



## LFI3 - Das Landesforstinventar ist auch ein Landschaftsinventar

Das Landesforstinventar (LFI) ist ein integrales und zugleich differenziertes Beobachtungsinstrument des Waldökosystems auf nationaler und regionaler Ebene. Seit der ersten Inventur (1983-1985) hat sich aber nicht nur der Wald selber, sondern auch seine thematische Eingliederung in den Landschaftskontext verändert. Der Wald übernimmt heute ein breites Spektrum an Leistungen, welche weit über den jetzigen Waldrand hinaus reichen. WILDI & BRASSEL (1999) postulierten daher eine Landschaftsinventur, welche die Forstinventur integriert. In diesem Artikel zeigen wir, dass das dritte Landesforstinventar (LFI3) im heutigen räumlichen und zeitlichen Ressourcenkontext auch eine Landschaftsinventur geworden ist.

Lukas Mathys, Otto Wildi, Peter Brassel

### Die gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald ändern sich

Der Wald erbringt heute ein breites Spektrum an Leistungen für Private und vor allem für die Öffentlichkeit. Diese Leistungen reichen von Holzproduktion, Schutz vor Naturgefahren, Reinigung natürlicher Güter (z.B. Wasser oder Luft), Biodiversität und menschliche Erholung bis hin zur Kohlenstoffspeicherung im Klimakontext. Doch dies war nicht immer so. BÜRGI (1999) zeigte exemplarisch für das Zürcher Weinland, dass es zwar auch im 19. Jahrhundert eine traditionelle Mehrfachnutzung des Waldes gegeben hatte (neben Holzernte war es damals vor allem Beweidung, Streusammeln, Landwirtschaft in Waldlichtungen, Eichenrindensammeln etc.), doch dass diese anfangs des letzten Jahrhunderts von einem Primat der Holzproduktion abgelöst wurde. Erst ab der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts sind dem Wald schliesslich sukzessive die heutigen Nutz-, Schutz- und Wohlfahrtsleistungen zuerkannt worden. Die Anzahl und Priorität dieser Leistungen (Waldfunktionen) änderte sich so im Laufe der Zeit in den meisten Regionen der Schweiz, je nach naturräumlicher und soziokultureller Ausprägung mit unterschiedlicher Intensität und Richtung. Eine Landesforstinventur muss diese raum-zeitlichen Verschiebungen

der Waldfunktionen in geeigneter Form abbilden können. Denn gerade im Zuge der Nachhaltigkeitsverpflichtungen der Schweiz (Rio 1992 und für den Wald speziell Helsinki 1993, Lissabon 1998) verlangt eine nachhaltige Waldentwicklung, dass diese wirtschaftlichen, ökologischen und soziokulturellen Funktionen ausgewogen abgedeckt werden. Dem entsprechend setzt auch das Waldgesetz (1991) die Bedeutung von Nutz-, Schutz- und Wohlfahrtsfunktionen gleich.

### Die Forstinventur musste flexibel werden

Das erste Landesforstinventar wurde in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts entwickelt und hatte unter anderem die Hauptziele den Holzvorrat, sowie die Waldfläche der Schweiz und deren Regionen zu quantifizieren. Die Inventur wurde also noch in der Zeit des Holzproduktionsprimats entwickelt. Dementsprechend wurde eine quantitative Walddefinition kreiert, welche für diese Funktion optimiert ist und sich damit auf den entsprechenden Landschaftsausschnitt, das so genannte Waldareal, bezieht. Schon im zweiten Inventar vervielfachten sich die zu betrachtenden Funktionen und damit die Zahl der Aufnahmemerkmale für das LFI (z.B. Naturschutz und Erholung). Dieser Trend hat sich auf dem Weg zum dritten LFI in verstärktem

L'Inventaire forestier national (IFN) est un instrument d'observation, à la fois intégral et différencié, de l'écosystème forestier au niveau national et régional. Depuis le premier Inventaire (1983-1985), la forêt elle-même a non seulement évolué, mais aussi la thématique de sa place au sein du contexte paysager. La forêt propose aujourd'hui une large palette de prestations qui dépassent de loin la lisière actuelle. WILDI & BRASSEL (1999) ont de ce fait avancé un inventaire du paysage qui inclut l'inventaire forestier. Nous désirons montrer dans cet article que, dans le contexte actuel des ressources territoriales et temporelles, le troisième Inventaire forestier (IFN3) est également devenu un inventaire paysager.

Masse fortgesetzt. Der thematische Fokus erweiterte und verschob sich räumlich und zeitlich je nach Region. Der geographische Fokus des LFI hingegen blieb in den ersten beiden Inventuren auf dem Waldareal. Viele Waldfunktionen bezogen sich daher vermehrt auf das so genannte Nichtwaldareal und konnten damit von einer auf das Waldareal begrenzten Inventur nicht gesehen und beobachtet werden: doch gerade Wohlfahrtsfunktionen beziehen sich oft auf Baumressourcen im Nichtwaldareal (Pärke, Einzelbäume und Alleen) oder auf strukturreiche Waldränder. Für eine Nachhaltigkeitsbeurteilung im heutigen Sinne floss damit nicht das gesamte natürliche Ressourcenpotential ein, sondern nur ein beschränkter Ausschnitt. Diese Problematik kann unterschiedlich ausgeprägt sein, je nachdem wie restriktive eine Walddefinition ist und welche Ressourcen in einem Gebiet überhaupt vorkommen. MATHYS (2005) zeigte, dass im Kanton Genf nur 53% der Baumvegetation im Waldareal steht, 26% im Siedlungsgebiet und 21% im übrigen Gebiet. Eine Fokussierung auf

das Waldareal würde in diesem Falle nur wenig mehr als das halbe Baumressourcenpotential einbeziehen. Doch nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich ist eine reine Fokussierung auf das Waldareal problematisch. Denn um die Nachhaltigkeit von Waldentwicklungen zu beurteilen, ist es oft zu spät die Merkmale erst dann aufzunehmen, wenn eine Fläche bereits zu Wald geworden ist. Damit bleibt unklar, welche Veränderungen zu diesem neuen Zustand geführt haben und wie schnell diese ablaufen. Und vor allem ist die relevante Veränderung bereits passiert, was schliesslich auf der strategischen Ebene nur noch eine Reaktion ermöglicht, anstatt einer planerischen Aktion.

### Der Blick auf die gesamte Landschaft ist gefragt

Eine diskrete Definition für das Waldareal kann (und darf) sich nicht an räumlich und zeitlich sich verändernden Gegebenheiten anpassen. Obwohl der Waldrand oder Nichtwald («Tree Resources Outside Forests») in manchen Forstinventuren als zusätzliche Areale erhoben werden, bleiben die Nachteile jeder Landschaftsklassifikation, die mit diskreten Kategorien arbeitet, erhalten. Anstatt die Landschaft auf Typen zu reduzieren, ist es aus raum-zeitlichen Nachhaltigkeitsüberlegungen in einem landschaftlichen Kontext entscheidend, den gesamten Ressourcenumfang zu erfassen. Aus diesem Grund postulierten WILDI und BRASSEL (1999) die Erweiterung der Landesforstinventur zu einer Landschaftsinventur. Diese Weiterentwicklung ist nun in der Luftbildinterpretation des dritten Landesforstinventars umgesetzt worden und soll hier vorgestellt werden. Damit konnte das Landesforstinventar einige der beschriebenen Probleme einer diskreten Waldklassierung überwinden und zu einer gesamtlandschaftlichen Ressourceninventur werden.

### Kontinuierliche Ressourcengradienten statt diskreter Landschaftsklassen

Diskrete Landschaftsklassen (Areale) sind problematisch in einer dynamischen Landschaft, da sie sich immer nur auf einen funktionsspezifischen Ausschnitt beschränken und das übrige Gebiet ausser Betracht lassen. Werden anstatt der diskreten Landschaftsklassen die kontinuierlichen Variablen erfasst, welche die Waldklasse(n)

schliesslich bestimmen, so können anschliessend beliebige Klassifikationsstrategien optimiert auf die jeweiligen Waldfunktionen angewendet werden. Im dritten Landesforstinventar klassiert die interpretierende Person auf dem Luftbild deshalb nicht mehr eine Aufnahme fläche als Wald oder Nichtwald, sondern nimmt kontinuierliche Landschaftsvariablen auf. Diese Variablen beziehen sich einerseits auf die Baumvegetation, andererseits aber auch auf Bodenbedeckung der gesamten Landschaft. Für jeden LFI Stichprobenpunkt auf dem Luftbildnetz (500m Maschenweite) ist daher der prozentuale Flächenanteil der folgenden Bodenbedeckungselemente bestimmt: *Laub-, Nadelbaum, Lärche, Strauch, Kraut-/Grasvegetation, Offenerde/Sand/Gestein, Fels, befestigte Fläche, Bauobjekt, Gewässer, sowie Gletscher/Firn.* Diese Elemente beschränken sich auf Bodenbedeckung, da die Bodennutzung auf dem Luftbild schwierig zu bestimmen und deshalb nicht Gegenstand der Erfassung ist. Die Elemente, sowie Aggregate davon (alle Bauelemente, Versiegelung, Vegetation etc.),

sind kompatibel mit der bisherigen LFI-Walderfassung zur konsistenten Fortführung der LFI-Zeitreihe, sowie mit nationalen und internationalen Landschaftsinventuren. Die Qualität des Luftbildmaterials bestimmte schliesslich den Umfang des Merkmalkataloges, da im LFI3 nur Echtfarbenluftbilder (anstatt für Vegetation geeigneteres Infrarot-Luftbilder) im Massstab 1:30'000 zur Verfügung stehen. Da für jedes Bodenbedeckungselement neben dem Flächenanteil auch seine Höhe bekannt ist, können Aussagen nicht nur über die horizontale, sondern auch die vertikale Strukturvielfalt gemacht werden. Jeder dieser kontinuierlichen Landschaftsvariablen (z.B. Flächenanteile, Höhen etc. der verschiedenen Bodenbedeckungselemente) stellt einen ressourcenspezifischen Aspekt der Landschaft dar. Zusammen spannen diese einen mehrdimensionalen Variablenraum auf, in welchem sich die einzelnen Waldfunktionen eingliedern (Abb. 1). Dieser Variablenraum stellt somit das gesamte Ressourcenpotential einer Landschaft dar.

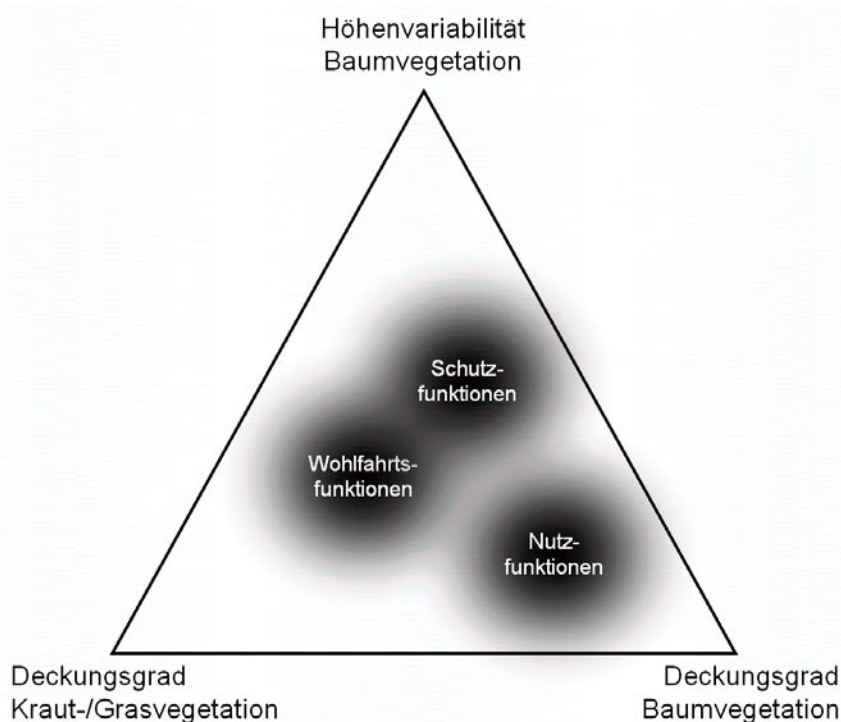


Abb. 1: Die verschiedenen Waldfunktionen basieren auf unterschiedlichen Teilräumen des mehrdimensionalen Landschaftsvariablenraumes. Als Beispiel sind hier drei von vielen möglichen Landschaftsvariablen gewählt worden.  
Fig. 1: Les diverses fonctions de la forêt se fondent sur différents territoires partiels de l'espace multidimensionnel des variables du paysage. Sont ici citées comme exemples trois des nombreuses variables paysagères possibles.

## Der Waldrand verschwindet

Die Anwendung der LFI Walddefinition ist eine Möglichkeit, den gesamten mehrdimensionalen Raum auf einen Teilraum, das heisst ein Landschaftsareal, zu reduzieren und als Aussageeinheit zu verwenden. Die Waldklassifikation wird daher im LFI3 auch vom Rechner automatisch durchgeführt. Einzig bei speziellen Nutzungssituationen (Schlagflächen, Aufforstungen, Verjüngung, Brand- und Sturmflächen) ändert die interpretierende Person den generierten Entscheid, da im Luftbild strikte Bodenbedeckung und nicht Bodennutzung aufgenommen wird.

Es können aber beliebige Grenzwerte anderer Walddefinitionen angewendet und dementsprechend Waldareale abgeleitet und quantifiziert werden (Abb. 2). Damit wird das LFI auch mit Forstinventuren anderer Länder flächenkompatibel, was gerade im internationalen Kontext bei der Planung und Umsetzung von grossräumigen Strategien (Kohlenstoffspeicherung, Biodiversität etc.) entscheidend ist. Denn solche definitionsbedingte Unterschiede können markant sein. Für die Region Jura führt, basierend auf den Daten des LFI3, eine Veränderung des Baumdeckungsgradgrenzwertes (die wohl wichtigste Grösse in Forstinventuren) von 40% auf 60% zu einer «Waldabnahme» um 6.7%; von 49.0%  $\pm 0.4$  auf 42.3%  $\pm 0.4$  (MATHYS et al. eingereicht).

Der Wald als Landschaftsklasse wird damit in der Landschaftsinventur zu einem abgeleiteten Merkmal. Die Rohdaten stellen nun die kontinuierlichen Landschaftsvariablen dar, welche für jede 50x50m-Stichprobe im 500m-Netz des LFI3 für die ganze Schweiz in- und ausserhalb des LFI-Waldareales verfügbar sein werden.

## Ressourcenorientierte Landschaftsbeobachtung

Aufgrund der obigen Überlegungen kann der Wald als Nutzungskategorie aufgefasst werden. Interessiert der Wald als organisatorische oder planerische Einheit, so ist es sinnvoll, den Variablenraum auf den Teilraum des Waldareals zu reduzieren. Aus einer gesamtlandschaftlichen Perspektive hingegen ist die relevante Information nicht die Waldzugehörigkeit, sondern die natürlichen Ressourcen, die dort anzutreffen sind; Baumkronenschlussgrad, Strukturvielfalt, Holzvolumen, Landschaftsgefüge etc.

Tab. 1 zeigt, dass der Wald nicht nur

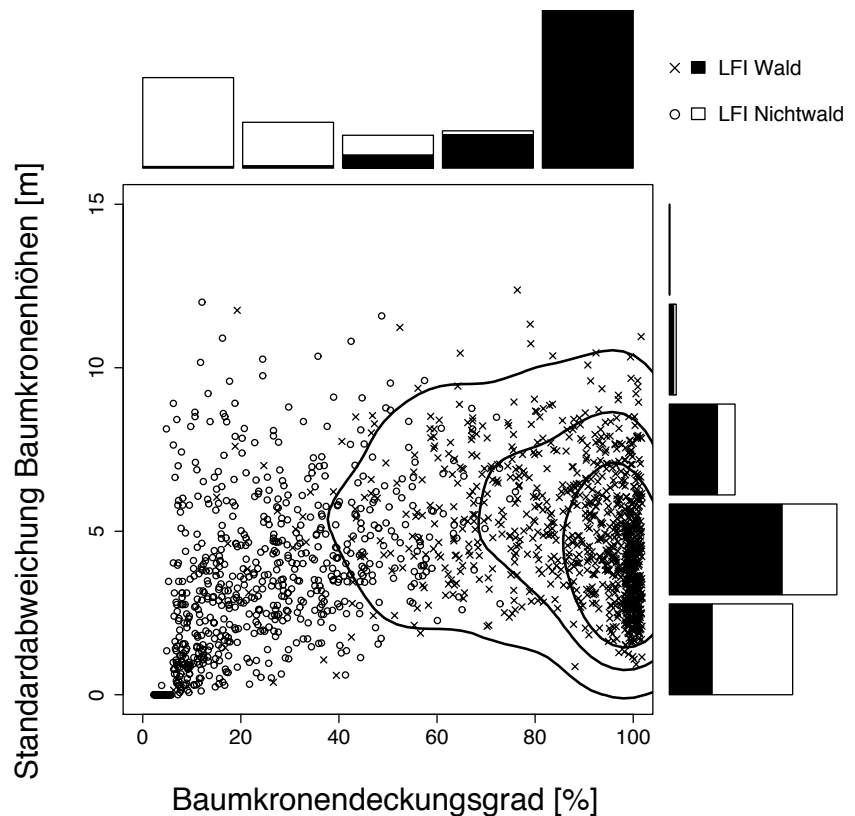


Abb. 2: Die Verteilung der einzelnen LFI3-Aufnahmeflächen in einem zweidimensionalen Landschaftsvariablenraum ist zentral als Punktwolke gruppiert nach Wald-/Nichtwaldstichproben für einen Ausschnitt aus der Produktionsregion Jura (dunkle Fläche auf dem Schweizerrelief) dargestellt. Es sind alle Proben mit Baumvegetation, also 73.6% des gesamten Stichprobenumfangs, berücksichtigt. Die drei Konturlinien geben die Waldstichprobedichte an. Dabei grenzt die äussere Linie 95%, die mittlere 75% und die innere 50% der Waldstichproben ein. Die Häufigkeitsverteilungen der beiden Variablen sind randständig als Histogramme dargestellt. Die Säulenhöhe stellt dabei den Anteil der jeweiligen Proben in der gesamten Landschaft dar, die schwarzen und weissen Teilsäulen der Anteil im Wald- und Nichtwaldareal. Produktionsregionen LFI © 2005 Eidg. Forschungsanstalt WSL, Kantonsgrenzen © 2005 BFS GEOSTAT/Swisstopo. Fig. 2: La répartition des surfaces individuelles de relevé de l'IFN3 dans un espace bidimensionnel des variables du paysage, est regroupée de façon centrale sous la forme d'un nuage de points, en fonction des échantillons forestiers/non forestiers, et montre un extrait de la région de production du Jura (zone sombre sur le relief suisse). Tous les échantillons présentant une végétation d'arbres, soit 73,6% de l'ensemble des relevés, ont été pris en considération. Les trois lignes concentriques indiquent la densité des échantillons forestiers. La ligne extérieure inclut 95%, la ligne médiane 75% et la ligne intérieure 50% des échantillons forestiers. La répartition de fréquence des deux variables est représentée, sur les côtés, sous forme d'histogramme. La hauteur des colonnes correspond alors à la proportion des échantillons respectifs dans l'ensemble du paysage, les colonnes partielles noires et blanches à leur proportion dans l'aire occupée ou non par la forêt. Régions de production IFN © 2005 Eidg. Forschungsanstalt WSL, périmètres cantonaux © 2005 BFS GEOSTAT/Swisstopo.

Tab.1: Bodenbedeckungsanteile (mit  $\pm$ Standardfehler; \*  $<0.01$ ) in der gesamten Landschaft (100%) und innerhalb des Wald- (43%), respektive Nichtwaldareals (57%) für einen Ausschnitt aus der Produktionsregion Jura gemäss dunkler Fläche auf Schweizerrelief in Abbildung 2.

Tab. 1: Proportions de différents types de couverture du sol (avec  $\pm$  erreur standard; \*  $<0.01$ ) dans l'ensemble du paysage (100%), mais aussi dans la surface forestière (43%) ou non forestière (57%), présentant un extrait de la région de production du Jura, conformément à la surface en couleur sombre du relief de la Suisse sur la Figure 2.

	Baumvegetation	Kraut-/Grasvegetation Sträucher	Offenerde, Sand, Geröll	Fels	Befestigte Flächen	Bauobjekte	Gewässer	Gletscher
Landschaft	45.3 $\pm 0.4$	48.3 $\pm 0.4$	0.4 $\pm 0.04$	0.1 $\pm 0.01$	3.6 $\pm 0.1$	2.0 $\pm 0.08$	0.3 $\pm 0.05$	0
Wald	89.5 $\pm 0.2$	9.5 $\pm 0.2$	0.2 $\pm 0.03$	0.1 $\pm 0.03$	0.6 $\pm 0.04$	$<0.1$ *	$<0.1$ *	0
Nichtwald	12.3 $\pm 0.2$	77.3 $\pm 0.4$	0.5 $\pm 0.06$	$<0.1$ *	5.9 $\pm 0.2$	3.4 $\pm 0.1$	0.5 $\pm 0.08$	0

aus Bäumen besteht. Umgekehrt finden wir auch einen grossen Baumanteil im Nichtwaldareal. Eine Forst- und damit Landschaftsinventur im Nachhaltigkeitskontext sollte damit auf natürliche Ressourcen optimiert sein und nicht auf Nutzungstypen.

### Ausblick: eine raum-zeitlich optimierte Wald- und Landschaftsinventur

Die Luftbilderfassung der Landschaftsgradienten im dritten Landesforstinventar zeigt, dass die natürlichen Ressourcen über die ganze Landschaft verteilt sind. Sie beziehen sich daher auf ein grösseres (Kohlenstoffspeicherung), anderes (Biodiversität) oder zum Teil sogar kleineres Gebiet (Schutzwald) als momentan innerhalb des Waldareals erfasst wird.

Die hier vorgestellte Landschaftsinventur als ressourcenorientiertes Umweltbeobachtungssystem kann sich räumlich und zeitlich den verschiedenen Aspekten der nachhaltigen Waldfunktionen anpassen. Momentan ist die Landschaftsinventur aber nur im ersten Teil einer zweiphasigen Inven-

tur umgesetzt. Auf den Luftbildrohdaten können verschiedene Klassifikationsstrategien angewendet werden, die terrestrische Inventur bezieht sich jedoch auf das Waldareal nach der bisherigen LFI-Walddefinition. Aus der Sicht einer Ressourcenerhebung ist es aber nicht effizient, alle Variablen im ganzen Waldareal aufzunehmen und keine ausserhalb. Eine geeignete Vorstratifizierung auf dem Luftbild könnte die Felddatenerhebungen effizienter und damit kostengünstiger gestalten. Aus der gleichen Überlegung müssten nicht alle Variablen im gleichen zeitlichen Rhythmus aufgenommen werden. Um Veränderungen der Ressourcen adäquat beobachten zu können, sollte die Inventur der maximalen Veränderungsrate der jeweiligen Ressource entsprechen. An die Photosynthese gekoppelte Prozesse ändern sich im Tagesverlauf, phänologische Veränderungen passieren innerhalb eines Jahres, ein klimatischer Anstieg der Baumgrenze vollzieht sich über Jahrzehnte. Entsprechen Aufnahmezeitpunkt und -genauigkeit nicht der Variabilitätsrate der jeweiligen Zielgrösse (Ressource), so können Veränderungen nicht oder nur zu spät entdeckt werden.

Die Vision ist daher eine Landschaftsinventur, welche den räumlichen und zeitlichen Charakteristika und Hierarchien der natürlichen Ressourcen Rechnung trägt. Das dritte Landesforstinventar ist dieser Vision, gerade bezüglich der räumlichen Komponente, ein grosses Stück näher gekommen. Weitere Forschungsaktivitäten versuchen nun vermehrt, auch die zeitliche Komponente einer Wald- und Landschaftsinventur einzubeziehen.

### Literatur

- Bürgi, M., 1999: A case study of forest change in the Swiss lowlands. *Landscape Ecology* 14: 567-575.
- Mathys, L., 2005: Erfassung von Waldlücken mittels Laserscanning. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 156 (10): 372-377.
- Mathys, L.; Ginzler Ch.; Zimmermann, N.E.; Brassel P.; Wildi, O., Eingereicht: Assessment of continuous landscape variables to extract a discrete forested area.
- Wildi, O.; Brassel P., 1999: Die Landschaftsinventur - Ein Informationssystem für die «Landschaft Schweiz». *Informationsblatt des Forschungsbereich Landschaft* 44:1-4.

## Dissertationen

Frank, David, 2005:

### Alpine Temperaturrekonstruktionen aus Jahrringen

Diss. Uni Bern No. 003635753, 107 S. Die Vorhersage zukünftiger Klimavariationen setzt ein präzises Verständnis des Klimasystems und vergangener Veränderungen voraus. Empirische Klimarekonstruktionen beruhen auf der Auswertung natürlicher Klimaarchive und alter Aufzeichnungen. Dazu zählen unter anderem Eisbohrkerne, terrestrische und ozeanische Sedimente, pflanzliche Pollen, historische Dokumente und Baumjährrin-

ge. Diese sogenannten Proxidaten unterscheiden sich fundamental in ihrer räumlichen Verteilung, zeitlichen Auflösung und Länge.

Die Dissertation von David Frank fasst fünf Publikationen zusammen (siehe unten), in denen unter anderem die Klimasignale von 2500 Bäumen aus den Europäischen Alpen analysiert wurden. Die an über 50 verschiedenen subalpinen Standorten oberhalb 1500 m NN gewonnenen Jahrringserien archivieren vor allem Sommertemperaturvariationen. Dieses Signal wurde sowohl aus der jährlichen Zuwachsbreite als auch aus der maximalen Spätholz-

dichte der Jahrringe extrahiert. Neben Informationen aus lebenden Bäumen wurden auch Proben aus historischen Gebäuden analysiert, um eine 1000 jährige Klimarekonstruktion zu erstellen. Methodische Schritte der Datenanalyse und Jahrringstandardisierung – der Korrektur des biologischen Alterstrends – variieren zwischen individueller Standardisierung der rezenten Netzwerkproben und kollektiver Standardisierung (RCS) der Datensätze bestehend aus rezenten und historischen Proben.

Anhand der Jahrringbreiten- und Spätholzdichten-Chronologien konnten

die mittleren Juni-August und April-September Temperaturvariationen in den Alpen zurück bis 1600 und 1650 rekonstruiert werden. Neben diesen Rekonstruktionen wurde das Netzwerk zur Analyse klimatischer Extremereignisse verwendet und eine 1000-jährige Temperaturrekonstruktion für das Wallis publiziert. Demnach waren die Temperaturen in der 1990er Dekade – auch mit Bezug auf das letzte Jahrtausend – aussergewöhnlich warm. Ein weiterer Fokus der vorliegenden Dissertation liegt bei methodischen (Kalibrations-) Analysen in der grossräumigen, hemisphärischen Massstabsebene. Es konnte gezeigt werden, dass die Unsicherheit in diesen in der Literatur weitverbreiteten Verfahren in der Dimension von 0.5°C liegt. Diese Unsicherheit entspricht gerade der gesamten Temperaturamplitude, wie sie für das vergangene Jahrtausend im letzten IPCC Report widergegeben ist. Diese Unsicherheit muss nun verstärkt adressiert werden, um zukünftige Temperaturprojektionen sicherer zu machen.

Frank, D.; Wilson, R.S.; Esper, J., (in press): Synchronous variability changes in alpine temperature and tree-ring data over the last two centuries. *Boreas*.

Frank, D.; Esper, J., (in press): Temperature reconstructions and comparisons with instrumental data from a tree-ring network for the European Alps. *International Journal of Climatology*.

Büntgen, U.; Esper, J.; Frank, D.C.; Nicolussi, K.; Schmidhalter, M., (in press): A 1052-year tree-ring proxy for Alpine summer temperatures. *Climate Dynamics*.

Esper, J.; Frank, D.C.; Wilson, R.J.S.; Briffa, K.R., 2005: Effect of scaling and regression on reconstructed temperature amplitude for the past millennium. *Geophysical Research Letters* 32, doi: 10.1029/2004GL021236.

Frank, D.; Esper, J., 2005: Characterization and climate response patterns of a high-elevation, multi-species tree-ring network for the European Alps. *Dendrochronologia* 22, 107-121.

*Zweifel-Schielly, Barbara, 2004: Spatial and nutritional ecology of GPS-collared red deer in an Alpine region: the role of forage availability and quality*

*Diss. ETH No. 16055, 106 S.*

Rothirsche (*Cervus elaphus*) sind am Verbiss von Jungbäumen im Gebirgswald beteiligt und gelten häufig als Hauptverantwortliche für so genannte Verjüngungsprobleme. Um den Ein-

fluss beurteilen zu können, braucht es jedoch gute Kenntnisse, wie Hirsche ihren Lebensraum nutzen und welches die entscheidenden Einflussfaktoren auf die Nahrungswahl sind. Dies wurde kürzlich im Kanton Glarus untersucht, wobei insgesamt 18 wildlebende Rothirsche mit GPS-Sendern ausgerüstet wurden.

Bei Betrachtung der Raumnutzung auf verschiedenen räumlichen Ebenen zeigte es sich, dass Hirsche vor allem bei der Positionierung ihrer Streifgebiete in der Landschaft selektiv vorgehen; auch waren sie im Winter wählerischer als im Sommer. Gedüngte Talwiesen waren im Winter für die nächtliche Nahrungssuche von grosser Bedeutung; im Sommer wurden die Bergwälder mit ihrer mosaikartigen Landschaftsstruktur gleichmässiger genutzt. Wo Hirsche Habitatpräferenzen zeigten, hingen diese vor allem mit besserem Nahrungsangebot (quantitativ, vor allem aber qualitativ) zusammen. Generell bestand die Nahrung aus hohen Anteilen von Grasartigen (41%), gefolgt von Kräutern/*Rubus* spp. (18%) sowie Trieben und Blättern von Nadel- (15%) und Laubgehölzen (14%). Die Nahrungszusammensetzung zeigte einen ausgeprägten Jahresgang und war von deutlich höherer Qualität (niedrigerer Cellulose/Lignin- und Ligningehalt, höherer Gehalt an organischer Substanz und Rohprotein), als es dem mittleren Angebot entsprach.

Das Erfassen der Habitatnutzung grosser Huftiere im Gebirge ist eine methodische Herausforderung. Verschiedene Probleme der traditionellen VHF-Telemetrie kommen bei der teureren GPS-Telemetrie nicht vor, doch war diese (von Satelliten abhängige Technologie) bisher in schroffem, alpinem Gelände noch nicht genügend ausgetestet worden. Versuche zeigten, dass der Positionserfolg (also die Chance dass sich ein bestimmtes Tier zu einer vorgegebenen Zeit orten lässt) hoch war, dass aber der Anteil an Positionen mit hoher Genauigkeit (Positionen, die über mindestens vier Satelliten errechnet waren) niedriger als jener mit geringerer Genauigkeit war. Der Aufenthaltsort der Hirsche (Wald oder Offenland) als vermutlich auch deren Verhalten beeinflussten die Genauigkeit der Positionen. Fortschritte in der Technik haben die GPS-Telemetrie so weit gebracht, dass sie nun auch in zerklüfteten Berggebieten erfolgreich sein kann.

## NEU erschienen

BUWAL, WSL (Hrsg.) 2005:

**Waldbericht 2005. Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes**

Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. 151 S.

Weitere Informationen zu WSL-Neuerscheinungen finden sich auf dem Web:

[www.wsl.ch/lm/publications/newpub-de.html](http://www.wsl.ch/lm/publications/newpub-de.html)

## Publikationen

Neuwirth, B.; Esper, J.; Schweingruber, F.H.; Winiger, M., 2004:

Site ecological differences to the climatic forcing of spruce pointer years from Lötschental, Switzerland. - *Dendrochronologia* 21, 2: 69-78.

Noak, A.; Schönenberger, W.; Thee, P., 2004:

Schützen Windwurfflächen vor Lawinen und Steinschlag? - *Wald Holz* 85, 10: 43-46.

Nobis, M.; Wohlgemuth, T., 2004:

Trend words in ecological core journals over the last 25 years (1978-2002). - *Oikos* 106, 2: 411-421.

Obrist, M.K.; Boesch, R.; Flückiger, F.; Dieckmann, U., 2004:

Who's calling? Acoustic bat species identification revised with synergetics. - In: Thomas, J.A.; Moss, C.F.; Vater, M. (eds) *Echolocation in Bats and Dolphins. Proceedings of the Biosonar Conference 1998*. Chicago, University of Chicago Press. 468-477.

Obrist, M.K.; Boesch, R.; Flückiger, P.F., 2004:

Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. - *Mammalia* 68, 4: 307-322.

Parsons, S.; Obrist, M.K., 2004:

Recent Methodological Advances in the Recording and Analysis of Chiropteran Biosonar Signals in the Field. - In: Thomas, J.A.; Moss, C.F.; Vater, M. (eds) *Echolocation in Bats and Dolphins. Proceedings of the Biosonar Conference 1998*. Chicago, University of Chicago Press. 468-477.

Powell, J.A.; Zimmermann, N.E., 2004:

Multiscale Analysis of Active Seed Dispersal Contributes to Resolving Reid's Paradox. - *Ecology* 85, 2: 490-506.

- Risch, A.C., 2004:  
Above- and belowground patterns and processes following land use change in subalpine conifer forests of the Central European Alps. - Diss. ETHZ no. 15368: 170 S.
- Risch, A.; Schütz, M.; Krüsi, B.O.; Kienast, F.; Wildi, O.; Bugmann, H., 2004:  
Detecting successional changes in long-term empirical data from subalpine conifer forests. - *Plant Ecol.* 172: 95-105.
- Rohde, S., 2004:  
River restoration: Potential and limitations to re-establish riparian landscapes. Assessment and planning. - Diss. ETH No. 15496: 127 S.
- Rohde, S.; Kienast, F.; Bürgi, M., 2004:  
Assessing the Restoration Success of River Widening: A Landscape Approach. - *Environ. Manage.* 34, 4: 574-589.
- Russell, E.W.B.; Bürgi, M., 2004:  
Ecological aspects of multifunctional landscape in historical perspective. - In: Brandt, J.; Vejre, H. (eds) *Multifunctional Landscapes. Vol. I. Theory, Values and History.* Southampton, Boston, WITpress. 97-113.
- Saladin, R.; Rothenfluh, G.; Bauer, N., 2004:  
«Zerschnittene» Landschaft und Wohlbefinden. [Abstract] - In: Rammsayer, T.; Grabianowski, S.; Troche, S. (eds) 44. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Göttingen, 26. bis 30. September 2004. Lengerich, Berlin, Bremen, Miami, Riga, Wien, Zagreb, Pabst Science Publishers. 129-130.
- Schaepman, M.E.; Koetz, B.; Schaepman-Strub, G.; Zimmermann, N.E.; Itten, K.I., 2004:  
Quantitative retrieval of biogeophysical characteristics using imaging spectroscopy - a mountain forest case study. - *Community Ecol.* 5, 1: 93-104.
- Schütz, M.; Risch, A.; Thiel-Egenter, C.; Lozza, H.; Baltisberger, M.; Wohlgemuth, T., 2004:  
Pflanzenleben. - *Cratschla* 1/2004: 4-15.
- Schwabe, A.; Zehm, A.; Nobis, M.; Storm, C.; Süß, K., 2004:  
Auswirkungen von Schaf-Erstbeweidung auf die Vegetation primär basenreicher Sand-Ökosysteme. - *NNA-Berichte* 17, 1: 39-53.
- Schwarz, M.; Zimmermann, N.E.; Waser, L.T., 2004:  
MODIS based continuous fields of tree cover using generalized linear models. - In: *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium.* 20.-24. September 2004. Anchorage, USA. 4 S.
- Schwarz, M.; Zimmermann, N.E.; Wildi, O.; Kienast, F., 2004:  
Erfassen kontinuierlicher Bodenbedeckungsdaten anhand von MODIS Daten in der Schweiz. - *Bot. Helv.* 114, 2: 151-167.
- Senn, J.; Wasem, U.; Odenmatt, O., 2004:  
Impatto di ungulati sulla rinnovazione in aree crollate. - *Sherwood* 10, 103: 5-11.
- Senn-Irlet, B., 2004:  
Eine Würdigung. - In: Prongué, J.-P.; Wiederin, R.; Wolf, B. *Die Pilze des Fürstentums Liechtenstein. Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein, Band 21.* Vaduz, Amtlicher Lehrmittelverlag. 49-50.
- Senn-Irlet, B., 2004:  
Rote Liste auch für Pilze. - *Hotspot* 10: 9.
- Senn-Irlet, B.; Baumann, P.; Chételat, E., 2004:  
Welches waren die häufigsten Lamellenpilze und Röhrlinge in der Nordwestschweiz in den Jahren 2000-2003? - *Schweiz. Z. Pilzkd.* 82, 5: 197-201.
- Soliva, R., 2004:  
Narratives of changes in land use, landscape and biodiversity in the Sursés, Switzerland. [Abstract] - In: XI World Congress of Rural Sociology. Trondheim, Norway, 25-30 July, 2004. Book of Abstracts. 170.
- Stöckli, B., 2004:  
«Wald: Natur oder Nutzfläche?» Eine neue Unterrichtseinheit. - die andere seite 28: 24-25.
- Stöckli, B., 2004:  
Neue Unterrichtseinheit. «Wald: Natur oder Nutzfläche?» - *Zür. Wald* 2: 28.
- Suter, W.; Suter, U.; Krüsi, B.; Schütz, M., 2004:  
Spatial variation of summer diet of red deer *Cervus elaphus* in the eastern Swiss Alps. - *Wildl. Biol.* 10, 1: 43-50.
- Thürig, E.; Kaufmann, E.; Frisullo, R.; Bugmann, H., 2005:  
Evaluation of the growth function of an empirical forest scenario model. - *For. Ecol. Manage.* 204: 51-66.
- Treydte, K.; Esper, J.; Gärtner, H., 2004:  
Stabile Isotope in der Dendroklimatologie. - *Schweiz. Z. Forstwes.* 155, 6: 222-232.
- Treydte, K.S., 2003:  
Dendro-Isotope und Jahrringbreiten als Klimaproxy der letzten 1200 Jahre im Karakorumgebirge/Pakistan. - *Schr. Forsch.zent. Jülich, Reihe Umw.* 38: 167 S. + Anhang 8 S.
- Treydte, K.; Schleser, G.H.; Winiger, M., 2003:  
 $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and tree ring widths as climate proxies. [Abstract] - In: Schleser, G.; Winiger, M.; Bräuning, A.; Gärtner, H.; Helle, G.; Jansma, E.; Neuwirth, B.; Treydte, K. (eds) *TRACE, Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology. Vol. 1. Proceedings of the Dendrosymposium 2002, April 11th-13th 2002, Bonn/Jülich, Germany.* 63.
- Treydte, K.; Welscher, C.; Schleser, G.H.; Helle, G.; Esper, J.; Winiger, M.; Frank, D.; Büntgen, U., 2004:  
The climatic signal in oxygen isotopes of junipers at the lower timberline in the Karakorum, Pakistan. - In: Jansma, E.; Bräuning, A.; Gärtner, H.; Schleser, G. (eds) *TRACE, Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology. Vol. 2. Proceedings of the Dendrosymposium 2003, May 1st-3rd 2003, Utrecht, The Netherlands.* 100-106.
- Ulber, M.; Gugerli, F.; Bozic, G., 2004:  
Technical guidelines for genetic conservation and use for Swiss stone pine (*Pinus cembra*). - Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute. 6 S
- Verstege, A.; Esper, J.; Neuwirth, B.; Alifriqui, M.; Frank, D., 2004:  
On the potential of cedar forests in the Middle Atlas (Morocco) for climate reconstructions. - In: Jansma, E.; Bräuning, A.; Gärtner, H.; Schleser, G. (eds) *TRACE, Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology. Vol. 2. Proceedings of the Dendrosymposium 2003, May 1st-3rd 2003, Utrecht, The Netherlands.* 78-84.

## Telefonnummern Bereich Landschaft

Bereichssekretariat	Heidi Paproth	01 / 739 23 08
Bereichsleiter	PD Dr. Otto Wildi	01 / 739 23 61
Abteilung Biodiversität	Prof. Dr. Peter Duelli	01 / 739 23 76
Abteilung Genetische Ökologie	PD Dr. Ch. Scheidegger	01 / 739 24 39
Abt. Landschaftsdynamik u. Raumentwicklung	PD Dr. Felix Kienast	01 / 739 23 66
Abteilung Landschaftsinventuren	Dr. Peter Brassel	01 / 739 22 38
	Martin Hägeli	01 / 739 23 44
Abteilung Landschaft und Gesellschaft	Dr. Marcel Hunziker	01 / 739 24 59
Abteilung Naturschutz u. historische Ökologie	Dr. Matthias Bürgi	01 / 739 23 54
Programmleiter Walddynamik	Dr. Thomas Wohlgemuth	01 / 739 23 17
Programmleiter Wald-Wild-Kulturlandschaft	Dr. Werner Suter	01 / 739 25 67
<b>Impressum:</b>		
Redaktion	Peter Longatti	01 / 739 24 74