



Density and climate effects on demographic parameters in a population of Alpine chamois in the Swiss Alps

Einfluss von Dichte und Klima auf demographische Parameter in einer Population von Alpengämssen in den Schweizer Alpen

**Bericht im Auftrag des
BUNDESAMTES FÜR UMWELT (BAFU)**



IMPRESSUM

Titel	Density and climate effects on demographic parameters in a population of Alpine chamois in the Swiss Alps. Einfluss von Dichte und Klima auf demographische Parameter in einer Population von Alpengämsen in den Schweizer Alpen.
Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU) Sektion Jagd, Wildtiere & Waldbiodiversität
Verantwortlich	Nicole Imesch, wiss. Mitarbeiterin
Auftragnehmer	FaunAlpin GmbH, Böcklinstr. 13, 3006 Bern www.faunalpin.ch 
Autor	Christian Willisch, Dr. sc. nat.
Layout & Redaktion	FaunAlpin GmbH, Bern
Bezugsquelle	FaunAlpin GmbH Böcklinstr. 13, 3006 Bern
Copyright	© 2009, BAFU
Bildnachweise	Quellenhinweise sind bei den Abbildungen angefügt. Titelbild: Opfer des Winters 2008/09 (Ch. Willisch).

CONTENT

Zusammenfassung	1
Abstract	2
1 Introduction	3
2 Methods	4
Study population	4
Biology	4
Census data	5
Climate variables	6
Statistical analysis	8
3 Results	9
Winter conditions	9
Summer conditions	9
Inter-annual variation in population size	12
Population growth rates	13
Juvenile-female ratio	16
Winter survival of juveniles	17
4 Discussion	18
Density dependence	18
Effects of snow	18
Effects of air temperature	20
Summer precipitation	20
Juvenile-female ratio	21
Juvenile winter survival	21
Conclusions	21
Literature	22
Appendix	

ACKNOWLEDGMENTS

I thank all persons who organized, performed and contributed to the yearly censuses between 1990 and 2008; particularly to Prof. P. Ingold, R. Schnidrig-Petrig, R. Franceschina, M. Struch and K. Bieri. Meteorological data were provided by the WSL Institute for Snow and Avalanche Research (SLF, for snow and air temperatures) and the Federal Office of Meteorology and Climatology (MeteoSwiss, for precipitation and air temperatures). The study was financed by the Federal Office of the Environment (FOEN).

ZUSAMMENFASSUNG

Dichteabhängigkeit und Klima spielen eine wichtige Rolle in der Populationsdynamik von Huftieren. Mithilfe von Daten aus Langzeit-Bestandserhebungen in einer nicht bejagten Population von Alpengämsen in den Schweizer Alpen untersuchte ich inwieweit Wachstumsraten der Population, sowie die Fekundität der Geissen und die Wintersterblichkeit von Jungtieren durch die lokalen Wetterbedingungen im Gebiet beeinflusst wurden. Es wurden dazu autoregressive Zeitreihen-Modelle erstellt, welche mit meteorologischen Daten von zwei sich in der Nähe befindlichen Wetterstationen gespeist wurden. Ausgehend von anderen Studien wurde erwartet, dass die jährlichen Wachstumsraten in der Population negativ dichteabhängig sind. Des Weiteren wurde vermutet, dass die Wetterbedingungen während des Winters im Allgemeinen einen stark limitierenden Effekt auf das Populationswachstum haben, wobei sich die entsprechenden Einflussfaktoren jedoch sehr unterschiedlich auf die verschiedenen Geschlechts- und Altersklassen auswirken dürften.

Im Einklang mit den Erwartungen zeigten die Analysen, dass die Tierdichten im Jahr $t-1$ jeweils einen negativen Einfluss auf die nachfolgenden Veränderungen in der Populationsgrösse hatten. Die Schneebedingungen während des Spätwinters, d.h. konkret die durchschnittliche Schneehöhe und die kumulierte Neuschneemenge, beeinflussten die Wachstumsraten in der Gesamtpopulation, sowie in der Männchen-, Jährlings- und Kitzpopulation negativ. Ein entsprechender verzögerter, negativer Effekt (im Jahr $t-1$) des Frühwinterschnees konnte für die Kategorie der adulten Weibchen nachgewiesen werden. Entgegen den Erwartungen schien jedoch die durchschnittliche Schneehöhe während des Frühwinters positive Auswirkungen auf das Populationswachstum bei den adulten Männchen gehabt zu haben. Warme Wintertemperaturen beeinflussten das Wachstum in der Kitzpopulation offensichtlich positiv, während sie negative Konsequenzen für die Wachstumsraten bei den adulten Männchen sowie den Jährlingen zur Folge hatten. Die Kitz-Geiss Verhältnisse sowie die Winterüberlebensraten für die Kitzte waren beide negativ von den vorherrschenden Schneebedingungen im Winter beeinflusst.

Die Resultate dieser Studie deuten darauf hin, dass die lokalen Wetterverhältnisse einen markanten Einfluss auf die demographische Entwicklung von Bergungulaten haben können. Verzögerte klimatische Effekte lassen des Weiteren vermuten, dass harte Winter, welche durch grosse Schneemengen gekennzeichnet sind, lang anhaltende Auswirkungen für eine Population haben. Im Falle der Kitzte scheinen verzögerte Effekte vor allem über die Kondition der Geissen zustande zu kommen.

ABSTRACT

Density dependence and climate are known to play a major role in the dynamics of ungulate populations. Using long-term census data from an un hunted population of Alpine chamois in the Swiss Alps I investigated to which extent population growth rates, as well as fecundity rates and winter mortality of juveniles were affected by local weather conditions. Autoregressive time series models were parameterized with meteorological data from two nearby weather stations. In accordance with previous studies I expected the population growth rate to be negatively density dependent. Furthermore, I suspected weather conditions during the winter to have a strong limiting effect on the population growth. However, since density and weather were likely to have differential pathways to operate on the various sex-age categories in Alpine chamois, I expected to find differing effects on the investigated categories.

The analyses showed that animal densities in the year $t-1$ influenced negatively the subsequent change in population size. Snow conditions in late winter (i.e. average snow heights and cumulative amount of snow) affected negatively the total population growth, as well as the growth of adult males, yearlings and juveniles. A lagged effect (i.e. in year $t-1$) of early winter snow could, furthermore, be demonstrated for the class of the adult females. In contrast to expectations, the average snow heights during early winter appeared to have a positive effect on the growth of the male segment of the population. Positive effects of winter temperatures were evidenced for the growth rate of the juvenile population, whereas they appeared to have negative consequences for the growth rate in adult males and yearlings. Juvenile-female ratios, as well as winter survival of juveniles were both negatively affected by the prevailing snow conditions during the winter.

The results of the study indicate that climatic conditions during the winter can have substantial impact on demography of mountain ungulates. Lagged effects of climate variables denote, furthermore, that harsh winters with a lot of snow may have long-lasting consequences for the population. In the case of the juveniles lagged effects appear to operate through the body condition of females.