

**Zeitschrift:** Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark  
**Herausgeber:** Eidgenössische Nationalparkkommission  
**Band:** - (2013)  
**Heft:** 3: Ediziun speziala

**Artikel:** Genetische Folgen der Wiederansiedlung  
**Autor:** Biebach, Iris / Grossen, Christine / Keller, Lukas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-418866>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# 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 Grossexperiments betrachtet werden.

*Iris Biebach, Christine Grossen, 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-

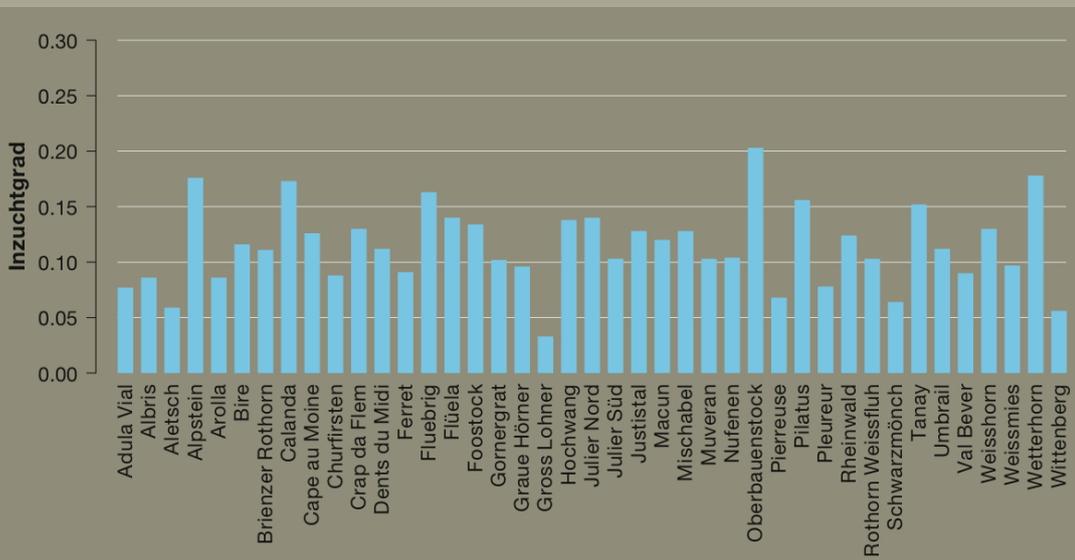


Abb. 1: Inzuchtgrad von 41 Schweizer Steinbockpopulationen. Gezeigt ist der Inzuchtgrad, der sich seit der Wiederansiedlung des Steinbocks in der Schweiz angesammelt hat.

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-

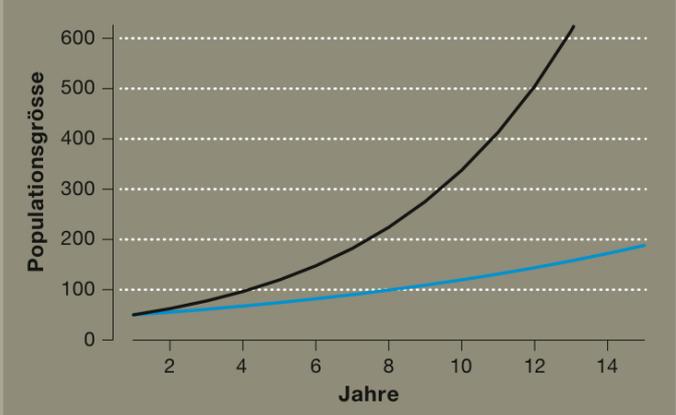


Abb. 2 Vergleich der Wachstumsraten über 15 Jahre einer theoretischen Steinbockpopulation ohne Inzucht (schwarze Linie) und einer Steinbockpopulation mit Inzucht wie von einer Cousin-Cousinen Verpaarung (blaue Linie). Die Steinbockpopulation ohne Inzucht hat eine Wachstumsrate von 30%. Die Steinbockpopulation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

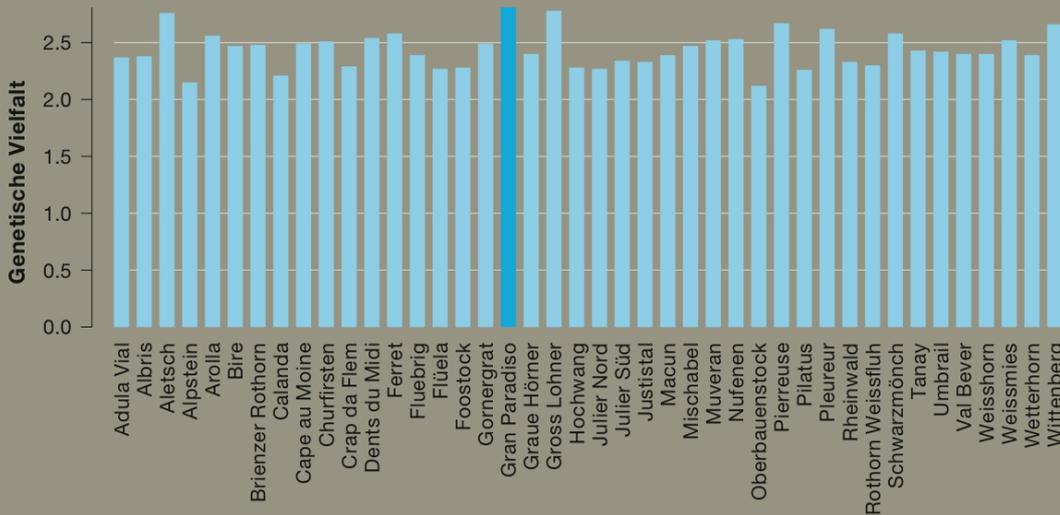


Abb. 3 Genetische Vielfalt von 41 Steinbockpopulationen in der Schweiz. Die dunkelblau gefärbte Säule zeigt die genetische Vielfalt der ursprünglichen Gran Paradiso-Population.

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*