



SKRIFTER NR. 163

WERNER HINZ

Zur Ökologie der Tundra Zentralspitsbergens



NORSK POLARINSTITUTT
OSLO 1976

NORSK POLARINSTITUTT

Rolfstangveien 12, Snarøya, 1330 Oslo Lufthavn, *Norway*

SALG AV BØKER

SALE OF BOOKS

Bøkene selges gjennom bokhandlere, eller
bestilles direkte fra:

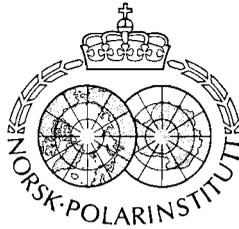
*The books are sold through bookshops, or
may be ordered directly from:*

UNIVERSITETSFORLAGET

Postboks 307	<i>16 Pall Mall</i>	<i>P.O. Box 142</i>
Blindern, Oslo 3	<i>London SW 1</i>	<i>Boston, Mass. 02113</i>
<i>Norway</i>	<i>England</i>	<i>USA</i>

Publikasjonsliste, som også omfatter land-
og sjøkart, kan sendes på anmodning.

*List of publications, including maps and
charts, may be sent on request.*



SKRIFTER NR. 163

WERNER HINZ

Zur Ökologie der Tundra Zentralspitsbergens



NORSK POLARINSTITUTT
OSLO 1976

Manuskript empfangen April 1975

Gedruckt April 1976

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abstract	4
Auszug	5
1. EINLEITUNG	7
2. METHODEN	7
3. ERGEBNISSE	14
3.1. Ökologische Diagnose alpiner und arktischer Tundra	14
3.2. Die Tundra Spitsbergens	19
3.2.1. Allgemeine Charakterisierung der Tundra Spitsbergens ..	19
3.2.2. Phänologie der Tundra Spitsbergens	22
3.2.3. Verschiedene Typen der Tundra Spitsbergens	27
3.2.3.1. Nasse Moostundra	27
3.2.3.2. Heidegesellschaften	31
3.2.3.3. Steilhang im Nord—Süd-Vergleich	33
3.2.3.4. Fjellplateau	37
3.2.3.5. Eutrophierte Tundragebiete	38
3.2.3.5.1. Natürliche Eutrophierung	38
3.2.3.5.2. Experimentelle Eutrophierung	41
4. DISKUSSION	43
Literatur	46

Abstract

Collections by means of pitfall traps and colour traps were conducted in different tundra types in the Adventdalen Region, Central Spitsbergen. Comparative collections were conducted in the Dovre Region (Southern Norway) and in the Alps (Austria).

The mean numbers of individuals collected per trap and day display no significant differences in the three geographical regions. The biomass caught per day and trap is bigger in the high mountains because of the permanent presence of allochthonic major insects (e.g. Noctuidae and Rhopalocera) and of the incidence of autochthonic big arthropods (like Opiliones, Lycosidae, Carabidae, Bombus, Lepidoptera, Trichoptera and Tipulidae) missing in Spitsbergen.

About 99% of the individuals caught in Spitsbergen are made up by Araneae, Acari, Collembola, Hymenoptera parasitica and Diptera. The number of families is reduced as compared with alpine regions of southern latitudes. Spiders are represented only by Linyphiidae, Micryphantidae and Clubionidae, beetles by Staphylinidae and Curculionidae, acalyprate flies by Sphaeroceridae and Heleomyzidae, Rhynchota by Aphioidea. Contrary to alpine regions of southern latitudes Mycetophilidae are most abundant and make up a considerable part of individuals and biomass.

Herbivorous poikilothermic animals are missing almost completely. They make up only 0.24% of the individuals caught (Aphioidea, Pristiphora and Rhynchaenus).

As compared with different regions in Spitsbergen, the central area studied here is comparatively rich: In the colder Hornsund area *Aedes*, *Rhynchaenus*, *Tenthredinidae*, *Aphidoidea* and several species of *Aranea* and *Mycetophilidae* are missing.

During the short vegetation period we have to differentiate between arthropods appearing in early and midsummer (*Collembola* and *Nematocera* excl. *Trichocera*), others in midsummer and late summer (*Brachycera*, *Hymenoptera parasitica*, *Aphidoidea*, *Hilaira glacialis*) and indifferent species (*Collinsia spetsbergensis*, *Trichocera*).

In Central Spitsbergen the following tundra types are analyzed: wet mossy tundra; relatively dry *Cassiope*- and *Dryas*-stands; fjellplateaus 400 m high; mountain slopes exposed to the north and to the south; stands manured by sea birds (*Diabasodden*). The results are summarized in Figs. 8–13.

With the temperatures being higher the soil of southern slopes is rather dry and inhabited by species like *Meioneta nigripes*, *Cornicularia clavicornis*, *Conigerella borealis*, *Rhamphomyia caudata* and *Rhynchaenus flagellum*; further "thermophil" species are far more abundant on these slopes (*Hilaira glacialis*, *Acroptena frontata*, *Epistrophe tarsata* and *Aphioidea*). On the other hand some species, which do not stand dry tundra, are most abundant on northern slopes (*Sminthuridae*, *Chironomidae* and *Trichocera*).

Tundra types manured by sea-birds are far richer in individuals and biomass than other regions. Coprophilous species (*Heleomyzidae*, *Trichocera*, *Boletina apicalis*, *Hypogastrura*) reach enormous numbers; episitc and parasitic animals are rather rare.

Experimental manuring the tundra leads to a spontaneous decrease of the individual numbers to about one half; especially fungivorous species like *Exechia frigida* are affected.

Auszug

Zur ökologischen Charakterisierung der Tundra Spitsbergens wurden mit formalinegefüllten Barber- und Gelbfallen (Öffnungsdurchmesser: 7 cm) in den Alpen, in Norwegen und auf Spitsbergen insgesamt ca. 300 000 Arthropoden gefangen.

Die Durchschnittsindividuenzahlen vergleichbarer Biotope vom Hochgebirge und von Spitsbergen liegen in derselben Größenordnung. Die Durchschnittsbiomasse ist im Hochgebirge grösser durch a) regelmässigen Zuflug allochthoner Grossinsekten, z.B. Lepidoptera: Noctuidae und Rhopalocera, und b) Vorkommen autochthoner Grossarthropoden-Gruppen (wie Opiliones, Lycosidae, Carabidae, Bombus, Lepidoptera, Trichoptera und Tipulidae), die auf Spitsbergen fehlen.

Das Häufigkeitsspektrum systematischer Gruppen auf Spitsbergen ist einseitig. 99,76% aller Individuen des Barberfangs im Adventdalen-Gebiet gehören den fünf Gruppen Araneae, Acari, Collembola, Hymenoptera parasitica und Diptera an. Die Anzahl der Familien ist gegenüber dem Hochgebirge reduziert: Araneae sind mit 3 (Linyphiidae, Micryphantidae, Clubionidae), Coleoptera mit 2 (Staphylinidae, Curculionidae), acalyptrate Brachycera mit 2 Familien (Sphaeroceridae, Heleomyzidae) und Rhynchota nur mit Aphidoidea vertreten; es fehlen weitere im Hochgebirge häufige Gruppen wie Phoridae und Cecidomyiidae. Im Gegensatz zum Hochgebirge erreichen Mycetophilidae auf Spitsbergen hohe Individuen- und Biomasse-Anteile.

Pflanzenfresser fehlen auf Spitsbergen weitgehend: Im Barberfang des Adventdalen-Gebiets sind pflanzenfressende pterygote Insecta mit nur 0,24% der Gesamtindividuenzahl vertreten (Aphidoidea, Pristiphora und Rhynchaenus).

Regionale faunistische Unterschiede sind auf Spitsbergen vorhanden. Im kälteren Hornsund-Gebiet fehlen mehrere Araneae- und Mycetophilidae-Arten, Aedes, Rhynchaenus, Pristiphora, Hymenoptera parasitica excl. Ichneumonoidea und Aphidoidea.

Nach einmonatiger Fangzeit ist ein charakteristischer Leerfangeffekt nicht nachweisbar. Einzelabweichungen haben offensichtlich ihre Ursache in Unterschieden der Vergleichsflächen.

Innerhalb der kurzen Vegetationsperiode auf Spitsbergen (Fangzeit: Ende Juni bis Mitte August) lassen sich Früh- und Hochsommertiere (Collembola und Nematocera excl. Trichocera), Hoch- und Spätsommertiere (mehrere Brachycera-Arten, Hymenoptera parasitica, Aphidoidea, Hilaira glacialis) und indifferente Arten (Collinsia spetsbergensis, mit Gipfel im Hochsommer: Trichocera) unterscheiden.

In der inneren Fjordzone Spitsbergens werden die folgenden Lebensräume näher untersucht: grossflächige nasse Moostundra im Adventdalen und feuchte Moosgesellschaften als Einsprengsel in trockene Hangfuss-Flächen; nord- und südexponierte Heidegesellschaften mit Cassiope, Dryas und Equisetum als Leitpflanzen; Deflationsheide auf Fjellplateau in 400 m Meereshöhe; nord- und südexponierter Steilhang mit Fein- und Grobschutthalden und durch Seevögel eutrophierte Fläche am Diabasodden.

In der ungedüngten Tundra variieren die Gesamtindividuenzahlen und Gesamtbiomassen pro Falle und Tag von 13,5 Tieren bzw. 0,010 ml (Fjellplateau) bis 61,9 Tiere bzw. 0,061 ml (nasse Moostundra) bei der Barberfalle und von 2,9 Tieren bzw. 0,012 ml (südexponierter

Steilhang) bis 50,6 Tiere bzw. 0,119 ml (nasse Moostundra) bei der Gelbfalle. Die Abhängigkeit von Wasser und Vegetation wird diskutiert.

Trotz Dauerlicht weisen nord- und südexponierte Hänge unterschiedliche Besiedlung auf: Der südexponierte Steilhang erreicht einen höheren Erwärmungs- und Austrocknungsgrad, auf ihn sind thermophile Arten wie *Meioneta nigripes*, *Cornicularia clavicornis*, *Conigerella borealis*, *Rhamphomyia caudata* und *Rhynchaenus flagellum* beschränkt; weitere Arten (*Hilaira glacialis*, *Acroptena frontata*, *Epistrophe tarsata* und Aphidoidea) erscheinen auf dem südexponierten Hang mit höheren Abundanzen. Umgekehrt weisen Sminthuridae, Chironomidae und Trichocera in der Fangzeit höhere Zahlen auf dem feuchteren nordexponierten Steilhang auf.

In seevogelgedüngten Tundragebieten sind Gesamtindividuen- und Gesamtbiomassezahlen auf ein Mehrfaches erhöht (Beispiel Diabasodden: pro Falle und Tag 332 Tiere bzw. 0,32 ml in der Barber-, 155 Tiere bzw. 0,53 ml in der Gelbfalle). Koprofile Arten (*Heleomyzidae*, *Trichocera*, *Boletina apicalis*, *Hypogastrura*) zeigen eine Massenentfaltung, räuberische und parasitische Gruppen sind unterrepräsentiert oder fehlen.

Bei experimenteller Eutrophierung einer ungedüngten Heidefläche mit 30 g handelsüblichem Düngemittel pro m² sinken innerhalb der Vegetationsperiode Biomasse und Individuenzahl auf die Hälfte ab; insbesondere sind — im Gegensatz zu Räubern und Parasiten — *Exechia frigida* und weitere mycetophage Gruppen geschädigt.

1. Einleitung

Alpine Matte und arktische Tundra werden überwiegend als ökologisch identisch oder fast identisch bezeichnet. Dieser Auffassung steht eine andere gegenüber, die auf fundamentale Unterschiede in ökologischen Bedingungen, im Artenbestand und im Energiefluss zwischen beiden Lebensräumen hinweist. Beide Auffassungen sind aber nur durch — bisher fehlende — quantitative Daten über die Evertebraten dieser Ökosysteme einer Entscheidung näherzubringen. Dieses Ziel setzt sich die vorliegende Arbeit.

Untersuchungen sind in den Alpen (Hohe Tauern, 1966), in Norwegen (Dovrefjell, 1967) und auf Spitsbergen (vor allem 1968, nach einer Vorausexkursion 1965) durchgeführt worden. Von Spitsbergen liegt ausserdem durch das Entgegenkommen von Herren Dr. CHR. BANG (Espesgrend) und Herrn Konservator LILLEHAMMER (Oslo) ein umfangreiches, mit vergleichbaren Methoden gesammeltes Material mit zur Bearbeitung vor; schliesslich stammen von hier auch bereits publizierte Voruntersuchungen (REMMERT 1966, RÜPPELL 1968; Abb. 1—3).

Die Spitsbergen-Fahrten wurden mit Unterstützung der Store Norske Spitsbergen Kulkompani durchgeführt. Für alle Hilfe danke ich Herrn Direktor BJØRKUM, Herrn VARMING und Herrn EGGENFELLNER sehr herzlich. Anregung zu dieser Arbeit, ständige Unterstützung und Vermittlung der Fahrten gab Herr Prof. Dr. H. REMMERT. Herr Prof. Dr. W. TISCHLER stellte einen Arbeitsplatz zur Verfügung.

2. Methoden

Die quantitative Vergleichbarkeit wird gewährleistet durch Feststellung der Bewegungsaktivität mit Hilfe von Formalinfallen (4- bis 8-prozentige Formalinlösung plus Entspannungsmittel): als «Barberfallen» — Joghurt-Plastikbecher mit einem Öffnungsdurchmesser von 7 cm, bis zum oberen Rand im Boden eingegraben — und als «Gelbfallen» — mit gelber Lackfarbe bepinselte Joghurtbecher, die etwa zur Hälfte über die Bodenoberfläche hinausragen und nur zu Anlockung und Fang von Fluginsekten dienen. Nichtflugfähige Arthropoden, die gelegentlich in die Gelbfallen gelangen, werden nicht beachtet.

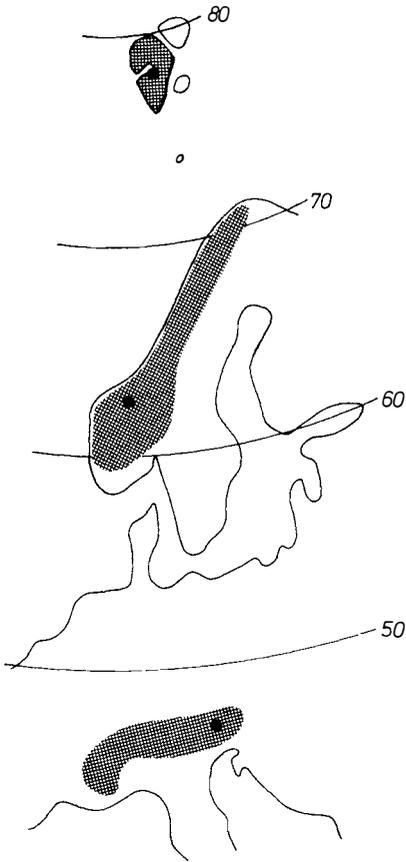


Abb. 1. Lage der drei Fanggebiete Alpen (Hohe Tauern), Norwegen (Dovrefjell) und Spitsbergen (Inneres Isfjorden-Gebiet).

In letzter Zeit ist an der Methode, Formalfallen für quantitative Analysen des Ökosystems auszuwerten, fundierte Kritik geübt worden. Wenn trotzdem hier teilweise so vorgegangen wird, so ist dafür eine Reihe von Gründen massgeblich:

- 1) Die Methode bringt sehr viel grössere Tierzahlen als jede andere, vor allem als jeder Netzfang. Bis zu einem gewissen Grad wird damit eine statistische Bearbeitung möglich.
- 2) Die in dieser Arbeit analysierten Lebensräume sind ähnlichen klimatischen Bedingungen unterworfen (kurze Vegetationsperiode, Wind und Frostwirkung) und physiognomisch sehr einheitlich: Die Vegetationsdecke erreicht nur selten eine Höhe von 30 cm, meist bleibt sie erheblich niedriger.
- 3) In einigen Fällen können die ermittelten Resultate exakt kontrolliert werden: beim Düngerversuch und durch autökologische Kenntnisse einer Reihe von Arten beim Vergleich Nordhang-Südhang.

Ich halte mich daher für berechtigt, beim Vergleich der hier geschilderten Lebensräume die ermittelten Zahlen als reale Maßstäbe anzugeben. Natürlich geben die Fallenfänge keinen Hinweis auf die Tierdichte pro Flächeneinheit, sie stellen jedoch für die Lebensräume exakt reproduzierbare Charakteristika dar. Auch Verhältniszahlen erscheinen mir gerechtfertigt (Verhältnis der Ernährungstypen). Ebenso werde ich phänologische Daten aufgrund der Fallenfänge quantifizieren. Natürlich müssen hier jede Aktivität unterdrückende Kaltwetterlagen einkalkuliert werden.

Besonders heftige Kritik hat die Ermittlung der gefangenen Zoomasse auf sich gezogen. Auch hier halte ich meine Darstellung für gerechtfertigt:

- 1) Auch die Angaben über Zoomasse stellen zwar keine Daten über die Produktivität einer bestimmten Flächeneinheit dar. Es handelt sich jedoch um reproduzierbare Werte, die zumindest den Vergleich zwischen verschiedenen Jahren im gleichen Biotop ermöglichen.
- 2) Die bedeutenden Unterschiede zwischen Hochgebirgen gemässigter und tropischer Breiten auf der einen und der arktischen Tundra auf der an-

deren Seite werden gerade durch Biomassen-Bestimmungen deutlich: Die im Hochgebirge regelmässig auftretenden Grossarthropoden, deren Biomasse die aller übrigen Gruppen übertrifft, stellen einen ganz wesentlichen Faktor in der Ernährung der Hochgebirgstiere dar — einen Faktor, der in der Tundra Spitsbergens fehlt. Nur mit dieser Methode ist eine — zu-gegebenermassen relative — Quantifizierung möglich.

Die Formalinfallenmethode ist vielleicht der Methode vergleichbar, aus Fellverkaufszahlen auf Tierpopulationen grossräumiger Gebiete zu schliessen: Und gerade diese Methode hat die besten Angaben über zyklische Massenvermehrungen von Säugern geliefert.

Die Sortierung des Fangmaterials erfolgt unter dem Binokular; dadurch ist die Erfassung sämtlicher Jugendstadien, insbesondere von Collembola und Acari, sichergestellt. Bei der Auswertung der Fänge bleiben die wenigen Nicht-Arthropoden (Nematodes, Oligochaeta, Tardigrada) unberücksichtigt. Die Biomasse (in ml) wird mit Hilfe eines Messzylinders (Ablesegenauigkeit: ein zehntel ml, geschätzt: ein hundertstel ml) als «Alkoholverdrängung» des feuchten Tiermaterials festgestellt bzw. mehrfach bei sehr kleinen Tiergruppen geschätzt, vor allem bei Proben geringen Umfangs. Hierbei auftretende Fehler sind für die Auswertung belanglos.

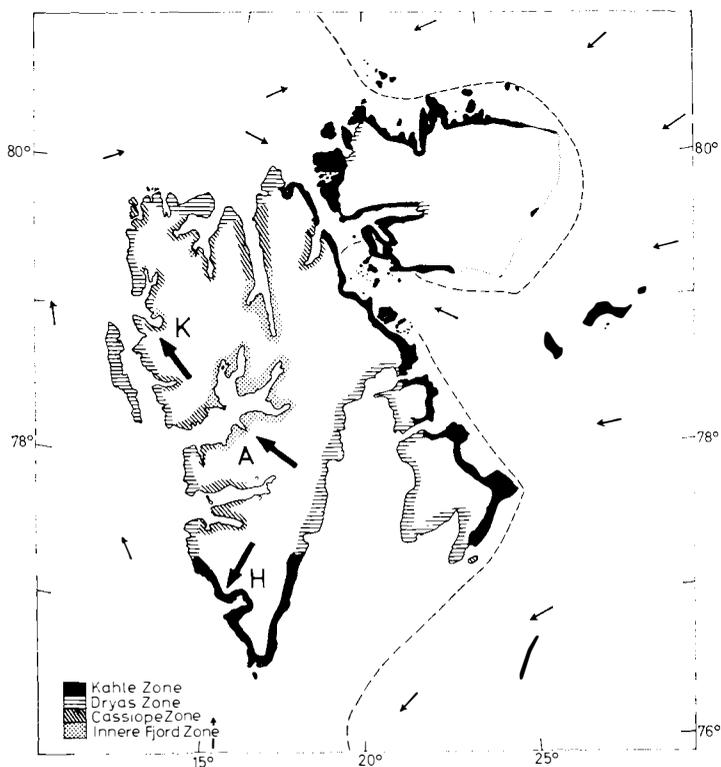


Abb. 2 Vegetationsgliederung Spitsbergens nach SUMMERHAYES u. ELTON (1928), aus REMMERT (1966), verändert: A Adventdalen, H Hornsund, K Kongsfjorden.

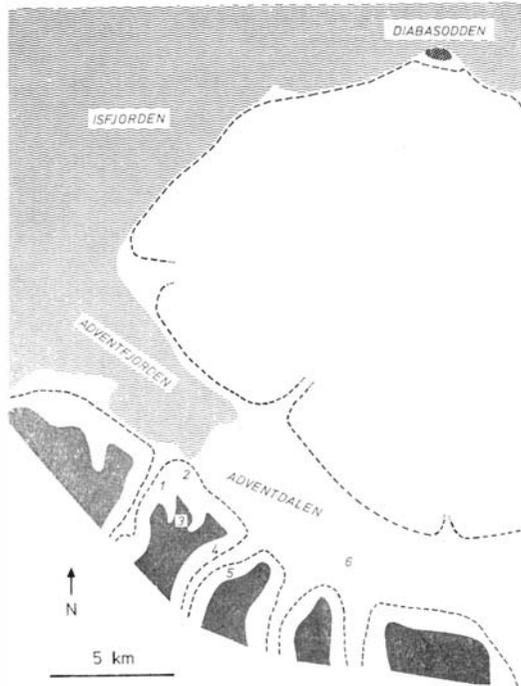


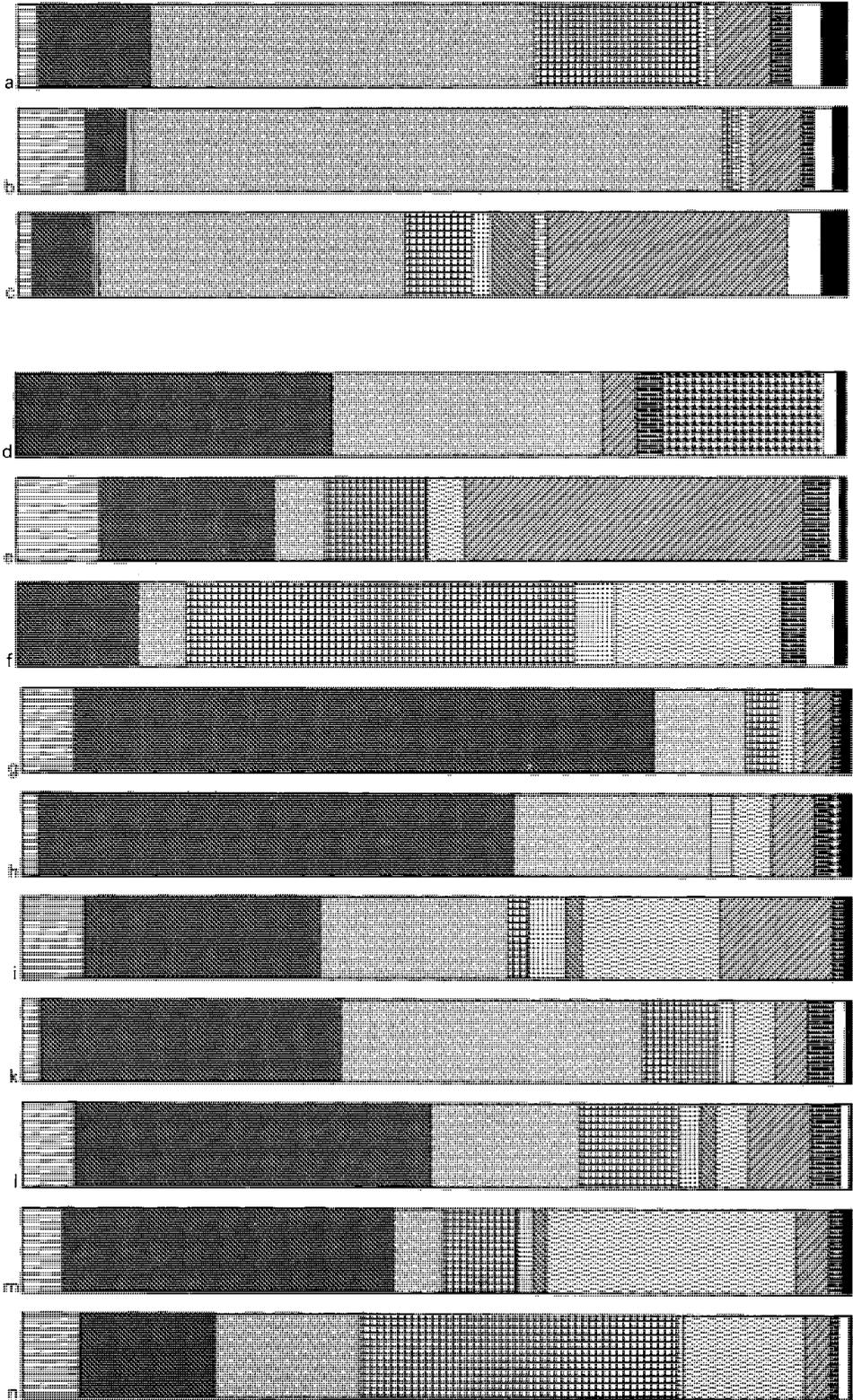
Abb. 3. Adventdalen-Gebiet und Diabasodden, Spitsbergen : Lage der Fanggebiete Nr. 1 im Longyeardalen, Nr. 2 und 6 im Adventdalen, Nr. 4 und 5 im Endalen, Nr. 3 auf einem Plateauberg. Die dunkle, fein gerasterte Fläche bezeichnet Fjellplateaus, die gestrichelte Linie den Übergang von der ebenen Talsohle zu den sanft geneigten Hangfüßen. Das Gebirge zwischen Adventdalen und Diabasodden ist weggelassen.

Sämtliche Angaben, falls nicht anders angegeben, beziehen sich auf den Fang pro Falle und Tag und stellen das arithmetische Mittel der Fangserie dar. Bei der Signifikanzprüfung wird eine t-Verteilung unterstellt. Den Darstellungen der relativen Fangzahlen (z.B. Abb. 5) liegen bestimmte Rastertypen zugrunde, die aus Abb. 4 ersichtlich sind. Alle systematischen Gruppen mit einem geringeren Anteil als 0,8 Prozent sind im «Rest» (einfarbig schwarze Fläche) zusammengefasst. Bei der Biomasse-Verteilung der Alpen- und Norwegenfänge sind Hymenoptera parasitica und Diptera nicht weiter untergliedert. In den Tabellen sind die absoluten Individuenzahlen auf die zweite Stelle hinter dem Komma abgerundet, Werte unter 0,005 auf die dritte Stelle.

Die Herren H. KALHEBER (Steeden/Lahn), Dr. K. MÜLLER (Kiel) und H. USINGER (Kiel) bestimmten Pflanzenproben. Dr. K. HORSTMANN (WÜRZBURG) sowie Dr. M. SCHAEFER und Dr. F. SICK (beide Kiel) bearbeiteten Ichneumonoidea, Araneae und Brachycera, Hinweise auf die Art- und Gattungszugehörigkeit von Chironomidae und Collembola gaben Dr. D. R. OLIVER (Ottava) und Dr. W. TOPP (Kiel).

	ARANEAE
	ACARI
	PHALANGIIDAE
	ARTHROPLEONA
	SMINTHURIDAE
	APHIDOIDEA
	ICHNEUMONOIDEA
	HYMENOPTERA paras. excl. Ichneumonoidea
	HYMENOPTERA paras. gesamt
	BOMBUS
	COLEOPTERA - Imagines
	COLEOPTERA - Larven
	TRICHOPTERA
	LEPIDOPTERA - Imagines
	LEPIDOPTERA - Larven
	MYCE TOPHILIDAE
	SCIARIDAE
	CHIRONOMIDAE
	TRICHOCERIDAE
	BRACHYCERA
	DIPTERA - Imagines gesamt
	DIPTERA - Larven
	REST

Abb. 4. Rastertypen der Darstellungen. Der «Rest» ist die Summe aller systematischen Gruppen mit jeweils einem geringeren Anteil als 0,8 Prozent.



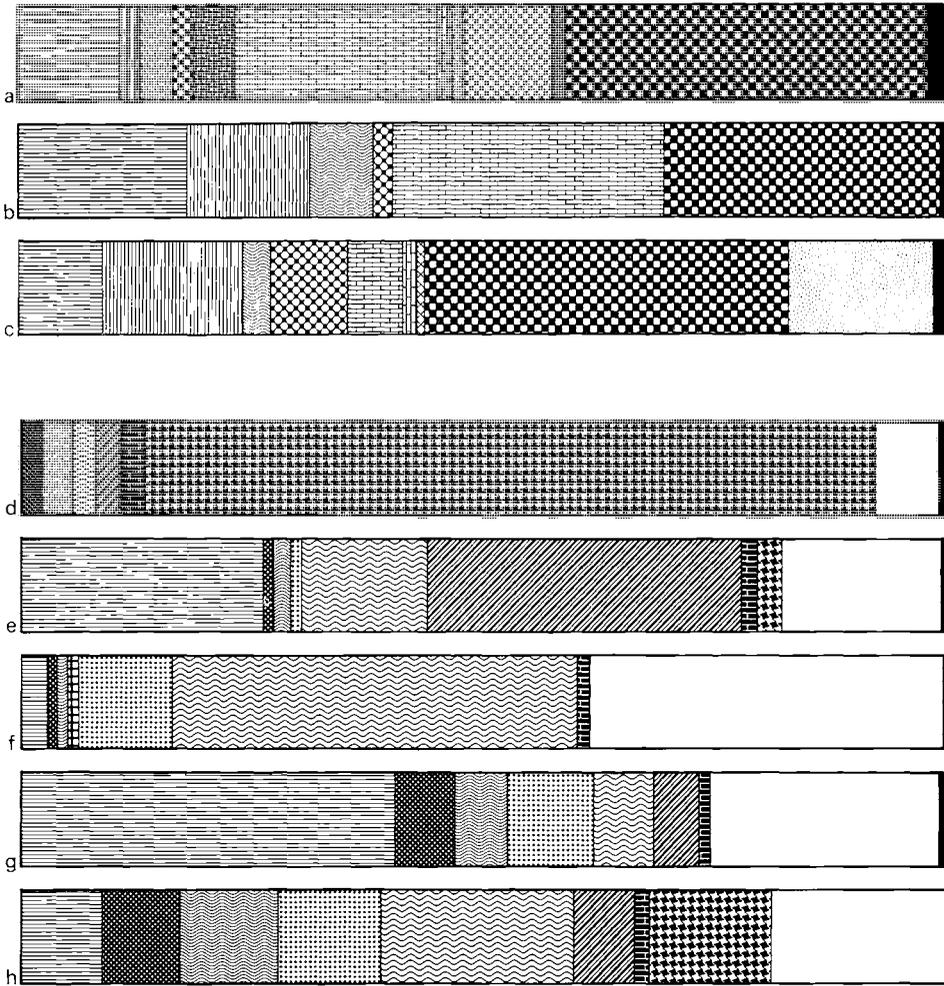


Abb. 5. *Relative Individuenzahlen (linke Seite) und relative Biomassen (rechte Seite) systematischer Gruppen von Barberfallenfängen: a) Alpen, b) Norwegen, Serien a bis c, c) Norwegen, Serien d bis g, d) vogelgedüngte Tundra am Diabasodden, e) Fjellplateau, f) nasse Moostundra, g) nordexponierte Cassiope-Heide, h) nordexponierte Dryas-Heide, i) südexponierte Cassiope-Dryas-Heide, k) südexponierte Equisetum-Heide, l) nordexponierte reine Moosfläche (I), m) nordexponierte bachbegleitende Moosfläche (II) mit Phanerogamen, n) südexponierte reine Moosfläche (III). — (d—n: Spitsbergen).*

3. Ergebnisse

3.1. Ökologische Diagnose alpiner und arktischer Tundra

Aus den Alpen liegt Fangmaterial von den Hohen Tauern vor (Abb. 1): Das Fanggebiet befindet sich am Talschluss des in NS-Richtung verlaufenden Rauristals südlich bis südwestlich von Kolm—Saigurn und unterhalb des Hohen Sonnblicks (Silikatgebiet) in einer Meereshöhe von 2200 bis 2500 m. Der Wald geht an einigen Stellen im Rauristal auf über 1900 m hinauf, am Talschluss finden sich nur noch wenige Einzelbäume oberhalb der 1800 m-Linie.

Das Fangdatum (3. bzw. 6. bis 15.8.1966) fällt in die Hoch- bis Spätsommerzeit. Die Fangzeit weist überwiegend Sonnentage mit oft gänzlich wolkenlosem Himmel und überdurchschnittlich hohen Temperaturen auf, nur wenige Tage haben — allerdings bedeutende — Niederschläge, meist in Form von Schnee.

Insgesamt sind in 40 Barberfallen 6844 Tiere gefangen worden. Das bedeutet einen Fang pro Falle und Tag von 16,7 Tieren bzw. 0,021 ml Biomasse. Im einzelnen variiert der Fang je nach der Beschaffenheit der Fangfläche erheblich (s. Tab. 1). Die Serie mit der reichsten Ausbeute (i) ist ein üppig bewachsener Hang, u.a. mit *Rhodiola rosea*, *Geum*, *Silene*, *Primula*, *Gentiana*, *Myosotis*, *Doronicum* und *Sesleria disticha*. Niedriger liegt das Fangergebnis auf spärlich bewachsenen Schuttflächen (Serie e). Die höchste Individuenzahl (93,3 Tiere bzw. 0,016 ml Biomasse pro Tag) hat eine (nicht in Tab. 1 aufgeführte) Falle im von Gletscherschmelzwasser während der Vegetationszeit ständig durchfeuchteten Steinringboden in einer Insel mit geschlossener, in der Hauptsache niederer Vegetation. Diese hohe Individuenzahl wird von Collembola, aber auch von Acari gebildet.

Das Fanggebiet in Norwegen (Dovre fjell) in der Umgebung von Lesja (westlich von Dombås) zeigt Abb. 1. Die Flächen a bis d (Tab. 2) liegen südlich von Lesja auf einer nordexponierten Hangfläche grosser Ausdehnung in 1200 bis über 1300 m Meereshöhe. Mit Ausnahme der Serie d befinden sich die Fangflächen in der Nähe von perennierenden Schneeflecken in oder am Rande von Grottschutthalden. Die übrigen Serien (e bis h) liegen im Bereich einer ausgedehnten Fjellfläche mit geringem Relief in 1100 bis 1200 m Meereshöhe nördlich von Lesja. Da es keine Karte mit Höhenlinien gibt, kann die Meereshöhe nur annäherungsweise angegeben werden. Die Baumgrenze liegt bei ca. 1000 m.

Die Fangflächen d und e sind Heidegesellschaften, in denen *Empetrum*, Ericaceae wie *Cassiope hypnoides*, *Phyllodoce*, *Loiseleuria* und *Arctostaphylos*, kriechende *Salices*, *Lycopodium*- und *Polytrichum*-Arten vorherrschen und die im obersten Bereich des Vorkommens von *Betula nana* liegen. An exponierten Stellen tritt der Phanerogamenwuchs stark zurück, die Vegetationsbedeckung ist gering. Ausgesprochene Deflationsheiden sind die Fangflächen c, g und h. Auf Grottschutthalden (Serien a, b) findet sich ein — oft nur spärlicher — Moos-Flechten-Teppich. Hier gedeihen nur noch ganz wenige Phanerogamen, z. B. *Oxyria digyna* und — ebenso auch auf durchfeuchtetem Feinschutt (Serie f) — *Ranunculus glacialis*.

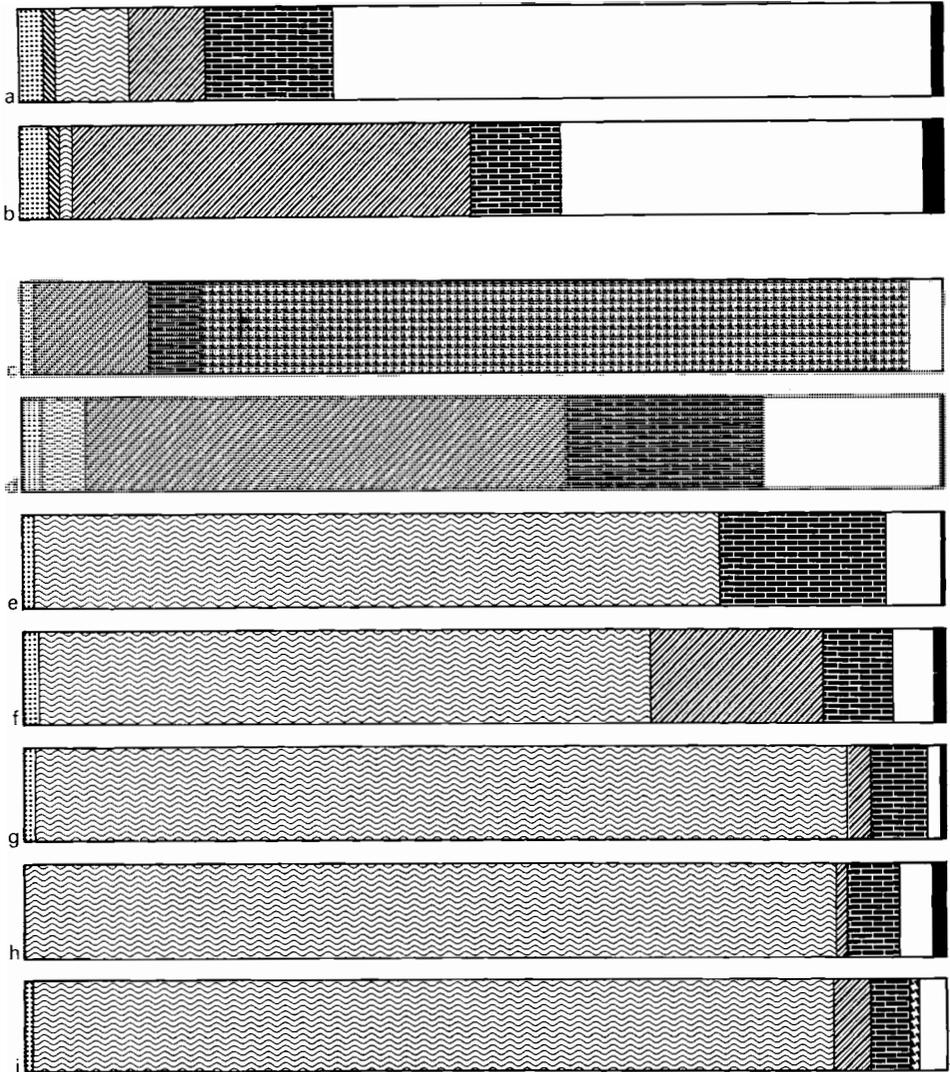
Tabelle 1

Fangergebnis in den Alpen (Hohe Tauern): a-f Serien von Schuttflächen mit spärlicher Vegetation, g-i Flächen mit reicher Vegetation; Barberfallen; insgesamt 5725 Tiere

Serie	Biotop	Vegetation	Meereshöhe [m]	Exposition [Grad]	Fallenanzahl	Individuenzahl pro Falle und Tag	Biomasse pro Falle und Tag [ml]
a	Gletscherfeinschutt	praktisch ohne	2400	—	3	2,0	0,010
b	Gletschergrobschutt	kaum	2400	—	3	17,6	0,008
c	Grobschutt auf trockener Gletscherschliff-Kuppe	kaum (<i>Linaria alpina</i>)	2200	—	7	10,1	0,019
d	Gletschergrobschutt	kaum (<i>Oxyria digyna</i>)	2300	NW 40	2	10,2	0,012
e	Grobschutt	etwas (fleckweise: <i>Polytrichum</i> , <i>Silene acaulis</i>)	2200	NW 35	5	16,2	0,015
f	Felsgrat mit Grobschutt, unmittelbare Gletschernähe	etwas	2500	SO 25	6	15,7	0,029
g	Schneetälchen	geschlossen (<i>Polytrichum norvegicum</i> , <i>Salix herbacea</i>)	2500	SW 20	4	9,1	0,026
h	Matte	reichbewachsen	2200	NW 25	4	15,3	0,022
i	Hang, zerstreut Grobschutt	reichbewachsen	2300	O 35	5	29,3	0,038

Die Fangzeit 28.7.—10.8. (a—d) bzw. 29.7.—11.8.1967 (e—h) fällt in den Hoch- und Spätsommer. In 40 Barberfallen sind 11742 und in 43 Gelbfällen 6877 Tiere gefangen worden. Das entspricht einer Ausbeute pro Falle und Tag von 22,6 Tieren bzw. 0,021 ml Biomasse in der Barberfalle und von 12,3 Tieren bzw. 0,104 ml Biomasse in der Gelbfalle. Die mittlere Individuenzahl in der Barberfalle der Grobschuttflächen a—c beträgt 16,4. Das Ergebnis stimmt überraschend gut mit dem Ergebnis aus den Alpen überein. Nach Tab. 2 sind die Fangzahlen am höchsten auf feuchteren Flächen. Das Plateau (c) weist die geringsten Werte der Biomasse (in der Barberfalle) und der Individuenzahl (in der Gelbfalle) auf; die relativ hohe Individuenzahl in der Barberfalle wird von *Arthropleona* verursacht. Grössere (Flug-) Insekten, insbesondere Diptera, finden auf dem Plateau keinen Windschutz und fehlen weitgehend.

Die relativen Zahlen der Alpen- und Norwegenfänge sind in den Abb. 5 und 6 dargestellt. Viele systematische Gruppen, die im Fang nur mit wenigen Tieren vertreten sind, spielen keine bedeutende Rolle bei der Biomasse-Verteilung: Lithobiidae (1 Tier Alpen), Plecoptera (1 Tier Norwegen), Corro-



dentia (1 Tier Norwegen), Thysanoptera (10 Tiere Norwegen), Tenthredinidae (2 Tiere Norwegen) und deren Larven (5 Tiere Norwegen), Hemerobiidae (1 Tier Alpen und 1 Tier Norwegen), Trichoptera (1 Tier Norwegen) und Lepidoptera-Larven (Alpen 3 Tiere, Norwegen 4 Tiere); ausserdem die Rhynchota, deren Untergruppen die Tab. 3 zeigt. Weitere individuenarme Gruppen stellen einen beachtlichen Teil der Biomasse: Alpen: Phalangiidae 19 Tiere, Lepidoptera—Imagines 17 Tiere (danunter *Phytometra gamma*), Trichoptera 3 Tiere; Norwegen: Tipulidae-Larven in den Barberfallen der Serien d bis g 44 Tiere; je ein *Bombus* in Alpen und Norwegen. Die meisten hier aufgezählten systematischen Gruppen fehlen auf Spitsbergen (vgl. Tab. 7).

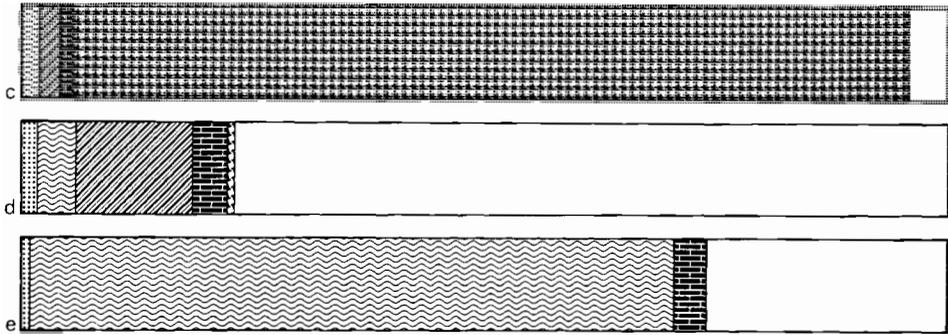


Abb. 6. *Relative Individuenzahlen (linke Seite) und relative Biomassen (rechte Seite) systematischer Gruppen von Gelbfallenfängen: a) Norwegen, Serien a bis c, b) Norwegen, Serien d bis h, c) vogelgedüngte Tundra am Diabasodden, d) Fjellplateau, e) nasse Moostundra, f) südexponierte Cassiope-Dryas-Heide, g) nordexponierte reine Moosfläche (I), h) nordexponierte bachbegleitende Moosfläche (II) mit Phanerogamen, i) südexponierte reine Moosfläche (III). — (c–i: Spitsbergen).*

In den Tab. 3 bis 6 ist am Beispiel einiger systematischer Gruppen der prozentual aufgeschlüsselte Fang von Alpen, Norwegen und Spitsbergen gegenübergestellt. Ein bedeutender Prozentsatz der Coleoptera (Tab. 4) der Hochgebirge gehört zur Familie Carabidae. Auf den Fangflächen a bis c in Norwegen klettert ihr Prozentsatz auf 58,7. Von den in Norwegen gefangenen Coleoptera-Larven gehören rund drei Viertel zu den Carabidae und ein Viertel zu den Staphylinidae. In den Alpen wurden nur Carabidae-Larven gefangen. Aus der Tab. 5 ist die Familienverteilung der Araneae zu ersehen. Lediglich in den Alpen spielen Lycosidae eine Rolle. Bei den Diptera (Tab. 6) der Hochgebirge stellen Sciaridae bei weitem den grössten Individuen-Anteil

Tabelle 2

Fangergebnis in Norwegen (Dovre fjell): a-d Serien vom Nordhang (südlich Lesja) in 1200 bis über 1300 m Meereshöhe, e-h Flächen im Fjell nördlich Lesja (1100 bis 1200 m Meereshöhe); Barberfallen (B) und Gelbfallen (G); insgesamt 18 619 Tiere

Serie	Biotop	Vegetation	Exposition [Grad]	Fallen- zahl	Individuenzahl pro Falle und Tag	Biomasse pro Falle und Tag [ml]
a	Blockhalde	Moos-Flechten-Rasen	NW 20	B 6	18,5	0,021
				G 6	6,9	0,102
b	Grobschutthalde	spärlicher Moos-Flechten-Rasen	NW 15	B 6	8,6	0,015
				G 4	5,0	0,055
c	Plateau im Nordhang	spärlich (Ericaceae)	—	B 8	20,6	0,008
				G 5	3,5	0,058
d	trockene Feinschuttfläche	geschlossen (<i>Betula nana</i>)	N 15	B 4	22,4	0,017
				G 4	10,2	0,101
e	trockene Bergkuppe	offen (<i>Betula nana</i>)	N 5	B 6	22,4	0,030
				G 4	10,8	0,106
f	fließende Feinerde (Nähe Schneefleck)	spärlich (<i>Moose</i> , <i>Ranunculus glacialis</i>)	O bis SO 5-10	B 5	38,9	0,024
				G 11	18,4	0,131
g	Feinschuttfläche (Nähe Schneefleck)	Deflationsheide (<i>Antennaria</i> , <i>Saxifraga oppositifolia</i>)	O 5	B 5	31,5	0,040
				G 4	19,0	0,129
h	Feinschuttfläche	Deflationsheide (<i>Cassiope hypnoides</i>)	N 15	G 5	17,6	0,111

Tabelle 3

Prozentuale Aufschlüsselung der Rhynchota in systematische Gruppen (Alpen 17 Tiere, Norwegen 30 Tiere, Spitsbergen 345 Tiere)

	Alpen	Norwegen	Spitsbergen
Aphidoidea	64,7	83,3	100
Psyllidae	—	10	—
Coccoidea (♂♂)	35,3	—	—
Jassidae	—	6,7	—

Tabelle 4

Prozentuale Aufschlüsselung der Coleoptera-Imagines nach Familien (Alpen 76 Tiere und Norwegen 165 Tiere, Spitsbergen: Adventdalen-Gebiet 46 Tiere und Hornsund 115 Tiere)

	Alpen	Norwegen	Spitsbergen	
			Adventdalen	Hornsund
Staphylinidae	34,2	66,7	15,2	100
Carabidae	61,8	29,7	—	—
Curculionidae	3,9	1,2	84,8	—
Chrysomelidae	—	2,4	—	—

Tabelle 5

Prozentuale Aufschlüsselung der Araneae nach Familien (Alpen 169 Tiere, Norwegen 477 Tiere, Spitsbergen: Adventdalen-Gebiet 5320 adulte Tiere und Hornsund 137 adulte Tiere)

	Alpen	Norwegen	Spitsbergen	
			Adventdalen	Hornsund
Linyphiidae	14,2	1,5	31,6	5,8
Micryphantidae	71	95,6	68,3	94,2
Lycosidae	13,6	2,9	—	—
Gnaphosidae	1,2	—	—	—
Clubionidae	—	—	0,06	—

(40 bis 80%), gefolgt von Chironomidae, Muscidae und Anthomyidae. Ein ständiger Bestandteil sind Phoridae und auch Cecidomyidae. Mycetophilidae und Trichoceridae spielen keine bedeutende Rolle. Die Zahl der Familien im Norwegen-Fang schrumpft zusammen, betrachtet man nur die Ausbeute der Serien a bis c: Es fehlen u.a. Bibionidae und Empididae vollständig; andererseits erreichen hier die Mycetophilidae ausnahmsweise (in den Gelbfällen) einen nennenswerten Anteil an der Gesamtindividuenzahl.

3.2. Die Tundra Spitsbergens

3.2.1. ALLGEMEINE CHARAKTERISIERUNG DER TUNDRA SPITSBERGENS

Auf Spitsbergen sind im Sommer 1968 in der klimatisch begünstigten Inneren Fjordzone (Abb. 2 u. 3), und zwar im Gebiet des Adventdalen sowie unterhalb der Seevogelkolonie am Diabasodden, ca. 250 000 Tiere gefangen worden. Ausserdem liegt Material mit ca. 30 000 Tieren vom Hornsundgebiet (zwischen Isbjørnhavna und Wærenskioldbreen, Abb. 2: H) aus dem Jahr 1962 vor (BANG 1963).

Über die faunistische Zusammensetzung freilebender terrestrischer Arthropoden existiert eine Fülle von Arbeiten, die in den Zusammenfassungen folgender Autoren gipfelt: HACKMAN (1968), HIRVENOJA (1967), KANERVO (1968), NUORTEVA (1967), TESCHNER (1965), TIENSUU (1968) und TUOMIKOSKI (1967) über Diptera, KANGAS (1967) und STRAND (1942) über Coleoptera, HEIKINHEIMO (1968) über Aphidoidea, VALPAS (1967) über Collembola, HOLM (1958) und HUHTA (1967) über Araneae, KARPPINEN (1967) über Oribatidae. Aus diesen und einer Reihe weiterer Arbeiten sowie dem Material quantitativer Fänge vom Kongsfjorden (Abb. 2: K) 1962 (REMMERT 1966) und von den oben bereits angegebenen Orten ergibt sich etwa das folgende Bild der Arthropoden-Fauna Spitsbergens (Artenzahlen in Klammern):

Araneae: Clubionidae (1): *Micaria eltoni* JACKSON 1922; Micryphantidae (8): *Collinsia holmgreni* (THORELL 1871), *Collinsia spetsbergensis* (THORELL 1871), *Collinsia thulensis* (JACKSON 1934), *Cornicularia clavicornis* EMERTON 1882, *Erigone arctica palaeartica* BRAENDEGAARD 1934, *Erigone psychrophila* THORELL 1871, *Erigone tirolensis* L. KOCH 1872, *Conigerella borealis* (JACKSON 1930); Linyphiidae (4): *Hilaira glacialis* (THORELL 1871), *Meioneta nigripes* (SIMON 1884), *Lepthyphantes complicatus* (EMERTON 1882), *Lepthyphantes sobrius* (THORELL 1871);

Acari: u.a. Oribatei (> 30);

Collembola (mindestens 40);

Aphidoidea (mehrere);

Hymenoptera: Ichneumonidae (8): *Aclastus borealis* (BOHEMAN), *Gelis glacialis* (HOLMGREN), *Atractodes* spec. 1 [in der Liste von REMMERT (1966) fälschlicherweise als *Polyrhombia tenebriosa*]; *Atractodes* spec. 2, *Plectiscus hyperboreus* HOLMGREN, *Plectiscus* spec., *Stenomacrus pedestris* (HOLMGREN), *Stenomacrus nigricornis* (BOHEMAN); Männchen der Gattung *Stenomacrus*, bei REMMERT (l.c.) als «*Stenomacrus* spec.» aufgeführt, sind nicht näher determiniert worden);
 Braconidae (vielleicht nur 2): Aphidiinae, *Ichneutes*;
 übrige Hymenoptera parasitica (mehrere);
 Tenthredinidae (1): *Pristiphora frigida* (BOHEMAN 1865);
 Coleoptera: Staphylinidae (3): *Micralymma marinum* STRÖM, *Atheta subplana* J. SAHLB., *Atheta graminicola* GRAV.; Curculionidae (1): *Rhynchaenus flagellum* ERICS.;
 Diptera: Mycetophilidae (8): *Rhymosia* spec., *Allodida* spec., *Phronia egregia* DZIEDZICKI 1889, *Exechia frigida* (BOHEMAN 1865), *Boletina apicalis* (WALKER 1848), *Boletina* spec., *Coelosia tenella* (ZETTERSTEDT 1852), *Mycomyia* spec.;

Tabelle 6

Prozentuale Aufschlüsselung der Diptera (Imagines) nach Familien (Alpen: 922 Tiere, Norwegen: Barberfalle 3062 Tiere und Gelbfalle 6525 Tiere, Spitsbergen: Adventdalen-Gebiet Barberfalle 50 996 Tiere und Gelbfalle 52 438 Tiere, Hornsund 10 649 Tiere, Diabasodden 8119 Tiere)

	Alpen		Norwegen		Spitsbergen			
	Hohe Tauern Barber	Hohe Tauern Barber	Dovrefjell Barber	Dovrefjell Gelb	Adventdalen Barber	Adventdalen Gelb	Horn-sund Barber	Diabasodden Barber/Gelb
Mycetophilidae	1,7		2,6	2,5	46,9	73,2	72,0	1,6
Sciariidae	48,0		79,4	40,1	31,4	7,2	2,7	13,5
Chironomidae	18,5		3,4	10,9	14,8	14,2	19,1	8,5
Trichoceridae	0,9		0,06	0,05	1,4	0,5	4,8	71,4
Culicidae	—		—	0,05	0,006	0,002	—	—
Bibionidae	—		0,03	0,4	—	—	—	—
Cecidomyidae	3,5		1,2	0,7	—	—	—	—
Psychodidae	0,1		—	—	—	—	—	—
Ceratopogonidae	—		—	0,03	—	—	—	—
Tipulidae	0,4		0,4	0,03	—	—	—	—
Empididae	0,5		—	0,5	0,06	0,05	—	—
Syrphidae	—		—	0,1	0,04	0,2	—	—
Heleomyzidae	—		—	—	—	—	0,03	4,8
Sphaeroceridae	0,1		0,03	0,02	0,1	0,02	0,1	0,05
Scatophagidae	—		0,1	0,2	0,5	0,2	0,7	0,02
Muscidae	4,0		3,3	33,2	4,5	4,3	0,7	0,1
Anthomyidae	15,2		2,6	3,2	0,04	0,09	0,01	—
Tachinidae/ Calliphoridae	0,3		0,3	1,0	0,2	—	—	—
Rhagionidae	—		—	0,03	—	—	—	—
Therevidae	0,1		—	—	—	—	—	—
Dolichopodidae	1,1		—	0,02	—	—	—	—
Lonchopteridae	0,1		—	—	—	—	—	—
Phoridae	3,5		5,8	5,7	—	—	—	—
Pipunculidae	—		0,01	—	—	—	—	—
Acalyptrata (Rest)	2,0		0,8	1,3	—	—	—	—

Tabelle 7

Prozentuale Aufschlüsselung des Fangs von Spitsbergen (ohne Diabasodden) nach systematischen Gruppen; Adventdalen: Barberfalle 175 801 Tiere und Gelbfalle 53 130 Tiere, Hornsund 28 328 Tiere

	Adventdalen		Hornsund
	Barber	Gelb	Barber
Araneae	4,5		0,58
Acari	35,4		4,1
Arthropleona	13,7		56,2
Sminthuridae	13,2		0,5
Aphidoidea	0,2		—
Tenthredinidae mit Larven	0,015	0,004	—
Ichneumonoidea	2,6	1,2	0,6
Hymenoptera paras. excl. Ichneum.	1,3	0,12	—
Coleoptera	0,026		0,41
Diptera	29,0	98,7	37,6
Diptera-Larven	0,06		0,004

Diptera (Forts.):

- Sciaridae (8);
- Chironomidae (> 40);
- Trichoceridae (2): *Trichocera*;
- Culicidae (1): *Aedes nigripes* (ZETTERSTEDT 1838);
- Syrphidae (1): *Epistrophe tarsata* (ZETTERSTEDT 1838);
- Empididae (1): *Rhamphomyia caudata* ZETTERSTEDT;
- Coelopidae (1): *Coelopa frigida* (FABRICIUS 1805);
- Heleomyzidae (3);
- Sphaeroceridae (2);
- Scatophagidae (2): *Scatophaga litorea* (FALLÉN 1819),
Scopheuma squalidum (MEIGEN 1826);
- Anthomyiidae (2): *Fucellia fucorum* (FALLÉN 1819),
Acroptena frontata (ZETTERSTEDT 1838);
- Muscidae (7): *Spilogona*;
- Calliphoridae (1): *Phormia terraenovae* ROBINEAU-DESVOIDY 1830.

In dieser Liste fehlen eingeschleppte und nur vorübergehend menschliche Siedlungsgebiete bewohnende Arten; zum anderen fehlen Arten, die nur von einer Stelle — zumeist dazu in nur einem Exemplar — bekannt sind. Hierzu rechne ich: *Oryzaephilus mercator* (Cucujidae), in einer Lebensmittelpackung in einer Hütte tot gefunden (KANGAS 1967), und *Calliphora erythrocephala* (Calliphoridae), fliegend auf einem sich Spitsbergen nähernden Schiff (SUMMERHAYES u. ELTON 1928); mehrere Coleoptera-Arten (STRAND 1942, KANGAS 1967, RÜPPELL 1968), die Calliphoride *Boreellus atriceps* (SUMMERHAYES u. ELTON 1928), die wenigen Nachweise (ELTON 1925b) der Wandergattung *Plutella* (Lepidoptera) und aus meinem Material die folgenden, die weiter unten nicht berücksichtigt werden: Scatopsidae: 1 Expl. Fjellfläche östlich Longyearbyen (Abb. 3, Fanggebiet Nr. 3); Cecidomyiidae: je 1 Expl. Diabasodden und nasse Moostundra (Fanggebiet Nr. 6); am letztgenannten Ort 1 Ptiliidae; Carabidae: 1 stark beschädigtes Expl. im unteren Teil des steilen nordexponierten Hangs im Endalen (Fanggebiet Nr. 5); Thysanoptera 1 Expl. im Fanggebiet Nr. 1; ?*Oresbius spec.* (Ichneumonoidea) auf einer nordexponierten Heidefläche in der Nähe des Fanggebiets Nr. 2. Regelmässig zufliegende Arten, die infolge ihrer Menge als Nahrung wichtig sein könnten, gibt es auf Spitsbergen offenbar nicht. Windverdriftungen, wie sie z.B. von ELTON (1925a) berichtet werden, dürften ökologisch bedeutungslos sein.

Die Verteilung des Fangmaterials auf die einzelnen systematischen Gruppen zeigt Tab. 7, die prozentuale Zusammensetzung der Diptera—Fauna Tab. 6. Häufigste Diptera—Art ist *Exechia frigida* mit mehr als 96% aller im Adventdalen-Gebiet gefangenen Mycetophilidae.

Entsprechend der Vegetationsgliederung Spitsbergens (SUMMERHAYES u. ELTON 1928, EUROLA 1968; Abb. 2) sind regionale Abwandlungen der Zoozönosen innerhalb Spitsbergens zu erwarten. Die abgesehen vom Inneren Isfjorden-Gebiet noch recht lückenhaften faunistischen Kenntnisse lassen den Schluss zu, dass eine Reihe von Arten in den kälteren Teilen Spitsbergens, so im Hornsund-Gebiet, fehlen: die Mycetophilidae mit Ausnahme von *Exechia*, *Boletina apicalis* und *Coelosia*; *Aedes nigripes*, *Rhamphomyia caudata*, *Epistrophe tarsata*, *Phormia terraenovae*; *Rhynchaenus flagellum*; Hymenoptera parasitica excl. Ichneumonoidea; *Gelis glacialis*, *Atractodes* spec. 1 und spec. 2, *Plectiscus hyperboreus*, Aphidiinae, *Ichneutes*; *Pristiphora frigida*; *Micaria eltoni*, *Cornicularia clavicornis*, *Conigerella borealis*; Aphidoidea. Zum Teil handelt es sich bezeichnenderweise um Arten, die in der Inneren Fjordzone die warmen Südhänge bewohnen und dort auch nur in geringer Abundanz vorkommen. Genaue Ergebnisse müssen abgewartet werden.

Über die spezielle Ernährungsweise der einzelnen Gruppen und Arten auf Spitsbergen ist nicht viel bekannt. Generalisierend lässt sich folgendes Schema geben (Strandtiere bleiben unberücksichtigt):

- a) *Larvenentwicklung aquatisch*: Chironomidae-Hauptmasse, *Aedes*;
- b) *zoophag*: Araneae, Acari p.p., *Rhamphomyia*, Larven von *Epistrophe*; möglicherweise Staphylinidae und Imagines einiger Diptera-Arten;
- c) *zoonecrophag*: *Phormia*-Larven; möglicherweise gelegentlich wenige weitere Arten;
- d) *zooparasitisch*: Hymenoptera parasitica, weibliche Imagines von *Aedes*, Acari p.p., so z.B. eine Art regelmässig auf *Phormia*;
- e) *microphyto-* (insbesondere *myceto-*), *phytosapro-* und *coprophag*: die Masse der terrestrischen Arthropoda: Acari p.p., Collembola, Mycetophilidae, Sciaridae, *Trichocera*, terrestrische Chironomidae-Larven und die Larven einer Reihe von Brachycera-Arten; möglicherweise Staphylinidae;
- f) *Blütenbesucher als Nektar- und Pollenfresser*: Acari p.p. (HØEG 1932) und Imagines verschiedener Diptera-Gruppen (vgl. McALPINE 1965 und HOCKING 1968);
- g) *phytoparasitisch*: Aphidoidea und unter den Acari z.B. die von THOR (1930) gemeldete *Bryobia*;
- h) *herbivor*: *Pristiphora*, *Rhynchaenus*; möglicherweise gelegentlich Collembola.

3.2.2. PHÄNOLOGIE DER TUNDRA SPITSBERGENS

Phänologische Differenzen können durch regelmässiges Fangen in einem Biotop durch Ausmerzen der gefangenen Arten vorgetauscht werden. Zur Feststellung eines möglichen Leerfangeffekts dient die im folgenden beschriebene Versuchsanordnung.

An der östlichen Talflanke des Longyeardalen nordöstlich von Funksjonærbyen (Abb. 3, Nr. 1) wurde eine erhöhte und gegenüber der versumpften Umgebung trockenere Fläche ausgewählt. Auf dieser Fläche wurden — von jeweils 5 m breiten Korridoren getrennt — vier Quadrate von 20 m Seitenlänge abgesteckt. Jedes Quadrat enthielt, bei einem Abstand von ca. 3 m voneinander, 16 Barberfallen; ein 5 m breiter Randstreifen blieb unbefangen. Zur Feststellung eines möglichen Leerfangeffektes wurden zwei Quadrate (die Flächen A und D in Tab. 8) vom 31.7. bis zum 14.8. befangen. Die Fläche A war bereits vom 29.6. (also 32 Tage lang) abgefangen worden, in die Fläche D wurden Fallen frisch gesetzt.

Die Vegetation gehört zum Typ der Frischen Moosheide (EUROLA 1968) und ist artenreich. Von den über 20 verschiedenen Phanerogamen sind in Tab. 8 diejenigen aufgezählt, die allen vier Teilflächen gemeinsam sind. Die Vegetationsbedeckung der Moose (dominante Art: *Aulacomnium turgidum*) schwankt zwischen 10 und 40%, die der Flechten zwischen 5 und 20%. Von vorneherein sind daher in den verschiedenen Probeflächen unterschiedliche Fangergebnisse zu erwarten.

Tabelle 8

Vegetationsbedeckung der wichtigsten Phanerogamen-Arten auf den Fangflächen A (Kontrollfläche), B (NP-Dünger-Fläche), C (Guano-Fläche) und D (Leerfang-Kontrollfläche) des Fanggebiets Nr. 1 auf Karte 3. Die Zahlen geben den geschätzten Deckungsgrad (senkrechte Projektion des Artenbestandes auf die Aufnahmefläche) in Prozent wieder. x bedeutet einen Deckungsgrad von weniger als 1%

	A	B	C	D
Phanerogamen	50	40	35	35
<i>Equisetum arvense</i>	1	3	3	2
<i>Salix polaris</i>	25	10	5	15
<i>Polygonum viviparum</i>	3	2	3	3
<i>Stellaria crassipes</i>	2	1	1	×
<i>Cerastium arcticum</i>	×	×	×	×
<i>Dryas octopetala</i>	5	2	5	5
<i>Pedicularis hirsuta</i>	1	1	×	×
<i>Luzula confusa</i>	1	1	3	4
<i>Carex saxatilis</i>	×	1	1	×
<i>Alopecurus alpinus</i>	1	×	×	1

Tabelle 9

Fangergebnis pro Falle und Tag des Zeitraums vom 31.7. bis zum 14.8. der Flächen A (32 Tage bereits abgefangen) und D (frisch gesetzte Fallen); die dritte Spalte enthält die entsprechenden t-Werte zur Signifikanzprüfung; insgesamt 10 070 Tiere

	A	D	t _{AD}
Gesamtbiomasse [ml]	0,035	0,022	
Gesamtindividuenzahl	23,6	21,3	0,89
Araneae	1,40	1,33	0,32
<i>Hilaira glacialis</i>	0,68	0,26	3,36
<i>Collinsia spetsb.</i>	0,50	0,72	1,49
Acari	16,22	14,06	0,86
Arthropleona	0,67	0,77	0,38
Sminthuridae	0,54	0,37	1,63
Aphidoidea	0,38	0,34	0,52
Ichneumonoidea	0,21	0,65	3,40
Hymenoptera paras. excl. Ichneum.	1,01	1,29	1,73
Mycetophilidae	1,34	0,37	1,50
Sciaridae	0,15	0,53	4,76
Chironomidae	0,78	1,05	1,60
<i>Trichocera</i>	0,05	0,07	
Brachycera	0,74	0,42	3,04
Diptera-Larven	0,12	0,09	

Das Fangergebnis zeigt Tab. 9. Die Gesamtindividuenzahl der neu befangenen Fläche ist unwesentlich geringer als die der abgefangenen. Bei der Betrachtung der einzelnen systematischen Gruppen fallen weitgehende Übereinstimmungen auf. Der t-Wert 1,70 (der bei einem Freiheitsgrad $FG = 30$ einem Signifikanzniveau von 10% entspricht) wird nur von drei Gruppen (Ichneumonoidea, Sciaridae und Brachycera) wesentlich überschritten. Die Unterschiede der Mittelwerte dieser drei Gruppen sind signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,5 \%$. Mit grosser Wahrscheinlichkeit ist die Ursache für die genannten Ausnahmen eher in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Vegetation (und anderer ökologischer Faktorenkomplexe) in den Fangflächen zu suchen als in einem charakteristischen Leerfangeffekt. Einen Hinweis darauf bietet auch die Untersuchung der beiden dominanten Arten der Gruppe Araneae, die in der Tabelle die grösste Übereinstimmung zeigt: *Hilaira glacialis* tritt auf der Fläche D signifikant (für $p = 0,5 \%$) zurück, an ihrer Stelle wurde ein grösserer Fang von *Collinsia spetsbergensis* getätigt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein Leerfangeffekt nicht nachgewiesen werden kann. Gründe für Einzelabweichungen sind in unterschiedlichen ökologischen Faktoren der Vergleichsflächen zu suchen. Fänge bleiben also noch vergleichbar bei Fangzeiten von über einem Monat.

Um einige Anhaltspunkte über die Entwicklung während der Sommerwochen zu erhalten, ist die Fläche A (vgl. Tab. 8) 46 Tage lang befangen worden, und zwar in den Zeiträumen A (29.6.—11.7.), B (11.7.—31.7.) und C (31.7.—14.8.).

Das Klimadiagramm (Abb. 7) zeigt für den Zeitraum B allgemein höhere Temperaturen an als für die beiden übrigen. Am 13., 14. und 15.7.1968 erreicht

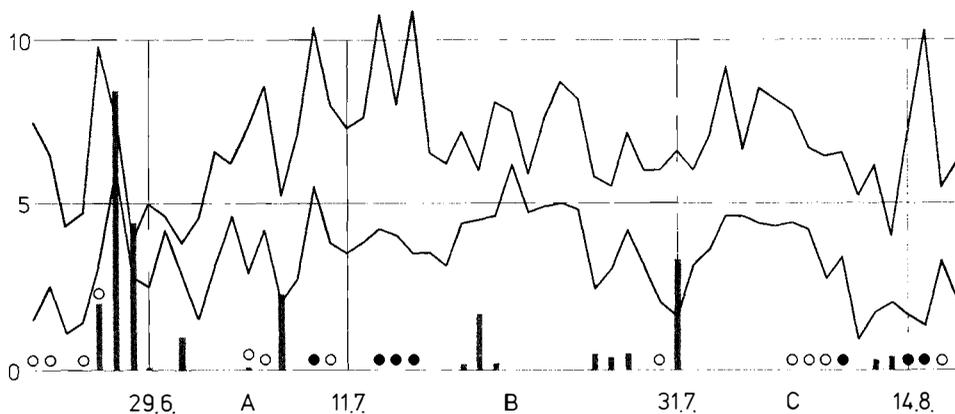


Abb. 7. Klimadiagramm von Ende Juni bis Mitte August 1968, nach Aufzeichnungen der Meteorologischen Station Long yearbyen. Die beiden Kurven entstehen durch die Verbindung der Punkte maximaler bzw. minimaler Tagestemperatur [$^{\circ}C$], die Säulen geben die Niederschlagsmengen [mm] pro Tag an. Tage mit maximaler Bewölkung von 5/8 oder weniger sind durch das Zeichen ● («voller Sonnentag»), Tage mit minimaler Bewölkung von 4/8 oder weniger mit ○ («halber Sonnentag») symbolisiert. Die Ordinatebezeichnungen gelten für Temperaturen ($^{\circ}C$) und Niederschläge (mm).

die Temperatur mit drei vollen Sonnentagen das Jahresmaximum. Die beiden übrigen Zeiträume weisen nur jeweils einen vollen Sonnentag und niedrigere Temperaturen auf.

Gefangen wurden (in 16 Barberfallen) insgesamt 23 151 Tiere. Das Ergebnis gibt Abb. 8 wieder. Individuenzahl und Biomasse zeigen — entsprechend dem Temperaturverlauf in Abb. 7 — das Maximum im Zeitraum B.

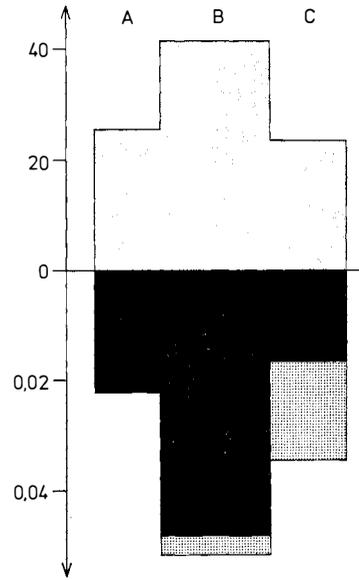


Abb. 8. Absolute Gesamtzahlen pro Falle und Tag des Barberfallenfangs der Fläche A für die Zeiträume A (29.6.—11.7.), B (11.7.—31.7.) und C (31.7.—14.8.), oben Individuenzahl, unten Biomasse (ml); das grobe Punktmuster gibt den Anteil von *Phormia terraenovae* an der Biomasse an; insgesamt 23151 Tiere.

Tabelle 10

Absolute Individuenzahlen pro Falle und Tag systematischer Gruppen, ohne *Pristiphora frigida* (5 Expl.) und *Aedes nigripes* (1 Tier), sowie — abgesetzt — einiger wichtiger Arten und Untergruppen auf der Fangfläche A für die Zeiträume A (29.6.—11.7.), B (11.7.—31.7.) und C (31.7.—14.8.); insgesamt 23 145 Tiere

	A	B	C
Araneae	1,74	0,91	1,40
Hilaira glacialis	0,02	0,11	0,68
Collinsia spetsb.	0,77	0,43	0,50
Araneae juv.	0,94	0,35	0,18
Acari	9,49	16,68	16,22
Arthropleona	1,00	0,69	0,67
Sminthuridae	2,56	3,09	0,54
Aphidoidea	0,07	0,15	0,38
Ichneumonoidea	0,03	0,26	0,21
Stenomacrus	0,01	0,12	0,17
Plectiscus hyperb.	0	0,13	0,03
Hymenoptera parasit. excl. Ichneum.	0,12	0,74	1,01
Mycetophilidae	7,17	13,38	1,34
Exechia frigida	6,97	13,23	1,32
Phronia egregia	0,20	0,13	0,01
Sciaridae	1,07	0,98	0,15
Chironomidae	2,09	3,05	0,78
Trichocera	0,04	0,09	0,05
Diptera-Larven	0	0,06	0,12
Brachycera	0,17	1,30	0,74
Spilogona	0,17	1,18	0,46
Phormia terraenov.	0	0,03	0,18
Scopeuma squalidum	0	0,08	0,11

Da die Fläche im Bereich von Longyearbyen und damit im menschlichen Siedlungsbereich liegt, muss die nach NUORTEVA (1967) und eigenen Beobachtungen wahrscheinlich synanthrope Art *Phormia terraenovae* — als das Insekt Spitsbergens mit dem grössten Gewicht — von der Biomasse abgezogen werden, um das Ergebnis auf die vom Menschen völlig unbeeinflusste Tundra übertragen zu können.

Die absoluten Fangzahlen für die einzelnen systematischen Gruppen und die wichtigsten Arten zeigt Tab. 10. Es können unterschieden werden:

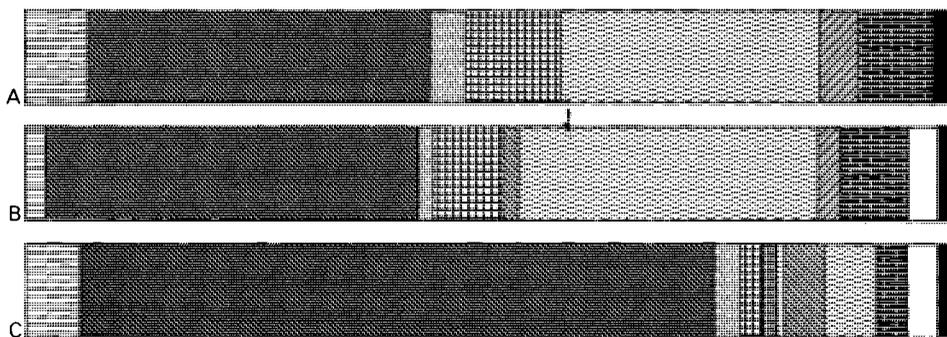
Früh- und Hochsommertiere sind Sminthuridae, Mycetophilidae (*Exechia frigida* und *Phronia egregia*), Sciaridae, Chironomidae, abgeschwächt Arthropleona. Die wenigen Beobachtungen von *Pristiphora frigida* — auch an anderer Stelle Spitsbergens (Sassendalen) — weisen diese Art ebenfalls als Früh- und Hochsommertier aus.

Hoch- und Spätsommertiere ausschliesslich sind *Plectiscus hyperboreus*, *Phormia terraenovae* und *Scopeuma squalidum*. Des weiteren müssen — ihrem Schwerpunkt entsprechend — Aphidoidea, Ichneumonoidea (*Stenomacrus*), übrige parasitische Hymenoptera, Brachycera (*Spilogona*), *Hilaira glacialis* und — abgeschwächt — Acari zu den Hoch- und Spätsommertieren gestellt werden.

Indifferent bezüglich ihres jahreszeitlichen Vorkommens sind Araneae (*Collinsia spetsbergensis*) und — abgeschwächt, mit deutlichem Gipfel im Hochsommer — *Trichocera*.

Die Tatsache, dass juvenile Araneae (322 Tiere) gegen den Spätsommer abnehmen, Diptera-Larven (46 Tiere) im Frühsommer fehlen und erst im Spätsommer ihr Maximum aufweisen, spricht für ein Auftreten von nur einer Generation pro Jahr bei Araneae und den im untersuchten Heidetyp vorkommenden Diptera.

Aufgrund der aufgezeigten jahreszeitlichen Abundanzverhältnisse kommt es zu einer starken Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts innerhalb



der Sommerentwicklung (Abb. 9): Der Anteil von Nematocera und Collembola geht im Spätsommer zugunsten der Acari stark zurück, Aphidoidea und Hymenoptera treten in Erscheinung. Araneae spielen im Hochsommer eine geringere Rolle als im Früh- und Spätsommer. Das Biomasse-Spektrum kann mit dem starken Anteil von *Phormia terraenovae* selbstverständlich nur für den menschlichen Siedlungsbereich auf Spitsbergen gelten.

3.2.3. VERSCHIEDENE TYPEN DER TUNDRA SPITSBERGENS

3.2.3.1. Nasse Moostundra

Das Untersuchungsgebiet liegt im vorderen Adventdalen ca. 7,5 km vom Ufer des Adventfjorden entfernt (Abb. 3, Nr. 6). Das Vegetationsbild wird bestimmt von einem Mosaik aus feuchten Bulten (30% der Fläche) und nassen Schlenken (70 %). Charakteristisch ist der geschlossene Moost Teppich, in dem *Aulacomnium turgidum* und *A. palustre* (40 %) sowie *Camptothecium nitens* (55 %) auf den Bulten, *Drepanocladus revolvens* (40 %) und *Calliergon sarmentosum* (50 %) in den Schlenken vorherrschen. Die Bultkuppen besiedeln *Salix polaris* (8 %) und *Polygonum viviparum* (3 %), während *Carex subspathacea* mit 10 % und *Dupontia fisheri* (bis 1%) beiden Gesellschaften eigen ist. Insgesamt ist die nasse Moostundra mit 9 Phanerogamenarten als artenarm zu bezeichnen, obwohl das Wasser, Mangelware für viele andere Biotope Spitsbergens, hier im Überfluss vorhanden ist. Hingegen zählen zur Moosflora mindestens 30 Arten.

Da auf Spitsbergen in der nassen Moostundra häufig Rentiere (*Rangifer tarandus*) weiden, ist — ähnlich auch in weiteren Biotopen — eine regelmässige schwache Düngung vorauszusetzen. Aufgrund des sauren Milieus wird der Rentierkot nur langsam zersetzt, häufig werden Kotlagen vom Moosrasen vollständig überwachsen. An der Untersuchungsstelle ist Düngung durch Seevögel praktisch auszuschliessen.

Die Fläche wurde vom 18.7. bis zum 13.8., also insgesamt 29 Tage lang, befangen. Selbstverständlich konnten nur auf den trockenen Bulten Fallen aufgestellt werden. Erbeutet wurden in 16 Barberfallen 25 729 Tiere und in 15

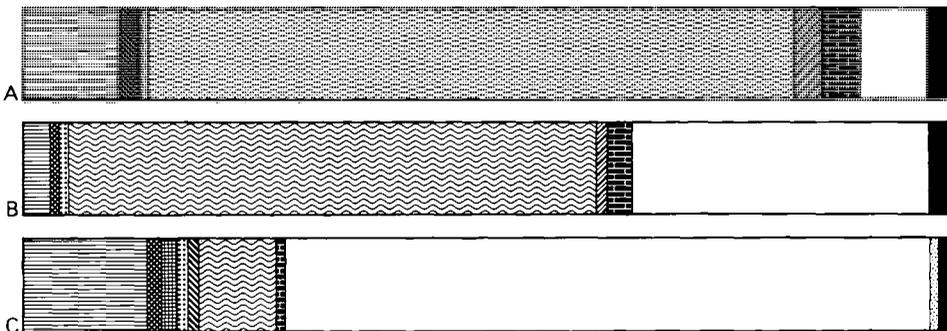


Abb. 9. Relative Individuenzahlen (linke Seite) und relative Biomassen (rechte Seite) systematischer Gruppen von Barberfallenfängen auf der Fläche A für die Zeiträume A (29.6. — 11.7.), B (11.7. — 31.7.) und C (31.7. — 14.8.).

Tabelle 11

Absolute Individuenzahlen pro Falle und Tag systematischer Gruppen und Arten der nassen Moostundra (nMt, insgesamt 45 457 Tiere) und des Fjellplateaus (Fp, insgesamt 6679 Tiere)

	Barberfalle		Gelbfalle	
	nMt	Fp	nMt	Fp
Araneae	0,44	1,37		
Coll. spetsb.	0,005	0,70		
Erig. arct.	0,06	0,003		
Erig. psychr.	0,08	0,04		
Hilaira glac.	0,21	0		
Lepth. sobrius	0	0,21		
Araneae juv.	0,08	0,42		
Acari	9,02	2,84		
Arthropleona	3,66	0,84		
Sminthuridae	28,92	1,66		
Ichneumonoidea	3,06	0,06	0,60	0,13
Gelis glac.	0,002	0	0	0
Atract. sp. 1	1,74	0	0,29	0
Plect. hyp.	0,09	0	0,20	0
Stenomacrus	1,22	0,06	0,10	0,13
Aphidiinae	0,002	0	0	0
Pristiphora frig.	0	0,003	0	0
Mycetophilidae	12,33	0,61	37,61	0,28
Exechia frig.	11,41	0,60	36,97	0,28
Phronia egreg.	0,91	0,02	0,62	0
Rhymosia spec.	0,005	0	0,01	0
Allodia spec.	0,002	0	0,003	0
Boletina spec.	0	0	0,003	0
Coelosia ten.	0,002	0	0,01	0
Sciaridae	0,48	5,52	0,21	3,04
Chironomidae	1,81	0,42	9,16	1,24
Trichocera	0,005	0,05	0,01	0,03
Aedes nigripes	0	0	0,003	0
Brachycera	2,13	0,17	2,99	1,12
Sphaecocerid.	0,01	0	0,02	0
Epistr. tars.	0	0	0,003	0
Scopeuma squal.	0,39	0	0,19	0,003
Acroptena front.	0,005	0	0,003	0
Spilogona	1,73	0,17	2,78	1,11

Gelbfallen 19 728 Tiere. Das entspricht einer Ausbeute pro Falle und Tag von 61,9 Tieren bzw. 0,061 ml Biomasse in der Barberfalle und 50,6 Tieren bzw. 0,119 ml Biomasse in der Gelbfalle.

Wichtigste Gruppen der Zoozönose (Abb. 5 und 6) sind Sminthuridae (28,9 Tiere pro Falle und Tag), Mycetophilidae (12,3 Tiere in der Barberfalle bzw. 37,6 Tiere in der Gelbfalle) und Acari (9 Tiere). Hingegen ist die Zahl der Sciaridae mit 0,48 Tieren (Barberfalle) und 0,21 Tieren pro Falle und Tag (Gelbfalle) unbedeutend. Bis auf Einzeltiere weiterer Arten (*Rhymosia spec.*, *Coelosia tenella*, *Allodia spec.* und *Boletina spec.*) gehören die Mycetophilidae den

Arten *Phronia egregia* (7,4% in der Barberfalle, 1,6% in der Gelbfalle) und *Exechia frigida* (92,6% in der Barberfalle und 98,3% in der Gelbfalle) an (vgl. Tab.11). In der Gelbfalle sind mit 9,2 Tieren pro Falle und Tag die Chironomidae individuenreichste Gruppe nächst den Mycetophilidae. *Trichocera* spielt überhaupt keine Rolle (rund 0,01 Tiere pro Falle und Tag). *Scopeuma squalidum* ist mit 18,3 % (Barberfalle) und 6,3 % (Gelbfalle) der Brachycera vertreten, *Spilogona* stellt den Hauptanteil dieser Gruppe. Neben Einzeltieren von *Acroptena frontata* und *Epistrophe tarsata* enthält der Fang einige Borboridae (0,5 % aller Brachycera). Die Hymenoptera sind nur durch Ichneumonoidea vertreten (3,1 Tiere pro Falle und Tag in der Barberfalle, 0,6 Tiere in der Gelbfalle). Coleoptera und Aphidoidea fehlen gänzlich. Die Gruppe Araneae (0,44 Tiere pro Falle und Tag) ist — abgesehen von Einzeltieren der Art *Collinsia spetsbergensis* — mit folgenden Species vertreten (in % der adulten Tiere): *Hilaira glacialis* (59,2), *Erigone psychrophila* (22,4) und *Erigone arctica* (17,0).

Ähnliche Biotope sind nasse bis feuchte Moosgesellschaften von meist nicht allzu grosser Ausdehnung, die sich an Schneebodenstellen, quelligen Orten und Bachrändern finden und in die sonst trockeneren Flächen der sanft geneigten Hangfüsse eingestreut sind (vgl. EUROLA 1968). Die Vegetationsbedeckung durch Phanerogamen ist meist sehr gering oder fehlend, lediglich an Bachrändern sind Blütenpflanzen in grösserer Zahl vorhanden. Einige solcher Flächen sind im Endalen (Abb. 3, Nr. 4 und 5) untersucht worden (vgl. auch die Beschreibung des Endalen weiter unten), und zwar:

nordexponiert:

Fläche I: zum Teil ausgetrocknete und abgestorbene (Barberfallen), zum Teil feuchte und lebende reine Moosfläche (Gelbfallen);

Fläche II: bachbegleitende nasse Moosfläche mit artenreicher Phanerogamenflora (*Ranunculus*, *Saxifraga* etc.);

südexponiert:

Fläche III: feuchte und lebende reine Moosfläche, beginnt vom oberen Ende her auszutrocknen.

Insgesamt wurden vom 12. bzw. 13.7. bis zum 5. bzw. 6.8. in 15 Barber- und 15 Gelbfällen 26 670 Tiere erbeutet. Das Ergebnis zeigt die Tab. 12. Bei allen drei Fangflächen sind sowohl Gesamtindividuenzahl als auch Gesamtbiomasse deutlich geringer als bei der eingangs behandelten grossflächigen nassen Moostundra des Adventdalen. Insbesondere gehen Sminthuridae, Chironomidae, Brachycera, Ichneumonoidea und (z.T.) auch Mycetophilidae zurück. Das liegt nicht zuletzt wahrscheinlich daran, dass — abgesehen von der Fläche b) — Wasser aufgrund der Jahreszeit nicht mehr unbegrenzt zur Verfügung steht. Zum anderen dürfte die am Nordhang (Flächen I und II) geringere Insolation eine Rolle spielen. Diese ökologischen Faktoren und die Nachbarschaft trockener Heidegesellschaften bedingen weitere Unterschiede: Ansteigen der Zahlen von Araneae und Sciaridae, Hinzukommen weiterer Gruppen (Aphidoidea, Hymenoptera parasitica excl. Ichneumonoidea, *Trichocera*) und

– vor allem am Südhang – gelegentlicher Fang von Einzeltieren weiterer Arten. *Erigone psychrophila* fällt praktisch aus, *Collinsia spetsbergensis* erscheint in beachtlicher Zahl am Nordhang, *Hilaira glacialis* und *Erigone arctica* dominieren am Südhang.

Tabelle 12

Absolute Gesamtzahlen und absolute Individuenzahlen pro Falle und Tag systematischer Gruppen und Arten auf kleineren Moosflächen (Fangflächen I, II und III) im Endalen; insgesamt 26 670 Tiere

	Barberfalle			Gelbfalle		
	I	II	III	I	II	III
Gesamt-Biomasse [ml]	0,012	0,040	0,041	0,079	0,103	0,093
Gesamt-Individuenzahl	21,3	42,3	38,1	36,5	43,2	40,8
Araneae	1,37	2,08	2,64			
Coll. holm.	0	0	0,01			
Coll. spetsb.	0,23	0,88	0,03			
Erig. arct.	0,33	0,09	0,83			
Erig. psychr.	0,01	0	0			
Hilaira glac.	0,27	0,48	1,16			
Araneae juv.	0,53	0,64	0,63			
Acari	9,17	16,88	6,22			
Arthropleona	3,82	2,52	6,66			
Sminthuridae	2,57	3,79	14,52			
Aphidoidea	0,07	0,06	0			
Ichneumonoidea	0,54	0,83	0,32	0,43	0,33	0,33
Aclastus bor.	0,07	0,18	0,03	0,01	0,02	0,08
Atract. sp. 1	0	0,01	0	0	0	0
Plect. hyp.	0,01	0,14	0,11	0,20	0,21	0,14
Stenomacrus	0,33	0,43	0,18	0,16	0,11	0,11
Aphidiinae	0,13	0,06	0	0,06	0	0
Hymenoptera paras. excl. Ichneum.	0,38	0,68	0,10	0,07	0,13	0,08
Pristiphora frig.	0	0,01	0	0,01	0	0
Rhynchaenus fl.	0	0	0,03	0	0	0
Mycetophilidae	0,84	12,66	5,55	32,16	38,01	35,44
Exechia frigida	0,77	12,45	5,22	31,63	37,51	34,17
Phronia egreg.	0,05	0,10	0,17	0,38	0,33	0,88
Rhymosia spec.	0	0,04	0,03	0,05	0,10	0,10
Allodia spec.	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,13
Boletina apic.	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Boletina spec.	0	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03
Coelosia ten.	0	0	0,06	0,03	0,04	0,03
Mycomyia spec.	0	0	0,01	0	0	0,09
Sciaridae	1,60	1,69	1,19	0,92	0,52	1,62
Chironomidae	0,75	0,69	0,38	2,23	2,45	1,75
Trichocera	0,02	0,14	0,03	0,18	0,23	0,42
Brachycera	0,22	0,27	0,45	0,52	1,53	1,18
Spilogona	0,18	0,18	0,36	0,48	1,29	1,03
Epistrophe tar.	0,02	0	0	0	0	0
Rhamphomyia cau.	0	0	0	0,03	0	0,11
Sphaeroceridae	0	0,01	0,01	0	0,01	0
Scopeuma squal.	0,02	0,08	0,08	0,01	0,23	0,04
Diptera-Larven	0	0	0,01			

3.2.3.2. Heidegesellschaften

In der Umgebung des Adventdalen sind Heidegesellschaften weit verbreitet. Die sanft geneigten Hangfüsse überzieht eine relativ geschlossene *Cassiope*-Heide, die der Landschaft violett-braune Farbtöne verleiht. *Cassiope* benötigt winterlichen Schneeschutz, im Sommer trockene Standorte. An exponierten Stellen geht die *Cassiope*-Heide in *Dryas*-Gesellschaften über.

Die beiden Untersuchungsflächen liegen nahe dem Eingang des Adventdalen unweit von Longyearbyen am Fusse eines nordexponierten Hangs (Abb. 3, Nr. 2). Die *Cassiope*-Fläche ist unwesentlich nach NNO geneigt. Von den insgesamt 6 Phanerogamen-Arten sind die folgenden dominant: *Cassiope tetragona* (35% Vegetationsbedeckung), *Salix polaris* (10%), *Luzula confusa* (5%) und *Oxyria digyna* (3%). Moose, darunter *Drepanocladus uncinatus* (40%) und *Aulacomnium turgidum* (10%), bedecken 60% der Fläche, Flechten nur 6%. Die *Dryas*-Fläche weist eine mittlere Exposition von 20 Grad nach NO auf. *Dryas octopetala* (50%), *Salix polaris* und *Polygonum viviparum* (je 5%) sowie *Poa arctica* (3%) sind die häufigsten der 6 Phanerogamen-Arten. Moose, darunter *Syntrichia ruralis* (10%) und *Drepanocladus uncinatus* (25%), sind mit insgesamt 35%, Flechten mit 3% der Vegetationsbedeckung vertreten.

Gefangen wurden vom 18.7. bis zum 19.8., also in einem Zeitraum von 32 Tagen, in 10 Barberfallen der *Cassiope*-Fläche 9791 Tiere und in 10 Barberfallen der *Dryas*-Fläche 13 396 Tiere. Das ergibt einen Fang pro Falle und Tag von 30,6 Tieren bzw. 0,012 ml Biomasse auf der *Cassiope*-Fläche und von 41,9 Tieren bzw. 0,019 ml Biomasse auf der *Dryas*-Fläche.

Zum Vergleich seien im folgenden Heidegesellschaften in Südlage herangezogen. Der etwa 10 Grad in SSO-Richtung exponierte Hangfuss im unteren Endalen (Abb. 3, Nr. 4) weist eine ausgedehnte *Cassiope*-Heide auf, die auf exponierteren Flächen durch reine *Dryas*-Heide ersetzt wird. Am Übergang zum 40 Grad geneigten Steilhang befindet sich ein charakteristischer *Equisetum*-Gürtel, der auch im Longyeardalen (hier in NW-Exposition) beobachtet worden ist (s. auch Beschreibung des Endalen weiter unten). Die gesamte Untersuchungsfläche liegt in einer Meereshöhe von ca. 200 m.

Gefangen wurde im Zeitraum vom 13.7. bis zum 6.8. (24 Tage). Dabei wurden in 20 Barberfallen der *Cassiope*-*Dryas*-Heide 14 155 Tiere und in 6 Barberfallen des *Equisetum*-Gürtels 3364 Tiere gefangen. Das bedeutet ein Ergebnis pro Falle und Tag von 29,5 Tieren in der *Cassiope*-*Dryas*-Heide und von 23,3 Tieren im *Equisetum*-Gürtel, insgesamt also von 28,1 Tieren bzw. 0,023 ml Biomasse.

Die untersuchten Heidebiotope (Abb. 5–6) sind charakterisiert durch hohe relative Individuenzahlen von Acari und Collembola (zusammen meist mehr als drei Viertel der Gesamtindividuenzahlen) und durch Zurücktreten der Nematocera. Lediglich in der *Cassiope*-*Dryas*-Heide in Südlage erringen Mycetophilidae und Sciaridae einen grösseren Anteil (zusammen 30,1%); ansonsten machen sie weniger als 12% (in der *Cassiope*-Heide in Nordlage sogar nur 4,5%) aus. Im allgemeinen schwanken die Anteile der Chironomidae zwischen 1 und 3,2%, die der Hymenoptera zwischen 2 und 3% (wobei Ichneumonoi-

Tabelle 13

Absolute Individuenzahlen pro Falle und Tag systematischer Gruppen und Arten von Barberfallenfängen der nordexponierten Cassiope-Heide (nCH, 9791 Tiere), der nordexponierten Dryas-Heide (nDH, 13 396 Tiere), der südexponierten Cassiope-Dryas-Heide (sCDH, 14 155 Tiere) und der südexponierten Equisetum-Heide (sEH, 3364 Tiere)

	nCH	nDH	sCDH	sEH
Araneae	1,98	0,84	2,22	0,51
Coll. spetsb.	0,49	0,44	0,23	0
Corn. clav.	0	0	0,01	0,02
Erig. arct.	0,78	0,21	0,54	0,21
Erig. tirol.	0	0	0	0,01
Conig. bor.	0	0	0,04	0
Hilaira glac.	0,13	0,01	0,75	0,13
Meion. nigr.	0	0	0,004	0,01
Lept. sobrius	0	0,01	0,03	0,01
Araneae juv.	0,58	0,18	0,62	0,12
Acari	21,33	23,98	8,38	8,45
Arthropleona	3,44	9,97	6,70	8,52
Sminthuridae	1,19	0,23	0,73	2,13
Aphidoidea	0	0	0,01	0
Ichneumonoidea	0,57	1,08	1,35	0,42
Aclast. bor.	0	0,37	0,03	0,01
Plect. hyp.	0,03	0,09	0,22	0,13
Plect. spec.	0	0	0,01	0,04
Stenomacrus	0,51	0,62	0,97	0,22
Aphidiinae	0,03	0,01	0,13	0,02
Ichneutes	0	0	0,002	0
Hymenopt. paras. excl. Ichneum.	0,17	0,02	0,53	0,06
Pristiphora frig.	0	0,003	0	0,01
Prist. frig.-Larven	0,01	0,003	0,002	0
Coleoptera	0	0	0,05	0,10
Rhynch. flag.	0	0	0,05	0,05
Atheta gram.	0	0	0	0,06
Mycetophilidae	0,37	1,99	4,93	1,15
Exechia frig.	0,24	1,68	4,66	0,90
Phronia egreg.	0,03	0,05	0,13	0,05
Rhymosia spec.	0	0,01	0,02	0,06
Allodia spec.	0	0	0,03	0,01
Boletina apic.	0	0,01	0,01	0,03
Boletina spec.	0,003	0,14	0,01	0,02
Coelosia ten.	0,10	0,10	0,05	0,01
Mycomyia spec.	0	0,003	0,03	0,06
Sciaridae	1,01	2,13	3,96	0,90
Chironomidae	0,32	0,68	0,40	0,74
Trichoceridae	0,003	0,64	0,03	0,03
Brachycera	0,21	0,28	0,20	0,33
Epistrophe tars.	0	0	0,004	0,01
Rhamph. caud.	0	0	0,03	0,05
Scopeuma squal.	0	0	0,004	0,01
Acropt. front.	0	0	0,01	0,02
Spilogona	0,20	0,28	0,15	0,25
Phormia terr.	0,01	0,01	0	0
Diptera-Larven	0,003	0,003	0	0,01

dea dominieren), die der Brachycera liegen einheitlich bei knapp 0,7 %; wenige oder einzelne Exemplare wurden erbeutet von *Trichocera*, *Pristiphora frigida* und deren Larven sowie Diptera-Larven; Aphidoidea fehlen. Davon abweichend sind folgende Sonderfälle: In der nordexponierten *Dryas*-Heide erreicht *Trichocera* einen Anteil von 13,2 % an der Biomasse; in der *Equisetum*-Heide beträgt die relative Individuenzahl der Brachycera 1,4 %; der Fang der *Cassiope-Dryas*-Heide in Südlage enthält einzelne Aphidoidea und einen Anteil von 6 % Hymenoptera (davon entfällt mehr als ein Viertel auf die Gruppe der Hymenoptera parasitica excl. Ichneumonoidea). Die höheren Fangzahlen von Diptera bedingen die etwas höhere Gesamtbio­masse der südexponierten gegenüber den nordexponierten Flächen. Die Araneae erreichen die höchsten absoluten und relativen Zahlen in Heiden mit *Cassiope tetragona*. So wurden in der nordexponierten *Cassiope*-Fläche 1,98 Tiere pro Falle und Tag erbeutet. *Cassiope* im Habitat von *Hilaira glacialis*, *Collinsia spetsbergensis* und *Erigone arctica* erhöht die Individuenzahlen aller drei genannten Arten (vgl. Tab. 13).

Auffällig ist das Fehlen einer ganzen Reihe von Arten in den nordexponierten Heideflächen (*Meioneta nigripes*, *Cornicularia clavicornis*, *Rynchaenus flagellum*, *Rhamphomyia caudata*, *Acroptena frontata* u.a.). Nur auf die Nordflächen beschränkte Arten gibt es nicht. *Phormia terraenovae* täuscht eine solche Verbreitung vor; die beiden nordexponierten Flächen liegen jedoch im Gegensatz zu den südexponierten im Einflussbereich menschlicher Siedlungsgebiete. Einzige Art mit Verbreitungsschwerpunkt auf den nordexponierten Flächen ist *Collinsia spetsbergensis*. Ihre Präsenz in der südexponierten Heide beschränkt sich auf den *Cassiope*-reichen Teil der *Cassiope-Dryas*-Fläche. In der reinen *Dryas*- wie auch in der *Equisetum*-Heide fehlt diese Art vollständig.

Zu den Heidegesellschaften gehört auch die auf S. 23 beschriebene Fläche. Neben den dort erwähnten enthält der Fang noch die folgenden Arten: *Boletina apicalis* 0,03 %, *Boletina spec.* 0,16 %, *Rhymosia spec.* 0,06 % und *Allodia spec.* 0,16 % sämtlicher Mycetophilidae; *Acroptena frontata* 0,15 % und *Epistrophe tarsata* 0,46 % aller Brachycera; *Stenomacrus nigricornis* ♀♀ 3,1 %, Aphidiinae 2,8 % und *Ichneutes* 0,98 % sämtlicher Ichneumonoidea; *Erigone arctica* 2,1 %, *Collinsia holmgreni* 0,09 % und *Leptyphantes complicatus* 0,04 % aller adulten Araneae.

3.2.3.3. Steilhang im Nord—Süd-Vergleich

Auf der Höhe von Longyearbyen (78°13' Nord) herrscht etwa 120 Tage Dauertag. Die Sonne vollführt eine scheinbare Kreiswanderung um den Beobachter, sie steht um Mitternacht im Norden. Während der gesamten Vegetationsperiode herrscht ununterbrochen Helligkeit; die Pflanzenwelt kann ständig assimilieren und produzieren, sofern die Witterung das zulässt. Möglicherweise unterscheiden sich daher, anders als in Gebirgen der gemäßigten Zone, Süd- und Nordhänge in ihrer Ökologie nicht. Hinweise für Unterschiede (Bulten von *Silene acaulis*) haben aber schon POLUNIN (1945) und REMMERT (1965) publiziert. Um diese Frage zu klären, dienen Vergleichsfänge im Endalen (Abb. 3, Nr. 4 und 5). Wenige hundert Meter vor seiner Ein-

mündung in das Adventdalen verläuft das Endalen annähernd in Ost-West-Richtung (genau: ONO—WSW). An dieser Stelle liegt die Talsohle in etwa 150 m Meereshöhe.

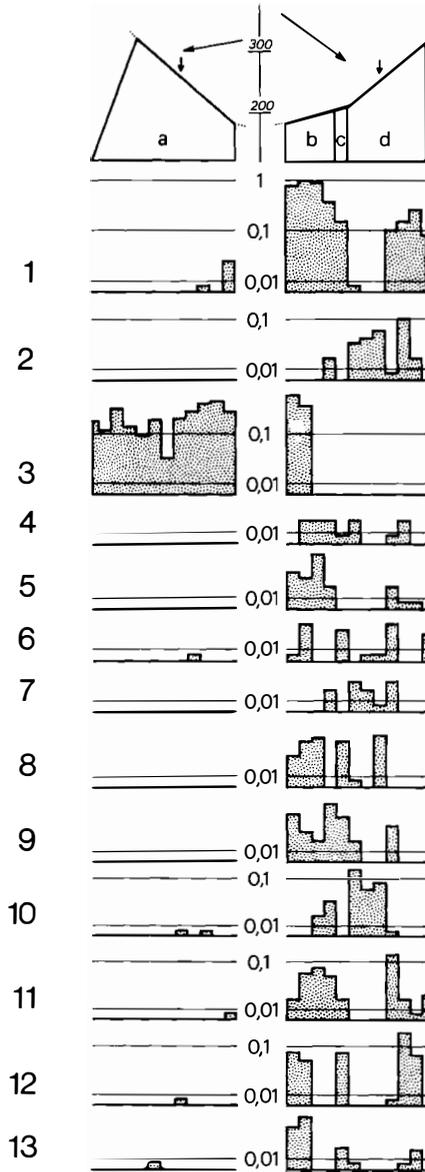


Abb. 10. Vergleich nord- und südexponierter Hänge. Oben: schematischer, nicht überhöhter Querschnitt durch die Hänge des Endalen. Die dünnen Pfeile bezeichnen den Einfall der Sonnenstrahlen am 21.6.; die dicken Pfeile weisen auf die Lage von Temperaturschreibern hin. Höhenangaben in m über NN. a und d Steilhänge, b Cassiope-Dryas-Heide, c Equisetum-Gürtel. 1: *Hilaira glacialis*, 449 Tiere, 2: *Meioneta nigripes*, 33 Tiere, 3: *Collinsia spetsbergensis*, 413 Tiere, 4: *Cornicularia clavicornis*, 12 Tiere, 5: *Conigerella borealis*, 22 Tiere, 6: *Acroptena frontata*, 16 Tiere, 7: *Epistrophe tarsata*, 11 Tiere, 8: *Rhamphomyia caudata*, 31 Tiere, 9: *Rhynchaenus flagellum*, 35 Tiere, 10: *Aphidoidea*, 45 Tiere, 11: *Coelosia-tenella*, 49 Tiere, 12: *Mycomyia spec.*, 23 Tiere, 13: *Allodia spec.*, 13 Tiere. — Die Tiere wurden auf Fang pro Tag und Falle umgerechnet, die Linien bezeichnen also jeweils 0,01, 0,1 bzw. 1 Tier pro Falle und Tag an der betreffenden Stelle.

Die Hänge dieses ehemaligen Gletschertals werden von Schutthalden eingenommen, die einen Böschungswinkel von ca. 40 Grad aufweisen und starken Solifluktionserscheinungen unterliegen. Die Hangfüsse liegen bei einer Neigung von ungefähr 10 Grad relativ fest. Ein Talquerschnitt (Abb. 10) zeigt folgende Unterschiede: Am nordexponierten Hang reicht die steile Halde weiter hinab als am südexponierten. Der Südhang ist Mitte Juli bereits ausgetrocknet, Schneeflecke fehlen vollkommen, die Rinnsale führen kaum noch Wasser. Zur gleichen Zeit sind am Nordhang noch einige Schneeflecke vorhanden und tauen ab; der Boden ist im unteren Teil der steilen Halde durchfeuchtet und fliesst.

Die Vegetation zeigt starke Unterschiede. Der südexponierte Hang trägt auf seinem sanft geneigten Fuss ausgedehnte *Cassiope*-Heiden, die an trockeneren Stellen in *Dryas*-Flächen übergehen. In der Nähe des Untersuchungsgebietes findet sich ein reicher Bestand von *Betula nana*. Am Übergang zum steilen Hang ist ein *Equisetum*-Gürtel ausgebildet mit grosser Vegetationsbedeckung und *Equisetum arvense* und *E. scirpoides* als vorherrschenden Arten. Die anschliessende Feinschutthalde, zum Teil mit Grobschuttauflage, trägt wenige Vegetationsinseln und -streifen von *Dryas octopetala*, im übrigen auf dem ausgetrockneten und verkrusteten Boden einen äusserst spärlichen Bewuchs (unter 10% Vegetationsbedeckung) aus *Salix polaris*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. caespitosa*, *Papaver dahlianum*, *Cerastium arcticum*, *Poa glauca* und *Equisetum arvense*. Weiter oben geht der Hang in eine Grobschutthalde über. Die wenigen locker bewachsenen Vegetationsinseln enthalten *Oxyria digyna*-Horste, *Salix polaris* und *Polygonum viviparum*.

Den Fuss des nordexponierten Hangs besiedeln offene Schuttgesellschaften, an durchfeuchteten Stellen geschlossene Moosrasen mit *Aulacomnium turgidum*. *Cassiope tetragona* ist vorhanden, bildet aber keine geschlossene Heiden. Am Rande der Bachläufe auf durchfeuchteten Flächen siedeln eine Reihe von Pflanzen, die auf dem Südhang nicht oder nicht so sehr in Erscheinung treten, darunter *Ranunculus*- und *Saxifraga*-Arten. Die steile Halde trägt im untersten Teil eine infolge langer Schneebedeckung z.T. etwas abgestorbene Vegetation. Auch am nordexponierten Hang geht die Feinschutthalde im obersten Teil in eine Grobschutthalde über. Die wenigen Vegetationsinseln und -streifen werden von *Drepanocladus uncinatus*, *Aulacomnium turgidum*, *Camptothecium nitens*, *Dicranoweisia crispula*, *Timmia austriaca*, *Salix polaris* und *Saxifraga oppositifolia* gebildet.

Insgesamt ist Mitte Juli ein jahreszeitlicher Entwicklungsvorsprung des Südhangs gegenüber dem Nordhang festzustellen. So stehen die üppigen Pflanzen von *Saxifraga cernua* auf halber Höhe des Südhangs bereits in voller Blüte, während am Fuss des Nordhangs dieselbe Art lediglich schwache Knospentwicklung zeigt. Nach Daten von Temperaturschreibern ist im Hochsommer die Temperatur bei geschlossener Wolkendecke am Südhang praktisch zu allen Tageszeiten höher als am Nordhang, an wolkenfreien Tagen erreicht die Temperatur am Südhang gegenüber dem Nordhang ein bedeutend höheres Maximum. Im Untersuchungsgebiet wirkt als Störgrösse die Beschattung durch den jeweils gegenüberliegenden Berghang, was sich in Tempera-

Tabelle 14

Absolute Gesamtzahlen und absolute Individuenzahlen pro Falle und Tag systematischer Gruppen und Arten des Steilhangs im Endalen (südexponiert Sh, nordexponiert: oberer Teil oNh und unterer Teil uNh); insgesamt 49 517 Tiere

	Barberfalle			Gelbfalle		
	Sh	oNh	uNh	Sh	oNh	uNh
Fallenzahl	31	36	22	20	19	11
Gesamt-Biomasse [ml]	0,012	0,012	0,014	0,012	0,024	0,032
Gesamt-Individuenzahl	14,0	15,4	25,9	2,9	13,8	16,6
Araneae	0,29	0,32	0,63			
Micaria eltoni	0,004	0	0			
Collinsia holmgr.	0	0	0,004			
Collinsia spetsb.	0	0,15	0,34			
Cornicul. clavic.	0,004	0	0			
Erigone arctica	0,001	0,005	0,15			
Erigone tirolensis	0,001	0	6			
Conigerella borealis	0,01	0	0			
Hilaira glacialis	0,09	0	0,01			
Meioneta nigripes	0,04	0	0			
Lepthyphantas sobr.	0,05	0,01	0,002			
Araneae juv.	0,09	0,16	0,13			
Acari	2,89	4,94	5,39			
Arthropleona	4,87	1,94	8,52			
Sminthuridae	0,04	1,41	2,73			
Aphidoidea	0,05	0	0,004			
Ichneumonoidea	0,45	0,34	0,33	0,04	0,09	0,22
Aclastus borealis	0,04	0,08	0,16	0,002	0,02	0,06
Plectiscus hyperbor.	0,20	0,06	0,05	0,03	0,05	0,08
Plectiscus spec.	0,02	0,001	0	0,004	0,002	0
Stenomacrus	0,17	0,19	0,12	0,01	0,03	0,09
Aphidiinae	0,02	0,002	0,004	0,004	0	0
Hymenoptera paras. excl.						
Ichneumon.	0,10	0,01	0,01	0,004	0	0,004
Pristiphora frigida	0	0,001	0	0	0,002	0
Rhynchaenus flagellum	0,01	0	0	0	0	0
Mycetophilidae	2,68	3,28	2,40	1,43	9,07	11,11
Exechia frigida	2,32	3,12	2,24	1,40	8,74	10,91
Phronia egregia	0,08	0,05	0,11	0,03	0,17	0,14
Rhymosia spec.	0,001	0,005	0,002	0,002	0,002	0,01
Allodia spec.	0,01	0,001	0	0	0,002	0,004
Boletina apicalis	0,18	0,10	0,04	0	0,15	0,03
Boletina spec.	0,01	0,01	0,002	0,002	0,01	0,01
Coelosia tenella	0,03	0	0,002	0,004	0,002	0
Mycomyia spec.	0,04	0,001	0	0	0,002	0,004
Sciaridae	2,20	2,10	4,75	0,53	1,27	2,18
Chironomidae	0,23	0,78	1,01	0,36	3,09	2,52
Trichocera	0,10	0,30	0,06	0,02	0,21	0,16
Aedes nigripes	0	0	0,002	0	0	0
Brachycera	0,09	0,01	0,10	0,49	0,04	0,41
Epistrophe tars.	0,01	0	0	0,24	0,01	0,004
Rhamphomyia caud.	0,01	0	0	0,002	0	0
Scopeuma squalidum	0,001	0	0,002	0	0	0,01
Acroptena frontata	0,01	0	0,002	0,07	0	0,02
Spilogona	0,06	0,01	0,10	0,18	0,04	0,38
Diptera-Larven	0,02	0,001	0,002			

tursprüngen des Klimadiagramms widerspiegelt. Ideal wäre ein sehr breites Tal oder besser noch ein Inselberg; technisch war das aber leider nicht zu verwirklichen.

Vom 12. bzw. 13.7. bis zum 5. bzw. 6.8. (also 24 Tage lang) wurden im Endalen Barber- und Gelbfällen in parallelen Reihen hangaufwärts gestellt. Die Fallen standen in vergleichbarer Zahl sowohl in der Vegetation als auch an vegetationslosen Orten. Das Ergebnis von den Heide- und Moosgesellschaften der Hangfüsse ist in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt worden. Die Steilhangausbeute beträgt 37 467 Tiere in 89 Barberfällen und 12 050 Tiere in 50 Gelbfällen. Das Ergebnis pro Falle und Tag zeigt Tab. 14. Die Gesamtzahlen sind am höchsten im feuchteren unteren Teil des nordexponierten Steilhangs. Den niedrigsten Wert zeigt die Gelbfallenserie am südexponierten Hang: Der Fangstreifen — eine reine Feinschutthalde — ist extrem vegetationsarm bis vegetationslos, der Boden völlig ausgetrocknet und hart verkrustet. Die einzige Gelbfalle im Übergangsbereich zum Hangfuss (in Tab. 14 nicht berücksichtigt) weist bereits 16,4 Tiere pro Falle und Tag auf. Die in den übrigen Südhang-Gelbfällen fehlende *Boletina apicalis* ist in dieser mit 2 Tieren pro Falle und Tag vertreten. Vergleichsweise hoch ist mit 37,4 Tieren bzw. 0,065 ml Biomasse pro Falle und Tag der Fang in 6 Gelbfällen der anschliessenden *Cassiope-Dryas*-Heide (s. auch oben).

Am südexponierten Hang lebt eine Reihe wärmeliebender Gruppen und Arten, die dem nordexponierten fehlen (*Meioneta nigripes*, *Conigerella borealis*, *Rhamphomyia caudata*, *Rhynchaenus flagellum*) oder dort stark zurücktreten (*Hilaira glacialis*, Aphidoidea, *Acroptena frontata*, *Epistrophe tarsata*, auch *Plectiscus hyperboreus*). Die Mehrzahl dieser Arten ist nur in geringer Individuenzahl vertreten und fehlt bezeichnenderweise in kälteren Teilen Spitsbergens. *Hilaira glacialis*, Aphidoidea und *Plectiscus hyperboreus* sind eingangs bereits als Hoch- und Spätsommertiere bezeichnet worden. Weitere Hoch- und Spätsommertiere erscheinen indifferent: *Spilogona*, *Stenomacrus* und Acari. Von *Scopeuma squalidum* liegen für eine gesicherte Aussage zu wenig Individuen vor. Keine der als Früh- und Hochsommertiere bezeichneten Gruppen und Arten überwiegt am Südhang: Sie überwiegen am Nordhang (Sminthuridae, Chironomidae) oder sind zumindest indifferent verbreitet (*Exechia frigida*, *Phronia egregia*, Arthropleona). Verbreitungsschwerpunkt am steilen Nordhang haben *Trichocera*, *Collinsia spetsbergensis* und *Erigone arctica*. Während *Collinsia spetsbergensis* gleichmässig am nordexponierten Steilhang verbreitet ist, ist *Erigone arctica* auf den feuchteren unteren Teil beschränkt; sie dringt andererseits auf dem südexponierten Hangfuss aus der von *Cassiope* beherrschten Heide in die reine *Dryas*-Heide vor.

3.2.3.4. Fjellplateau

Der Landschaftscharakter in der Umgebung von Longyearbyen wird bestimmt durch ausgedehnte tertiäre Plateauflächen mit kryoturbaten Böden. Der Grottschutt der Steinringe wird auf der Fangfläche (Abb. 3, Nr. 3) von *Rhacomitrium lanuginosum* (15 %) und Flechten (40 %) — in der Hauptsache

Krustenflechten — besiedelt. Die Feinerde im Zentrum der Steinringe ermöglicht Inseln höherer Vegetation (ca. 10 % der Gesamtfläche), so mit *Salix polaris*, *Stellaria crassipes*, *Saxifraga caespitosa* und *Luzula* (Deflationsheide). Bemerkenswert ist hier, in ca. 400 m Meereshöhe, das Auftreten von *Cassiope tetragona* in Bodenmulden (ca. 1 % der Gesamtfläche). Es zeigt, dass trotz der extremen Umweltfaktoren mikroklimatisch begünstigte Kleinbiotope vorhanden sind.

Gefangen wurde 23 Tage lang, nämlich vom 10.7. bis zum 2.8. In 15 Barberfallen wurden 4667 Tiere erbeutet, in 15 Gelbfallen 2012 Tiere. Die Ausbeute pro Falle und Tag beträgt 13,5 Tiere bzw. 0,010 ml Biomasse in der Barberfalle und 5,8 Tiere bzw. 0,015 ml Biomasse in der Gelbfalle. Aphidoidea, die Gruppe der Hymenoptera parasitica excl. Ichneumonoidea und Coleoptera fehlen. Die Brachycera gehören (bis auf ein Einzelexemplar von *Scopeuma squalidum*) alle zur Gattung *Spilogona*, die Mycetophilidae (bis auf 2,8 % *Phronia egregia* im Barberfallen-Fang) zu *Exechia frigida*. Demgegenüber sind Sciaridae (5,52 Tiere pro Falle und Tag in der Barber-, 3,04 in der Gelbfalle), Symphypleona (1,66 Tiere) und Araneae (1,37 Tiere pro Falle und Tag) mit vergleichsweise hohen Anteilen vertreten, die letztgenannte Gruppe (abgesehen von einem Einzelindividuum *Erigone arctica*) mit folgenden Arten (in Prozent der adulten Tiere): *Lepthyphanthes sobrius* (21,7), *Collinsia spetsbergensis* (74,0) und *Erigone psychrophila* (4,0). Die Zoozönose ist aber keinesfalls unausgeglichen: Ichneumonoidea sind — wenn auch in geringer Zahl (0,06 Tiere pro Falle und Tag in der Barber-, 0,13 in der Gelbfalle) — vorhanden, und *Trichocera* geht mit 2,7 % (Barberfalle) und 0,8 % (Gelbfalle) in die Gesamt-Biomasse ein. Das Barberfallenmaterial enthält ein Einzeltier von *Pristiphora frigida* (vgl. Tab. 11 und Abb. 5—6).

3.2.3.5. Eutrophierte Tundragebiete

3.2.3.5.1. Natürliche Eutrophierung

Auf die Bedeutung der Seevogelkolonien für die Tundra hat REMMERT (1968) hingewiesen. Er beschreibt gedüngte Flächen, entweder wenig geneigt oder bachbegleitend, die von einem dichten, tiefgründigen Moosrasen überzogen sind und in dem Phanerogamen weitgehend fehlen.

Gänzlich andere Verhältnisse liegen unterhalb der Dickschnabellummen — (*Uria lomvia*-) Kolonie am Diabasodden vor (Abb. 3, Abb. 5—6). Hier gedeiht in einem feuchten Hangeinschnitt (ca. 45 Grad Nordexposition) ein üppiger Vegetationsteppich, der nur von einigen groben Steinen unterbrochen wird. Der geschlossene Moosrasen wird in der Hauptsache von *Drepanocladus uncinatus* und *Hypnum revolutum* (zusammen 80 % Vegetationsbedeckung) sowie von *Syntrichia ruralis* (10 %) als einziger nitrophiler Moosart gebildet. In Vertiefungen zwischen Steinen befindet sich *Timmia austriaca*. Über den Moosrasen erhebt sich eine Krautschicht, in der Gramineen, insbesondere *Poa alpigena*, mit 50 %, *Oxyria digyna* (20 %), *Stellaria crassipes* (10 %) und am trockeneren Rand *Alopecurus alpinus* (15 % Vegetationsbedeckung) vorherrschen.

Auf den trockenen Flächen des steilen Feinschutthanges fehlen hingegen die Moose praktisch vollkommen (höchstens 1 % Vegetationsbedeckung). Die unmittelbar an die steile Diabaswand angrenzende Fläche wird lediglich von *Cochlearia officinalis* als Pionierpflanze besiedelt. Dieser Teil des Hanges unterliegt ganz besonders starkem Düngeeinfluss, der Boden besteht zu einem bedeutenden Teil aus Vogelkot. Die Luft ist von Guano-Gestank erfüllt. Weiter unten gesellen sich zu *Cochlearia* (45 %) Gramineen, so — wiederum vorherrschend — *Poa alpigena* (10 %) und *Alopecurus alpinus* (stellenweise bis 25 %), *Saxifraga*-Arten, vornehmlich *S. rivularis* (bis 5 %) und *S. cernua* (1–2 %), und Caryophyllaceen (bis 3 %), nämlich *Stellaria crassipes* und *Cerastium arcticum*.

In dieser Fläche wurde zwei dreiviertel Tage lang (vom 21.7. bis zum 24.7.) gefangen. Der Himmel war stets vollständig bedeckt, extreme Temperaturen sowie Niederschläge wurden nicht verzeichnet. Erbeutet wurden in 18 Barberfallen 16 437 und in 9 Gelbfällen 3 824 Tiere. Das entspricht einem Fang pro Falle und Tag von 332 Tieren bzw. 0,32 ml Biomasse in der Barberfalle und von 155 Tieren bzw. 0,53 ml Biomasse in der Gelbfalle.

Dies hohe Ergebnis wird durch die grossen Anteile von Acari und Arthropleona (insbesondere *Hypogastrura*) bei den Barberfallen und von *Trichocera* bewirkt (Abb. 5 und 6). Sminthuridae (0,63 Tiere pro Tag und Falle) und Araneae (0,12 Tiere, nur *Collinsia spetsbergensis*) fallen praktisch aus, Hymenoptera, Coleoptera und Aphidoidea fehlen gänzlich. Die relativ wenigen Mycetophilidae (1,6 Tiere pro Tag und Falle) gehören zu über 98 % zu *Boletina apicalis*, der Rest zu *Exechia frigida*. Stattdessen erreichen die Sciaridae beträchtliche Anteile. Die Masse der Chironomidae sind brachyptere Weibchen (♂♂ fehlen!) von *Smittia brevipennis*. In der Gruppe Brachycera dominieren mit 96,6 % Heleomyzidae, die ausserhalb der vogelgedüngten Tundra nicht vorkommen (Tab. 6). Die Diptera-Larven erreichen in der Barberfallen-Biomasse einen Anteil von 0,8 %. Es handelt sich insbesondere um *Trichocera*-Larven; unter den übrigen Larven (Nematocera) fallen 4 Chironomidae-Puppen auf. — Möglicherweise sieht bei günstigeren Witterungsbedingungen das Ergebnis nicht so einseitig aus.

Zum Vergleich dient der Fang aus dem Hornsundgebiet (BANG 1963). Insgesamt sind vom 22. bzw. 26.7 bis zum 20. bzw. 21.8.1962 20 Barberfallen in fünf verschiedenen südost- bis südwestexponierten Flächen aufgestellt worden, die alle mehr oder weniger im Düngebereich von Vogelfelsen liegen. Wegen eines unterschiedlichen Fallendurchmessers können die absoluten Fangzahlen nicht zum Vergleich herangezogen werden.

Die relativen Zahlen (Tab. 4 bis 7) lassen im Vergleich zu ungedüngten Tundragebieten ähnliche Tendenzen wie am nordexponierten Diabasodden erkennen: Araneae (obwohl ihre Artenzahl mit *Hilaira glacialis*, *Lepthyphantes complicatus*, *Collinsia holmgreni*, *C. spetsbergensis*, *Erigone arctica*, *E. psychrophila* und *E. tirolensis* entsprechend der Verschiedenartigkeit der einzelnen Fangstellen recht hoch ist), Sminthuridae, Hymenoptera und *Spilogona* sind stark dezimiert, Arthropleona (insbesondere wiederum *Hypogastrura*) und *Trichocera* treten vermehrt auf, Heleomyzidae sind vorhanden.

In scharfem Kontrast zum Diabasodden-Fang stehen dabei aber drei Tat-

sachen, für die im Augenblick keine Erklärung gegeben werden kann: der sehr niedrige Anteil der Acari, die hohe Staphylinidae-Zahl (hauptsächlich *Atheta graminicola*, aber auch insgeamt 2 Expl. *Micralymma marinum*) und die grosse Zahl der Mycetophilidae (entsprechend wenig Sciaridae), insbesondere von *Exechia frigida*. Möglicherweise spielt die Exposition (im Gegensatz zum Diabasodden in Richtung Süd) eine Rolle.

Im Rahmen der Untersuchungen in Norwegen nördlich von Lesja (29.7. – 11.8.1967) wurde ein schwach südexponiertes Schneetälchen befangen. Der Schnee war restlos weggeschmolzen. Die Vegetation bestand vorzugsweise aus einem geschlossenen *Polytrichum*-Rasen, daneben aber auch aus Gramineen (*Nardus stricta*). Dem Boden lagen grössere Mengen von Schafs- (*Ovis*-)losung auf.

In 7 Barberfallen wurden 11 964 Tiere und in 6 Gelbfallen 2384 Tiere gefangen, somit pro Falle und Tag 131 Tiere bzw. 0,071 ml Biomasse in der Barberfalle und 30,6 Tiere bzw. 0,163 ml Biomasse in der Gelbfalle. Im Vergleich zum Durchschnitt der Fänge von ungedüngten Fjellflächen sind Individuenzahl und Biomasse deutlich erhöht. Die hohe Gesamtindividuenzahl wird bei der Gelbfalle bewirkt durch Sciaridae (55,1 %), Brachycera (28,3 %) und Chironomidae (12,9 %), bei der Barberfalle durch Sciaridae (45,1 %) und Arthropleona (44,5 %), in weitaus geringerem Masse von Symphypleona (2,9 %), Acari (2,7 %) und Brachycera (2,1 %). An bemerkenswerten Gruppen wurden gefangen: Tenthredinidae 1 Expl., *Bombus* 1 Expl., Simuliidae 1 Expl., Lepidoptera 11 Expl., davon 5 Expl. Nymphalidae, Thysanoptera 6 Expl.; Trichoceridae wurden nicht erbeutet.

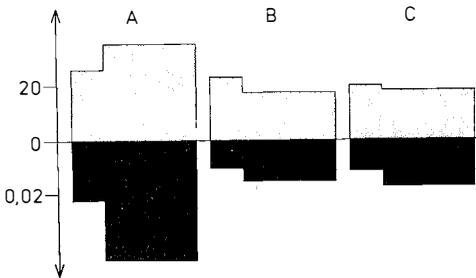
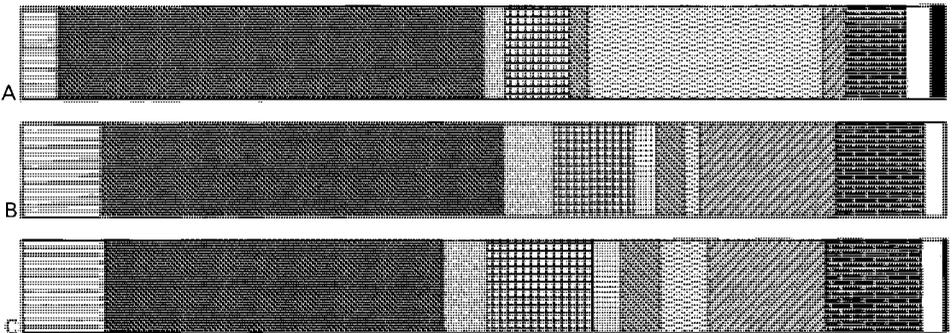


Abb. 11. Absolute Gesamtzahlen pro Falle und Tag des Barberfallenfangs der Flächen A (Kontrollfläche), B (NP-Dünger-Fläche) und C (Guano-Fläche) für die Zeiträume 29.6. bis 11.7. (links) und 11.7. bis 14.8. (rechts); oben Individuenzahl, unten Biomasse [ml]; insgesamt 50 258 Tiere.



3.2.3.5.2. Experimentelle Eutrophierung

Gedüngte Flächen sind also von nicht gedüngten ökologisch stark unterschieden. So stellt sich die Frage nach der Dauer der Reaktionszeit sowie der Richtung und dem Grad der Reaktion nach Einsetzen der Düngung auf einer zuvor nicht eutrophierten Fläche. Hierzu wurden die Flächen B und C der Tab. 8 (Beschreibung der Flächen S. 22) gedüngt, die ungedüngte Fläche A diente zur Kontrolle. Gedüngt wurde am 29.6. und am 11.7. mit jeweils 15 g pro m², und zwar auf der Fläche B mit einem handelsüblichen NP-Dünger (12 % N, 12 % P₆O₅) und auf der Fläche C mit Guano (6 % N, 12 % P₆O₅, 2 % K₂O). Der Guano wurde in Wasser aufgelöst und vergossen, das Granulat des NP-Düngers auf die Fläche gebracht und mit Wasser besprüht. Bis zum Ende des Versuchs am 14.8. hatten sich die Körner — nicht zuletzt wegen des Ausbleibens bedeutender Niederschläge (Abb. 7) — nicht vollständig aufgelöst, so dass bis zu diesem Zeitpunkt nur ein Teil der Stickstoff- und Phosphormengen dem Boden zugeführt wurde.

Während der kurzen Versuchsdauer konnte nicht mit einer bedeutenden Reaktion der Vegetation gerechnet werden. Allgemein ist der langsame Wuchs arktischer Pflanzen bekannt (z. B. WAGER 1938). Auf den Düngeflächen waren lediglich die Spitzen der Moosblätter in grösserem Umfang abgestorben, die Moosblätter daher stärker gebräunt als auf der Vergleichsfläche.

Demgegenüber hat die zweimalige, für mitteleuropäische Verhältnisse schwache Düngung auf die Zoozönose rasch und tiefgreifend gewirkt (s. Abb. 11–12): Im Zeitraum zwischen erster und zweiter Düngung sinkt die Biomasse auf der Düngefläche bereits auf rund die Hälfte des Kontrollfanges. Die Individuenzahlen sinken bei weitem weniger stark. Das beruht auf dem Rückgang der relativ grossen Mycetophilidae, insbesondere von *Exechia frigida*, auf grössenordnungsmässig ein Zehntel. Dieser Verlust wird nur zum Teil ausgeglichen durch die Vermehrung der Sciaridae auf das Drei- bis Vierfache. Diese Verhältnisse gelten bis zum Versuchsende, also den gesamten Sommer hindurch. Nach der zweiten Düngergabe steigt — im Hoch- und Spätsommeraspekt — die Individuenzahl auf der ungedüngten Kontrollfläche an, hingegen sinkt sie auf den Düngeflächen; die Biomasse erhöht sich hier nicht in demselben

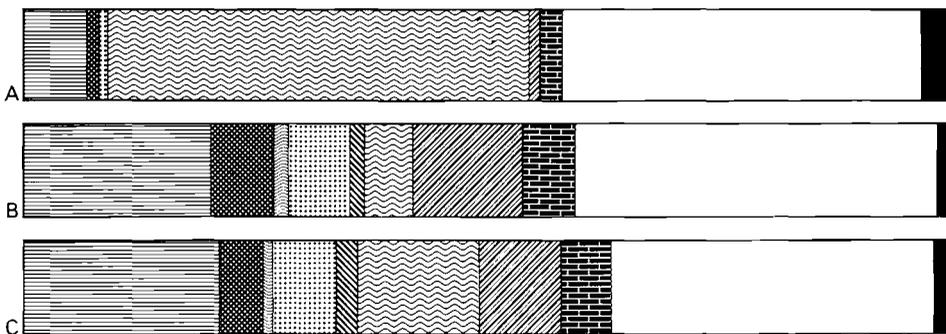


Abb. 12. Relative Individuenzahlen (linke Seite) und relative Biomassen (rechte Seite) systematischer Gruppen von Barberfallenfängen auf der ungedüngten Kontrollfläche A, der NP-Düngerfläche B und der Guano-Fläche C im Zeitraum 29.6. bis 14.8.

Tabelle 15

Absolute Individuenzahlen pro Falle und Tag einiger Gruppen und Arten von Barberfallenfängen des Düngeversuchs; Kf: Kontrollfläche, NP: Dünger-Fläche, Gu: Guano-Fläche

	29.6. bis 11.7.			11.7. bis 14.8.		
	Kf	NP	Gu	Kf	NP	Gu
<i>Collinsia spetsb.</i>	0,77	0,78	0,84	0,46	0,76	0,49
<i>Hilaira glacialis</i>	0,02	0,02	0,04	0,35	0,32	0,51
<i>Plectiscus hyperb.</i>	0	0	0	0,09	0,004	0,10
<i>Stenom. ped.</i> ♀♀	0	0	0	0,03	0,19	0,21
<i>Stenomacrus</i> ♂♂	0,01	0	0,01	0,09	0,38	0,38
<i>Exechia frigida</i>	6,97	0,31	0,88	8,33	0,31	0,85
<i>Phronia egregia</i>	0,19	0,03	0,03	0,08	0,002	0,02
<i>Coelosia tenella</i>	0	0	0	0,004	0,02	0,09
Sphaeroceridae	0,01	0,04	0,09	0,01	0,01	0,01
<i>Scopeuma squal.</i>	0	0	0,01	0,09	0,01	0,01
<i>Spilogona</i>	0,16	0,09	0,05	0,87	0,45	0,45
<i>Phormia terraen.</i>	0	0	0,01	0,09	0,02	0,02

Verhältnis wie auf der Kontrollfläche. Das Fangergebnis des zweiten Zeitraums ist in Tab. 15 dargestellt: Die Individuenzahlen der meisten systematischen Gruppen sinken nach Düngergabe, lediglich fünf Gruppen können ihre Zahl im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle halten oder erhöhen: Araneae, die beiden Gruppen der Hymenoptera parasitica, Sciaridae und Arthropleona. Die arithmetischen Mittel der systematischen Gruppen auf den Düngflächen-Serien sind signifikant unterschieden ($p = 5\%$) zu den Kontrollwerten mit Ausnahme der Mittel für die Hymenoptera parasitica excl. Ichneumonidae sowie die Mittel der Guanofläche von Arthropleona und Sminthuridae. Andererseits gibt es nur geringe Unterschiede zwischen den Fängen der NP—Dünger-Fläche und der Guano-Fläche, wie die mit wenigen Ausnahmen (Aphidoidea, Hymenoptera parasitica) niedrigen t-Werte nahelegen.

Das Initialstadium (praktisch die erste Vegetationsperiode) einer Düngfläche ist also folgendermassen charakterisiert: Unmittelbar nach der ersten Düngergabe (*Exechia*) oder überwiegend erst nach wiederholter Düngung tritt eine Schädigung bei den die ungedüngte Tundra bewohnenden Arthropodengruppen und -arten auf, die myceto-, sapro-, kopophag oder Blütenbesucher sind, so zum Beispiel bei *Exechia frigida*, *Phronia egregia*, *Phormia terraenovae*, *Spilogona* und *Scopeuma squalidum*. Ausnahmen, möglicherweise aufgrund geringeren Konkurrenzdrucks, sind Sciaridae und vielleicht auch *Coelosia tenella*. Die rein carnivoren und parasitischen Gruppen hingegen erscheinen mit gleichen oder sogar höheren (*Stenomacrus*!) Fangzahlen. Vielleicht führt die Schwächung der Beute- und Wirtstiere zu erhöhter Aktivität. Da die charakteristischen Düngflächentiere (*Trichocera*¹, *Boletina apicalis*, Heleomyzidae, *Hypo-*

¹ Bemerkenswerterweise geht die Gattung *Trichocera*, die ihre Massenentfaltung im Düngbereich der Seevogelkolonien hat, nach der zweiten Düngung stark zurück, doch reichen die Fangzahlen zu statistisch gesicherten Aussagen nicht aus. Ausserdem wäre die ökologische Verbreitung der beiden von Spitsbergen bekannten Arten (DAHL 1957) zu klären.

gastrura u.a.) in der bislang ungedüngten Fläche eine unbedeutende Rolle spielen (oder fehlen), kann nach plötzlicher Düngung die Zoozönose der ungedüngten Tundra nicht direkt in die der seevogelgedüngten Tundra übergehen; das ökologische Gleichgewicht verschiebt sich — bei gleichzeitigem Absinken von Gesamtindividuenzahl und Gesamtbiomasse auf rund die Hälfte — zugunsten der rein räuberischen und parasitischen Gruppen (Araneae, Hymenoptera) und zuungunsten der (mycetophagen) Nematocera. Der relative Anteil von Brachycera (an der Gesamtbiomasse) und von Collembola und Acari (an der Gesamtindividuenzahl) bleibt im wesentlichen erhalten.

4. Diskussion

Vergleichbare (trockene) Tundratypen Spitsbergens zeigen Gesamtindividuenzahlen etwa in derselben Größenordnung wie die Fänge aus den Alpen und von Norwegen. Eine im Hochgebirge in vielen Fällen grössere Biomasse wird durch Tiergruppen bewirkt, die mit relativ wenigen Individuen relativ hohe Biomasse-Anteile erzielen. Das sind einerseits allochthone Gruppen wie manche Lepidoptera, so *Phytometra gamma*, im Alpenmaterial. Zum anderen fehlen einige im Hochgebirge verbreitete Gruppen auf Spitsbergen. Diese Differenzen können ökologisch oder geographisch-historisch bedingt sein. Schon SUMMERHAYES u. ELTON (1928) weisen auf das Fehlen von Lepidoptera, *Bombus* und Tipulidae auf Spitsbergen hin. Weitere Gruppen sind u.a.: Phoridae, Bibionidae, Carabidae, Lycosidae (vgl. HOLM 1958), Opiliones. Über die Vielfalt systematischer Gruppen in den Alpen geben beispielsweise FRANZ (1943 u. 1954) und JANETSCHKE (1949), in Norwegen z.B. BRINCK u. WINGSTRAND (1949) Auskunft. In diesem Zusammenhang sind auch die Höhenrekorde von ausgesprochen wärmeliebenden Familien im Himalaja interessant (UVAROV 1925: Acrididae bis etwa 5200 m; SWAN 1961: Salticidae bis 6100 m).

In der übrigen Hocharktis sind einige dieser Gruppen nachgewiesen (z.B. OLIVER 1963, DOWNES 1966), jedoch ist deren Anteil an Individuenzahl und Biomasse unbekannt. Bemerkenswerterweise stellt die von McALPINE (1965a) von Isachsen, Ellef Ringnes Island, gemeldete Arthropodenliste eine dem Beispiel Spitsbergen ähnliche Reduktion an systematischen Gruppen dar, gemessen an der relativ reichhaltigen Fauna von Lake Hazen, Ellesmere Island. Nach DOWNES (1964) ist dafür der maritime Einfluss verantwortlich. Während der Vegetationsperiode ist der Himmel zu 80 % mit Wolken bedeckt. Das gleiche mag für Spitsbergen mit seiner ausgesprochenen Insellage und der geringen Flächenausdehnung zutreffen. So ist bekanntermassen der Effekt klimatisch begünstigter innerer Fjordzonen in Peary Land, Nordgrönland, viel ausgeprägter als auf Spitsbergen. Derzeit lässt sich nicht entscheiden, ob und wie weit die am Beispiel «Spitsbergen» gewonnenen Ergebnisse auf andere hocharktische Gebiete verallgemeinert werden können. Weitere Untersuchungen sind abzuwarten.

Erstmals anhand eines umfangreichen Tiermaterials wird das bekannte Schema von der Häufigkeitsverteilung systematischer und biologischer Gruppen in der Arktis bestätigt: Phanerogamenfresser fehlen weitgehend, herbivor und phytoparasitisch sind weniger als 0,25 % der pterygoten Insecta im Barberfallenfang des Adventdalen-Gebiets (Tab. 7).

In der ungedüngten Tundra stehen den Bodenarthropoden folgende Nahrungsquellen zur Verfügung: a) der lebende Bestand assimilierender Pflanzen, b) der Bestandsabfall und c) der Zufluss organischer Materie aus angrenzenden aquatischen Biotopen. Ein regelmässiger aktiver oder passiver Zuflug organischer Stoffe aus fremden Landbiotopen wie etwa der Windtransport von Pollen und Insekten aus niedriger gelegenen montanen Koniferenwäldern in den Alpen ist auf Spitsbergen ausgeschlossen, gelegentliche Windverdriftungen von Skandinavien her (ELTON 1925a) spielen keine Rolle. Die Ausnutzung lebender grüner Pflanzen ist bedeutungslos, der Zufluss aus dem Süßwasser gering: Die Gruppe mit aquatischer Larvenentwicklung (vgl. S. 22) hat einen Anteil von höchstens 4,3 % an der Gesamtindividuenzahl bzw. 2,3 % an der Gesamtbiomasse des Barberfallenfangs im Adventdalen. Das Ökosystem der ungedüngten Tundra beschränkt sich also im wesentlichen auf die Nahrungskette: Bestandsabfall und Microphyten → microphyto- und phytosaprophage Tiere → Räuber und Parasiten. Aufgrund der bekannten niedrigen physiologischen Aktivität der Bakterien kann es dabei zu einem Engpass bei der Mineralisation kommen, der Rohhumus häuft sich an, und die Tundra verarmt (REMMERT 1966).

Auf ständig gedüngter Tundra im Einflussbereich von Vogelfelsen ist dieser Vorgang verstärkt: Dem gesteigerten Pflanzenwachstum entspricht eine grössere Rohhumusproduktion bzw. -anhäufung (REMMERT 1968). Der Hauptanteil verwertbarer organischer Substanz (Vogelkot) stammt hier letztlich aus dem Meer (Pisces, Crustacea), die tierische Produktion ist auf ein Mehrfaches erhöht, Räuber und Parasiten sind unterrepräsentiert oder fehlen weitgehend, es kommt zu Massenentwicklungen weniger Gruppen (z. B. *Hypogastrura*, *Trichocera*). Prinzipiell ähnliche Verhältnisse hat bereits RÜPPELL (1968) von einem Sonderfall eutrophierter Tundra auf Spitsbergen beschrieben [Dungfläche unterhalb Schweine- (*Sus*-) stall in Longyearbyen].

Die ungedüngte Tundra lässt sich nicht ohne radikale Umkomposition und damit zeitweiliges Zusammenbrechen des ursprünglichen Ökosystems in die gedüngte Tundra umwandeln. Obwohl koprophile oder zumindest indifferente Pflanzen- und Tierarten (*Stellaria crassipes*, *Cerastium arcticum*, *Alopecurus alpinus*, *Hypogastrura*, *Trichocera* u.a.) auch in der ungedüngten Tundra vorhanden sind, so reichen deren geringe Siedlungsdichten nicht aus, in der kurzen Zeit von einer Vegetationsperiode das stabile Ökosystem der langjährigen Dungflächen mit (gegenüber der ungedüngten Tundra) vermehrfachtem Individuen- und Biomasse-Bestand aufzubauen. Im Experiment mit zweimaliger Düngergabe von insgesamt 30 g handelsüblichem Düngemittel pro m² sinken Individuen- und Biomasse-Bestand auf rund die Hälfte des Vergleichswerts der ungedüngten Tundra ab. Insbesondere sind einige mycetophage Arthropodengruppen betroffen, am stärksten wohl *Exechia frigida*. Im Gegensatz dazu lassen

Abb. 13. Gesamtindividuenzahlen (oben) und Gesamtbiomassen (unten) pro Falle und Tag von Barberfallen (links) und Gelbfallen (rechts) einiger Tundratypen Spitsbergens:

A Diabasodden mit Seevogeldüngung;

aus dem Adventdalen-Gebiet:

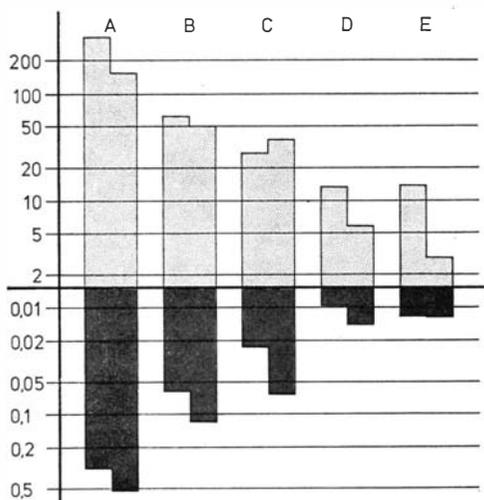
B nasse Moostundra,

C *Cassiope-Dryas-Equisetum*-Heide in Südlage,

D Fjellplateau mit Deflationsheide,

E südexponierter Steilhang;

Darstellung logarithmisch; insgesamt 106 208 Tiere.



carnivore und parasitische Gruppen kein Nachlassen der Aktivitätsdichte erkennen. Für diese Tatsache ist im Zusammenhang mit der geringen Präsenz dieser beiden Gruppen in alten Dunggebieten im Augenblick noch keine Erklärung möglich.

In Abb. 13 sind die Gesamtindividuen- und -biomassezahlen einiger Untersuchungsflächen zusammengestellt. Neben der erwähnten Vogeldüngung (Beispiel Diabasodden: A) ist als wichtigster Faktor das Wasser bzw. der Austrocknungsgrad der einzelnen Flächen zu nennen. In der nassen Moostundra (B) liegen die Zahlen am höchsten. Relativ hohe Zahlen weisen mehr oder weniger feuchte Flächen mit hoher Vegetationsbedeckung und relativ reichem Phanerogamenwuchs auf, wie etwa die *Cassiope-Dryas-Equisetum*-Heide in Südlage (C). Die niedrigsten Werte zeigen Deflationsheiden und ähnliche — zum Teil extrem trockene und vegetationsarme — Biotope: Fjellplateau in ca. 400 m Meereshöhe mit Steinringboden (D) und südexponierter Steilhang mit hart verkrustetem Feinerde-Boden oder Grobschutt (E).

Der unterschiedliche Grad der sommerlichen Austrocknung bedingt auch Unterschiede in der Besiedlung von nord- und südexponierten Biotopen. Auffälligste Differenz ist die Konzentration einer Reihe von Arthropodenarten auf den wärmeren Südhang, die — arktisch in ihrer Gesamtverbreitung — auf Spitsbergen dennoch als «thermophil» bezeichnet werden müssen. Diese Arten fehlen allem Anschein nach in deutlich kälteren Gegenden wie etwa dem Hornsund-Gebiet. Demgegenüber erreicht der Nordhang nicht den Austrocknungs- und Erwärmungsgrad des Südhangs, er «hinkt» letzterem in der jahreszeitlichen Entwicklung nach. «Hygrophile» Arten erscheinen dort in deutlich höherer Abundanz. Insgesamt bewirkt die unterschiedliche Strahlungsintensität von Mittagssonne und Mitternachtssonne wohl unterscheidbare Tundratypen.

Dr. Werner Hinz
Gesamthochschule
Fachbereich 6/Biologie
Lotharstraße 65

D-4100 Duisburg/Deutschland

Literatur

- BANG, C., 1963: Innsamling av insekter og ektoparasitter på fugl. *Norsk Polarinst. Årbok* 1962. 116–118.
- BRINCK, P. u. K. WINGSTRAND, 1949: The mountain fauna of the Virihaure area in Swedish Lapland. *Kgl. Fysiogr. Sällsk. Hdl.* (Lund), N.F. **60**. 1–70.
- DAHL, C., 1957: Die Gattung *Trichocera* in Spitzbergen, Bäreninsel und Jan Mayen (Dipt.). *Opusc. Ent.* **22**. 227–237.
- DOWNES, J. A., 1964: Arctic insects and their environment. *Can. Ent.* **96**. 279–307.
– 1966: The Lepidoptera of Greenland; some geographic considerations. *Can. Ent.* **98**. 1135–1144.
- ELTON, C. S., 1925a: The dispersal of insects to Spitsbergen. *Trans. Ent. Soc.* London. 289–299.
– 1925b: Coleoptera and Lepidoptera from Spitsbergen. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (Ser. 9), **16**. 357–359.
- EUROLA, S., 1968: Über die Fjeldheidevegetation in den Gebieten von Isfjorden und Hornsund in Westspitzbergen. *Aquilo, Ser. Bot.* **7**. 1–56.
- FRANZ, H., 1943: Die Landtierwelt der Mittleren Hohen Tauern. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.*, **107**. 1–552.
– 1954: *Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Bd. 1.* Innsbruck. 664 S.
- HACKMAN, W., 1968: Diptera: Empididae, Acalypratae families and Scatophagidae. *Ann. Ent. Fenn.* **34**. 93–98.
- HEIKINHEIMO, O., 1968: The aphid fauna of Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **34**. 82–93.
- HIRVENOJA, M., 1967: Chironomidae and Culicidae (Dipt.) from Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 52–61.
- HOCKING, B., 1968: Insect-flower associations in the high Arctic with special reference to nectar. *Oikos* **19**. 359–387.
- HOLM, Å., 1958: The spiders of the Isfjord region of Spitsbergen. *Zool. Bidr. Uppsala* **33**. 29–67.
- HUHTA, V., 1967: Some notes on the spider fauna of Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 27.
- HØEG, O. A., 1932: Blütenbiologische Beobachtungen auf Spitzbergen. *Norsk Polarinst. Medd.* Nr. 16. 1–22.
- JANETSCHKE, H., 1949: *Tierische Successionen auf hochalpinem Neuland.* Ber. Naturw.-Med. Ver. Innsbruck 48/49. 1–215.
- KANERVO, E., 1968: Hoverflies (Dipt., Syrphidae) from Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **34**. 98–99.
- KANGAS, E., 1967: Identification of the Coleoptera collected by the Finnish Spitsbergen expeditions. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 41–43.
- KARPPINEN, E., 1967: Data on the oribatids (Acari) of Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 18–26.
- MCALPINE, J. F., 1965a: Insects and related terrestrial invertebrates of Ellef Ringnes Island. *Arctic* **18**. 73–103.
– 1965b: Observations on anthophilous Diptera at Lake Hazen, Ellesmere Island. *Can. Field-Nat.* **79**. 247–252.
- NUORTEVA, P., 1967: Observations on the blowflies (Dipt., Calliphoridae) of Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 62–64.
- OLIVER, D. R., 1963: Entomological studies in the Lake Hazen area, Ellesmere Island, including lists of species of Arachnida, Collembola, and Insecta. *Arctic* **16**. 175–180.
- POLUNIN, N., 1945: Plant life in Kongsfjord, West Spitsbergen. *J. Ecol.* **33**. 82–108.
- REMMERT, H., 1965: Über den Tagesrhythmus arktischer Tiere. *Z. Morph. Ökol. Tiere* **55**. 142–160.
– 1966: Zur Ökologie der küstennahen Tundra Westspitzbergens. *Z. Morph. Ökol. Tiere* **58**. 162–172.
– 1968: Über die Bedeutung volkreicher Meeresvogelkolonien und pflanzenfressender Landtiere für die Tundra Spitzbergens. *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* **11**. 47–60.
- RÜPPELL, G., 1968: Über Ökologie und Tagesrhythmus von Bodenarthropoden eutrophierter Tundragebiete Westspitzbergens. *Pedobiologia* **8**. 150–157.
- STRAND, A., 1942: Die Käferfauna von Svalbard. *Norsk Polarinst. Medd.* Nr. 54. 1–17.

- SUMMERHAYES, V. S. u. C. S. ELTON, 1928: Further contributions to the ecology of Spitsbergen. *J. Ecol.* **16**. 193–268.
- SWAN, L. W., 1961: The ecology of the high Himalayas. *Sci. Amer.* **205** (4). 68–78.
- TESCHNER, D., 1965: Beitrag zur Dipterenfauna von Spitzbergen. *Zool. Anz.* **175**. 364–366.
- THOR, S., 1930: Beiträge zur Kenntnis der invertebraten Fauna von Svalbard. *Norsk Polarinst. Skr.* Nr. 27. 1–156.
- TIENSUU, L., 1968: Muscidae (Dipt.) of Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **34**. 99–104.
- TUOMIKOSKI, R., 1967: Mycetophilidae and Sciaridae from Spitsbergen, collected by Dr. J. Kaisila in 1965. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 43–51.
- UVAROV, B. P., 1925: Grasshoppers (Orthoptera, Acrididae) from the Mount Everest. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (Ser. 9), **16**. 165–173.
- VALPAS, A., 1967: Collemboles of Spitsbergen. *Ann. Ent. Fenn.* **33**. 28–40.
- WAGER, H. G., 1938: Growth and survival of plants in the arctic. *J. Ecol.* **26**. 390–410.

Norsk Polarinstitutt Skrifter Nr. 163. Werner Hinz: Zur Ökologie der Tundra Zentralspitsbergens

A.s John Griegs Boktrykkeri, Bergen