

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 129 (1978)
Heft: 5

Artikel: Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die freilebende Tierwelt
Autor: Pfeffer, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764354>

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: 30.03.2025

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

Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die freilebende Tierwelt

Von *A. Pfeffer*, Prag

Oxf.: 425 : 15 : 450

Allgemeine Voraussetzungen

Der Mensch betrachtet die Landschaft als Mosaik einzelner Ökosysteme (Wald, Wiese, Feld, Moor). Einen wesentlichen Bestandteil dieser Lebensgemeinschaften bildet die Tierwelt. Sie ist, was ihre Verbreitung, Verteilung und Dichte anbetrifft, von den Wohnraum- und Nahrungsgrundlagen des jeweiligen Ökosystems abhängig. Im Ökosystem fungiert die Tierwelt als Konsument, denn ihre Nahrung besteht entweder aus lebenden oder abgestorbenen pflanzlichen oder aus lebenden sowie toten tierischen Organismen oder aber aus einer Mischkost pflanzlicher oder tierischer Lebewesen. Die Wohnverhältnisse werden vor allem durch die Mobilität der einzelnen Organismen bestimmt.

Die Emissionen gehören zu den chronischen anthropogenen Beeinflussungen der biotischen und abiotischen Umwelt. Die Wirkungsintensität der emittierten Stoffe ist variabel und zeigt sich als abhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer Konzentration und eventuell von der Menge in einem bestimmten Raumabschnitt oder von der Art ihrer Zustandsform (feste, staubige, flüssige, gasige Stoffe oder Aerosole).

Eine Immission wirkt auf Organismen entweder für sich allein aufgrund ihrer toxischen Bestandteile oder erst in der Kombination mit etlichen anderen, gleichzeitig vorkommenden Schädlingstoffen. Hier kommt entweder die einzig überwiegende Phase oder die Kombination verschiedener Phasen zur Geltung. Der emittierende Stoff wirkt in der Folge direkt auf den einzelnen Organismus, wenn er dessen Gesundheitszustand beeinträchtigt oder aber indirekt, wenn er in dessen Umwelt ungünstige Veränderungen hervorruft. Die unbeweglichen oder die weitgehend standortsgebundenen Organismen erweisen sich als bedrohter wie die mobilen Lebewesen, welche immissionsbelastete Gebiete verlassen können.

Die Exhalate und Aerosole vermögen auf die Konstitution und Kondition freilebender Organismen ebenso negativ einzuwirken wie sie nach Abspülung

gleich den flüssigen Emissionen die im Boden und im Wasser lebenden Tiere gefährden.

Auf Immissionen reagieren Organismen je nach ihrer inter- und intraspezifischen Toleranz verschieden. Im Umkreis einer Immissionseinwirkung verschwinden nach und nach die auf diese toxischen Stoffe empfindlich antwortenden Pflanzen- und Tierarten. Als Resultat bleibt eine verarmte Gemeinschaft einiger weniger widerstandsfähiger Pflanzenarten sowie der an sie gebundenen Tiere.

Veränderungen in der körperlichen Kondition und Konstitution der im Bereich der Immissionen vorkommenden Lebewesen

Die toxischen Stoffe können bei Lebewesen leichtere oder schwerere chronische Erkrankungen hervorrufen. Bei den beweglichen Tieren tritt eine direkte Schadwirkung auf den Organismus selten ein, vermögen diese doch aus den von toxischen Stoffen beeinträchtigten Orten in nicht gefährdete Gebiete zu fliehen. Häufiger zu beobachten sind bei diesen die durch die Aufnahme intoxizierter Nahrung hervorgerufenen indirekten Schadeneinflüsse.

In Gebieten (Freiberg in Sachsen), in denen Arsenverbindungen vorkommen, beobachtete *Prell* (1936) eine Hauterkrankung sowohl beim Hirsch- und Rehwild als auch beim Hasen. Eine Gewichtsabnahme beim Hasen von 1 bis 4 Prozent in Gebieten mit übermässiger Aschen- und Schwefeldioxyd-Verunreinigung stellte *Nováková* (1968) fest. Gleichzeitig wiesen die Untersuchungen Änderungen in der Zusammensetzung der Nierenausscheidungen nach, indem in diesen Gebieten der Harn der Hasen sauer war. Störungen zeigten sich auch im Bluthaemogramm von Hasen, die in immissionsbeeinflussten Gegenden erlegt wurden. Bei Untersuchungen von unter chronischen Immissionen leidenden Zoozönoten erweisen sich Abweichungen in der Rehgeweiqualität als geeignete morphologische Merkmale (*Nováková*, 1965). Weil in der Slowakei im Vorkommensbereich von Immissionen aus Fluorverbindungen schädliche Folgen bei weidenden Kühen festgestellt wurden, muss angenommen werden, dass es auch beim Wild zu ähnlichen Veränderungen gekommen ist. Möglicherweise können auch entgegengesetzte Erscheinungen auftreten: So leiden beispielsweise in der Nähe von Zementfabriken lebende Fasane viel weniger unter dem parasitischen Wurm *Syngamus trachea*. Zu diesem Absinken der Infektionsrate kam es, weil in jenen Gebieten die Zwischenwirte des Parasiten, nämlich die Regenwürmer, verschwanden.

Nahrungsgrundlagen

In immissionsbelasteten Lebensräumen wandeln sich die Nahrungsgrundlagen im Vergleich mit unbeeinflussten Ökosystemen. Zwangsläufig muss mit qualitativen und quantitativen Veränderungen in der Produktion der die Hauptnahrung der Herbivoren bildenden Phytomasse gerechnet werden. Zu einer Qualitätsverschlechterung und einer Verdaulichkeitsminderung der aufgenommenen Nahrung kommt es einerseits infolge direkter Kontamination mit den toxischen Stoffen und einer Magenreizung durch die auf den Blättern festklebende Asche sowie andererseits auch infolge des Einflusses eines verarmten Pflanzenartenspektrums.

Im Ökosystem der Kultursteppe sind Veränderungen in der Zusammensetzung der Biozönose am seltensten zu beobachten, da landwirtschaftliche Monokulturen Immissionseinflüssen nur kurzfristig ausgesetzt sind. Daher zeigen sich in ihren Zoozöosen nur verhältnismässig geringfügige Wechsel. Eine bedeutendere Entwertung der Nahrung grösserer Tiere kann nur in jenen Gebieten wahrgenommen werden, wo ein übermässiger, an Pflanzenblättern klebender Aschen- und Staubfall mannigfacher Art auftritt.

Zu schwerwiegenderen Wandlungen der Nahrungsgrundlagen kommt es in Waldökosystemen, stellen diese doch eine langlebige Pflanzengemeinschaft dar, in welcher der Gefährdungsgrad mit dem Anteil von empfindlichen Nadelhölzern zudem noch steigt. Die Beeinträchtigungen zeigen sich hier in Veränderungen in der Verteilung der Pflanzenschichten und in einem zunehmenden Anteil abgestorbener Phytomasse (Nadeln, Blätter, Holz).

Die Tierwelt der Waldböden (*Mesoedaphon*) steht unter dem Einfluss einerseits der toxischen Stoffe im Boden wie andererseits der Veränderungen in der Zusammensetzung der durch den übermässigen Nadelabfall aus den immissionsgeschädigten Baumkronen gestörten Humusschichten. Eine ungünstige Wirkung ist hier auch der steigenden Bodenazidität zuzuschreiben. Aerosole und feste Emissionsteilchen gelangen nach ihrer Ablagerung durch Wassertransport in den Boden, während Gasexhalate den Boden mit Hilfe der Diffusion und des Wassertransports durchdringen. Aus dem Boden geschädigter Waldbestände verschwinden Regenwürmer sowie Vertreter einiger Insektenordnungen (*Coleoptera*, *Diptera*, *Psocoptera*). Verhältnismässig gut widerstehen Bodenmilben (*Oribatoidea*; Vanek, 1968).

In der Krautschicht führen chronische Immissionsbelastungen zu einer allmählichen Verarmung des Artenspektrums. Am Ende überwiegen hier minderwertige, sich durch vegetative Organe vermehrende Grasarten. Infolge der Zwangsnutzungen von älteren, von Immissionen betroffenen Beständen vergrössern sich die Kahl- sowie die neu anzulegenden Kulturflächen. So wächst der Anteil der Wildäsungsflächen. Wegen der beschränkten Artenzahl handelt es sich dabei jedoch um eine verhältnismässig minderwertige Weide. Diese ausgedehnten Grasbestände bieten optimale Bedingungen für Gradationen der

Erdmaus (*Microtus arvensis* L.), die zu einem lästigen Schädling der jungen Forstkulturen wird. Parallel zu den Erdmaus-Gradationen verläuft eine Erhöhung der Bestandesdichte einiger Eulenarten (*Agrostis vestigialis* Rott., *Agr. exclamationis* L.).

Zu Veränderungen der trophischen Basis kommt es auch in Reinbeständen mittleren Alters, die normalerweise keinen Unterwuchs aufweisen. In von Immissionen betroffenen Gebieten werden die Baumkronen älterer Nadelbäume nach und nach schütterer und lassen schliesslich genügend Licht auf den Boden gelangen. Die Lichtverhältnisse in diesen geschädigten Nadelbeständen sind bei einem Bestockungsgrad von 0,8 bis 0,9 dieselben wie bei einem Bestockungsgrad von 0,5 bis 0,6 in Beständen ausserhalb des Immissionsbereiches. Deshalb entwickelt sich auch in ihnen ein Grasunterwuchs, der eine Nahrungsquelle für das Wild abgibt.

Mit dem Rückgang der empfindlichen Pflanzenarten verschwinden allerdings auch die mono- und oligophagen Insektenarten, die an diese Pflanzenarten gebunden sind. Hinzu kommt es also zu einer Zoozöosenverarmung.

Infolge des langsamen Aufwachsens der neuangelegten Kulturen sowie der Jungbestände ergeben sich hier optimale Bedingungen für die Entwicklung von einigen, den Immissionseinflüssen widerstehenden Insektenarten. Auf Jungfichten sind dies Fichtengallenlausarten (*Sacchiphantes viridis* Rthb., *S. abietis* L., *Adelges laricis* Vall., *Ad. tardus* Drf.). Der Körper dieser Gallenlausarten ist mit wachsartigen Schuppen bedeckt, die sie vor dem direkten Einwirken der toxischen Stoffe schützen. Auch die Larvenentwicklung in den Gallen verläuft ausserhalb des Schadstoffbereiches ungestört. In den Knospen junger Kiefern schaden hier oft die Raupen der Kiefernknospenmotte (*Exotelea dodecella* L.) sowie der Kiefernknospentriebwickler (*Rhyacinia buoliana* D. Sch.). Sie sind nahezu ihr Leben lang vor den direkten Immissionseinwirkungen geschützt, so dass es in geschwächten jungen Kiefern leicht zu einer Übervermehrung kommt.

In mittelalten Beständen führt der frühzeitige Verlust der Nadeln zu einem geringeren Zuwachs, und oft kommt es auch zu einem vorzeitigen Absterben einzelner Bäume. Auf die freilebende Tierwelt der Baumschicht wirkt sich einerseits die wegen ihres frühzeitigen Abfalls verkleinerte Nadel- und Laubmenge aus wie andererseits auch der erhöhte Anteil der absterbenden und abgestorbenen, einen Überschuss an Nahrungsmöglichkeiten darstellenden Bäume.

Bedingt durch den vorzeitigen Nadelabfall sowie die verkürzten Triebe ändert sich das Mikroklima in den durchlichteten Baumkronen beträchtlich. Manchen Insektenarten kommt dies sehr gelegen, und sie übervermehren sich; anderen sagt das Mikroklima nicht zu, sie verschwinden (zum Beispiel die Nonne). In den durchlichteten Fichtenbeständen tritt oft die Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) auf, deren Übervermehrung hier um 2 Jahre

länger dauert als in Beständen, die ausserhalb des Immissionsbereiches liegen. Auch steigt hier die Frassintensität (Kudela, 1968), denn selbst ein niedriger Bestand von Afterraupen verursacht in den schütterten Baumkronen einen totalen Kahlfrass. In von Fluorimmissionen gefährdeten Tannenbeständen erhöhte sich die Bestandesdichte der Tannenstammlaus (*Dreyfusia piceae* Rtzb.) dank ihres durch Wachsausscheidungen geschützten Körpers und dank des für ihre Entwicklung vorteilhaften Licht- und Wärmeüberschusses in den schütterten Beständen. In der Rinde, im Bast sowie in den nur gering gefährdeten Bäumen kommt es zur Übervermehrung primärer Schädlinge, und zwar *Phaenops cyanea* F., *Pissodes piniphilus* Hbst. auf Kiefern (Templin, 1962), *Pissodes harcyniae* Hbst., *P. scabricollis* Mill. auf Fichten (Kudela, 1968), *Paururus noctilio* F. auf Tannen (Pfeffer, 1963). Die Borkenkäfer *Ips typographus* L., *Ips amitinus* Eichh., *Pityogenes chalcographus* L. befallen vorwiegend Bäume am Fichtenbestandesrand oder an Bestandeslücken, und zwar an den Stellen, wo es nach Entfernung der Dürrlinge zu einer Verringerung des Bestockungsgrades sowie des Bestandesschlusses als in der Folge auch zu vermehrtem Unkrautwuchs gekommen ist. Bei den verbleibenden Bäumen führt die immissionsbedingte Bestandeslichtung zu einer erhöhten Transpiration und durch diese Art der Baumschwächung zu ausserordentlich günstigen Entwicklungsvoraussetzungen für diese Borkenkäferarten. In Kiefernbeständen mittleren Alters war das Absterben der Bäume gewöhnlich Auslöser eines starken Anfluges der unter der Rinde lebenden Käferarten *Pissodes piniphilus* Hbst., *P. pini* L. und *Myelophilus piniperda* L.

In immissionsgeschädigten, absterbenden Nadelholzbeständen steigt der Anteil sekundärer Schädlinge ausserordentlich stark. Typische Repräsentanten dieser Erscheinung sind *Hylurgops palliatus* Gyll., *Dryocoetes autographus* Ratzb. und *Trypodendron lineatum* Ol. Weil die Wurzeln der absterbenden Bäume auch nach dem Nadelverlust Wasser aus dem Boden aufnehmen, bieten der durchnässte Splint sowie der absterbende Bast geeignete Bedingungen für ihre Entwicklung. Während die ersten zwei Arten zu den indifferenten Borkenkäfern gehören, gilt der Nutzholzborkenkäfer *Trypodendron lineatum* Ol. als gefürchteter technischer Holzschädling. In immissionsbelasteten Gebieten hört bei einigen Holzarten die Samenproduktion überhaupt auf (Nadelhölzer, Buche), oder die Bäume bringen hohle Samen hervor. Deshalb verschwindet aus diesen Wäldern die an dieses Nahrungsangebot gebundene Tierwelt, wie beispielsweise der Fichtenkreuzschnabel, das Eichhörnchen, die Waldmaus, die Gelbhalsmaus, die Rötelmaus und eine Reihe von Insektenarten. Hier verwandelt also der Nahrungsmangel die Zoozönosen dieser rauchgeschwächten Bestände in auffallender Weise.

Schlussfolgerungen

Industrieexhalationen, Aerosole, Staub und Asche beeinträchtigen die Lebewesen eines kleineren oder grösseren Umkreises. Abgase von Motor-

fahrzeugen und flüssige Emissionen schädigen die Organismen in den jeweiligen Ökosystemen linienförmig.

Die in den Emissionen enthaltenen toxischen Stoffe wirken auf die Tier- und Pflanzenwelt mit verschiedener Intensität. Für die Tierwelt sind besonders Fluor-, Arsen- und Bleiverbindungen giftig.

In den Körper grösserer Tierarten gelangen die in den Emissionen mitgeführten toxischen Stoffe vor allem auf dem Nahrungswege und verursachen in der Folge leichtere oder schwerere chronische Erkrankungen.

Immissionsbedingte Umweltveränderungen wirken sich beim Mesoedaphon am stärksten aus.

Veränderungen der Nahrungsmenge treffen in Nadelwäldern samenfressende Tierarten.

Die Veränderung des Artenspektrums in der Krautschicht verschlechtert die Nahrungsqualität für das Wild, dies selbst dann, wenn die Ausdehnung der vergrasten Flächen in den Wäldern zunimmt.

In immissionsbelasteten Gebieten stellen absterbende und abgestorbene Bäume der höheren Altersklassen für die unter der Rinde sowie im Holz lebenden und sich hier übervermehrenden Insekten sowohl hinsichtlich der Quantität als auch der Qualität der Nahrung Überschussmilieus dar.

Résumé

Les effets de la pollution de l'air sur les animaux sauvages

Après avoir exposé les conditions dans lesquelles les polluants atmosphériques agissent sur la faune et la flore, l'auteur décrit les variations que provoquent les effluents gazeux dans les populations du Lièvre, du Chevreuil et du Faisan. Remontant à l'origine de ce phénomène, il fait ensuite allusion aux transformations qualitatives et quantitatives de la biomasse végétale, base de la nourriture des Herbivores, et montre en particulier que dans les écosystèmes forestiers, composés d'organismes atteignant un âge élevé, les altérations persistent; la flore se modifie au profit d'herbes vivaces de moindre valeur et surtout les populations très affaiblies sont la proie facile des parasites secondaires.

Résumé: *F. Näscher / J.-G. Riedlinger*