus einer Jahresplanung

1. Schritt: Berechnung der Kostensätze der Kostenstellengruppen und deren Zuordnung auf die Kostenträger

Als erstes müssen die Kostensätze der Kostenstellengruppen berechnet werden. Dazu benötigt man zwei Angaben. Erstens die Gesamtkosten der Kostenstellengruppe aufgeteilt in die notwendigen Kostengruppen. Diese Anteile können wir leicht aus der ausgewerteten IST-Kostenrechnung entnehmen. Zweitens die geplanten produktiven Personalstunden, berechnet für das zu planende Jahr (= Kapazität) und die geplanten Maschinenstunden. Mit diesen Angaben kann nun der Kostensatz (Gesamtkosten der Kostenstellengruppe dividiert durch die geplanten Personalstunden oder Maschinenstunden) berechnet werden. Dieser Kostensatz wird für die Kostenberechnung der Kostenstellengruppen auf den einzelnen Kostenträger verwendet.

Als zweites werden nun die Kostenstellengruppen der Kostenträger-Tätigkeit Kombination zugeordnet. Das Prinzip wird am Beispiel der Personalkostenstellengruppe erklärt.

Wie hoch der Anteil der Betriebsleitung und wie hoch der Anteil des Forstpersonals ist, wird mit Hilfe der %-Sätze ermittelt. Diese %-Sätze kommen ebenfalls aus der ausgewerteten IST-Kostenrechnung. Die Berechnung ist wie folgt:

Stunden = Menge mal Std./Einheit der Kostenträger-Tätigkeit Kombination mal Anteil der Personalkostenstellengruppe (%-Satz).

Beispiel für Betriebsleitung und Bestandesbegründung im Wirtschaftswald:

(4355 Stk x 0.11 Std./Stk.) mal 9% = 43 Std.

Für die Kostenberechnung gilt die Formel:

Menge (Std., MStd. Ant.) x Kostensatz der Kostenstellengruppe

Für unser Beispiel gilt:

43 Std. x 58.49 CHF/Std. = 2515 CHF.

Die gesamten Personalkosten bzw. die gesamten Personalstunden pro Kostenträger-Tätigkeitskombination entsprechen immer 100%. Die Prozentaufteilung auf die Kostenstellengruppen Betriebsleitung, Forstpersonal und übriges Personal muss in der Summe immer 100% ergeben.

Das gleiche gilt auch für die Kostenstellengruppen der Maschinen.

Die folgende Grafik zeigt die Zuordnung des Personals auf die Kostenträger-Tätigkeitskombination.

BT		Kostenträger		Erlösgruppe oder Tätigkeit	programm, Stückkosten, Leistungskennz				Betriebsleitung				Forstpersonal			
					Menge	E	Std./Einheit	MStk./Std.	Anteil	Menge	E	Betrag	Anteil	Menge	E	Betrag
A	501	Wirtschaftswald	600	Strassenunterhalt	380	Std.	1.00	0.16	12%	46	Std.	2'660	88%	334	Std.	12'561
A	501	Wirtschaftswald	610	Bestandesbegründung	4'355	Stk.	0.11	0.08	9%	43	Std.	2'515	91%	436	Std.	16'397
A	501	Wirtschaftswald	611	Jungwaldpflege	745	Std.	1.00	0.11	23%	171	Std.	9'996	77%	574	Std.	21'587
A	501	Wirtschaftswald	612	Forstschutz	150	Std.	1.00			-		-	100%	150	Std.	5'641
A	501	Wirtschaftswald	615	Anzeichnen	5'775	Tfm	0.10		74%	427	Std.	24'930	26%	150	Std.	5'641
A	501	Wirtschaftswald	620.31	Holzernte Seilkran	800	Fm	0.83	0.16	20%	133	Std.	7'747	80%	531	Std.	19'969
A	501	Wirtschaftswald	620.21	Holzernte Motormanuell	3'100	Fm	0.57	0.15	20%	353	Std.	20'616	80%	1'414	Std.	53'177
A	501	Wirtschaftswald	620.81	Holzernte Vollmechanisiert	1'875	Fm	0.05		100%	94	Std.	5'469		-		-
A	501	Wirtschaftswald	620	Holzernte (inkl. Rücken u. Einmessen)	5'775	Fm	0.44	0.15		-		-		-		-
A	501	Wirtschaftswald	631	Aktivitäten für Erholung	260	Std.	1.00			-		-	100%	260	Std.	9'778
A	501	Wirtschaftswald	639	Übrige Tätigkeiten	140	Std.	1.00	0.07	10%	14	Std.	817	90%	126	Std.	4'739
A	501	Wirtschaftswald	690	Verwaltungstätigkeiten	30	Std.	1.00		100%	30	Std.	1'750		-		-
A	511	Hackschnitzelproduktion	639	Übrige Tätigkeiten	2'100	Fm				-		-		-		-
A	523	Dienstleistungen für Dritte	639	Übrige Tätigkeiten	543	Std.	1.00	0.37	34%	185	Std.	10'770	66%	358	Std.	13'463
A	523	Dienstleistungen für Dritte	690	Verwaltungstätigkeiten	260	Std.	1.00			-		-	100%	260	Std.	9'778
A	524	Dienstleistungen für eigene Träg	639	Übrige Tätigkeiten	780	Std.	1.00	0.26	9%	70	Std.	4'095	91%	710	Std.	26'701
A	524	Dienstleistungen für eigene Träg	690	Verwaltungstätigkeiten						-		-		-		-

Abbildung 33 Zuordnung der Kostenstellengruppe auf die Kostenträger-Tätigkeitskombination

2. Schritt: Zuordnung der anderen Budgetpositionen, Überprüfung der Kapazität und Auswertung Leistungsbudget

In diesem 2. Schritt geht es darum das Leistungsbudget zu erstellen. Dafür sind mehrere Teilschritte notwendig.

Zuordnung der anderen Budgetpositionen

Aus der Auswertung der IST-Kostenrechnung sind die Anteile der einzelnen Kostenartengruppen-Positionen ersichtlich. Die Erfahrungswerte über diese Kostenartenanteile (%-Angabe) können nun für die Budgetierung genutzt werden. Die %-Angabe bezieht sich auf die Gesamtkosten der Kostenträger-Tätigkeitskombination aus der Jahresplanung. Die Erlöse werden entweder über die geschätzten zu verkaufenden Produkte x Preis berechnet oder sie werden aus dem Massnahmenpool entnommen und / oder aus Erfahrungswerten berechnet.

Kostenstellen				Kapazität				Kostensatz				06_Fremdleistungskosten				
KSTI	KT-Bez	Tät-EG	Tät-EG-Bez	Menge	E	Ansatz	Betrag	Anteil	Menge	E	Ansatz	Betrag				
Kostenträger				Erlösgruppe oder Tätigkeit				programm, Stückkosten, Leistungskennz								
				Menge	E	Ansatz	Betrag									
501	Wirtschaftswald	600	Strassenunterhalt	380	Std.	60.00	22'800									-
501	Wirtschaftswald	610	Bestandesbegründung	4'355	Stk.	6.00	26'130									-
501	Wirtschaftswald	611	Jungwaldpflege	745	Std.	66.00	49'170									-
501	Wirtschaftswald	612	Forstschutz	150	Std.	46.00	6'900									-
501	Wirtschaftswald	615	Anzeichnen	5'775	Tfm	5.00	28'875									-
501	Wirtschaftswald	620.31	Holzernte Seilkran	800	Fm	64.00	51'200									-
501	Wirtschaftswald	620.21	Holzernte Motormanuell	3'100	Fm	45.00	139'500	11%								15'345
501	Wirtschaftswald	620.81	Holzernte Vollmechanisiert	1'875	Fm	39.00	73'125	91%								66'544
501	Wirtschaftswald	620	Holzernte (inkl. Rücken u. Einmessen)	5'775	Fm	46.00	265'650									-
501	Wirtschaftswald	631	Aktivitäten für Erholung	260	Std.	46.00	11'960									-
501	Wirtschaftswald	639	Übrige Tätigkeiten	140	Std.	67.00	9'380									-
501	Wirtschaftswald	690	Verwaltungstätigkeiten	30	Std.	1517.00	45'510									-
511	Hackschnitzelproduktion	639	Übrige Tätigkeiten	2'100	Fm	101.00	212'100	36%								76'356
523	Dienstleistungen für Dritte	639	Übrige Tätigkeiten	543	Std.	159.00	86'337									-
523	Dienstleistungen für Dritte	690	Verwaltungstätigkeiten	260	Std.	83.00	21'580									-
524	Dienstleistungen für eigene Träg	639	Übrige Tätigkeiten	780	Std.	139.00	108'420	34%								36'863
524	Dienstleistungen für eigene Träg	690	Verwalunostätigkeiten				-									-

Abbildung 34 Zuordnung der Kostenartengruppe auf die Kostenträger-Tätigkeitskombination

Überprüfung der Kapazität und die Gesamtsumme der Kosten und Erlöse

Sind alle Positionen erfasst, müssen nun die Kapazitäten und die Summe der Kosten und Erlöse überprüft werden.

Stimmen die geplanten mit den verteilten Kapazitäten überein? Vor allem die Kapazitäten des Personals müssen übereinstimmen. Falls die verteilten Personal Kapazitäten grösser sind als die geplanten, müssen Anpassungen vorgenommen werden. Das gleiche gilt auch, wenn es umgekehrt ist.

Kosternstellen		Geplant	Verteilt		Abweichung
Nr.	Bezeichnung	Menge	Menge	E	Menge
41	Betriebsleitung	1'966	1'966	Std.	-0
42.1	Forstpersonal	5'483	5'483	Std.	-
42.2	übriges Personal	-	-	0	-
404	Werkhof	-	-	0	-
403	Betriebsfahrzeuge	7'235	7'235	Ant.	-
43.1	Forstmaschinen allgemein	-	-	0	-
43.2	Forstmaschinen bodengestützt	881	881	MStd.	-0
43.3	Forstmaschinen seilgestützt	76	76	MStd.	0
44	Baugeräte & Trsp Maschinen	-	-	0	-
45	übrige Maschinen	-	-	0	-
46	Kleinmaschinen & Werkzeuge	6'579	6'579	Ant.	-
49	Verwaltung & Weiterbildung	6'869	6'869	Ant.	-

Abbildung 35 Kontrolle der Kapazitäten

Stimmen die Kapazitäten, kommt als nächstes die Überprüfung der Summe der Kosten und Erlöse zeilenweise (Kostenträger) mit der Summe der Kosten und Erlöse (FIBU Konti) spaltenweise. Diese Werte müssen gleich hoch sein. Falls nicht, muss der Fehler gesucht werden. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, dass die Auswertung des Leistungsbudgets und der Erfolgsrechnung zum gleichen Erfolg führen.

		Kosten	Erlös	Erfolg
	Total der Zeilen (Kostenträger)	875'358	991'955	116'597
	Total der Spalten (FIBU Konti)	875'358	991'955	116'597

Abbildung 36 Überprüfung der Summe der Kosten und Erlöse

Auswertung des Leistungsbudgets

Sind die Kapazitäten sowie die Kosten und Erlöse geprüft, kann nun das Leistungsbudget ausgewertet werden. Das Leistungsbudget zeigt die Kostenträgerauswertung und ist mit der detaillierten Betriebsabrechnung der IST-Kostenrechnung vergleichbar.

Das Leistungsbudget zeigt, mit welchen Produkten Geld verdient werden sollte und mit welchen Produkten kein Geld verdient wird.

Es zeigt auch, in welche Kostenträgerbereiche die meisten Stunden fließen und wie die Kostenstruktur (Systemkosten) aussieht.

Aus dem Leistungsbudget können wichtige Kennzahlen berechnet und ebenfalls budgetiert werden.

KST_KT	Tät_EG	Kto-Nr-Bez	Einheit	Werte Menge	Kosten	Erlös	Erfolg
524	390	11_Sachgüter- & Dienstleistungserlöse	Std	780.00	-	100'000.00	100'000.00
	390 Total				-	100'000.00	100'000.00
	639	04_Materialkosten (Zukauf Material)	0	-	1'084.20	-	-1'084.20
		06_Fremdleistungskosten	0	-	36'862.80	-	-36'862.80
		08_übrige Kosten	0	-	2'168.40	-	-2'168.40
		A 41 Betriebsleitung	Std.	70.20	4'095.22	-	-4'095.22
		A 42.1 Forstpersonal	Std.	710.00	26'701.08	-	-26'701.08
		A 403 Betriebsfahrzeuge	Ant.	780.20	1'323.24	-	-1'323.24
		A 43.2 Forstmaschinen bodengestützt	MStd.	200.00	19'352.22	-	-19'352.22
		A 46 Kleinmaschinen & Werkzeuge	Ant	780.20	6'330.68	-	-6'330.68
	639 Total				97'917.84	-	-97'917.84
	690	A 49 Verwaltung & Weiterbildung	Ant	780.20	6'454.34	-	-6'454.34
	690 Total				6'454.34	-	-6'454.34
524 Ergebnis					104'372.17	100'000.00	-4'372.17
Gesamtergebnis					875'358.19	991'955.00	116'596.81

Abbildung 37 Ausschnitt aus einem Leistungsbudget

3. Schritt: Überführung und Abgrenzung des Finanzbudgets sowie Auswertung der Plan-Erfolgsrechnung

Im dritten Schritt wird die Erfolgsrechnung der Kostenrechnung in die Plan-Erfolgsrechnung der Finanzbuchhaltung überführt. Dazu sind zwei Teilschritte notwendig.

Verteilung der Kostenarten-und Erlösgruppen auf die FIBU-Konti und deren Abgrenzung

Abgrenzungsrechnung FIBU - Kostenrechnung						
Bezeichnung	FIBU	FIBU Bez	Anteil	Wert FIBU	Abgrenzung	Wert KEA KR Wert KEA Gr
01_Personalkosten						320'900
	8200.301	Besoldungen inkl. S/N Leistungen	75%	240'675		240'675.00
	8200.303	Temporäre		-		-
	8200.305	Sozialversicherungsbeiträge	7%	22'463		22'463.00
	8200.3052	Personalversicherungsbeiträge	11%	35'299		35'299.00
	8200.3053	Unfall- + Krankenversicherungsbeitr.	7%	22'463		22'463.00
	8200.309	Übriger Personalaufwand		-		-
	8200.317	Reisekosten, Spesen		-		-

Abbildung 38 Ausschnitt aus der Abgrenzungsrechnung FIBU-Kostenrechnung

Zuerst wird die Summe der Kostenartengruppe bzw. Erlösartengruppe auf die FIBU-Konti mittels %-Anteil verteilt.

Anschliessend wird überlegt, ob in den Kosten und Erlöse Werte enthalten sind, welche nur in der Kostenrechnung berücksichtigt werden. Sollte dies der Fall sein, müssen diese Werte zur FIBU abgegrenzt werden. Dies geschieht über die Spalte Abgrenzung. Muss ein Wert abgezogen werden, dann wird er mit einem «Minus» Vorzeichen in der Spalte Abgrenzung erfasst.

Müssen solche Abgrenzungen vorgenommen werden, dann stimmen die Erfolge des Leistungsbudgets und der Plan-Erfolgsrechnung nicht mehr überein. Die Abgrenzungsrechnung zeigt die Brücke zwischen diesen beiden Erfolgen und die Unterschiede können begründet werden.

Auswertung der Plan-Erfolgsrechnung

Die Plan-Erfolgsrechnung stellt die Aufwandarten den Ertragsarten gegenüber. Aus der Differenz wird der Erfolg ermittelt. Sie zeigt, wie hoch der Anteil der einzelnen Aufwand- und Ertragspositionen sein wird. Diese Plan-Erfolgsrechnung kann nun in ein Gesamtbudget einer Institution integriert werden. Ein Auszug aus einer solchen Plan-Erfolgsrechnung zeigt die folgende Abbildung.

Plan Erfolgsrechnung 2017

Kto Nr	Bezeichnung	Aufwand	Ertrag	Erfolg	
0		0	875'358	991'955	116'597
8200.301	Besoldungen inkl. S/N Leistungen	240'675	-		
8200.303	Temporäre	-	-		
8200.305	Sozialversicherungsbeiträge	22'463	-		
8200.3052	Personalversicherungsbeiträge	35'299	-		
8200.3053	Unfall- + Krankenversicherungsbeitr.	22'463	-		
8200.309	Übriger Personalaufwand	-	-		
8200.31	Büromaterial	4'461	-		
8200.3101	Betriebs-Verbrauchsmaterial	167'910	-		
8200.311	Anschaffung Büromaschinen /-mobiliar	-	-		
8200.3111	Anschaffung Maschinen	-	-		
8200.313	Dienstleistungen Dritter	103'407	-		
8200.313	Holzerntearbeiten d. Dritte	91'701	-		
8200.313	übrige Arbeiten d. Dritte	-	-		
8200.3134	Sachversicherungen	31'768	-		
8200.3144	Baulicher und Betrieblicher Unterhalt	-	-		
8200.3151	Betrieb und Unterhalt Maschinen	141'598	-		
8200.316	Mieten, Benützungsgebühren	13'615	-		
8200.316	Werkhof / Büro	-	-		
8200.317	Reisekosten, Spesen	-	-		
8200.3631	Beiträge SELVA / SHF / Verbände	-	-		
8200.424	Arbeiten für Dritte	-	341'481		
8200.424	Ersatzmassnahmen	-	-		
8200.424	forstliche und nicht forstl. Leistungsaufträge	-	146'349		
8200.425	Stammholzverkäufe ø-Holzerlös Fr.76.65/m3	-	341'460		
8200.425	Energieholzverkäufe	-	85'365		
8200.4309	Nebennutzungen	-	-		
8200.4309	Nebenbetriebe	-	-		
8200.426	Rückerstattungen Dritter (inkl.Treibstoffzoll)	-	-		
8200.4631	Kantonsbeiträge	-	77'300		
8200.4631	Rückerstattungen des Kantons (LV)	-	-		
8200.4631	Beiträge Proj.opt.Betriebsstrukturen 2016-19	-	-		

Abbildung 39 Auszug aus einer Plan-Erfolgsrechnung

Mit dieser Auswertung ist der eigentliche Budgetierungsprozess abgeschlossen.

Ausführung und Steuerung

Die Jahresplanung wird zur Ausführung in einzelne Aufträge heruntergebrochen und ausgeführt. Für jeden Auftrag wird die Verbindung zu Kostenträger und Tätigkeiten gemäss Jahresplanung angegeben. Die Stunden, Maschinenstunden und direkte Kosten werden in der Kostenrechnung erfasst. Periodisch wird die IST-Kostenrechnung gemäss der definierten Struktur aus der Planung ausgewertet und mit dem Budget verglichen.

Damit dieser Vergleich aussagekräftig wird, werden für das Leistungsbudget die Soll-Kosten berechnet. Soll-Kosten sind an die tatsächlichen geleisteten Mengen angepasste Planungskosten.

Durch diesen Vergleich wird aufgezeigt, wie gut wir auf Kurs sind und ob wir das Erfolgsziel erreichen werden, sofern es so weitergeht wie geplant. Weichen wir zu stark vom Ziel ab, so können frühzeitig Massnahmen eingeleitet werden.

ANHANG

A-1. Ergänzungen zu einzelnen Berichtskapiteln

- A-1-1. Beschrieb der Elemente der Betrieblichen Planung (Kap. 2)
- A-1-2. Herleitung Handlungsbedarf mit Fernerkundung (Kap. 4.3)
- A-1-3. Anleitung zu Jahresplan und Budget (Kap. 4.7)

A-2. Toolbox

- A-2-1. Kurzbericht Erarbeitung Toolbox
- A-2-2. Toolbox: Beschrieb der einzelnen Instrumente
- A-2-3. TB Ausscheidung Lawinenlücken [1]
- A-2-4. TB FINT [6]
- A-2-5. TB Waldwirkung Steinschlag [16]
- A-2-6. TB TBk [19]
- A-2-7. TB Holzvorratskarte [21]

A-3. Ergänzungen zur Umsetzung im Fallstudienbetrieb Klosters

- A-3-1. Betriebsplan Klosters
- A-3-2. Massnahmen-Tool: Benutzungshinweise und Print Screens
- A-3-3. Mindmap für ein minimales betriebliches Infrastruktur-Management-System

ANHANG

A-1. Ergänzungen zu einzelnen Berichtskapiteln

- A-1-1. Beschrieb der Elemente der Betrieblichen Planung (Kap. 2)
- A-1-2. Herleitung Handlungsbedarf mit Fernerkundung (Kap. 4.3)
- A-1-3. Anleitung zu Jahresplan und Budget (Kap. 4.7)

A-2. Toolbox

- A-2-1. Kurzbericht Erarbeitung Toolbox
- A-2-2. Toolbox: Beschrieb der einzelnen Instrumente
- A-2-3. TB Ausscheidung Lawinenlücken [1]
- A-2-4. TB FINT [6]
- A-2-5. TB Waldwirkung Steinschlag [16]
- A-2-6. TB TBk [19]
- A-2-7. TB Holzvorratskarte [21]

A-3. Ergänzungen zur Umsetzung im Fallstudienbetrieb Klosters

- A-3-1. Betriebsplan Klosters
- A-3-2. Massnahmen-Tool: Benutzungshinweise und Print Screens
- A-3-3. Mindmap für ein minimales betriebliches Infrastruktur-Management-System

Toolbox für die betriebliche Planung im Gebirgswald

Dieser Anhang beschreibt die Vorgehensweise bei der Zusammenstellung der Toolbox für die betriebliche Planung im Gebirgswald. Dabei ging es darum, für den Praktiker relevante vorhandene, sich in Entwicklung befindender oder noch zu entwickelnde Instrumente und Lösungen zu erfassen und in einer einheitlichen Form zusammenzustellen. Die Präsentation der einzelnen erfassten Instrumente befindet sich im zweiten Teil dieses Anhangs.

Die Auswahl der Instrumente und deren Beschreibung wurden im Hintergrund der folgenden fünf Kriterien aus der Theorie der Verbreitung der Innovation gemacht (Rogers 1995, nach Lin und Chen 2012):

- der **relative Vorteil** zur aktuellen Situation (*was ist der Mehrwert für den Benutzer?*),
- der **Grad der Komplexität** und die entsprechend **wahrgenommene Schwierigkeit**, die neue Technik einzusetzen (*wie einfach lässt sich das Instrument bedienen im Verhältnis zum Mehrwert?*),
- die **Integrierbarkeit** in die bestehende Struktur (*lässt sich das Instrument einfach im Arbeitsumfeld integrieren? ... vor allem im Hinblick auf Datenaustausch bei Informatiklösungen? Sind die notwendige Inputdaten vorhanden bzw. können sie verhältnismässig einfach gewonnen werden?*),
- die Möglichkeit zum **Ausprobieren** vor der Anschaffung und
- der Grad der **Beobachtbarkeit** im Hinblick auf das Erkennen der **Konsequenzen** bei der Einführung einer neuen Technologie (*können potentielle Benutzer von der Erfahrung anderer Benutzer profitieren?*).

Die Auswahl der Instrumente erfolgte primär aus der Befragung von Personen aus der Hauptforschungsorganisationen in der Schweiz, sowie aus der Befragung einer Person aus dem Ausland. Dies sind: Renato Lemm für die WSL, Jochen Breschan und Leo Bont für die ETHZ, Harald Vacik für die BOKU (Wien) sowie Jean-Jacques Thormann, Luuk Dorren, Martin Ziesak und Patric Bürgi für die HAFL. Ferner wurde auf folgenden Websites Instrumente gesucht: www.waldwissen.net, www.planfor.ch und http://www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/index_DE.

Die folgende Tabelle (Tab. 1) fasst die Attribute zusammen, die für die Beschreibung der ausgewählten Instrumente beigezogen worden sind.

Tag. 1 Attribute für die Beschreibung der ausgewählten Instrumente.

Attribut	Erläuterung
Bezeichnung	Bezeichnung des Konzepts, des IT-Tools
Abkürzung	
Zuständige Organisation	Organisationsbezeichnung und Adresse angeben
Ansprechperson	... für weitere Informationen Name, Tel und Email angeben
Instrumententyp	Papier-Lösung, IT-Tool, andere
Entwicklungsstadium	Projektskizze (nicht nur eine Idee), Konzept, Prototyp ohne/mit Praxiseinsatz, Prototyp ohne/mit Praktikern als Benutzer, Produkt
Geschäftsmodell	... Verkauf von Lizenzen und/oder Dienstleistungen, ... oder noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	Sinn und Zweck des Instruments bzw. wofür ist er nützlich?

Attribut	Erläuterung
	Hauptfunktionalitäten?
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Auflistung
Bedürfniselemente-Nr	Auflistung
Inputdaten	Auflistung Muss, Optional
Einsatzbereich, Einschränkung	
Besondere Stärke des Instruments	Auflistung
Verbesserungsbedarf	Auflistung mit Prioritätenangaben
Einsatzbeispiele in der Praxis	
Dokumente	
Notwendige Infrastruktur	Hardware, Software, sonstige
Betriebssystem wenn zutreffend	
Spezielle notwendige Kompetenzen	z.B. im Bereich GIS, Datenbank, Statistik, Operation Research, Programmierung, ...
Einarbeitungszeit	... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenz schon im Voraus hat ... < 1 Tag, < 1 Woche, < 1 Monat, > 1 Monat
Anschaffungskosten des Instruments	... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendige Infrastruktur < 500 CHF, < 2000 CHF, < 5000 CHF, < 10'000 CHF, >10'000 CHF
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments	
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen	... anstatt selber das System im eigenen Arbeitsumfeld einzuführen, besteht die Möglichkeit Dienstleistungen bzgl. des Instruments zu beziehen? Wenn ja, bei wem?
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrade)	
Geplante Weiterentwicklung	Was (welche zusätzliche Funktionalitäten), bis wann, wie gesichert?
Einsatzmöglichkeiten in Klostern inkl. jeweils Kostenabschätzung und Zeitaufwand für den Förster	... Instrument zur Verfügung stellen ohne/mit Begleitung bei der Einführung ... Dienstleistung bereitstellen
Bevorzugte Form der Einsatzmöglichkeiten	

Eine Access-Datenbank wurde eigens für dieses Projekt entwickelt, um die Instrumente zu beschreiben und zu dokumentieren. Der zweite Teil dieses Anhangs ist einen Auszug aus diesem Datenbank.

Abb. 1 gibt einen Überblick über die im Rahmen dieses Projekts definierten Bedürfniselementen, inkl. Handlungsbedarf. Abb. 2 gibt einen Überblick über die Anzahl ausgewählten Instrumenten geordnet nach Bedürfniselementen.

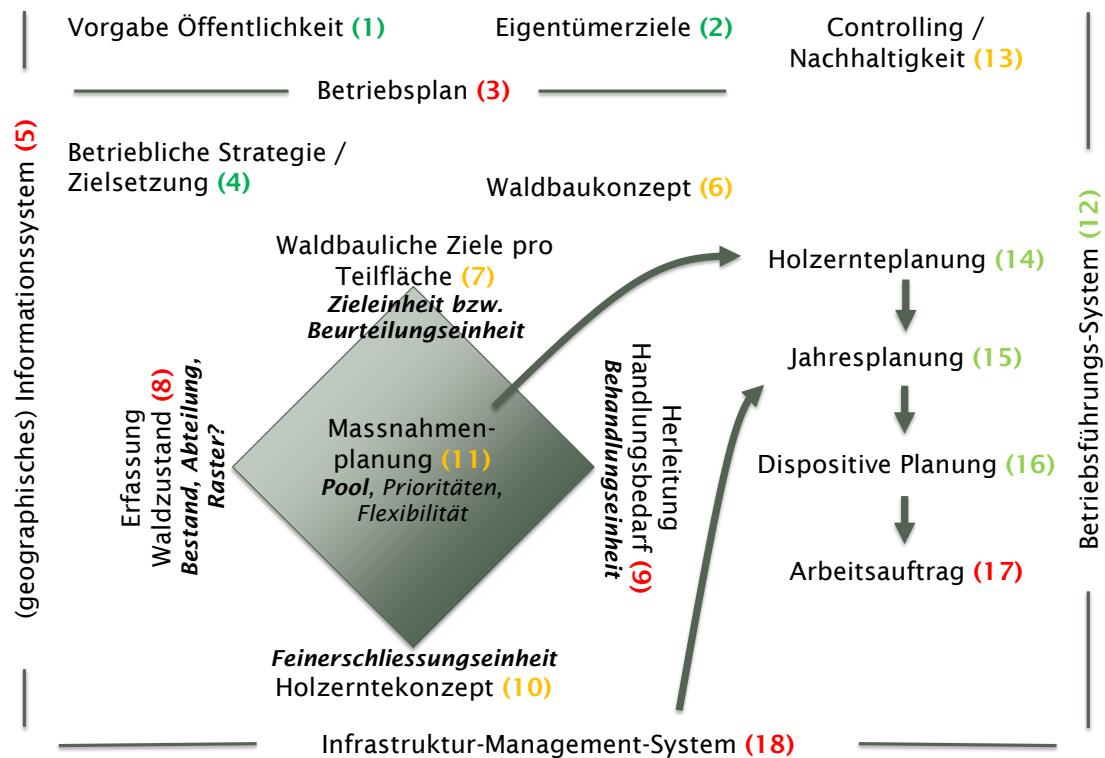


Abb. 1 Übersicht über die in diesem Projekt definierten Bedürfniselemente; die Nummer in Klammern informieren über die Nummer der einzelnen Elemente, die Farbe über den Handlungsbedarf (von Rot mit der höchste Priorität bis Grün mit der niedrigste Priorität)

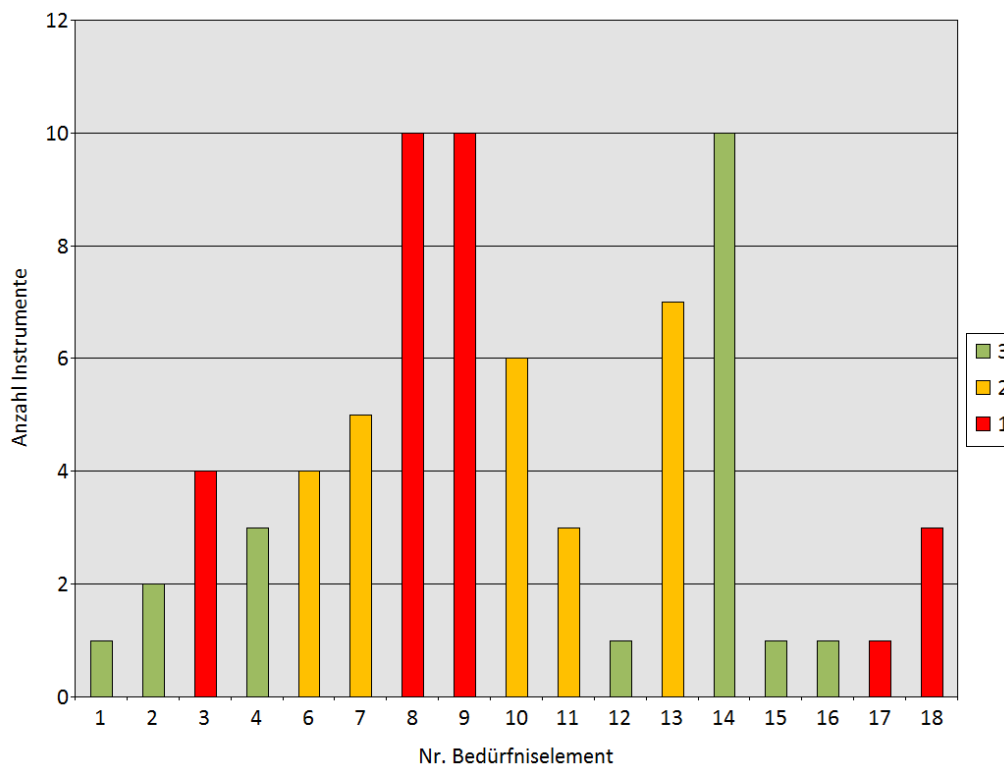


Abb. 2 Anzahl Instrumente nach Bedürfniselementen; die Farbe entspricht den Handlungsbedarf der Elementen (von Rot mit der höchste Priorität bis Grün mit der niedrigste Priorität)

Es gibt mindestens ein Instrument pro Bedürfniselement. Alle Bedürfniselemente der Handlungsprioritätsstufe „mittel bis hoch“ haben, mit einer Ausnahme, mindestens drei Instrumenten zuwiesen bekommen, mit 10 als Höchstzahl. Tab. 2 gibt einen Überblick über die Zuordnung der einzelnen ausgewählten Instrumente zu den Bedürfniselementen.

Tag. 2 Instrumente nach Bedürfniselementen

Bedürfniselement → Instrument↓	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ausscheidung von kritischen Lücken in Bezug auf Waldlawinen							x	x				x					
Seilkranstützen entlang einer Seillinie festlegen									x	x			x				
Digitales Wegemanagement-System																	x
Effiziente Forstliche Betriebsinventur							x										
Ein multikriterielles Entscheidungssystem für die multifunktionale und nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern auf forstbetrieblicher Ebene		x		x	x	x						x					
Find INdividual Trees							x	x					x				
FOCUS: Ein multinationales europäisches Forschungsprojekt zur Optimierung forstlicher Produktionsketten			x	x	x	x	x			x	x	x		x	x	x	
GIS-Fernerkundung Toolbox						x	x	x									
Kalkulation von Holzerntearbeiten: Das Holzernteproduktivitätsmodell HeProMo									x				x				
KnnWorkbook									x				x				
MOTI - Waldinventur leicht gemacht					x		x	x					x				
Optimales Holzerntekonzept und Anordnung mehrerer Seillinien für ein gegebenes Strassennetzwerk									x				x				
Pilotprojekt zur Beurteilung von			x				x	x				x					

Bedürfniselement → Instrument ↓	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Schutzwäldern mittels Fernerkundung																	
Reengineering von Strassennetzwerken									x				x				x
Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag								x				x					
Seilkranlinien in einem Waldgebiet festlegen Vereinfachte Version (Minimierung der Anzahl Seilkranlinien)									x				x				
Sortierungssimulator SorSim							x						x				
Toolkit zur Erarbeitung von Bestandeskarten aus Fernerkundungsdaten						x	x	x									
Trinkwasserschutz-Tool	x																
Vorratskarte aus Fernerkundungsdaten und permanenten Stichproben			x					x				x	x				
Waldwachstumssimulationsmodell der neuen Generation SiWaWa					x		x	x									
Wegscanner																	x
WIS.2 Cockpit - Management der Waldökosysteme		x	x	x		x		x		x		x					

Christian Rosset @ HAFL / 15.02.2016

Bezeichnung	Ausscheidung von kritischen Lücken in Bezug auf Waldlawinen	
Abkürzung		
Zuständige Organisation:		
Bezeichnung	ETH, Forstliches Ingenieurwesen	
Adresse:	Schweiz, 8092 Zürich, Universitätstrasse 22	
Anprechsperson	Jochen Breschan	
Instrument:		
Instrumententyp	IT-Tool (Software)	
Entwicklungsstadium	Prototyp ohne Praxiseinsatz	
Geschäftsmodell	noch nicht geklärt	
Kurzbeschreibung	Aufgrund einer Waldmaske und eines digitalen Terrainmodells wird für Lücken im Wald geprüft, ob diese aufgrund ihrer Ausdehnung als kritisch in Bezug auf Waldlawinen zu beurteilen sind. Lokale Parameter wie Exposition und Hangneigung werden dabei berücksichtigt.	
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Karte kritischer Waldlücken	
Notwendige Inputdaten	Geodaten: Digitales Terrainmodell, Vegetationshöhenmodell	
Optionale Inputdaten		
Einsatzbereich, Einschränkung		
Besondere Stärke des Instruments	Lokale Topographie bei der Beurteilung berücksichtigt.	
Verbesserungsbedarf	Die Sensitivität des Models in Bezug auf kleiner Änderungen in den Rasterdaten reduzieren.	
Einsatzbeispiele in der Praxis	Davos	
Geplante Weiterentwicklung	Im Rahmen einer zweiten MSc-Arbeit soll das Modell verfeinert werden.	
Dokumente	Masterarbeit Andreas Gabriel	

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	ArcGIS - Python	
Betriebssystem	Windows 7; Windows 8	
Spezielle notwendige Kompetenzen	GIS -> Grundlagendaten aufbereiten	
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments < 100 CHF

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2014

Bezeichnung	Seilkranstützen entlang einer Seillinie festlegen
Abkürzung	
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	ETH, Forstliches Ingenieurwesen
Adresse:	Schweiz, 8092 Zürich, Universitätstrasse 22
Anprechsperson	Leo Bont, Jochen Breschan
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Prototyp mit Praktiker als Benutzer
Geschäftsmodell	andere
Kurzbeschreibung	Basierend auf den Koordinaten des Anfangs- und Endpunktes der Linie wird aus einem Höhenmodell das Längenprofil extrahiert und anschliessend unter Berücksichtigung seilmechanischer Eigenschaften das optimale Layout (Position und Höhe der Stützen) für die Seillinie errechnet.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Lage und Höhe der Stütze
Notwendige Inputdaten	Anfangs- und Endpunkt der Seillinie + Topographie (DHM) + Seilparameter (Benutzer)
Optionale Inputdaten	Stützenpositionen können manuell eingegeben werden
Einsatzbereich, Einschränkung	
Besondere Stärke des Instruments	Die neu entwickelte Methode berechnet den Verlauf der Lastwegkurve und die darin auftretenden Kräfte genauer als die bisher auf dem Markt erhältlichen Tools und ist imstande die optimale Position und Höhe der Stützen zu ermitteln. Der Grund für die genaueren Resultate des neuen Tools, besteht in der Annahme der Verankerung des Tragseils an den jeweiligen Endpunkten. In Europa eingesetzte forstliche Seilkräne weisen ein Tragseil auf, das an beiden Enden fix verankert ist. Das Verhalten von fix verankerten Tragseilen ist mathematisch sehr schwer zu beschreiben und lässt sich nicht analytisch lösen. Deshalb wurde bis anhin im Forstbereich mit vereinfachten linearisierten Annahmen gerechnet, was dem Verhalten eines gewichtsgespannten Tragseils entspricht und als Methode von Pestal bekannt ist. Gewichtsgespannte Tragseile werden für den Personentransport eingesetzt. Wir verwenden für die Berechnung der Lastwegkurve eine iterative Methode, welche von Zweifel (1960) beschrieben und speziell für fix verankerte Tragseile entwickelt wurde. Dies macht die Mathematik wesentlich anspruchsvoller, führt aber zu genaueren realistischeren Resultaten. Die vorgestellte Methode ist die erste, welche von einem fix verankerten Tragseil ausgeht und gleichzeitig das mathematisch optimale Stützenlayout identifiziert. Im Gegensatz zu Methoden, die ein gewichtsgespanntes Tragseil annehmen, erzielt unser Ansatz realistischere Lösungen mit längeren Seilfeldern und tieferen Stützenhöhen, was schlussendlich zu tieferen Installationskosten führt.
Verbesserungsbedarf	Feinschliff muss noch gemacht
Einsatzbeispiele in der Praxis	steht für Praktiker zur Verfügung; getestet an der Försterschule Maienfeld
Geplante Weiterentwicklung	offen, je nach Feedback
Dokumente	Dokumentation ist vorhanden. Artikel für Wald und Holz ist in Vorbereitung

BONT, L., & HEINIMANN, H. (2012). Optimum geometric layout of a single cable road. European Journal of Forest Research, 1-10, doi:10.1007/s10342-012-0612-y.
 PESTAL, E. (1961). Seilbahnen und Seilkräne für Holz- und Materialtransporte. Wien und München: Georg Fromme & Co.
 ZWEIFEL, O. (1960). Seilbahnberechnung bei beidseitig verankerten Tragseilen. Schweizerische Bauzeitung, 78(1 / 2), 11.

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	GIS (QGIS) Systemvoraussetzungen sollten für Q Gis erfüllt sein		
Betriebssystem	Windows XP; Linux		
Spezielle notwendige Kompetenzen	Q Gis Kenntnisse für Weiterentwicklung sind Python Kenntnisse nötig		
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments	< 100 CHF
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments

ETH LUE - Forstliches Ingenieurwesen,
 Leo Bont, Patricia Moll, Jochen Ruben Breschan

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

ETH LUE - Forstliches Ingenieurwesen,
 Leo Bont, Patricia Moll, Jochen Ruben Breschan

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2015

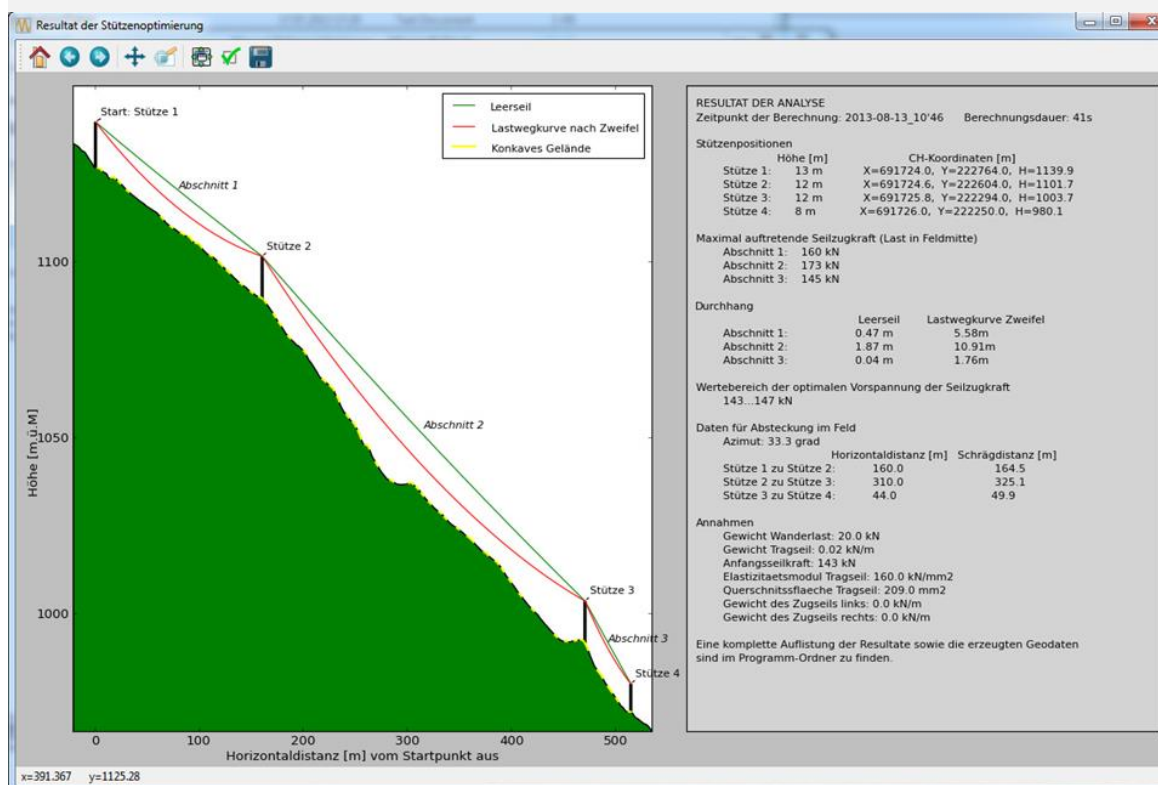


Abbildung: Screenshot der Anwendung

Abkürzung	-
-----------	---

Zuständige Organisation:

Bezeichnung	-
Adresse:	-
Anprechsperson	Bei Rückfragen: gerne an M. Ziesak, HAFL

Instrument:

Instrumententyp	IT-Tool
Entwicklungsstadium	
Geschäftsmodell	
Kurzbeschreibung	Es existieren keine fertige "out-of-the-box" Lösungen. Grössere Verwaltungen haben solche Systeme bereits konzipiert, arbeiten an der Einführung oder haben es bereits einige Jahre im aktiven Einsatz.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Effizienzgewinne sind v.a. dann zu generieren, wenn das System an die entsprechenden Prozesse angebunden wird (z.B. Wegeunterhalt).
Notwendige Inputdaten	Digitale Wegedaten: Geometrien + ergänzende Attribute (wichtig!!!)
Optionale Inputdaten	Laufender Vollzug "belebt" das System.
Einsatzbereich, Einschränkung	Vermutlich erst ab einer gewissen Betriebsgrösse.
Besondere Stärke des Instruments	
Verbesserungsbedarf	
Einsatzbeispiele in der Praxis	Thüringen
Geplante Weiterentwicklung	

Dokumente

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	GIS; ERP System
Betriebssystem	
Spezielle notwendige Kompetenzen	GIS-Kompetenz ERP System Kompetenz Management-Kompetenz

Einarbeitungszeit		Anschaffungskosten des Instruments	
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*	-
---	---

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

Bezeichnung	Effiziente Forstliche Betriebsinventur
Abkürzung	-
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Anton Bürgi
Instrument:	
Instrumententyp	IT-System (Hardware und Software); andere; IT-Tool (Erweiterung eines bestehendes Software)
Entwicklungsstadium	Projektskizze (nicht nur eine Idee)
Geschäftsmodell	noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	Das Ziel besteht in der Entwicklung einer effizienten und zweckmässigen forstlichen Betriebsinventur. Die wichtigsten allgemeinen Anforderungen an die Inventur bestehen in der Möglichkeit, (i) den heterogenen Bedingungen der Schweizer Forstbetriebe Rechnung zu tragen, (ii) die Informationen auch auf der Ebene der einzelnen Waldbestände zu generieren, sowie in der (iii) Finanzierbarkeit der Inventur. Es soll ein Gesamtkonzept für eine Inventur mit Schnittstellen zu der darauf aufbauenden betrieblichen Planung entworfen und als Prototyp im Rahmen von Fallstudien umgesetzt werden.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Das Ergebnis besteht in der Gesamtkonzeption, die als Prototyp für zwei Fallbeispiele vorliegt. Die Datenerhebung d.h. Kontrollstichproben, Fernerkundungsdaten und weitere Informationen wie z.B. Inventurdatenarchive, LFI-Daten, Nutzungsstatistiken, ist hinsichtlich Anzahl und Lokalisation der Kontrollstichproben analysiert und zu einem sinnvollen Ganzen zusammengefügt. Die Schnittstellen zu den wichtigen und vorhandenen Planungstools sind aufgezeigt. Das neue Inventursystem ist umfassend bewertet und der Handlungsbedarf für die anschliessende Umsetzung in den Fallbeispielen. Neben diesen mehr konzeptionellen Ergebnissen werden aus dem Projekt konkrete Softwareprodukte hervorgehen.
Notwendige Inputdaten	
Optionale Inputdaten	
Einsatzbereich, Einschränkung	
Besondere Stärke des Instruments	
Verbesserungsbedarf	
Einsatzbeispiele in der Praxis	
Geplante Weiterentwicklung	
Dokumente	Projekteingabe
Informationen für den Einsatz des Instruments:	
Notwendige Infrastruktur	
Betriebssystem	

Spezielle notwendige
Kompetenzen

Einarbeitungszeit

Anschaffungskosten des Instruments

*... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat*

*... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur*

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

Bezeichnung	Ein multikriterielles Entscheidungssystem für die multifunktionale und nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern auf forstbetrieblicher Ebene
Abkürzung	-
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Clemens Blattert
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Software); IT-Tool (Erweiterung eines bestehenden Software)
Entwicklungsstadium	Projektskizze (nicht nur eine Idee)
Geschäftsmodell	noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	Entwicklung eines multikriteriellen Systems zur Entscheidungsunterstützung im Rahmen einer Doktorarbeit: Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung beinhaltet heute nicht mehr nur die Funktion der reinen Holzproduktion, sondern berücksichtigt daneben auch ökologische Aspekte sowie gesellschaftliche Interessen. Das Hauptziel ist es, die drei Zieldimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft – bestmöglich aufeinander abzustimmen. Eine nachhaltige und multifunktionale Forstwirtschaft stellt Forstbetriebe heute vor eine grosse Herausforderung. Denn sie müssen im Rahmen ihrer forstlichen Planung langfristige und weitreichende Entscheide treffen, die einen massgeblichen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Wälder, die Bereitstellung der nachgefragten Leistungen und die zukünftige wirtschaftliche Leistungsfähigkeit ihrer Betriebe haben. Dies ist eine schwierige und komplexe Aufgabe. Das Entscheidungssystem soll die anspruchsvolle Planung und Steuerung des komplexen Waldökosystems zu unterstützen. Es soll ermöglichen, geeignete waldbauliche Behandlungsstrategien zu ermitteln, um die Schweizer Waldpolitik 2020 im Rahmen der Forstplanung bestmöglich zu realisieren
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Im Rahmen dieses Projektes werden folgende Fragestellungen untersucht: - Wie lassen sich die Ziele der Schweizer Waldpolitik 2020 – Ökonomie, Schutz vor Naturgefahren, Biodiversität, Erholung und Freizeit sowie CO₂-Speicherung – in praktikable Zielwerte für das Management auf betrieblicher Ebene umsetzen? - Welche waldbaulichen Behandlungsstrategien eignen sich, um die Ziele bestmöglich zu erfüllen? - Was sind geeignete Indikatoren und Methoden, um die waldbauliche Behandlungsstrategien hinsichtlich der Zielerfüllung zu vergleichen? - Wie sind die waldbaulichen Behandlungsstrategien im Hinblick auf die Erfüllung der Ziele zu bewerten: • Was sind optimale Zielerreichungsprofile für die Strategien, sowohl auf Bestandes- wie auch auf Betriebsebene? • Gibt es eine Art «WIN-WIN-Strategie» (Trade-off Situation) - Welchen Einfluss übt der Klimawandel auf die Erfüllung der Ziele aus? - Welche finanziellen Konsequenzen resultieren für einen Forstbetrieb aus der Erfüllung der unterschiedlichen Ziele?
Notwendige Inputdaten	
Optionale Inputdaten	
Einsatzbereich, Einschränkung	
Besondere Stärke des Instruments	

Bezeichnung	Ein multikriterielles Entscheidungssystem für die multifunktionale und nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern auf forstbetrieblicher Ebene		
Verbesserungsbedarf			
Einsatzbeispiele in der Praxis			
Geplante Weiterentwicklung	in der Entwicklung		
Dokumente	Projektskizze		
Informationen für den Einsatz des Instruments:			
Notwendige Infrastruktur			
Betriebssystem			
Spezielle notwendige Kompetenzen			
Einarbeitungszeit		Anschaffungskosten des Instruments	
<i>... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat</i>		<i>... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur</i>	
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*			
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*			
<i>* wenn anders als die zuständige Organisation</i>			
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)			

Abkürzung	FINT
-----------	------

Zuständige Organisation:

Bezeichnung	International Ecorisq association
Adresse:	c/o Prof. Dr. Markus Stoffel - ISE 7, route de Drize CH-1227 Carouge Genève Switzerland tel: +41 31 910 2978 E-mail: info(at)ecorisq.org
Anprechsperson	Luuk Dorren

Instrument:

Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Produkt
Geschaeftsmodell	andere
Kurzbeschreibung	Baumpositionen und Baumhöhe ermitteln (nach der GIS-Methode "local max")
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Baumposition, Baumhöhe und BHD (abgeleitet)
Notwendige Inputdaten	Digitales Geländemodell + digitales Oberflächenmodell bzw. Vegetationshöhenmodell
Optionale Inputdaten	Funktion für die Bestimmung des BHD
Einsatzbereich, Einschränkung	Nadelhölzer; Laubholz: setzt eine Vorbereitung der Daten voraus Rasterauflösung: max. 1 m
Besondere Stärke des Instruments	sehr schnelle, robuste und zugleich einfache Methode
Verbesserungsbedarf	Perfektionierung
Einsatzbeispiele in der Praxis	Ingenieurbüros im Bereich Naturgefahren, die Mitglieder bei Ecorisq sind.
Geplante Weiterentwicklung	siehe Verbesserung
Dokumente	Handbuch (PDF)

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	-	
Betriebssystem	DOS; Windows XP; Windows 7; Windows 8	
Spezielle notwendige Kompetenzen	GIS	
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments < 500 CHF
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments	Luuk Dorren	

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2015

Bezeichnung	FOCUS: Ein multinationales europäisches Forschungsprojekt zur Optimierung forstlicher Produktionsketten
Abkürzung	FOCUS
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	BFH für die Schweiz: HAFL + Departement Technik und Informatik
Adresse:	
Anprechsperson	Christian Rosset (Teil forstliche Planung und Waldbau), Martin Ziesak (Teil Holzernte)
Instrument:	
Instrumententyp	IT-System (Hardware und Software)
Entwicklungsstadium	Konzept
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	Das FOCUS Projektziel ist die Entwicklung einer innovativen Plattform, um sowohl den Planungs- als auch den Kontrollprozess einer kompletten Baum-zu-Produkt-Kette zusammenzufassen. Diese Plattform soll bei Forstproduzenten bis hin zu Industriepartnern und für eine Auswahl an vier forstlich basierte Wertschöpfungsketten (Holz, Zellstoff, Biomasse und Kork) Anwendung finden. Hierfür bringt FOCUS kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), Experten und Organisationen auf den Gebieten der Forstwirtschaft, Sensortechnik, Automation und Softwareentwicklung zur Verbesserung und Herstellung von Technologien zusammen, die für die Planung und Überwachung von Waldwachstum, Holzernte, Holztransport und industriellen Prozessen am geeignetsten sind.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	- Strategischer Plan inkl. optimierte Massnahmenkarte (Erlös, Kosten) und Hiebsatz - Taktischer und operationeller Plan inkl. optimierter Einsatzplan für die Holzernte (Teams, Maschinen; jährlich, monatlich, ev. wöchentlich) - Cockpit zur Überwachung der Waldentwicklung und des betrieblichen Geschehens (mobile und Desktop) - Vernetzung der vorhanden Daten für deren Auswertung im Cockpit und in der Planungs- und Kontrollsoftware - MOTI+ als Entscheidungstool für die Erarbeitung von Waldbaukonzepten, für die Durchführung der waldbauliche Detailplanung und als Vorbereitung und Nachbearbeitung für die Anzeichnung - Automatisches Sammeln von Maschinendaten inkl. Auswertung
Notwendige Inputdaten	- Schon vorhandene Daten vernetzen und durch die FOCUS Plattform für verschiedene Software inkl. der FOCUS Cockpit leicht verfügbar machen - Sensordaten aus Erntemaschinen automatisch erfassen - Möglichkeit Daten halb-automatisch oder manuell mit dem Cockpit zu erfassen
Optionale Inputdaten	
Einsatzbereich, Einschränkung	sollte grundsätzlich skalierbar und leicht anpassbar sein
Besondere Stärke des Instruments	- Modernste Planungssoftware wird die optimale Ausführung von Abläufen entlang der Wertschöpfungsketten auf längere Sicht wie auch auf der Ebene von Arbeitseinsätzen voraussehen sowie Strategien, Planziele und operative Abläufe festlegen, die die bestmögliche Nutzung der vorhandenen Produktionsressourcen gewährleisten. - Sensoren und Automationssysteme werden Datenmaterial aus diversen Quellen sammeln, die dafür verantwortlich sind, Ausführungen von Arbeitsabläufen vor Ort zu verfolgen, aufzuzeichnen und zu bewerten. - Mobile Kommunikationseinheiten werden präzise Anweisungen für Personal und Ausrüstung zur planmäßigen Arbeitsdurchführung vor Ort bereitstellen.

Bezeichnung	FOCUS: Ein multinationales europäisches Forschungsprojekt zur Optimierung forstlicher Produktionsketten		
	- Die ausgeklügelte Infrastruktur basiert auf vollständig kompatiblen Komponenten und Hardwarelösungen, die eine (annähernd) echtzeitfähige Planung und Kontrolle ermöglichen. Um dazu Strategien und Pläne schnellstmöglich anzupassen und neue Instruktionen geben zu können, werden Arbeitsvorgänge zentral vor Ort überwacht.		
Verbesserungsbedarf	Projektdauer: 01.01.2014 - 30.06.2016		
Einsatzbeispiele in der Praxis	Vorgesehene Umsetzung in der Schweiz: Forstbetrieb Winterthur und ev. OAK Schwyz		
Geplante Weiterentwicklung	Projektdauer: 01.01.2014 - 30.06.2016		
Dokumente	Deutsch: Poster als PDF English: www.focusnet.eu		
Informationen für den Einsatz des Instruments:			
Notwendige Infrastruktur	FOCUS Plattform (Open Source) + Software, die sich an der Plattform andocken		
Betriebssystem			
Spezielle notwendige Kompetenzen			
Einarbeitungszeit		Anschaffungskosten des Instruments	
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*			
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*			
* wenn anders als die zuständige Organisation			
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)			

Bezeichnung	ForestGlass: Kontextuelle Entscheidungsgrundlagen im Wald leicht verfügbar machen		
Abkürzung	ForestGlass		
Zuständige Organisation:			
Bezeichnung	HAFL		
Adresse:			
Anprechsperson	Christian Rosset		
Instrument:			
Instrumententyp	IT-System (Hardware und Software)		
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz		
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt		
Kurzbeschreibung	Der technologische Fortschritt im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie der letzten Jahre ist gewaltig. Jeder von uns hat mit seinem Smartphone mittlerweile einen kleinen Computer in seiner Tasche. Dieser verfügt über Sensoren wie Kamera und GPS und kann sich mit dem Internet und anderen mobilen Geräten verbinden. „Google Glass“ geht noch einen Schritt weiter. Mit einem auf die Brille montierten Display können Informationen, Graphiken, Karten oder Bilder hochauflösend in das Sichtfeld eingeblendet werden. Auf Google Glass können dank GPS-Positionierung z.B. ortsgebundene relevante Information für die Entscheidungsfindung eingeblendet werden, die sonst meist nur im Büro und/oder auf Papier verfügbar wären (z.B. die Chronologie früherer Eingriffe mit Angaben Erntekosten für den Bestand in dem man steht, Angaben über den Waldeigentümer, ...). Fehlende oder nicht aktuelle Daten können einfach und kostengünstig erfasst werden (Komplementarität zum Projekt Moti). Relevante Aspekte des Waldzustands können systematisch mit Fotos und Videos räumlich dokumentiert werden. Später kann darauf zurückgegriffen werden, z.B. wenn es darum geht, die Wirkung eines Eingriffs nach mehreren Jahren zu erkennen (Komplementarität zum Projekt Sylvothèque.ch). Im Rahmen des geplanten Projekts geht es darum, das Potential von Google Glass zur Unterstützung der Forstleute in ihrer Bewirtschaftungstätigkeit vor Ort im Wald zu untersuchen.		
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung			
Notwendige Inputdaten			
Optionale Inputdaten			
Einsatzbereich, Einschränkung			
Besondere Stärke des Instruments	Information an Ort und Stelle wo man sie braucht zur Verfügung stellen.		
Verbesserungsbedarf	Gleiche Funktionalitäten auf Smartphone und/oder Tablet implementieren.		
Einsatzbeispiele in der Praxis	Erster Versuch in La Lignère (VD)		
Geplante Weiterentwicklung	Projekt bis Ende Jahr fertigstellen		
Dokumente	WIKI (auf English)		

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	Google Glass		
Betriebssystem			
Spezielle notwendige Kompetenzen			
Einarbeitungszeit		Anschaffungskosten des Instruments	
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*			
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*			
* wenn anders als die zuständige Organisation			
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)			2015

Bezeichnung	GIS-Fernerkundung Toolbox
Abkürzung	-
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Christian Ginzler
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Erweiterung eines bestehendes Software)
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	Arbeitsumgebung im GIS mit Tools für die Bearbeitung der Fernerkundungsdaten, insbesondere die Herleitung von Bestandesmerkmalen wie Oberhöhe, Vorrat, Laubholzanteil, Deckungsgrad ...
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	- Oberhöhe (hdom): Mittelwert aus der maximalen Baumhöhen bzw. Höhe des VHM pro Are (Raster 10*10m) - Deckungsgrad der Hauptschicht: Kronenbedeckung im Bereich 2/3-3/3 vom hdom - Verjüngungslücken (> 3 Are) - Laubholzanteil - Vorrat; gestützt auf die Ergebnisse einer SP-Inventur - Steilrand: grosse Höhenunterschied mit Nachbarbeständen und ungünstige Exposition > z.B. West bzgl. Windwurf)
Notwendige Inputdaten	- Vegetationshöhenmodell (aus LiDAR und/oder Stereokorrelation aus Luftbildern) - Orthophoto
Optionale Inputdaten	- Stichprobeninventur (zwingend für den Vorrat)
Einsatzbereich, Einschränkung	Grundsätzlich einsetzbar in der ganzen Schweiz
Besondere Stärke des Instruments	GIS-Arbeitsumgebung kann einfach eingerichtet werden.
Verbesserungsbedarf	Nur für GIS-Spezialist
Einsatzbeispiele in der Praxis	Anwendung im Rahmen des Unterrichts an der HAFL
Geplante Weiterentwicklung	Lösung für nicht Spezialist ? (siehe TBk)
Dokumente	Skript für den Unterricht an der HAFL (Modul Waldinventur, Waldwachstum und forstliche Planung)

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	- ArcGIS inkl. Erweiterung Spatial Analyst oder QGIS mit LASTools (Software für die Bearbeitung von LiDAR-Daten, Kosten: 1000-2000 Euro); bei QGIS gibt es noch wenig Erfahrung - Fugro Viewer (Freeware; nicht notwendig)
Betriebssystem	multi-platform

Spezielle notwendige
Kompetenzen

GIS, LiDAR

Einarbeitungszeit

<1Woche

Anschaffungskosten des Instruments

< 2'000 CHF

*... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat*

*... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur*

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2015

Bezeichnung	Kalkulation von Holzerntearbeiten: Das Holzernteproduktivitätsmodell HeProMo		
Abkürzung	HeProMo		
Zuständige Organisation:			
Bezeichnung	WSL		
Adresse:			
Anprechsperson	Fritz Frutig		
Instrument:			
Instrumententyp	IT-Tool (Software)		
Entwicklungsstadium	Produkt		
Geschaeftsmodell	gratis Download		
Kurzbeschreibung	Das Holzernteproduktivitätsmodell HeProMo dient der Berechnung von Zeitaufwand und Kosten von verschiedenen Holernteverfahren. Siehe: http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_hepromo/index_DE		
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	"HeProMo" berechnet Zeitaufwand, Produktivität und Kosten der wichtigsten Holzernteprozesse.		
Notwendige Inputdaten	manuell > direkt Einträge auf die Benutzeroberfläche		
Optionale Inputdaten	-		
Einsatzbereich, Einschränkung	Mit "HeProMo" können Vorkalkulationen durchgeführt und Varianten geprüft werden. Damit eignet es sich auch zur Herleitung von Pauschalansätzen, z. B. als Grundlage für Leistungsvereinbarungen. "HeProMo" hilft Unternehmern, Offerten zu erstellen und ermöglicht es Forstbetrieben und Waldbesitzern, Unternehmerofferten kritisch zu prüfen. Sensitivitätsanalysen helfen, den Einfluss einzelner Eingabegrößen auf das Ergebnis abzuschätzen. "HeProMo" eignet sich speziell auch für die Aus- und Weiterbildung und den Einsatz in Schulen und Kursen. Mit seinen Bausteinen unterstützt es zudem die Weiterverwendung in anderen Anwendungen wie Simulationsmodellen und Informationssystemen.		
Besondere Stärke des Instruments	Einfache Benutzeroberfläche		
Verbesserungsbedarf	Aktualisierung einzelner Modelle mit älteren Datengrundlagen		
Einsatzbeispiele in der Praxis	Einsätze sind zahlreich, inkl. im Bereich der Ausbildung (Försterschule, Hochschule). Überall, wo Holzerntearbeiten zu kalkulieren sind.		
Geplante Weiterentwicklung	2014, folgende Modelle wurden aktualisiert: Holzhauerei motormanuell, Schlepper, Radharvester. Neues Modell für Kombiseilgeräte, Modelle für Energieholzaufbereitung		
Dokumente	siehe: http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_hepromo/index_DE		

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	-		
Betriebssystem	Windows XP; Windows 7; Windows 8		
Spezielle notwendige Kompetenzen	-		
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments	0 CHF

*... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat*

*... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur*

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2007

Bezeichnung	KnnWorkbook
Abkürzung	-
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Renato Lemm
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Erweiterung eines bestehendes Software)
Entwicklungsstadium	Produkt
Geschaeftsmodell	gratis Download
Kurzbeschreibung	Das KnnWorkbook ist ein auf Microsoft Excel 2007 bzw. Excel 2010 basierendes Softwareinstrument. Mit dem KnnWorkbook lassen sich Auswertungen mittels der Methode der k Nächsten Nachbarn (kNN) durchführen. Das KnnWorkbook erlaubt es, eine unbekannte abhängige Variable eines Datensatzes über die Ähnlichkeit zu Referenzdatensätzen mit bekannten Werten zu schätzen. Aus einer Holzschlagdatenbank eines Forstbetriebes oder eines Forstunternehmens lässt sich so für einen anstehenden Holzschlag die zu erwartende Produktivität bei der Holzernte schätzen, indem die dem neuen Holzschlag ähnlichsten früheren Holzschläge der Datenbank ermittelt werden und aus diesen ein Durchschnittswert der erzielten Produktivität berechnet wird. Für den Fall der Kalkulation von Selbstkosten auf betrieblicher Ebene kann auf eigene und aktuelle Holzschlagdaten zurückgegriffen werden (Auszug SFZ-Artikel).
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	z.B. effiziente und verlässliche Schätzungen von Zeitbedarf und Kosten bzgl. Ernte > siehe Einsatzbeispiel im SFZ-Artikel: Schätzgenauigkeit für «Kombiseilgerät» und «Seilschlepper» in derselben Größenordnung wie diejenige einer multiplen linearen Regression.
Notwendige Inputdaten	Softwareinstrument, mit welchem betriebseigene Holzerntedatensätze mit der kNN-Methode analysiert werden können.
Optionale Inputdaten	-
Einsatzbereich, Einschränkung	Um mit dem KnnWorkbook produktiv arbeiten zu können, ist es nötig, die Vorgehensweise der kNN-Methode zu verstehen.
Besondere Stärke des Instruments	Hier wurden nur die groben Schritte genannt. Vorteile der kNN-Methode sind die einfache Verständlichkeit und gute Visualisierbarkeit sowie der Umstand, dass die Schätzmodelle nicht veralten, weil laufend neue Datensätze berücksichtigt werden können. (Auszug SFZ-Artikel)
Verbesserungsbedarf	Benutzerfreundlichkeit und Workflow der Daten
Einsatzbeispiele in der Praxis	OAK Schwyz
Geplante Weiterentwicklung	Benutzerfreundlichkeit [?] und Workflow der Daten [?] Benutzerfreundlichkeit und Workflow der Daten sind in dieser Excel-Version nicht sehr gut. Wir werden jedoch eine Java-Version anstreben.
Dokumente	http://www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/software/knnworkbook/index_DE > inkl. Download, Bedienungsanleitung, FAQ, SFZ-Artikel (2012)

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	Excel 2007 / 2010
--------------------------	-------------------

Betriebssystem

Windows XP; Windows 7; Windows 8

Spezielle notwendige Kompetenzen

kNN-Methode in den Grundzügen verstehen

Einarbeitungszeit

<1Tag

Anschaffungskosten des Instruments

0 CHF

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2012

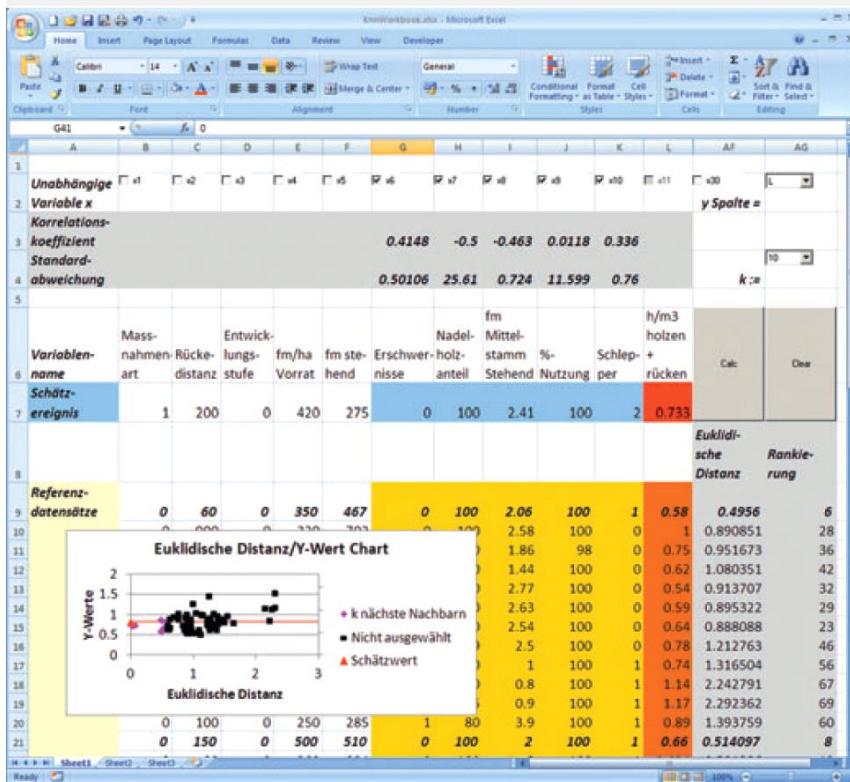


Abbildung: Screenshot der Anwendung

Bezeichnung	MOTI - Waldinventur leicht gemacht
Abkürzung	MOTI
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	HAFL
Adresse:	
Anprechsperson	Christian Rosset
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Produkt
Geschaeftsmodell	gratis Download
Kurzbeschreibung	Die App Moti nutzt die Vorteile des Smartphones, um den Waldzustand einfach zu erfassen. Mit Moti lassen sich die Grundfläche, die Stammzahl, die Baumhöhe und der Vorrat einfach, zuverlässig und mit geringem Zeitaufwand ermitteln. Möglich sind Einzelmessungen, kombiniert in einer Probefläche mit GPS-Koordinatenangabe oder Messungen auf Ebene einer Bestandesinventur mit automatischer Berechnung des Schätzfehlerbereichs. Dank der Möglichkeit, Stichproben aufzunehmen, kann die Smartphone-Applikation auch im Rahmen von einfachen Betriebsinventuren eingesetzt werden. In Moti wurden wesentliche Bestandteile des Waldwachstumssimulationsmodells SiWaWa integriert, so dass weitere Angaben über einen Bestand erzeugt werden können, wie z.B. die aktuelle Stammzahlverteilung nach BHD-Klassen oder die Entwicklung des Vorrats, Zuwaches und Totholzes ohne Eingriffe über 30 Jahre.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	- Grundfläche pro ha (G) wahlweise mit oder ohne Unterscheidung der Baumarten - Stammzahl pro ha (N) - Baumhöhen (h) - Derbholzvorrat pro ha (V) - Kurzbeschreibung der Bestände: Grundstruktur, geschätzter ddom (Entwicklungsstufe), geschätzter Nadelholzanteil, geschätzter Deckungsgrad - GPS-Koordinaten SiWaWa (für Fichte, Buche, Esche und Bergahorn; verfügbar auf die Android-Version): - Stammzahlverteilung nach BHD-Klassen - Simulation der Entwicklung von G, N, dg, hdom, ddom, V über 30 Jahren ohne Eingriffe, inkl. Zuwachs + Mortalität RockForNet (verfügbar auf die iOS-Version)
Notwendige Inputdaten	Erfassung durch den Benutzer im Wald
Optionale Inputdaten	-
Einsatzbereich, Einschränkung	Waldinventur mit Stichproben (Winkelzählprobe für G und Festkreisprobe für N) Vorrat: für den gleichförmigen Hochwald
Besondere Stärke des Instruments	Mit Moti kann man beziffern, was man im Wald sieht und dabei direkt im Wald über objektive Entscheidungsgrundlagen verfügen. Eine Internetverbindung ist im Wald nicht notwendig.
Verbesserungsbedarf	- Spezifische Auswertung für den ungleichförmigen Hochwald, inkl. Vorratsberechnung - Möglichkeit die Baumarten selber auswählen, die gezählt werden können. - Möglichkeit N auch nach Baumarten zu differenzieren. - Zähler nicht nur nach Baumarten, sondern auch nach Status (Z-Baum, ...)

	- SiWaWa: weitere Baumarten integrieren, Simulation von Eingriffen (Anzeichnungen) - Ev. vereinfachte Kalibrierungsverfahren	
Einsatzbeispiele in der Praxis	- schon mehr als 5'750 Downloads - schon zahlreiche Einsätze, allerdings schwierig alle zu erfassen (steht gratis zur Verfügung auf dem Internet)	
Geplante Weiterentwicklung	Halbautomatische Kalibrierung mit Objekterkennung, Tablet-Version, MOTI-Inventur für Betriebsplanung > Weiterentwicklung 2015 und 2016 im Rahmen eines EU-Projekts namens FOCUS (www.focusnet.eu)	
Dokumente	siehe www.moti.ch > z.B.: technischer Bericht, Fachartikeln	
Informationen für den Einsatz des Instruments:		
Notwendige Infrastruktur	Android-Smartphone oder iPhone	
Betriebssystem	andere	
Spezielle notwendige Kompetenzen	-	
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments 0 CHF
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*		
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*		
* wenn anders als die zuständige Organisation		
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)		2015

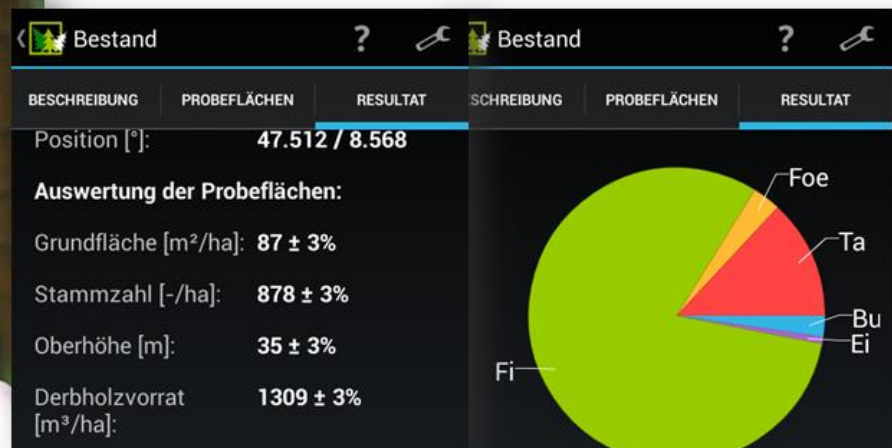
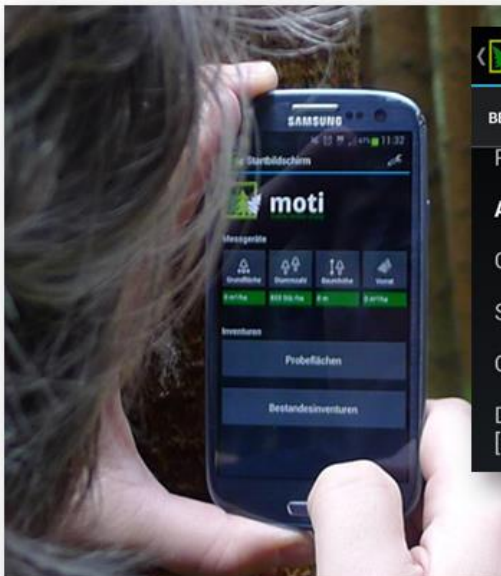


Abbildung: Einsatz im Wald, Screenshots der Anwendung

Bezeichnung	Optimales Holzerntekonzept und Anordnung mehrerer Seillinien für ein gegebenes Strassennetzwerk	
Abkürzung		
Zuständige Organisation:		
Bezeichnung	ETH Zürich, Forstliches Ingenieurwesen (LUE)	
Adresse:	Schweiz, 8092 Zürich, Universitätstrasse 22	
Anprechsperson	Leo Bont, Jochen Breschan	
Instrument:		
Instrumententyp	IT-Tool (Software)	
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz	
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt	
Kurzbeschreibung	Einerseits werden die Holzerntekosten und andererseits die Schäden am zurückbleibenden Bestand minimiert. Mittels einer ganzzahligen linearen Programmierung wird aus einer Menge von machbaren Seillinien und der Option Helikopterrücken die optimale Lösung ausgewählt. Für Schlagflächen bis 0.5 km2 Grösse können innert nützlicher Zeit mathematisch optimale Seillinienlayouts berechnet werden. Die vorgestellte Methodik ist der erste Ansatz, welcher sowohl ökologische als auch ökonomische Ziele berücksichtigt und innert nützlicher Zeit für realistische Problemgrössen die optimale Anordnung der Seillinien findet.	
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Karte der Seillinien (Kosten minimieren)	
Notwendige Inputdaten	DHM, Strassennetzwerk, Volumen, Waldfläche, Parameter zu den Erntesystemen	
Optionale Inputdaten		
Einsatzbereich, Einschränkung	Mitteleuropäische Verhältnisse, Zusammenhängende Flächen bis ca. 0.5 km2, Erst als Prototyp vorhanden	
Besondere Stärke des Instruments	Findet mathematisch optimale Lösung	
Verbesserungsbedarf	Benutzerfreundlichkeit kann erhöht werden	
Einsatzbeispiele in der Praxis	Rigi, Montafon	
Geplante Weiterentwicklung	keine Weiterentwicklung geplant wegen beschränkten finanziellen Mitteln (für Projekte im Bereich Engineering ist es so gut wie unmöglich an Geld zu kommen)	
Dokumente	Dissertation Leo Bont (2012)	

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	GIS (ArcGIS), Mathlab, Solver (Gurobi)	
Betriebssystem	Windows XP; Windows 7; Windows 8	
Spezielle notwendige Kompetenzen	Programmierkenntnisse in Matlab Kenntnisse der Erntetechnik	
Einarbeitungszeit	<1Woche	Anschaffungskosten des Instruments < 100 CHF <i>... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur</i>
<i>... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat</i>		

Bezeichnung	Optimales Holzerntekonzept und Anordnung mehrerer Seillinien für ein gegebenes Strassennetzwerk		
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments	ETH Zürich, Forstliches Ingenieurwesen (LUE), Leo Bont		
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*	ETH Zürich, Forstliches Ingenieurwesen (LUE), Leo Bont		
* wenn anders als die zuständige Organisation			
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)	2013		

Abkürzung	-
-----------	---

Zuständige Organisation:

Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Markus Huber

Instrument:

Instrumententyp	
Entwicklungsstadium	Konzept
Geschaeftsmodell	
Kurzbeschreibung	Modellierung der Verjüngung im Gebirge (Schutzwald) mit Fernerkundungsdaten, inkl. allen relevante Forstdaten (bis zu den einzelnen Bäumen) Hauptfrage: ist die Verjüngung modellierbar? (> Licht, Topographie) Antwort mit LiDAR (TLS, ALS) --> erfassen (TLS, ALS) und ableiten (ALS Fullwave). Entwicklung einer Methode. Was daraus entstehen wird ist noch offen. TLS: terrestrische LiDAR ALS: airborne LiDAR (luftgestützt)
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	
Notwendige Inputdaten	Fernerkundungsdaten
Optionale Inputdaten	
Einsatzbereich, Einschränkung	
Besondere Stärke des Instruments	
Verbesserungsbedarf	
Einsatzbeispiele in der Praxis	
Geplante Weiterentwicklung	
Dokumente	Projektbeschreibung

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	noch nicht definiert	
Betriebssystem		
Spezielle notwendige Kompetenzen		
Einarbeitungszeit		Anschaffungskosten des Instruments <i>... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat</i>
		<i>... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur</i>

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

Bezeichnung

Reengineering von Strassennetzwerken

Abkürzung

Zuständige Organisation:

Bezeichnung

ETH Zürich, Forstliches Ingenieurwesen

Adresse:

Schweiz, 8092 Zürich, Universitätstrasse 22

Anprechsperson

Leo Bont, Jochen Breschan

Instrument:

Instrumententyp

IT-Tool (Software)

Entwicklungsstadium

Prototype mit Praxiseinsatz

Geschäftsmodell

noch nicht geklärt

Kurzbeschreibung

In der Schweiz sind bereits viele Waldstrassen gebaut. Eine Neuerschliessung von Gebieten kommt daher nur noch in den seltensten Fällen vor. Viele Erschliessungsnetzwerke sind zudem am Ende ihrer Lebensdauer angelangt. Daher trifft man häufig folgende Ausgangslage an: Die Erschliessung ist vorhanden aber nicht auf die heutige Erntetechnik angepasst und die Strassen bedürfen häufig einer Instandstellung oder Anpassung an heutige Verhältnisse (Tonnagen, Radian). Es stellt sich daher die Frage welche vorhandenen Strassen will man erhalten, welche muss man ausbauen und welche kann man stilllegen oder degradieren. Mit dem Tool soll eine Verbundplanung „Erschliessung-Holzernte“ für ein Gebiet mit bestehender Erschliessung erstellt werden, welche die vorteilhafteste Lösung identifiziert und falls vorhanden mit der manuell erarbeiteten Erschliessungslösung vergleicht. Dabei sind folgende Nebenbedingungen zu berücksichtigen. Die Systemkosten (für die Strassenbau (Upgrade, Unterhalt, Neubau), Holzerntekosten und Holzabtransport) sind über den gesamten Lebenszyklus zu minimieren. Es wird angenommen, dass der ganze Wald bewirtschaftet wird. Es werden folgende Entscheidungen getroffen: Identifizieren der weiterhin benötigten und der neu zu bauenden Strassensegmente, Zuweisen des optimalen Ausbaustandards (Tonnage) für die verschiedenen Strassensegmente, Identifizieren der optimalen Holzerntetechnik und Abtransport-Routen.

Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung

Optimiertes Strassennetz, inkl. Holzerntekonzept und Kostenschätzung der Holzernte und des Strassenbaus

Notwendige Inputdaten

Aktueller Vektordatensatz der Waldstrassen / Kantonsstrassen mit folgenden Informationen: Tonnage Beschränkungen
Vektordatensatz der Installationsplätze / Arbeitsplätzen für Erntesysteme, welche sich nicht auf dem Waldstrassennetz befinden.
Informationen über das Holzvolumen, welches innerhalb eines Lebenszyklus (40 Jahre) geerntet werden soll.
Welche Fixpunkte müssen neben der Walderschliessung erschlossen werden? (z.B. Alpwirtschaft, Naturschutz, Tourismus, Erholung)
Wo sind allenfalls punktuelle Neubauten (Neu Erschliessungen) als Option vorgesehen (in dieser Methodik werden Neubauten nicht automatisch identifiziert, sondern mögliche Neubauten müssen von Experten vorgegeben werden, im Modell werden dann diese Neubauten ausgewählt, falls diese zu einer besseren Lösung beitragen)
Falls untenstehende Daten nicht vorhanden sind, könnten diese allenfalls geschätzt werden:
Schätzung der Baukosten (für Ausbau der Strassenstücke)
Geotechnik im Projektgebiet

Optionale Inputdaten

Einsatzbereich, Einschränkung

Gebiete bis 50km² sind etwa handhabbar

Besondere Stärke des Instruments	Findet die mathematisch optimale Lösung
Verbesserungsbedarf	Tool ist momentan noch in der Entwicklung, ebenso Methoden, Verbesserungsbedarf wird fortlaufend evaluiert. Benutzerfreundlichkeit
Einsatzbeispiele in der Praxis	BoWaLa-Weiterbildung (Juni)
Geplante Weiterentwicklung	Methoden Weiterentwickeln, Benutzerfreundlichkeit gewährleisten
Dokumente	Begutachten in Bergel

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	GIS (ArcGIS), Matlab, Solver (Gurobi) > alle sind kostenpflichtig (Lizenzkosten!)
Betriebssystem	Windows XP; Windows 7; Windows 8
Spezielle notwendige Kompetenzen	Programmierkenntnisse in Matlab

Einarbeitungszeit	<1Woche	Anschaffungskosten des Instruments	< 100 CHF
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments	ETH Zürich, Forstliches Ingenieurwesen
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*	ETH Zürich, Forstliches Ingenieurwesen
* wenn anders als die zuständige Organisation	
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)	2015

Bezeichnung	Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag	
Abkürzung	-	
Zuständige Organisation:		
Bezeichnung	ETH, Forstliches Ingenieurwesen	
Adresse:	Schweiz, 8092 Zürich, Universitätstrasse 22	
Anprechsperson	Jochen Breschan	
Instrument:		
Instrumententyp	IT-Tool (Software)	
Entwicklungsstadium	Konzept	
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt	
Kurzbeschreibung	Es geht darum, aufgrund eines Vegetationshöhenmodells die relevante Waldparameter (Stammzahl, BHD-Klassen) für die Schutzwirkung gegenüber Steinschlag entlang eines Steinschlagkorridors zu schätzen. Diese Information kann im Anschluss verwendet werden, um die Schutzwirkung analog zu RockFor.Net zu beurteilen. Der gesamte work flow ist bis jetzt nicht automatisiert. Es wäre denkbar, ein Tool analog zum Seillinientool zu entwickeln. D.h., man zieht eine Linie und erhält statt eine Seillinie eine Beurteilung der Schutzwirkung.	
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes gegenüber Steinschlag.	
Notwendige Inputdaten	Geodaten: Digitales Höhenmodell, Vegetationshöhenmodell Steinparameter	
Optionale Inputdaten		
Einsatzbereich, Einschränkung		
Besondere Stärke des Instruments	Modellunsicherheiten können bei der Beurteilung berücksichtigt werden.	
Verbesserungsbedarf	Laufende Bachelorarbeit	
Einsatzbeispiele in der Praxis	Davos	
Geplante Weiterentwicklung		
Dokumente	BSc-Arbeit Franziska Roth (in Bearbeitung)	

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	GIS, R	
Betriebssystem	Windows 7; Windows 8	
Spezielle notwendige Kompetenzen	Statistik -> Modelle fitten	
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments < 100 CHF

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

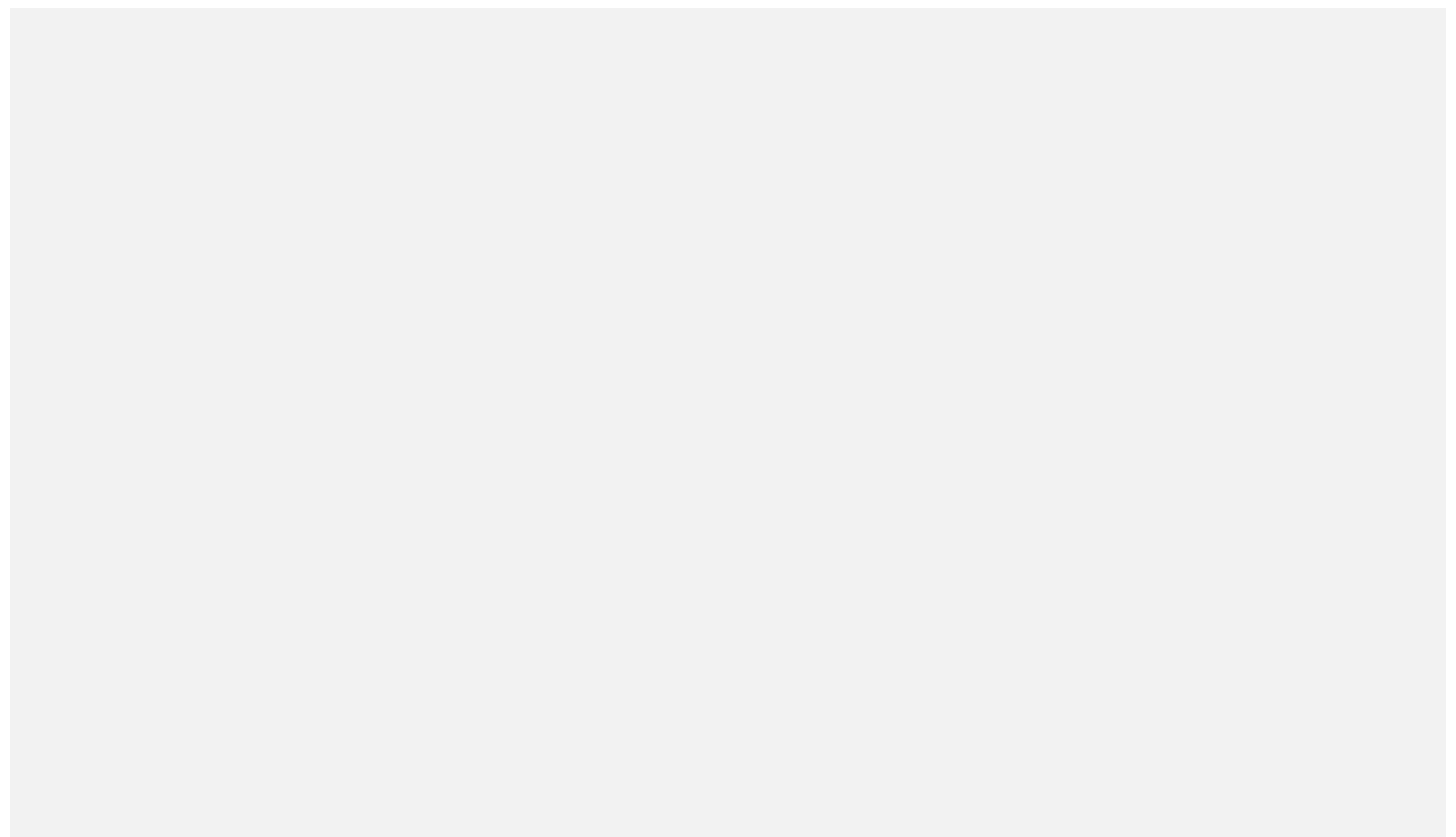
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2015

Bezeichnung	Seilkranlinien in einem Waldgebiet festlegen vereinfachte Version (Minimierung der Anzahl Seilkranlinien)	
Abkürzung		
Zuständige Organisation:		
Bezeichnung		
Adresse:		
Anprechsperson		
Instrument:		
Instrumententyp		
Entwicklungsstadium		
Geschäftsmodell		
Kurzbeschreibung	BEMERKUNG: Ist eigentlich das gleiche wie: Optimales Holzerntekonzept und Anordnung mehrerer Seillinien für ein gegebenes Strassennetzwerk, jedoch mit anderer Zielfunktion	
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung		
Notwendige Inputdaten		
Optionale Inputdaten		
Einsatzbereich, Einschränkung	ca. max. 50 ha	
Besondere Stärke des Instruments		
Verbesserungsbedarf		
Einsatzbeispiele in der Praxis		
Geplante Weiterentwicklung		
Dokumente		
Informationen für den Einsatz des Instruments:		
Notwendige Infrastruktur	GIS (ArcGIS), Mathlab, Solver (Gurobi)	
Betriebssystem		
Spezielle notwendige Kompetenzen		
Einarbeitungszeit		Anschaffungskosten des Instruments
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*		
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*		
* wenn anders als die zuständige Organisation		
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)		



Bezeichnung	Sortierungssimulator SorSim
Abkürzung	SorSim
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Renato Lemm
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Produkt
Geschäftsmodell	gratis Download
Kurzbeschreibung	Eine wesentliche Voraussetzung für die wirtschaftliche Holzproduktion ist es, die bei einer Holzernte anfallenden Sortimente jederzeit abschätzen zu können. Bisher fehlte in der Schweiz jedoch ein zweckmässiges Instrument, um die Einteilung von einzelnen Bäumen und ganzen Waldbeständen in verschiedene Sortimente nach eigenen Vorgaben realitätsnah zu simulieren. Mit dem Sortierungssimulator SorSim hat die Eidgenössische Forschungsanstalt WSL diese Lücke geschlossen. SorSim ist in Java programmiert und somit plattformunabhängig, setzt jedoch die Installation einer aktuellen Java Runtime-Umgebung auf dem Computer voraus.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Mit SorSim lassen sich Bäume in Sortimente einteilen. SorSim ermöglicht es, Sortimente und ihre Mengen nach Baumarten abzuschätzen und daraus die zu erwartenden Holzerlöse zu ermitteln. Die Schaftform von Bäumen wird dabei nachgebildet, vorgegebene Sortimente in diese eingepasst und deren Volumen ermittelt.
Notwendige Inputdaten	Die Daten zu den Bäumen (v.a. BHD), von denen die optimale Sortierung der Sortimente ermittelt werden soll, lassen sich einfach ab einer Datei einlesen.
Optionale Inputdaten	ev. d7 und h
Einsatzbereich, Einschränkung	Mit SorSim ist es möglich, die Bäume anhand der gewünschten Sortimentsvorgaben gemäss den Schweizer Handelsgebräuchen für Rundholz automatisch in die optimalen Sortimente einteilen zu lassen.
Besondere Stärke des Instruments	Für die Forstpraxis eignet sich der Sortierungssimulator SorSim vor allem, weil er rasch und zuverlässig konkrete Vorstellungen über mögliche Erlöse bei der Holzvermarktung vermittelt. Der grosse Wert des Programms beruht auf der Auseinandersetzung mit realen Waldbeständen, mit Vermarktungsalternativen und – im Zusammenspiel mit den Holzernteproduktivitätsmodellen HeProMo – mit der Berechnung von Deckungsbeiträgen (erntekostenfreie Holzerlöse). Diese Instrumente liefern Praxis und Wissenschaft Grundlagen auf quantitativer Basis, welche zur Verbesserung der Effektivität der Waldbewirtschaftung beitragen.
Verbesserungsbedarf	Benutzeroberfläche? Integration mit anderen Tools (z.B. HeProMo, SiWaWa, MOTI)
Einsatzbeispiele in der Praxis	In der Praxis haben wir SorSim zunächst in drei Forstbetrieben anhand von konkreten Holzschlägen getestet. Auf der Grundlage von Anzeichnungsprotokollen wurden die Sortimentsanfälle kalkuliert und nach dem Einschlag die Ergebnisse der Holzaufnahme mit den Kalkulationen verglichen. In der Mehrzahl handelte es sich um Fichtenhiebe; es kamen aber auch Bestände mit Tanne, Lärche, Buche und übrigem Laubholz vor. Der Vergleich der aufgearbeiteten Sortimente mit denen aus der Vorkalkulation zeigte gute Resultate. Bei allen Baumarten gab es vereinzelt aber auch Abweichungen. Meist liessen sich diese mit der Vorgeschichte des jeweiligen Bestandes und den damit verbundenen Einflüssen auf Struktur

	und Qualität erklären. Nach Angaben von R. Lemm wird SorSim noch wenig in der Praxis eingesetzt
Geplante Weiterentwicklung	Für die Qualitätssortierung verwendet SorSim Erfahrungswerte des Benutzers und teilt die berechneten Sortimentsmengen je Stärkeklasse dementsprechend auf. Es ist vorgesehen eine stammweise Qualitätsangabe entlang des Stammes zu implementieren.
Dokumente	http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_sortierungssimulator/index_DE http://www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/software/sorsim/index_DE

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	Java-Runtime
Betriebssystem	multi-platform
Spezielle notwendige Kompetenzen	-
Einarbeitungszeit	<1Tag
Anschaffungskosten des Instruments	0 CHF

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2012

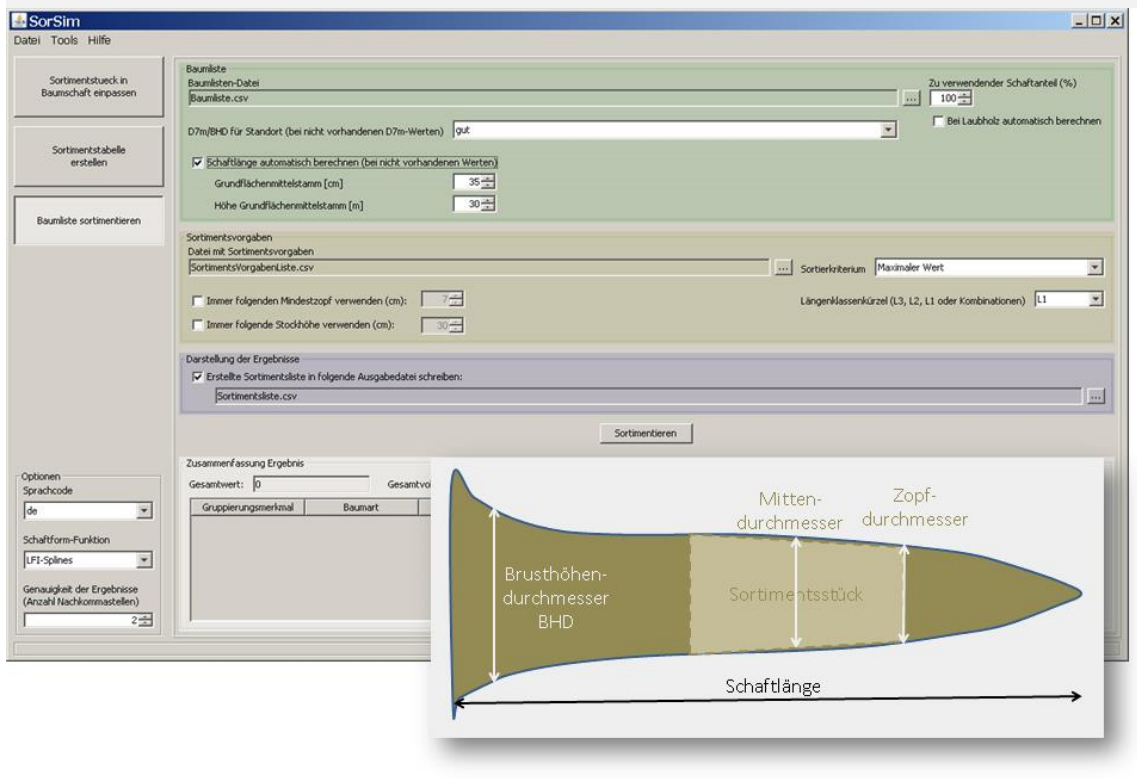


Abbildung. Screenshot der Anwendung inkl. Graphik zur Veranschaulichung der wesentlichen Begriffe für die Sortimentierung

Bezeichnung	Toolkit zur Erarbeitung von Bestandeskarten aus Fernerkundungsdaten	
Abkürzung	TBk	
Zuständige Organisation:		
Bezeichnung	HAFL	
Adresse:		
Anprechsperson	Christian Rosset	
Instrument:		
Instrumententyp	IT-Tool (Software)	
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz	
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt	
Kurzbeschreibung	Hauptbestandteil von TBk ist ein kurz gefasster Programmcode, mit dem eine Bestandeskarte basierend auf allgemein zugänglichen Fernerkundungsdaten erzeugt werden kann. Die Abgrenzung der Bestände erfolgt aufgrund der räumlichen Verteilung der dominierenden Bäume (gekennzeichnet durch die maximale Höhe pro Are eines Vegetationshöhenmodells). Die Grobkörnigkeit des Bestandesmosaiks kann vom Benutzer angepasst werden.	
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Bestandeskarte: Abgrenzung und Beschreibung (Oberhöhe, Vertikale Gliederung, Deckungsgrad, ev. Laubholzanteil)	
Notwendige Inputdaten	Vegetationshöhenmodell	
Optionale Inputdaten	Raster mit Laubholzanteil	
Einsatzbereich, Einschränkung	Grundsätzlich in allen Situation. Wurde allerdings bis jetzt nur in einem Perimeter getestet.	
Besondere Stärke des Instruments	- Funktioniert mit allgemein zugänglichen Fernerkundungsdaten - Benötigt keine spezielle GIS-Software - Bestandeskarte wird in wenigen Minuten erzeugt (für Waldgebiete von mehreren ha)	
Verbesserungsbedarf	- Test in anderen Waldgebiete als den Wald in der Nähe der HAFL - Eignung für ungleichförmigen Wälder?	
Einsatzbeispiele in der Praxis	- Waldgebiet in der Nähe der HAFL - Semesterarbeit in der Gemeinde Troistorrents im Val d'Illez (VS)	
Geplante Weiterentwicklung	Vom Prototyp bis zum Produkt (2015 oder 2016) + Test in verschiedenen Waldregionen	
Dokumente	zur Zeit noch kein Dokument öffentlich. Ausnahme: Beispiel einer Karte im WaPlaMa-Infoblatt 2/2014 > http://www.forstverein.ch/fileadmin/Datenordner/arbeitsgruppen/planung_management/infoblatt/Infoblatt_2_2014.pdf	

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	-	
Betriebssystem	multi-platform	
Spezielle notwendige Kompetenzen	-	
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2014

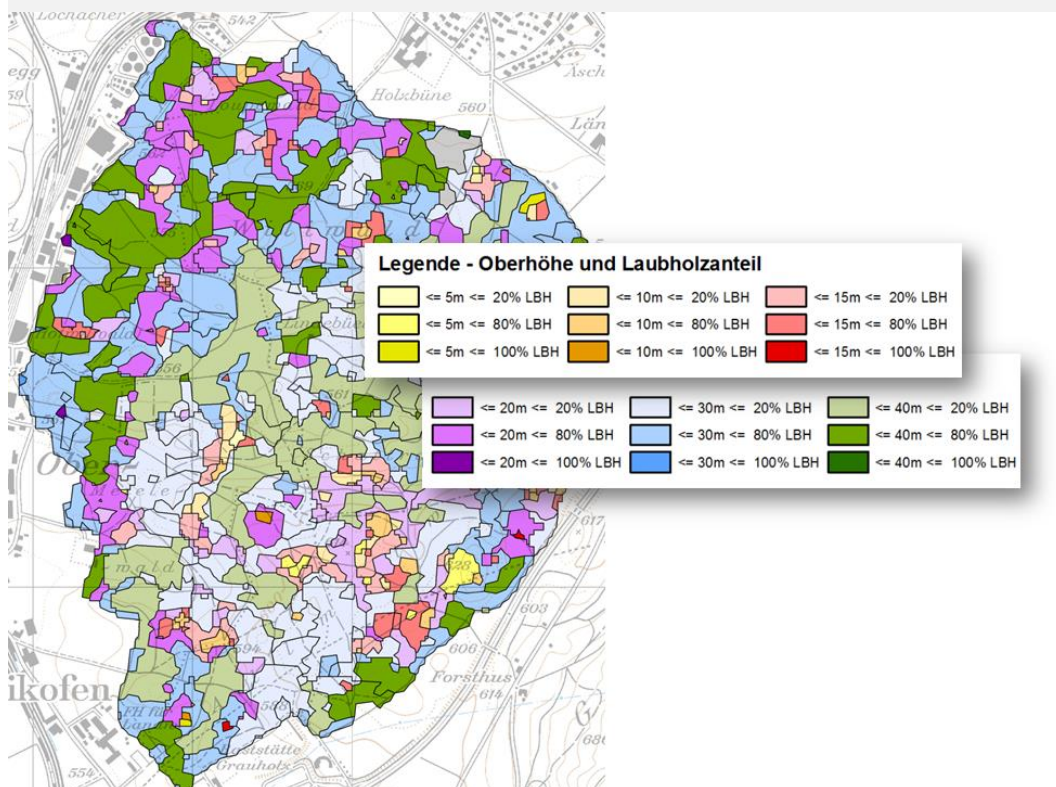


Abbildung: Bestandeskarte mit TBk ermittelt (die Farben entsprechen Oberhöhenkategorien, die Helligkeitsstufen Nadelholzanteilen); Inputdaten mit dem GIS-Fernerkundung Toolbox ermittelt (Hintergrundkarte: Swisstopo)

Bezeichnung	Trinkwasserschutz-Tool
Abkürzung	-
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	WSL
Adresse:	
Anprechsperson	Renato Lemm
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Erweiterung eines bestehendes Software)
Entwicklungsstadium	Produkt
Geschaeftsmodell	gratis Download
Kurzbeschreibung	Gesetzliche Vorschriften zur Sicherung der Grundwasserschutzzonen im Wald verursachen Einschränkungen bei der Waldbewirtschaftung. Mitarbeiter der Forschungsanstalt WSL haben ein Excel-Programm entwickelt, mit dessen Hilfe unter Eingabe der wichtigsten Kenngrössen einer Trinkwasserschutzzone und durch Auswahl eines exemplarischen Holzernteverfahrens der dadurch entstehende Mehraufwand und der Minderertrag schnell und einfach berechnet werden kann.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	
Notwendige Inputdaten	Für die Abbildung der Vorgaben im Tool wurden Massnahmen definiert, wie sie in der forstlichen Praxis im Rahmen der Holzernte auftreten. Zur Abbildung der spezifischen Verhältnisse innerhalb der Schutzzonen kann zwischen drei Standard-Holzernteverfahren ausgewählt werden: einem motormanuellen Ernteverfahren, einem vollmechanisierten Ernteverfahren und einem Ernteverfahren für Steillagen. Durch diese Unterteilung ist eine Berücksichtigung der zonenspezifischen Eigenschaften (z.B. Hangneigung, BHD des ausscheidenden Bestandes) und Bewirtschaftungsmethoden gegeben. Diese Standardisierung reduziert die Inputdaten auf wenige in der Praxis zur Verfügung stehende Grössen.
Optionale Inputdaten	
Einsatzbereich, Einschränkung	Die mit dem Trinkwasserschutz-Tool ermittelten Ergebnisse können im Rahmen der Diskussion zur Inwertsetzung der wasserwirtschaftlichen Leistungen der Waldwirtschaft eine wesentliche Grundlage für die Kommunikation zwischen Waldbewirtschaftern und Wasserversorgern bilden. Die Ergebnisse des Tools sind aber nicht als absolut anzusehen, sondern sind mehr als Richtwerte zu betrachten.
Besondere Stärke des Instruments	Das Trinkwasserschutz-Tool ermöglicht es, dass die zusätzlichen Kosten infolge des Grunwasserschutzes unter Beachtung von zonenspezifischen Eigenschaften und Bewirtschaftungsmethoden schnell und einfach zu berechnen. Die mit dem Tool ermittelten Ergebnisse können eine wesentliche Grundlage für die Kommunikation zwischen den Waldbewirtschaftern und den Wasserversorgern im Rahmen der Inwertsetzung der wasserwirtschaftlichen Leistungen der Forstwirtschaft bilden. Die Ergebnisse sind aber nicht als absolut anzusehen, sondern sie verstehen sich als Richtwerte
Verbesserungsbedarf	
Einsatzbeispiele in der Praxis	Anhand von drei Fallbeispielen haben die Entwickler des Programms die Mehraufwände und Mindererträge mit dem Trinkwasserschutz-Tool berechnet. Die ausgewählten Waldstandorte in den Gemeinden Surpierre (FR), Rheinfelden (AG) und Bassins (VD) unterscheiden sich insbesondere bezüglich der Schutzzonengrösse. Für jedes Gebiet wurde ein Waldbestand ausgewählt, der für die ganze Schutzzone einen repräsentativen Charakter aufweist, vor allem hinsichtlich der Distanzen (zusätzlicher Transport des Holzes ausserhalb S3 und

	Betanken der Motorsäge ausserhalb S2) und der pflanzensoziologischen Gesellschaft. Die Gesamtkosten für eine Grundwasserschutzzone variieren zwischen CHF 146.– (Fallbeispiel 1, Holzernteverfahren 3) und CHF 514.– pro ha und Jahr (Fallbeispiel 3, Holzernteverfahren 1).
Geplante Weiterentwicklung	-
Dokumente	http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/fuehrung/rechnung/wsl_trinkwasserschutz_tool/index_DE http://www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/software/trink_wa_schutz_tool/index_DE

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	Excel		
Betriebssystem	Windows XP; Windows 7; Windows 8		
Spezielle notwendige Kompetenzen	-		
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments	0 CHF

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2012

Abkürzung	-
-----------	---

Zuständige Organisation:

Bezeichnung	ETH, Forstliches Ingenieurwesen
Adresse:	Schweiz, 8092 Zürich, Universitätstrasse 22
Anprechsperson	Andreas Hill, Jochen Breschan

Instrument:

Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	Vorratskarte im Rasterformat als Grundlage z.B. für die Erarbeitung des Betriebsplans oder die räumliche Bestimmung von Holzschlägen.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Karte mit Angaben über den Vorrat (Raster), Deckungsgrad, Struktur
Notwendige Inputdaten	Fernerkundungsdaten (spezielle Befliegung [?]) und permanente Stichproben mit genauen Angaben über ihre Lage (z.B. LFI-Stichproben)
Optionale Inputdaten	
Einsatzbereich, Einschränkung	
Besondere Stärke des Instruments	Anpassung von Modellen an regionale Gegebenheiten via lokaler Stichprobendaten. Aussage über die Genauigkeit der resultierenden Karte möglich.
Verbesserungsbedarf	Die Möglichkeiten zur Kalibrierung von Modellen ist beschränkt durch die Verfügbarkeit von Stichprobendaten. Evtl. grossflächig einsetzen, um genügend Stichprobenpunkte zu erhalten. Extreme Situationen wie Jungwuchs/Dickung oder Baumholz III werden gut geschätzt, Schätzungen im intermediären Bereich eher mit Fehlern behaftet
Einsatzbeispiele in der Praxis	Bsp. Klosters/Davos
Geplante Weiterentwicklung	Berücksichtigung der Standorteigenschaften. Kombination mit Kleingebietsschätzer.

Dokumente

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur	GIS, R / Matlab
Betriebssystem	Windows 7; Windows 8
Spezielle notwendige Kompetenzen	Statistik > Funktionen fitten GIS > aus VHM für die Funktion relevante Parameter schätzen
Einarbeitungszeit	<1Woche
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat Anschaffungskosten des Instruments < 100 CHF ... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

** wenn anders als die zuständige Organisation*

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

Bezeichnung	Waldwachstumssimulationsmodell der neuen Generation SiWaWa
Abkürzung	SiWaWa
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	HAFL
Adresse:	
Anprechsperson	Jean-Philippe Schütz (Modell), Christian Rosset (Software)
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Produkt
Geschäftsmodell	gratis Download
Kurzbeschreibung	SiWaWa stellt ein einfaches und zugleich aussagekräftiges IT-Tool für das Waldwachstum für die Praktiker dar. Das Tool SiWaWa (Simulation WaldWachstum) besticht durch seine Einfachheit, da lediglich drei Inputdaten notwendig sind: Die Grundfläche pro ha (G), die Stammzahl pro ha (N) sowie die Bonität oder die Oberhöhe (hdom). Das Tool ist ähnlich konzipiert wie ein Taschenrechner, wo alle Funktionalitäten und Graphiken auf der Benutzeroberfläche übersichtlich zusammengestellt sind. Dies ermöglicht eine äusserst einfache Bedienung. Mit den drei Inputdaten lassen sich detaillierte Informationen über den Zustand des untersuchten Bestands ableiten, wie z.B. die Stammzahlverteilung nach BHD-Klassen, der Vorrat oder der Oberdurchmesser. Dazu kann der waldbauliche Handlungsspielraum mit der Simulation von unterschiedlichen, vom Benutzer selber definierten Eingriffsprogrammen erkundet und deren Auswirkungen z.B. auf die Entwicklung des Volumenzuwachses analysiert werden. Das zugrundeliegende Waldwachstumssimulationsmodell ist in seinen Grundzügen einfach zu verstehen: aus den drei Inputdaten wird eine Stammzahlverteilung nach BHD-Klassen generiert (Weibull-Funktion). Aus der Stammzahlverteilung können die Konkurrenzverhältnisse der einzelnen Bäume ermittelt werden. Aus den Inputdaten kann auch die maximale Grundfläche (Gmax) abgeleitet werden, ab der die Baummortalität im Bestand aufgrund einer zu hohen Bestandesdichte eintritt. Der Benutzer kann die Eingriffe mit Hilfe eines Durchforstungsmodells definieren oder selber in den einzelnen BHD-Klassen der Stammzahlverteilung angeben, wie viel Bäume er ernten möchte.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	Ist-Zustand und Weiterentwicklung - Stammzahlverteilung nach BHD-Klassen, Oberdurchmesser, Mittelstammdurchmesser, Oberhöhe - Grundfläche und deren Verhältnis zur maximalen Grundfläche (ab dann Mortalität aufgrund zu hoher Bestandesdichte eintritt) - Vorrat, Bestandesalter, Ertragsniveau
Notwendige Inputdaten	Grundfläche pro ha, Stammzahl pro ha, Oberhöhe oder Bonität
Optionale Inputdaten	- Eingriffsprogramm (Zeitpunkt + Stärke der Durchforstungen)
Einsatzbereich, Einschränkung	- Gleichförmiger Hochwald - Reinbestände (>80%) von Buche, Fichte, Esche/Bergahorn
Besondere Stärke des Instruments	- Verhältnismässig einfach zu bedienen - Modell in seine Grundzüge einfach zu verstehen - Inputdaten können im Wald schnell erhoben und gleich ausgewertet werden - Bestandesspezifische Outputs (keine Mittelwert von mehreren ähnlichen Beständen) - Benutzerspezifische Eingriffsprogramm (nicht vorgegeben wie in den Ertragstafeln, Möglichkeit Alternativen durchzuspielen)

Bezeichnung	Waldwachstumssimulationsmodell der neuen Generation SiWaWa		
Verbesserungsbedarf	- Eignungsgrad für Gebirgsverhältnisse evaluieren		
Einsatzbeispiele in der Praxis	- wurde schon mehrere hundert Male heruntergeladen (www.siwawa.org) - Einsatz im Unterricht an der HAFL, Präsentation an der ETH		
Geplante Weiterentwicklung	- Integration weiterer Baumarten (zur Zeit vorgesehen: Douglasie, Föhre, ev. Eiche) - Integration der Sortimentierung der Stämme inkl. Erlös und Kosten - Weitere Möglichkeiten der Eingabe der Durchforstungen im Hinblick auf die Vorbereitung und Nachbearbeitung der Anzeichnung, die Durchführung einer waldbaulichen Detailplanung, die Erarbeitung eines Pflegekonzepts - Vergleich verschiedener Durchforstungsvarianten direkt am Bildschirm - App für Smartphone/Tablet Weiterentwicklung 2015 und 2016 im Rahmen eines EU-Projekts namens FOCUS (www.focusnet.eu)		
Dokumente	www.siwawa.org; technischer Bericht: http://www.bafu.admin.ch/wald/01198/06021/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCHdIJ3e2ym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--		
Informationen für den Einsatz des Instruments:			
Notwendige Infrastruktur	Windows oder Android (in Kombination mit MOTI)		
Betriebssystem	Windows XP; Windows 7; Windows 8		
Spezielle notwendige Kompetenzen	-		
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments	0 CHF
... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat		... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür notwendigen Infrastruktur	
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*			
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*			
* wenn anders als die zuständige Organisation			
Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)			2014

Eingangsdaten:

- Ist-Zustand
- Eingriffe

Bestandesentwicklung:

- Vorrat
- Zuwachs
- Grundfläche
- ...

Bestandeszustand:

- Stammzahlverteilung
- Zuwachs der einzelnen Bäume

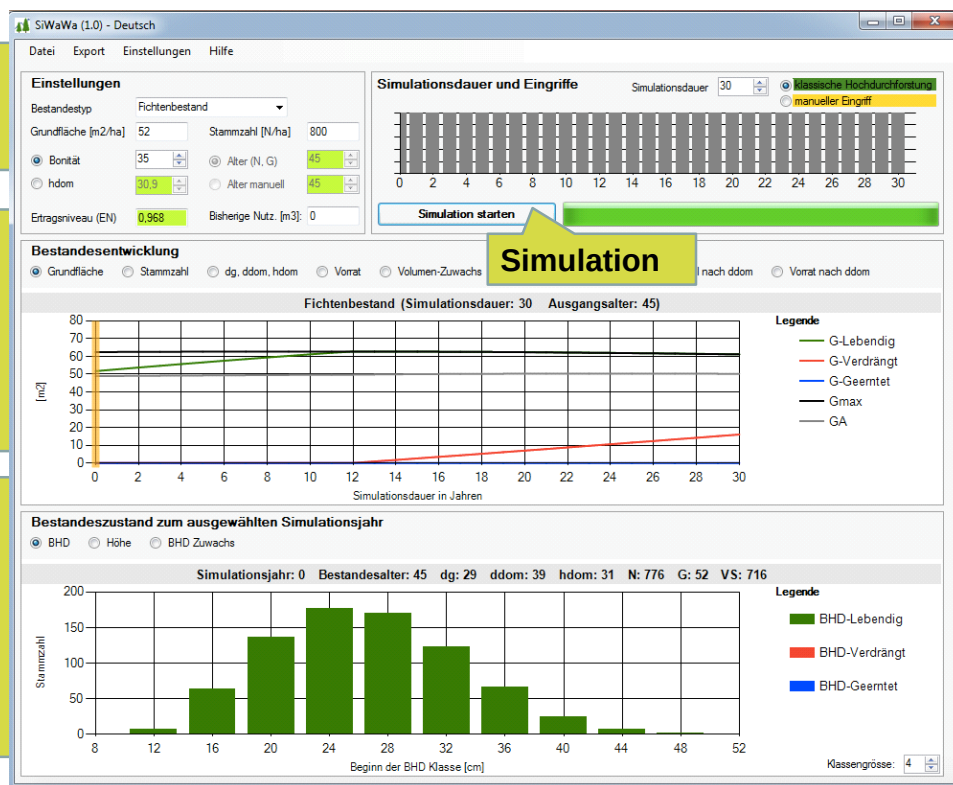


Abbildung: SiWaWa als eine Art Taschenrechner für das Waldwachstum (Screenshot der Anwendung)

Bezeichnung	Wegscanner	
Abkürzung	-	
Zuständige Organisation:		
Bezeichnung	HAFL; WWI; FG FP	
Adresse:		
Anprechsperson	Martin Ziesak	
Instrument:		
Instrumententyp	andere	
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz	
Geschaeftsmodell	Verkauf von Lizenzen und/oder Dienstleistungen	
Kurzbeschreibung	Mess-System zur Erfassung wichtiger 1) Permanentgeometrieparameter von Forststrassen 2) Attribute zur Beschreibung des Pflegezustandes von Forststrassen	
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	1) Liniengeometrie, Längsneigung (u.U. Kurvenradien) 2) Spurbild, Längsrauigkeit usw. : Pflegekategorien einer Forststrasse	
Notwendige Inputdaten	-	
Optionale Inputdaten	- Liniengeometrie bestehender Forstrassen	
Einsatzbereich, Einschränkung	Wegemanagement	
Besondere Stärke des Instruments	Objektive, neutral gemessene Zustandserhebung	
Verbesserungsbedarf		
Einsatzbeispiele in der Praxis	- BSc. Arbeit Schuler (erster Prototyp) - Testeinsätze Forstverwaltung Thüringen +NRW (beide D)	
Geplante Weiterentwicklung	JA: Budget noch abhängig von Testerfahrungen in den Forstverwaltungen; v.a. eine Erweiterung ist vorgesehen (z.B. Lichtraumprofil)	
Dokumente	- Poster Interforst (pdf) - u.U. Flyer Interforst (pdf) ?	
Informationen für den Einsatz des Instruments:		
Notwendige Infrastruktur	Pkw mit Anhängerkupplung (wird im Dienstleistungsauftrag gestellt) Messlanze (dito) Kategorisierungs-SW	
Betriebssystem		
Spezielle notwendige Kompetenzen	-	
Einarbeitungszeit	<1Tag	Anschaffungskosten des Instruments <10'000 CHF <i>... für jemand, der die für die Verwendung des Tools speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat</i>
Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments	HAFL, ...	
Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*	HAFL, ...	

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2015

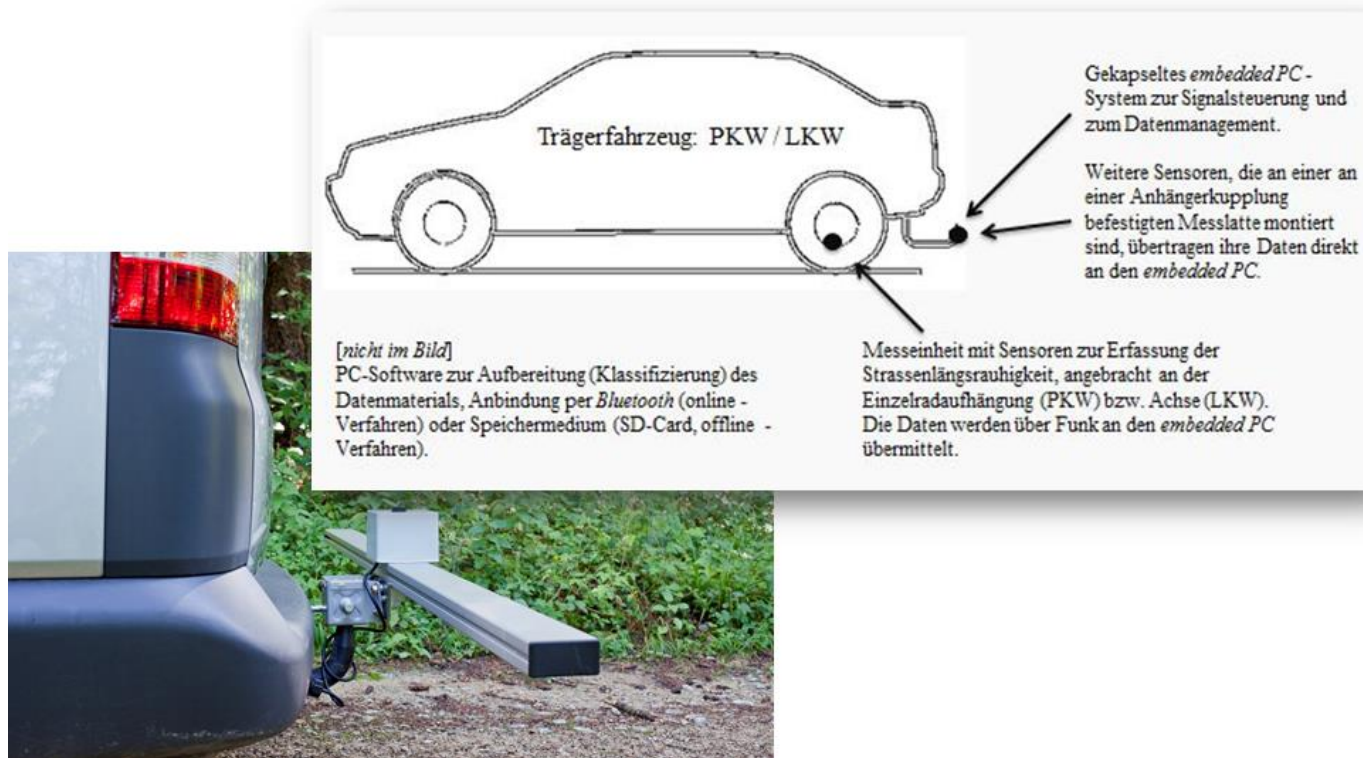


Abbildung: Photo einer Messlanze mit Infografik

Abkürzung	WIS.2 Cockpit
Zuständige Organisation:	
Bezeichnung	HAFL
Adresse:	
Anprechsperson	Christian Rosset
Instrument:	
Instrumententyp	IT-Tool (Software)
Entwicklungsstadium	Prototype mit Praxiseinsatz
Geschaeftsmodell	noch nicht geklärt
Kurzbeschreibung	WIS.2 macht sich die grossen Vorteile der Informatik zu Nutze, mit dem Ziel, die betriebliche Strategie mit den geplanten Eingriffen auf Bestandesebene dynamisch zu verbinden und dabei der Multiskalarität gerecht zu werden. Dabei wird der operationelle Handlungsspielraum möglichst wenig eingeschränkt. WIS.2 unterstützt - Die Bildung und das Durchspielen verschiedener waldbaulicher Bewirtschaftungsvarianten, - Die systematische Dokumentation der getroffenen Entscheide in Form von Berichten, die den Waldbauplan ausmachen, - Eine flexible Anpassung der Pläne an Veränderungen, - Die regelmässige Überprüfung der Waldentwicklung hinsichtlich der Realisierung der betrieblichen Strategie. WIS.2 kann somit als eine Art Cockpit mit integriertem Navigationssystem zur Überwachung und Lenkung von Waldökosystemen verstanden werden. WIS.2 Cockpit ist eine neue Version vom WIS.2, die noch nicht alle Funktionalitäten vom WIS.2 hat.
Hauptoutput bzgl. der betrieblichen Planung	- Waldbauliche Grundsatzentscheide für ein Waldgebiet: Bestockungsziel, Zieldimensionen und Produktionszeiträume, Verjüngungspolitik (Ausmass der Walderneuerung), Richtlinien für die Baumartenwahl, Pflegekonzept für die Bestimmung der Pflege- und Durchforstungseingriffe - Massnahmenkarte mit Angaben über Handlungsdringlichkeiten und -Prioritäten - Hiebsatz - Simulation der Konsequenzen der getroffenen Entscheide über mehreren Jahrzehnte
Notwendige Inputdaten	- Bestandekarte - Karte der Waldgesellschaften (auch grob)
Optionale Inputdaten	- Erschliessungsnetz - Stichprobeinventur
Einsatzbereich, Einschränkung	Gleichförmiger Hochwald. Noch nicht getestet im Gebirge
Besondere Stärke des Instruments	Einfach zu bedienen. Den Wald als Gesamtes wahrnehmen, planen und konkret wissen wo lokal handeln.
Verbesserungsbedarf	Ungleichförmiger Hochwald. Gebirgswald ?
Einsatzbeispiele in der Praxis	Anfrage vom Kanton VD und vom Kanton FR
Geplante Weiterentwicklung	Prototyp fertigstellen (dieses Jahr), insbesondere Integration der Richtlinien für die Baumartenwahl sowie Integration einer interaktiven Karte (GIS).

... allerdings noch nicht für Gebirgsverhältnisse.
Auch vergessen: Integration von waldbaulichen Anforderungsprofilen für eine zielgerichtete bzw. produkt-/leistungsorientierte Waldbewirtschaftung

Dokumente

- noch keine bzgl. des Cockpits, wohl aber über WIS.2 (zahlreiche Artikel, siehe z.B.: http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/planung/wsl_wis2/index_FR)

Informationen für den Einsatz des Instruments:

Notwendige Infrastruktur

- (Java Runtime)

Betriebssystem

multi-platform

Spezielle notwendige Kompetenzen

-

Einarbeitungszeit

<1Woche

Anschaffungskosten des Instruments

... für jemand, der die für die Verwendung des Tools
speziellen Kompetenzen schon im Voraus hat

... abgesehen von der Einarbeitung und der speziell dafür
notwendigen Infrastruktur

Kontaktorganisationen für den Support bzgl. der Verwendung des Instruments*

Kontaktorganisationen für den Bezug von Dienstleistungen*

* wenn anders als die zuständige Organisation

Zeitpunkt der letzten Aktualisierung des Tools (update/upgrate)

2015

ETH Zürich
Dr. J. Breschan
Projektleiter
CHN K73.1
Universitätsstrasse 22
8092 ZürichTelefon +41 44 632 69 17
Telefax +41 44 632 11 46
jochen.breschan@usys.ethz.ch
www.lue.ethz.ch

Ausscheidung kritischer Lücken in Bezug auf Waldlawinen

Technischer Bericht

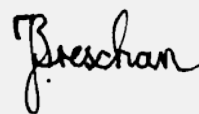
Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und Ziele	2
2	Grundlagen	2
3	Methode	3
4	Resultate	5
5	Vorschläge für die Verifikation	7
	APPENDIX	8

Auftraggeber:
Bildungszentrum Wald, Maienfeld
Bovel
7304 Maienfeld

Projekt „Planung im Gebirgswald“

Zürich, 17.09.2015



Jochen Breschan
Projektleiter

1 Problemstellung und Ziele

Es geht darum, anhand eines Digitalen Terrainmodells und Oberflächenmodells Lücken im Wald zu identifizieren, die aufgrund ihrer Ausdehnung und Lage im Raum als kritisch für Waldlawinen zu beurteilen sind. Dies erfordert folgende Aufgaben:

1. Erstellen einer Waldmaske für jene Bestockung, welche wirksam gegenüber der Entstehung von Waldlawinen ist.
2. Ausscheidung von Lücken in der Waldmaske, die aufgrund der lokalen Topographie (Exposition und Hangneigung) und der Ausdehnung in Falllinie als kritisch für Waldlawinen zu beurteilen sind.

Resultat ist eine Hinweiskarte für kritische Lücken. Als Nebenprodukt resultiert eine Waldmaske.

2 Grundlagen

2.1 Daten

Folgende Eingangsdaten standen zur Verfügung.

#	Name	Beschreibung
1	DOM, DTM	LiDAR-basiertes Digitales Oberflächen- und Terrainmodell Raster, 0.5 x 0.5m <u>Quelle:</u> Gemeinden Klosters/Davos; Amt für Wald und Naturgefahren (GR); Remote Sensing Laboratories RSL, Uni ZH (2010)
2	UP10	Übersichtsplan 1:10'000 Raster, 0.25 x 0.25m <u>Quelle:</u> Übersichtsplan (UP), Kanton Graubünden, 2015

2.2 Literatur

Die Methode basiert auf den Erkenntnissen aus der Masterarbeit von Herrn Gabriel. Dort wird auf weitere Quellen verwiesen.

Frehner M, Wasser B, Schwitter R (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. BAFU, Bern.
Link: <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01920/01963>

Gabriel A (2014) Automatische Ausscheidung kritischer Bestandeslücken in potentiellen Lawinenschutzwäldern. Masterarbeit, ETH Zürich.

Link: <https://polybox.ethz.ch/public.php?service=files&t=a9d8a459a981edeb592e4b0299038b6b> [Passwort: **Picea4everR**]

3 Methode

Die Methode basiert auf den Erkenntnissen aus der Masterarbeit „Automatische Ausscheidung kritischer Bestandeslücken in potentiellen Lawinenschutzwäldern“ (Gabriel 2014) und wurde in im Rahmen dieses Projektes weiterentwickelt, um Unsicherheiten bei der Walddefinition zu visualisieren.

3.1 Waldmaske

In zwei Stufen wurde eine Waldmaske hergeleitet, welche jene bestockten Flächen beschreibt, die gegenüber Waldlawinen wirksam sind (siehe Abb. 1).

In der ersten Stufe wird die Waldmaske (WaldMaske) auf Grundlage des Vegetationshöhenmodells (VHM) erzeugt. Hierzu werden alle Rasterzellen im VHM höher **h_Wald** [m] als Wald (=1) und die restlichen als Nichtwald (=0) taxiert. Die resultierende verpixelte Waldmaske wird durch Anwenden eines Glättungsfilters in eine brauchbare Form gebracht.

In der zweiten Stufe wird der Deckungsgrad für jede Rasterzelle der Waldmaske bestimmt, indem jeweils innerhalb eines vordefinierten Analysefensters (hier ein Kreis von 1/32 ha Fläche) der Anteil der eingangs bestimmten Wald-Rasterzellen in der Nachbarschaft bestimmt wird. Der gegen Lawinenanrisse wirksame Wald kann nun durch Setzen eines minimalen Deckungsgrades **dg_Wald** aufgrund dieser Deckungsgrad-Karte bestimmt werden.

Die Maske für den gegenüber Waldlawinen wirksamen Wald (WaldWirksamMaske) ist somit eine Funktion [1] der Vegetationshöhe für die Erstellung der Waldmaske und [2] des minimalen Deckungsgrades. Es wurden **neun Waldmasken** für verschiedene Vegetationshöhen-Deckungsgrad-Kombinationen gerechnet, um den Spielraum plausibler Parameterwerte abzudecken.

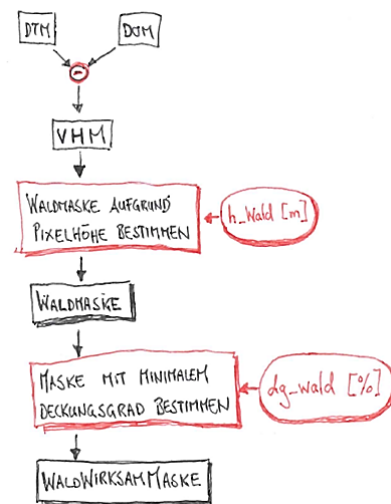


Abbildung 1: Arbeitsschritte für die Erstellung der Waldmaske

3.2 Automatische Ausscheidung kritischer Lücken

Die Wegleitung „Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald“ macht zu Lawinenschutzwäldern Aussagen zur maximalen Ausdehnung von Lücken in Falllinie in Abhängigkeit der Hangneigung (siehe Appendix). Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf die Minimalanforderungen für subalpine und hochmontane Nadelwälder ab.

Die Grundidee für die automatische Ausscheidung von Lücken ist nun, die Waldmaske mit einer rechteckigen Schablone zu beproben, welche in der Ausdehnung einer für Waldlawinen kritischen Lücke entspricht. Kritische Lücken werden dort erfasst, wo diese Schablone in eine Waldlücke passt. Diese Schablone muss sich der lokalen Topographie anpassen, da sie den Neigungsverhältnissen entsprechend abzulängen und in Falllinie auszurichten ist. Hierzu werden aufgrund des Digitalen Terrainmodells (DTM) Neigungs- und Expositionsklassen berechnet und zu topographischen Klassen (hier: 64) kombiniert. Für jede topographische Klasse wird im Anschluss eine Schablone für die kritische Lücke definiert (Abb. 2, A).

Für jede Topographiekategorie wird nun das entsprechende Raster mit der Maske des wirksamen Waldes (WaldWirksamMaske) verschnitten, und die verbleibenden Lücken mit der entsprechenden Schablone beprobt (Abb. 2, B). Die in den einzelnen topographischen Klassen identifizierten kritischen Lücken werden am Ende in ein Raster vereint.

Die kritischen Lücken werden separat auf allen neun Waldmasken bestimmt (C). Dies erlaubt die Einführung einer **Detektionsrate**, die das Verhältnis zwischen „Anzahl Detektionen“ zu „Anzahl Iterationen“ wiedergibt. Dies ist ein Mass für die Sensitivität der Lückenausscheidung gegenüber der Definition des wirksamen Waldes und kann für die Priorisierung bei der weiteren Untersuchung von Lücken hilfreich sein.

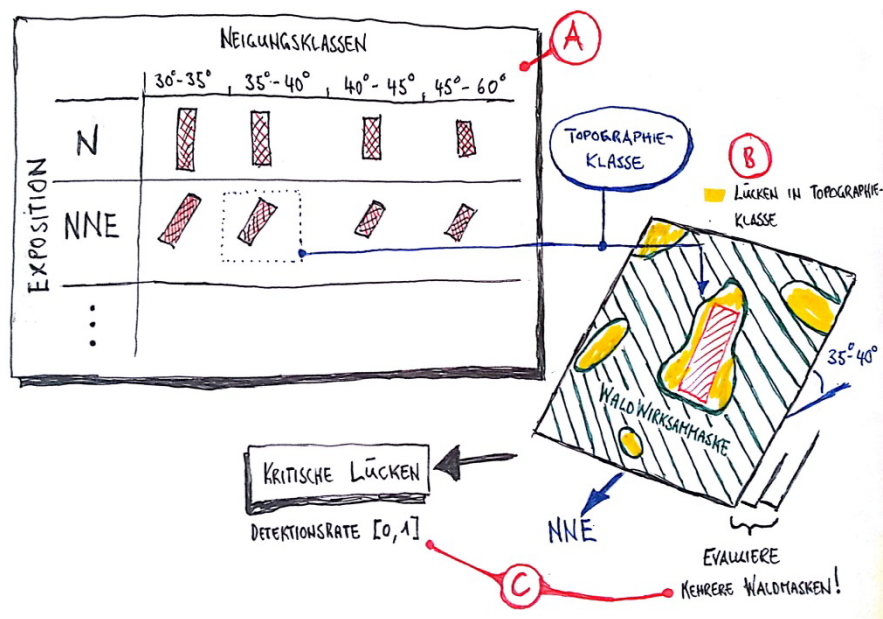


Abbildung 2: (A) Neigungs- und Expositions-Klassen werden zu topographischen Klassen kombiniert und entsprechende Schablonen für kritische Lücken definiert; (B) Lücken in topographischen Klassen werden mit entsprechender Schablone beprobt, und die kritischen Lücken über alle Klassen zusammengefasst; (C) Lücken werden für mehrere Waldmasken identifiziert, was die Angabe einer Detektionsrate ermöglicht.

3.3 Implementierung

Die Neigungsklassen-, Expositions-klassen- und Waldmaskenraster werden in **ArcGIS** prozessiert. Für die automatische Lückendetektion erfolgt über ein **MATLAB**-Skript.

4 Resultate

Die Resultate liegen gezippt auf...

<https://polybox.ethz.ch/public.php?service=files&t=a9d8a459a981edeb592e4b0299038b6b> [Passwort: **Picea4eveR**]

Folgende Resultate wurden erzeugt und in einem QGIS-Projekt dargestellt:

#	Name	Beschreibung
0	<i>up10.asc</i>	- Übersichtsplan, zugeschnitten auf Perimeter - Binäres Raster 1m x 1m
1	<i>vhm.asc</i>	- Vegetationshöhenmodell (enthält sowohl Starkstromleitungen im bewaldeten Gebiet als auch Negativwerte) - Raster 0.5m x 0.5m
2	<i>deckungsgrad_X.asc</i> X: 2m, 3m, 4m	- Deckungsgradraster - Raster 0.5m x 0.5m - Pixelwert: Deckungsgrad [0,1], NoData: Nicht-Wald
3	<i>lueckenkritisch.asc</i>	- Kritische Lücken für Waldlawinen aufgrund Ausdehnung in Falllinie und Waldmaske für wirksamen Wald - Raster 2.0m x 2.0m - Pixelwert: Detektionsrate [0,1]
4	<i>ProjektKritischeWaldluecken.qgs</i>	QGIS-Projekt, in welchem die Raster aufbereitet sind

4.1 Waldmaske

Waldmasken wurden für **h_wald** = 2, 3, 4 Metern berechnet. Abgelegt sind die Waldmasken als Deckungsgrad-Raster (*deckungsgrad_X.asc*). Mit einer Abfrage können im Anschluss die Flächen mit einem Deckungsgrad **dg_wald** $\geq 50\%$, $\geq 60\%$ und $\geq 70\%$ bestimmt werden. Abbildung 3 zeigt den Effekt der unterschiedlichen Grenzwerte auf die Ausdehnung des gegen Waldlawinen wirksamen Waldes an einem Ausschnitt auf.

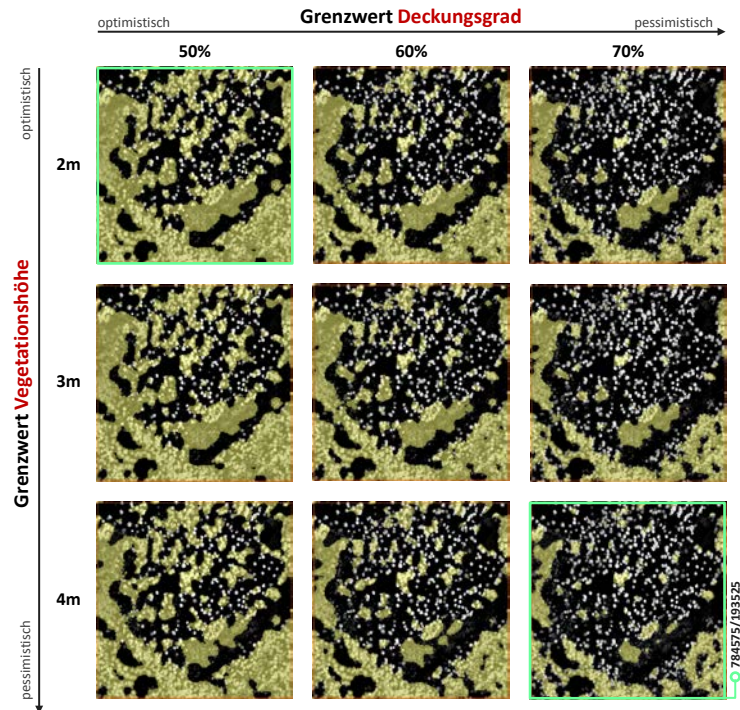


Abbildung 3: Wirksamer Wald gegen Waldlawinen (in Gelb eingefärbt) für neun Kombinationen von Grenzwerten für die Vegetationshöhe und den Deckungsgrad.

4.2 Kritische Lücken

Die kritischen Lücken für Waldlawinen wurden auf Grundlage von 64 topographischen Klassen (4 Neigungs- und 16 Expositionsklassen, siehe Appendix) für alle neun in Abbildung 3 abgebildeten Masken wirksamer Wälder bestimmt. Die Pixelwerte des resultierenden Rasters (*lueckenkritisch.asc*) geben die Detektionsrate an. Zur anschaulichen Repräsentation der Topographie und des Waldes wird zusätzlich der Übersichtsplan 1:10:000 (*up10.asc*) und das Vegetationshöhenmodell (*vhm.asc*) mitgeliefert. Diese Raster sind im QGIS-Projekt *ProjektkritischeWaldlücken.qgs* wie in Abbildung 4 dargestellt.

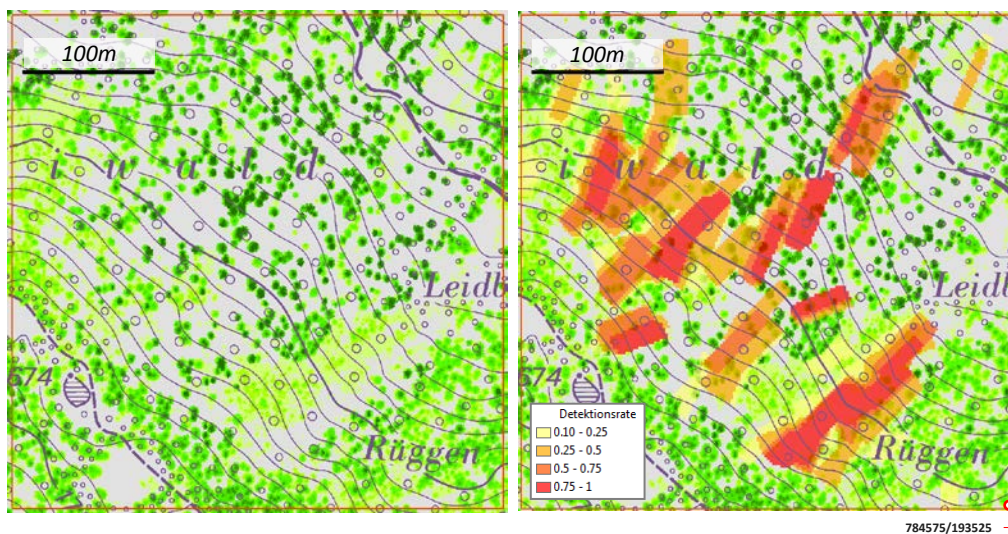


Abbildung 4: Darstellung des Waldes und der Topographie mit und ohne kritische Lücken.

5 Vorschläge für die Verifikation

Wir empfehlen bei der Verwendung der Resultate die Darstellung in Abbildung 4. Das abgegebene QGIS-Projekt *ProjektKritischeWaldlücken.qgs* ist entsprechend aufbereitet. Da die Lückenausscheidung über den gesamten Datensatz erfolgte, lassen sich mit dieser Darstellung die Lücken im Waldgebiet bestimmen. Zudem lassen sich Elemente identifizieren, welche durch ihre Topographie das Entstehen von Waldlawinen womöglich hemmen: (1) linienförmige Elemente wie Strassen und Eisenbahntrasses und (2) Felsabhänge. Diese Elemente lassen sich bei der Lückenidentifikation in einer verbesserten Version berücksichtigen. Schlussendlich ist die mit der Meereshöhe variierende Schneehöhe nicht berücksichtigt. Mit steigender Schneehöhe steigen die Anforderungen an den Wald. Dem ist indirekt mit der Ausscheidung pessimistischer Waldmasken (z.B., $h_{wald} = 4$) Rechnung getragen.

Die erzeugten Waldmasken dienen als Grundlage für die automatische flächendeckende Berechnung eines Deckungsgrades. Ohne Waldmaske würde der Deckungsgrad an Waldrändern unterschätzt. Der Deckungsgrad dient schlussendlich für die Unterscheidung in unwirksame/wirksame Wälder bei der Lückendetektion. Diese Waldmaske berücksichtigt aufgrund der gewählten Höhengrenzwerte Jungwuchs nur unzureichend (bei der vorliegenden Fragestellung ist dieser jedoch auch von untergeordneter Bedeutung). Wie die Lückenausscheidung erfolgte die Berechnung der Waldmaske auf dem gesamten Datensatz (d.h., auch im Siedlungsgebiet).

APPENDIX

Lückendefinition

Ort	Potentieller Beitrag des Waldes	Anforderungen auf Grund der Naturgefahr minimal	Anforderungen auf Grund der Naturgefahr ideal
Entstehungsgebiet	Gross	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Falllinie $\geq 30^\circ$ (58 %) $\rightarrow$ kleiner als 60 m $\geq 35^\circ$ (70 %) $\rightarrow$ kleiner als 50 m $\geq 40^\circ$ (84 %) $\rightarrow$ kleiner als 40 m $\geq 45^\circ$ (100 %) $\rightarrow$ kleiner als 30 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 15 m sein Deckungsgrad > 50 % Minimale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Falllinie $\geq 30^\circ$ (58 %) kleiner als 50 m $\geq 35^\circ$ (70 %) kleiner als 40 m $\geq 40^\circ$ (84 %) kleiner als 30 m $\geq 45^\circ$ (100 %) kleiner als 25 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 15 m sein Deckungsgrad > 50 % Ideale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt
Entstehungsgebiet	Mittel ab 35° (70 %) Hangneigung	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Falllinie $\geq 35^\circ$ (70 %) $\rightarrow$ kleiner als 50 m $\geq 40^\circ$ (84 %) $\rightarrow$ kleiner als 40 m $\geq 45^\circ$ (100 %) $\rightarrow$ kleiner als 30 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 5 m sein Deckungsgrad > 50 % Minimale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Falllinie $\geq 35^\circ$ (70 %) $\rightarrow$ kleiner als 40 m $\geq 40^\circ$ (84 %) $\rightarrow$ kleiner als 30 m $\geq 45^\circ$ (100 %) $\rightarrow$ kleiner als 25 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 5 m sein Deckungsgrad > 50 % Ideale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt

Quelle: Nachhaltige Schutzwaldpflege im Gebirgswald (<http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01920/01963>)

In diesem Modell wurden rechteckige Lücken-Schablonen anhand der Minimalanforderungen für subalpine und hochmontane Nadelwälder angewandt. Die Länge variierte mit der Hangneigung, für die Breite wurden 10m gewählt.

Topographische Raster

Es wurden 64 Topographische Raster (d.h., Kombinationen von 4 Neigungs- und 16 Expositionsklassen) untersucht.

Neigung

Die Neigungsklassen überlappen sich in ihren Wertebereichen. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich die Neigungen kontinuierlich im Raum ändern.

Neigungsraster

ID-slope	Wertebereich (in °)
0	0 - 27.5
1	27.5 - 32.5
2	32.5 - 37.5
3	37.5 - 42.5
4	42.5 - 47.5
5	47.5 – 60
0	60 - 5000

Neigungsklassen

ID-slope	Klassen-ID	Beschreibung
0	0	keine Gefährdung, da zu flach oder zu steil
1, 2	1	Neigung 30° - 35°
2, 3	2	Neigung 35° - 40°
3, 4	3	Neigung 40° - 45°
4, 5	4	Neigung 45° - 60°

Exposition

Die Expositionsklassen überlappen sich in ihren Wertebereichen. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich die Exposition kontinuierlich im Raum ändert.

Expositionsraaster

ID-aspect	Wertebereich (in °)
1	0 - 22.5
2	22.5 - 45
3	45 - 67.5
4	67.5 - 90
5	90 - 112.5
6	112.5 - 135
7	135 - 157.5
8	157.5 - 180
9	180 - 202.5
10	202.5 - 225
11	225 - 247.5
12	247.5 - 270
13	270 - 292.5
14	292.5 - 315
15	315 - 337.5
16	337.5 - 360

Expositionsklassen

ID-aspect	Klassen-ID	Beschreibung
1, 16	1	0°
1, 2	2	22.5°
2, 3	3	45°
3, 4	4	67.5°
4, 5	5	90°
5, 6	6	112.5°
6, 7	7	135°
7, 8	8	157.5°
8, 9	9	180°
9, 10	10	202.5°
10, 11	11	225°
11, 12	12	247.5°
12, 13	13	270°
13, 14	14	292.5°
14, 15	15	315°
15, 16	16	337.5°



Berner Fachhochschule
Hochschule für Agrar-, Forst- und
Lebensmittelwissenschaften HAFL

BFH | Länggasse 85 | 3052 Zollikofen

Auftraggeber:

ibW Höhere Fachschule Südostschweiz
Bildungszentrum Wald Maienfeld
Bovel / Postfach
7304 Maienfeld

Autoren:

Luuk Dorren
Jérémie Huber
Christine Moos

Tel. +41 31 910 29 78
luuk.dorren@bfh.ch

Zollikofen, 3. Februar 2016

Kurzbericht des Projekts

„Anwendung von FINT im Forstbetrieb Klosters“

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Das Werkzeug FINT	2
3. Vorgehensweise im Projekt	3
4. Ergebnisse	5
5. Mögliche Verbesserungen	7
6. Literatur	8

1. Einleitung

LiDAR (Light Detection And Ranging – laserscanning) ist ein mächtiges Instrument für die direkte 3D-Messung von Baumhöhen, die Ortsbestimmung von (dominierenden) Einzelbäumen, sowie die Charakterisierung von ganzen Baumkronendächern und die unterliegende Topographie (Maier et al. 2008; Fischer, 2011). Für die Detektion von Einzelbäumen steht heutzutage eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung: von der Erkennung von Baumspitzen mittels Lokalmaxima bis zur 3D-Segmentierung von Einzelbäumen. Daten, die dafür verwendet werden, variieren von rasterbasierten Oberflächenmodellen bis hin zu LiDAR „Rohdaten“ (3D-Einzelpunkte mit x-, y-, z-Koordinaten). Die Ableitung von Einzelbauminformationen aus Oberflächenmodellen findet in der Literatur breite Anwendung (Fischer, 2011).

Ansätze für Einzelbaumdetektion auf Basis von rasterbasierten Oberflächenmodellen aus Laserscannerdaten verwenden zwei Höhenmodelle: Einerseits das digitale Oberflächenmodell („Digital Surface Model“ DSM), das die Erdoberfläche mit Vegetation und Gebäuden präzise beschreibt, und andererseits das digitale Geländemodell („Digital Terrain Model“ DTM), aus dem die Vegetation und die Gebäude entfernt worden sind. In bewaldeten Gebieten ist die Differenz zwischen den beiden Modellen DSM und DTM das Vegetationshöhenmodell, auch „Canopy Height Model“ (CHM) genannt. Da diese Modelle auf bestimmte Rasterweiten interpoliert werden, ergibt sich hier ein Informationsverlust im Vergleich zu den Rohdaten (Fischer, 2011).

Um die Genauigkeit der für die Einzelbaumerkennung aus CHM angewendeten Algorithmen zu bestimmen, wurden deren Resultate in mehreren Studien mit Geländeaufnahmen aus verschiedensten Gebieten verglichen. Beispiele dafür sind z.B. Kaartinen et al. (2012), Vauhkonen et al. (2012) und Eysn et al. (2015). Ansätze, bei denen hochaufgelöste CHM (min. 1 m Auflösung) zuerst mit Tiefpassfilter geglättet und anschliessend die lokalen Maxima ermittelt werden, haben sich in den Alpen als vielversprechend und robust für die Einzelbaumdetektion erwiesen (siehe Eysn et al., 2015).

In diesem Projekt wurde das Werkzeug FINT im Gebiet vom Forstbetrieb Klosters angewendet, um die Position herrschender und mitherrschender Bäume basierend auf einem geglätteten, hochaufgelösten CHM zu bestimmen. Dieser Bericht erklärt die Wirkung von FINT sowie die verwendete Methode und präsentiert eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

2. Das Werkzeug FINT

Da die meisten Benutzer Zugang zu Rasterdaten, nicht aber zu 3D-Punktdaten haben, beruht die Methode von FINT auf der Identifikation von lokalen Maxima in rasterisierten Geländemodellen. FINT wurde seit 2005 entwickelt (siehe Dorren et al. 2006 und www.ecorisq.org) und baut auf den Arbeiten von Popescu et al. (2002) und Lim et al. (2003) auf. Der Programmcode ist in C geschrieben. FINT stellt für jede Zelle eines CHM fest, ob es sich um ein lokales Maximum handelt. Die Nachbar-Zellen werden zunächst in einem Fenster von 3x3 Zellen ausgewertet. Falls es sich um ein lokales Maximum handelt, wird der Radius des Fensters um eine Zelle erweitert, wobei eine „runde“ Fensterform beibehalten wird (siehe Abb. 1). Die Auswertung wird

solange wiederholt, bis entweder eine benachbarte Zelle den Wert der Zelle im Mittelpunkt des Fensters übertrifft, bis der maximale Fensterradius von 15 m erreicht ist oder bis mehr als die Hälfte der Höhenwerte im Analysefenster kleiner als 1 m sind. Somit wird die Dominanz einer Zelle über ihre Umgebung ausgewertet.

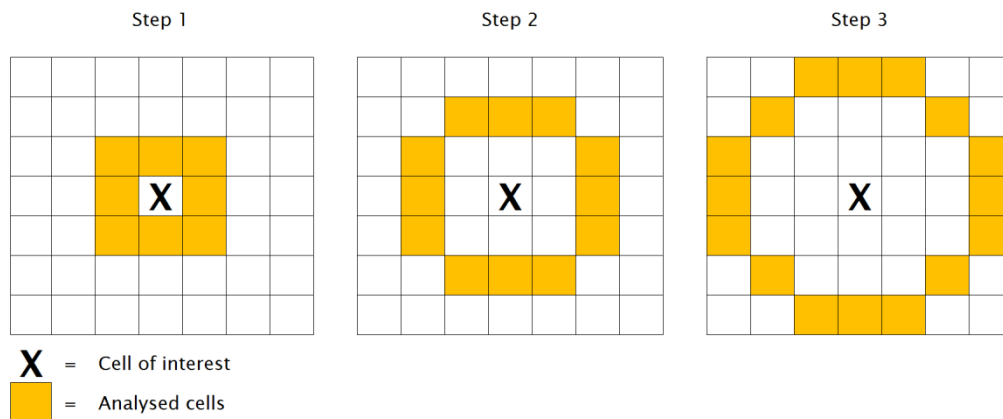


Abb. 1. Vorgehensweise in FINT. Schritt 1 bestimmt, ob Zelle X ein lokales Maximum ist. Die nächsten Schritte bestimmen die Dominanz von Zelle X über die benachbarten Zellen.

Die erforderlichen Eingangsdaten von FINT bestehen aus 1) einem CHM oder 2) einem digitalen Höhenmodell (DTM) und einem digitalen Oberflächenmodell (DSM). Das Format kann ASCII-Raster (ESRI-Format) oder eine GeoTIFF sein. Der Output von FINT besteht aus:

- **treefile.txt:** Diese Textdatei enthält x- und y-Koordinaten aller identifizierten Bäumen, sowie deren Stammdurchmesser auf Brusthöhe (BHD, in cm angegeben). Der BHD wird auf Basis der identifizierten Baumhöhe (H_b) berechnet. Hierfür kann entweder eine Basisfunktion ($BHD = H_b^{1.25}$) oder eine Benutzerfunktion mit den Variablen H_b und die Seehöhe (falls nötig) verwendet werden (siehe Abb. 2). H_b entspricht den Zellwert der lokalen Maxima im CHM.
- **Ind Trees.csv:** Diese Datei enthält x- und y-Koordinaten aller identifizierten Bäume, deren Baumhöhen in m und deren Stammdurchmesser auf Brusthöhe (BHD) in cm sowie ein Hinweis auf die Dominanz über Nachbarbäume (Maximalwert 15 m). Diese Daten werden als Komma getrennte Werte (CSV-Format) ausgegeben. Diese Datei kann direkt in den meisten Tabellen und GIS-Programmen geöffnet werden.
- **schema.ini:** Diese Datei definiert den Informationstyp der einzelnen Spalten im File Ind_trees.csv für ArcGIS

3. Vorgehensweise im Projekt

Das zur Verfügung gestellte Vegetationshöhenmodell (CHM)¹ vom Testgebiet Klosters wurde in einem ersten Schritt mit einem Gauss-Filter geglättet. Ein Gauss-Filter (Tiefpassfilter) ist ein Glättungsoperator, der verwendet wird um Unregelmässigkeiten aus Rasterdaten zu entfernen. Dabei werden die Zellen im Filterkern auf Basis der "gaussischen Glocke" gewichtet. Im Gegensatz zum Mittelwertfilter, bei dem alle Nachbarzellen unabhängig von der Distanz zur Mittelzelle das gleiche Stimmrecht

¹ ADSVHM_SUMMER_1m_INT_Null_0i2_60_Float.tif

haben, werden beim Gauss-Filter die Zellen in unmittelbarer Umgebung zur Mittelzelle stärker gewichtet. Der Grad der Glättung wird durch den Suchradius sowie die Standardabweichung des Filters bestimmt. Der Gauss-Filter wurde im „opensource“ GIS-Programm SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses - Module „Gaussian Filter“) mit einem kreisförmigen Suchradius von einer Zelle mit einer Standard Abweichung von 1 angewendet.

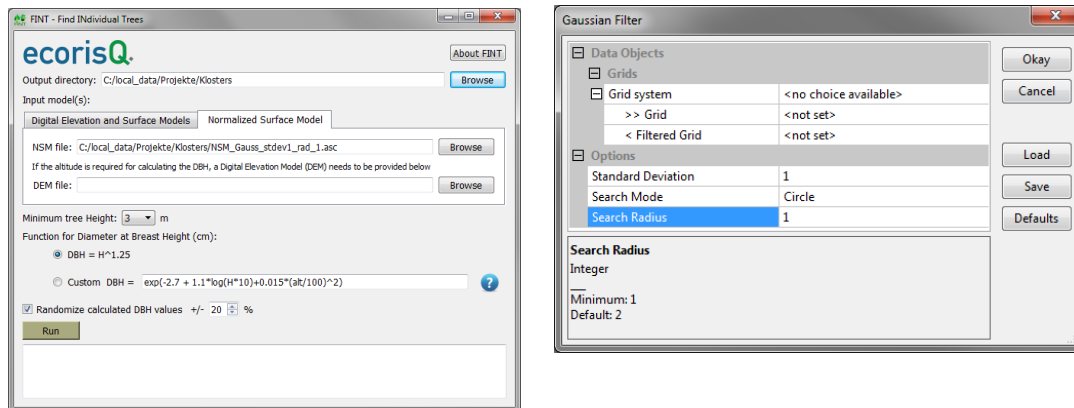


Abb. 2. Links: Benutzeroberfläche von FINT. Rechts: Einstellungen des Moduls „Gaussian Filter“ in SAGA.

Das verwendete CHM hat eine Auflösung von 1x1 m und deckt ein Gebiet von 18.5 bei 11.5 km (812 Mb). Die minimale Baumhöhe wurde auf drei Metern festgelegt. Die berechneten BHD-Werte wurden zufällig mit +/-20% variiert. Nach der Einzelbaumdetektion mit FINT wurde aus den Koordinaten der detektierten Bäume ein Raster mit einer Auflösung von 50 m erstellt und die Stammzahl pro ha für jede Zelle berechnet.

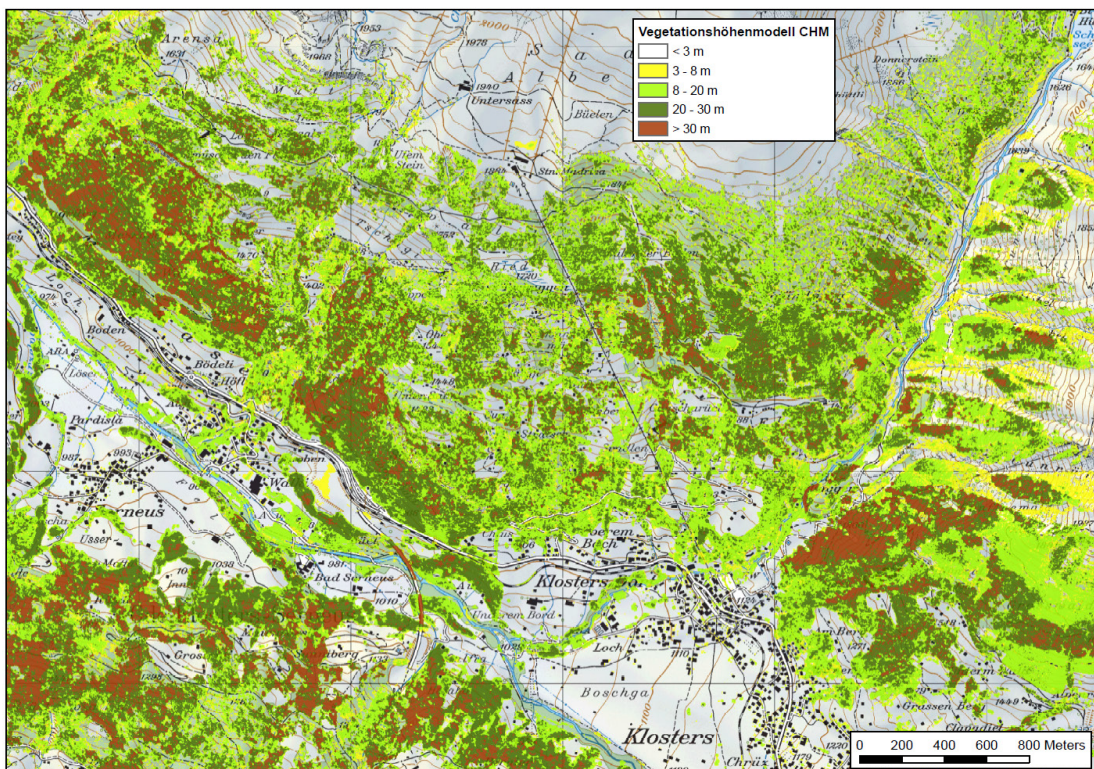


Abb. 3. Ausschnitt aus dem Vegetationshöhenmodell (CHM) vom Testgebiet Klosters.

4. Ergebnisse

Im gesamten Testgebiet wurden 1'928'516 Bäume detektiert (Abb. 4 und 5). Davon hatten rund 475'000 Bäume einen BHD kleiner als 8 cm und rund 38'000 einen BHD grösser als 100 cm. Die grossen, unrealistischen BHD-Werte sind auf die unrealistischen Werte im zur Verfügung stehenden CHM zurückzuführen. Die maximale Vegetationshöhe im CHM war 60 m. Die durchschnittliche Höhe der Baumkronen im CHM liegt auf rund 20 m. Die Verteilung der berechneten BHD von den detektierten Bäumen mit BHD zwischen 8 und 100 cm ($n = 1'415'081$) ist in Abb. 6 dargestellt.

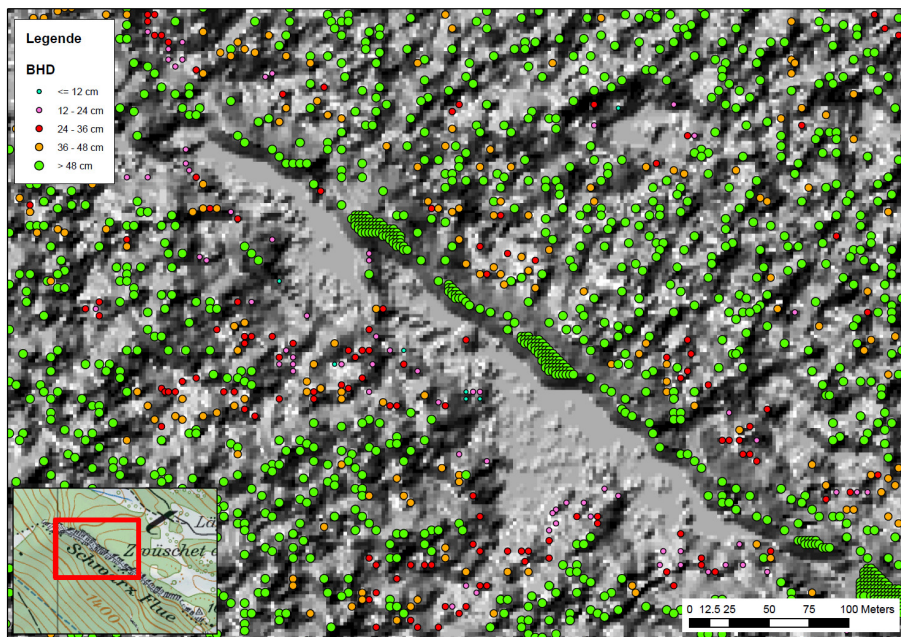


Abb. 4. Detektierte Einzelbäume und deren BHD im Gebiet Schwarz Flue (nord-östlich von Serneus).

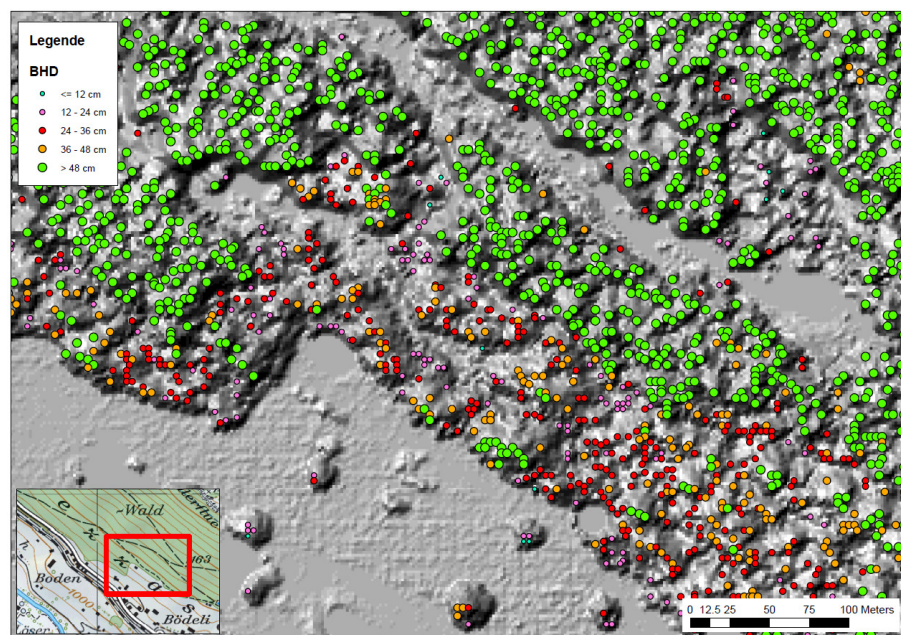


Abb. 5. Detektierte Einzelbäume und deren BHD im Gebiet Mezzaselva (nord-östlich von Serneus).

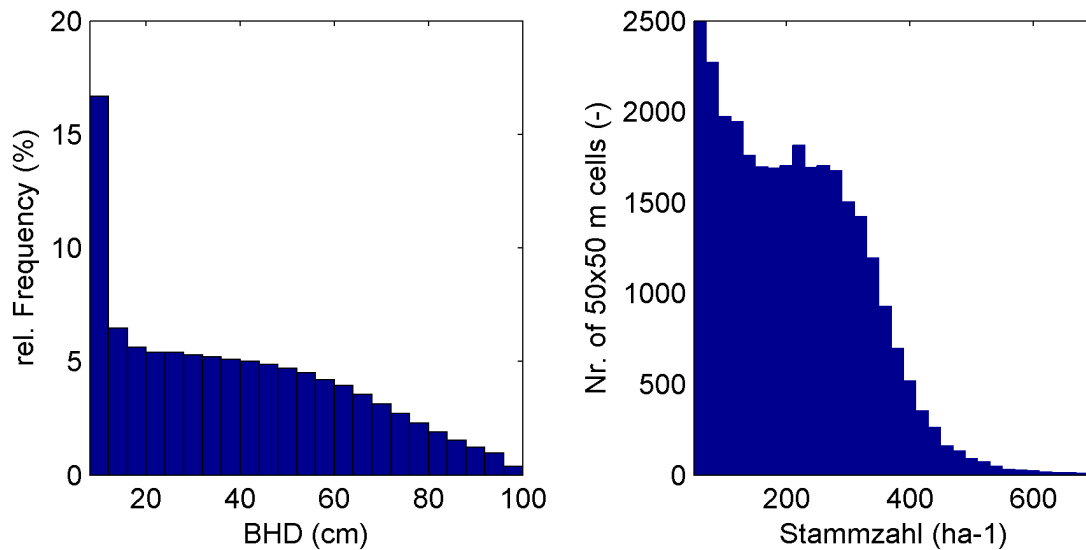


Abb. 6. Links: Verteilung der BHD von allen detektierten Einzelbäumen mit BHD zwischen 8 und 100 cm. Rechts: Verteilung der Stammzahlen für das ganze Testgebiet Klosters.

Die berechneten Stammzahlen pro 50 x 50 m Zelle fallen sehr realistisch aus (siehe Abb 6, Bild rechts, Abb. 7 und Abb. 8), ausser in den Felswänden. Auch dies ist auf die unrealistischen Werte im zur Verfügung stehenden CHM zurückzuführen (die Zellwerte für die Felswand sollten im CHM null sein – dies ist aber nicht der Fall; siehe auch der Effekt auf die Anzahl detektierter Bäume in Abb. 4).

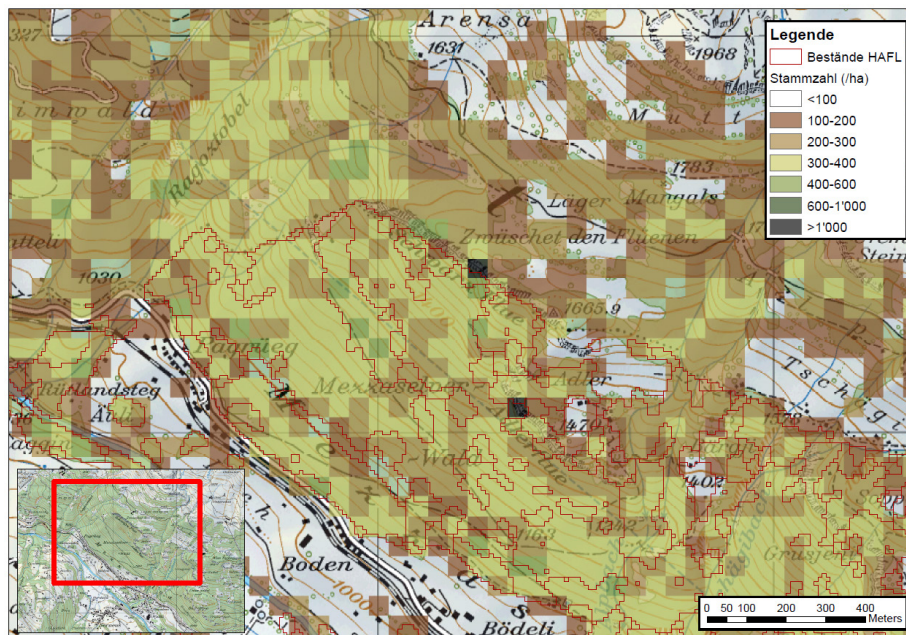


Abb. 7. Stammzahlen für das Gebiet Mezzaselva (nord-östlich von Serneus).

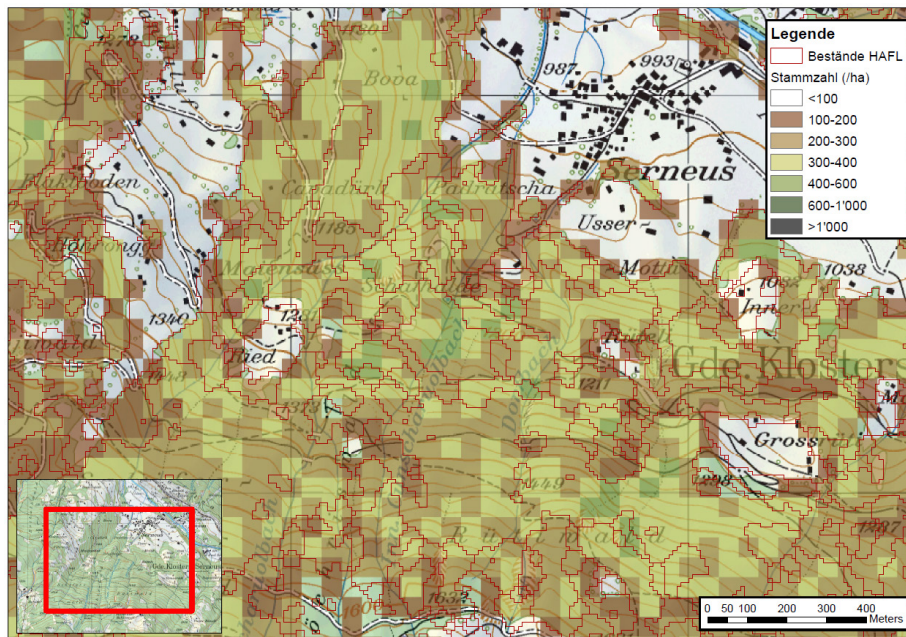


Abb. 8. Stammzahlen für das Gebiet Höchriswald (südlich von Serneus).

5. Mögliche Verbesserungen

Folgende Möglichkeiten bestehen, um die Ergebnisse von FINT relativ einfach zu verbessern:

- Eliminieren von Felswänden aus dem CHM. Dadurch würden die dort falsch detektierten Bäume aus den Ergebnissen entfernt.
- Baumartenabhängige Glättung des Vegetationshöhenmodells. Die Qualität der Einzelbaumdetektion ist stark abhängig von der Auflösung des CHM und deren Glättung. Um Laubbäume gut detektieren zu können, muss das CHM anders gefiltert werden als für die optimale Detektion von Nadelbäumen (siehe Huber, 2015). Optimal wäre ein CHM mit einer Auflösung von 0.5×0.5 cm mit unterschiedlicher Glättung für Zellen mit Laub- oder Nadelbäumen. Die Präsenz von Nadel- und Laubholz kann gut automatisch aus Luftbildern ermittelt werden.

6. Literatur

- Dorren, L.K.A., Maier, B. and Berger, F., 2006. Assessing protection forest structure with airborne laser scanning in steep mountainous terrain. In: T. Koukal and W. Schneider (Eds.), *Proceedings International Workshop 3D Remote Sensing in Forestry*, 13-15 February 2006, EARSeL, Vienna: pp. 238-242.
- Eysn, L., Hollaus, M., Lindberg, E., Berger, F., Monnet, J.-M., Dalponte, M. et al, 2015. A Benchmark of Lidar-Based Single Tree Detection Methods Using Heterogeneous Forest Data from the Alpine Space. *Forests* 6: 1721-1747.
- Fischer, F., 2011. Extrahierung der 3D-Struktur von Einzelbäumen aus LiDAR-Daten. *MSc-Arbeit, Univ. Zürich*: 84 pp.
- Huber, J., 2015. Qualité de détection des arbres avec FINT selon la résolution raster et les filtres employés dans des forêts résineuses, feuillues et mixtes. *BSc-Arbeit HAFL, Zollikofen*: 62 pp.
- Kaartinen, H., Hyypä, J., Yu, X., Vastaranta, M., Hyypä, H., Kukko, A. et al, 2012. An International Comparison of Individual Tree Detection and Extraction Using Airborne Laser Scanning. *Remote Sensing* 4: 950-974.
- Lim, K., Treitz, P., Wulder, M., St-Onge, B., Flood, M., 2003. LiDAR remote sensing of forest structure. *Progress in Physical Geography* 27: 88-106.
- Maier, B., Tiede, D., Dorren, L., 2008. Characterising mountain forest structure using landscape metrics on LiDAR-based canopy surface models, in: Blaschke, T., Lang, S., Hay, G. (Eds.), *Object-based image analysis. Spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications*. Springer, Berlin/London. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography: pp. 625-643.
- Popescu, S., Wynne, R., Nelson, R., 2002. Estimating plot-level tree heights with lidar: local filtering with a canopy-height based variable window size. *Computers and Electronics in Agriculture* 37: 71-95.
- Vauhkonen, J., Ene, L., Gupta, S., Heinzl, J., Holmgren, J., Pitkanen, J. et al, 2012. Comparative testing of single-tree detection algorithms under different types of forest. *Forestry* 85: pp. 27-40.

ETH Zürich
Dr. J. Breschan
Projektleiter
CHN K73.1
Universitätsstrasse 22
8092 ZürichTelefon +41 44 632 69 17
Telefax +41 44 632 11 46
jochen.breschan@usys.ethz.ch
www.lue.ethz.ch

Flächendeckende Grundlagen zur Beurteilung der Waldwirkung gegenüber Steinschlag

Technischer Bericht

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und Ziele	2
2	Methode.....	3
3	Resultate.....	6
4	Ausblick – Implementierung und Forschungsbedarf	13
5	Literatur.....	14
	APPENDIX	15

Auftraggeber:
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Wald
Roberto Bolgè
3003 Bern

Zürich, 15.01.2016



Jochen Breschan, Projektleiter
Franziska Roth, Projektbearbeitung / Feldaufnahmen
Maja Messerli und Sabrina Maurer, Feldaufnahmen
Matthias Jochner, Drohnenbefliegung
Daniel Trüssel, Implementierung Korridortool
Andreas Hill, Statistische Beratung

1 Problemstellung und Ziele

Es ging in diesem Projekt darum, [I] die relevanten Waldparameter (Grundfläche und Stammzahl) für die Beurteilung der Schutzwirkung gegenüber Steinschlag flächendeckend mit Fernerkundungsdaten zu schätzen und [II] für die resultierenden Prognosekarten einen Prototyp eines Tools zu entwerfen, der die Abfrage der Waldparameter und der Topographie auf der Skala „Steinschlagkorridor“ erlaubt.

Dies erfordert die Lösung folgender Aufgaben:

1. Felddaten: Lagegenaue Erfassung der Waldparameter für ein Set von Stichprobenkreisen (Aufnahmeverfahren analog LFI),
2. Berechnung eines Vegetationshöhenmodells (VHM),
3. Kalibrierung von Prognosemodellen für die Waldparameter anhand Felddaten und aus dem VHM hergeleiteten Hilfsvariablen,
4. Berechnen von Prognosekarten durch die flächendeckende Anwendung der Prognosemodelle,
5. Entwicklung eines Prototyps für ein Korridor-Tool, welches Waldparameter und Topographie für einen Steinschlagkorridor ermittelt.

Das Projekt wurde am Beispiel der Wälder Gruobwald und Mezzaselva nahe Serneus (GR, 130ha, siehe Abb. 4) durchgeführt. Zudem erfolgte eine Drohnenbefliegung. Diese war für die Fragestellung jedoch nicht zentral. Die Resultate der Befliegung werden kurz angesprochen und ein Ausblick zum Drohneneinsatz gegeben. Folgend werden die Methoden erläutert, die Resultate präsentiert und diskutiert, und ein Ausblick zur praktischen Implementierung sowie zu Forschungsfragen gegeben.

Die Resultate dieser Arbeit sind:

Die Resultate liegen gezippt auf...

<https://polybox.ethz.ch/index.php/s/Q1lpJt3mJXOPIAW>

[Passwort: **Picea4ever**]

#	Beschreibung	Verweis im Bericht	Dateien (Ordner \2_Resultate\)
A	Datensatz Felddaten (30 Stichproben, 336 Bäume)	3.1 Auswertung der Felddaten - Appendix A, B	- FelddatenDatensätze.xls - Geodaten.gdb\ STICHPROBEN_Serneus EINZELBAEUME_Serneus
B	Vegetationshöhenmodelle	3.2 Fernerkundungsdaten - Appendix A	Geodaten.gdb\ VHMswisstopo VHMads80 VHMdrohne
C	Orthophoto der Drohnenbefliegung	3.2 Fernerkundungsdaten - Appendix A	Geodaten.gdb\ Orthophoto_Serneus
D	Prognosekarte Grundfläche	3.3 Herleitung der Prognosekarten	Geodaten.gdb\ Grundflaeche_Punktraster
E	Korridorabfragetool	3.4 Anwendung der Prognosekarte - Korridorabfragetool	\Korridortool\

2 Methode

Es geht darum, steinschlagrelevante Informationen zum Waldzustand und zur Topographie flächendeckend bereit zu stellen, um im Anschluss mit einem Korridortool Abfragen für bewaldete Hangprofile zu machen, welche die für die Beurteilung massgebenden Kennwerte liefern. Das Vorgehen ist in Abbildung 1 illustriert und wird in den folgenden Abschnitten erklärt.

Der Waldzustand wird mit den Parametern Grundfläche [$\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$] und Stammzahl [N ha^{-1}] beschrieben. Für die Berechnung einer flächendeckenden Prognosekarte werden an den Positionen von Kontrollstichproben die aus den Felddaten bestimmten Parameterwerte mit Hilfsvariablenwerten aus dem VHM in Relation gesetzt. Hilfsvariablen werden aus dem VHM jeweils für den Ausschnitt der Stichprobenfläche (hier durch eine quadratische Zelle angenähert) berechnet. Die Kalibrierung eines Prognosemodells liefert im Anschluss eine Funktion, welche die Parameter in Abhängigkeit der Hilfsvariablen schätzt. Die Hilfsvariablen werden im Anschluss flächendeckend für ein Raster auf der Skala des Prognosemodells ermittelt und das Modell angewendet.

Als Grundlage für die Topographie dient das Digitale Terrainmodell.

Das Korridortool schätzt im Anschluss die Mittelwerte für die Grundfläche und Stammzahl innerhalb des Korridors, ermittelt die horizontale Hanglänge, die mittlere Hangneigung und schreibt zudem das Hangprofil als XYZ-Punktdatensatz für weitere Applikationen (bspw. in RocFall) heraus.

Wir führen das Korridortool als Stellvertreter für Fragestellungen ein, die auf die Charakterisierung von Beurteilungseinheiten (Einzugsgebiete, Abteilungen, Bestände, Steinschlag- oder Seilkorridore, etc.) fokussieren. Diese Einheiten beinhalten in der Regel viele Werte der Prognosekarte. Daraus lassen sich Mittelwerte berechnen, die in der Regel zu besseren Schätzungen führen als jene in einzelnen Zellen.

Die Folgenden Unterkapitel beschreiben kurz die für die einzelnen Schritte verwendeten Methoden.

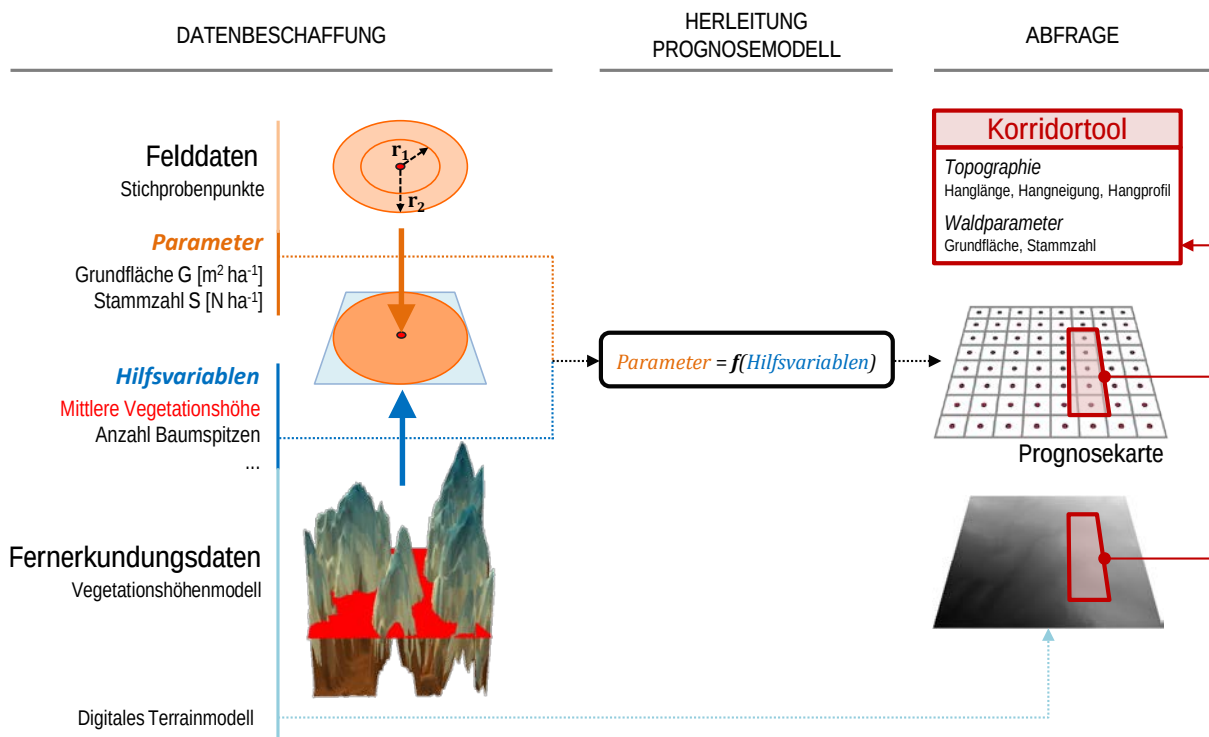


Abbildung 1 - Verknüpfung von Grundlagen und Korridorabfragetool.

2.1 Datenbeschaffung – Feldaufnahmen

Für die Feldaufnahmen werden die Stichproben analog zur LFI-Methode (Keller 2013) erhoben. Jedoch ist die Lage der Aufnahmen zufällig und nicht durch ein Gitter bestimmt. Es werden zwei konzentrische Stichprobenkreise ($r_1 = 7.98\text{m}$, $A_1 = 200\text{m}^2$; $r_2 = 12.62\text{m}$, $A_2 = 500\text{m}^2$) um das Stichprobenzentrum gelegt, für welche die Kluppschwellen $\geq 12\text{cm}$ (r_1) und $\geq 36\text{cm}$ (r_2) gelten. Erfasst werden die Koordinaten des Stichprobenzentrums sowie BHD, Baumart und Lage (Horizontaldistanz und Azimut) der einzelnen Bäume. Mit den unterschiedlichen Kreisflächen gibt es für Bäume $< 36\text{cm}$ eine geringere Aufnahmew'keit pro Hektare ($p_1 = A_1/10'000 = 200/10'000 = 0.02$) als für Bäume $\geq 36\text{cm}$ ($p_2 = 0.05$). Diesem Umstand wird mit dem Horowitz-Thompson Schätzer (Mandallaz 2008) bei der Schätzung der Grundfläche G und der Stammzahl S pro Hektare für Stichprobenpunkt x Rechnung getragen:

$$G(x) = \sum_{i \in S(x)} \frac{G_{i,BHD_i < 36\text{cm}}}{p_1} + \sum_{i \in S(x)} \frac{G_{i,BHD_i \geq 36\text{cm}}}{p_2} \quad (1)$$

$$S(x) = \sum_{i \in S(x)} \frac{I_{i,BHD_i < 36\text{cm}}}{0.02} + \sum_{i \in S(x)} \frac{I_{i,BHD_i \geq 36\text{cm}}}{0.05} \quad (2)$$

Hierbei beschreibt G_i die Grundfläche des Einzelbaums und I_i ist eine Indikatorvariable, die den Wert „1“ erhält, wenn die Bedingung (hier bspw. $BHD_i < 36\text{cm}$) erfüllt ist. Da mit den Stichprobenkreisen der Ausschnitt im Gelände festgelegt ist, lässt sich auch der Ausschnitt des VHMs eindeutig zuordnen. Dies wäre bei der Bitterlich-Methode nicht der Fall, weil dort die Aufnahme eines Baumes nicht nur von der Entfernung vom Stichprobenzentrum, sondern auch vom BHD abhängig ist.

Für die Feldaufnahmen kommen folgende Geräte zum Einsatz:

#	Messgrösse	Instrument
1	Koordinaten Stichprobenzentrum	Trimble GeoXH, dGPS mit swipos-Echtzeitkorrektur
2	Horizontale Distanz	Haglöf Vertex
3	Azimut	Kompass
4	BHD	Kluppe

2.2 Datenbeschaffung – Fernerkundungsdaten

Das VHM ist die Grundlage für die Herleitung von Hilfsvariablen zur Schätzung von Waldparametern. Sie gibt die Höhendifferenz zwischen dem Digitalen Oberflächenmodell (DOM) und Digitalen Terrainmodell (DTM) als Rasterkarte wieder (Zusammenhang siehe Abb. 2). Die Hilfsvariablen werden für ein $25 \times 25\text{m}$ Raster berechnet und entsprechen damit ungefähr dem grossen Stichprobenkreis der Feldaufnahme (Radius 12.62m). Als erklärende Hilfsvariable für die Grundfläche wird die „Mittlere Vegetationshöhe“ berechnet (Illustration siehe Abb. 1). Viele Studien verwenden die Grösse bei Vorrats- und Grundflächen-Prognosen. Für die Stammzahl wird die Hilfsvariable „Stammzahl aus Einzelbaumdetektion“ gewählt, welche der Anzahl der lokalen Maxima auf dem VHM entspricht.

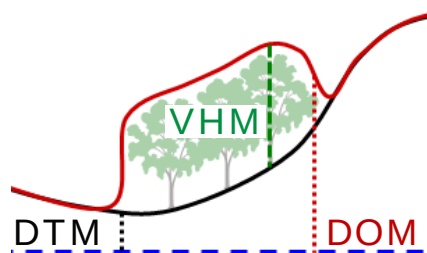


Abbildung 2 - Zusammenhang zwischen Digitalem Terrain-, Oberflächen- und Vegetationshöhenmodell.

2.3 Prognosemodelle und -karte

Für die Prognose der Waldparameter wird auf eine einfache lineare Regression zurückgegriffen. Hierfür wird zwischen einer Ziel- (bspw. Grundfläche G in Abb. 3) und einer Hilfsvariablen (bspw. h_mean für „mittlere Vegetationshöhe“) eine lineare Beziehung identifiziert, indem der y-Achsenabschnitt $\hat{\beta}_0$ und die Steigung $\hat{\beta}_1$ der entsprechenden Funktion so gewählt wird, damit die Summe der quadrierten Abweichungen zu den Stichprobenpunkten minimal wird. Hiermit ist das Prognosemodell identifiziert und zudem mit dem Bestimmtheitsmass R^2 eine analytische Aussage zur Genauigkeit gegeben. Denkbar wäre auch die Anwendung einer multiplen linearen Regression, wo eine Beziehung in Abhängigkeit mehrerer Hilfsvariablen identifiziert wird (Hill et al. 2014).

Die Hilfsvariablen werden in ArcGIS berechnet. Die Regressionsanalyse erfolgt in R Studio. Das ermittelte Prognosemodell wird im Anschluss flächendeckend in ArcGIS angewendet. Für Grundlagen zur Modellierung verweisen wir auf Dettling (2011), für ein Beispiel mit forstlichem Bezug auf Roth (2015).

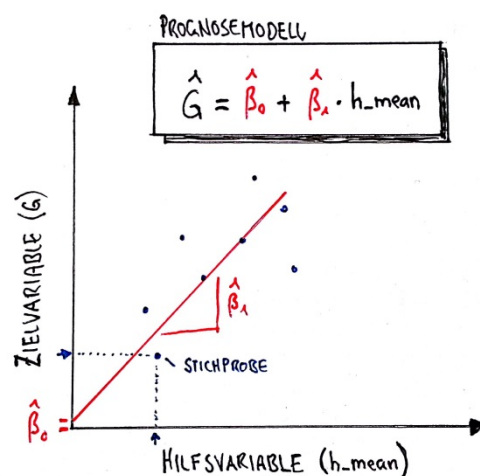


Abbildung 3 - Identifikation einer linearen Beziehung zwischen Hilfsvariablen (aus VHM abgeleitet) und Zielvariablen (anhand Feldmessung geschätzt); erklärt am Beispiel der Grundfläche G und der mittleren Vegetationshöhe h_mean .

2.4 Korridorabfrage

Die Abfrage beruht auf der Idee, dass man auf einer Karte eine Linie zieht und für diese automatisch [1] Parameter sowohl für die Topographie als auch für den Waldzustand und [2] das Hangprofil erhält. Die Parameterwerte sind Mittelwerte, welche anhand der Prognosekarten (Grundfläche, Stammzahl) und dem DTM für die Werte innerhalb des Korridors gerechnet werden. Man spricht hierbei von einem Synthetischen Schätzer, da die Prognose der Waldparameter allein auf Modellwerten beruht. Für die Beschreibung des Hangprofils wird die Linie mit Punkten im Abstand von 5 Metern dargestellt und für diese via DTM die Höhe über Meer zugewiesen.

Diese Abfrage ist als ArcGIS-Toolbox implementiert. Sie liefert eine Tabelle mit den Parameterwerten und eine Tabelle mit den XYZ-Punktkoordinaten des Hangprofils. Diese Applikation ist als Prototyp zu verstehen, um die praktische Anwendung von Prognosekarten zu veranschaulichen.

3 Resultate

Die Methode und das Korridorabfrage-Tool wurden für das Gebiet Gruobewald / Mezzaselva-Wald umgesetzt (Abb. 4).

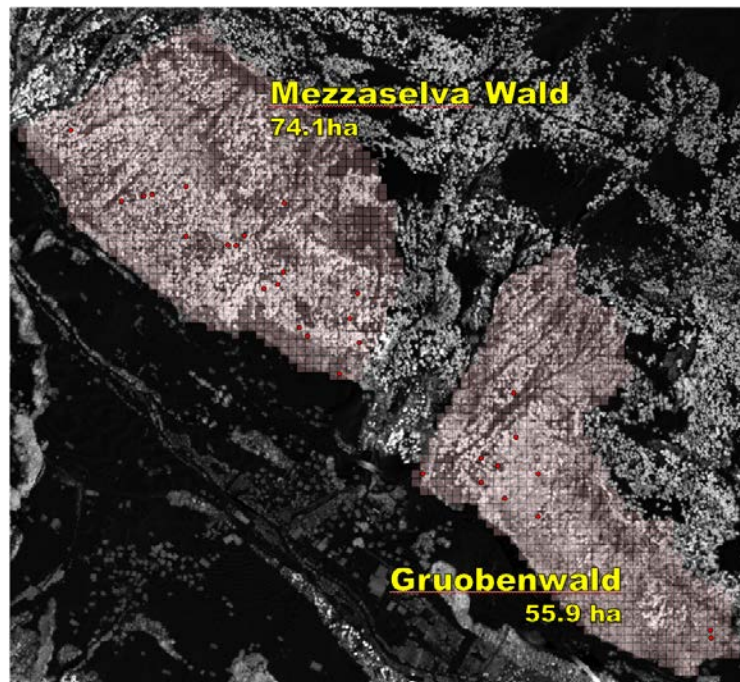


Abbildung 4 - Projektperimeter mit Aufnahmepositionen der Stichprobenpunkte (rote Kreise) und dem Raster für die flächendeckende Berechnung (© 2015 swisstopo JD100042).

3.1 Auswertung der Feldaufnahmen

2_Resultate	
FeldaufnahmenDatensätze	[Excel-Datei]
Feldaufnahmen	[ArcGIS-Projekt]
Geodaten.gdb	
STICHPROBEN_Serneus	[Punktdatei]
EINZELBAEUME_Serneus	[Punktdatei]

Es wurden 30 Stichproben und damit 336 Einzelbäume erhoben. Wegen Steinschlagschutznetzen mussten einige Stichprobenflächen im Feld verschoben werden. Die Stichproben beschreiben vielfältige Waldbilder: Klassiert nach Nadelholzanteil ergeben sich 53% Nadelwald ($\geq 80\%$), 20% Laubwald ($< 20\%$), 20% Mischwald (20-80%) und 7% unbewaldete Flächen. Abbildung 5 zeigt anhand dreier Beispiele diese Vielfalt auf. Die Schätzung der Grundfläche und der Stammzahl aufgrund aller Stichproben ist in Tabelle 1 dargestellt. In Appendix B sind die Schätzungen zudem für die einzelnen Stichproben aufgelistet. Die Daten wurden sowohl als Excel-Datei als auch als ArcMap-Projekt *Felddaufnahmen* aufbereitet (Details zu den Dateien siehe Appendix A).

Tabelle 1 - Mittelwert, Varianz, Standardfehler und Vertrauensintervall der Grundfläche und der Stammzahl.

	$\hat{G}$ [m ² ha ⁻¹]	$\hat{S}$ [N ha ⁻¹]
Mittelwert	43.97	352
Varianz	15.80	3766.30
Standardfehler	3.97	61.37
Oberes 95%-VI	51.76	472
Unteres 95%-VI	36.18	232

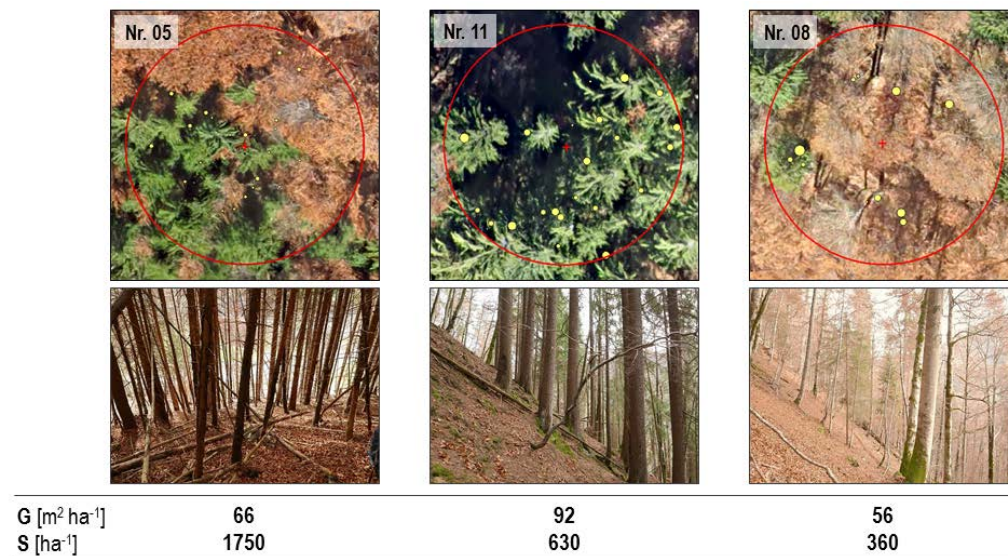


Abbildung 5 – Beispiele von Stichprobenflächen im Perimeter. Diese zeichnen sich durch eine hohe Stammzahl (Nr. 05), eine hohe Grundfläche (Nr. 11) oder einen hohen Laubholzanteil (Nr. 08) aus.

3.2 Fernerkundungsdaten

2_Resultate	
Geodaten.gdb	
VHMswisstopo	[Raster]
VHMads80	[Raster]
VHMdrohne	[Raster]
ORTHOPHOTOdrohne	[Raster]

Die Berechnung des VHM bedarf eines Digitalen Terrainmodells (DTM) und eines Digitalen Oberflächenmodells (DOM). Als DTM wurde das swissALTI3D (2x2m Raster, 2008) der swisstopo verwendet. Die DOMs *DOMswisstopo* und *DOMads80* (Erklärung siehe Tab. 2) standen zur Verfügung. Zusätzlich wurde mit einer Drohnenbefliegung ein weiteres DOM mit dem Vorsatz beschafft, aus dem daraus abgeleiteten VHM Einzelbäume identifizieren zu können. Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass auf optischen Sensoren basierende DOMs teilweise verzerrt sind. Es wurde für jedes DOM ein VHM in der entsprechenden Auflösung erzeugt (siehe Appendix A). Zur besseren Darstellung wurden zudem Orthophotos und der Übersichtsplan 1:10'000 beschafft.

Tabelle 2 – Für die Berechnung des VHMs sowie für Darstellungszwecke verwendete Geodaten.

#	Datensatz	Herausgeber	Rasterzelle	Jahr	Beschreibung
1	<i>DOMswisstopo</i>	swisstopo	2x2m	2003	DOM, LiDAR-Sensor, flächendeckend
2	<i>DOMads80</i>	WSL (C. Ginzler)	1x1m	2010/2013	DOM, Optischer Sensor, aus SWISSIMAGE-Luftbildern berechnet (Leica ADS80 Luftbildkamera); nicht flächendeckend wegen Verzerrungen in steilem, schattigem Gebiet
3	<i>DOMdrohne</i>	Eigene Befliegung	0.4x0.4m	2015	DOM, Optischer Sensor, aus Drohnenluftbildern berechnet; nicht flächendeckend wegen Verzerrungen in steilem, schattigem Gebiet und hoher Oberflächenrauigkeit durch Laubbäume im Winterzustand
4	<i>DTM</i>	swisstopo	2x2m	2003	DTM, LiDAR-Sensor, flächendeckend
5	<i>UP10</i>	Kt. GR	0.25 x 0.25m	-	Übersichtsplan (UP) 1:10'000
6	<i>ORTHOPHOTOswissimage</i>	swisstopo		2010/2013	Orthophoto, flächendeckend innerhalb Perimeter
7	<i>ORTHOPHOTOdrohne</i>	Eigene Befliegung	0.4x0.4m	2015	Orthophoto, nicht flächendeckend innerhalb Perimeter

3.3 Herleitung der Prognosekarten

Die folgenden Kapitel beschreiben die Herleitung der Prognosemodelle und die Berechnung der Prognosekarte.

3.3.1 Prognosemodell für die Grundfläche

Für die Prognose der Grundfläche wurde die Hilfsvariable „Mittlere Vegetationshöhe“ (h_{mean}) gewählt, der Mittelwert aller Vegetationshöhen in einem 25x25m Raster. In Abbildung 6 sind die h_{mean} -Werte für alle VHMs gegen die Grundfläche abgetragen. Daraus lässt sich eine Korrelation der Grundfläche im Fall der *VHMswisstopo*-Werte vermuten, während das Bild für *VHMdrohne* diffuser ist. Diese Vermutung wird durch die Bestimmtheitsmasse der linearen Regressionsmodelle bestätigt, welche für alle VHMs berechnet wurden (siehe Appendix C). Für die Berechnung der Prognosekarte wurde das *VHMswisstopo*-basierte Prognosemodell übernommen. Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass selbst dieses Modell mit einem R^2 von 0.33 erhebliche Unsicherheiten aufweist. Würde man jedoch dem Umstand Rechnung tragen, dass in den 12 Jahren zwischen dem *DOMswisstopo* und den Feldaufnahmen Nutzungen stattfanden, liesse sich das R^2 auf 0.52 erhöhen, wenn die betroffenen Stichprobenpunkte (siehe Abb. 6) im Modell nicht berücksichtigt würden. Das Prognosemodell für eine Rasterzelle x lautet:

$$\hat{G}(x) = -3.4903 + 2.9655 \cdot h_{mean}(x) \text{ [m}^2 \text{ ha}^{-1}\text{]} \quad (3)$$

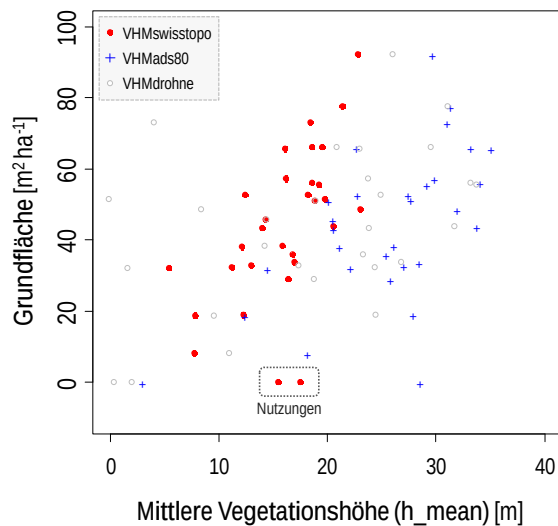


Abbildung 6 - Vergleich der mittleren Vegetationshöhe (h_{mean}) mit der Grundfläche (G) für die drei verschiedenen Vegetationshöhenmodelle.

	Schätzwert	Standardfehler	t-Wert	P-Wert
β_0	-3.4903	12.6348	-0.276	0.7844
β_1	2.9655	0.7628	3.888	0.000567
R^2	0.3506			
R^2 angepasst	0.3274			

Tabelle 3 – Kennwerte der Regression Grundfläche und h_{mean} für VHMswisstopo.

3.3.2 Prognosemodell für die Stammzahl

Für die Prognose der Stammzahl wurde die Hilfsvariable „Stammzahl aus Einzelbaumdetektion“ (S_{vhm}) gewählt. In Abbildung 7 sind die S_{vhm} -Werte für alle VHMs gegen die terrestrisch geschätzte Stammzahl abgetragen. Für das VHMswisstopo und VHMads80 werden die Stammzahlen aus der Einzelbaumdetektion stark unterschätzt, was sich mit den grossen Rasterzellen erklären lässt. Visuell lässt sich schwierig eine Korrelation ausmachen. Dies bestätigen auch die Bestimmtheitsmasse für die Modelle basierend auf dem VHMads80 ($R^2 = 0.03$) und VHMdrohne ($R^2 = -0.03$). Einzig im Falle des VHMswisstopo besteht eine schwache Korrelation ($R^2 = 0.20$).

Die Prognose der Stammzahl wurde bereits vor Projektbeginn als kritisch eingestuft und war Auslöser für die Durchführung der Drohnenbefliegung. Das resultierende DOMdrohne enthielt jedoch viele Artefakte, warum der erhoffte Nutzen in Form eines besseren Regressionsmodells ausblieb. Auf eine Prognosekarte für die Stammzahl wird aufgrund der vorliegenden Modelle verzichtet.

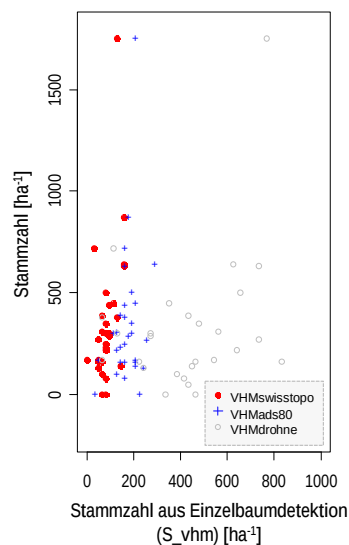


Abbildung 7 - Vergleich „Stammzahl aus der Einzelbaumdetektion“ mit den terrestrisch geschätzten Stammzahlen.

3.3.3 Prognosekarte

2_Resultate
Prognosekarte_Grundflaeche [ArcMap-Projekt]
Geodaten.gdb
Grundflaeche_Punktraster [Punktdatei]

Für das vorgegebene 25x25m Raster wurde in jeder Zelle die mittlere Vegetationshöhe (h_{mean}) ermittelt und mit dem Prognosemodell (Formel 3) die Grundfläche geschätzt. Daraus resultierte die Prognosekarte wie in Abbildung 8 dargestellt. Die Werte sind zur besseren Visualisierung in Klassen eingeteilt. Durch das Prognosemodell werden auch Negativwerte vorhergesagt für $h_{mean} \leq 1.17$. Ein Blick auf die Karte zeigt, dass es sich hierbei um Blößen handelt. In der praktischen Anwendung würden solche Punkte ausmarkiert. Die Karte ist als ArcMap-Projekt (*Prognosekarte_Grundflaeche*) aufbereitet und greift auf die Prognosekarte *Grundflaeche_Punktraster* (Details siehe Appendix A) zu.

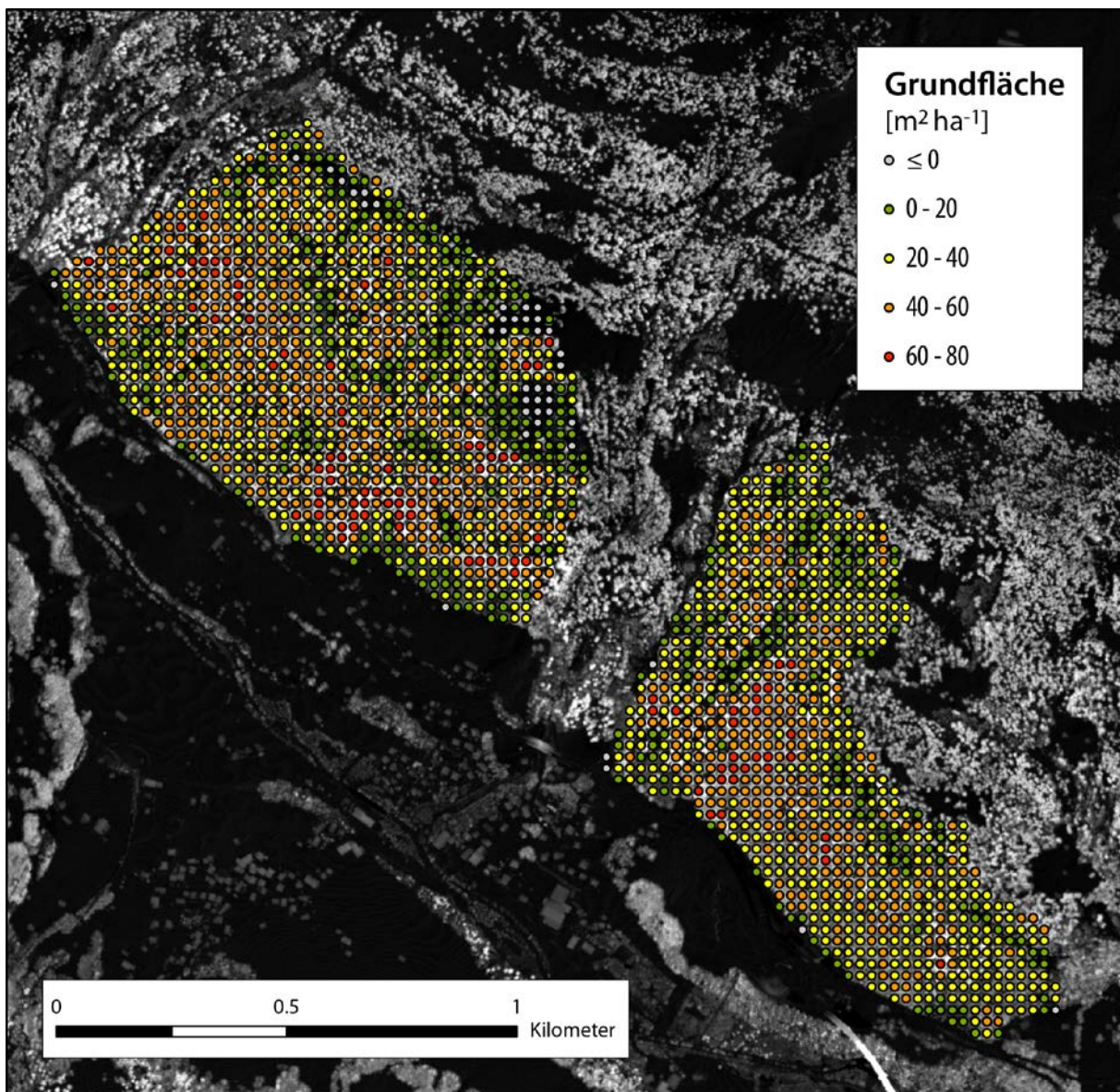


Abbildung 8 – Prognosekarte für die Grundfläche G [m² ha⁻¹] (© 2015 swisstopo JD100042).

3.4 Anwendung der Prognosekarte - Korridorabfragetool

2_Resultate	
Korridortool	
Projekt_fuer_korridortool.mxd	[ArcMap-Projekt]
AbfrageKorridor.tbx	[ArcGIS-Toolbox]
KorridorTool	[Tool]
reports	
CablePointsXYZ.csv	[Punktdatensatz, XYZ-Koordinaten]
Korridor_Parameter.xls	[Waldparameter und topographische Parameter]

Die Beurteilung soll für einen Steinschlagkorridor erfolgen. Mit dem Digitalen Terrainmodell (*DTM*) und der Prognosekarte für die Grundfläche (*Grundflaeche_Punktraster*) stehen die Grundlagen zur Verfügung, um sowohl die Topographie als auch den Waldzustand entlang des Profils zu charakterisieren.

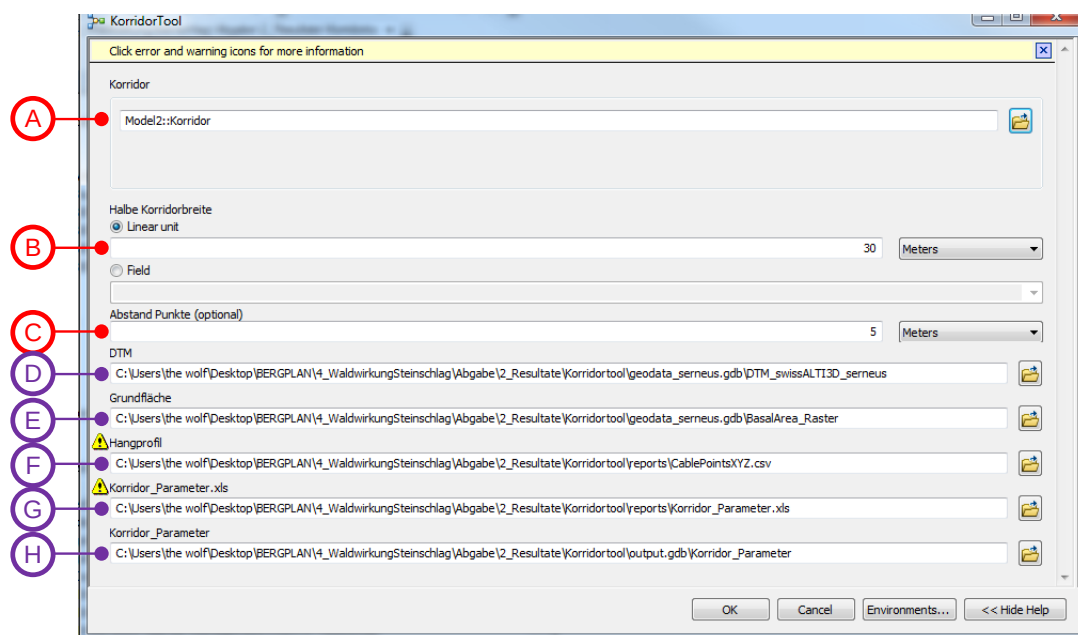
Es folgt eine Kurzanleitung für ein interaktives Korridortool (Prototyp, in ArcGIS als Toolbox implementiert), welches eine Tabelle für das Hangprofil (*CablePointsXYZ.csv*, Punktdatensatz mit XYZ-Koordinaten) und eine Tabelle mit Parametern zu Topographie und Grundfläche (*Korridor_Parameter.xls*) liefert. Das Tool ist im separaten Ordner *Korridortool* abgelegt.

SCHRITT 1 – ArcGIS Projekt starten

Öffnen Sie das ArcMap-Projekt *Projekt_fuer_korridortool* im Ordner *Korridortool*. Dies ist Ihre Arbeitsumgebung.

SCHRITT 2 – Korridor abfragen

Starten Sie das Tool *KorridorTool* in der Toolbox *AbfrageKorridor*. Es öffnet sich ein Fenster wie in Abbildung 9 abgebildet. Zeichnen Sie nun die Linie, für die Sie die Korridor-Information extrahieren möchten. Sie starten die Linie mit **einem Klick** und beenden diese mit einem **Doppelklick** – damit ist Feld (A) „ausgefüllt“. Geben Sie im Feld (B) die halbe Breite des Korridors an, den Sie abfragen möchten. Im Feld (C) definieren Sie den Detailgrad des Hangprofils, indem Sie den horizontalen Abstand zwischen den Punkten angeben. In den weiteren Feldern (D) bis (H) ist für diesen Prototyp nichts zu ändern (Erklärung siehe Abb. 9). Klicken Sie nun auf OK, um die Tabellen berechnen zu lassen.



	AKTION	DATENANGABE
INPUT	[A] Korridor festlegen Linie in Karte einzeichnen	Keine Datei anzugeben
	[B] Wert für die halbe Korridorbreite angeben	Zahl, bspw. 25m
	[C] Horizontalabstand zwischen Punkten, welche das Hangprofil beschreiben	Zahl, bspw. 5m
	[D] Digitales Terrainmodell	DTM_swissALTI3D_serneus*
	[E] Prognosekarte für die Grundfläche	BasalArea_Raster*
OUTPUT	[F] Hangprofil als XYZ-Punktdatensatz	\reports\CablePointsXYZ.csv
	[G,H] Zusammenfassende Tabelle für topographische Parameter und Waldparameter	[G] als Excel-Tabelle \reports\Korridor_Parameter.xls
		[H] als Tabelle in Geodatabase output.gdb\Korridor_Parameter

Abbildung 9 – Überblick Korridorabfragetool. (*) Dateien nicht ändern!

SCHRITT 3 – Resultierende Tabellen betrachten

Im Table-of-Contents Fenster erscheinen nach der Berechnung die Tabellen, welche das Hangprofil und die Korridorparameter beschreiben (siehe Tabelle 4, Screenshot in Appendix D). Zudem sind die Tabellen im Ordner \reports abgelegt. Aus der Hangprofil-Tabelle lässt sich im Anschluss beispielsweise das Profil plotten (Abb. 10).

Tabelle 4 – Aus der Korridorabfrage resultierende Tabellen.

Hangprofil reports\CablePointsXYZ.csv	Hangprofil, charakterisiert als Punktdatensatz mit XYZ-Koordinaten	
Korridorparameter reports\Korridor_Parameter.xls output.gdb\Korridor_Parameter	TOPOGRAPHIE	
	- Horizontale Hanglänge [m]	Hanglaenge
	- Hangneigung [°]	Hangneigung_MEAN
	WALD	
	- Mittlere Grundfläche [m ² ha ⁻¹]	G_MEAN
	- Standardabweichung Grundfläche [m ² ha ⁻¹]	G_STD

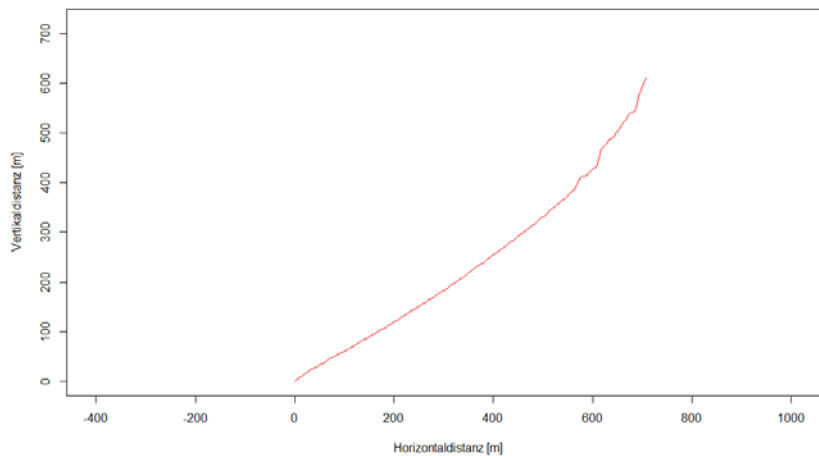


Abbildung 10 – Aus der XYZ-Tabelle geplottetes Hangprofil.

4 Ausblick – Implementierung und Forschungsbedarf

Dieses Projekt zeigt auf, wie mit Hilfe von Felddaufnahmen und Fernerkundungsdaten flächendeckende Prognosekarten für Waldparameter erzeugt werden können und wie diese Information für eine konkrete Fragestellung wie die Charakterisierung eines Waldkorridors in einem Steinschlagschutzwald mit einem entsprechenden Korridorabfragetool in Wert gesetzt werden könnte. Dies auch als Ausblick, Prognosekarten nicht primär als Kartenwerk sondern für weitere Analysen zu verwenden. Im Rahmen dieser Arbeit wurden für ein Gebiet von 130 Hektaren Felddaufnahmen erhoben und mit der Drohnenbefliegung zusätzliche Fernerkundungsdaten beschafft, um eine gute Übungsanlage im Perimeter Klosters zu haben. In letzterem werden für das Projekt „Planung im Gebirgswald“ auch andere Tools getestet. Sowohl für die Grundfläche als auch die Stammzahl liess sich kein Modell mit gutem Bestimmtheitsmass identifizieren. Wir vermuten, dass sowohl die Vielfältigkeit des Waldes (sowohl Laub- als auch Nadelholzbestände) als auch die vorliegenden Fernerkundungsdaten die Ursache hierfür waren. In einer analogen Studie in Davos auf der Basis von LiDAR-Daten liessen sich bessere Modelle herleiten (Roth 2015).

Im Falle einer praktischen Umsetzung sollte man auf ein bestehendes Kontrollstichprobennetz in der Grössenordnung „Kanton“ zurückgreifen, welches aufgrund der Datenmenge auch die Möglichkeit zur Stratifizierung (bspw. nach Nadelholzanteil) bietet. Es ist anzunehmen, dass für Straten angepasste Regressionsmodelle insgesamt zu besseren Prognosen führen als EIN Modell, welches für die Erklärung aller Waldbilder dient. Prognosekarten auf der Skala eines Kantons hätten viele potentielle Nutzer, warum aus unserer Sicht von einer Anwendung auf lokalen Datenträgern abzusehen wäre. Stattdessen wäre zu überlegen, die Information via eines Webdienstes gemeinsam mit dem Korridortool als Webapplikation bereit zu stellen. Mit dieser Form der Umsetzung liesse sich der statistisch anspruchsvolle Modellierungsteil klar vom Anwendungsteil trennen und die Anwender hätten stets die neuesten Prognosen zur Verfügung.

Die Prognosekarten sind eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Befliegung. Veränderungen durch Nutzungen oder bspw. Windwurf können dabei zu Problemen zweierlei Art führen: (1) Nutzungen in der Zeit zwischen den Felddaufnahmen und der Befliegung können zu Regressionsmodellen mit geringem Bestimmtheitsmass führen. Beispielsweise muss die Grundfläche eines Baumholzes dann mit einer Lücke im VHM erklärt werden wie dies im vorliegendem Beispiel der Fall war. (2) Nutzungen nach der Befliegung sind nicht erfasst, was zu falschen Prognosen führt. Beiden Problemen könnte mit einer systematischen, räumlich-expliziten Erfassung grosser Veränderungen im Waldzustand begegnet werden.

Forschungsbedarf besteht sowohl (A) in der Berechnung und im Unterhalt grossflächiger Prognosekarten, als auch (B) in der Abfrage von Waldparametern für Beurteilungseinheiten wie bspw. Steinschlagkorridore. Für Punkt (A) wäre zu prüfen, wie sich eine gute Stratifizierung identifizieren liesse und wie die Zuordnung der Straten im Raum erfolgen soll, um jeweils das passende Regressionsmodell zu verwenden. Im Falle von Punkt (B) besteht die Möglichkeit, die Schätzung von Parametern für Beurteilungseinheiten um eine Genauigkeitsangabe zu ergänzen. Diese Information kann für Simulationen weiterverwendet werden, z.B. um die Auswirkung von Unsicherheiten auf die Steinschlagschutzwirkung eines Waldkorridors zu untersuchen. Hierbei kämen Schätzmethoden wie der Synthetische Schätzer oder der Kleingebietsschätzer zum Einsatz. Die erstere Methode beruht nur auf die Prognosedaten während sich die zweite zusätzlich der Felddaten-Information innerhalb des Gebietes bedient, was zu unverzerrten Schätzungen führt.

Die Drohnenbefliegung im Rahmen dieses Projekts hatte die Beschaffung eines hochaufgelösten Vegetationshöhenmodells zum Ziel, von dem wir uns bessere Prognosemodelle erwarteten. Dies war nicht der Fall. Wir vermuten, dass die Ursache in der Kombination von extremer Topographie und Laubbäumen im Winterzustand zu suchen ist. Zudem würden Anpassungen im Flugplan wahrscheinlich zu besseren Ergebnissen führen. Dieses Befliegungsbeispiel soll nicht als Argument für oder gegen Drohnen verwendet werden, sondern vielmehr Ausgangspunkt für eine systematische Untersuchung verschiedener Drohnensysteme sein. Könnten Drohnen doch potentiell einen wichtigen Beitrag für das Monitoring von Waldveränderungen für den Zeitraum zwischen zwei grossräumigen Befliegungen leisten.

5 Literatur

Dettling M (2011) „Applied Statistical Regression“. Vorlesungsskript, D-MATH, ETH, Zürich.

Weblink: <https://stat.ethz.ch/education/semesters/as2011/asr/ASR-HS10-Scriptum.pdf>

Hill A, Breschan J, Mandallaz D (2014) „Accuracy Assessment of Timber Volume Maps Using Forest Inventory Data and LiDAR Canopy Height Models“. *Forests* 5(9): 2253-2275.

Weblink: <http://www.mdpi.com/1999-4907/5/9/2253>

Keller M (2013) „Schweizerisches Landesforstinventar“. Feldaufnahmeanleitung 2013.

Weblink: http://www.lfi.ch/publikationen/publ/LFI4_AAAnleitung_2013.pdf

Mandallaz D (2008) „Sampling Techniques for Forest Inventories“. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.

Roth F (2015) „Abschätzung von Modellparametern zur Berechnung der Steinschlagschutzwirkung eines Waldes mithilfe von LiDAR-Daten“. BSc-Arbeit, D-USYS, ETH, Zürich.

[im Ordner 3_Literatur bereitgestellt]

APPENDIX

A Erzeugte Datensätze

#	Name	Beschreibung
1	<i>FeldaufnahmenDatensätze.xls</i>	Excel-Datei mit drei Tabellen - „Übersicht“ : Attributbeschreibung - „Stichproben“ : Tabelle der Stichprobenflächen - „Einzelbäume“ : Tabelle der Einzelbäume
3	<i>STICHPROBEN_Serneus</i>	Geodatensatz (Punkte) der Stichprobenpunkte STP-ID : Stichproben-ID Gebiets_ID : 1 = „Gruobenwald“, 2 = „Mezzaselvawald“ Kommentar : Infos zu Stichprobenflächen mit speziellen Eigenschaften X_, Y_, Z_Zentrum : GPS-Koordinaten der Stichprobenflächen [CH1903] BHD_Mittelwert : Mittlerer BHD [cm] STZ : Stammzahl [ha ⁻¹] G_gesamt : Grundfläche gesamt [m ² ha ⁻¹] G_NH : Grundfläche des Nadelholzes [m ² ha ⁻¹] G_LH : Grundfläche des Laubholzes [m ² ha ⁻¹] NH_Prozent : Nadelholzanteil auf Basis der Grundfläche [%]
4	<i>EINZELBAEUME_Serneus</i>	Geodatensatz (Punkte) der Einzelbäume STP_ID : Stichproben-ID X_, Y_Baum : Baumkoordinaten [CH1903] Distanz : Horizontaldistanz vom Stichprobenzentrum [m] Azimut : Azimut vom Stichprobenzentrum aus gemessen [Grad] BHD : Brusthöhendurchmesser Baumart : Baumart, codiert
5	<i>Grundflaeche_Punktraster</i>	Geodatensatz (Punkte) Prognosekarte für die Grundfläche [m ² ha ⁻¹] Grundflaeche : Grundfläche [m ² ha ⁻¹]
6	<i>VHMswisstopo</i>	Geodatensatz (Raster, 2x2m) Vegetationshöhenmodell auf Basis des SwissAlti3D (DTM) und dem DOM der swisstopo
7	<i>VHMads80</i>	Geodatensatz (Raster, 1x1m) Vegetationshöhenmodell auf Basis des SwissAlti3D (DTM) und dem DOM, welches aus den Swissimage-Bildern gerechnet wurde
8	<i>VHMdrohne</i>	Geodatensatz (Raster, 0.4x0.4m) Vegetationshöhenmodell auf Basis des SwissAlti3D (DTM) und dem aus der Drohnenbefliegung gerechneten DOM
9	<i>ORTHOPPHOTOdrohne</i>	Geodatensatz (Raster, 0.1x0.1m) Orthophoto, Produkt der Drohnenbefliegung

B Grundfläche und Stammzahl für die Stichprobenflächen, geschätzt anhand der Felddaten

x	G(x)	S(x)
	<i>[m²/ha]</i>	<i>[N/ha]</i>
0	38.12	440
1	52.66	870
4	52.74	220
5	66.13	1750
6	32.48	160
7	18.80	720
8	51.64	380
9	8.33	170
10	65.56	170
11	92.19	630
12	43.47	390
14	32.08	310
15	55.54	160
16	45.85	450
17	51.07	500
18	33.79	130
20	48.72	300
21	29.04	100
22	36.01	270
23	0.00	0
24	66.24	350
25	56.01	230
27	38.48	290
28	19.11	80
30	0.00	0
31	73.07	160
32	32.99	250
33	57.41	300
35	77.69	640

C Prognosemodelle für die Grundfläche

Regression für *VHMswisstopo*

	Schätzwert	Standardfehler	t-Wert	P-Wert
β_0	-3.4903	12.6348	-0.276	0.7844
β_1	2.9655	0.7628	3.888	0.000567
R^2	0.3506			
Angepasstes R^2	0.3274			

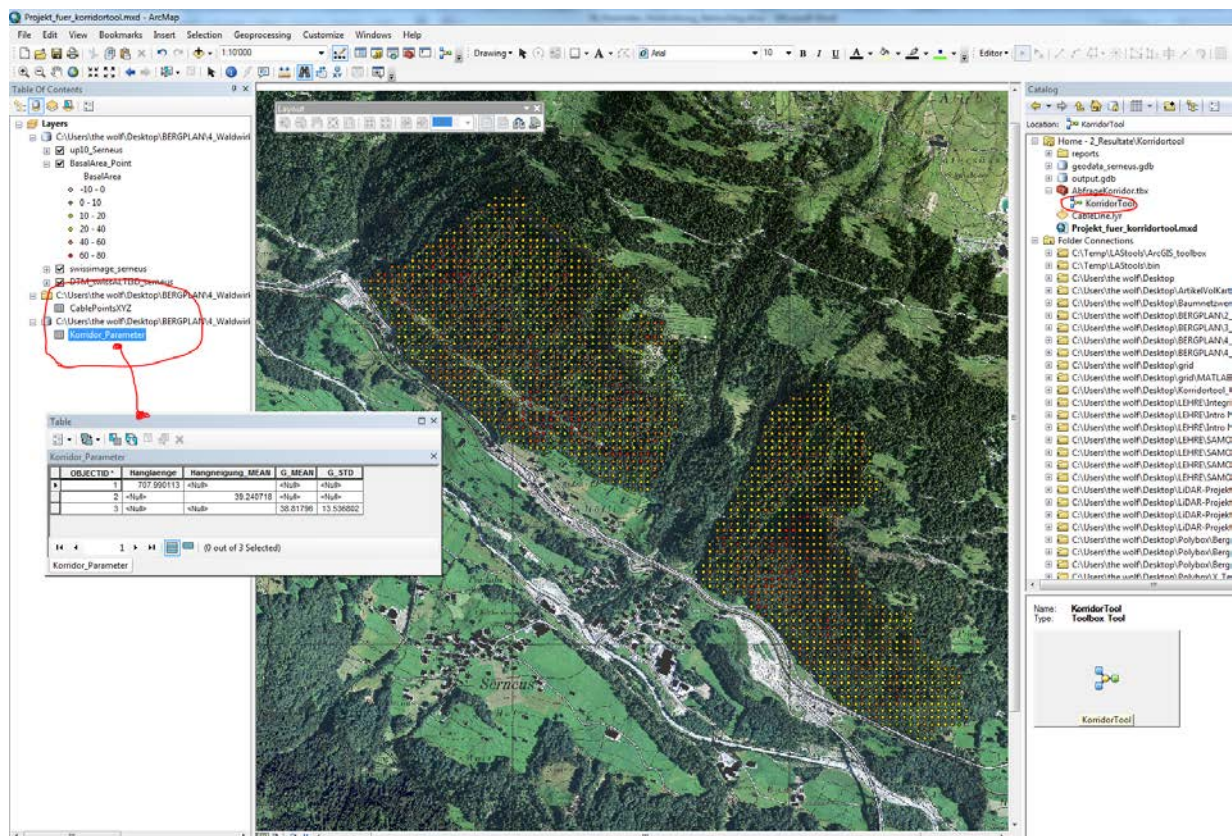
Regression für *VHMads80*

	Schätzwert	Standardfehler	t-Wert	P-Wert
β_0	-1.8334	12.5554	-0.146	0.8849
β_1	1.7802	0.4709	2.7909	0.000755
R^2	0.3379			
Angepasstes R^2	0.3143			

Regression für *VHMdrohne*

	Schätzwert	Standardfehler	t-Wert	P-Wert
β_0	25.3485	7.9128	3.203	0.00357
β_1	0.9968	0.3726	2.675	0.01275
R^2	0.2158			
Angepasstes R^2	0.1857			

D Screenshot Korridorabfragetool



TBk – Bestandeskarte für den Gebirgswald?

Ausganglage:

TBk steht für Toolkit zur Erarbeitung von Bestandeskarten aus Fernerkundungsdaten. Es ist ein Projekt der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL). Hauptbestandteil von TBk ist ein kurz gefasster Programmcode, mit dem eine Bestandeskarte basierend auf allgemeinzugänglichen Fernerkundungsdaten erzeugt werden kann. Die Abgrenzung der Bestände erfolgt aufgrund der räumlichen Verteilung der dominierenden Bäume bzw. aufgrund der maximalen Höhe pro Flächeneinheit (z.B. eine Are) eines Vegetationshöhenmodells (**Inputraster**). Dabei sucht der Programmcode zuerst den Pixel in einem bestimmten Waldgebiet mit dem maximalen Wert. Danach sucht er in dessen Umgebung ob genügend Pixel mit ähnlichen Werten bzw. mit Werten in einem bestimmten vordefinierten **Toleranzbereich** vorhanden sind. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, gilt dieser Pixel als Kristallisationspunkt für einen neuen Bestand. Danach wird für alle Pixel mit ähnlichen Werten überprüft, ob sie selber als Kristallisationspunkte für den gleichen Bestand dienen können, sprich ob sie selber auch genügend Pixel mit ähnlichen Werten in deren Umgebung vorhanden sind. Der Vorgang wiederholt sich, bis keine Kristallisationspunkte mehr gefunden werden. Ein neuer Bestand wird erst erzeugt, wenn eine minimale Anzahl an Kristallisationspunkten erfasst worden sind. Dann sucht der Programmcode nach dem Pixel mit dem nächst höchstem Wert im Waldgebiet, der nicht schon zu einem erfassten Bestand gehört, usw. Die Grobkörnigkeit des resultierenden Bestandesmosaiks kann vom Benutzer mit verschiedenen Parametern angepasst werden, insbesondere den **Toleranzbereich** und die **Grösse der Pixel** des verwendeten Inputrasters (z.B. 10*10m).

Zielsetzung:

Ziel dieses Kleinprojekts ist die Bereitstellung einer aus TBk generierten Bestandeskarte mit Angaben über Grundform, Oberhöhe und Deckungsgrad für den Forstbetrieb Klosters-Serneus, sowie zu überprüfen inwieweit sich diese Bestandeskarte für den Forstbetrieb eignet.

Folgende Ergebnisse sind erwartet: Bestandeskarte, Test in einem mit dem Betriebsleiter zu definierenden Waldgebiet, Kurzbericht über die Eignung von TBk.

Vorgehen:

Drei Varianten einer Bestandeskarte wurden mit TBk aus einem von Christian Ginzler generierten Vegetationshöhenmodell erarbeitet. Dieses VHM wurde aus einem Stereokorrelationsverfahren mit Luftbildern von Swisstopo (erhalten am 26. August 2015 von Lukas Glanzmann) erstellt. Der Perimeter entspricht demjenigen der vom Kanton Graubündens für dieses Projekt zur Verfügung gestellten Bestandeskarte. Diese Karte basiert aus einer Luftbildinterpretation ohne Verifizierung im Gelände (erhalten am 10. Oktober von Lukas Glanzmann). Die Varianten unterscheiden sich im Toleranzbereich und der Grösse der Pixel des verwendeten Vegetationshöhenmodells (siehe Tab. 1).

Tab. 1 Toleranzbereich und Pixelgrösse des Inputrasters der drei erarbeiteten Varianten einer Bestandeskarte

	Toleranzbereich	Pixelgrösse des Inputrasters
Variante 1	15%	10*10m
Variante 2	20%	10*10m
Variante 3	15%	20*20m

Die verwendeten Werte stützen sich auf Tests, die im Wald in der Nähe der HAFL und in der Gemeinde Troistorrents stattgefunden haben; letzteres in Form einer Semesterarbeit (Egloff 2015).

Die aus TBk generierten Bestandesgrenzen wurden in Form von zwei Kartentypen weiterverarbeiten:

1. Übersichtskarte über den gesamten Perimeter mit der Darstellung der Bestandesgrenzen aus TBk und aus der Bestandeskarte des Kantons Graubünden als Vergleichsbasis
2. Detailkarte mit der Darstellung der Bestandesgrenzen aus TBk und aus der Bestandeskarte des Kantons Graubünden, plus einer kurzen Beschreibung der einzelnen TBk-Beständen mit Angaben der Oberhöhe (Mittelwert aus den Pixelwerten im Bestand, die grösser sind als 2/3 des maximalen Werts im Bestand), des minimalen und maximalen Pixelwerts im Bestand, der Standardabweichung der Pixelwerte (als Ausdruck der Ungleichförmigkeit des Bestandes) sowie des Deckungsgrades der Hauptschicht bzw. Hauptstufe (siehe Abbildungen im Anhang).

Insgesamt wurden pro Variante eine Übersichtskarte sowie 16 Detailkarten im A3-Format erarbeitet. Die Ausschnitte der Detailkarten wurden so ausgewählt, dass möglichst viele verschiedene Situationen abgedeckt werden (v.a. basierend auf der Heterogenität des Bestandesmosaiks, aber auch auf den Unterschieden zu der Bestandeskarte des Kantons Graubünden).

Diese Karten wurden mit dem Betriebsleiter des Forstbetriebs Klosters-Serneus, Christian Rüsch, am 24. November 2016 in drei Schritten besprochen: die zwei ersten im Büro am Vormittag, den letzten im Wald am Nachmittag:

1. Übersichtskarten: machen die mit TBk erarbeiteten Bestandesgrenzen Sinn?
2. Detailkarte: Vergleich der drei Varianten, Überprüfungsbedarf im Wald festhalten
3. Einzelne Bestände im Wald: Überprüfung der Bestandesgrenzen, Bestimmung der bestgeeigneten Variante

Resultate:

Im Allgemeinen könnten folgende Schlüsse gezogen werden:

- Es wurde festgestellt, dass der Verlauf der mit TBk ermittelten Bestandesgrenzen mehrheitlich ähnlich ist wie diejenigen aus der Luftbildinterpretation
- Die mit TBk ermittelten Bestände sind deutlich weniger zahlreich als diejenigen aus der Luftbildinterpretation, was zu einem gröberen Bestandesmosaik, aber zu einer besser Übersicht führt.

- Die Variante mit einer Pixelgrösse von 20*20 m und einem Toleranzbereich von 15% ergibt gute Resultate für Bestände mit h_{dom} grösser als 25 m.
- Die Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10 m und einem Toleranzbereich von 15% ergibt gute Resultate für Bestände mit h_{dom} kleiner als 25 m.

Im Detail wurden im Wald vier Detailkarten angeschaut. Tab. 2 gibt einen Überblick über die jeweils bevorzugte Variante mit Angaben über die Bestände, die den Stichentscheid gegeben haben.

Tab. 2 Ergebnis der Überprüfung der drei TBk-Varianten im Wald

Nummer der Detailkarte (siehe Anhang)	Variante 1: Toleranzbereich: 15% Pixelgrösse: 10*10m	Variante 2: Toleranzbereich: 20% Pixelgrösse: 10*10m	Variante 3: Toleranzbereich: 15% Pixelgrösse: 20*20m
#04 Waldbesuch im Bereich der Spitzkurve	Vorgezogen insbesondere aufgrund der Bestände, die folgende Koordinaten 782825/195220, 783850/195200, 782850/195175 und 782800/195175 beinhalten		
#05 Waldbesuch im Bereich der Strasse im Wald im südlichen Teil des Katenausschnittes	Vorgezogen insbesondere aufgrund der Bestände, die folgende Koordinaten 783350/194950, 783275/195190 und 783200/195190 beinhalten		
#15 Waldbesuch oberhalb der Waldstrasse im linken Teil des Kartenausschnittes	Pflanzungen erkannt (783225/196860, 783220/196900), allerdings h_{dom} -Werte nicht korrekt (vermutlich Randeffekt); Problematisch: 783250/196950 → zwei Teile mit einer schmalen Verbindung in etwa bei 783225/19710	Vorgezogen insbesondere aufgrund der Bestände, die folgende Koordinaten 783240/196940 und 783270/196950 beinhalten	
#17 Waldbesuch entlang der Waldstrasse im Mittelpunkt des Kartenausschnittes		Vorgezogen insbesondere aufgrund der Bestände oberhalb der Waldstrasse	

Die Detailkarte Nummer 7 ist interessant bzgl. des Effekts von unbestockten Flächen auf die Abgrenzung der Nachbarbestände sowie der Pixelgrösse. Die Lichtung im Mittelpunkt der Detailkarte wurde in der 3. Variante in einem Bestand integriert (siehe Abb. 3.3), da sie wenige Rasterzellen von 20*20m ausmacht (nicht mehr als zwei sich vollständig in der Lichtung befindlichen Zellen von 20*20m; es reicht, wenn sich ein einziger Baum in einer dieser Zellen befindet, um den h_{dom} dieser Zelle der Höhe des Baums gleich zu setzen → Randeffekte). In den zwei ersten Varianten wird diese Lichtung als eigenständiger Bestand ausgeschieden (siehe Abb. 3.1 und Abb. 3.2).

Diskussion und Schlussfolgerung:

Dieser erste Test in Klosters hat gezeigt, dass die mit TBk erarbeitete Bestandskarte durchaus für die Praxis von Bedeutung sein kann. Der nächste Schritt wäre, die Praxistauglichkeit der TBk-Bestandskarte in verschiedenen Praxiseinsätzen (z.B. Verifizierung der Bestandskarte, waldbauliche Planung, Holzschlagplanung) und in zahlreichen Situationen zu überprüfen (Stärke und Grenze des Instruments besser kennen) und ggfs. zu verbessern (Anpassung der Parameter und/oder des Programmcodes).

Folgende Verbesserungsmöglichkeiten wurden erkannt:

- Nur die bestockte Waldfläche für die Berechnung mit TBk berücksichtigen, um bessere Resultate zu erzielen (v.a. wo es Lichtungen gibt; diese werden zwar erkannt, der Randeffect hat aber Auswirkungen auf die Berechnung der Oberhöhe).
- 20*20m Raster mit 15% Toleranzbereich mit 10*10m Raster 15% Toleranzbereich kombinieren, um die Vorteile der zwei Berechnungsarten zu nutzen.

Christian Rosset @ HAFL / 16.02.2016

Anhang: Detailkarten, die im Wald näher betrachten worden sind

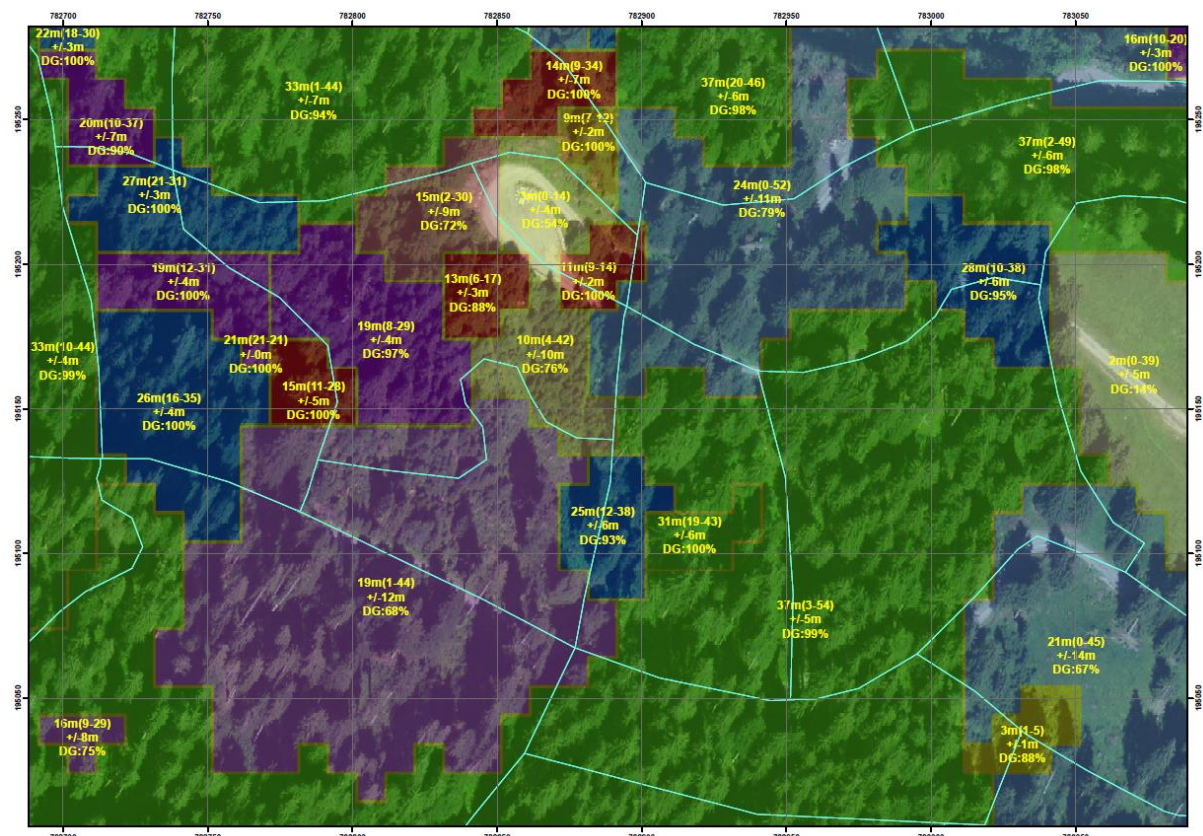


Abb. 1.1 Detailkarte Nummer 4 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 15%

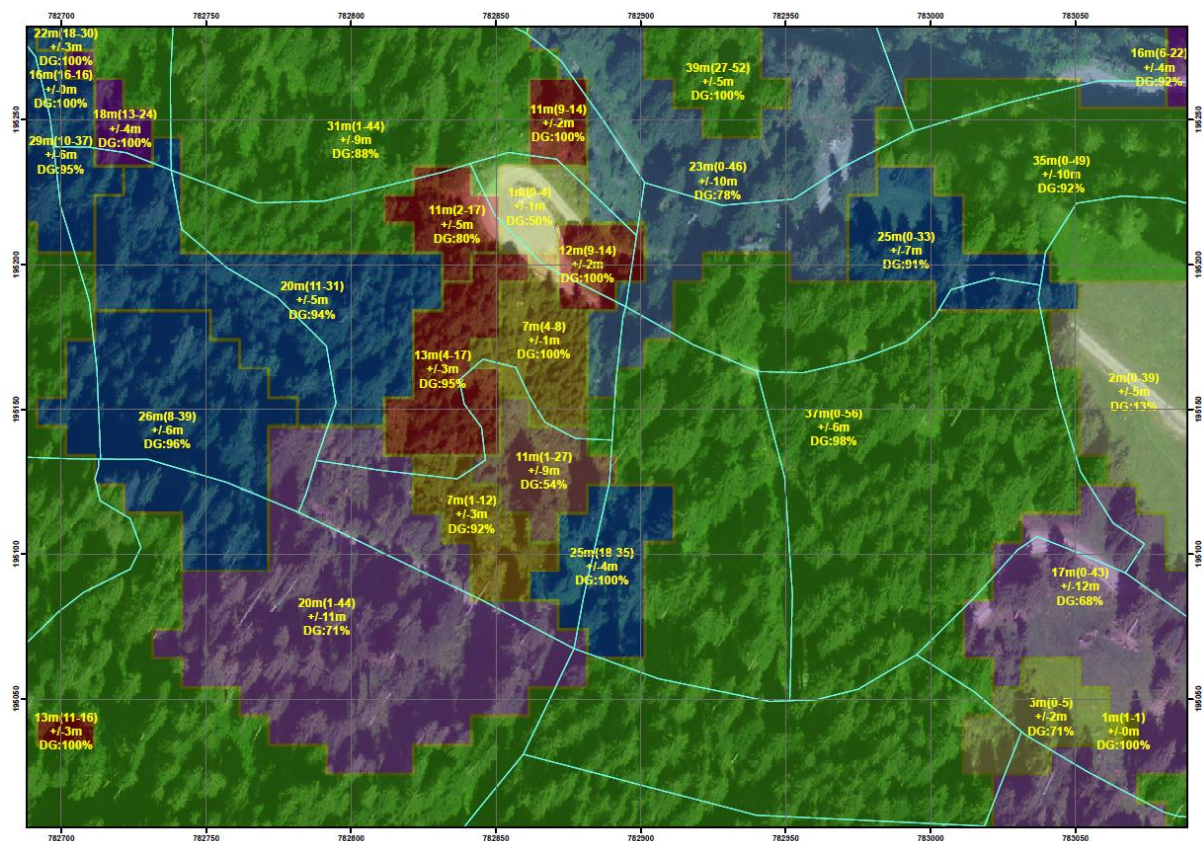


Abb. 1.2 Detailkarte Nummer 4 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 20%

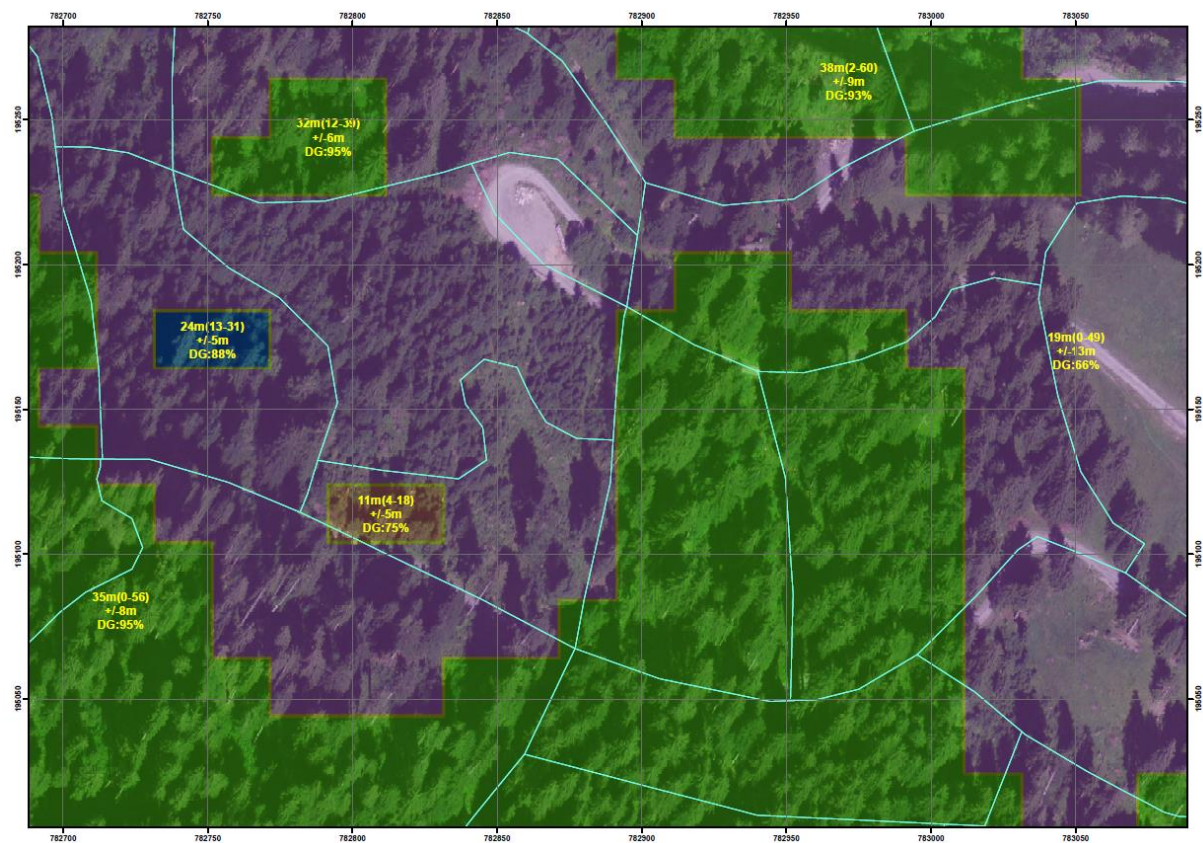


Abb. 1.3 Detailkarte Nummer 4 – Variante mit einer Pixelgrösse von 20*20m und einem Toleranzbereich von 15%

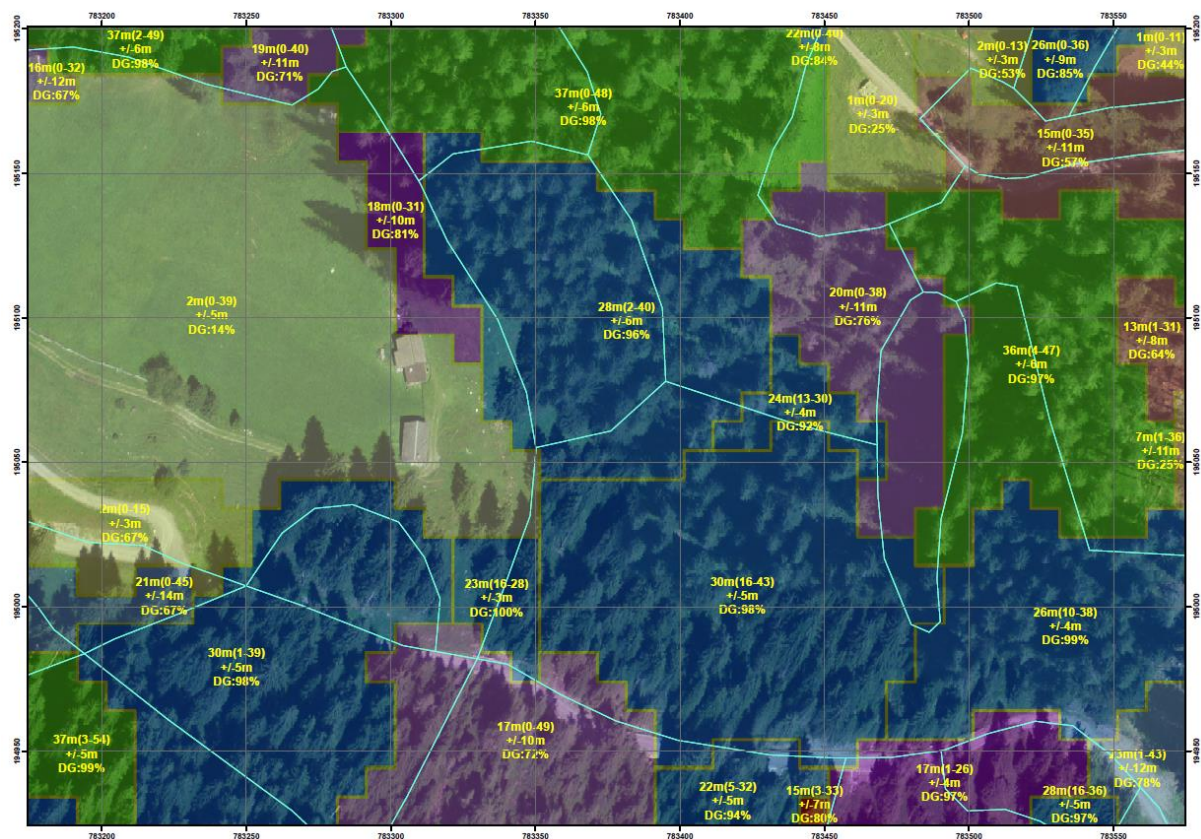


Abb. 2.1 Detailkarte Nummer 5 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 15%

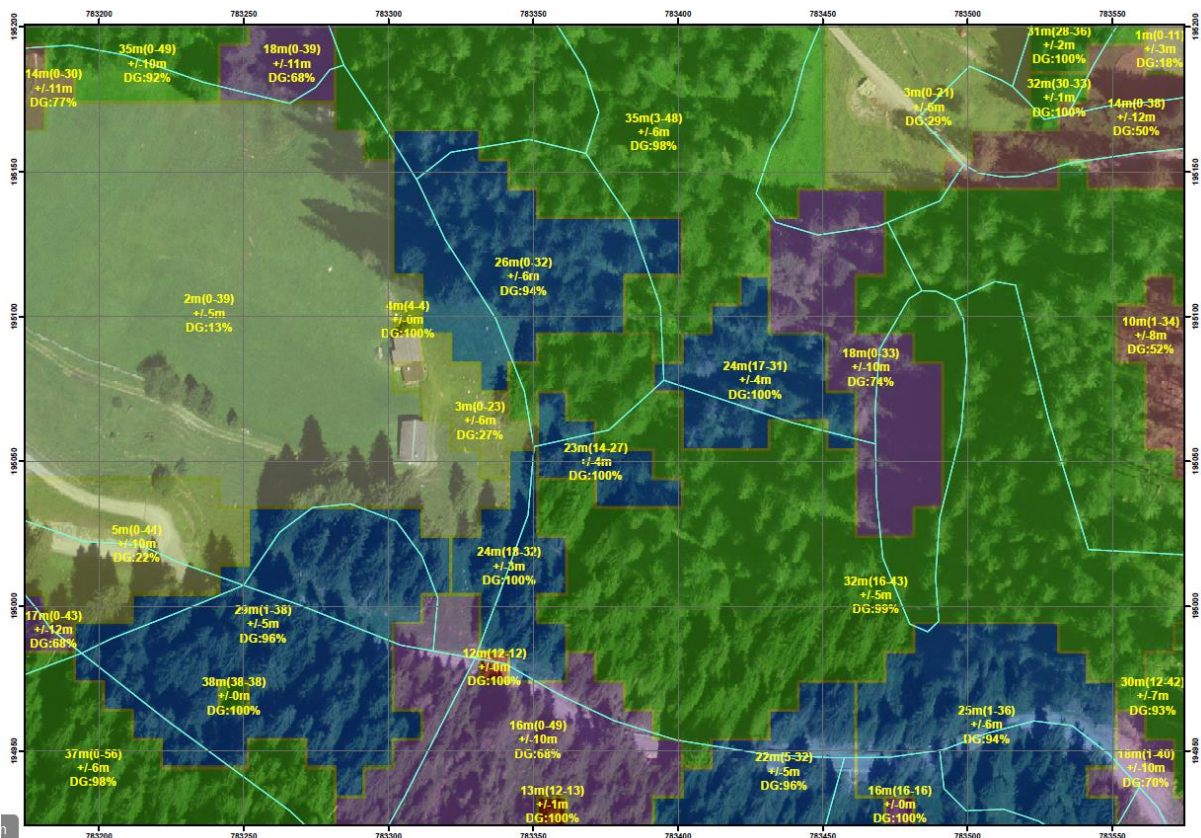


Abb. 2.2 Detailkarte Nummer 5 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 20%

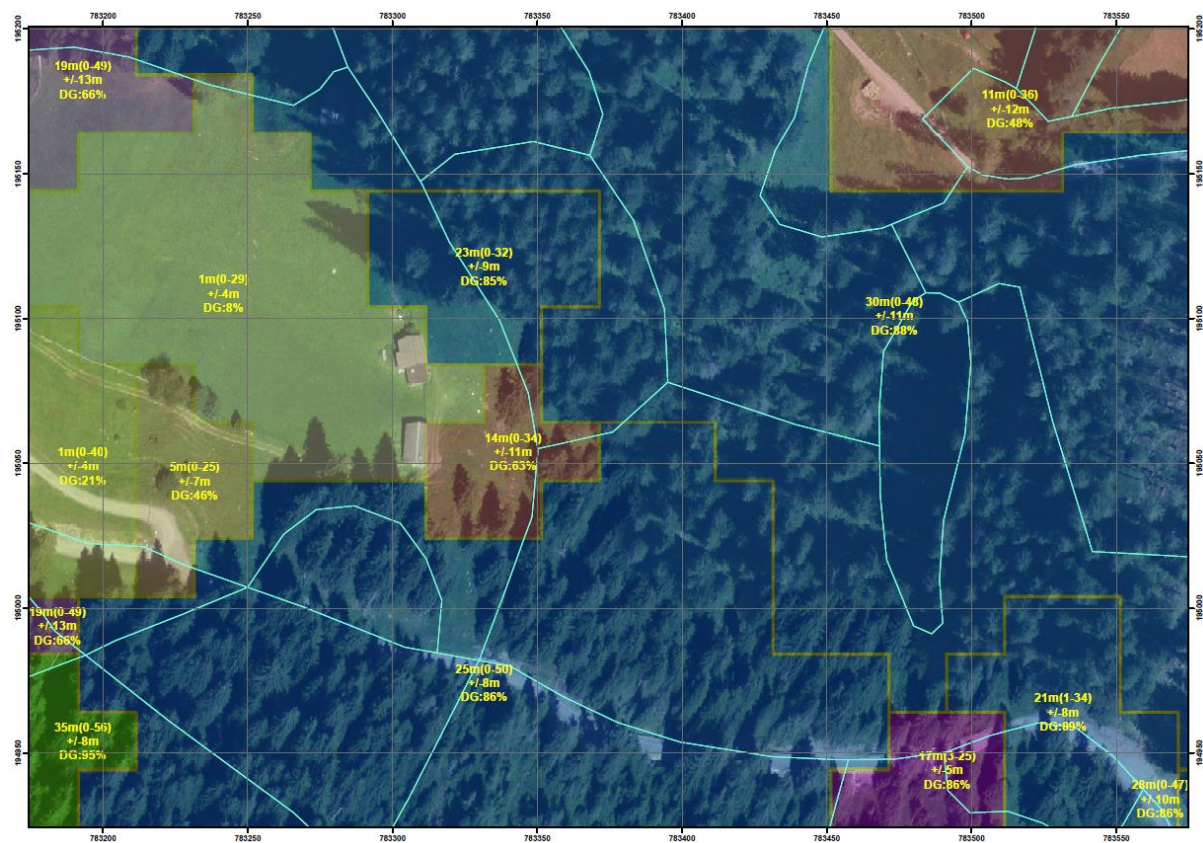


Abb. 2.3 Detailkarte Nummer 5 – Variante mit einer Pixelgröße von 20*20m und einem Toleranzbereich von 15%

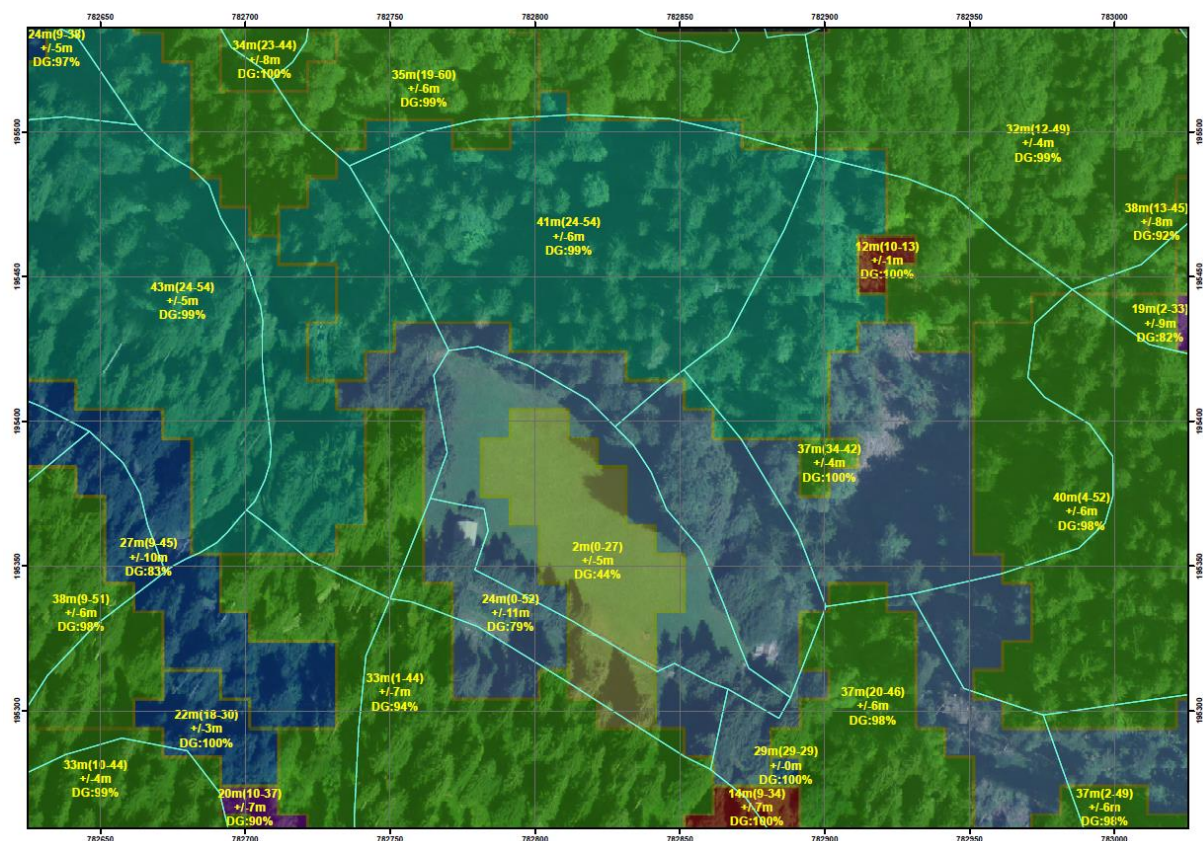


Abb. 3.1 Detailkarte Nummer 7 – Variante mit einer Pixelgröße von 10*10m und einem Toleranzbereich von 15%

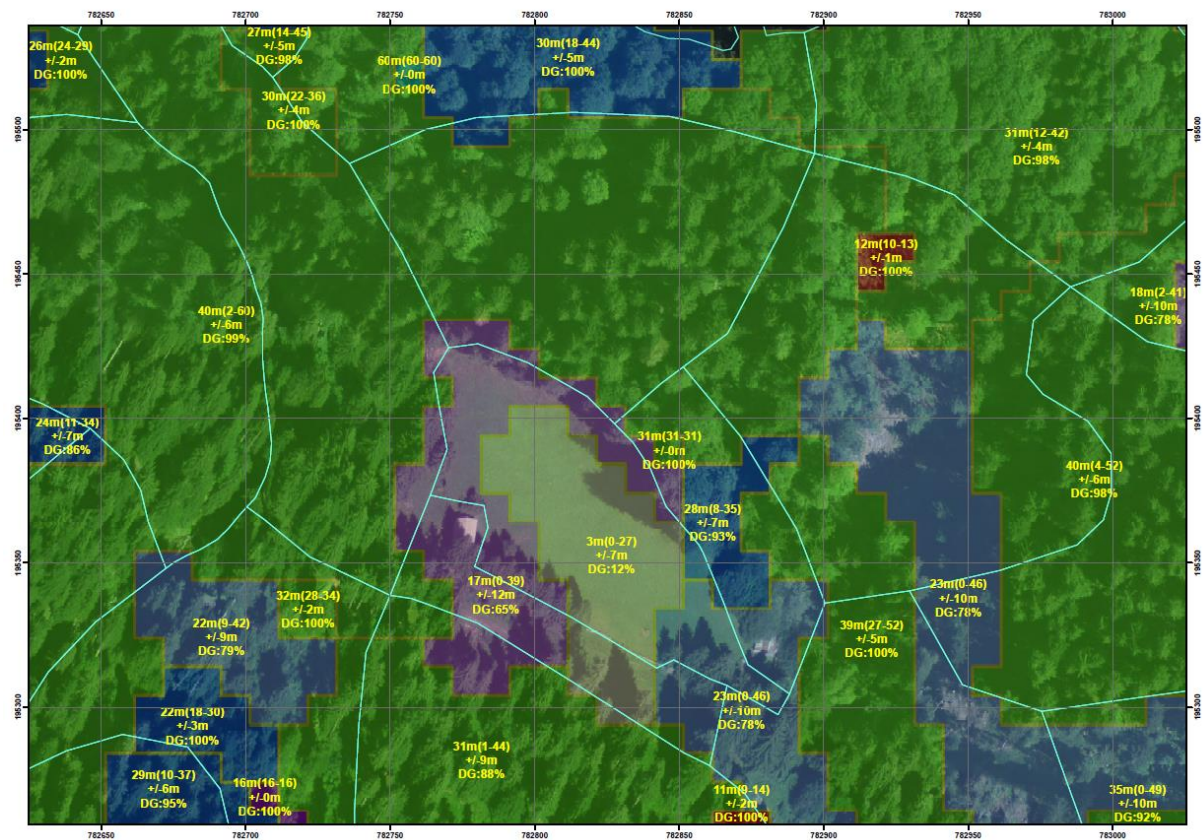


Abb. 3.2 Detailkarte Nummer 7 – Variante mit einer Pixelgröße von 10*10m und einem Toleranzbereich von 20%

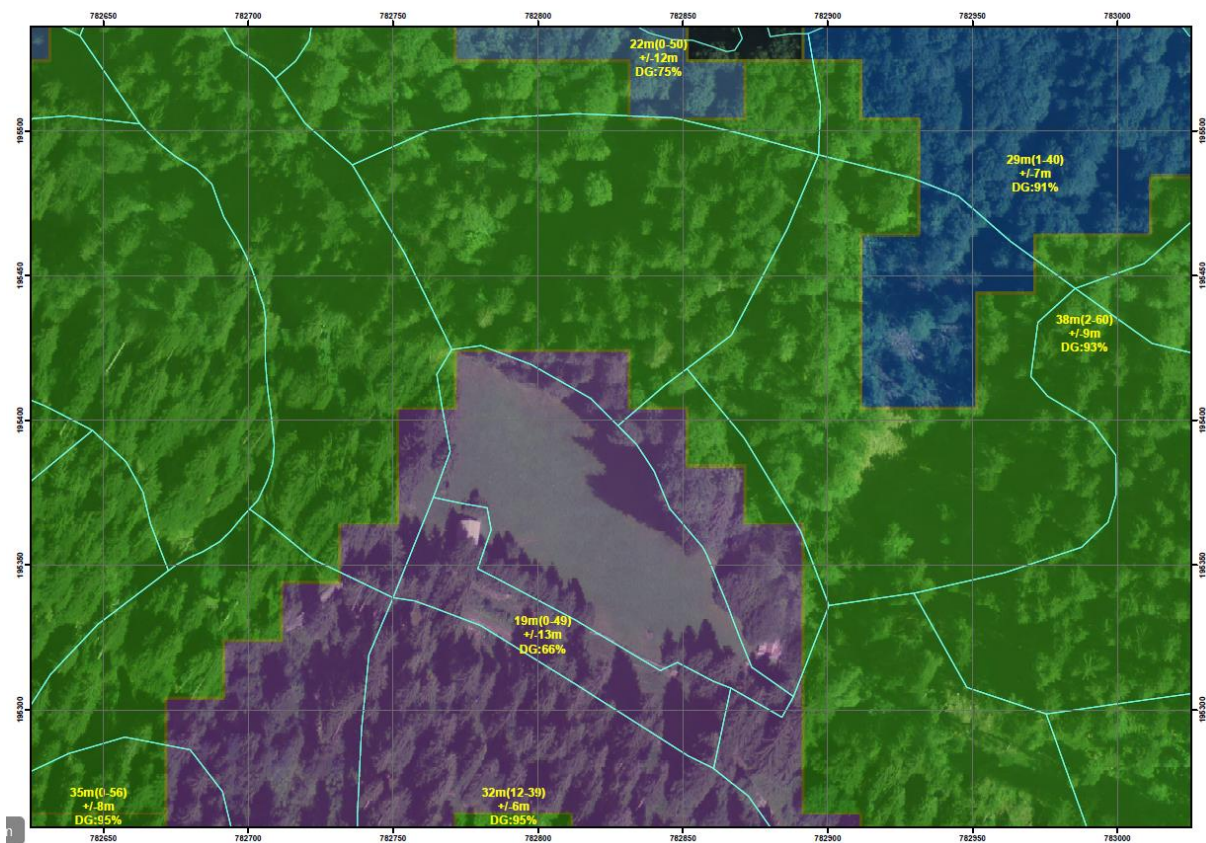


Abb. 3.3 Detailkarte Nummer 7 – Variante mit einer Pixelgröße von 20*20m und einem Toleranzbereich von 15%



Abb. 4.1 Detailkarte Nummer 15 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 15%

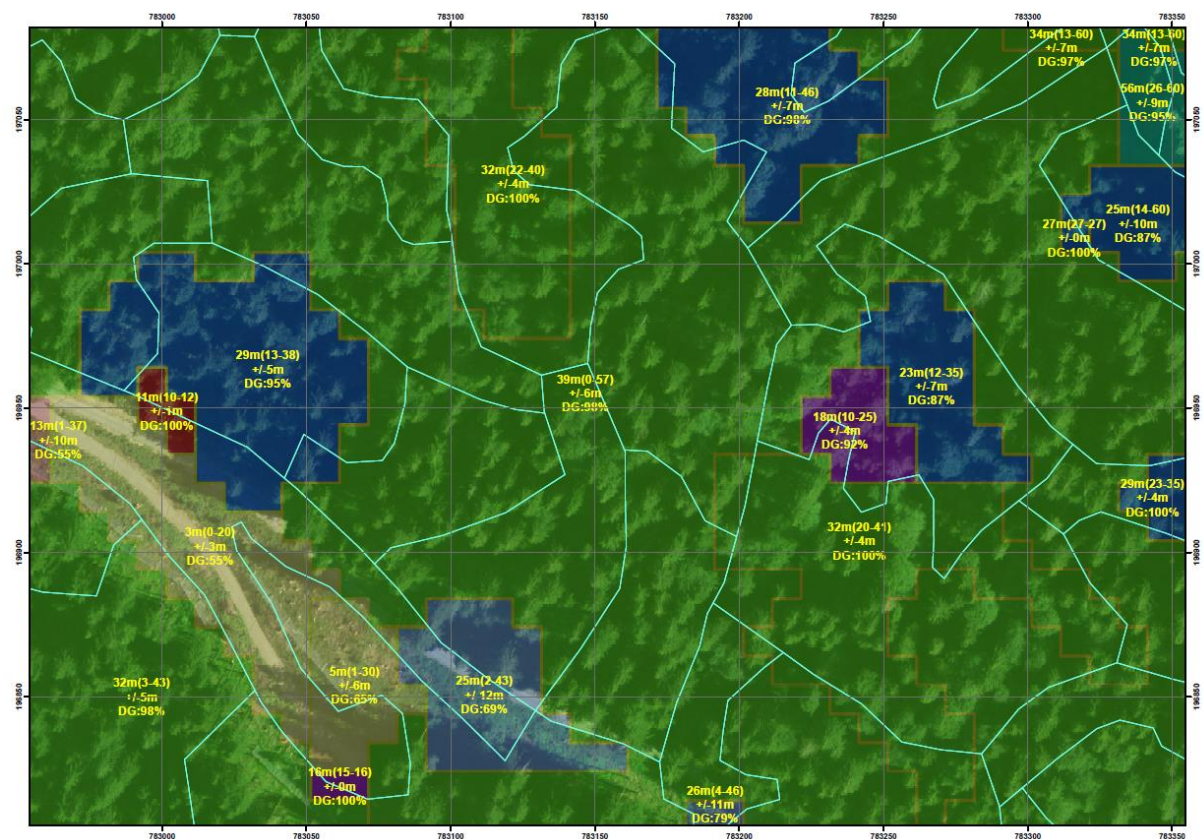


Abb. 4.2 Detailkarte Nummer 15 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 20%

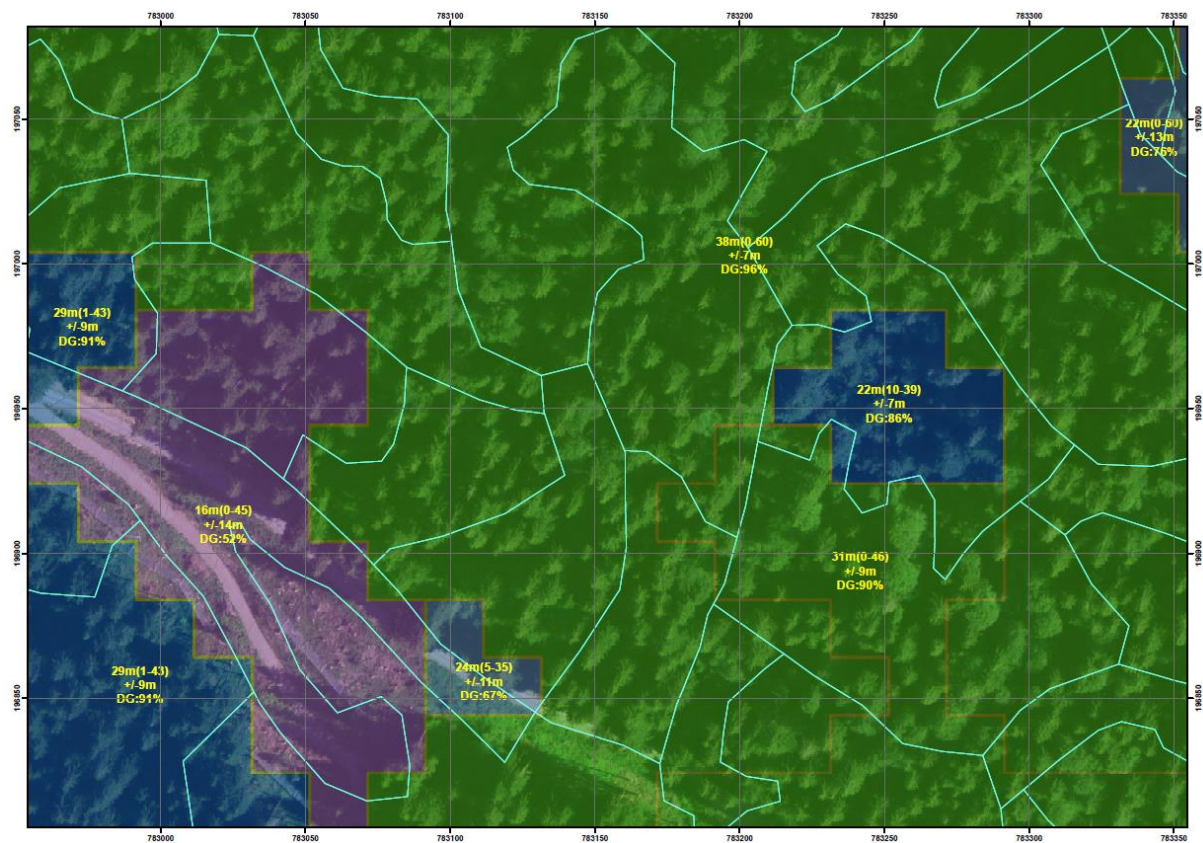


Abb. 4.3 Detailkarte Nummer 15 – Variante mit einer Pixelgrösse von 20*20m und einem Toleranzbereich von 15%

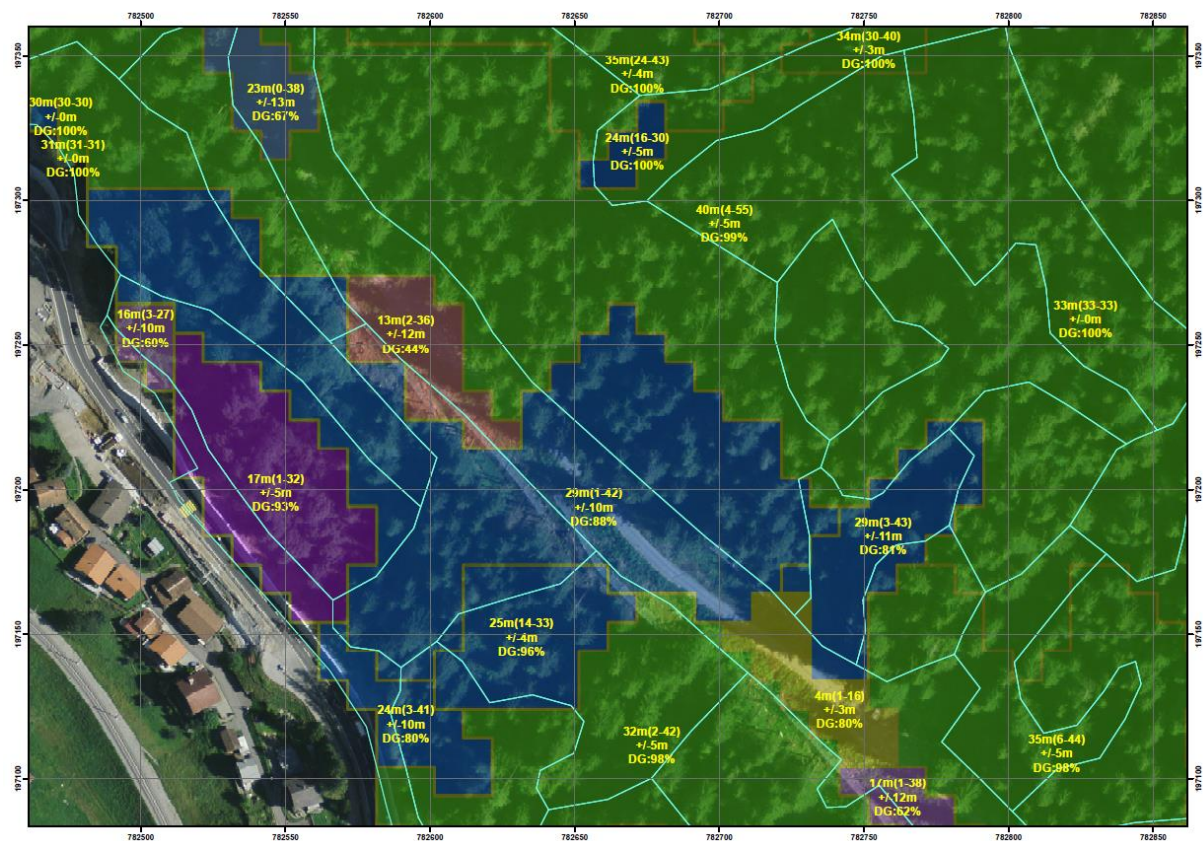


Abb. 5.1 Detailkarte Nummer 17 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 15%

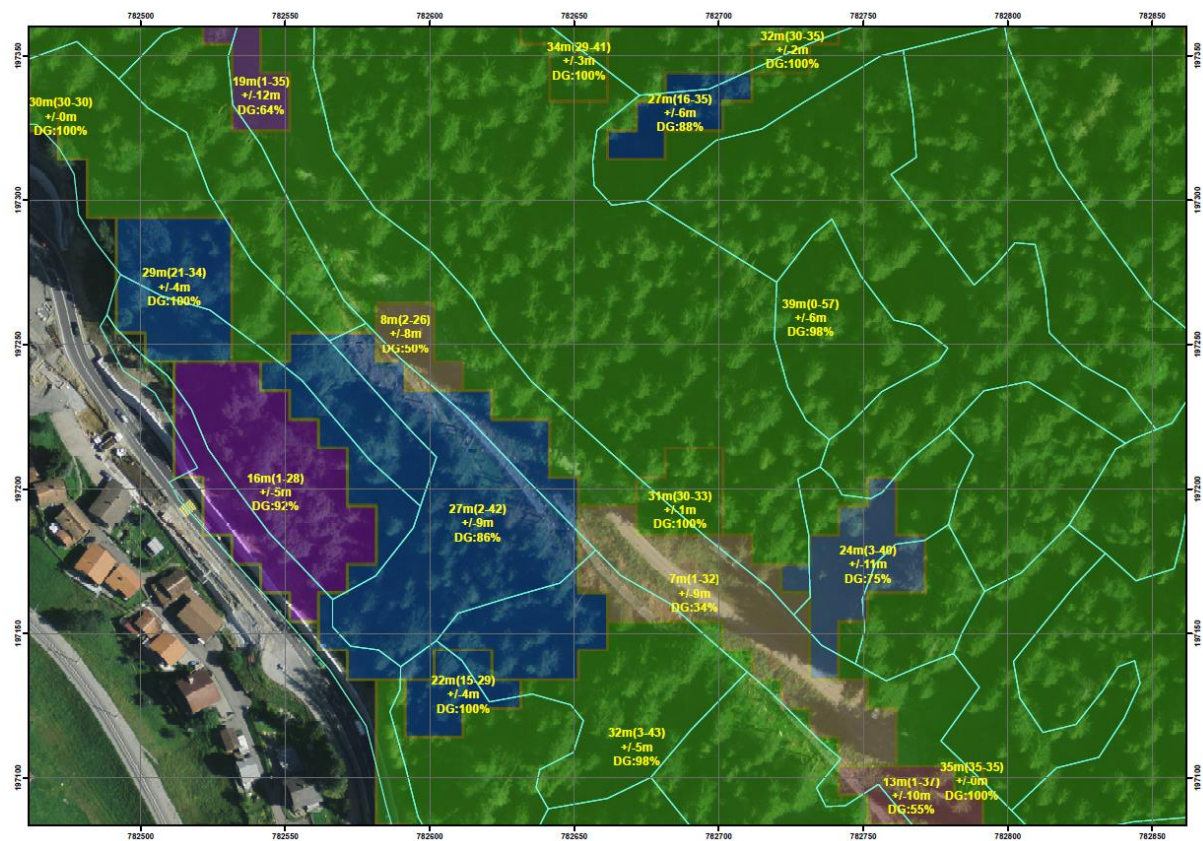


Abb. 5.2 Detailkarte Nummer 17 – Variante mit einer Pixelgrösse von 10*10m und einem Toleranzbereich von 20%

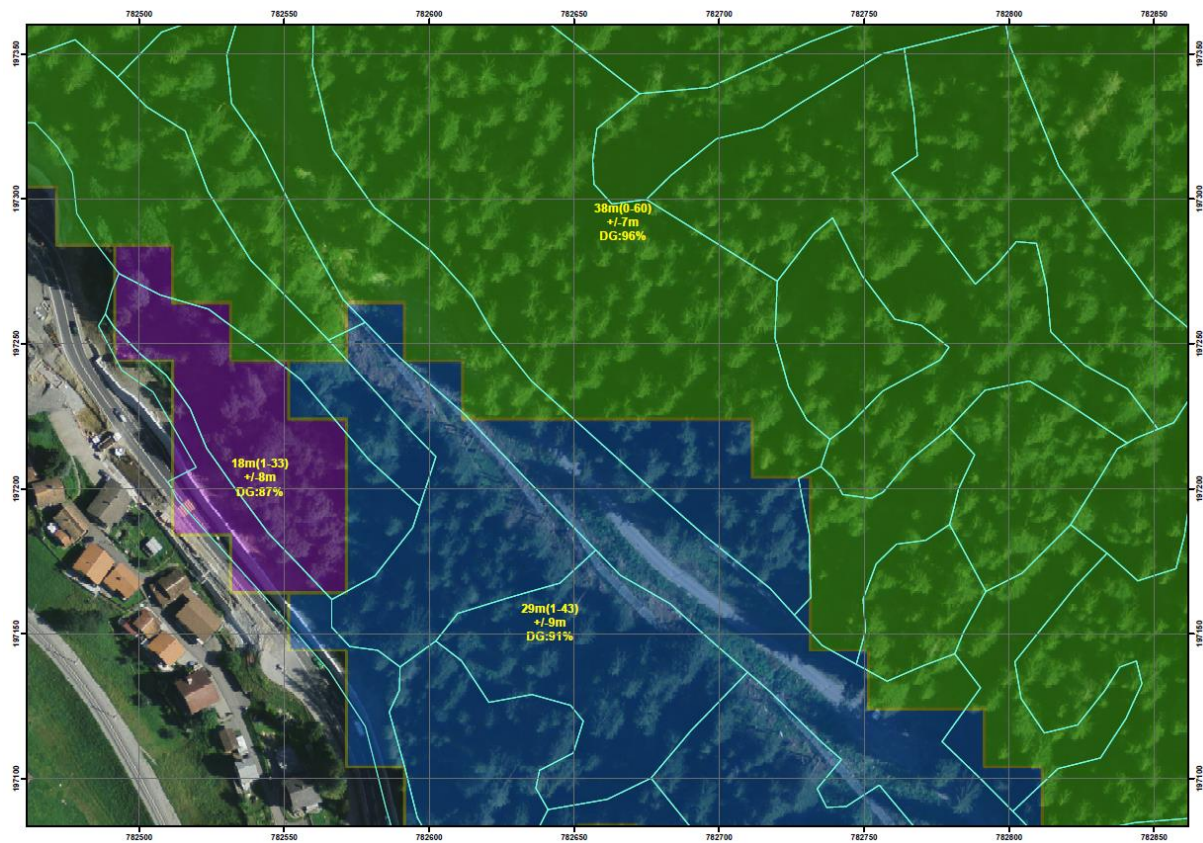


Abb. 5.3 Detailkarte Nummer 17 – Variante mit einer Pixelgrösse von 20*20m und einem Toleranzbereich von 15%

Holzvorratskarte Davos Klosters

Technischer Bericht

Inhaltsverzeichnis

1. Problemstellung und Ziele	2
2. Daten	2
3. Methoden	3
3.1 Herleitung des Prognosemodelles	3
3.2 Generierung der flächendeckenden Vorratskarte	4
3.3 Berechnung der Genauigkeit für Vorratsklassen	4
4. Resultate	5
5. Anwendungsbeispiel der Vorratskarte	6
6. Interpretations-Beispiel	7
Appendix	8

Auftraggeber:
Bildungszentrum Wald, Maienfeld
Bovel
7304 Maienfeld

Projekt „Planung im Gebirgswald“

Zürich, 17.09.2015

Andreas Hill
Projektleiter

1. Problemstellung und Ziele

Die für das Projekt Planung im Gebirgswald zur Verfügung gestellte Holzvorratskarte für das Gebiet Davos Klosters wurde im Rahmen einer Forschungsarbeit zum Thema Kleingebietsschätzungen in der Waldinventur generiert (Hill et al. 2014).

Holzvorratskarten sind eine beliebte und wertvolle Entscheidungshilfe in der Waldplanung geworden, da sie eine prognostizierte Verteilung der Holzvorräte auf möglichst kleinräumiger Ebene flächendeckend darstellen. Da eine terrestrische Ermittlung des Holzvorrates meist auf einige wenige Orte innerhalb eines Interessensgebietes beschränkt ist, basiert die Generierung einer Holzvorratskarte meist auf Modellierungsmethoden. Hierbei wird ein Bezug zwischen den punktuell vorhandenen terrestrischen Vorratsdaten und flächendeckend verfügbaren Informationen (z.B. aus LiDAR-, Luftbild-, oder Satellitendaten abgeleitet) in Form eines Schätzmodelles quantifiziert. Dieses Schätzmodell erlaubt anschliessend eine flächendeckende Vorhersage des Holzvorrates in Form einer Prognosekarte.

Während die Berechnung der geschätzten Vorratswerte durch eine Vielzahl an Modellierungsansätzen durchgeführt werden kann, ist jeder geschätzte Wert jedoch immer mit einem Schätzfehler behaftet. Ziel dieser Arbeit war es, für die in der Holzvorratskarte dargestellten Vorräte zusätzlich vertrauenswürdige Genauigkeitsangaben anzugeben.

Bei der Planung einer Durchforstung spielt die Lokalisation von Gebieten, welche einen Vorratswert innerhalb eines bestimmten Wertbereiches aufweisen, eine wichtige Rolle. Daher bietet sich in vielen Fällen die Zusammenfassung der Vorratswerte einer Holzvorratskarte in Vorratsklassen an. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde deswegen eine Methode entwickelt, welche ermöglicht, die Genauigkeit für jede visualisierte Holzvorratsklasse anzugeben.

Neben der Ermittlung der Klassengenauigkeit für fest vorgegebene Klassenintervalle bietet die entwickelte Methode den zusätzlichen Vorteil, bei Vorgabe einer gewünschten Klassenanzahl eine optimale Klasseneinteilung automatisch vornehmen zu lassen. Dabei werden die Klassengrenzen variabel so gewählt, dass ein grösstmöglicher Detaillierungsgrad (d.h. möglichst viele Klassen mit einer kleinen Klassenbreite) bei gleichzeitig bestmöglichen Klassengenauigkeiten erreicht wird.

2. Daten

Folgende Eingangsdaten standen zur Generierung der Holzvorratskarte Davos Klosters zur Verfügung:

#	Name	Beschreibung
1	LiDAR-Daten (DOM, DTM, CHM)	Das Projektgebiet wurde im Zeitraum vom 11. bis 15. September 2010 flächendeckend mit einem Laserscanner des Typs Riegl LMS Q 560 befliegen. Die aufgenommenen Daten lagen im Rasterdatenformat als Gelände- und Oberflächenmodell (DTM und DSM) vor. Aus der Differenz dieser beiden Datensätze wurde ein Vegetationshöhenmodell (CHM) berechnet, welches zur flächendeckenden Schätzung des Holzvorrates diente.
2	Waldmaske	Da die Berechnung der Holzvorratsprognosen auf die Waldfläche beschränkt werden muss, wurde auf Basis der TLM3D-Daten der Schweiz (Swisstopo) eine Waldmaske im Vektor- und Rasterformat berechnet.

3	Inventurdaten der regionalen terrestrischen Waldinventur des Kantons Graubünden aus dem Jahr 2007	Die terrestrisch ermittelten Vorratswerte wurden den im Projektperimeter Davos Klosters vorhandenen Stichprobenpunkten (insgesamt 67) der regionalen Waldinventur des Jahres 2007 entnommen. Dabei wurde auf Basis der BHD-Messung an Probäumen innerhalb zweier konzentrischer Probekreise (200 und 500 m ²) gemäss dem schweizerischen Landesforstinventar der Vorrat für jeden Stichprobenpunkt in m ³ /ha ermittelt.
---	---	---

3. Methoden

Die Berechnung der Vorratskarte und der Spezifikation ihrer Genauigkeit basiert auf den folgenden Arbeitsschritten:

- 1) der Formulierung eines geeigneten Prognosemodelles, welches auf das flächendeckende Vegetationshöhenmodell angewendet werden kann;
- 2) der eigentlichen Berechnung der Holzvorratskarte;
- 3) der Berechnung der Klassengenauigkeiten für eine Auswahl an möglichen Klassifikationsschemata.

Diese Schritte werden im Folgenden kurz erläutert und können ausführlich in Hill et al. (2014) nachgelesen werden (als pdf-Version mitgeliefert).

3.1 Herleitung des Prognosemodelles

Für die Formulierung des Prognosemodelles wurde an jedem terrestrischen Stichprobenkreis eine Vielzahl von Hilfsvariablen aus dem LiDAR-Vegetationshöhenmodell berechnet, von welchen angenommen wurde, dass sie in einer Beziehung zum terrestrisch ermittelten Holzvorrat stehen. Dabei wurden die Hilfsvariablen jeweils in einem Analyse-Quadrat der Seitenlänge 25 Meter zentriert um den terrestrischen Stichprobenkreis berechnet. Somit nähert jedes Analyse-Quadrat maximal möglich einen Stichprobenkreis an (Radius 12.62 Meter), was eine hohe Vergleichbarkeit von terrestrischem Holzvorratswert zu den erhobenen Hilfsvariablen gewährleistet.

Mittels statistischer Auswahlverfahren stellten sich a) der Mittelwert (*mw*), b) die Standardabweichung (*sd*), c) der Maximalwert (*max*) sowie d) das 75%-Quantil (*q75*) der Vegetationshöhenmodellwerte innerhalb eines Analyse-Quadrates als aussagekräftigste Kombination von Hilfsvariablen heraus. Die Beziehung dieser Variablen zum terrestrisch ermittelten Holzvorrat wurde mittels eines multiplen linearen Regressionsmodelles quantifiziert und erlaubt die Schätzung des Holzvorrates an beliebiger Stelle *x* des Vegetationshöhenmodelles (Abbildung 1).

Die Modellbeziehung lautet:

$$\text{Holzvorrat}(x) = 228.83 + 62.76 * mw(x) + 76.65 * sd(x) - 19.59 * \max(x) - 33.44 * q75(x)$$

Durch eine Kreuzvalidierung wurde ermittelt, dass ein vom Vorhersagemodell prognostizierter Vorratswert im Mittel eine Abweichung von 124 m³/ha zu dem Wert aufweist, welchen man an gleicher Stelle durch eine terrestrische Aufnahme beobachten würde.

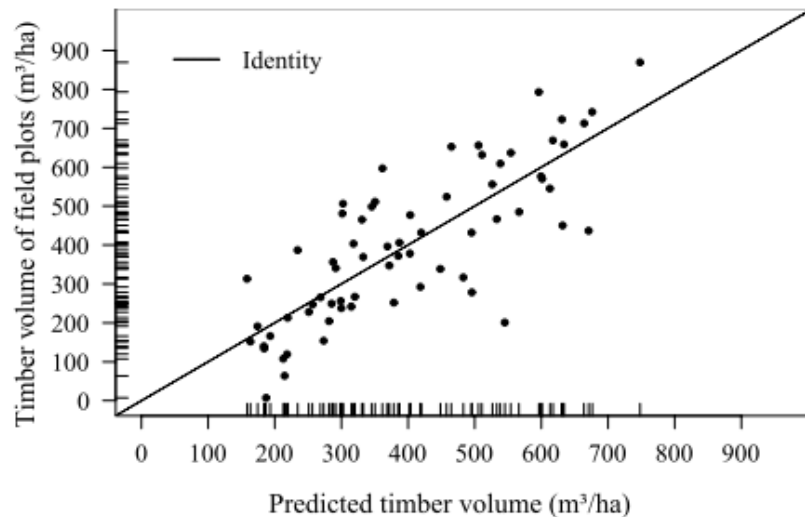


Abbildung 1: Modellvorhersagen des Holzvorrates gegenüber den terrestrisch ermittelten Holzvorratswerten auf Stichprobenebene. Entnommen aus Hill et al. (2014).

3.2 Generierung der flächendeckenden Vorratskarte

Die Vorratskarte wurde anschliessend berechnet, indem das Prognosemodell flächendeckend auf das Vegetationshöhenmodell angewendet wurde. Um eine verlässliche Genauigkeitsanalyse der Vorratskarte zu ermöglichen, wurde bei dieser Mapping-Prozedur das gleiche Analyse-Quadrat benutzt, welches auch zur Formulierung des Prognosemodelles verwendet wurde (Abbildung 2). Dies stellt sicher, dass die ermittelten Genauigkeitswerte des Vorhersagemodelles auch für die generierte flächendeckende Holzvorratskarte gelten.

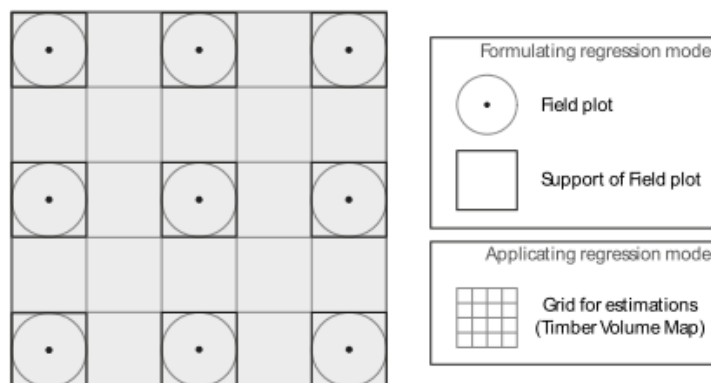


Abbildung 2: Schematisches Design der Holzvorratskarte. Entnommen aus Hill et. al (2014)

3.3 Berechnung der Genauigkeit für Vorratsklassen

Wenn die ursprünglich in einer kontinuierlichen Skala vorliegenden Prognosen der Vorratskarte in Vorratsklassen eingeteilt werden, können für jede Klasse Genauigkeitswerte berechnet werden. Das im Rahmen dieser Arbeit verwendete Verfahren ist dabei der klassischen Genauigkeitsanalyse („Accuracy Assessment“) von Klassifikationsmethoden der Fernerkundung entliehen. Bei Übertragung dieser Genauigkeitsanalyse auf die Vorratskarte basiert das Prinzip generell darauf, zunächst Vorratsklassen zu definieren und anschliessend sowohl die terrestrisch ermittelten Vorratswerte als auch deren zugehörige Modellvorhersagen den zuvor definierten Vorratsklassen zuzuordnen. Anschliessend wird analysiert, wie oft terrestrische Vorratsklasse und deren vorhergesagte Vorratsklasse in dieselbe Vorratsklasse fallen, da dies

einer korrekten Klassifikation entspräche. Dies erlaubt zunächst die Berechnung der sog. Gesamtgenauigkeit [%] der in Klassen eingeteilten Vorratskarte. Erweitert man diese Analyse, indem man zusätzlich analysiert, welche Vorhersagen fälschlicherweise einer bestimmten anderen Vorratsklasse zugewiesen wurden, können für jede Klasse individuelle Genauigkeitsangaben berechnet werden. Der für einen Nutzer der Karte wichtigste Genauigkeitswert ist die sog. Nutzergenauigkeit [%]. Diese gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass die in der Vorratskarte angegebene Vorratsklasse auch durch eine terrestrische Validierung ermittelt werden würde.

Neben der Ermittlung der Klassengenauigkeit für fest vorgegebene Klassenintervalle kann diese Methode dazu verwendet werden, bei Vorgabe einer gewünschten Klassenanzahl eine optimale Klasseneinteilung automatisch vornehmen zu lassen. Bei dieser optimalen Einteilung werden die Klassengrenzen variabel so gewählt, dass möglichst viele Klassen mit kleinen Klassenbreiten gewählt werden (d.h. ein grösstmöglicher Detaillierungsgrad erreicht wird) bei gleichzeitigem Erreichen der grösstmöglichen Gesamtgenauigkeit für die vorgegebene Anzahl an Vorratsklassen. Es wird dabei sichergestellt, dass möglichst jede Klasse eine Mindestanzahl an terrestrischen Daten enthält, anhand derer die Genauigkeit berechnet werden kann.

4. Resultate

Die Resultate sind auf...

<https://polybox.ethz.ch/public.php?service=files&t=a9d8a459a981edeb592e4b0299038b6b>
abgelegt und sind via Passwort **Picea4ever** zugänglich.

Folgende Resultate wurden erzeugt und in einem QGIS-Projekt zusammengefasst:

#	Name	Beschreibung
0	<i>topo.shp</i>	Ordner: topo Typ: Vektorformat (Shapefile) Übersichtplan als Shapefile, zugeschnitten auf Perimeter
1	<i>Holzvorratskarte_Davos_Klosters.shp</i>	Ordner: Vorratskarte_Davos_Klosters Typ: Vektorformat (Polygon-Shapefile) Attribute: <i>value</i> (Vorratsprognose für 25x25m Zelle)
2	<i>Vorratskarte_Davos_Klosters.qgs</i>	Ordner: QGIS vis Typ: QGIS-Projekt, in welchem die Daten dargestellt werden
3	<i>qml.-Dateien</i>	Ordner: classification_vis Typ: qml.-Datei zur Visualisierung der evaluierten Vorratsklassen und deren Genauigkeit in QGIS Attribute: Angegeben werden die Klassenintervalle und die Nutzergenauigkeit in Prozent
4	<i>Accuracy Assessment of Timber Volume Maps Forests_Hill_et_al.pdf</i>	Ordner : Literatur Typ: pdf-Datei Publikation der angewendeten Methode, erschienen in der Zeitschrift <i>Forests</i> 2014, 5, 2253-2275; doi:10.3390/f5092253

5. Anwendungsbeispiel der Vorratskarte

Durch Doppelklick auf die QGIS-Projektdatei `Vorratskarte_Davos_Klosters.qgs` werden sowohl die Vorratskarte als auch die topographische Karte in QGIS geöffnet. Jedes Polygon der Vorratskarte enthält die vom Schätzmodell prognostizierte Vorratsschätzung für diese Zelle. Durch Anwählen des Info-Button



kann nun für jedes Polygon dieser Wert (`value`) abgefragt werden (Abbildung 3).

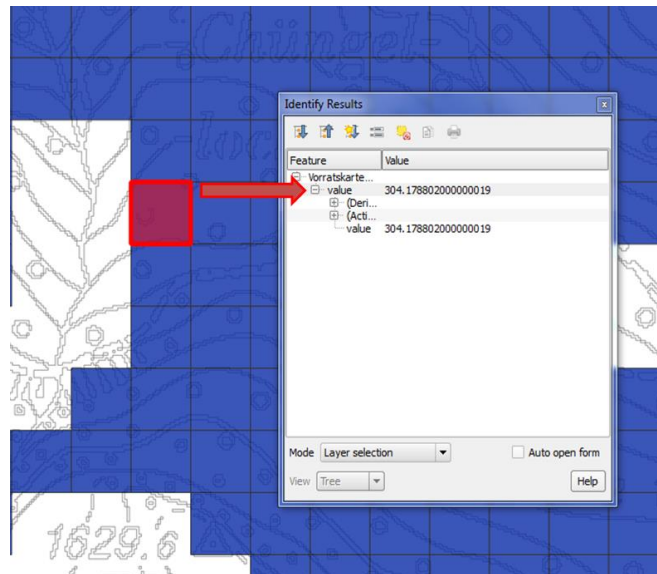


Abbildung 3: Abfrage der Vorratsschätzung in QGIS

Durch die Optimierungssoftware wurden nun für die Vorratskarte optimale Klasseneinteilungen für 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9 Klassen berechnet. Daneben wurde validiert, welche Klassengenauigkeiten sich für die gleiche Anzahl Klassen bei konstanten Klassenintervallen ergeben würden (siehe Tabelle 1 zur Übersicht). Diese Klasseneinteilungen inklusive ihrer Nutzergenauigkeiten sind als `qml`-.Dateien abgelegt und können nun dazu verwendet werden, die Vorratskarte entsprechend zu visualisieren (Abbildung 4). Eine Anleitung zur Visualisierung ist im Appendix enthalten.

Tabelle 1: Überblick über die Anzahl Klassen und die Klassengrenzen von konstanten und optimierten KlassifikationsschemaTA, für welche die Genauigkeiten berechnet wurden

Anzahl Klassen	Optimale Einteilung	Konstante Klassenintervalle
3	0, 220, 500, 870	0, 300, 600, 900
4	0, 220, 430, 670, 880	0, 275, 550, 825, 1100
5	0, 220, 320, 500, 660, 900	0, 200, 400, 600, 800, 1000
6	0, 220, 420, 530, 640, 770, 900	100, 150, 300, 150, 600, 750, 900
7	0, 100, 220, 310, 450, 640, 770, 910	0, 125, 250, 375, 500, 625, 750, 875
8	0, 90, 220, 32, 430, 530, 630, 740, 880	0, 120, 240, 360, 480, 600, 720, 840, 960
9	0, 50, 90, 220, 320, 430, 530, 640, 760, 900	0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900

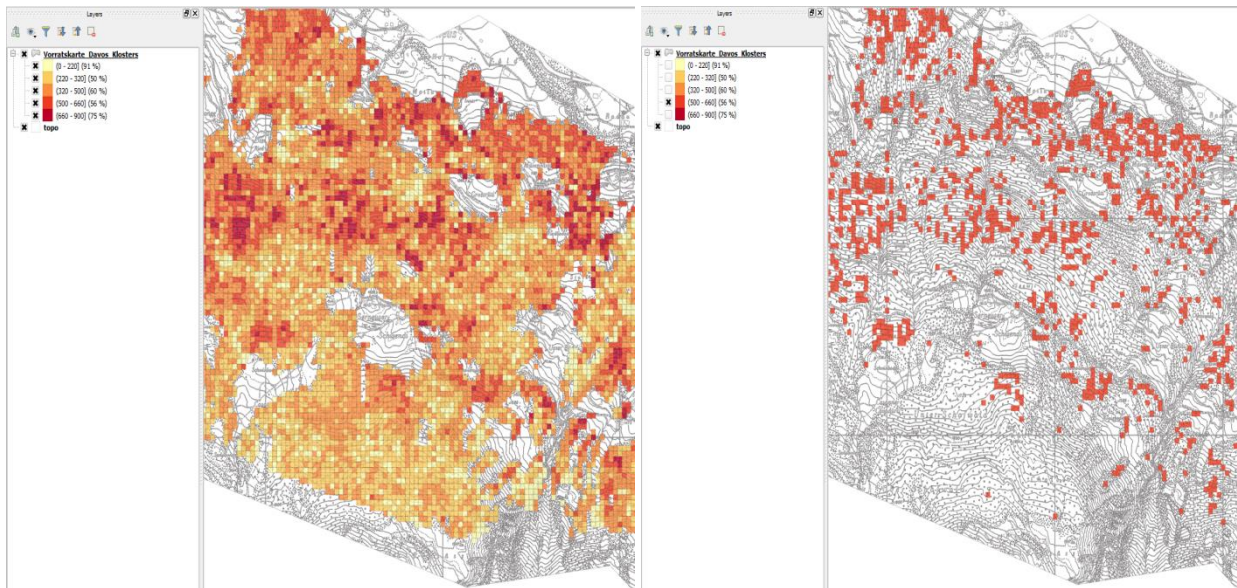


Abbildung 4: Visualisierung der Vorratskarte in 5 Vorratsklassen für grösstmögliche Klassengenauigkeiten (links). Es können auch nur einzelne Klassen visualisiert werden, beispielsweise zur Identifizierung von Hot-Spots (rechts).

6. Interpretations-Beispiel

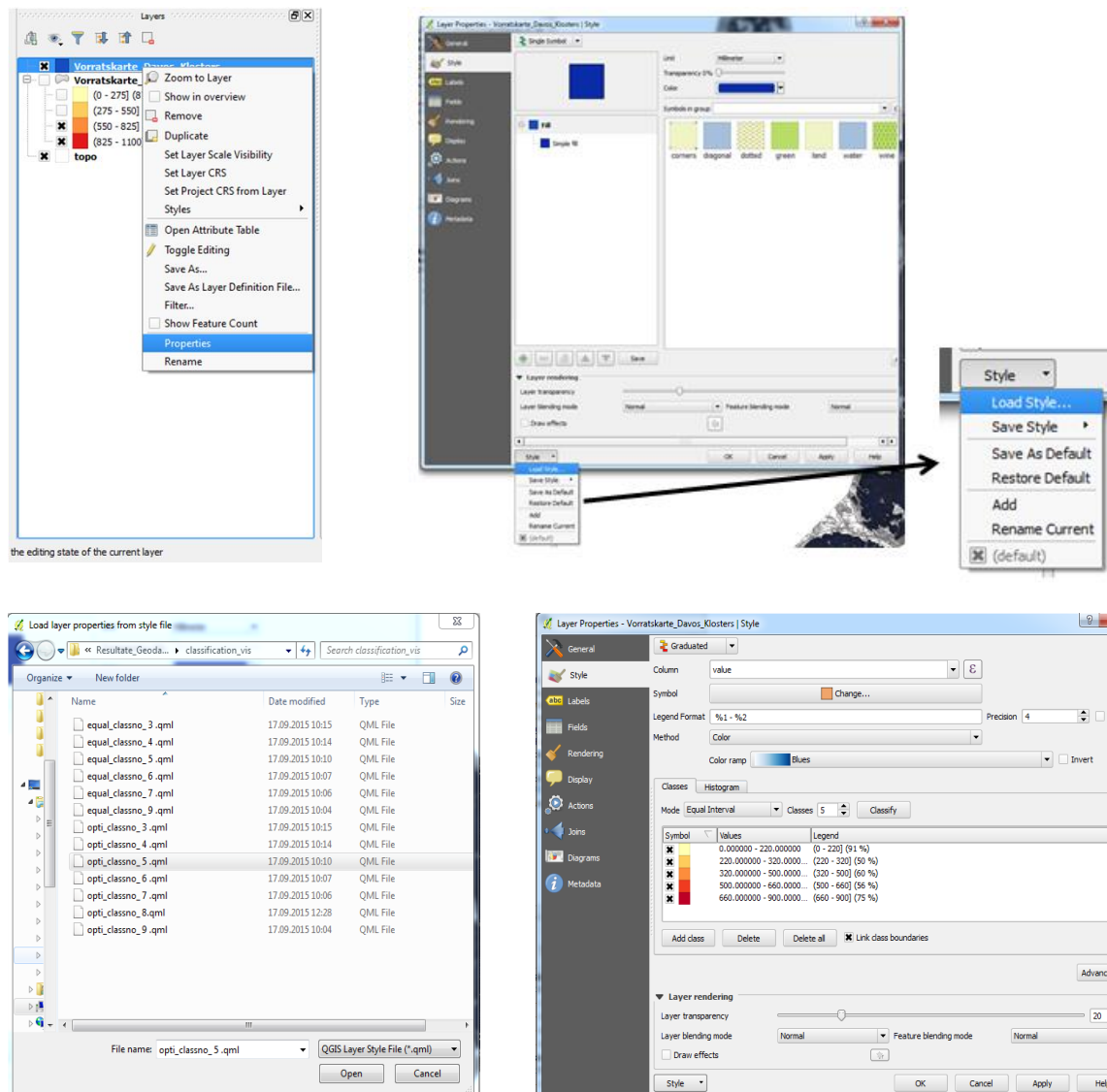
Visualisiert man die Vorratskarte in 5 Klassen und vergleicht die optimale Klasseneinteilung mit der entsprechenden konstanten Klasseneinteilung, so fällt auf, dass beim konstanten Klassifikationsschema nicht für alle Klassen die Nutzergenauigkeit angegeben wird. Dies hat damit zu tun, dass durch die terrestrischen Daten schlicht zu wenige Validierungsdaten in dieser Vorratsklasse zu Verfügung stehen. Dies ist also weniger auf die Güte des Vorhersagemodelles zurückzuführen, als vielmehr auf die terrestrische Datengrundlage.

Vergleichen wir die optimale Klasseneinteilung jedoch mit der konstanten Einteilung, sehen wir, dass durch eine geschicktere Klasseneinteilung hier alle Klassen mit einer Genauigkeitsangabe versehen werden können. Wir sehen weiter, dass die Klassengenauigkeiten auch durchwegs höher sind als bei der konstanten Einteilung, obwohl manche Klassen sogar einen höheren Detaillierungsgrad (kleinere Klassenbreite) erreichen. Man hat hier also durch die Optimierungsmethode bei gleicher Klassenanzahl eine höhere Gesamtgenauigkeit sowie einen höheren Detaillierungsgrad erreicht.

Zeigen jedoch sowohl konstante als auch optimierte Klasseneinteilung einige Klassen, für welche die Nutzergenauigkeit nicht angegeben werden kann, so ist dies ein Hinweis darauf, dass durch die terrestrische Datengrundlage der mögliche Detailgrad überschritten ist.

Appendix

Laden eines qml.-files zur Visualisierung der Vorratskarte



Laden eines qml.-Visualisierungsfiles der Vorratsklassen:

- 1) Rechtsklick auf den Layer der Vorratskarte dann „Properties“ auswählen (links oben).
- 2) Anschliessend unter „Styles“ die Option „Load Style...“ wählen (rechts oben).
- 3) Nun zum Ordner navigieren, in welchem die qml.-Visualisierungsfiles gespeichert sind und entsprechendes qml.-file öffnen (unten links). Unter den „Layer Properties“ wird nun bereits die Visualisierung sichtbar (rechts unten).
- 4) Durch „Apply“ wird nun die Vorratskarte entsprechend der Klassierung angezeigt.

ANHANG

A-1. Ergänzungen zu einzelnen Berichtskapiteln

- A-1-1. Beschrieb der Elemente der Betrieblichen Planung (Kap. 2)
- A-1-2. Herleitung Handlungsbedarf mit Fernerkundung (Kap. 4.3)
- A-1-3. Anleitung zu Jahresplan und Budget (Kap. 4.7)

A-2. Toolbox

- A-2-1. Kurzbericht Erarbeitung Toolbox
- A-2-2. Toolbox: Beschrieb der einzelnen Instrumente
- A-2-3. TB Ausscheidung Lawinenlücken [1]
- A-2-4. TB FINT [6]
- A-2-5. TB Waldwirkung Steinschlag [16]
- A-2-6. TB TBk [19]
- A-2-7. TB Holzvorratskarte [21]

A-3. Ergänzungen zur Umsetzung im Fallstudienbetrieb Klosters

- A-3-1. Betriebsplan Klosters
- A-3-2. Massnahmen-Tool: Benutzungshinweise und Print Screens
- A-3-3. Mindmap für ein minimales betriebliches Infrastruktur-Management-System

ANHANG

A-1. Ergänzungen zu einzelnen Berichtskapiteln

- A-1-1. Beschrieb der Elemente der Betrieblichen Planung (Kap. 2)
- A-1-2. Herleitung Handlungsbedarf mit Fernerkundung (Kap. 4.3)
- A-1-3. Anleitung zu Jahresplan und Budget (Kap. 4.7)

A-2. Toolbox

- A-2-1. Kurzbericht Erarbeitung Toolbox
- A-2-2. Toolbox: Beschrieb der einzelnen Instrumente
- A-2-3. TB Ausscheidung Lawinenlücken [1]
- A-2-4. TB FINT [6]
- A-2-5. TB Waldwirkung Steinschlag [16]
- A-2-6. TB TBk [19]
- A-2-7. TB Holzvorratskarte [21]

A-3. Ergänzungen zur Umsetzung im Fallstudienbetrieb Klosters

- A-3-1. Betriebsplan Klosters
- A-3-2. Massnahmen-Tool: Benutzungshinweise und Print Screens
- A-3-3. Mindmap für ein minimales betriebliches Infrastruktur-Management-System



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



**FORST
MADRISA**

Forstlicher Betriebsplan Klosters

Periode 2017 bis 2028

15. Februar 2018

Revierförster/Betriebsleiter: Christian Rüschi

Regionalforstingenieur: Sandro Krättli

Planer: Samuel Zürcher/ ibW BZWM und Gadola AG

INHALT

1	Einleitung.....	1
2	Rahmenbedingungen und Grundlagen.....	2
2.1	Natürliche Grundlagen	2
2.2	Rechtliche Rahmenbedingungen	2
2.3	Betriebliche Situation.....	2
2.4	Walderschliessung	2
2.5	Schutzbauten	2
2.6	Waldökologie.....	3
2.7	Waldentwicklungsplan	3
2.8	Bestandeskartierung	3
3	Vergangenheit: Waldbewirtschaftung 1985-2015	4
3.1	Vorangehende Planungsdokumente.....	4
3.2	Bewirtschaftung vorangehende Periode bis 2016	4
4	Analyse Waldzustand.....	6
4.1	Waldform	6
4.2	Waldeinteilung und Waldflächenveränderungen	6
4.3	Analyse Waldzustand auf Betriebsebene	7
4.3.1	Entwicklungsstufen.....	7
4.3.2	Struktur.....	8
4.3.3	Textur.....	8
4.3.4	Baumarten-Mischung	8
4.3.5	Verjüngung.....	9
4.3.6	Stabilität.....	11
4.3.7	Holzvorrat	12
4.3.8	Holzzuwachs.....	12
4.4	Waldbauliche Erfahrungen	13
5	Zielsetzungen.....	14
5.1	Zielsetzungen der Allgemeinheit (WEP)	14
5.1.1	Schutzwald	14
5.1.2	Holznutzung	14
5.1.3	Natur und Landschaft	14
5.1.4	Erholung und Tourismus	15
5.1.5	Weidwald/beweideter Wald	15
5.1.6	Wald-Wild-Jagd	15
5.1.7	Erschliessung.....	15
5.2	Strategische betriebliche Zielsetzungen.....	16
5.3	Waldbauliche Zielsetzungen der Waldeigentümerin	16
5.3.1	Allgemeine waldbauliche Zielsetzungen	16
5.3.2	Allgemeine Grundsätze pro Höhenstufe	16
5.3.3	Allgemeine Grundsätze pro Waldfunktion	18

5.4	Waldbauliche Zielsetzungen pro Betriebsklasse	19
6	Waldbauliche Massnahmenplanung 2017 - 2028	32
7	Hiebsatz und Flächenzielsetzung.....	33
7.1	Hiebsatz.....	33
7.2	Minimalziel behandelte Waldfläche.....	34
7.2.1	Modellrechnung zur behandelten Schutzwaldfläche	34
7.2.2	Minimalziel behandelte Waldfläche, gutachtlich hergeleitet	34
8	Nachhaltigkeitsbetrachtungen des RFI.....	35
8.1	Allgemeine Aspekte der Nachhaltigkeit	35
8.2	Schutzwald.....	36
8.3	Holznutzung.....	36
8.4	Natur und Landschaft.....	37
8.5	Erholung und Tourismus.....	37
8.6	Weidwald/beweideter Wald	38
8.7	Wald-Wild-Jagd.....	38
9	Controlling	38
10	Genehmigung	39

1 Einleitung

Dieser Betriebsplan umfasst die Gemeindewaldungen der Gemeinde Klosters-Serneus (inkl. der ehemaligen Gemeinde Saas) sowie der Korporation Schlappin.

Perimeter

Unter dem Namen "Forstbetrieb Madrisa" haben sich die politischen Gemeinden Conters, Fideris, Klosters-Serneus, Küblis und Luzein zu einem öffentlich-rechtlichen Gemeindeverband zusammengeschlossen.

Der Betriebsplan ist ein zentrales Planungsinstrument des Forstbetriebes bzw. des Waldeigentümers. Betriebsplan, Statuten des Forstbetriebs und der Geschäftsplan des Forstbetriebs bilden als Gesamtheit die strategische Ebene der betrieblichen Planung.

Zentrales Planungsinstrument

Der Betriebsplan entstand im Rahmen des Projektes «Betriebliche Planung im Gebirgswald» (BPiG) [8], welches primär vom ibW Bildungszentrum Wald Maienfeld bearbeitet und vom BAFU finanziert wurde. Ziel des Projektes war es, die Gesamtkonzeption der betrieblichen Waldplanung auf allen Ebenen zu analysieren und weiterzuentwickeln. Um einen engen Praxisbezug sicherzustellen, wurden parallel zur konzeptionellen Arbeit die Ergebnisse jeweils zeitgleich auf Klosters angewendet.

Ergebnis aus Projekt «Betriebliche Planung im Gebirgswald»

Gemäss Artikel 39 des Bündner Waldgesetzes ist von allen Waldeigentümern mit mehr als 40 Hektaren Waldfläche ein forstlicher Betriebsplan auszuarbeiten.

Betriebsplan-Pflicht

Der Betriebsplan wird von Waldeigentümer und AWN genehmigt werden und bildet somit eine verbindliche Grundlage für die Waldbewirtschaftung.

Genehmigung

Der vorliegende Betriebsplan soll Instrument sein für verschiedene Personen/Akteure:

- für den Forstbetrieb als Planungsinstrument und zur Konkretisierung der für ihn gültigen Rahmenbedingungen;
- für die Waldeigentümerin zur Festlegung von Grundsätzen und Zielen, wie ihr Wald bewirtschaftet werden soll;
- für den Kanton / das AWN als Führungs- und Kontrollinstrument, dass in der Waldfläche die gesetzlichen Grundlagen eingehalten und die Interessen der Öffentlichkeit berücksichtigt werden.

Instrument für verschiedene Akteure

2 Rahmenbedingungen und Grundlagen

2.1 Natürliche Grundlagen

Detaillierte Angaben zu Klima, Geologie, Höhenlage und Waldgesellschaften sind aus „Waldgesellschaften und Waldstandorte Graubündens“ [1] zu entnehmen.

Eine wichtige Grundlage für die operative Planung bildet die Zieltypenkarte, welche für die gesamte Waldfläche von Klosters-Serneus erarbeitet wurde und die standörtlichen Verhältnisse (Vegetationshöhenstufen) mit den unterschiedlichen Ansprüchen resp. Waldfunktionen kombiniert. Die Karte ist im betrieblichen GIS integriert und im Anhang beiliegend.

2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Waldgesetze

Die wichtigsten rechtlichen Rahmenbedingungen bilden die eidgenössische und kantonale Waldgesetzgebung.

Revisionsbedarf bei Waldordnung

Die Waldordnung der Gemeinde Klosters-Serneus wurde letztmals 1996 revidiert. Der Revisionsbedarf ist nur schon mit den seither vergangenen mehr als 20 Jahren, der Eingemeindung von Saas, aber auch mit der Tatsache der Gründung des Forstbetriebes Madrisa gegeben.

2.3 Betriebliche Situation

Madrisa Forst Statuten

Seit dem 1. Januar 2016 werden die Waldungen von Klosters durch den Forstbetrieb Madrisa bewirtschaftet. Die Details dazu sind in dessen Statuten geregelt.

2.4 Walderschliessung

Erschliessung verbessert

In den vergangenen rund 10 Jahren wurden in Waldungen der Gemeinde Klosters wesentliche Erschliessungsdefizite behoben. Noch nicht erschlossene Gebiete wie Palfärn, Gruobenwald, Ronenwald und Gotschna ab Grünbödeli bis Schifer, wurden zeitgemäss auf den Stand der Technik und der Ansprüche gebracht. Wesentlich waren neben den Einzelprojekten auch viele Erweiterungen und Ausbauten im Rahmen des Sammelprojekts Instandstellung Erschliessung (SIE), welche das Erschliessungssystem sukzessive optimierten. Letzte Etappen werden zurzeit umgesetzt und abgeschlossen (Bsp. Grosswald). In der folgenden Betriebsplanperiode kann der bewirtschaftende Forstbetrieb Madrisa von einer idealen Erschliessungssituation profitieren.

Feinerschliessungseinheiten

Feinerschliessungsplanung

Neben der Groberschliessung wurde die gesamte Waldfläche in Feinerschliessungseinheiten (FEE) eingeteilt (vgl. Karte im Anhang). In diesen FEE ist die Feinerschliessung für alle Holzernteverfahren innerhalb der letzten 4 Jahre zu 80% geplant und festgelegt worden. Diese Informationen stehen im Massnahmentool als Layer zu Verfügung.

2.5 Schutzbauten

Im Gemeindegebiet Klosters befinden sich verschiedene Schutzbautentypen, die laufend unterhalten und allenfalls auch ergänzt werden müssen. Besonders erwähnenswert sind dabei die Lawinenverbauungen LV Monbiel/Älpeltjispitz, LV Galmun und LV Rüggen. Diese Verbauungen schützen im Wesentlichen bewohnte Gebiete von Klosters und der dazugehörenden Fraktionen. Die Verbauungen LV Geishorn/Arensa wurden im Zusammenhang mit der Nationalstrasse A28a zum Schutz derselben erstellt. Im Gebiet Tal wurde in den ersten Jahren des neuen Jahrtausends der alte Schutzdamm Tal durch einen grösseren und höheren ersetzt. Die Murgang-Gefahr aus dem Kessel Tal ist nun in diesem Gebiet gebannt. Zusätzlich zu diesem Schutzdamm wurde noch die künstliche Lawinenauslösung zur Sicherung des Siedlungsgebietes gegen Schneelawinen unterhalb von Tal eingerichtet; dazu wurden 5 Sprengmasten oberhalb des Tal-Kessels aufgestellt. Die wasserbaulichen Schutzbauten an Seitenbächen sind nach dem verheerenden Unwetter 2005 noch mehr ins Bewusstsein der Bevölkerung gerückt. Verschiedene Verkehrsträger von regionaler bis nationaler Bedeutung auf Strasse oder Schiene führen durchs Gemeindegebiet, welche durch die verschiedenen Schutzbauten gesichert werden müssen.

Im System KuFI bzw. dem Schutzbautenkataster ist der Kontrollturnus für alle Schutzbauten unabhängig des Eigentums festgehalten. Ende 2017 sind darin erfasst 35 Hang-/Bachverbauungen, 17 Lawinverbauungen, das System künstliche Lawinenauslösung Tal mit 6 Sprengmasten und 4 Steinschlag-schutzverbauungen – total sind das 57 Objekte auf Gemeindegebiet Klosters.

KuFI mit 57 Objekten

2.6 Waldökologie

Im Gesamtkontext der verschiedenen Waldleistungen besteht auf dem Gemeindegebiet Klosters-Serneus im Bereich Waldökologie der wohl grösste Handlungsbedarf bzw. positiver ausgedrückt im Sinne der kantonalen Richtlinien und deren Fördermassnahmen auch das grösste Potenzial. Im aktuell zur Revision stehenden WEP wurden verschiedene Objekte ausgeschieden. Speziell erwähnenswert sind das Potenzial und auch die Verantwortung zur Optimierung der Lebensraumqualität des Auerhuhns. Zudem sind im Gemeindegebiet noch keine Schutzgebiete wie Naturwaldreservate, Sonderwaldreservate oder Altholzinseln ausgeschieden. Der Forstbetrieb Madrisa möchte für das gesamte Bewirtschaftungsgebiet ein einheitliches Naturschutzkonzept ausarbeiten. Dabei gelten die Vorlagen im WEP als übergeordnete Planungsgrundlage. Aus Sicht des AWN macht es Sinn, potenzielle Reservate voranzutreiben, so lange die Bedingungen bezüglich kantonalen und eidgenössischer Fördermittel attraktiv sind. Namentlich das Komplexreservat Vereinatal kann unabhängig eines betrieblichen Konzeptes gestützt auf den WEP-Auftrag vorangetrieben werden. Entlang der Landquart, des Vereinabachs sowie des Verstanclabachs stocken Auenwälder. Die aktiven Auenwälder gilt es der natürlichen Dynamik zu überlassen. In inaktiven Auenwäldern sollen vorwiegend Pioniergehölze gefördert werden. Eine grosse Verantwortung bezüglich seltener Gehölze liegt bei den Arven. In den Reliktbeständen im Vereinatal, bei Sardasca sowie im Schlappintal ist auf eine Nutzung zu verzichten.

Auerhuhn

Potenzial für
Reservate

2.7 Waldentwicklungsplan

Der aktuell gültige WEP [5] stammt aus dem Jahr 2006.

Seit 2012 gilt die neue Schutzwaldausscheidung, welche zu Veränderungen gegenüber dem WEP-Objektblatt 1 „Schutz vor Naturgefahren“ führte.

2013 begann die Revision der Waldentwicklungspläne. Der neue WEP ist aktuell in der Vernehmlassung und noch nicht in Kraft. Die wesentlichen Elemente sind jedoch bekannt und können für die Betriebsplanebene übernommen werden (Kap. 5.1). Die Umsetzung der WEP-Ziele, welche einen direkten Flächenbezug haben, werden auf der Zielebene der Betriebsklassen behandelt und konkretisiert für die nächste Planungsperiode.

Neuer WEP

2.8 Bestandeskartierung

Die Bestandesausscheidung und -interpretation im Luftbild sowie die anschliessend grossflächige Erfassung der Bestandesmerkmale und die waldbauliche Beurteilung im Gelände bilden normalerweise die zentralen Grundlagen für die Betriebspläne im Kanton Graubünden.

Im Rahmen des Projekts BPiG [8] kam die Betriebsleitung zum Schluss, dass die Bestandesbeschreibungen künftig nicht mehr in dieser Form erarbeitet und genutzt werden sollten. Auf Stufe Betriebsplan sollen zukünftig nicht mehr bestandesweise Massnahmenplanungen die Grundlage darstellen, sondern diese laufend in der operativen Planung erarbeitet und vermehrt Grundlagen aus der Fernerkundung/GIS eingesetzt werden. Jedoch wurden die Bestandesbeurteilungen für die anstehende Betriebsplanrevision bereits vor Projektstart in Angriff genommen und mussten daher fertiggestellt werden. Aus diesem Grund wurden die Daten auch für diesen Betriebsplan als zentrale Grundlage genutzt. Der Inhalt dieser Daten ist absolut wertvoll, als problematisch beurteilt wird die Bezugsfläche «Bestand» als Massnahmeneinheit sowie der periodisch anfallende, hohe Arbeitsaufwand für den Betrieb. Die vielseitigen Aufnahmen und Aussagen auf Bestandesebene können teilweise generalisiert werden und zu einer genaueren Aussage zum Gesamtbild auf Betriebsklassenebene verhelfen (Bsp. Wildbelastung, Beweidung, Eingriffsentscheide und Zyklen).

Die Massnahmenplanung wurde pro Betriebsklasse auf eine neue Art aufbereitet (Tabelle im Anhang). Pro Betriebsklasse sind nach Priorisierung 1-3 alle bestandesweisen Beurteilungen dargestellt. Die Daten geben ein gutes Bild ab über die Dringlichkeit des Handlungsbedarfes. Die Datenreihe erleichterte es, realistische Flächenziele zu vereinbaren.

Abkehr von bestan-
desweiser Planung

Bestandesdaten
trotzdem zentrale
Grundlage

3 Vergangenheit: Waldbewirtschaftung 1985-2015

3.1 Vorangehende Planungsdokumente

Gemeinde Klosters-Serneus:

- 1971 - 1990: Hiebsatz 7500 Tfm/J (4.7 Tfm/ha/J)
- 1992 - 2011: Hiebsatz 7500 Tfm/J (4.2 Tfm/ha/J)

Gemeinde Saas:

- 1962 – 1984: Hiebsatz 1800 Tfm/J (5.1 Tfm/ha/J)
- 1985 – 2004: Hiebsatz 1400 Tfm/J (3.9 Tfm/ha/J)
- Ab 2004: Hiebsatz 1700 Tfm/J (4.8 Tfm/ha/J)

Korporation Schlappin:

- Hiebsatz bisher: 120 Tfm/J (gemäss LeiNa, kein BP vorhanden)

3.2 Bewirtschaftung vorangehende Periode bis 2015

Nachfolgende Grafiken stellen die Nutzungen pro Waldeigentümer dar.

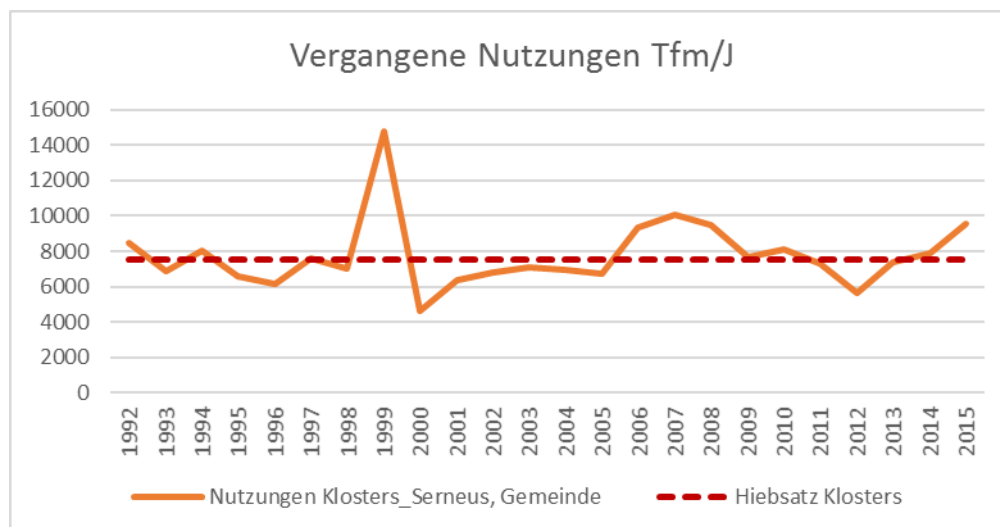
Nutzungen:

10'200 Tfm/ha

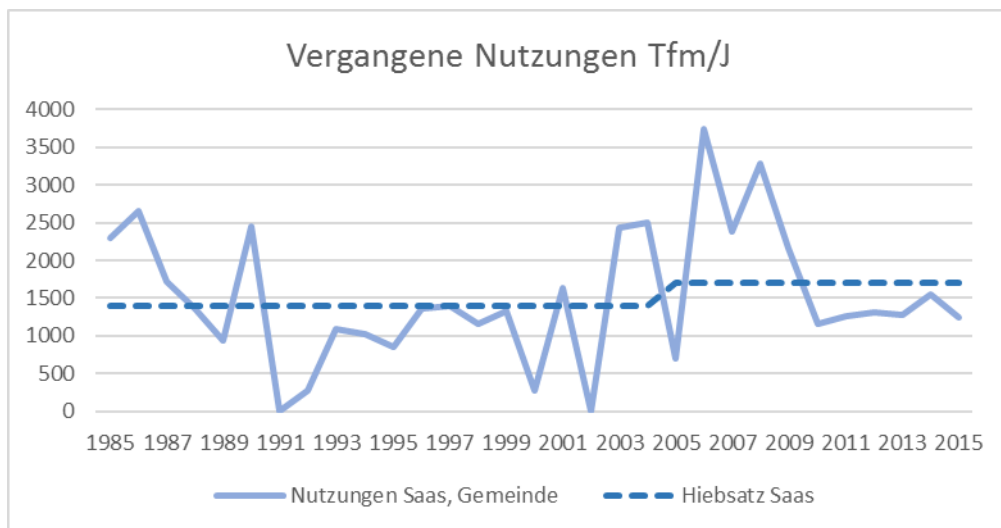
10% über Hiebsatz

Im Total der 3 Waldeigentümer ergeben die verfügbaren Zahlen für die vorangehende Planungsperiode Nutzungen im Bereich des Hiebsatzes.

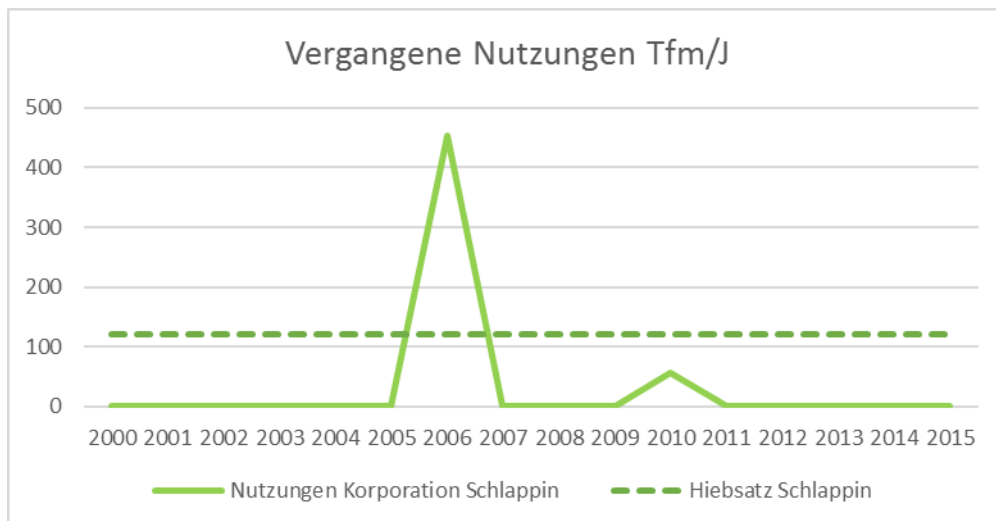
In den letzten 10 Jahren (2006-2015) wurde insgesamt durchschnittlich 10'240 Tfm/J genutzt, was 10% über dem bisherigen Hiebsatz (9'320 Tfm/J) liegt.



Gde. Klosters-Serneus: Mittelwert der seit 1992 verfügbaren Nutzungswerte: 7'780 Tfm/J
Mittelwert 2006 – 2015: 8'250 Tfm/J



Gde. Saas: Mittelwert der seit 1985 verfügbaren Nutzungswerte: 1'510 Tfm/J
Mittelwert 2006 – 2015: 1'940 Tfm/J



Korporation Schlappin: Mittelwert der seit 2000 verfügbaren Nutzungswerte: 30 Tfm/J
Mittelwert 2006 – 2015: 50 Tfm/J

Seit 2006 werden im System LeiNa auch die Eingriffsflächen (behandelte Waldfläche, inklusive Zwangsnutzungen) erfasst. Die Auswertung ergibt folgende Situation:

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total	
Behandelte Fläche	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha/J
Klosters-Serneus, Gemeinde	36	36	28	33	30	34	24	31	42	49	343	34
Saas, Gemeinde	12	13	14	8	6	6	6	7	9	6	86	9
Korporation Schlappin	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Total	50	49	41	41	36	40	30	38	51	55	430	43
Anteil 1. PS	7%	9%	16%	19%	18%	7%	6%	5%	0%	5%	9%	
Anteil 2. PS	92%	91%	80%	78%	72%	93%	94%	94%	99%	94%	89%	
Anteil 3. PS	1%	0%	4%	4%	9%	1%	0%	1%	1%	0%	2%	

43 ha/J
Eingriffsfläche

4 Analyse Waldzustand

In diesem Kapitel werden die Bestandesdaten (vgl. Kap. 2.8) in möglichst knapper Form dargestellt und kurz interpretiert.

Sämtliche Begriffe im Zusammenhang mit den Bestandesbeschreibungen sind in der [Anleitung zur Waldbestandeskartierung mit der Checkliste BK 2010.2 \(Version Januar 2013\)](#) [6] definiert.

75% der Bestände im Wald beurteilt

In der Tabelle in Kap. 7.1 ist pro BKL ersichtlich, wie hoch der Anteil der im Gelände beurteilten Waldfläche ist resp. wieviel Waldfläche nur im Luftbild interpretiert wurde. Über den gesamten Betrieb wurden 47% der produktiven Waldfläche intensiv im Bestand beurteilt, 28% wurden extensiv im Bestand beurteilt und für 25% existieren ausschliesslich Luftbildinterpretationen.

4.1 Waldform

Betriebsklasse		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	20	Total	
Waldform		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Produktive Waldfläche	Hochwald	193	203	348	99	342	162	187	242	503	248	215	33	2773	75%
	Mittelwald	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Niederwald	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0%
Gebüsch		2	3	0	1	9	1	13	19	295	129	52	68	592	16%
Vorübergehende Bestockung		1	0	0	0	0	0	3	0	4	1	0	0	9	0%
Dauernd unbestockte Blösse		11	16	9	8	9	12	4	13	63	70	18	22	255	7%
Unproduktiv		3	1	3	4	1	5	1	2	9	6	8	0	41	1%
Total		209	223	360	111	362	179	209	276	876	453	294	123	3675	100%

Auswerteeinheit: Gesamtwald

Knapp 2800 ha produktive Waldfläche

Ein beachtlicher Anteil von rund einem Viertel der Gesamtwaldfläche ist nicht produktiv. Die produktive Waldfläche umfasst 2'778 ha, bestehend weitestgehend aus Hochwald. Davon wurden vier grössere Waldkomplexe von total 208 ha ausgeschieden, welche längerfristig nicht bewirtschaftet werden (Kap. 7.1).

4.2 Waldeinteilung und Waldflächenveränderungen

Die Waldungen der ehemaligen Gemeinde Saas, welche bisher aus 3 Betriebsklassen bestanden, sind neu in den Betriebsklassen 3, 5 und 7 enthalten - worin jedoch auch teilweise Wald der früheren Gemeinde Klosters enthalten ist.

Die Waldungen der Korporation Schlappin werden als BKL 20 ausgewiesen.

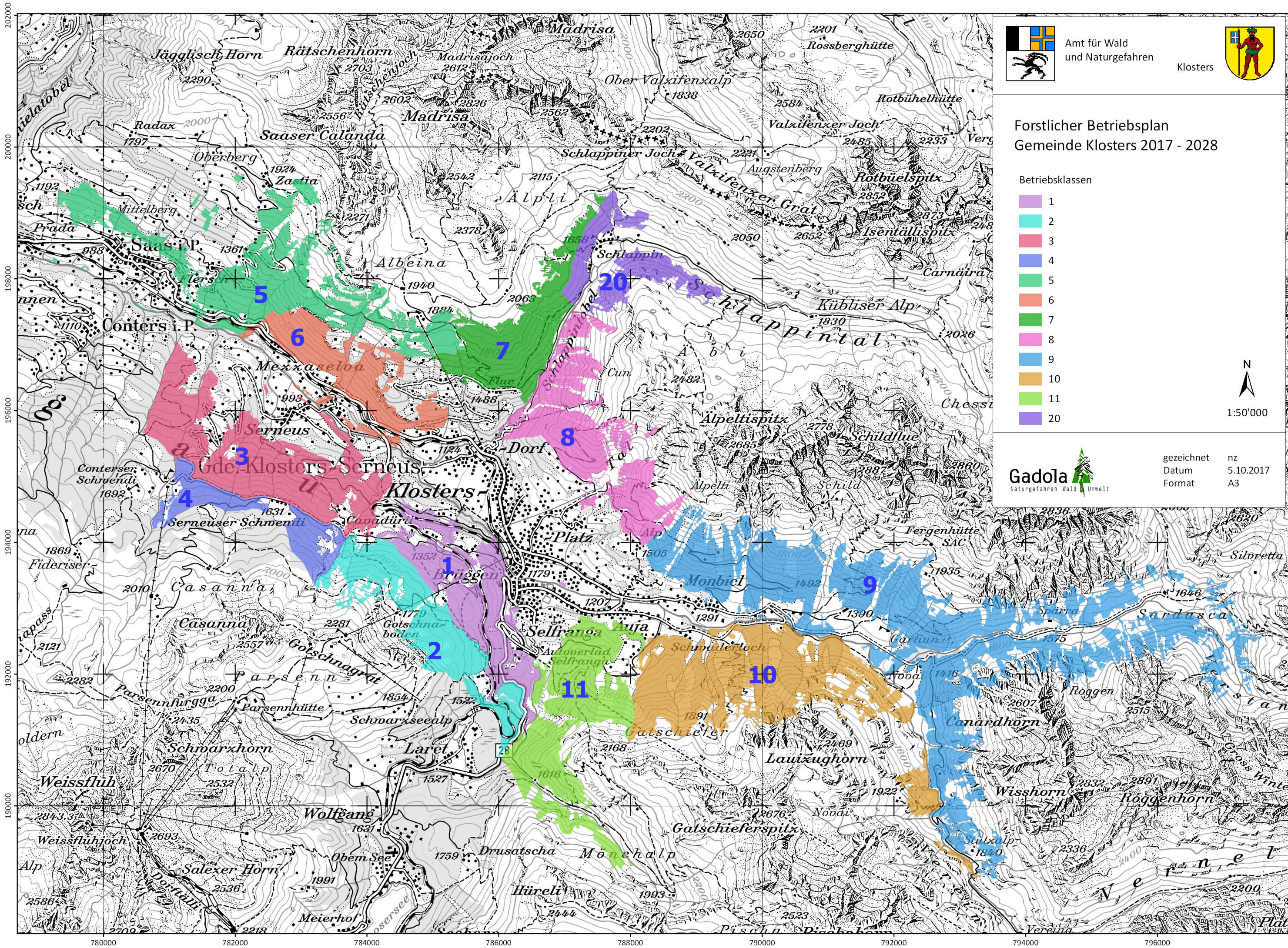
Produktive resp. eingerichtete Waldfläche (nur Hochwald) gemäss vorangehender BP-Periode:

Klosters-Serneus: 1803 ha
Saas: 351 ha
Schlappin: 33 ha

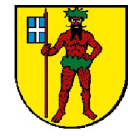
Total: 2187 ha

Zunahme der prod. Waldfläche um 600 ha

Im Vergleich zur nun ausgewiesenen produktiven Waldfläche von 2'778 ha (Hochwald: 2'773 ha), bedeutet dies eine beachtliche Differenz von rund 600 ha. Dies ist vermutlich durch verschiedene Faktoren zu erklären, insbesondere: Erweiterung des Perimeters der eingerichteten Waldfläche (Wälder, welche in der letzten Waldfläche nicht eingerichtet waren); Kauf von Waldflächen; Ersatzflächen als Kompensation für Bauprojekte.



Amt für Wald
und Naturgefahren



Klosters

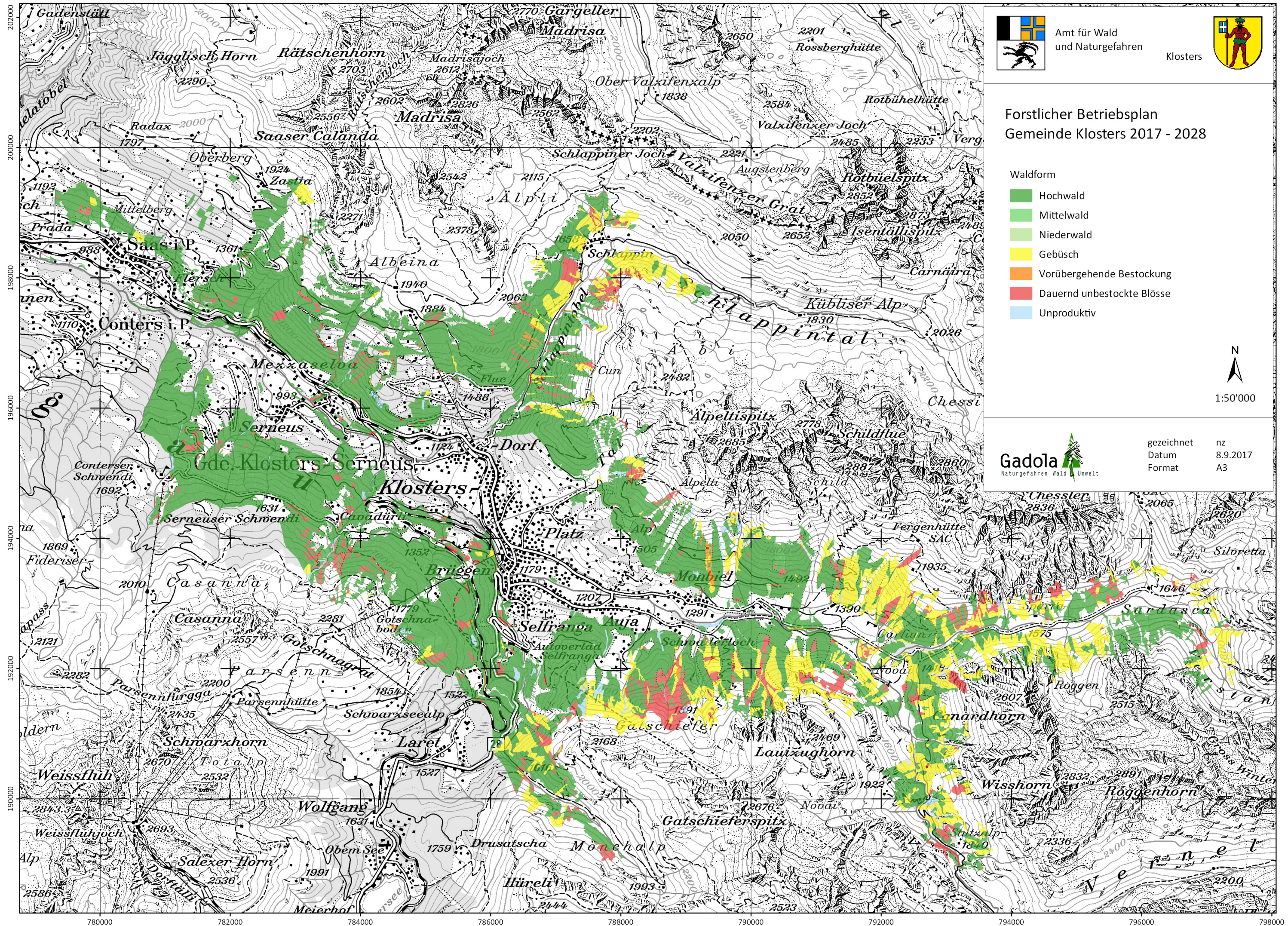
Forstlicher Betriebsplan Gemeinde Klosters 2017 - 2028

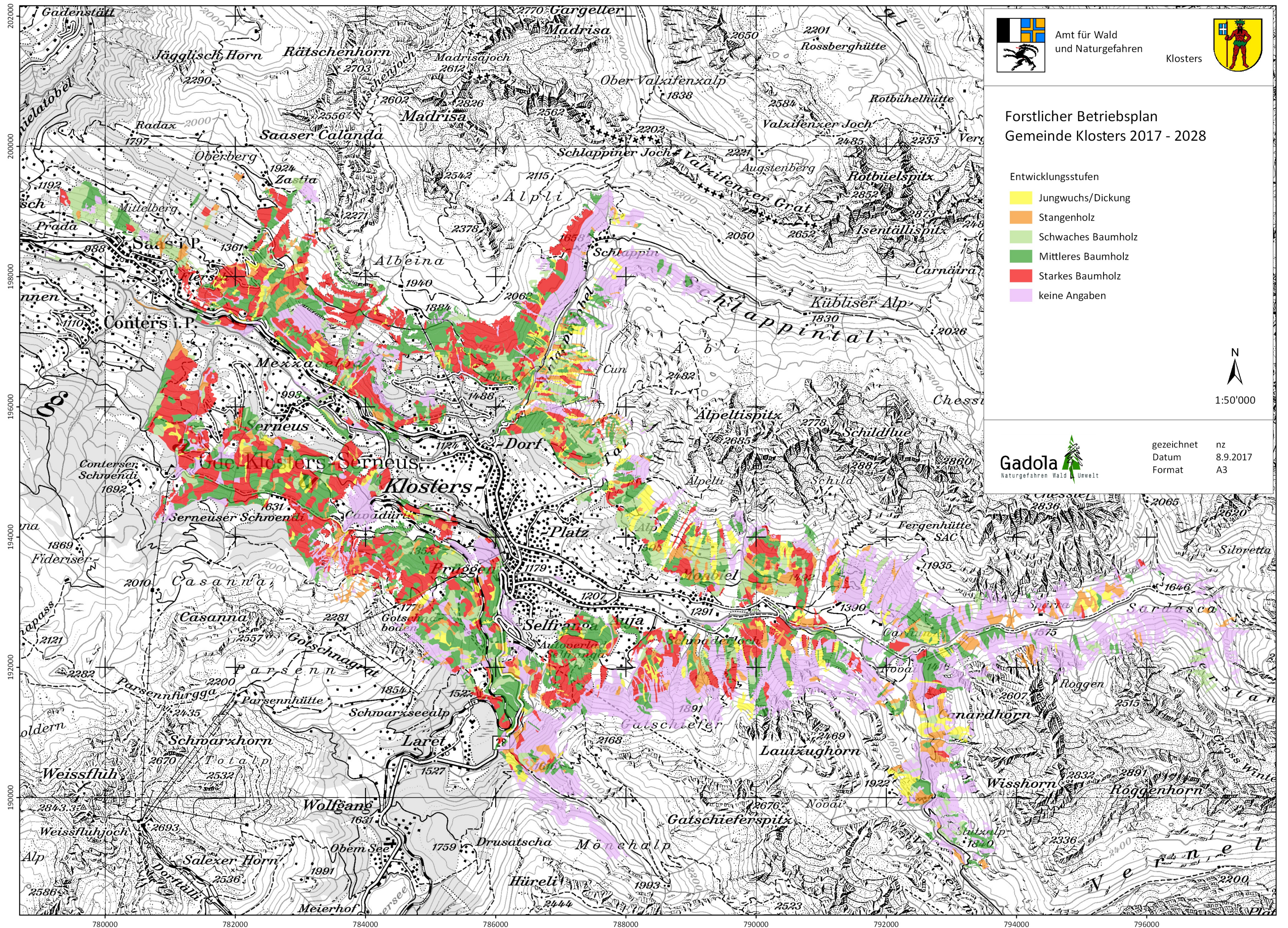
Betriebsklassen

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 20



gezeichnet nz
Datum 5.10.2017
Format A3



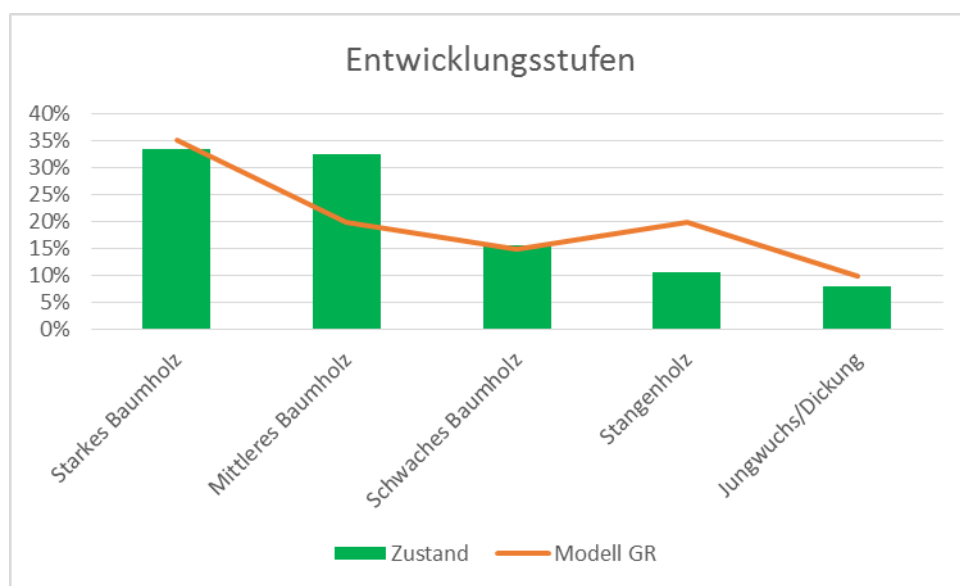


4.3 Analyse Waldzustand auf Betriebsebene

4.3.1 Entwicklungsstufen

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	20	Total	
Entwicklungsstufen	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Starkes Baumholz	43	61	164	53	137	54	93	32	67	67	52	1	824	30%
Mittleres Baumholz	69	73	91	30	109	42	53	72	129	66	60	9	805	29%
Schwaches Baumholz	31	25	26	4	59	17	23	71	95	20	12	1	384	14%
Stangenholz	12	20	19	4	25	7	5	26	88	37	18	2	262	9%
Jungwuchs/Dickung	11	7	17	2	12	6	8	35	56	31	10	5	197	7%
keine Angabe / plenterartig	27	17	31	7	1	35	5	6	71	27	64	14	305	11%
Total	193	203	348	99	343	162	188	242	504	248	216	33	2778	100%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald



Der Anteil mittleres und starkes Baumholz umfasst total rund 60% der produktiven Waldfläche und liegt über dem Entwicklungsstufen-Modell des Kantons. Angesichts der Zielsetzungen in der Schutzwaldpflege, möglichst keine grösserflächigen Jungwaldflächen mehr zu schaffen (kleine Jungwaldflächen werden nicht als Bestände ausgewiesen), wird der Überhang an Baumholz als nicht problematisch beurteilt. Entscheidend ist, ob in den mittleren und starken Baumholzbeständen ausreichend Verjüngungsansätze vorhanden sind. Vom Ziel, einen hohen Anteil kleinflächig strukturierter Bestände zu erreichen, ist man mit aktuell 11% noch deutlich entfernt. Der beachtliche Anteil stufiger Bestände (31%, siehe Kap.4.3.2) ist jedoch sehr positiv und deutet darauf hin, dass sich die Waldungen in eine gute Richtung entwickeln.

Im Kap. 5.4 sind die Entwicklungsstufen-Zusammensetzungen pro BKL grafisch dargestellt.

4.3.2 Struktur

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	20	Total
Struktur	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha %
einschichtig	104	95	220	41	205	110	135	196	255	165	76	7	1608 58%
stufig	62	91	97	52	136	16	48	40	179	56	76	11	863 31%
plenterartig	8	11	9	2	3	1	0	3	19	10	6	2	73 3%
keine Angaben	19	6	21	5	0	35	5	4	52	17	58	13	233 8%
Total	193	203	348	99	343	162	188	242	504	248	216	33	2778 100%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald

Ziel ist ein deutlich geringerer Anteil einschichtiger Bestände. Ein Drittel der Bestände sind stufig oder gar plenterartig strukturiert, was sehr positiv ist.

Bestände ohne Angaben sind Flächen, welche nicht im Bestand beurteilt wurden, sondern ausschliesslich aus dem Luftbild.

4.3.3 Textur

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Textur	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha %
Einzelbaumweise	146	156	299	86	269	119	94	205	163	137	83	1756 84%
Gruppiert	12	34	28	8	71	4	87	9	31	5	36	325 16%
Keine Angaben	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 0%
Total	158	189	328	94	340	124	181	214	194	142	119	2082 100%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald exkl. Aufnahmeart Luftbildansprache

Der Anteil Bestände mit gruppierter Textur ist gering. Wünschenswert wäre aus waldbaulicher Sicht ein deutlich höherer Anteil.

4.3.4 Baumarten-Mischung

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Baumarten	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fichte	93.6%	96.4%	83.6%	96.5%	88.6%	60.3%	99.6%	98.5%	98.5%	97.3%	95.6%	91.5%
Tanne	3.5%	0.0%	8.3%	0.0%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	0.1%	1.8%
Lärche	1.0%	3.5%	1.7%	3.4%	0.8%	0.1%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	2.5%	1.2%
Buche	1.3%	0.0%	4.7%	0.0%	1.0%	31.1%	0.1%	0.0%	0.6%	0.3%	1.5%	3.2%
Bergahorn	0.3%	0.0%	0.6%	0.0%	2.1%	4.6%	0.1%	0.3%	0.2%	0.0%	0.1%	0.8%
Esche	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	3.1%	2.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%
übrige Baumarten	0.3%	0.0%	0.9%	0.1%	4.0%	1.7%	0.2%	0.8%	0.7%	0.5%	0.2%	1.0%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald exkl. Aufnahmeart Luftbildansprache.

Berechnet aus den Baumartenanteilen, Bestandesgrösse und Vorrat.

Einzeln ausgewiesen sind alle Baumarten, welche im Gesamtbetrieb mind. 0.5% erreichen.

Die Fichte dominiert sehr stark, sowohl im Gesamtbetrieb als auch in allen Betriebsklassen mit Ausnahme von BKL 6. Nur vier Baumarten erreichen Anteile von über 1% im Gesamtbetrieb. Der Fichtenanteil sollte insbesondere in den tieferen Lagen deutlich gesenkt werden. Dies ist aufgrund der notwendigen Anpassung an die Klimaveränderungen besonders wichtig. Ein zentrales Hemmnis bei diesen Bemühungen sind die überhöhten Wildbestände.

4.3.5 Verjüngung

Pro Bestand, welcher im Gelände beurteilt wurde, liegt a) eine Schätzung des Verjüngungsdeckungsgrades und b) eine Beurteilung vor, ob Verjüngung nötig ist resp. ob die benötigte Verjüngung vorhanden ist. Bei Flächen, welche Verjüngungsdefizite aufweisen, wird der Hauptgrund für dieses Defizit erfasst.

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Verjüngungs-DG	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Verjüngungsflächen	28	28	76	14	35	19	15	33	50	45	34	377
Waldfläche	158	189	328	94	340	124	181	214	194	142	119	2082
Flächenanteil Verjüngung	18%	15%	23%	15%	10%	15%	8%	15%	26%	32%	29%	18%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald exkl. Aufnahmeart Luftbildansprache

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Verjüngungsbedarf	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha %
Nicht nötig	60	103	24	7	41	33	57	115	75	27	59	601 29%
Nötig, genug	59	45	113	28	58	18	14	63	90	66	32	586 28%
Nötig, zu wenig	38	41	176	57	216	73	108	36	28	50	28	851 41%
keine Angaben	0	0	14	3	26	0	2	0	0	0	0	44 2%
Total	158	189	328	94	340	124	181	214	194	142	119	2082 100%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald exkl. Aufnahmeart Luftbildansprache

Insgesamt scheint im Klosterser Wald mit 18% Deckungsgrad ausreichend Verjüngung vorhanden zu sein. Der hohe Anteil an Waldfläche mit einem Verjüngungsdefizit deutet darauf hin, dass diese Verjüngung nicht in gewünschtem Masse kleinflächig verteilt ist: Auf 40% der Waldfläche wäre mehr Verjüngung nötig und umgekehrt existieren umfassende Flächen, welche grösserflächig (bestandesweise) ausschliesslich oder mehrheitlich mit Verjüngung bestockt sind. In den BKL 3 bis 7 ist dieser Anteil bei über 50%, in den BKL 4, 5 und 7 gar bei 60% oder darüber, was auf dringenden Handlungsbedarf hinweist.

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	
Grund f. ungenüg. Verjüngung	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Boden	0	7	4	2	0	5	0	4	0	7	1	30	3%
üppige Bodenvegetation	11	15	16	13	13	1	26	6	2	3	3	110	13%
Licht- und Wärmemangel	16	3	52	14	117	22	68	19	5	7	17	339	40%
Wild	8	1	86	4	9	41	0	3	15	33	4	205	24%
Beweidung durch Vieh	3	12	17	19	57	0	1	0	4	1	2	116	14%
Zerstörung durch Naturereignisse	0	2	0	3	0	3	0	2	2	0	0	12	1%
Zerstörung d. unsorgfältige forstl. Tätigkeit	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Andere	0	0	1	0	19	1	13	1	0	0	0	36	4%
keine Angaben	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
Total	38	41	176	57	216	73	108	36	28	50	28	851	100%

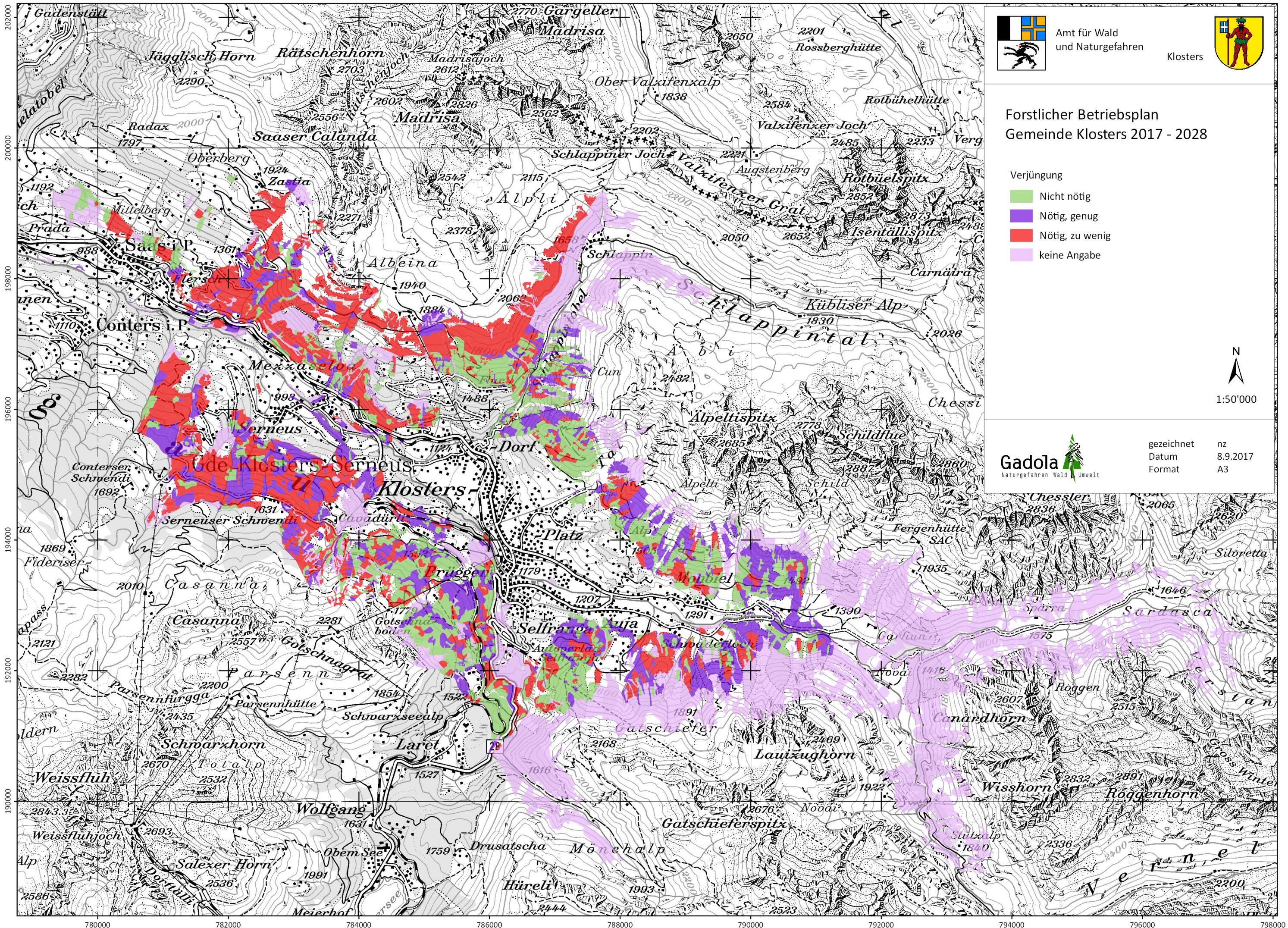
Der grösste Anteil an den 850 ha mit Verjüngungsdefizit beruht primär auf Licht- und Wärmemangel, welcher mit waldbaulichen Massnahmen behoben werden soll und kann. Jedoch gilt es bei dieser Problematik zu beachten, was schon an vielen Stellen im Prättigau bestätigt wurde. Die Beurteilung bei ungenügender Verjüngung zu 'üppige Bodenvegetation' oder 'Licht und Wärmemangel' ist oft ein Interpretationsproblem bei grossem Wilddruck. Baumarten wie die Weisstanne und stellenweise auch der Bergahorn - welche ausfallen oder zumindest im Falle des Bergahornes in ungenügender Zahl aufkommen - wären auf wenig Licht angewiesen. Üppige Bodenvegetation stellt sich oft dann ein, wenn sich vorgängig Baumarten nicht verjüngen konnten.

Für einen Viertel der Verjüngungsdefizite ist primär das Schalenwild verantwortlich. In den BKL 3, 6, 9 und 10 ist der Anteil wildbedingter Defizite gar bei über 50%, was auf akuten Handlungsbedarf im Bereich Wald-Wild hinweist.

Bei den Bestandesbeurteilungen wurde jedoch – in Abweichung der Anleitung [6] – von den Inventaristen primär die Quantität beurteilt, nicht aber die Qualität/Zielkonformität. Würde auch die Qualität/Zielkonformität (v.a. Baumartenmischung und Wuchsform z.B. aufgrund von Wildverbiss) konsequent beurteilt, so wäre der Anteil Flächen mit Verjüngungsdefizit noch höher und somit das Schalenwild massgeblich häufiger der Hauptverursacher. Vgl. dazu auch Karte in Kap. 8.7, welche die gutachtliche Beurteilung abbildet.

Die Beweidung durch Vieh ist für einen mässig hohen Anteil der Verjüngungsdefizite verantwortlich. Die Hälfte der Flächen mit beweidungsbedingten Verjüngungsdefiziten liegen in BKL 5 (Saaser Heimwald).

Auch in diesem Bereich besteht hoher Handlungsbedarf (vgl. WEP im Kap. 5.1).



Amt für Wald
und Naturgefahren



Klosters

Forstlicher Betriebsplan
Gemeinde Klosters 2017 - 2028

Verjüngung

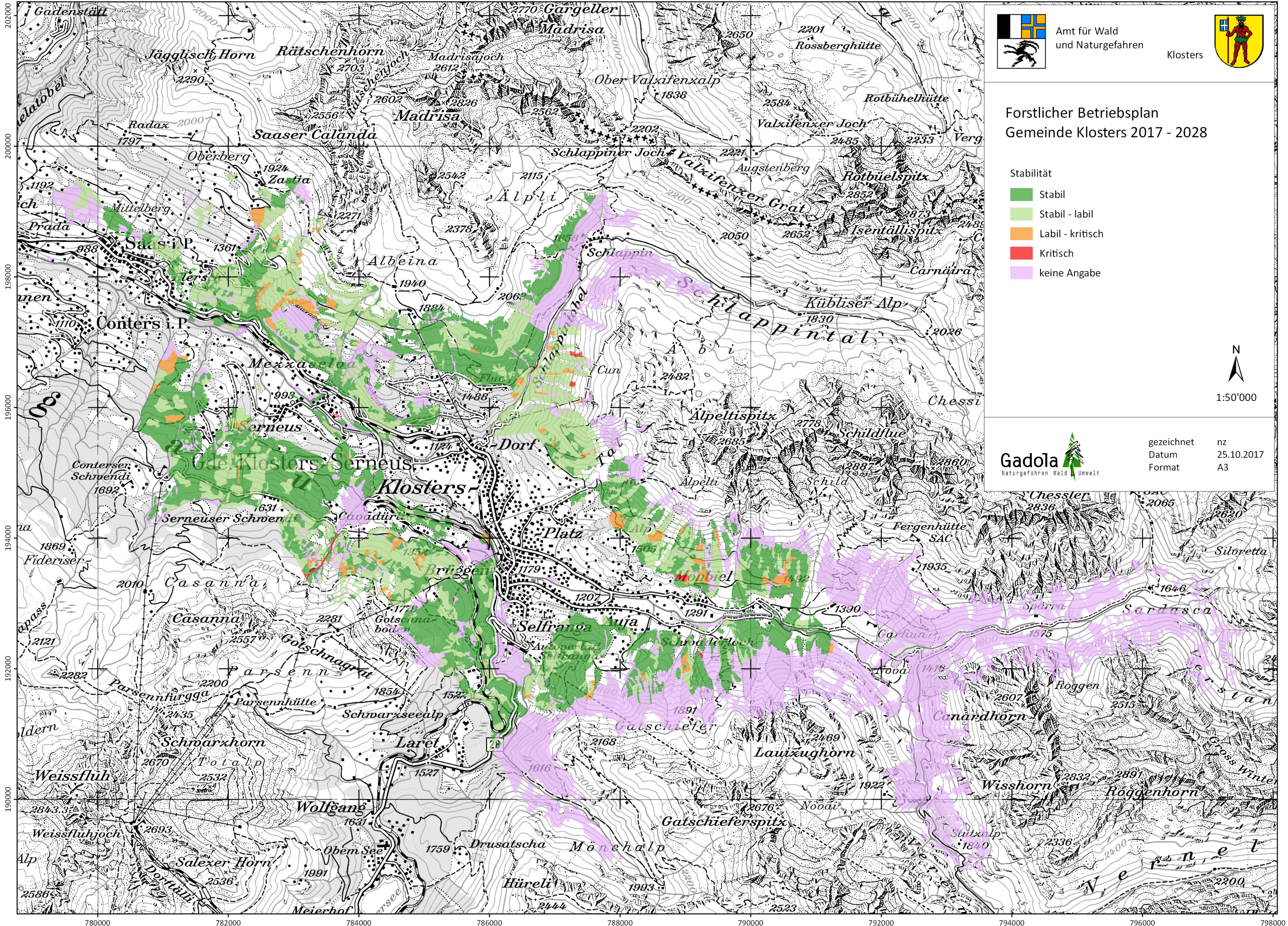
- Nicht nötig
- Nötig, genug
- Nötig, zu wenig
- keine Angabe



1:50'000



gezeichnet	nz
Datum	8.9.2017
Format	A3



4.3.6 Stabilität

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	
Stabilität	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Stabil	89	107	236	51	119	63	128	52	105	115	90	1156	56%
Stabil - labil	63	77	74	42	173	58	49	150	70	22	28	804	39%
Labil - kritisch	5	6	12	1	20	2	3	10	17	4	1	81	4%
Kritisch	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	4	0%
keine Angabe	0	0	7	1	27	0	2	0	1	0	0	37	2%
Total	158	189	328	94	340	124	181	214	194	142	119	2082	100%

Auswerteeinheit: Produktiver Wald exkl. Aufnahmeart Luftbildansprache

Erfreulicherweise sind nur wenige Flächen in einem labilen bis kritischen Zustand. In rund 40% der beurteilten Flächen ist der Zustand jedoch nicht stabil. In den BKL 3, 7, 10 und 11 sind über 70% stabil, in den BKL 5 und 8 liegt der Anteil bei unter 35%.

Betriebsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	
Grund f. Instabilität	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Baumartenmischung unpassend	0	0	2	0	0	6	0	0	0	2	0	10	1%
Kronenausformung	2	0	3	0	0	0	0	1	3	1	5	15	2%
Schäden	0	1	7	0	6	3	1	2	18	5	0	43	5%
Schlankheitsgrad	18	11	6	5	3	17	0	19	18	7	10	114	13%
Stand / Verankerung	9	12	18	2	57	21	26	63	15	3	3	230	26%
Struktur / Textur	38	58	48	36	72	9	23	78	32	8	10	413	46%
Vitalität	0	0	2	0	55	4	1	0	1	1	0	64	7%
Total	68	83	85	43	193	60	52	162	88	27	29	889	46%

Hauptgrund für die Instabilität ist die Struktur/Textur, gefolgt von der Verankerung/Stand und dem Schlankheitsgrad.

4.3.7 Holzvorrat

In den Bestandesdaten werden zwei Vorratswerte pro Bestand ausgewiesen: Ein Wert kommt vom Inventaristen (Schätzung, ev. mit Bitterlich-Methode). Der andere Wert ist ein berechneter Wert aus Vegetationshöhenkarte und kantonaler Waldinventur (Erstaufnahme). In der Hiebsatztable in Kap. 7.1 sind die Werte pro BKL angegeben.

Über den gesamten produktiven Wald sind im Durchschnitt die Werte aus diesen beiden Methoden mit 357 und 365 Tfm/ha vergleichsweise sehr nahe beieinander. Die Durchschnittswerte pro Betriebsklasse (vgl. Tabelle Kap. 7.1) und auch die Werte pro Bestand weichen jedoch teilweise deutlich voneinander ab.

Zum Vergleich: Der mittlere Vorrat im Kt. GR liegt gemäss Waldinventur Graubünden [4] bei rund 330 Tfm/ha.

In den vorangehenden Betriebsplänen wurde – jeweils hergeleitet aus der Betriebsinventur – für Klosters ein Vorrat von 425 Tfm/ha und für Saas ein Vorrat von 330 Tfm/ha ausgewiesen. Der nach produktiver Waldfläche gewichtete Mittelwert daraus ergibt 410 Tfm. Dieser wurde jedoch mit anderer Methode hergeleitet und bezieht sich v.a. auf eine deutlich kleinere Waldfläche. Diejenigen Flächen, welche damals nicht im Stichprobenperimeter lagen, heute aber Teil der produktiven Waldfläche sind, weisen vermutlich deutlich unterdurchschnittliche Vorräte auf (u.a. Bereiche nahe der Waldgrenze).

**Mittlerer Vorrat
440 Tfm/ha**

Kurz vor Fertigstellung des Betriebsplanes wurden die Resultate aus der Zweitaufnahme der Bündner Waldinventur bekannt, welche für den produktiven Wald im BP-Perimeter mit Aufnahmeart 1 oder 2 einen mittleren Vorrat von 440 Tfm/ha ergeben [12]. Dieser Wert, welcher aus 78 SP berechnet wird, wird als beste verfügbare Grundlage beurteilt und liegt deutlich höher als die oben erwähnten Werte.

Eine Vorratsreduktion um bis zu 10% in der Planungsperiode wäre erwünscht – falls waldbaulich sinnvoll umgesetzt. Es wird jedoch mit der Planung der Normalnutzungen keine Reduktion angestrebt, da dies als weder ökonomisch realistisch noch waldbaulich unbedingt notwendig erachtet wird.

Für Hiebsatz-Berechnung und Massnahmenplanung wurde diese neue Datengrundlage nicht verwendet.

4.3.8 Holzzuwachs

Eine Auswertung der Waldinventur-Daten (Vergleich Erstaufnahme kantonale Waldinventur mit LFI 1) ergibt für den BP-Perimeter einen Bruttozuwachs von 5.4 Tfm/ha und Jahr [7].

Für die Hiebsatzberechnung wurde für den produktiven Wald im BP-Perimeter dieser Wert verwendet. Daraus wurde gutachtlich ein Wert pro BKL geschätzt.

In der vorangehenden BP-Periode wurde für Klosters von 5 Tfm/ha/J und für Saas von 4.7 Tfm/ha/J ausgegangen.

**Mittlerer Zuwachs
7.1 Tfm/ha/J**

Kurz vor Fertigstellung des Betriebsplanes wurden die Resultate aus der Zweitaufnahme der Bündner Waldinventur (500m-Netz) bekannt [12]. Dies erlaubt nun deutlich bessere Zuwachsschätzungen, da pro SP im 500m-Raster zwei Aufnahmen vorhanden sind. Gemäss diesen Daten beträgt der Bruttozuwachs für den produktiven Wald in Klosters 7.1 m³/ha/J (geschätzter Standardfehler 15-20%). Davon wurden durchschnittlich 2.6 m³/ha/J genutzt und 1.1 m³/ha/J entfielen auf die natürliche Mortalität. Zwischen den beiden Inventuren wurden also rund 43% des Nettozuwachses genutzt. Diese Zuwachswerte werden jedoch aus den Werten für regionale Auswerteeinheiten berechnet. Aufgrund der Nutzungen in LeiNa 2006-2015 wurde im BP-Perimeter mit 3.7 Tfm/ha/J deutlich mehr genutzt (Kap. 3.2).

Aufgrund dieser neuen und besseren Datengrundlage wurde die Hiebsatz-Berechnung nicht mehr angepasst. Ein höherer Hiebsatz wäre aus ertragskundlicher Sicht durchaus möglich und sinnvoll, jedoch (mit Normalnutzungen) gegenwärtig nicht machbar.

4.4 Waldbauliche Erfahrungen

Auf den wüchsigen Standorten der ost- über nord- bis westexponierten Wälder lässt sich die Fichte bei genügend Licht ohne Probleme natürlich verjüngen. Werden die Bestandesöffnungen hingegen zu gross, stellt sich eine üppige Bodenvegetation mit Reitgras und/oder Himbeere ein. Damit wird die natürliche Verjüngung zum Teil mittel- bis langfristig verzögert. Mit der Verjüngung auf Moderholz kann dieser Verzögerung teilweise erfolgreich entgegengehalten werden.

Aufgrund der Standortbedingungen würde sich die Weisstanne auf den für sie geeigneten Standorten in genügender Anzahl natürlich verjüngen. Mit dem heutigen Wilddruck ist die natürliche Verjüngung jedoch nicht mehr gewährleistet (Kap. 8.7). In der jetzigen Situation besteht die einzige Chance für die Weisstannenverjüngung in Zäunen und Einzelschützen. Eine Veränderung des Problems durch jagdliche Massnahmen zum Positiven ist bisher nicht eingetreten. Neben dem Nachteil der künstlichen Verjüngung (bedeutend geringere Stammzahl gegenüber der Naturverjüngung) in den Wildschutzzäunen und Einzelschützen müssen die gesetzten Pflanzen in den ersten Jahren nach der Pflanzung jährlich aufs Neue „heraus gepflegt“ werden, ansonsten wird die Konkurrenz durch Bodenvegetation zu stark.

Die Eingriffe zur Einleitung der Verjüngung in den Wäldern mit besonderer Schutzfunktion - im Speziellen im Gruobenwald und Mezzaselverwald - ist ohne Vorverjüngung und mit jahrzehntelangen Pflegerückständen sehr schwierig. In beiden Waldkomplexen wirken Sturz- und Schneeprozesse.

Die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen mit einer enormen Zunahme der Verkehrsfrequenzen auf der Prättigauerstrasse und heutigen N28 haben seit der Mitte der 1970er Jahre jegliche Schutzwaldpflege verhindert. Erst für den Bau einer Steinschlagschutzverbauung wurde im Mezzaselverwald eine auch forstlich nutzbare Erschliessung erstellt. Die nun notwendigen und zum Teil unkonventionellen Bewirtschaftungsmethoden stossen aber in der Bevölkerung zum Teil auf Unverständnis oder Widerstand.

Zusammenfassend kann ausgesagt werden, dass in Klosters aufgrund der aktuellen Wildsituation durchaus erschwerte Bedingungen für die Verjüngung vorherrschen. In grossen Teilen der Wälder kommt es wildbedingt zum Ausfall von Tanne und Vogelbeere und somit zu einer Entmischung, denn es können nur noch jene Baumarten aufkommen, die keine Probleme durch Verbiss haben. Besonders ausgeprägt ist die Situation in den Wintereinstandsgebieten des Wildes.

Bei Anzeichnungen für Holzschläge hat sich die kleinflächige, gruppenweise Räumung oder Gruppenplenterung etabliert. Dabei werden Bäume gruppenweise entfernt, egal in welcher Entwicklungsstufe sie sich befinden. Es muss darauf geachtet werden, die inneren grünen Ränder nicht aufzureissen. Durch diese Art von Holzschlägen kann genügend Licht auf den Boden gelangen. Fällschäden und Folgeschäden durch Borkenkäfer an instabilen inneren Rändern können verhindert und die Holzernte insgesamt wirtschaftlicher gestaltet werden. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es gut und unabhängig von der Bringungsart an die NaIS-Anforderungen angepasst werden kann (Kap. 5.3). Als Faustregel wird bei Verjüngungsschlägen nicht mehr als 20 – 30 % des Vorrates entnommen. Für die Optimierung des Lichtes in den Öffnungen wird bei der Anzeichnung der Sonnenkompass oder das App SOLight angewendet.

Obwohl die waldbauliche Arbeit in diesem Sinn dem Stand von Wissen und Technik entspricht, werden wir vermehrt mit Forderungen von Touristikern konfrontiert, dass sich die Wälder zu schnell verändern würden. Der Eingriff ins Landschaftsbild mit der seilgestützten Holzernte oder der Aktualisierung der forstlichen Erschliessung sei zu stark. Diesen Forderungen kann nur mit verstärkter Öffentlichkeitsarbeit begegnet werden.

Die Windwurfflächen vom Dezember 1954 im Tal und oberhalb von Monbiel wurden in den vergangenen Bewirtschaftungsperioden konsequent der Beweidung entzogen, wiederbewaldet und stetig gepflegt. Nun stehen die ersten Eingriffe an, die nicht mehr ohne die Entnahme des Holzes ausgeführt werden können. Mit dem Bau der Waldwege in den Grosswald (Abschluss 2018) und ins Riss (Vorstudie in Arbeit) können wir diese Arbeit unserer Vorgänger hoffentlich rechtzeitig und mit derselben Konstanz weiterführen.

Die vergangenen 10 – 15 Jahre haben eindrücklich aufgezeigt, wie sich eine nicht aktuelle Waldererschliessung auf die waldbauliche Arbeit auswirkt. Mehr als 1/3 der Waldfläche konnte nicht mehr bewirtschaftet werden. Wenn die Erschliessungsdefizite weiterhin so aktiv bearbeitet werden, kann ab ca. 2020 wieder in allen Wäldern nach dem Stand der Technik gearbeitet werden (Kap. 2.4).

5 Zielsetzungen

5.1 Zielsetzungen der Allgemeinheit (WEP)

5.1.1 Schutzwald

Die Schutzwaldpflege verfolgt das Ziel, die Schutzwirkung des Waldes dauerhaft sicherzustellen. Teilgebiete in Klosters haben einen Pflegerückstand, welcher in der nächsten Periode behoben werden soll. Namentlich der Gruobewald muss verjüngt werden, damit sich dieser wichtige Schutzwald auch künftig eine Schutzwirkung entfalten kann. Die Sturmflächen aus den 1950er Jahren müssten dringend gepflegt werden, damit möglichst kein Stabilitätsverlust entsteht. Die Schutzwaldpflege ist die eigentliche Kernkompetenz des Forstbetriebes Madrisa. Eine professionelle Bewirtschaftung im Sinne der optimalen Schutzwirkung steht im Vordergrund. Die Schlaganzeichnung erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Förster und zuständigem Regionalforstingenieur. Es besteht das gemeinsame Bestreben, die Eingriffe stetig zu reflektieren und wenn nötig zu verbessern. Optimalverfahren werden aus betriebswirtschaftlicher aber auch aus waldbaulicher Sicht angewendet. In jeder Betriebsklasse sollen repräsentative Weiserflächen eingerichtet werden. Die Anwendung von NaiS steht bei der Beurteilung von Eingriffen im Vordergrund. Der Wechsel von Kubik- zu Flächenpauschale hat zur Folge, dass vermehrt darauf geachtet wird, wie viele Hektaren Schutzwald pro Jahr gepflegt werden und nicht wieviel Kubikmeter Holz aus dem Wald kommen.

Die konkretisierte Umsetzung der WEP-Ziele ist auf der Ebene der Betriebsklassen verbindlich festgelegt.

5.1.2 Holznutzung

Klosters ist mit seinen Waldungen bekannt für ausserordentlich gute Holzqualität. Im WEP wird die ehemalige Bedeutung des Holzes als Wirtschaftsfaktor erwähnt. Im Prättigau sieht man noch heute Holz als Wirtschaftsfaktor. Die Produktepalette des Forstbetriebes Madrisa ist vielseitig und gerade die Waldungen der Gemeinde Klosters-Serneus bilden hierfür einen wichtigen Pool. Holz resultiert zwar zu einem grossen Teil wie im WEP erwähnt als Koppelprodukt der Schutzwaldbewirtschaftung. Nichtsdestotrotz ist es aus betriebswirtschaftlicher Sicht wichtig, das Holz fachmännisch und nach den wirtschaftlich besten Bedingungen zu handeln. Der Forstbetrieb wie die Gemeinde Klosters-Serneus als Waldeigentümerin setzen sich aktiv für die regionale Weiterverarbeitung ein. Dies gilt von der niederen Energieholzverwendung bis zur veredelten Form. Die Pflege langjähriger Holzabnehmer ist wichtig. Der Forstbetrieb Madrisa arbeitet eng mit regionalen Forstunternehmern zusammen. Für die Waldbewirtschaftung soll möglichst das Bestverfahren angewendet werden. Folglich sollen zeitgemässe Arbeitsmethoden und Gerätschaften zum Einsatz kommen. Im Kapitel zur Holznutzung wird auch explizit auf die forstliche Infrastruktur hingewiesen – eine kostengünstige Holzernte soll auf 80% der Waldfläche möglich sein.

Die konkretisierte Umsetzung der WEP-Ziele ist auf Ebene der Betriebsklassen verbindlich festgelegt.

5.1.3 Natur und Landschaft

Bereits einleitend wurde erwähnt, dass hier für die Gemeinde Klosters-Serneus noch ein grosses Potenzial brachliegt. Insbesondere das Sichern von Waldflächen in Form von Altholzinseln, Naturwald- oder Sonderwaldreservaten sollte noch vorangetrieben werden. Dabei ist es wichtig, diese nach aktuellen Erkenntnissen anzulegen, damit eine optimale Vernetzung zur Sicherung der Biodiversität gewährleistet ist. Im WEP ist das Komplexreservat Vereina angedacht und grob beschrieben. Aus Sicht des AWN kann die Umsetzung vorangetrieben werden. Für das Ausscheiden von weiteren Reservaten und das Anordnen von sinnvollen Altholzinseln, ist die Erarbeitung eines Naturschutzkonzeptes auf der Ebene des Forstbetriebes Madrisa vorgesehen. Dies wird in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Spezialisten des AWN R1 erfolgen. Die Gemeinde Klosters-Serneus besitzt ein grosses Potenzial an verschiedenen Waldtypen, die gezielt gepflegt oder wenn angebracht unter Schutz gestellt werden können. Es ist wichtig, solche Bestrebungen geschickt zu vermarkten und für Touristen und Erholungssuchende attraktiv zu gestalten.

Die konkretisierte Umsetzung der WEP-Ziele ist auf Ebene der Betriebsklassen verbindlich festgelegt.

5.1.4 Erholung und Tourismus

Die Naturwerte des Klosterser Waldes sind für die Naherholung und den wichtigen Tourismus von grosser Bedeutung. Immer wieder werden direkte Anliegen der Gemeinde oder der Bevölkerung an den bewirtschaftenden Forstbetrieb getragen. Der Wald wird als wichtiges Landschaftselement wahrgenommen.

Der Wintertourismus mit den wichtigsten Aktivitäten Ski Alpin und Nordisch, einem weitverzweigten Netz von Winterwanderwegen und einer Schlittelbahn schränkt die Waldbewirtschaftung vielerorts über einen langen Zeitraum ein. Mit zunehmendem Sommertourismus steigt zusätzlich aber auch der Druck auf die Waldungen während der schneefreien Zeit.

Namentlich die Bikestrecke Gotschna oder das Kinderland Madrisa führen zu starken Beanspruchungen von Waldboden. Der Forstdienst tritt hier als Vermittler von Naturwerten und der Freizeitnutzung auf. Wenn nötig müssen auch Restriktionen ausgesprochen werden. Die Revierförster haben hier für die Früherkennung eine zentrale Aufgabe.

Seit 2011 führen der Forstbetrieb Madrisa und das Amt für Wald und Naturgefahren das Schulprojekt 'Waldtrophy' durch. Mittlerweile sind lückenlos alle Schuljahrgänge durch dieses Waldbildungsprogramm gegangen. Das Waldverständnis soll langfristig in der breiten Bevölkerung gestärkt und verankert werden. Die Waldtrophy wird seither auch in anderen Gemeinden des Kantons erfolgreich durchgeführt.

5.1.5 Weidwald/beweideter Wald

Die Beweidung ist in einigen Walsergebieten nur ungenügend geregelt. Auch auf Gemeindegebiet von Klosters-Serneus sind mehrere Waldungen mit Handlungsbedarf zu finden. Hier gilt es in der folgenden WEP- und Betriebsplanperiode einiges zu bereinigen und anzupassen. Erste Priorität haben Schutzwaldflächen und intensive Beweidungen, die einen nachweislich negativen Einfluss auf den Wald haben. Mit dem WEP als Grundlage ist klar festgehalten, wo Handlungsbedarf besteht. Sollten keine Regelungen umgesetzt werden, besteht die Gefahr, dass Beiträge für die betroffenen Flächen ausfallen oder gekürzt werden. Das Amt für Wald und Naturgefahren stellt standardisierte Regelungsmuster zur Verfügung, die als Vorlage dienen können.

Es lohnt sich, die Arbeiten direkt nach Inkraftsetzung des WEP in Angriff zu nehmen. Dabei geht es nicht nur darum Beweidungen auszuschliessen. Es können auch Prioritäten gesetzt, Beweidungskorridore festgelegt werden oder auch klar definiert werden, wo explizit Weidewälder gefördert zu fördern sind.

Die konkretisierte Umsetzung der WEP-Ziele ist auf Ebene der Betriebsklassen verbindlich festgelegt.

5.1.6 Wald-Wild-Jagd

Bis zu einer Höhenlimite von rund 1400 m. ü. M. gehören die Waldstandorte in Klosters-Serneus zum Hauptverbreitungsgebiet der Weissstanne. Auf dem gesamten Verbreitungsgebiet verjüngt sich diese Baumart seit Jahrzehnten nicht mehr. Der WEP legt den groben Rahmen fest, wie man künftig mit der Wald-Wild-Thematik umgehen will. Erstmals im Jahr 2017 wurde die jährliche Beurteilung des Wildinflusses durchgeführt. Die Grundlagen liegen als erste Testversion vor und sind in dieser Form als ergänzende Beilage dem Betriebsplan beigelegt (Kap. 4.3.5). Das Produkt wird sich in den Folgejahren verbessern und wohl im Jahr 2019 voll anwendbar sein. Der regionale Wald-Wild-Bericht soll im Jahr 2018 revidiert werden, darin werden Schwerpunktgebiete festgelegt, in welchen jagdliche und forstliche Massnahmen zur Verbesserung der Situation ausgeführt werden müssen.

5.1.7 Erschliessung

Die Anforderungen an die Erschliessung haben sich mit der fortlaufenden Mechanisierung der Holzernte stetig verändert. In der Gemeinde Klosters-Serneus wurden in den vergangenen rund 10 Jahren wesentliche Verbesserungen in der Erschliessung erwirkt. Der WEP legt die aktuellen Standards für eine zeitgemässe Erschliessung fest. Gemäss WEP bleiben im Gemeindegebiet die Schutzwälder oberhalb Monbiel bis Alpwald als prioritäre Erschliessungsgebiete mit Optimierungspotenzial.

Die konkretisierte Umsetzung der WEP-Ziele ist auf Ebene der Betriebsklassen verbindlich festgelegt.

5.2 Strategische betriebliche Zielsetzungen

Zielsetzung auf
Ebene Forstbetrieb
Madrisa

Strategische betriebliche Zielsetzungen werden auf Ebene des gesamten Forstbetriebes Madrisa festgelegt und beziehen sich nicht auf einzelne Waldeigentümer. Aus diesem Grund werden im Betriebsplan hierzu keinerlei Aussagen gemacht. Allgemeine Aussagen zu betrieblichen Zielen des Forstbetriebes Madrisa können den Statuten entnommen werden [9]. Eine schriftlich ausgearbeitete Strategie ist geplant, jedoch noch nicht umgesetzt. Hinweise liefert auch der Geschäftsplan, welcher mit der Betriebsgründung erstellt worden ist [10].

5.3 Waldbauliche Zielsetzungen der Waldeigentümerin

5.3.1 Allgemeine waldbauliche Zielsetzungen

Aus Sicht des zuständigen Regionalforstingenieurs und des Revierförsters wurde in Klosters in der Vergangenheit mehrheitlich ein vorbildlicher Waldbau betrieben.

Grundsätzlich herrscht bei den aktuell Beteiligten ein offener Austausch und der Wille, sich stetig waldbaulich zu reflektieren und weiterzuentwickeln. Diese Kultur muss auch künftig gepflegt und weitergetragen werden.

Zieltypen zentral

Zieltypenkarte im
Anhang

Die Waldbewirtschaftung wird konsequent auf Zielsetzungen ausgerichtet, welche von den jeweiligen Waldfunktionen und den standörtlichen Voraussetzungen (u.a. Waldstandort, Erschliessung) ausgehen. Daraus ergeben sich Zieltypen, die geografisch explizit in einer Zieltypenkarte festgelegt sind. Im betrieblichen GIS dienen sie als zentrale Grundlage für die Planung und Ausführung sämtlicher Massnahmen.

Zur Übersicht ist im Anhang eine vereinfachte Darstellung dieser Zieltypenkarte abgebildet (ohne Höhenstufen). Nachfolgend sind die wichtigsten grundlegenden Zielsetzungen ausformuliert.

Betriebsart

Gruppenplenterung

Die Wälder werden aufgrund der überwiegenden Holzbringung mit Seilkran grundsätzlich in der Gruppenplenterung bewirtschaftet. Die Gruppengrösse wird lokal an den Waldstandort und die Anforderungen des Zieltyps angepasst.

5.3.2 Allgemeine Grundsätze pro Höhenstufe

Auf Höhenstufe und
Standort angepasst

Jegliche waldbaulichen Massnahmen müssen an die standörtlichen Verhältnisse angepasst sein. Diese Verhältnisse und die daraus abgeleiteten Grundsätze können vereinfacht pro Höhenstufe beschrieben werden. Zusammen mit den Anforderungen aus den lokal angestrebten Waldfunktionen entstehen pro Zieltyp bereits relativ konkrete Zielsetzungen.

Buchenfreie Laubwälder

Die buchenfreien Laubwälder machen einen geringen Flächenanteil aus und beinhalten Wälder wie beispielsweise der Ahorn-Eschenwald (26h). Aufgrund der in dieser Kategorie sehr unterschiedlichen Waldgesellschaften wird an dieser Stelle auf die Standortsbeschreibungen in NaIS verwiesen.

Buchenwälder der untermontanen Stufe

Auf mittleren Standorten wird eine Baumartenmischung mit 50-100% Buche angestrebt, wobei der Laubholzanteil bei 60-100% liegen sollte. Die Tanne ist mindestens mit Samenbäumen vertreten und macht einen Anteil bis 40% aus. Weitere standortgerechte Baumarten wie Bergahorn und Esche sind beigemischt und ebenfalls mit genügend Samenbäumen vorhanden. Der Fichtenanteil soll 30% nicht überschreiten.

Es sind dauernd mindestens zwei Durchmesserklassen vorhanden, wobei die Bäume einzeln oder als Kleinkollektive stehen.

Mindestens die Hälfte der Stabilitätsträger (Einzelbäume oder Kleinkollektive) weisen eine gleichmässig geformte Krone sowie einen lotrechten Stamm mit guter Verankerung auf. Die Ausformung der Stabilitätsträger (Stabilitätsdurchforstung) erfolgt angepasst an die Seilkran-Bringung trupp- bis einzelbaumweise.

Pro Hektare ist mindestens ein Trupp (2-5 Aren) Verjüngung höher als 40 cm (Aufwuchs) vorhanden, wobei die Baumartenmischung zielgerecht ist. Die Förderung der Verjüngung erfolgt gruppenweise. Negative Einwirkungen auf die Verjüngung (Vegetationskonkurrenz, Schneegleiten, Austrocknung etc.) werden durch auf den Standort angepasste Verjüngungsöffnungen vermieden. Wird die Mischungsgerechte Verjüngung aufgrund des Wilddruckes nicht erreicht, werden entsprechende Massnahmen zur Wildregulierung und - wo zielführend und verhältnismässig - entsprechende Schutzmassnahmen ergriffen.

Bei Massnahmen mit Holzanfall wird eine Vorratsentnahme im Bereich zwischen 15-30% angestrebt. Aufgrund der zu erwartenden Klimaveränderungen wird bei der Verjüngungseinleitung, Jungwaldpflege und Stabilitätsdurchforstung die gewünschte Baumartenmischung der submontanen Höhenstufe, d.h. in erster Linie eine grössere Vielfalt bei den Laubhölzern mitberücksichtigt.

Tannen-Buchenwälder der obermontanen Stufe

Auf mittleren Standorten wird eine Baumartenmischung mit 30-80% Buche, 10-60% Tanne und 0-30% Fichte angestrebt. Weitere standortgerechte Baumarten wie Bergahorn, Esche, Bergulme und Vogelbeere sind beigemischt und ebenfalls mit genügend Samenbäumen vorhanden. Es sind dauernd mindestens zwei Durchmesserklassen vorhanden, wobei die Bäume einzeln oder als Kleinkollektive stehen.

Die Stabilitätsträger (Einzelbäume oder Kleinkollektive) haben eine Kronenlänge von mind. 2/3 (Tanne), resp. 1/2 (Fichte) und weisen einen h/d-Wert < 80 mit lotrechtem Stamm und guter Verankerung auf. Die Ausformung der Stabilitätsträger (Stabilitätsdurchforstung) erfolgt angepasst an die Seilkran-Bringung trupp- bis einzelbaumweise.

Pro Hektare ist mindestens ein Trupp (2-5 Aren) Verjüngung höher als 40 cm (Aufwuchs) vorhanden, wobei die Baumartenmischung zielgerecht ist. Die Förderung der Verjüngung erfolgt gruppenweise. Negative Einwirkungen auf die Verjüngung (Vegetationskonkurrenz, Schneegleiten, Austrocknung etc.) werden durch auf den Standort angepasste Verjüngungsöffnungen vermieden. Wird die Mischungsgerechte Verjüngung aufgrund des Wilddruckes nicht erreicht, werden entsprechende Massnahmen zur Wildregulierung und - wo zielführend und verhältnismässig - entsprechende Schutzmassnahmen ergriffen.

Bei Massnahmen mit Holzanfall wird eine Vorratsentnahme im Bereich zwischen 15-30% angestrebt. Aufgrund der zu erwartenden Klimaveränderungen wird bei der Verjüngungseinleitung, Jungwaldpflege und Stabilitätsdurchforstung die gewünschte Baumartenmischung der untermontanen Höhenstufe mitberücksichtigt.

Tannen-Fichtenwälder der hochmontanen Stufe

Auf mittleren Standorten wird eine Baumartenmischung mit 20-90% Tanne und 10-80% Fichte angestrebt. Weitere standortgerechte Baumarten wie Bergahorn und Vogelbeere sind beigemischt und ebenfalls mit genügend Samenbäumen vorhanden. Die Lärche kann je nach Standort beigemischt sein. Es sind dauernd mindestens zwei Durchmesserklassen vorhanden, wobei die Bäume einzeln (Ta) oder als Kleinkollektive/Rotten (Fi) stehen.

Die Stabilitätsträger (Einzelbäume oder Kleinkollektive) haben eine Kronenlänge von mind. 1/2 und weisen einen h/d-Wert < 80 mit lotrechtem Stamm und guter Verankerung auf. Die Ausformung der Stabilitätsträger (Stabilitätsdurchforstung) erfolgt angepasst an die Seilkran-Bringung gruppen- oder trupp- bis einzelbaumweise.

Die Flächen mit starker Vegetationskonkurrenz sollen weniger als 50% ausmachen. Zudem sollen vor allem auf feuchteren oder nassen Standorten alle 15 m Moderholz oder erhöhte Kleinstandorte mit Vogelbeerwäldchen als verjüngungsgünstige Kleinstandorte vorhanden sein.

Pro Hektare sind mind. 30 Verjüngungsansätze (durchschnittlich alle 19 m) Verjüngung höher als 40 cm (Aufwuchs) vorhanden, wobei die Baumartenmischung zielgerecht ist. Die Förderung der Verjüngung erfolgt gruppenweise. Negative Einwirkungen auf die Verjüngung (Vegetationskonkurrenz, Schneegleiten, Austrocknung etc.) werden durch auf den Standort angepasste Verjüngungsöffnungen vermieden. Wird die Mischungsgerechte Verjüngung aufgrund des Wilddruckes nicht erreicht, werden entsprechende Massnahmen zur Wildregulierung und - wo zielführend und verhältnismässig - entsprechende Schutzmassnahmen ergriffen.

Bei Massnahmen mit Holzanfall wird eine Vorratsentnahme im Bereich zwischen 15-30% angestrebt. Aufgrund der zu erwartenden Klimaveränderungen wird bei der Verjüngungseinleitung, Jungwaldpflege und Stabilitätsdurchforstung die gewünschte Baumartenmischung der obermontanen Höhenstufe mitberücksichtigt, d.h. in erster Linie ein höherer Laubholzanteil angestrebt.

Fichtenwälder der subalpinen Stufe

Es wird ein Fichtenanteil von 60-100% angestrebt. Die Vogelbeere ist mit Samenbäumen bis zu einem Anteil von 30% vertreten. Die Lärche kann je nach Standort mit unterschiedlichem Anteil beigemischt sein.

Es sind dauernd mindestens zwei Durchmesserklassen vorhanden, wobei die Bäume als Rotten oder allenfalls auch Einzelbäume stehen.

Die Stabilitätsträger (Rotten oder Einzelbäume) haben eine Kronenlänge von mind. 2/3 und einen lot-rechten Stamm mit guter Verankerung. Die Ausformung der Stabilitätsträger (Stabilitätsdurchforstung) erfolgt angepasst an die Seilkran-Bringung gruppen- oder trupp- bis einzelbaumweise.

Alle 10 m soll Moderholz oder erhöhte Kleinstandorte mit Vogelbeerwäldchen oder Mineralerde als verjüngungsgünstige Kleinstandorte vorhanden sein. Als Schutz gegen Schneegleiten dienen Baumstrünke und Totholz.

Pro Hektare sind mind. 70 Verjüngungsansätze (durchschnittlich alle 12 m) Verjüngung höher als 40 cm (Aufwuchs) vorhanden, wobei die Baumartenmischung zielgerecht ist. Die Einleitung der Verjüngung erfolgt gruppenweise. Negative Einwirkungen auf die Verjüngung (Vegetationskonkurrenz, Schneegleiten, Austrocknung etc.) werden durch auf den Standort angepasste Verjüngungsöffnungen vermieden. Wird die Mischungsgerechte Verjüngung aufgrund des Wilddruckes nicht erreicht, werden entsprechende Massnahmen zur Wildregulierung und - wo zielführend und verhältnismässig - entsprechende Schutzmassnahmen ergriffen.

Bei Massnahmen mit Holzanfall wird eine Vorratsentnahme im Bereich zwischen 15-30% angestrebt. Aufgrund der zu erwartenden Klimaveränderungen wird bei der Verjüngungseinleitung, Jungwaldpflege und Stabilitätsdurchforstung die gewünschte Baumartenmischung der hochmontanen Höhenstufe mitberücksichtigt.

Arven- und Lärchenwälder der obersubalpinen Stufe

Die obersubalpinen Arven- und Lärchenwälder machen einen geringen Flächenanteil aus und bestehen je nach Standort und lokal aus sehr unterschiedlichen Arven- bzw. Lärchenanteilen mit entsprechend unterschiedlichen Anforderungen. Deshalb wird an dieser Stelle auf die Standortbeschreibungen in NaiS verwiesen.

Grünerlen/Legföhren

Die Grünerlen- und Legföhrenbestände haben eine beschränkte Funktion als Schutz- und Wirtschaftswald und sind zudem waldbaulich nicht oder nur sehr beschränkt beeinflussbar. Aus diesem Grund werden hier keine Anforderungen seitens des Standortes definiert.

Auf Waldfunktionen
ausgerichtet

5.3.3 Allgemeine Grundsätze pro Waldfunktion

Schutzwald

Auf knapp 70% der Waldfläche steht der Schutz vor Naturgefahren im Vordergrund. Dabei werden im Kanton Graubünden die drei Typen A, B, C unterschieden.

Im Schutzwald gelten die Anforderungsprofile aus NaiS. Bezüglich Naturgefahrenprozessen gelten vereinfacht folgende Zielsetzungen:

Steinschlag	Es werden die für den Steinschlagschutz erforderlichen Stammzahlen wie auch die Bestandes-Grundfläche optimiert. Die Verjüngungsöffnungen erfolgen so klein wie möglich und betragen maximal 40 m in Falllinie. Es werden hohe Stöcke belassen und bei Öffnungen > 20 m alle 10 m mindestens zwei liegende Stämme deponiert. Aufgrund der in sämtlichen Flächen überlagerten Schutzwirkung vor Lawinen soll der Nadelholzanteil mindestens 30% betragen.
Lawinen	Der Nadelholzanteil beträgt mindestens 30%. Der Deckungsgrad beträgt dauernd > 50%, die Lückenlänge in Falllinie je nach Hangneigung maximal 30-60 m.

Rutschung/ Erosion	Der Deckungsgrad beträgt dauernd > 40%, die Lückengrösse maximal 6 a (bei gesicherter Verjüngung 12 a).
Gerinneschutz- wälder	Der Deckungsgrad beträgt dauernd > 50%. In Gerinneabhängigkeiten beträgt die maximale Lückengrösse 6 a (Anwendung des Zieltyps Rutschung). Es sind keine oder wenige instabile oder rutschgefährdete Stämme vorhanden. Im unmittelbaren Gerinnebereich ist kein oder wenig transportfähiges Holz vorhanden, welches abhängig von Gerinne und Schadenpotenzial zu Verklausungen mit Überschwemmungen oder Murgängen führen kann.

Wirtschaftswald/Holzproduktionswald

Die Bewirtschaftung im Wirtschaftswald orientiert sich auch ausserhalb des Schutzwaldes an den NaIS-Anforderungen des Standortes; wobei der Handlungsspielraum zugunsten der Wirtschaftlichkeit ausgenutzt wird resp. lokal auch beispielsweise zugunsten von wirtschaftlich interessanten Baumarten oder hinsichtlich des wirtschaftlich sinnvollsten Eingriffszeitpunktes davon abgewichen werden kann. Dabei werden negative Folgen für den Standort, den verbleibenden Bestand sowie Risiken und künftig entstehende (Folge-)Kosten berücksichtigt.

Waldökologie:

Auerwild [11]	Standortgerechte natürliche Baumartenmischung, Föhre, Weissstanne, Vogelbeere fördern, Buche erhalten, keine reinen Fichtenbestände. Der Deckungsgrad beträgt 40-70 %. Es sind Grenzlinien (Berührungslinie zwischen Kronenmantel und Bodenvegetation) von > 100 m/ha vorhanden. Sitz-/Schlaf-/Balzbäume mit kräftigen waagrechten Ästen und Sichtschutz vor Prädatoren durch die Krone. Bodenvegetation flächig vorhanden, auch in Stangenhölzern; je mehr Beerenkraut desto besser. Als Massnahme werden Heidelbeeren und andere Beeren gefördert. Trockene Kleinstandorte für Ameisen und andere Insekten vorhanden. Mit ausreichend Lichteinfall werden trockene Kleinstandorte gefördert. Die Verjüngung deckt weniger als 50% des Bodens ab. In geschlossenen Dickungen sind Lücken mit Durchmesser > 10 m vorhanden.
Naturwaldreservat	Ziel ist die vom Menschen unbeeinflusste natürliche Waldentwicklung (Prozessschutz). Es werden also grundsätzlich über die entsprechende Vertragsdauer keine waldbaulichen Massnahmen getroffen.
Sonderwaldreservat	Für jedes Sonderwaldreservat bestehen individuelle Zielsetzungen, welche mit den notwendigen waldbaulichen Massnahmen verfolgt werden.
Seltene Baumarten	Abstimmung auf die zu fördernden Baumarten, stark artenspezifisch.
Besondere Lebensräume	Die Bewirtschaftung erfolgt angepasst auf den speziellen Lebensraum und ausgerichtet auf die entsprechenden Naturschutzziele.

5.4 Waldbauliche Zielsetzungen pro Betriebsklasse

Nachfolgend sind die spezifischen Ziele pro Betriebsklasse (BKL) verbindlich festgehalten, gegliedert nach Waldfunktion. Sie dienen künftig - zusammen mit den Zieltypen - als zentrale Grundlagen für die Festlegung resp. Beurteilung von waldbaulichen Massnahmen. Bezüglich Verbindlichkeit der waldbaulichen Zielsetzungen zwischen Waldeigentümer und Kanton, bildet diese Zielebene das Herzstück. Als weitere Planungseinheit bestehen auf der betrieblichen Ebene die Feinerschliessungseinheiten (FEE), welche in der Fläche mit den BKL nicht korrespondieren. Wegen der Überschaubarkeit und der historischen Vergleichbarkeit von den 12 BKL wurden diese als Planungseinheit auf Wunsch des Regionalforstingenieurs nicht fallen gelassen.

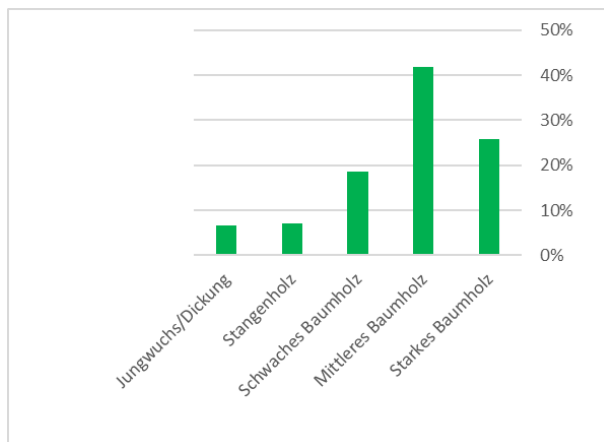
**Ziele pro BKL als
zentrales Element**

Betriebsklasse 1 Cavadürli – Badwald - Wijer

Hiebsatz: 900 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 41 ha

Fläche Ziel: 5.3 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Oberhalb Bahnlinie Schwerpunktgebiet Schutzwaldpflege (FEE 20/21) - weil jetzt neu erschlossen
- Zwischen Bahnlinie und Kantonsstrasse stufige Strukturen fördern, die den Ansprüchen der Sicherheit für beide Verkehrsträger entsprechen (FEE 22).

Waldökologie

- Bewirtschaftung nach Auerwild-Grundsätzen
- Sonderwaldreservat Auerwild prüfen
- Graggenwald, zwischen und oberhalb Geleisen: Tanne erhalten und fördern
- Wijerwald: Pflegemassnahmen für die Ersatzmassnahmen weiterführen
- Bim Wijer: geologische Spezialität berücksichtigen (Serpentin).

Erholung und Tourismus

- Wintertourismus ist ein limitierender Faktor für die Waldbewirtschaftung
- Die Bikefreeride-Piste Gotschna hat eine hohe Frequenz. Jährliche Kontrollgänge zusammen mit den Betreibern werden weitergeführt
- Die auf die Waldbewirtschaftung eingeschränkte Nutzung der neuen Gotschna-Erschliessung soll respektiert werden.

Holzproduktion

- Stangenholzpflege südöstlich von Haltestelle Cavadürli (FEE 21 unten).

Sonstiges

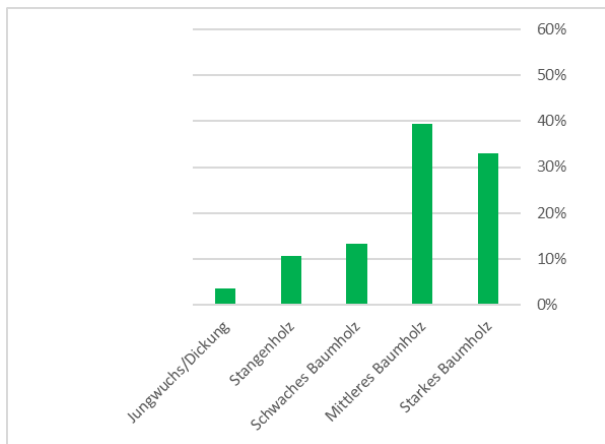
- Beweidung regeln oberhalb Bahn und oberhalb Kehrtunnel (vgl. WEP)
- Sicherheitsholzerei entlang RhB wurde 2010-2015 abgeschlossen; gegenwärtig nur punktuell Bedarf seitens RhB.

Betriebsklasse 2 Gotschnaboden

Hiebsatz: 700 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 14 ha

Fläche Ziel: 4 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Bündiwald: Verjüngung fördern und einleiten (FEE 21 oben)
- Sandboden: einen Teil der geplanten Seilschläge ausführen (FEE 20).

Waldökologie

- Bewirtschaftung nach Auerwild-Grundsätzen; Sonderwaldreservat prüfen
- Steinrosen-Bergföhrenstandorte Sandboden: Keine Massnahmen ausführen; Altholzinsel prüfen.

Erholung und Tourismus

- Skipisten und Mountainbike-Nutzung berücksichtigen. Durch die künstliche Beschneigung der Talabfahrt Klosters-Platz sind ab jeweils 1. November grosse Teile der BK 2 nicht mehr für die forstliche Bewirtschaftung zugänglich. Ausaperung der Piste zieht sich je nachdem lange in die Frühlingsmonate hinein.

Holzproduktion

- Vielfach gute bis sehr gute Holzqualitäten.

Sonstiges

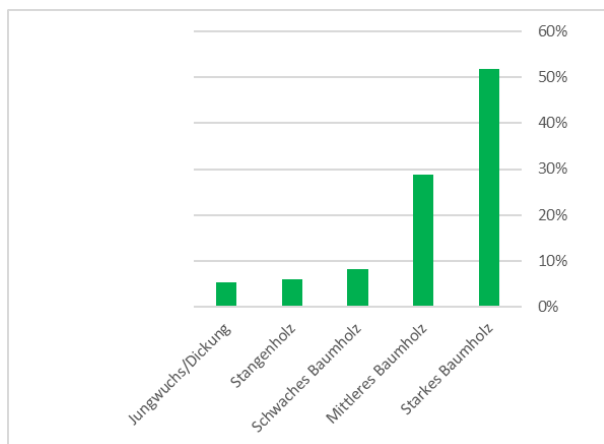
- Beweidung regeln (vgl. WEP).

Betriebsklasse 3 Serneus

Hiebsatz: 1900 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 122 ha

Fläche Ziel: 10 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Gerinneunterhalt fortführen
- Schutzwaldausscheidung Casolf und Cunterluzi prüfen/anpassen.

Waldökologie

- Bewirtschaftung nach Auerwild-Grundsätzen
- Tanne erhalten und fördern (Tannen-reichste Bestände in Klosters)
- Waldbau konsequent auf Tanne auslegen und Verjüngungszentren gleichzeitig kontinuierlich schützen
- Jagdlicher Fokus wenn möglich auf dieses Gebiet lenken.

Erholung und Tourismus

- Nur sanfte Nutzung auf kleiner Teilfläche, was wertvoll ist und wenn möglich beibehalten werden soll.

Holzproduktion

- Enthaltwald: Besonders gute Holzqualität (Tonholz, Schindelholz); zurückhaltend eingreifen. Waldpflege auf Holzqualitätsförderung auslegen (Fokus auf Fichte) (FEE 30).

Sonstiges

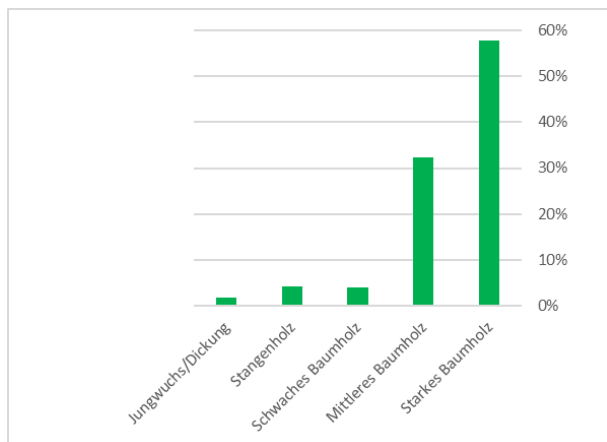
- Pro Silva Helvetica Plenterwaldfläche (FEE 25/30)
- Quell-Schutzzone 1 Bad Serneus berücksichtigen (FEE 24).

Betriebsklasse 4 Cavadürli – Bleiken

Hiebsatz: 350 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 22 ha

Fläche Ziel: 2.5 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Fast kein Schutzwaldanteil in dieser BK. Kein direkter Handlungsbedarf in den Schutzwaldflächen.

Waldökologie

- Bewirtschaftung nach Auerwild-Grundsätzen.

Erholung und Tourismus

- Schiferbahn und drei Skihäuser mit teilweiser Sommeröffnung im Einzugsgebiet der BK
- Winteröffnung auf Basiserschliessung durch die Bergbahnen (Beitrag Strassenunterhalt geregelt).

Holzproduktion

- Starkholzabbau auf möglichst grosser Fläche ohne flächige Eingriffe.

Sonstiges

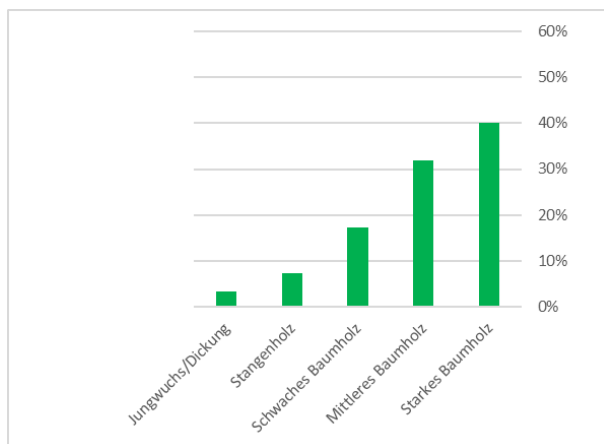
- Pro Silva Helvetica Plenterwaldfläche (FEE 31).

Betriebsklasse 5 Saas – Heimwald

Hiebsatz: 1400 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 169 ha

Fläche Ziel: 9 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Dem Deckungsgrad muss wegen der ausgedehnten Beweidung ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. Die Beweidung ist prioritär im Schutzwald A abzulösen gemäss WEP. Massnahmen in der 1. Produktionsstufe sind prioritär auszuführen (FEE 5/6)
- Gerinne oberhalb Saas: Gerinneunterhalt fortführen und Entwicklung eng verfolgen (inkl. Privatwald Mittelberg) (FEE 1/3/4)
- Ersatzmassnahmen Arensa (Aufforstung) ausführen (FEE 6).

Waldökologie

- Tschugg: Laubholzarten fördern und Waldränder pflegen
- Flachmoore im Wald für allfällige Ersatzmassnahmen berücksichtigen (Pflege) (FEE 7).

Erholung und Tourismus

- Berücksichtigung der Intensivierung des Sommertourismus
- Die Bergstrasse wird im Winter als Schlittelpiste genutzt.

Holzproduktion

- In bereits genutzten Flächen stehen in der nächsten Planungsperiode in erster Linie Pflegemassnahmen an.

Sonstiges

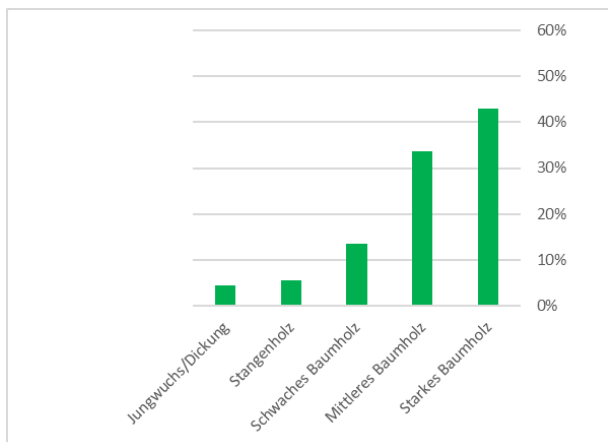
- Der Hiebsatz in der BK 5 ist als oberes Maximum zu verstehen. Durch die bisherige Bewirtschaftung als Weidewald weisen grossen Flächen einen tiefen Deckungsgrad auf
- Heimwald: Beweidung regeln
- Geologische Besonderheit: Kalktürme bei Wiss Tschuggen (FEE 7).

Betriebsklasse 6 Mezzaselva – Gruobenwald

Hiebsatz: 600 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 52 ha

Fläche Ziel: 5.4 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Wichtige und waldbaulich sehr anspruchsvolle Steinschlag-Schutzwälder kombiniert mit Waldlawinen
- Grosse Wildprobleme/Wintereinstandsgebiet: Schwerpunktbejagung einfordern/Wildbelastung reduzieren bzw. Wildschadenverhütung sicherstellen
- Nadelholz-Anteile beibehalten (Ziel $\geq 50\%$ NH) / insbesondere Tannen konsequent schonen
- Laubholzbereiche z.T. mit Ringeln arbeiten (Augenmerk Buche zurückhalten)
- Sicherheitsholzerei ist ausgeführt: stufige, stabile Ränder anstreben, Pflegemassnahmen in Ersatzflächen fortführen
- Schutzbauten:
 - Steinschlagverbauungen Mezzaselva und Gruobenwald (Unterhalt durch ASTRA) (FEE 6/8)
 - Temporäre Lawinenverbauung «in den Sätz» (FEE 6)
 - Gleitschneeschutz Tschägibach im Gang (FEE 7/8)

Waldökologie

- Potenzial für Altholzinseln im Felsbereich prüfen
- Wenn möglich Biotopbäume schonen.

Erholung und Tourismus

- Projekt-Waldschulhaus Au in Bearbeitung (Zentrum für Waldtrophy-Unterricht) (FEE 26).

Holzproduktion

- Starkholzüberhang mit schlechten Holzqualitäten (FEE 6).

Sonstiges

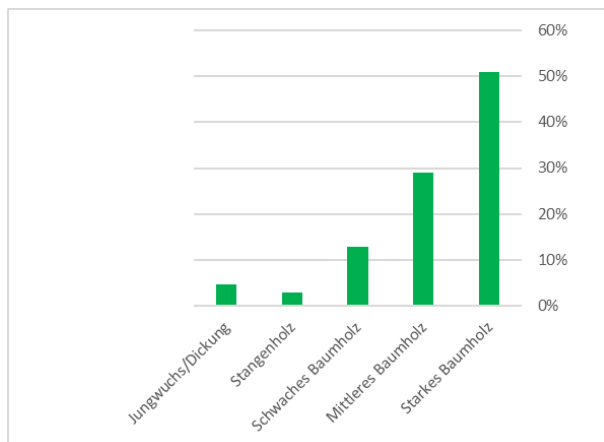
- Konfliktpotenzial Wald- und Gewerbezonon beachten und regelmässig kontrollieren
- Steinschlagschutzprojekt im Gruobenwald mit ASTRA, TBA, RhB, Gemeinde und AWN.

Betriebsklasse 7 Schlappintobel – Gründjegg

Hiebsatz: 800 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 83 ha

Fläche Ziel: 5.2 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Bündi – Tuoni: Verjüngungseinleitung und Struktur fördern (FEE 9/10).

Waldökologie

- Flachmoore im Wald für allfällige Ersatzmassnahmen berücksichtigen (Pflege) (FEE 9/10)
- Rücksichtnahme auf Auerwildvorkommen; momentan auf kleiner Fläche.

Erholung und Tourismus

- Skipisten, Schlittelweg, Trottinettweg schränken den Bewirtschaftungsspielraum ein.

Holzproduktion

- Keine besonderen Holzqualitäten; hoher Fichtenanteil.

Sonstiges

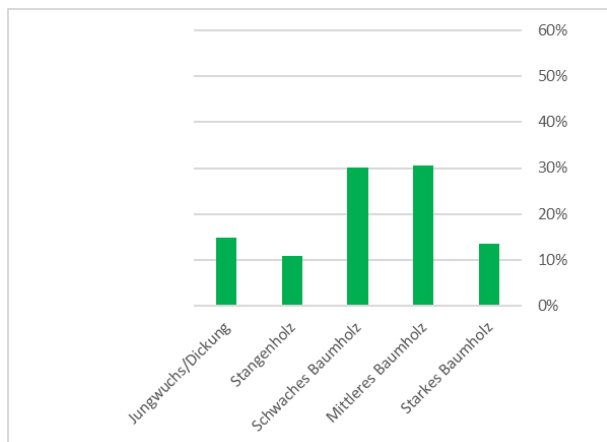
- Geologische Besonderheit: Kalktürme bei Wiss Tschuggen
- Fläche aus der Massnahmenplanung wird als zu hoch und nicht nachhaltig beurteilt. Flächenziel wird um einen Viertel auf rund 65 ha (Handlungsbedarf) reduziert.

Betriebsklasse 8 Cun – Grosswald – Alpwald

Hiebsatz: 800 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 38 ha

Fläche Ziel: 5 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Grosswald (neue Erschliessung im Bau): Stangenholzpflege und Verjüngungseinleitung (FEE 11)
- Alpwald (schlecht erschlossen/Vortransport): Stangenholzpflege und Verjüngungseinleitung (FEE 12). Stabilitätsdurchforstungen 2015-2017 bereits ausgeführt. Borkenkäferentwicklung muss mitberücksichtigt werden
- Schwerpunktgebiet der Massnahmen im Zugalp- und Grosswald (v.a. Stabilitätsdurchforstungen im schwachen Baumholz) (FEE 11/12).

Waldökologie

- Im Bereich der oberen Waldgrenze Altholzinseln prüfen
- Vorkommen des Dreizehenspechtes fällt auf.

Erholung und Tourismus

- Keine besonderen touristischen Aktivitäten.

Holzproduktion

- Zuwachsstarke Fichtenbestände.

Sonstiges

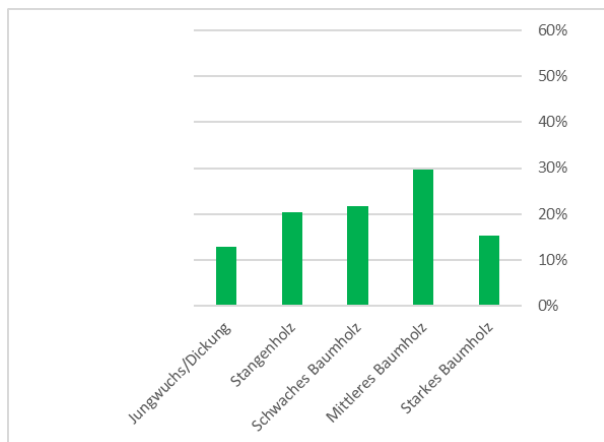
- Beweidungsregelung im Grosswald nach Windwurf 1954/55 konsequent umgesetzt
- Beweidung im Alpwald gemäss WEP regeln
- Oberhalb Zugalp geologische Spezialität berücksichtigen (Serpentin)
- Wasserversorgung Quellen Tal (FEE 11).

Betriebsklasse 9 Monbiel Nord - Vereina – Verstancla

Hiebsatz: 1000 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 67 ha

Fläche Ziel: 6 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Monbielerwald: Wälder mit bedeutender Schutzfunktion in Bezug auf Steinschlag und Lawinen. Stabilitätsdurchforstung mit hoher Priorität in den Windwurfflächen 1954/55 (FEE 12/13).

Waldökologie

- Östlicher Alpwald: Trockenstandorte und spezielle Baumarten; keine Massnahmen geplant, aber Potenzial für Ersatzmassnahmen
- Auerwald berücksichtigen, kleinflächige und stufige Strukturen anstreben (FEE 12/13/14)
- Vereinatal bis Novai: Naturwaldreservat oder Totholzinseln prüfen (Vorstudie in Arbeit) (FEE 14/15)
- Arven-Reliktbestände um Canardhorn erhalten/fördern (FEE 14, südlicher Teil)
- Flach- und Hochmoore Novai beachten (Potenzial Ersatzmassnahmen) (FEE 14),

Erholung und Tourismus

- Tourismusvorrang im Talboden (Langlauf und Wanderwege) führt zu saisonalen Einschränkungen bei forstlicher Bewirtschaftung.

Holzproduktion

- Auf wenigen Teilflächen gute Holzqualitäten (bspw. Baretschrüti).

Sonstiges

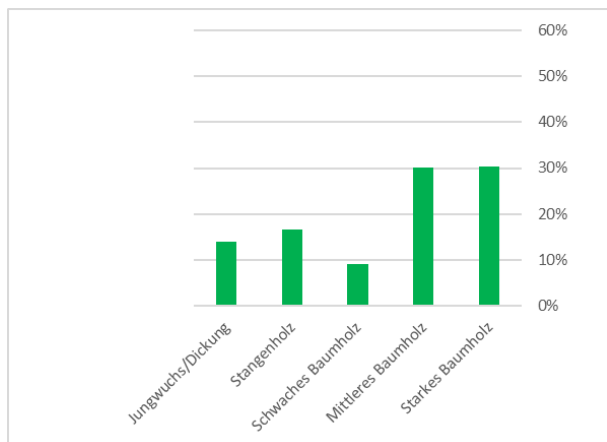
- Erschliessungsdefizit: Vorstudie in Arbeit
- Wasserversorgung Quelle Pardenn (FEE Grenzbereich 13/14).

Betriebsklasse 10 Monbiel Süd

Hiebsatz: 800 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 23 ha

Fläche Ziel: 4 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, excl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Kombination von Tannenförderung und Schutzwaldstandards weiterführen
- Grosse Wildprobleme/Wintereinstandsgebiet: Wildbelastung reduzieren bzw. Wildschadenverhütung sicherstellen.

Waldökologie

- Ginawald: Tanne erhalten und fördern (FEE 17)
- Auerwildlebensraum: beachten und verbessern (FEE 16/17)
- Im Bereich der oberen Waldgrenze: Totholzinsel prüfen.

Erholung und Tourismus

- Tourismusvorrang im Talboden (Langlauf und Wanderwege) führt zu saisonalen Einschränkungen bei forstlicher Bewirtschaftung.

Holzproduktion

- Schindelboden / Masura / Chüenischwald / Muggenwald: sehr gute Holzqualitäten (Schindel- und Klangholz) (FEE 16).

Sonstiges

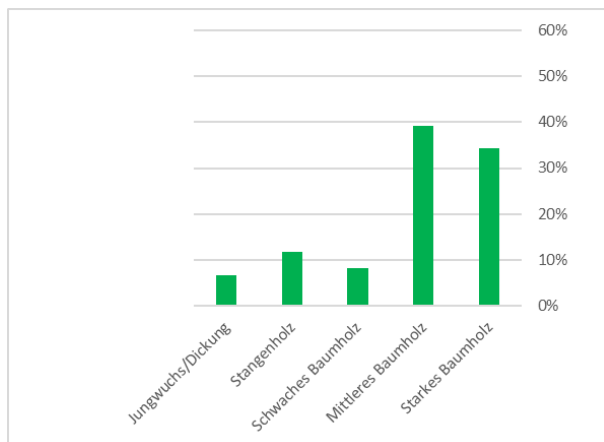
- Standort Schlussaktion Waldtrophy
- Beweidung gemäss WEP regeln. Ersatzmassnahmenflächen Giessenbündi in Zusammenhang mit Beweidungsregelung wichtig (Weidewald mit Bergahorn / Fichtenbaumholz umwandeln).

Betriebsklasse 11 Ronenwald – Mönchalp

Hiebsatz: 700 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: 46 ha

Fläche Ziel: 3.5 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Lawinenschutzwald der Fraktionen Aeuja und Doggiloch (FEE 17)
- Ronenwald / Mälcheti (Schutzwald A): Beweidung regeln gemäss WEP (FEE 17/18)
- Litzwald / Geisswald (Mönchalptal): Vorsicht vor Verklausungen durch Lawinen (FEE 18)
- Grosse Wildprobleme/Wintereinstandsgebiet: Wildbelastung reduzieren bzw. Wildschadenverhütung sicherstellen.

Waldökologie

- Auerwildlebensraum beachten und fördern (FEE 17/18)
- Iferschlacht / Mälcheti: Lärche fördern (FEE 17).

Erholung und Tourismus

- Zwergenweg berücksichtigen.

Holzproduktion

- Gute Holzqualitäten im Gebiet Ronenwald Litziseite (FEE 17).

Sonstiges

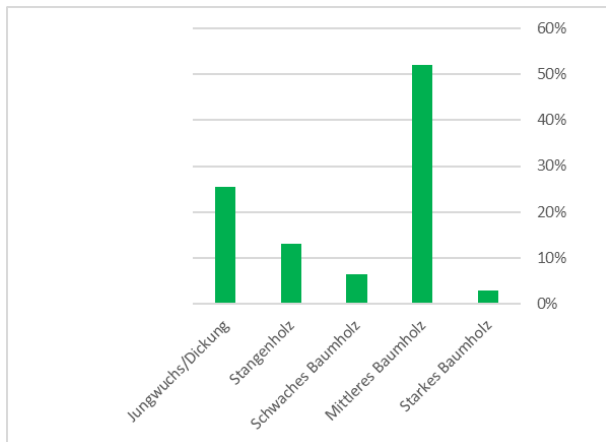
- Erschliessungsdefizit im Mönchalptal (FEE 18).

Betriebsklasse 20 Schlappin

Hiebsatz: 50 Tfm/J

Fläche Handlungsbedarf: k.A.

Fläche Ziel: 0.5 ha/J



Zustand Entwicklungsstufen-Verteilung der BKL

Auswerteeinheit: produktiver Hochwald, exkl. plenterartige Bestände, inkl. Luftbildinterpretation.

Schutzfunktion

- Gerinnebereiche und Rutschgebiete im Schlappinwald beobachten und nur schwach eingreifen (FEE 10).

Waldökologie

- Juzitschuggen: Altholzinsel prüfen (FEE 10).

Erholung und Tourismus

- Talabfahrt berücksichtigen
- Ev. Rodung für Anpassung der Talabfahrt geplant.

Holzproduktion

- Anliegen der Korporation im Rahmen des Hiebssatzes soll berücksichtigt werden
- Wenn die wirtschaftliche Situation es erlaubt, werden Massnahmen mit der Korporation aktiv angestrebt.

6 Waldbauliche Massnahmenplanung 2017 - 2028

**Bestandesweise
Planung liegt vor
(s. Anhang)**

**Ist jedoch nicht Teil
des Betriebsplans**

**Neues Konzept:
Massnahmenpool**

**RFI bei Entscheiden
beteiligt**

Anlässlich der Bestandesbeurteilungen wurden pro Bestand nach rein waldbaulichen Kriterien Massnahmen geplant. Diese Planung ergibt einen mittleren Holzanfall von knapp 12'000 Tfm/J in der Planungsperiode und ca. 8.6 ha/J Behandlungsfläche in der Jungwaldpflege/1. Produktionsstufe. Die Verteilung über die Dringlichkeit ist relativ gleichmässig. In der 3. Produktionsstufe sind jährlich 18.8 ha zu behandeln (allerdings zumeist nicht flächig). Es handelt sich mehrheitlich um Wildschadenverhütung und für die meisten Massnahmen ist Dringlichkeit 1 oder 2 ausgewiesen. Details sind dem Anhang zu entnehmen.

Es wird bewusst darauf verzichtet, die detaillierten Auswertungen dieser Massnahmenplanung als Teil des verbindlichen Betriebsplanes hier darzustellen. Im Betriebsplan sollen der Waldzustand und die vorangehenden Massnahmen auf die Nachhaltigkeit und Zielsetzungen hin überprüft und daraus strategische Zielsetzungen abgeleitet werden. Die bestandesweise Festlegung von Massnahmen wird nicht als Ziel der Betriebsplanung betrachtet.

Die geplanten Massnahmen aus den Bestandesdaten sind wertvolle Grundlagen für die operative Planung sowie auch die Hiebsatzfestlegung. Jedoch wird in Klosters zukünftig nicht mehr mit bestandesweise geplanten Massnahmen gearbeitet, sondern mit Eingriffsflächen (i.d.R. Seillinien). Die geplanten Massnahmen sind im sog. Massnahmenpool gespeichert und werden laufend detaillierter geplant, bis sie schlussendlich ausgeführt werden. Der Massnahmenpool soll es ermöglichen, die betriebliche Flexibilität (Wetter, Verfahren, Holzmarkt etc.) zu erhöhen, gleichzeitig aber sicherstellen, dass sämtliche Massnahmen waldbaulich sorgfältig geplant sind (zielkonform, auf Feinerschliessungskonzepte abgestützt etc.). Ziel ist es, im Massnahmenpool konstant fertig vorbereitete Massnahmen im Umfang von mindestens zwei Jahresnutzungen bereitzuhalten. Der Pool wird laufend mit neuen Massnahmen ergänzt. Dies soll dazu führen, dass die waldbaulichen Planungsaufgaben zur Daueraufgabe werden, ohne jeweilige Spitze vor und während der BP-Revision. Durch den konsequenten Einbezug der Feinerschliessung und der Waldfunktionen entsteht ein erheblicher Mehrwert.

Der RFI soll die einzelnen Massnahmen weiterhin vor der Ausführung beurteilen und bei Bedarf steuernd eingreifen. Dies geschieht jedoch nicht mehr anhand der bestandesweisen Massnahmenplanung, sondern durch den Vergleich mit den gemeinsam definierten Zielsetzungen auf Ebene Betrieb sowie BKL: Zieltypenkarte, Zieltypen-Beschriebe, WEP, qualitative Zielsetzungen pro BKL, Hiebsatz und Flächenzielen.

Die Details dieses Konzeptes sowie ausführlichere Argumentationen sind dem Projektbericht BPiG zu entnehmen [8].

Die Auswertung der Massnahmenplanung ist im Anhang enthalten.

Der Betrieb resp. die Waldeigentümerin verpflichten sich, dem RFI resp. dem AWN jederzeit Zugang zu den für die waldbauliche Planung relevanten Geodaten zu gewähren (Massnahmenpool, Feinerschliessungsplanungen, Zieltypen etc.).

Tabelle Hiebsatz-Herleitung

Betriebs- Klasse	Bewirts. produktive Waldfläche	Anteil SW an prodWF	Anteil im Wald beurteilt	Vorrat Bestandes- beschr.	Vorrat Luftbild	Zuwachs- schätzung	Zuwachs- schätzung	Handlungs- bedarf Schutzfkt.	Handlungs- bedarf übr. Anliegen	ungenügende Verjüngungs- öffnungen	Verjüngungs- Deckungsgrad	Fläche mit Handlungsbed. (pro Jahr)	Geplante Massnahmen	Über-/Unter- Nutzung Hiebsatz	Hiebsatz pro Hektare	Verhältnis Hiebsatz/ Zuwachs	Hiebsatz	Flächenziel
-	ha	%	%	Tfm/ha	Tfm/ha	Tfm/ha/J	Tfm/J	Flächen-%	Flächen-%	Flächen-%	Flächen-%	ha/J	Tfm/J	Tfm/J	Tfm/ha/J	%	Tfm/J	ha/J
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
1	193	52%	82%	412	354	6.5	1'253	18%	0%	10%	18%	3.4	793	-107	4.7	72%	900	5.3
2	203	50%	93%	384	281	5.0	1'015	6%	0%	1%	15%	1.2	773	73	3.4	69%	700	4.0
3	348	72%	94%	357	390	7.0	2'436	16%	11%	16%	23%	10.2	2381	481	5.5	78%	1'900	10.0
4	99	75%	95%	407	348	5.0	494	2%	15%	15%	15%	1.8	300	-50	3.5	71%	350	2.5
5	343	85%	99%	279	343	5.0	1'714	34%	6%	34%	10%	14.1	2166	766	4.1	82%	1'400	9.0
6	162	91%	76%	390	427	5.5	889	30%	0%	18%	15%	4.4	574	-26	3.7	68%	600	5.4
7	188	82%	96%	399	390	5.5	1'036	32%	0%	38%	8%	6.9	2117	1317	4.2	77%	800	5.2
8	242	98%	88%	307	380	5.5	1'331	13%	0%	9%	15%	3.2	860	60	3.3	60%	800	5.0
9	368	62%	38%	375	348	4.5	1'657	26%	9%	3%	26%	5.6	907	-93	2.7	60%	1'000	6.0
10	224	63%	57%	328	392	5.0	1'118	8%	8%	5%	32%	1.9	302	-498	3.6	72%	800	4.0
11	175	40%	55%	420	393	5.0	877	19%	31%	15%	29%	3.8	768	68	4.0	80%	700	3.5
20	25	42%	0%	k.A.	k.A.	3.5	86	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0.0	0	-50	2.0	58%	50	0.5
Total	2569	69%	75%	357	365	5.4	13'906	20%	6%	16%	18%	56.4	11942	1942	3.9	72%	10'000	60

Erklärungen

[1]	Betriebsklasse
[2]	Bewirtschaftete produktive Waldfläche. In BKL 9, 10, 11, 20 wurden grösserflächig produktive Waldfläche als "nicht bewirtschaftet" ausgeschieden (insgesamt 208 ha, alles Aufnahmeart 3/Luftbildinterpretation). Sämtliche Angaben beziehen sich auf den totalen produktiven Wald (falls nicht weiter eingeschränkt/erwähnt in Erklärungen).
[3]	Anteil Schutzwald an der produktiven Waldfläche
[4]	Anteil der produktiven Waldfläche, welche (intensiv oder extensiv) im Bestand beurteilt wurde (= Aufnahmeart 1 oder 2)
[5]	Durchschnittlicher Holzvorrat pro Hektare produktive Waldfläche (nur Aufnahmeart 1 u. 2). Berechnet aus den Bestandesbeschreibungen.
[6]	Durchschnittlicher Holzvorrat pro Hektare produktive Waldfläche (nur Aufnahmeart 1 u. 2). Berechnet aus aus Vorrats-Daten des AWN (berechnet aus Luftbild- und Waldinventur-Daten)
[7]	Mittlerer jährlicher Holzzuwachs pro Hektare, hergeleitet aus einer gutachtlichen Zuwachsschätzung pro Betriebsklasse
[8]	Mittlerer jährlicher Holzzuwachs im bewirtschafteten produktiven Wald, berechnet: [2] * [7]
[9]	Flächenanteile der Waldflächen mit Handlungsbedarf aufgrund der Stabilität/Schutzfunktion an der produktiven Waldfläche (nur Aufnahmeart 1 u. 2)
[10]	Flächenanteile der Waldflächen mit Handlungsbedarf aufgrund anderer Waldfunktionen als Schutzwirkung an der produktiven Waldfläche (nur Aufnahmeart 1 u. 2)
[11]	Flächenanteile der produktive Waldfläche, in denen mehr Verjüngung notwendig wäre, diese jedoch primär aufgrund von Licht- und Wärmemangel ungenügend ist (nur Aufnahmeart 1 und 2)
[12]	Flächenanteile der produktive Waldfläche, welche mit Verjüngung bestockt ist (nur Aufnahmeart 1 und 2). Berechnet aus Verjüngungsdeckungsgrad und Bestandesfläche.
[13]	produktive Waldfläche (nur Aufnahmeart 1 u. 2), welche in mind. einer der Spalten [9], [10] oder [11] enthalten ist und somit Handlungsbedarf aufweist, dividiert durch 12 Jahre (BP-Periode)
[14]	Mittlerer jährlicher Holzanfall im produktiven Wald aufgrund der geplanten Massnahmen in der Produktionsstufe 2 (diese Massnahmenplanung hat jedoch nur hinweisenden Charakter)
[15]	Differenz zwischen dem Holzanfall der geplanten Massnahmen und dem Hiebsatz, berechnet: ([14] - [18]). Negative Werte = geplante Massnahmen unterschreiten den Hiebsatz -> Reserve für Zwangsnutzungen und zusätzliche Massnahmen. Positive Werte = Massnahmenplanung über dem Hiebsatz -> es können nicht alle geplanten Massnahmen ausgeführt werden.
[16]	Jährlicher Hiebsatz pro Hektare bewirtschaftete produktive Waldfläche, berechnet: [18] / [2]
[17]	Verhältnis Zuwachs zu Hiebsatz. 100% würde der vollständigen Nutzung des Zuwachses entsprechen. Tieferer Werte bedeuten, dass der Hiebsatz unter dem Zuwachs liegt. Berechnet: [16] / [7]
[18]	Festgelegter jährlicher Hiebsatz pro Betriebsklasse bzw. Gesamtbetrieb, gutachtlich festgelegt.
[19]	Minimales jährliches Flächenziel pro BKL bzw. Gesamtbetrieb: Durchschnittliche jährl. Eingriffsfläche (PS2) bzw. behandelte Fläche (PS1u3) gemäss LeiNa über alle Waldfunktionen. Gutachtlich durch RFI und Betrieb festgelegt.

Farbcodes	Spalte Nr.			
	[5], [6]	[7]	[9], [10], [11]	[12]
spricht eher für tiefen Hiebsatz	< 300	< 5	-	> 30%
spricht eher für mittleren Hiebsatz	300-400	5-5.5	0-30%	20-30%
spricht eher für hohen Hiebsatz	> 400	>= 6	> 30%	< 20%

7 Hiebsatz und Flächenzielsetzung

7.1 Hiebsatz

Der Hiebsatz ist eine wichtige Zielgrösse/Richtwert für die Waldbewirtschaftung und legt für die Planungsperiode die realistisch nutzbare Holzmenge fest im Sinne eines Maximalzieles, welches sowohl die biologische als auch die ökonomische Nachhaltigkeit gewährleisten sollte. Er liegt unter dem ertragskundlichen Nutzungspotenzial und muss für die nächste Periode wieder neu beurteilt werden. Es ist einerseits per se kein waldbauliches Ziel den Hiebsatz auszuschöpfen: Die minimale Nutzungsmenge richtet sich nach den waldbaulichen Notwendigkeiten zur nachhaltigen Erreichung der Waldleistungen und kann insbesondere aufgrund von ökonomischen Rahmenbedingungen (keine kostendeckende Holzernte) auch längerfristig deutlich unter dem Nutzungspotenzial resp. Hiebsatz bleiben. Andererseits sollte das Nutzungspotenzial resp. der Hiebsatz - sofern waldbaulich und betriebswirtschaftlich (langfristige Vollkosten) sinnvoll - auch wirklich ausgeschöpft werden, um die nachwachsende Ressource Holz einer Nutzung zuzuführen und wenn möglich regionale Wertschöpfung zu generieren.

Die Herleitung des Hiebsatzes pro Betriebsklasse ist in der gegenüberliegenden Tabelle ersichtlich. Dabei wurden in den BKL 9, 10, 11 und 20 vier grössere Flächen produktiven Hochwaldes (total 208 ha) für die Hiebsatzberechnung nicht berücksichtigt, da diese Waldkomplexe auch längerfristig nicht bewirtschaftet werden. Diese vier Komplexe sind in der Karte mit den Feinerschliessungs-Einheiten im Anhang dargestellt.

Die Werte in der Tabelle wurden nicht auf die neuesten Daten zu Zuwachs und Vorrat angepasst (Kap. 4.3.7 und 4.3.8).

Für den Gesamtbetrieb wird der Hiebsatz 2017 - 2028 auf 10'000 Tfm/J festgelegt.

Dies entspricht für den bewirtschafteten produktiven Wald 3.9 Tfm/ha/J, rund 55% des Bruttozuwachses und 65% des Nettozuwachses gemäss Zweitaufnahme WI-GR und 72% des Bruttozuwachses gemäss Erstaufnahme WI-GR.

Die jährliche Nutzungsmenge gemäss LeiNa 2006-2015 war leicht über 10'000 Tfm/J (Kap. 3.2).

Bisher lag der Hiebsatz bei insgesamt 9'420 Tfm. Somit steigt dieser um 580 Tfm/J resp. 6% an, was u.a. aufgrund der Zunahme an produktiver Waldfläche und des wohl bisher unterschätzten Zuwachses als angebracht beurteilt wird.

Bei Ausnutzung des Hiebsatzes dürften die Vorräte in der Planungsperiode somit weiter steigen - falls die Mortalität nicht ansteigt.

Eine Vorratsreduktion wird nicht angestrebt, weil dies im gegenwärtigen ökonomischen Umfeld als nicht machbar beurteilt wird. Jedoch wäre eine Vorratsreduktion um bis zu 10% in der Planungsperiode und damit auch eine entsprechende Übernutzung des Hiebsatzes, – falls waldbaulich sinnvoll umgesetzt – unproblematisch.

Für die Nachhaltigkeit ist es wichtig, dass der Hiebsatz nicht gehäuft in den besser erschlossenen Teilflächen entnommen wird.

**Erhöhung Hiebsatz
um 580 Tfm resp. 6%**

**Hiebsatz tiefer als
Nutzungspotenzial**

7.2 Minimalziel behandelte Waldfläche

Flächenwirkung
muss steigen

Neben dem Hiebsatz ist für die Nachhaltigkeit mindestens so entscheidend, wieviel Fläche jährlich behandelt wird. Dies v.a. auch deshalb, weil bei der heutigen betriebsökonomischen Situation in schlecht erschlossenen Gebieten die Zuwachsabschöpfung kaum noch Ziel sein kann.

7.2.1 Modellrechnung zur behandelten Schutzwaldfläche

Im Projekt «Nachhaltige Schutzwaldpflege GR» [3] wurde versucht, für den Schutzwald minimal notwendige jährliche Eingriffsflächen abzuschätzen. Für die Region 1 HPD wurde dabei ein Zielwert von 3.25% der Schutzwaldfläche berechnet (Mittelwert der beiden Varianten). Dies entspricht einer mittleren Wiederkehrdauer von 31 Jahren. Auch im WEP werden gesamtkantonale Zielsetzungen in dieser Grössenordnung definiert.

Wiederkehrdauer
von 31 Jahre ergibt
62.5 ha/J Schutz-
waldpflege

Insgesamt sollten in Klosters gemäss diesem Modell jährlich 62.5 ha Schutzwald gepflegt werden. Aus waldbaulicher Sicht ist es erwünscht, dass die jährlich behandelte Fläche grösser ist.

Diese Herleitung stellt lediglich einen groben Richtwert dar, da a) der spezifische Waldzustand in Klosters hierbei nicht berücksichtigt werden konnte (eine eigentliche Modellanwendung mit den Daten von Klosters war aus Ressourcengründen nicht möglich), und b) im Vergleich zur Flächengrösse andere Faktoren wie Art des waldbaulichen Eingriffs sowie die räumliche und zeitliche Verteilung dieser Eingriffsflächen ebenfalls entscheidend sind.

7.2.2 Minimalziel behandelte Waldfläche, gutachtlich hergeleitet

Eingriffsfläche als
wichtiges Minimal-
ziel

Ausgehend von obigen Modellwerten, welche a) nur den Schutzwald berücksichtigen, und b) mit Modellen berechnet wurden, welche nicht auf den lokalen Verhältnissen abstützten, wurden gutachtliche Flächenzielsetzungen festgelegt. Für die Periode 2017-2028 wurden diese Werte als durchschnittlich jährlich zu behandelnde Waldfläche von RF und RFI gemeinsam pro BKL und als Minimalwert definiert. Dabei wurden die Zielsetzungen, der Zustand und die geplanten Massnahmen (Schwerpunktgebiete) berücksichtigt. Die Werte pro BKL sind in der Hiebsatztablette enthalten (Kap. 7.1) sowie in der Zusammenstellung pro BKL in Kap. 5.4.

Für 2017-2028 werden als Minimalziel für die jährlich zu behandelnde Waldfläche 60 ha angestrebt.

Es handelt sich um ein Minimalziel. Aus waldbaulicher Sicht ist es sehr erwünscht, dass die jährlich behandelte Fläche grösser ist. Entsprechend sollen diese Zielwerte bei einer BP-Revision pro BKL überprüft und wenn möglich insgesamt höher angesetzt werden. Dieser Zielwert liegt jedoch deutlich höher als der Durchschnitt der vergangenen Jahre (43ha/J, vgl. Kap. 3.2). Diese Steigerung um beinahe 50% ist daher bereits ein anspruchsvolles Ziel.

60ha/J entspricht für den gesamten bewirtschafteten produktiven Wald gemäss Kap. 7.1 einer theoretischen mittleren Wiederkehrdauer von 43 Jahren. Jedoch sind auch in dieser «bewirtschafteten» Waldfläche zahlreiche kleinere Teilflächen enthalten, welche kaum oder nur minimal behandelt werden. Dieser Zielwert bedingt somit sorgfältige Prioritätensetzungen, da er zu tief angesetzt ist, um die gesamten 2570 ha «bewirtschaftete produktive Waldfläche» nachhaltig zu «bewirtschaften».

Bei Nutzung des gesamten Hiebsatzes verteilt auf diesen Zielwert würde dies einer mittleren Eingriffsstärke von 165 Tfm/ha entsprechen (inkl. 1. und 3. PS). Dieser Wert wird aus waldbaulicher Sicht als zu hoch beurteilt und bedeutet, dass bei ausgeschöpftem Hiebsatz mehr als 60 ha/J behandelt werden sollten.

Für die Beurteilung der Zielerreichung dient LeiNa (Gesamte Waldfläche / PS 2: Eingriffsfläche; PS 1 und 3: behandelte Fläche).

Schlecht erschlos-
sene (Schutz-)Wälder
nicht vernachlässi-
gen

Beiden in diesem Kapitel angegebenen Zielwerten ist gemeinsam, dass für eine nachhaltige Waldpflege und -bewirtschaftung schlecht erschlossene Teilflächen im richtigen Verhältnis zu gut erschlossenen Teilflächen stehen müssen. Bewusst oder unbewusst realisierte Ungleichgewichte in dieser Verteilung können insbesondere die ökonomische Nachhaltigkeit massgeblich beeinträchtigen (vgl. hierzu [13])

8 Nachhaltigkeitsbetrachtungen des RFI

Die Nachhaltigkeitsbetrachtungen beruhen auf den Kenntnissen von Regionalforstingenieur und Revierförster. Sie beziehen sich auf die Vorgaben des in Revision stehenden Waldentwicklungsplans (WEP) 2018.

Legende für die untenstehenden Tabellen:

Ausgangslage	– negativ	o neutral	+ positiv
Entwicklungstendenz	↘ schlechter	→ gleich	↗ besser

8.1 Allgemeine Aspekte der Nachhaltigkeit

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Zuwachs	o	↗	Klimaerwärmung führt auch in der montanen bis subalpinen Waldstufe zu höheren Wuchsleistungen. Diese Tendenz ist bereits bei den aktuellen Inventurdaten für die Region feststellbar.
Stabilität, Vitalität, Gesundheit	o	→	Über 56% der Bestände wurden als stabil beurteilt und 39% als stabil-labil. Die Stabilität kann aktuell als gut beurteilt werden. Vermehrt werden Fälle von Eschenwelke festgestellt. Zudem hat das Ulmensterben den Ulmenbestand bis auf Einzelindividuen dahingerafft. Der Borkenkäferbefall ist seit den 00er Jahren auf konstant mittlerem Niveau. Durch eine zielgerichtete und auch naturnahe Bewirtschaftung ist zu hoffen, dass die Wälder für laufende Umweltveränderungen gewappnet sind.
Schäden	-	↗	Insbesondere der flächige Verbiss durch die Schalenwildarten Reh, Hirsch und Gams blieben auf konstant hohem Niveau. Wild- und Weideschäden werden etwa auf ihrem heutigen Niveau verbleiben; Schäden durch Witterungseinflüsse und Borkenkäfer dürften aufgrund zunehmender Temperaturextreme während des Sommerhalbjahrs tendenziell steigen. Durch den wildbedingten Ausfall wichtiger Haupt- und Nebenbaumarten erhöht sich dieses Risiko zusätzlich. Es bleibt zu hoffen, dass die bereits vorgenommenen Lockerungen bei den Jagdvorschriften zur Regel und weitergeführt werden. Ein stetiger Druck des Forstdienstes wird aber nötig bleiben, um wirklich eine Trendwende hin zu einer Absenkung der Wildbestände zu erreichen. Mit der neuen Planungsperiode tritt auch ein absolutes Fütterungsverbot in Kraft, welches Entlastung von stark angegangenen Jungwuchsflächen im direkten Einflussgebiet erhoffen lässt. Bezüglich der Beweidung sind für die neue WEP-Periode klare Ziele formuliert. Beweidungen mit Handlungsbedarf sind deklariert. Mit Weideausschluss, Kanalisierungen und gezielten Lenkungen des Viehtriebs, können in der nächsten Betriebsplanperiode Verbesserungen erreicht werden.
Entwicklungsstufen	o	↗	Der Anteil mittleres und starkes Baumholz umfasst total rund 60% der produktiven Waldfläche und liegt über dem Entwicklungsstufen-Modell des Kantons, welches ansonsten fast erreicht wird. Entscheidend ist, ob in den mittleren und starken Baumholzbeständen ausreichend Verjüngungsansätze vorhanden sind. Vom Ziel, einen hohen Anteil kleinflächig strukturierter Bestände zu erreichen, ist man mit aktuell 11% noch deutlich entfernt. Der beachtliche Anteil stufiger Bestände (31%, siehe Kap.4.3.2) ist jedoch sehr positiv und deutet darauf hin, dass sich die Waldungen in eine gute Richtung entwickeln. Somit kann grundsätzlich an der bisherigen waldbaulichen Philosophie festgehalten bzw. diese verfeinert werden. Es finden keine grossflächigen Eingriffe statt. Es wird eine zentrale Herausforderung sein, noch mehr Flächenwirkung mit der gleichen waldbaulichen Strategie zu erhalten und sukzessive Bestände kleinflächig in Verjüngung zu bringen.

Baumartenverteilung	-	➔	Die jetzige Baumartenverteilung entspricht nicht der natürlichen Zusammensetzung. Defizite der Mischbaumarten Lä, Bah, Vbe, Es, Ei und vor allem der Hauptbaumart Ta im Jungwald müssen gezielt verbessert werden. Klosters befindet sich an der Grenze vom Hauptverbreitungs- zum Nebenareal der Ta. Diese verjüngt sich jedoch flächendeckend wildbedingt nicht mehr. Sollten in den nächsten Jahren die Wilddichten nach unten korrigiert werden, wird wohl nicht zuerst die Ta reagieren.
Waldverjüngung	-	➔	Guter Jungwaldanteil; jedoch mit reduziertem Artenspektrum wegen Wild-einfluss; Korrektur nur über mehrere Planungsperioden möglich; Verjüngung der Mischbaumarten muss flächendeckend mit technischen Wildschutz-massnahmen sichergestellt werden.
Verjüngungsnotwendigkeit	+	➔	Genügend Verjüngungsflächen; Ausfall wichtiger Haupt- und Nebenbaumarten. Verjüngungseinleitung und -pflege im gleichen Ausmass weiterführen. Konsequente Wildschadenverhütung um Artenvielfalt mit forstlichen Möglichkeiten zu sichern. Jagddruck muss sich zwingend auch erhöhen, will man die Waldverjüngung langfristig artenreich sichern.

8.2 Schutzwald

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Schutzwald Typ A	+	➔	Schutzwälder Typ A befinden sich in unmittelbarer Nähe von Dorfteilen und Verkehrsträgern und sind mittlerweile gut erschlossen. Eingriffe fanden (mit Ausnahmen des Grosswaldes und Gruobenwaldes) in diesen Waldungen statt. In der Regel genügend Verjüngungsflächen. Die Waldkomplexe Gruobenwald sowie die Sturmflächen aus den 1950er Jahren haben den grössten Handlungsbedarf in der nächsten Periode.
Schutzwald Typ B/C	0	➔	Geringer Anteil Schutzwälder Typ B in Klosters. Die Schutzwälder Typ C wurden in den vergangenen 5-10 Jahren wieder gezielter bewirtschaftet. Gerinneunterhalt wird aber zu einer rollenden bzw., wiederkehrenden Aufgabe mit einer geringeren Wiederkehrdauer als in den anderen Schutzwaldtypen.

8.3 Holznutzung

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Vorrat	-	↗	Die Wälder wurden in der letzten Planungsperiode - gestützt auf die vorliegenden Daten und Auswertungen - nachhaltig genutzt. Einzelne Eingriffe wie bspw. am Calander Boden (Saas) waren aus Sicht des RFIs zu stark. Die Nutzung sollte im gleichen Rahmen weitergehen oder teilweise gar leicht intensiviert werden; dies jedoch klar mit dem Fokus auf eine grössere Flächenwirkung und nicht von intensiveren Eingriffen. In der Gesamtbilanz ist eine Vorratzzunahme zu verzeichnen, was eine leichte Erhöhung des Hiebsatzes rechtfertigt.
Nutzungs-menge	o	↗	Bisheriger Hiebsatz von 9'420 Tfm wurde in den letzten 10 Jahren im Schnitt erreicht. Aufgrund der Vorrats- und Zuwachsberechnungen pro Betriebsklasse kann der Hiebsatz auf 10'000 Tfm erhöht werden. Für die folgende Planungsperiode muss ein Augenmerk auf eine möglichst flächige Wirkung gelegt werden. Wie im Kapitel 7.1 festgehalten, darf der Hiebsatz nicht gehäuft in gut erschlossenen Gebieten erreicht werden.

8.4 Natur und Landschaft

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Quantität	o	↗	Bezüglich der Quantität hat Klosters-Serneus verschiedene und vielseitige Waldnaturwerte zu bieten. Im Rahmen des WEP und des BP werden konkrete Objekte für die Förderung der Biodiversität im Wald festgelegt. Die Gebiete mit Auerwildvorkommen, wo nach deren Bedürfnissen bewirtschaftet werden soll, sind bekannt. In den geeigneten Betriebsklassen ist festgehalten, wo allenfalls das Ausscheiden von Totholzinseln sinnvoll sein kann. Für die 'Biologische Infrastruktur' ist das Vorhandensein von Totholzinseln wichtig. Der Kanton stellt auch Mittel für deren Sicherung zur Verfügung. Im Gebiet Vereina bietet es sich an, ein Komplexreservat einzurichten, welches auch als potenzielles Objekt im WEP festgehalten ist.
Qualität	+	→	Durch das verstärkte Verjüngen der Wälder werden grössere Unterschiede in den Waldstrukturen erbracht und damit allgemein günstigere Bedingungen für wärmeliebende und lichtbedürftige Arten geschaffen. Dieser Effekt wird aber durch die zurzeit sehr hohe Wildbelastung wieder merklich gehemmt. Die Qualität der Auerwildbiotope wird sich weiter verbessern, wenn Reservatsobjekte langfristig gesichert werden. Arten, welche auf Totholz und lichtarme Standorte angewiesen sind, müssen künftig gleichwertig berücksichtigt und gefördert werden.

8.5 Erholung und Tourismus

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Erholung und Sport im Sommer	o	↗	Einige Freizeitaktivitäten, mehrheitlich konzentriert auf Wald- und Wanderwegen; geringes Konfliktpotential für den Wald. Ausnahmen bilden die Bikefreeride-Strecke Gotschna und das Madrisa-Land. Laufende Kontrollen und Gespräche lassen die Betreiber wissen, dass Waldanliegen wichtig und zu berücksichtigen sind. Aktuell ist eher mit einer Zunahme des Sommertourismus mit zusätzlichen Angeboten zu rechnen. Veranstaltungen im Wald werden gemäss der aktuellen Gesetzgebung behandelt.
Erholung und Sport im Winter	o	→	Sehr viele Freizeitaktivitäten; Ausbau des heutigen Skigebietes ist nicht absehbar und erhöht den Druck auf den Wald nicht weiter (Talabfahrten, Tourenskifahrer, kanalisierte Schlittelpiste). Zunahme bei Skitourenfahrern und Schneeschuhläufern, welche immer mehr auch nachtaktive werden. In Klosters-Serneus sind verschiedene Wildruhezonen eingerichtet. Aus heutiger Sicht sind diese eher zu grossflächig ausgeschieden und werden ungenügend kontrolliert. Eine Verbesserung der Wald-Wild-Situation ist durch das Konzept der Wildruhezonen nirgends zu erkennen. Eine positive Wirkung ist für den Wald erst zu erwarten, wenn die Wildbestände der Lebensraumkapazität im Winter angepasst sind.

8.6 Weidwald/beweideter Wald

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Waldweide	-	↗	Es gibt verschiedene Waldobjekte im Gemeindegebiet, die als ausgesprochene Weidewälder gelten und auch gefördert werden können. Diese lichten Wälder haben einen hohen landschaftlichen und ökologischen Wert. Wichtig ist mit Regelungen auch Abmachungen bzw. konkrete Zielvorgaben bezüglich Verjüngung zu vereinbaren, um eine nachhaltige Entwicklung zu sichern.
Beweidete Waldflächen mit Handlungsbedarf	-	↗	Die Regelung der Beweidung in problematischen Gebieten ist eines der vorrangigsten Ziele der BP- und WEP-Periode. Die ausgeschiedenen Gebiete 'Beweidung mit Handlungsbedarf' müssen geregelt werden. Die problematische Beweidung der Wälder ist ein jahrzehntealtes Problem, welches in der Vergangenheit nie konsequent und ganzheitlich angegangen wurde.

8.7 Wald-Wild-Jagd

Merkmal	Ausgangslage	Tendenz	Bemerkungen
Wald als Wildlebensraum	—	→	Verstärktes Einleiten der Verjüngung erhöht zwar Strukturvielfalt und Äsungsangebot im Wald und damit die Qualität als Wildlebensraum; grössere, ungestörte Waldgebiete sind aber nicht mehr möglich; die heutigen grossen Populationen bei Hirsch und Reh haben die Lebensraumkapazität merklich erreicht bzw. überschritten. Für Lebensraumverbesserungen und Zäunungen werden Jäger und Interessierte eingebunden. Die laufende Sensibilisierung bei der Thematik ist wichtig und wird weiterbetrieben.
Wildeinfluss auf die Waldverjüngung	—	→	Insgesamt keine tragbare Wildschadensituation; lokal in sonnenexponierten Waldflächen sehr starker Wild- bis Totverbiss: Alle Baumarten neben Fi und Bu müssen im Jungwuchs geschützt werden, um die Ziele bzgl. Qualität und Quantität zu erreichen. Die jährliche Beurteilung, welche als Textversion vorliegt, hat erstmals auch kartografisch zu Tage gebracht wie grossflächig die Problematik ist. Das verhängte Fütterungsverbot sowie jagdliche Erleichterungen im Jahr 2016/17 sind erste Anzeichen, dass die Problematik zumindest teilweise von der Jagdplanung wahrgenommen und angegangen wird.

Sandro Krättli, 6.10.2017

9 Controlling

Controlling ist ein wichtiger Aspekt im funktionierenden und zeitgemässen Managementprozess. Im Forstbetrieb Madrisa werden mit folgenden Instrumenten Controlling-Funktionen wahrgenommen:

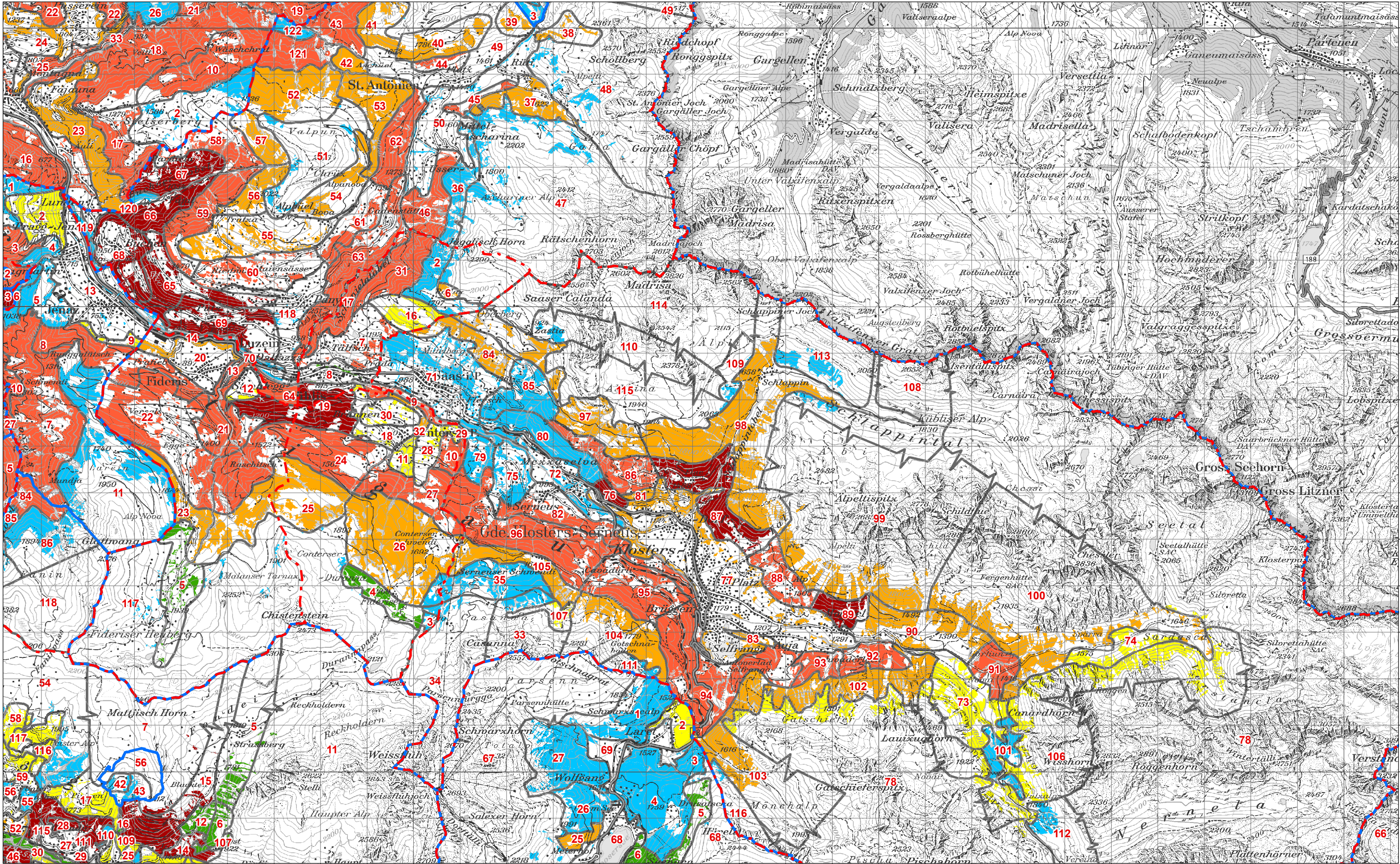
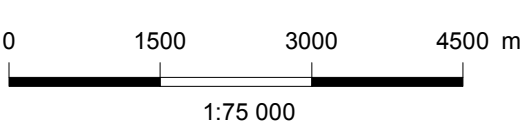
- Im System LeiNa wird jede waldbauliche Massnahme eingetragen (u.a. für Beitragsabrechnung und Nachhaltigkeitskontrolle). Seit 2017 sind hier erweiterte Funktionalitäten verfügbar.
- Im betrieblichen GIS wird für jede ausgeführte Massnahme ein Zeitpunkt festgelegt, wann die nächste waldbauliche Beurteilung dieser Fläche erfolgen soll. Zudem werden hier noch umfangreichere Daten zu jeder Eingriffsfläche abgespeichert als in LeiNa. Zusätzlich ist jede Massnahme durch eine ID mit der Kostenstellenrechnung WinForstPro verknüpft, sodass später bei Bedarf auch die Kosten und Erlöse exakt bekannt sind [8].
- Mit waldbaulichen Weiserflächen, welche gemäss NaiS [2] eingerichtet und betrieben werden, soll der Erfolg der Massnahmen überprüft, sowie Ansätze gefunden werden für die Verbesserung der eigenen Schutzwaldpflege.



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

Beurteilung Wildeinfluss 2017
Forstbetrieb Madrisa

- Gemeinde
- Forstrevier
- Wildeinfluss (Perimeter)
- 0 nicht beurteilt
- 1 kein / gering
- 2 mässig
- 3 erheblich
- 4 gross
- 5 sehr gross



10 Genehmigung

Die Gemeinde Klosters-Serneus hat den Betriebsplan genehmigt.

Das Amt für Wald und Naturgefahren stellt fest:

1. Der Betriebsplan Klosters-Serneus erfüllt inhaltlich und formell die gesetzlichen Vorgaben.
2. Die Rahmenbedingungen des WEP werden eingehalten. Insbesondere wurden die Waldfunktionen gemäss kWaG Art. 1 lit. b angemessen berücksichtigt.

Das Amt für Wald und Naturgefahren genehmigt, gestützt auf kWaG Art. 39 lit. c, den Betriebsplan über die Waldungen der Gemeinde Klosters-Serneus.

Gleichzeitig verpflichtet es die Gemeinde Klosters-Serneus zur Einhaltung folgender Bestimmungen:

1. Die Pflege und Nutzung ihrer Wälder richtet sich nach den im vorliegenden Betriebsplan dargestellten Grundsätzen, den darin festgelegten Zielen und der darin ausgewiesenen waldbaulichen Planung.
2. Der Hiebsatz wird auf total 10'000 Tfm pro Jahr festgelegt. Es handelt sich um eine Richtgrösse, von der insofern abgewichen werden darf, als es die richtige waldbauliche Behandlung zulässt oder erfordert. Beträgt der akkumulierte Nutzungsüberschuss mehr als 30'000 Tfm, ist die Betriebsplanung in Absprache mit dem Amt für Wald und Naturgefahren zu überprüfen.
3. Jährlich sind mindestens 60 ha Wald zu pflegen (Eingriffsflächen gemäss LeiNa). Nach Möglichkeit soll mehr Flächenwirkung angestrebt werden.
4. Die Kontrollführung beginnt rückwirkend mit dem 1. Januar 2017. Sie richtet sich nach den Bestimmungen des Amtes für Wald und Naturgefahren.
5. Der Betriebsplan ist spätestens im Jahr 2028 vollständig zu überarbeiten. Wenn grosse Veränderungen eintreten oder wenn es die öffentlichen Interessen erfordern, kann das Amt für Wald und Naturgefahren eine Revision anordnen. Die Waldeigentümerin entscheidet in Absprache mit dem zuständigen Regionalforstingenieur über Art und Umfang der Revision.

Amt für Wald und Naturgefahren

Die Waldeigentümerin

Ort und Datum:

Ort und Datum:

Der Kantonsförster

Gemeinde Klosters

Reto Hefti:

Präsident, Kurt Steck:

Gemeindeschreiber, Michael Fischer:

Die Verfasser:

Revierförster:
Christian Rüschi

Regionalforstingenieur:
Sandro Krättli

Planer:
Samuel Zürcher

LITERATUR / QUELLEN

- [1] Amt für Wald Graubünden (ed.) / Atragene, 2003: Waldgesellschaften und Waldstandorte Graubündens. Region Prättigau.
- [2] Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R., 2005: Nachhaltigkeit im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. BUWAL.
- [3] Projektbericht «Nachhaltige Schutzwaldpflege GR», Fachstelle GWP und AWN GR, April 2016.
- [4] Gordon, R., 2010: Waldinventur Graubünden – Erste Ergebnisse. Bündner Wald Jg 63/Okt.
- [5] Amt für Wald Graubünden (ed.), 2006: Waldentwicklungsplan Herrschaft / Prättigau – Teilregion inneres Prättigau.
- [6] Amt für Wald und Naturgefahren (ed.), 2013: Anleitung zur Waldbestandeskartierung mit der Checkliste BK2010.2 (Version vom Januar 2013)
Link: http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/awn/dokumentenliste_afw/3_5_3_2_bk_checkliste_2010_2_anleitung.pdf
- [7] Email von Riet Gordon, AWN Chur, an Samuel Zürcher, vom 10.5.2017.
- [8] Projektbericht «Betriebliche Planung im Gebirgswald», ibW BZWM, in Vorbereitung.
- [9] Statuten Forstbetrieb Madrisa, Dez. 2015.
- [10] Geschäftsplan Forstbetrieb Madrisa, Dez. 2016.
- [11] Schweiz. Gebirgswaldpflegegruppe, 2005: Dokumentation der Sommertagung Amden.
- [12] Emails von R. Gordon an S. Zürcher im Dezember 17 und Januar 18.
- [13] Schmid, Zürcher, Gordon, 2017: Einfluss der Erschliessung auf die nachhaltige Schutzwaldpflege, BündnerWald Dez. 2017.

ANHANG

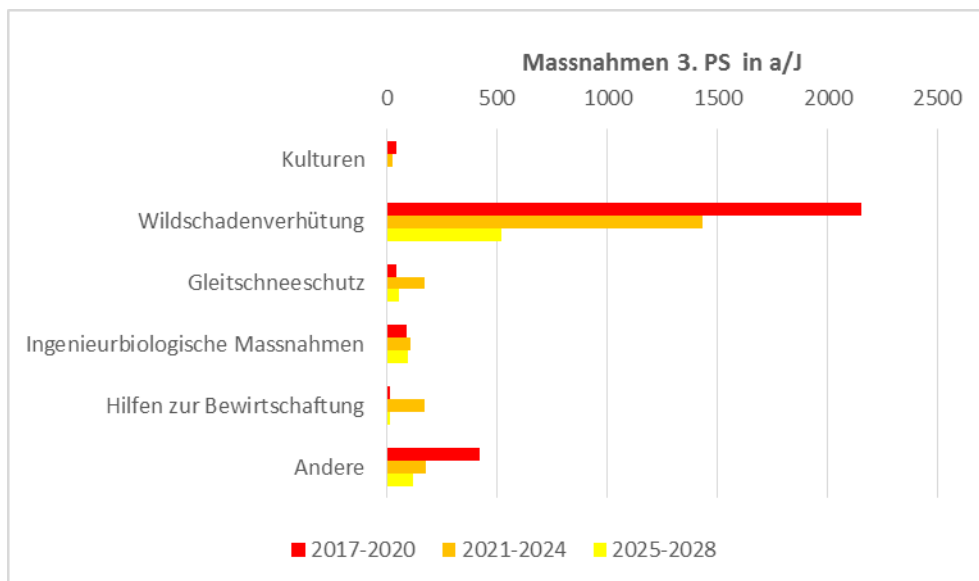
- **Auswertung der bestandesweisen waldbaulichen Massnahmenplanung.**
- **Karte der Feinerschliessungseinheiten und nicht bewirtschafteten Flächen, Format A1.**
- **Vereinfachte Zieltypenkarte, Format A1 (zugunsten der Übersicht sind die Höhenstufen nicht angezeigt, diese sind jedoch auf dem Map-Server des AWN abrufbar).**
- **Bestandeskarte inkl. waldbauliche Dringlichkeiten (vom AWN erstellt).**

ANHANG: Massnahmenplanung 2017 – 2028

Wie in Kapitel 6 erläutert, wird im Rahmen des Betriebsplanes auf eine bestandesweise Massnahmenplanung verzichtet. Diese Daten sind jedoch durchaus wertvoll für die operative Umsetzung. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse nachfolgend zusammengefasst und stehen auch bestandesweise im betrieblichen GIS zur Verfügung. Ziel ist es jedoch nicht, diese 1:1 umzusetzen.

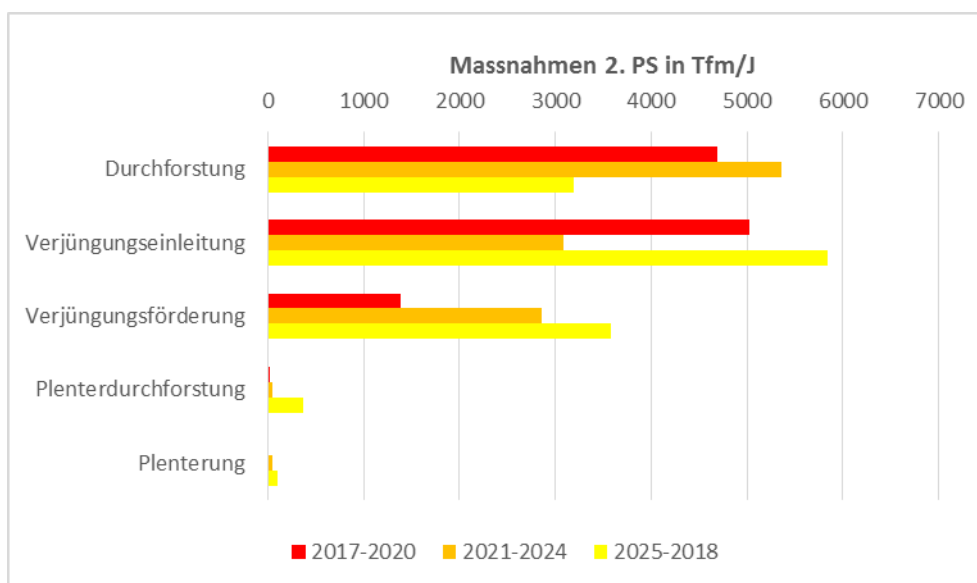
Jungwald-Pflegemassnahmen / 1. Produktionsstufe

Massnahmen 1. PS (aren/Jahr)	2017-2020	2021-2024	2025-2028	Total
Jungwuchspflege	59	76	52	63
Dickungspflege	48	96	174	106
Stangenholzpflge	676	606	296	526
Jungwaldpflege in stufigen Beständen	9	236	100	115
Blössen freihalten	0	0	82	27
Sträucher auf Stock setzen	30	19	27	26
Gesamtergebnis	823	1032	731	862



Holzernte-Massnahmen / 2. Produktionsstufe

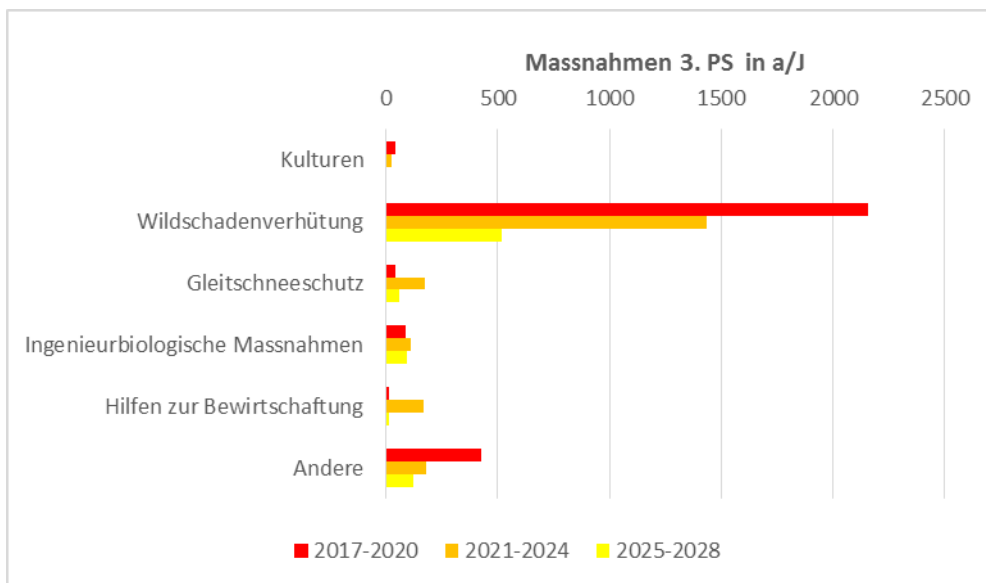
Massnahmen 2. PS (Tfm/J)	2017-2020	2021-2024	2025-2018	Total
Durchforstung	4686	5361	3192	4413
Verjüngungseinleitung	5021	3078	5838	4646
Verjüngungsförderung	1379	2862	3585	2609
Plenterdurchforstung	21	41	364	142
Plenterung	0	48	101	50
Andere waldbauliche Massnahmen mit Holzerei	11	38	199	83
Gesamtergebnis	11118	11428	13280	11942



Unterstützende Massnahmen / 3. Produktionsstufe

Massnahmen 3. PS (a/J)	2017-2020	2021-2024	2025-2028	Total
Kulturen	42	25	0	22
Wildschadenverhütung	2156	1433	518	1369
Gleitschneeschutz	39	172	57	89
Ingenieurbiologische Massnahmen	87	108	93	96
Hilfen zur Bewirtschaftung	12	170	14	65
Andere	423	179	120	241
Gesamtergebnis	2759	2088	802	1883

Bei den Flächenangaben handelt es sich um die gesamte Bestandesfläche und nicht wie in der 1. PS lediglich um die zu behandelnden Flächenanteile.



Zusammenstellung Massnahmenplanung 2017 - 2018 pro BKL

PS 1	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				Gesamt- ergebnis	
Dringlichkeit	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total										
Jungwuchspflege	8	173	79	261	3	17	19	38	2	21	20	43		59	32	91	61	27		87	60			60			23	23							103	8	36	147	751							
Dickungspflege	37			37			4	4			238	238					17	46		64	131	52	32	215		103	48	151	7	113	20	140		17	20	37				50	333	383	1269			
Stangenholzpflege	69	162	15	246	67	7	72	146	64	100	84	248					637	260	19	916	195	156	33	384		171	15	185	919	1016	527	2462	597	395	132	1124	33	151	219	402	122	6	68	196	6310	
JW-Pflege in stufigen Beständen	36	336	192	564		245	116	361		170	27	197		87	65	152		56		56																						49		49	1379	
Blößen freihalten																																												326	326	326
Sträucher auf Stock setzen																	121	75	110	306																									306	
Gesamtergebnis	151	671	287	1109	70	269	210	550	67	291	368	726		146	97	243	836	464	129	1429	386	208	65	660		274	85	359	925	1130	547	2602	597	412	478	1488	33	151	219	402	225	113	438	775	10341	

Angaben in Aren/4 Jahre resp. Aren/121. Es wurde jeweils nur der behandelte Bestandesteil eingerechnet, sowie dieser mit der Anzahl Eingriffe multipliziert

PS 2	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				Gesamt- ergebnis			
Dringlichkeit	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total												
Durchforstung	1171	1908	795	3873	465	1727	2318	4510	557	1968	1149	3673	658	289	710	1657	448	804	547	1799	916	341	43	1300	1822	1445	575	3841	3295	1858	927	6079	1754	1112	1043	3908	234	82	367	683	214	1143	1306	2663	33988			
Verjüngungseinleitung	1016	233	122	1371	203	25	44	272	1584	447	1019	3050	212	6	0	218	1225	894	3724	5844	1710	334	26	2070	248	2573	4192	7013	441	693	172	1305	60	222	283	565	234	291	245	769	742	676	171	1589	24066			
Verjüngungsförderung	443	1196	794	2433	66	240	2201	2507	210	718	1185	2114	185	0	9	194	600	1222	770	2592	1940	1911	445	4296	0	1306	994	2300	0	0	511	511	0	0	144	144	0	0	0	0	358	750	559	1667	18757			
Plenterdurchforstung	0	94	162	257	0	0	705	705	0	63	344	407	0	0	233	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	0	0	0	143	0	0	0	0	1761
Plenterung	0	22	0	22	0	107	0	107	0	148	234	382	0	93	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	442	442	0	0	0	0	1045			
Andere Massnahmen mit Holzerei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	0	152	0	0	0	0	13	0	0	13	27	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	566	566	0	0	43	43	0	0	0	0	801		
Gesamtergebnis	2630	3453	1873	7955	734	2098	5268	8101	2351	3495	3931	9777	1055	388	951	2394	2286	2920	5041	#####	4592	2586	514	7692	2070	5341	5761	#####	3735	2551	1609	7895	1813	1334	2036	5184	610	373	1097	2080	1314	2570	2035	5919	80417			

Angaben in Aren/4 Jahre resp. Aren/121. Es wird jeweils die gesamte Bestandesfläche eingerechnet, jedoch keine Multiplikation mit der Anzahl Eingriffe vorgenommen

PS 3	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				Gesamt- ergebnis
Dringlichkeit	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total	11	12	13	Total					
Kulturen	17			17																149	99		249																			266			
Wildschadenverhütung		4		4					2980	2116	1154	6250	558	1		559	663	322	64	1049	3155	1601	91	4847						668		668	979	152	208	1340	96	696	555	1346	192	172		365	16427
Gleitschneeschutz	157	198		355		397		397						95		95			39	39																			188	188		1073			
Ingenieurbioologische Massnahmen					84	26	74	185		169		169	263	239	34	536																							265	265		1154			
Hilfen zur Bewirtschaftung											56	56					49	680		729																						785			
Andere		72		72					865	245		1110	68			68	261	398		659	259				259				65			65	44		253	297	130		226	357			2887		
Gesamtergebnis	174	274		448	84	423	74	581	3845	2530	1210	7585	889	335	34	1257	973	1400	103	2475	3564	1701	91	5355				65	668		734	1023	152	461	1637	226	696	781	1703	192	172	452	817	22593	

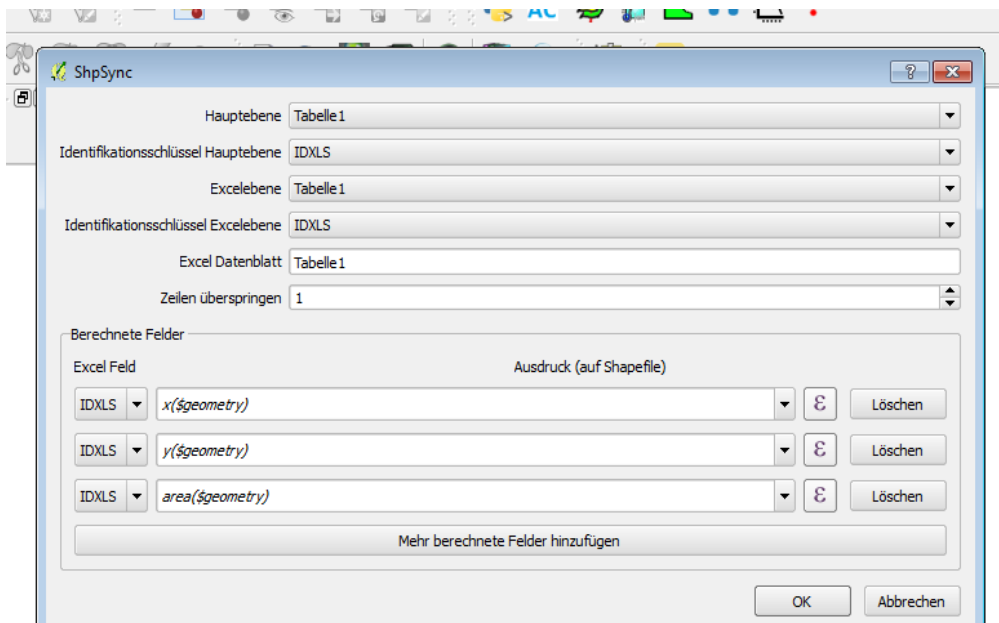
Angaben in Aren/4 Jahre resp. Aren/121. Es wird jeweils die gesamte Bestandesfläche eigerechnet, sowie diese mit der Anzahl Eingriffe multipliziert

A-3-2. Massnahmen-Tool: Benutzungshinweise und Print Screens

Detaillierte Informationen zur Funktionsweise und Anwendung des Tools sind in folgenden eigenständigen Dokumenten enthalten:

- Anleitung Teil QGIS: A-3-2 Benutzerhandbuch_ShpSync_2016-03-02.pdf
- Anleitung Teil Excel: A-3-2 Benutzerhandbuch_Massnahmentool_2016-11-29.pdf
- Dokumentation Teil Excel: A-3-2 Benutzerhandbuch_Massnahmentool_2016-11-29.pdf

Das Tool steht allen Interessierten zur Verfügung, für Anwendung und Weiterentwicklung.



Print Screen aus dem QGIS-Plugin, welches die Verbindung zur Excel-Anwendung herstellt.

Massnahme bearbeiten

Speichern und Schliessen mit LeiNa abgleichen wird automatisch berechnet Abbrechen

Massnahmenplanung | Finanzielle Planung | Ausführung

Kopfdaten

ID: 24
 Auftrags-Nr.: a22.2
 EF-Key:
 Lokalname: Test1
 Eigentum: Klosters-Serneus, Ger
 FEE-Nr.: 3

Waldfunktion

Zweck: Erholung und Tourismus
 Beschrieb: Test77
 Kostenträger:

Fläche (GIS)

Fläche [ha]: 1.73736024821856

Zeitplan

Ausführung:
 Deadline:

Status

Status: Grobschätzung
 in LeiNa erfasst?: nein
 Dokumentation: E:\01_bw\BZWM\03_Projekt

Massnahmen Holzerei (2. Produktionsstufe)

Typ:
 Beschrieb:
 Fällen und Aufrüsten: Fällen motormanuell
 Rücken: Rücken MSK bergab
 Beschrieb:
 Holzanfall [m3]: 200
 Holzanfall an-rechenbar [m3]: 200
 an-rechenbare Fläche [ha]: 1.5
 Dritteleistungen Anteil Kosten [%]: 50
 Verkaufsort: franko Waldstrasse

Massnahmen Pflege (1. Produktionsstufe)

Typ:
 Beschrieb:

Unterstützende Massnahmen (3. Produktionsstufe)

Typ:
 Beschrieb:

Print Screen aus der Excel-Anwendung, Teil *Massnahmenplanung*.

Massnahme bearbeiten

Massnahmenplanung | Finanzielle Planung | Ausführung

Holzverkauf

% Verkauf & Eigenbedarf: 100
 Holzpreis [Fr./m3]: 80
 Holzerlös total [Fr.]: 16000
Holzerlös berechnen

Beiträge

PS2: Beitrag [Fr./m3]: 0
 PS2: Beitrag [Fr./ha]: 8000
 PS2: zus. Pauschale [Fr.]:
 PS1: Beitrag [Fr./a]:
 PS3: Beitrag [Fr./Stk]:
 Total Beiträge [Fr.]: 12000
Beiträge berechnen
 Projektart: Schutzwald
-> Eigene Datei öffnen

Kostenschätzung

PS2: Kosten [Fr./m3]: 120
 PS2: zus. Pauschale [Fr.]:
 PS1: Kosten [Fr./a]:
 PS1: zus. Pauschale [Fr.]:
 PS3: Kosten [Fr./Stk]:
 PS3: zus. Pauschale [Fr.]:
 Total Kosten [Fr.]: 24000
Kosten berechnen
-> HeProMo öffnen -> Eigene Datei öffnen

Ergebnis

Ergebnis PS2 [Fr./m3]: 20
 Ergebnis PS1 [Fr./a]: 0
 Ergebnis PS3 [Fr./Stk]: 0
 Ergebnis total [Fr.]: 4000
 Ergebnis total: 2200

Personeller Aufwand

Mann-tage PS2: 10
 Mann-tage PS1:
 Mann-tage PS3:

Print Screen aus der Excel-Anwendung, Teil *Vorkalkulation*.

Massnahme bearbeiten

Massnahmenplanung | Finanzielle Planung | **Ausführung**

Ausführung

Jahr Ausführung:

Angefallene Holzmenge [m3]:

Bemerkungen zur Ausführung, die für spätere Eingriffe wertvoll sind:

Weiteres Vorgehen

Neubeurteilung im Jahr

Bemerkungen für Beurteilung:

Nächster Eingriff im Jahr

Bemerkungen für nächsten Eingriff:

Zwischenbeurteilung 1 im Jahr

Bemerkungen:

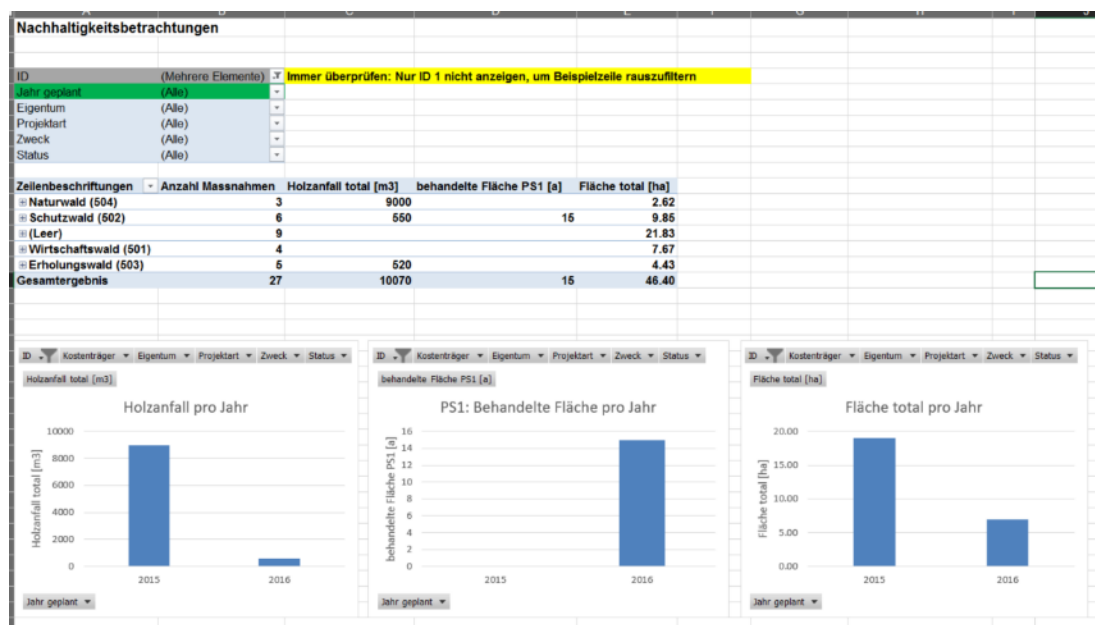
Zwischenbeurteilung 2 im Jahr

Bemerkungen:

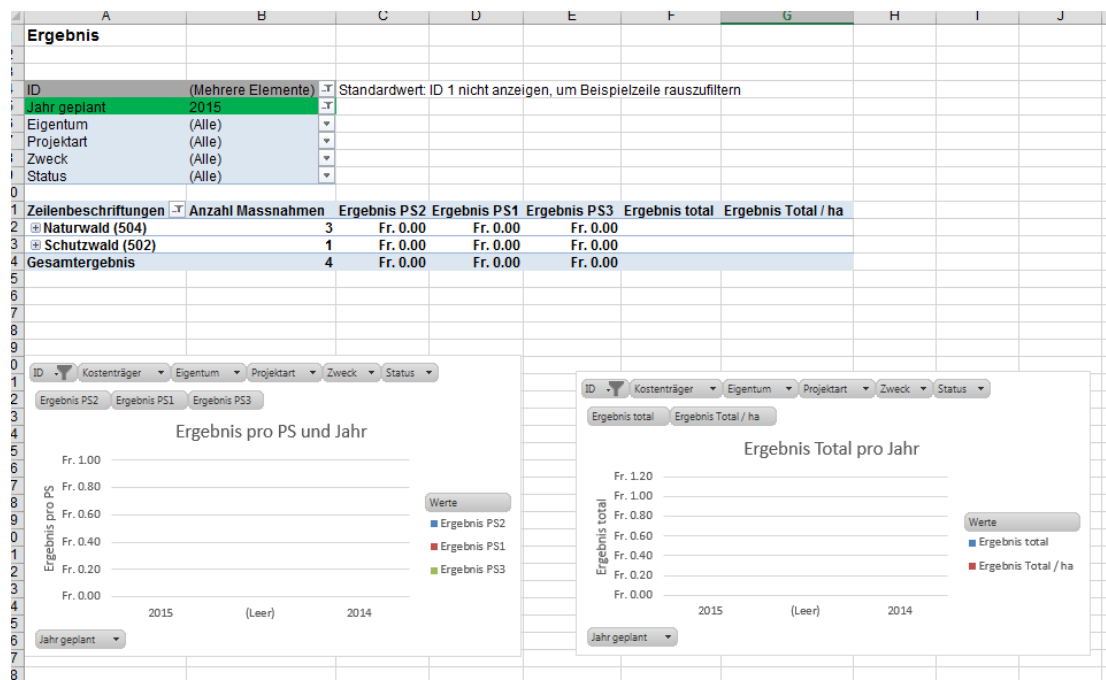
Zwischenbeurteilung 3 im Jahr

Bemerkungen:

Print Screen aus der Excel-Anwendung, Teil *Ausführung und Weiteres Vorgehen*.



Print Screen aus der Excel-Anwendung: Teil *waldbauliche Auswertungen* mit Pivot Tabellen und Grafiken.



Print Screen aus der Excel-Anwendung: Teil *Finanzielle Auswertungen* mit Pivot Tabellen und Grafiken.

Massnahmenplanung – Teil Excel

Benutzerhandbuch

Stand: 29.11.2016, Ueli Schmid

Dieses Tool wurde im Rahmen des Projektes „Betriebliche Planung im Gebirgswald“ durch das ibW Bildungszentrum Wald erarbeitet und vom BAFU finanziert. Es ist auf die Bedürfnisse des Fallstudienbetriebs Klosters-Serneus ausgerichtet. Die Weiterverwendung und Anpassung an andere Betriebe ist mit entsprechender Quellenangabe möglich und erwünscht.

Inhalt

1. Grundsätzliches	3
2. Tabellenblatt „Formular“	3
2.1. Schaltflächen	3
2.2. Speicherorte	3
3. Tabellenblatt „Auswahlwerte“	4
4. Formular „Massnahmenplanung“	4
4.1. Geplante Massnahmen.....	4
4.2. Ausgeführte Massnahmen.....	4
4.3. Erinnerungen	4
5. Formular „Massnahme bearbeiten“	5
5.1. Massnahmenplanung	5
5.1.1. ID	5
5.1.2. Auftrags-Nr.....	5
5.1.3. Kostenträger	6
5.1.4. Fläche	6
5.1.5. Dokumentation.....	7
5.2. Finanzielle Planung	7
5.2.1. Holzerlös berechnen	7
5.2.2. Beiträge berechnen	7
5.2.3. Eigene Datei öffnen (Beiträge)	7
5.2.4. Kosten berechnen.....	8
5.2.5. HeProMo öffnen.....	8
5.2.6. Eigene Datei öffnen (Kostenschätzung)	8
5.2.7. Ergebnis berechnen.....	9
5.3. Ausführung.....	9
6. Pivot-Tabellen.....	10
6.1. Verbindung herstellen.....	10

6.2.	Arbeiten mit den Pivot-Auswertungen	10
7.	Problembehandlung	11
7.1.	Mac-User	11
7.2.	Computer mit Deutscher statt Schweizer Tastatureinstellung.....	11
7.3.	Fehlende oder lückenhafte Beispielzeile in der Datenbank	11

1. Grundsätzliches

Das Tool Massnahmenplanung verbindet zwei Programme:

- QGIS
 - o Erfassung neuer Massnahmen (1. Schritt ist die räumliche Erfassung)
 - o Darstellung und Anpassung der Massnahmen-Perimeter
 - o (Neu-)Berechnung der Flächen
- Excel
 - o Anzeige und Anpassung der Detailinformationen zu den Massnahmen
 - o Kostenschätzungen
 - o Erfassung von Kommentaren zu Ausführung, Beurteilung etc.

Beide Programme greifen dafür auf eine Excel-Datei zu (im Format *.xls*), die vom Benutzer NICHT geöffnet oder verändert werden sollte! Sowohl das QGIS- als auch das Excel-Tool können gleichzeitig geöffnet sein, um die Massnahmen anzuzeigen und zu bearbeiten.

In diesem Handbuch wird die Handhabung des Excel-Tools erläutert. Die Benutzung des QGIS-Tools ist in einem separaten Dokument beschrieben.

2. Tabellenblatt „Formular“

Beim Öffnen des Excel-Tools (Datei im Format *.xls*) wird zuerst das Tabellenblatt „Formular“ angezeigt. Dieses beinhaltet die zwei Bereiche „Schaltflächen“ und „Speicherorte“. Öffnet man das Tool zum ersten Mal, sollten zuerst die Pfade im Bereich „Speicherorte“ angepasst werden.

2.1. Schaltflächen

Formular öffnen: Öffnet das Formular „Massnahmenplanung“.

Benutzerhandbuch öffnen: Öffnet das digitale Benutzerhandbuch (dieses Dokument).

Dokumentation öffnen: Öffnet die digitale Dokumentation des verwendeten Codes.

Zusammenstellung der VBA-Objekte öffnen: Öffnet die Zusammenstellung der im Formular verwendeten Objekte und Makros (Teil der Dokumentation).

2.2. Speicherorte

Die hier aufgeführten Pfade müssen vom Benutzer individuell angepasst werden. Über die Schaltfläche „Durchsuchen“ kann zur jeweiligen Datei, bzw. zum Ordner, navigiert werden. Mit „Öffnen“ wird der Pfad der gewählten Datei ins Feld links davon geschrieben.

Sind alle Pfade aktualisiert, sollte das Dokument gespeichert werden, damit beim nächsten Start das Tool automatisch auf die richtigen Dateien und Ordner zugreift.

Massnahmen: Pfad zur Excel-Datei, in welcher die Daten zu den Massnahmen gespeichert sind, im Format *.xls*. Gleiche Datei, auf welche vom QGIS-Tool zugegriffen wird.

Ordner Aufträge: Ordner, in dem für jede Massnahme ein Unterordner angelegt ist/wird.

HeProMo: Pfad zur Ausführungsdatei (mit der Endung *.jar*) des Programmes HeProMo (Holzernte-Produktivitätsmodelle der WSL).

Eigene Datei Kosten: Pfad zu individuell wählbarer Datei, die für die Kostenschätzung verwendet wird.

Eigene Datei Beiträge: Pfad zu individuell wählbarer Datei, die für die Beitragsberechnung verwendet wird.

Benutzerhandbuch: Pfad zum digitalen Benutzerhandbuch (diesem Dokument).

Dokumentation: Pfad zur digitalen Dokumentation des verwendeten Codes.

ibW Höhere Fachschule Südostschweiz · Chur · Sargans · Maienfeld · www.ibw.ch

VBA-Objekte: Pfad zur Zusammenstellung aller verwendeten Objekte und Makros.

3. Tabellenblatt „Auswahlwerte“

Im Tabellenblatt „Auswahlwerte“ sind die Inhalte der in den Formularen angezeigten Drop-Down-Listen gespeichert. Die bestehenden Werte können vom Benutzer verändert oder gelöscht werden, neue Werte können hinzugefügt werden. Die meisten Werte sollten mit den Optionen in LeiNa übereinstimmen, um das Tool effizient benutzen zu können.

Die erste Zeile darf nicht verändert werden, deshalb ist sie geschützt. Die darunterliegenden Auswahlwerte einer Drop-Down-Liste müssen alle untereinander stehen, ohne dass eine leere Zelle dazwischen ist. Bei leeren Zellen bricht die Funktion, welche die Werte ausliest ab und weiter unten stehende Werte werden deshalb nicht erkannt.

4. Formular „Massnahmenplanung“

Im ersten Formular „Massnahmenplanung“ werden alle erfassten Massnahmen angezeigt.

In der oberen rechten Ecke kann die Grösse des Formulars (Fenstergrösse) angepasst werden. Die gewählte Einstellung wird gespeichert, ebenso für das Formular „Massnahme bearbeiten“ verwendet und ist beim nächsten Öffnen der Datei der Standard-Wert, sofern die Datei gespeichert wurde.

Das Formular beinhaltet drei Tabs: „geplante Massnahmen“, „ausgeführte Massnahmen“ und „Erinnerungen“. Deren Inhalte werden in den nächsten Abschnitten genauer erläutert.

Die Schaltfläche Neu laden (runder Pfeil unten links) lädt das Formular neu, um im QGIS neu erfasste oder gelöschte Massnahmen anzuzeigen bzw. zu entfernen.

Die Schaltfläche Beenden schliesst das Formular und man kehrt zur Excel-Datei zurück.

4.1. Geplante Massnahmen

Im ersten Tab werden alle Massnahmen angezeigt, die **noch nicht ausgeführt** wurden.

Mit den Schaltflächen, die die Spaltenüberschriften enthalten (z.B. Auftrags-Nr. <>) kann die Liste nach dem jeweiligen Kriterium aufsteigend sortiert werden.

Ist eine Massnahme ausgewählt (blau hinterlegt), kann diese mit Doppelklick auf den Listeneintrag oder durch betätigen der Schaltfläche Bearbeiten im Formular „Massnahme bearbeiten“ geöffnet werden, wo alle Details einsehbar und veränderbar sind.

4.2. Ausgeführte Massnahmen

Im zweiten Tab werden alle Massnahmen angezeigt, die **bereits ausgeführt** wurden.

4.3. Erinnerungen

Im dritten Tab werden zunächst alle Massnahmen angezeigt, bei denen entweder:

- eine Deadline zur Ausführung gesetzt wurde,
- das Jahr der nächsten Beurteilung festgelegt wurde, oder
- das Jahr des nächsten Eingriffes festgelegt wurde.

Die Liste kann mit Hilfe der beiden Auswahlfelder im oberen Teil gefiltert werden. Dafür im ersten Feld die Art des Filters wählen und im zweiten Feld das gewünschte Jahr entweder auswählen oder eintippen. Mit Klick auf die Schaltfläche Anzeigen wird die Liste darunter aktualisiert. Um wieder die gesamte Liste wie beim Start des Formulars anzuzeigen, die Schaltfläche Filter zurücksetzen betätigen.

5. Formular „Massnahme bearbeiten“

Im Formular „Massnahme bearbeiten“ werden die Detailinformationen einer Massnahme angezeigt und können verändert werden. Das Formular besteht aus einem Kopfbereich und wiederum drei Tabs. Wird eine noch nicht ausgeführte Massnahme geöffnet, erscheint zuerst der Tab Massnahmenplanung, bei einer bereits ausgeführten Massnahme der Tab Ausführung. Eine Massnahme gilt als ausgeführt, sobald im Feld Jahr Ausführung ein Wert eingetragen wurde.

Die Schaltfläche Speichern und Schliessen speichert die gemachten Änderungen in der externen Datei, schliesst das Formular und zeigt wieder das Formular „Massnahmenplanung“.

Die Schaltfläche Abbrechen schliesst das Formular ohne die Inhalte zu speichern und zeigt wieder das Formular „Massnahmenplanung“.

Ist bei der aktuellen Massnahme die Frage in LeiNa erfasst? mit „ja“ beantwortet, erscheint am oberen Rand des Formulars eine rote Warnung. Da der Datenaustausch mit LeiNa nicht automatisiert ist, weist die Warnung darauf hin, dass jetzt erfasste Änderungen (in den hellblau hinterlegten Feldern) in LeiNa ebenfalls erfasst werden müssen.

Die gelb hinterlegten Felder können durch Knopfdruck im entsprechenden Bereich automatisch berechnet werden. Theoretisch kann man die Werte auch manuell eingeben oder überschreiben.

5.1. Massnahmenplanung

Im ersten Tab werden einerseits die allgemeinen Angaben zur Fläche erfasst, andererseits die Informationen zu den geplanten Massnahmen, getrennt nach Produktionsstufe. Einige Felder werden im Folgenden näher erläutert.

5.1.1. ID

Die ID ist die eindeutige Identifikationsnummer jeder Massnahme. Diese wird beim Erfassen einer neuen Massnahme in QGIS automatisch vergeben und kann im Formular nicht verändert werden.

5.1.2. Auftrags-Nr.

Die Auftrags-Nr. entspricht der Nummer aus WinForstPro. Aus der Auftragsnummer wird, spezifisch für den Forstbetrieb Klosters, der Kostenträger automatisch generiert. Bei der Anwendung des Tools für andere Forstbetriebe, bzw. anderer Nomenklatur der Auftrags-Nr. und Kostenträger, muss der Quellcode leicht angepasst werden.

Die Auftrags-Nr. muss vom Format W28.00 oder W28.00a sein.

Sobald die Auftrags-Nr. verändert wird, werden die Felder Kostenträger und

Dokumentation automatisch generiert. Deshalb wird eine Warnung angezeigt.

5.1.3. Kostenträger

Der Kostenträger nach folgender Regel automatisch generiert:

- Beginnt die Auftragsnummer mit W, ist der Kostenträger Wirtschaftswald (501)
- Beginnt die Auftragsnummer mit S, ist der Kostenträger Schutzwald (502)
- Beginnt die Auftragsnummer mit E, ist der Kostenträger Erholungswald (503)
- Beginnt die Auftragsnummer mit N, ist der Kostenträger Naturwald (504)

Dies passiert, sobald der Inhalt des Feldes Auftrags-Nr. verändert wurde.

5.1.4. Fläche

Die Fläche wird im GQIS anhand der erfassten Geometrie berechnet und übernommen. Im Excel-Tool kann dieser Wert nicht verändert werden.

Hinweis: Die für die Beiträge anrechenbare Fläche der ersten und zweiten Produktionsstufe (in ha, resp. a) müssen von Hand erfasst werden.

5.1.5. Dokumentation

Der Pfad zum Ordner mit zusätzlicher Dokumentation wird aufgrund der Auftrags-Nr. automatisch generiert. Beim Doppelklicken auf den Pfad wird im Ordner, der vom Benutzer im Tabellenblatt „Formular“ unter Ordner Aufträge angegeben wurde, ein Unterordner mit dem Namen der Auftrags-Nr. angelegt, oder, falls dieser bereits besteht, geöffnet.

Der Pfad wird generiert, sobald die Auftrags-Nr. geändert wird. Das Feld ist gesperrt und kann darum von Hand nicht angepasst werden.

5.2. Finanzielle Planung

Im zweiten Tab können Angaben zum Holzverkauf, den Beiträgen, den Kosten, dem erwarteten Ergebnis und zum personellen Aufwand gemacht oder berechnet werden. Nachfolgend wird erklärt, was genau beim Klick auf die verschiedenen Schaltflächen berechnet wird.

5.2.1. Holzerlös berechnen

Der Holzerlös berechnet sich folgendermassen und wird auf eine ganze Zahl gerundet:

$$\text{Holzerlös total [Fr.]} = \text{Holzanfall [m}^3\text{]} * \% \text{ Verkauf \& Eigenbedarf [\%]} * \text{Holzpreis [Fr./m}^3\text{]}$$

Der Holzanfall (grüner Text) wird im ersten Tab im Bereich „Massnahmen Holzerei“ angegeben, die übrigen Werte (blauer Text) sind in der gleichen Maske der Schaltfläche zu erfassen. Der Anteil des Holzes für Verkauf und Eigenbedarf muss als Ganzzahl zwischen 0 und 100 angegeben werden.

5.2.2. Beiträge berechnen

Die Gesamtbeiträge berechnen sich folgendermassen und werden auf eine ganze Zahl gerundet:

$$\text{Beiträge PS2 via m}^3 \text{ [Fr.]} = \text{PS2: Beitrag [Fr./m}^3\text{]} * \text{HA anrechenbar [m}^3\text{]}$$

$$\text{Beiträge PS2 via ha [Fr.]} = \text{PS2: Beitrag [Fr./ha]} * \text{anrechenbare Fläche [ha]}$$

$$\text{Beiträge PS1 [Fr.]} = \text{PS1: Beitrag [Fr./a]} * \text{behandelte Fläche [a]}$$

$$\text{Beiträge PS3 [Fr.]} = \text{PS3: Beitrag [Fr./Stk]} * \text{Anzahl}$$

$$\text{Total Beiträge [Fr.]} = \text{Beitrag PS2 via m}^3 + \text{Beitrag PS2 via ha} + \text{PS2: zus. Pauschale [Fr.]} + \text{Beitrag PS1} + \text{Beitrag PS3}$$

Die ersten vier Schritte (grauer Text) werden im Hintergrund berechnet, deren Resultate werden darum im Formular nicht angezeigt. Die oben blau geschriebenen Felder werden in der gleichen Maske der Schaltfläche eingegeben, die grün geschriebenen Felder müssen im ersten Tab im Bereich der entsprechenden Massnahmen eingegeben werden.

5.2.3. Eigene Datei öffnen (Beiträge)

Ein Klick auf diese Schaltfläche öffnet die Datei, deren Pfad im Tabellenblatt „Formular“ unter Eigene Datei Beiträge hinterlegt wurde. Die Idee ist, dass jeder Nutzer hier eine individuelle Datei hinterlegen kann, die er für die Berechnung der Beiträge normalerweise bezieht (z.B. Zusammenstellung der verschiedenen Beitragstypen). Es können Dateien jeglicher Art verlinkt werden (Word, Excel, PDF, etc.).

5.2.4. Kosten berechnen

Hinweis: Die Kostenschätzung pro m³ in der zweiten Produktionsstufe (*PS2: Kosten [Fr./m3]*) beziehen sich auf den gesamten Holzanfall. Bleibt ein grosser Teil des Holzes im Bestand liegen, muss die Kostenschätzung so gemacht werden, dass es Durchschnittskosten pro m³ des gesamten Holzanfalles sind, die wegfallenden Aufrüstungs- und Rückekosten des liegengelassenen Holzes also berücksichtigt sind.

Die totalen Kosten berechnen sich folgendermassen und werden auf eine ganze Zahl gerundet:

$$\text{Kosten PS2 [Fr.]} = (\text{Holzanfall [m3]} * \text{PS2: Kosten [Fr./m3]}) + \text{PS2: zus. Pauschale [Fr.]}$$

$$\text{Kosten PS1 [Fr.]} = (\text{behandelte Fläche [a]} * \text{PS1: Kosten [Fr./a]}) + \text{PS1: zus. Pauschale [Fr.]}$$

$$\text{Kosten PS3 [Fr.]} = (\text{Anzahl} * \text{PS3: Kosten [Fr./Stk]}) + \text{PS3: zus. Pauschale [Fr.]}$$

$$\text{Total Kosten [Fr.]} = \text{Kosten PS2} + \text{Kosten PS1} + \text{Kosten PS3}$$

Die Färbung des Textes in den Formeln entspricht denselben Aussagen wie unter Beiträge berechnen.

5.2.5. HeProMo öffnen

Ein Klick auf diese Schaltfläche öffnet das Programm HeProMo (Holzernte-Produktivitätsmodelle der WSL), sofern im Tabellenblatt „Formular“ der korrekte Pfad dazu angegeben wurde. Bevor sich das Programm öffnet, erscheint eine Warnung mit der Frage: „Möchten Sie diese Datei öffnen?“. Dieses Pop-Up mit OK bestätigen, dann öffnet sich HeProMo.

Hinweis: Das Holzernteproduktivitätsmodell HeProMo der WSL hilft bei der Berechnung der Kosten verschiedener Holzerntearbeiten. Details dazu und Download unter:

http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_hepromo/index_DE

5.2.6. Eigene Datei öffnen (Kostenschätzung)

Ein Klick auf diese Schaltfläche öffnet die Datei, deren Pfad im Tabellenblatt „Formular“ unter Eigene Datei Kosten hinterlegt wurde. Die Idee ist, dass jeder Nutzer hier eine individuelle Datei hinterlegen kann, die er für die Kostenschätzung normalerweise beizieht (z.B. Tabelle mit Erfahrungswerten). Es können Dateien jeglicher Art verlinkt werden (Word, Excel, PDF, etc.).

5.2.7. Ergebnis berechnen

Für die Ergebnisse werden Holzerlös und Beiträge summiert und die Kosten davon abgezogen. Die einzelnen Felder werden folgendermassen berechnet und auf ganze Zahlen gerundet:

$$\begin{aligned} \text{Ergebnis PS2 [Fr./m3]} &= [\text{Holzerlös total [Fr.]} + (\text{PS2: Beitrag [Fr./m3]} * \text{HA anrechenbar [m3]}) + \\ &\quad (\text{PS2: Beitrag [Fr./ha]} * \text{anrechenbare Fläche [ha]}) + \text{PS2: zus. Pauschale [Fr.]} - \\ &\quad (\text{Holzanfall [m3]} * \text{PS2: Kosten [Fr./m3]}) - \text{PS2: zus. Pauschale [Fr.]}] / \text{Holzanfall [m3]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ergebnis PS1 [Fr./a]} &= [(\text{PS1: Beitrag [Fr./a]} * \text{behandelte Fläche [a]}) - (\text{behandelte Fläche [a]} * \text{PS1: Kosten} \\ &\quad \text{[Fr./a]}) - \text{PS1: zus. Pauschale [Fr.]}] / \text{behandelte Fläche [a]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ergebnis PS3 [Fr./Stk]} &= [(\text{PS3: Beitrag [Fr./Stk]} * \text{Anzahl}) - (\text{Anzahl} * \text{PS3: Kosten [Fr./Stk]}) - \\ &\quad \text{PS3: zus. Pauschale [Fr.]}] / \text{Anzahl} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ergebnis total [Fr.]} &= (\text{Ergebnis PS2 [Fr./m3]} * \text{Holzanfall [m3]}) + \\ &\quad (\text{Ergebnis PS1 [Fr./a]} * \text{behandelte Fläche [a]}) + (\text{Ergebnis PS3 [Fr./Stk]} * \text{Anzahl}) \end{aligned}$$

$$\text{Ergebnis total [Fr./ha]} = \text{Ergebnis total [Fr.]} / \text{Fläche [ha]}$$

Farblegende:

Brauner Text: Berechnung im zweiten Tab unter „Holzverkauf“ (Holzerlös berechnen)

Violetter Text: Eingabe im zweiten Tab unter „Beiträge“

Oranger Text: Eingabe im zweiten Tab unter „Kostenschätzung“

Grüner Text: Eingabe im ersten Tab unter der jeweiligen Produktionsstufe

Roter Text: Automatisch generierte Fläche der gesamten Massnahme (aus QGIS)

5.3. Ausführung

Im dritten Tab werden Informationen erfasst, nachdem die Massnahme ausgeführt wurde. Sobald im Feld Jahr Ausführung ein Wert erfasst wurde, gilt die Massnahme als ausgeführt.

Die Idee hinter den Feldern Zwischenbeurteilung ist, dass gemachte Beobachtungen im Zeitraum zwischen Ausführung und Neubeurteilung als Gedankenstütze erfasst werden können.

Hinweis: Nach der Ausführung sollten die Werte in den Tabs **Massnahmenplanung** und **Finanzielle Planung** nicht mehr verändert werden. Die Nachkalkulation erfolgt über die Ergebnisse aus WinForstPro und BAR. Somit können später Auswertungen gemacht werden zwischen Planung und Realisierung.

6. Pivot-Tabellen

Um den Massnahmenpool auszuwerten, wurden einige Pivot-Tabellen vorbereitet. Diese können ebenfalls mit der Datenbank verbunden werden und greifen somit auf dieselben Daten wie das Excel-Tool und das QGIS-Plugin zu.

Auch bei den Pivot-Tabellen gilt, dass die Excel-Datei (.xls) mit den Massnahmen nicht gleichzeitig geöffnet werden darf, sonst funktioniert die Verbindung nicht. Zudem dürfen die Pivot-Tabellen **nicht gleichzeitig wie das Excel-Tool oder das QGIS-Plugin geöffnet sein**, da sie die Datenbank blockieren. Es könnte v.a. im QGIS sogar zu Datenverlust führen!

6.1. Verbindung herstellen

Wird die Excel-Datei mit den Pivot-Tabellen zum ersten Mal geöffnet, muss als erstes die Verbindung zur Datenbank hergestellt werden. Beim Öffnen wird standardmässig das Tabellenblatt „Startseite“ angezeigt, auf dem der Verbindungsprozess erläutert ist. Die vier möglichen Optionen sollten durch die Zeichnungen und Erläuterungen klar sein.

Falls das Verbinden über den Button nicht funktioniert, kann diese notfalls auch „von Hand“ aktualisiert werden. Dies führt leider dazu, dass die Verbindung künftig eventuell immer auf diesem Weg aktualisiert werden muss, die Gründe dafür sind nicht klar.

1. Registerkarte *DATEN* öffnen
2. *Verbindungen* öffnen
3. Verbindung „1-Daten_extern“ anwählen und *Eigenschaften* öffnen
4. Reiter *Definition* öffnen
5. Bei „Verbindungsdatei“ auf *Durchsuchen...* klicken
6. .xls-Datei mit den Massnahmen auswählen
7. Im Dialogfenster „Tabelle auswählen“ *Tabelle1\$* anwählen und mit OK bestätigen
8. Dialogfenster „Verbindungseigenschaften“ mit OK schliessen
9. Dialogfenster „Arbeitsmappenverbindungen“ schliessen
10. Dokument speichern

Mit den obigen Schritten sollte die Verbindung mindestens einmal sauber hergestellt werden können. Um volle Funktionstüchtigkeit wiederherzustellen, kann danach folgendes Prozedere versucht werden:

1. Über den Button „Verbindung neu setzen“ die Verbindung zu einer Datenbank herstellen. Wahrscheinlich erscheint dann kein Pop-Up „Tabelle auswählen“, das ist so i.O.
2. Schritte 1 bis 3 des obigen Blocks erneut durchführen
3. Im Reiter *Verwendung* die Option „Aktualisieren beim Öffnen der Datei“ aktivieren
4. Im Reiter *Definition* die Option „Verbindungsdatei immer verwenden“ aktivieren
5. Mit OK bestätigen
6. Im Dialogfenster „Tabelle auswählen“ *Tabelle1\$* anwählen und mit OK bestätigen
7. Dialogfenster „Arbeitsmappenverbindungen“ schliessen
8. Über den Button „Verbindung neu setzen“ die Verbindung erneut herstellen. Jetzt sollte nach dem Auswählen ein Pop-Up „Tabelle auswählen“ erscheinen. Nun sollte die Verbindung auch in Zukunft wieder über diesen Button hergestellt werden können.
9. Dokument speichern

6.2. Arbeiten mit den Pivot-Auswertungen

In den Tabellenblättern „Nachhaltigkeit“, „Auslastungsplanung“, „Ergebnis“ und „Beiträge“ sind Pivot-Auswertungen vordefiniert.

Wichtig ist, dass bei jeder Verwendung der Filter ID überprüft wird. Die Beispielmassnahme, wahrscheinlich die Massnahme mit der ID 0 oder 1 sollte herausgefiltert werden, um die Ergebnisse nicht zu verfälschen.

Wird die Datenbank aber erweitert, werden die neuen Massnahmen nicht standardmässig ausgewählt. Daher muss überprüft werden, dass alle Massnahmen ausser der Beispielzeile effektiv ausgewählt sind.

Mit den Filtern ganz oben links auf dem Tabellenblatt wird jeweils die darunterliegende Tabelle beeinflusst. Die Grafiken müssen separat über die Filter in den Diagrammbereichen angepasst werden.

Eigene Auswertungen können problemlos hinzugefügt werden. Der einfachste Weg dazu ist, eine der vordefinierten Pivot-Tabellen ganz (d.h. inklusive der Filter) zu markieren und in ein neues Tabellenblatt zu kopieren. Somit werden alle Informationen zur Datenverbindung übernommen. Danach können die Felder wie gehabt angepasst werden.

7. Problembehandlung

Leider konnten nicht alle mögliche Fehlermeldungen abgefangen werden, darum kann es unter Umständen zu einem Absturz des Excel-Tools kommen, wobei ein Fehler im Code angezeigt wird. Wahrscheinlich passiert dies hauptsächlich beim Abspeichern einer Massnahme. Leider kann in diesen Situationen nicht mit Sicherheit gesagt werden, was der Grund ist, im Folgenden sind jedoch einige mögliche Gründe und Vorschläge zur Lösung des Problems aufgeführt.

7.1. Mac-User

Die Verbindung zur externen Excel-Datei funktioniert scheinbar nur auf Windows. Für Mac gibt es leider keine Lösung.

7.2. Computer mit Deutscher statt Schweizer Tastatureinstellung

Es kann sein, dass auf Computern mit Deutschen Systemeinstellungen das Abspeichern nicht funktioniert, da dort Kommas als Dezimalseparatoren verwendet werden und nicht Punkte wie mit den Schweizer Systemeinstellungen. Falls dies der Grund für den Absturz wäre, würde man sehen, dass allfällige Kommazahlen effektiv ein Komma und kein Punkt als Dezimalseparator haben (ausgenommen bei der Fläche aus dem GIS). Dafür gibt es leider keine Lösung.

7.3. Fehlende oder lückenhafte Beispielzeile in der Datenbank

Die Beispielzeile in der Datenbank ist notwendig, dass alle Einträge im korrekten Datenformat gespeichert werden, sie dient sozusagen als Vorlagen. Wurde diese beim neu Aufsetzen einer Datenbank vergessen oder verändert, kann es beim Abspeichern von Massnahmen zu Daten-Inkonsistenzen kommen und folglich zu Fehlermeldungen. Die Datenbank sollte in diesem Fall mit einer Beispielzeile ergänzt werden, möglichst aus einer alten Datenbank kopieren und in die zweite Zeile einfügen, direkt unter den Spaltennamen.

Vergleich dazu auch Kapitel 2 aus der Dokumentation:

„Aus ungeklärten Gründen kann sich die Datenbank so verändern, dass sie von QGIS nicht mehr richtig gelesen wird. Es besteht der Verdacht, dass dies passiert, wenn das File mit Open Office geöffnet oder geändert wurde, wobei dies nicht sicher ist. Man erkennt eine fehlerhafte Version daran, dass QGIS Fehlermeldungen anzeigt und in der Attributtabelle der Excel-Tabelle in QGIS die Spaltenüberschriften nicht als solche, sondern als erster Eintrag in der Liste erscheinen. Die Datei kann „repariert“ werden, indem die Inhalte des alten .xls-Dokuments mit MS Excel in ein neues Excel-File kopiert werden, und dieses wiederum als .xls-Datei abgespeichert wird.“

Momentan hat die Datenbank 73 Spalten, zwei davon ([X] und [Y]) werden im Excel-Tool jedoch weder abgefragt noch überschrieben. QGIS hingegen schreibt dort die Zentrumsordinate hinein. Die zweite Zeile der Datenbank, also der erste Eintrag, ist eine Beispielzeile. Darin ist für jedes Feld ein Dummy-Wert angegeben. Dieser ist notwendig, um das korrekte Datenformat beim Speichern der Attribute durch die ADO-Verbindung sicherzustellen. Dieser Eintrag darf also nicht gelöscht werden. Im Tool selbst wird dieser Eintrag ignoriert, der Benutzer sieht ihn also gar nicht. (Im Tabellenblatt „DatenTemp“ erscheint er jedoch.)“

ibW Höhere Fachschule Südostschweiz · Chur · Sargans · Maienfeld · www.ibw.ch

Massnahmenplanung – Teil Excel

Dokumentation

Stand: 8.1.2016, Ueli Schmid

Dieses Tool wurde im Rahmen des Projektes „Betriebliche Planung im Gebirgswald“ durch das ibW Bildungszentrum Wald erarbeitet und vom BAFU finanziert. Es ist auf die Bedürfnisse des Fallstudienbetriebs Klosters-Serneus ausgerichtet. Die Weiterverwendung und Anpassung an andere Betriebe ist mit entsprechender Quellenangabe möglich und erwünscht.

Inhalt

1. Grundsätzliches	2
2. Die Datenbank.....	3
3. Datenaustausch zwischen den Excel-Dateien: ADO	3
3.1. Schritt 1: Daten für die ListBoxes importieren	3
3.2. Schritt 2: Details einer Massnahme auslesen	4
3.3. Schritt 3: Speichern der Einträge	4
3.4. Eigenheiten	4
3.4.1. Fixe ID	4
3.4.2. Sicherstellung des Datenformates	4
3.4.3. Leere Datenfelder	5
3.4.4. Probleme mit Apostrophen bei der Texteingabe	5
3.4.5. Array-Länge bei der Funktion ZeileLesen	5
3.4.6. Apostroph vor Texteinträgen in der Datenbank	5
3.5. Öffnen und Schliessen der Datenbank vor der ADO-Verbindung	6
4. Sortieren und Filtern der ListBoxes	6
5. Füllen der ComboBoxes	6
6. Berechnungen	6
7. Datenüberprüfung.....	7

1. Grundsätzliches

Wie das Excel-Tool der Massnahmenplanung anzuwenden ist, wird im *Benutzerhandbuch* beschrieben. Die vorliegende Dokumentation dient der Erklärung des verwendeten Codes zur Erstellung der Formulare und richtet sich an Personen, die das Tool verändern oder erweitern wollen.

Das Excel-Tool besteht aus einer Excel-Datei, eine im Format *.xism*, in dem die Formulare und damit der gesamte VBA-Code enthalten ist. Daraus wird auf eine zweite Excel-Datei im Format *.xls* zugegriffen, in der die Inhalte der Massnahmenplanung gespeichert sind und die als Datenbank fungiert. Die Idee dahinter ist, dass die *.xls*-Datei mit den Angaben zu den Massnahmen nicht geöffnet werden muss und darum das QGIS-Tool zur Visualisierung der Massnahmen gleichzeitig darauf zugreifen kann. Wäre alles in einer Datei gespeichert, würde Excel die Datei blockieren und QGIS hätte keinen Zugriff.

Das Excel-Tool besteht aus:

- der *.xism*-Datei mit den Tabellenblättern
 - Formular
 - Auswahlwerte
 - DatenTemp (ausgeblendet)
 - Fenstergrösse (ausgeblendet)
- zwei Formularen (UserForm)
- VBA-Code unter
 - Microsoft Excel Objekte
 - Diese Arbeitsmappe
 - *Anweisung für das Öffnen des Dokumentes*
 - Formular
 - *Anweisung für die Schaltflächen*
 - Formulare
 - uf1MPla
 - *Code für das Initialisieren und Schliessen des UserForms, die OptionButtons und die verschiedenen Schaltflächen*
 - uf2MBearb
 - *Code für das Initialisieren und Schliessen des UserForms, die verschiedenen Schaltflächen und Aktionen*
 - Module
 - Modul1
 - *Definition der globalen Variable AktID*
 - *Globale Funktionen und Anwendungen, auf die von den UserForms zurückgegriffen wird*

Eine Zusammenstellung aller verwendeten Objekte inkl. Nomenklatur und Makros findet sich im Dokument *Uebersicht_Objekte_VBA*.

Die VBA-Umgebung kann aufgerufen werden, indem bei offener Excel-Datei die Tastenkombination *Alt+F11* gedrückt wird. Der Code wurde so kommentiert, dass die einzelnen Schritte verständlich sein sollten. Im Folgenden wird darum nur auf die grobe Funktionsweise des Codes eingegangen.

2. Die Datenbank

Mit der Überlegung, für das vorliegende Tool nur Programme zu verwenden, die den meisten potentiellen Nutzern bekannt sind, wurde darauf verzichtet, die Daten der Massnahmen in einer „richtigen“ Datenbank zu speichern. Stattdessen wird ein Excel-File (.xls, Version 97-2003) als Datenbank verwendet.

Der Nutzer sollte diese Datenbank möglichst nicht öffnen, v.a. aber nicht von Hand verändern. Die Verbindungen zwischen QGIS / dem Excel-Tool zur Datenbank sind etwas fehleranfällig, so lange aber nichts an der Datenbank verändert wird, sollte alles funktionieren.

Soll die Datenbank mit neuen Attributen ergänzt werden, ist sicherzustellen, dass auch QGIS auf die richtigen Spalten zugreift. Momentan steuert QGIS die Spalten über ihren Index, und nicht den Header an, was bedeutet, dass neue Spalten am einfachsten am Schluss eingefügt werden sollten. (QGIS benötigt die Spalten [ID], [Flaeche_ha], [X] und [Y].) Beim Löschen von Spalten stellt sich das gleiche Problem, weshalb die Spalten, auch wenn nicht mehr verwendet, am einfachsten in der Datenbank belassen würden.

Aus ungeklärten Gründen kann sich die Datenbank so verändern, dass sie von QGIS nicht mehr richtig gelesen wird. Es besteht der Verdacht, dass dies passiert, wenn das File mit Open Office geöffnet oder geändert wurde, wobei dies nicht sicher ist. Man erkennt eine fehlerhafte Version daran, dass QGIS Fehlermeldungen anzeigt und in der Attributtabelle der Excel-Tabelle in QGIS die Spaltenüberschriften nicht als solche, sondern als erster Eintrag in der Liste erscheinen. In diesem Fall bleibt wahrscheinlich nichts anderes übrig, als mit einer älteren, funktionierenden Version weiterzuarbeiten. Eventuell „repariert“ man das File, indem man die Inhalte in ein neues Excel-Dokument kopiert und dieses als .xls abspeichert, ob das funktioniert, wurde jedoch nicht getestet. Die gute Nachricht ist, dass die Daten nicht verloren gehen, sondern weiterhin in der Datenbank vorhanden sind.

Momentan hat die Datenbank 73 Spalten, zwei davon ([X] und [Y]) werden im Excel-Tool jedoch weder abgefragt noch überschrieben. QGIS hingegen schreibt dort die Zentrumsordinate hinein. Die zweite Zeile der Datenbank, also der erste Eintrag, ist eine Beispielzeile. Darin ist für jedes Feld ein Dummy-Wert angegeben. Dieser ist notwendig, um das korrekte Datenformat beim Speichern der Attribute durch die ADO-Verbindung sicherzustellen. Dieser Eintrag darf also nicht gelöscht werden. Im Tool selbst wird dieser Eintrag ignoriert, der Benutzer sieht ihn also gar nicht. (Im Tabellenblatt „DatenTemp“ erscheint er jedoch.)

3. Datenaustausch zwischen den Excel-Dateien: ADO

Das Zugreifen auf und Schreiben von Informationen in einer *geschlossenen* Excel-Datei ist möglich durch die Verwendung von ADO (ActiveX Data Objects). Die externe Datei wird als Datenbank betrachtet, wofür die Voraussetzung ist, dass sie einen simplen bzw. datenbankähnlichen Aufbau hat: Jede Spalte hat einen Header (Überschrift) und jede Zeile eine eindeutige Identifikation (in unserem Fall ist das die ID).

Weitere Informationen zur Verwendung von ADO in Excel-VBA finden sich z.B. hier:

[Online-Excel](#), [TechNet](#), [analysistabs](#), [Excel-Spreadsheet](#)

Im beschriebenen Excel-Tool wird bei drei verschiedenen Schritten eine Verbindung zur Datenbank aufgebaut. Die Schritte und die dabei verwendeten Funktionen werden in den folgenden Abschnitten erklärt.

3.1. Schritt 1: Daten für die ListBoxen importieren

Um die ListBoxes im UserForm „Massnahmenplanung“ (*uf1MPla*) zu füllen, werden die dort abgebildeten Spalten von der Datenbank temporär ins offene Dokument kopiert und zwar ins verborgene Tabellenblatt „DatenTemp“.

Beim Initialisieren des UserForms (Sub *UserForm_Initialize* unter *uf1MPla*) wird das globale Sub *SpaltenKopieren* im Modul1 aufgerufen. Darin wird die ADO-Verbindung zur Datenbank hergestellt und die kompletten Spalten [AuftragsNR], [EFKey], [LName], [KT], [Jahr_Plan], [Jahr_max], [Jahr_Ausf], [Term_Beu_J] und [Term_EF_J] kopiert und ins Tabellenblatt „DatenTemp“ geschrieben.

Im weiteren Verlauf der Initialisierung des UserForms wird diese temporäre Liste mehrfach ausgelesen, um anhand der entsprechenden Kriterien die drei ListBoxes zu füllen. Die Subs *LbLaden_Click* (gefilterte ListBox 3 laden) und *FilterZuruecks_Click* (komplette ListBox 3 laden) unter *uf1MPLa* greifen ebenfalls auf die temporären Daten zu.

Beim Schliessen des UserForms über die Schaltfläche „Beenden“ (Sub *zBeenden_Click*) werden die temporären Daten gelöscht.

3.2. Schritt 2: Details einer Massnahme auslesen

Vor dem Initialisieren des UserForms „Massnahmen bearbeiten“ (*uf2MBearb*) über einen Doppelklick auf die Massnahme oder über eine der drei Schaltflächen „Bearbeiten“ wird zuerst die ID der gewählten Massnahme in die globale Variable *AktID* geschrieben (Subs *aOeffnenBearb_Click*, etc.).

Beim Initialisieren des *uf2MBearb* (Sub *UserForm_Initialize* unter *uf2MBearb*) wird die Funktion *ZeileLesen* im Modul1 aufgerufen. Darin wird zuerst ebenfalls eine ADO-Verbindung zur Datenbank hergestellt und darauf die komplette Zeile der gewählten ID ausgelesen und in einen Array kopiert. Dieser Array wird als Output der Funktion ans Sub *UserForm_Initialize* zurückgegeben.

Im weiteren Verlauf der Initialisierung werden die im Array gespeicherten Inhalte Schritt für Schritt in die entsprechenden TextBoxen oder ComboBoxen überschrieben. Obwohl nur eine Zeile ausgelesen und kopiert wird, hat der gelieferte Array zwei Spalten. Deshalb muss beim Abholen der Einträge für die TextBoxen und ComboBoxen diese zweite Spalte auch erwähnt werden.

Bsp: `Projektart = AktMassnahme(41, 0)`

3.3. Schritt 3: Speichern der Einträge

Die letzte Verbindung zur Datenbank wird beim Speichern der Einträge im UserForm „Massnahme bearbeiten“ (*uf2MBearb*) aufgebaut. Beim Betätigen der Schaltfläche „Speichern und Schliessen“ wird das Sub *SpeichernSchliessen_Click* ausgeführt.

Darin werden die Einträge der TextBoxen und ComboBoxen in ein Array geschrieben, welches der Funktion *ZeileSchreiben* im Modul1 übergeben wird. Beim Füllen des Arrays müssen leere Werte speziell behandelt werden. Mehr dazu im Abschnitt Leere Datenfelder. Die Funktion *ZeileSchreiben* öffnet wiederum eine ADO-Verbindung zur Datenbank und überschreibt die Zellen der Spalte mit der korrespondierenden ID. Da die einzelnen Anweisungen eine maximale Länge haben, wurde das Überschreiben in drei Befehle aufgeteilt.

3.4. Eigenheiten

3.4.1. Fixe ID

Für die Identifikation eines Datensatzes ist eine eindeutige ID notwendig. In unserer Datenbank ist diese auch mit dem Namen ID gekennzeichnet. Die ID wird beim Erstellen einer Fläche in QGIS automatisch vergeben und kann nicht mehr geändert werden. Im Excel-Tool ist das entsprechende Feld darum gesperrt.

3.4.2. Sicherstellung des Datenformates

Während des Schreibens von Daten in die Datenbank versucht die ADO-Verbindung jedes Mal herauszufinden, welches Datenformat in die Spalte gehört. Dazu werden normalerweise 8 Einträge der Spalte angeschaut und daraufhin entschieden, welches Format es ist. Kommen aber viele leere Einträge vor, wird es automatisch als Text abgespeichert.

Die Lösung dieses Problems liegt darin, erstens eine Beispielzeile als ersten Eintrag in der Datenbank zu haben, in der in jeder Spalte ein Wert im richtigen Format steht, und zweitens die ADO-Verbindung zu zwingen, nur eine Zeile für die Ermittlung des Datenformates auszulesen. Dies wird über den Befehl `MAXSCANROWS=1` gemacht (nur in der Funktion *ZeileSchreiben* notwendig):

```
sconnect = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;" & _
           "Data Source=" & datasource & ";" & _
           "Extended Properties="""Excel 12.0;HDR=YES;MAXSCANROWS=1"";"
```

3.4.3. Leere Datenfelder

Ein weiteres Problem der ADO-Verbindung ist, dass es etwas kompliziert ist, bestehende Felder zu löschen, also einen leeren Eintrag zu schreiben. Es gibt eine Lösung, bei der jedoch sehr sorgfältig gearbeitet werden muss.

Im ersten Schritt müssen die leeren Werte je nachdem, ob es sich um eine Zahl oder um Text handelt, anders im Array gespeichert werden (Sub *SpeichernSchliessen_Click* im *uf2MBearb*). Beim Datenformat *Zahl* muss eine leere Variable „NULL“ heissen, bei Zahlen *Null*. Im unten abgebildeten Beispiel ist *Jahr_max*, resp. *AktMassnahme(10)* eine Zahl, *Status*, resp. *AktMassnahme(11)* Text.

```
If Jahr_max.Value = "" Then
    AktMassnahme(10) = "NULL"
Else
    AktMassnahme(10) = Jahr_max.Value
End If

If Status.Value = "" Then
    AktMassnahme(11) = Null
Else
    AktMassnahme(11) = Status.Value
End If
```

In zweiten Schritt muss der SQL-Query je nach Datenformat leicht anders aussehen (in der Funktion *ZeileSchreiben* im Modul1). Bei Zahlen wird vor und nach der Variable KEIN Apostroph gesetzt, bei Text hingegen schon. Dies ist notwendig, damit der String (*sqlstr*) als solchen erkannt wird und nicht von überflüssigen Apostrophen unterbrochen wird.

```
"[Jahr_max] = " & ArrayInput(10) & ", " & _
"[Status] = '" & ArrayInput(11) & "', " & _
```

3.4.4. Probleme mit Apostrophen bei der Texteingabe

Werden in Texteinträgen oder bei Zahlen als Tausender-Trennzeichen Apostrophe verwendet, bricht der Speichervorgang in die Datenbank ab. Der Grund dafür ist, dass die SQL-Anweisung als String vorliegt. Kommen darin Apostrophe vor, wird der String unterbrochen und die Anweisung wird unverständlich.

Damit dies nicht passiert, wird vor dem Aufrufen der Funktion *ZeileSchreiben* im Sub *SpeichernSchliessen_Click* der zu übergebende Array nach Apostrophen durchsucht und diese gelöscht.

3.4.5. Array-Länge bei der Funktion ZeileLesen

In der Datenbank befinden sich 73 Spalten, 71 davon werden im Excel-Tool angezeigt. Beim Auslesen und Überschreiben der Daten in den Array, der von der Funktion *ZeileLesen* zurückgegeben wird, werden aber komischerweise z.T. mehr als 73 Einträge gemacht. Darum darf der Array *ReturnArray* keine definierte Länge aufweisen.

Ähnlich verhält es sich im Sub *SpaltenKopieren*. Da die Daten dort jedoch direkt in ein Tabellenblatt kopiert werden und nicht in einem Array gespeichert werden, hat dies aber keine Konsequenzen. Es ist jedoch mit der Grund, warum der „Umweg“ über die temporär kopierten Daten im Tabellenblatt „DatenTemp“ gemacht werden muss.

3.4.6. Apostroph vor Texteinträgen in der Datenbank

Ähnlich kryptisch verhält sich die ADO-Verbindung beim Schreiben von Daten im Textformat. Manchmal wird in der Datenbank ein Apostroph vorangestellt, das jedoch nur beim Anklicken einer Zelle sichtbar wird.

Scheinbar wird aber nur ein Apostroph vorangestellt, wenn die Datenbank beim Überschreiben geöffnet ist. Ist die Datei geschlossen, wird keines geschrieben. Ist jedoch einmal ein Apostroph in einer Zelle vorhanden, bleibt dieses bestehen.

Für den Fall, dass diese Apostrophe auftauchen und zum „Problem“ werden, ist im Modul1 ein beispielhaftes Sub *DeleteApostrophes* in Kommentarform aufgeführt. Dieses könnte schnell so angepasst werden, dass z.B. beim Einlesen der Daten die Apostrophe gelöscht werden.

3.5. Öffnen und Schliessen der Datenbank vor der ADO-Verbindung

Vor der Herstellung der ADO-Verbindung wird in den drei Subs/Funktionen im Modul1 jeweils das Sub *OeffnenSchliessen* aufgerufen. Diese öffnet die Datenbank in Excel und schliesst sie sogleich wieder. Weil dabei der Bildschirm nicht aktualisiert wird, sieht man es gar nicht. Nur eine leichte Verzögerung beim Öffnen der Formulare ist bemerkbar.

Der Grund für diese komische Aktion liegt darin, dass beim Zugriff auf die Datenbank durch QGIS irgendetwas an der Datei so verändert wird, dass die ADO-Verbindung scheitert und ein Systemfehler erscheint. Irgendwie wird diese Eigenschaft zurückgesetzt, wenn man die Datenbank in Excel öffnet, Speichern ist nicht mal nötig. Das Sub *OeffnenSchliessen* übernimmt diesen Job.

4. Sortieren und Filtern der ListBoxes

Beim Betätigen der Sortier-Schaltflächen (z.B. *aSortAuftragsNr*) im UserForm „Massnahmenplanung“ (*uf1MPla*) wird das globale Sub *SortListBox* im Modul1 aufgerufen. Der Code dieses Subs wurde grösstenteils von [diesem Forumseintrag](#) übernommen.

Dem Sub *SortListBox* werden die zu sortierende ListBox, die Nummer der Spalte, nach der Sortiert werden soll, sowie der Datentyp der darin Enthaltenen Werte übergeben. Innerhalb des Subs wird der aktuelle Inhalt der ListBox in einen Array kopiert und dieser sortiert. Nach Abschluss dieses Vorganges wird der Inhalt der Listbox mit dem des sortierten Arrays überschrieben. Da beim Sortieren von leeren Einträgen Fehler entstehen, werden diese vor der Sortierung durch Dummy-Variablen ersetzt, also "zzzzz" bei Texteinträgen oder 9999 bei Zahlen. Somit werden diese Einträge an den Schluss der Liste gesetzt, vor dem Überschreiben der ListBox, werden sie wieder aus dem Array entfernt.

5. Füllen der ComboBoxes

Um die möglichen Auswahlwerte jeder ComboBox flexibel zu gestalten, wurde darauf verzichtet, deren Werte im Code zu verankern. Stattdessen wird beim Initialisieren der UserForms (Subs *UserForm_Initialize* in beiden UserForms) für jede ComboBox das globale Sub *FillKF* im Modul1 einmal aufgerufen.

Dem Sub *FillKF* wird die zu füllende ComboBox und die Spalten-Nr., in der die Werte im Tabellenblatt „Auswahlwerte“ stehen, übergeben. Das Sub fügt nun den Wert jeder Zelle (ab Zeile 2, da in der ersten Zeile der Header enthalten ist) der entsprechenden Spalte als Auswahlmöglichkeit der gewählten ComboBox hinzu. Die Schleife bricht ab, sobald eine leere Zelle gefunden wird.

6. Berechnungen

Damit in der Datenbank ausschliesslich Werte und keine Formeln vorhanden sind, werden alle Berechnungen (Holzerlös, Beiträge, Kosten, Ergebnis) direkt im Code des Formulars ausgeführt. Die entsprechenden Makros sind dem Click-Ereignis der jeweiligen Schaltfläche zugeordnet. Die Berechnungsweisen sind im Benutzerhandbuch beschrieben.

Die Idee ist, schlussendlich in den Feldern nur ganze Zahlen anzeigen zu lassen, weil berechnete Kommazahlen komischerweise ein Komma statt einen Punkt als Dezimaltrennzeichen enthalten. Dezimalzahlen mit Komma werden aber von der Datenüberprüfung nicht als Zahlen sondern als Text erkannt. Zudem sind ganze Zahlen ausreichend, um die hier vorgenommenen Schätzungen abzubilden.

Bei den Berechnungs-Makros werden darum zuerst einige Variablen definiert, jeweils eine als *Double* und eine als *Long*, in denen jedoch der gleiche Wert gespeichert wird. In den Double-Variablen, die Dezimalzahlen in einem riesigen Umfang entgegennehmen können, werden die Zwischen- und Endergebnisse abgespeichert. Vor dem Weitergeben des Wertes an die jeweilige TextBox wird dieser in eine Long-Variable umgeschrieben, die nur ganze Zahlen, jedoch auch in einem sehr grossen Umfang, entgegennehmen kann. Somit ist sichergestellt, dass nur ganze Zahlen in die TextBoxen geschrieben werden. Eine direkte Transformation der Rechenergebnisse über *CInt*(Berechnung) führt schon bei mittelgrossen Zahlen zu einer Fehlermeldung.

7. Datenüberprüfung

Die Datenüberprüfung von Zahlenwerten findet einerseits vor einigen Berechnungen statt, andererseits vor dem Speichern der Angaben in der Datenbank. Grundsätzlich müssen nur Zahlen (Komma- oder Ganzzahlen) als solche erkannt werden, sobald Buchstaben vorhanden sind, ist die Textform klar, Zahlen dürfen darin auch vorkommen.

Für die Datenüberprüfung der Zahlenwerte wird jeweils die globale Funktion *CheckFormat* im Modul1 aufgerufen. Dieser Funktion wird als Input erstens die zu überprüfende TextBox übergeben, zweitens der ausgeschriebene Name der Textbox, damit sie vom Benutzer im Warnhinweis eindeutig identifiziert werden kann und drittens der gewünschte Datentyp („Kommazahl“ oder „Ganzzahl“). Stimmt der Datentyp der überprüften TextBox nicht mit dem geforderten Datentyp überein, wird der Output der Funktion *CheckFormat* auf *True* gesetzt und dem Benutzer ein Warnhinweis angezeigt. Dort wo die Funktion aufgerufen wurde, z.B. im Sub *SpeichernSchliessen_Click* im *uf2MBearb*, wird die Anweisung gegeben, das Sub abzubrechen, falls *CheckFormat* den Wert *True* zurückgibt. Stimmt das Datenformat und kommt deshalb der Wert *False* zurück, passiert nichts und die nächste Textbox wird überprüft.

Eine Ausnahme ist der Wert des Feldes Fläche [ha], bzw. *Flaeche_ha*. Dieser Wert kommt vom QGIS und kann im Excel-Tool nicht überschrieben werden. Deshalb entfällt die Datenprüfung, auch wenn es eine Dezimalzahl mit Komma statt Punkt als Trennzeichen ist. Die Berechnung des Ergebnisses, wo dieser Wert verwendet wird, funktioniert trotzdem.

Die Limitation von Texteingaben ist die maximale Länge von 255 Zeichen, die für eine saubere Kommunikation zwischen Formular, Datenbank und QGIS notwendig ist. In den TextBoxen „Beschreibung“ und „Bemerkungen“ (grosse TextBoxen im UserForm „Massnahme bearbeiten“) besteht die Gefahr, dass der Benutzer zu viel schreibt. Die übrigen TextBoxen laden durch ihre Grösse nicht dazu ein, Romane zu verfassen. Die Textlänge wird in diesen TextBoxen während der Eingabe überprüft (z.B. Sub *ZwBeu2_T_Change*). Sobald die Textlänge 255 Zeichen überschreitet, wird eine Warnung angezeigt und das letzte Zeichen gelöscht.

Da beim Schreiben in die Datenbank keine Apostrophe vorhanden sein dürfen (siehe *Eigenheiten*), werden diese vor dem Speichern entfernt. Nachdem im Sub *SpeichernSchliessen_Click* alle TextBox- und ComboBox-Inhalte in den Array geschrieben wurden, wird dieser durchgegangen und alle vorhandenen Apostrophe mit dem Befehl *Replace* werden entfernt (eigentlich durch *nichts* ersetzt.)

Massnahmenplanung – Teil QGIS

Benutzerhandbuch

Stand: 2.3.2016, Ueli Schmid

Dieses Tool wurde im Rahmen des Projektes „Betriebliche Planung im Gebirgswald“ durch das ibW Bildungszentrum Wald erarbeitet und vom BAFU finanziert. Es ist auf die Bedürfnisse des Fallstudienbetriebs Klosters-Serneus ausgerichtet. Die Weiterverwendung und Anpassung an andere Betriebe ist mit entsprechender Quellenangabe möglich und erwünscht.

Inhalt

1. Grundsätzliches	2
2. Installation	2
3. Daten vorbereiten	4
3.1. Neue Datenbank	4
3.2. Neues Shape-File	4
3.3. Bestehende Datenbank und Shape-File	5
4. Dateien in QGIS laden und verbinden	5
4.1. Datenbank laden	5
4.2. Shape-File laden	6
4.3. Verbindung herstellen	7
4.4. Projekt speichern	8
5. Massnahmen bearbeiten	8
5.1. Neue Massnahme erfassen	8
5.2. Bestehende Massnahme bearbeiten	9
5.3. Massnahme löschen	10
5.4. Massnahmen identifizieren	11

1. Grundsätzliches

Das Tool Massnahmenplanung verbindet zwei Programme:

- QGIS
 - Erfassung neuer Massnahmen (1. Schritt ist die räumliche Erfassung)
 - Darstellung und Anpassung der Massnahmen-Perimeter
 - (Neu-)Berechnung der Flächen
- Excel
 - Anzeige und Anpassung der Detailinformationen zu den Massnahmen
 - Kostenschätzungen
 - Erfassung von Kommentaren zu Ausführung, Beurteilung etc.

Beide Programme greifen dafür auf eine Excel-Datei zu (im Format .xls), die vom Benutzer NICHT geöffnet oder verändert werden sollte! Sowohl das QGIS- als auch das Excel-Tool können gleichzeitig geöffnet sein, um die Massnahmen anzuzeigen und zu bearbeiten.

In diesem Handbuch wird die Handhabung des QGIS-Tools erläutert. Die Benutzung des Excel-Tools ist in einem separaten Dokument beschrieben.

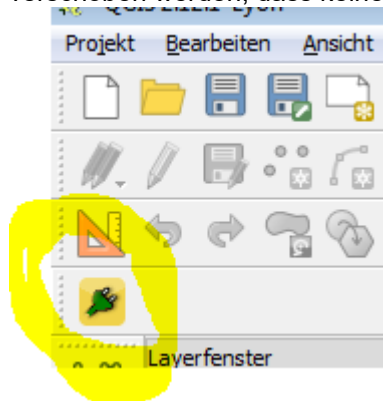
2. Installation

Die Verbindung zwischen einer Geometrie-Ebene (Shape) und der Datenbank in QGIS wird durch ein Plugin namens ShpSync hergestellt. Es kann aus dem offiziellen Plugin-Repositorium wie folgt installiert werden:

- QGIS Starten
- *Erweiterungen -> Erweiterungen verwalten und installieren*
- Im Suchfeld „shpsync“ eingeben und die Erweiterung installieren



- Im Hauptfenster erscheint eine neue Toolbar mit dem Icon des Plugins. Die Toolbar kann so verschoben werden, dass keine zusätzliche Zeile in Anspruch genommen wird



Das Plugin ist nun installiert und kann verwendet werden.

3. Daten vorbereiten

3.1. Neue Datenbank

Zum einen wird dieselbe Datenbank benötigt, auf die das Excel-Tool zugreift, also eine Datei im Format .xls. In der Datenbank sind alle Eigenschaften der einzelnen Massnahmen gespeichert, die über das Excel-Tool erfasst und verändert werden können.

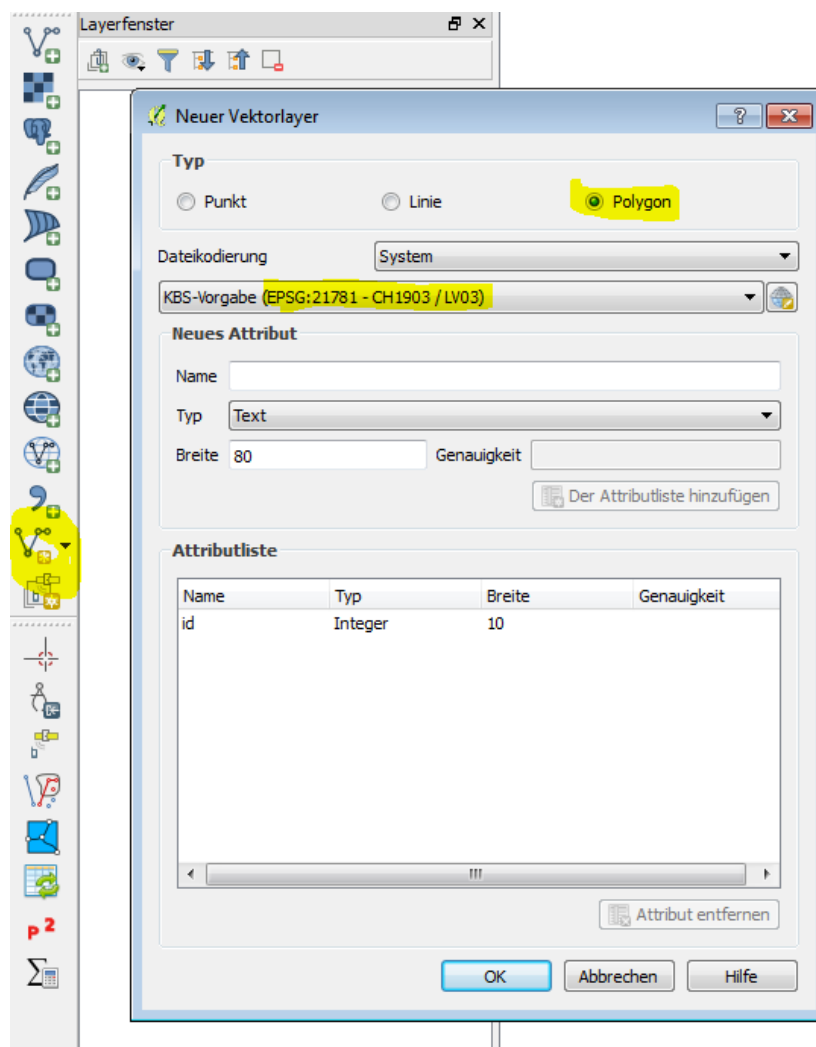
Da die Erfassung neuer Massnahmen im Pool über QGIS erfolgt, benötigt man zu Beginn eines neuen Massnahmenpools eine leere Datenbank. Durch das Excel-Tool bedingt muss diese zusätzlich zu den Spaltenüberschriften auch eine erste komplett ausgefüllte Zeile mit Beispielwerten haben.

Genauere Erläuterungen zur Datenbank sind in der Dokumentation des Excel-Tools zu finden.

3.2. Neues Shape-File

Zum andern wird ein Shape-File benötigt, in dem die Geometrie der Massnahmen-Flächen erfasst werden.

Um ein neues Shape-File zu erstellen, im Hauptfenster von QGIS Shapedatei-Layer anlegen anklicken und folgende Einstellungen vornehmen:



Als Koordinatenbezugssystem (KBS) wird normalerweise CH1903/LV03 verwendet. Die Shapedatei muss ausser dem standardmässig vorhandenen Attribut *id* keine weiteren Attribute enthalten.

Die Shapedatei speichern, z.B. als *Massnahmenpool_Klosters.shp*.

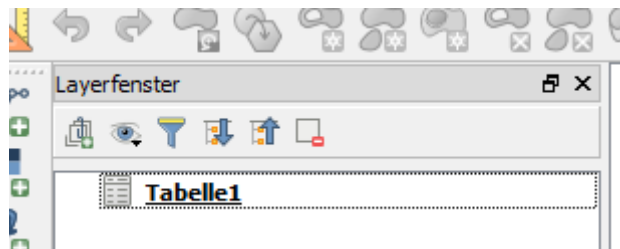
3.3. Bestehende Datenbank und Shape-File

Wichtig ist, dass sowohl im Shape-File als auch in der Datenbank dieselbe Anzahl Massnahmen erfasst sind und ihre Felder id (*Shape*) und ID (*Datenbank*) übereinstimmen. Ist dies der Fall können die Dateien beliebig verschoben und verschickt werden und z.B. von neuen Benutzern in QGIS geladen werden oder einem neuen Projekt hinzugefügt werden.

4. Dateien in QGIS laden und verbinden

4.1. Datenbank laden

Die Datenbank, z.B. *MP_Datenbank_Klosters.xls*, kann per Drag-und-Drop dem QGIS-Projekt hinzugefügt werden. Im Layerfenster links erscheint die Tabelle unter dem Namen *Tabelle1*.



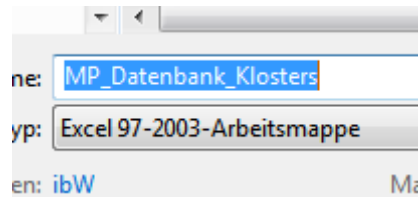
Ein Blick in die Attributtabelle (Rechtsklick auf *Tabelle1* -> *Attributtabelle öffnen*) sollte bei einer leeren Datenbank folgendermassen aussehen:

ID	AuftragsNR	EFKey	LName	Eigentum	FEE_Nr	Zweck_TYP	Zweck_TEXT	Beis
0	0 W99.99Z	9999999	Testeintrag	Beispieltext	99999999	Beispieltext	Beispieltext	Beis

Es kann sein, dass zusätzliche leere Zeilen angezeigt werden, wie z.B. hier:

ID	AuftragsNR	EFKey	LName	Eigentum	FEE_Nr	Zweck_TYP	Zweck_TEXT	Beis
0	0 W99.99Z	9999999	Testeintrag	Beispieltext	99999999	Beispieltext	Beispieltext	Beis
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

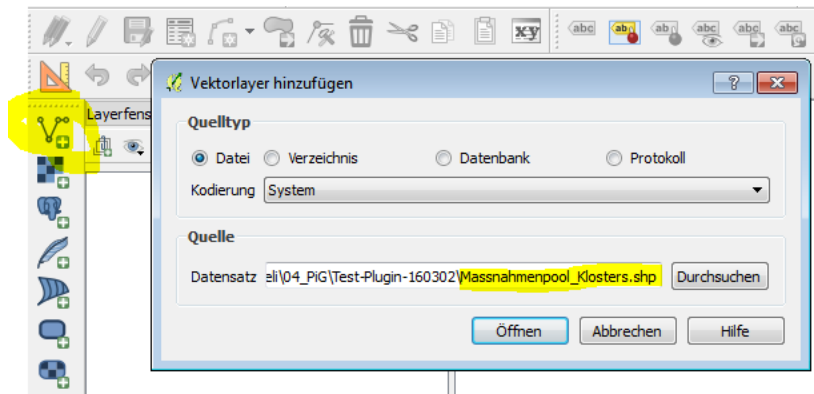
In diesem Fall die Tabelle aus QGIS entfernen, die Datenbank in Excel öffnen und nur die Zellen mit Inhalt, also die ersten beiden Zeilen, Spalten A bis BU anwählen, kopieren und in ein neues Excel-Dokument einfügen. Dieses Dokument als *Excel 97-2003-Arbeitsmappe* abspeichern (s.u.) und erneut in QGIS laden. Die leeren Zeilen sollten nun aus der Attributtabelle verschwunden sein.



Wird eine bereits existierende Datenbank in QGIS geladen, sollte ebenfalls überprüft werden, ob sich am Tabellenende leere Zeilen befinden. Ist dem so, kann es wie oben beschrieben ebenfalls behoben werden (alle vorhandenen Massnahmen in ein neues Excel-File kopieren).

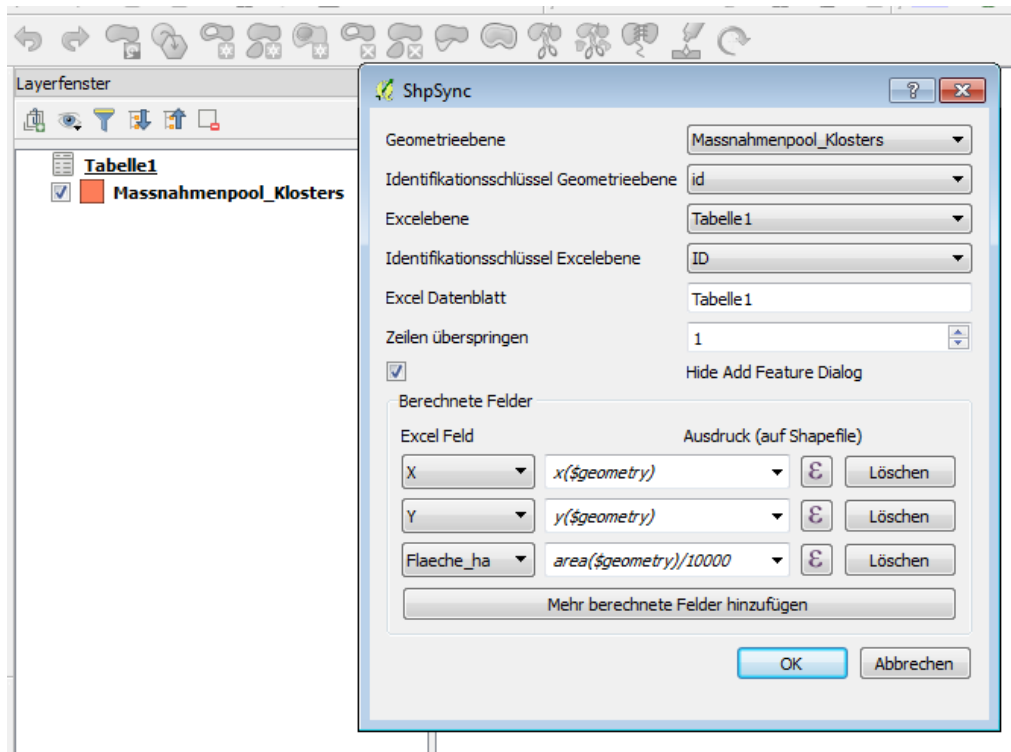
4.2. Shape-File laden

Das erstellte oder vorhandene Shape-File mit den Massnahmen kann ebenfalls per Drag-und-Drop ins QGIS-Projekt geladen werden (Datei mit der Endung *.shp*) oder über den Knopf *Vektorlayer hinzufügen*.



4.3. Verbindung herstellen

Nun gilt es, die automatische Verbindung zwischen der Datenbank und dem Shape-File herzustellen. Dazu wird das Plugin ShpSync benötigt, dessen Installation in Kapitel 2 beschrieben ist. Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft, welche Einstellungen im Plugin vorgenommen werden müssen:



- *Geometrieebene*
 - das erstellte Shape-File auswählen
- *Identifikationsschlüssel Geometrieebene*
 - immer *id*
- *Excelebene*
 - die geladene Datenbank
- *Identifikationsschlüssel Excelebene*
 - immer *ID*
- *Excel Datenblatt*
 - *Tabelle1* sollte automatisch eingefüllt werden
- *Zeilen überspringen*
 - 1, damit die Zeile mit den Beispielerwerten nicht berücksichtigt wird.
- *Hide Add Feature Dialog*
 - ist der Haken gesetzt, erscheint beim Erfassen eines neuen Polygons das Fenster nicht, wo nach den Attributen gefragt wird.
 - Da die ID automatisch generiert wird ist dies im Normalfall nicht nötig und der Haken kann deshalb gesetzt werden.
- *Berechnete Felder*
 - Das Plugin kann berechnete Werte automatisch in die Excel-Tabelle überschreiben. Für diese Anwendung können die voreingestellten Formeln übernommen werden, es muss nur in den DropDown-Menus angegeben werden, in welche Spalte der Datenbank die Werte geschrieben werden sollen.
 - *x(\$geometry)* berechnet die X-Koordinate des Mittelpunktes der Fläche
 - *y(\$geometry)* berechnet die Y-Koordinate des Mittelpunktes der Fläche
 - *area(\$geometry)/10000* berechnet die Fläche des Polygons in ha
 - Falls erwünscht können beliebige eigene berechnete Felder hinzugefügt werden und ihnen eine entsprechende Excel-Spalte zugewiesen werden.

Wurden die Einstellungen im Plugin vorgenommen, dieses mit OK bestätigen, was das Plugin schliesst. Öffnet man nun die Attributtabelle des Shape-Files, erscheint nun nicht nur *id* sondern auch alle Attribute aus der Datenbank.

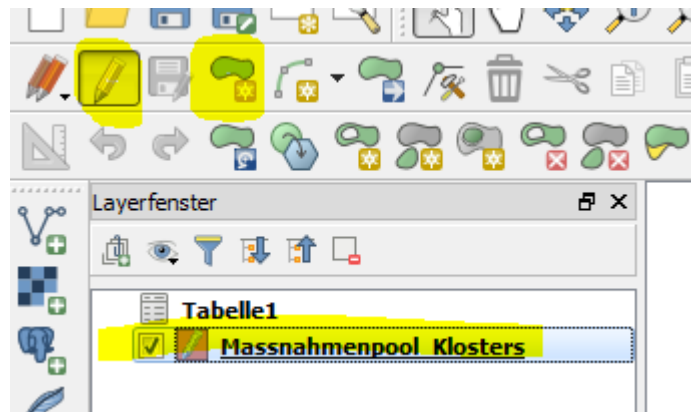
4.4. Projekt speichern

Danach das QGIS-Projekt abspeichern. Beim nächsten Öffnen des Projektes wird die Verbindung zwischen dem Shape-File und der Datenbank automatisch hergestellt und muss nicht mehr hergestellt werden. Die gewählten Einstellungen werden im Fenster des Plugins angezeigt.

5. Massnahmen bearbeiten

5.1. Neue Massnahme erfassen

Um eine neue Massnahme zu erfassen, muss man das Shape-File in den Bearbeitungsmodus versetzen und dann den Knopf *Objekt hinzufügen* wählen:



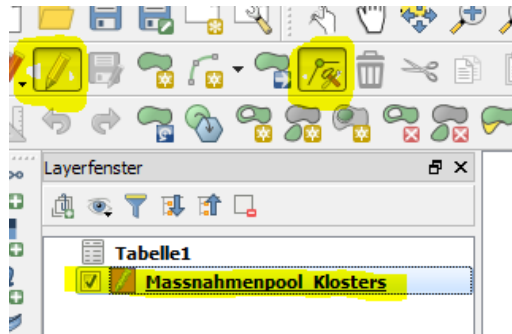
Jetzt kann ein neues Polygon gezeichnet werden: Linksklick fügt einen Eckpunkt hinzu, Rechtsklick beendet die Zeichnung (ohne einen weiteren Punkt hinzuzufügen). Den neuen Polygonen wird automatisch eine eindeutige ID verliehen, wovon man beim Erfassen jedoch nichts mitbekommt.

Ist das Erfassen eines oder mehrerer Polygone abgeschlossen, erneut auf den Knopf *Bearbeitungsstatus umschalten* (gelber Stift) klicken und die Änderungen speichern.

In den Attributtabelle des Shape-Files und der Tabelle sind nun neue Zeilen hinzugefügt worden, wobei nur die Spalten *ID*, *Flaeche_ha*, *X* und *Y* ausgefüllt sind. Die weiteren Eigenschaften der Massnahme können via das Excel-Tool erfasst werden. Dieses kann übrigens gleichzeitig geöffnet bleiben.

5.2. Bestehende Massnahme bearbeiten

Um die Geometrie einer bestehenden Massnahme zu verändern (wenn sich z.B. die Planung konkretisiert), muss das Shape-File wiederum in den Bearbeitungsmodus geschaltet werden. Danach den Knopf *Knotenwerkzeug* wählen:



Nun können die vorhandenen Eckpunkte verschoben werden, durch Doppelklick auf die Linien neue Eckpunkte hinzugefügt werden und durch ziehen der Linien diese verschoben werden.

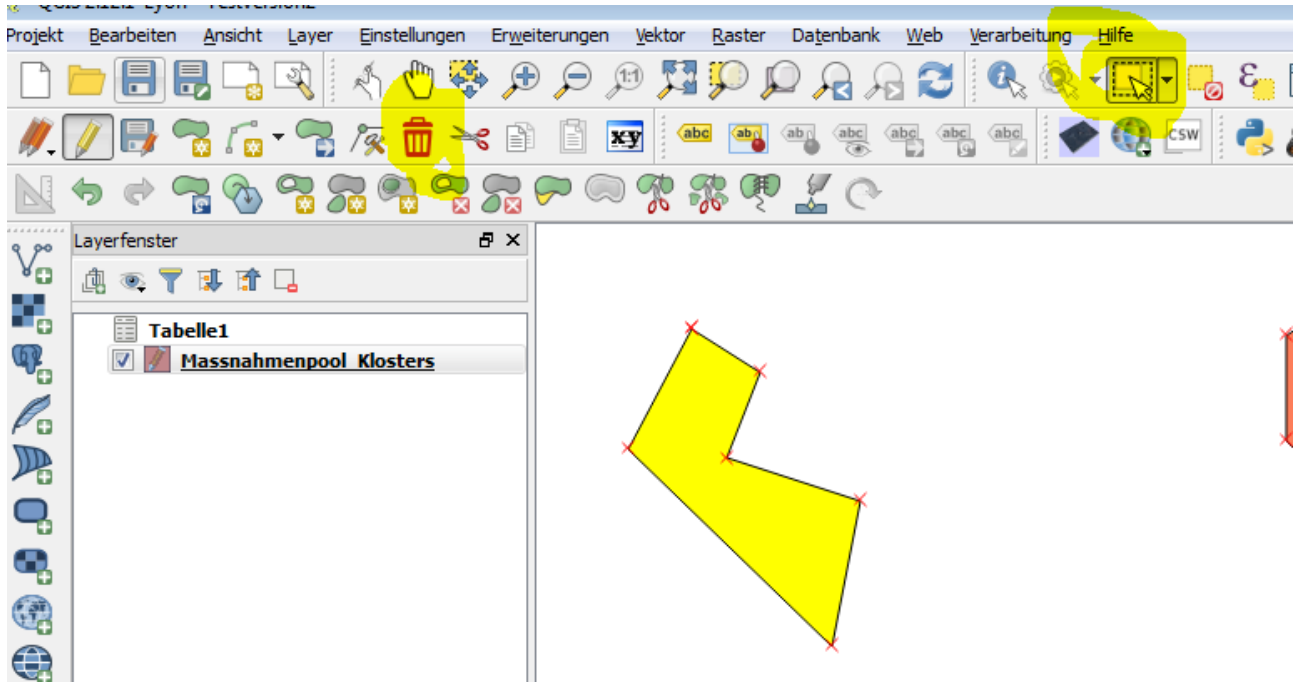
Polygone können auch verschoben werden, und zwar mit dem Werkzeug *Obejekt(e) verschieben*, das Symbol links von *Knotenwerkzeug* in der obigen Abbildung.

Nach Abschluss der Bearbeitung(en) wiederum den Bearbeitungsmodus beenden und die Änderungen speichern. Die neue Fläche und Zentrumskoordinaten eines Polygons wird wiederum automatisch ins Excel-Dokument geschrieben.

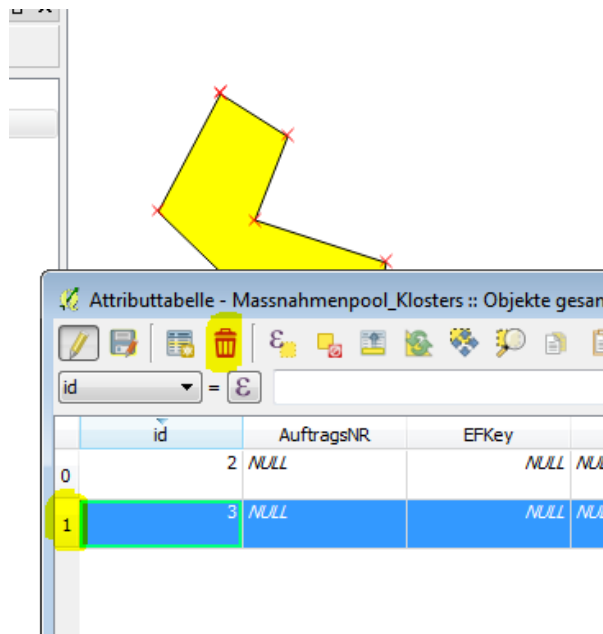
5.3. Massnahme löschen

Um eine Massnahme aus dem Pool zu löschen gibt es zwei Möglichkeiten: über die „Karte“ oder über die Attributtabelle. So oder so muss sich das Shape-File im Bearbeitungsmodus befinden.

Um ein Polygon **aus der Karte** zu löschen, dieses mit dem Werkzeug *Objekte über Fläche oder Einzelklick wählen* anwählen (es wird gelb) und mit der Schaltfläche *Ausgewähltes löschen* löschen.

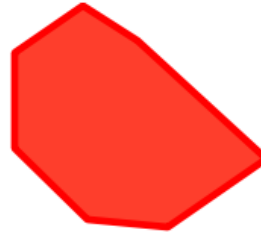
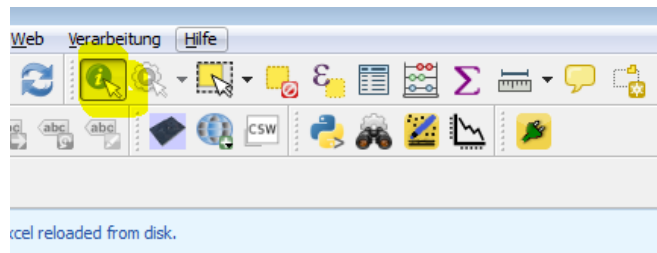


Um ein Objekt via **Attributtabelle** zu löschen, das Objekt in der Attributtabelle anwählen (Klick auf Zahl links der Zeile) und dort den Knopf *Gewählte Objekte löschen (Entf)* drücken.

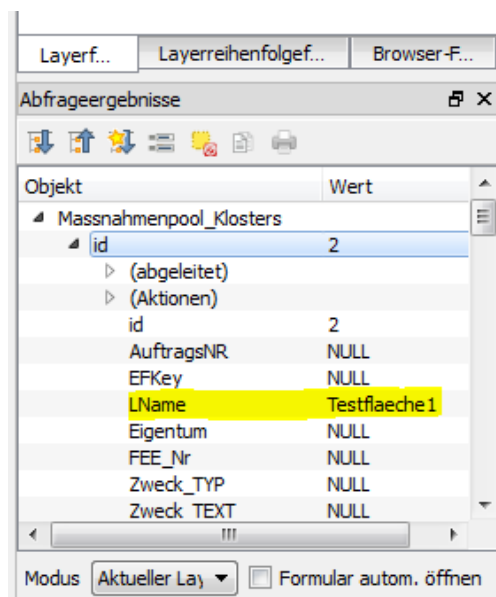


5.4. Massnahmen identifizieren

Um eine Massnahme auf der Karte zu identifizieren, kann sie mit dem Werkzeug *Objekte abfragen* angeklickt werden:



In der unteren linken Ecke des Bildschirms erscheint darauf das Fenster *Abfrageergebnisse*, wo die Eigenschaften des gewählten Objektes angezeigt werden, im Beispiel der Name „Testflaeche1“:



A-3-3. Mindmap minimales betriebliches Infrastruktur-Management-System

