

WISSENSCHAFTLICHE NATIONALPARKKOMMISSION  
WNPk



ARBEITSBERICHTE ZUR NATIONALPARKFORSCHUNG

## **Interdisziplinäres Symposium**

### **Dauerbeobachtung im Nationalpark: Anforderungen und Perspektiven**

**Chur, 11. Oktober 1991**

Veranstaltung im Rahmen der 171. Jahresversammlung der SANW / ASSN  
Chur, 9. - 12. Oktober 1991

Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Nationalparks  
(gemeinsam mit der Schweiz. Kommission für Umweltbeobachtung)

## **Zusammenfassung der Referate**

Herausgeberin Karin Hindenlang

**Dezember 1991**

## Vorwort

Anlässlich des Jahresthemas **“Alpine Forschung In Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft”** der 171. Jahresversammlung der SANW 1991 in Chur veranstaltete die Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Nationalparks (WNPK) am 11. Oktober ein interdisziplinäres Symposium zum Thema **“Dauerbeobachtung im Nationalpark: Anforderungen und Perspektiven”**. Die im folgenden zusammengefassten Referate beleuchteten die Langzeitforschung aus verschiedenen Werten. Das Einstiegsreferat von H. Remmert verdeutlichte an Beispielen die Bedeutung der Langzeitforschung für das Verständnis von Ökosystemen und der Naturhaushalte. In den folgenden Referaten wurden die grundsätzlichen Fragen und Aspekte der Langzeitforschung im Schweizerischen Nationalpark für die verschiedenen Fachdisziplinen angesprochen, und die Referenten O. Hegg, F. Schanz, K. Graf und D. Cherix gaben einen Ueberblick über einen Teil der im Nationalpark durchgeführten und im Sinne der Forschungsziele weiterzuführenden Dauerbeobachtungen. Zuletzt nahm B. Nievergelt in seinen Ausführungen Bezug auf methodische Fragen in der interdisziplinären Langzeitforschung. Drei weitere Vorträgen, die ebenfalls zum Thema Nationalparkforschung an den Fachsitzungen der Schweiz. Geologischen Gesellschaft vom 10. Oktober (P. Conti, G. Manatschal u. M. Pfister) und der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft vom 11. Oktober (H. Furrer) gehalten wurden, sind im Anhang zusammengefasst.

Auf der Grundlage der dargestellten Langzeitbeobachtungen und unter der Voraussetzung fachübergreifender Forschung und Zusammenarbeit sollen an ausgewählten Standorten im Schweizerischen Nationalpark langfristig und möglichst umfassend die Veränderungen der biotischen und abiotischen Umwelt aufgezeichnet und hinsichtlich deren Ursachen und Entwicklungstendenzen analysiert werden. Vergleiche mit Entwicklungen in anderen Reservaten mit ähnlicher Zielsetzung und auf Vergleichsflächen in genutzten Gebieten ausserhalb des Parks können weiter zum Verständnis der Entwicklungen im Park und der Bedeutung unterschiedlicher naturräumlicher Voraussetzungen beitragen.

Karin Hindenlang

Ethologie und Wildforschung, Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich

## Referate

### Interdisziplinäres Symposium

Langzeitprozesse als Schlüssel für das Verständnis von Oekosystemen  
*Prof. H. Remmert, Marburg*

Beobachtungen zur Vegetationsentwicklung in alpinen Dauerflächen  
*Prof. O. Hegg, Bern*

Langzeitprojekte an Gewässern des Nationalparkes  
*PD Dr. F. Schanz, Zürich*

Bewegungen von Solifluktsdecken im Nationalpark  
*Prof. K. Graf, Zürich*

*Formica exsecta*, une espèce indicatrice pour une recherche à long terme  
*Dr. D. Cherix, Lausanne*

Langzeitprozesse in Oekosystemen: Eine methodische Herausforderung  
*PD Dr. B. Nievergelt, Zürich*

### Schweizerische Geologische Gesellschaft Schweizerische Paläontologische Gesellschaft

Faltung und Kinematik in der Ortlerdecke (Ostalpin, Graubünden, Oberes Veltlin)  
*P. Conti, Basel*

Jurassische Abschiebungen und alpine Tektonik in der Ortlerdecke zwischen Livigno und Fraele (Ostalpin, Graubünden, Oberes Veltlin)  
*G. Manatschal u. M. Pfister, Zürich*

Fazieswechsel und Palökologie der Obertrias im Ostalpin Graubündens  
*Dr. H. Furrer, Zürich*

## Langzeitprozesse als Schlüssel für das Verständnis von Ökosystemen

Von Hermann Remmert

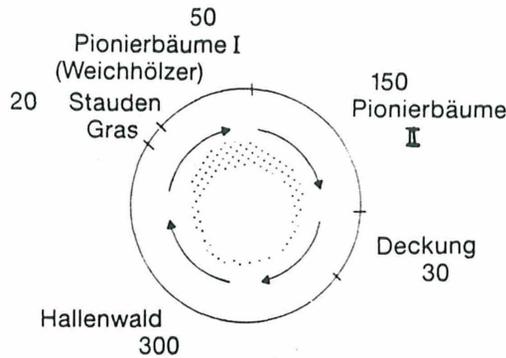
Zyklustheorien werden für die Erklärung der Entwicklung verschiedenster Ökosysteme und Populationen herangezogen. Bei Wühlmäusen, Lemmingsen und anderen Tierarten wurden z. B. Mehrjahreszyklen der Bestandesgrösse beschrieben. Andreev (1988) untersuchte in der Taiga der ehemaligen UdSSR den räumlichen Zyklus einer Schneehuhnpopulation, wobei die Tiere jedes Jahr nach selektiver Uebernutzung der Zwergsträucher in ein anderes Gebiet umsiedelten, um nach zehn Jahren wieder an den Ausgangsort zurückzukehren. Von einem festen Standort aus betrachtet, würde sich das vermeintliche Bild einer zeitlichen Bestandesschwankung zeigen, die alle zehn Jahre ein Maximum besitzt. Seit der Entdeckung von Fischer sind die vielen, beschriebenen zeitlichen Zyklustheorien mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

Für Waldgesellschaften wurde lange die "Klimax-Theorie" postuliert, die ein stabiles Endstadium (Klimax) der natürlichen Vegetationsentwicklung voraussagt. Neue Erkenntnisse brachte das erstmals von Aubreville (1983) am Beispiel des westafrikanischen Urwaldes entwickelte **Mosaik-Zyklus-Konzept**, das von Remmert (1985) wiederaufgegriffen und weiterentwickelt (Remmert 1991a, 1991b) wurde. Es lässt sich am besten am Beispiel temperierter Wald-Ökosysteme darstellen. Die wenigen verbliebenen Urwaldsysteme Europas sehen in der Optimalphase unseren europäischen Wirtschaftswäldern sehr ähnlich: Die Mehrzahl der Bäume ist etwa gleich alt, gleich gross und gehört fast immer zu einer einzigen Art. Man findet praktisch keinen Unterwuchs und nur selten ganz alte, dicke Bäume. Worin besteht also die Besonderheit eines Urwaldes, der uns doch so schützenswert scheint?

Zum Beispiel die Mopani-Wälder im Norden Botswanas: Ueber riesige Flächen sind etwa gleichaltrige und gleichgrosse Bäume mit spärlichem Unterwuchs vorhanden, über ebenso grosse Flächen stehen tote Bäume im Gras, daneben gibt es riesige offene Grasländereien mit der typischen Steppenfauna Afrikas und über ebenso grosse Flächen Buschlandschaft aus Mopani-Jungwuchs, der wie gepflanzter Buchenwald wirkt. Es handelt sich hier nicht um vier verschiedene Ökosysteme, sondern um den Zyklus eines einartigen Waldgebietes, wo die Bäume nach einer Optimalphase ("Klimax") absterben und durch Grasland ersetzt werden, bis wieder Jungwuchs die lichtbedürftigen Gräser verdrängt. Der Hochwald wirkt dabei ziemlich langweilig, denn der Artenreichtum stellt sich erst in der Zerfalls- und Steppenphase ein.

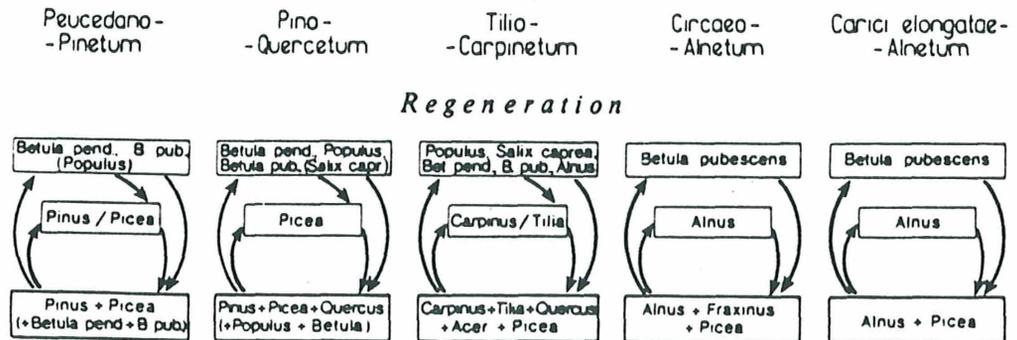
Kehren wir zurück zum mitteleuropäischen Buchenurwald, zeigt sich bei genauerem Hinsehen dasselbe Bild (Abb. 1): Auf die **Optimalphase** mit etwa gleichaltrigen und gleichgrossen Buchen (Hallenwald), folgt die **Zerfallsphase**, in der der Urwald in manchen Bereichen nahezu gleichzeitig mehr oder weniger grossflächig zusammenbricht. Die hochschiessenden Jungpflanzen gehören oft nicht der ursprünglichen Baumart an, sondern sind sogenannte **Pionierbaumarten** (Weichhölzer). Es folgt oft eine zweite Phase von Pionierbaumgesellschaften, die ihrerseits auch wieder zusammenbrechen und dem ursprünglichen Buchenurwald Platz machen. Auch hier liegt die höchste Diversität in der Zerfallsphase des Buchenwaldes und in den Phasen der Pionierbäume.

Wir haben es also nicht mit Konstanz im Urwald zu tun, sondern es liegt ein Zyklus vor, dessen ungefähr regelmässiger Ablauf mosaikartig phasenverschoben das Gesamtgebiet des Ökosystems durchzieht.

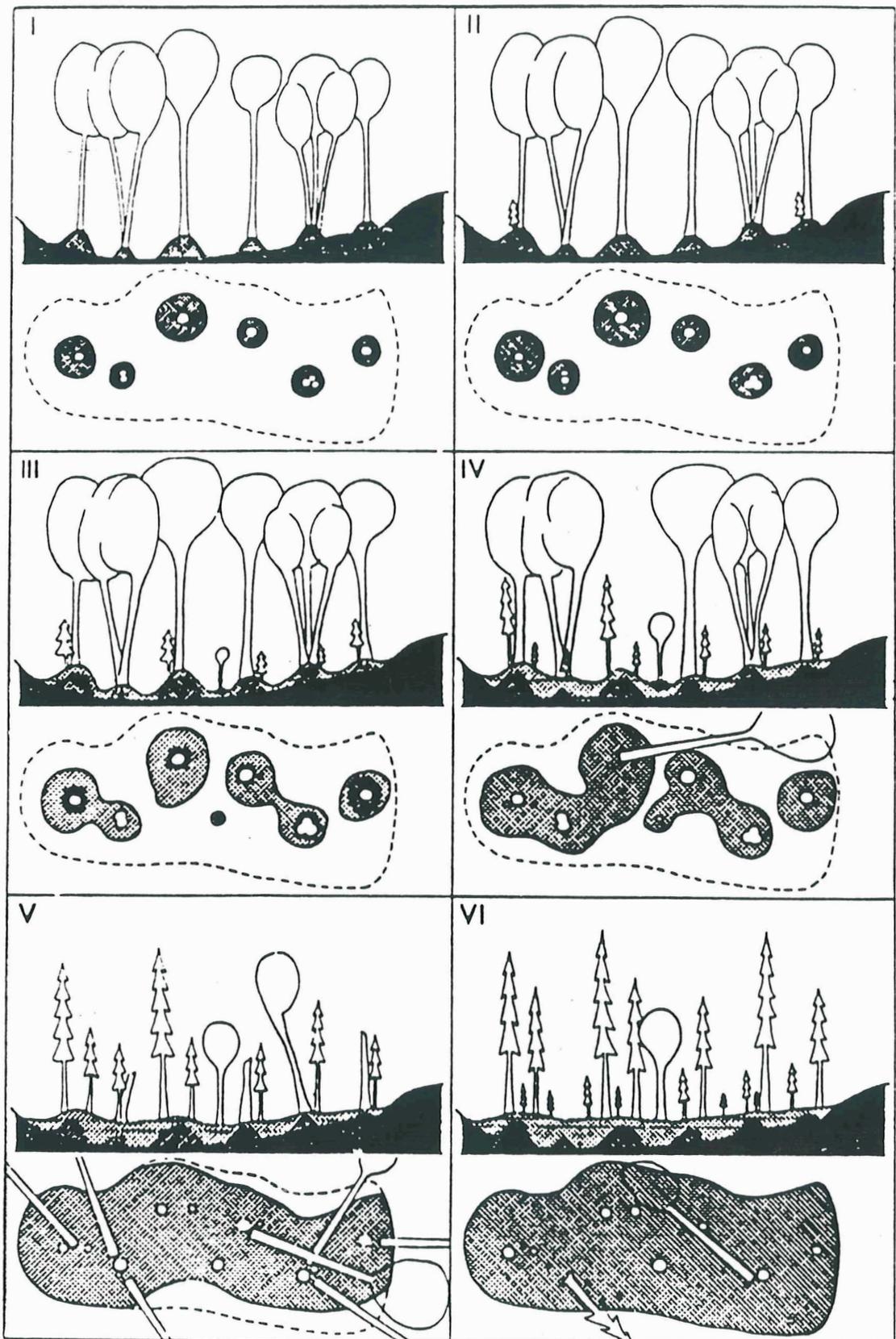


**Abb. 1:** Theoretischer Zyklus eines Buchenurwaldes in Mitteleuropa. Nach der Altersphase des Hallenwaldes kommen zunächst Birken (Pionierbäume I), dann folgt ein Mischwald aus Ahorn, Esche und Wildkirsche (Pionierbäume II), erst dann folgen wieder Buchen. Die Zahlen geben die ungefähre Dauer des jeweiligen Stadiums an. (aus Remmert 1985)

Der zyklische Wechsel von verschiedenen Baumarten wurde mehrfach von Falinski (1986, 1988) für das Urwaldgebiet im polnischen Nationalpark Bialowieza beschrieben. Wo ein alter Baum gefallen ist, wird er durchweg durch eine andere Baumart ersetzt (Abb. 2). Ein Beispiel dafür ist der Erlenbruchwald, wo in der Zerfallsphase ein Jungwuchs aus Fichten vorkommt, die offensichtlich die Erlen im Zyklus ersetzen. (Abb. 3).



**Abb. 2:** Zyklische Regeneration in verschiedenen Pflanzengesellschaften des Nationalparks Bialowieza in Polen. (aus Falinski 1986)



**Abb. 3:** Zyklus der Regeneration eines Erlenbruchwaldes im polnischen Nationalpark Bialowieza. Am Fusse der Erlenstämme bilden sich kleine Hügel, auf denen sich Fichten ansiedeln, die die Erlen überwachsen. Die Fichten sind windwurfanfällig. Bei einem Sturz reißt der Wurzelteller ein grosses Loch in den Sumpf, wo wieder Erlen wachsen können. (aus Falinski 1988)

Im europäischen Flachland finden wir solche natürlich zyklierenden Urwaldsysteme praktisch nicht mehr. Der Rückgang verschiedener Tierarten hängt damit zusammen. So ist z. B. das Auerhuhn (*Tetrao urogallus* L.) auf verschiedene Wald-Sukzessionsstadien angewiesen, sei es für die Balz auf toten Baumstämmen oder für den Nestbau in Dickungen. Es gibt aber auch Tierarten, welche solche Zyklen selbst in Gang setzen, z. B. der Biber (*Castor fiber* L.) in den Wäldern der nördlichen gemässigten Zone. Er kann kleine Bäche in schwachwelligem Gelände zu grossen Seen aufstauen. Die Bäume werden unter Wasser gesetzt und sterben ab. In den flachen Seen bildet sich eine Faulschlammablage, die den Bibersee in kurzer Zeit auffüllt und verlanden lässt. Auf der entstandenen Humusschicht siedeln sich rasch Weichhölzer und später vom Waldrand her andere Baumarten an, die die Humuslage verbrauchen und dem ursprünglichen Hochwald wieder Platz machen, der wiederum durch einen neu aufgestauten Bibersee zugrunde gehen kann. Hochwald - Bibersee - Biberwiese - Weichholzaue - Wald auf reichem Boden - Hochwald auf armem Boden wechseln also zyklisch miteinander ab.

Betrachten wir die Umtriebszeit bis zur Nutzung des Holzes der eingangs angesprochenen Wirtschaftswälder Mitteleuropas, so liegt diese zwischen 80 und 200 Jahren. Die entsprechenden Bäume werden im Urwald zwischen etwa 400 (Buche) und 1000 Jahre (Eiche) alt. Durch die Nutzung wird also ein sehr langer Bereich (zwischen 300 und 800 Jahren) in der Entwicklung des Oekosystems ausgeschlossen. Gerade die artenreiche Zerfallsphase wird meist vollständig ausgeklammert. Dabei könnten auch im Wirtschaftswald durch Fruchtfolge und Nutzungszonenverschiebung vernünftige Ernten erzielt werden. Das in Mitteleuropa beobachtete "Waldsterben" tritt zudem vor allem in Gebieten auf, die seit drei, vier oder fünf Generationen mit Monokulturen (Fichten, Buchen) bestockt werden.

Fruchtfolgen sind die Voraussetzung für eine natürliche und langfristig dauerhafte Waldbewirtschaftung und für das Ueberleben des Waldes. Für dieses Verständnis ist Langzeitforschung der einzige Weg!

#### Literatur:

- Andreev, A. (1988): The ten year cycle of the willow grouse of lower Kolyma. *Oecologia* 76, 261-267.
- Aubreville, A. (1938): La forêt coloniale: Les forêts de l'Afrique occidentale française. *Ann. Ac. Sci. colon. Paris* 9, 1-245.
- Falinski, J. B. (1986): Vegetation in temperate lowland primeval forests. Dordrecht., 537 pp.
- Falinski, J. B. (1988): Succession, regeneration and fluctuation in the Bialowieza Forest (NE Poland). *Vegetatio* 77, 115-128.
- Remmert, H. (1985): Was geschieht im Klimax-Stadium? *Naturwissenschaften* 72, 505-512.
- Remmert, H. (1989): *Oekologie*. 4. Auflg. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 374 pp.
- Remmert, H. (1990): Das Mosaik-Zyklus Konzept der Oekosysteme - Eine Uebersicht. In: *Naturschutzforschung in Deutschland. NNA-Berichte* 3(3), 110-117.
- Remmert, H. (1991a): *The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.

Remmert, H. (1991b): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz: Eine Uebersicht. Laufener Seminarbeiträge 5, 5-15. Akad. Natursch. Landschaftspfl. (ANL), Laufen/Salzach.

**Anschrift des Referenten:**

Prof. Dr. H. Remmert  
Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Biologie-Zoologie  
Postfach 1929, D-3550 Marburg

## Beobachtungen zur Vegetationsentwicklung in alpinen Dauerflächen

Von Otto Hegg

An Dauerflächen kann die Entwicklung der Vegetation über lange Zeit präzise verfolgt werden. Langfristige Studien der Vegetationsentwicklung bieten sich an bei der Neubesiedlung von auf natürliche Art besiedelbar gewordenen Gebieten, wie etwa **Gletschervorfeldern**. Dazu gibt es Beispiele von Lüdi (1944) und Richard (1987) am Aletschgletscher oder von Ammann (1979) am Oberaargletscher. Interessante Objekte bietet auch die Vegetation, die noch nicht ins stabile Gleichgewicht gekommen ist, wie etwa bei der **Seeverlandung**. Am Neuenburgersee-Südufer sind dazu von Gobat Dauerflächen angelegt worden. Um die **Rückentwicklung menschlich beeinflusster Vegetation** zurück zur natürlichen Ausbildung erfassen zu können, wurden die ältesten Dauerflächen in der Schweiz 1917 von Braun-Blanquet im Schweizerischen Nationalpark und etwas jüngere Flächen 1930 von Lüdi auf der Schynigen Platte ob Interlaken angelegt.

Im folgenden sollen einige wenige Beispiele aus der sehr reichen Arbeit von Stüssi (1970) Möglichkeiten der Vegetationsentwicklung im Schweizerischen Nationalpark zeigen. Die beiden ersten Graphiken (Abb. 1 und 2) beschreiben die Fläche **De 1** (*Deschampsia caespitosa*), die ehemals, nach starker Düngung, lägerartig war ("*Deschampsietum-Phase*") und die sich nach einer plötzlichen Zunahme der Futterwiesen-Arten (Weidefraktion C) langsam in Richtung eines naturnäheren Rasens entwickelt. Eine zweite Fläche **PF 2** (*Phleum* und *Festuca*) zeigt die Umbildung einer Fettwiese ("*Phleeto-Festucetum-Phase*") in eine Magerwiese ("*Nardeto-Festucetum-Phase*") (Abb. 3 und 4). **N 11** (*Nardus*) gibt die recht stabilen Verhältnisse in einem Nardetum wieder (Abb. 5 und 6). In diesen extremen Magerwiesen scheint fast nichts vor sich zu gehen. Nur wenn sich an einzelnen Stellen Gehölze (Zwergstrauchfraktion E) ansiedeln können, tritt durch Beschattung plötzlich eine starke Veränderung ein. Nach den Resultaten von Stüssi laufen Sukzessionen in der alpinen Stufe im allgemeinen ausserordentlich langsam ab, wenn nicht auf bestimmten Flächen durch zufällige Ereignisse die ökologischen Verhältnisse sich ändern.

Auf der Schynigen Platte beeinflusste Lüdi (1959) 300 Versuchsflächen künstlich in unterschiedlichem Ausmass. Die Artengarnituren dieser Flächen sind heute noch sehr verschieden und zeigen die Nachwirkungen der 1956 letztmals ausgeführten Düngungen. Besonders eindrücklich ist die Tatsache, dass sogar der Nährstoffgehalt der Blätter von der früheren Düngung heute noch beeinflusst ist, wie dies die Graphik über den Phosphorgehalt von 1990 geernteten Blättern einiger Arten eindrücklich demonstriert (Abb. 7). Im Hinblick auf diese Konservativität der Pflanzen sollten Eingriffe insbesondere in die alpine Vegetation vorsichtig und verantwortungsbewusst gehandhabt werden.

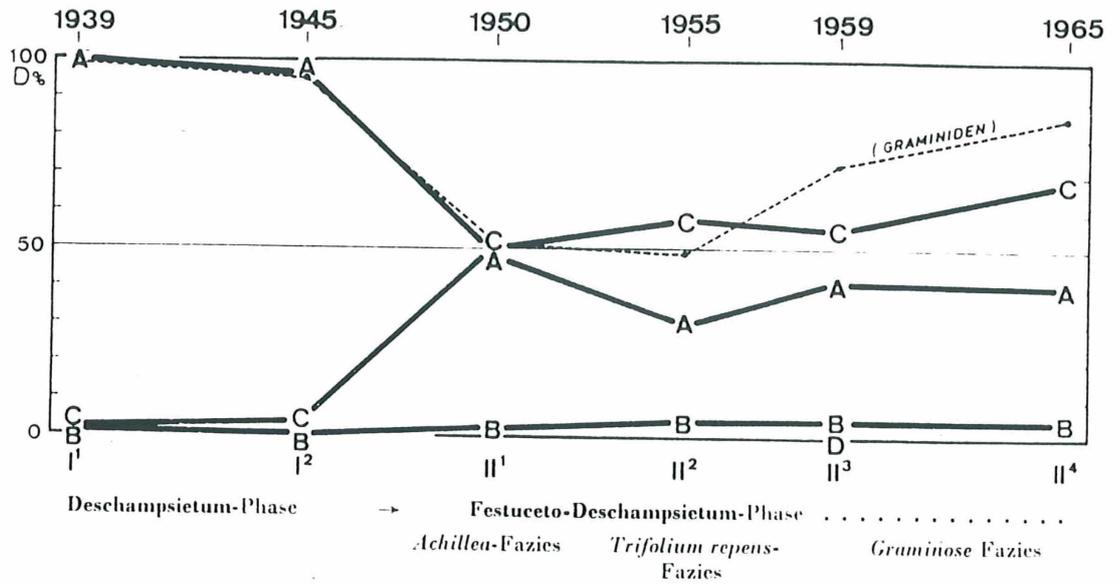


Abb. 1: Sukzessionsdiagramm der Fläche De 1 (1939 bis 1965). A=Lägerflurfraktion, B=Fettwiesenfraktion, C=Weidefraktion, D=Nardetumfraktion.

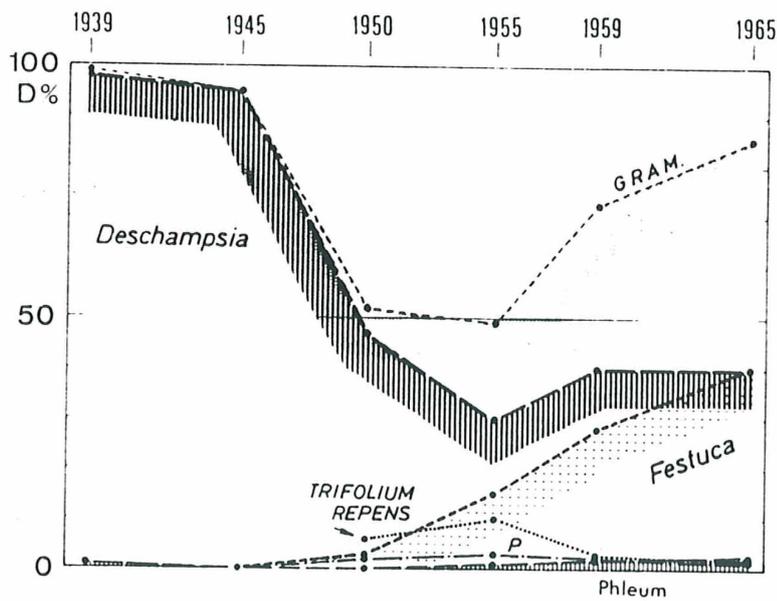


Abb. 2: Spezielle Verhaltensvergleiche (Deckungsprozente=D%) strukturell wichtiger Arten der Lägerflurfläche De 1 (1939 bis 1965). P=Poa pratensis.

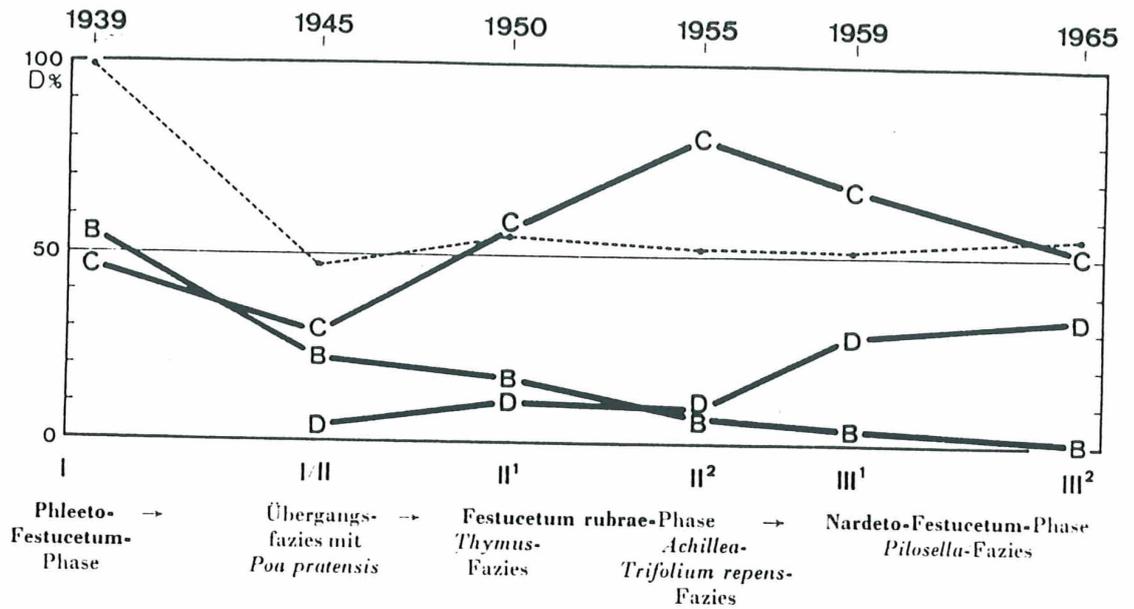


Abb. 3: Sukzessionsdiagramm der Fläche PF 2 (1939 bis 1965). B=Fettwiesenfraktion, C=Weidefraktion, D=Nardetumfraktion.

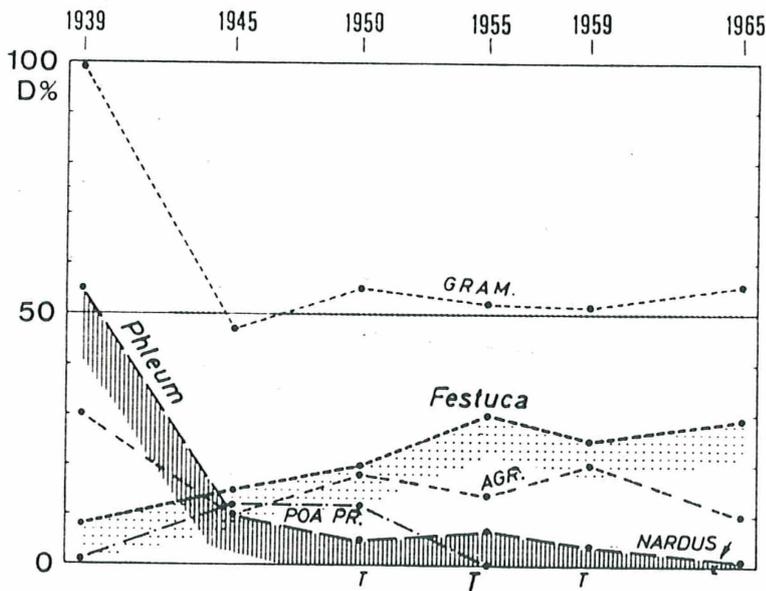


Abb. 4: Spezielle Verhaltensvergleiche (Deckungsprozente=D%) strukturell wichtiger Arten in PF 2 (1939 bis 1965). Ab 1964 (x) ist Nardus in der Fläche festgestellt. T=Trifolium repens, 1950-1959: +, 5, 1 D%.

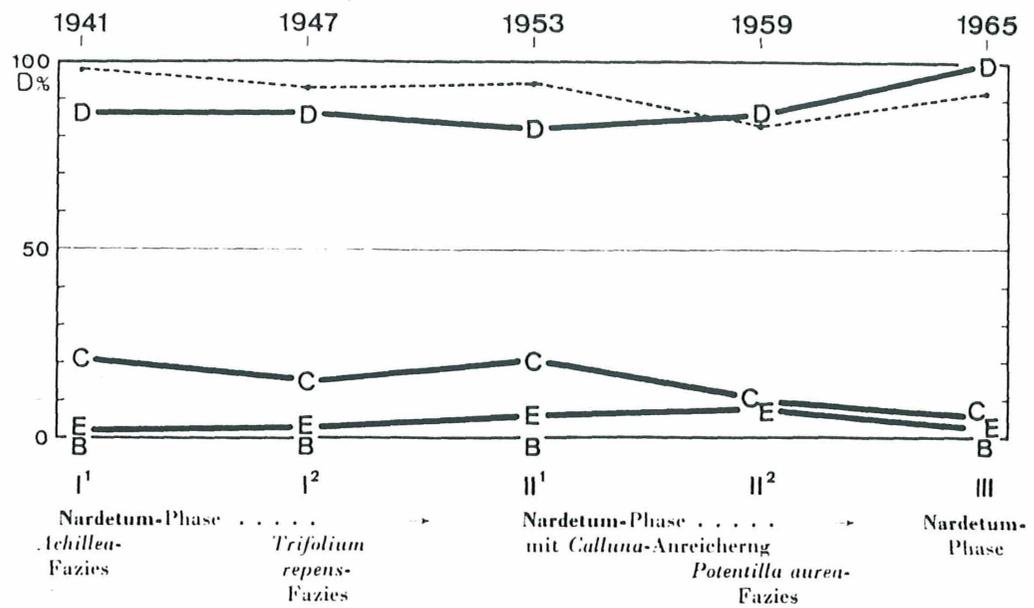


Abb. 5: Sukzessionsdiagramm der Fläche N 11 (1941 bis 1965). B=Fettwiesenfraktion, C=Weidefraktion, D=Nardetumfraktion, E=Zwergstrauchfraktion.

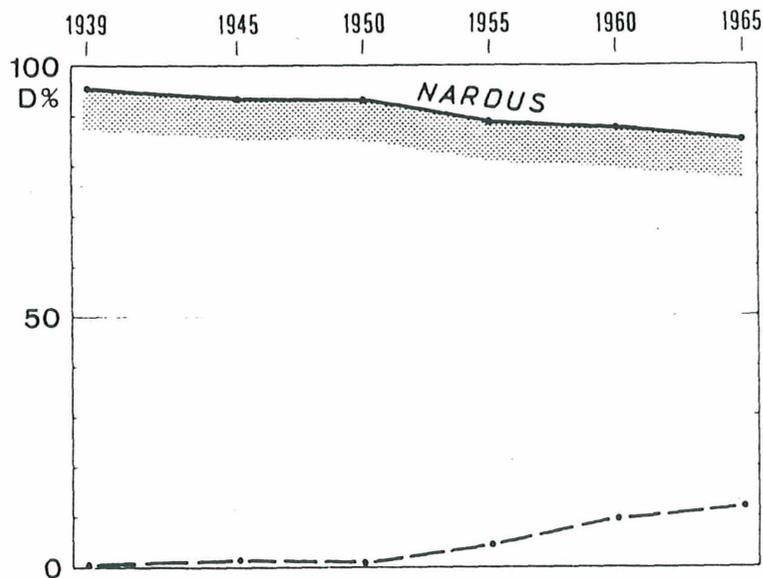
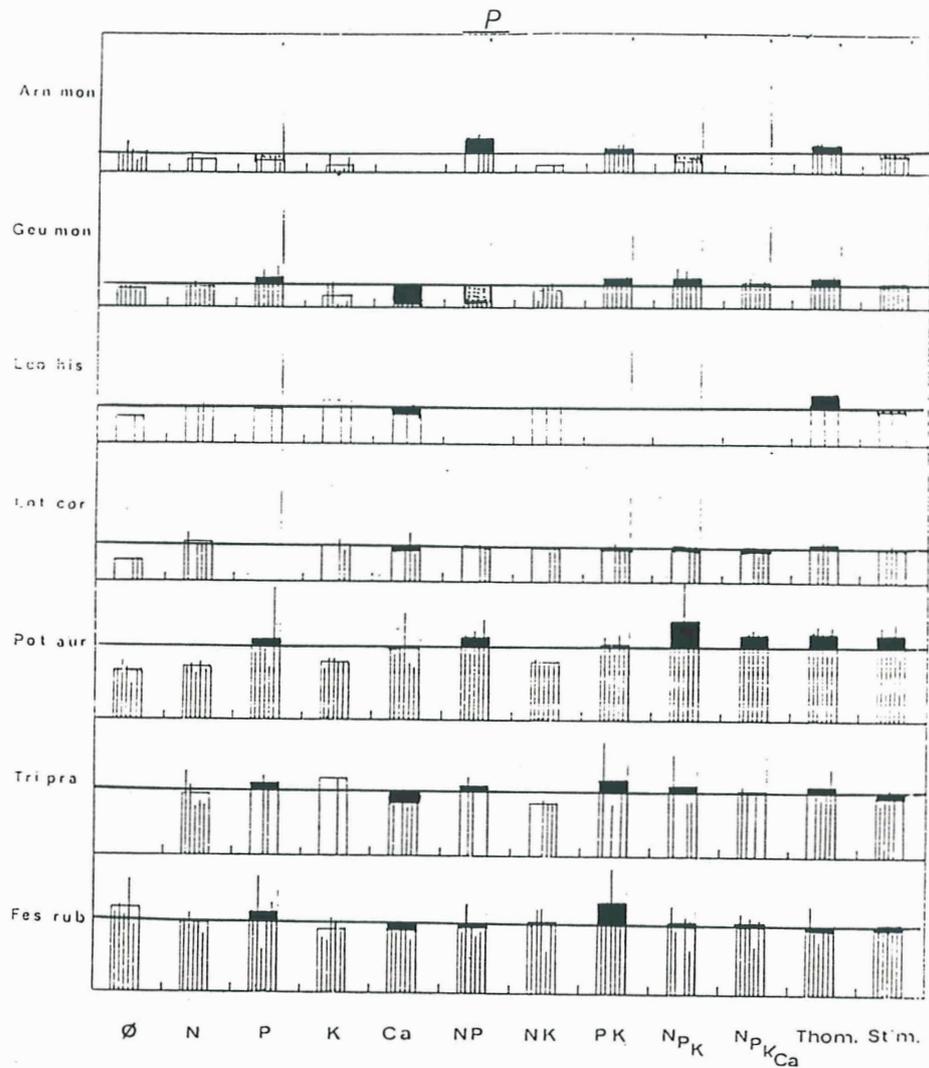


Abb. 6: Schematisches Durchschnittsdiagramm für die Nardetum-Entwicklung ohne direkten Föhrenkontakt in der Nardetum-Serie I, konstruiert aus den Optimalphasen der Flächen N 1, 2, 3, 4, 6. Nardus und Festucetum-Graminidenpauschal (Deckungsprozente=D%).



**Abb. 7:** Phosphorgehalt von *Arnica montana* (Arn mon), *Geum montanum* (Geu mon), *Leontodon hispidus* (Leo his), *Lotus alpinus* (Lot cor), *Potentilla aurea* (Pot aur), *Trifolium pratense* (Tri pra) und *Festuca rubra* (Fes rub) auf der Schynigen Platte (Probe 1990). Mit jedem Kästchen ist der Durchschnittswert der untersuchten Blattproben einer bestimmten Art auf einer bestimmten Düngungsvariante dargestellt, wobei jeder einzelne Strich eine Probe bedeutet. Der Horizontalstrich für jede Art entspricht dem Durchschnitt dieser Art über die ganze Untersuchung. Markiert sind Gehalte, die deutlich über oder unter dem Durchschnitt liegen. 0=keine Düngung, N=Stickstoff, P=Phosphor, K=Kalium, Ca=Kalk, Thom=Thomasschlacke, St.M.=Stallmist.

**Literatur:**

- Ammann, K. (1979): Gletschernahe Vegetation in der Oberaar einst und jetzt. In: Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften (O. Wilmanns & R. Tüxen, Ed.). Ber. intern. Symp. der Intern. Ver. Vegetationskunde, 227-251.
- Hegg, O. (1984a): 50-jähriger Wiederbesiedlungsversuch in gestörten Nardetum-Flächen auf der Schynigen Platte ob Interlaken. Diss. Bot. 72 (Festschr. Welten), 459-479.
- Hegg, O. (1984b): 50-jährige Dauerflächenbeobachtungen im Nardetum auf der Schynigen Platte ob Interlaken. Verh. Ges. f. Oekologie Bd. 12, Bern.
- Hegg, O. (1984c): Langfristige Auswirkungen von Düngung auf einige Arten des Nardetums auf der Schynigen Platte ob Interlaken. Angew. Botanik 58, 141-146.
- Lüdi, W. (1944): Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers. Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel.
- Lüdi, W. (1959): Versuche zur Alpweideverbesserung auf der Schynigen Platte bei Interlaken. Beilage zum Jahresbericht 1958 des Vereins Alpengarten Schynige Platte. 8 pp.
- Richard, J.-L. (1987): Dynamique de la végétation sur les marges glaciaires récentes de la réserve d'Aletsch. Bot. Helv. 97(2), 265-275.
- Stüssi, B. (1970): Naturbedingte Entwicklung subalpiner Weiderasen auf Alp La Schera im Schweiz. Nationalpark während der Reservatsperiode 1939-1965. Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark Bd.13(61).

**Anschrift des Referenten:**

Prof. Dr. O. Hegg  
Systematisch-Geobotanisches Institut, Universität Bern  
Altenbergrain 21, 3013 Bern

## Langzeitprojekte an Gewässern des Nationalparkes

Von Ferdinand Schanz

Im Nationalpark gibt es verschiedene Gewässertypen: Zahlreiche Quellen (Sturz-, Sicker- und Tümpelquellen) sind zu finden, ein netzartiges System von Flüssen und Bächen (z. B. Ova dal Fuorn, Spoel, Inn und Clemgia) durchzieht das Gebiet, stehende Gewässer (Müschauns, Livigno-Stausee, Spoel-Ausgleichsbecken und Macun-Seen - letztere allerdings ausserhalb des Parks gelegen) sind jedoch selten (s. Abb. 1). Aufgrund ihres Einzugsgebietes besitzen die Gewässer des Nationalparks besondere Eigenschaften. Der kalkhaltige Untergrund (Dolomit) führt zu gut gepufferten Wässern mit hoher Leitfähigkeit. Eine Ausnahme bilden die Macun-Seen, deren Einzugsgebiet aus Urgestein besteht. Aufgrund der dünnen Besiedlung und der extensiven Nutzung des Nationalparkgebietes sind die Gewässer nur gering mit Nährstoffen belastet. Hydrologische Eingriffe erfolgten bei Spoel, Inn und Clemgia, die übrigen Gewässer des Nationalparkes besitzen eine weitgehend natürliche Abflussdynamik.

Aufgrund der speziellen Verhältnisse im Nationalpark lässt sich nur eine beschränkte Anzahl von limnologischen Themen bearbeiten.

**Physikalisch-chemische Eigenschaften.** Die allgemeine Umweltbelastung lässt sich anhand von Untersuchungen an Oberflächenwässern nur an den elektrolytarmen Macun-Seen verfolgen.

**Artenzahl und Artendichte ausgewählter Organismengruppen.** Studien zur Verbreitung der aquatischen Flora und Fauna sind in allen Gewässern des Nationalparks möglich, werden heute aber selten durchgeführt.

Vermehrt sind die **Ursachen des Vorkommens von Organismen**, deren **zeitliche Dynamik und Aktivitäten** Gegenstand ökologischer Arbeiten.

**Oekologische Zusammenhänge.** Das Beziehungsnetz der Organismen und die Beeinflussung durch die unbelobte Umwelt sind ein weiteres Feld der Forschung. Die Nationalparkgewässer bieten sich vorallem dann an, wenn Organismen in nährstoffarmen Bächen mit hoher Abflussdynamik beobachtet werden sollen.

Verschiedene limnologische Arbeiten wurden im Nationalpark durchgeführt, wobei es sich in allen Fällen um mehrjährige Studien handelt, die in den "Ergebnissen der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark" publiziert sind. Nadig (1942) untersuchte um 1935 das Beziehungsnetz von physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren in ausgewählten Quell-Oekosystemen. Bei einem Vergleich der eigenen Resultate (Schanz 1983) von Untersuchungen der Algenbiozönose der Tümpelquelle bei Il Fuorn mit der Beschreibung von Nadig (1942) konnten alle damals aufgeführten Arten wiederum gefunden werden (Abb. 2), was für eine hohe Stabilität alpiner Gewässer-Oekosysteme spricht. Aubert (1965) befasste sich im Zeitraum von 1949 bis 1964 mit Plecopteren in den Gewässern des Nationalparkes. Nold und Schmassmann (1954) führten um 1950 chemischen Untersuchungen zu den Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentrationen in der Ova Val Ftur durch. Die Resultate zeigten, dass Photosynthese und Atmung eine stark untergeordnete Rolle für die tageszeitliche Dynamik der Konzentrationen spielen, was wohl für alle unverschmutzten Fliessgewässer oberhalb und in unmittelbarer Nähe der Waldgrenze zutreffen dürfte. Bader (1975a, 1975b, 1977) studiert seit

1955 die Wassermilben im Nationalpark. Milben sind empfindliche Bioindikatoren, wobei die jahreszeitlichen Schwankungen der Artzusammensetzung einer Population für eine bestimmte Stelle typisch sind. Wüthrich (1975) erstellte von 1964 bis 1970 eine Artenliste der Diatomeen im Schweizerischen Nationalpark.

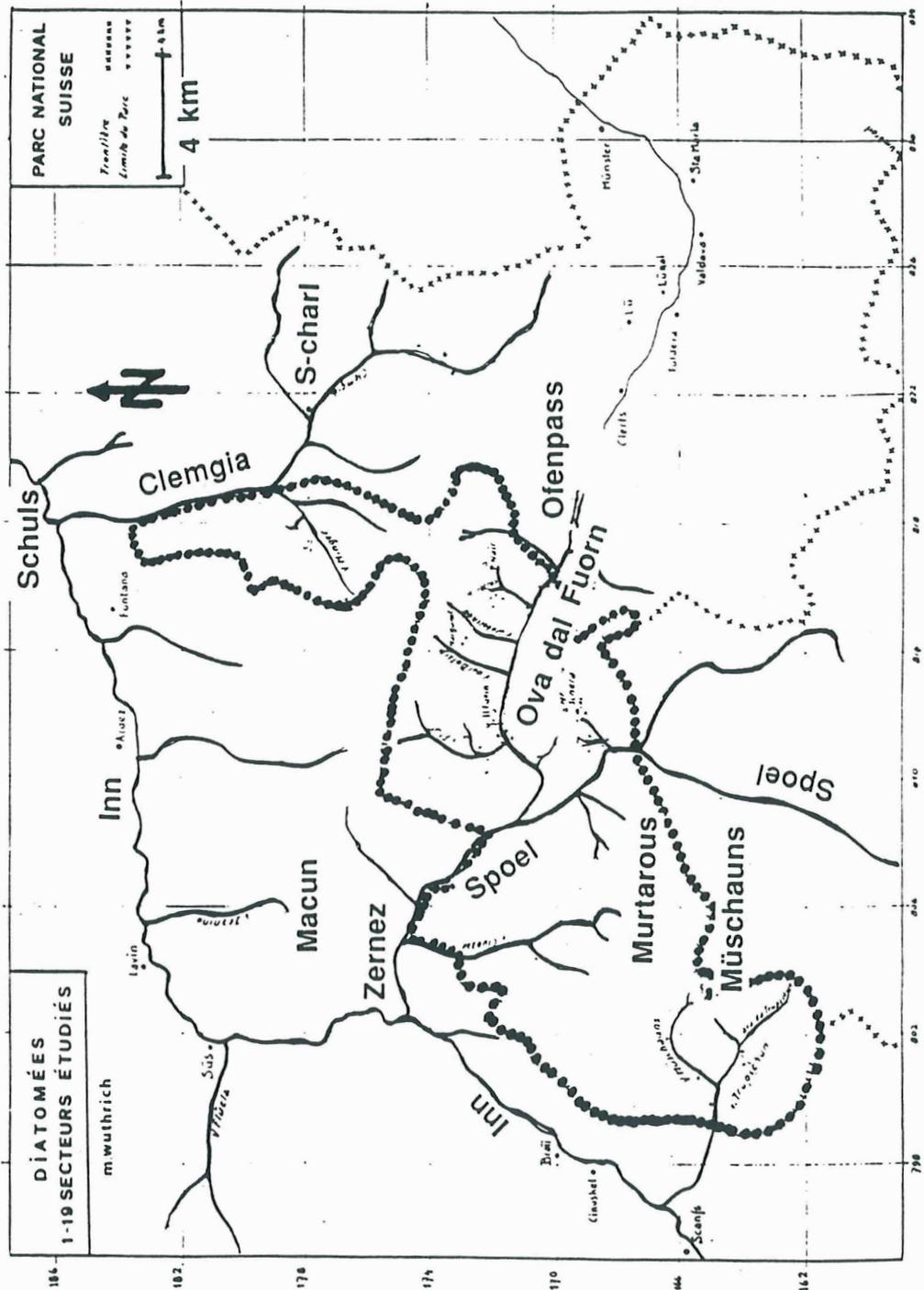
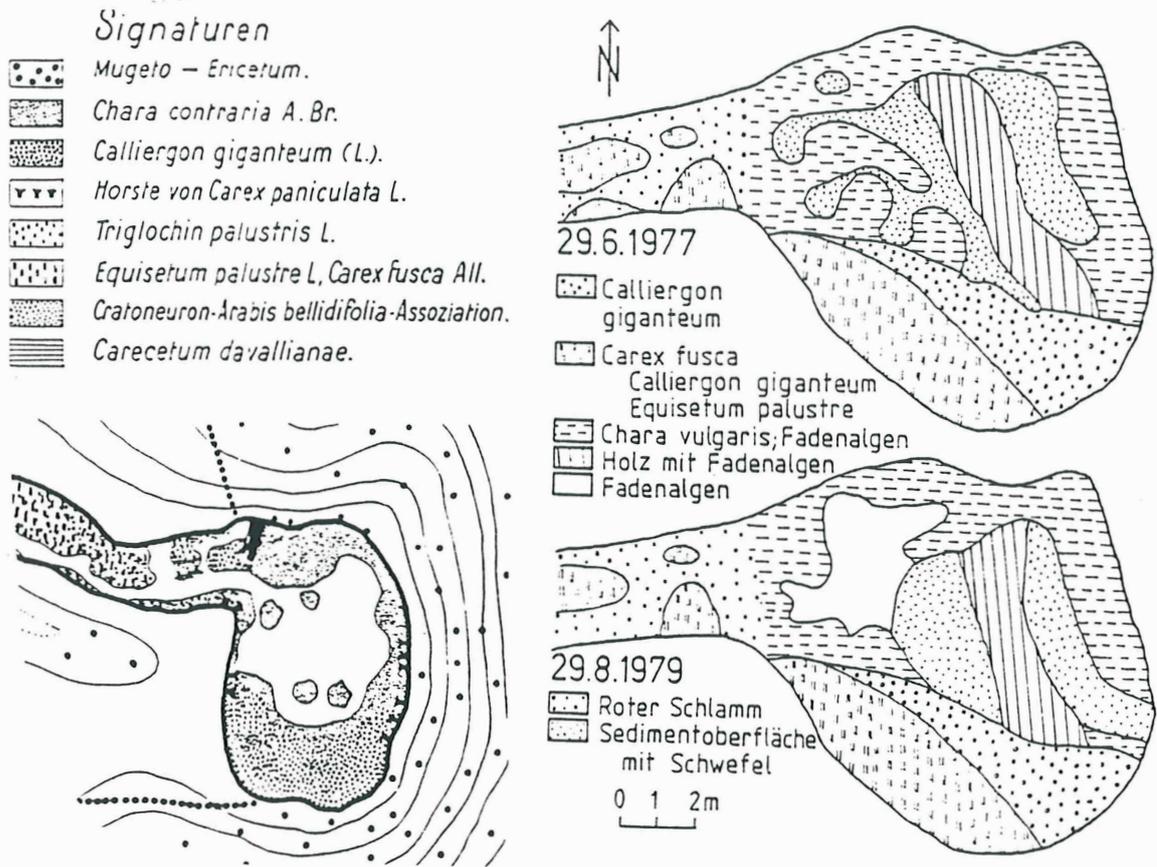
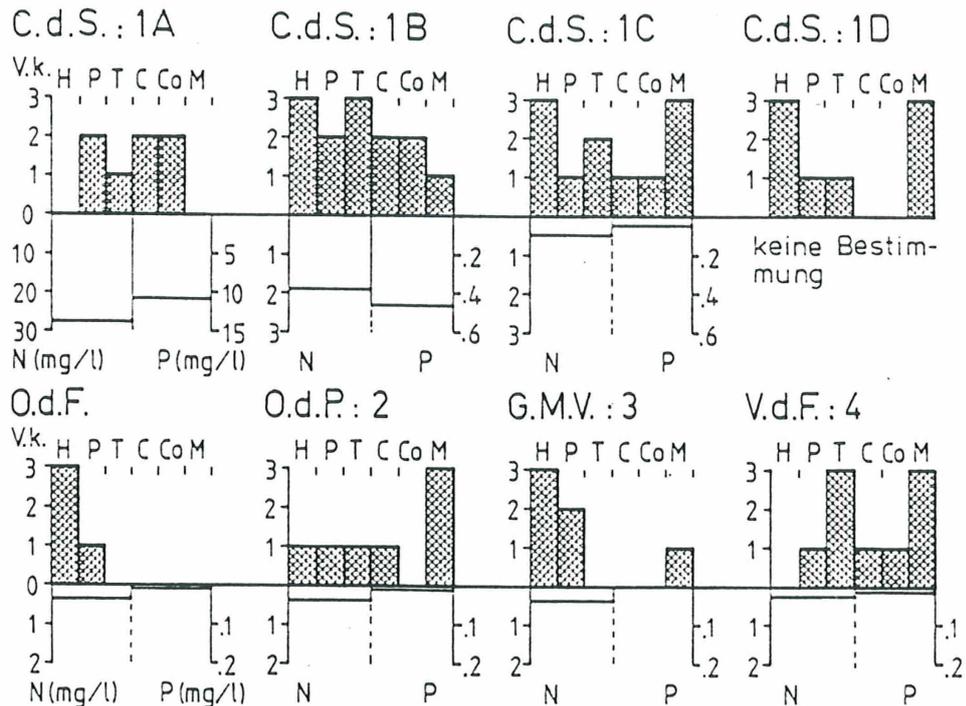


Abb. 1: Geographische Lage der wichtigsten fliessenden und stehenden Gewässer im Gebiet des Schweizerischen Nationalparks (aus Wüthrich 1975).



**Abb. 2:** Algenbewuchs der Tümpelquelle Il Fuorn. Links unten die Situation um 1935 (aus Nadig 1942), rechts die Situation 1977 und 1979 (aus Schanz 1983). Alle Algenarten, die in den 30er Jahren gefunden worden waren, konnten 50 Jahre später wieder festgestellt werden. Kurzfristige Veränderungen des Algenbewuchses (1977 vs. 1979) könnten als Folge einer Verlandung oder lokalen Eutrophierung entstanden sein.

Von Schanz (1983) wurden in den Jahren 1975 bis 1980 die Algenvorkommen in der Region Buffalora bis Il Fuorn auf Faktoren, die Verbreitung und Dichte bestimmen, sowie auf den jahreszeitlichen Verlauf der Entwicklung von Populationen hin untersucht. In Abb. 3 sind die Häufigkeiten von sechs Arten für verschiedene Standorte dargestellt. Die Diversität der Standorte scheint dabei durch den Nährstoff- und Austrocknungsstress beschränkt zu werden. Die Stellen C.d.S (1D, Chasa dal Stradin), O.d.F. (Ova dal Fuorn) und G.M.V. (3, gegenüber God Margun Vegl) zum Beispiel liegen in Schottergebieten des Fuornbaches und fallen regelmässig trocken. Hier kommen deshalb nur Arten vor, die spezielle Anpassungen an diese Verhältnisse besitzen.



**Abb. 3:** Ökologische Zusammenfassung über die Quellbäche im Gebiet von Buffalora bis Il Fuorn. C.d.S.=Chasa dal Stradin (Stellen 1A, 1B, 1C und 1D); O.d.F.=Ova dal Fuorn (bei der Chasa dal Stradin); O.d.P.=Ova dals Pluogls (Stelle 2); G.M.V.=Stelle 3 gegenüber dem God Margun Vegl; V.d.F.=Stelle 4 gegenüber der Val dal Fuorn.

V.k.=maximales Vorkommen der Algen (schraffierte Flächen): H=Hydrurus foetidus; P=Phormidium autumnale, Calothrix sp. u. a. Krustenalgen; T=Tribonema sp.; C=Chlorococcum botryoides, Desmococcus vulgaris; Co=Cosmarium obtusatum; M=Mougeotia sp., Spirogyra sp. Zygnema sp., 1=vereinzelt auftretend; 2= kleine Bestände vorhanden; 3=Massenentwicklungen beobachtet. Chemismus: N(mg/l), Säule links= $\text{NO}_3$ -N; P(mg/l), Säule rechts= $\text{PO}_4$ -P.(aus Schanz 1983)

Für die zukünftige Langzeitforschung in den Gewässersystemen des Nationalparks bieten sich verschiedene Themen an. Bereits bestehende Datenreihen wie z. B. diejenige der Wassermilben von Bader (1975, 1977) müssen weitergeführt werden. Die Auswirkungen von Umwelteinflüssen (VOC, Säuren) sollten speziell im Gebiet der Macun-Seen weiter studiert werden. Bezüglich der Spoel-Problematik ist eine Untersuchungsreihe zu beginnen, um Fragen bezüglich Restwassermenge, Tiefenwasserableitung (Livigno-Stausee) etc. zu beantworten. Forschungen über das Beziehungsnetz der Organismen könnten einen weiteren bilden.

**Literatur:**

- Aubert, J. (1965): Les Plécoptères. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.8(55).
- Bader, C. (1975a): Die Wassermilben. 1. Systematisch-faunistischer Teil. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.14(71).
- Bader, C. (1975b): Die Wassermilben. 2. Nachtrag. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.14(73-74).
- Bader, C. (1977): Die Wassermilben. 3. Populationsdynamische Untersuchungen. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.15(76).
- Nadig, A. (1942): Hydrobiologische Untersuchungen in Quellen. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.1(9).
- Nold, H. & Schmassmann, H. (1954): Chemische Untersuchungen in der Ova da Val Ftur. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.4(31).
- Schanz, F. (1983): Zur Oekologie der Algen in Quellbächen. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.16(81).
- Wüthrich, M. (1975): Les Diatomées. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark* Bd.14(72).

**Anschrift des Referenten:**

PD Dr. F. Schanz  
Limnologische Station, Universität Zürich  
Seestrasse 187, 8802 Kilchberg

## Bewegungen von Solifluktsdecken im Nationalpark

Von Kurt Graf

Auf 2000 bis 2500 m ü. M. wälzt sich Erdmaterial unter dem Einfluss des Frostes langsam, aber stetig hangabwärts. Dabei können z. B. Skiliftmasten kippen und alpine Matten weitflächig aufreissen. Diese Bodenfliessvorgänge lassen charakteristische Solifluktsformen entstehen. Im Folgenden werden zwei Beispiele, Erdströme und Erdkuchen, näher beschrieben.

### a) Erdströme als Beispiel für langfristige Fliessbewegungen

Erdströme sind Solifluktsformen am Hang, die z. T. beachtlichen oberflächlichen Bewegungen von mehreren Zentimetern im Jahr unterliegen. Seit rund 4500 Jahren schiebt sich der in Abb. 1 dargestellte Erdstrom am Albulapass talwärts. Seine Stirn hat vor ca. 900 Jahren den im Längsprofil schwarz bezeichneten Boden überflossen.

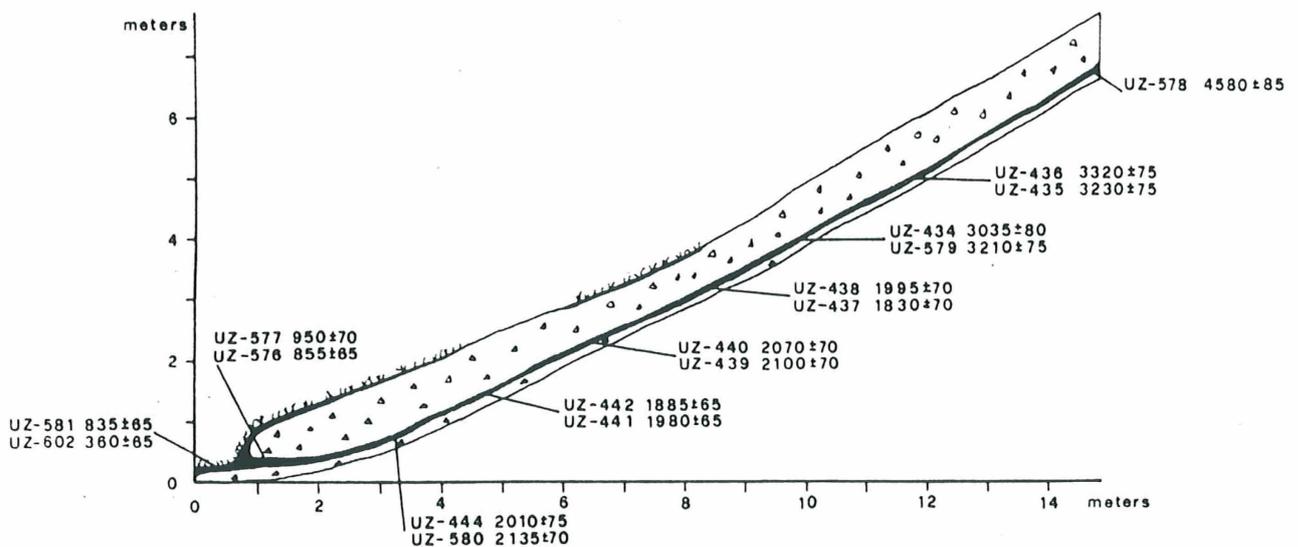
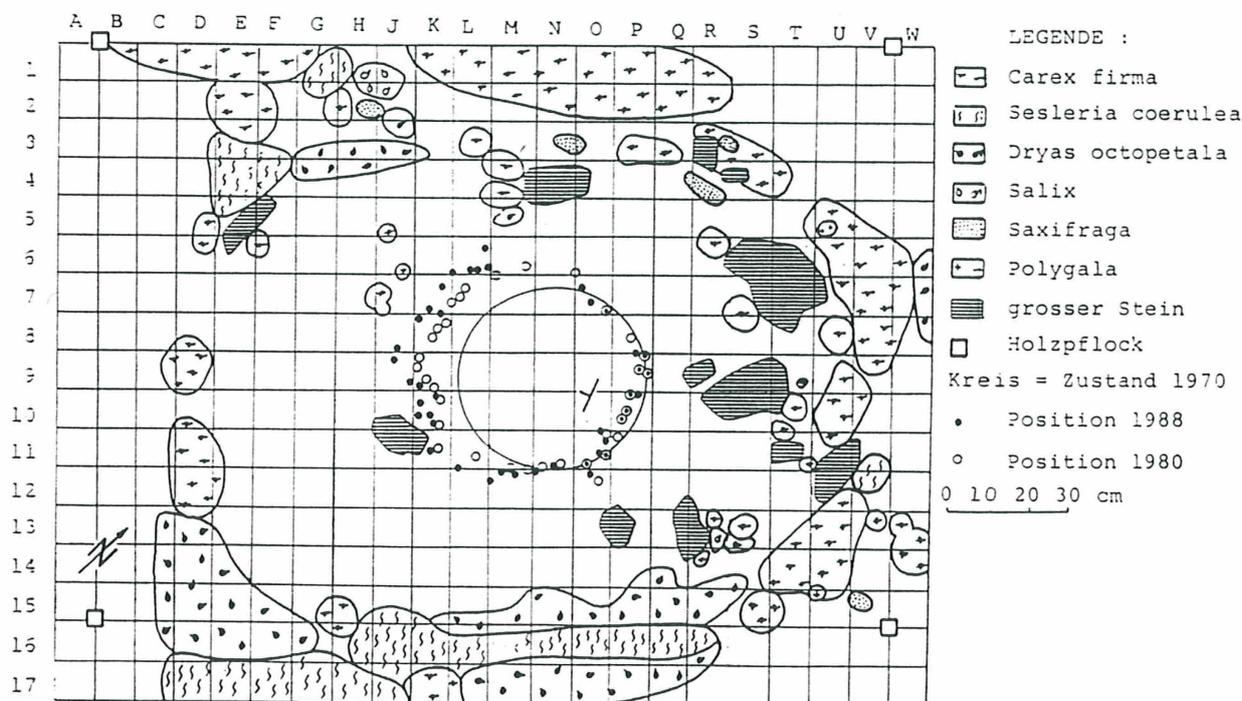


Abb. 1: Längsprofil eines Erdstroms. Die Zahlen geben den ungefähren Zeitpunkt in Jahren vor heute an, als die bezeichnete Stelle (Probennummern UZ-...) überflossen wurde. (aus GAMPER 1983, Fig. 3)

Ein analoges Beispiel für Erdströme im Nationalpark existiert am Munt Buffalora. Vergleichbar mit Fliesswassern verlaufen die stärksten Bewegungen in einem zentralen Streifen stromstrichartig und oberflächennah. Die talwärts gerichteten Fliessbewegungen sind hier gemäss den Frostprozessen (Oktober bis Mai/Juni) im Frühling am intensivsten.

### b) Erdkuchen als Beispiel für kurzfristige Fliessbewegungen

Erdkuchen sind Solifluktsformen in der Ebene. Es handelt sich um breiartige Kahlflächen, die von einem Vegetationssaum umgeben sind. In Abb. 2 ist das Beispiel eines Erdkuchens am Munt Chavagl dargestellt (vgl. auch Foto 1), wo die Fliessbewegungen experimentell untersucht wurden (Graf 1991). Im Jahre 1970 wurden Steine im Kreis ausgelegt und seither periodisch kontrolliert. Die oberflächlichen Fliessbeiträge belaufen sich auf 1 bis 2 cm im Jahr gegen links, obwohl der Hang bloss 1 bis 2° geneigt ist. Auch die Vegetationspolster am Rand des Erdkuchens, die durch *Carex firma*-Polster dominiert werden, haben zum Teil deutliche Verlagerungen erfahren. Sie sind zudem unterschiedlich stark gewachsen oder wurden durch die Solifluktion geschädigt. Mehrere *Carex*-Polster zeigten nämlich deutlich rückläufige Tendenz oder sind gänzlich verschwunden.



**Abb. 2:** Experiment zu den Fliessbewegungen eines Erdkuchens am Munt Chavagl (813.600/169.400, 2400 m ü. M.). Vegetationsaufnahme 1988 und Position der Steine 1970 (im Kreis ausgelegt), 1980 und 1988. (aus Graf 1991, Fig. 3)

Die Zerstörung oder Ausbreitung der Vegetation bei Erdfließbewegungen ist von der Lokalität abhängig. Lokalklimatische Einflussfaktoren (z. B. Feuchtigkeits- und Windverhältnisse) spielen dabei eine grosse Rolle. Allgemein kann man sagen, dass die Vegetationsbedeckung einerseits durch Solifluktion zerstört wird, die Vegetationsausbreitung aber andererseits Solifluktsprozesse einschränken kann. Nur Langzeitbeobachtungen erlauben ein differenziertes Bild über solche Veränderungen der ökologischen Situation und lassen komplexe Zusammenhänge wenigstens in ausgewählten Teilbereichen der naturnahen Landschaft erfassen.



**Foto 1:** Ein Erdkuchen am Munt Chavagl wurde vertikal aufgedigelt. dabei zeigt sich, dass der Frost im Laufe der Zeit vulkanartig helles, siltiges Material emporgepresst hatte. Dieser Kryovulkan ist im Zentrum 60 cm hoch, ein kleinerer rechts davon halb so hoch (Foto: K. Graf).

#### Literatur:

- Gamper, M. (1983): Controls and Rates of Movement of Solifluction Lobes in the Eastern Swiss Alps. Permafrost: Fourth International Conference, Washington. Proceedings, 328-333.
- Graf, K. (1991): Oekologische Studien auf alpinen Matten in der weiteren Umgebung des Schweizerischen Nationalparks. In: Beiträge zur Geographie Graubündens (Hsg. H. Elsasser & M. Boesch), 50-58.

#### Anschrift des Referenten:

Prof. Dr. K. Graf  
Geographisches Institut, Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich

## **Formica exsecta, une espèce indicatrice pour une recherche à long terme**

Par Daniel Cherix

### **Introduction**

Aujourd'hui il est de plus en plus important de pouvoir travailler avec des bio-indicateurs que je qualifierais de "longue durée". En effet les études d'impacts, des modifications ou de l'évolution des écosystèmes ne peuvent être entreprises que si l'on dispose d'espèces indicatrices fiables dans le temps. J'entends par espèces indicatrices fiables, une ou plusieurs espèces dont on connaît suffisamment la biologie et qui permettent une réelle mesure des modifications du milieu au cours du temps.

En ce qui concerne les milieux aquatiques Verneaux et Tuffery (1967) ont développé la méthode des indices biotiques qui permet une première approximation très relative et surtout ponctuelle de la qualité biologique d'un cours d'eau. En ce qui concerne les écosystèmes terrestres de nombreuses études ont montré que les invertébrés du sol offraient une excellente base de travail. Cependant ces études sont longues et fastidieuses et la récolte et la détermination des spécimens sont souvent entachées d'erreurs ou d'imprécisions qui risquent de masquer ce que l'on cherche à mettre en évidence.

En revanche certaines espèces comme les fourmis offrent plusieurs avantages. Pour commencer, suivant les espèces, les nids sont stables, c'est-à-dire que les principales modifications visibles ne concerneront que la taille du nid et sa population. De plus la durée de vie d'une société dépasse parfois celle du chercheur engagé dans son étude! D'autre part les espèces prédatrices seront rapidement et directement influencées par toute modification affectant les proies qu'elles consomment. Enfin dans les sociétés matures nous avons habituellement, sous nos climats, une production annuelle d'individus sexués mâles et femelles. Le coût de production de ces individus étant de 10 à 20 fois supérieur à celui des ouvrières, il est facile de mesurer l'appauvrissement d'un milieu en vérifiant les fluctuations de cette production.

### **Conditions de bases**

Cependant toutes les espèces de fourmis ne se prêtent pas forcément à de telles études. Parmi les conditions de base nécessaires à des recherches à long terme, il convient de fixer les éléments suivants :

1. L'espèce envisagée ne doit pas être rare dans la zone étudiée.
2. Il est important que l'espèce ne se situe pas à la limite de son aire de distribution, c'est à dire dans des zones extrêmes, car les observations ne seront pas représentatives.
3. Il doit s'agir d'une espèce prédatrice, n'entrant pas en compétition avec d'autres espèces de fourmis dans la zone étudiée.
4. Il est important de disposer de données anciennes.

### Le cas de *Formica exsecta*

Toutes ces conditions semblent parfaitement remplies par une espèce de fourmi: *Formica exsecta* Nyl. En effet cette espèce est largement distribuée en Europe (Kutter 1977, Agosti 1989). On peut la considérer comme relativement abondante au Parc National (Cherix, Agosti et Maddalena, non publié) et en plus nous disposons de données depuis 1953 pour les zones de Stabelchod et Il Fuorn (Kutter 1975) (Fig. 1).

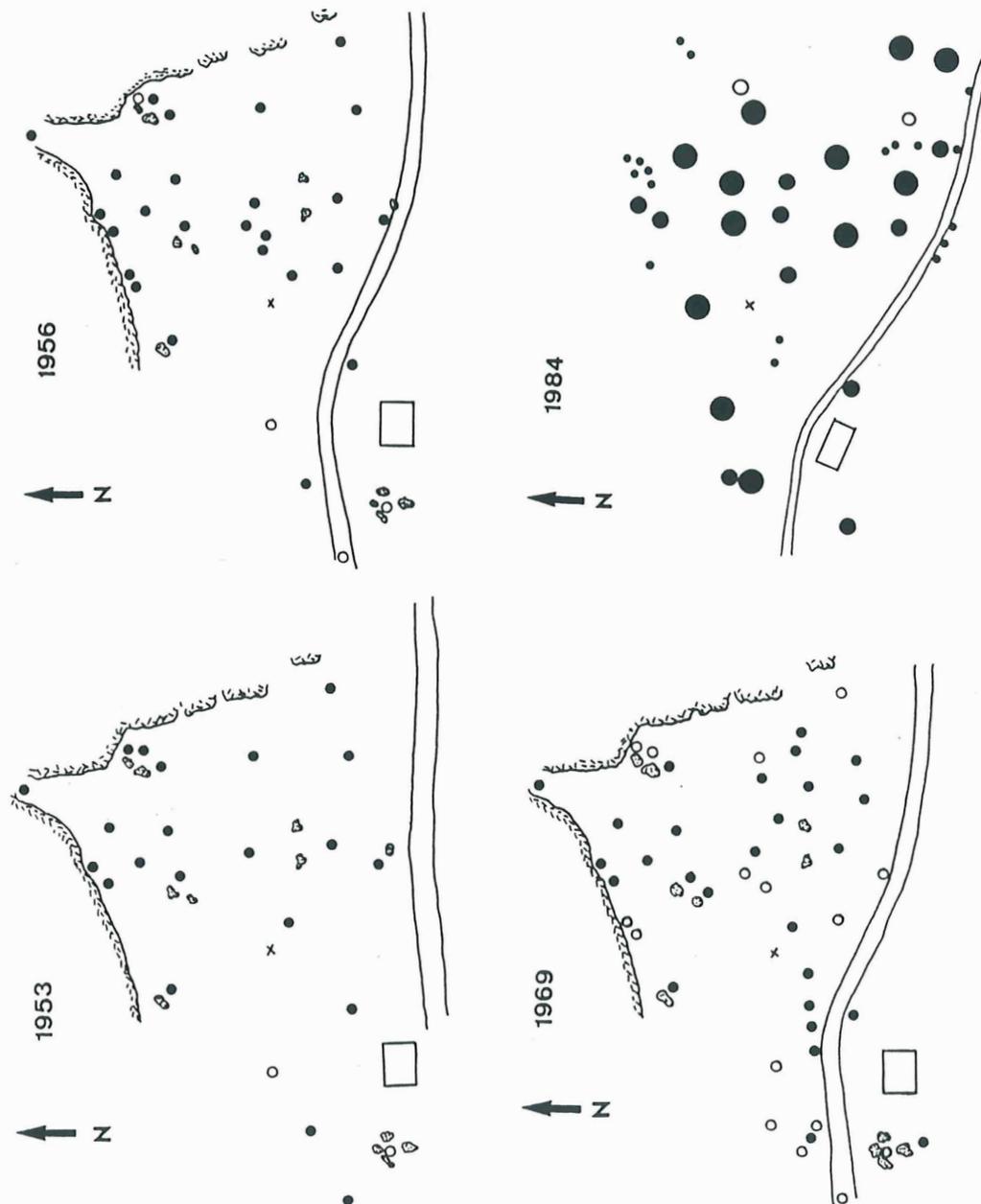


Fig. 1: Evolution d'une colonie de *F. exsecta* à Il Fuorn (Parc National Suisse) de 1953 à 1984. En 1984 il a été tenu compte de la taille des fourmilières. (Kutter 1975, Cherix et al. non publié)

Cette espèce se présente en sociétés polygynes et polycaliques; c'est-à-dire que nous trouvons plusieurs reines à l'intérieur d'un même nid et plusieurs nids reliés entre eux dans une même zone. Si l'on sait aujourd'hui grâce au travail de Pamilo (1991) que la durée de vie d'une reine de *F. exsecta* dans une société monogyne est supérieure à 20 ans, il est évident que des sociétés polygynes peuvent être considérées à notre échelle de recherche comme "immortelles".

Enfin nous disposons aussi de données sur l'évolution de cette espèce dans le Jura vaudois (voir Cherix, Werner & Catzeflis 1980, Cherix & Maddalena non publié). On constate dans les milieux soumis aux influences anthropogènes (pâturages exploités et enrichis artificiellement) une réduction très importante du nombre de fourmilières par colonie correspondant à une diminution de la population (Fig. 2).

Dès lors il semble raisonnable de poursuivre l'étude de l'évolution de cette espèce au Parc National en affinant certains paramètres comme la mesure de la taille des nids, l'analyse des proies récoltées, la production des sexués etc.

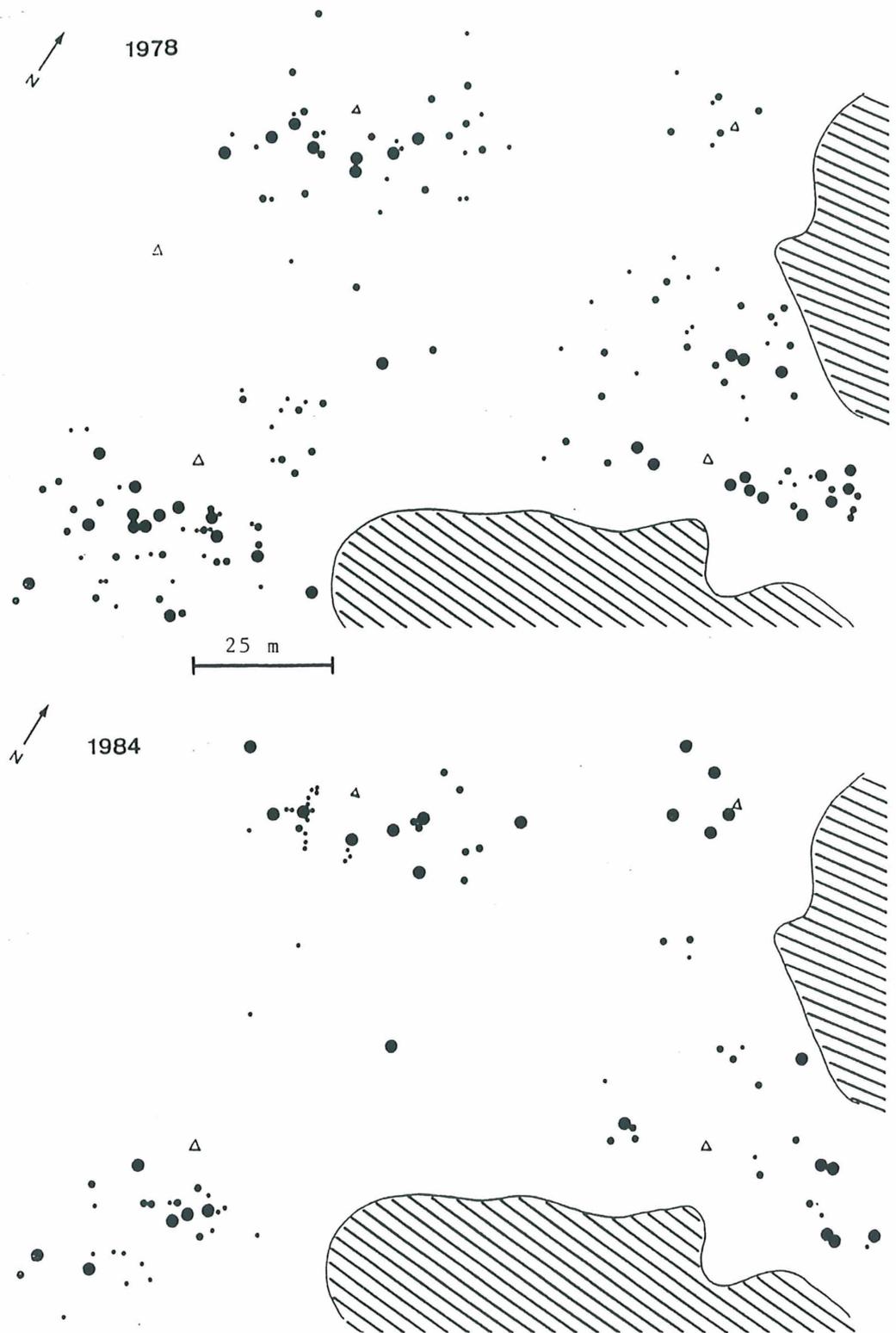


Fig. 2: Evolution d'une colonie de *F. exsecta* dans le Jura vaudois dans un pâturage soumis à des pressions anthropogènes. (Cherix, Werner & Catzeflis 1980, Cherix & Maddalena non publié)

**Références citées:**

- Agosti, D. (1989): Versuch einer phylogenetischen Wertung der Merkmale der Formicini (Hymenoptera, Formicidae), Revision der *Formica exsecta*-Gruppe und Liste der Formicidae Europas. Diss. ETH n° 8774, Zürich, 278 S.
- Verneaux J. & Tuffrey G. (1967): Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux vivantes. *Annals Sc. Univ. Besançon* (3/3), 79-90.
- Pamilo P. (1991): Life span of queens in the ant *Formica exsecta*. *Ins. Soc.* 38, 111-119.
- Cherix D., Werner P. & Catzeflis F. (1980): Organisation spatiale d'un système polycalique chez *Formica (Coptoformica) exsecta* Nyl. (Hymenoptera, Formicidae). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 53, 163-172.
- Kutter H. (1977): Hymenoptera Formicidae. *Fauna, Insecta Helvetica* 6, 298 S.
- Kutter H. (1975): Die Ameisen (Hym. Formicidae) des Schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. *Ergebn. wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark*. Bd. 14(74), 298-414.

**Adresse du référent:**

Dr. D. Cherix  
Musée zoologique  
Palais de Rumine, CP 448, 1005 Lausanne

## Langzeitprozesse in Ökosystemen: Eine methodische Herausforderung

Von Bernhard Nievergelt

Ökosysteme, seien es Bergwälder, Flüsse oder Wiesen, überfordern unsere Vorstellungskraft, wenn wir das gesamte Wirkungsgefüge detailliert begreifen wollen. Hoffnungslos wird es, wenn wir externe Einflüsse und Querbeziehungen zwischen den Ökosystemen angemessen berücksichtigen wollen und - als weitere Dimension - auch zeitliche Veränderungen des ganzen Systems.

Auf der Suche nach einem Weg oder Ausweg wird der Zugang zu diesen komplexen Systemen durch die Tatsache erleichtert, dass alle Ökosysteme hinter ihrem zunächst verwirrend vielfältigen Netzwerk eine innere, strukturelle Heterogenität zeigen. Die Elemente eines Systems sind funktional verschieden gewichtig, und auch zwischen den Beziehungen, welche die Elemente verbinden, bestehen erhebliche Unterschiede. Diese strukturelle Heterogenität erlaubt es, **Funktionshierarchien** herauszuarbeiten und **Teilsysteme** auszugrenzen. So wird es möglich, sich auf eine überblickbare Zahl massgebender Arten und Elemente zu konzentrieren, wobei je nach lokaler Situation und Forschungsfrage unterschiedliche Elemente im Vordergrund stehen. Den nötigen Selektionsprozess zur Ausscheidung der wesentlichen Schlüsselfaktoren und geeigneten Bio-Indikatoren könnten wir einem Computer überlassen, wären alle Elemente des Systems mit ihren Möglichkeiten bereits bekannt. Soweit sind wir nicht. Somit müssen wir selber zu denken beginnen. Im folgenden werden vier Bereiche herausgegriffen, wobei sich die Angaben auf eigene Erfahrungen, auf Literatur und in den vorangegangenen Referaten dargestellte Gesichtspunkte der Botanik, Hydrologie, Erdwissenschaften und Zoologie stützen.

a) Grundsätzlich ist zu fragen, welche Phänomene zu ihrem Verständnis Langfristbeobachtungen bedingen. Aus vorläufiger Sicht handelt es sich um:

**Langsame Prozesse** wie Sukzessionen, Zyklen, Entwicklungen bedingt durch Schadstoffeintrag oder Klimaänderungen, geomorphologische Prozesse.

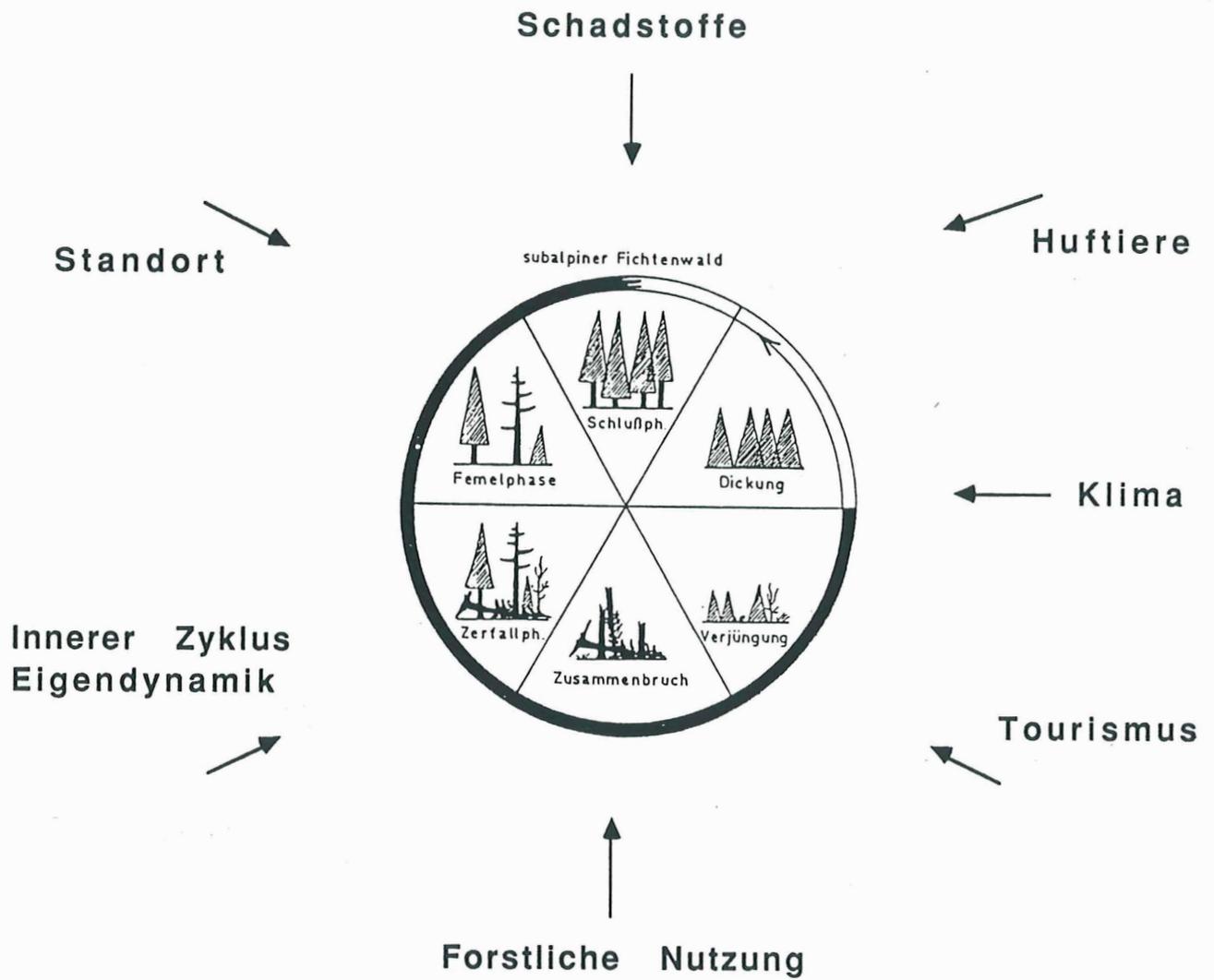
**Seltene Ereignisse, die Neuentwicklungen einleiten** wie Brände, Murgänge, aussergewöhnliche Lawinnenedergänge, zuwandernde oder ausgesetzte Arten, Mutationen.

**Prozesse mit hoher Variabilität** wie Entwicklungen von Insektenpopulationen (z. B. Lärchenwickler)

**Schwer messbare Prozesse und komplexe Phänomene** wie Veränderungen bei Huftierbelastung, Einfluss des Tourismus, Klimaeffekte

**Formulieren und Testen von ökologischen Theorien, Simulationen**

b) Die meisten Fragestellungen erfordern interdisziplinäres Vorgehen. Um in den einzelnen Ökosystemen aussagekräftige Beobachtungsprogramme einleiten zu können, müssen **wahrscheinliche Entwicklungen** dargestellt und der **Einflussbereich von Aussenfaktoren** auf verschiedenen Stadien abgeschätzt werden. In Abb. 1 wird dies am Beispiel eines Waldökosystems gezeigt.



**Abb. 1:**   *Wahrscheinliche Entwicklung und äussere Einflussfaktoren auf die einzelnen Entwicklungsphasen eines Waldökosystems.*

c) Bei jeder Forschungsfrage lohnt es sich, im ausgewählten Oekosystem sorgfältig abzuschätzen, wo mutmasslich **kritische Gebiete** oder **Teilökosysteme** liegen, die besonders empfindlich auf bestimmte Faktoren reagieren dürften (Tab. 1).

d) In jeder Testfläche gilt es - möglichst am Ort selbst - herauszuschälen, welche Aspekte hineinspielen und **welche Fachrichtungen obligatorisch einbezogen** werden müssen.

**Tab. 1:** Teilökosysteme des Waldes und Bereiche von Einflussfaktoren, die in den einzelnen Teilen besonders zu berücksichtigen sind.

	Forstliche Eigendynamik	Nutzung	Huftiere	Schadstoffe	Klima	Tourismus
Waldgrenze			X	X	X	X
morphologisch unstable Lagen	X					X
Lavinar, Waldränder					X	X
Jungwuchs	X	X	X			
Lichtungen	X	X	X		X	X
Altholz- und Zerfallsphasen	X	X	X	X		

In der Behandlung interdisziplinärer Langfristaufgaben sind wir mit Herausforderungen konfrontiert, die, so selbstverständlich sie auch klingen, schwierig und ungewohnt sein können:

a) Die Frage des **zweckmässigen Raumbezugs** verlangt besondere Beachtung, da die Objekte verschiedener Disziplinen mit unterschiedlichen Raumdimensionen verbunden sind, Vergleichbarkeit aber gewährleistet sein muss. So ist es je nach Fragestellung unerlässlich, gleichzeitig verschiedene Ebenen zu beachten wie z. B. Dauerfläche, gesamte Parkfläche, genutzte Gebiete ausserhalb des Parks. Das in den nächsten Jahren aufzubauende GIS (Geographisches Informationssystem) wird diese Aufgabe wesentlich erleichtern.

b) Die **Substitution des Raumes für die Zeit** zur Erarbeitung von Hypothesen und als Alternative für Langzeitstudien in zyklischen Prozessen ist im Standortmosaik alpiner Systeme schwierig. Zu bedenken sind auch mögliche Ueberlagerungen durch Phänomene wie Schadstoffeintrag und Klimaänderungen.

c) Der interdisziplinäre Ansatz erfordert **Zusammenarbeit auf Datenebene**. Für den gegenseitigen Austausch von Daten sind Autorenschutzprobleme zu regeln, die in der disziplinär orientierten Forschungstradition unvertraut sind, sowie das korrekte gegenseitige Verwenden von direkt erhobenen und abgeleiteten Daten.

d) Mit der interdisziplinären Arbeitsweise verbunden sind auch **Einschränkungen der traditionellen Forschungsfreiheit**, die sich durch die Orientierung auf gemeinsam anerkannte Forschungsziele und das Festhalten an vereinbarten, die Vergleichbarkeit sichernden Methoden ergeben.

e) Langfristprogramme sind Säulen für das Verständnis der untersuchten Oekosysteme und für das Abschätzen von Einflussgrössen. Bei der **Interpretation der Parkziele** spielen Langfristprogramme deshalb eine wichtige Rolle. Dazu müssen bei ihrer Planung und Durchführung Aspekte der Anwendung und der Informationsaufgabe berücksichtigt werden. Die normative Ebene ist neben der deskriptiven und explikativen Ebene bewusst einzubeziehen.

f) Interdisziplinäres Arbeiten setzt ein offenes, kooperatives, von gegenseitigem Vertrauen getragenes Klima voraus. Spitzenkünstler sind durchaus gefragt, aber weder Primadonnen noch Päpste.

**Literatur:**

- Béguin, D. et al. (1991): Zwischenbericht über die Aktivitäten des Leitungsteams und der wissenschaftlichen Mitarbeiter. Schweiz. Kommission für Umweltbeobachtung (SKUB), 23 pp.
- Ellenberg, H. (1991): Erfahrungen bei interdisziplinärer Oekosystemforschung im Solling seit 1966. In: Forschung in Naturreservaten (B. Nievergelt & Th. Scheurer Ed.). Publikationen der Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften (SANW/ASSN) 4, 15-40. Universitätsverlag Freiburg Schweiz.
- Haber, W. et al. (1990): Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung. Sondergutachten des Rats von Sachverständigen für Umweltfragen. Metzler-Poeschel, Stuttgart, 69 pp.
- Likens, G. E. (Ed.) (1988): Long-Term Studies in Ecology. Approaches and alternatives. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 214 pp.
- Pfadenhauer, J.; Poschod, P. & Buchwald, R. (1986): Ueberlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1: Methodik der Anlage und Aufnahme. In: Berichte der ANL 10, 41-60. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.
- Scherzinger, W. (1989): Biotopansprüche bedrohter Waldvogelarten und ihre Eingliederung in die Walsukzession. Stapfia 20, 81-100.
- Starfield, A. M. & Bleloch, A. L. (1991): Building Models for Conservation and Wildlife Management. Burgess Intern. Group. In., 253 pp.

**Anschrift des Referenten:**

PD. Dr. B. Nievergelt  
Ethologie und Wildforschung, Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich

**Fachsitzung Schweiz. Geologische Gesellschaft (10. Okt. 1991)  
und Schweiz. Paläontologische Gesellschaft (11. Okt. 1991)**

## Faltung und Kinematik in der Ortlerdecke (Ostalpin, Graubünden, Oberes Veltlin)

Von Paolo Conti

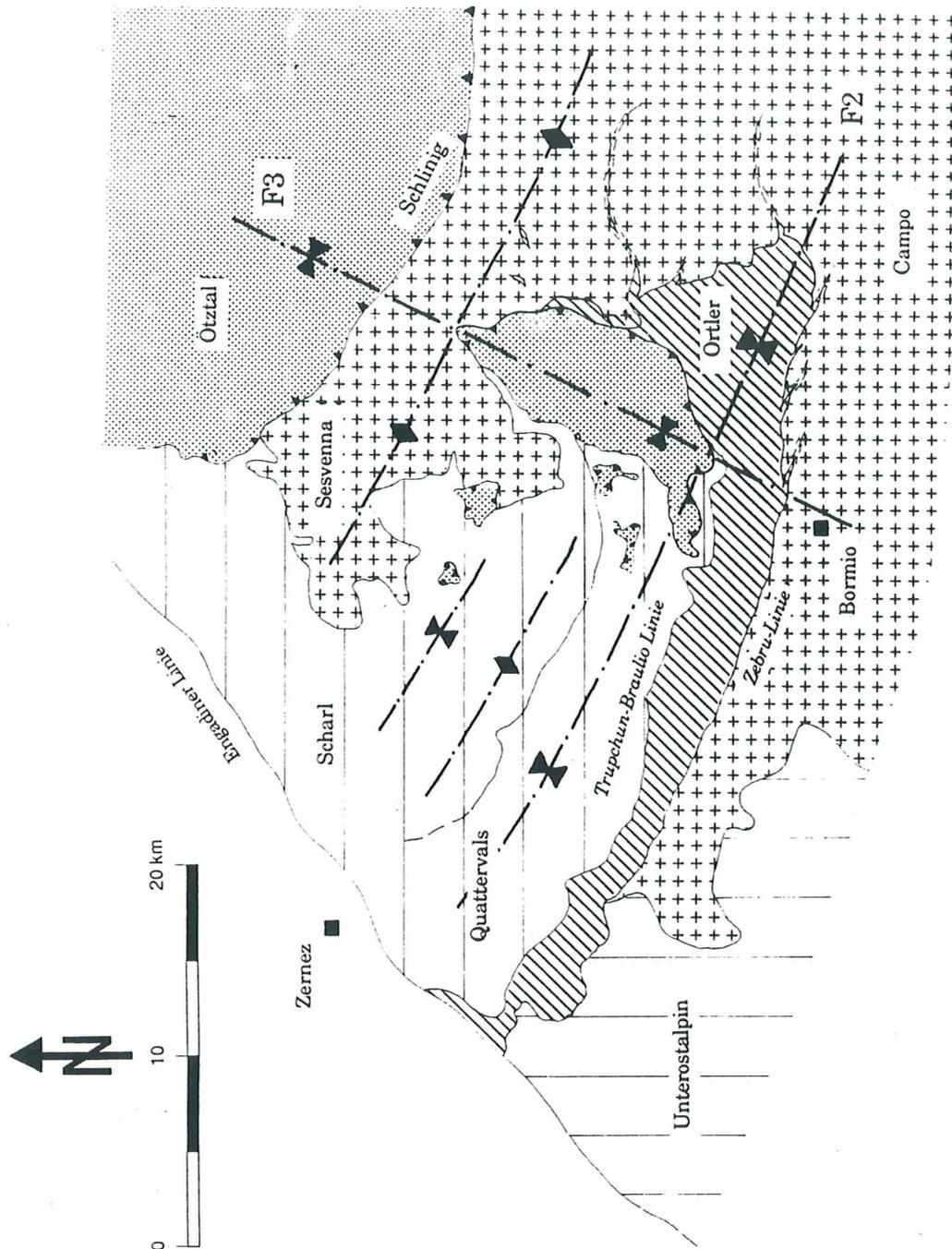
In der Ortlerdecke sind zwei alpine Deformationsphasen erkennbar:

**D1.** Diese Phase (s. Abb. 1) bildet offene bis isoklinale Falten mit einer gut ausgeprägten Achsenebenenschieferung, ein WNW-ESE gerichtetes Streckungslinear und WNW gerichtete Überschiebungen. Die F1-Falten besitzen keine zylindrische Geometrie und die Faltenachsen streuen in der Achsenebene. Der Streuungsgrad der Achsen nimmt gegen Osten stark zu. Im Westen (Val Trupchun und Val Müschauns) streichen die F1 Faltenachsen NE-SW und das "facing" ist nach NW gerichtet. Weiter östlich, in der Nähe von Livigno (Cima di Pozzin) rotieren die F1 Faltenachsen in die Richtung des Streckungslinears. Im Valle di Fraele liegen die F1 Faltenachsen und das Streckungslinear häufig parallel. Die syn-D1 Ueberschiebungen innerhalb der Ortlerdecke zeigen eine Zunahme der Ueberschiebungsbeträge gegen Osten. Während D1 bilden sich tektonische Kontakte zwischen der Ortlerdecke und der hängenden Quattervalsdecke (Trupchun-Braulio-Linie, TBL), und auch zwischen der Ortlerdecke und der unterlagernden Campodecke (Zebrù-Linie, ZL). Die Kalkmylonite der TBL zeigen eine Bewegungsrichtung der Quattervalsdecke gegen Westen bis Nordwesten an. Die Quattervalsdecke überfährt nach Westen hin immer jünger werdende Sedimente der Ortlerdecke ("footwall"), was auf eine Ueberschiebung nach Westen hinweist. Vom Ortlermassiv bis Bormio zeigen die Quarzmylonite der ZL "Top-W" Schersinne an. Westlich von Bormio, entlang der ZL, kommen nach Westen hin jünger werdende Sedimente der Ortlerdecke auf dem Campokristallin zu liegen. Diese "anomale" Ueberschiebungsgeometrie, kann mit der Interferenz von jurassischen Abschiebungen und alpinen Ueberschiebungen erklärt werden.

Der Metamorphosegrad der Sedimente der Ortlerdecke wurde anhand der Illitkristallinität bestimmt. Im östlichen Bereich (Valle di Fraele) erreichte die Metamorphose die Anchi- bis Epizone, im zentralen Bereich (Valle Alpisella - Il Motto) die Anchizone, im westlichen Bereich (Val Trupchun und Val Saliente) herrschten hingegen nur Diagenesebedingungen.

**D2.** Eine spätere Deformationsphase überprägt die Strukturen von D1. Diese Phase bildet offene Falten mit subhorizontalen, WNW-ESE streichenden Faltenachsen und einem "facing" gegen Norden. D2 bewirkt in der Ortlerdecke eine generelle Kippung des Schichteinfallens und der Strukturen von D1 nach Norden, zudem ist D2 verantwortlich für das Einfallen von TBL und ZL nach Norden.

Die D1 kann mit den oberkretazischen Bewegungen entlang der Schlinig-Linie (Westgerichtete Ueberschiebung der Oetztaal-Decke) in Verbindung gebracht werden. Die Orientierung der D2-Strukturen weist auf eine Kompressionsrichtung NNE-SSW hin. D2 entstand möglicherweise bei der "mesoalpiner" Phase.



**Abb. 1:** Alpine Deformationsphasen in der Ortlerdecke (vgl. Text).

**Anschrift des Referenten:**

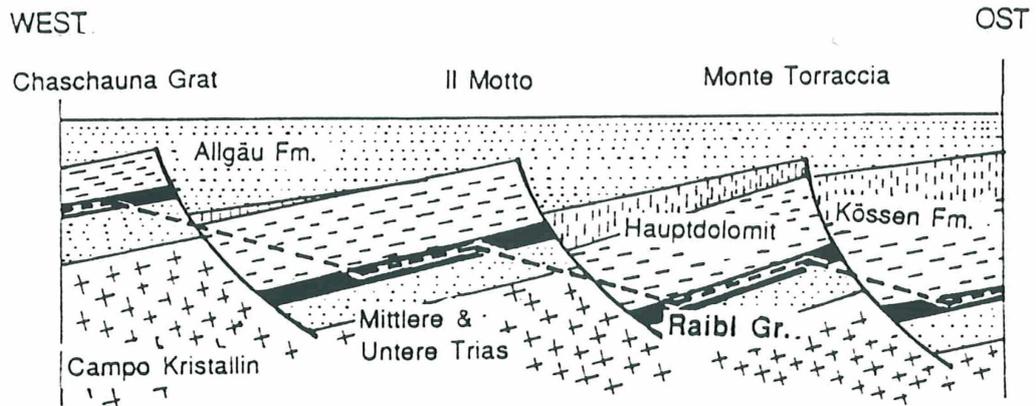
P. Conti  
 Geologisch-Paläontologisches Institut, Universität Basel  
 Bernoullistrasse 32, 4056 Basel

## Jurassische Abschiebungen und alpine Tektonik in der Ortlerdecke zwischen Livigno und Fraele (Ostalpin, Graubünden, Oberes Veltlin)

Von Gianreto Manatschal & Michael Pfister

Hinweise auf die jurassische Extensionstektonik in der Ortlerdecke geben einerseits Resedimente innerhalb der Allgäu-Formation, die mittels Ammoniten der Gattung *Schlotheimia* mit Hettangian datiert wurden, andererseits die synsedimentär angelegte Diskordanz am Monte Torraccia, östlich von Livigno, die von einer früh-alpinen D1-Falte verfaltet wurde. Infolge der alpinen Steilstellung durch eine jüngere D2-Struktur, kann im Gebiet der Alpe Trela ein jurassischer Abschiebungsbruch, der Torraccia-Bruch, über eine Strecke von 5km verfolgt werden, bevor er nordwestlich des Monte Trela von der Zebrù -Linie abgeschnitten wird. Aus dem heutigen Einfallen der jurassischen Bruchfläche und der Schichtung im Hauptdolomit können sowohl Richtung als auch Neigung der ehemaligen Abschiebung bestimmt werden. Der Torraccia-Bruch östlich von Livigno wurde als ostfallender Bruch angelegt, mit einem Neigungswinkel von etwa 70° nahe der Oberfläche. Beobachtungen im Gebiete der Alpe Trela zeigen, dass der ostfallende, jurassische Torraccia-Bruch vor allem im tieferen Teil alpin reaktiviert wurde, während der oberflächennahe Abschiebungsbruch zu steil war, um von einer alpinen Ueberschiebung reaktiviert zu werden. In diesem Bereich folgt die Ueberschiebung dem Raibl-Horizont, dessen ton- und gipsreichen Gesteine zwischen den massigen mittel- und obertriadischen Dolomiten die Lokalisation einer Scherzone begünstigen.

In der Ortlerdecke kann man nur jeweils im Liegenden der jurassischen Abschiebungsbrüche eine mehr oder weniger komplette stratigraphische Abfolge vom Ober-Perm bis zum norischen Hauptdolomit erkennen. Beispiele dafür sind die Basisscholle von Alpe Trela, die Zone von Il Motto in der Nähe von Livigno, und das Gebiet Piz Chaschauna- Val Trupchun. Während der jurassischen Extensionstektonik entstand am südlichen passiven Kontinentalrand der Tethys eine dominoähnliche Geometrie von gekippten und gegeneinander verschobenen Blöcken. Dabei wurde auch der von alpinen Ueberschiebungen oft benutzte Raibl-Horizont versetzt, so dass bei der alpinen Reaktivierung an jedem der jurassischen Abschiebungsbrüche eine steilere Rampe ausgebildet werden musste, bis der Raibl-Horizont im nächsten Block erreicht wurde (s Abb. 1). Dadurch entstanden jeweils im Liegenden der jurassischen Brüche die beobachteten, stratigraphisch kompletten Abfolgen.



**Abb. 1:** *Modell für die Bildung der vollständig erhaltenen lithostratigraphischen Abfolgen an der Basis der jurassischen Abschiebungsbrüche in der Ortlerdecke.*

- Jurassischer Extensionsbruch
- - - Alpine Ueberschiebung

**Anschrift der Referenten:**

G. Manatschal u. M. Pfister  
 Geologisches Institut, ETH-Zürich  
 Sonneggstrasse 5, 8092 Zürich

## Fazieswechsel und Palökologie der Obertrias im Ostalpin Graubündens

Von Heinz Furrer

Die Obertrias der ostalpinen Decken in Graubünden ist geprägt durch die bis 1600 m mächtigen, fossilarmen Dolomit-Serien der Hauptdolomit-Gruppe, die von der fossilreichen, tonig-kalkigen Wechsellagerung der Kössen-Formation überlagert wird. Dieser markante Fazieswechsel der späten Trias ist in grossen Bereichen der Ost-, Süd- und Westalpen ausgebildet und führte ursprünglich zur Abgrenzung der heute umstrittenen Rhaet-Stufe.

Der Hauptdolomit besteht aus Ablagerungen des internen Bereichs einer grossräumigen Karbonatplattform. Typische Faziesräume sind seichte, vom offenen Meer abgeschnittene Lagunen mit dickschaligen Muscheln und Gezeitenbereiche mit vielfältigen Stromatolithen und kleinwüchsigen Schnecken. Zeitweilige Austrocknung wird durch Pseudomorphosen nach Anhydritknollen, Caliche-Horizonte und Bodenbildungen angezeigt. Im mittleren und obersten Teil der Hauptdolomit-Gruppe der Engadiner Dolomiten sind mächtige Linsen dünnbankiger Kalke und Dolomite eingeschaltet (Pra-Grata-, Quattervals-, Diavel- und Murtér-Formationen), die auf die Existenz kleiner, ca. 20 km breiter Becken mit stagnierendem Bodenwasser hinweisen. Megabreccien und Slumps in den Beckensedimenten sowie ausgeprägte Breccienbildungen im randlichen Hauptdolomit machen nach B. Aemissegger eine Anlage durch synsedimentäre Dehnungstektonik wahrscheinlich. Häufige "Shallowing upward"-Zyklen im Meter- bis Dekameterbereich, die bis zur Erhaltung von ausgedehnten Trockenrissböden und Saurierfährten führten, widerspiegeln den Effekt von Wasserspiegelschwankungen in solchen nicht sehr tiefen Becken.

Auch die Kössen-Formation, die sich durch ihren hohen Tongehalt und Fossilreichtum deutlich vom Hauptdolomit abgrenzt, wird durch meist asymmetrische Zyklen im Meter- bis Dekameterbereich charakterisiert. Im unteren Teil setzen sie mit schwarzen Tonen ein und gehen mit Ton-Kalk-Rhythmiten in gebankte Kalkmikrite über. Während die Tone nur selten Fossilien führen und schlecht durchlüftete Schlammgründe dokumentieren, enthalten die Kalke eine artenarme aber individuenreiche Weichbodenfauna aus Muscheln und Schnecken und sind oft intensiv bioturbiert. Nicht selten sind Schillbänke (Tempestite), die auf eine Ablagerung im Bereich der Sturmwellenbasis hindeuten. Im mittleren und oberen Teil der Kössen-Formation sind die vollständigsten Zyklen ausgebildet. Ueber Tonen, Mergeln und Kalken folgen gebankte, oft von Mergeln unterbrochene Korallenkalke, die von Kalkareniten und Oolithen überdeckt und mit Hartgrundbildungen abgeschlossen werden. Neben den Korallen zeigen auch Brachiopoden, Crinoiden und Seeigel normalmarine Verhältnisse an. Das Korallenwachstum wurde aber durch ständig angelieferten Ton behindert und beschränkte sich meist auf instabile Korallenrasen, die bei Stürmen häufig umgelagert wurden. Daneben finden sich zyklische Abfolgen von Mergeln, Korallenkalken, Megalodonten- und Foraminiferenkalken, die von stromatolithischen kalkigen Dolomiten mit Hohlraumgefügen, Trockenrissen und Pseudomorphosen nach Gips- und Steinsalzkristallen abgeschlossen werden. Sie belegen die wiederholte Verlandung seichter Lagunen und die Bildung von Gezeitenflächen und kleineren Inseln. 30-50 m mächtige Linsen und Zungen aus massigen Riffkalken in der oberen Kössen-Formation stellen kleinere Riffkörper

dar, die sich unter günstigen Bedingungen aus den Korallenrasen entwickeln konnten. Auffallend ist der Reichtum an Wirbeltieren (Knorpel- und Knochenfische sowie marine Reptilien), die speziell in der unteren Kössen-Formation durch isolierte Hartteile wie Zähne, Schuppen und Knochen nachgewiesen sind. Die relativ häufigen Placodontier mit ihrem spezialisierten Pflasterzahn-Gebiss fanden reichlich Nahrung in den Muschelbänken, während die seltenen, über 10 m langen Ichthyosaurier wohl Fische jagten.

Obwohl bereits im oberen Teil der Hauptdolomit-Gruppe erste Tonlagen auftreten, markieren die tonreichen Serien der unteren Kössen-Formation einen abrupten Fazieswechsel. Massiv einsetzende und anhaltende Schüttungen von feinem siliziklastischen Detritus in Ton- und Siltgrösse unterbanden weitgehend die Karbonatproduktion auf der Hauptdolomit-Plattform und führten bei andauernder Subsidenz zu einem sich allmählich vertiefenden, schlammigen Becken, das im Südosten durch einen aktiven Riff- und Karbonatsandgürtel vom offenen Meer abgeschnitten war. Dieser Fazieswechsel lässt sich am besten durch Hebung und Erosion eines tiefgründig verwitterten Hinterlandes erklären. Die charakteristischen "Shallowing upward"-Zyklen wurden möglicherweise durch Meeresspiegelschwankungen gesteuert.

**Anschrift des Referenten:**

H. Furrer  
Paläontologisches Institut und Museum, Universität Zürich  
Künstlergasse 16, 8006 Zürich

## ARBEITSBERICHTE ZUR NATIONALPARKFORSCHUNG (Stand 1991)

---

ZIELSETZUNG UND KOORDINATION DER WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. Zusammenfassung der Diskussionen im Rahmen der Klausurtagung der WNPk 1985; September 1985

DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN IM GEBIET DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. August 1986

DIE MOOSVEGETATION DER BRANDFLÄCHE IL FUORN (SCHWEIZER NATIONALPARK). Nach einem Manuskript von F. OCHSNER; September 1986

VERZEICHNIS DER ORNITHOLOGISCHEN ARBEITEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Zusammengestellt von G. ACKERMANN und H. JENNI; März 1987

MATERIALIEN ZUR BISHERIGEN UND ZUKÜNFTIGEN NATIONALPARKFORSCHUNG. Stand Juni 1987

METHODIK UND FORSCHUNGSFRAGEN ZUR LANGZEITBEOBACHTUNG IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung der WNPk 1987; Oktober 1987

VORSTUDIE ZUM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM ARC / INFO. P. JÄGER; August 1988

METHODISCHES VORGEHEN ZUR FORSCHUNGSFRAGE : REAKTION ALPINER ÖKO-SYSTEME AUF HOHE HUFTIERDICHTEN. Zusammenfassung der Ergebnisse der Klausurtagung der Arbeitsgruppe "Huftiere" 1988; zusammengestellt von K. BOLLMANN; Dezember 1988

WNPk, 1990: FORSCHUNGSKONZEPT NATIONALPARK 1989. Grundsätze und Leitlinien zur Nationalparkforschung.

ENPK und WNPk, 1990: LEITLINIEN ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER PARKZIELE 1989.

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG SPÜLUNG GRUNDABLASS LIVIGNOSTAUSEE VOM 7. JUNI 1990:

(1) Massenumsatz (C. SCHLUECHTER, R. LANG, B. MUELLER); März 1991

(2) Morphodynamik und Uferstabilität (P. JAEGER); März 1991

(3) Physikalische und chemische Verhältnisse im Spöl während der Spülung und Aufwuchsuntersuchungen im Spöl und im Ova dal Fuorn (F. ELBER, Büro AquaPlus, Wollerau); März 1991

(4) Makroinvertebraten und Fische (P. REY, S. GERSTER, Institut für angewandte Hydrobiologie, Bern und Konstanz); im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft; März 1991

(5) Ufervegetation (K. KUSSTATSCHER); März 1991

GEWÄSSERFRAGEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung der WNPk vom 5./6. Juli 1990; zusammengestellt von Th. SCHEURER; April 1991

WALDBRAND IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung vom 2./3. Juli 1991; zusammengestellt von Th. SCHEURER; Dezember 1991

DAUERBEOBACHTUNG IM NATIONALPARK: ANFORDERUNGEN UND PERSPEKTIVEN. Interdisziplinäres Symposium im Rahmen der 171. Jahresversammlung der SANW/ASSN. Zusammenfassung der Referate. Hrsg. Karin Hinderlang, Dezember 1991

Zu beziehen bei:

Sekretariat WNPk  
c/o Institut für Ethologie und Wildforschung  
Universität Zürich-Irchel  
Winterthurerstrasse 190  
8057 Zürich