

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 170 (2019)
Heft: 2

Artikel: Marteloskope im Gebirgswald
Autor: Kühne, Kathrin / Thormann, Jean-Jacques / Bugmann, Harald
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097330>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Marteloskope im Gebirgswald

Kathrin Kühne

Jean-Jacques Thormann

Harald Bugmann

Dominic Michel

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (CH)*

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (CH)

Waldökologie, Institut für terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich (CH)

Waldökologie, Institut für terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich (CH)

Bis vor Kurzem existierten in der Schweiz kaum Marteloskope im Gebirgswald, und die wenigen vorhandenen waren nicht oder nur unzureichend an dessen waldbauliche Besonderheiten angepasst. Im Rahmen des Projekts «Marteloskope im Gebirgswald» wurde erarbeitet, welche Faktoren im Gebirgswald zusätzlich aufgenommen werden sollen, um die Anzeichnungsvarianten bezüglich der Anforderungen, die der Standort und die vorherrschende Naturgefahr an den Waldbau stellen, beurteilen zu können. Der Artikel gibt Auskunft über das mittlerweile vorliegende Einrichtungskonzept sowie die parallel dazu entwickelte Aufnahme- und Auswertesoftware.

doi: 10.3188/szf.2019.0094

* Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen, E-Mail kathrin.kuehne@bfh.ch



Abb 1 Einblick in das Gebirgswald-Marteloskop S-chanf (GR). Foto: Kathrin Kühne

Gebirgswälder weisen aufgrund ihrer Höhenlage, Topografie und Exposition einige ökologische Besonderheiten auf. Wärme und Sonneneinstrahlung, Schnee, Konkurrenzvegetation sowie Boden haben auf die Waldverjüngung und die Bestandesstabilität einen grossen Einfluss. Sie müssen daher – wie auch der Schutz vor Naturgefahren – im Gebirgswaldbau speziell beachtet

werden. Da Marteloskope bislang vorwiegend in Wäldern tieferer Lagen angelegt worden waren, fanden diese Besonderheiten naturgemäss keine Berücksichtigung bei deren Einrichtung. Darum entstand 2014 ein Projekt an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in enger Zusammenarbeit mit der Professur Waldökologie der ETH

Zürich und der Fachstelle für Gebirgswaldpflege (GWP), unterstützt vom Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung und den Kantonen Bern und Graubünden. Ziel war es, ein Konzept für Marteloskope im Gebirgswald auszuarbeiten, das Aufschluss darüber gibt, welche Einzelbaum- und Bestandesmerkmale erhoben und ausgewertet werden sollen, um Anzeichnungsvarianten künftig auch hinsichtlich gebirgswaldspezifischer Anforderungen auf räumlich expliziter und quantitativer Grundlage beurteilen zu können. Das Projekt ist mittlerweile abgeschlossen. Es umfasst neben dem Einrichtungskonzept (Kühne et al 2017a) auch ein Handbuch, das als Aufnahmeanleitung genutzt werden kann (Kühne et al 2017b), sowie einen Methodenbericht (Kühne & Thormann 2017). Parallel dazu wurde an der Professur Waldökologie der ETH Zürich die Aufnahme- und Auswertesoftware «Marteloskop»¹ entwickelt, welche das bisher verwendete Excel-Tool ablösen kann.

Sechs Gebirgswaldmarteloskope

Für die Erarbeitung und das Testen des Einrichtungskonzepts und der Aufnahmemethoden wurde das bereits bestehende

¹ <https://uwis-server102.ethz.ch/openaccess/software/view/4> (29.1.2019)

Ort und Kanton	Projekt (Einrichter)	Höhenstufe	Standorttyp	Vorherrschende Naturgefahr
Renan (BE)	Pilotfläche «Marteloskope im Gebirgswald» (HAFL)	untermontan	12a, Typ. Bingelkraut-Zahnwurz-Buchenwald	Schutzwald Steinschlag
Rona I (GR)	Pilotfläche «Marteloskope im Gebirgswald» (HAFL)	subalpin	60, Typ. Hochstauden-Fichtenwald, im Übergang zu 57C/57V	Schutzwald Rutschung, Erosion, Murgänge
Rona II (GR)	Pilotfläche «Marteloskope im Gebirgswald» (HAFL)	hochmontan/subalpin	50, Typ. Hochstauden-Tannen-Fichtenwald, im Übergang zu 60, 57C/57V	(Wald ohne Schutzfunktion) Rutschung, Erosion, Murgänge
Zweisimmen (BE)	Fläche Kanton Bern (KAWA)	obermontan	18*, Karbonat-Tannen-Buchenwald mit Weisssegge	Schutzwald Lawinen Steinschlag
Davos Dischma (GR)	Fläche Projekt «Integrate+» (WSL-SLF, P. Bebi)	subalpin/obersubalpin	57C, Alpenlattich-Fichtenwald mit Wollreitgras, im Übergang zu 59	(Wald ohne Schutzfunktion) Lawinen Steinschlag
S-chanf (GR)	Fläche Kanton Graubünden (AWN Region 5)	subalpin	57C/57V, Alpenlattich-Fichtenwald mit Wollreitgras/Heidelbeere	(Wald ohne Schutzfunktion) Lawine

Tab 1 Übersicht über die aktuellen Gebirgswaldmarteloskope in der Schweiz. Mehr zum Marteloskop Davos Dischma in Krumm et al (2019, dieses Heft).

Marteloskop im subalpinen Fichtenwald von Rona (GR) erweitert (Rona 1), und es wurden zwei weitere Pilotflächen installiert: eine in der Nähe von Rona 1 in einem stufigeren Bestand (Rona 2) und eine in Renan im Berner Jura in einem Steinschlagschutzwald. Daneben wurden in enger Zusammenarbeit mit anderen Institutionen drei weitere Gebirgswaldmarteloskope angelegt. Die Flächen befinden sich in verschiedenen Regionen und Höhenstufen der Schweiz und decken aufgrund ihres Standorttyps, der vorherr-

schen Naturgefahr sowie ihrer Bestandescharakteristika unterschiedliche waldbauliche Ausgangslagen ab (Tabelle 1).

Anwendungsbereich und Einrichtungskonzept

Das Einrichtungskonzept lässt sich in allen Wäldern der hochmontanen und der subalpinen Stufe («Gebirgswald») sowie in all jenen Wäldern, die nach der Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (NaiS; Frehner et al 2005) bewirtschaftet werden («Schutzwald»),

anwenden. Es sieht eine modulare Einrichtung der Gebirgswaldmarteloskope vor.

Neben der Basiseinrichtung – d.h. dem Vorschlag für die Daten, die in allen Marteloskopen aufgenommen werden sollen – umfasst es verschiedene spezifische Module, die je nach waldbaulicher Frage- bzw. Problemstellung zusätzlich erhoben werden können (Abbildung 2).

Basiseinrichtung

Die Basiseinrichtung eines Marteloskops umfasst die Vorbereitung, die Auswahl und das Abstecken der Fläche, die Nummerierung der Bäume und ihre Aufnahme sowie die Erhebung von Baumart, Brusthöhendurchmesser (BHD) und Baumposition (Abbildung 2). Informationen zur Baumhöhe und zur Kronenprojektion können die Aufnahmen ergänzen. Dies ermöglicht Aussagen zu Grundfläche, Durchmesserklassenverteilung, Eingriffsstärke, Baumartenzusammensetzung vor und nach dem Eingriff sowie weiteren vom BHD abgeleiteten Daten wie etwa Vorrat, Entnahmenvolumen oder Mittelstamm. Ebenfalls sind dadurch qualitative Aussagen aufgrund der visuellen Beurteilung des Eingriffs möglich, zum Beispiel ob die Bäume gruppenweise oder einzeln entnommen werden oder wie gross die Öffnungen etwa werden. Die Basiseinrichtung ist also gleich wie auf Flächen der tieferen Lagen. Der Topografie und den verfahrenstechnischen Möglichkeiten (z.B. Seilkrangelände) muss bei der Wahl der Form und der Grösse der Gebirgswaldmarteloskope dagegen besondere Beachtung geschenkt werden.

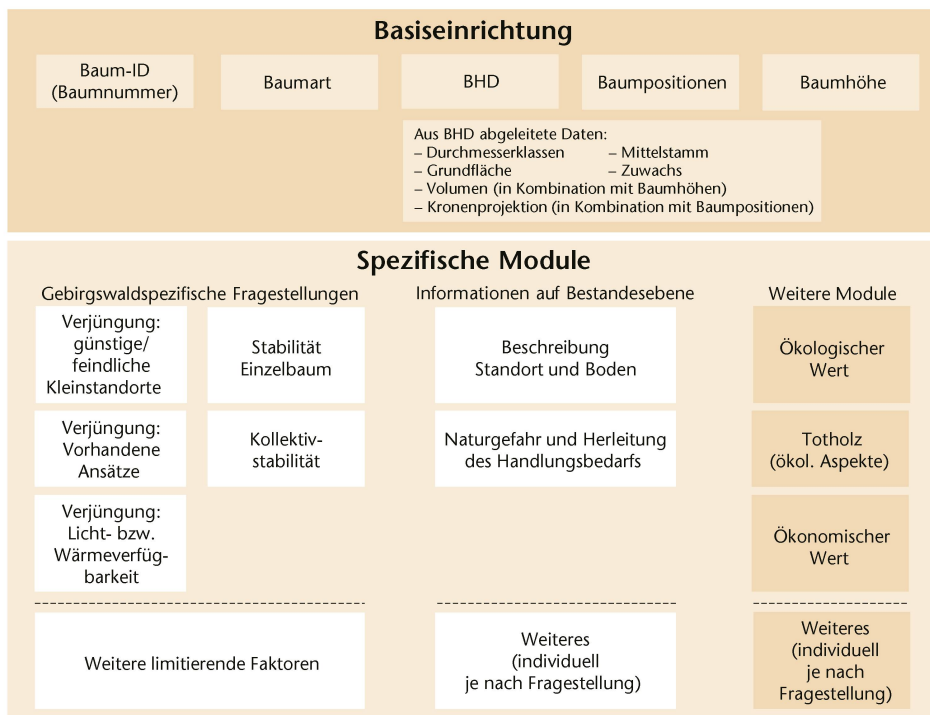


Abb 2 Das Konzept sieht eine modulare Einrichtung der Gebirgswaldmarteloskope vor. BHD: Brusthöhendurchmesser.

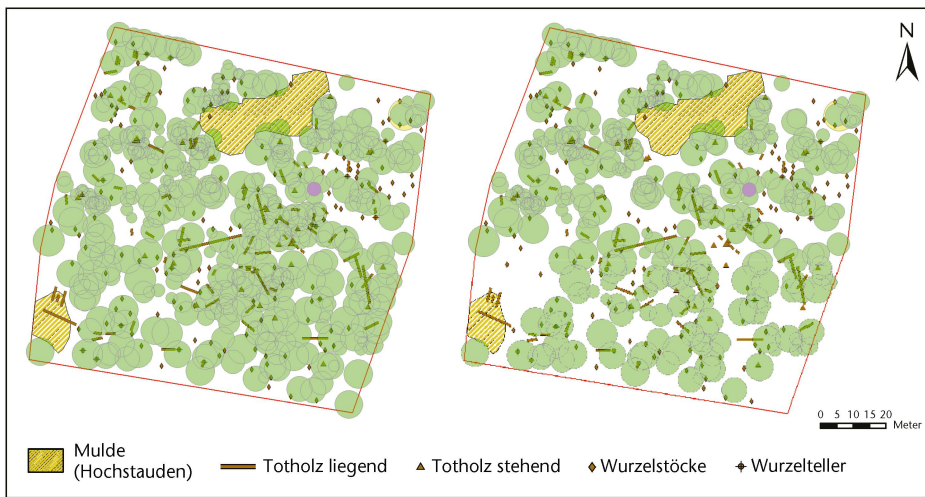


Abb 3 Karte des Marteloscops Rona 1 (GR; Flächengrösse: 1.0 ha) mit verjüngungsgünstigen (Moderholz und Wurzelstöcke) und verjüngungsfeindlichen Standorten (Mulden/Hochstauden) sowie Lücken vor (links) und nach einer Anzeichnung (rechts).

Spezifische Module

Abhängig von den jeweiligen Fragestellungen, der gewünschten Genauigkeit und der Aussagekraft sowie den Ressourcen und Zielen der jeweiligen Einrichter können beliebige weitere Module ans Basismodul angebunden werden. Marteloscope im Gebirgswald sollen so konzipiert und eingerichtet werden, dass sie gebirgswaldspezifische Fragestellungen kontextbezogen gut beantworten können. Entsprechend sind drei spezifische Module dafür vorgesehen, um auf Bestandesebene all jene Informationen zusammenzutragen, die für das waldbauliche Verständnis der Fläche von Bedeutung sind (lokale topografische Gegebenheiten, Standorttyp, Naturgefahr sowie ggf. weitere waldbaulich relevante Faktoren;

Abbildung 2). Diese Angaben sind deskriptiver Natur und dienen der Grundinformation sowie zusätzlich als Information zur Beurteilung der Schutzwirkksamkeit gegen die jeweilige Naturgefahr. Drei Module umfassen Kenngrössen zur Beurteilung der Verjüngung (verjüngungsgünstige bzw. -feindliche Kleinstandorte, Licht- bzw. Wärmeverfügbarkeit und vorhandene Verjüngungsansätze), zwei weitere solche zur Beurteilung der Stabilität (auf Einzelbaum- und Bestandesebene). Abhängig von den waldbaulich massgebenden Faktoren können Daten zu weiteren limitierenden Faktoren ergänzt werden.

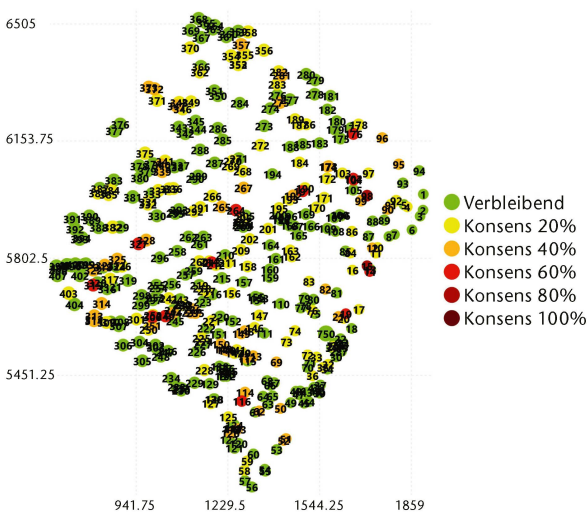
Das Einrichtungskonzept enthält auch Module zur Erhebung und Auswertung von ökonomischen und ökologischen Da-

ten, wie dies für verschiedene Marteloscope der tieferen Lagen bereits heute gemacht wird (z.B. Krumm et al 2019, dieses Heft).

Bei der Einrichtung eines neuen Marteloscops ist jeweils vorgängig zu prüfen, welche Faktoren für die waldbauliche Behandlung der Fläche von Bedeutung sind und daher erhoben und bewertet werden sollen. Da sich diese Faktoren im Gebirgswald grösstenteils direkt aus dem jeweiligen NaiS-Anforderungsprofil (Frehner et al 2005) ergeben, kann dieses zu Hilfe gezogen werden. Folgende Beispiele sollen dies verdeutlichen (Abbildung 3):

In einem subalpinen Hochstauden-Fichtenwald mit ausgeprägter Vegetationskonkurrenz sind gemäss NaiS-Anforderungsprofil zwingend verjüngungsgünstige Kleinstandorte wie etwa Moderholz nötig, damit Verjüngung ansamen kann. Im Gegensatz dazu sind solche auf einem mittleren Standort in tieferen Lagen nicht nötig. Entsprechend dürfte die Auskartierung solcher Kleinstandorte zur grafischen Beurteilung eines Eingriffes in einem Marteloskop im subalpinen Hochstauden-Fichtenwald zielführend, auf dem anderen Standort aber überflüssig sein.

Die Bewertung der Licht- bzw. Wärmeverfügbarkeit macht nur an Orten Sinn, wo diese Faktoren limitierend sind. Während sie beispielsweise auf der Pilotfläche in Rona 1 von grosser Wichtigkeit ist, ist sie in Renan unwichtig, da sich dort die Verjüngung aufgrund des Standorttyps und der Meereshöhe laut NaiS-Anforderungsprofil bei einem Deckungsgrad von



Merkmal		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Turnus (Jahre)		25	25	25	25	25
Anzeichnung	Anzahl Stämme (St./ha)	44	45	43	60	57
	Volumen (m ³ /ha)	66	56	80	107	71
	Eingriffsstärke (% des Vorrats)	15.4	12.9	18.6	24.8	16.4
	Mittelstamm (m ³)	1.51	1.24	1.87	1.79	1.25
	Vorrat (m ³ /ha)	366	377	352	325	361
Verbleibender Bestand	Mittelstamm (m ³)	1.01	1.04	0.96	0.93	1.03

Abb 4 Beispiel einer Auswertung mit der Software «Marteloskop». Dargestellt sind die Ergebnisse einer Anzeichnungsübung vom Juli 2018 im Marteloskop S-chanf (GR, s. auch Abbildung 1), an der fünf Gruppen teilnahmen. Links: Visualisierung des Übereinstimmungsgrads der fünf Anzeichnungsvarianten. Rechts: Kennzahlen zur Eingriffsstärke der fünf Anzeichnungsvarianten.

maximal 80% problemlos installiert, weil diffuses Licht bereits genügt.

Pragmatische Lösung mit vorwiegend qualitativen Analysen

Die im Rahmen des Projekts gemachten konzeptionellen Überlegungen zur Integration gebirgswaldspezifischer Fragestellungen in Marteloscopen haben zu einem pragmatischen Vorschlag für die Datenerhebung und -auswertung geführt. Es werden Aussagen zu den gemäss NaiS relevanten Kriterien Baumartenmischung, Gefüge, Stabilität und Verjüngung vor bzw. nach einem Eingriff möglich. Die einfache und systematische, aber teilweise auf gutachterlichen Kriterien beruhende Datenaufnahme erlaubt es, verschiedene Eingriffsvarianten mithilfe von räumlichen Informationen zu beurteilen. Diese werden im vorgeschlagenen Konzept auf Hintergrundkarten abgebildet. Die Beurteilung der Anzeichnungen erfolgt dabei vorwiegend qualitativ und bedarf einer sorgfältigen fachlichen Interpretation sowie der geleiteten Diskussion während der Kurse.

Aufnahme- und Auswertesoftware «Marteloskop»

Die parallel zum Konzept entwickelte Software «Marteloskop» basiert auf dem Excel-Tool von Mordini (2009), das von Pascal Junod von der Fachstelle Waldbau weiterentwickelt wurde. Sie erlaubt es,

1. neue Marteloscope einzurichten,
2. Übungen zu designen und nach eigenen Bedürfnissen anzupassen,
3. Übungen zu absolvieren und
4. Übungen auszuwerten (Abbildung 4).

Heute besteht mit der Software eine stabile, benutzerfreundliche Lösung. Es können neue Flächen und deren Grunddaten ohne Programmierkenntnisse erfasst werden. Die Auswertung der Grunddaten kann je nach Fragestellung angepasst werden, und es bestehen automatisierte Abläufe zur Generierung der Outputdaten. Dank entsprechenden Schnittstellen können auch zukünftige Auswertungsroutinen oder ganze Programme, beispielsweise Waldwachstumsmodelle, an die Software gekoppelt werden.

Allerdings ist es derzeit noch nicht möglich, die Daten in der Software räumlich auszuwerten und darzustellen (z.B. über Hintergrundkarten). Die Weiterentwicklung der bestehenden Software

bleibt vorerst offen. Nebst technischen Herausforderungen hat sich nämlich gezeigt, dass andere Ansätze zur Darstellung der räumlichen Daten womöglich besser geeignet wären. So hat Rosselli (2017) in seiner Masterarbeit für das Marteloskop Rona 1 einen auf den kommerziellen Softwareprodukten MatLab und ArcGIS basierenden Vorschlag zur räumlich expliziten Darstellung sowie zur Möglichkeit der automatisierten Bewertung von Anzeichnungen erarbeitet. Eine Verallgemeinerung der für diesen subalpinen Fichtenwald modellierten Abläufe ist aber nicht ohne Weiteres möglich. Entsprechende Ansätze müssten geprüft und auf anderen Flächen ausgetestet werden. Derzeit laufen Abklärungen, um die Software mittels Schnittstellen an Open-Source-Programme (wie R und QGIS statt MatLab und ArcGIS) anzubinden. So soll kurz- bis mittelfristig eine praxistaugliche und einfach handhabbare Lösung entstehen, die es erlaubt, Marteloscope einzurichten, für Kurse zu nutzen und (dank Anbindung an andere Programme) die unterschiedlichen Ansprüche, die an die Auswertung und die Darstellung der Daten gestellt werden, abzudecken. Ebenso soll es möglich werden, Neuentwicklungen – beispielsweise zur räumlich automatisierten Darstellung oder Modellierung – einfach daran anzuknüpfen. ■

Literatur

- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft, Vollzug Umwelt. 564 p.
- KÜHNE K, THORMANN JJ, BUGMANN H, GLANZMANN L, ALLENSPACH K (2017A) Konzept, Marteloskope im Gebirgswald, Version 1.0. Zollikofen: Hochschule Agrar- Forst- Lebensmittelwissenschaften. 20 p.
- KÜHNE K, THORMANN JJ, GLANZMANN L, ALLENSPACH K (2017B) Handbuch Marteloskope im Gebirgswald. Version 1.0. Zollikofen: Hochschule Agrar- Forst- Lebensmittelwissenschaften. 36 p.
- KÜHNE K, THORMANN JJ (2017) Methodenbeschrieb zum Handbuch Marteloskope im Gebirgswald. Version 1.0. Zollikofen: Hochschule Agrar- Forst- Lebensmittelwissenschaften. 27 p.
- MORDINI M (2009) Modellierung und Beurteilung der ökologischen und ökonomischen Wirkungen von waldbaulichen Eingriffen – Einrichtung zweier Marteloscope in eichenreichen Flächen. Zürich: ETH Zürich, Masterarbeit. 118 p.

- ROSSELLI M (2017) Entwicklung einer Wirkungsanalyse für die Beurteilung der Baumanzeichnung in subalpinen Schutzwäldern auf Grundlage einer räumlich expliziten Waldbeschreibung. Zürich: ETH Zürich, Departement Umweltsystemwissenschaften, Masterarbeit. 104 p.
- KRUMM F, LACHAT T, SCHUCK A, BÜTLER R, KRAUS D (2019) Marteloscope als Trainingstools zur Erhaltung und Förderung von Habitatbäumen im Wald. Schweiz Z Forstwes 170: 86–93. doi: 10.3188/szf.2019.0086

Marteloscope en forêt de montagne

En Suisse, il n'existait jusqu'à récemment que peu de marteloscope en forêt de montagne et les quelques marteloscope existants n'étaient pas, ou pas suffisamment, adaptés à ses particularités sylvicoles. Le projet «Marteloscope en forêts de montagne» a permis de déterminer quels facteurs supplémentaires inclure afin de pouvoir évaluer les variantes de martelage par rapport aux exigences sylvicoles dictées par la station et le danger naturel dominant. Parmi les résultats du projet figurent un concept d'aménagement et des instructions de relevé. Le concept d'aménagement prévoit une structure modulaire du marteloskope en forêt de montagne, afin de prendre en compte chaque condition écologique et sylvicole pertinente de manière individuelle. Les relevés permettent des analyses essentiellement qualitatives d'après les données référencées spatialement. Le concept d'aménagement et les instructions de relevé ont été testés sur différents marteloscope. En parallèle, un logiciel stable d'aménagement et d'évaluation a été développé d'après l'outil Excel déjà existant. Il permet de reproduire les fonctionnalités précédentes de manière robuste et peut être étendu grâce aux interfaces correspondantes. Des contraintes techniques et conceptionnelles ne permettent pas, à l'heure actuelle, de représenter et d'exploiter spatialement les données. Pour répondre aux exigences liées à l'exploitation et à la représentation des données ainsi que pour ouvrir la voie à de nouveaux développements, la possibilité de rattacher d'autres programmes est actuellement à l'étude.