

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 125 (1974)

**Heft:** 6

  

**Artikel:** Die Bedrohung der humusbildenden Bodenfauna durch Fabrikimmissionen

**Autor:** Bader, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766228>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die Bedrohung der humusbildenden Bodenfauna durch Fabrikimmissionen<sup>1</sup>

(Vorläufige Mitteilung)

Von C. Bader, Basel

Oxf.: 114.67/68 : 425.1

Es ist seit langem bekannt, dass gewisse Fabrikimmissionen einen schädigenden Einfluss auf die Tier- und Pflanzenwelt ausüben. Die sogenannten Rauchschäden haben auch in Mitteleuropa mancherorts zu einer deutlichen Beeinträchtigung von Waldbeständen geführt. Aber auch die Kleintierwelt des Bodens, zum Beispiel die Nematoden, Collembolen und Milben, ist arg bedroht. So konnten in Fichtenbeständen der Tschechoslowakei ernstliche Störungen bei den Moosmilben-Gemeinschaften festgestellt werden (*Bassus*, 1968). Für die Schweiz dürften die Fluorimmissionen im unteren Fricktal das bekannteste Beispiel einer Vegetationsschädigung durch industrielle Abgase darstellen. Dort brechen neuerdings die Nadelbaumbestände im «Heimeholz» bei Möhlin in einem derartigen Ausmasse zusammen, dass in einem Gutachten der «Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen» auf die Auswirkungen der Fluorgase ausführlich eingegangen werden musste (*Keller*, 1972). In dieser Schrift wird unter anderem festgehalten: «Diese zeigt, dass Waldbäume den Immissionen stärker ausgesetzt und damit stärker gefährdet sind als kleine Organismen, welche in Bodennähe relativ geschützt leben.» Da sich diese Feststellung nur auf die Vegetation (Bäume, Kräuter) bezieht, habe ich im Sommer 1973 einige Voruntersuchungen betreffend der Mikrofauna durchgeführt, über die hier berichtet werden soll. Nach einigen Voruntersuchungen wurden am 30. August 1973 an drei Stellen des «Heimeholz» in zunehmender Entfernung zur «Aluminiumhütte Badisch-Rheinfelden» (0,3 km, 3 km und 6 km) je zwei Streueproben entnommen. Jedesmal wurde beachtet, dass diese aus reinem Buchenlaub bestanden und von einer Bodenfläche von genau 1 m<sup>2</sup> stammten. Mit Hilfe von Berlese-Tullgren-Apparaten wurden die in der Streue lebenden Arthropoden ausgesiebt. Diese an sich brutale Methode vermittelt keine weichhäutigen Lebewesen wie zum

<sup>1</sup> Mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds, Gesuch Nr. 3.447.70.

Beispiel Nematoden, Rädertierchen (Rotatorien) und Bärtierchen (Tardigraden), diese empfindlichen Tierchen müssten in zeitraubender Arbeit speziell ausgeschlämmt werden. Die anfallenden Arthropoden wurden registriert, wobei die folgenden «Gruppen» unterschieden wurden:

1. Tausendfüssler (Myriapoden, aufgeteilt in Chilopoden und Diplopoden);
2. Krebstiere, vertreten durch Asseln;
3. Spinnenartige, das heisst Spinnen, Weberknechte, Pseudoskorpione und Milben;
4. Insekten, aufgeteilt in Urinsekten und eigentliche Insekten.

Innerhalb der Milben und Insekten musste noch weiter differenziert werden. Die meist in grosser Zahl vorkommenden Tiere sind in den hier publizierten Tabellen der Einfachheit halber in 7 Gruppen mit populären Namen zusammengefasst worden. Die «Humusmilben» sind Pflanzenfresser, es sind dies die phytophagen Cryptostigmata, die sogenannten Oribatiden oder Moosmilben. Von diesen ist bekannt, dass sie im Stoffkreislauf des Bodens eine wichtige Rolle spielen, ganz besonders bei der Humifizierung der organischen Substanz der Pflanzen. Ihre Exkremente stellen einen Teil des «Humus» dar. Als «übrige Milben» sind die Vertreter der Meso- und Prostigmata bezeichnet worden, diese sind teils karnivor (räuberisch), teils phyto- und koprophag. Als «Urinsekten» sind hier die Collembolen (Springschwänze) aufgenommen worden, die beim Aufbau des Humusbodens ebenfalls eine wichtige Rolle spielen.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse einer aufschlussreichen Untersuchungsserie zusammengefasst: In den drei letzten Kolonnen findet sich das Total von je 2 m<sup>2</sup> Buchenstreue. Die Zahlen sprechen für sich selber! Die Anzahl der Humusmilben steigert sich mit zunehmender Entfernung vom Werk von 487 über 1115 auf 9856, oder anders formuliert: Die humusbildenden Moosmilben werden in Fabriknähe auf einen Zwanzigstel reduziert. Bei den «übrigen Milben», sie sind in diesem Material vorwiegend phytophag, beläuft sich die Reduktion auf einen Zehntel, bei den ebenfalls pflanzenfressenden Urinsekten auf einen Drittel. Wie in allen anderen ähnlich durchgeführten Untersuchungsreihen bleibt die Zahl der Spinnen weitgehend konstant, diese Tiere sind ausschliesslich karnivor. Die Anzahl der Tausendfüssler ist dagegen starken Schwankungen unterworfen. Teilt man jedoch die Myriapoden in Chilopoden und Diplopoden auf, so treten die ersteren, sie sind alle karnivor, also Fleischfresser, ohne erhebliche Änderungen auf, die letzteren dagegen, sie sind phytophag, also Pflanzenfresser, erscheinen in unterschiedlicher Menge. Sie fehlen in Fabriknähe, sind jedoch in 6 km Entfernung in grösserer Zahl vorhanden. Abschliessend kann über die Untersuchungsreihe von Möhlin festgehalten werden, dass die phytophagen, humusbildenden Milben und Urinsekten in Fabriknähe deutlich weniger zahlreich auftreten als in

*Tabelle 1.* Auszählung der Arthropoden in je 1 m<sup>2</sup> Buchenlaubstreue in verschiedener Entfernung einer Fluor-Immissionsquelle

30. August 1973	Möhlín						2 m <sup>2</sup> Σ 6
	0,3 km	3 km	6 km	2 m <sup>2</sup> Σ 0,3	2 m <sup>2</sup> Σ 3	2 m <sup>2</sup> Σ 6	
Tausendfüßler	29	24	40	35	22	50	72
Spinnen	6	12	10	6	18	10	28
Humusmilben	257	230	493	622	3936	5920	9856
Übrige Milben	108	102	318	195	852	1178	2030
Urinsekten	547	481	891	1095	1168	2302	3470
Insekten	78	124	27	37	136	214	350
Insektenlarven	13	20	29	40	72	56	128

*Tabelle 2.* Auszählung der Arthropoden in je 1 m<sup>2</sup> Kastanienlaubstreue zweier Selven in der Leventina

13. August 1973	Bodio						Claro					
	340 m	350 m	365 m	340 m	Σ 6 m <sup>2</sup>	Σ 2 m <sup>2</sup>	Σ 6 m <sup>2</sup>	340 m	Σ 2 m <sup>2</sup>	Σ 6 m <sup>2</sup>	Σ 6 m <sup>2</sup>	
Tausendfüßler	15	9	6	1	8	1	40	100	73	173	519	
Spinnen	11	24	20	38	47	8	148	27	26	53	159	
Humusmilben	1029	948	1262	387	1758	1693	7077	5300	5560	10 860	32 580	
Übrige Milben	238	189	557	492	423	673	2572	1047	1375	2 422	7 266	
Urinsekten	193	100	668	822	224	436	2443	730	606	1 336	4 008	
Insekten	28	35	16	43	22	18	162	85	41	126	378	
Insektenlarven	31	22	37	25	59	28	202	56	48	104	312	

einiger Entfernung, dass dagegen die Spinnen und Chilopoden von den Fabrikimmissionen anscheinend nicht beeinflusst werden. Aus dem oben-erwähnten Gutachten geht indessen hervor, dass im Laub der Bäume vom «Heimeholz» eine Anhäufung von Fluor festgestellt worden ist. Die streue-fressenden Milben, Collembolen und Fliegenlarven ernähren sich demnach von Material, welches oberflächlich mit giftig wirkenden Luftverunreinigungen verschmutzt worden ist.

Eine weitere immissionsträchtige Gegend der Schweiz findet sich in der Leventina (Tessin) bei Bodio. Nach der Tagespresse soll dort der Bleigehalt der Luft viermal höher sein als in den verkehrsreichsten Strassen der Stadt Zürich! Die bleihaltigen Abgase entstehen in den Monteforno-Werken beim Schmelzprozess von Eisenschrott. Aus einem Mischwald, etwa 1 km unterhalb der Fabrik, entnahm ich im Jahre 1973 wiederholt Streueproben von je 1 m<sup>2</sup>, diesmal von Kastanienbäumen (*Castanea sativa*). In der Serie vom 13. August 1973 wurden in drei verschiedenen Höhen des gefährdeten Talhangs (der Talboden liegt auf 330 m Höhe) je zwei Proben entnommen. Aus einem ähnlich gelagerten Biotop etwa 20 km südlich von Bodio wurden bei Claro zwei Kontrollproben für Vergleichszwecke gewonnen. Die insgesamt 8 Proben wurden wiederum mit Hilfe der Berlese-Apparate aussortiert, die Resultate sind in Tabelle 2 zusammengestellt: Die 7. Kolonne ergibt das Total der 6 Bodio-Proben, also von 6 m<sup>2</sup>, die 11. Kolonne liefert das (errechnete) Total einer gleichgrossen Fläche aus dem Mischwald von Claro. Auch hier zeigt sich in Fabriknähe eine deutliche Reduktion von einem Viertel bzw. einem Drittel der humusbildenden Moosmilben bzw. Urinsekten. Die Spinnen bleiben konstant, bei den in Claro überwiegenden Tausendfüsslern handelt es sich vorwiegend um phytophage Diplopoden.

Aufgrund weiterer Beobachtungen kam ich zur Ansicht, dass der Mischwald von Claro wegen anderweitiger Immissionsquellen nicht unbedingt für Vergleiche geeignet ist. Darum wurden am 20. Oktober 1973 den drei Proben aus Bodio (Tessintal) drei gleichwertige Proben aus Aurigeno gegenübergestellt. Dieses Dörfchen liegt im Maggiateal, das von keinerlei Fabrikimmissionen heimgesucht wird. Die klimatischen Bedingungen waren diesmal anders. Am 13. August war während einer langandauernden Trockenperiode gesammelt worden; im Oktober wurde das Material nach einem zweitägigen Dauerregen gewonnen. Da sich die Bodenfauna bei Trockenheit in tiefere Zonen zurückzieht, mussten für den 13. August bedeutend geringere Zahlenwerte erwartet werden als für den 20. Oktober.

Tabelle 3 bestätigt für die Humusmilben wieder eine deutliche Reduktion von einem Sechstel, die auch, diesmal stark abgeschwächt, mit einem Zweitel für die Urinsekten gilt. Auffallend ist das Ergebnis der Gruppe «übrige Milben», wo offensichtlich keine Differenz besteht. Diese erklärt sich dadurch, dass in der Probe von Aurigeno die räuberischen Mesostigmata in Überzahl waren. Die Zahl der Spinnen bleibt auch bei dieser Serie konstant.

Tabelle 3. Auszählung der Arthropoden in je 1 m<sup>2</sup> Kastanienlaubstreue zweier Selven im Tessin- resp. Maggiatal

	20. Oktober 1973 Bodio		Aurigeno			B	A	
	340 m		340 m			$\Sigma 3 m^2$	$\Sigma 3 m^2$	
Tausendfüßler	50	15	34	108	111	153	99	372
Spinnen	27	13	22	45	—	6	62	51
Humusmilben	3 710	2 470	3 630	17 100	18 750	21 000	9 810	56 850
Übrige Milben	1 320	856	1 587	1 206	1 134	1 620	3 763	3 960
Urinsekten	1 850	1 750	2 030	3 540	4 035	2 460	5 630	10 035
Insekten	22	6	7	51	105	102	35	258
Insektenlarven	279	215	151	600	732	687	645	2 019

Aus den hier ausgewerteten Untersuchungen geht hervor, dass die Zahl der in der Streue lebenden humusbildenden Milben und Urinsekten durch Fabrikimmissionen reduziert wird. Noch ist es verfrüht, allgemein gültige Schlüsse zu ziehen. Weitere Untersuchungsreihen drängen sich auf. Ich bin mir voll bewusst, dass die von mir eingesetzten Methoden verfeinert und ausgebaut werden müssen. Dies ist nur möglich, wenn Spezialisten verschiedener Arbeitsgebiete die sich aufdrängenden Fragenkomplexe der Bodenökologie gemeinsam bearbeiten können. Es handelt sich um einen Problemkreis, der im Hinblick auf die kommenden Jahrzehnte in Angriff genommen werden muss. Es gilt, einschneidende Störungen der humusbildenden Fauna zu vermeiden, weil dadurch der Stoffkreislauf im betroffenen Ökosystem beeinträchtigt würde. Die Humusbildung ist indessen ein wichtiger Teilprozess des Stoffkreislaufes, von dem letzten Endes alles irdische Leben abhängt.

## Résumé

### Effet des immissions d'usines sur la faune du sol

On sait depuis longtemps que les immissions de certaines usines peuvent provoquer des dégâts plus ou moins graves à la végétation et aux animaux. En Suisse les immissions de fluor dans le «Fricktal» dans les environs de Rheinfelden sont très connues. L'Institut fédéral de recherches forestières à Birmensdorf a contrôlé la forêt de «Heimeholz», située à l'est de la fabrique d'aluminium. Dans les feuilles des arbres on a constaté une accumulation de fluor. Une visite de cette forêt nous a montré de grands dégâts. Il se posait donc la question de savoir dans quelle mesure la faune du sol était menacée. Il s'agit en première ligne des acariens et des insectes phytophages, qui produisent l'humus, un matériel très important pour les plantes. Dans une recherche préliminaire en été 1973 nous avons contrôlé la litière des hêtres sur une surface d'un mètre carré à diverses distances de la fabrique. Dans les échantillons pris à une distance de 6 km nous avons trouvé en moyenne entre autres 4928 acariens phytophages et 1735 insectes aptérygotes. A 0,3 km, soit tout près de la fabrique, nous n'avons compté que 243 acariens et 511 insectes. La diminution entre ces deux places est de 20 : 1 respectivement 5 : 1. Avec l'augmentation du fluor dans les environs proches de la fabrique le nombre des animaux phytophages diminue.

Une recherche analogue au Tessin a eu des résultats semblables. Dans la fonderie de Bodio se forment des gaz toxiques de plomb. D'après la méthode décrite plus haut nous avons pris dans une châtaigneraie (Selva) à 1 km au-dessous de l'usine, des échantillons de litière pour les comparer à ceux d'une forêt du même biotope, dans la vallée de la Maggia. Ici nous avons constaté une diminution de 5,8 : 1 pour les acariens et de 1,8 : 1 pour les insectes. Il est donc évident que des matières toxiques comme le fluor et le plomb peuvent menacer la faune du sol.

### Literatur

Keller, Th., 1972: Die Auswirkungen der Fluor-Immissionen auf die Waldbestände im Raume «Heimeholz». Gutachten der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf

Bassus, W., 1968: Über Wirkungen von Industrieexhalaten auf den Nematodenbesatz im Boden von Kiefernwäldern. *Pedobiologia*. Vol. 8, 289—295