

# Gebirgswald-Kolloquium, 21. Januar 2019

## Praxisrelevante Ergebnisse aus der Gebirgswaldforschung

### Synthese der Diskussionen

#### Inhaltsverzeichnis

1.	Kriterien für zielführende Anzeichnungen im Gebirgswald .....	2
1.1	Abstract des Beitrages .....	2
1.2	Synthese der Diskussion.....	2
2.	Automatische Anzeichnung bei Eingriffen im Steinschlag-schutzwald auf Grundlage einer räumlich-expliziten Baumverteilung unter Einsatz eines Optimierungsmodells .....	4
2.1	Abstract des Beitrages .....	4
2.2	Synthese der Diskussion.....	4
3.	Synthese der Kenntnisse zur Zukunft des Götterbaums in den Schweizer Wäldern.....	6
3.1	Abstract des Beitrages .....	6
3.2	Synthese der Diskussion.....	6

# 1. Kriterien für zielführende Anzeichnungen im Gebirgswald

Samuele Rosselli (Masterarbeit ETH, Betreuer\*in: Jochen Breschan und Monika Frehner)

Kontakt: samuele.rosselli@bluewin.ch

Link zur Arbeit:

[https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/waldmgmt-waldbau-dam/documents/masterarbeiten/rosselli\\_2017\\_wirkungsanalyse\\_beurteilung\\_baumanzeichnung\\_su\\_palpiner\\_schutzwald.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/waldmgmt-waldbau-dam/documents/masterarbeiten/rosselli_2017_wirkungsanalyse_beurteilung_baumanzeichnung_su_palpiner_schutzwald.pdf)

## 1.1 Abstract des Beitrages

Das Marteloskop ist ein sehr wichtiges und wirksames Lerninstrument für im Wald tätige Personen. Bis jetzt fehlte jedoch eine spezifische Begleitsoftware für Gebirgswald-Marteloskope, welche die besonderen Herausforderungen bei der Anzeichnung im Schutzwald berücksichtigt. Am Beispiel des Marteloskops von Spegnas 1, welches in einem subalpinen Fichtenwald bei Savognin lokalisiert ist, wurde ein praxistaugliches Analyse-Tool entwickelt. Die gewünschten Bäume werden dabei auf einer Smartphone-App angezeichnet. Eine Analysesoftware evaluiert die Anzeichnung anhand gebirgswaldbauspezifischer Beurteilungskriterien, wobei das Augenmerk auf der Komplexität des Systems Wald liegt. Alle NaiS-Anforderungen, wie beispielsweise die Lückengrösse bezüglich der Naturgefahren, die vertikale und horizontale Waldstruktur und die Verjüngungsförderung, aber auch die Machbarkeit der Holzbringung mit Mobilseilkran und die Kosten des geplanten Eingriffes, werden berücksichtigt. Als Ergebnis wird ein PDF-Bericht mit Bildern und erklärenden Texten generiert. Anstelle einer absoluten Beurteilung in «gut oder schlecht», werden vielmehr die positiven und negativen Aspekte der Anzeichnung beleuchtet, welche als Kompromiss zwischen unterschiedlichen Anforderungen, wie z.B. Lichteinbringung und maximale Lückengrösse bezüglich Naturgefahren, verstanden wird (Optimierungsaufgabe). Die unterschiedlichen Anzeichnungsvorschläge der Übungsteilnehmer und ihre Evaluationen dienen somit als Basis für eine lehrreiche Diskussion. Das Analyse-Tool wurde bereits in mehreren praktischen Übungen mit Erfolg und zur Zufriedenheit der Teilnehmer getestet.

## 1.2 Synthese der Diskussion

Zur Eignung von Vorrat und Eingriffsstärke als Beurteilungskriterien:

- Das Modell berücksichtigt den Vorrat nicht als Variable um die Qualität des Eingriffes zu bewerten. Stattdessen werden andere Parameter, wie Bestandesstruktur, Lückengrösse, Lichtverfügbarkeit, Stabilität etc. verwendet. Von Seiten Publikum wurde kritisch angemerkt, dass man durch die Vernachlässigung des Vorrates die nachhaltige Erhaltung des Waldes langfristig gefährdet. Als Beispiel dazu wurde ein 100ha Steinschlagschutzwald erwähnt, in welchem die strikte Befolgung von NaiS-Anforderungen dazu führt, dass die Nutzung unterhalb des Zuwachses liegt. Dies gefährde wiederum die langfristige Verjüngungsfähigkeit des Waldes. Diesen Einwänden wurde entgegnet, dass der Vorrat als Grösse nichts über die Qualität des Eingriffes aussagen kann. Der Vorrat wird als Information vom Modell zur Verfügung gestellt, kann an sich aber kein Beurteilungskriterium darstellen. Einzelne Eingriffe müssen nicht zwingend dem Zuwachs entsprechen, da die Qualität des Eingriffes entscheidend ist für die nachhaltige Schutzwirkung und die Verjüngungsfähigkeit.
- In der Realität spiele ein Eingriff sich aber nicht in einem Marteloskop statt, d.h. die ganzen Informationen welche das Modell als Beurteilungsgrundlagen benutzt sind nicht vorhanden. In

der Praxis sind demzufolge der Vorrat und die Eingriffsstärke dennoch wichtige Größen um einen Eingriff zu beurteilen, insbesondere um einen «Förstergötterblick» zu vermeiden. Die Analysesoftware dient in erster Linie jedoch als ein Instrument zur Ausbildung/Übung. Allerdings veranschaulicht das zugrundeliegende Beurteilungsmodell die Komplexität der Kriterien, welche bei einem Eingriff im Schutzwald berücksichtigt werden sollten. Die NaiS-Richtlinien bieten eine sehr gute Palette an Beurteilungskriterien, somit ist der «Förstergötterblick» keine Gefahr.

- Des Weiteren wurde angemerkt, dass ein hoher Vorrat an sich nicht das Problem sei, sondern die mangelnde Struktur. Dem wurde entgegnet, dass ein Fichtenwald mit 700 m<sup>3</sup> Vorrat pro ha nicht strukturiert sein kann und somit ein zu hoher Vorrat eben doch ein Problem darstellt.

#### Strukturierung des Jungwaldes:

- Vom Publikum und von Samuele Rosselli wurde die Bedeutung der Jungwaldstrukturierung betont. Im Altbestand können Probleme mit der Struktur häufig nicht mehr / nur noch sehr schwer gelöst werden.

#### Angezeichneter Eingriff in Rona:

- Bezüglich dem Eingriff, welcher von Samuele Rosselli in Rona angezeichnet wurde und welcher mit Analysesoftware evaluiert wurde, wurde aus dem Publikum angemerkt, dass entweder der Eingriff viel zu schwach sei oder 25 Jahre ein zu langer Turnus darstellt. Mit einem solch feinen Eingriff und einem so langen Eingriffsturnus wird der Vorrat zu hoch und die mangelnde Lichtverfügbarkeit wird zu einem Problem für die Verjüngung. Die Frage tauchte auf, ob und wie, diese mangelnde Lichtverfügbarkeit von Samuele Rosselli berücksichtigt wurde. Ziel dieser Arbeit ist allerdings die Beurteilung der Qualität einer getätigten Anzeichnung und nicht Prognosen in die Zukunft, weshalb bewusst kein Wachstumsmodell angekoppelt wurde.

## 2. Automatische Anzeichnung bei Eingriffen im Steinschlagschutzwald auf Grundlage einer räumlich-expliziten Baumverteilung unter Einsatz eines Optimierungsmodells

Daniel Mader (Masterarbeit ETH, Betreuer\*in: Jochen Breschan und Monika Frehner)

Kontakt: danielmader@bluewin.ch

Link zur Arbeit: [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/waldmgmt-waldbau-dam/documents/masterarbeiten/Masterarbeit\\_DM\\_Nachkorrektur.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/waldmgmt-waldbau-dam/documents/masterarbeiten/Masterarbeit_DM_Nachkorrektur.pdf)

### 2.1 Abstract des Beitrages

Viele Wälder der Schweiz stellen einen natürlichen Schutz gegen Naturgefahren wie dem Steinschlag dar. Bei Eingriffen in diesen Schutzwäldern gilt es deshalb zu beachten, dass die Schutzwirkung dieser Wälder erhalten oder langfristig gar verbessert werden kann. Die Auswirkungen der Baumanzeichnung im Steinschlagschutzwald sind jedoch schwierig abzuschätzen und bis jetzt noch wenig erforscht. Eine nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Beurteilung der Anzeichnungen ist deshalb von grossem Interesse. Das Ziel dieser Masterarbeit war es deshalb, zu überprüfen, ob sich die Baumanzeichnung im Steinschlagschutzwald mit Hilfe eines Optimierungsmodells automatisch lösen lässt.

Die Einzelbaumdaten, welche für die Optimierung benötigt wurden, stammen aus dem Marteloskop in Renan im Berner Jura. Die Angaben zur genauen Position und des Brusthöhendurchmessers jedes Baumes ermöglichten es, eine räumlich explizite Betrachtung des Waldes zu erhalten. Unter Verwendung von verschiedenen Nebenbedingungen konnte das Optimierungsmodell schliesslich berechnen, welche Bäume gefällt werden sollen und welche im Bestand bleiben. Diese Nebenbedingungen behandeln unter anderem Aspekte wie die Lückengrösse im Bestand vor und nach dem Eingriff, die Energieabsorbierung der Bäume entlang der Falllinie der Steine, die freizustellenden Verjüngungsflächen und weitere praxisrelevante Vorgaben. Zusätzlich hatte das Modell auch die Möglichkeit Bäume zu fällen und diese quer liegend im Bestand zu belassen, was in Steinschlagschutzwäldern öfters angewandt wird.

Die Analyse der Modellausgaben hat gezeigt, dass sich die Anzeichnung in Steinschlagschutzwäldern durchaus mit einem Optimierungsmodell berechnen lässt. Die meisten Modellszenarien lieferten plausible Resultate für die getroffenen Annahmen. Eine wichtige Erkenntnis war, dass je höher die Schutzwirkung im Bestand nach dem Eingriff ist, desto mehr Geld hat dieser Holzschlag gekostet. Insbesondere die Querbäume verbesserten die Schutzleistung des Waldes massiv, aber sie schmälerten durch deren Erntekosten auch den Holzerlös des Eingriffs.

Das angewandte Optimierungsmodell erweist sich als eine mögliche Option, die Holzernte neben einer qualitativen Anzeichnung zusätzlich auch quantitativ berechnen zu lassen. Es wäre auch vorstellbar dieses Modell als Hilfestellung beizuziehen, bevor die eigentliche Anzeichnung im Wald erfolgt. Einige Modellkomponenten bedürfen sicher noch der Verbesserung, und das Modell sollte in verschiedenen Testgebieten auf seine Verlässlichkeit getestet werden.

### 2.2 Synthese der Diskussion

Anwendung des Tools in der Praxis:

- Es wurde in Matlab geschrieben. Die meisten Modellvarianten konnten auf dem PC berechnet werden. Bei den kleinen Steingrössen brauchte es eine erhöhte Rechenleistung, diese Berechnungen wurden ausgelagert. Mit den Querbäumen sind die Rechenzeiten höher als ohne.

Bis das Tool ohne Daniel Mader angewendet werden kann, müsste er Programmcode stark verbessert werden. Für die Anwendung muss die Position der Bäume bekannt sein, Mittelwerte genügen nicht. Anstatt mit Felderhebungen könnten die Baumpositionen evt. auch mit Lidar erhoben werden. Weitere Merkmale wie Stabilität der Bäume könnten eingebaut werden. So könnte auch die Stabilität des Restbestandes beurteilt werden. Es wäre interessant, einige Marteloskope oder Weiserflächen auszuwählen und das Modell darauf anzuwenden.

#### Details zur Fläche:

- Es hat auch Wald um das Marteloskop herum, aber in der Fallinie nicht viel mehr, 140 m in der Fallinie.

#### Details zum Tool:

- Die Verjüngungsfläche wurde an Hand von Bestandesalter und Eingriffsturnus berechnet, das ergab 600 m<sup>2</sup>. Das Sechseck wurde gewählt, weil das einfach zum Modellieren ist, Schlitzze wären auch möglich.
- Das Modell kann auch Försteranzeichnungen abbilden und Werte dazu berechnen. Das wurde in der Arbeit auch gemacht, aber diese Anzeichnungen hatten andere Zielsetzungen und es waren deshalb alles Durchforstungen. Durchforstungen könnten auch modelliert werden, falls die Stabilität der einzelnen Bäume erhoben würde.
- Eingriffe mit Querbäumen sind teurer als solche ohne, aber das Schutzdefizit ist kleiner. Das Schutzdefizit wurde mit kleinen Steinschlagnetzen monetarisiert. Wird das mitberücksichtigt, sind die Querbäume effizient.
- Die verschiedenen Modelldurchgänge sind reproduzierbar, da die Steine an festgelegten Stellen starten und auf festgelegten Linien herunterkommen. Mit dem NaiS-Tool wurde die Anfangsenergie berechnet. Eine Energieaufnahme in grossen Lücken wurde nicht berechnet. Baumstrünke wurden mitberücksichtigt.

### 3. Synthese der Kenntnisse zur Zukunft des Götterbaums in den Schweizer Wäldern

Julia Isler (Masterarbeit ETH, Betreuung: Harald Bugmann und Timothy Thrippleton)

Kontakt: [islerj@student.ethz.ch](mailto:islerj@student.ethz.ch)

#### 3.1 Abstract des Beitrages

Der Götterbaum (*Ailanthus altissima*) wurde anfangs des 19. Jahrhunderts in der Schweiz eingeführt und gilt heute als eine der invasivsten Arten Europas. Seit einigen Jahrzehnten wächst er in die Wälder der Südschweiz ein. Trotz wachsendem Verständnis über die Ökologie der Art ist unklar, wie sich ihr Vorkommen auf die Baumartenzusammensetzung der Schweizer Wälder und somit deren Ökosystemleistungen auswirkt. Aus diesem Grund wurde die langfristige Walddynamik in natürlichen und bewirtschafteten Beständen in der Süd- und Nordschweiz unter gegenwärtigem Klima und einem zukünftigen Klimaszenario (RCP 8.5) modelliert. Das Modellverhalten wurde anhand von unabhängigen empirischen Daten von vier Untersuchungsgebieten evaluiert. Die Resultate zeigen, dass der Anteil des Götterbaumes an der Artenzusammensetzung in den ersten 100 Jahren zunimmt. Über einen längeren Zeitraum (>200 Jahre) hinweg betrachtet, kommt die Art jedoch nicht zur Dominanz. Dies trifft unter gegenwärtigem Klima sowohl für nicht bewirtschaftete, als auch für bewirtschaftete (zwei unterschiedliche Eingriffsstärken) Bestände zu. Langzeitlich betrachtet macht der Götterbaum im nicht bewirtschafteten Bestand nur einen kleinen Teil der Basalfläche aus. Werden jedoch regelmässig Eingriffe gemacht, nimmt der Anteil des Götterbaumes an der Basalfläche mit zunehmender Eingriffsintensität zu. In keinem der Szenarien erreicht Götterbaum einen überwiegenden Anteil an der Basalfläche im Vergleich zu anderen Baumarten. Basierend auf diesen Resultaten ist anzunehmen, dass der Götterbaum lokal zunehmend vorkommt und die Artenzusammensetzung beeinflusst. Allerdings wird erwartet, dass der Götterbaum die einheimischen Baumarten nicht vollständig zu verdrängen vermag, sondern als weitere Mischbaumart auftritt. Die Resultate heben ausserdem das Potenzial des Waldmanagements zur Regulierung der Verbreitung und des Mischungsanteils des Götterbaums hervor.

#### 3.2 Synthese der Diskussion

Folgende Aspekte wurden während der Diskussionsrunden aufgegriffen:

- Der Götterbaum stellt auch ausserhalb des Waldes ein Problem dar (z.B. Autobahnböschungen, Infrastruktur).
  - o Ausserhalb des Waldes kommt der Einsatz von Pestiziden in Frage. Ausserdem stellt sich die Frage, ob es Bereiche gibt, in denen er toleriert werden kann.
- Es gibt Bestände, welche zum grössten Teil aus Götterbäumen bestehen. Diese sind insbesondere in der früheren Phase der Sukzession (z.B. nach Störungen) ein Problem.
  - o Diese werden vom Modell aktuell nicht wiedergegeben, was unter anderem mit einem zu geringen Samendruck des Götterbaumes zusammenhängen kann

- Bilden diese Reinbestände nur Zwischenphasen? Gemäss den Simulationen kann der Götterbaumanteil auf einer Fläche kurzfristig stark zunehmen, es resultierte jedoch keine langfristige Dominanz der Bestände durch den Götterbaum. Langfristig ist er nicht so konkurrenzstark. Es zeigte sich, dass der Götterbaum-Anteil tendenziell zunimmt unter dem Klimaveränderungsszenario.
- Vergleich mit dem Herkunftsgebiet (China)?
  - Schwierig, da wenige Götterbaum-Bestände gefunden wurden (S. Knüsel, 2018)
- keine Verjüngung anderer Arten unter dichten Beständen im TI (GWG 2013). Gibt es Naturverjüngung unter Götterbaum?
  - Längerfristig (gemäss Modell) eher schon. Der Götterbaum verliert nach den ersten Jahren an Wuchskraft und wird verdrängt (im Modell). Allerdings: Allelopathie ist im Modell nicht enthalten und auch die Angaben in der Literatur sind nicht eindeutig dazu.
- Was passiert im Modell, wenn nur der Götterbaum geerntet wird?
  - Kein solches Szenario bisher. Erwartungsmässig würde der Götterbaum-Anteil zunehmen, da er sich stark vegetativ vermehrt.
- Vergleichbar mit ...
  - ... Blauglockenbaum? Eher weniger, da dieser weniger schattentolerant ist als der Götterbaum
  - ...Feldahorn? Wird weniger hoch, weniger trockenheitstolerant, schattenintolerant und anfälliger auf Verbiss. Der Götterbaum ist schnellwüchsiger und vermehrt sich stark vegetativ.
  - ... Esche? Bezüglich der Holzeigenschaften ist der Götterbaum vergleichbar. In jungen Jahren ist das Holz allerdings noch sehr brüchig und im Alter besteht die Gefahr für Herzfäule (unterschiedliche Angaben in der Literatur). In China wird das Holz des Götterbaums sowohl als Feuerholz, als auch als Bau- und Möbelholz, sowie zur Papierherstellung verwendet. Über die ökologische Bedeutung ist wenig bekannt.
  - ... Robinie? Ist ähnlich bezüglich der vegetativen Vermehrung, aber weniger schattentolerant und noch stärker störungsabhängig.
- Unter dem Klimaszenario reduziert sich die Basalfläche auf dem Standort in der Südschweiz auf  $\approx 20 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Was heisst das für z.B. Steinschlagschutzwälder?
  - Im Modell fehlen Arten, die an das trockenere Klima angepasst wären. Ob diese Arten an den Standorten vorkommen hängt vom lokalen Kontext ab und weiter besteht die Option für Pflanzungen
- Widerspiegelt das Modell Konkurrenz zwischen den Baumarten?
  - Ja, beispielsweise ist die Menge an Licht abhängig von den darüber existierenden Baumschichten
- Bergahorn und Winterlinde profitieren unter dem Klimaszenario – sollte man sie bewusst fördern um dem Götterbaum weniger Raum zu geben?
  - Ein situativer Entscheid ist sicher sinnvoll. Stellt er keine Bedrohung dar, so kann er als Energie- oder Wertholz dienen.