

# Räuber-Beute-Forschung auf der Isle-Royal

Von Marco Heurich, Flieden-Magdlos

1958 startete auf der Isle Royale (ISRO) das wohl bekannteste Forschungsvorhaben zur Ökologie des Wolfes. Mit nun insgesamt 35 Jahren Laufzeit ist es sogar das am längsten andauernde Forschungsprojekt zu Räuber-Beutebeziehungen. Nachdem das Augenmerk in den Anfangsjahren fast ausschließlich auf den Wolf gerichtet war, rücken heute weitere Forschungsaspekte, wie der Einfluß von Pflanzenfressern auf die Zusammensetzung und Struktur von Waldökosystemen, in das Interesse des Forscherteams um Projektleiter Prof. Dr. PETERSON.

## Ein einmaliges Freilandlabor

Die ISRO, die zu den USA gehört, liegt im Oberen See, nur 25 km vom kanadischen Festland entfernt. Mit 55.000 Hektar ist die von Gletschern geprägte Insel einer der kleinsten Nationalparke der USA. Ihrer schweren Zugänglichkeit und der fehlenden Infrastruktur verdankt sie es auch, daß sich nur wenige Besucher hierher „verirren“. So registrieren die Ranger hier in einem ganzen Jahr nur so viele Besucher, wie sich im Yellowstone Nationalpark täglich aufhalten.

Neben einer Vielzahl von Seen ist die Insel fast ganz mit Wald bedeckt. In den küstennahen Gebieten, wo die Luftfeuchtigkeit relativ hoch und die Durchschnittstemperatur während der Vegetationszeit gering ist, breitet sich borealer Nadelwald, der mit Fichte (*Picea glauca*), Tanne (*Abies balsamea*), Birke (*Betula papyrifera*) und Aspe (*Populus tremuloides*) aus. Mit zunehmender Seehöhe steigt auch die Durchschnittstemperatur während der Vegetationszeit, so daß sich hier Laubwaldgesellschaften, die Northern Hardwoods, bestehend aus Zuckerahorn (*Acer saccharum*) und Birke (*Yellow birch*), ausbilden konnten. Als 1936 20 % der Inselwälder einem Brand zum Opfer fielen, entstand auf großen Flächen eintöniger, gleichaltriger Aspen-Birkenwald.

Zusammen mit Rasengesellschaften auf flachgründigen Bergrücken, einer Vielzahl von Seen und Sumpfwäldern ergibt sich ein sehr vielseitiges, kleinflächig wechselndes Mosaik verschiedenster Lebensräume.

Folgende Faktoren machen die ISRO so interessant für die Räuber-Beute-Forschung:

- 1) Aufgrund der Inselform können keine Migrationsbewegungen stattfinden. Wir haben also ein abgeschlossenes System, in dem

Dipl. Forsting. (FH) M. Heurich arbeitete im Sommer 1993 als Research Assistant auf der ISRO und ist jetzt Mitarbeiter im Sachgebiet II (Naturschutz) des Nationalparkes Bayerischer Wald.

nur Natalität und Mortalität erfaßt werden müssen.

Nur in sehr strengen Wintern können sich Eisbrücken bis zum kanadischen Festland ausbilden, die es Tieren erlauben, auf die Insel zu gelangen oder sie zu verlassen. Auf diese Weise gelangten in den vierziger Jahren auch die ersten Wölfe auf die Insel.

- 2) Die menschlichen Einflüsse auf der Insel sind vernachlässigbar. So gibt es neben schmalen Wanderwegen, Campingplätzen und einem Hotel keinerlei Infrastruktur. Auch die Jagdausübung ist, wie in allen amerikanischen Nationalparks, verboten, so daß die Aktivitätsrhythmen der Tiere nicht gestört sind und sie mit Ausnahme der Wölfe auch keine Scheu vor Menschen zeigen.
- 3) Es gibt auf ISRO keine verwobenen Nahrungsnetze, sondern nur eine einfache lineare Nahrungskette. Beutetier des Wolfes ist fast ausschließlich der Elch. Nur in den Sommermonaten ist der Biber mit 15 % am Nahrungsspektrum der Wolfspopulation beteiligt. Zum Vergleich leben auf dem Festland noch Weißwedelhirsch, Waldrentier, Schwarzbär, Luchs und eine Vielzahl von Kleinsäugetern, wodurch dort Untersuchungen wesentlich komplizierter sind.
- 4) Mit 55.000 Hektar erscheint die Insel als ein, zumindest mit dem Flugzeug, gut überschaubares Freilandlabor. Negative Effekte, die sich aus der Inselform ergeben, machen sich kaum, und wenn überhaupt, nur über längere Zeiträume bemerkbar.

## Methoden

In jedem Rudel wird versucht, mindestens einen Wolf mit einem Sendehalsband auszurüsten. Die Wölfe werden mit Tellereisen gefangen. Diese sind so aufgestellt und konstruiert, daß sich die Tiere nicht verletzen können. Optimale Fangorte sind die Wanderwege, die auch von den Wöl-

fen für ihre Streifzüge benützt werden. Um eine Gefährdung von Wanderern auszuschließen, wird nur im Frühling, wenn die Insel noch für Besucher gesperrt ist, gefangen. Mit den Sendehalsbändern ist es möglich, immer den genauen Aufenthaltsort der Tiere festzustellen, um Informationen über Wanderwege, Risse oder Welpenaufzucht zu erhalten. Im Winter, wenn die Wölfe direkt vom Flugzeug beobachtet werden, hilft der Sender, das Rudel schnell zu finden, dies trägt dazu bei, wertvolle Flugzeit einzusparen. Auch die alljährliche Zählung der Elche wird im Winter vom Flugzeug aus durchgeführt. Dazu fliegt man 70 ein bis zwei Quadrat-kilometer große Probeflächen ab und rechnet die Zählergebnisse auf die Gesamtinsel hoch. Im Sommer werden, neben der Lokalisierung der Wolfsrudel, umfangreiche Verbißanalysen durchgeführt. Quasi nebenbei findet man zahlreiche Elchkadaver, die wertvolle Hinweise auf den Zustand der Elchpopulation liefern. Deshalb werden von jedem Riß Metatarsus (Mittelfußknochen) zur Konstitutions- und Konditionsbestimmung, der Schädel zur Geschlechts- und Altersbestimmung (Zahnzementmethode) sowie alle Skeletteile, die Rückschlüsse auf Krankheiten zulassen, gesammelt und ausgewertet.

## Rißanalysen

Wie bei einem so großen und wehrhaften Beutetier zu erwarten, unterscheidet sich der Altersaufbau der Elchpopulation stark von dem der Rißfunde (s. Tab.). Während in der Elchpopulation der Anteil der jeweiligen Altersklasse mit zunehmendem Alter kontinuierlich abnimmt, zeigt die Altersverteilung der vom Wolf erbeuteten Elche zwei deutliche Spitzen: Kälber und über 9jährige Alttiere. Dies entspricht der klassischen Meinung, daß Raubtiere bevorzugt alte, kranke und junge Tiere erbeuten, die mittlere Altersklasse jedoch weitgehend verschont bleibt. Diese Tendenz wird jedoch hin zu kleineren und für den Wolf leichter zu erlegenden Beutetieren zunehmend undeutlicher.

## Verteilung der von Wölfen gerissenen Elche nach Alter im Vergleich zum jeweiligen Anteil an der Gesamtpopulation der Elche

Alter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Risse	33	7	2,5	3	2,3	2	4	5	7	7	6	7	8	6,5	4	3,5	1,3	1	0,8
Anteil a. ΣPopul.	13	10	9,5	8,5	8,3	8	8	8	7	6,3	5,8	5,3	4,8	3,5	2,8	1,5	0,9	0,7	0,5

Abb.1 läßt erkennen, daß die beiden Tierpopulationen phasenverschoben um ein mittleres Niveau schwanken. Die jeweiligen Maxima liegen etwa eine Dekade auseinander.

Durch Analyse der Bestandesentwicklungen und empirische Vergleiche gelang es, nachzuweisen, daß der Wolfsbestand eng mit dem Anteil der über zehnjährigen Elche korreliert ist. Damit war es möglich, die künftige Entwicklung des Wolfsbestandes zu prognostizieren.

Aus diesen Erkenntnissen leitet sich folgendes Modell des Wolf-Elch-Systems ab:

- Die Entwicklung der Elchpopulation ist vom Überleben der Kälber abhängig.
- Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Kälber ist antiproportional zur Höhe der Wolfspopulation.
- Die Höhe der Wolfspopulation ist abhängig vom Anteil der über zehnjährigen Elche.

Gibt es also viele alte Elche in der Population, so ist auch die Zahl der Wölfe hoch. Dies hat wiederum zur Folge, daß nur wenige Kälber überleben und die Gesamtzahl der Elche sinkt. Eine Dekade später befinden sich nur wenige alte Elche in der Population. Auch die Wolfspopulation hat nun ihren Tiefpunkt erreicht. Die Zahl der Elche hingegen befindet sich, wegen der hohen Überlebenswahrscheinlichkeit der Kälber, auf dem Maximum.

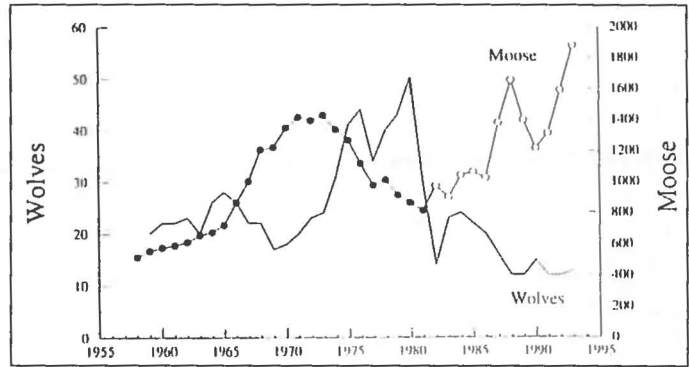
## Gleichgewichte in der Natur - eine Illusion?!

Anzumerken ist, daß dieses Modell nur für eine ideale Population, die so in freier Natur nicht gefunden werden kann, gilt. Fluktuationen von Wildtierpopulationen werden nämlich zusätzlich von einer Vielzahl von Störgrößen, die nicht prognostizierbar sind, beeinflusst. Beispiele dafür sind Krankheiten (s. u.), ungewöhnliche Witterungsbedingungen wie hohe Schneelage oder Brände, die durch Blitzschlag entstehen können. Diese Störgrößen können die Konkurrenzverhältnisse einseitig beeinflussen, so daß das „Gleichgewicht“ (wenn es so etwas überhaupt gibt) des Systems aus den Fugen gerät. So kann die Elchpopulation nach großen Bränden aufgrund erhöhten Nahrungsangebots explosionsartig anwachsen, obwohl sie gemäß dem Modell gerade im Absinken begriffen ist.

Bilden sich nach Tauwetterlagen Eiskrusten auf der Schneedecke, so können die Wölfe auf der Kruste gut gehen, die Kälber jedoch, die durchbrechen, werden zur leichten Beute der Wölfe. Auch hier führt eine Störgröße dazu, daß Realität und Modell von einander abweichen.

Die geschilderten Fluktuationen haben natürlich auch einen erheblichen Einfluß

Abb. 1: Entwicklung der Wolf- und Elch-Population (bis 1981 Rekonstruktion der Elchpopulation anhand von Totfunden, ab 1982 anhand von Zählungen der Elche vom Flugzeug aus)



auf die erste trophische Ebene, d. h. auf die Vegetation. Der amerikanische Name des Elches beschreibt dessen Nahrungsökologie recht treffend: „Moose“ kommt aus dem Indianischen und bedeutet soviel wie Zweigfresser. Mit seinem kurzen Hals, der es dem Tier nicht erlaubt, direkt am Boden zu äsen, und seinem Verdauungssystem hat sich der Elch auf holzige Pflanzen der Strauchschicht spezialisiert. Daraus folgt der große Einfluß dieses Tieres auf die Zusammensetzung und Struktur des Waldes.

Auf ISRO ist die Tanne mit 70 % die weitaus wichtigste Winternahrung für den Elch. Sie ist damit ein guter Weiser für den Einfluß dieses großen Pflanzenfressers auf das Waldökosystem. Der Untersuchung ihrer Verbißbelastung kommt somit eine besondere Bedeutung zu.

In den letzten Jahren konnten wir beobachten, daß es der Tanne im Ostteil der Insel gelungen war, dem Äser des Elches zu entkommen und in die Unterschicht einzuwachsen. Mit Hilfe von Stammanalysen wurde der Zeitpunkt des Wachstumsschubes auf die frühen 80er Jahre datiert. Vergleichen wir dieses Ergebnis mit Abb. 6, so stellen wir fest, daß damals die Anzahl der Wölfe ihr Maximum, die der Elche ihr Minimum erreicht hatte. Als der Druck der Pflanzenfresser sein Minimum erreicht hatte, gelang es der Tanne, die jahrelang unter Verbißdruck ausgeharrt hatte, den Bereich des Elchäsers zu durchwachsen.

Dieser Verjüngungsschub konnte jedoch nicht im Westteil der Insel beobachtet werden.

Dies hängt wahrscheinlich mit der unterschiedlichen Dichte des Kronendaches im Ost-, bzw. Westteil der Insel zusammen. So liegt der aktuelle Beschirmungsgrad im Osten bei 0,6, im Westen bei 0,8. Als 1980 der Verbißdruck der Elche am geringsten war, dürfte der Schlußgrad auf beiden Teilen der Insel noch höher gelegen sein, was im Westen verhinderte, daß die Tanne aus dem Äser herauswachsen konnte.

Für die unterschiedliche Dichte des Kronendaches der beiden Inselenden bie-

ten sich folgende Erklärungen an: Zum einen ist der Ostteil stärker den Sturmwinden vom offenen See ausgesetzt, und zum anderen ist die Gründigkeit der Böden hier geringer als im Westen. Dies hat zur Folge, daß Bäume im Osten öfters entwurzelt werden und dadurch der Schlußgrad niedriger liegt als im Westen.

Diese Untersuchungen geben uns Hinweise auf die Bedeutung von großen Beutegreifern auf ökosystemare Abläufe. So scheint der Wolf, zumindest auf der ISRO, einen erheblichen Einfluß auf Verjüngungsvorgänge in Waldökosystemen zu besitzen.

## Die Natur verhält sich anders als erwartet

Seit Beginn der 80er Jahre verhält sich das Wolf-Elch-System jedoch anders, als es die Prognosen erwarten lassen. 1980 hatte die Wolfspopulation mit etwa 50 Tieren (0,9 Tiere/1.000 ha) eine sehr hohe Dichte erreicht. Dem Modell zufolge sollte die Wolfspopulation nun langsam abfallen, nach ca. 10 Jahren ihr Minimum erreichen und sich danach wieder erholen. Tatsächlich verschärfte sich der Nahrungsmangel bei den Wölfen, was mit erhöhter Aggressivität einherging. Rudel wanderten auf der Suche nach Nahrung durch fremde Territorien. Dies hatte direkte Auseinandersetzungen zwischen den Rudeln zur Folge. Auch innerhalb der Rudel konnte eine gesteigerte Aggressivität beobachtet werden, es kam zu Rankämpfen und subdominante Tiere wurden aus dem Rudel ausgestoßen oder sogar getötet.

Ergebnis war nicht ein kontinuierliches Absinken der Population, wie prognostiziert, sondern ein dramatischer Zusammenbruch: Zwischen 1980 und 1982 starben insgesamt 52 Wölfe, die territoriale und soziale Struktur der Wolfspopulation änderte sich tiefgreifend.

Zudem gab es im Jahr 1981 keinen Zuwachs, da entweder keine Welpen geboren wurden oder, falls doch, keiner den Sommer überlebte. Nach dem Zusammenbruch der Population erwartete man gemäß der Prognose wieder ein Anstei-



Die Elche im Nationalpark sind nicht scheu, sie lassen sich leicht beobachten.



Die Wölfe auf ISRO haben bereits 50 % ihrer genetischen Variabilität verloren.

gen auf ca. 20 Tiere. Statt dessen stabilisierte sich der Bestand, bei geringer Mortalitäts- und Reproduktionsrate, bei 12.

Um die Abweichung vom Modell zu erklären, wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt:

1) Die Nahrungsversorgung der Wölfe läßt kein Anwachsen der Population zu.

Die Anzahl der Elche ist in den letzten Jahren weiter angestiegen. Mittlerweile (1995) leben auf der Insel über 2.400 Elche (1994: 1850 Elche), was einer Dichte von 4,4 (3,4) Tieren auf 100 Hektar entspricht. Zudem hat der Anteil alter Tiere schon einen hohen Wert erreicht, und geringere Stickstoffgehalte im Urin sowie abnehmende Fettreserven im Knochenmark weisen auf eine schlechte Kondition der Elche hin. Damit scheint Nahrungsmangel kein Grund für die niedrige Wolfspopulation zu sein.

2) Krankheiten sind für den Zusammenbruch der Population verantwortlich und führen dazu, daß sie sich nicht wieder erholt.

1988, erst sechs Jahre nach dem Zusammenbruch der Population, erlaubte es der Nationalparkservice, die Wölfe für Untersuchungen zu fangen. Damit konnte das Blut der Tiere auf Krankheitserreger hin untersucht werden. Es konnte der Erreger

der Pavovirose nachgewiesen werden. Dieser Virus hat vermutlich eine wichtige Rolle während des Populationszusammenbruchs 1980 bis 1982 gespielt. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, daß damals ca. 50 % der Hunde auf dem Festland an dieser Krankheit starben. Da dieses Virus verstärkt Welpen befällt, kann damit auch erklärt werden, daß es 1981 keine erfolgreiche Reproduktion gab. Nach 1988 konnten jedoch keine Krankheitserreger im Blut nachgewiesen werden. Die geringe Reproduktivität in den folgenden Jahren kann somit nicht mit dieser Krankheit erklärt werden.

3) Genetische Defekte führen zu geringer Reproduktionsrate.

Man nimmt an, daß es in kleinen Populationen beim Durchlaufen von Generationen zu einem Verlust genetischer Variabilität kommt, der wiederum eine geringere Reproduktivität zur Folge hat.

Tatsächlich fanden Molekulargenetiker mit Hilfe des genetischen Fingerabdrucks heraus, daß die Wölfe sehr eng miteinander verwandt sind. Alle Tiere auf der ISRO stammen nämlich von einem Weibchen ab und haben bereits 50 % ihrer genetischen Variabilität verloren. Es scheint also möglich, daß die geringe Reproduktivität durch genetische Defekte ausgelöst wurde. Dagegen spricht jedoch, daß 1994

wieder 8 Welpen geboren wurden, so daß die Population wieder einen leicht positiven Trend zeigt.

Zum jetzigen Zeitpunkt läßt sich also noch keine hinreichende Erklärung für den geringen Reproduktionserfolg zwischen 1988 und 1993 geben. Es bleibt vor allem abzuwarten, ob die 8 Welpen 1994 eine Ausnahme waren oder die Population nun tatsächlich wieder ansteigt.

### Auch in Zukunft bleibt es spannend

Es bleibt also interessant, zu verfolgen, wie sich das System auf der ISRO in Zukunft verhalten wird. Können die Wölfe den weiteren Anstieg der Elchpopulation umkehren und somit wieder einen Verjüngungsschub der Tanne, diesmal im Westteil der Insel auslösen? Oder werden die Wölfe aus genetischen Gründen aussterben? Und wenn die Wölfe aussterben, wird die Elchpopulation noch immer periodischen Schwankungen, die eine Verjüngung der Tanne, auch ohne Wolf, erlauben, unterworfen sein. In jedem Fall können wir auf Forschungsergebnisse hoffen, die auch oder gerade für uns in Mitteleuropa eine besondere Bedeutung haben:

- 1) Welche Rolle spielt der Wolf in der Verjüngungsökologie von Wäldern?
- 2) Wie groß müssen Tierpopulationen sein, um langfristig überleben zu können?



Elch-Fichten-Savanne im Westteil der Insel



Reichlich Tannen-Verjüngung im Ostteil der Insel