

Zeitschrift: Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark
Herausgeber: Eidgenössische Nationalparkkommission
Band: - (1999)
Heft: 2

Rubrik: Zernezer Tage 1999

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.01.2026

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

Stephan Bader

Wie verrückt spielt unser Klima?

In den letzten 100 Jahren haben sich in der Atmosphäre die wichtigsten Treibhausgase stark akkumuliert. Es ist zu befürchten, dass dies Auswirkungen auf den Wärmehaushalt der Erde und somit auf das Klima hat. Parallel zur Treibhausgaszunahme ist es in den letzten 100 Jahren weltweit im Mittel etwa 0,3 °C bis 0,6 °C und in der Schweiz etwas über 1,0 °C wärmer geworden. Der Nachweis, wie weit die vom Menschen emittierten Treibhausgase die beobachtete Erwärmung verursachen, ist sehr schwierig, da der Beginn der Industrialisierung und damit der Beginn der zunehmenden Treibhausgasemissionen mit dem Ende einer natürlichen Kaltphase zusammenfallen. Es überlagern sich somit eine natürliche mit einer möglicherweise menschlich verursachten Erwärmung.

Die Ergebnisse aus dem Nationalen Forschungsprogramm 31 «Klimaänderungen und Naturkatastrophen» (1991–1998) haben Vermutungen über eine allgemeine Klimakatastrophe entschärft. Die weiterhin erheblichen Emissionen und die beobachtete Erwärmung lassen aber keine Entwarnung zu: Im stark besiedelten Alpenraum werden durch seltene Ereignisse im Zusammenhang mit der fortschreitenden Erwärmung neue Gefahrengebiete entstehen.

Neue Naturgefahren?

Die witterungsbedingte Naturgefahrensituation in der Schweiz zeigt in den letzten Jahren keine aussergewöhnliche Entwicklung. Die Schadeninventare weisen darauf hin, dass in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts schwere Unwetterschäden wesentlich häufiger waren als heute. Das gehäufte Auftreten von starken Unwettern mit Überschwemmungsfolgen in den vergangenen 10 Jahren darf nicht als Trend interpretiert werden. Für keine der dafür verantwortlichen Witterungslagen kann eine zunehmende Häufigkeit beobachtet werden.



Extreme Hochwasser im Kanton Graubünden 1496–1995.

Quelle: C. PFISTER, Universität Bern, 1996

Deutlich ist hingegen in den vergangenen Jahrzehnten die zunehmende Nutzung von Gefahrengebieten erkennbar. Umfangreiche Schutzbauten lassen jedoch oft vergessen, dass sich dadurch das Restrisiko stark erhöht. Denn ein absoluter Schutz vor Naturgefahren ist nicht realisierbar. Seltene, aussergewöhnliche Ereignisse treffen uns dann umso stärker.

Eine Erwärmung brächte markante Änderungen

Bei zunehmender Erwärmung muss in der Schweiz generell mit einer erhöhten Bedrohung durch Hanginstabilitäten gerechnet werden. Dabei scheinen die Ereignisse nicht grundsätzlich extremer zu werden. Vielmehr ist anzunehmen, dass sich die Häufigkeit und der bisherige Jahresablauf der Ereignisse verändern. So beginnt vermutlich die sommerliche Wildbach- und Murgangsaison unter wärmeren Klimabedingungen früher im Frühling und endet später im Herbst, da sich die Dauer der winterlichen Schneedecke mit ihrer Funktion als Wasserrückhalt zusehends verkürzt. Dies bedeutet, dass eher mehr Ereignisse pro Jahr zu erwarten sind. Lokal kann sich die Gefahrensituation durch den temperaturbedingten Rückzug von Gletschereis und von Untergrundeis (Permafrost) verschärfen. Durch den Eisschwund werden hochalpine Flächen mit freiliegendem Gesteinsschutt grösser. Dadurch können grosse, bis in tiefe Lagen sich auswirkende Murgang-Ereignisse auftreten, die keine historische Parallele haben.

Stephan Bader, SMA MeteoSchweiz,
Krähbühlstrasse 58, 8044 Zürich

Am 16. und 17. April 1999 fanden im Nationalparkhaus in Zernez die traditionellen Zernezer Tage statt. An beiden Tagen konnten Prof. Heinrich Haller und Flurin Filli wiederum ein zahlreich erschienenenes Publikum begrüßen. Nachfolgend sind die Kurzfassungen der vorgetragenen Referate wiedergegeben.

Gaudenz Truog

Wie entsteht eine Wetterprognose unter besonderer Berücksichtigung des Engadins?

Aus Wetterbeobachtungen von Bodenstationen und Messwerten von Höhenstationen, aus Satellitenbildern und Radarinformationen werden das aktuelle Wetter analysiert wie auch die Bewegung und Intensität von Hoch- und Tiefdruckgebieten verfolgt (*synoptische Methode*).

Grosscomputer sortieren, prüfen und analysieren diese Wetterdaten ebenfalls und berechnen daraus, wie sich Hoch- und Tiefdruckgebiete, Windströmungen, Temperatur- und Feuchteverhältnisse für die nächsten ein bis fünf Tage ändern (*numerische Methode*).

Der langjährige Durchschnitt von Wetterbeobachtungen ergibt klimatologische Werte für die verschiedenen Beobachtungsstationen. Die aktuelle oder zu erwartende Wetterlage kann mit ähnlichen Lagen früherer Jahre verglichen werden (*statistische, klimatologische Methode*).

Alle diese Wetterhinweise werden nun interpretiert, kombiniert, gewichtet und ergeben eine allgemeine Wetterprognose, wie sie am Radio oder Fernsehen verbreitet wird.

Regionale Prognosen

Bei Prognosen für ein kleineres Gebiet, also einer Regionalprognose wie zum Beispiel für Graubünden, erhält die Klimatologie stärkeres Gewicht. Je nach Windrichtung und -stärke, je nach Feuchtigkeit der herangeführten Luft hat Graubünden ein «eigenes» Wetter. Mit speziellen Regionalprognosen versucht man, die Eigenheiten der wichtigsten Täler Graubündens zu berücksichtigen zum Beispiel auch für das Ober- und das Unterengadin.

Örtliche Voraussagen

Schliesslich kann man noch einen Schritt weitergehen und das Wetter oder einzelne Wetterelemente für einen bestimmten Ort voraussagen. Wie entwickelt sich zum Beispiel der Wind und vor allem der Malojawind auf dem Silser- und Silvaplannersee oder wieviel Neuschnee fällt in den nächsten 24 bis 48 Stunden in St. Moritz? Je kleiner ein Prognosegebiet ist und je mehr dieses von Bergketten umgeben ist, desto wichtiger werden die klimatologischen Hinweise. Deshalb sind kleinräumige Prognosen nur dann genau, wenn für einen Ort oder eine Kleinregion Wetterbeobachtungen aus früheren Jahren zur Verfügung stehen.

Gaudenz Truog, SMA MeteoSchweiz,
Krähbühlstrasse 58, 8044 Zürich

So zufällig das Wetter sich auch zeigt – bei einer Wetterprognose wird so wenig wie möglich dem Zufall überlassen. Eine Wetterprognose entsteht wie ein Mosaik aus einer Vielzahl von Wetterhinweisen.



Die Klimareihe der Station Buffalora

Auf Wunsch der Wissenschaftlichen Nationalparkkommission (WNPK) wurde Ende 1916 die Errichtung einer Klimastation im Gebiet des Nationalparks vorangetrieben, die den Anforderungen für langfristige klimatologische Untersuchungen entsprach. Als Standort wurde das damalige Wegerhaus Buffalora an der Ofenpassstrasse gewählt, da es ganzjährig bewohnt war und somit die Voraussetzungen für regelmässige Beobachtungen gegeben waren. Mit der Messung von Temperatur, Niederschlag, Feuchte, Schneehöhe, Wind und Sonnenscheindauer sowie diversen Augenbeobachtungen wurde im Januar 1917 offiziell begonnen. Die Station konnte seither fast ununterbrochen betrieben werden und wurde Ende 1998 ins automatische Messnetz der SMA MeteoSchweiz aufgenommen.

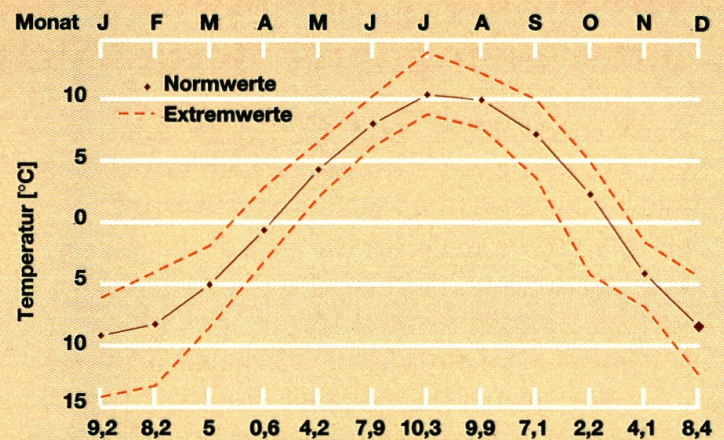
Messreihe ist nicht homogen

Im Laufe der heute gut 80-jährigen Messperiode kam es an der Station zu diversen Änderungen, wie dem Austausch von Instrumenten oder dem Wechsel der Beobachter. Der gravierendste Eingriff geschah 1976, als die Station zum neuerstellten Wegerhaus rund 50 Meter östlich des alten verschoben und gänzlich neu instrumentiert wurde. Solche Veränderungen der Messbedingungen können zu einer Inhomogenität in der Messreihe führen und erschweren die Analyse der langjährigen Datenreihe oder führen sogar zu Fehlinterpretationen. Seit einigen Jahren werden deshalb an der SMA MeteoSchweiz wie auch bei ausländischen Wetterdiensten grosse Anstrengungen unternommen, die vorhandenen Messreihen zu homogenisieren.

Aufwendige Homogenisierung

Für die Station Buffalora wurden die Messreihen der Parameter Temperatur, Niederschlag und relative Feuchte von 1959 bis 1990 bearbeitet, um für die Berechnung der aktuell gültigen WMO Standard Normalwerte 1961 bis 1990 homogene Daten zur Verfügung zu haben (WMO: World Meteorological Organization). In der Abbildung sind diese

Seit 1917 liefert die Station Buffalora Klimadaten für den SNP. Die aus den Messungen ermittelten Jahresmitteltemperaturen lassen eine kontinuierliche Zunahme der Jahrestemperatur seit Messbeginn erkennen.



WMO Standard Normalwerte 1961 bis 1990 der mittleren Monatstemperatur in Buffalora. Als gestrichelte Linie sind zudem die Extremwerte eingezeichnet.

Normwerte für die Temperatur dargestellt. Im langjährigen Durchschnitt kann beispielsweise im Juli in Buffalora eine Monatsmitteltemperatur von 10,3 °C erwartet werden.

Buffalora zunehmend wärmer und schneeärmer?

Betrachtet man den Verlauf der Jahresmitteltemperaturen von 1917 bis 1998 von Buffalora, so erkennt man eine kontinuierliche Zunahme im Verlaufe des Jahrhunderts. Einzig unterbrochen wurde dieser Anstieg von einigen kühleren Jahren um 1935. Nach Jahreszeiten betrachtet verzeichnet die Temperatur insbesondere im Winter die markanteste Zunahme. In der gleichen Zeitperiode scheinen die Niederschläge in Buffalora im Jahresdurchschnitt leicht abgenommen zu haben, wobei der negative Trend im Herbst am stärksten ist. Die Winterniederschläge dagegen sind in Buffalora im Verlauf des Jahrhunderts ungefähr gleich geblieben. Das Zusammenspiel eines veränderten Niederschlagsregimes mit der Zunahme der Temperaturen scheint sich in den Neuschneemengen von Buffalora zu widerspiegeln: Im Verlauf der seit 1964 digital vorhandenen Daten zeichnet sich seit Ende der 70-er Jahre eine markante Abnahme in den Jahressummen ab.

Michael Begert, SMA MeteoSchweiz,
Kräbühlstrasse 58, 8044 Zürich

Pflanzenphänologische Beobachtungen im SNP



Foto: R. Defila

1951 wurde in der Schweiz ein phänologisches Netz gegründet. Von anfänglich 70 Stationen wuchs das Netz auf heute rund 160 Stationen an. 1996 wurde das phänologische Beobachtungsprogramm etwas modifiziert. So werden heute die Eintrittstermine von 69 phänologischen Phasen wie Blattentfaltung, Blüte, Fruchtreife, Blattverfärbung und -fall an 26 verschiedenen Pflanzenarten beobachtet und notiert. 40 ausgewählte Stationen melden 17 Phänophasen direkt nach ihrem Eintreten.

Aus diesen Informationen entstehen die wöchentlichen Bulletins über den Stand der Vegetationsentwicklung, die auch auf Internet abrufbar sind.

Phänologische Daten geben Auskunft über den jährlichen Verlauf der Vegetationsentwicklung. Neben phänologischen Kalendern sind phänologische Zeitreihen von Interesse. Sie sind gute Indikatoren für Umweltveränderungen (Schäden in der Biosphäre, Klimaänderung). Da die phänologischen Beobachtungen in besiedelten Gebieten durchgeführt werden, sind zusätzliche Beobachtungen in höheren Lagen und in vom Mensch unberührten Gebieten von besonderem Interesse.

Phänologische Beobachtungen im Nationalpark

Deshalb wurde beschlossen, ein reduziertes phänologisches Beobachtungsprogramm im Nationalpark durchzuführen. Ziel ist es, eine Übersicht über die jährliche Vegetationsentwicklung im Nationalpark und lange Zeitreihen zu erhalten und Änderungen in der Biosphäre zu belegen. Die Beobachtungen werden in verdankenswerter Weise durch die Parkwächter durchgeführt. Sie wurden für diese Aufgabe im Theoriesaal und im Gelände ausgebildet. 1994 wurde mit den Beobachtungen begonnen, so dass wir heute über 5 Beobachtungsjahre verfügen. Das Beobachtungsprogramm umfasst 5 Baum- und Straucharten (Lärche, Fichte, Vogelbeere, Espe und Roter Holunder) sowie 8 verschiedene Kräuter (Huflattich, Erika, Stengelloser Enzian, Feuerroter Pippau, Wald-Weidenröschen, Wiesen-Knautgras, Heidelbeere und Herbstzeitlose).

Die Phänologie erfasst die im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Lebewesen.

Seit 1994 notieren die Parkwächter die Eintrittstermine von phänologischen Phasen an Bäumen, Sträuchern und Kräutern im SNP.

Für zuverlässige Aussagen über frühe, normale oder späte Eintrittstermine reichen die nun 5-jährigen Beobachtungen aber noch nicht aus.

Erst kurze Beobachtungsreihe

8 von diesen Pflanzenarten sind auch im gesamtschweizerischen Beobachtungsprogramm enthalten. Somit können Vergleiche mit den umliegenden Stationen im Engadin angestellt werden. Beobachtet wird im Val Mingèr, am Ofenpass und in der Val Trupchun. Es kommen jedoch nicht an allen Standorten alle Pflanzen vor. Häufig fehlt der Rote Holunder, die Blütezeit der Espe sowie das Wald-Weidenröschen und die Herbstzeitlose. Die Parkwächter haben zudem mitgeteilt, dass die Heidelbeere durch die Preiselbeere zu ersetzen sei, da diese häufiger vorkomme.

Ein Vergleich mit den umliegenden Engadiner Stationen Zuoz (1700 m ü. M.), Scuol (1240 m ü. M.) und Sent (1440 m ü. M.) zeigt, dass die Beobachtungen allgemein sorgfältig durchgeführt wurden. Beobachtungsfehler oder fragliche Werte treten bei den phänologischen Daten immer wieder auf. Fehler mit Sicherheit zu eruieren, ist bei den phänologischen Daten schwierig, da das Mikroklima die Eintrittstermine von Phänophasen stark beeinflussen kann.

Eine Statistik über frühe, normale oder späte Jahre kann aufgrund von nur 5 Beobachtungsjahren noch nicht erstellt werden, doch zeigt die erste Sichtung der Resultate, dass im Jahr 1994 im Frühling eine Verfrühung festgestellt werden kann. Eine solche Statistik wird jedoch erst aufschlussreich, wenn wir über mindestens 20 Beobachtungsjahre verfügen.

Claudio Defila, SMA MeteoSchweiz
Kräbühlstr. 58, 8044 Zürich

Etude de la distribution de *Formica exsecta* Nyl. à l'aide d'un système d'information géographique

Les outils informatiques dont nous disposons aujourd'hui, notamment les systèmes d'information géographique (SIG), nous permettent d'aborder la problématique de l'étude de la distribution des espèces selon une nouvelle optique. Il est en effet possible de planifier des échantillonnages aléatoires-stratifiés. Ce type d'échantillonnage permet la mise en évidence des variables écologiques influençant significativement la distribution de l'espèce. A partir des observations résultant d'un tel échantillonnage, il est alors possible de créer un modèle mathématique capable de prédire la distribution potentielle de l'espèce dans la zone étudiée.

*La distribution de *Formica exsecta* semble être conditionnée par un bon ensoleillement (pour le développement du couvain) et par le type de végétation (ressources alimentaires). Par la combinaison de ces facteurs à l'aide du SIG, Ramona Maggini a planifié l'échantillonnage de 240 stations dans le PNS pour l'analyse de la distribution de cette espèce.*

Pour *Formica exsecta* les 2 facteurs qui semblent être importants pour l'installation et le maintien de la fourmilière sont la quantité de radiations solaires incidentes (un bon ensoleillement étant indispensable au bon développement du couvain) et le type de végétation qui détermine le type de ressources alimentaires disponibles. La quantité de radiations solaires incidentes étant fortement liée à l'exposition et à la pente du terrain, les 3 variables retenues pour la stratification de l'échantillonnage ont finalement été l'exposition, la pente et la végétation. Par combinaison de différentes classes de ces 3 variables dans un SIG, un total de 40 strates ou combinaisons à échantillonner ont été obtenues. Pour chaque strate, 6 réplicats ont ensuite été choisis de manière aléatoire.

160 sur les 240 stations prévues, ont pu être visitées et retenues pour les analyses. Les résultats

préliminaires montrent une préférence très significative de *Formica exsecta* pour les expositions sud et les faibles pentes, donc pour des situations exposées à de fortes radiations solaires. En ce qui concerne la végétation, *Formica exsecta* ne semble pas apprécier la forêt, les prairies grasses, ainsi que les milieux alluviaux et les éboulis.

Les forêts du parc, bien que clairsemées, ne peuvent en effet pas assurer l'ensoleillement et donc le réchauffement nécessaire aux fourmilières alors que les milieux alluviaux et les éboulis offrent un bon ensoleillement, mais sont des milieux en continuelle transformation et ne permettent pas la création de la partie hypogée de la fourmilière.

De façon générale nous avons remarqué que les colonies sont situées dans la ceinture de transition



entre la forêt et la prairie. C'est dans ce milieu que la fourmi peut trouver des arbustes abritant les pucerons producteurs de miellat (substance très riche en hydrates de carbones dont elle se nourrit).

Ramona Maggini, Institut d'écologie, Bâtiment de biologie, Université de Lausanne, 1015 Lausanne/Musée de zoologie, CP 448, 1000 Lausanne 17

Antoine Guisan, Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Terreaux 14, 2000 Neuchâtel

Daniel Cherix, Musée de zoologie, Palais de Rumine, CP 448, 1000 Lausanne 17/Institut d'écologie, Université de Lausanne, 1015 Lausanne

Von der Brandfläche ins GIS-SNP – der etwas andere Wildwechsel



Zur Klärung des Zusammenhangs zwischen dem Äsungsdruck der Huftiere und der seit den 50-er Jahren ausbleibenden Wiederbewaldung der Brandfläche Il Fourn wurde in der ersten Hälfte der 90-er Jahre ein umfangreicher Datensatz über das raumzeitliche Verbreitungsmuster der Huftiere zusammengetragen.

Da die Beobachtungen auf nichtmassstäbliche Ansichtsfotografien der Brandfläche und nicht auf Karten aufgezeichnet wurden, konnten sie zur raumzeitlichen Analyse bis dato nicht ins GIS-SNP eingegliedert werden. Ein Wildwechsel der etwas anderen Art schuf hier Abhilfe.

Via Messkammerbild ins GIS-SNP

Im Rahmen einer Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich* konnte in Zusammenarbeit mit dem GIS-SNP und dem Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich ein Verfahren zur Integration der Beobachtungen ins GIS-SNP entwickelt werden. Die mehrstufige Koordinatentransformation beruht auf Verfahren der erdgebundenen Photogrammetrie (Bildmessung).

In einem ersten Schritt werden dabei die Bildkoordinaten der Beobachtungen auf der Ansichtsfotografie in das Bildkoordinatensystem eines speziell erstellten, hoch genauen Messkammerbildes der Brandfläche umgerechnet.

Im folgenden, Monoplotting genannten Verarbeitungsschritt können die genauen Kartenkoordinaten der einzelnen Beobachtungen rechnerisch ermittelt werden. Dazu wird der normale fotografi-

sche Abbildungsvorgang – vom Objekt zur Kamera – umgekehrt. Die Beobachtungen werden von der Messbildebene auf das Gelände zurückprojiziert. Ihre genaue Lage ergibt sich sodann aus einem räumlichen Rückwärtsschnitt des Abbildungsstrahls mit dem digitalen Höhenmodell des Geländes.

Zur anschliessenden räumlichen Analyse liefert das GIS verschiedene Werkzeuge zur Berechnung von Verteilungsmustern, Raumdichten oder Aufenthaltswahrscheinlichkeiten der beobachteten Huftiere.

Zukünftige Datenerhebung auf Messkammerbildern?

Das vorgestellte Verfahren bietet eine einfache Möglichkeit zur Erhebung von Nahbereichs-Beobachtungsdaten im alpinen Raum – auch über die Grenzen des Nationalparks hinaus und nicht nur für die Wildtierbiologie.

Im Sinne einer Vision ist es durchaus denkbar, dass die Datenaufnahme künftig im Feld direkt auf ein Messkammerbild im Laptop erfolgen könnte und die Beobachtungen in Kartenkoordinaten zeitgleich einer Datenbank zugeführt würden.

Aus der Verbindung herkömmlicher Wildtierbeobachtungsmethoden mit dem Geographischen Informationssystem des Schweizerischen Nationalparks (GIS-SNP) ergibt sich ein leistungsfähiges Werkzeug zur Analyse raumzeitlicher Phänomene in der Wildtierbiologie.

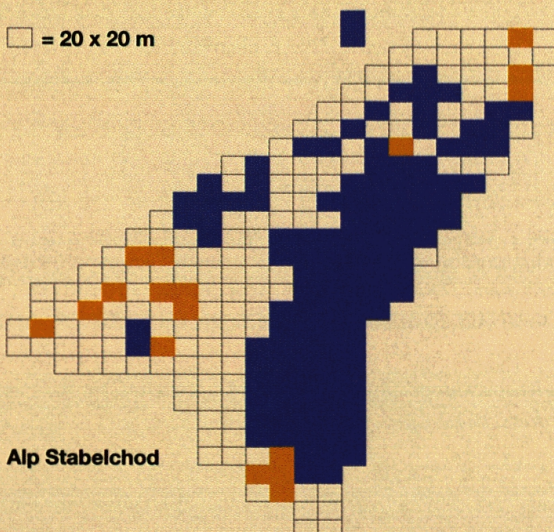
* LAUBE, P. (1999): Lösungen zur Datenerhebung und Datenintegration in der Huftierforschung des Schweizerischen Nationalparks. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich.

Mit der Losung zur Lösung

Am Beispiel der ehemaligen Alp Stabelchod im Schweizerischen Nationalpark werden zurzeit Antworten auf die eingangs gestellten Fragen erarbeitet. Dazu sind Kenntnisse über die Grössenordnungen des Nährstoffexports (Aufnahme durch die Rothirsche via Äsung), des Nährstoffimports via Losung (Kot) und Urin sowie des Nährstoffvorrats im Boden erforderlich. Besonders geeignet als Messgrösse für die Nährstoffflüsse ist der Phosphor, da er im Boden relativ stabil ist und zudem von den Rothirschen nur mit der Losung ausgeschieden wird. Für die Berechnung des Nährstoffexports werden Daten über die Produktion an oberirdischer Pflanzenmasse, über den Phosphorgehalt der Pflanzen sowie über die Menge der durch die Rothirsche konsumierten Pflanzen benötigt. Der Nährstoffimport kann aus der Menge und der örtlichen Verteilung der Losung berechnet werden. Dazu sammelten wir auf über 50 je 400 m² grossen, quadratischen Flächen vom Mai bis Ende September 1998 mehrmals die gesamte Hirschlosung ein.

Phosphorbilanz für die einzelnen Teilflächen (20 m x 20 m) auf der Alp Stabelchod: Auf den blauen Teilflächen ist der jährliche Phosphorexport grösser als der Phosphorimport, wogegen auf den gelben Teilflächen der Phosphorimport gegenüber dem Export überwiegt. Auf den weissen Flächen sind der Phosphorexport und der Import ungefähr gleich gross.

□ = 20 x 20 m



Schematische Darstellung des postulierten, durch die Rothirsche verursachten Nährstofftransports von den intensiv beästen Weideteilen in die Ruhezone im Wald.

Lassen die Rothirsche die von ihnen bevorzugten subalpinen Weideflächen magerer werden, indem sie Nährstoffe in die Tageseinstandsgebiete im angrenzenden Wald transportieren? Wie gross ist dieser Nährstofftransport und welche räumlichen und zeitlichen Auswirkungen auf die Entwicklung der subalpinen Weiden im Schweizerischen Nationalpark ergeben sich daraus?

Erste Auswertungen zeigen, dass auf den intensiv beästen, nährstoffreichen Flächen ein Phosphorverlust zu verzeichnen ist. Dieser beträgt trotz der grossen Losungsmenge von bis zu 350 kg Trockengewicht pro Hektare rund 1,5 bis 2 kg pro Hektare und Jahr. Die wenig intensiv beästen Weideteile der Alp Stabelchod weisen einen deutlich geringeren Phosphorverlust oder sogar eine ausgeglichene Bilanz auf. Somit machen die Rothirsche tatsächlich die intensiv beästen Weideteile magerer, indem sie Nährstoffe in ihre im Wald gelegenen Tageseinstandsgebiete transportieren.

Gérald Achermann, Eidgenössische Anstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 8903 Birmensdorf

Vom Nachtleben der Stabelchod-Hirsche

Wann kommen die Hirsche?

Wichtig für das Erscheinen der Hirsche ist die Abwesenheit der Menschen. Die Hirsche meiden die Weide vom Morgengrauen bis zur Abenddämmerung und suchen Stabelchod nur für die Nachtstunden auf. Zu Beginn der Vegetationsperiode kommen die Hirsche meist schon in den späten Nachmittagsstunden, d.h. noch vor Sonnenuntergang auf die Weide. Noch besuchen wenige Touristen den Park und die Hirsche sind ungestört. Neben dem Zeitpunkt, zu welchem die letzten Touristen die Weide verlassen, dürften auch die Jahreszeit, der Nahrungsbedarf der Hirsche, die Temperatur, der Witterungscharakter und die Nachtlänge einen Einfluss auf die Austrittszeit der Hirsche haben. Findet der Austritt der Hirsche zu Saisonbeginn hauptsächlich vor Sonnenuntergang statt, so verschiebt sich dieser mit zunehmender Anzahl Touristen, die oft bis nach Sonnenuntergang bleiben, zunehmender Nachtlänge und steigender Temperatur auf Zeiten nach dem Sonnenuntergang.

Was machen die Hirsche auf Stabelchod?

Futtersuchen, Wiederkäuen und Ruhen spielen eine zentrale Rolle im Tagesablauf der Hirsche, was sich auch im Nachtleben der Stabelchod-Hirsche widerspiegelt. Die Hirsche verbringen die Nacht hauptsächlich mit Äsen und Ruhen. Im Mai/Juni ist mit gut 75 Prozent ein hoher Anteil Äsen festzustellen, welcher sich im Laufe des Sommers bei knapp 50 Prozent einpendelt. Der Anteil Ruhen liegt zu Beginn bei ca. 15 Prozent, bis Ende September bei ca. 35 Prozent. Der hohe Anteil Äsen zu Saisonbeginn kann mit dem erhöhten Nährstoffbedarf der Hirsche erklärt werden. Kühe benötigen vor allem für Trächtigkeit und Milchproduktion mehr Energie. Zudem ist die frisch spriessende Vegetation sehr proteinreich.

Stabelchod spielt für das Sozialleben und die Ernährung der Hirsche bei Il Fuorn eine wichtige Rolle. Doch nur selten bekommt man die scheuen Hirsche zu sehen, denn sie kommen erst, wenn sich die Wanderer auf den Heimweg machen und auf Stabelchod Ruhe einkehrt. Im Rahmen einer Diplomarbeit hat Eliane Leuzinger von Mai bis September 1998 das Nachtleben der Stabelchod-Hirsche beobachtet.



Foto: E. Leuzinger

Nachtsichtgerät
BIG 35/Leica

Wo verbringen die Hirsche die Nacht?

Die Hirsche halten sich hauptsächlich im Raum unterhalb der Hütte auf und zeigen eine Bevorzugung der Rotschwengel-Kurzrasen *Festuca rubra* gegenüber den Hochrasen mit Immergrüner Segge *Carex sempervirens*. Zu den Rotschwengel-Kurzrasen gehören tritt- und beweidungsresistente Arten, die in der Lage sind, rasch immer wieder frische Triebe zu bilden und zudem einen hohen Protein- und tiefen Rohfasergehalt aufweisen. Im Gegensatz zu schwach beästen Flächen nimmt der Rohfasergehalt auf stark beästen Flächen im Laufe der Vegetationsperiode weniger schnell ab.

Für die Hirsche spielt Stabelchod eine zentrale Rolle in ihrem Lebensraum. Umso wichtiger ist das Respektieren der Nachtruhe durch die Besucher, damit die Hirsche zumindest die wenigen, ruhigen Nachtstunden ungestört auf Stabelchod verbringen können.

Eliane Leuzinger, Wildforschung und Naturschutzökologie,
Universität Zürich-Irchel, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich

Landschaftsveränderungen im SNP

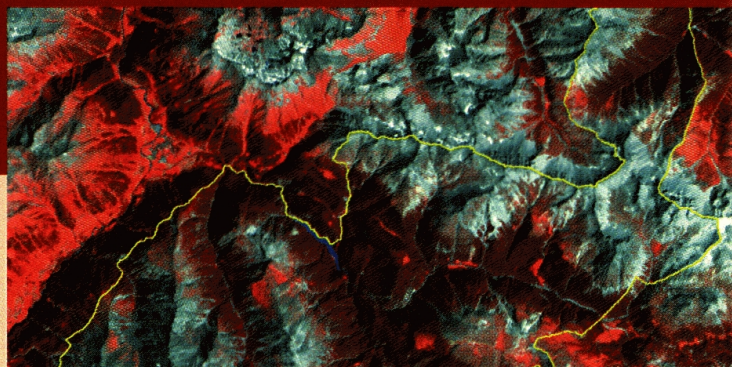
Was kann die Satellitenbild-Fernerkundung bieten?

Seit Mitte 1997 wird der Schweizerische Nationalpark im Rahmen des EU-Projektes ALPMON (Alpine Monitoring) mittels Satellitenbilddaten untersucht. Die Einsatzmöglichkeiten von Satellitenaufnahmen soll für die Erfassung von Oberflächenveränderungen in der alpinen Landschaft überprüft werden, um die Grundlage für ein überregionales Monitoring- und Informationssystem im Rahmen der Alpenkonvention zu erarbeiten. Der Erfolg eines solchen Monitoring hängt von der Verfügbarkeit geeigneter Bilddaten und Auswertmethoden ab, die den Besonderheiten des alpinen Geländes angepasst sind.

Satellitenbilder ermöglichen schnell einen grossräumigen Überblick in den momentanen Zustand eines Gebietes. Vor allem ist dieses Mittel dann von Vorteil, wenn es gilt, abgelegene und geschützte Orte zu erforschen, wie im Fall des Schweizerischen Nationalparks. Die Fernerkundung stellt objektiv und anschaulich Veränderungen fest, ohne dabei die Natur direkt zu stören. Die digitale Auswertung ist jedoch immer noch die grösste Herausforderung dieser Disziplin.

Im Auge des Satelliten aus 800 Kilometer Höhe

Die Datengrundlage liefern die vorwiegend auf Landbeobachtung ausgerichteten operationellen Satelliten LANDSAT (USA), SPOT (Frankreich) und IRS (Indien). Die Bilddaten werden im sichtbaren bis nah-infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums aufgenommen. Diese spektrale Bandbreite ermöglicht die Unterscheidung von Gewässern, Boden und Vegetation und lässt auch eine grobe Differenzierung verschiedener Pflanzenarten und Waldbestände zu. Ein Satellitenbild mit einer räumlichen Auflösung von 30 Metern (LANDSAT) vermag beispielsweise unter guten Beleuchtungsbedingungen homogene Grauerlenbestände von Bergföhrenbeständen dieser Grösse zu unterscheiden.



Testgebiet Nationalpark: Falschfarbenkomposit
Landsat TM Kanal 4, 3, 2 vom 26.7.1996

Was soll im Park beobachtet werden?

Von zentralem Interesse ist die Inventarisierung von Waldbeständen nach Artenzusammensetzung, Entwicklungszustand und Beschirmungsgrad. Im speziellen ist die Überwachung der Waldgrenze, welche zum Teil durch einen Legföhrengürtel definiert wird, für den Schutz vor Rufen und Lawinen besonders wichtig. Auch gilt es, die Weidegebiete der Rothirsche zu analysieren, um die saisonbedingte Wildtierwanderungen besser zu verstehen. Zusätzlich interessiert sich das Parkmanagement für die ca. 50 Prozent vegetationsfreie Fläche: Wo sind Hangrutschungen und Felsstürze zu verzeichnen, wie verändern sich die Blockströme?

Wie sieht die Realität aus?

Leider hinkt die digitale Satellitenbildanalyse immer noch hinter der analogen Interpretation her. Das grösste Problem der automatischen Auswertung bietet das Relief. Je nach Exposition weist beispielsweise ein Lärchenbestand unterschiedliche Rückstrahlungseigenschaften auf. Weitere Faktoren, welche Objekte nicht eindeutig erkennen lassen, sind die Einflüsse der Atmosphäre und Nachbarschaftseffekte. In Zukunft erhofft man sich verbesserte radiometrische Korrekturmethode, um die Erkennung von Objekten und ihren Veränderungen zu vereinfachen. Auch sollen vermehrt Methoden entwickelt werden, welche vorhandene Daten zur Unterstützung der Klassifikation beiziehen. Eine Steigerung der räumlichen Auflösung in den 1-Meter-Bereich Bereich ist zu erwarten. In diesem Zusammenhang sind aber neue Probleme zu lösen, beispielsweise die zunehmende Bedeutung von Schattenflächen.

Manuela Catalini, Eidgenössische Anstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 8903 Birmensdorf

Satelliteneinsatz in der Huftierforschung des Schweizerischen Nationalparks – VHF oder GPS?

1995 lancierte die Direktion des Schweizerischen Nationalparks im Rahmen ihrer Forschungstätigkeiten ein Schwerpunktprogramm, das sich zum Ziel gesetzt hat, die Entwicklung der Huftierbestände langfristig zu untersuchen. Wichtig ist dabei die Interaktion der Huftiere mit ihrem Lebensraum. Das Geographische Informationssystem des Schweizerischen Nationalparks (GIS-SNP) ist ein häufig benutztes Werkzeug, diese Interaktionen zu analysieren. Während der Analyse stellt sich oft die Frage, wie genau die Punkte erhoben sind. Dies trifft insbesondere auch für die Telemetriedaten der Huftiere zu. Bei dieser Methode werden die einzelnen Tiere mit Sendern im UKW-Bereich (VHF-Bereich) ausgerüstet

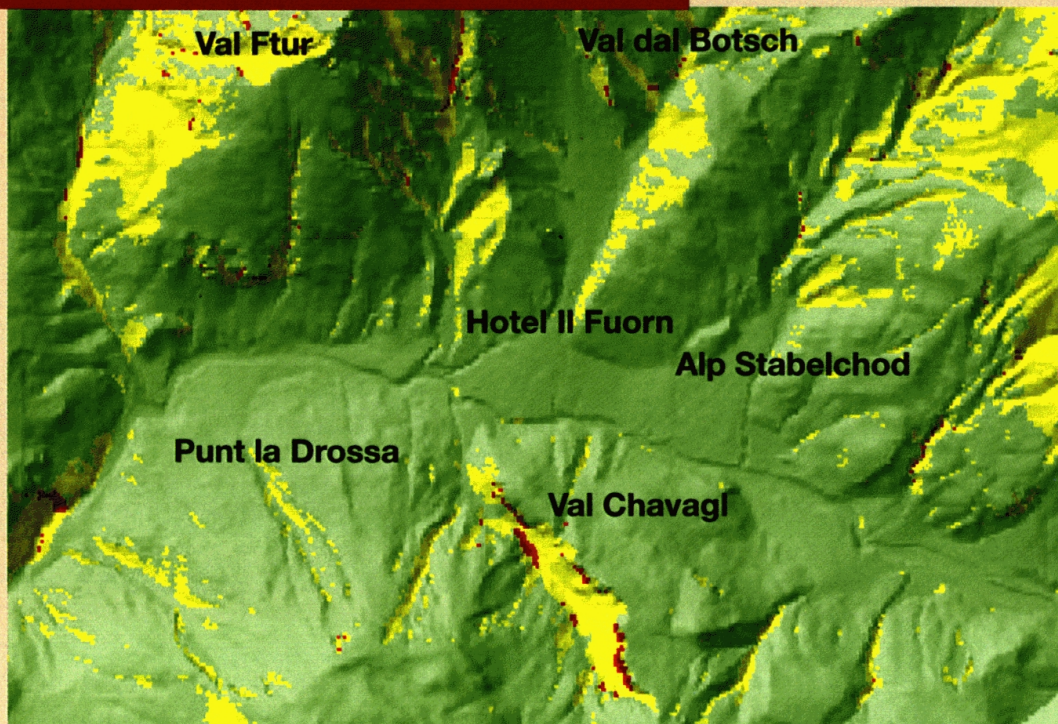
und mit Peilantennen anschliessend von Helfern im Feld lokalisiert. Die Radiowellen werden von verschiedenen Faktoren, u.a. auch der Topographie, beeinflusst.

Fixe Antennen als Lösung?

Eine Testreihe im Ofenpassgebiet sollte Aufschluss geben, wie stark dieser Einfluss im Untersuchungsgebiet wirklich ist, um ihn bei räumlichen Analysen im GIS berücksichtigen zu können. Um Störungen möglichst klein zu halten und eine regelmässige Begehung des Geländes zur Peilung der Tiere zu vermeiden, wollten die Projektverantwortlichen fixe Antennenanlagen nahe der Ofenpassstrasse einrichten. Mit einer Sichtbarkeitsanalyse wurden die Punkte im Gelände ausgewählt, von denen ein möglichst grosser Teil des Untersuchungsgebietes eingesehen werden kann.

Der Test sah vor, Sender an verschiedenen Orten zu plazieren und diese Punkte mit dem GPS möglichst genau einzumessen. Diese Punkte konnten

Um mit Sender versehene Huftiere im Gelände zu orten, wird neben der Telemetrie auch das Globale Positionierungssystem (GPS) eingesetzt. Mit aufwendigen Tests gilt es herauszufinden, welche Technik für die Huftierforschungen im Nationalpark jeweils am besten geeignet ist.



Satellitenabdeckung des Untersuchungsgebietes am 24. 4. 1999 um 15.30 Uhr mitteleuropäische Sommerzeit.

Rote Flächen geben an, dass maximal 3 Satelliten sichtbar sind und eine Positionsbestimmung nicht möglich ist. Gelbe Flächen zeigen Gebiete, wo 4 Satelliten sichtbar sind und eine GPS-Positionsbestimmung von der Topographie her möglich ist. In den grünen Gebieten sind mehr als 4 Satelliten sichtbar.

durch nachträgliche Bearbeitungen auf unter 1 Meter genau bestimmt werden. Mit den Peilantennen wurde eine Kreuzpeilung vorgenommen und der Schnittpunkt bestimmt.

Die Literatur gibt als mittleren Fehler der Abweichung von der exakten Peilrichtung ± 3 Grad an. Der Test im Schweizerischen Nationalpark ergab eine mittlere Abweichung von 14,5 Grad, mit einem Minimum von 0,2 Grad und einem Maximum von 163,5 Grad.

Einsatz von GPS-Sendern als bessere Lösung?

Bessere Ergebnisse lieferte der gleichzeitig durchgeführte Test mit nicht korrigierten GPS-Messungen. Hier beträgt die Abweichung von der exakten Position im Mittel 78,6 Meter, was wesentlich besser ist als die mittleren 342,9 Meter der Telemetrie-Messung. Eine Berechnung im GIS bestätigt, dass der weitaus grösste Anteil des Untersuchungsgebietes

trotz der Topographie ein Lokalisieren mittels GPS zulässt. Die Einflüsse der Vegetation wurden in der GIS-Berechnung nicht berücksichtigt.

Aufgrund der schlechten Testergebnisse wurde das System der fixen Anlagen nicht angewendet. Die herkömmliche Telemetrie wird mit Handpeilantennen von Wanderwegen und fixen Punkten aus durchgeführt. Im Herbst 1998 wurden 2 Tiere im SNP erstmals mit GPS-Empfängern ausgerüstet. Damit können erste Erfahrungen mit dieser in der Wildtierforschung noch jungen und komplexen Technologie gewonnen werden. Im methodischen Bereich der Feldarbeiten liegt hier der Schwerpunkt der aktuellen Arbeiten. Für die GIS-Analysen konnten Hinweise für die Beurteilung der Telemetriedaten in den räumlichen Analysen erhalten werden.

Ruedi Haller, GIS-SNP, Chasa dal Parc, 7530 Zernezh

Für die folgenden Referate wird auf die ausführlichen Beiträge an anderer Stelle der CRATSCHLA verwiesen:

Steinböcke auf Wanderschaft

Walter Abderhalden (vgl. CRATSCHLA 2/1999: Seiten 2–8)

Papillons d'hier – papillons d'aujourd'hui: la difficulté de les comparer

Alexandre Besson, Yves Gonseth, Daniel Cherix (vgl. CRATSCHLA 2/1999: Seiten 13–15)

Huftierforschung im Schweizerischen Nationalpark

Flurin Filli (wird in der CRATSCHLA 1/2000 veröffentlicht)