

Standortkartierung im Lehr- und Forschungswald der ETH in Sedrun

Jacques Doutaz
Hans-Ulrich Frey
Harald Bugmann

Waldökologie, Institut für Terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich (CH)
Vättis (CH)
Waldökologie, Institut für Terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich (CH)*

Site mapping in the ETH Research Forest of Sedrun

Phytosociology has advanced in various respects since the fundamental groundwork was laid, which was mainly concerned with developing a classification system of vegetation units. Current site classification methods for forests consider not only floristic aspects, but also pedological, topographic and structural characteristics of forest stands. During the summer of 2007, a site mapping was carried out in the ETH Research Forest near Sedrun (Switzerland). This paper describes the methods employed, and it evaluates the applicability thereof based on case studies. Site mapping is based on expert opinion, and as such it includes a certain degree of generalization and subjectivity in the evaluation of stands and their assignment to a site type. However, we propose that site classification constitutes a suitable tool for describing and characterizing the complexity of forest sites. The accurate description of site types strongly facilitates the interpretation and the applicability of a classification system in decision support for sustainable forest management.

Keywords: phytosociological forest mapping, vegetation mapping, forest communities, forest sites, vegetation science, site classification

doi: 10.3188/szf.2009.0027

* Universitätsstrasse 16, CH-8092 Zürich, E-Mail harald.bugmann@env.ethz.ch

Der naturnahe Waldbau – in Artikel 20 des Bundesgesetzes vom 4. Oktober 1991 über den Wald (WaG, SR 921.0) vorgeschrieben – setzt gute Kenntnisse der Waldstandorte voraus. Im Zusammenhang mit Naturschutzfragen, der Waldreservatspolitik, der Bewirtschaftung von Schutzwäldern (z.B. Frehner et al 2005), aber auch der Holzproduktion liefern Standortansprachen wichtige Erkenntnisse über die potenzielle natürliche Waldvegetation und die mögliche Entwicklung von Waldbeständen. Eine Standortansprache gehört deshalb heutzutage zu den unentbehrlichen Planungsgrundlagen, insbesondere im Gebirgswald (Frehner 2001), wo die natürlichen Prozesse wie beispielsweise die Verjüngung sehr langsam vor sich gehen und eine ungeeignete Waldbehandlung langfristige, manchmal kaum mehr korrigierbare Auswirkungen haben kann. Zudem schränken in den höheren Lagen die besonders harten klimatischen Rahmenbedingungen den waldbaulichen Spielraum stark ein, sodass hier nur eine standortgerechte Waldbehandlung Erfolgsaussichten hat.

Die grösseren wissenschaftlichen Grundlagenarbeiten in der Pflanzensoziologie sind relativ alt (u.a. Etter 1943, 1947a, Moor 1952, Braun-Blanquet et al 1954, Kuoch 1954). Sie waren vor allem der Auf-

stellung eines Gliederungssystems pflanzensoziologischer Einheiten gewidmet und, abgesehen von einigen Pionierarbeiten wie jenen von Etter (1947b) im Sihlwald (Kanton Zürich), Frehner (1963) im Kanton Aargau und Richard (1965) im Kanton Neuenburg, nicht primär auf eine flächendeckende Standortkartierung ausgerichtet. Seit der gesamtschweizerischen Übersicht der Waldgesellschaften von Ellenberg & Klötzli (1972) wurden zahlreiche Erfahrungen bei der Kartierung von ausgedehnten Waldflächen gewonnen (vgl. Bichsel et al 1990, Frey 1992, 1995). Heutzutage werden neben floristischen Kriterien häufig weitere standörtliche und physiognomische Merkmale einbezogen, weil die Komplexität eines Waldstandortes sich nur bis zu einem gewissen Grad mit Pflanzenlisten erfassen lässt. Dies gilt zum Beispiel für verdichtete Bodenhorizonte und die dadurch entstehende Vernässung, welche für tief wurzelnde Bäume ausschlaggebend sein kann, ohne dass sie an der verhältnismässig flach wurzelnden Bodenvegetation erkennbar wäre. Diese zusätzlichen standörtlichen Kriterien haben ferner den Vorteil, die Standortansprache einem breiteren Anwenderkreis zugänglich machen können. Diese «moderne», heute weitverbreitete Standortkunde hat sich also von der rein floristischen Pflanzenso-

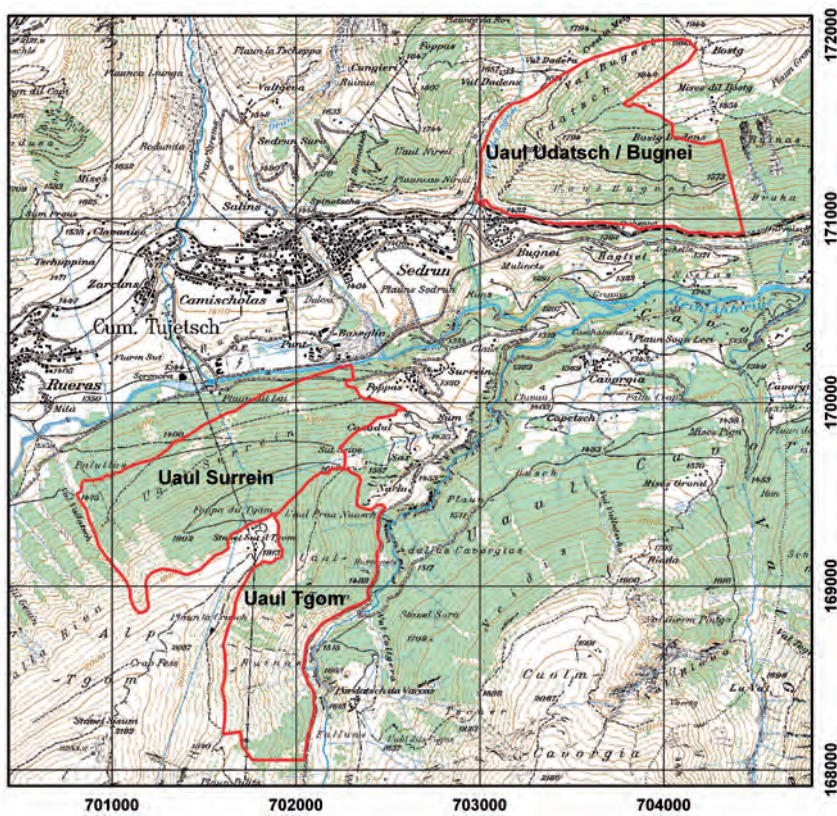


Abb 1 Perimeter des Lehr- und Forschungswaldes der ETH Zürich in Sedrun. Reproduziert mit Bewilligung von Swisstopo (BA081038).

Klima	Übergangszone ozeanisch–kontinental
Jahresniederschlag	1250 mm (Tal)–1600 mm (obere Waldgrenze)
Mittlere Jahrestemperatur Talboden	5–6 °C
Mittlere Jahrestemperatur Waldgrenze	2.5–3.5 °C (N- und E-Expositionen)
Muttergestein	Silikate kristallinen Ursprungs

Tab 1 Wichtige klimatische und edaphische Standortfaktoren im Projektperimeter.

ziologie gelöst (Burnand & Leuthold 1981, Leuthold 1982, Burnand et al 1986, Bichsel et al 1990, Frey 1995, Preiswerk 2000); im Folgenden wird deswegen immer von Standorttypen gesprochen, nicht von Waldgesellschaften, analog dazu von Standortkarte, nicht von Vegetationskarte. Gemäss dieser neuen Auffassung der Standortkunde liegt das Ziel nicht primär darin, eine Karte der exakten Verbreitung von einzelnen Arten beziehungsweise Artengruppen oder von genau definierten Standortfaktoren respektive Bodenmerkmalen zu erstellen; vielmehr sind die Standortkarten als Synthese von individuell gutachtlich gewichteten Merkmalen zu verstehen, mit dem Ziel, dem Bewirtschafter eine problemorientierte Entscheidungshilfe zur Verfügung zu stellen.

Standortkundliche Arbeiten werden heute mehrheitlich als Gutachten von privaten Beratungsfirmen im Auftrag der Kantone durchgeführt. Die Ergebnisse liegen deswegen in Form von Kartierungsschlüsseln, Standortkarten, internen Berich-

ten oder Beschreibungen der Standorttypen vor. Dies mag erklären, warum das konkrete Vorgehen bei der Standortkartierung im Gelände selten Gegenstand von eigenständigen wissenschaftlichen Publikationen geworden ist (siehe allerdings Burnand et al 1986, Trautmann 1963, Frey 1995).

Obwohl viele Kantone heute flächendeckende Waldstandortkarten besitzen, verfügte die ETH bis jetzt über keine solche Karte ihres Lehr- und Forschungswaldes in Sedrun (Graubünden). Zwar erstellte Trepp (1979) im Auftrag des damaligen Instituts für Waldbau der ETH Zürich eine vegetationskundliche Kartierung dieses Perimeters.¹ Zu jenem Zeitpunkt war aber die Unterscheidung der waldbaulich wichtigen Höhenstufen noch nicht klar etabliert (siehe dazu Landolt 1983, Kuoch 1984), wie zum Beispiel die heute weitverbreitete Unterscheidung der hochmontanen und der subalpinen Stufe (Tannen-Fichten-Wälder beziehungsweise Fichtenwälder; Frey 1995, Ott et al 1997, Fehner et al 2005). Demzufolge entspricht die alte Karte kaum noch den heutigen Anforderungen an eine Standortkartierung, was Anlass zur neuen Kartierung des Perimeters im Sommer 2007 gab. Der vorliegende Aufsatz will das Vorgehen bei der Standortkunde und die dabei aufgeworfenen Fragen am Beispiel der Kartierung des Lehr- und Forschungswaldes der ETH in Sedrun offenlegen. Ferner sollen die Vorzüge und Schwierigkeiten dieses Ansatzes diskutiert werden.

Methode

Untersuchungsperimeter

Der ETH-Lehrwald in Sedrun besteht aus drei Waldkomplexen (Abbildung 1); zwei davon (Uaul Surrein und Uaul Tgom) wurden im Sommer 2007 neu kartiert, was einer Fläche von rund 160 ha entspricht. Der Komplex des Uaul Surrein liegt am Nordhang und erstreckt sich von 1330 m ü. M. (Vorderrhein) bis 1910 m ü. M. (obere Waldgrenze), während der Uaul Tgom am Osthang zwischen 1480 m ü. M. (Rhein da Nalps) und 1900 m ü. M. (obere Waldgrenze) liegt. Weitere Kenngrössen betreffend den Lehrwald sind in Tabelle 1 dargestellt.

Grundlagen für die Kartierung

Die Grundlagen für die neue Kartierung bilden der kantonale Kartierungsschlüssel und die entsprechende Beschreibung der Standorttypen von Frey et al (2000). Diese Grundlagen wurden spezifisch für das Vorderrheintal entwickelt und beruhen auf zahlreichen Vegetationsaufnahmen, die speziell

¹ Trepp W (1979) Vegetationskundliche Kartierung des Versuchswaldes des Instituts für Waldbau, Eidg. Technische Hochschule Zürich, Gemeinde Tavetsch GR. Unveröffentlicht. Ca. 60 p.

für die Erarbeitung dieses Kartierungsschlüssels durchgeführt wurden. Die Standortbeschreibungen (sog. Typusblätter) und die darin enthaltenen Artenlisten sind somit auf das Gebiet zugeschnitten; sie stellen eine lokale Anpassung der Einheiten aus den gängigen Übersichtswerken (z.B. Frehner et al 2005 oder Ott et al 1997) dar. Damit auch bei abweichender Nomenklatur der Anschluss an die gesamtschweizerische Übersicht gewährleistet bleibt, folgt die Nummerierung der Standorttypen den Einheiten von Ellenberg & Klötzli (1972).

Festlegung der Höhenstufen

Viele Standorttypen kommen nur in einer bestimmten Höhenstufe vor. Deswegen ist es hilfreich, die Grenzen der verschiedenen Höhenstufen vorab zu definieren (Bichsel & Frey 2000) und erst dann mit der Kartierarbeit anzufangen. So können die potenziell vorkommenden Standorttypen eingeschränkt werden. Als Grundlagen zur Festlegung der Höhenstufen dienen: 1) der Plan «Zonale Gliederung der aktuellen Waldvegetation» aus Frey et al (2000) und 2) zusätzliche Kriterien im Gelände wie das Vorkommen von hochmontanen (bzw. das Fehlen von subalpinen) Pflanzenarten, die Bestandesstruktur, die Verjüngungsgunst und der Habitus der Bäume.

Definition der hochmontanen Stufe im Reliktareal der Tanne

In den nördlichen Randalpen unterscheiden sich die hochmontane und die subalpine Stufe durch ihre dominierenden Baumarten: Tannen-Fichtenwälder im ersten Fall, Fichtenwälder im letzteren (Frehner et al 2005). Sedrun liegt aber in den nördlichen Zwischenalpen, wo die Tanne nur in inselartigen Reliktbeständen vorkommt (Frey 2003). So bestehen im Untersuchungsperimeter sowohl die hochmontane als auch die subalpine Stufe aus reinen Fichtenwäldern. Zur Unterscheidung der Höhenstufen wurden daher folgende, auf eigenen Erfahrungen basierende Kriterien verwendet:

- Floristische Merkmale: In der hochmontanen Stufe kommen gewisse Pflanzenarten vor, die in der subalpinen Stufe stark zurücktreten: *Prenanthes purpurea* (Hasenlattich), *Athyrium filix-femina* (Waldfrauenfarn), *Veronica urticifolia* (Nesselblättriger Ehrenpreis). Umgekehrt kommt *Athyrium distentifolium* (Alpenwaldfarn) in der subalpinen Stufe vor, kaum aber in der hochmontanen. Die Wuchshöhe von *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere) ist ferner in der hochmontanen Stufe bedeutend kleiner als in der subalpinen Stufe (kaum noch kniehoch).
- Habitusmerkmale der Fichten: Subalpine Fichten haben meistens Äste, die stark nach unten gebogen sind. Hingegen sind die Äste in der hochmontanen Stufe mehr oder weniger rechtwinklig zum Stamm.

- Bestandesstrukturelle Merkmale: Klimatisch bedingt sind subalpine Wälder deutlich offener als hochmontane Wälder (ausser künstliche Bestände, die nach Kahlschlägen oder grossen Störungen entstanden sind). Sie weisen meistens eine Rottenstruktur und langkronige Fichten auf. Hingegen sind hochmontane Wälder geschlossen, die Bäume mehr oder weniger homogen im Raum verteilt, das Kronendach fast durchgehend, und die Kronen reichen nur selten bis zum Boden (siehe dazu Strobel 1997, Bebi 2000; Abbildungen 2 und 4).

- Verjüngungsmerkmale: Klimatisch bedingt ist die Verjüngung in der subalpinen Stufe schwierig und meist auf erhöhte, günstige Kleinstandorte mit direkter Sonneneinstrahlung beschränkt. In der hochmontanen Stufe hingegen ist eine flächendeckende Verjüngung möglich, beispielsweise in diffus geöffneten Beständen.

Keines der obigen Kriterien allein erlaubt eine eindeutige Festlegung der Grenze zwischen der subalpinen und der hochmontanen Stufe, nicht zuletzt weil die Grenze fließend ist. Es wurde darum immer mit verschiedenen, übereinstimmenden Kriterien gearbeitet. Zuerst wurde die Grenze aus der Ferne bestimmt (Gegenhangbetrachtung unter Verwendung von bestandesstrukturellen Merkmalen) und dann vor Ort mit den aufgelisteten anderen Kriterien überprüft und präzisiert.

In Anbetracht dieser Kriterien wurde die Grenze zwischen der hochmontanen und der subalpinen Stufe im Zentrum des Gebietes auf zirka 1600 m ü. M. festgelegt, wobei die Grenze gegen Westen (im Uaul Surrein) und gegen Süden (im Uaul Tgom) bis auf fast 1500 m ü. M. sinkt. Diese 1600-m-Linie wurde während der Kartierung als Richtschnur verwendet: oberhalb wurden in der Regel subalpine Standorttypen kartiert, unterhalb hochmontane. Nur im Fall von floristisch oder bestandesstrukturell stark abweichenden Merkmalen wurden subalpine Standorttypen unterhalb dieser Grenze verwendet und umgekehrt. Diese Ausnahmen mussten auch aus ökologischer Sicht plausibel sein (z.B. Kälteeinwirkungen in Mulden oder klimatisch günstige Kuppenlagen). Anthropogene Einwirkungen (z.B. durch Eingriffe homogenisierte Bestände) führten hingegen nicht zu einer Anpassung der Höhenstufengrenze.

Vorgehen bei der Kartierung

Die Kartierung erfolgte nach der üblichen Methode zur Erfassung der Standorttypen (Burnand et al 1986): Die Fläche wurde höhenlinienparallel im Abstand von 30 bis 50 m abgeschritten. Dabei wurde die zutreffendste Einheit bestimmt und auf einer topografischen Karte (1:5000) eingetragen. Sobald die Vegetation sich derart änderte, dass sie mit der Typusbeschreibung nicht mehr übereinstimmte, wurde rückblickend eine möglichst plausible Grenze

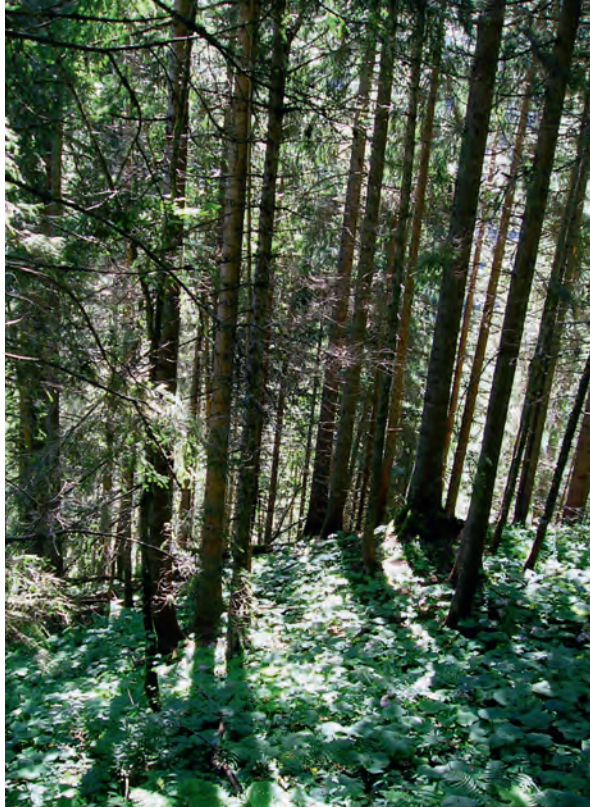


Abb 2 Beispiel eines in der hochmontanen Stufe typischen Waldes: Hochstauden-Tannen-Fichten-Wald (EK 50). Der Bestand ist geschlossen, das Kronendach fast durchgehend und die Kronen reichen nur selten bis zum Boden.

gezogen (Frey 1995). Da die Übergänge meistens fließend sind, liegt die Grenzziehung im Ermessensspielraum des Kartierers und ist damit als Gutachten zu interpretieren (Frehner 1963).

Grösse der Betrachtungsfläche

Die Beschreibungen der Standorttypen (Typusblätter, Frey et al 2000) gehen aus Vegetationsaufnahmen auf einer Fläche von 400 bis 800 m² hervor. Deshalb wurde bei der Kartierung versucht, keine punktuelle Standortansprache zu machen, sondern jeweils die 400 bis 800 m² grosse umliegende Fläche zu betrachten. So wurde auch vermieden, dass sich die Kartierung im Detail verliert und reine Bestandesstrukturen (z.B. Lücken) abbildet. Wo die verschiedenen Standorttypen als Mosaikstandorte beschrieben sind (z.B. Hochstauden-Fichten-Wald mit Alpenwaldfarn, 60A: Farnflur mit Heidelbeervegetation auf den baumfähigen erhöhten Kleinstandorten), ist dieses Flächendenken sowieso nötig, um den Standort anzusprechen.

Betrachteter Zeithorizont

Die vorhandene Vegetation ist einerseits von sich kaum verändernden Standortfaktoren (Höhe über Meer, Exposition, Muttergestein), andererseits von im Lauf der Zeit stark variierenden Faktoren (u.a. Lichtverfügbarkeit) beeinflusst. In Lücken des Standorttyps 57A (Alpenlattich-Fichten-Wald mit Alpenwaldfarn) entwickelt sich beispielsweise eine stellen-

weise flächendeckende Farnflur, deren Üppigkeit vielmehr auf die momentane hohe Lichtverfügbarkeit als auf den Standort selbst zurückzuführen ist. In solchen Fällen wurde überlegt, wie die gleiche Fläche in rund 100 Jahren (halbe Baumgeneration) aussehen würde. Wenn die vorhandene Vegetation sich nur aufgrund der momentanen Lichtverhältnisse von der für die Einheit charakteristischen Vegetation unterschied, wurde die Fläche nicht als neue Einheit auf den Plan übertragen; wenn die Änderung der Vegetation hingegen wegen topografischer oder bodenkundlicher Merkmale entstanden sein dürfte (z.B. Muldenlagen, aktive Böden), wurde sie separat kartiert.

Umgang mit Störungsflächen

Bei der Standortkartierung wird immer die Vegetation, welche in normal geschlossenen Beständen in der reifen Optimalphase vorkäme, beurteilt (Leibundgut 1959). Nach dem Sturm Vivian sind im Uaul Surrein grosse Lücken entstanden. Dementsprechend kommt dort eine Schlagflora vor, welche der Artengarnitur der beschriebenen Standorttypen nicht entspricht. Die Bodenverhältnisse – mindestens der Oberboden – verändern sich ebenfalls, da die höhere Sonnenenergie die biologische Aktivität und somit den Abbau der organischen Auflage fördert. Eine eindeutige Zuordnung solcher Störungsflächen erwies sich sowohl floristisch wie auch bodenkundlich als schwierig. In solchen Fällen wurde mit Analogieschlüssen gearbeitet (Leuthold 1982, Burnand et al 1986): Solange kein sichtbarer, neu wirkender Standortfaktor vorkommt (z.B. Topografie, Wasserverfügbarkeit, Geologie), wurde davon ausgegangen, dass die offene Fläche zum gleichen Standorttypus gehört wie der benachbarte Wald. Wenn beidseits der Windwurffläche zwei unterschiedliche Standorttypen vorkommen, muss die Grenze dementsprechend irgendwo in der Kahlfläche verlaufen. Die Festlegung solcher Grenzen war mit einer erheblichen Unsicherheit verbunden, und ihr Verlauf sollte, sobald die entsprechenden Flächen wieder mit Wald bedeckt sind, überprüft werden. In solchen Fällen wurde versucht, die Grenzen entlang von topografischen Grenzen festzulegen, da viele Standortfaktoren in engem Zusammenhang mit dem Relief stehen.

Zugunsten des Problems kartieren

Standorttypen geben dem Praktiker unter anderem wichtige Auskünfte über potenzielle Verjüngungsschwierigkeiten, die bei der waldbaulichen Planung zu beachten sind. Mit diesen Informationen können zum Beispiel die Erfolgsaussichten von Eingriffen verbessert werden, indem ungeeignete und schwer korrigierbare Waldbehandlungen vermieden werden. Solche Überlegungen flossen in die Kartierung im Sinne eines Vorsorgeprinzips ein. Beispiels-

Tab 2 Lokal geeichte Kriterien zur Unterscheidung der verschiedenen Standorttypen in der subalpinen Stufe (oberhalb von ca. 1600 m ü. M.).

Subalpine Stufe				
57V	<i>Vaccinium-myrtillus</i> -Aspekt; Wuchshöhe: mind. 30–40 cm	Hangneigung < 70%	<i>Athyrium distentifolium</i> < 10% der Fläche	<i>Calamagrostis villosa</i> < 20% der Fläche (ungestörte Fläche!)
57C	<i>Calamagrostis-villosa</i> -Aspekt	Hangneigung > 70%	<i>Athyrium distentifolium</i> < 10% der Fläche	<i>Vaccinium myrtillus</i> < 20% der Fläche
57A	<i>Vaccinium-myrtillus</i> - oder <i>Calamagrostis-villosa</i> -Aspekt		<i>Athyrium distentifolium</i> : 10 bis 40% der Fläche	Kein <i>Stellaria nemorum</i> , <i>Rumex alpestris</i> , <i>Achillea macrophylla</i>
57R	Arten wie im 57V, aber mit zusätzlichen Arten von Arven-Lärchen-Wäldern wie <i>Rhododendron ferrugineum</i> , <i>Vaccinium gaultherioides</i> , <i>Empetrum hermaphroditum</i>			
58L	<i>Vaccinium-myrtillus</i> - und <i>-vitis-ideae</i> -Aspekt; Wuchshöhe kleiner als 30 cm			Mit <i>Phyteuma betonicifolium</i>
60A	<i>Athyrium-distentifolium</i> -Aspekt		<i>Athyrium distentifolium</i> > 40% der Fläche	Mit <i>Stellaria nemorum</i> , <i>Rumex alpestris</i> , <i>Achillea macrophylla</i> ; Grünerle kann vorkommen
60	<i>Adenostyles-alliariae-Cicerbita-alpina</i> -Aspekt		<i>Athyrium distentifolium</i> < 40% der Fläche	Grünerle kann vorkommen
AV	Grünerlengebüsch			Kaum noch Fichten beigemischt

Tab 3 Lokal geeichte Kriterien zur Unterscheidung der verschiedenen Standorttypen der hochmontanen Stufe (unterhalb von ca. 1600 m ü. M.).

Hochmontane Stufe				
46	<i>Vaccinium myrtillus</i> > 20% der Fläche	Hangneigung < 50%		Wuchshöhe von <i>Vaccinium myrtillus</i> < 20 cm
46M	<i>Vaccinium myrtillus</i> > 20% der Fläche	Nur Kuppenlagen	Auf Podsol, viele Stellen mit Xeromoder	Wuchshöhe von <i>Vaccinium myrtillus</i> < 20 cm
55C	<i>Vaccinium myrtillus</i> < 20% der Fläche			Mit <i>Calamagrostis villosa</i> , <i>Veronica urticifolia</i> , <i>Prenanthes purpurea</i> ; Deckung von <i>Prenanthes</i> sehr variabel
55	<i>Vaccinium myrtillus</i> < 20% der Fläche			<i>Calamagrostis villosa</i> kaum vorhanden
50	Mit Hochstauden	<i>Cicerbita alpina</i> , <i>Viola biflora</i> , <i>Adenostyles alliariae</i> , <i>Peucedanum ostruthium</i>		<i>Cicerbita alpina</i> , <i>Viola biflora</i> , <i>Adenostyles alliariae</i> , <i>Peucedanum ostruthium</i>

weise wurde im Übergangsbereich zwischen einem Standorttyp, bei welchem nach einer diffusen Durchforstung die Gefahr besteht, dass die Verjüngung durch die Bodenvegetation konkurrenziert wird, und einem in dieser Beziehung unproblematischen immer «zugunsten des Problems» kartiert, d.h., der ganze Übergangsbereich wurde dem problematischen Standorttyp zugeteilt. So enthält die Karte im Zweifelsfall einen Sicherheitsfaktor, der den Praktiker davor schützen sollte, nachteilige Eingriffe vorzunehmen.

Orientierung im Gelände und Genauigkeit der Einträge auf dem Plan

Die Orientierung im Gelände erfolgte mithilfe eines Plans im Massstab 1:5000, eines barometrischen Höhenmeters und eines GPS-Gerätes (Garmin eTrex). Wenn aufgrund des Satellitenempfanges die angegebene Genauigkeit schlechter als 15 m war, wurde auf den Gebrauch des GPS verzichtet, was aber selten der Fall war. Diese Messgenauigkeit entspricht

im Massstab 1:5000 3 mm, was hinreichend ist, um Flächen auszuscheiden, die ohnehin nicht durch scharfe Linien begrenzt sind. Die Koordinaten wurden aus dem GPS abgelesen und mit einem Massstab auf den Papierplan eingetragen.

Kriterien zur Unterscheidung der Standorttypen

Scharfe Grenzen sind in der natürlichen Vegetation eher selten. Vielmehr sind fließende Übergänge zwischen den definierten Standorttypen anzutreffen, was die Ausscheidung von Vegetationseinheiten auf dem Plan erschwert. Um die Grenzen dennoch möglichst objektiv, nachvollziehbar und einheitlich festzulegen und um sie als Entscheidungshilfe während der Kartierung nutzen zu können, wurde mithilfe von klar definierten, pragmatisch festgelegten Kriterien gearbeitet (Tabellen 2 und 3). Diese wurden nach einer Rekognoszierung des Perimeters definiert und dienen als Ergänzung der Typusblätter von Frey et al (2000).

Resultate

Das Ergebnis des Projektes liegt in Form einer Standortkarte im Massstab 1:5000 (Abbildung 3) und eines internen technischen Begleitberichtes vor.² Im Perimeter wurden 15 verschiedene Standorttypen kartiert, die in der Tabelle 4 aufgelistet sind.

Diskussion

Anwendbarkeit der Standorttypen bei der Ansprache realer Bestände

Wir gehen davon aus, dass die Pflanzen weitgehend artspezifisch entlang von kontinuierlichen Standortgradienten verteilt sind (sog. Kontinuumtheorie oder «individualistisches Konzept» nach Gleason 1926, vgl. auch Whittaker 1967, Austin &

Smith 1989). Standorttypen sind demzufolge lediglich als gedankliche Konstruktionen zur Erfassung der Gradienten zu verstehen (Frey 1995). Dementsprechend sind Übergänge zwischen zwei Standorttypen keine Ausnahme, sondern vielmehr die Regel. Kaum ein realer Bestand entspricht genau der Typenbeschreibung, sodass die Zuordnung während der Kartierung immer eine gewisse Abstraktion und Wertung benötigt (Trautmann 1963, Leuthold 1982, Burnand et al 1986, Frey 1995). Dennoch wurde das vorgeschlagene Typussystem im Gelände als zutreffend empfunden, was mit älteren Gliederungssystemen von Vegetationseinheiten, welche nicht mittels Kartierungen überprüft und gegebenenfalls angepasst wurden, nur bedingt der Fall ist (vgl. Bichsel et al 1990, Frey 1992, 1995).

Bandbreite und Anzahl der Standorttypen

Ein kästchenweise aufgesetztes System, das dazu dient, ein Kontinuum zu beschreiben, wirft die Frage der Bandbreite der einzelnen Einheiten auf. Ist diese zu gross, weisen die Einheiten verschiedene Fazies auf und sind deshalb schwierig zu erkennen und zu kartieren. Zu enge Typen haben hingegen zur Folge, dass ihre Anzahl entsprechend gross ist und das System unübersichtlich wird. Diese Frage soll am Beispiel zweier Standorttypen aus dem Perimeter erörtert werden:

1) Der Deckungsgrad der Art *Prenanthes purpurea* (Hasenlattich) variiert innerhalb der in der hochmontanen Stufe weitverbreiteten Einheit 55C (Ehrenpreis-Fichten-Wald mit Wollreitgras) sehr stark. Egal, ob die Art aspektbestimmend oder nur spärlich vorkam, wurden die Flächen dem gleichen Standorttyp zugeordnet, weil die Artengarnitur, die standörtlichen Faktoren und die Physiognomie der Bestände ähnlich sind. In diesem Fall scheint uns eine Unterteilung der Einheit, wie sie auf der Karte von Trepp (1979) vorgenommen worden ist, in waldökologischer Hinsicht nicht fundiert.

2) Im Uaul Surrein kommt auf ausgedehnten Flächen *Athyrium distentifolium* (Alpenwaldfarn) vor. Dieser ist jedoch nicht zusammen mit typischen Hochstaudenarten wie im Hochstauden-Fichten-Wald mit Alpenwaldfarn (60A), sondern mit Arten des Alpenlattich-Fichten-Waldes (57 s.l.) anzutreffen. Das könnte als Übergang zwischen den Einheiten 60A und 57V/57C betrachtet werden: feuchtere Verhältnisse als in der Einheit 57 s.l., aber immer noch trockener als die Einheit 60A. Wegen der Häufigkeit dieser Artenkombination wurde von Frey et al (2000) ein neuer Standorttyp 57A (Alpenlattich-Fichten-Wald mit Alpenwaldfarn) beschrieben. Typisch für diese Einheit ist das deutliche Vorkommen von *Athyrium distentifolium* (deckt 10 bis 40% der Fläche), jedoch ohne die typischen Arten der Hochstaudenfluren wie *Adenostyles alliariae* (Grauer Alpendost), *Cicerbita alpina* (Alpen-Milchlattich), *Saxifraga rotun-*

² Doutaz J (2007) Erläuternder Begleitbericht zur Standortskartierung des ETH Lehr- und Forschungswaldes Sedrun, Gemeinde Tujetsch GR. Teil Uaul Surrein, Prau Nausch und Tgom. Zürich: Waldökologie, Institut für Terrestrische Ökosysteme, Eidg. Technische Hochschule Zürich (unveröffentlicht). 15 p.

Signatur	EK-Nr.	Standorttyp
	EK 46	<i>Vaccinio myrtilli-Abieti-Piceetum typicum</i> Typischer Heidelbeer-Tannen-Fichten-Wald
	EK 50	<i>Adenostylo alliariae-Abieti-Piceetum typicum</i> Typischer Hochstauden-Tannen-Fichten-Wald
	EK 55	<i>Veronico latifoliae-Piceetum</i> Ehrenpreis-Fichten-Wald
	EK 55C	<i>Veronico latifoliae-Piceetum calamagrostietosum</i> Ehrenpreis-Fichten-Wald mit Wollreitgras
	EK 57A	<i>Homogyno-Piceetum athyrietosum distentifolii</i> Alpenlattich-Fichten-Wald mit Alpenwaldfarn
	EK 57BI	<i>Homogyno-Piceetum typicum</i> , Blockausbildung Alpenlattich-Fichten-Wald, Blockausbildung
	EK 57C	<i>Homogyno-Piceetum calamagrostietosum villosae</i> Alpenlattich-Fichten-Wald mit Wollreitgras
	EK 57R	<i>Homogyno-Piceetum rhododendretosum ferruginei</i> Alpenlattich-Fichten-Wald mit Alpenrose
	EK 57V	<i>Homogyno-Piceetum vaccinietosum myrtillii</i> Alpenlattich-Fichten-Wald mit Heidelbeere
Nur als Übergang	EK 58L	<i>Larici-Piceetum laserpitietosum halleri</i> Preiselbeer-Fichten-Wald mit Laserkraut
	EK 58V	<i>Larici-Piceetum typicum</i> , Preiselbeer-Fichten-Wald
	EK 60A	<i>Adenostylo-Piceetum athyrietosum distentifolii</i> Hochstauden-Fichten-Wald mit Alpenwaldfarn
	AV	<i>Alnetum viridis typicum</i> Grünerlengebüsch
	AV/BP*	<i>Betuleto pendulae-Alnetum viridis</i> Hängebirken-Grünerlen-Gebüsch
	Bi *	Birkenvorwald

Tab 4 Liste der im Perimeter kartierten Standorttypen. Nomenklatur nach Frey et al 2000. EK-Nr.: Nummerierung der Standorttypen nach Ellenberg & Klötzli (1972). Abweichungen oder neue Einheiten sind mit einem Stern markiert (Erläuterungen im Text).

difolia (Rundblättriger Steinbrech), *Achillea macrophylla* (Grossblättrige Schafgarbe) oder *Stellaria nemorum* (Hain-Sternmiere). Ob der Aspekt von *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere; wie im Standorttyp 57V) oder *Calamagrostis villosa* (Wolliges Reitgras; wie im Standorttyp 57C) geprägt ist, ist für die Ausscheidung der Einheit zweitrangig im Vergleich mit dem Deckungsgrad von *Athyrium distentifolium* (Tabelle 2). Diese Einheit ist in den meisten Übersichtswerken (Ott et al 1997, Frehner et al 2005) nicht beschrieben, weil sie offenbar andernorts nicht flächig vorkommt. Auch wenn mit der Ausscheidung neuer Einheiten die Gefahr besteht, die Übersichtlichkeit des Systems zu reduzieren, stellt eine solche Anpassung an die lokalen Verhältnisse eine wertvolle Hilfe für den Kartierer dar, da er sonst grossflächig Übergänge kartieren müsste, was unbefriedigend wäre. Dies ist ebenfalls für den Praktiker nützlich, weil die Beschreibung der Standorttypen somit vor Ort als zutreffender empfunden und die Anwendbarkeit der Karte erhöht wird.

Einbezug von nichtfloristischen Merkmalen bei der Kartierung

In der neueren Auffassung der Waldkartierung werden häufig nichtfloristische Merkmale beigezogen (Burnand & Leuthold 1981, Burnand et al 1986, Frey 1995). Solche Zusatzkriterien – solange sie auf einem nachvollziehbaren ökologischen Hintergrund beruhen und damit standortkundlich vertretbar sind – erwiesen sich während der Kartierung als sehr hilfreich. So ist beispielsweise die Einheit 57 s.l. (Alpenlattich-Fichten-Wald) durch ausgedehnte Heidelbeer- oder Wollreitgras-Teppiche gekennzeichnet. Die beiden aspektbestimmenden Arten sind häufig in einer mosaikartigen Mischung anzutreffen, und ihre momentane An- beziehungsweise Abwesenheit ist primär von der ehemaligen Bewirtschaftung (z.B. Beweidung oder Lichtverfügbarkeit) und nicht von Standortfaktoren beeinflusst. Eine Trennung der beiden Standorttypen mithilfe rein floristischer Kriterien ist äusserst schwierig, weshalb die Hangneigung als Unterscheidungsmerkmal beigezogen wurde. Am Steilhang (> 70%) sind aufgrund der Hangneigung die Böden aktiver: der Auswaschungshorizont (typisch für Podsole) ist nicht sehr deutlich ausgeprägt und die organische Auflage gering im Vergleich zu allen anderen Untereinheiten des Alpenlattich-Fichten-Waldes. Solche Verhältnisse wurden als Standorttyp 57C (Alpenlattich-Fichten-Wald mit Wollreitgras) kartiert. Kniehohe Heidelbeeren können zwar stellenweise auch hier vorkommen, sind aber auf sogenannte Schneelöcher, die spät ausapern und kälter und feuchter sind, beschränkt. In wenig steilen Lagen (< 70%) wurde die Einheit 57V (Alpenlattich-Fichten-Wald mit Heidelbeere) verwendet. Hier ist meist ein für podsolierte Böden charakteristischer heller Auswaschungshorizont deutlich sichtbar, und der Boden ist flächig mit einer mächtigen Rohhumusaufgabe bedeckt. Wollreitgras-Teppiche dürften auf solchen Standorten vermutlich häufig auf ehemalige Beweidung oder diffuse Durchforstungen zurückzuführen sein. An Stellen, wo die Schneeschicht gering ist (z.B. unter Bäumen wegen der Interzeption), tritt ebenfalls die frostempfindliche Heidelbeere zugunsten des Wollreitgrases stark zurück. Solche kleinen Flächen wurden aber nicht als Standorttyp 57C ausgeschieden.

Schliesslich ist zu berücksichtigen, dass die Schlagflora, die sich zum Beispiel nach einem Windwurf oder einem grösseren Holzschlag einstellt, selten zuverlässige Auskünfte über die Standortfaktoren gibt, welche im geschlossenen Wald herrschen. Nichtfloristische Kriterien können hier wertvolle Hinweise liefern, da sie sich im Laufe der Zeit weniger verändern als die Vegetation selber, welche stark auf die aktuellen Lichtverhältnisse reagiert. Die Unsicherheiten, die mit dem der Kartierung zugrunde liegenden Zeithorizont verbunden sind, können so beträchtlich reduziert werden.

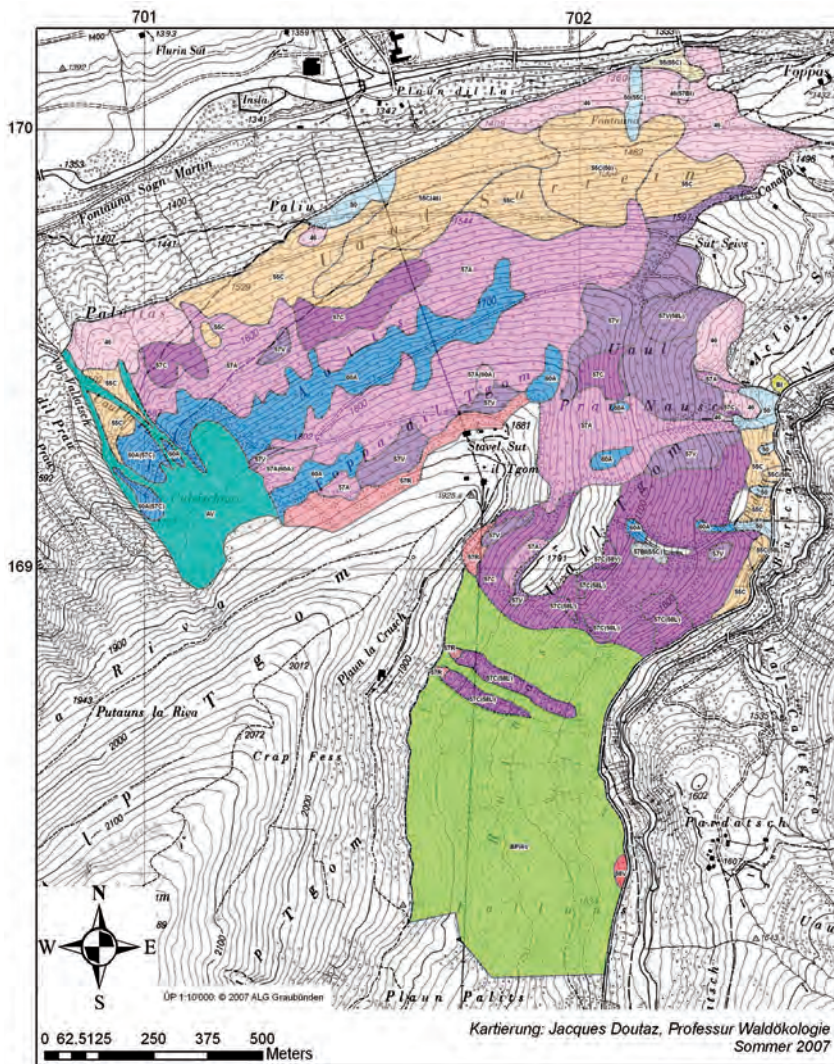


Abb 3 Standortkarte der Waldkomplexe Uaul Surrein und Uaul Tgom im Lehr- und Forschungswald der ETH Zürich in Sedrun. Legende: siehe Tabelle 4. Reproduziert mit Bewilligung des ALG vom 22. Januar 2008.

Potenzielle natürliche Vegetation

Die Waldstandortkartierung hat den Anspruch, die potenzielle natürliche Vegetation der reifen Optimalphase (z.B. Leibundgut 1959) darzustellen, weil diese Information für den naturnahen Waldbau und den Naturschutz von grösserer Bedeutung ist als die reale Vegetation (Burnand & Leuthold 1981). Es stellt sich natürlich die Frage, inwieweit eine Standortansprache zuverlässige Aussagen über die potenzielle natürliche Vegetation erlaubt, da der menschliche Einfluss überall erkennbar ist oder zumindest in der Vergangenheit gewirkt hat. Beispielsweise dürfte nur schon die menschbedingt hohe Wilddichte den Deckungswert der verschiedenen Arten erheblich beeinflussen. Solche Fragen werden insbesondere dann akut, wenn die Typuszuordnung bestandesstrukturelle Kriterien miteinbezieht.

Im Uaul Prau Nausch sind beispielsweise dichte Wälder mit einer ausgedehnten, jedoch kleinschlächtigen Heidelbeervegetation anzutreffen. Diese wurden bis auf ca. 1600 m ü. M. als typischer Heidelbeer-Tannen-Fichten-Wald (46) – das hochmontane Pendant zum subalpinen Alpenlattich-Fichten-Wald mit Heidelbeere (57V) – kartiert, auch wenn die Obergrenze der hochmontanen Stufe am Osthang eher bei 1500 m ü. M. verläuft. Ausschlaggebend dafür waren die hohe Konkurrenz zwischen den Bäumen und die geringe Wuchskraft der Heidelbeere, die schlecht mit der Physiognomie des durch kniehohe Heidelbeere und ausgeprägte Rotenstruktur gekennzeichneten Typus 57V übereinstimmen. Die Dichte des Bestandes könnte aber auch auf eine eingewachsene Kahlfläche zurückzuführen («künstliche» Struktur) und die geringe Wuchskraft der Heidelbeere durch trockenere Verhältnisse verursacht sein. Eine saubere Trennung der natürlichen und anthropogenen Einflussfaktoren stösst hier an ihre Grenzen.

Gleiche Überlegungen gelten für den wärmeren Osthang (Ruinas) des Lehrwaldes, der lawinenbedingt grösstenteils von ausgedehnten Hängebirken-Grünerlen-Beständen bedeckt ist. Aufgrund der geringen Luft- und Bodenfeuchte besteht die Bodenvegetation nicht primär aus Arten der Hochstaudenfluren (diese sind v.a. auf wasserführende Rinnen beschränkt), sondern vielmehr aus einer grasigen (v.a. *Calamagrostis villosa*) oder teilweise auch zwergstrauchreichen Vegetation (*Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*). Deswegen wurde diese Fläche nicht als typisches Grünerlengebüsch, sondern als Hängebirken-Grünerlen-Gebüsch (BP/AV) kartiert, auch wenn diese Einheit im Ordner von Frey et al (2000) nicht beschrieben ist. Der Standorttyp stellt eine trockenere Variante des typischen Grünerlengebüsches (AV) dar und ist ganz klar auf die regelmässigen Lawinnenniedergänge zurückzuführen (Säbelwuchs, niederliegende Wuchsform und gebrochene Bäume). Die BP/AV-Fläche wird durch zwei lin-

senförmige, in der Falllinie liegende Waldbestände der Einheit 57C unterbrochen (mit Tendenz zum Preiselbeer-Fichten-Wald mit Laserkraut [58L] auf Felskuppen). Ohne Lawineneinwirkung würde sich vermutlich die ganze als BP/AV kartierte Fläche ebenfalls zum Standorttyp 57C(58L) weiterentwickeln, wie stellenweise gedeihende, junge Fichten dies vermuten lassen. Hier ist wieder die Frage angebracht, ob die Lawinenaktivität rein natürlich oder auf ehemalige menschliche Aktivitäten (z.B. Absenken der natürlichen Waldgrenze zur Gewinnung grösserer Weideflächen oder Abholzung) zurückzuführen ist.

Schliesslich sind unterhalb des Uaul Prau Nausch, am Rand der Wiese Nacla, Birkenbestände anzutreffen. Diese sind ganz klar als Pionierbestände zu interpretieren, welche sich auf einwachsenden landwirtschaftlichen Flächen etabliert haben. Eine reiche Fichtenverjüngung weist darauf hin, dass nach einer Baumgeneration und ohne Störung die Fichten dominieren dürften. Pionierstadien werden normalerweise nicht als solche kartiert (genauso wie Windwurfflächen), weil sie nur vorübergehende Zustände der Vegetation darstellen. Da aber die Entwicklung dieser Pionierphase in Zusammenhang mit waldökologischen Fragen (z.B. Rolle der Pionierbaumarten bei der Wiederbewaldung von Blößen im Gebirgswald) von Interesse sein könnte, wurde diese Fläche ausnahmsweise als separate Einheit kartiert.

Grenzziehung zwischen Standorttypen oder Höhenstufen

Mit der verwendeten Kartiermethode (Burnand et al 1986) werden die Einheitsgrenzen örtlich rückblickend festgelegt. Es ist zu vermuten, dass demzufolge der letzten ausgeschiedenen Einheit tendenziell eine grössere Ausdehnung zugewiesen wird: Wenn man von rechts nach links kartiert, wird die Grenze weiter links gezogen, als wenn von links nach rechts kartiert wird (Burnand et al 1986). Das Gleiche gilt für die Grenze zwischen zwei Höhenstufen: Erfahrungsgemäss wurde die untere Grenze der subalpinen Stufe beim Absteigen leicht tiefer gezogen als beim Aufsteigen. Die provisorische Festlegung der Höhenstufengrenze aufgrund einer sorgfältigen Gegenhangbeobachtung stellt also eine wichtige Richtschnur für den Schlussscheid im Bestand dar.

Folgerungen

Die Pflanzensoziologie hat Anlass zu vielen Diskussionen gegeben: Waldgesellschaften, die den Eindruck von in der Natur existierenden Wesenheiten vermitteln (z.B. Glahn 1968) oder die als frei wählbare Idealbilder (Erklärungshilfe) entlang Ve-



Abb 4 Beispiel eines in der subalpinen Stufe weitverbreiteten Waldtyps: Alpenlattich-Fichten-Wald mit Heidelbeere (EK 57V). Der Schlussgrad ist räumig (Rottenstruktur), und die Fichten weisen lange Kronen auf.

getationsgradienten zu verstehen sind (Frey 1995), rein floristische Beschreibungen der Vegetationstypen (Ellenberg & Klötzli 1972, Keller et al 1998) oder breiter abgestützte Beschreibungen mit Einbezug von bodenkundlichen, topografischen und physiognomischen Merkmalen (z.B. Ott et al 1997, Frehner et al 2005). Ferner wurde die Pflanzensoziologie zum Teil auch als abgehobene und elitäre Disziplin mit abschreckender Nomenklatur betrachtet oder als eine Wissenschaft, der es an Objektivität mangelt und welche ungenügend auf statistisch einwandfreien Methoden aufbaut (vgl. Wildi & Orłóci 1996). Sogar an der Anwendbarkeit der Vegetationskunde in der Praxis wurde immer wieder Kritik geübt. Bei vielen dieser manchmal ideologisch geprägten Dispute wurde unserer Ansicht nach vergessen, dass die Standortkunde in erster Linie als nützliches Werkzeug zur Charakterisierung der Vegetation und damit als praxisrelevantes Hilfsmittel zur Kommunikation von Problemen der Waldbewirtschaftung und des Naturschutzes zu verstehen ist. Hingegen will sie keine theoretisch fundierte Hypothese zur Erklärung des Zustandekommens von Waldtypen darstellen.

Trotz den Schwierigkeiten, welche aus dem individuellen Verhalten der Pflanzenarten und den mehrdimensionalen Standortgradienten hervorgehen, bilden die Standorttypen unserer Meinung nach eine geeignete Basis, um komplexe Ökosysteme effizient und befriedigend anzusprechen. Daraus können dann Schlussfolgerungen für die Bewirtschaftung (oder Nichtbewirtschaftung) abgeleitet werden. Voraussetzung dafür ist einerseits ein System von klar definierten und gut beschriebenen Ide-

albildern, welche mithilfe von «inneren Anschauungsbildern» (Leuthold 1982) eine leichte Zuordnung realer Bestände ermöglichen. Andererseits muss jedem Anwender klar sein, dass die Standortkarten immer als Gutachten zu interpretieren sind, weil die Komplexität der Natur (und die Gedankengänge bei der Kartierung) sich letzten Endes in einer Karte nie vollständig erfassen lässt (Burnand et al 1986, Frey 1992). Dies spricht aber nicht gegen die Nachvollziehbarkeit der Kartierarbeit, welche auf ökologischer Plausibilität basiert, wie wir mit dieser Arbeit zu zeigen hoffen. Letztendlich muss die Brauchbarkeit und Tauglichkeit eines Typussystems zur Beschreibung der Vegetation und zur Analyse der wichtigsten Standortfaktoren denn auch immer in realen Beständen geprüft werden, sei es bei der Kartierungsarbeit selber oder bei der Verwendung solcher Grundlagen für die Planung von Eingriffen. Hier dürften ideologische Streitfragen um die Pflanzensoziologie nur noch eine untergeordnete Bedeutung haben. ■

Eingereicht: 16. Februar 2008, akzeptiert (mit Review): 2. September 2008

Literatur

- AUSTIN MP, SMITH TM (1989) A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83: 35–47.
- BEBI P (2000) Erfassung von Strukturen im Gebirgswald als Beurteilungsgrundlage ausgewählter Waldwirkungen. *Beih Schweiz Z Forstwes* 90: 128 p.
- BICHSEL M, BURGER T, BURNAND J, FREY HU, STOCKER R (1990) Gedanken zu den Anforderungen an Wald-Standortskartierungen – ein Diskussionsbeitrag. *Schweiz Z Forstwes* 141: 851–856.
- BICHSEL M, FREY HU (2000) Höhenstufen als wichtige Grundlage zur Bestimmung der Waldstandortstypen. *Bündnerwald* 53 (1): 48–53.
- BRAUN-BLANQUET J, PALLMANN H, BACH R (1954) Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. Teil II: Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (*Vaccinio-Piceetalia*). *Ergeb Wiss Unters Schweiz Natl.park NF IV/28*. 200 p.
- BURNAND J, LEUTHOLD C (1981) Pflanzensoziologie ist nicht Selbstzweck. *Bündnerwald* 34: 429–441.
- BURNAND J, ZÜST S, DICKENMANN R (1986) Einige Aspekte der praktischen Vegetationskartierung. *Veröff Geobot Inst Eidgenöss Tech Hochsch Stift Rübel Zür* 87: 216–227.
- ELLENBERG H, KLÖTZLI F (1972) Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. *Mitt Schweiz Anst Forstl Versuchsw* 48: 589–930.
- ETTER H (1943) Pflanzensoziologische und bodenkundliche Studien an schweizerischen Laubwäldern. *Mitt Schweiz Anst Forstl Versuchsw* 23: 5–132.
- ETTER H (1947A) Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. *Mitt Schweiz Anst forstl Versuchsw* 25: 141–210.
- ETTER H (1947B) Vegetationskarte des Sihlwaldes der Stadt Zürich. *Beih Schweiz Z Forstwes* 24: 22 p.

- FREHNER HK (1963)** Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beitr Geobot Landesaufn Schweiz 44: 96 p.
- FREHNER M (2001)** Gebirgswaldpflege – es kommt auf den Standort an. Schweiz Z Forstwes 152: 169–176. doi: 10.3188/szf.2001.0169
- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005)** Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landschaft. 564 p.
- FREY HU (1992)** Erfahrungen und Probleme mit der «pflanzensoziologischen» Standortserfassung am Beispiel zweier Gebirgsregionen – kritische Gedanken zur Aufnahme- und Auswertungsmethodik. Schweiz Z Forstwes 143: 48–57.
- FREY HU (1995)** Waldgesellschaften und Waldstandorte im St. Galler Berggebiet. Veröff Geobot Inst Eidgenöss Tech Hochsch Stift Rübel Zür 126a/b. 280 p.
- FREY HU (2003)** Die Verbreitung und die waldbauliche Bedeutung der Weisstanne in den Zwischenalpen. Ein Beitrag für die waldbauliche Praxis. Schweiz Z Forstwes 154: 90–98. doi: 10.3188/szf.2003.0090
- FREY HU, BICHSEL M, PREISWERK T (2000)** Waldgesellschaften und Waldstandorte Graubündens. 3. Teil: Vorderrhein. Chur: Amt für Wald, unveröffentl.
- GLAHN H (1968)** Der Begriff des Vegetationstyps im Rahmen eines allgemeinen naturwissenschaftlichen Typenbegriffs. In: Tüxen R, editor. Pflanzensoziologische Systematik. Symposium Stolzenau/Weser 1964. Den Haag: Junk. pp. 1–14.
- GLEASON HA (1926)** The individualistic concept of the plant association. Bull Torrey Bot Club 53: 7–26.
- KELLER W, WOHLGEMUTH T, KUHN N, SCHÜTZ M, WILDI O (1998)** Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grundlage. Statistisch überarbeitete Fassung der «Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz» von Heinz Ellenberg und Frank Klötzli (1972). Mitt Eidgenöss Forsch anst Wald Schnee Landsch 73: 93–357.
- KUOCH R (1954)** Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Mitt Eidg Anst Forstl Versuchswes 30: 133–260.
- KUOCH R (1984)** Gliederung und Darstellung der Waldvegetation. Schweiz Z Forstwes 135: 681–693.
- LANDOLT E (1983)** Probleme der Höhenstufen in den Alpen. Bot Helv 93: 255–268.
- LEIBUNDGUT H (1959)** Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz Z Forstwes 110: 111–124.
- LEUTHOLD C (1982)** Möglichkeiten und Grenzen der pflanzensoziologischen Waldkartierung (aufgrund von praktischen Erfahrungen in den Kantonen Aargau und Solothurn). Schweiz Z Forstwes 133: 211–216.
- MOOR M (1952)** Die *Fagion*-Gesellschaften im Schweizer Jura. Beitr Geobot Landesaufn Schweiz 31. 201 p.
- OTT E, FREHNER M, FREY HU, LÜSCHER P (1997)** Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Bern: Paul Haupt. 287 p.
- PREISWERK T (2000)** Streifenkartierungen und Typusaufnahmen als Anschauungsobjekte für den Anwender. Bündnerwald 53 (1): 54–56.
- RICHARD JL (1965)** Extraits de la carte phytosociologique des forêts du Canton de Neuchâtel. Berne: Huber. 48 p.
- STROBEL G (1997)** Rottenstruktur und Konkurrenz im subalpinen Fichtenwald – eine modellhafte Betrachtung. Beih Schweiz Z Forstwes 81. 203 p.
- TRAUTMANN W (1963)** Methoden und Erfahrungen bei der Vegetationskartierung von Wäldern und Forsten. In: Tüxen R, editor. Bericht über das internationale Symposium für Vegetationskartierung, Stolzenau/Weser 1959. Weinheim: Cramer. pp. 119–133.
- WHITTAKER RH (1967)** Gradient analysis of vegetation. Biol Rev 42: 207–264.
- WILDI O, ORLÒCI L (1996)** Numerical exploration of community patterns. A guide to the use of MULVA-5. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 2 ed. 171 p.

Standortkartierung im Lehr- und Forschungswald der ETH in Sedrun

Seit den grösseren Grundlagenarbeiten, welche vor allem der Aufstellung eines Gliederungssystems von Vegetationseinheiten gewidmet waren, hat sich die Pflanzensoziologie in mancher Hinsicht zu einer Disziplin der Standortbeurteilung weiterentwickelt. Heutzutage betrachtet die Standortkunde nicht nur floristische Aspekte, sondern auch bodenkundliche, topografische und bestandesstrukturelle Merkmale.

Eine Standortkartierung des Lehr- und Forschungswaldes der ETH Zürich in Sedrun (Graubünden) wurde im Sommer 2007 durchgeführt. Der vorliegende Aufsatz erklärt die dafür verwendete Methode und analysiert die Anwendbarkeit derselben mithilfe von konkreten Beispielen. Auch wenn eine Standortkartierung immer als Gutachten zu verstehen ist und die Zuordnung realer Bestände zu Standorttypen eine gewisse Abstraktion und Wertung benötigt, bleibt sie ein geeignetes Mittel, um komplexe Standorte effizient anzusprechen. Je klarer die Beschreibung der Standorttypen ist, desto höher ist die Nachvollziehbarkeit der Standortkarte, was sich positiv auf die praktische Anwendbarkeit niederschlagen dürfte.

Cartographie de stations dans la forêt de recherche et d'enseignement de l'EPFZ à Sedrun

La phytosociologie a beaucoup évolué depuis les grands travaux fondamentaux voués à l'établissement d'un système d'associations végétales. Dans son acception actuelle, la connaissance des stations ne considère plus uniquement les caractéristiques floristiques, mais également des éléments pédologiques, topographiques, de structure du peuplement, etc.

La forêt de recherche et d'enseignement de l'EPFZ à Sedrun a fait l'objet d'une cartographie des stations au cours de l'été 2007. Le présent article expose la méthode utilisée et analyse son applicabilité à l'aide d'exemples concrets. Même si une cartographie de stations doit toujours être comprise comme un avis d'experts et que la classification des peuplements réels nécessite un certain degré d'abstraction, elle reste un moyen approprié pour analyser des stations complexes. Des descriptifs précis des types de stations sont les garants d'une transparence accrue, ce qui devrait avoir des répercussions positives sur l'utilisation pratique des cartes de stations.