

Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden
Band: 106 (1988-1991)

Rubrik: Vorträge 1988/89 und 1989/90 und 1990/91

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: 19.02.2026

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

Vorträge 1988/89 und 1989/90 und 1990/91

Zusammenfassungen von Marco Lanfranchi

3. November 1988

Dr. med. dent. Jürg Schmid, Ilanz und Albin Bischof, Chur: Tagfalter und ihre Lebensräume

Zwei Beiträge zum Thema «Tagfalter und ihre Lebensräume» bildeten den Auftakt zur Vortragsserie im Winterhalbjahr 1988/89. Unter Beachtung einer ganzheitlichen Betrachtungsweise zeigte Dr. med. dent. J. Schmid, Ilanz und Bern, eine interessante Auswahl der vielfältigen, komplizierten, oft aber auch nur wenig bekannten Beziehungen zwischen Tagfaltervorkommen und ihren Lebensräumen. Albin Bischof, Chur, hat sich der Erforschung des Tagfaltervorkommens im Schanfigg gewidmet und berichtete in seinem Beitrag, mit welcher minutiösen Exaktheit der Forscher arbeiten und dabei immer auch die Beziehungen zu den Lebensräumen vor Augen haben muss.

Welche Lebensräume sagen den Tagfaltern zu?

Günstige Voraussetzung für ein reiches Vorkommen an Tagfalterarten bietet die naturnahe Kulturlandschaft mit einem abwechslungsreichen Angebot an wenig intensiv genutzten Lebensräumen wie Feuchtgebiete, Trockenrasen, blumenreiche Magerwiesen, reichhaltige Hecken und Feldgehölze. Wichtig sind aber auch natürlich belassene Waldränder, interessante Flussufergebiete und insbesondere Auenlandschaften. Zudem sind auch durch Naturereignisse geschaffene spezielle Lebensräume wie Lawinenrunsen oder Geröllhalden, aber etwa auch vom Vieh gemiedene Steilhänge und Böschungen von hervorragender Bedeutung.

Menschliche Aktivitäten

Während für die Erhaltung einer naturnahen Kulturlandschaft menschliche Eingriffe und angepasste Bewirtschaftung – beispielsweise zur Erhaltung einer Magerwiese in einer Waldlichtung durch die Heunutzung, zur Erhaltung einer Riedwiese durch die Streugewinnung oder durch die Pflege einer Windschutzhecke – erforderlich sind, bleiben leider menschliche Aktivitäten, welche die Naturzusammenhänge nicht genügend respektieren, nicht ohne Folgen auf das Vorkommen vieler Schmetterlingsarten. Die Lebensräume werden durch unverhältnismässig intensivierte Bewirtschaftung, Verbauungsaktivitäten, Flurbereinigungen, Rationalisierungsmassnahmen usw. eingeschränkt oder gar zerstört.

Erforschung der Zusammenhänge

Da die Beziehungen der Tagfalter zu ihren Lebensräumen sehr kompliziert und oft auch ungenügend erforscht sind, ist es auch für den Fachmann nicht leicht, das Vorkommen oder Fehlen von Tagfalterarten zu erklären. Ein sehr wichtiger und offensichtlicher Faktor ist das Vorkommen der Futterpflanzen, welches seinerseits wieder von Umweltfaktoren wie Klima oder Boden abhängig ist. Das Klima

spielt aber auch eine wichtige Rolle für die Entwicklung des Schmetterlings selber.

Wie erklärt es sich, dass ein bestimmter Tagfalter nur aufgefunden wird, wenn seine Futterpflanze auf kalkhaltigen Böden wächst, obwohl sie auch auf anderen Böden bei sonst ähnlichen Verhältnissen vorkommt? Ist das Fehlen einer bestimmten Art, welche vom Lebensraum her eigentlich erwartet werden könnte, darauf zurückzuführen, dass sie bei der Einwanderung eine natürliche Schranke noch nicht überwunden hat? Oder weil man sie einfach noch nicht entdeckt hat? Zur Klärung solcher Fragen muss der Forscher exakt beobachten, sorgfältig registrieren und bestimmen und mit viel Feingefühl und Naturverständnis arbeiten. Als Belohnung für seine spannende Arbeit kann es durchaus vorkommen, dass er auch in der heutigen Zeit Falterarten entdecken darf, welche bis jetzt in einer bestimmten Talschaft, beispielsweise dem Schanfigg, noch unbekannt waren.

24. November 1988

Dr. A. Moser, Wissenschaftsredaktor Fernsehen DRS, Zürich: Neue Beobachtungen an Engadiner Kreuzottern mit Hilfe der Telemetrie

Die scheue und diskrete Lebensweise der Kreuzotter erschwert die Beobachtung in freier Wildbahn. Dr. A. Moser, Wissenschaftsredaktor Fernsehen DRS, Zürich, erläuterte, wie er mit Hilfe von Radiosendern diese Schwierigkeit gelöst hat und welche Beobachtungen er an der auch in Graubünden heimischen Giftschlange machen konnte.

Die Begegnung mit einer Kreuzotter verläuft meist sowohl für den Beobachter wie auch für die Schlange ziemlich überraschend. Wegen der versteckten Lebensweise bekommt man die Kreuzotter üblicherweise nicht oft zu Gesicht. Dies erschwert auch die wissenschaftliche Beobachtung, insbesondere wenn man eine ganze Population erfassen will.

Beobachtung mit Hilfe der Telemetrie

Das nicht ganz einfache Unterfangen, eine Kreuzotter mit einem Radiosender zu versehen wurde von Dr. A. Moser so gelöst, dass er den einzelnen Tieren den Sender sorgfältig durch den Mund in den Magen beförderte. Dazu wurden am Tropeninstitut Versuche gemacht, bei denen auch die Form und Grösse des Senders so gestaltet wurde, dass er von der Schlange nicht ausgeschieden oder herausgewürgt wird sowie deren Lebensweise nicht stört.

Damit war es möglich, eine ganze Kreuzotterpopulation am Eingang des Val Roseg bei Pontresina in ihrer natürlichen Lebensweise zu beobachten. Auf ihrer Wanderung von den Winterquartieren zum Sommerlebensraum sind die Schlangen auf geeignete Verstecke, Plätze zum Sonnen und für die Nahrungssuche angewiesen. Die Kenntnis solcher Lebensräume und Wanderungen ist für den Schutz der Art sehr wichtig, wenn sie durch Änderungen in der Kultur- und Naturlandschaft z. B. durch einen Strassen- oder Siedlungsbau in Bedrängnis gerät. Ein gros-

ses Reservat allein genügt nicht, wenn darin keine geeigneten Lebensräume vorhanden sind.

Anhand weiterer Beobachtungen, z. B. der Fortpflanzung oder des Nahrungserwerbes, erläuterte Dr. A. Moser eindrücklich die Anpassung der Tiere an die besonderen Bedingungen dieser Höhenlage.

Anpassung an die natürlichen Bedingungen

Die aktive Phase der Kreuzotter ist kurz auf dieser Höhenlage. Für die wechselwarmen Tiere ist es nicht einfach, Nachwuchs zu haben. So bekommen die Weibchen üblicherweise nur alle 2 Jahre Junge, welche sich im Mutterleib fertig entwickeln (keine Eiablage). Die frischgeborenen Jungen sind bereits giftig und für die Nahrungssuche gut gerüstet. Dadurch, dass jedes Jahr nur etwa die Hälfte der Weibchen Nachwuchs hat, wird das Risiko, dass eine ganze Generation der besonders gefährdeten Müttertiere mit ihren Jungen in einem schlechten Sommer umkommt, vermindert.

Die Giftigkeit hilft der Kreuzotter beim Beutefang in der kurzen ihr zur Verfügung stehenden Zeit, und sie kann damit gefährliche Kämpfe mit wehrhaften (Beute-)tieren vermeiden. Das Gift selber wirkt auch als Verdauungshilfe, was besonders bei den relativ grossen Beutetieren, wie z. B. Kleinsäugetern, welche unzerkaut verschlungen werden, wichtig ist.

8. Dezember 1988

Thomas Nordmann, Projektleiter der 100 kW Fotovoltaikanlage bei Felsberg, Chur: Fotovoltaik – Möglichkeiten und Grenzen für die Stromerzeugung in der Schweiz

Mittels Solarzellen kann die Lichtenergie der Sonne direkt in elektrischen Strom umgewandelt werden. Thomas Nordmann gab in seinem Vortrag einen interessanten Einblick in die Möglichkeiten und Grenzen dieser Art der Stromerzeugung in der Schweiz.

Das Wirkungsprinzip von Solarzellen beruht auf dem fotovoltaischen Effekt von Halbleitern. Der praktische Einsatz dieser Art der Stromerzeugung erfolgt heute nicht mehr nur in der Weltraumtechnik, sondern auch bei uns zur Stromversorgung von Taschenrechnern oder Uhren bis hin zu Beleuchtungs- oder Kommunikationszwecken in abgelegenen Orten, wie z. B. bei Alp- oder SAC-Hütten. Solche Anwendungen bilden jedoch kaum einen relevanten Beitrag zur heutigen Energieversorgung.

100 kW Solarstrompilotanlage bei Felsberg

Demnächst soll nun aber bei Felsberg unter der Projektleitung von T. Nordmann eine 100 kW-Fotovoltaikanlage auf die Lärmschutzwand der N13 montiert werden. Sie soll als Pilotanlage auch zur Sammlung von Erfahrungen dienen, da der Schritt von den heute üblichen Kleinanlagen zu Anlagen dieser Grössenordnung (Anschlusswert von etwa 30 Haushalten), besonders bei der vorgesehenen Einspeisung des Stromes ins Netz, technisch anspruchsvoll ist.

Möglichkeiten und Grenzen

Die Südschweiz, das Wallis und Graubünden werden, aufgrund der eingestrahelten Sonnenenergie und des Anteils im Winterhalbjahr, für die Sonnenenergienutzung als bevorzugt eingestuft. Hier könnten, nach Studien von T. Nordmann, entlang den Nationalstrassen (z. T. auf den Lärmschutzwänden) und auf den zukünftigen Lärmschutzeinrichtungen der Eisenbahn bereits kurzfristig an optimalen Standorten Fotovoltaikanlagen mit einer Jahresproduktion von 65 000 MWh errichtet werden. (Für die Tunnelanlagen der Nationalstrassen werden im Vergleich dazu *etwa 100 000 MWh pro Jahr* gebraucht). Diese Standorte beim Verkehrsnetz bieten, insbesondere bei den Lärmschutzwänden, eine erschlossene Infrastruktur und den Vorteil, eine bereits beanspruchte Fläche nochmals zu nutzen. Das technische Potential, bei dem auch die übrigen Strecken der Schweiz und die weniger günstigen Standorte und Nord-Südrichtungen berücksichtigt würden, könnte etwa 1 750 000 MWh betragen (ca. 4 % des in der Schweiz 1987 gebrauchten Stroms).

12. Januar 1989

Dr. U. Jordi, Geograph, Chur: Eiszeiten und Nacheiszeiten im Churer Rheintal – Fragen zum Klimageschehen

Dr. U. Jordi, Geograph in Chur, stellte in seinem Vortrag die spannende Arbeit des Geographen vor bei der Suche nach Spuren in unserer Landschaft, die auf Vergletscherungsvorgänge während der vergangenen Eiszeiten hinweisen. Der Forscher, der diese Spuren zu lesen versteht, kann daraus versuchen, die zeitliche Abfolge der Gletschervorstösse einzuordnen.

Besondere Talformen, Moränenwälle oder die berühmten Findlinge erinnern an die landschaftsgestaltenden Einflüsse von Vergletscherungsvorgängen, aber auch an die gewaltigen Kräfte, die bei solchen Abtragungs- und Ablagerungsvorgängen wirken. Durch Beobachtungen solcher Landschaftselemente und weiterer Spuren, wie geschliffene oder geritzte Felsen, kann der Forscher versuchen, die verschiedenen Gletschervorstösse zu ordnen und damit ein Bild über die vergangenen Eiszeiten zu erhalten. Das Churer Rheintal bietet diesbezüglich eine reichhaltige Vergangenheit mit bis zu 1700 m Eisbedeckung über Chur.

Zusammenhänge mit dem Klimageschehen

Eine Absenkung der Weltklimatemperatur um 3° C oder etwa 5° C in mittleren und nördlichen Breiten könnte, nach Computer-Berechnungen, eine neue Eiszeit zur Folge haben.

Ist die heutige Zeit, ca. 10 000 Jahre seit der letzten Eiszeit, als Nacheiszeit oder Zwischeneiszeit zu bezeichnen? Mit Hilfe komplizierter Untersuchungen der Verhältnisse von Sauerstoffisotopen in marinen Kalkablagerungen der letzten halben Mio. Jahre lassen sich grobe Klimaschätzungen vornehmen. Der so beobachtete Wechsel von Wärme- und Kälteperioden kann mit der Periodizität von Eiszeiten in Verbindung gebracht werden. Dr. Jordi wagte unter Vorbehal-

ten eine Prognose, welche sich an dieser Beobachtung orientiert. Danach wäre, in geologischen Zeiträumen gesehen, bald (100 vielleicht auch 1000 Jahre) eine nächste Eiszeit fällig. Die Vorbehalte betreffen Unsicherheiten, die bei derartigen Prognosen doch recht gross sind, da es sich um schwierig zu erfassende und z. T. um wenig bekannte Ursachen des Klimageschehens handelt.

Als Ansporn für unsere Bemühungen zum Schutz der Umwelt soll die Vermutung von Dr. Jordi dienen, wonach die Folgen unserer Aktivitäten, z. B. Luftbelastung mit möglichem Treibhauseffekt, eine natürliche Abkühlung hinauszögern könnten.

2. Februar 1989

Prof. Dr. theol. H. Ruh, Leiter des Institutes für Sozialethik der Universität Zürich: Ärztliche Ethik

Ethische Fragen beschäftigen nicht nur den Arzt bei der Ausübung seiner Berufung. Die modernen Errungenschaften der Technik und Naturwissenschaft werfen ganz allgemein die Frage auf, ob man alles tun soll, was machbar ist. Prof. Dr. H. Ruh erläuterte in seinem Vortrag auf interessante Weise die Gedanken eines Ethikers zu Problemen unserer Zeit.

Für uns sind heute besonders diejenigen Normen plausibel, die auf die kurzfristig erfahrbare Minderung von Leiden und die auf die Steigerung der Wohlfahrt hinführen. Es ist ein Anliegen des Ethikers, solche Normen kritisch zu betrachten und zu hinterfragen. Viele Probleme unserer Zeit entstehen aus der Hochschätzung dieser Normen. Um hier umzudenken, ist aber sehr viel in geistig moralische Überlegungen zu investieren.

Zuviel und zuwenig Wissen

Man spielt heute bereits mit dem Gedanken, für jeden Menschen mit Hilfe gentechnologischer Errungenschaften die Erbmasse zu erforschen und aufzuschlüsseln und sich damit im wahrsten Sinne des Wortes ein ungeheures Wissen anzueignen. Man würde nicht nur die Erbkrankheiten kennen, sondern auch genetisch bedingte Eigenschaften und Veranlagungen jedes Menschen. Dies hätte Konsequenzen, die weit über den medizinischen Bereich der Früherkennung von Krankheiten hinausgehen, denn wie soll der Arzt, der Patient und auch die Gesellschaft mit diesem Wissen umgehen, wie sollen Regelungen aussehen für diesen Umgang? Dies wird offensichtlich, wenn man bedenkt, welche ethischen Schwierigkeiten bereits die pränatale Diagnostik beinhalten kann. Als Beispiel erwähnte Prof. Ruh einen Schwangerschaftsabbruch bei genetischem Schaden des Embryos, im Bewusstsein, dass das Ungeborene ein Recht auf Leben hat und die Abtreibung Tötung menschlichen Lebens bedeutet.

An zahlreichen weiteren Beispielen lässt sich zeigen, dass Errungenschaften des Wissens oder Erfindungen eingesetzt wurden und werden, ohne über die Folgen genug Bescheid zu wissen. Prof. Ruh mahnte denn auch zur Vorsicht vor ungenügendem Wissen oder vor Lösungen von Problemen mit der Schaffung von neuen

Problemen und tritt z. B. bei Fragen der Fortpflanzungstechnologie für restriktive Normen ein.

23. Februar 1989

**Dr. K. Ammann, Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern:
Flechten als Zeiger und Frühwarnsysteme der Luftverschmutzung**

Unter der Leitung von Dr. K. Ammann vom Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Bern wurde von einer Arbeitsgruppe eine Bioindikationsmethode mit Flechten entwickelt, die eine Erfassung der lufthygienischen Gesamtbelastung erlaubt. Dr. K. Ammann stellte in seinem Vortrag vor, wie nach dieser, an der Luftbelastung geeichten Methode, Flechten in der Praxis als Zeiger und Frühwarnsysteme der Luftverschmutzung eingesetzt werden.

Flechten, Doppelwesen aus Pilz und Alge, weisen einerseits die erstaunliche Fähigkeit auf, die verschiedensten Substrate zu besiedeln und unter extremen natürlichen Bedingungen, wo Leben fast unmöglich erscheint, auszuharren. Andererseits reagieren sie aber oft empfindlich auf Änderungen der Lebensbedingungen durch künstliche Umweltbelastungen, insbesondere durch Luftbelastungen. Schon seit langem wurde beobachtet, dass viele baumbewohnende Flechten in Ballungsgebieten spärlicher wurden oder gar verschwanden, sich aber nach dem Treffen von Luftreinhaltemassnahmen wieder ausbreiten konnten.

Neue Methode der Bioindikation

Diese Zeigereigenschaft der Flechten wurde von der Arbeitsgruppe in Bern benutzt. Sie entwickelte mit Hilfe einer grossen Anzahl von im Feld erhobenen Daten über das Flechtenvorkommen und Standortfaktoren sowie Auswahlverfahren und statistischer Methoden eine Bioindikationsmethode, die es erlaubt, aus Flechtendaten einen Luftgütewert zu berechnen, der gut mit einer Summengrösse mehrerer gemessener Luftverunreinigungen in Beziehung gesetzt und geeicht werden kann. Die so entstandene Luftgesamtbelastung stellt, wie K. Ammann ausführte, eine Neuentwicklung in der Bioindikation dar.

Möglichkeiten und Grenzen

Bis jetzt ist die Anwendung dieser Methode begrenzt auf waldfreie Gebiete des Mittellandes bis etwa 1000 m Höhe ü. M. mit genügend freistehenden, geeigneten Laubbäumen, auf deren Stämme die für die Kartierung beigezogenen Flechtenarten siedeln. Um diese Methode auch in anderen Gebieten anzuwenden, ist noch viel Grundlagenarbeit zu leisten.

Da technische Messdaten allein nicht genügen, um Auswirkungen und Folgen der Luftverschmutzung abzuschätzen, bilden Erhebungen der Umweltbelastung mit Bioindikatoren, welche relativ rasch und flächendeckend erfolgen können, eine gute Ergänzung. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass auch Wirkungen von Schadstoffkombinationen oder von wenig bekannten Schadstoffen in der Kartierung ihren Ausdruck finden. Nachteilig ist, dass mit der Flechtenmethode keine ein-

deutigen Rückschlüsse auf einzelne Schadstoffe und deren Verursacher sowie auf momentane Konzentrationen gemacht werden können. Hier haben dann technisch-chemische Analysenmethoden einzusetzen, um diese naturgegebene Lücke zu schliessen. Für den praktischen Umweltschutz ist deshalb die sinnvolle Kombination und Ergänzung von technischen und biologischen Erfassungsmethoden von Bedeutung.

9. März 1989

Prof. Dr. Willi Ribi, Biologe, Direktor HTL/HWV Chur: Lernen, Denken, Erinnern

Die Leistungen, die das menschliche Gehirn, ein Organ von etwa einem Liter Volumen und mit einem Leistungsbedarf von nur 10 Watt, vollbringt, vermögen Laien wie Wissenschaftler gleichermaßen zu faszinieren. Prof. Dr. W. Ribi beleuchtete in seinem Vortrag auf interessante Weise die naturwissenschaftlichen Hintergründe der Leistungen unseres Gehirns anhand der Phänomene Lernen, Denken und Erinnern.

Lernen und Gedächtnis

Wollte man mit dem Grossrechner «Cray» der ETH-Lausanne nachvollziehen, was das Gehirn während einer Sekunde Sehen mit einem Auge zu verarbeiten hat, bräuchte es an die hundert Jahre Rechenzeit. Die Leistungsfähigkeit des Gehirns ist auf Milliarden von Nervenverbindungen in einem extrem dichten Netzwerk und auf die Kommunikation und das Zusammenwirken verschiedener Gehirnteile zurückzuführen. Bei Lern- und Erinnerungsvorgängen werden über die vielen Kontaktmöglichkeiten der Gehirnzellen Nervenschaltbahnen und -schaltkreise geprägt und aktiviert. Bereits die ersten Monate der frühen Kindheit sind sehr bedeutsam, weil in dieser Phase wichtige Nervenbahnen und Informationswege geprägt werden. Dabei kommt den Nervenverbindungsstellen, wo Nerven-erregungen chemisch von einer Zelle zur andern übertragen werden, eine wichtige Bedeutung zu. Hier können die Nervensignale modifiziert und Trainingseffekte wirksam werden. Die Anzahl der Verbindungsstellen kann auch verändert werden. Reger Gebrauch des Gehirns ist für dessen Leistungsfähigkeit förderlich.

Wo sitzt das Gedächtnis?

Man unterscheidet zwischen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis. Damit Informationen erhalten bleiben, müssen sie selektiv vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt werden. Dabei wird von den Eindrücken eine Kopie hergestellt und auf das Gehirn verteilt. Wie Prof. Ribi veranschaulichte, sind die Informationen nicht in einer einzelnen Zelle oder als ganzes Bild an einem Ort im Gehirn abgelegt, sondern diffus und mit Mosaiksteinen vergleichbar verteilt. Für das Lesbarmachen der Fragmente und das Auffinden der Informationen in der Vernetzung helfen Gedankenbrücken, Assoziationen oder spezielle Auslöser. Man lernt leichter, wenn das Assoziationsmuster des Lehrers gut mit dem eigenen Muster übereinstimmt.

2. November 1989

Dr. Hans Rudolf Brugger, Physiker, Evangelische Mittelschule Schiers: Neue Grossteleskope, Blick nach den Sternen, gestern – heute – morgen

Dieser Tage wurde auf dem Gipfel des La Silla in Chile ein neues Grossteleskop (ESO-NTT) in Betrieb genommen, das dank Spitzentechnik Bilder von Sternen gezeigt hat wie noch keines zuvor. Dr. Hans Rudolf Brugger stellte in seinem Vortrag vor, welche technischen Errungenschaften und welche Präzision bei Grossteleskopen zum Einsatz kommen, um verwertbare Informationen von 10 oder noch mehr Milliarden Lichtjahre entfernten Himmelskörpern zu erhalten. Solche Informationen können z. B. dazu dienen, die Frage nach der Entstehung chemischer Elemente zu klären.

Blick nach den Sternen

Eine wichtige Voraussetzung für den Blick nach den Sternen sind u. a. klare Nächte. Auf dem Gipfel des La Silla in Chile, auf 2440 m ü. M., wurde von der Europäischen Organisation für astronomische Forschung in der südlichen Hemisphäre (European Southern Observatory = ESO) eine Sternwarte eingerichtet, weil es dort pro Jahr ca. 300 absolut klare Nächte gibt. Das sind ca. 6mal mehr als in der Schweiz. Dort steht auch das ESO-New Technology Telescope (ESO-NTT). Zu den technischen Raffinessen dieses Teleskops gehört ein 3,5 m im Durchmesser aufweisender Primärspiegel, der von der Firma Zeiss mit einer derartigen Genauigkeit geschliffen wurde, dass die Unebenheiten maximal 25 Nanometer ausmachen. Wenn zum Vergleich der Spiegeldurchmesser etwa die Länge der Schweiz (ca. 350 km) hätte, wären die Täler und Berge nicht höher als 2,5 mm. Damit sich die Temperaturänderungen zwischen Tag und Nacht bei diesem Präzisionsinstrument nicht nachteilig auswirken, wird der ganze Beobachtungsraum auf die Nachttemperatur gekühlt.

Aktive Optik

Ein entscheidendes Merkmal für das ESO-NTT ist die *aktive Optik*. Sie ist nötig, um kleinste Spiegeldeformationen bei Nachführbewegungen des Teleskops auszugleichen. 78 Stempel unter dem Spiegel, welche über einen Bildanalysator vom Computer gesteuert werden, sorgen dafür, dass der Spiegel immer wieder in die Idealform gerät. Zur Aufzeichnung werden lichtempfindliche Elemente eingesetzt, welche 50mal empfindlicher sind als eine Fotoplatte. Es kann damit fast ein einzelnes Lichtquant gemessen werden.

Weiterentwicklungen

Wie Dr. H. R. Brugger eindrücklich zeigte, kann in naher Zukunft mit einer nochmals verbesserten Leistungsfähigkeit gerechnet werden. Sternbeobachtungen werden gestört durch das Flackern der Sterne infolge der Atmosphärenunruhe. Als Antwort darauf wurde die *adaptive Optik* entwickelt, welche eine nochmals verbesserte Auflösung bringt. Diese Technik wird gegen das Jahr 2000 beim ESO-VLT (Very Large Telescope) zum Einsatz kommen. Bereits nächstes Jahr ist die Inbetriebnahme eines Raumteleskops geplant, welches in der Schwerelosigkeit

neue Dimensionen der Beobachtung ermöglichen wird, da auch kurzwelliges UV-Licht registriert werden könnte.

23. November 1989

**Prof. Dr. Konrad Zerobin, Institut für Zuchthygiene, Universität Zürich:
Forschungsperspektiven in der Haustierhaltung**

Ausgehend von der bereits in der Antike praktizierten gezielten Zucht, über die künstliche Besamung, den Embryotransfer bis hin zur modernen Gentechnologie, ist man auch bei der Haustierhaltung in eine neue Dimension der Biotechnologie vorgedrungen. Sie eröffnet ungeheure Möglichkeiten, sie erfordert aber auch eine Diskussion der damit verbundenen Gefahren.

In einem fundierten Vortrag zeigte Prof. Dr. Konrad Zerobin vom Institut für Zuchthygiene der Uni Zürich die Forschungsperspektiven in der Haustierhaltung, mit Schwergewicht auf den fortpflanzungstechnologischen und tierzüchterischen Aspekten, auf. Die *gezielte Zucht* zur Förderung bestimmter Eigenschaften, wie Milch- oder Fleischleistung, und als nächster, bedeutender Schritt, die *künstliche Besamung* sind heute allgemein bekannte und routinemässig angewandte Verfahren in der Haustierzucht. Neben dem bekannten Zweck einer erhöhten landwirtschaftlichen Produktivität führen diese Verfahren jedoch auch zu einer Einschränkung der genetischen Variationsbreite.

Zucht von Hochleistungstieren

Zu einer weiteren Einengung der genetischen Variationsbreite und damit zu grösserer Gefahr von Inzuchtschäden führt der *Embryotransfer*. Dafür wird es möglich, das genetische Potential der wertvollen weiblichen Tiere besser zu nutzen und die Produktivität weiter zu steigern. All dies führt zu Hochleistungstieren, die aber zunehmend schwieriger zu halten sind, sei es, weil sie erhöhte Nahrungsansprüche stellen, die nicht mehr jeder Bauernbetrieb erfüllen kann, oder sei es, weil sie gegenüber Umwelteinflüssen empfindlicher werden und damit vermehrter Pflege bedürfen. Beim Rind ist der Embryotransfer eine etablierte Methode. Sie wird aber auch schon bei Schaf, Ziege und Pferd angewandt.

Genmanipulation

Die an Mikroorganismen oder Versuchstieren, z.B. Mäusen, gewonnenen Erkenntnisse über die Gentechnologie (Eingriffe in die Erbsubstanz) finden Eingang in die Haustierzucht. Wir befinden uns damit im jüngsten Stadium der Zuchtforschung. Beim Schwein ist es gelungen, durch *Gentransfer* ein Wachstums-Gen in die Erbsubstanz einzubringen. Ein wichtiges Problem besteht in der richtigen Platzierung des Fremd-Gens. Erste Ergebnisse mit transgenen Schweinen zeigen, dass neben der beabsichtigten Wirkung ähnlich negative Nebenwirkungen auftreten wie bei Mäusen. Es kann z.B. Arthritis auftreten oder die Fortpflanzungsfähigkeit eingeschränkt sein. Weitere Forschungsperspektiven betreffen die Nutzung von Gentransfer für die Zucht auf Krankheitsresistenz oder vermehrtes Wollwach-

stum beim Schaf. Aber auch die Erzeugung neuer Produkte für die Medizin, z. B. Insulin oder Blutgerinnungsfaktoren, durch transgene Tiere wird erforscht und beim Schaf praktiziert.

Insbesondere die moderne Fortpflanzungsmedizin und Gentechnologie steht im Spannungsfeld wissenschaftlicher und wirtschaftlicher, wie auch ethischer Interessen. Der Referent versäumte es denn auch nicht, auf die schwierig abschätzbaren Gefahren und Probleme aufmerksam zu machen und sprach sich für eine offene und sachliche Diskussion und Information aus, wobei Wert darauf zu legen sei, dass die Öffentlichkeit an Entscheidungen beteiligt ist. Es gilt Vor- und Nachteile abzuwägen.

7. Dezember 1989

Prof. Dr. Viktor Köppel, Institut für Kristallographie und Petrographie, ETH Zürich: Goldvorkommen in den Alpen

Bei Disentis dürfte sich das grösste Goldvorkommen der Schweiz befinden. Grosse Hoffnungen auf schnellen Reichtum sollte man sich jedoch nicht machen, da die Goldgehalte in den Erzen relativ niedrig sind und ein Abbau mit Problemen verbunden wäre.

Dies war anlässlich des Vortrages über Goldvorkommen in den Alpen von Prof. Dr. Viktor Köppel zu erfahren. Die bei professioneller Prospektion durch eine kanadische Firma gefundenen Gehalte betrugen bei über 3 Meter langen Bohrkernen 2,3 Gramm Gold pro Tonne Erz. Heute wird Gold ab etwa 5 g/t im Bergbau ausgebeutet. Im Tagbau wird, bei guten Bedingungen, auch bei kleineren Gehalten nach Gold geschürft (z. B. in Kanada). Bei Disentis hält Prof. Köppel jedoch einen solchen Abbau, mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Umwelt, für unwahrscheinlich.

Bildung von Lagerstätten

Gold ist auch in «normalen» Gesteinen, z. B. Graniten, vorhanden, jedoch nur in Spuren um 2 Milligramm pro Tonne. Bei der Krusten- und Gebirgsbildung waren also Prozesse im Gange, die zu einer starken Aufkonzentrierung führten. Aus wässrigen Lösungen, welche unter erhöhten Druck- und Temperaturverhältnissen in hydrothermalen Zirkulationssystemen von Vulkangebieten grössere Gesteinsvolumen durchwandert und dabei Gold gelöst haben, kann bei Änderung der Umgebungsbedingungen, z. B. durch Abkühlung oder Entspannung, in Spalten oder Klüften höherer Gesteinszonen Gold ausfallen. Auch die fluide Phase des Magmas oder Lösungen aus metamorphen Entwässerungsvorgängen sind potentielle Goldträger. Vergesellschaftet mit anderen Mineralien entstehen so *primäre Lagerstätten* von im festen Gestein eingelagertem Berggold.

In der «Goldenen Sonne», im Calanda ob Felsberg, bildete sich vor 20–40 Mio. Jahren die Lagerstätte in Quarz-, Calcit- oder Dolomitgängen. Begleitminerale sind z. B. Arsenkies oder Pyrit («Katzengold»). Weitere Goldlagerstätten, deren Entstehung z. T. bedeutend weiter zurückliegt, befinden sich neben Disentis z. B.

bei Amsteg, im Malcantone, in den Tauern oder bei Salanfe.

Nachdem das Berggold durch die Verwitterung der Gesteine mit dem Geröll in die Flüsse gelangt ist, entstehen *sekundäre (Seifen-) Lagerstätten*. Das Gold widersteht der Verwitterung, wird als schweres Mineral schlechter weitertransportiert und kann sich somit in Flussskiesen oder -sandten anreichern. Goldwäscher nutzen diese Lagerstätten um sog. Wasch- oder Seifengold zu gewinnen.

11. Januar 1990

Dr. Elie Eichenberger, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Dübendorf: Das Leben in Alpenbächen – seine Gefährdung durch die Wasserkraftnutzung

Die stark wechselnden, oft rauen Umweltbedingungen im Gebirge prägen das Leben in Alpenbächen. Die faszinierende, vielfältige und an die Umwelt angepasste Lebensgemeinschaft der Gewässer wird gefährdet, wenn bei der Wasserkraftnutzung die Natur zu wenig beachtet wird. Eine der Kernfragen dabei ist, welche Restwassermengen nötig sind, damit die natürlichen Strukturmerkmale eines Gewässers sowie eine den natürlichen Bedingungen entsprechende Organismengemeinschaft dauernd aufrechterhalten werden können.

Restwasseranforderungen in Alpenbächen

Dr. Elie Eichenberger von der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) erläuterte die wissenschaftlichen Grundlagen und Untersuchungen zu dieser gewässerökologischen Frage. Es gilt, die Umgebungsbedingungen und die Lebewelt mit ihren Beziehungen und Wechselwirkungen unter sich und zu ihrem Lebensraum im Bach wie auch ausserhalb kennenzulernen und zu beschreiben. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe der EAWAG wählte, unter Beachtung bestimmter Randbedingungen, für die Untersuchungen 3 genutzte Alpenbäche, die Töss (ZH), den Schächenbach (Uri) und den Niemet (GR) aus, um durch einen Vergleich der Referenzstrecke oberhalb der Wasserfassung und der Restwasserstrecke unterhalb der Wasserfassung den Einfluss der Wasserentnahme zu erkennen. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Ausgestaltung der Bachlebensräume und auf das Vorkommen der Flusssohlebewohner (Algen, Mikroorganismen und Wirbellose) sowie der Fische in Beziehung zur Wasserführung. Der Referent legte jedoch anschaulich dar, dass dies, wenn man z. B. den Fortpflanzungszyklus der an Land steigenden Wasserinsekten oder die Ufervegetation betrachtet, bereits eine bedeutende Einschränkung der ganzheitlichen Betrachtungsweise darstellt.

Auswirkungen der Wasserentnahmen

Eine Wasserentnahme führt nicht nur zu einer Verkleinerung des Lebensraumes für die Wasserlebewelt, sondern auch zu einer qualitativen Veränderung. Die Fliessgeschwindigkeit wird herabgesetzt und die Strömungsverhältnisse wie auch der Lebensraum selber werden eintöniger. Die Temperaturen ändern. Es können sich vermehrt Feinsedimente ablagern und die Algendichte nimmt zu, was zur Fol-

ge hat, dass die Bedingungen für die standortgemässe Lebensgemeinschaft auf und in der Flusssohle sowohl physikalisch wie chemisch verschlechtert werden. Dies hat Konsequenzen für die tierische Lebensgemeinschaft der Flusssohlebewohner, einer wunderbaren Kleinlebewelt, die nicht nur als Fischnährtiere von Bedeutung sind, sondern wie Dr. Eichenberger zu überzeugen vermochte, auch für sich schützenswert ist. Stein- und Eintagsfliegenlarven treten zurück, Zuckmückenlarven können dominieren. Der eintönigere Lebensraum und die schlechteren Fortpflanzungsbedingungen können, falls keine fischereilichen Bewirtschaftungsmassnahmen getroffen werden, zu einer Veränderung des Altersaufbaus und zu einem Rückgang der Dichte der Fischpopulationen führen.

Anforderungen an die Restwasserführung

Da ein Bergbach sehr dynamisch ist und die Lebewelt daran angepasst ist, genügt es nicht, nur einen dauernden Minimalabfluss zu gewährleisten. Neben einem Minimalabfluss, in der Grössenordnung der häufigsten Abflussmenge, ist ebenso auf eine Variabilität des Restwassers zu achten. Im Frühjahr und Frühsommer soll der Natur entsprechend ein erhöhter Abfluss gewährleistet sein, was wichtig ist für die Juvenilentwicklung der Fische. Zudem sind periodisch erhöhte Temporärabflüsse und Hochwasser nötig, um die Bachsohle von Feinpartikeln zu säubern, den Algenbewuchs zu mässigen und die Sedimente zu reinigen und zu gestalten. Daneben ist aber auch wichtig, dass die Wanderung der Fische und der übrigen Wasserorganismen nicht unterbrochen wird.

1. Februar 1990

PD Dr. Leo Clodius, Plastische und wiederherstellende Chirurgie, Zürich: Plastische Wiederherstellungschirurgie – Möglichkeiten und Probleme

Die Wiederherstellung der Form, Funktion, aber auch der Lebensqualität sind die Hauptziele der plastischen und wiederherstellenden Chirurgie. Da für den Patienten der Erfolg der chirurgischen Eingriffe direkt wahrnehmbar und sichtbar ist, wird vom Arzt kompromisslose Perfektion gefordert.

Plastische und wiederherstellende Chirurgie

Anhand zahlreicher, sehr eindrücklicher Bilder konnte PD Dr. Leo Clodius, Spezialarzt FMH für Plastische- und Wiederherstellungs-Chirurgie, Zürich, anlässlich seines Vortrages den sichtlichen Erfolg, aber auch die damit verbundenen Probleme in diesem medizinischen Spezialgebiet vor Augen führen. Als Beispiele seien die Rekonstruktion eines Augenoberlides aus Knorpel und Schleimhaut der Nase und Haut und Brauenhaare der Augenbraue, bei der eine raffinierte Transplantationstechnik und die Schwenklappenmethode eingesetzt wurde, genannt, oder die Behebung einer Lähmung der Augenlidbewegung durch den Einsatz eines verlängerten Kaumuskels, der von einer nicht gelähmten Nervenbahn versorgt wird. Am Beispiel eines Patienten, der als Kind in heisse Asche gefallen war, was sowohl Entstellungen, wie auch ein gestörtes Knochenwachstum auf einer Gesichtsseite zur Folge hatte, zeigte der Referent auf, dass manchmal nicht nur

Weichteile, sondern auch das knöcherne Fundament korrigiert werden müssen und erfolgreich korrigiert werden können.

Das gute Gelingen der Arbeit erfordert ein besonderes Vertrauensverhältnis zum Patienten, genaues Studium und Kenntnisse der Anatomie, viel Erfahrung und raffinierte, feinste Operationstechniken. So hat die Mikrochirurgie andere Bereiche der Medizin wesentlich befruchtet. Die Korrektur einer Klumphand oder die Rekonstruktion der weiblichen Brust nach einer Brustamputation zeigen, dass sich die plastische Chirurgie nicht nur auf das Gesicht beschränkt. Sogar wenn als Folge der Krebserkrankung Lymphgefässe entnommen werden müssen, kann mit Hilfe ausgeklügelter Methoden der wiederherstellenden Chirurgie bei schmerzhaften Lymphstauungen Linderung verschafft werden.

Nicht bloss Schönheitschirurgie

Die Möglichkeit der Brustrekonstruktion als Beispiel, bedeutet für die Patientin eine wesentliche Hilfe bei der Überwindung der Angst vor Verstümmelung, die je nach Charakter grösser sein kann, als die Angst vor der Krebserkrankung. Diese Möglichkeit beinhaltet auch eine bedeutende Wiederherstellung der Lebensqualität und nicht bloss der Schönheit, und vermag so viel zur Linderung des Leidens beizutragen. Ein weiteres Beispiel dafür wäre die Entfernung eines, zwar nur ästhetisch störenden, Feuermals bei einem empfindlichen Patienten.

8. März 1990

PD Dr. Jürg Zettel, Zoologisches Institut der Universität Bern: Ökologie von Bodeninsekten

Bei der Zerlegung und Verwertung pflanzlicher und tierischer Rückstände spielen die Bodeninsekten eine wichtige Rolle. Sie sorgen mit vielen anderen Bodenorganismen für die Abfallverwertung in der Natur. Indem Sie bei der Rückführung von Nährstoffen in den natürlichen Kreislauf und bei der Humusbildung mitwirken, fördern sie die Bodenfruchtbarkeit.

Diese ökologische Bedeutung der Bodentiere veranschaulichte PD Dr. Jürg Zettel von der Uni Bern anhand der Resultate eines in England durchgeführten Experimentes. Dabei wurden die Bodentiere in einem Wiesenboden durch ein Pestizid vernichtet, ohne Schädigung von Bakterien und Pilzen. Die Folge war eine massive Anhäufung der Streu. Die organische Substanz im Boden verminderte sich, die Bodendichte erhöhte sich und die Wasserleitfähigkeit nahm ab. Bei der Vegetation reduzierte sich die Wurzelmasse, und es trat eine leichte Bodenversauerung ein.

Vielfalt der Formen und Funktionen

Aufgrund ihrer meist versteckten Lebensweise im Boden gehören die Bodeninsekten, abgesehen von einigen grösseren Arten, nicht zu den gut bekannten Tieren. Umso erstaunlicher ist deshalb die Anzahl Springschwänze (ca. 600 000) oder anderer Insekten und -larven (ca. 16 000), die pro Quadratmeter Laubwaldboden

vorkommen können. Doch nicht nur die Vielzahl und die beträchtlichen Stoffumsätze erstaunen, ebenso faszinieren die vielen Arten und Artengruppen mit ihren an das Bodenleben angepassten Formen und Funktionen im Naturhaushalt. Es gibt Arten, die abgestorbene Pflanzenteile zerkleinern und fressen und damit die Abbautätigkeit der Bodenbakterien und -pilze begünstigen. Andere bringen Tierdung zum Verschwinden. Wieder andere leben von Wurzeln oder Pilzen, ernähren sich räuberisch oder leben parasitisch. So trägt jede Art auf ihre Weise dazu bei, das biologische Gleichgewicht im Boden zu erhalten. Mit ausgesuchten Bildern dokumentierte und erläuterte der Referent die grossartige Formenvielfalt, welche sich oft erst unter der Lupe offenbart. Viele Arten haben sich an das Leben in groben Bodenporen oder das Lückensystem der Streu angepasst. Grabende und gängebauende Insekten sorgen für Durchlüftung und bessere Wasserversickerung im Boden, sie durchmischen die Bodenbestandteile, was z. B. besonders in Steppenböden wichtig ist, wo es zu trocken ist für Regenwürmer.

Als eindruckliches Beispiel für eine wichtige Funktion im Naturhaushalt schilderte Dr. Jürg Zettel, wie viele Insektenarten am Werk sind, wenn es gilt einen Kuhfladen von der Wiese zum Verschwinden zu bringen. Was es heisst, wenn dies nicht geschieht, zeigt ein Beispiel aus Australien, wo von den Siedlern wohl Rinder eingeführt wurden, nicht aber die auf Rinderdung spezialisierte Dungfauna. Die Kuhfladen blieben bei diesen Bedingungen liegen, was grosse Weideverluste zur Folge hatte. Der im Mist enthaltene Stickstoff verflüchtigte sich, statt dass er gebunden und, wie auch die organische Substanz, in den Boden gearbeitet wurde. Zudem traten Fliegen- und Parasitenplagen auf.

Abschliessend kam der Referent auch auf die Probleme intensiver Landwirtschaft zu sprechen, wo durch Verdichtung, Einsatz chemischer Hilfsstoffe und übermässiger Düngung das Bodenleben Schaden nehmen kann. Die Zukunft für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm betrachtet er infolge problematischer, organischer Verbindungen, und langfristig auch wegen der Schwermetallbelastung, als düster.

22. März 1990

Dr. Heinrich Haller, Wildbiologe, Davos und Dr. Marco Giacometti, Tierarzt, Stampa: Steinadler und Steinwild, neue Erkenntnisse

Neue Erkenntnisse über die Populationsdichte und deren Regulation bei den Steinadler- und Steinwildbeständen bildeten ein Hauptthema in den Ausführungen des Wildbiologen Dr. Heinrich Haller über die Steinadler und des Tierarztes Dr. Marco Giacometti über das Steinwild. Die Steinadlerpopulation bei uns ist gesättigt, es können natürliche Mechanismen zur Populationsregulation beobachtet werden. Beim Steinwild wird der Lebensraum knapp, es finden sogenannte Hegeabschüsse statt.

Bestandesregulation beim Steinadler

Die majestätischen Steinadler bewohnen offene oder halboffene Gebirgslebensräume, meistens über 1800 m ü. M. Obwohl auch dem Steinadler, als übergeord-

netem Beutegreifer, wie Wolf oder Luchs, nachgestellt wurde, wurde er in seinem schwer erreichbaren Lebensraum nicht ganz ausgerottet, und die Population konnte sich mit der Unterschutzstellung wieder erholen. Wie Dr. Haller erklärte, ist die Adlerpopulation gegenwärtig mit 52 Brutpaaren und einer Anzahl lediger Einzelvögel im Lebensraum der Bündner Alpen gesättigt. Interessante Beobachtungen weisen auf das Wirken von Populationsregulationsmechanismen hin.

Brutpaare besetzen ein weites Jagdrevier, das sie markieren und gegen fremde Adler, etwa junge Einzelvögel, verteidigen. Wächst die Population an und gibt es insbesondere mehr Jungvögel, müssen die Adlerpaare ihr Revier häufiger verteidigen und vernachlässigen so das Brutgeschäft, mit der Konsequenz, dass weniger Jungtiere aufgezogen werden. Daraus kann die Hypothese abgeleitet werden, dass der Bestand nicht unbedingt vom Beuteangebot abhängt, sondern vielmehr von sozialen Mechanismen, verbunden mit demographischem Druck. Für seine Beobachtungen setzt Heinrich Haller auch die Radiotelemetrie ein. Mit ihrer Hilfe verfolgt er im Moment einen Jungadler auf seinem sehr weiträumigen Flug.

Auch eine gesättigte Adlerpopulation besteht nur aus verhältnismässig wenig Individuen, eine natürliche Populationsregulation wirkt dem Überhandnehmen der Adler entgegen, zudem sind die Alpen etwas isoliert, was das Erhalten einer Population erschwert. Heinrich Haller betonte deshalb die Notwendigkeit des uneingeschränkten Schutzes, um den Adler zu erhalten.

Steinwild, der Lebensraum wird knapp

Über das Wappentier Graubündens berichtete Dr. Marco Giacometti. Um 1650 in Graubünden praktisch ausgerottet, um 1920 im Albris-Gebiet wieder eingebürgert, ist die Population in Graubünden inzwischen, verteilt auf verschiedene Kolonien, auf heute etwa 5600 Tiere angewachsen. Das unter Schutz stehende Steinwild ist somit wieder gut vertreten.

In verschiedenen Kolonien machen sich seit Jahren Folgen bemerkbar, die auf einen Überbestand schliessen lassen. Wie Marco Giacometti erklärte, können sich die Folgen überbevölkerter Kolonien oder unnatürlich aufgebauter Bestände an den Tieren selbst, indem z. B. der Gesundheitszustand schlechter wird, oder am Lebensraum, indem z. B. Vegetation und Boden überbeansprucht werden, zeigen. Seit 1977 finden deshalb Hegeabschüsse statt, welche, wie Marco Giacometti klarmachte, sorgfältig und unter Berücksichtigung wildbiologischer Erkenntnisse, z. B. über den Bestandsaufbau, geplant sein müssen.

8. November 1990

Dr. med. Christoph Meier-Zwicky, Malans: Vogel, Mensch und Umwelt

Die Vogelwelt reagiert sensibel auf Veränderungen in ihrem Lebensraum oder in ihren Lebensbedingungen. Durch die Gestaltung der Landschaft und Eingriffe in die Umwelt, kann deshalb der Mensch die Vogelwelt stark beeinflussen. Viele Vogelarten verlangen nach Lebensräumen, wie Auen oder naturnahe Kulturlandschaften, die knapper geworden sind, mit der Folge, dass auch die darauf angewiesenen Vogelarten bedroht oder gar verschwunden sind.

In einem eindrücklichen Vortrag veranschaulichte Dr. Christoph Meier-Zwicky diese Zusammenhänge. Wie er anhand zahlreicher Bilder zeigte, fasziniert die Vogelwelt nicht nur durch ihre Vielfalt an Formen und Farben, sondern auch durch ihre Leistungen und ihre Fähigkeit, von der Meeresküste bis ins Hochgebirge die verschiedensten Lebensräume zu besiedeln.

Der Vogel als Indikator

Jede Vogelart braucht einen bestimmten Lebensraum, an den sie auch angepasst ist. Wird dieser zerstört, verschwinden oft auch die darauf angewiesenen Vogelarten. Das Braunkehlchen etwa war in Graubünden bis vor wenigen Jahren überall vorhanden. Da es auf extensiv bewirtschaftete Wiesen angewiesen ist, ist es heute aus den grossen Talsohlen mit intensiver Landwirtschaft verschwunden. Der in alten Obstbäumen nistende Steinkauz gilt in Nordbünden als ausgestorben. Durch landwirtschaftliche Intensivierung und durch den Rückgang der bis auf kleine Reste geschrumpften Hochstammobstbaumbestände, wurde ihm die Lebensgrundlage entzogen. Nicht nur naturnahe Kulturlandschaften sind seltener geworden, sondern auch bestimmte Naturgebiete, wie z. B. ungezähmte, grössere Flussläufe, die mit ihren Kiesinseln und Weichholzauen dem bedrohten Flussregenpfeifer Lebensraum bieten.

So dient, wie Dr. Meier erläuterte, der Vogel als Indikator für den Zustand seines Lebensraumes, für die Intaktheit der Landschaft und Umwelt. An ihm wird erkennbar, was man sonst vielleicht weniger bemerken würde. Denn durch Lebensraumveränderungen werden ja auch z. B. Pflanzen- oder Insektenarten betroffen.

Rückbesinnung auf die Natur

Offensichtlich hat die Befriedigung unserer übermässig angewachsenen Ansprüche nach Luxus, Energie, Mobilität usw., welche im Konflikt stehen mit den Ansprüchen der Vogelwelt, zu einer Belastung und Schädigung der Natur geführt. Es gilt aber wieder zu erkennen, dass auch wir, wie die Vogelwelt, eine intakte Umwelt brauchen, um gesund zu sein. Dieses Bewusstsein zu entwickeln und wieder auf den Rhythmus der Natur zu hören, sind denn auch für Dr. Meier nicht nur als Vogelkenner, sondern auch aus seiner Erfahrung als Arzt, Beispiele für Massnahmen, um unser Verhältnis zur Umwelt zu verbessern. Trotz negativen Entwicklungen gibt es gerade auch in Graubünden noch wertvolle Naturelemente, wie die auch für die Schweiz bedeutungsvollen, seltenen Naturbiotope des Flussregen-

pfeifers in den Auengebieten des Bündner Rheintales, deren Wert es zu erkennen und die es zu erhalten gilt, und die uns auch zu einem verantwortungsvollen Umgang mit der Natur motivieren.

13. Dezember 1990

Hans Daxbeck, Ökonom, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt, EAWAG Dübendorf: Privater Haushalt – hauptverantwortlich für den Stoffhaushalt einer Region

Pro Einwohner und Jahr fliesst die erstaunliche Menge von 97 Tonnen Güter in die privaten Haushalte. Diese Zahl hat der Referent, der Ökonom Hans Daxbeck von der Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt der EAWAG Dübendorf, in einer Studie errechnet. Er ist auch der Frage nachgegangen, was mit diesen Gütern nach der Umsetzung und nach dem Gebrauch geschieht und wie sich dieser Güterfluss auf den Stoffhaushalt einer Region auswirkt.

Im Gegensatz zum gut bekannten Stoffwechsel des Menschen weiss man über den Stoffwechsel einer Region wenig, besonders, was die Güter- und Stoffflüsse in der vom Menschen bestimmten Anthroposphäre betrifft. Probleme, wie Überdüngung von Böden und Gewässern, die Anreicherung der Böden mit Schadstoffen oder die besorgniserregende Ausbeutung der natürlichen Ressourcen zeigen jedoch, dass es notwendig ist, den Stoffhaushalt einer Region zu erforschen, um die Folgen unseres Eingreifens in den Stoffhaushalt der Natur abzuschätzen und entsprechende Konsequenzen zu ziehen.

Projekt RESUB

In dem von der EAWAG geleiteten Projekt «Regionale Stoffhaushaltstudie Unteres Bünztal» (RESUB) wurde eine Methodik entwickelt, um sowohl die natürlichen Stoffflüsse zu bestimmen und miteinander in Beziehung zu setzen sowie Steuerungsmöglichkeiten zu erkennen. Dazu wurden die Teilprojekte Wasser, Boden, Luft und Anthroposphäre gebildet. Hans Daxbeck, der den Bereich Anthroposphäre bearbeitete, fand, dass beim privaten Haushalt pro Einwohner und Jahr 66 Tonnen (t) Wasser und 21 t Luft gebraucht werden und verschmutzt als Abwasser und Abluft die Region wieder verlassen. 10 t Güter pro Einwohner und Jahr, v. a. Baumaterial für Infrastruktur (Strasse, Kanalisation usw.) und Haus, sowie andere Güter (z. B. Wohnungseinrichtungen) verbleiben in der Region. Zusammen mit dem gesamten Produktionssektor (Industrie und Gewerbe, ohne Land- und Forstwirtschaft sowie Dienstleistung) beträgt der Güterfluss 240 t pro Einwohner und Jahr. Verglichen mit den einzelnen Branchen fliessen am meisten Güter durch die «Branche» privater Haushalt. Damit sind die privaten Haushalte hauptverantwortlich für den anthropogenen Güterfluss im unteren Bünztal.

Vom Güterfluss zum Stofffluss

Ausgehend von der stofflichen Zusammensetzung der Güter lassen sich die Stoffflüsse berechnen. Wie der Referent ausführte, stiess er v. a. bei bestimmten Kon-

sumgütern, wie z.B. Polstermöbel oder Fernseher auf Schwierigkeiten, da oft selbst die Hersteller keine auswertbaren Angaben über die stoffliche Zusammensetzung machen konnten (oder wollten), während dies z. B. bei Nahrungsmitteln besser möglich war. Die Kenntnis der Stoffflüsse ist aber wichtig für umweltrelevante Betrachtungen.

Beim Beispiel des Phosphorflusses haben die Berechnungen ergeben, dass pro Jahr in der untersuchten Region aus den privaten Haushalten 17 t Phosphor (15 t aus Nahrungs-, 2 t aus Reinigungsmitteln), aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen 21 t in die ARA fließen. Von der ARA fließen noch 19 t in den Vorfluter, die Bünz. 17 t gelangen über den Boden in die Bünz. Sie erhöht jedoch ihre Phosphorfracht beim Durchfluss der Region von 28 t auf 74 t; also müssen noch 10 t aus unbekannten Quellen dazukommen. Durch die Kenntnis, wieviel welche Quelle zur Erhöhung der Phosphorfracht beiträgt, kann die Stoffflussanalyse zeigen, wo Verminderungsmassnahmen am wirksamsten wären. Man stellte mit Hilfe der Stoffflussanalyse aber auch fest, dass der Boden jährlich um 75 t Phosphor oder ca. 1 % des Reservoirs an Phosphor im Boden angereichert wird.

Umweltverträglichkeit der Stoffflüsse

Der Ansatz zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Stoffflüssen besteht darin, die anthropogenen Stoffflüsse an den geogenen (natürlichen) zu messen. Eine Störung des natürlichen Gleichgewichtes ist dort zu erwarten, wo der anthropogene Anteil an den Stoffflüssen und -reservoirs in einer Grössenordnung ist, die den natürlichen Variationen entspricht. Man könnte die anthropogenen Stoffflüsse dann als umweltverträglich bezeichnen, wenn sie langfristig die geogenen Flüsse und Reservoirs um weniger als 1–10% verändern. Am Beispiel des Phosphorhaushaltes im Unteren Bünztal konnte der Referent eindrücklich aufzeigen, dass Störungen des natürlichen Gleichgewichtes zu erwarten sind, da eine starke Erhöhung der Fracht in der Bünz, wie auch eine starke Anreicherung des Reservoirs im Boden stattfindet. Das Beispiel zeigt aber auch, dass die heute angewandte Grenzwertpolitik, ohne Beachtung des Stoffhaushaltes, nicht ausreicht, um umweltverträgliche Stoffflüsse zu erhalten. Grenzwerte verführen dazu, sich auf der sicheren Seite zu fühlen, solange diese nicht erreicht werden. Dieses Grenzwertdenken nach dem »Auffüllprinzip« entspricht nicht der Vorsorge. Es führt, wie anhand der Belastung des kaum mehr erneuerbaren Reservoirs Boden gezeigt werden kann, in die Sackgasse. Es können Anreicherungen von unerwünschten Stoffen auftreten, welche ein Risiko beinhalten. Denn wie reagiert der stark mit Phosphor oder Schwermetallen angereicherte Boden? Welche Umweltrisiken könnten sich daraus einmal ergeben?

10. Januar 1991

**Prof. Dr. Ingo Potrykus, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich:
Möglichkeiten und Risiken der Gentechnologie mit Pflanzen**

Mit Hilfe ausgeklügelter Methoden gelingt es heute, bestimmte Erbeigenschaften in das Erbgut von isolierten, zellwandlosen Pflanzenzellen einzuschleusen und aus diesen Zellen, ganze, genetisch veränderte Pflanzen grosszuziehen. Prof. Ingo Potrykus erläuterte in seinem Vortrag auf anschauliche Weise wie dies geschieht, und welche Möglichkeiten die Gentechnologie bei Pflanzen bietet.

In der Schweiz wurde eine Methode entwickelt, bei der Erbfaktoren (Gene) direkt in Pflanzenzellen übertragen werden können. Das Prinzip besteht darin, Pflanzenzellen, die z.B. aus einem Blatt gewonnen werden und bei denen die Zellwände entfernt wurden (sog. Protoplasten) in einer bestimmten Lösung mit den isolierten, fremden Genen zu baden. Die Protoplasten nehmen das Gen auf und bauen es in ihr Erbgut ein. Durch Änderungen im Kulturmedium kann gezielt bewirkt werden, dass sich aus der Zellkultur eines Protoplasten wieder eine ganze Pflanze mit dem nun veränderten Erbgut bildet. Dabei wird die Eigenschaft der Totipotenz bei Pflanzenzellen ausgenutzt. Man hat nämlich beobachtet, dass bei vielen Pflanzen die Zellen aus verschiedenen Organen wie Blätter, Spross oder Wurzeln, trotz abgeschlossener Differenzierung, noch über die Fähigkeit verfügen, zu einer vollständigen Pflanze heranzuwachsen.

Neue Möglichkeiten der Pflanzenzüchtung

Theoretisch ist es denkbar, eine beliebige Erbinformation von einem auch artfremden Organismus in eine einzige Pflanzenzelle zu übertragen und daraus eine komplette, genetisch veränderte Pflanze grosszuziehen. Gegenüber der herkömmlichen Pflanzenzüchtung, bei der die Merkmalsübertragung auf dem aufwendigen (Rück-) kreuzen beruht und an die gleiche Art gebunden ist, eröffnet die Gentechnologie (nicht nur nach der oben beschriebenen Methode) bei Pflanzen neue Perspektiven. Anhand einiger Beispiele zeigte Prof. Potrykus faszinierende Anwendungsmöglichkeiten auf.

Es gibt ein Bakterium, das ein Protein bildet, welches spezifisch in Schmetterlingsraupen giftig wirkt. Es ist nun gelungen, das dafür verantwortliche Bakteriengen in das Erbgut einer Pflanze einzubauen, welche sich nun selbständig gegen Raupenfrass schützen kann. In diesem Fall ist es sogar gelungen, dass die Pflanze das tödlich wirkende Protein nur dann bildet, wenn sie mechanisch verletzt wird. In einem anderen Fall wurde eine Pflanze gentechnisch dazu gebracht, Virushüllproteine zu bilden, welche die Virenvermehrung bei einem Befall hemmen. Ein weiteres Beispiel ist die gentechnisch bewirkte Herbizidresistenz. Die Motivation für diese Anwendungen liegt darin, dass sich die Forscher erhoffen, dass falls die Versuchserfolge in die Praxis einfließen können, weniger bzw. verträglichere Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden müssen.

Trotz dieser Erfolge sollte man jedoch die Erwartungen nicht zu hoch ansetzen, wie Prof. Potrykus betonte. Die Forscher kämpfen mit zahlreichen Schwierigkeiten. So muss die gewünschte Eigenschaft im fremden Erbgut identifiziert und iso-

liert werden, was besonders schwierig ist, wenn ganze Genkombinationen an einem Merkmal beteiligt sind. Die Übertragung muss klappen, die neue Information muss für die Pflanze lesbar und richtig abgerufen werden sowie stabil im Erbgut bleiben. Das Protein als Genprodukt muss von der Pflanze toleriert werden. Die Pflanze selber muss aus einer Zelle regenerierbar sein. Zur Zeit sind erst wenige Erbinformationen auf einige wenige Kulturpflanzen z. B. Kartoffel oder Mais übertragbar. Die technischen Probleme setzen also enge Grenzen.

Die Gentechnologie bei Pflanzen wirft natürlich auch die Frage auf, welche Risiken damit verbunden sind. Im Gegensatz zu vielen Skeptikern sieht Prof. Potrykus keine unkontrollierbaren Gefahren, die von transgenen Pflanzen ausgehen sollten, dafür eine, wenn auch in engen Grenzen und nicht allein zu sehende Chance in der Optimierung der Nahrungsmittelproduktion.

31. Januar 1991

**Prof. Dr. Jörg Auer, Chef Pferdechirurgie am kantonalen Tierspital, Zürich:
Entwicklung der Pferdechirurgie im Wandel der Zeit**

In einem reich illustrierten Vortrag vermittelte Prof. Dr. Jörg Auer einen eindrücklichen Einblick in die Entwicklung der tierärztlichen Behandlung des Pferdes im Wandel der Zeit. Der heute hoch entwickelten Pferdechirurgie gingen in vergangenen Zeiten manchmal wahre Rosskuren voraus.

Pferdechirurgie im Wandel der Zeit

Das Schienen und die Stallruhe waren über Jahrhunderte fast die einzigen Möglichkeiten, Knochenbrüche zu behandeln. Daneben wurden aber in vergangenen Zeiten auch Methoden angewandt, die aus heutiger Sicht als wahre Rosskuren mit fragwürdigem Erfolg anzusehen sind. So wurde der Aderlass angewandt, oder sogar mit Terpentinöl getränkte Bänder in das Unterhautgewebe gezogen, mit denen die Ableitung der «schlechten Säfte» erwirkt werden sollte. Eine weitere historische Methode, die bisweilen noch bis Mitte 20. Jahrhundert angewandt wurde, war das Brennen der Haut bei kranken Körperteilen. Dadurch sollte eine chronische Entzündung in eine aktive, akute überführt werden.

Entwicklung zur modernen Pferdemedizin

Die Einführung der Narkose, die Desinfektion oder die Möglichkeit des Röntgens brachten auch in der Veterinärchirurgie wichtige Fortschritte. Die Osteosynthese, bei der in einer Operation die Knochenbruchstücke durch Nägel, Platten oder Schrauben zusammengefügt werden, brachte einen Durchbruch in der Frakturbehandlung. Wie Prof. Auer erklärte, sind im Vergleich zur Behandlung eines Menschen beim Pferd verschiedene Schwierigkeiten zu überwinden. So muss das Pferd sofort alle vier Beine belasten können (Bettruhe nicht anwendbar) und es treten sehr hohe Belastungen beim oft grossen Implantat auf (erfordert zusätzliche Fixierung). Zudem ist die Aufwachphase aus der Narkose beim schreckhaften Tier sehr kritisch.

Heute sind dank der Arthroskopie selbst chirurgische Eingriffe in den Gelenken möglich, womit eine monatelange Stallruhe vermieden werden kann. Bei der Kor-

rektur von Stellungsanomalien bei Fohlen hilft die Früherkennung durch Röntgen und eine entsprechende Behandlung wie Stützen mit Schienen.

Präventivmassnahmen

Trotz dieser Fortschritte ist die Vorbeugung nach wie vor sehr wichtig, betonte Prof. Auer. Die Präventivmassnahmen reichen von einer guten Hufpflege, einer richtigen Ernährung über das Verhindern von Entwicklungsstörungen und Fehlstellungen bis zu einem sinnvollen Trainingsaufbau und guter Kontrolle durch den Veterinär.

21. Februar 1991

PD Dr. med. Adrian Leutenegger, Chirurgische Klinik, Rätisches Kantons- und Regionalspital, Chur: Möglichkeiten und Probleme der künstlichen Ernährung

Die künstliche Ernährung ist eine lebenswichtige therapeutische Massnahme bei Patienten, die infolge einer Krankheit, eines Unfalles oder eines chirurgischen Eingriffes die Nährstoffe nicht in den richtigen Mengen aufnehmen, verdauen beziehungsweise absorbieren können. In seinem Vortrag erläuterte PD Dr. med. Adrian Leutenegger fachkundig die Möglichkeiten und Probleme der künstlichen Ernährung.

Wenn ein Patient z.B. wegen einer Magenoperation nicht essen soll, wenn er infolge einer Krankheit zu schwach ist oder wegen Störungen im Verdauungssystem nicht in der Lage ist zu essen, ist die künstliche Ernährung angezeigt. Dazu beurteilt der Arzt zuerst den Ernährungszustand des Patienten. Dann wird der Nährstoffbedarf unter Berücksichtigung der krankheitsbedingten Umstände, wie erhöhter Energiebedarf bei Fieber und Heilung oder zusätzliche Flüssigkeitsverluste, bestimmt.

Zwei Arten der künstlichen Ernährung

Entsprechend dem Krankheitszustand und der Funktionsfähigkeit des Verdauungsapparates und -systems wird die *enterale*, die klinische Ernährung über eine Sonde in den Magen, oder die *parenterale* Ernährung, die intravenöse Zufuhr von Nährstoffen, eingesetzt.

Bei der parenteralen Ernährung werden Nahrungsbestandteile in einer Lösung mittels Infusion direkt in die Blutbahn gebracht. Wie Dr. Adrian Leutenegger eindrücklich erklärte, stellt dies hohe Ansprüche an die Zusammensetzung der Nährlösung. Sie muss den Bedürfnissen des Patienten angepasst sein und die richtige Menge und Art an Wasser, Energie- und Aufbaustoffen enthalten. Es gilt den Bedarf an Fetten mit den essentiellen Fettsäuren, Zucker und Eiweissen mit den essentiellen Aminosäuren abzudecken. Hinzu kommen noch Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente. Es sind zwar noch nicht alle Fragen in Bezug auf eine ideale Zusammensetzung der Nährstoffpräparate geklärt, dennoch ist es heute möglich, einen Patienten wenn nötig monatelang parenteral zu ernähren. Allerdings erhöht sich dabei die Gefahr von Nebenwirkungen. Doch nicht nur die Zusammensetzung, auch die Zufuhr muss stimmen. Die Verabreichungsform der

Nährstoffe, die Art und Weise der Infusion, die Materialien usw. müssen ebenfalls hohen Ansprüchen genügen.

Dies zeigt, wie anspruchsvoll und kompliziert die parenterale Ernährung ist. Zudem besteht ein Risiko, dass Komplikationen z. B. eine Entzündung oder Nebenwirkungen auftreten, weshalb so bald und wo möglich die enterale Ernährung eingesetzt wird. Dabei wird eine entsprechend aufbereitete Sonderkost, z. B. «Astronautennahrung» oder fein homogenisierte Nahrung über eine Sonde in den Magen oder den Dünndarm gegeben. Diese Methode ist viel sicherer, es kann aber auch hier Komplikationen z. B. Erbrechen oder Durchfall geben.

14. März 1991

Dr. Johann Camenisch, Direktor Forschung und Entwicklung bei der Hamilton Bonaduz AG: Signalverarbeitung mit neuronalen Netzen

Technische Errungenschaften orientieren sich oft am Vorbild der Natur. Dr. Johann Camenisch, stellte in seinem eindrucklichen Vortrag dar, welche Idee der computermässigen Signalverarbeitung mit neuronalen Netzen zugrunde liegt. Es handelt sich dabei um den Versuch, neuronale Netze nach dem Vorbild des Gehirns technisch nachzubilden.

Es sei aber gleich vorweggenommen, dass man selbst mit diesem System keine künstliche Intelligenz im Sinne des Wortes zu schaffen vermag. Das natürliche Vorbild, unser Gehirn, birgt noch zuviele Geheimnisse und unerreichte Leistungen (Bewusstsein, Assoziationenbildung usw.). Dennoch vermag die Leistungsfähigkeit der technischen Abstraktion zu erstaunen.

Natürliches Vorbild

Ein wesentliches Merkmal und eine wichtige Voraussetzung für die Leistungen unseres Gehirns (Mustererkennung, Lernfähigkeit, Fehlertoleranz usw.) sind sehr viele Nervenzellen (Neuronen), die über eine Vielzahl von Verbindungen kompliziert miteinander vernetzt sind. Dies ermöglicht, ein hohes Mass an paralleler Signalverarbeitung und Selbstorganisation. Lernen bedeutet neue Verbindungen zu knüpfen. Bei der Signalverarbeitung mit neuronalen Netzen versucht man diese Eigenschaften technisch nachzubilden.

Als wichtige Eigenschaft des neuronalen Netzes tritt die Fehlertoleranz auf. Die Aussageschärfe im Einzelfall nimmt zugunsten einer zunehmenden Fehlertoleranz in der Gesamtaussage ab. Dr. Johann Camenisch erläuterte dies anschaulich am Beispiel der Buchstabenerkennung. Dem System wird ein verschieden gestalteter Buchstabe eingegeben und jedesmal als gleicher Buchstabe definiert. Das System muss über elektronische Rückkoppelungsmechanismen «lernen», die äussere Form toleranter zu behandeln, aber den Buchstaben immer noch hauptsächlich als solchen zu erkennen, mit der Konsequenz, dass nach dem «Training» der Normbuchstabe nur noch annähernd als solcher erkannt wird. Damit Fehlertoleranz auftreten kann, muss das System also auch vergessen können, was es von herkömmlichen Expertensystemen wesentlich unterscheidet. Diese Eigenschaften haben den Vorteil, dass der Buchstabe mit einer bestimmten Sicherheit auch er-

kannt wird, wenn er z. B. Lücken aufweist oder sich nicht mehr in der Normallage befindet.

Trainieren statt Programmieren

Beim herkömmlichen EDV-System geht man vom Ansatz aus, die Welt symbolisch nach entsprechenden Regeln zu beschreiben; nach dem Muster WENN – DANN. Wie Dr. Johann Camenisch erklärte, birgt dies die Schwierigkeit, dass für die Beschreibung und Auswertung bestimmter Probleme alle Regeln bekannt sein und aufwendig programmiert werden müssen. Das System findet keine neuen, vom Menschen nicht vorprogrammierte Lösungen.

Bei der Signalverarbeitung mit neuronalen Netzen geht man vom Ansatz aus, dass die Welt sich selber beschreibt. Dazu braucht es Eigenschaften wie Lernfähigkeit, adaptives Verarbeiten oder Selbstorganisation. Es werden keine Regeln sondern Beispiele eingegeben, und das System wird trainiert statt programmiert.

Anwendungsbeispiele

Anhand einiger faszinierender Beispiele wies der Referent auf die Einsatzmöglichkeiten dieses Systems hin. Diese reichen von Textlesegeräten (den Text versteht das System jedoch nicht) über Handschriftenerkennung und Erkennen von dreidimensionalen Werkstücken bis zur Auswertung medizinischer Daten (z. B. EKG, EEG) oder der Steuerung von Marschflugkörpern, die sich während des Fluges geographisch orientieren können und das Ziel identifizieren.

