©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 70	S. 93 - 97	Innsbruck, Okt.1983

Der Einfluß des Tourismus auf Mesoarthropoden des Hochgebirges

von

Heinrich SCHATZ *)

The influence of tourism on mesoarthropods in the high mountains

S y n o p s i s : Three types of human influence by tourism were studied in the alpine environment: trampling by walkers, shearing of ski edges, and construction of ski slopes with removal of the top soil layer. Abundance and diversity of mesoarthropods (esp. Acari and Collembola) decrease considerably in all three cases in comparison with undisturbed control areas: trampling and shearing cause locally restricted damages. As can be seen from the relatively high population numbers in moderately disturbed areas bordering on the path the regeneration of soil fauna follows the succession of vegetation proceeding from the surrounding communities. Construction of ski slopes destroys vegetation und fauna of large areas for a long time. No regeneration of soil fauna could be observed after 20 years.

Einleitung:

Die landwirtschaftliche Nutzung des alpinen Raumes, die jahrhundertelang betrieben wurde, spielt im Tiroler Hochgebirge heute nur mehr eine geringe Rolle. Sie ist in letzter Zeit einer großflächigen Erschließung dieses Gebietes für den Massentourismus gewichen. Die Wirkungen dieser Veränderungen auf die alpine Vegetation sind vielfältig, wobei direkte und indirekte Effekte zusammenspielen (GRABHERR, 1982a). Im Rahmen des "Man and Biosphere" Projektes "Hochgebirge"[1] (JANETSCHEK et al., 1982) wurde die Beeinflussung der Wirbellosenfauna durch die Wirkung von drei Möglichkeiten touristischer Belastung untersucht:

1. Trittbelastung in Wandergebieten, die für den Sommertourismus erschlossen sind;
2. Scherwirkung von Skikanten und dadurch Abscheren von Vegetation und Boden;
3. Bau von Skipisten mit Abtragung des gesamten Oberbodens bis meist zum Gestein.

---

*) Anschrift des Verfassers: Dr. H. Schatz, Institut für Zoologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck, Österreich.

1) MaB 6 - Obergurgl; Projekt 5: "Wirbellose"; Projektleiter: Prof. Dr. H. Janetschek.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Solche Schäden werden vor allem an der Vegetation deutlich. Die Untersuchungen sollten aufzeigen, wie weit die Struktur der Mesoarthropodenfauna durch solche Beeinflussungen verändert wird.

Als Untersuchungsgelände wurde die Umgebung des Dorfes Obergurgl (1910 m) gewählt. In diesem Raum finden seit längerer Zeit zoologische Untersuchungen an Bodentieren statt (JANETSCHEK, 1979; SCHATZ, 1979), die zu Vergleichszwecken herangezogen werden konnten. Obergurgl ist im Sommer und Winter ein stark frequentierter Fremdenverkehrsort; entsprechend viele Aufstiegshilfen, Wanderwege und Skipisten werden angelegt.

1. Trittbelastung:

Untersuchungsgebiet für Trittschäden war ein vegetationsloser Trampelpfad in der alpinen Grasheide (flechtenreiches *Caricetum curvulae* auf der Hohen Mut, 2600 m) von 2 m Breite, über den im Jahr vor der Untersuchung rund 12.000 Personen gegangen waren (JANETSCHEK & MEYER, 1979). Durch die Betrampelung trat eine geringe Verdichtung des Bodens ein; auf dem Trampelpfad wurde ein Porenvolumen von 62 %, im unmittelbar daneben liegenden Gebiet von 61 % gemessen; in ungestörten Cariceten des Untersuchungsraumes beträgt das Porenvolumen 73 % (SCHATZ, 1979; SCHATZ - DE ZORDO, 1980). Auf diesem Weg (A), im unmittelbar daneben liegenden Areal (B), sowie in einem vom Tourismus nicht berührten entfernteren Teil des Gebietes (C) wurden während der Vegetationsperiode 1977 regelmäßig Bodenproben genommen (11 cm^2, 0 - 2 cm Bodentiefe) und in einem Tullgren-Apparat ausgelesen.

Abb. 1 zeigt die Verteilung der Mesoarthropoden in den drei Vergleichsflächen. Auf dem Trampelpfad wurden nur wenige Individuen gefunden; im daneben liegenden Areal (B) etwa gleich viele wie im entfernteren ungestörten *Curvuletum* (C). Oribatiden stellen in A und B ähnlich starke Anteile; in C machen sie den größten Teil aller erbeuteten Individuen aus. Von den übrigen Milbengruppen sind nur die Acaridiae in allen drei Vergleichsflächen nennenwert vertreten.

Die Oribatiden wurden bis zur Art bestimmt. Von A über B nach C erfolgt eine Zunahme der Individuen- und Artenzahlen und der Biomasse, ebenso eine Zunahme der Diversität (Tab. 1). Die höchsten Dichten sind im streu- und flechtenreichen *Curvuletum* C zu finden, ebenso die größte Biomasse, die hier den in der alpinen Grasheide üblichen Werten entspricht. Auf dem Trampelpfad A sind nahezu keine Oribatiden zu finden. Das Vorkommen der Oribatiden ist stark von der Vegetation abhängig. Es sind jedoch auch in B, einem ziemlich gestörten Gebiet mit relativ geringer Vegetationsbedeckung überraschend viele Oribatiden zu finden. Man kann annehmen, daß bei einer Wiederbesiedlung des Trampelpfades durch Pflanzen die Oribatidenfauna nachwandern wird. Bei Aufhebung der Störung ist mit einer pflanzlichen Succession zu rechnen, die in dieser Seehöhe allerdings sehr langsam vonstatten geht (GRABHERR, 1982; GRABHERR et al., 1978).

Die Zahl der Collembolen ist im gestörten Bereich viel höher als im ungestörten (auch auf dem Trampelpfad A wurden viel mehr Collembola gesehen, die bei der Probenentnahme wahrscheinlich weggesprungen sind und daher in Abb. 1 nicht aufscheinen). Für diese beweglichen Tiere dürfte sich der fehlende Raumwiderstand sowie die Erwärmung des schwarzen Boden auf kleinen Flächen, wie sie der Trampelpfad darstellt, positiv auswirken. Eine Zunahme von Collembola wurde auch von NEWTON & PUGH THOMAS (1979) im stark betrampelten Teil eines Weges festgestellt, während CHAPPEL et al. (1971) eine generelle Abnahme der Bodentiere im betrampelten Areal gefunden haben.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

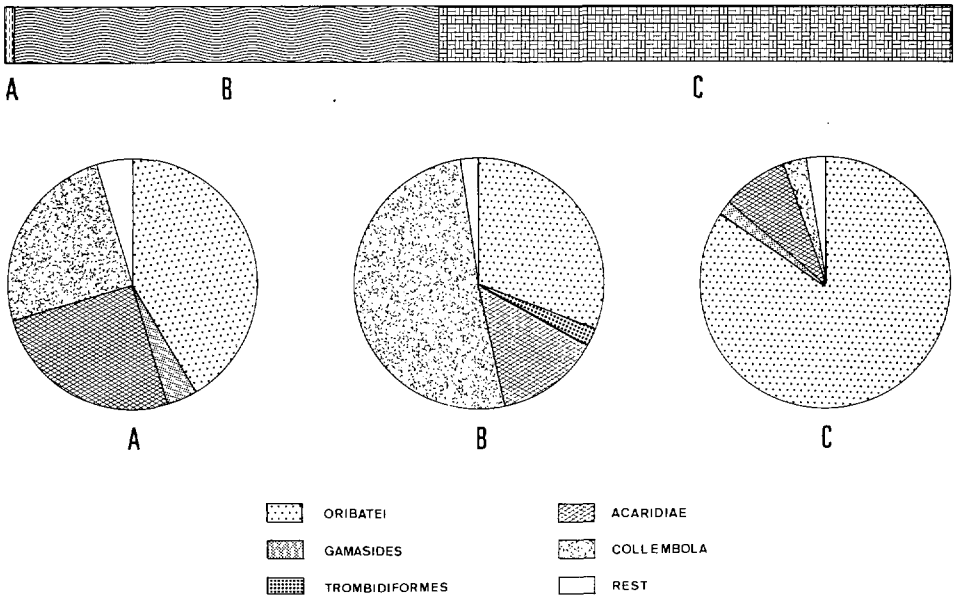

Abb. 1: Prozentuelle Verteilung der Mesoarthropoden auf die Untersuchungsflächen (Balken) bzw. innerhalb jeder Fläche (Kreise) im Bereich eines Trampelpfades (A), im daneben liegenden Areal (B) und im ungestörten *Curvuletum* (C) auf der Hohen Mut (2600 m) zwischen 1977-07-24 und 1977-10-12 (14-tägig an 6 Daten je 8 Proben). Mittel aller Bodenprobenentnahmen (11 cm^2, 2 cm dick)

2. Scherwirkungen:

Scherwirkungen von Skikanten bei geringer Schneelage werden vor allem an kleinen Erhebungen und Buckeln (Konvexitäten) auf der Skipiste deutlich. Das untersuchte Areal liegt im Bereich einer subalpinen Wiese (1960 m), die im Sommer einen reichen Bewuchs aufweist und zur Mahd verwendet wird. Im Winter dient diese Wiese als Skipiste. Der Einfluß der Scherwirkung auf die Bodenfauna wurde durch Vergleichsproben über mehrere Jahre hinweg untersucht (SCHATZ, 1979).

Die Scherstellen zeichnen sich durch eine lokal starke Verarmung der Vegetation aus; die Oribatidenfauna ist an diesen Orten geringer als in der Umgebung. Diese Beeinflussungen sind im untersuchten Gebiet punktuell. Bei aufhörender Belastung gleicht sich die Fauna bald mit der Umgebung aus. Da jedoch die gleichen Stellen jedes Jahr neuer Belastung ausgesetzt sind, kann keine Erholung eintreten (HOFER, 1981).

3. Bau von Skipisten:

Veränderungen der Fauna durch Skipistenbau wurden auf einer vor rund 20 Jahren angelegten Skipiste (etwa 30 m breit) im Bereich eines an der Waldgrenze gelegenen Zirbenbestandes (2070 m) untersucht. Beim Bau der Piste wurde die gesamte Vegetation zerstört und das Bodenprofil bis zum festen Fels abgetragen. Begrünungsversuche blieben

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

bis jetzt nahezu erfolglos. Während der Vegetationsperiode 1976 wurden auf der Piste (D) und im daneben liegenden mit Zirben bewachsenen *Rhododendretum* (E) Bodenproben genommen. Stichprobenentnahmen erfolgten auch in späteren Jahren.

Die Zerstörung des Oberbodens ist für die an die Vegetation gebundenen Oribatei katastrophal (Tab. 1). Auch von den anderen Mesoarthropoden sind auf der Piste nahezu keine Vertreter zu finden. Demgegenüber ist im Zirbenbestand eine reiche Besiedlung durch Oribatiden festzustellen. Während hier der Diversitätsindex (Hs) im Entnahmezeitraum zwischen 2,5 und 4,5 schwankt, ist auf der Piste mangels Individuen so gut wie keine Diversität zu verzeichnen. Parallellaufende Untersuchungen an Makroarthropoden zeigen auf der Piste generell geringere Dichten als in der daneben liegenden Vergleichsfläche (JANETSCHEK & MEYER, 1979; JANETSCHEK et al., 1982). Die gefangenen Formen sind ausschließlich laufaktive Arten, deren Aktivität sich aus der Zwergstaudenheide auf die Piste ausweitet. Für Mesoarthropoden ist diese Distanz zu groß.

4. Vergleich der Beeinflussungen:

Durch die Trittbelastung wird vor allem die Vegetation in Mitleidenschaft gezogen (GRABHERR, 1982b; WILLARD & MARR, 1970). Die Faunenstruktur von Makroarthropoden wird durch eine solche Störung in kleinem Rahmen nur wenig geändert (JANETSCHEK & MEYER, 1979). Barflecken in der Größenordnung des Trampelpfades können leicht überquert werden. Oberflächenaktive Formen der Mesoarthropoden scheinen durch den verminderten Raumwiderstand sogar begünstigt. Auf Bodentiergruppen, die eine größere Abhängigkeit von der Vegetation zeigen, wirkt sich die Trittbelastung negativ aus. Scherstellen durch Skikanten stellen nur punktuelle Belastungen dar, die sich im untersuchten Bereich (subalpine Wiese) schon in der folgenden Vegetationsperiode erholen können.

Es zeigt sich, daß kleinräumige Eingriffe nur lokal zu Störungen im Bestand der Mesoarthropoden führen, die sich nach Aufhebung der Belastung bei einer Succession der Vegetation wieder regenerieren. Großflächige Zerstörungen des Bodens wie Pistenbau wirken sich schwerwiegend auf die gesamte Bodentierwelt aus. Für Oribatiden sind solche Eingriffe selbst im subalpinen Bereich folgenschwerer als kleinräumige in der alpinen Grasheide (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Abundanz, Biomasse (Lebendgewicht) und Diversität von Oribatiden im Bereich eines Trampelpfades (A), im daneben liegenden Areal (B), und im ungestörten *Curvuletum* (C) auf der Hohen Mut (2600 m) zwischen 1977-07-24 und 1977-10-12 (14-tägig an 6 Daten je Proben) sowie im Bereich einer Skipiste (D) und im daneben liegenden *Rhododendretum* (E) (2070 m) im Zirbenwald bei Obergurgl, Tirol, zwischen 1976-06-01 und 1976-09-01 (monatlich an 4 Daten je 8 Proben). Mittel aller Bodenprobenentnahmen (11 cm^2, 2 cm dick)

	Trampeln — *Caricetum curvulae*			Piste — Zirbenwald	
	A	B	C	D	E
Probenzahl	48	48	48	32	32
Individuen/m^2	427	13128	43481	82	37302
Biomasse mg/m^2	3	79	278	4	609
Artenzahl	5	17	24	3	36
Shannon-Index (Hs)	2.24	2.84	3.03	0.92	4.29
Equitability (E)	0.96	0.69	0.66	0.92	0.83
Fisher-Index (α)	2.14	3.15	3.74	0.53	6.85

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Z u s a m m e n f a s s u n g : Drei Arten anthropogener Belastung durch den Tourismus auf die Bodenfauna des alpinen Lebensraumes wurden untersucht: Trittbelastung in Wandergebieten, Scherwirkung von Skikanten, und Bau von Skipisten mit Abtragung des Oberbodens. Die Mesofauna (bes. Acari und Collembola) wird durch diese Beeinflussungen in allen Fällen stark in Mitleidenschaft gezogen: die Abundanz und Diversität sinkt gegenüber unberührten Vergleichsflächen. Trampeln und Scherwirkung sind allerdings nur lokale Eingriffe; eine Wiederbesiedlung ist von den benachbarten Flächen her möglich, wenn die Vegetationsverhältnisse es erlauben. Demgegenüber stellt die Anlage von Skipisten im Hochgebirge einen großflächigen Eingriff dar; Wiederbegrünungsversuche blieben auch nach 20 Jahren ohne großen Erfolg, ebenfalls konnte sich die Bodenfauna nicht erholen.

Literatur:

CHAPPELL, H.G., J.F. AINSWORTH, R.A.D. CAMERON and M. REDFEERN (1971): The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. – J. appl. Ecol., **8**: 869 - 882.

GRABHERR, G., E. MÄHR und H. REISIGL (1978): Nettoprimärproduktion und Respiration in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Ötztaler Alpen, Tirol. – Oecol. Plant., **13**: 227 - 251.

GRABHERR, G. (1982a): Tourismusinduzierte Störungen, Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit der Vegetation in der Alpinen Rasenstufe. – Veröff. MaB Hochgebirgsprogramm, **5**: (im Druck).

GRABHERR, G. (1982b): The impact of trampling on a high altitudinal grassland in the Tyrolean Alps. – (Im Druck).

HOFER, H. (1981): Der Einfluß des Massenschilaufes auf alpine Sauerbodenrasen am Beispiel der Gurgler Heide (Ötztal, Tirol) und Beobachtungen zur Phänologie des Curvuletums. – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **68**: 31 - 56.

JANETSCHEK, H. (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol) **I**. Einführung. – Veröff. Univ. Innsbruck 117, alpin-biol. Studien **X**: 7 - 14.

JANETSCHEK, H. und E. MEYER (1979): Über den Einfluß des Tourismus auf die Arthropodenfauna im Raum Obergurgl (Tirol). – Verh. Int. Symposium Entomofaunistik in Mitteleuropa, Leningrad, **VII**: 77 - 82.

JANETSCHEK, H., E. MEYER, H. SCHATZ und I. SCHATZ - DE ZORDO (1982): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen im Raum Gurgl unter Berücksichtigung anthropogener Einflüsse. – Veröff. MaB Hochgebirgsprogramm, **5**: (im Druck).

NEWTON, J. and M. PUGH THOMAS (1979): The effects of trampling on the soil Acari and Collembola of a heathland. – Intern. J. environmental Studies, **13**: 219 - 223.

SCHATZ, H. (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol) **II**. Phänologie und Zönotik von Oribatiden (Acari). – Veröff. Univ. Innsbruck 117, alpin.-biol. Studien **X**: 15 - 120.

SCHATZ - DE ZORDO, I. (1980): Auswirkung der Betrampelung auf epigäische Coleoptera (Insecta) in der alpinen Grasheide (Obergurgl, Tiroler Zentralalpen). – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **67**: 137 - 144.

WILLARD, B.E. and J.W. MARR (1970): Effects of human activities on alpine tundra ecosystems in Rocky Mountain National Park, Colorado. – Biol. Cons., **2**: 257 - 265.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 70

Autor(en)/Author(s): Schatz Heinrich

Artikel/Article: Der Einfluß des Tourismus auf Mesoarthropoden des Hochgebirges. 93-97