

# Der Einfluß von Immissionsschäden in Fichtenforsten auf die Kleinnagerzönose

Jörg Haferkorn

## Synopsis

Immission damages cause clearing in large spruce monocultures in the mountains "Thüringer Wald" in Germany. Only two species, *Apodemus flavicollis* and *Clethrionomys glareolus*, represent the small rodent community. The undamaged spruce monocultures are characterized by a closed tree layer and the absence of a shrub layer. *A. flavicollis* was found here only at low densities. *C. glareolus* inhabits only the peripheral areas under shrubs. A luxuriant herb and shrub layer has developed in forest stand clearings caused by immission. The damaged forest habitat provides good living conditions for *C. glareolus* in the whole forest area and higher numbers of individuals were found in *A. flavicollis*. The highest densities of both species were recorded in small forest clearings.

*Kleinnager, Waldschäden, Fichtenforste, Apodemus, Clethrionomys, Biomasse.*

*Small rodents, forest damages, spruce monocultures, Apodemus, Clethrionomys, biomass.*

## 1. Einleitung

Die Waldbestockung im Thüringer Wald unterlag seit Jahrhunderten vielfältigen anthropogenen Einflüssen. Vom 16. bis zum 18. Jahrhundert wurden aufgrund des gestiegenen Holzbedarfes, vor allem durch den sich ausweitenden Bergbau, die einstigen laubholzreichen Mischwälder großflächig in Fichtenmonokulturen umgewandelt. Seit Anfang der achtziger Jahre unseres Jahrhunderts lichten sich die Fichtenforste auch in den mittleren Lagen des Thüringer Waldes als Folge von Immissionsschäden auf. Dieser Auflichtungsprozeß dauert gegenwärtig an. Die folgende Untersuchung geht der Frage nach, ob und in welchem Maße die immissionsbedingten Auflichtungen die Kleinnagergesellschaft der Fichtenforste beeinflussen.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methode

Die Kleinnagerfänge wurden zwischen Mai 1990 und September 1991 im Thüringer Wald südlich von Ilmenau im Gebiet des Lindenberges in einer Höhenlage von 600-650 m ü. NN. durchgeführt. Den geologischen Untergrund der flachgründigen Standorte bilden Porphyre aus dem Unterrotliegenden. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt 720-840 mm im Jahr, das Mittel der Lufttemperatur liegt zwischen 6 und 7 °C. Für die Untersuchungen wurden unterschiedlich geschädigte Fichtenforste ausgewählt. In der Fläche S 0 hatten die Bäume noch eine völlig geschlossene Kronenschicht, deren Auflichtung von der Untersuchungsfläche S I zur Fläche S IV stetig zunahm. Die Deckungen der Baumschicht betragen in der Untersuchungsfläche S 0 90%, S I 70%, S II 50%, S III 30% und in der Fläche S IV noch 5%.

Die Kleinnager wurden mit Schlagfallen gefangen. Deren Beköderrung erfolgte mit Brot, einem Universalköder (SYKORA 1978). Als Fallennacht wird eine fängisch gestellte Falle mit 24 Stunden Standzeit definiert. Die Stationierung der Fallen erfolgte in den Innenbereichen der Baumbestände, mindestens 50 m von Wegen entfernt, nach der Fangquadratmethode von SYKORA (1978). Ein Fallenquadrat besteht aus vier Fanglinien, jede Fanglinie ihrerseits aus vier Fangpunkten. Die Abstände der Fangpunkte betragen in beiden Fällen 10 m. Ein Fangpunkt besteht aus vier Schlagfallen, welche die Eckpunkte einer quadratischen Fläche von 1 m<sup>2</sup> darstellen. Die Standzeit beträgt jeweils drei Nächte. Die Fallen wurden täglich kontrolliert und nachbeködert. Alle gefangenen Tiere wurden vermessen und gewogen. Statistische Tests wurden mit dem Programm SPSS/PC+ in der Prozedur NPAR berechnet (Wilcoxon matched-pairs signed-rank Test, Kendall-Test).

## 3. Ergebnisse

Die ungeschädigten Fichtenforste mit einer geschlossenen Baumschicht sind außerordentlich strukturarm. Eine Strauchschicht fehlt völlig, die Krautschicht ist nur schwach entwickelt und wird hauptsächlich von *Avenella flexuosa* gebildet (Tab. 1).

**Tab. 1:** Deckungsgrade der Gefäßpflanzen nach Braun-Blanquet in verschiedenen Waldschadstufen.

**Tab. 1:** Cover of vegetation after Braun-Blanquet in different degrees of forest damages.

Art	S 0	S I	S II	S III	S IV
<b>Baumschicht</b>	<b>90 %</b>	<b>70 %</b>	<b>50 %</b>	<b>30 %</b>	<b>5 %</b>
<i>Picea abies</i>	5	5	4	3	1
<b>Strauchschicht</b>	-	<b>20 %</b>	<b>20 %</b>	<b>40 %</b>	<b>50 %</b>
<i>Sambucus racemosa</i>		2	3	3	3
<i>Rubus idaeus</i>		1	2	2	3
<i>Rubus spec.</i>		+		+	+
<i>Betula pendula</i>				+	2
<i>Sorbus aucuparia</i>				+	+
<i>Corylus avellana</i>					1
<i>Acer pseudo-platanus</i>					+
<b>Krautschicht</b>	<b>5 %</b>	<b>20 %</b>	<b>30 %</b>	<b>50 %</b>	<b>80 %</b>
<i>Avenella flexuosa</i>	1		+	1	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+		1	1	+
<i>Picea abies</i>	+	1	+		r
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+				
<i>Hieracium sylvaticum</i>	r			r	
<i>Oxalis acetosella</i>		2	2	3	3
<i>Senecio fuchsii</i>		1	+	r	r
<i>Sorbus aucuparia</i>		+	r		
<i>Acer pseudo-platanus</i>		+		r	
<i>Stachys sylvatica</i>		r		r	
<i>Rumex acetosella</i>			1	+	+
<i>Agrostis tenuis</i>			1	+	
<i>Veronica officinalis</i>			r		
<i>Moehringia trinervia</i>				+	
<i>Calamagrostis vilosa</i>				+	1
<i>Galium hircynicum</i>				r	
<i>Epilobium angustifolium</i>					2
<i>Digitalis purpurea</i>					+

Mit einsetzenden Auflichtungen in der Baumschicht etablieren sich Sträucher, insbesondere der Hirschholunder *Sambucus racemosa*. Die Deckungen der Strauch- und Krautschicht nehmen mit höherem Lichtangebot in den Forsten zu. Auf den am stärksten geschädigten Flächen, in denen die Baumschicht nur noch 5% Deckung aufweist, kommen mit *Betula pendula*, *Acer pseudo-platanus* und *Sorbus aucuparia* bereits Laubbäume auf.

Die Aktivitätsdichten beider Kleinnagerarten schwankten periodisch im Jahresverlauf mit einem Minimum im Winter und einem Maximum im August (Tab. 2).

Die Schadzonen hatten einen signifikanten Einfluß auf die Kleinnagerdichten (Kendall-Test,  $P < 0,05$ ; für *A. flavicollis*  $\chi^2 = 22,83$ ; für *C. glareolus*  $\chi^2 = 24,59$ ). Die mittleren Aktivitätsdichten von *A. flavicollis* unterschieden sich signifikant zwischen der Schadzone VI und allen anderen Schadzonen (Wilcoxon-Test,  $P < 0,05$ ), die anderen Unterschiede konnten statistisch nicht gesichert werden. Im Gegensatz dazu waren alle Dichteunterschiede von *C. glareolus* signifikant, mit Ausnahme der Aktivitätsdichten zwischen den Flächen S 0 und S I. Maximalwerte der Aktivitätsdichten für die Gelbhalsmaus, *Apodemus flavicollis*, und die Rötelmaus, *Clethrionomys glareolus*, wurden auf der am stärksten geschädigten Waldfläche im August 1991 vorgefunden.

Tab. 2: Fangzahlen der Kleinnager.

Tab. 2: Numbers of small rodents.

Fangzeit	<i>Apodemus flavicollis</i>					<i>Clethrionomys glareolus</i>				
	S 0	S I	S II	S III	S IV	S 0	S I	S II	S III	S IV
Mai 1990	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Juni 1990	1	0	0	1	3	0	0	2	0	3
Aug. 1990	2	2	3	2	7	0	1	4	2	6
Okt. 1990	0	1	1	1	2	0	0	0	3	1
Dez. 1990	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
April 1991	0	2	0	1	2	0	0	1	1	2
Juni 1991	1	1	2	2	6	0	1	3	2	6
Aug. 1991	3	4	5	6	11	0	1	7	3	13
Sept. 1991	1	0	1	1	3	0	0	0	1	3

Die Kleinnager waren im Bestandsinneren der ungeschädigten Fichtenforste (S 0) nur durch *A. flavicollis* in sehr geringen Dichten vertreten. *C. glareolus* trat in Lichtungen und Randlagen, z. B. an Wegrändern, unter Strauchwuchs auf. Mit der Etablierung einzelner Sträucher aufgrund von Aufflichtungen in der Baumschicht wurde *C. glareolus* auch im Bestandesinneren der Fichtenforste vorgefunden. In dem gering geschädigten Fichtenforst auf der Untersuchungsfläche S I war die Art zu 23,1% an der Zusammensetzung der Kleinnagerzönose beteiligt. Dieser Anteil betrug in der Fläche S II 56,7%; in S III 46,2% und in der Untersuchungsfläche S IV 49,3% (Abb. 1).

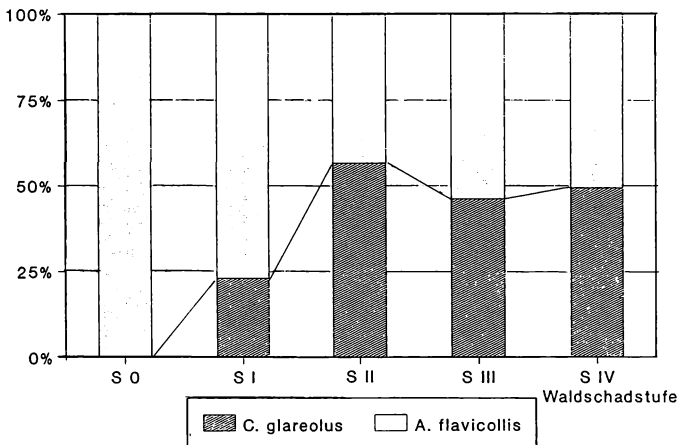
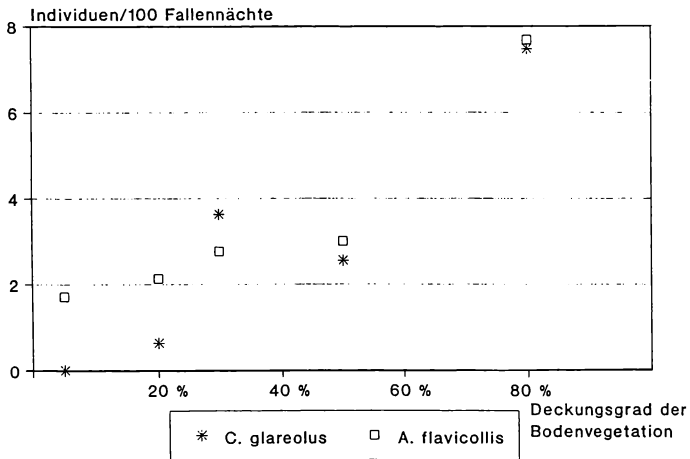


Abb. 1: Dominanzwerte der Kleinnager in verschiedenen Waldschadstufen.

Fig. 1: Dominance values of small rodents in different degrees of forest damages.

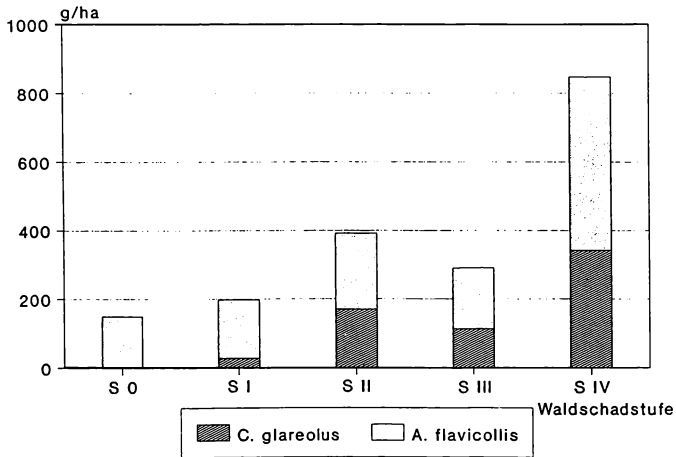
Die mittleren Aktivitätsdichten beider Arten stiegen mit stärkerem Strauchwuchs und einer zunehmenden Deckung der Krautschicht mit einer Ausnahme. Bei *C. glareolus* wurde auf der stärker verkrauteten Fläche S III eine höhere mittlere Aktivitätsdichte gegenüber der Untersuchungsfläche S II registriert (Abb. 2). Auf der am stärksten geschädigten Fläche S IV, in der die Baumschicht nur noch 5% Deckung aufwies und vermehrt Laubhölzer aufkamen, erreichten beide Kleinnagerarten mehr als doppelt so hohe mittlere Dichten gegenüber allen anderen Flächen (Abb. 2).



**Abb. 2:** Mittlere Abundanzen der Kleinnager in Abhängigkeit vom Deckungsgrad der Bodenvegetation in verschiedenen Waldschadstufen.

**Fig. 2:** Average densities of small rodents in relation to the cover of herb layer in different degrees of forest damages.

Die Fangmethode von SYKORA (1978) geht von einem Abfang aller Kleinnager auf einer Fläche von 0,25 ha aus. Die über beide Untersuchungsjahre gemittelten Biomassewerte der gesamten Kleinnagerzönose stiegen durch die Schädigungen der Fichtenforste um das Fünfeinhalbfache von 150 g/ha auf der Fläche S 0 zu 850g/ha auf der Fläche S IV. Ein Spitzenwert der Biomasse für die Zönose wurde auf der am stärksten geschädigten Fläche im August 1991 mit ca. 2,4 kg/ha erreicht (Abb. 3).



**Abb. 3:** Mittlere Biomassewerte der Kleinnagergesellschaft in verschiedenen Waldschadstufen.

**Fig. 3:** Average biomass values of the small rodent community in different degrees of forest damages.

Die Erdmaus, *Microtus agrestis*, wurde in den Untersuchungsflächen nicht gefangen. Die Art lebt aber auf ca. 800 m entfernten forstlichen Jungkulturen, die stark mit *Avenella flexuosa* vergrast sind.

#### 4. Diskussion

In Folge der Waldschäden lichten sich die großflächig angepflanzten Fichtenforste im Thüringer Wald zunehmend auf. Dieser Prozeß ist nicht mehr aufzuhalten und wird durch forsthygienische Maßnahmen, d. h. die Entfernung stark geschädigter Bäume aus dem Bestand, und Witterungsschäden noch verstärkt. Die 1988 durchgeführte Magnesiumkalkdüngung sowie Bodenverletzungen infolge forstwirtschaftlicher Arbeiten beschleunigen die schnelle Verbuschung und Verkrautung. Parallel zu einer reichhaltigeren Vegetation erreichen vermutlich auch viele Tierarten höhere Dichten mit Ausnahme weniger Spezialisten. So nahm beispielsweise die auf kurz-nadlige Koniferen spezialisierte Tannenmeise *Parus ater* im Erzgebirge und im Harz als Folge von Waldschäden ab (MÖCKEL 1992, ZANG 1990).

Durch die extreme Verkrautung und Verbuschung in Folge der immissionsbedingten Aufflichtungen erhöhten sich die mittleren Dichten von *A. flavicollis* über den vierfachen Wert. *C. glareolus* konnte sich erst durch die Aufflichtungen in den inneren Bereichen der Fichtenforste etablieren. Die höchsten Abundanzen erreichten beide Arten in den am stärksten geschädigten Waldbereichen. Zu völlig anderen Ergebnissen gelangten ZÖPHEL & SCHULDENBURG (1991) in den extrem immissionsgeschädigten Fichtenwäldern im Kammbereich des Osterzgebirges, die vor den Schädigungen wahrscheinlich in ihrer Zusammensetzung den thüringer Fichtenforsten ähnelten. Durch die starke Vergrasung der Schadflächen änderte sich bereits die Artenzusammensetzung der Kleinnagergesellschaft. Mit einem Individuenanteil von über 80% dominierte die Erdmaus *M. agrestis* im Fangmaterial. Diese Art ist im Gebiet des Lindenberges ebenfalls in vergrasteten Fichtenjungkulturen vorhanden und könnte demnach auch die Schadflächen im Thüringer Wald besiedeln. Gegenüber der auf diesen Flächen schon vorhandenen Wühlmaus *C. glareolus* ist *M. agrestis* zumindest in den borealen Nadelwäldern Nordeuropas stets dominant (HANSSON 1983). Wahrscheinlich verhindert der schnelle Aufwuchs von Laubhölzern und die im Verhältnis zum Erzgebirge viel kleinflächigeren Lichtungen das Auftreten von *M. agrestis*. Im Verlauf der Sukzession von Laubwäldern verschwindet *M. agrestis* in einem vergleichbaren Stadium der Gehölze nach einer vorherigen Besiedlung der Kahlschläge (HAFERKORN & al. 1991). Als zweite Echtmäuseart fanden ZÖPHEL & SCHULDENBURG (1991) im Erzgebirge auf den Schadflächen *Apodemus sylvaticus* in geringen Abundanzen. Diese Art wurde auf dem Lindenberg nicht registriert, jedoch besiedelt sie nur ca. 2 km entfernte Lichtungen in Laubwäldern (HAFERKORN & LANGE 1991).

Neben dem Strukturreichtum sind die immissionsgeschädigten Waldgebiete auch nahrungsreicher. Vor allem die herbivore *C. glareolus* benötigt Grünfütterung, aus diesem Grund kann die Art wahrscheinlich in den geschlossenen Fichtenforsten nur in Randbereichen leben. Allerdings ist *C. glareolus* in allen Habitaten eng an Strauchwuchs gebunden, während *A. flavicollis* generell in Wäldern mit spärlicher Strauch- und Krautschicht dominiert. Hauptnahrung von *A. flavicollis*, die auch Vorräte anlegen kann, sind in Fichtenwäldern vor allem in der nahrungsarmen Zeit Fichtensamen (BÄUMLER 1973). Dadurch kann die Art in allen Waldbereichen existieren, erreicht aber ebenfalls parallel zu einem reichhaltigeren Nahrungsangebot höhere Dichten. SCHÖN (1992) untersuchte die Soriciden im Bayrischen Wald und fand die höchsten Dichten auf struktur- und nahrungsreichen Windwurfflächen.

Die Kleinnager stellen ein wichtiges Glied in terrestrischen Nahrungsketten dar. Eine Verfüffachung des Beutetierangebotes hat auch Auswirkungen auf die Bestandesentwicklung der Prädatoren. In diesem Zusammenhang diskutierten SCHULDENBURG & ZÖPHEL (1987) die positive Wirkung eines höheren Beutetierangebotes in Immissionsgebieten auf die Populationsentwicklung vom Rauhfußkauz *Aegolius funereus* in den Hochlagen des Erzgebirges.

Die aufgezeigten Verhältnisse entsprechen dem aktuellen Stand in den mittleren Lagen des Thüringer Waldes. Sollten sich die Aufflichtungen schnell zu großflächigen, waldfreien Gebieten ausweiten, wäre eine ähnliche Wandlung der Kleinnagerzönose wie im Erzgebirge zu erwarten. In dem derzeit langsam fortschreitenden Prozeß wird sich wahrscheinlich unter den aufkommenden Laubhölzern die für intakte Wälder typische Kleinnagerzönose, bestehend aus *A. flavicollis* und *C. glareolus*, halten.

#### Literatur

- BÄUMLER, W., 1973: Über den Zusammenbruch der Gelbhalsmauspopulation im Nationalpark Bayerischer Wald. - Anz. Schädlingskde., Pflanzen-, Umweltschutz 46: 161-168.
- HAFERKORN, J. & U. LANGE, 1991: Die Kleinsäugerzönosen und deren Dynamik in einigen Waldinseln der Agrarlandschaft. - Agro-Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarlandschaft. - Wiss. Beitr. Univ. Halle 1991/6 (P46): 305-309.

- HAFERKORN, J., STUBBE, M. & D. HEIDECKE, 1991: Sukzession der Kleinsäugergesellschaft in einem Auwaldbiotop. - Populationsökologie von Kleinsäugerarten. - Wiss. Beitr. Univ. Halle 1990/34 (P 42): 267-281.
- HANSSON, L., 1983: Competition between rodents in successional stages of taiga forests: *Microtus agrestis* vs. *Clethrionomys glareolus*. - Oikos 40: 258-266.
- MÖCKEL, R., 1992: Häufigkeitsveränderungen höhlenbrütender Singvögel des Fichtenwaldes während des "Waldsterbens" im Westerzgebirge. - Zool. Jb. Syst. 119: 437-493.
- SCHÖN, I., 1992: Eine populationsökologische Analyse von Spitzmäusen auf einem Windwurf im Bayrischen Wald. - Säugetierkd. Inf. 3: 353-363.
- SCHULDENBURG, J. & U. ZÖPHEL, 1987: Zur Bestandssituation des Rauhußkauzes *Aegolius funeus* (L.) in immissionsbelasteten Fichtenwäldern des Osterzgebirges. - Populationsökologie Greifvogel- u. Eulenarten 1. - Wiss. Beitr. Univ. Halle 1987/14 (P 27): 359-370.
- SYKORA, W., 1978: Methodische Hinweise zur Kleinsäugerforschung. - Abh. Ber. Naturk. Mus. Mauritianum Altenburg 10: 1-33.
- ZANG, H., 1990: Abnahme der Tannenmeisen *Parus ater* - Population im Harz als Folge der Waldschäden (Waldsterben). - Die Vogelwelt 111: 18-28.
- ZÖPHEL, U., & J. SCHULDENBURG, 1991: Die Kleinsäugerfauna in den Höhenlagen des Osterzgebirges. - Populationsökologie von Kleinsäugerarten. - Wiss. Beitr. Univ. Halle 1990/34 (P 42): 283-298.

### **Danksagung**

Herrn Dr. Stefan Klotz und Herrn Dr. Harald Auge danke ich herzlich für wertvolle Hinweise zum Manuskript.

### **Adresse**

Dr. Jörg Haferkorn, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Biozönoseforschung, Hallesche Str. 44, D-06246 Bad Lauchstädt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [23\\_1994](#)

Autor(en)/Author(s): Haferkorn Jörg

Artikel/Article: [Der Einfluß von Immissionsschäden in Fichtenforsten auf die Kleinnagerzönose 119-124](#)