

Nahrungswahl und Nahrungsverarbeitung bei Diplopoden (Tausendfüßlern)

Von Hildegard Schmidt.

Es ist zwar allgemein bekannt, daß Diplopoden sich von vegetabilischen Abfallstoffen ernähren; planmäßige Untersuchungen über dieses Problem fehlen jedoch, mit Ausnahme einer einzigen Arbeit von W. Lyford, der frisches Fallaub im Hinblick auf seine Schmackhaftigkeit für Diplopoden untersuchte.

Deshalb entschloß ich mich, folgende Fragen einer systematischen Untersuchung zu unterziehen:

1. Was können Diplopoden überhaupt fressen; ist ihnen jeglicher Abfall zugänglich?
2. Findet eine Bevorzugung bestimmter Stoffe statt, kann man also tatsächlich von einer Nahrungswahl sprechen?
3. Gibt es Spezialisten unter den untersuchten Tierformen und welcher Art sind diese?
4. Welche Bedeutung und welchen Anteil haben die Diplopoden in dem großen Umsetzungsprozeß vom organischen Abfall bis zum Humus?

Für die Anregung dieser Arbeit, sowie für die Leitung und die gern und jederzeit geleistete Hilfe während der Arbeit möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Wilhelm Kühnelt, meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Bevorzugung verschiedener Nährstoffe durch einzelne Arten und deren Vorkommen.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es zunächst, herauszubringen: Was fressen die Diplopoden überhaupt? Stellen Sie Ansprüche an ihre Nahrung, welche sind diese, und findet eine Bevorzugung bestimmter vegetabilischer Stoffe statt? Inwieweit bestehen Ernährungsunterschiede bei den untersuchten Arten?

Was fressen die Diplopoden überhaupt?

Nach dem Sammeln trennte ich die Tiere ihrer Art nach, hielt sie in gesonderten Glasschalen und legte allen gleichzeitig dieselbe Nahrung vor; Nahrung aus dem Lebensraum der Tiere. Ich zerlegte die Waldbodenstreu zunächst ganz grob in folgende Bestandteile: Blätter, Abfall von Gras und krautigen Pflanzen, Nadeln, Holz, Wurzelfasern, Humus und legte dieselben getrennt voneinander den Tieren je 14 Tage lang als ausschließliche Nahrung vor. Exkremete, Fraßstellen am Material und Beobachtungen beim Fressen der Tiere selbst, zeigten, daß die Mehrzahl der untersuchten Tiere alle faulenden vegetabilischen Substanzen fressen.

Im Gegensatz zu vielen Insekten sind die Diplopoden keine Spezialisten.

Eine Ausnahme bildet jedoch *Leptoiulus simplex*, der bei diesen und zu einem späteren Zeitpunkt wiederholten Beobachtungen niemals Holz annahm. Schimmelstellen und stark verpilz-

Fütterungsergebnisse (bei Fütterung nur eines einzigen Materials für längere Zeit)	feuchte zersetzte Blätter	feuchte zersetzte Nadeln	feuchtes zersetztes Gras	feuchte zersetzte krautige Pflanzen	feuchte Aststücken	feuchte Rindensstückchen	feuchtes Holz (gut zersetzt)	weiche Baumschwämme	Wurzelhaare	Humus	verschimmeltes Holz	verschimmelte Blätter
<i>Unciger foetidus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Cylindroiulus boleti</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Leptoiulus simplex</i>	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Schizophyllum scabulosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Chromatoiulus unilineatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>Glomeris pustulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Glomeris hexasticha</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Haploglomeris multistriata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-

tes Laub werden von allen untersuchten Formen gemieden. Bestätigt wird dies auch an den Fundorten selbst, wo man Tiere nie an solchen Stellen findet.

Dauerfütterung: Es interessierte mich, ob die Tiere auf längere Zeit bei Fütterung mit einem einzigen Stoff damit auskommen würden. Deshalb dehnte ich diese Art der Fütterung bei *Unciger foetidus* und *Cylindroiulus boleti* sowie *Glomeris pustulata* auf einen Zeitraum von 4 Monaten aus und stellte fest, daß eine normale, täglich gleichbleibende Fraßmenge von Laub und Holz bei genügender Feuchtigkeit aufgenommen wurde. Andererseits konnte aber eine standortsunabhängige Nahrungsannahme an *Leptoiulus alemanicus* Verh. beobachtet werden, den ich aus einer Höhe von 2000 m (Vent, Ötztal) mitbrachte, aus einer Gegend, die keinen Laubbestand mehr aufweist, aus reinem Zirben- und Fichtenwald. Obwohl diese Tiere dort hauptsächlich von zerfallendem Holz leben, (besonders Zirbenzapfen werden sehr bevorzugt) nahmen sie ohne weiteres auch Acer- und Carpinusblätter aus dem Wienerwald an. Es scheint also, daß die Mehrzahl der Tiere hinsichtlich ihrer Verbreitung nur in geringerem Maße von den dort vorkommenden Nahrungsstoffen bestimmt werden.

Wenn es somit auch sicher ist, daß die Tiere an keinen bestimmten Nahrungsstoff gebunden sind, so erkennt man doch, daß manche Arten bestimmten Abfall bevorzugen; dies geht bei gleichzeitiger Fütterung verschiedener Nahrungsstoffe aus dem Maximum der Umsetzung eines bestimmten Stoffes hervor.

Besonders auffallend sind:

Cylindroiulus boleti und *Cylindroiulus luridus*, die vor allem Holz, und zwar Ast- sowie auch Strunkholz gegenüber allen übrigen Nährstoffen deutlich bevorzugen. In diesem Zusammenhang ist vielleicht die Färbung dieser Tiere zu erwähnen, da diese beiden Arten graugelb bis braungelb sind und etwa der Farbe des Holzes gleichen, während die übrigen Juliden dunkler, grauschwarz bis schwarz getönt sind. *Leptoiulus simplex* ist ein ausgesprochenes Laubtier.

Bei den übrigen untersuchten Formen ließ sich keine so eindeutige Bevorzugung feststellen.

Unciger foetidus.

In Waldgebieten gehört *Unciger foetidus* zu den häufigsten Diplopoden und ist fast an allen Stellen innerhalb desselben zu finden. Im Laub, im Humus, im Nadelwald, unter Gebüsch, manchmal auch in Baumstrünken. Beim Bevorzugungsversuch wird Laub bevorzugt, jedoch nimmt er auch Aststückchen und Nadeln daneben in größeren Mengen an.

Leptoiulus simplex.

Hauptsächlich im Laub-, bzw. Mischwald. Im reinen Kieferbestand nicht gefunden, niemals in einem Baumstrunk. Im Verhältnis zu den übrigen Juliden am empfindlichsten gegenüber der Trockenheit. Er geht bei ungünstigen Verhältnissen zuerst ein. Holz als Nahrung wird nicht angenommen.

Cylindroiulus boleti.

In feuchtem Holz, in morschen Baumstrünken, (Wienerwald, Lobau) auf Holzschlägen. Tritt in der Streu auch deshalb seltener in Erscheinung, weil er direkt in ausgefressenen Aststückchen eingerollt liegt und so dem Suchenden entgeht. Hauptsächlich in modernden Baumstrünken zahlreich. Auffallende Bevorzugung von Holz bei den Fütterungsversuchen, und zwar Ast- und Stammholz. Eier werden in Holz abgelegt; jedoch nimmt er auch Laub gerne an. Bei gleichzeitiger Fütterung fand ebenso eine Laubaufnahme statt, deren prozentueller Anteil jedoch immer wesentlich geringer war als beim Holz.

Cylindroiulus luridus.

Ebenfalls ein ausgesprochenes Holztier, nur in modernden Baumstrünken gefunden.

Chromatoiulus unlinieatus.

Fundort: Perchtoldsdorfer Heide unter Steinen, teilweise in sandigen Böden. Nahrung: Blätter, Aststückchen, Gras und Pflanzenteile. Holz weniger bevorzugt. Zum Teil nimmt er noch etwas frischere Pflanzenteile als die übrigen Diplopoden an. (Als einziger von allen fraß er ein Blatt, das zum Teil noch grün war).

Schizophyllum sabulosum.

In dem Auwaldgebiet der Lobau, an manchen Stellen sehr gehäuft; unter Pappeln, im Laub noch unter Gebüsch gefunden.

Es ist bekannt, daß diese Tiere im Gegensatz zu den übrigen Diplopoden positiv phototaktisch sind. Verhoeff beobachtete sie in den Vormittagsstunden auf Ranunculusblättern, dieselben verzehrend. Frisch abgefallene Kastanienblüten wurden bei meinen Fütterungen ebenfalls angenommen. In dem Überschwemmungsgebiet der Lobau fand ich die Tiere sogar häufig auf den Bäumen (Pappeln) selbst sitzend, und zwar 1—2 m vom Erdboden entfernt. Sie saßen auf dem Stamm der Bäume oft in der Höhlung eines etwas abgeschuppten Rindenstückchens. Bei Fütterungen zeigte sich, daß die Tiere diese harten Rindenstückchen fraßen, und zwar jene Holzteile, die unmittelbar unter der Rinde liegen, während diese von allen übrigen Diplopoden nicht beachtet wurden. Man findet diese Tiere auch in morschen Baumstücken, wenn auch nicht so zahlreich wie *Cylindroiulus boleti*.

***Glomeris pustulata*.**

In alten, schon sehr morschen Baumstrünken gefunden (im Lainzer Tiergarten). Manchmal auch im Erdreich. Selten und schwer zu finden. In Gefangenschaft gut zu halten, wenig empfindlich. Es wurden 10 Junge aus dem Ei aufgezogen, diese bevorzugten anfänglich noch zarteres Nahrungsmaterial als die Erwachsenen.

***Glomeris hexasticha* und *Haploglomeris multistriata*.**

Besonders zahlreich in Gebüsch am Waldrand auf Kalkgestein. Seltener aber auch direkt im Wald in der Streuschicht, manchmal auch in Baumstrünken. Also auch an Stellen mit stärkerer Sonnenbestrahlung, an denen die typischen Waldjuliden nie zu finden waren. Die Glomeriden zeigen überhaupt eine weitaus geringere Abhängigkeit von Feuchtigkeit und Schatten. Auch bezüglich der Nahrungswahl besteht geringere Abhängigkeit von Feuchtigkeit und Zersetzungsgrad. Besondere Bevorzugung bestimmter Nahrung konnte nicht festgestellt werden.

Bevorzugung verschiedener Zustände desselben Materials.

Nach diesen ersten Fütterungsversuchen untersuchte ich die einzelnen Förnabestandteile einzeln genauer. Zuerst wählte ich Blätter, da diese zumindest im Laubwald den Hauptbestandteil der Streuschicht ausmachen. So sortierte ich die Blätter gemäß den verschiedenen Laubbäumen und legte sie den Tieren getrennt vor.

Nun stellten sich sehr bald große Unterschiede heraus. Die Menge der aufgenommenen Nahrung war bei den einzelnen Laubblättern gänzlich verschieden. Manche Blätter wurden überhaupt abgelehnt, und auch nach tage-, ja wochenlangem Hungern nicht angenommen.

Es waren meist bestimmte Buchen- und Eichenblätter, die nur sehr geringfügig angenagt wurden oder überhaupt völlig unbeachtet blieben; obwohl diese Blätter zum großen Teil noch aus dem Vorjahr stammten. Im Gegensatz dazu beobachtete ich an einem feuchten Novembertage 2 *Leptophyllen*, die an zwei noch an den Zweigen von *Clematis* hängenden Blättern saßen und dort

bereits große Löcher ausgefressen hatten. Dieses Laub, das noch nicht einmal abgefallen war (trotzdem faulte es schon), wurde also verzehrt, während bestimmte Buchenblätter des Vorjahres unberührt blieben.

Damit wurde aber gleichzeitig eine neue Frage gestellt. Sind die Tiere fähig, frisches Fallaub anzugreifen und inwieweit sind sie überhaupt Erstangreifer für das Laub. So legte ich nun systematisch das in den Wäldern ihres Fundortes vorkommende Laub den Tieren vor und erkannte sehr bald, daß der Zeitpunkt der Inangriffnahme der Blätter bei den einzelnen Laubbäumen gänzlich verschieden ist. Das Ergebnis der Fütterung war:

Als erste, nur wenige Tage nach dem Laubfall, wurden gerne und bevorzugt gefressen:

1. Clematis vitalba.
 2. Tilia platyphyllos. (2—3 Wochen nach dem Laubfall).
 3. Ulmus campestris.
 4. Acer pseudo-platanus.
 5. Carpinus betulus.
- } Für diese Laubblätter war schon ein etwas längerer Zeitraum nötig. Auch wurden in der gleichen Zeit bei gleichzeitiger Fütterung von diesem frischen Fallaub stets 1 und 2 bevorzugt und nie dieselbe Umsetzungs menge wie von 1 und 2 erreicht.

Die nachfolgend aufgezählten Laubblätter werden wohl auch schon im Dezember, aber nur in sehr geringem Ausmaß angegriffen. Wirklich gerne und reichlich werden sie erst nach der Schneeschmelze gefressen.

6. Corylus avellana.
7. Alnus incana und glutinosa.
8. Aesculus hippocastanum.
9. Fraxinus excelsior.

Diese Blätter, besonders 6 und 7, werden im Frühjahr besonders in Buchenwäldern sehr bevorzugt.

Es folgt nun eine Anzahl von Blättern, die wohl ebenfalls im Frühjahr, aber meist in geringerem Ausmaß angenommen werden.

10. Betula verrucosa.
11. Populus alba, P. tremula.
12. Salix fragilis, S. alba.

Hingegen nicht gefressen werden:

13. Fagus silvatica.
14. Quercus sessiliflora, Qu. robur.

10—12 werden reichlich im nächsten Herbst gefressen; 13—14 ebenfalls, aber nur teilweise im Herbst, meist aber erst noch später gefressen.

Die nächste Frage, die aus diesen Versuchen erwuchs, war: Welches sind die Ursachen für die verschiedenen Zeitpunkte der Inangriffnahme der einzelnen Laubblätter?

Nach meinen wiederholten Beobachtungen und eigenen Versuchen handelt es sich hierbei gar nicht um eine Bevorzugung, sondern lediglich um die für die Tiere nötige Aufschließbarkeit der

Nahrung. Diese Aufschließbarkeit ist im wesentlichen von zwei allerdings sehr entscheidenden Faktoren abhängig:

1. dem Feuchtigkeitsgehalt der Blätter,
2. dem Zersetzungsgrad.

1. Der Feuchtigkeitsgehalt.

Schon bei Besprechung der Fundorte und Nährstoffe habe ich über die große Abhängigkeit der Tiere in dieser Beziehung gesprochen. Aber nicht nur die Luftfeuchtigkeit muß genügend sein, ebenso notwendig ist auch ein gewisser Wassergehalt der Nahrung. Bedenkt man, daß die Tiere gleichzeitig aus den Blättern den gesamten Flüssigkeitsbedarf ihres Körpers decken müssen, so wird ohne weiteres die Wichtigkeit einer guten Durchfeuchtung verständlich. Der Wasserbedarf dieser Tiere wird durch den Umstand noch gesteigert, daß sie einen Wehrsaft produzieren, der in reichlichem Maße abgegeben werden kann. Die Tiere stoßen bei Beunruhigung oder beim Berühren jederseits aller Segmente große, mit bloßem Auge deutlich erkennbare Flüssigkeitstropfen aus. Diese Reaktion kann sich bei Reizung in sehr geringem Zeitabstand wiederholen.

Außerdem wird eine große Flüssigkeitsmenge für die Verdauung selbst benötigt. Die Blattmengen, die täglich verzehrt werden und den Darm dieser Tiere passieren, sind sehr erheblich und verlangen im gleichen Maße eine hohe Flüssigkeitsmenge, damit die Verdauungsvorgänge ungestört durchgeführt werden können.

Alle Versuche und Freilandbeobachtungen hatten immer dasselbe Ergebnis: Eindeutige Bevorzugung feuchter — gegenüber trockener Nahrung. Schon oben habe ich darauf verwiesen, daß man nur dort mit guter Beute rechnen kann, wo die Feuchtigkeitswerte für die Tiere optimal sind. Jedoch liefern diese Beobachtungen noch keinen Beweis, da sich ja die Tiere in diesen Fällen nur nach der benötigten Luftfeuchtigkeit richten könnten, während die Durchfeuchtung der Nahrung nicht unbedingt damit zusammenhängen müßte. Daher legte ich allen beobachteten Formen, nach Arten in verschiedenen Behältern getrennt, Fallaub desselben Fundortes in je zwei getrennten Haufen vor. Der eine war gut durchfeuchtet, der andere weniger feucht. Einmal im Tag sah ich in den einzelnen Gefäßen nach, und notierte die Anzahl der Tiere. Mit geringen Ausnahmen waren fast alle Individuen stets unter den feuchten Blättern zu finden. Nach 14 Tagen war der eine Haufen weitgehend umgesetzt, während am anderen nur geringfügige Fraßspuren zu verzeichnen waren. Ändert man diese Versuchsanordnung in der Form, daß man einen Haufen gänzlich austrocknen läßt, so wird er überhaupt nicht mehr berührt und zwar von allen untersuchten Tierformen, auch von den Heideformen: *Schizophyllum sabulosum* und *Chromatoiulus unilineatus*, die unter recht trockenen Verhältnissen leben und aktiv bleiben.

Die Luftfeuchtigkeit war bei beiden Laubhaufen die gleiche, da die Behälter mit einer Glasplatte bedeckt waren. Es handelt sich somit also nicht bloß um ein auskömmliches Maß an Luftfeuchtigkeit.

Ein Beispiel soll diese Verhältnisse veranschaulichen.

	feucht*)	weniger feucht**)	feucht	weniger feucht	feucht	weniger feucht
6. 9.	8	2	9	0	10	0
7. 9.	7	2	8	1	9	1
8. 9.	9	0	7	2	8	1
9. 9.	6	3	8	1	9	0
10. 9.	9	1	7	2	9	0
	Unciger foetidus		Glomeris hexasticha		Leptoiulus simplex	

*) Der Feuchtigkeit des Laubes aus Mittellagen der Streuschicht, etwa 5—6 Tage nach einem Regenfall entsprechend.

***) Dem Laub der oberen Streuschicht, ebenfalls 5—6 Tage nach einem Regenfall entsprechend.

(In jedem Behälter waren 10 Individuen; manchmal waren ein oder zwei Tiere unterhalb des Filterpapiers. Diese sind dann nicht in der Tabelle aufgenommen und ergeben damit die Differenz.)

	feucht	ganz trocken	feucht	ganz trocken	feucht	ganz trocken
20. 9.	9	0	10	—	10	—
21. 9.	8	0	9	0	10	—
22. 9.	8	1*	9	0	9	0
23. 9.	9	1*	10	—	10	—
24. 9.	9	0	9	1*	8	1*
	Unciger foetidus		Glomeris hexasticha		Leptoiulus simplex	

*) Es handelt sich hier anscheinend nur um einen vorübergehenden, zufälligen Aufenthalt, da keine Fraßspuren zu finden waren.

Beachtenswert ist ferner, daß sich die Nahrungs m e n g e proportional dem Feuchtigkeitsgrade ändert. Diese Unterschiede sind auffallend.

In 2 Schalen wurden je die gleiche Menge verschiedener Blätter gefüttert. Der einzige Unterschied bestand darin, daß die Blätter der ersten Versuchsschale optimal feucht, die in der anderen recht trocken waren (Versuchstier: *Unciger foetidus*, je zehn Individuen). Nach 17 Tagen waren die Blätter der feucht gehaltenen Schale zum größten Teil umgesetzt, während die Umsetzung der trockenen höchstens $\frac{1}{4}$ der Gesamtmenge ausmachte. Ich ließ nun die Tiere der trockenen Schale noch weitere 14 Tage in derselben, beobachtete sie und setzte fallweise stets nur eine geringe Feuchtigkeitsmenge zu, so daß zwar die Unterlage (Filterpapier) stets etwas feucht, die Blätter hingegen trocken waren. Dabei ergab sich, daß die aufgenommene Blätternahrung mit der Dauer des Versuches immer geringer wurde. Stellenweise wurde das feuchte Filterpapier gefressen. Nach 5 Wochen waren die abgegebenen Exkremente sehr spärlich, und ich beendete diesen Versuch, da ich mit einer Schädigung der Tiere unter diesen Be-

dingungen rechnen mußte. Die Tiere waren zu Ende des Versuches schon sehr träge, lagen meist eingerollt unter den am dichtesten liegenden Blatthaufen und bewegten sich auch nicht mehr, wenn die Blätter zum Zweck der Kontrolle aufgehoben wurden.

2. Der Zersetzungsgrad.

Alle organischen Substanzen müssen durch andere Prozesse bereits vorzersetzt sein, damit die Diplopoden die für sie nötigen Nährstoffe überhaupt erschließen können.

So sind wohl kaum irgendwelche besonderen Geschmackstoffe oder höhere Eiweißhaltigkeit, die die Tiere bestimmen, von frisch gefallenem Laub immer wieder zunächst Waldreben- und Lindenblätter auszuwählen, sondern vielmehr die geringere Widerstandsfähigkeit dieser Blätter gegenüber den Zersetzungsprozessen und Witterungseinflüssen. Nach ganz kurzer Zeit sind besonders nach einer längeren Regenperiode die zarten Blätter von Clematis vitalba so weich geworden, daß man sie mit den Fingern zerreiben kann. Sie sind somit gut verdaulich und es ist ein Anzeichen dafür, daß das frische Material vor dem alten bevorzugt wird, wenn es im Zersetzungsstand jenem der Blätter des Vorjahres äquivalent ist.

Damit ist nun aber auch der verschiedene Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme bei den einzelnen Laubblattarten erklärt, denn die Zersetzungsgeschwindigkeit der einzelnen Laubblattarten ist nach der jeweiligen Beschaffenheit und Widerstandsfähigkeit der Blätter eine sehr verschiedene und stimmt in der Reihenfolge mit dem Zeitpunkt der Aufnahme durch die Tausendfüßler überein.

Eine entscheidende Bestätigung dieser Annahme ergab sich dann bei der Durchsicht der Arbeiten von Wittich (1939 und 1943). Er verfolgt darin die Zersetzung verschiedener Streuarten in ihren einzelnen Etappen.

Nach ihm sind folgende Faktoren entscheidend für den Zerfall:

1. Die Verteilung der Gerüstsubstanz (die vor allem in der Nadelstreu eine große Rolle spielt).
2. Die Angreifbarkeit des sonstigen Gewebes, vor allem des Parenchyms durch Mikroorganismen.
3. Als ganz besonders wichtig für den Kohlehydratabbau allgemein hat sich das C:N-Verhältnis erwiesen. Ein enges Verhältnis bietet günstige Voraussetzung für die Zersetzung.

Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (N = 1).

Akazie	14:1	Fichte	48:1
Schwarzerle	15:1	Birke	50:1
Weißerle	19:1	Buche	51:1
Esche	21:1	Ahorn	52:1
Traubenkirsche	22:1	Roteiche	53:1
Hainbuche	23:1	Pappel	63:1
Rüster	28:1	Kiefer	66:1
Linde	37:1	Douglasie	77:1
Eiche	47:1	Lärche	113:1

Außer dem C:N-Verhältnis sind sicher auch noch andere stoff-

liche Eigenschaften von Bedeutung. Ein hoher Gehalt an wasserlöslicher Substanz wirkt günstig. Ein hoher Ligningehalt kann sich ungünstig auswirken, wenn damit eine Verstärkung der Gerüstsubstanz verbunden ist. Neben diesen stofflichen Eigenschaften ist aber auch der Standort entscheidend, u. zw. der Säuregehalt und der biologische Zustand des Bodens.

Nach bisher allerdings nur recht groben Beobachtungen dürften sich nicht nur die Tausendfüßler nach diesen Gegebenheiten in ihrer Nahrungswahl richten, sondern sicherlich auch ein Teil der übrigen Bodenfauna. Jedenfalls ergaben Freilandbeobachtungen eine gewisse Übereinstimmung in dieser Hinsicht bei Regenwürmern, Nematoden und manchen Insektenlarven.

Die Reihenfolge der Freßbarkeit der Blätter ist natürlich eine relative und nur als grobes Schema zu werten, das für den Einzelfall eventuell eine gewisse Verschiebung zuläßt; denn der Zersetzungsgrad hängt ja nicht nur von einer gewissen Zeit der Lagerung ab. Es wirken da mehrere Faktoren zusammen. Sehr entscheidend ist z. B. die jeweilige Lage des Blattes — innerhalb der Streuschicht, sowie die Witterungsverhältnisse des betreffenden Jahres.

Blätter desselben Baumes können nach einer gleichlangen Lagerzeit bei derselben Witterung gerne gefressen oder überhaupt nicht beachtet werden. Alle Blätter, die unmittelbar der Erdoberfläche aufliegen, sind den Einwirkungen des Bodens und den Mikroorganismen in viel höherem Maße ausgesetzt als solche, die an oder auf der Oberfläche der Streuschicht liegen. Damit ist nun aber auch erklärt, daß dieselben Tiere, die schon im Spätherbst *Carpinus-betulus*-Blätter skelettierten, im Frühling manches andere Blatt dieser Art kaum oder nur sehr geringfügig berührten. So brauchen andererseits Blätter von *Fagus silvatica* im allgemeinen zumindest den Zeitraum eines Jahres um gefressen zu werden. Trotzdem habe ich schon im Frühjahr angefressenes Buchenlaub des Herbstes gefunden, wenn es direkt dem Erdboden auflag, beziehungsweise auch teilweise von Erdkrümchen bedeckt war.

Günstige Futterplätze stellen ebenso alle Mittellagen der Streuschicht dar. Durch die darüber liegenden Blätter bleiben diese von stärkerer Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt, länger feucht und ermöglichen daher ein intensiveres Bakterienleben. Alle oberflächlich liegenden Blätter hingegen, besonders von Buche und Eiche, aber auch die meisten übrigen Laubarten bleiben den Tieren lange, wohl mit geringen Ausnahmen — bis zum nächsten Laubfall, wo sie also selbst Mittellagen werden, unaufschließbar. Das trifft vor allem auch für Hainbuche, Ahorn, Pappel, Birke, im weiteren Abstand auch für Hasel zu; weniger davon betroffen sind Esche, Waldrebe, Hollunder und andere Gesträuche. Bei diesen genügt eine gewisse Feuchtigkeit auch schon an der Oberfläche. (Vielleicht besteht eine Fähigkeit dieser Blätter, Wasser aufzunehmen und längere Zeit festzuhalten, während besonders bei Buchen- und Eichenblättern die Flüssigkeit sofort abrinnt.)

Weiterhin ist das Alter des jeweiligen Blattes und der Zeit-

punkt des Laubabfalls von Bedeutung. Im allgemeinen kann man deutlich beobachten, daß kleinere, also jüngere Blätter gegenüber den größeren, also älteren Blättern desselben Baumes einer rascheren Zersetzung unterliegen. Ebenso habe ich im Sommer Blätter von abgebrochenen Zweigen von Hasel und Linde einige Zeit einer gewissen Feuchtigkeit ausgesetzt und dann verfüttert. Sie wurden nach einer kürzeren Latenzzeit aufgenommen als dieselben Blätter, die erst im Herbst abfallen. So fand ich im Sommer 1948 an abgebrochenen Haselzweigen zahlreiche Diplopoden, eine vorhergehende Regenperiode hatte die Blätter gut zersetzt. Die Zersetzungsgeschwindigkeit hängt natürlich auch sehr stark von der Witterung des betreffenden Jahres ab. Je länger die Regenperioden sind, desto günstiger und länger andauernd sind die allgemeinen Feuchtigkeitsverhältnisse, desto stärker ist aber auch die aktive Tätigkeit aller Bodentiere und umso stärker sind auch alle chemischen und bakteriellen Zersetzungsvorgänge, daher ist die Möglichkeit der Angreifbarkeit für Diplopoden umso eher gegeben.

Mit jedem Regen werden aber auch Erdteilchen zwischen die Blätter geschwemmt, eine Vermengung von organischem und anorganischem Material begünstigt und damit wiederum eine Zersetzungsbeschleunigung herbeigeführt. Eine gute Vergleichsmöglichkeit geben die Sommer 1947 und 1948. 1947 war extrem trocken, fast ohne Regenfall; 1948 bis zum Juli sehr feucht.

Es ist bekannt, daß die Diplopoden zu bestimmten Jahreszeiten stärker in Erscheinung treten. So zeigen Frühjahr und Herbst ein Maximum, Sommer und Winter ein Minimum des Erscheinens und der Aktivität der Diplopoden. Auch dieses Zeitmaß ist kein absolutes. Während es mir 1947 in den Sommermonaten Juli und August nur ausnahmsweise gelang, Diplopoden in der Streuschicht zu finden, so war dies 1948 in demselben Gebiet etwas Alltägliches, wenn sie auch etwas seltener geworden waren im Vergleich zum Frühjahr desselben Jahres.

Außerdem zeigte der Sommer 1948, welche große Beschleunigung eine lange Regenperiode herbeiführen kann. So fand ich am 12. Juni 1948 auf einer Eichenlichtung zahlreiche Leptophyllen knapp unter der Oberfläche an Eichenblättern tätig, zahlreiche Exkreme deuteten auf energische Fraßtätigkeit. Vor 4 Wochen, also vor Einsetzen des feuchten Wetters, waren an keinem der Eichenblätter Fraßstellen zu erkennen. Dieser Platz war allerdings ausschließlich in weitem Umkreis von Eichen allein bewachsen, so daß die Tiere nicht zwischen den Blättern wählen konnten.

Es besteht ein inniger Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit und Zersetzungszustand. Die begehrteste Nahrung ist jene, in der beide Voraussetzungen optimal erfüllt sind. Wenn ein Faktor ungenügend, der andere jedoch optimal gegeben ist, so wird diese Nahrung ebenfalls noch recht gerne angenommen. Viele Beobachtungen zeigten, daß dieselben noch nicht weitgehend zersetzten Blätter im Falle einer guten Durchfeuchtung gerne, ja sogar in reichlichem Maße gefressen werden. (Man muß allerdings stets das andere beigefütterte Material berücksichtigen.) Werden dann die Blätter infolge mangelnder Feuchtigkeitszufuhr trocken, so werden

sie oft nach kurzer Zeit von den Tieren nicht mehr berührt. (Besonders auffallend bei *Acer pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum* und *Carpinus betulus*.) Hingegen brauchen sehr gut zersetzte Blätter eine viel geringere Feuchtigkeit. Je weiter vorgeschritten die Zersetzung im einzelnen Fall ist, desto trockener kann auch das Material sein und wird trotzdem noch sehr gerne angenommen; allerdings nicht als einzige ausschließliche Nahrung. So kann ein Mangel durch ein Plus der anderen Seite wieder ausgeglichen werden.

Abgelehnt wird Material, das in beiden Beziehungen den Ansprüchen der Tiere nicht gerecht wird.

Bevorzugung einzelner Blattarten auf Grund von Geschmackstoffen?

Somit ergibt sich eine deutliche Nahrungswahl, die hauptsächlich von den Faktoren der Zersetzung und der Feuchtigkeit abhängig ist. Inwieweit findet nun, wenn man diese beiden Faktoren ausschaltet, trotzdem noch Bevorzugung statt, die speziell von der einzelnen Blattart (dem Geschmack oder der chemischen Zusammensetzung) abhängig ist; oder spielt diese Art der Bevorzugung überhaupt keine Rolle? Sicher wird diese Bevorzugung im Lebensraum der Tiere selbst keine hervorragende Bedeutung haben, da hier ja selten die Bedingungen: Feuchtigkeit und Lage auszuschalten sind; es sei denn, man denkt an optimale Bedingungen, wie sie etwa der Herbst schafft, da allerdings kann es ohne weiteres zu einer Bevorzugung einer ganz bestimmten Laubblattart kommen. Solche Beobachtungen sind im Walde aber kaum mit einem gewissen Sicherheitsgrad zu machen und daher begnügte ich mich in dieser Frage mit dem Experiment.

Versuchsordnung :

In einer großen Glasschale habe ich den Tieren gleichmäßige Haufen von je 3 g folgender Laubblätter: *Ulmus campestris*, *Acer pseudo-platanus*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Aesculus hippocastanum*, *Fraxinus excelsior*, *Betula verrucosa*, *Populus alba*, *Fagus sylvatica*, *Quercus sessiliflora*, gleichzeitig nebeneinander, aber in einzelnen Haufen streng getrennt, vorgelegt und habe je 12 Tiere einer Art in eine derartige Schale getan. Dieser Versuch wurde gleichzeitig als Parallelversuch für folgende Tiere aufgestellt: *Cylindroiulus boleti*, *Leptoiulus simplex*, *Unciger foetidus*, *Schizophyllum sabulosum*, *Glomeris hexasticha*, *Haploglomeris multistriata*. Die Blätter wurden in Wasser angefeuchtet, 2 Minuten zum Abtropfen auf trockenes Filterpapier gelegt und sodann in die Versuchsschale, die mit feuchtem Filterpapier ausgelegt war, gegeben. Das Filterpapier wurde nach einigen Tagen jeweils nachgefeuchtet. Dadurch erhielt ich für alle Blätter eine gleiche Nahrungsfeuchtigkeit und in den einzelnen, mit einem Glasdeckel verschlossenen Schalen dieselben Luftfeuchtigkeitsverhältnisse. Um nun auch für den Zersetzungsgrad gleichwertige Bedingungen zu schaffen, wurde gleichmäßig zersetztes und zerfallendes Laub der einzelnen Bäume genommen. Somit haben die Blätter nicht dasselbe Alter. Ulme, Hainbuche, Ahorn, Hasel, Ka-

stanie und Birke waren vom letzten, Eiche, Buche, und Pappel vom vorletzten Laubfall. Diese wurden von tieferliegenden Laubblattlagen, jene von oberflächlichen Schichten ausgewählt. Ulme, Kastanie und Pappel holte ich aus dem Prater, die andern aus dem Perchtoldsdorfer Gebiet. Erstere stehen somit den Tieren standortgemäß nicht zu, aber einerseits wollte ich doch gerne jene häufigen Laubbäume vertreten haben, andererseits interessierte es mich, ob sich ein Unterschied gegenüber dem fremden Material herausstellen würde. Besondere Berücksichtigung galt Buchen- und Eichenblättern (entsprechend ihrer Widerstandskraft gegenüber Zersetzung) diese wurden nur aus den tiefsten Lagen gewählt und waren stärker mit Erde durchsetzt als alle übrigen Versuchsblätter.

Die Tiere beobachtete ich täglich, sah einmal unter allen Blättern nach und notierte, wieviele Individuen sich jeweils unter den einzelnen Haufen fanden. Natürlich kann man diese Zahlen nicht als etwas Feststehendes nehmen, denn die Tiere bleiben nicht 24 Stunden lang an ein und demselben Platz sitzen. Um diesen Mangel zu mildern, notierte ich gleichzeitig die Exkrementmenge, die sich täglich unter den Blatthaufen befand. Es kommt ja hierbei auch weniger auf eine bestimmte Genauigkeit an, sondern nur allgemein auf die Beantwortung der Frage: „Wird irgend etwas besonders bevorzugt?“

Die Ausgangsfrage war: Lassen sich die Tiere, wenn man die entscheidenden Bevorzugungsfaktoren ausschaltet, außerdem in ihrer Wahl von Geschmackstoffen oder einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, die sich auf ganz bestimmte Blätter beziehen, leiten und wenn ja, unterscheiden sich dann einzelne Arten bezüglich ihrer Wahl voneinander? Könnte das Vorkommen und Fehlen einer Art von der Art des Baumbewuchses abhängig sein?

Man könnte *Corylus* in den meisten Fällen, *Aesculus*, *Carpinus* und *Acer* nur mehr in manchen Fällen eine gewisse Bevorzugung zusprechen, da diese in den Versuchen im großen und ganzen am weitgehendsten und am raschesten umgesetzt wurden. Jedoch geht diese Bevorzugung nur aus dem Endresultat, d. h. aus dem Prozentsatz der rückbleibenden Blattreste hervor. Wie sich zeigt, werden gleichzeitig die übrigen Blätter ebenso mehr oder weniger reichlich aufgenommen. Und dies scheint überhaupt das wesentliche Ergebnis der Versuche zu sein, es läßt sich im wesentlichen eine besondere oder eindeutige Vorliebe für eine Blattart nicht erkennen. Dies ist bei allen Probeschalen gleich. Den Tieren scheint die Blattart recht gleichgültig zu sein, nach dem ständigen Wechsel der Haufen und nach der durchschnittlich meist recht gleichmäßigen Aufteilung der Individuen. Die Diplopoden sitzen meist unter allen Haufen, wechseln ständig ihre Plätze, Fraßspuren sind am ersten Tag z. B. bei *Acer* häufiger, am nächsten bei *Corylus*. In den ersten Tagen glaubte ich ohne weiteres eine Bevorzugung einer bestimmten Laubart zu erkennen, denn eigenartigerweise waren zuerst in allen Schalen die meisten Fraßspuren an Birkenblättern zu verzeichnen. Doch schon nach kurzer Zeit

erwies sich das nicht als anhaltend. Diese Blätter wurden später teilweise weniger beachtet als die übrigen Blätter.

Zur besseren Übersicht habe ich die Gesamtzahl der Individuen, die sich während der Versuchsdauer unter jedem Blatthaufen befand, zusammengezählt, die Differenzen zwischen den einzelnen Blattarten sind nicht sehr groß (obgleich diese Individuenzahlen nicht als Beweis gewertet werden dürfen, da es ja nur jeweils eine Stichprobe während 24 Stunden aufzeigt).

Es scheint also, daß die Blattart selbst entweder gar keine, bzw. nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt.

Oben Gesagtes traf für alle untersuchten Blattarten zu mit Ausnahme von *Fraxinus excelsior*, *Fagus silvatica* und *Quercus sessiliflora*. Diese nehmen eine deutliche Sonderstellung ein.

1. *Fraxinus excelsior*: Diese Blätter stellen insofern eine Ausnahme dar, als sie nicht vom Laubfall des Herbstes stammen, sondern Blätter des Versuchsjahres sind, die an abgebrochenen Zweigen hingen, aber schon so gut zersetzt waren, daß ich sie ohne weiteres in die übrigen Versuchsblätter einordnen zu können glaubte. An der Fundstelle waren schon Fraßspuren zu sehen und ein *Unciger foetidus* an diesen Blättern gesammelt. Die 14tägige Beobachtung zeigte nun allerdings, daß dieses Material im Verhältnis zu den übrigen Blättern sehr schlecht abschnitt. In fast allen Versuchen ergibt sich eine recht geringe Fraßmenge, von einzelnen Blättern sind nur geringe Teilchen verzehrt worden.

2. *Fagus silvatica*, *Quercus sessiliflora*.

Besonders deutlich ist die Nichtbeachtung bei allen Juliden, im Gegensatz zu den Glomeriden, wo dieses Laub bei *Glomeris pustulata* und *Glomeris hexasticha* im Endresultat mit der durchschnittlichen Fraßmenge der übrigen Blattarten übereinstimmt, und bei *Haploglomeris*, wo es sogar etwas über dieser durchschnittlichen Menge liegt.

Bei den Juliden konnte man schon sehr bald einen deutlichen Unterschied gegenüber den anderen Blättern feststellen. Es wurde nur sehr spärlich und selten gefressen. Exkreme waren sehr gering.

Es wurde schon eingangs erwähnt, daß diese Blätter beim Einsammeln und der Auswahl besondere Berücksichtigung fanden, insofern ihre Widerstandsfähigkeit der Zersetzung gegenüber beachtet wurde, und nur Blätter, bzw. Blatteilchen der untersten Schichten, die schon reichlich mit Erde vermischt waren, gewählt wurden. Der Zersetzungsgrad dieser Blätter den anderen gegenüber war also noch weiter vorgeschritten, und diese Blätter sind um ein Jahr älter als die anderen. Gerade dieses Ergebnis überrascht, besonders dann, wenn man in diesem Verhalten der Tiere den Beweis für die geschmackliche Ablehnung dieser Blattart sieht. Jedoch könnte man, so man wiederum den Geschmack ausschaltet, andererseits auch einen Hinweis dafür erkennen, daß frischeres (jüngeres) Laub, wenn es allen Forderung der Verdaulichkeit genügend entspricht, stets dem älteren Laub vorgezogen wird. Wahrscheinlich ist der spezifische Nährwert dieser jüngeren Blätter höher als bei den älteren.

Außerdem ergibt sich aber auch ein gewisser Widerspruch mit den natürlichen Gegebenheiten einerseits und verschiedenen Beobachtungen im Lebensgebiet der Tiere selbst:

1. Sind die Mehrzahl der dort vorkommenden Bäume Buchen und Eichen. Alle übrigen Laubbäume sind weit in der Minoranz.
2. Findet man zwar auch im Wald stets in der Streu besonders stark abgefressene Blätter von *Acer* und *Corylus*, vor allem dort, wo sie im Verhältnis zur Anzahl der *Fagus*, bzw. *Quercus*-Blätter gering sind. Trotzdem aber beweisen zahlreiche Exkrementhaufen zwischen dem alten *Fagus*laub und tiefe Löcher, die oft durch viele aufeinanderklebende Blätter hindurchgehen, daß auch dieses Material sehr reichlich gefressen wird. Man muß allerdings an die anderen Verhältnisse in der Natur denken, und damit mag wohl auch dieser Widerspruch zwischen Experiment und Freilandbeobachtung geklärt sein. Bei den Versuchen ging man bei allen Blättern von vollkommen gleichen Bedingungen aus.

Im Wald jedoch bildet das älteste Laub die tiefsten Schichten, das neue, die mittleren und oberflächlicheren. Diese untersten, dem Erdboden unmittelbar aufliegenden Lagen besitzen die günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse während der längsten Zeit des Jahres. Es wurde aber schon betont, von welcher großer Bedeutung gerade dieser Faktor ist. Diese guten Feuchtigkeitsverhältnisse gibt es in den oberen Laublagen nur vorübergehend, etwa nach Regen; Sonne und Wind bringen meist rasch ungünstige Wendung.

Gerade die Nahrungswahl ist eben nicht von einem Faktor allein abhängig, sondern von einem Faktorenkomplex. Es kommt im einzelnen Fall dann auf das Verhältnis dieser einzelnen Faktoren zueinander an, welcher Faktor bei verschiedenen Gegebenheiten der entscheidende ist und welcher seine Bedeutung jeweils für das Tier verlieren kann.

Bevorzugung von frischem oder älterem Material.

Es galt nun, das Ergebnis auf andere Weise nochmals zu überprüfen.

Bei gleich günstigen Voraussetzungen für alle Laubblätter haben wir (zumindest bei den Juliden) eine deutliche, auffallende und kaum zu bestreitende Bevorzugung frischeren Materials.

Wie aber verhalten sich die Tiere bei ungleichen Voraussetzungen? Bleibt diese Bevorzugung bestehen, wenn z. B. der Zersetungsgrad des frischeren Materials ungünstiger ist? Mit einem derartigen Versuch nähert man sich andererseits auch wieder den natürlichen Verhältnissen, wo es sich in der Regel so verhält. Da sind nun zwei verschiedene Ergänzungsversuche zu erwähnen, die aus derselben Fragestellung kamen, nur war der Zeitpunkt der Durchführung ein anderer, und zwar fiel der erste noch vor dem Laubabfall 1948, der zweite nach diesem. Somit handelt es sich im ersten Fall um Material mit fast 10monatiger Lagerzeit, im zweiten

Fall um ganz frisches Laub mit einer 6—8wöchigen Lagerzeit. Ende August wurde das Material für folgenden Versuch aus dem Wald gesammelt.

Diesmal vereinfachte ich den Versuch, indem ich den Tieren in einer Glasschale nur zwei Auswahlmöglichkeiten gab. Es handelte sich hier ja nur mehr um die Frage: „Frisches oder altes Laub?“ Zunächst wählte ich bei gleicher Feuchtigkeit einen großen Haufen von stark zersetztem Fagus- und Quercuslaub der tieferen Lagen, reichlich vermischt mit mineralischen Bestandteilen, die zweite Hälfte setzte sich hauptsächlich aus Acer- und Carpinus- aber auch aus anderen Laubblättern zusammen. Diese waren aus mittleren und oberflächlichen Lagen gewählt worden. Beide Teile waren gut durchfeuchtet. (Bemerken möchte ich noch, daß der Zersetzungsgrad nicht so günstig war wie im vorhergehenden Versuch, wohl aber ausreichend für die Verdaulichkeit.) Ferner wurden nur *Leptoiulus simplex* als Vertreter des feuchten Waldes und *Schizophyllum sabulosum* als Vertreter des trockenen Geländes beobachtet (5 Tiere jeder Art). Das Ergebnis war wie erwartet: An vier aufeinanderfolgenden Tagen hielt sich die Mehrzahl der Tiere unter Acer- und Carpinusblättern auf, und zahlreiche Exkreme- nte darunter zeugten von deren Aktivität. Unter der Buchenschicht fand ich hin und wieder ein Individuum, manchmal zwei; die Exkrementballen waren recht gering. Bei gleicher Feuchtigkeit — also Bevorzugung frischer diesjähriger Blätter.

Nun änderte ich die Versuchsanordnung in der Form, daß ich Verhältnisse bekam, die etwa denen des Waldbodens entsprechen, wenn einige Zeit seit dem letzten Niederschlag vergangen ist. So wurden Acer- und Carpinusblätter übertrocknet. Das Filterpapier, das zum Zwecke gleichmäßiger Feuchtigkeit stets in den Schalen verwendet wurde, wurde unter die feuchten Buchenblätter gezogen, die übertrockneten anderen Blätter auf das bloße Glas gelegt. Diese Übertrocknung war nicht übermäßig stark, die Blätter fühlten sich nicht gänzlich spröde an. Aus dieser Anordnung ergab sich, daß zwar der eine Nahrungsteil trocken war, jedoch die allgemeine Luftfeuchtigkeit bedingt durch die feuchten Buchenblätter, für die Tiere weiterhin günstig blieb.

In den ersten Tagen nach erfolgter Trocknung des einen Teils fällt die Wahl noch immer zu Gunsten der Acer- und Carpinusblätter aus, und zwar noch bei beiden Tierarten, *Leptoiulus simplex* und *Schizophyllum sabulosum*. Die Exkreme- nte sind unter diesen Blättern zahlreich. Unter den Buchenblättern ist wohl schon ein Ansteigen gegenüber den vorhergehenden Tagen zu verzeichnen, sie bleiben jedoch zunächst noch hinter den immer noch bevorzugten Acer- und Carpinusblättern zurück. Die Luftfeuchtigkeit genügt in der ersten Zeit, Mängel bezüglich der optimalen Nahrungsfeuchtigkeit auszugleichen. Je länger jedoch die Anordnung unverändert bleibt (etwas trocknen die Blätter auch in der zugedeckten Schale ab, und es wurde absichtlich keine neue Flüssigkeit mehr hinzugegeben), desto mehr fällt die Wahl auf die feuchten Buchenblätter, die Exkreme- nte unter diesen wachsen an, gewinnen mit der täglichen Zuwachsmenge deutlich das Überge-

	Acer pseudo-platanus	Carpinus betulus	Exkreme- mente	Fagus silvaticus	Quercus sessiliflora	Exkreme- mente
12. X.	5	4	viel	1	0	keine
13. X.	5	4	viel	1	0	wenig
14. X.	4	5	viel	0	1	wenig
15. X.	5	3	viel	2	0	wenig
16. X.	trocken			feucht		
18. X.	4	1	weit höher als Buche	4	1	vermehrt
19. X.	3	3	neue reichl. Fraßspuren	2	2	vermehrt
20. X.	1	1	vermehrt	4	4	vermehrt
21. X.	2	2	vermehrt	3	3	reichlich
22. X.	3	1	wenig ver- mehrt	3	2	reichlich
23. X.	3	1	wenig ver- mehrt	4	2	überwiegend Buchenbl. ex-
24. X.	1	0	wenig ver- mehrt	4	2	kr. gegenüber Acer deutlich
26. X.	1	0	keine	5	4	
28. X.	0	0	keine	5	5	sehr viel
	Schizo- phyllum sabulosum	Leptoiu- lus sim- plex		Leptoiu- lus sim- plex	Schizo- phyllum sabulosum	

wicht gegenüber den trockenen Blättern, obwohl auch an diesen noch eine Vermehrung deutlich ist.

Nun tritt auch ein Verhaltensunterschied bei beiden Tierarten auf. Meist sind Schizophyllen in der Mehrzahl im Trockenen zu finden, seltener im Feuchten. Bei *Leptoiulus* ist dies gerade umgekehrt. Die eine Tierart kann sich also noch länger von wirklicher Nahrungswahl (in dieser Beziehung) leiten lassen, weil sie weniger feuchtigkeitsempfindlich ist als *Leptoiulus simplex*, der ja überhaupt von allen untersuchten Formen am empfindlichsten der Trockenheit gegenüber ist.

Je mehr Zeit verstreicht, desto stärker häufen sich nun die Exkreme unter dem feuchten Laub, die Blätter selbst unterliegen einer raschen Umsetzung.

Ein zweiter, sehr ähnlicher Versuch wurde erst im Dezember 1948 mit ganz frischem Fallaub durchgeführt.

Ein Haufen altes Fagus- und Quercuslaub wie vorhin, mehrere kleine Haufen frisch gefallener Blätter von *Tilia platyphyllos*, *Carpinus betulus*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer pseudo-platanus* wurden bei gleicher Feuchtigkeit an *Cylindroiulus boleti* und *Leptoiulus simplex* verfüttert. Nun aber ergab sich ein ganz anderes Bild; die meisten Tiere, Fraßstellen und Exkreme waren unter Buche und Eiche. Ebenfalls sehr bevorzugt ist *Tilia platyphyllos*, alle übrigen Blattarten bleiben weit hinter diesen zurück, wohl werden sie auch gefressen, aber in auffallend bescheidenerem Ausmaß. Dadurch erübrigt sich der geplante Parallelversuch bei verschiedener Feuchtigkeit.

Also haben wir in diesem Fall genau das gegenteilige Ergebnis des vorhergehenden Versuchs, das heißt, daß der Vorzug des frischen Materials die Mängel der noch geringeren und unvollständigeren Zersetzung nicht aufheben kann. Die Bevorzugung hält sich demnach in bestimmten Grenzen. Wird dieses Mittel nach der einen oder anderen Seite eines betreffenden Faktors überschritten, so ändert sich die Bevorzugung zu Gunsten des bisher vernachlässigten Materials. Man kann jedenfalls niemals unter solchen ursprünglichen Verhältnissen die Nahrungswahl von einer einzigen Voraussetzung allein abhängig machen wollen.

Die Umsetzung von Humus- und Mineralstoffen.

Den ersten Hinweis, wie sich die Tiere zum Humus und zu mineralischen Bestandteilen verhalten, lieferten die mikroskopischen Exkrementuntersuchungen, die außer organischen Bestandteilen anorganische, mineralische Substanzen zeigten. Ist dies nur Zufall, gleichsam Begleiterscheinung des Freßaktes selbst, indem Erdteilchen, die auf den Blättern haften, eben mitgefressen werden und die keine weitere Bedeutung für die Tiere besitzen?

Um einen möglichst natürlichen Ausgangspunkt zu bekommen, habe ich Diplopodenfäces an verschiedenen Stellen eines Waldgebietes gesammelt und mikroskopisch untersucht. Es zeigte sich nun, daß alle Exkremente einen gewissen Anteil an anorganischen Bestandteilen, (Mineralien) aufweisen. Ein Kotballen auf dem Objektträger mit einem Tropfen Wasser zerteilt, läßt schon mit bloßem Auge als feinste Pünktchen erscheinende Kristalle erkennen. Führt man mit einer feinen Insektennadel über den Ausstrich, so hört man deutliche Kratzgeräusche auf dem Glas. Die Körnchen erreichen oft beträchtliche Größe. (So habe ich bei *Glomeris pustulata* Mineralkörnchen bis zu 50μ gemessen). Der Anteil der Mineralien kann bei den einzelnen Ballen ziemlich schwanken.

Auch Exkremente aus den Versuchsschalen verhielten sich ähnlich. Bei den ersten Experimenten habe ich den Tieren Blätter allein verfüttert, in den Glasschalen befand sich keine Erde. So standen den Tieren nur jene Erdteilchen, die dem Futter anhafteten, zur Verfügung. Trotzdem ergab jede Untersuchung der Verdauungsrückstände eine Beimischung von kleinen Mineralkörnchen. Sodann stellte ich durch entsprechende Versuche an allen behandelten Tiergruppen fest, daß alle Tiere fähig sind, Mineralboden bei genügender Feuchtigkeit aufzunehmen und in Exkrementen wieder auszuscheiden. Alle Diplopoden können dabei ausschließlich von dieser Erde lange Zeit ernähren, bleiben dabei aktiv und freßlustig. In verschiedenen Schalen, die nur mit Erde gefüllt waren, wurden die Tiere wochenlang gehalten. Nach einer Versuchsdauer von 14 und 28 Tagen zeigten aufgeschnittene Tiere einen gut gefüllten Darm. Läßt man die Tiere längere Zeit in Schälchen, die nicht zu groß sind, so bemerkt man, daß nach und nach die gesamte Erde in Fäcesballen verwandelt wird. Durch den Darm der Tiere passiert die gesamte Erde, die ihren Aufenthaltsraum darstellt. Diese Umsetzung erfolgt sogar sehr rasch. Bedeu-

tend schneller als die Umsetzung in Holz oder Laub. Dies ergab sich bei Dauerfütterung, die in verschiedenen Eprouvetten durchgeführt wurde, von denen je eine mit Holz, Blättern und Erde gefüllt war. Die Eprouvette mit Erde wies im Vergleich mit den anderen mindestens die 3fache Menge an Exkrementen auf. Die Erde enthält naturgemäß eine viel geringere Menge an für Diplopoden verwertbaren Nährstoffen und somit ergibt sich wohl der bedeutende Unterschied der Nahrungsmenge. Das mikroskopische Bild dieser Erdexkremente gleicht genau dem Bild der Erde selbst. (Mineralien, tonige, lehmige Bestandteile und nur sehr wenige, stark zerkleinerte organische Reste.)

Etwas andere Verhältnisse ergeben sich jedoch, wenn man den Tieren sehr große Mengen des Erdreiches zur Verfügung stellt, also weitaus natürlichere Verhältnisse schafft. Vergleicht man nun die Exkremente mit dem Ausgangsmaterial, so zeigt es sich, daß die organischen Bestandteile viel dichter und häufiger geworden sind. Die Tiere fressen also auch hier im Humus, besonders dann, wenn diese Erde noch viele organische Bestandteile enthält, nicht wahllos alles, was vor ihnen liegt, sondern suchen die organischen Teile daraus hervor. Daneben gibt es allerdings auch wieder Ballen, die denselben Bau wie die Erde selbst zeigen, also als Erde selbst aufgenommen wurden. Aber auch bei jenen Exkrementen, die ein Heraussuchen von organischen Teilen beweisen, ist der Anteil der anorganischen Substanz bedeutend höher als bei reiner Blätternahrung.

Wieweit sind diese Tiere nun überhaupt Humusfresser, inwieweit ist ihnen diese Form der Nahrung begehrenswert, in welchem Maß leben sie davon?

Nach Beobachtungen im Freien selbst ist diese Frage kaum zu beantworten. Die Exkremente sind in der Streuschicht zwar immer deutlich erkennbar und liefern eine wichtige Unterlage für alle Beobachtungen. Anders ist dies in der Erde. Die Exkremente vermischen sich da sehr rasch wieder mit der Umgebung; dagegen können auch Erdklümpchen den Diplopodenfäces durchaus ähnlich sehen, die von anderen, mechanischen Ursachen geformt worden sind.

Die Fundstellen der Tiere selbst weisen allerdings schon recht deutlich darauf hin, daß die allgemeine Nahrung unbedingt die Blätter, bzw. die Streu darstellen. Bei günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen wird man die Tiere der Laubwälder fast immer in der Förna finden. Sehr selten sitzen vereinzelte direkt im Erdreich. Etwas anderes sind freilich schon die Verhältnisse im Nadelwald. Hier sitzen die Tiere sogar meistens unter der Streuschicht. Nach dem Vorhergesagten bezüglich der nötigen Verdaulichkeit ist das leicht zu verstehen. Die Nadeln haben eine bedeutend längere Zersetzungszeit als die meisten Blätter notwendig und bilden erst in dieser tieferen Humusschicht die beste Nahrung der Tiere. All dies weist daraufhin, daß die Tiere ihre Umsetzungsarbeit hauptsächlich in der Streuschicht leisten.

Von größerer Bedeutung wird die Frage also nur dann, wenn die gesamte Förna soweit getrocknet ist, daß sie den Tieren keinen

günstigen Aufenthaltsraum mehr bieten kann. Die Tiere ziehen sich zunächst in die feuchteren Erdvertiefungen zurück. Genügt das nicht mehr, dann graben sie sich in das noch feuchtere Erdreich ein. Ernähren sie sich nun vom Humus, oder verhalten sie sich überhaupt passiv?

Folgende Versuche wurden unternommen:

Je eine Glasschale wurde zur Hälfte mit Erde, zur Hälfte mit verschiedenen Laubblattarten gefüllt. Die Feuchtigkeit war für Erde und Blätter gleichmäßig. Für jede Tierart (*Leptoilulus simplex*, *Glomeris hexasticha*, *Glomeris pustulata*, *Haploglomeris multistriata* und *Schizophyllum sabulosum*) wurde eine gesonderte Schale verwendet und 14 Tage lang beobachtet.

Bei allen Untersuchungen ergab sich folgendes Bild. Die Tiere hielten sich zum Großteil mit wenigen Ausnahmen meist im Laub auf. In der Erde eingegraben manchmal ein Individuum. Die Fraßspuren waren fast alle im Laub zu finden. Hundertprozentig traf dies wieder für beide Julidenarten zu, während *Glomeris pustulata* und *Glomeris hexasticha* häufig einzeln in der Erde waren. *Glomeris pustulata* fand sich an manchen Tagen sogar 50 Prozent zu 50 Prozent gleichmäßig in Erde und Laub verteilt. (Sie schienen aber dort eher Ruhepausen abzuhalten, weil sie meist in der Erde eingerollt still liegend aufgefunden wurden.) Manchmal scheinen also Glomeriden Erde aufzunehmen und als zusätzliche Nahrungsquelle zu verwenden. Jedoch zeigten die Exkreme, die man auf Grund ihrer Färbung sofort entweder als Blatt- oder als Erdballen bestimmen kann, daß sie zahlenmäßig nur einen kleinen Bruchteil ausmachten. Bei *Leptoilulus* konnten zu diesem Zeitpunkt keine Erdexkreme festgestellt werden. Die Blattexkreme wiesen im mikroskopischen Bild den normalen Zusatz an anorganischen Substanzen auf. Diese Versuche zeigen nun eine Übereinstimmung mit den Beobachtungen im Walde selbst: Die Streu bildet die hauptsächliche Nahrungsquelle. Nun veränderte ich dieses Experiment dahingehend, daß ich das feuchte Erdreich beließ, die Blätter jedoch sehr stark trocknete.

Vor der Trocknung war die tägliche Menge der Blattexkreme groß, wie bei den übrigen Fütterungen. Man fand gelegentlich schon ein einzelnes Tier auf dem Erdreich, wo es gelegentlich ein Stückchen Holz fraß, aber diese Fraßspuren waren im Verhältnis zu den Fraßspuren der Blätter ohne sonderliche Bedeutung.

Nun änderte sich bald das Zahlenverhältnis, in den ersten Tagen war oft mehr als die Hälfte der Tiere unter den trockenen Blättern zu finden, die anderen auf der Erde. Wiederum zeigte sich ein auffallender Unterschied zwischen Glomeriden und Juliden. Erstere waren häufiger auf der Erde, letztere häufiger unter den Blättern. Schlagartig war in allen Versuchsschalen nur mehr ein sehr kleiner täglicher Zuwachs an Blattexkrementen zu verzeichnen. Reine Erdexkreme wiesen darauf hin, daß nun tatsächlich Erde als Ersatznahrung gewählt wurde. Bald stellte sich heraus, daß die Tiere nur zum Teil an der Erdoberfläche saßen, der andere Teil war in dieselbe hineingekrochen. Bei *Schizophyllum* konnte

man eine Häutung beobachten und auch nachher blieb das Tier an benachbarter Stelle längere Zeit eingerollt liegen. Bei allen übrigen untersuchten Formen trat aber keine Ruheperiode ein. Bei Glomeriden waren häufig und täglich anwachsende Erdexkremeunte zu finden. Bei den Juliden eindeutig beträchtlich weniger. Nach 3—5 Wochen fand man das Erdreich unterminiert. Die Tiere hatten sich Gänge gegraben, die offen standen und ständig benützt wurden. Sehr deutlichen Einblick erhielt man durch die Glaswand der Gefäße, an der ebenfalls mehrere Kanäle verliefen.

Je trockener die Blätter wurden, desto stärker wurden sie vernachlässigt, Fraßzuwachs war fast keiner mehr festzustellen. Häufig hingegen fand man nun die Tiere an Aststückchen, Rindenteilchen und auch Wurzelfasern des Erdreiches sitzen.

Nach 2 Monaten wurde dann zum Zwecke besserer Einsicht das Erdreich mit 2 Nadeln auseinander gebreitet. Da sah man, daß die Gänge durch das gesamte Erdreich gewühlt waren. Bei den Glomeriden fand man außerdem recht häufig die sogenannten Häutungskammern, obwohl in vielen dieser Kämmerchen keine Häutung stattgefunden hat. Es waren in vielen Fällen nur Ruheplätze der Tiere, in denen sie in eingerolltem Zustand lagen. Die Gänge und diese Kämmerchen waren mit Erdexkrementen erfüllt. Sehr deutlich erkannte man einen Unterschied in der Färbung dieser Exkremeunte, wenn man im Erdreich zu einem Aststückchen oder längeren Wurzeln vorstieß. Die Holzteile, die unter der Rinde lagen, waren meist gefressen, während die Rinde teilweise, der Mittelstrang meist erhalten war. An den Wurzeln fehlten die Wurzelhaare und die feineren Verästelungen. An der Erde selbst war ein deutlicher Unterschied zwischen solchen Bezirken, durch die diese Gänge führten, diese schön aufgelockert, besser durchlüftet gegenüber den kompakten, fester zusammenhaftenden anderen Bezirken.

Gerade im Endergebnis war der schon anfangs bemerkte Unterschied zwischen *Glomeris pustulata* und *Leptoiulus simplex* sehr deutlich. Die vorhergehend geschilderten Beobachtungen waren zwar für beide Tierarten gleich. Nur die Menge der umgesetzten Erde war bei *Glomeris pustulata* mindestens 2—3 mal so groß. Außerdem lagen an der Erdoberfläche bei *Leptoiulus* noch vorherrschend Blattexkremeunte. In den ersten Wochen nährten sich die Tiere also trotzdem noch von den trockenen Blättern, die sie allerdings stärker mit feuchten Erdteilchen mischten als vorher.

Es drängt sich nach diesen Beobachtungen die Frage auf, ob die Tiere wirklich einen Sommer- und Winterschlaf halten, oder ob sie in diesen trockenen Zeiten nur den Ort ihrer Tätigkeit wechseln. In der Literatur konnte ich diesbezüglich keinen Hinweis finden.

Weitere Bedeutung besitzt der Mineralboden als Schutz zu Zeiten der Häutungen und ebenso zur Eiablage. Häutungskämmerchen werden meist im Erdreich angelegt. Gerne legen die Tiere ihre Eier auch in Holz. Im Ötztal habe ich öfters Zirbenzapfen ausgegraben, die 10—15 2 mm lange glasige Julidenjungtiere bargen.

Umsetzung von Holz:

Neben dem Laub ist das Holz in zweiter Linie, für manche Formen sogar in erster Linie die Hauptnahrungsquelle.

Alle Abhängigkeiten der Nahrung, die im Vorhergehenden für das Laub nachgewiesen wurden, gelten im selben Ausmaß auch für das Holz. Stets muß das Holz zuerst von Pilzen abgebaut sein, bevor eine Verarbeitung durch Diplopoden einsetzen kann. Dabei fressen die Tiere die Pilzhyphen mit, und man kann diese in den Exkrementen zahlreich nachweisen. Die Zersetzungsgeschwindigkeit des Holzes gegenüber dem Laub ist bedeutend geringer. Die Nahrungsaufnahme setzt also im allgemeinen erst an länger liegendem Material ein.

Hier enthalten die Exkremente bei Fütterung mit ungenügend zersetztem Holz kleine Holzstückchen, die etwa der Größe der einzelnen Bissen der Tiere entsprechen, jedoch stehen diese Bissen noch in festem Zusammenhang, lassen sich auch unter Druck nicht auseinanderdrängen.

Von Herrn Dozent Dr. K. Lohwag, Institut für landw. Pflanzenschutz, Hochschule für Bodenkultur (Wien) erhielt ich folgende Holzstückchen:

1. Fichte (Stammholz) war während 2 Monaten in einer Kulturschale von *Polyporus pinicola*. Die Gewichtsabnahme in diesen 2 Monaten betrug 30 Prozent.
2. Fichtenholz, zersetzt von *Coniphora cerebella*, 3 Monate. Die Gewichtsabnahme betrug 35 Prozent.
3. Fichtenholz, zersetzt durch *Polyporus pinicola*, 3 Monate. Die Gewichtsabnahme betrug 53 Prozent.

Bei Verfütterung an *Cylindroiulus boleti* und *Glomeris hexasticha*, sowie anderen Diplopoden wurde dieses Holz jedoch nicht angenommen. Nur 2 Exkremente dieses Holzes erhielt ich von acht *Glomeriden* in 12 Tagen. Das mikroskopische Bild war typisch für ungenügende Vorzersetzung.

Es handelte sich allerdings um Stammholz; Ast- und Rindenstücke, wie sie vorwiegend in der Streu vorkommen, unterliegen einer rascheren Zersetzung. Bevorzugt wird die unmittelbar unter der Rinde liegende Holzschicht von Aststückchen aufgefressen, während Zentralteil und Rinde häufig zurückbleiben.

Auch bei Föhren und Fichtennadeln zeigt sich stets der Achsenfaden als Rückstand, ebenso bleiben an Zirbenzapfen die festen Stützteile zurück. Von den Wurzeln werden nur absterbende Wurzelhaare, lebende Wurzeln nie gefressen, von älteren Wurzeln meist nur die zarteren Teile, öfter die Wurzelrinde.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

1. Die Diplopoden sind in ihrer Mehrzahl hinsichtlich ihrer Nahrung keine Spezialisten und verzehren alle möglichen abgestorbenen Pflanzenreste. Hauptnahrungsquellen sind jedoch das Falllaub und Fallholz.
2. Die Untersuchung der Mundwerkzeuge zeigte keine Verschiedenheit der Mundteile. Sie entsprachen immer der für diese Tiergruppe typischen Ausbildungsweise.

3. **Vorzugsplätze:** Die Tiere treffen im Freien eine Platzwahl. Diese Vorzugsplätze bleiben nicht während der Dauer des ganzen Jahres gleich. Feuchtigkeit, Durchlüftung und Sonnenbestrahlung spielen diesbezüglich eine Rolle.
4. Eine Bevorzugung bestimmten Nahrungsmaterials für einzelne Arten hat sich gezeigt:
Cylindroiulus boleti, Holz.
Cylindroiulus luridus, Holz.
Leptoiulus simplex, Laub.
Unciger foetidus, Laub.
Bei den übrigen untersuchten Tieren ließ sich keine eindeutige Bevorzugung nachweisen.
5. Eine Ausnahme in Bezug auf die allgemeine Annahme aller vegetabilischen Stoffe bildet *Leptoiulus simplex*, der nie moderndes oder anderes Holz fraß.
6. Es besteht bei allen untersuchten Tierformen eine deutliche Nahrungswahl, die vor allem auf die Feuchtigkeit und den Zersetzungsgrad des Futters zurückzuführen ist. Feuchtes Material wird immer trockenem vorgezogen. Zu trockenes Laub, sowie sehr trockenes Holz wird meist nicht, manchmal nur sehr geringfügig aufgenommen, und auch bei Hunger nicht verarbeitet.
Zu nasses Futter wird ebenfalls gemieden.
Ist der Grad der Zersetzung von Laub, Holz, Nadeln und Wurzeln ungenügend, so wird dieses Material auch nach mehrwöchigem Hungern nicht angenommen.
7. Die untersuchten Glomerisarten sind bezüglich der Trockenheit sowie des Zersetzungsgrades nicht so empfindlich und wählerisch wie die Juliden. Manches trockene Buchenblatt, das von Juliden nicht mehr angegriffen wurde, verzehrten noch die Glomeriden.
8. Ganz frisch gefallenes Laub wird nicht angenommen (ausgenommen *Clematis vitalba*).
9. Ein auffallender Unterschied zeigte sich im Verhalten der Tiere zur Streu der verschiedenen Laubbäume. Die Tiere fraßen im Herbst von neuem Fallaub nur die Blätter ganz bestimmter Baumarten. Durch systematische Fütterungen im Verlaufe eines Jahres wurde jedoch nachgewiesen, daß es sich nicht um eine Bevorzugung gewisser Streuarten, wie W. Lyford meinte, handelt, sondern nur der Zeitpunkt der ersten Nahrungsaufnahme für die einzelnen Laubblattarten gänzlich voneinander verschieden ist. Im Verlauf dieser Untersuchungen ergab sich eine bestimmte Reihung der Holzarten während des Ablaufes eines Jahres. Am Anfang dieser Reihe stehen Bäume, deren Streu bald nach dem Laubfall (*Clematis vitalba*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus campestris* usw.), am Ende solche, deren Laub frühestens nach Ablauf eines Jahres gefressen wird (*Fagus silvatica*, *Quercus sessiliflora*, *robur* usw.).
Die aufgestellte Reihung der Bäume zeigt eine auffallende Parallelität mit einer von W. Wittich (1929, 1943) aufge-

stellten Reihe von Laubholzarten, die er auf Grund der Zersetzungsgeschwindigkeit der einzelnen Blätter erhält. Diese Übereinstimmung, die sich aus gänzlich verschiedenen Untersuchungen und verschiedenen Problemstellungen ergaben, beweisen, daß Zersetzungsgeschwindigkeit und Angreifbarkeit des Laubes durch Diplopoden in einem innigen Zusammenhang stehen; die Ursache der Bevorzugung also unbedingt im Zersetzungsgrad liegt.

Auch bei allen übrigen Nährstoffen ist eine Vorzersetzung nötig (Holz, Nadeln, Wurzeln).

10. Frische Blätter werden fein skelettiert; das ganze Blattgäßer bleibt zurück; je länger die Blätter liegen bleiben, desto mehr wird von den Blattnerven mitgefressen: die Skelettierung wird gröber, bis schließlich nur mehr die Hauptadern übrigbleiben.
11. Holz muß zuerst von Pilzen angegriffen sein. Die Pilzhyphen werden mit dem Holz aufgenommen und zeigen sich in den Exkrementen.
12. Bei Föhrennadeln ist der Zentralzylinder der Nahrungsrückstand.
13. Bei gleich guten Bedingungen hinsichtlich Feuchtigkeit und Zersetzung wird frischeres Laub älterem vorgezogen.
14. Eine Nahrungswahl auf Grund von bestimmten Geschmackstoffen, bzw. bevorzugten Laubblattarten konnte nicht festgestellt werden, spielt jedenfalls, wenn vorhanden, nur eine untergeordnete Rolle.
15. Ungelüftete Stellen, zu feuchte Plätze, sowie Schimmelpilzherde werden von allen Tieren gemieden.
16. Die Tiere vermischen die aufgenommenen organischen Nährstoffe stets mehr oder weniger mit mineralischen Bestandteilen und führen dadurch eine raschere Zersetzung der Streu herbei.
17. Die Diplopoden zählen zu den Erstangreifern des Laubes und bereiten durch ihre Exkremente anderen Tieren die Nahrung vor. Ihnen kommt im Hinblick auf die Humusbildung wesentliche Bedeutung zu.
18. Alle Tiere sind fähig, sich vom Humus, ja selbst von Erde (B-Horizont) lange Zeit zu ernähren. Besonders *Glomeris pustulata* verarbeitet große Mengen reiner Erde. Die Tiere können auch Gänge im Erdreich anlegen. Humus und Mineralanteil des Bodens ist für die meisten Arten lebensnotwendig als Eingrabemöglichkeit zum Schutz vor Austrocknung. Häutungskammerchen werden meist im Erdreich angelegt.
19. Bei Trockenheit nimmt die Nahrungsaufnahme ab. Bei langer Andauer der Trockenheit wird die Nahrungsaufnahme eingestellt, die Tiere graben sich ein und verfallen in einen Ruhezustand. Jedoch werden diese Ruheperioden bei genügender Feuchtigkeit weder im Sommer noch im Winter gehalten.

20. Von den Juliden sind die Waldformen am empfindlichsten gegenüber Austrocknung, besonders *Leptoilulus simplex*. Glomeriden sind andauernder. Sehr lange kann vor allem *Chromatoiulus unilineatus* eine Trockenperiode überdauern, auch ohne Schutz durch das Erdreich.
21. Auch die untersuchten Verdauungsrückstände zeigen, daß die Tiere nur aus bereits zersetztem Material Nährstoffe erschließen können, denn anderes Material wird ebenso wie es aufgenommen wurde, ausgeschieden.

Literaturverzeichnis:

- ALTUM C. (1888): Zerstörung keimender Eicheln durch Tausendfüße; in Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen 20, p. 242—243.
- ATTEMS C. (1926): Diplopoda und Chilopoda; in Kückenthal-Krumbach, Handbuch der Zoologie 4, p. 17—402.
- BLUNK H. (1933): Tausendfußfraß an Kartoffelknollen; in Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 43, p. 13—20.
- KRAUSE A. (1920): Diplopoden als Carnivoren; in Ztschr. Allgem. Physiol. 18, p. 93—96.
- KÜHNELT W. (1950): Bodenbiologie; Verl. Herold, Wien.
- LÖHNER L. (1914): Untersuchungen über den sog. Totstellreflex der Arthropoden. I. Versuche an Diplopoden; Zeitschr. allgem. Physiol., Vol. 16.
- LYFORD W. M. (1934): The palatability of freshly fallen forest tree leaves to Millipeds. Ecology 24, p. 252—261.
- MERTENS D. (1915): Biolog. Beobachtung an Myriapoden (Juliden); Wochenschr. f. Aquarien- und Terrarienkunde, Vol. 12.
- MÜLLER H. L. H. (1924): Untersuchungen zur Biologie der Diplopoden. I. Die Lichtreaktionen von *Ophiulus fallax* und *Polydesmus complanatus*. Zool. Jahrb., Bd. 40, p. 400—488.
- NITSCHKE H. (1888): Zerstörung keimenden Lärchensamens durch Tausendfüße; Tharandter Jahrbuch 28, p. 291—294.
- RANDOW J. (1924): Zur Morphologie und Physiologie des Darmkanales der Juliden; Zeitschr. wiss. Zoologie, Bd. 122, p. 534—582.
- RATH O. vom (1891): Zur Biologie der Diplopoden; in Ber. d. nat. Ges. Freib. in Bd. V., H. 2, p. 1—28.
- SCHUBART O. (1934): Tausendfüßler in Dahls Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile; 28. Teil I: Diplopoda.
- SCHUBART O. (1929): Eine Anregung zum Studium der Tausendfüßer; in Entom. Jahrb. 38, p. 177—182.
- THOMAS Fr. (1904): Altes und Neues über *Blaniulus guttulatus* als Schädling des Pflanzenbaues; Nat. Zeitschr. Land- und Forstwirtschaft, 2. Jahrgang, 7. H., p. 287—292.
- VERHOEFF K. W. (1929): Studien über Ökologie und Geographie der Diplopoden, hauptsächlich der Ostalpen; in Zeitschr. f. Morph. und Ökol. der Tiere, 15, p. 35—39.
- VERHOEFF K. W. (1926/28): Diplopoda; in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs 5, II. Abtl., 2. Buch.
- VERHOEFF K. W. (1910): Mitteilung betreffend Ökologie, Einrollungsarten und Metamorphosecharakter bei *Glomeris*; in Zool. Anz., p. 298—315.

- VERHOEFF K. W. (1908): Gervaisia und Polyzonium; Zool. Anz., Nr. 18, p. 521—536.
- VERHOEFF K. W. (1900): Unerhörte Nährweise eines Diplopoden; Zool. Anz., Nr. 23, p. 541—543.
- VERHOEFF K. W. (1900): Wandernde Doppelfüßler, Eisenbahnzüge hemmend; in Zool. Anz., 23, p. 465—473.
- WITTICH W.: Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. I (1939); Forstarchiv Nr. 15, p. 96—111.
- WITTICH W. II (1943): Forstarchiv Nr. 19, p. 1—18.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [81_82](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Hildegard

Artikel/Article: [Nahrungswahl und Nahrungsverarbeitung bei Diplopoden \(Tausendfüßlern\). 42-66](#)