

Aus der Sektion Biowissenschaften  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Wissenschaftsbereich Zoologie  
(Wissenschaftsbereichsleiter: Prof. Dr. J. Schuh)

## Lepidopteren als Bioindikatoren im Immissionsgebiet Dübener Heide

Von **Norbert Grosser**  
Mit 2 Abbildungen  
(Eingegangen am 1. Juni 1979)

In den Untersuchungsjahren 1976-79 wurde der Versuch unternommen, mit Hilfe von Lepidopteren eine Form der Bioindikation von Industrieimmissionen durchzuführen.

Zwei Problemkreise standen im Mittelpunkt der Untersuchungen:

1. Bioindikation auf der Ebene morphologischer Veränderungen (veränderter Phänotyp bei verschiedenen Lepidopterenarten infolge Industrieimmission) und
2. Bioindikation auf faunistischer Ebene (Auftreten oder Verschwinden bestimmter Arten infolge Vernichtung, Dezimierung oder Schädigung der Nahrungspflanze durch industrielle Einflüsse).

Der erste Problemkreis umfaßt besonders die Erscheinungsform des Industriemelanismus bei Lepidopteren. Hier liegen eine Reihe von Publikationen vor, die überwiegend den Birkenspanner *Biston betularius* L. betreffen. Es wurde ein kausaler Zusammenhang zwischen Industrieimmission, Verschwärzung (Staub, Ruß, Verschwinden heller Flechtenbeläge) von Ruheplätzen der Art (Baumstämme), Auftreten von melanistischen Exemplaren der Art und deren Selektionsvorteil festgestellt.

Bei einer Reihe weiterer Geometriden- und Noctuidenarten treten ebenfalls seit Beginn des Jahrhunderts verstärkt melanistische Formen auf, die oft im Zusammenhang mit industrieller Verschmutzung genannt werden. Genauere Untersuchungen dazu liegen jedoch kaum vor. Als Beispiel seien *Gonodontis bidentata* Cl., *Boarmia rhomboidaria* Schiff., *Boarmia repandata* L., *Phigalia pedaria* F. und *Polia nebulosa* Hufn. genannt.

Um Aussagen über Melanismus und industriellen Einfluß machen zu können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Die Art muß im Untersuchungsgebiet genügend häufig sein.
2. Der Flugradius darf nicht zu gering sein (unklares Bild durch Bildung zu vieler Einzelpopulationen auf relativ kleinem Raum).
3. Die Art darf kein Wanderfalter sein (ständiger Genfluß durch Fremdeinkreuzung).

Nach Voruntersuchungen hat sich für die Dübener Heide als geeignete Art die zu Melanismus neigende Noctuide *Agrotis exclamatoris* L. erwiesen, die in genügend hoher Populationsdichte vorkommt. Die an 10 verschiedenen Untersuchungsstellen (einschließlich Vergleichsfläche „Faule Ort“ in Mecklenburg) in mehreren Jahren zu annähernd gleicher Zeit gefangenen Falter wurden (getrennt nach Geschlechtern) mittels einer Messung der Lichtabsorption der Vorderflügel durch Photozellen auf ihren Verschwärzungsgrad untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 dargelegt.

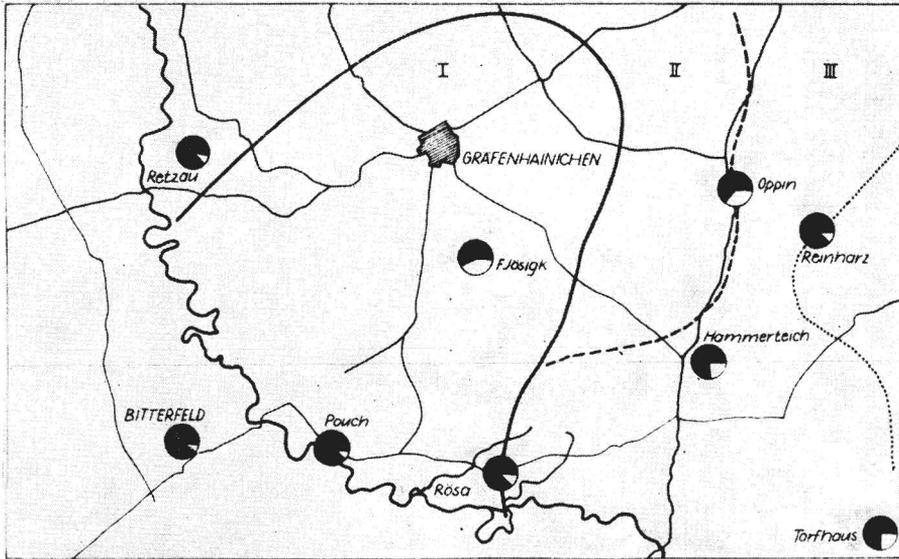


Abb. 1. Verschwärzungsgrad der Noctuide *Agrotis exclamatoris* L. in der Dübener Heide

Neben den in der Abbildung gezeigten Ergebnissen treten geschlechtsgebundene Unterschiede der Melanisierung auf. So sind die Weibchen im Durchschnitt deutlich dunkler als die Männchen.

Die Tiere, die in nächster Umgebung des Immissionszentrums Bitterfeld gefangen wurden, zeigen einen einheitlich hohen Verschwärzungsgrad. Die Ergebnisse der anderen Standorte zeigen aber uneinheitliche Werte, deren Ursachen unklar sind. Wiederholungsfänge mit anderen Lichtquellen (verwendet wurden HQL, Leuchtstoffröhren, Narva de luxe) zeigten nur unwesentliche Verschiebungen des gezeigten Bildes. Auch die an der Biologischen Station „Faule Ort“ in Mecklenburg gefangenen Tiere zeigten relativ starke Verschwärzung. Der unterschiedliche Verschwärzungsgrad kann deshalb nur teilweise auf industrielle Einflüsse zurückgeführt werden, da es sich bei den Tieren von der Biologischen Station „Faule Ort“ um solche aus einem industriell kaum beeinflussten Gebiet handelt. Mikroklimatische Einflüsse und unterschiedliche Genpools von Einzelpopulationen ergeben das Gesamtbild. Damit ist die Art *Agrotis exclamatoris* L. zumindest im untersuchten Gebiet ungeeignet für eine Bioindikation bzw. ihr Melanismus von anderen Einflüssen mitbestimmt.

Der zweite Problemkreis, das Auftreten von an Flechten lebenden Arten in Abhängigkeit von industriellen Immissionen, wurde an der Gruppe der *Noliniinae* und *Lithosiinae* („Klein-“ und „Flechtenbären“) untersucht. Ausgeschlossen wurden alle Arten, zu deren Futterpflanzenkreis neben Flechten auch noch andere Pflanzen gehören, die im Untersuchungsgebiet vorkommen können. Das Vorkommen der Baumflechten *Lecanora conizaeoides* und *Lecanora varia* in der Dübener Heide wurde von Schubert (1977) untersucht und abnehmende Frequenz- und Dominanzverhältnisse zum Immissionszentrum hin ermittelt (s. Abb. 2).

Die Vermutung lag nahe, daß bei den *Noliniinae* und *Lithosiinae* ähnliche Tendenzen auftreten. In Gebieten mit einer Flechtendominanz unter 11 % kommt nur eine Art von 11 aus dem Gebiet der Dübener Heide gemeldet vor. Die Ursachen dafür mögen in einer Veränderung des Chlorophyll-, Protein- und Kohlehydratgehaltes der Flechten

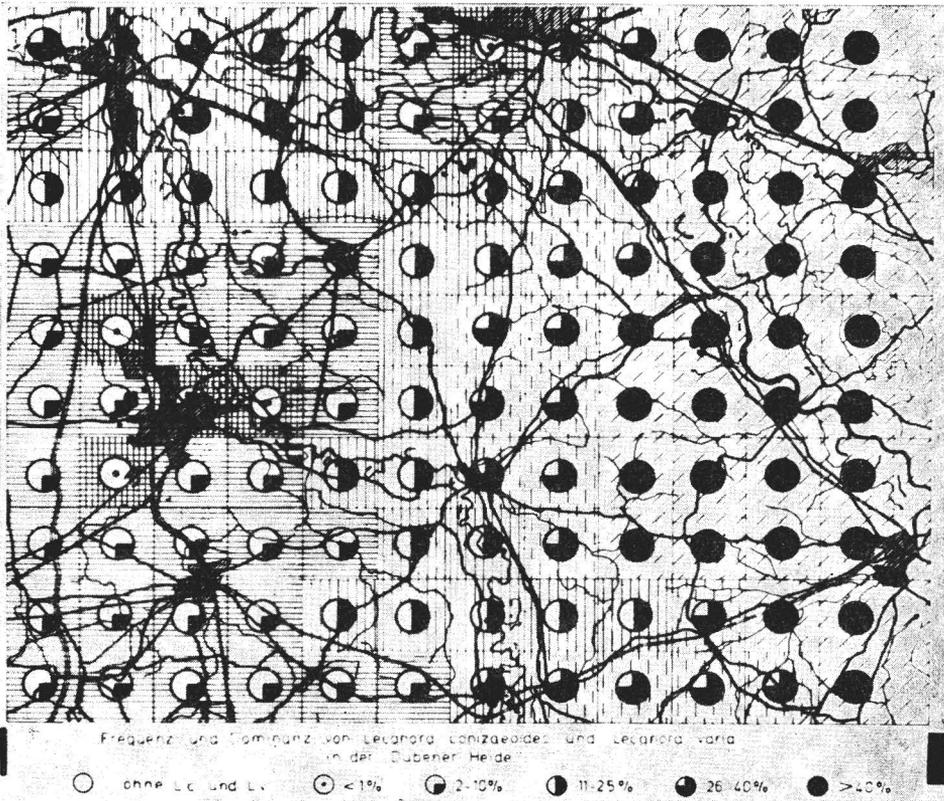


Abb. 2. Frequenz und Dominanz von *Lecanora conizaeoides* und *Lecanora varia* in der Dübener Heide (aus Schubert 1977)

liegen, wie sie von Schubert (1977) unter dem Einfluß von Immissionen festgestellt wurde. Für diese Art, *Cybosia mesomella* L., kommen die von Schubert (1977) untersuchten *Lecanora*-Arten nicht in Frage, da in der entomologischen Literatur niemals Baumflechten, sondern ausschließlich Erdflechten als Nahrungspflanzen angegeben sind. Es besteht sogar der Verdacht, daß andere Pflanzen (z. B. Löwenzahn in der Zucht) angenommen werden, so daß dieser „Kleinbär“ nicht an Flechten gebunden sein muß. Er ist durch das gesamte Gebiet verbreitet und zeigt keine Indikatorwirkung. In Gebieten mit einer Baumflechtendominanz zwischen 11 und 40 % schwankt die Artenzahl der untersuchten Gruppen zwischen 4 und 5. Hier kommen vor: *Comacla senex* Hb., dessen Vorkommen an moorige oder torfige Waldgebiete gebunden zu sein scheint, *Miltochrista miniata* Forst., *Cybosia mesomella* L., *Lithosia sororcula* Hufn., *Pelosia muscerda* Hufn., der ebenfalls moorige Gebiete bevorzugt, und *Gnophria rubricollis* L. Drei dieser Arten (*Miltochrista miniata* Forst., *Lithosia sororcula* Hufn. und *Gnophria rubricollis* L.) sind auf Grund ihrer Lebensansprüche und dem Vorhandensein geeigneter Biotope in allen Gebietsteilen als Bioindikator verwendbar, da sie ebenfalls in Gebieten mit mehr als 40 % Flechtendominanz vorkommen. Das Nichtvorhandensein dieser Arten in Gebieten mit weniger als 10 % Flechtendominanz ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die industrielle Belastung zurückzuführen. In den relativ unbeeinflußt gebliebenen Gebieten mit mehr als 40 % Flechtendominanz sind weiterhin die Arten *Philea irrorella* Cl., *Lithosia deplana* Esp., *Lithosia griseola* Hb., *Lithosia luri-*

*deola* Zink. und *Lithosia lutarella* L. registriert worden (insgesamt 11 Arten). Da die diesen Arten zusagenden Lebensräume auch in anderen Gebietsteilen vorhanden sind, muß angenommen werden, daß die Immissionsbelastung Ursache der Arealbegrenzung der genannten Arten ist. Vergeicht man die ermittelte Artenzahl von 11 in den am wenigsten beeinflussten Gebieten der Dübener Heide mit der von der Biologischen Station „Faule Ort“, einer relativ unbeeinflussten Versuchsfläche, die bei 10 liegt, so ist klar ersichtlich, daß relativ unbeeinflusste Gebiete eine hohe Artenzahl, stark immissionsbelastete Gebiete eine niedrige Artenzahl oder überhaupt keine Arten mehr aufweisen.

Die 5 in den am wenigsten beeinflussten Gebieten festgestellten Arten und die 3 vorgenannten Arten können als empfindliche Bioindikatoren angesprochen werden, da ein Verschwinden der Arten schon auftritt, wenn noch ein (vermutlich) ausreichender Bestand an Nahrungspflanzen vorliegt. Sie übertreffen damit in ihrer Empfindlichkeit das Bioindikationssystem Flechten stark, sind aber in ihrer Handhabung nicht einfach.

Erstens ist ein geschultes Beobachternetz unumgänglich, um an verschiedenen Stellen gleichzeitig die Untersuchungen führen zu können, da Auffinden und Determination der Falter mit Schwierigkeiten verbunden sind. Sie sind somit als Bioindikatoren der Schwierigkeitsklasse II (ohne Laborkapazität, aber nur von Biologen oder anderen Naturwissenschaftlern anwendbar – (s. Schubert 1977) einzustufen.

Zweitens ist ein längerer Untersuchungszeitraum (mindestens 3 bis 5 Jahre) notwendig, da die meisten Arten sehr selten sind und nicht unbedingt in jedem Jahr nachgewiesen werden können. Unseren Untersuchungen liegen mindestens 3jährige, teilweise aber schon 15jährige Untersuchungszeiträume zugrunde.

Gedankt sei an dieser Stelle besonders den Herren Prof. Schubert für seine Unterstützung bezüglich aller die Flechten betreffenden Fragen, den Herren Sutter (Bitterfeld), Dr. Schmidt (Wittenberg), Offenbauer (Liemehna) und Dr. Baer (Leipzig) für ihre freundliche Unterstützung bei den Untersuchungen. Mit den genannten Nolin- bzw. Lithosia-Arten sind sichere und sehr empfindliche Bioindikatoren gefunden worden, deren Anwendung jedoch längere Untersuchungszeiträume und ein geschultes Beobachternetz erfordert. Dabei erfolgt ein Verschwinden der untersuchten Arten bereits in Gebieten, wo die Futterpflanze noch in ausreichender Menge vorhanden ist. Ursache ist möglicherweise die veränderte stoffliche Zusammensetzung der Flechten durch die Immissionsbelastung.

#### Schrifttum

- Bishop, J. A., und L. M. Cook: Moths, melanism and clean air. *Sci. Am.* 232 (1975) 90–99.  
 Kettlewell, H. B. D.: Insect survival and selection for pattern. *Science* 148 (1965) 1290–1296.  
 Offenbauer, A.: Die Großschmetterlinge des NSG „Wildenhainer Bruch“ einschließlich der am Nordwestrand des Gebietes gelegenen Waldarbeitersiedlung Torfhaus (unveröff. Manuskript).  
 Schubert, R.: Ausgewählte pflanzliche Bioindikatoren zur Erfassung ökologischer Veränderungen in terrestrischen Ökosystemen durch anthropogene Beeinflussung unter besonderer Berücksichtigung industrieller Ballungsgebiete. *Hercynia N. F.*, Leipzig 14 (1977) 399–412.

Dipl.-Biol. N. Grosser  
 Martin-Luther-Universität  
 Sektion Biowissenschaften  
 WB Zoologie  
 DDR - 402 Halle (Saale)  
 Domplatz 4