



Titelseite
**Steinbockrudel im Nationalpark
Gran Paradiso**
Foto: PNGP/Alice Brambilla

Rückseite
**Blick in die Val Trupchun
im Schweizerischen Nationalpark**
Foto: SNP/Seraina Campell Andri

CRATSCHLA

Ediziuin speziala



DER ALPENSTEINBOCK

Forschungsgeschichte und neue Erkenntnisse

EDITORIAL

1 DER STEINBOCK IN EUROPA

Bruno Bassano

GESCHICHTE

2 VOM ENDE DES STEINBOCKS

Andreas Zechner

METHODIK

4 STEINBOCKBEOBACHTUNGEN

Alice Brambilla, Seraina Campell Andri

ÖKOLOGIE

6 WER IST UND WO LEBT DER STEINBOCK?

Alice Brambilla, Flurin Filli

FORSCHUNG

10 FORSCHUNGSGESCHICHTE

Bruno Bassano, Seraina Campell Andri

14 POPULATIONSDYNAMIK

Achaz von Hardenberg, Seraina Campell Andri

16 GENETISCHE FOLGEN DER WIEDERANSIEDLUNG

Iris Biebach, Christine Grossen, Lukas Keller

19 WAS FRISST DER STEINBOCK?

Pia Anderwald, Francesca Brivio

21 WINTERSTRATEGIEN

Claudio Signer

24 VERÄNDERUNGEN IN DER RAUMNUTZUNG

Ivar Herfindal



DER STEINBOCK IN EUROPA

Der Alpensteinbock stand Mitte des 19. Jahrhunderts kurz vor dem Aussterben. Der eindeutigste Beweis dafür ist seine äusserst niedrige genetische Variabilität. Heute ist die Geschichte dieser Art in allen alpinen Regionen, von Frankreich bis Slowenien, wohl bekannt. Als Hauptursache des Rückgangs wird fast durchgehend der direkte Eingriff des Menschen bezeichnet: die uneingeschränkte und ungeregelte Bejagung.

Forschungsarbeiten in vielen von dieser Art bewohnten Gebieten eröffneten neue Interpretationsmöglichkeiten. Die Dynamik vieler alpiner Populationen ist direkt von der Schneedecke abhängig. In besonders schneereichen Wintern nehmen die Wanderungen der Böcke im Reproduktionsalter drastisch ab und damit auch der Kontakt mit den paarungsbereiten Weibchen und damit die genetische Dispersion. Im Unterschied zur Gämse fand im Laufe der Entwicklung dieser Art keine anatomische Anpassung an die Bewegungen im Schnee statt. Die einzige Überlebensmöglichkeit im Winter bietet die Strategie, im Sommer und Herbst möglichst reichhaltige Fettreserven anzulegen. Je mehr diese Art erforscht wird, desto offensichtlicher wird die Tatsache, dass sich der Steinbock noch nicht an das alpine Klima und insbesondere an die starken Schneefälle angepasst hat.

Das schrittweise Aussterben dieser Art fiel in die Zeit um 1300 bis 1850, welche die Klimatologen heute als die Kleine Eiszeit (Little Ice Age, LIA) bezeichnen, in der die Eisflächen auf der nördlichen Halbkugel ihre grösste Ausdehnung in der nahen Vergangenheit erreichten. Die Steinböcke suchten ihr Heil in der Flucht vor Schnee und Eis und wichen in die Nähe der Dörfer aus; vielleicht war der Grund für ihre Rettung in den italienischen Alpen nicht so sehr deren Abgeschiedenheit, sondern die Tatsache, dass diese weniger kalt und schneebedeckt waren.

Die wahren Gründe für das lokale Aussterben werden wir nie erfahren. Aber die Geschichte zeigt uns, dass wir es mit einer schwer zu erhaltenden Art zu tun haben, die eine geringe genetische Variabilität und eine erhebliche ökologische Sensibilität aufweist.

Seit einigen Jahren haben wir es mit einem scheinbar unlogischen Rückgang einiger Populationen des Alpensteinbocks zu tun und dies in einer Phase der globalen Erwärmung. Dieser scheinbare Widerspruch bestätigt in Wirklichkeit die Abhängigkeit dieser Wildart von den Schneefällen: ohne strenge Winter steigt die Überlebensrate der erwachsenen Tiere erheblich an und ohne Regulierung altern die Populationen. Um aus dieser Geschichte eine Lehre zu ziehen, sollten wir uns alle motiviert fühlen und unsere Kenntnisse in der Biologie und Ökoethologie zu diesem symbolischen und imposanten Tier vertiefen. An erster Stelle sind hier die nationalen Schutzgebiete gefragt, deren Rolle nicht nur als Rückzugsgebiet zu verstehen ist, sondern vielmehr auch als ein Labor, in dem langfristige Studien und Forschung möglich werden.

Bruno Bassano

Servizio sanitario e della ricerca scientifica, Parco Nazionale Gran Paradiso,
Via della Rocca 47, I-10123 Torino



Le opportunità non hanno confini.



Herausgeber Schweizerischer Nationalpark, Nationalpark Gran Paradiso und Interreg Italien-Schweiz. Redaktorin dieser Ausgabe Seraina Campell Andri, SNP Lektorat und Übersetzung Reinhold Ferrari, ALPS-LaRete, Seraina Campell Andri, SNP Gestaltung, Satz und Bildreproduktion DUPLEX DESIGN GMBH, Basel. Druck, Ausrüsten und Versand Galledia, Flawil. Papier LuxoArt Silk FSC MIX IMO-COC-028666 Redaktion Schweizerischer Nationalpark, Nationalparkzentrum, 7530 Zerne, Telefon 081 85 41 11, Telefax 081 85 41 12, www.nationalpark.ch, info@nationalpark.ch. Publikation dank der finanziellen Unterstützung durch INTERREG ITALIEN-SCHWEIZ, Projekt GREAT.

VOM ENDE DES STEINBOCKS

Der Steinbock hat in den vergangenen Jahrhunderten eine wechselvolle Geschichte durchlebt, die ihn an den Rand der Ausrottung gebracht hat. Noch im Mittelalter in weiten Teilen der Alpen verbreitet, begannen seine Bestände mit Beginn der Frühen Neuzeit drastisch abzunehmen.

Andreas Zechner

Neben der Einengung seines Lebensraums durch den Menschen und seine Nutztiere, sowie den ungünstigen Klimaverhältnissen während der so genannten *Kleinen Eiszeit* (Little Ice Age, LIA), dürfte dem Steinbock vor allem die zunehmende Verbreitung von Feuerwaffen zum Verhängnis geworden sein. Zur begehrten Jagdbeute machte ihn insbesondere die Heilkraft, die sämtlichen Körperteilen zugeschrieben wurde. Besonders im Barockzeitalter wurden Steinbockhorn oder Bezoarkugeln, aber auch Fell, Blut und selbst die Losung zu Arzneien verarbeitet und in eigenen Steinbock-

apotheken angeboten. Das wertvolle Horn diente ferner als Rohstoff für eine heute längst ausgestorbene Form des Kunsthandwerkes – die Steinbockhornschnitzerei.

CHRONOLOGIE EINER AUSROTTUNG

Seit dem 16. Jahrhundert lässt sich im gesamten Alpenraum ein kontinuierlicher Rückgang der Steinwildbestände beobachten. So war im Kanton Glarus der letzte Bock bereits 1550 gefallen, im Gotthardgebiet um 1580. Zur selben Zeit war das Steinwild auch in weiten



Abb. 1 Faksimile aus einem Kochbuch, Augsburg 1719

Teilen Österreichs und im Südtirol verschwunden, da 1574 in den gesamten Habsburgischen Erblanden kein Steinbock mehr anzutreffen war. Im Engadin waren die Tiere um die Mitte des 17. Jahrhunderts vollständig ausgerottet, 1661 schliesslich auch in der Zentralschweiz. Um das Jahr 1710 folgte das Ende der letzten Kolonie der Ostalpen. Diese befand sich im hinteren Zillertal in Tirol und unterstand in jener Zeit dem Salzburger Erzstift. Ob hier die letzten Vertreter einer heute ausgestorbenen ostalpinen Unterart des Steinbocks gelebt hatten, ist bislang noch nicht geklärt. In abgegrenzten Gebirgsregionen der Westalpen wie dem Wallis vermochte sich das Steinwild etwas länger zu halten. Doch auch hier soll der letzte Bock Anfang des 19. Jahrhunderts an der Dent Blanche gefallen sein. Im gesamten Alpenraum war nun nur mehr eine einzige Kolonie im oberitalienischen Gran Paradiso übrig geblieben. Unter dem Schutz des Hauses Savoyen konnte hier eine ca. 100 Tiere umfassende Restpopulation erhalten werden, von der letztlich alle heute lebenden Alpensteinböcke abstammen.

NEUE ERKENNTNISSE ZUM ENDE DES STEINBOCKS IN DEN OSTALPEN

Der Zeitpunkt der Ausrottung lässt sich in den unterschiedlichen Regionen der Alpen zwar recht gut rekonstruieren. Über die Gründe, die im Einzelnen dazu geführt haben, ist jedoch wenig bekannt. Ein Forschungsprojekt an der Universität Salzburg befasst sich nun mit dem Ende des letzten autochthonen Steinwildbestandes der Ostalpen im Zillertal. Hier erliessen die Salzburger Erzbischöfe bereits im 17. Jahrhundert rigorose Schutzbestimmungen, um diese wertvolle Wildart zu erhalten. Sie reichten von Betretungsverboten über das Verbot von Viehtrieb bis hin zu harten Wildereistrafen wie der Galeerenstrafe. All diese Massnahmen scheinen anfangs auch erfolgreich gewesen zu sein, denn zeitgenössischen Angaben zufolge hatte sich der Steinwildbestand im Zillertal von 135 Tieren im Jahr 1683 auf knapp 180 im Jahr 1694 erhöht. Spätestens im Winter 1710/11 hatte die Kolonie dennoch aufgehört zu bestehen.

Was zu diesem abrupten Ende des Zillertaler Bestandes geführt hat, lag lange Zeit im Dunkeln. Neueste Forschungserkenntnisse lassen jedoch einen Zusammenhang zwischen dem Untergang der Kolonie und einem ambitionierten Plan ihres letzten Jagdherren, des Salzburger Erzbischofs Johann Ernest Graf von Thun (1687–1709), vermuten. Dieser ordnete zur Vermehrung der Steinböcke in seinem Territorium



Abb. 2 Steinbockhörner als Trinkhörner verwendet um 1740

die Gründung einer weiteren Kolonie im Tennengebirge südlich der Stadt Salzburg an. Die Tiere für diesen so genannten «Steinbock-Zügl» liess er im Zillertal einfangen.

Auf diese Weise wurden dem Zillertaler Bestand zwischen 1696 und 1706 mindestens 68 Steinböcke (24 Böcke, 28 Geissen und 16 Kitze) entnommen. Insgesamt dürften es wohl um die 100 Individuen gewesen sein, da nicht für jedes Jahr die genaue Anzahl der gefangenen Tiere überliefert ist. Diese übermässige Bestandsreduktion dürfte in der Folge zu einer nachhaltigen Schwächung der Zillertaler Kolonie geführt haben. Vollständig ausgelöscht wurde sie dadurch aber anscheinend noch nicht. Vielmehr bedurfte es dazu eines weiteren Faktors, der von überregionaler Natur gewesen sein muss. Schliesslich war nur ein Jahr vor den ersten Meldungen über das Ende des Steinwildes im Zillertal auch der «Steinbock-Zügl» im Tennengebirge endgültig gescheitert.

Der Verdacht fällt auf einen der härtesten Winter der vergangenen 500 Jahre – den Winter 1708/09, der weiten Teilen Europas arktische Temperaturen und erhebliche Schneemassen bescherte. Allem Anschein nach versetzte dieser Starkwinter dem – durch die übermässigen Fangjagden in den Jahren zuvor geschwächten – letzten autochthonen Steinwildbestand der Ostalpen den Todesstoss.

Andreas Zechner, Fachbereich Geschichte, Universität Salzburg, Erzherzog Eugen Str. 24, A-5020 Salzburg

STEINBOCKBEOBACHTUNGEN

Zwei Wandertipps von Insidern

Alice Brambilla, Seraina Campell Andri

VALLONE DI LEVIONAZ (VALSAVARENCE) – DAS LETZTE STEINBOCKASYL

Wer einen Tag auf den Spuren des Steinbocks verbringen möchte – noch dazu dort, wo er vor dem Aussterben bewahrt wurde und heute noch erforscht und geschützt wird – dem soll und muss man eine Wanderung ins Vallone di Levionaz empfehlen. Der gut markierte und einfach begehbbare Wanderweg beginnt bei Eaux Rousses, einem kleinen Weiler von Valsavarenche. Nach etwa eineinhalb Stunden Wanderung – nicht ohne vor den Infotafeln zur Biologie und zum Verhalten des Steinbocks Halt gemacht zu haben – erreicht man die Hütte der Parkwächter auf 2300 m über Meer. Ein kurzes Wegstück weiter steht der Wanderer vor dem Vallone di Levionaz, einem bezaubernden Hochtal, einem wahrlich wertvollen Juwel. Je nach Jahreszeit hat man die Möglichkeit, die Hornträger an verschiedenen Stellen zu erspähen. Den ersten Wanderern, die Anfang Juni diese Anhöhen erklimmen, eröffnet sich ein wahre Augenweide: die Steinböcke äsen ruhig in der ebenen Sohle des kleinen Tälchens.

Im Gebiet von Levionaz wird der Steinbock intensiv erforscht und der Grossteil der Tiere, denen man hier begegnet, ist markiert. Dadurch sind die Forscher und Wissenschaftler in der Lage, die Tiere

einzelnen wiederzuerkennen, jahrelang zu beobachten und wertvolle Erkenntnisse über die Ökologie dieser Art zu sammeln. Mit dem sommerlichen Temperaturanstieg nimmt die Bewegungsaktivität der Tiere ab und beschränkt sich auf wenige Stunden nach Sonnenaufgang und vor Sonnenuntergang. Auch die Weideplätze ändern sich, und um die Tiere beobachten zu können, ist der Wanderer gezwungen, in höhere Lagen bis nach Levionaz di Sopra (2700 m ü.M.) oder in die Täler Lauson und Timorion vorzustossen. Das grossartige Schauspiel der gruppenweise springenden und sich spielend stossenden Steinböcke, die beim Sonnenuntergang gemeinsam eine von den Parkwächtern vorbereitete Salzleckstelle aufsuchen, ist mit Sicherheit die Mühe des Aufstiegs wert. Wer hingegen den Park im Winter oder zum Frühlingsbeginn besichtigen und die Steinböcke beobachten möchte, begibt sich in die Nähe des Weilers Tignet, wenige hundert Meter vom Hauptort der Valsavarenche entfernt. Hier versammeln sich im Frühling die ersten Gruppen von Steinbockmännchen, wobei einzelne Tiere teilweise bereits im Winter zu sehen sind.

FUORCLA TRUPCHUN – PARADIES DER STEINBÖCKE

Die Fuorcla Val Trupchun kann man von zwei Startpunkten aus erreichen: Von Livigno über die eindrucksvolle Valle del Saliente mit ihrer zerfurchten Hochgebirgslandschaft oder von S-chanf über die Val Trupchun, Hirscharena der Alpen und Favoritin mancher Nationalparkwanderer. Von der Fuorcla Trupchun kann auf beiden Seiten ein herrliches Panorama überblickt werden. Dieses Gebiet ist bekannt für seinen Reichtum an Steinböcken.

In der Val Trupchun lassen sich die Steinböcke häufig in den Grasflanken auf der orographisch rechten Seite beobachten, den sogenannten Spedlas (Schultern), von denen es fünf gibt. Nicht selten übersieht man die gut getarnten Tiere, vor allem wenn sie liegen.



Hütte der Parkwächter im Nationalpark Gran Paradiso

Auch die Steinböcke haben längst erkannt, dass der Weg, auf dem sich gelegentlich Wanderer bewegen, als Liegeplatz am besten geeignet ist. Sie lassen sich auf den flachen Stellen des Weges nieder und sind nur bedingt erfreut, wenn sich ihnen ein Tourist nähert. Steinböcke sind sanftmütige Wesen, auch wenn sie mal provokativ die Hörner senken. In der Valle del Saliente können die Steinböcke bei la Stretta auf der linken Talseite sehr gut beobachtet werden. Ganz nah an den Felswänden finden sich sowohl junge als auch ältere Steinböcke zusammen.

Im Winter finden die Hornträger am südöstlich gelegenen Il Motto in Italien ideale Lebensräume. In der warmen Jahreszeit suchen die Tiere höhere Lagen auf, um sich im Kretenwind die notwendige Abkühlung zu verschaffen. An heissen Hochsommertagen sehen wir die Steinböcke häufig auf dem zugigen Grat des Piz Chaschauna oder an schattigen Stellen – meist liegend und mit Wiederkäuen beschäftigt.

Alice Brambilla, Dipartimento di scienze della terra e dell'ambiente, Università di Pavia, Via Ferrata 9, I-27100 Pavia

Seraina Campell Andri, Parc Naziunal Svizzer, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zerne



Vallone di Levionaz im Nationalpark Gran Paradiso



Blick in die Valle del Saliente nahe des Schweizerischen Nationalparks ...



... von der Fuorcla in die Val Trupchun im Schweizerischen Nationalpark

WER IST UND WO LEBT DER STEINBOCK?

Der Alpensteinbock ist ein im gesamten Alpenbogen verbreitetes, grosses Huftier. Er gehört zu den bekanntesten und beliebtesten Arten, bewohnt die höheren Bergregionen und ist an den grossen Hörnern leicht erkennbar, die seinem sich gegen die Bergspitzen und den Himmel abzeichnenden Profil einen unverwechselbaren Charakter verleihen. Der Steinbock ist zwar über den gesamten Alpenhauptkamm verbreitet, seine Präsenz in den jeweiligen Gebieten ist jedoch weiterhin sehr fragmentiert; die derzeitigen Populationen sind häufig isoliert, und ein Austausch von Individuen zwischen den Kolonien wird somit praktisch unmöglich.

Alice Brambilla, Flurin Filli



Foto: SNP/Hans Lozza

Mittelalter Steinbock im Frühling

VERBREITUNG

Die Ursache der lückenhaften Verbreitung dieser Art hat mit der jüngsten Geschichte zu tun: Mit Ausnahme der Population um das Massiv des Gran Paradiso (Italien) sind alle derzeitigen Kolonien das Ergebnis von Wiederansiedlungen. Bis ins 17. Jahrhundert hinein war der Steinbock im gesamten Alpenraum verbreitet. Das allmähliche Aussterben dieser Art erfolgte in einer Zeit, der die Klimatologen heute den Namen *Kleine Eiszeit* (*Little Ice Age*, LIA) verleihen. Auch die Verbreitung der Feuerwaffen führte zu einem einschneidenden Rückgang seiner Populationen und fast zum Aussterben der Art. Eine Forschungsarbeit aus den 70er Jahren berichtet, dass im 18. Jahrhundert weniger als 100 Steinböcke, alle davon im Gebiet des Gran Paradiso, überlebt hatten. Seit 1821 und besonders nach der Ausweisung des ersten Nationalparks Italiens im Jahre 1922 – dem Nationalpark Gran Paradiso (NPGP) – geniesst die Population des Gran Paradiso einen besonderen Schutz. Dieser Population wurden ab Anfang des 20. Jahrhunderts einige Individuen entnommen und zuerst in der Schweiz, dann im restlichen Alpengebiet freigelassen, wodurch das Steinwild vor dem Aussterben gerettet werden konnte. Heute leben einige Kolonien in Nationalparkgebieten (u. a. Schweizerischer Nationalpark (CH), Parc National du Mercantour (FR), Parc National de la Vanoise (FR), Nationalpark Hohe Tauern (AT), Triglavski Narodni Park (SI)), während andere kleinflächigere Schutzgebiete oder sogar Gebiete ohne Schutzstatus besiedeln. Die Bejagung dieser Art ist von Land zu Land verschieden: In einigen Ländern besteht absolutes Jagdverbot, in anderen wird das Steinwild sogar in den Schutzgebieten bejagt.



Foto: SNP/Hans Lozza

Eine Steingeiss mit ihrem Kitz beim Äsen

BIOLOGIE

Der Steinbock ist ein starkes und mächtiges Tier: Adulte Männchen wiegen im Herbst bis zu 120 kg, während die Weibchen erheblich kleiner sind und maximal 55 bis 60 kg wiegen. Trotz seiner Körpergrösse ist der Steinbock ein flinker und wendiger Kletterer; dank der besonderen Ausbildung seiner Hufe ist er im Notfall imstande, sich auf fast vertikale Felswände zurückzuziehen. Besonders gegen Ende der Tragzeit bevorzugen die Geissen kleine Grasflächen in der Nähe von schroff abfallenden Felswänden, wo sie im Notfall zusammen mit ihren Jungen Schutz suchen. Die Kitze sind bereits einige Minuten nach der Geburt sehr agil und in der Lage den Müttern überall hin zu folgen. Die Männchen hingegen, die aufgrund ihrer Grösse weniger Gefahren ausgesetzt sind, kann man häufig beim ruhigen Äsen auf den alpinen Hochweiden beobachten.

Wie dies auch für andere alpine Arten der Fall ist, steht das Leben eines Steinbocks im Zeichen der Jahreszeiten: Im Frühling bei der Schneeschmelze versammeln sich die Böcke in kleinen Gruppen auf den

niedriger gelegenen alpinen Wiesen; auch die Weibchen begeben sich auf die Suche nach den ersten schneefreien Hängen, bevorzugen jedoch geschützte und abgelegene Bereiche. In dieser Jahreszeit kann man manchmal auch gemischte Gruppen von Männchen und Weibchen beobachten, was sonst im Laufe des weiteren Jahres kaum der Fall ist. Die Weibchen sind immer noch in Begleitung der im letzten Sommer geborenen Kitze. Im Spätfrühling und Frühsommer, mit fortschreitender Schneeschmelze und dem ersten Grün der Weiden, suchen auch die Männchen höhere Lagen auf. Der Steinbock erträgt höhere Temperaturen kaum, und seine Unfähigkeit einer autonomen Temperaturregulation zwingt ihn, sich temperaturabhängig in unterschiedlichen Höhenlagen aufzuhalten. Im Juni werden die Kitze gesetzt. Dabei isolieren sich die trächtigen von den anderen Geissen und suchen geschützte und unzugängliche Stellen auf. Erst einige Tage nach dem Setzen bilden sie zusammen mit den anderen Weibchen Gruppen, deren Zusammensetzung sich im Laufe des ganzen Sommers kaum ändert.



Foto: SNP/Hans Lozza

Eine Steingeiss stellt ihre Kletterfähigkeiten unter Beweis

VERHALTEN

Für das gesellschaftliche Verhalten der Böcke hingegen wurde der Begriff *fission-fusion* geprägt: Sie leben häufig in Gruppen, deren Zusammensetzung höchst dynamisch ist. Wesentlich beeinflusst wird die Gruppenzusammensetzung vom Alter: Böcke bilden häufig Gruppen mit gleichaltrigen Männchen. Im Frühling beginnen auch die Schaukämpfe zwischen den Männchen, die jetzt schon versuchen, die Hierarchien und die Dominanz festzulegen: Diese wird dann bis zur winterlichen Reproduktionszeit beibehalten und erlaubt den Männchen eine beträchtliche Energieeinsparung in einer unwirtlichen Jahreszeit wie dem Winter.

Die Haupttätigkeit im Frühling und Sommer – Jahreszeiten, die der Steinbock optimal nutzen muss, um ausreichend Reserven für den Winter anzusetzen – ist das Grasens. Fast die gesamte Tagesaktivität, die sich im Wesentlichen auf die Zeit um den Sonnenaufgang und den Sonnenuntergang konzentriert, verbringt das Steinwild mit dem Äsen. In den Stunden um die

Mittagszeit steigt die Aussentemperatur an und das Steinwild schränkt seine Tätigkeit ein; es verbringt die Zeit liegend, ist in den höheren Lagen mit dem Wiederkäuen beschäftigt, und sucht den Schatten grosser Felsbrocken bzw. Nischen in den Felswänden auf. Im Herbst, nachdem sie den ganzen Sommer über Fettreserven angelegt haben, um den strengen alpinen Winter zu überwinden, erreichen die Steinböcke das maximale Körpergewicht.

FORTPFLANZUNG

Bevor sie jedoch alle Anstrengungen auf das winterliche Überleben konzentrieren, erwartet sie eine weitere grosse Kraftprobe: Dezember und Januar sind der Reproduktion gewidmet. Männchen und Weibchen versammeln sich erneut für einige Wochen, und es besteht die Möglichkeit Liebesspiele, Kämpfe zwischen den Böcken und Paarungen zu beobachten.

Das Reproduktionssystem, das die Geissen verteidigenden Steinböcke, wird als polygen bezeichnet: Jeder Steinbock versucht sich mit mehreren Weibchen zu paaren, aber nur die grossen dominanten Männchen sind imstande, die Weibchen vor der Werbung anderer Männchen zu verteidigen und sich wirklich fortzupflanzen. Es wurden zwei Hauptpaarungsstrategien beschrieben: Das *tending*, dabei kontrollieren die grossen dominanten Böcke das Weibchen und verhindern, dass sich ihm andere Männchen annähern; und das *coursing*, bei dem junge Männchen die wenigen Augenblicke nutzen, in denen die Weibchen unbewacht sind und versuchen, sich *fliegend* zu paaren.

Die Beschreibung dieser beiden Strategien und die ersten Ergebnisse der Vaterschaft aus Genanalysen der Kitze stellen nunmehr die traditionelle Überzeugung in Frage, nach der sich nur die grossen, alten Steinböcke fortpflanzen. Die Mühen der Reproduktion und der strenge Winter gehören zu den wichtigsten Todesursachen der Steinböcke. Im Gegensatz zu unseren Vorstellungen ist diese Art nämlich nicht besonders geeignet für die schneereichen Winter, wie sie für die Alpen charakteristisch sind: Durch die Körpermasse ist es für den Steinbock besonders aufwendig und mühsam, auf den schneebedeckten Hängen nach Nahrung zu suchen und, gegen Ende des Winters kann man relativ häufig erschöpfte Tiere beobachten, denen die Fortbewegung schwerfällt und die bei jedem Schritt im Schnee versinken. Zu dieser Zeit trennen sich die Gruppen wieder und die Überlebenden des Winters werden sich erst am Anfang des Frühlings und des neuen Jahreszyklus wieder sammeln.

RAUMNUTZUNG

Der Steinbock ist ein eher vertrauensvolles und leicht zu beobachtendes Tier. Beobachtungen in der Höhe sind häufig ein besonderes Ereignis für Fotografen und Wanderer. In den Schutzgebieten sind die Tiere meist weniger menschen-scheu, was wiederum die Bedeutung des Naturschutzes unterstreicht. Eine grössere Vertraulichkeit der Tiere bedeutet jedoch nicht, dass man sich ihnen immer mehr nähern kann: Von den Tieren soll Abstand gehalten werden, um sie bei ihrer Tätigkeit nicht zu stören; ausserdem sind die Reglemente der Schutzgebiete genauestens einzuhalten. Da sich die Steinböcke im Laufe des Jahres auf verschiedenen Höhenstufen aufhalten, haben wirklich alle – von den erfahrenen Alpinisten bis hin zu den Wanderern auf einem Tagesausflug – die Möglichkeit, sie zu beobachten. Um diese Tiere jedoch optimal sichten zu können, sollte man sich an einige Regeln halten: Wie der Grossteil der Wildtiere ist auch der Steinbock im Hochsommer nur kurzzeitig aktiv.

Um diese Tiere beim Grasens oder beim Gruppenverhalten zu beobachten, sollte man morgens früh oder am späten Nachmittag nach dem Sonnenuntergang an Ort und Stelle sein; schwieriger wird es, sie in der brütenden Mittagshitze zu sichten; sollte dies dennoch gelingen, so werden sie wahrscheinlich unbeweglich im Schatten eines Felsbrockens schlafen.

Alice Brambilla, Dipartimento di scienze della terra e dell'ambiente, Università di Pavia, Via Ferrata 9, I-27100 Pavia

Flurin Filli, Parc Nazional Svizzer, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zermatt

Eine Gruppe männlicher Steinböcke bei einer spielerischen Kampfdarbietung



Foto: PNEP/Alice Brambilla

FORSCHUNGSGESCHICHTE

Zwei Nationalparks erforschen den Steinbock

Im Schweizerischen Nationalpark und Nationalpark Gran Paradiso werden seit der Gründung dieser Nationalparks Forschungsprojekte zum Thema Steinbock ausgeführt. Die Projekte behandeln verschiedene Themen wie Genetik, Krankheiten, Fortpflanzungs- und Winterökologie, Nutzung des Lebensraums und Ernährung.

Bruno Bassano, Seraina Campell Andri

DIE FORSCHUNG IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK

Die Idee zur Gründung eines grossen Schutzgebietes wurde schon früh im Jahre 1904 von verschiedenen Personen angeregt. Nach eingehender Prüfung erwies sich das Gebiet um den Ofenpass seiner Abgelegenheit und reichen Tier- und Pflanzenwelt wegen, als am besten geeignet. Am 1. August 1914 wird der Schweizerische Nationalpark (SNP) gegründet. Der SNP ist eine Naturoase im Herzen der Alpen. Tiere, Pflanzen, Lebensräume und natürliche Prozesse sind seit bald 100 Jahren vor menschlichen Einflüssen geschützt. Hier darf Natur einfach Natur sein – der Mensch steht im Hintergrund und ist Zeuge der dynamischen Prozesse, die dieser alpinen Landschaft ihren unvergleichlichen Charakter verleihen.

Die wissenschaftliche Forschung ermöglicht es, die natürlichen Prozesse zu verstehen. Der Nationalpark ist wie ein grosses Freiluftlaboratorium, in dem wir beobachten können, wie sich die Natur ohne menschliches Zutun entwickelt. Im Zentrum steht das Verstehen der natürlichen Zusammenhänge. Wissenschaftler aus verschiedenen Forschungsinstituten nutzen dieses einzigartige Freiluftlaboratorium, um Erkenntnisse über Artenentwicklung und Lebensraumveränderungen in den Alpen zu gewinnen. Die minimalen menschlichen Störungen und die langjährigen Forschungsaktivitäten von früheren Wissenschaftler-Generationen bieten ideale Bedingungen für unterschiedliche Forschungsdisziplinen. Die weit zurückreichenden Datenreihen des Nationalparks sind einzigartig und begründen seine Bedeutung als attraktiver Forschungsstandort.

ZÄHLUNGEN ALS DATENBASIS FÜR VIELE STUDIEN

Die ersten Dauerbeobachtungsflächen wurden bereits 1917 eingerichtet und werden seither regelmässig untersucht und dokumentiert. Die Wiedereinführung



Steinbock auf Nahrungssuche

des Steinbocks im SNP war ein Ziel bei der Gründung. Nach den ersten Aussetzungen in den 1920er und 1930er Jahren begann man bereits mit Zählungen, die bis heute stattfinden. Diese Datenbasis war der Grundstein für viele Studien zur Populationsdynamik des Alpensteinbocks unter natürlichen Bedingungen (FILLI 2002; SÆTHER et al. 2002) und wurde weiterentwickelt, um Zukunftsszenarien der schweizerischen Population vorherzusagen (SÆTHER und FILLI 2007; GRÖTAN et al. 2008).

Steingeiss mit Kitzen am Ruhen und Wiederkäuen



Trotzdem dauerte es bis in die 1960er Jahre, dass der frühere Präsident der Nationalparkkommission eine erste Studie zur Nutzung des Lebensraumes von Steinböcken veröffentlichte (NIEVERGELT 1966) und eine Reihe weiterer Studien zum Verhalten (WIRZ 1991, CATANIA 1995) und zur Ökologie initiierte (HOFMANN und NIEVERGELT 1972, STAUFFER 1988, BOLLMANN 1989, ZIMMERMANN 1990, HEMMI 1991, BRANDT 1992, SCHATANEK 1992, HEGGLIN 1996). Aus diesen verschiedenen Studien geht hervor, dass im Sommer vor allem die oberen und im Winter die tieferen Höhenlagen bevorzugt werden. Einflussfaktoren für die Habitatwahl sind Exposition, Hangneigung, Höhe über Meer und Schneedecke.

WALDSCHÄDEN FÜHREN ZU KONFLIKTEN

Ebenfalls wurden auch Probleme zum Management untersucht (NIEDERBERGER 1992, WÜST 1996, FILLI 2002). Waldschäden im Oberengadin führten zu Konflikten und zu einer eingehenderen Forschung an der Kolonie SNP/Albris. Daraus entstanden Beiträge zu den Auswirkungen von Steinböcken auf die Wälder (FEUERSTEIN 1996, ABDERHALDEN 2005, THEUS 2006), zur Habitatnutzung (ROCHAT 1996) und zur Geschlechtersegregation. Diese Studien zeigen, dass Wanderungen bis zu 20 Kilometer vom Sommer- in den Winterstand zurückgelegt werden. In der Zeit von Juni bis Oktober findet man fast ausschliesslich männliche Rudel und Geiss-Kitz-Rudel.

WAS FRESSEN DIE STEINBÖCKE?

Die Studien zu Ernährung und Nahrungsressourcen von Steinböcken (RUCKSTUHL et al. 2001, GRIGNOLIO et al. 2003) wurden auf den SNP adaptiert (ZINGG 2009). Dies ermöglichte zudem Vergleiche mit der Gämse (TRUTMANN 2009). Bis zu ca. 70% fressen

die Steinböcke Gräser. Im Winter und Frühling findet man in der Nahrung eine grosse Menge an *Cyperaceae* (Sauergrasgewächse), im Sommer vor allem Kräuter.

Soziale Dominanz ist ein grundlegender Aspekt in der evolutionären Ökologie polygyner Säugetiere (BERGERON et al. 2010, WILLISCH und NEUHAUS 2010, TETTAMANTI 2011). Derzeit konzentriert man sich vor allem auf Themen der Populationsgenetik (KELLER et al. 2012), klimatische Einflüsse (GRÖTAN et al. 2008), Wechselwirkungen mit der Vegetation und Prädation (GRIGNOLIO et al. 2007). Dies sind auch Themen, welche zurzeit und auch in Zukunft in der SNP-Forschung im Vordergrund stehen.

DIE FORSCHUNG IM NATIONALPARK GRAN PARADISO

Der Nationalpark Gran Paradiso (NPGP) wurde im Dezember 1922 gegründet. Als Beweggründe für die Ausweisung des Parks führten die damaligen Wissenschaftler die zoologische, botanische und geologische Bedeutung des Schutzgebiets an und erstellten eine erste Liste der schwerpunktmässigen Forschungsthemen für die Zukunft.

In den 30er Jahren beauftragte die Kommission, die die Verwaltung des eben gegründeten Parks übernommen hatte, angesehene Zoologen aus dem Piemont, insbesondere Prof. Enrico Festa, die im Schutzgebiet ansässige Wildfauna zu untersuchen. Dabei ging es um die kritische Beschreibung der zoologischen Besonderheiten des Gran Paradiso sowie um eine Aufnahme der vorhandenen und der bereits verschwundenen Arten (z.B. Bartgeier, Wolf, Luchs).

WIE LANG WERDEN DIE STEINBOCKHÖRNER?

Die ersten Arbeiten über den Steinbock stammen aus den 50er Jahren: Dabei wurde die Art, ihre Krankheiten und Parasiten beschrieben (GOIDANICH 1951, BISBOCCI & GUARDA 1959, BARASA 1963 und 1968). Diese Forschungsberichte sind zwar unterbewertet und kaum bekannt, aber trotzdem von Bedeutung, besonders im Zusammenhang mit der Untersuchung der *life history*. Barasa hat bereits vor mehr als 40 Jahren die Wachstumsdynamik des Steinbockhorns beschrieben, auf die Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen hingewiesen und insbesondere den Mechanismus der «late maturation» beim Steinbockmännchen aufgedeckt, d.h. das Aussetzen des Wachstums im Alter von ca. 8 Jahren. Diese Erkenntnisse wurden Jahre später wieder aufgegriffen und die damaligen Ergebnisse haben sich, wenn auch mit umfassenderen Erklärungen, bestätigt.



Foto: SNF/Seraina Campell Andri

Mit Ohrmarken versehener Steinbock im Nationalpark Gran Paradiso

WIEDERANSIEDLUNGSPROJEKTE IN EUROPA

In den 70er und 80er Jahren stand das Forschungsinteresse im Zeichen der Ökoethologie und der Ökopathologie des Steinbocks: Hier seien besonders die Arbeiten von Prof. Paolo Durio und der Forschungsgruppe um Prof. Teresio Balbo, beide von der Universität Turin, genannt. Schwerpunkt für den Nationalpark waren in diesen Jahren die grossen Wiederansiedlungsprojekte: Dutzende von Steinböcken wurden eingefangen und in verschiedensten Gebieten des italienischen und europäischen Alpenraums wieder angesiedelt; damit war der Grundstein für den

breit angelegten Schutz und die Erhaltung dieser Art geschaffen. Ermöglicht wurde das Einfangen der Steinböcke durch den Park, seine Parkwächter und ganz besonders durch den damaligen Sanitätsinspektor, Dr. Vittorio Peracino, der sein Berufsleben hauptsächlich dieser Aufgabe widmete. Er ermöglichte die Verteilung des Steinbocks in ganz Italien und schuf die Grundlage für die zukünftige langfristige Forschung dieser Art.

Durch die Verfeinerung der Fangtechniken, für die Peracino ausschlaggebend war und die ausschliesslich auf die Telenarkose aufbaute sowie die Möglichkeit, eine grössere Anzahl von Tieren zu fangen, ohne ihr Überleben aufs Spiel zu setzen, wurde eine langfristige Forschung über diese Art erst möglich. Dabei arbeitet man eng mit nationalen und internationalen Forschern zusammen, die die Möglichkeit erkannten, markierte Individuen zu beobachten und immer mehr Forschungsprojekte umsetzten, die dann in einschlägigen internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden.

DIE FORSCHUNG HEUTE

Die Forschung des NPGP zum Thema Steinbock befasst sich heute mit zwei Schwerpunktbereichen: Die regelmässige Datenerhebung durch die Parkwächter, einschliesslich eingehender zweijährlicher Bestandsaufnahmen, und die Langzeituntersuchungen einer grösseren Anzahl mit Ohrmarkierungen oder Halsbandsendern (VHF oder GPS) versehener Tiere. Aus den seit 1956 verfügbaren Zeitreihen der zweijährigen Bestandsaufnahmen ergeben sich wichtige Erkenntnisse über die Populationsökologie dieser Art; besonders markant erwies sich dabei die Empfindlichkeit des Steinbocks gegenüber dem Klimawandel und ganz besonders der Schneehöhe, die zusammen mit dem Multiplikatoreffekt der Populationsdichte mehr als 80% der jährlichen Schwankungen der Population des NPGP bewirkt (JACOBSON et al. 2004, JACOBSON et al. 2006, BASSANO et al. 2007 a und b, MIGNATTI et al. 2012). Das Klima ist des weiteren verantwortlich für den Populationsrückgang der letzten Jahrzehnte, seit 1993 bis heute, der mit der geringeren Überlebenswahrscheinlichkeit der Kitze zusammenhängt; diese hat wiederum mit Schwankungen der Vegetationsphänologie auf den alpinen Weiden zu tun, wie sie anhand der Analyse der Satellitenindizes nachgewiesen wurde (NDVI, PETTORELLI et al. 2007).

Anhand von Dichteschätzungen, der regelmässigen Sammlung von biologischen Proben und der Schädel aller im Park verendeten Steinböcke gelang es, die Wechselbeziehung zwischen genetischer Variabilität und individueller *life history* besser zu verstehen. Bezeichnend ist die extreme Fragilität dieser Art infolge der äusserst geringen genetischen Variabilität, die zu den niedrigsten gehört, die bei heute noch lebenden Säugetierarten bekannt ist (MAUDET et al. 2002). Zusammen mit dem Körpergewicht sind auch die Hörner wichtig zum Verständnis der Konstitution eines Individuums, der altersabhängigen genetischen Effekte (VON HARDENBERG et al. 2007), zum Nachvollziehen der individuellen Lebensgeschichte eines Individuums (VON HARDENBERG et al. 2004) sowie zur Lebenserwartung der Männchen (BERGERON et al. 2008). Das Körpergewicht und die Länge der Hörner wurden analysiert (BASSANO et al. 2003, BERGERON 2007), und Verhaltensuntersuchungen haben ergeben, dass nicht so sehr die Horngrösse, sondern eher das Körpergewicht der Männchen für die Rangordnung bestimmend ist, die durch intensive Kämpfe hergestellt wird (BERGERON et al. 2010).

REPRODUKTIONSVERHALTEN UND LIFE HISTORY

Mit dem Fang und der Markierung einer grossen Anzahl von Steinböcken in einem Gebiet intensiver Forschung des Parks (Vallone di Levionaz, Valsavarenche, Aosta) konnten wichtige Erkenntnisse zur Ökoethologie dieser Art sowie über das Reproduktionsverhalten und die individuelle *life history* gewonnen werden. Auch zur Raumnutzung und zur Wahl der Habitate durch die markierten Männchen (PARRINI et al. 2003, GRIGNOLIO et al. 2003) und Weibchen in Abhängigkeit der klimatischen Bedingungen (GRIGNOLIO et al. 2004) gab es verschiedene neue Einsichten. Es zeigte sich, dass die Präsenz bzw. das Fehlen der Kitze die Raumnutzung der Weibchen entscheidend beeinflusst, die zum Schutz ihrer Nachkommen nämlich sicherere, wenn auch weniger produktive Habitate, aufsuchen (GRIGNOLIO et al. 2007); ausserdem ist die Geschlechtersegregation eine Folge der Bedrohung durch die Beutegreifer (GRIGNOLIO et al. 2007). Durch die Untersuchung von Wanderungen von markierten männlichen Steinböcken konnte gezeigt werden, wie die Habitatnutzung im Sommer mehr von den Umgebungstemperaturen als von der Qualität der verfügbaren Nahrungsressourcen abhängt, was wiederum die Empfindlichkeit dieser Art gegen höhere Temperaturen bestätigt (AUBLET et al. 2009).



Foto: SNF/Seraina Campell Andri

Parkwächter bei der Überprüfung der Waage für Studienzwecke

Die ständige Kontrolle der geschützten Population geht einher mit der periodischen Datenerhebung über den Gesundheitszustand der Tiere; hier werden Krankheiten erfasst, die sich auf das Überleben der Individuen und daher auf die Populationsdynamik auswirken, oder auch auf den Menschen übertragen werden könnten (ZONOSE, FERROGLIO et al. 1998, 2001 & 2007, DECRISTOPHORIS et al. 2007).

Diese Synergie zwischen dem Team von Parkwächtern mit ihren regelmässigen Aus- und Weiterbildungen, und den Forschern, führten zur derzeitigen Stärke der Forschungsstruktur der beiden Pärke. Diese Mission gilt es nun zu bewahren, zu stärken und an das gesamte System der nationalen Schutzgebiete weiterzugeben: Die Schutzgebiete sollen also, mit anderen Worten, immer mehr Studienmöglichkeiten über die verschiedensten Umweltaspekte bieten.

Bruno Bassano, Servizio sanitario e della ricerca scientifica, Parco Nazionale Gran Paradiso, Via della Rocca 47, I-10123 Torino

Seraina Campell Andri, Parc Naziunal Svizzer, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530, Zernez

Literaturangaben auf Anfrage

POPULATIONSDYNAMIK

Bestandsaufnahmen lassen Rückschlüsse zu

Die quantitative Überwachung der Huftierbestände hat in beiden Nationalparks eine lange Tradition. Diese Daten werden zur Beschreibung der Populationsdynamik von Rothirschen, Steinböcken und Gämssen verwendet.

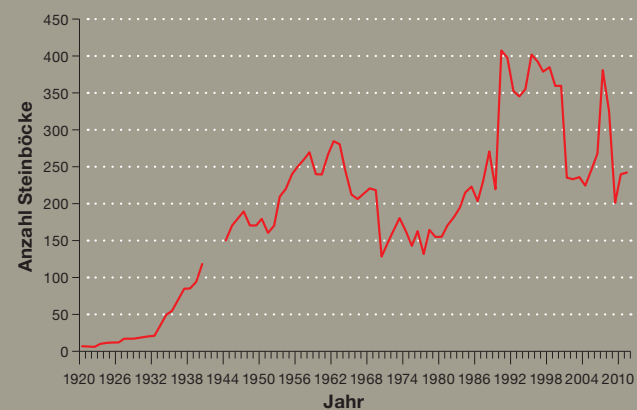
Achaz von Hardenberg, Seraina Campell Andri

DER SCHWEIZERISCHE NATIONALPARK

Bereits kurz nach der Gründung des Schweizerischen Nationalparks (SNP) wurden die Bestände der Huftiere jährlich erfasst und in den Jahresberichten des SNP niedergelegt. Diese Zahlen wurden in einzelnen Teilgebieten aufgenommen und können diesen im SNP auch zugeordnet werden. Diese Zählungen werden mit langfristig bewährter Methodik (flächendeckende Direktzählungen im Frühling und Sommer) durch die Parkwächter erhoben. Im Jahr 2012 wurden rund 2000 Rothirsche, 1500 Gämssen und 350 Steinböcke gezählt (Abbildung 1).

Diese Bestandsdaten wurden zur Beschreibung der Populationsentwicklung von Rothirschen (HALLER 2002), Steinböcken (SÆTHER et al. 2002, ABDERHALDEN 2005) und Gämssen (LANDE et al. 2002) genutzt. Auch raumbezogene Fragestellungen zu den vorkommenden Huftierarten wurden im SNP behandelt. NIEVERGELT (1966) beschrieb den Lebensraum des Steinbocks und ABDERHALDEN (2005) führte Lebensraumanalysen zur selben Tierart mit Hilfe von sichtmarkierten und mit Sendern ausgestatteten Tieren durch.

Abb. 1 Bestandszählung der Alpensteinböcke im Schweizerischen Nationalpark seit der Wiedereinführung.



Analysen zum Raumverhalten von Tieren aufgrund von Änderungen der lokalen Bestandszahl und Raumanalysen unter Einbezug aller vorkommenden Huftierarten fehlten. Ab 1997 wurde ein Monitoring-Programm zur Erfassung von Änderungen in der Standortwahl der im SNP vorkommenden Huftierarten aufgebaut. Die zentrale Zielsetzung war, raumzeitliche Veränderungen der Teilbestände von Rothirsch, Gämse, Steinbock und Reh in zwei Teilgebieten des Nationalparks zu erkennen und Zusammenhänge mit anderen Faktoren und anderen Erhebungen zu analysieren (HALLER 2006). Die Erhebungen zur räumlichen Verteilung wurden in zwei Teilgebieten des SNP jeweils zu Beginn der Monate Januar, Mai, August und November durchgeführt. Die Zählungen galten als repräsentativ für die jeweilige Jahreszeit. Die Untersuchungsgebiete Trupchun (2060 ha) und Il Fuorn rechts der Ova dal Fuorn und des Spöls (3689 ha) wurden für die Erfassung in sechs (Il Fuorn) bzw. fünf (Trupchun) Teilgebiete unterteilt und jeweils von zwei ortskundigen Personen begangen.

Bei Huftieren, die langlebig sind und bei denen mehrere Generationen gleichzeitig leben, kann die Populationsdynamik nur anhand von langen Zeitreihen verstanden werden. In den letzten Jahren ist eine Grundlage erarbeitet worden, auf die weiter aufgebaut werden kann. Die noch vorhandenen Wissenslücken sollen in künftigen Forschungsprojekten geschlossen werden.

DER NATIONALPARK GRAN PARADISO

Seit 1956 werden die Huftierbestände im Nationalpark Gran Paradiso (NPGP) jährlich Anfang September (und unregelmässig auch Anfang Juli) nach einem Standardverfahren erfasst. Diese Bestandsaufnahme im gesamten Parkgebiet wird durch die Parkwächter ermöglicht; im Laufe der zweitägigen Zählung begeht jeder Parkwächter bestimmte Strecken und nimmt dabei eine umfassende Zählung vor. Heute, also mehr

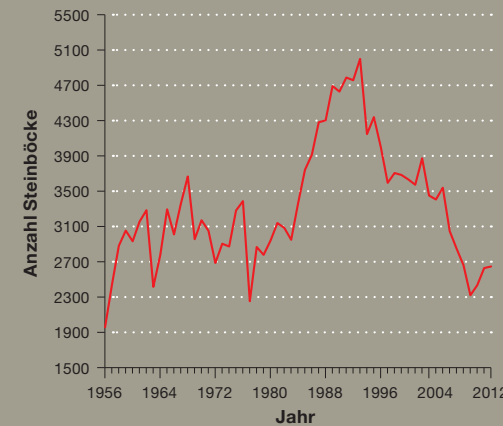


Abb. 2 Bestandszählung der Alpensteinböcke im Nationalpark Gran Paradiso von 1956 bis heute.

als 50 Jahre nach der ersten Zählung, trugen diese Daten ausschlaggebend zum Verständnis der jüngsten Schwankungen in der Populationsdynamik des Steinbocks im NPGP bei.

Die ersten Auswertungen dieser Daten (JACOBSON et al. 2004) zeigen, wie die Populationsdynamik des Steinbocks bis Mitte der 80er Jahre sehr eng von der Schneehöhe und der Dichte beeinflusst war, wobei die mittlere Populationsgrösse bei ca. 3300 Steinböcken lag (Abbildung 2). JACOBSON et al. (2004) haben gezeigt, wie die in den letzten 25 Jahren alpenweit infolge des Klimawandels rückgängigen Schneefälle zu einer geringeren Sterblichkeit der älteren Tiere führen, welche die weniger harten Winter besser überleben. Dies führte in den Jahren von 1985 bis 1993, als die Steinbockpopulation im NPGP ihr Rekordhoch von fast 5000 Tieren erreichte, zu einem rapiden Populationsanstieg. Seitdem ist die Population jedoch wieder rückläufig und erreichte im September 2009 das Rekordtief seit 1956 von 2321 Steinböcken (Abbildung 2). Dieser Populationsrückgang ist stärker ausgeprägt, als die theoretischen Modelle dies erwarten liessen. Von 1993 bis 2009 hat die Steinbockpopulation im NPGP um 53% abgenommen. Eine unerwartete Auswirkung war, dass während die Überlebensrate der adulten Tiere anstieg, die winterliche Überlebensrate der Kitze abnahm (Abbildung 3) und von einem Mittelwert von 58% (Anteil der Kitze, die von 1981 bis 1990 ihr erstes Lebensjahr erreichten) in den letzten 10 Jahren auf 35% fiel. In einem etwas geringeren Masse ist auch die Anzahl der Geissen, welche jährlich ein Kitz haben (von 1981 bis 1990: 43%; von 2003 bis 2012: 40%), rückgängig. Dieser folgenschwere

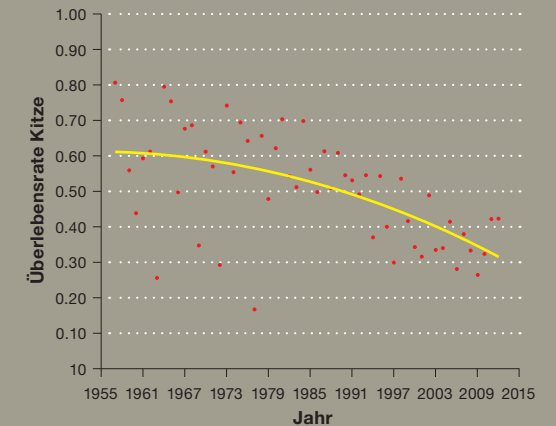


Abb. 3 Winterliche Überlebensrate der Alpensteinbock-Kitze im Nationalpark Gran Paradiso seit 1956 bis heute.

Rückgang der Überlebensrate der Kitze erklärt allein den drastischen Populationsrückgang seit 1993 (MIGNATTI et al. 2012). Da der Grossteil der Kitze nicht überlebt, ist die Sterberate in dieser Altersklasse höher als der Anteil der Jungtiere, die adult werden, mit der unvermeidlichen Folge eines Rückgangs der Gesamtpopulation. Die Gründe für die jüngste Abnahme der Überlebensrate bei Kitzen werden zurzeit untersucht. Zu den erforschten Ursachen gehört die mögliche Auswirkung der Populationsalterung aufgrund der höheren Überlebensrate der älteren Individuen.

Eine weitere Annahme hat mit einer progressiv verfrühten Vegetationsdynamik im Frühling aufgrund der geringen Schneemenge und den steigenden Temperaturen am Ende des Winters zu tun. Dabei kann es sein, dass die Vegetation schneller wächst und bei der Setzzeit der Kitze Ende Juni die Nahrungsqualität schon schlechter ist. Eine Untersuchung (PETTORELLI et al. 2007) zeigt auf, wie die rückläufige Überlebensrate der Kitze mit einem Indikator für die Geschwindigkeit des Vegetationswachstums korreliert (Analyse von Infrarot-Satellitenbildern). Dieselbe Dynamik wurde bei zwei Populationen von Mufflons in den Rocky Mountains in Kanada beobachtet. Von diesem Phänomen scheinen alle alpinen Huftiere, und nicht nur der Alpensteinbock, betroffen zu sein.

Achaz von Hardenberg, Centro Studi Fauna Alpina, Parco Nazionale Gran Paradiso, Degioz 11, I-11010 Valsavarenche (AO)

Seraina Campell Andri, Parc Naziunal Svizzer, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zerneß

Literaturangaben auf Anfrage

GENETISCHE FOLGEN DER WIEDERANSIEDLUNG

Die Rückkehr des Steinbocks in die Schweiz gehört zu den erfolgreichsten Wiederansiedlungsprojekten einer nahezu ausgerotteten Tierart. Die heute wieder zahlreichen Steinbockpopulationen der Schweiz und des ganzen Alpenbogens gehen alle auf eine Population in Norditalien zurück und können somit als Resultat eines genetischen Grosseperiments betrachtet werden.

Iris Biebach, Christine Grosse, Lukas Keller

STEINBOCK-GENETIK STUDIE

Im Rahmen des Steinbock Forschungsprogramms des Bundesamts für Umwelt (BAFU) wurden die genetischen Folgen der Aussetzungsgeschichte an der Universität Zürich untersucht. Denn selbst wenn eine Population erfolgreich etabliert wurde, existieren noch Gefahren, die mit der Aussetzung verknüpft sind. Diese langfristigen Konsequenzen sind unter anderem genetischer Natur: Der Verlust von genetischer Vielfalt und die Inzucht. Beide Probleme wurden in der Steinbock-Genetik Studie untersucht.

INZUCHT

Inzucht ist die Verpaarung von verwandten Individuen. In kleinen Populationen sind alle Tiere mehr oder weniger stark miteinander verwandt und daher ist in kleinen Populationen das Risiko, dass Inzucht entsteht, besonders gross. Zudem nimmt die Inzucht von Generation zu Generation zu, wenn keine neuen Tiere zu einer Population stossen. Die schädlichen Folgen der Inzucht, die sogenannte Inzuchtdepression, wurden bereits früh entdeckt, insbesondere bei

Zuchtrassen, und sie sind auch zunehmend bei wildlebenden Populationen nachgewiesen worden. Zur Inzuchtdepression gehört unter anderem die erhöhte Anfälligkeit für Krankheiten oder ein reduzierter Fortpflanzungserfolg von ingezüchteten Tieren. Die Inzuchtdepression wirkt sich also negativ auf einzelne Tiere aus, die ingezüchtet sind. Für den Naturschutz ist es jedoch zentral zu wissen, ob die Inzuchtdepression, die man bei einzelnen Individuen findet, auch Folgen für das Populationswachstum zeigt. Zum Beispiel stellt sich die Frage, ob eine Population mit ingezüchteten Tieren langsamer wächst als eine Population mit Tieren ohne Inzucht. Wenn eine Population wegen Inzucht langsamer wächst oder gar rückläufig ist, könnte man Managementmassnahmen ergreifen, um die Inzucht zu reduzieren. Deshalb untersuchte die Steinbock-Genetik Studie die Frage, ob sich die Inzucht auf das Populationswachstum von Steinbockpopulationen auswirkt.

Dazu wurde zunächst der Inzuchtgrad von 41 Schweizer Steinbockpopulationen bestimmt. Mit Hil-

fe von genetischen Daten, die in den Jahren 2003 bis 2007 gesammelt wurden, errechnete die Arbeitsgruppe um Lukas Keller die Inzucht pro Population. Im Durchschnitt haben die Steinbockpopulationen einen Inzuchtgrad, der nahezu einem Inzuchtgrad von Nachkommen einer Halbgeschwisterverpaarung entspricht. Dieser Inzuchtgrad hat sich seit den ersten Aussetzungen von den Wildparkpopulationen in den Steinbockpopulationen angesammelt. Zwischen den einzelnen Populationen gibt es aber auch Unterschiede im Inzuchtgrad (Abbildung 1). Diese Unterschiede sind vor allem in den unterschiedlichen Aussetzungsgeschichten begründet: Die Inzucht ist geringer, je mehr Gründertiere ausgesetzt wurden und je mehr Kolonien Tiere zur Gründung einer neuen Kolonie beigetragen haben. Es ist bemerkenswert, dass die Genetik des Steinwilds auch noch 100 Jahre nach der ersten Steinwildaussetzung in der Schweiz von der Gründungsgeschichte beeinflusst ist.

Als nächstes wurde die Wachstumsrate der Populationen mit Hilfe der jährlichen Bestandsdaten seit der Gründung einer Population berechnet. Im Durchschnitt der 26 Populationen, für welche die Wachstumsrate berechnet werden konnte, liegt die Populationswachstumsrate bei 28% jährlichem Wachstum. Dieses Populationswachstum entspricht dem Wachstum, das eine Population maximal haben kann, wenn die Population nur wenige Tiere hat und daher das Wachstum nicht durch Konkurrenz zwischen den Individuen der gleichen Population gebremst wird.

Der Einfluss der Inzucht auf das Populationswachstum wurde mit Modellen berechnet, die auch die klimatisch unterschiedlichen Bedingungen zwischen den Populationen berücksichtigen.

Es zeigte sich, dass der Inzuchtgrad einen signifikanten Einfluss auf die Wachstumsrate von Populationen hat. Der Effekt des Inzuchtgrades auf die Wachstumsrate ist relativ gross. Bei einem Anstieg der Inzucht um 0.1 sinkt die Wachstumsrate um 0.14. Das bedeutet, dass eine typische Population (Wachstumsrate 28% und Dichteabhängigkeit 0.01) bei einem Anstieg der Inzucht vergleichbar zu einer Cousin-Cousinen Verpaarung um 46% weniger wächst (Abbildung 2).

Die in den Steinbockpopulationen vorhandene Inzucht reduziert die Wachstumsrate also erheblich. Es ist also durchaus möglich, dass die Wachstumsraten der Steinbockpopulationen um einiges höher sein könnten, wenn die Inzucht reduziert würde. Dennoch scheint die Inzucht derzeit das Wachstum der Popu-

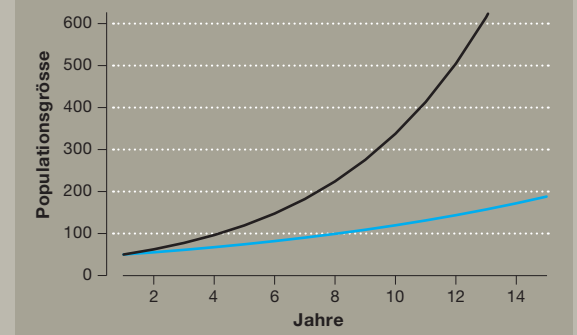


Abb. 2 Vergleich der Wachstumsraten über 15 Jahre einer theoretischen Steinbockpopulation ohne Inzucht (schwarze Linie) und einer Steinbockpopulation mit Inzucht wie von einer Cousin-Cousinen Verpaarung (blaue Linie). Die Steinbockpopulation ohne Inzucht hat eine Wachstumsrate von 30%. Die Steinbockpopulation mit Inzucht hat nur noch 15% Zuwachs pro Jahr.

lationen noch nicht in dem Masse zu beeinträchtigen, dass es grosse Auswirkungen hat. Die meisten Steinbockpopulationen sind weiterhin im Wachstum und können jagdlich genutzt werden. Mit der vorhandenen Inzucht scheinen sie einfach weniger stark zu wachsen als sie es ohne Inzucht tun würden. Das Bild könnte sich in Zukunft ändern, wenn weitere Steinbockgenerationen vergangen sind, sich die Inzucht weiter erhöht hat und die Wachstumsrate weiter reduziert wurde.

GENETISCHE VIELFALT

Neben der Inzucht kann sich auch der Verlust von genetischer Vielfalt nach Aussetzungen nachteilig auf eine Population auswirken. Das Problem gründet darin, dass wenige ausgesetzte Tiere nur einen kleinen Teil der genetischen Vielfalt ihrer ursprünglichen Population repräsentieren. Diese geringe genetische Vielfalt indes kann langfristig zu evolutionären Anpassungsproblemen führen, d.h. die neu gegründete Population weist zu wenig genetische Vielfalt auf, um sich an ändernde Umweltsituationen wie Klimaveränderungen oder neue Krankheitserreger anpassen zu können. Ist die genetische Vielfalt in einer Population hoch, ist auch die Wahrscheinlichkeit gross, dass einzelne Tiere Gene tragen, mit denen sie unter den neuen Bedingungen einer veränderten Umwelt überleben können.

Die Steinböcke weisen im Allgemeinen eine sehr geringe genetische Vielfalt auf. Im Durchschnitt

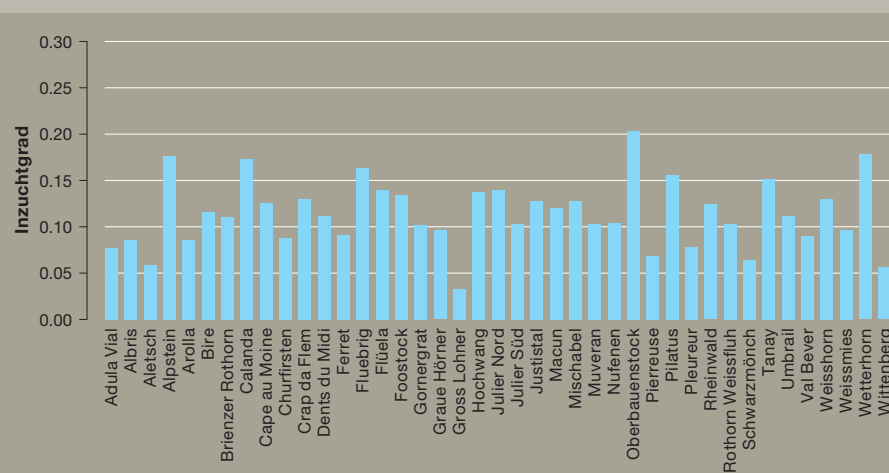


Abb. 1: Inzuchtgrad von 41 Schweizer Steinbockpopulationen. Gezeigt ist der Inzuchtgrad, der sich seit der Wiederansiedlung des Steinbocks in der Schweiz angesammelt hat.

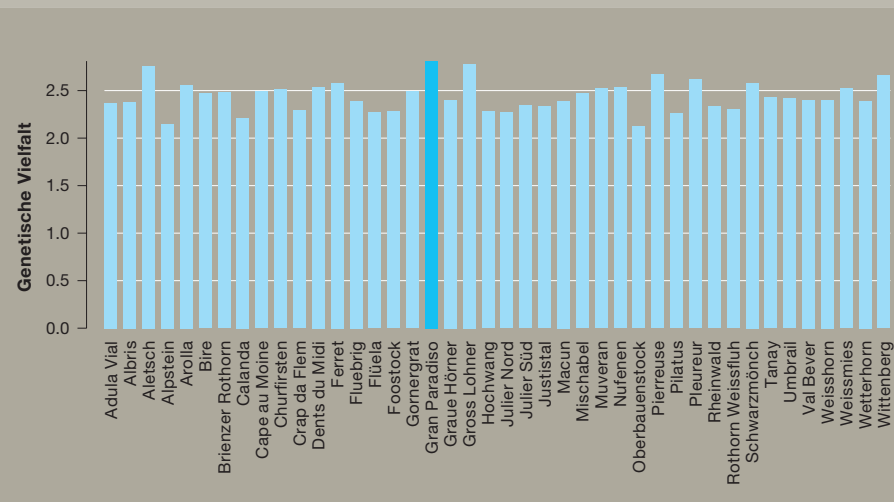


Abb. 3 Genetische Vielfalt von 41 Steinbockpopulationen in der Schweiz. Die dunkelblau gefärbte Säule zeigt die genetische Vielfalt der ursprünglichen Gran Paradiso-Population.

haben die Steinbockpopulationen weniger als ein Viertel der genetischen Vielfalt ihrer nächsten Verwandten in der Schweiz, der Hausziege. Doch ebenso wie bei der Inzucht gibt es Unterschiede in der genetischen Vielfalt zwischen Steinbockpopulationen, die auf die Aussetzungsgeschichte zurückzuführen sind (Abbildung 3). Die Gran Paradiso-Population beherbergt als Ursprungspopulation aller Steinböcke in den Alpen am meisten genetische Vielfalt. Jede einzelne Schweizer Population weist weniger genetische Vielfalt auf, aber zusammengenommen haben die Schweizer Steinböcke die gleiche genetische Vielfalt wie die Gran Paradiso-Population. Die genetische Vielfalt ist in der Schweiz also verteilt auf die verschiedenen Populationen. Ob diese sehr geringe genetische Vielfalt der Steinbockpopulationen in Zukunft ein Problem darstellen könnte, wird weiter erforscht.

INTROGRESSION

Die geringe genetische Vielfalt der Steinböcke zeigt sich drastisch in einer Genregion, die für das Immunsystem wichtig ist, dem Haupthistokompatibilitätskomplex (MHC). Normalerweise hat eine Säugetierpopulation am MHC sehr viele verschiedene Genvarianten. Denn je mehr Genvarianten eine Population in dieser Genregion hat, desto besser ist sie gegen Krankheiten gewappnet. Hausschafe haben zum Beispiel knapp 200 und Hausziegen 44 verschiedene Genvarianten an einem besonders diversen Genort des MHC. Die Steinböcke haben jedoch nur noch zwei Genvarianten

an diesem normalerweise so diversen und wichtigen Genort für die Abwehr von Krankheiten. Eine dieser beiden Genvarianten ist genau gleich wie eine Genvariante, die von der Hausziege bekannt ist. Mit neuesten genetischen Labormethoden und Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass diese Genvariante gar nicht ursprünglich vom Steinbock abstammt sondern durch Hybridisierung mit einer Hausziege in das Erbgut der Steinböcke geraten ist.

Diese Genvariante der Hausziege im Erbgut der Steinböcke muss sich nicht negativ auswirken. Es ist sogar denkbar, dass der Steinbock dadurch besser Krankheiten abwehren kann.

Die Steinbock-Genetik Studie zeigt, dass man heute mit modernen genetischen Methoden wertvolle Erkenntnisse in der Wildbiologie liefern kann. Die Erkenntnisse dieser Studie liefern die Grundlagen für zukünftige Managementmassnahmen für das Schweizer Steinwild und können so nachhaltig zum Überleben der Wildtierart beitragen.

Iris Biebach, Lukas Keller, Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich-Irchel, Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zürich

Christine Grossen, Département d'écologie et évolution, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne

WAS FRISST DER STEINBOCK?

Nahrungszusammensetzung und -verhalten

Der Steinbock gilt als Mischäser mit Übergang zum Rauhfutter-Verwerter: Im Sommer dominieren ausser Gras Kräuter, im Winter Sauergräser. Die Körpergrösse übt einen Einfluss auf das Nahrungsverhalten des Steinbocks aus.

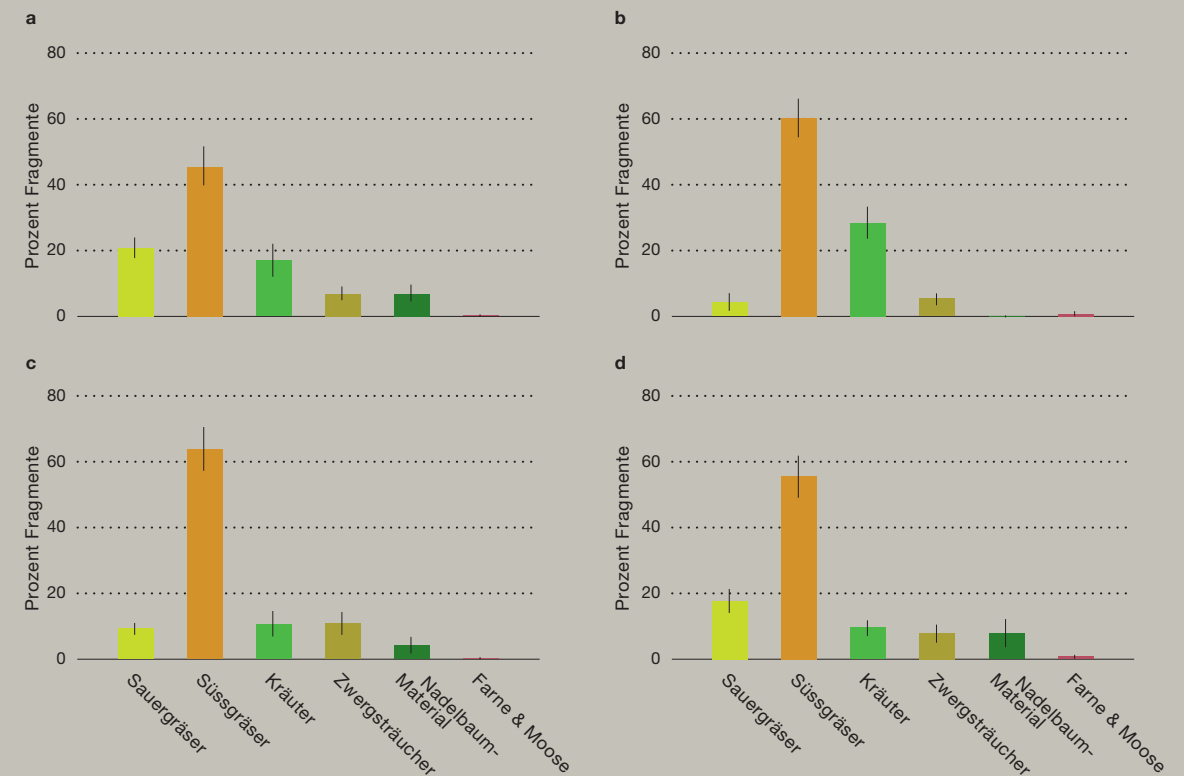
Pia Anderwald, Francesca Brivio

NAHRUNGSZUSAMMENSETZUNG

Im Rahmen zweier Diplomarbeiten an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL, TRUTMANN 2009, ZINGG 2009) wurden während je eines Tages im Februar, Mai, August und November 2008 Kotproben von Steinbock, Gämse und Rothirsch in der Val Trupchun im Schweizerischen Nationalpark (SNP) gesammelt, um die Zusammensetzung der Nahrung mikroskopisch zu untersuchen. Wie erwartet, spielten in der Steinbocknahrung Süssgräser *Poaceae* zu jeder Jahreszeit die wichtigste

Rolle (zwischen knapp unter 50 % und über 60 %). Im Sommer nutzten die Tiere die saisonale Verfügbarkeit von Kräutern (fast 30 %), während im Winter Sauergräser *Cyperaceae* an Bedeutung gewannen (um 20 %). Im Frühling waren Kräuter und Sauergräser ungefähr gleich wichtig (ca. 20 %). Zwergsträucher *Ericaceae* wurden zu jeder Jahreszeit in kleinen Mengen aufgenommen, während Nadelbaum-Material in den Proben vom Sommer ganz fehlte. Die geringste Bedeutung hatten Farne und Moose (Abbildung 1).

Abb. 1 Nahrungszusammensetzung im Frühling (a), Sommer (b), Herbst (c) und Winter (d)



Sowohl mit Gämsen wie auch mit Rothirschen zeigten sich deutliche Überlappungen in der Nahrungszusammensetzung, vor allem im Frühling und Sommer. Im Winter allerdings ernährte sich der Rothirsch deutlich mehr von Nadelbaummaterial als Steinbock und Gämse. Im Herbst wurden von Gämsen im Vergleich zum Steinbock etwas weniger Sauergräser und Nadelbaummaterial, dafür aber mehr Kräuter gefressen. Alle drei Arten haben ein recht breites Nahrungsspektrum gemeinsam, das sich je nach Jahreszeit ändert. Die Unterschiede in der saisonalen Zusammensetzung des Futters sind dabei grösser als zwischenartliche Unterschiede innerhalb derselben Jahreszeit.

NAHRUNGSVERHALTEN

Bei Pflanzenfressern ist die Verdauungseffizienz und folglich die Minimalqualität und -quantität der Nahrung, die für das Überleben nötig sind, stark vom Körpergewicht abhängig. Grosse Wiederkäuer haben einen grösseren Pansen, der es ihnen erlaubt, Pflanzenmaterial geringerer Qualität zu verdauen als kleinere Tiere. Die Theorie besagt daher, dass kleinere Tiere leichter verdauliche Nahrung selektieren sollten.

Beim Steinbock unterscheiden sich die männlichen Tiere je nach Alter stark in ihrer Körpergrösse: erwachsene Männchen sind doppelt so schwer wie junge Männchen. Wir haben das Nahrungsverhalten der Tiere von Mai bis Oktober im Nationalpark Gran Paradiso (NPGP) untersucht. 32 männliche Steinböcke, die mit farbigen Ohrmarken individuell markiert

waren, wurden kontinuierlich beim Fressen beobachtet. Zusätzlich wurden die Tiere auf einer Plattform-Waage, die im Gelände neben einer Salzleckstelle platziert war, automatisch gewogen. Die Identität und das Gewicht jedes Individuums erschienen dabei auf einer digitalen Anzeige, die aus der Entfernung mit einem Fernglas abgelesen werden konnte, ohne die Tiere zu stören.

Die Resultate zeigten, dass kleinere männliche Steinböcke selektiver in ihrer Nahrungsaufnahme waren als grössere Männchen, wahrscheinlich aufgrund ihrer geringeren Fähigkeit, qualitativ schlechteres Pflanzenmaterial zu verdauen. Ausserdem unterbrachen kleinere Männchen auch öfter die Nahrungsaufnahme, um die Umgebung nach Raubtieren abzusuchen. Männliche Steinböcke grast selektiver auf Flächen mit hoher Nahrungsqualität. Dies bedeutet, dass ihr Verhalten flexibel ist, sodass sie ihre Entscheidungen bezüglich der Nahrungssuche der Qualität der Fläche anpassen können. Diese Fähigkeit der Steinböcke, ihre Gesamtenergie-Aufnahme entsprechend anzugleichen, kann als evolutiv relevant betrachtet werden, da sie es ihnen erlaubt, sich je nach vorhandenen Ressourcen optimal zu verhalten.

Pia Anderwald, Parc Naziunal Svizzer,
Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zerneux

Francesca Brivio, Dipartimento di zoologia e genetica evolutiva,
Università di Sassari, Via Muroni 25, I-07100 Sassari

Literaturangaben auf Anfrage

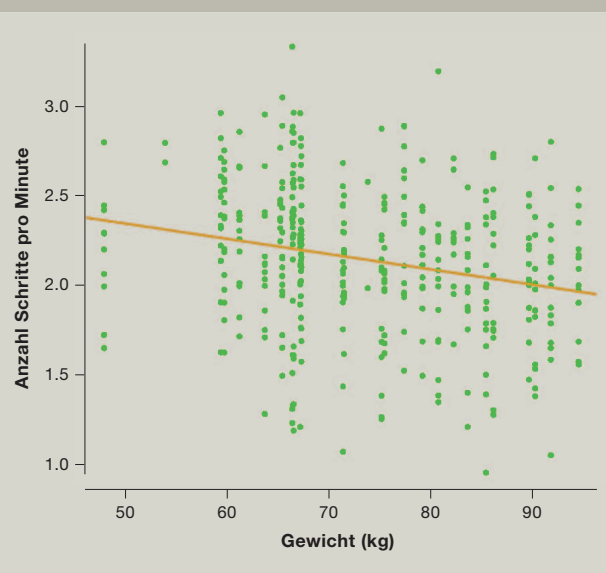


Abb. 2 Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Anzahl Schritte pro Minute bei männlichen Steinböcken

WINTERSTRATEGIEN

Der Alpensteinbock ist ein Überlebenskünstler. Kaum eine andere Säugetierart bewohnt das ganze Jahr einen so rauen Lebensraum wie der «König der Alpen». Im Winter ist er während Monaten extremer Kälte, Wind, Schnee und Nahrungsknappheit ausgesetzt. Wie ist es dem Steinbock möglich, unter solch lebensfeindlichen Bedingungen zu überleben? Eine Freilandstudie in der Engadiner Steinbock-Kolonie Albris liefert aufschlussreiche Erkenntnisse über die grundlegenden ökophysiologischen und verhaltensbiologischen Anpassungen dieser faszinierenden Tierart.

Claudio Signer

Wer im Hochgebirge überleben will, muss sich an die Umweltbedingungen der verschiedenen Jahreszeiten anpassen. Vor allem im Winter entscheidet eine angepasste Überlebensstrategie über Leben und Tod. Diese verkörpert der Steinbock wie kein anderes Säugetier. Zu seinen erfolgreichen Anpassungen gehören das Anlegen grosser Fettreserven während den Sommermonaten, der Wechsel von einem dünnen Sommerfell zu einem dicken, gut isolierenden Winterfell sowie spezifische Anpassungen des Körperbaus. Hinzu kommen ausgeprägte jahreszeitliche Wanderungen, damit der zur Verfügung stehende Lebensraum im Sommer wie auch im Winter optimal genutzt werden kann. Bislang war jedoch nicht bekannt, was sich während dem Winter im Körperinnern der Steinböcke abspielt. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, diese physiologischen Prozesse zu analysieren und damit neue Erkenntnisse über die Anpassungsfähigkeit alpiner Lebewesen zu generieren.

MESSUNGEN DURCH EINEN SPEZIELLEN SENDER

Ermöglicht wurde diese Forschungsarbeit durch ein spezielles Telemetriesystem, welches am Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien entwickelt und erstmals in freier Wildbahn an den Steinböcken der Kolonie Albris eingesetzt wurde. Es besteht zum einen aus einem Pansensender, der den Tieren durch den Mund verabreicht wird und nach dem Herunterschlucken im Pansen bzw. Netzmagen zu liegen kommt. Dort, in unmittelbarer Nähe des Herzens, werden die einzelnen Herzschläge sowie die Körpertemperatur gemessen. Die Herzschlagrate stellt ein gutes Mass für die Stoffwechselrate dar, woraus sich letztlich der Energieverbrauch eines Tieres ableiten lässt. Neben dem Pansensender besteht das Telemetriesystem



Besendeter und mit Ohrmarken versehener Steinbock

aus einem Halsband, welches mit weiteren Sensoren zur Messung der Bewegungsaktivität ausgestattet ist. Dank dem grossen Einsatz der Wildhüter konnten im Sommer 2007 insgesamt 20 freilebende Steinböcke eingefangen und besendert werden. Bei diesen Tieren wurden über einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren kontinuierlich Herzschlagrate, Körpertemperatur und Bewegungsaktivität aufgezeichnet.

WINTERSTARRE

Die Auswertung der Daten führte mehrere erstaunliche Erkenntnisse zutage. Während die mittlere tägliche Herzschlagrate im Sommer Spitzenwerte von rund 100 Schlägen pro Minute erreicht, sinkt sie im Verlauf des Winters um ca. 60% und erreicht im Februar Tiefstwerte von lediglich 40 Schlägen pro Minute (Abbildung 1). Auch die Körpertemperatur und die Bewegungsaktivität verringern sich im Winter deutlich. Eine Reduktion der Körpertemperatur kann auch im Tagesverlauf beobachtet werden. Jede Nacht kühlen die Tiere aus, im Winter jedoch doppelt so stark wie im Sommer (Abbildung 2). Offensichtlich versuchen die Steinböcke gar nicht erst, die niedrigen Umwelttemperaturen durch erhöhte innere Wärmeproduktion und intensivierte Nahrungssuche auszugleichen. Stattdessen schalten sie ihren Stoffwechsel auf Sparflamme, lassen die Körpertemperatur absinken und reduzieren ihre Bewegungsaktivität. Im Winter 2008/09, der bedeutend kälter und schneereicher war als der Winter 2007/08, waren diese physiologischen Reaktionen sogar noch stärker ausgeprägt. Dies beweist, dass das Ausmass der Stoffwechselreduktion den Erfordernissen der Umwelt angepasst wird. Dadurch verringert sich der Energiebedarf erheblich, sodass das wenige nährstoffarme Gras und die angelegten Fettreserven ausreichen, um den Winter zu überleben. Allerdings kann der ausgeprägte Rückgang der Stoffwechselrate im Winter nicht allein durch die sich verändernden Umweltbedingungen und die Reduktion von Körpertemperatur und Bewegungsaktivität erklärt werden. Die Steinböcke müssen also noch weitere Fähigkeiten besitzen, um Energie zu sparen – aber welche?

MORGENDLICHES SONNENBADEN

Die Lösung des Rätsels liegt darin, wie die Tiere von der niedrigen Körpertemperatur am Ende einer Winternacht wieder auf «Betriebstemperatur» kommen. Es wurde nämlich festgestellt, dass zwischen der Veränderung der Körpertemperatur, der Bewegungsaktivität und der Sonneneinstrahlung ein enger Zusammenhang besteht. Im Winter steigt die Körpertemperatur der Steinböcke kurz nach Sonnenaufgang markant an, bedeutend schneller und um mehr Gradeinheiten als im Sommer (Abbildung 2). Die Bewegungsaktivität der Tiere dagegen nimmt nur ganz langsam zu und erreicht das Tagesmaximum erst am Nachmittag. Anscheinend reicht die Funktionsfähigkeit der Muskulatur der ausgekühlten Steinböcke in den frühen Morgenstunden gerade aus, um den geschützten

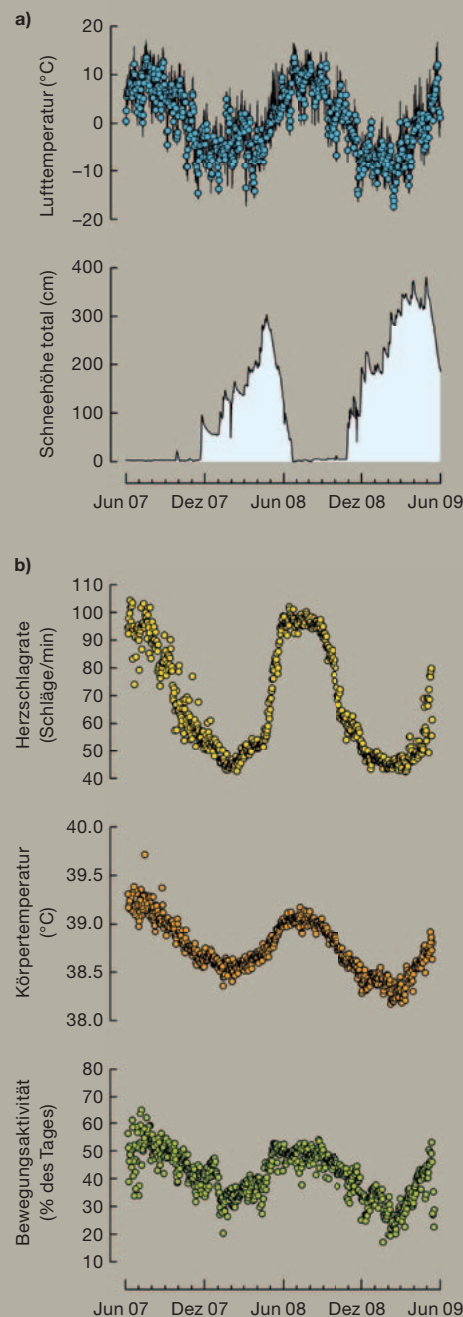


Abb. 1 Die jahreszeitliche Veränderung der klimatischen Bedingungen führt beim Alpensteinbock zu ausgeprägten physiologischen und verhaltensbiologischen Reaktionen. Dargestellt sind a) mittlere tägliche Lufttemperatur $\pm$ tägliches Maximum und Minimum sowie die totale Schneehöhe (beides gemessen auf 2450 m ü.M.), und b) Messwerte von Herzschlagrate, Körpertemperatur und Bewegungsaktivität (jeder Punkt entspricht einem Tagesmittelwert über alle beobachteten Tiere).

Schlafplatz zu verlassen und eine nahe gelegene, sonnenexponierte Stelle aufzusuchen. Dort lassen sich die Tiere dann im Verlauf des Vormittags von der Sonnenstrahlung aufwärmen. Mit der allmählichen Zunahme der Körpertemperatur nimmt schliesslich auch die Funktionsfähigkeit der Muskulatur zu und die Bewegungsaktivität steigt. Dieses passive Aufwärmen durch die Sonnenstrahlung verbraucht kaum Energie und macht somit eine aktive Erhöhung des Stoffwechsels unnötig. Das morgendliche Sonnenbad ist demnach ein Schlüsselfaktor, welcher den Steinböcken die starke Auskühlung während der Winternächte erlaubt und damit einen wichtigen Beitrag leistet zur Reduktion der gesamten Energieausgaben. Eine derartige Nutzung der Sonnenenergie war bislang bekannt von Reptilien und kleineren Säugetieren. Mit der vorliegenden Studie konnte erstmals wissenschaftlich belegt werden, dass auch grosse Säugetiere wie der Alpensteinbock diese Form der «Energiegewinnung» anwenden. Möglicherweise spielt die Nutzung externer Wärmequellen für den Energiehaushalt von Säugetieren eine weit grössere Rolle als bisher angenommen.

Claudio Signer, Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Schloss, CH-8820 Wädenswil

Literaturangaben auf Anfrage

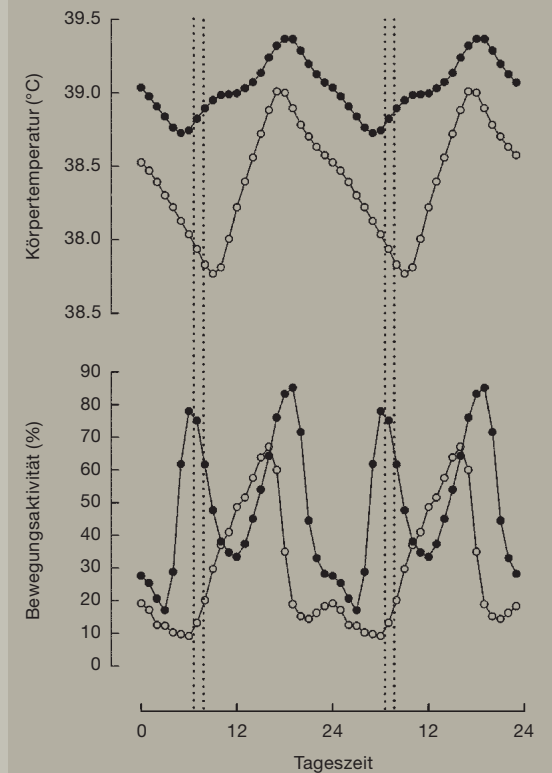


Abb. 2 Stundenmittelwerte von Körpertemperatur und Bewegungsaktivität (offene Kreise) im Februar als typischer Wintermonat und (geschlossene Kreise) im August als typischer Sommermonat. Zur Verdeutlichung des Kurvenverlaufs sind die Daten desselben Tages (24 h) auf der Zeitachse zweimal abgebildet. Die gepunktete senkrechte Linie kennzeichnet den Zeitpunkt des Sonnenaufgangs.

Steinböcke beim Sonnenbaden.
Im Vordergrund ein besonderes Individuum der Studie.



Foto: C. Signer

VERÄNDERUNGEN IN DER RAUMNUTZUNG

Männliche und weibliche Steinböcke unterscheiden sich hinsichtlich mehrerer Schlüsselfaktoren. Männchen sind fast doppelt so schwer wie Weibchen und haben deshalb einen höheren Energiebedarf. Den Weibchen obliegt die Verantwortung der Jungenaufzucht. Diese Faktoren sind der Grund dafür, dass Männchen und Weibchen die Landschaft unterschiedlich nutzen. Bei Steinböcken werden diese Unterschiede in der Höhenverteilung deutlich.

Ivar Herfindal

Der Lebensraum unterscheidet sich stark zwischen den Jahreszeiten: Die Erreichbarkeit und die Qualität der Nahrung sind je nach Schneeverhältnissen, Länge der Vegetationsperiode und lokalen klimatischen Bedingungen sehr unterschiedlich. Dies hat einen bedeutenden Einfluss darauf, welche Gebiete übers Jahr genutzt werden. Wie für grosse Pflanzenfresser im alpinen Raum üblich, halten sich Steinböcke im Winter in niedrigeren Höhenlagen auf. Wenn der Schnee im späten April und Mai schmilzt, wandern sie in tiefere Lagen, um von der ersten frischen Vegetation zu profitieren. Im Laufe des Frühlings und Sommers bewegen sich die Tiere dann hangaufwärts, um dort

die frische Vegetation mit höherer Nährstoffqualität (im Vergleich zu reifer Vegetation) zu erreichen. Zu dieser Zeit dringen Männchen in grössere Höhen vor als Weibchen, wahrscheinlich weil dieser Zeitraum mit den Geburten zusammenfällt. Nach dem Sommer halten sich Männchen und Weibchen zur Brunft (Dezember bis Januar) wieder auf derselben Höhenstufe auf und bleiben dort bis Frühlingsanfang im April/Mai (Abbildung 1).

VERÄNDERUNGEN IN DER VEGETATION

In einer sich ändernden Welt kann sich auch die Habitatnutzung von Tieren ändern. Wenn sich Pflanzengesellschaften in höhere Lagen und Richtung Norden verlagern, bleibt Pflanzenfressern nur die Wahl, ihre Wanderungen anzugleichen oder ihre Nahrungswahl entsprechend den neuen Bedingungen umzustellen. Allerdings kann es sein, dass auch konkurrierende Arten den Veränderungen in der Vegetation folgen, sodass eine Veränderung in der Verbreitung unausweichlich sein kann. In den Alpen haben mehrere Studien gezeigt, dass sich Pflanzengesellschaften im Moment nach oben bewegen. Dies hängt damit zusammen, dass der Schnee früher im Jahr schmilzt und die Sommer in den letzten Jahrzehnten generell wärmer geworden sind. Die Frage ist also, ob Steinböcke ihr Verbreitungsgebiet ebenfalls weiter nach oben verlagern.

LEBENSRAUMNUTZUNG IN DER VAL TRUPCHUN

Aus den Langzeitdaten aus der Val Trupchun im Schweizerischen Nationalpark (SNP) geht hervor, dass es eine graduelle Änderung in der Nutzung verschiedener Höhenlagen gibt (Abbildung 2). Allerdings gibt

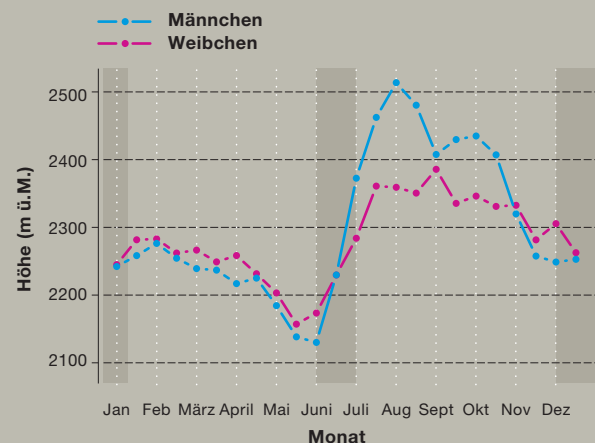


Abb. 1 Mittlere Höhenlage von Beobachtungen männlicher und weiblicher Steinböcke in der Val Trupchun im Schweizerischen Nationalpark. Die Männchen hielten sich von Juli bis Oktober in signifikant höheren Lagen auf als die Weibchen. Die dunklen Balken stellen die Zeit der Brunft (Dezember bis Januar) bzw. der Setzzeit (Juni) dar.

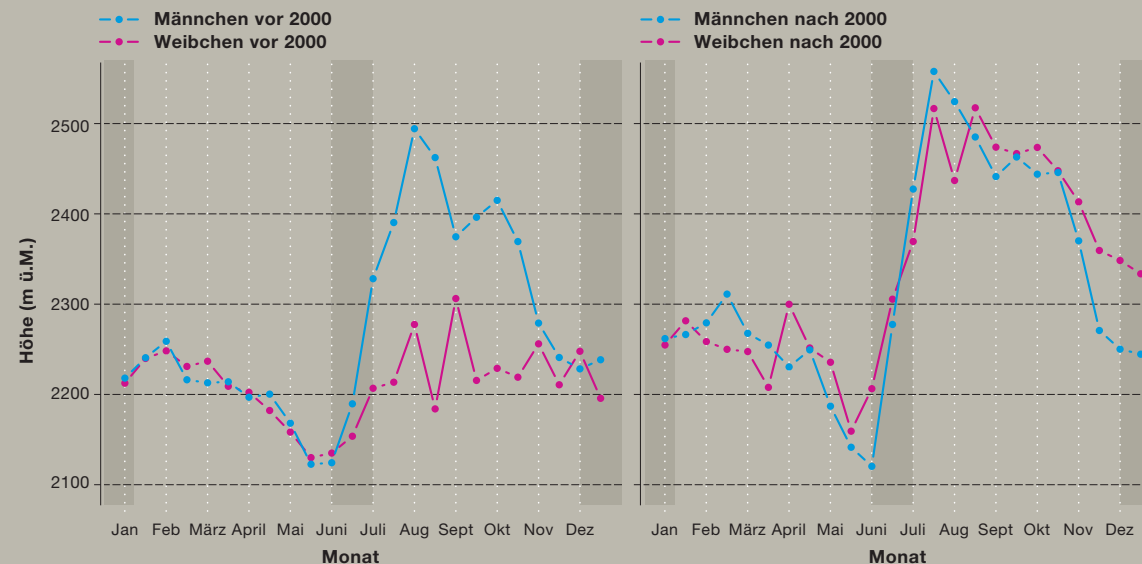


Abb. 2 Ein Modell zur Veränderung in der Höhenverteilung männlicher und weiblicher Steinböcke von 1992 bis 2010 in der Val Trupchun im Schweizerischen Nationalpark.

es zwei wichtige Punkte zu bedenken. Erstens nutzen vor allem die Weibchen höhere Lagen, während die Männchen in den letzten 20 Jahren auf der gleichen Höhenstufe geblieben sind. Zweitens ist die Veränderung in der Verbreitung Richtung höhere Lagen bei den Weibchen vor allem auf den Sommer beschränkt. Dies steht im Einklang mit den beobachteten klimatischen Veränderungen im Gebiet. Die Schneebedingungen im Winter ändern sich nicht gross, da die Winter immer noch kalt genug sind, sodass Niederschlag als Schnee fällt. Allerdings führen wärmere Temperaturen im Frühling und Sommer zu einer früheren Schneeschmelze und einem früheren Frühlingsbeginn. Daher müssen sich die Tiere früher in höhere Lagen bewegen, um Zugang zu frischer Vegetation zu haben. Ein anderer Grund für die Wanderung der weiblichen Steinböcke nach oben könnte sein, dass Gämsen und Rothirsche zunehmend von den Steinbockweibchen bevorzugte Gebiete besetzen. Um zwischenartlichen Konflikten aus dem Weg zu gehen, könnten sich die Steinböcke in höhere Lagen zurückgezogen haben, wo Rothirsche und Gämsen weniger häufig anzutreffen sind.

Es wäre zu erwarten, dass auch die Männchen sich hangaufwärts bewegen, wenn die Weibchen in ihr Sommerquartier eindringen. Allerdings befanden sich die Männchen im Sommer schon in sehr grossen Höhen und es ist möglich, dass sie noch weiter oben

in den Bergen einfach nicht mehr genügend Nahrung finden würden. Ausserdem können das Ausmass des Klimawandels und seine Wirkung auf die Wachstumsbedingungen für die Vegetation in tieferen alpinen Gebieten grösser sein als in hochgelegenen Gebieten. Dies würde dazu führen, dass Veränderungen in der Pflanzengesellschaft auf geringeren Höhen die Weibchen nach oben treiben, aber nicht in höheren Lagen, wo sich die Männchen aufhalten. Das Resultat unter beiden Szenarien ist erhöhte Konkurrenz in höheren Lagen, da sowohl Männchen wie Weibchen während des Sommers dieselben Gebiete und somit dieselben Nahrungsressourcen nutzen. Ohne genauere Informationen über die vorhandenen Ressourcen ist allerdings unklar, inwieweit dies Auswirkungen auf die Überlebensfähigkeit der Steinbockpopulationen hat.

Ivar Herfindal, Centre for Biodiversity Dynamics,
Department of Biology, Norwegian University of Science
and Technology, NO-7491 Trondheim