

# Kartierung der Waldstandorttypen auf den Probeflächen des LFI

Das Schweizerische Landesforstinventar LFI liefert dem Bund zahlreiche Daten zum Zustand und zur Entwicklung des Schweizer Waldes und bildet somit eine wichtige Grundlage für die Waldpolitik und deren Weiterentwicklung. Über die Waldstandorttypen der Inventurflächen konnten bisher nur wenig genaue Angaben gemacht werden. Als Resultat des Projekts NaiS-LFI sind die Standorttypen nun kartiert. Die im LFI erhobenen Daten können künftig auch standortspezifisch ausgewertet werden.

---

*Urs Rutishauser, Gabriele Carraro, Monika Frehner, Stéphane Losey*

Im Hinblick auf die kommenden Herausforderungen, welchen sich der Schweizer Wald zu stellen hat, veranlasste das Bafu 2013 das Projekt «NaiS-LFI: Zuordnung der LFI-Stichprobenpunkte zu Waldgesellschaften». Dem Projekt ging eine Pilotstudie des Bafu voraus, welches ein geeignetes Verfahren beschrieb und eine Kostenschätzung für dieses Vorhaben beinhaltete. Dank der WTO-Aus-schreibung waren die Aufgaben und die Struktur des Projekts sehr klar, das erleichterte die Arbeit. Im Projekt, das zwischen 2014 bis 2019 stattfand, wurden allen Probeflächen (PFL) vom LFI 4 Standorttypen zugeordnet. In selben Rahmen entstand auch eine umfassendere Übersicht und ergänzte Liste der Waldstandorttypen der Schweiz.

## **Aktualisierung der Standorttypen nach NaiS 2009**

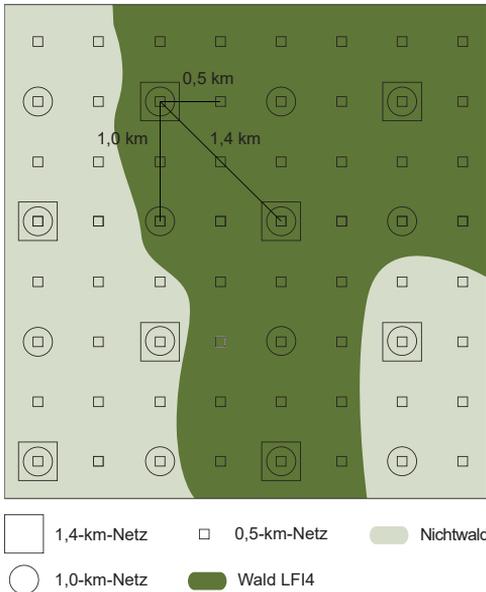
Mit der Wegleitung zur nachhaltigen Schutzwaldpflege (NaiS 2005/2009) wurde eine über viele Jahre entwickelte Systematik zur Einteilung der Standorttypen für die ganze Schweiz bekannt gemacht. Diese NaiS-Standorttypen finden heute unabhängig vom Schutzwald für verschiedene Zwecke Anwendung, insbesondere wenn überkantonale Waldstandorte thematisiert werden, z. B. als Basis für die Baumartenempfehlungen im Klima-

wandel (siehe Artikel Tree-App). Innerhalb des Projekts NaiS-LFI wurde die Liste der NaiS-Standorttypen so weit ergänzt, dass alle LFI-PFL einem Standorttyp zugeordnet werden konnten – entstanden ist daraus die Liste NaiS-Standorttypen 2019. Für die Beschreibung aller Typen wurden bestehende Grundlagen verwendet, dazu wurden die nationalen und kantonalen Grundlagen gesammelt und zusammengestellt. Pro Kanton war eine Fachexpertin oder ein Fachexperte zuständig für die Aufarbeitung und Beratung, für Graubünden war dies Hans-Ueli Frey, der für die Erstellung der Bündner Kartierungsschlüssel hauptverantwortlich war (Frey 1998 ff.).

Die nationale Liste der NaiS-Standorttypen 2019 umfasst nun 266 Einheiten, ohne die Gebüschvarianten einzurechnen. In einem Schlussbericht (ARGE 2020) sind Vergleichstabellen enthalten, in denen NaiS-Standorttypen 2019 und kantonale Waldstandorte einander gegenübergestellt sind.

## **Ablauf der Zuordnung der LFI-Probeflächen zu Standorttypen**

Schweizweit wurden im Rahmen von NaiS-LFI für 6357 PFL auf der Interpretationsfläche 50 m x 50 m die Standorttypen kartiert. Das Probennetz umfasst eine Probe pro zwei Quadratkilometer (vgl.



**Abbildung 1: Stichprobenetz des LFI.**

(Quelle: LFI3, verändert)

Abb. 1). 1046 PFL bzw. 16 Prozent liegen im Kanton Graubünden. Hier decken sich die LFI-Probestpunkte mit jeder achten PFL der Waldinventur Graubünden, die auf systematischen Stichproben in einem 500x500m Netz basiert (4 Proben pro Quadratkilometer).

Kartiert wurde auf einem Plan im Massstab 1:500. Die Bildung von Teilflächen innerhalb der PFL war notwendig, falls verschiedene Standorttypen oder Nicht-Wald-Flächen vorhanden waren. Die Zuordnung zu Standorttypen erfolgte mit hohen Zielvorgaben bezüglich Ansprachesicherheit und Lagegenauigkeit.

Für die ganze Schweiz arbeitete ein Team von 13 erfahrenen Fachpersonen. In Graubünden waren das Hans-Ueli Frey, Gabriele Carraro, Monika Frehner und Barbara Huber. Sie führten zuerst eine standardisierte Büroanalyse durch, unter Verwendung einer Web-Applikation und mit umfassenden Grundlagendaten. Auf Wunsch konnten sie die Flä-

che durch einen zweiten Mitarbeiter beurteilen lassen. In allen Fällen, wo die Zielvorgabe bezüglich Ansprachesicherheit oder Lagegenauigkeit nicht erfüllt werden konnte, wurde die PFL im Feld kartiert (so weit notwendig mit Bodenbohrstock und pH-Set). Für das Projekt wurde eine interaktive Web-Applikation entwickelt, welche die Bearbeiter durch die Beurteilung leitete. Die Applikation war plattform- und standortunabhängig nutzbar. Mit ihr konnten Grundlagen gesichtet und durch Upload eigener Daten ergänzt und die Resultate der Büroanalyse und der Felderhebung in Formularen erfasst werden. Ausserdem enthielt sie verschiedene Funktionen zur Qualitätssicherung. Als Grundlagendaten wurden für jede PFL relevante Merkmale des LFI, die Probeflächenfotos vom LFI 4, allfällige Vegetationsaufnahmen und ein Set von nationalen und kantonalen Kartengrundlagen (Landeskarte, Relief, Geologie, Waldstandort-/Höhenstufen-/Bodenkartierungen usw.) aufbereitet.

Schweizweit wurden im Projekt 40 Prozent aller PFL für eine Feldkartierung aufgesucht. In Graubünden lag der Anteil mit 26 Prozent bzw. 271 aller PFL tiefer. Eine Zuordnung der Standorttypen ohne Felderhebungen war dann möglich, wenn für die PFL mehrere der folgenden Eigenschaften zutraten:

- gute Qualität der Probeflächenfotos von LFI 4
- homogenes, übersichtliches Relief
- gute lokale Standortkenntnisse des Analytisten
- gute Qualität der kantonalen Waldstandortkartierung
- klare Indizien (Relief, Fotos, Waldstandortkartierung), dass eine oder höchstens zwei bis drei Teilflächen zu bilden waren

### Qualitätssicherung

Die Definition der NaIS-Standorttypen beruht auf einer Kombination vieler Merkmale, wodurch eine gutachtliche und damit wertende Synthese durch die Anwender notwendig wird. Für eine einheitliche, definitionsgemässe Standortansprache sorg-

Höhenstufen	Standortregion						Total	Anteil
	1	2a	2b	3	4	5a		
hyperinsubrisch (nur Alpensüdseite)						1	1	<1 %
collin		1	2		4	9	16	2 %
collin mit Buche (nur Alpensüdseite)						7	7	1 %
submontan	6	4					10	1 %
untermontan	7	14					21	2 %
obermontan	19	33	1				53	5 %
unter- & obermontan (nur Alpensüdseite)						21	21	2 %
hochmontan	9	47	178	78	54	19	385	37 %
subalpin	8	35	115	124	35	13	330	32 %
obersubalpin		2	17	143	36	4	202	19 %
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>136</b>	<b>313</b>	<b>345</b>	<b>129</b>	<b>74</b>	<b>1046</b>	<b>100 %</b>
<b>Anteil</b>	<b>5 %</b>	<b>13 %</b>	<b>30 %</b>	<b>33 %</b>	<b>12 %</b>	<b>7 %</b>	<b>100 %</b>	

**Tabelle 1: PFL Verteilung nach Standortregionen und Höhenstufen im Kanton Graubünden.** 1 Nördliche Randalpen, 2a Nördliche Zwischenalpen mit Buche, 2b Nördliche Zwischenalpen ohne Buche, 3 Kontinentale Hochalpen, 4 Südliche Zwischenalpen, 5a Südliche Randalpen.

ten neben der Erfahrung der Bearbeiter weitere Massnahmen:

- Typische Abgrenzungsprobleme, wie z. B. die Bewertung der Bodenvernässung, wurden an periodisch durchgeführten Meetings und gemeinsamen Begehungen im Team besprochen und geübt.
- Widersprüche zwischen erhobenen PFL-Merkmalen (z. B. Höhenlage, maximale Baumhöhen, Boden pH-Wert) und gewähltem Standorttyp wurden von der Applikation erkannt und führten zu einer Überprüfung der Ansprache.
- Während der Zuordnung im Büro bestand die Möglichkeit für Rückfragen an den Regionalspezialisten. Bei Unklarheiten vor und nach Feldaufnahmen wurden Zweitmeinungen eingeholt.

Um auch Spezialfälle optimal ansprechen zu können, wurden Konventionen zusammengestellt, die beispielsweise Schwierigkeiten bei Wäldern auf Blockschutt, Edellaubwäldern auf Bachschutt, Wäl-

dern mit Vorkommen von Grünerle und Fichte usw. behandeln.

Zusätzliche Querkontrollen dienten als Indikatoren der Qualität der Büroanalysen. Für zufällig ausgewählte PFL wurden zwei unabhängige Büroanalysen durch verschiedene Mitarbeiter gemacht, die Resultate verglichen und die Ursachen der Differenzen ermittelt. Bei Bedarf fand danach eine Felderhebung statt.

### Resultate für die Schweiz und für Graubünden

Die Verteilung der PFL im Kanton Graubünden auf die Standortregionen und Höhenstufen geht aus Tabelle 1 hervor. Die Regionen «Nördliche Zwischenalpen ohne Buche» (2b) und «Kontinentale Hochalpen» (3) umfassen etwa je einen Drittel der PFL. Den restlichen Drittel teilen sich die vier weiteren Regionen. Etwa je ein Drittel der PFL liegen in den Höhenstufen hochmontan und subalpin,

	Anzahl verschiedener Standorttypen auf LFI-Interpretationsfläche					Total
	1	2	3	4	≥5	
<b>Graubünden</b>	69 %	23 %	6 %	2 %	0 %	100 %
<b>Schweiz</b>	54 %	30 %	12 %	3 %	1 %	100 %

**Tabelle 2: Probeflächenanteile nach Anzahl verschiedener Standorttypen auf der LFI-Interpretationsfläche.** Inkl. Gebüschvarianten, Nicht-Waldflächen sind ausgeschlossen.

rund ein Fünftel in der Höhenstufe oberhalb. Alle anderen Höhenstufen sind mit Anteilen von maximal 5 Prozent nur schwach vertreten. Tabelle 2 zeigt, wie viele verschiedene Standorttypen auf den Interpretationsflächen von 50x50m vorkommen. In Graubünden haben 69 Prozent der PFL nur einen Standorttyp, 8 Prozent mindestens drei Standorttypen. Der Vergleich mit dem schweizerischen Durchschnitt zeigt, dass das Mosaik verschiedener Standorttypen in Graubünden weniger kleinflächig ist.

Schweizweit treten von den 266 beschriebenen Nais-Standorttypen 247 Einheiten auf mindestens einem Teil einer LFI-PFL dominierend auf. In Graubünden wurden 138 Einheiten auf mindestens einer Teilfläche als dominierender Standorttyp kartiert. Die Vielfalt an Standorttypen ist in Graubünden damit sehr gross. Viele Standorttypen sind aber sehr selten vertreten, 29 verschiedene Standorttypen kommen nur auf einer einzigen Bündner PFL vor. Die zehn häufigsten Bündner Standorttypen, welche in Tabelle 3 aufgeführt sind, bedecken zusammen 38 Prozent der Bündner LFI-Interpretationsflächen (Nicht-Wald-Flächen nicht eingerechnet), die 25 häufigsten Bündner Standorttypen bedecken zwei Drittel der Bündner LFI-Interpretationsflächen.

### Erfahrungen mit der Methode

Mit der gewählten Methode, so viel PFL wie möglich im Büro zu bearbeiten, wird der Aufwand deutlich reduziert. In den meisten Kantonen muss-

ten allerdings mehr Feldaufnahmen ausgeführt werden wie vorausgesehen. Der Anteil liegt national bei 40 Prozent Felderhebungen. In Graubünden wurde mit 26 Prozent der erwartete Anteil in etwa erfüllt. Geringer als geplant fiel der Aufwand pro Felderhebung aus, da der Zeitbedarf für Anfahrt und Zugang kleiner ausfiel. Trotz höherer Anzahl Felderhebungen konnten die Arbeiten im vorgesehenen Budget erledigt werden.

Eine zentrale Grundlage für eine gute Standortansprache mit der Büroanalyse waren die Fotos der PFL. Die standardisierten Bildaufnahmen des LFI4 (vom Zentrum aus in vier Richtungen plus Aufnahme vom Zentrum) waren dann sehr hilfreich, wenn sie während der Hauptvegetationszeit gemacht wurden. Würden zusätzliche, spezifisch auf die Standortansprache fokussierte Fotos gemacht, dann wären noch weniger Felderhebungen nötig.

Es bewährte sich, dass alle Mitarbeiter mit der spezifischen Web-Applikation gearbeitet haben. Für die Qualitätssicherung der ganzen Arbeit waren Zweitbeurteilungen und Querkontrollen sowie regelmässige Eichungen wichtig.

### Anwendungsmöglichkeiten

Den Zielen des Projekts entsprechend sollen die Resultate schweizweit in vielen Bereichen für Monitoring und Forschungsprojekte Verwendung finden. Für das Waldmonitoring im Kanton Graubünden, in dem immerhin 16 Prozent der PFL liegen, ist die Verwendung der Daten mindestens prüfenswert. Gemessene und abgeleitete Grössen der Inventur wie

Rang	Standorttyp	Anzahl PFL
1	52 Karbonat-Tannen-Fichtenwald mit Weisssegge	61
2	57V Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere	58
3	57C Alpenlattich-Fichtenwald mit Wollreitgras	54
4	53* Erika-Fichtenwald	49
5	59 Lärchen-Arvenwald mit Alpenrose	45
6	53*s Erika-Fichtenwald, subalpine Ausbildung	38
6	55 Ehrenpreis-Fichtenwald	38
8	60 Typischer Hochstauden-Fichtenwald	34
9	51 Typischer Labkraut-Tannen-Fichtenwald	33
10	60* Buntreitgras-Fichtenwald	29

**Tabelle 3: Top Ten der Standorttypen nach Vorkommenshäufigkeit auf LFI-Probeflächen im Kanton Graubünden.** Vorkommen gilt, wenn mindestens auf einer Teilfläche als dominierender Standorttyp vorhanden; Gebüsche und Gebüschwälder sind nicht berücksichtigt.

Baumartenmischung, Bestandesstruktur, Baumhöhe, Derbholzvolumen, Verjüngungsmerkmale, Mortalität usw., stehen nun in Bezug zu einem kartierten Standorttyp. Beispiele für solche Anwendungsbereiche sind:

- Präventive Massnahme gegen Naturgefahren: Insbesondere im Schutzwald sind nun gute Grundlagen vorhanden, um LFI-Daten mit den sich aus dem Standort ergebenden NaiS-Anforderungen zu vergleichen. Damit werden genauere Informationen über den Zustand und die Entwicklung des Schutzwaldes geschaffen.
- Beurteilung und Förderung der ökologischen und biologischen Vielfalt: Die Verknüpfung der ökologisch relevanten Merkmale mit den Standorttypen wird wesentlich differenziertere Aussagen über die ökologische Qualität der Wälder ermöglichen.
- Holzproduktion und Waldbau: Es liegt ein Datensatz von einmaligem Umfang vor, um waldbauliche Zielgrössen wie Grundfläche, Vorrat oder Zuwachs standortspezifisch zu analysieren.
- Anpassung an die Klimaänderung: Die Entwicklung der Standorteinheiten ist wesentlich für die

Ausgestaltung von waldbaulichen Strategien zur Anpassung an den Klimawandel.

**Urs Rutishauser, IWA – Wald und Landschaft AG, 8353 Elgg**  
**Dr. Monika Frehner, 7320 Sargans**  
**Gabriele Carraro, Dionea SA, 6600 Locarno**  
**Stéphane Losey, Leiter Sektion Rutschungen, Lawinen und Schutzwald, Abteilung Gefahrenprävention, Bafu, 3003 Bern, stephane.losey@bafu.admin.ch**

Literaturverzeichnis auf [www.buenderwald.ch](http://www.buenderwald.ch)