©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Umweltschadstoffe in Tieren

U. Drescher-Kaden

Die Besonderheiten im Transport und Verhalten von Umweltchemikalien im Nahrungsnetz erfordern zu den bereits bestehenden Überwachungsprogrammen auch die Einbeziehung tierischer Indikatoren zur Ermittlung der Schadstoffbelastung im Rahmen der Biotopkontrolle sowie als Frühwarnsystem.

Freilebende Tierspezies bieten sich als empfindliche Wertmesser für die Qualität eines Lebensraums an, da sie im Gegensatz zum Nutztier vor Umweltbelastungen kaum abgeschirmt werden können. Oftmals findet man daher im Wild höhere Rückstandswerte und ein vielfältigeres Muster langlebiger Verbindungen als im Haustier. Ihre Rückstandswerte an Umweltchemikalien reflektieren die lokale und globale Kontamination des Nahrungs- und Wasserangebots sowie den Kumulationsumfang persistenter Verbindungen entlang einer Nahrungskette. Aus ihrer individuellen Reaktion wie aus der Populationsentwicklung kann man u.U. die Wirkung bestimmter Umweltchemikalien auf Tiere ablesen, die durch andere Noxen - wie ungünstige Witterung, Nahrungsmangel, Parasitosen u.a. - belastet sind.

Da man schwerlich alle Glieder eines Nahrungsnetzes auf Rückstände hin untersuchen kann, muß man sich auf einzelne, aber repräsentative Arten beschränken. Im Hinblick auf ihre Indikatorfunktion werden an sie verschiedene Forderungen gestellt, von denen einige hier herausgegriffen seien (ausführliche Darstellung: EG-Workshop-Dokumentation 1979, Berlin).

1. Weite Verbreitung und Vorkommenshäufigkeit der Spezies
2. Datensammlung über die Populationsdynamik, Bestandsentwicklung und Ökophysiologie
3. Stellung in der Nahrungskette (je nach Fragestellung Herbivor, Carnivor, Insectivor, Spezialist, Generalist)
4. Beziehung zum Menschen
5. Leichte Materialzugänglichkeit
6. Durchführbarkeit von Tierversuchen oder Verwandtschaft zu Versuchtierspezies

Neben Indikatorfunktionen im Hinblick auf die Einwirkung von Schadstoffen auf die Nahrungsversorgung, den Gesundheitszustand, die Fortpflanzung und damit die Bestandsentwicklung sind Ermittlungen zur Rückstandsbelastung von Bedeutung.

Damit werden im Rahmen dieses Berichts kurzlebigere Chemikalien wie z.B. bestimmte Herbizide, die mitunter toxischere Wirkung und einschneidendere Folgen für die Nahrungsversorgung zeitigen, ausgeklammert und nur persistente Chemikalien betrachtet.

Schwermetalle

Spuren toxischer Mikroelemente fanden sich schon immer in Nahrungsmitteln, doch erfolgte ein sprunghafter Kontaminationsanstieg mit der zunehmenden Technisierung, wobei im Gegensatz zu früheren Jahren nicht die Elemente As, Se und Th sondern Hg, Pb und Cd im Vordergrund der Überwachung stehen. Aber auch andere Elemente wie Sb, Zn, Sn, Cu und Cr sowie bestimmte Radionuclide dürften auf lange Sicht betrachtet nicht aus dem Auge verloren werden.

Das Ausmaß der Rückstandsbildung hängt wie bei anderen Stoffen von der Resorbierbarkeit, dem Verteilungsmuster und der Ausscheidungsrate ab, wobei die Bindungsform (organisch, anorganisch) eine Rolle spielt. Bei kontinuierlicher Aufnahme von Schwermetallspuren mit der Nahrung ist ihre Verteilung im Körper ungleichmäßig. Neben der Untersuchung von Fleischproben hinsichtlich der Nahrungsmittelkontamination bietet sich als Indikatorgewebe für Hg, Pb und Cd die Leber, für Cd als besonderes Belastungsorgan die Niere und für Pb zusätzlich der Knochen an.

Folgende Rückstandskonzentrationen wurden in Wild- und Haustieren aus bayerischen und österreichischen Gebieten ermittelt (Tab. 1).

Tabelle 1: Mittlere Schwermetallkontamination von Wild- und Haustieren

Tierart	Hg mg/kg Leber	Pb (*Niere)	Cd	Literatur
Feldhase	0,55	1,10	0,25	Höllerer et al.
Rehwild	0,02	0,43	0,33	"
Rotwild	n.n.	0,55	0,27	
Schwarzwild	0,04	0,38	0,60	
Gamswild	0,05*	0,68*	1,28*	Tataruch et al. 78
Wildenten	0,20	0,72	0,41	Kreuzer et al. 75
Rallen	0,25	0,87	0,15	"
Lachmöve	0,40	0,58	0,54	
Rind		0,09-1,7	n.n.-1,16	
Schwein		0,18-2,0	n.n.-0,16	
Huhn		0,04-2,0	0,11-3,20	

Pauschal gesehen sind in Tier und Pflanze keine signifikanten Kontaminationsunterschiede zu beobachten (einige Ausnahmen v.a. im aquat. Bereich). Tierartliche Unterschiede können weniger einer unterschiedlichen Ernährung als abweichenden Stoffwechselgrößen zugeordnet werden. In älteren Tieren sind höhere Rückstandsmengen zu verzeichnen. Im Hasen findet man mehr Hg und Pb als in Rehen, in Schwarzwild mehr Cd. Bei Vögeln liegen die Rückstandskonzentrationen höher als bei größeren Säugern. Regionale Unterschiede sind relativ gering, abgesehen von einer erhöhten Kontamination mit Pb, Cd und Hg in verkehrsintensiven Gegenden, die jedoch Tier und Pflanze betrifft.

Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

Trotz Anwendungsbeschränkungen und Ersatz durch kurzlebigere Stoffe sind die CKW wegen ihrer Rückstandsbildung und damit Kumulation entlang einer Nahrungskette sowie wegen ihrer Nebenwirkungen auf die Tierwelt auch heute noch von Bedeutung.

In unseren seit 1970 laufenden Rückstandserhebungen an Wildtieren (Drescher-Kaden et al. 1970-1980) waren von etwa 2500 Proben nur 2 ohne meßbare Rückstände.

Über den Zeitraum 1970-1978 hinweg kamen gleichbleibend am häufigsten die Stoffe HCB und DDE als Rückstand vor, während Lindan und die PCB's in Häufigkeit und Konzentration zu-, die Stoffe Heptachlorepoxid, Dieldrin und DDT abnahmen.

Daß die Anwendungsverbote eines Landes nicht immer zu einem meßbaren Rückgang der Rückstände in der Fauna führen, mag darin begründet sein, daß der weitere Einsatz in anderen Ländern zu einer globalen Kontamination führt, insbesondere wenn diese Stoffe oder ihre Metaboliten sehr langlebig sind. Beispielsweise liegen die Rückstandswerte an CKW mit Ausnahme der DDE-Werte von Schnepfen im Frühjahr im mittleren Bereich vergleichbar den Tieren mit ähnlicher Nahrungspalette. Die DDE-Konzentrationen weichen hingegen stark nach oben ab. Es ist zu vermuten, daß sie in ihren Winterquartieren stärker mit DDT-kontaminiertes Futter aufgenommen und die Rückstände der Meta-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

boliten im Fettgewebe gespeichert hatten. Da das Fett auf dem Zug zu den Sommerquartieren in kurzer Zeit weitgehend verbraucht wird, werden die Fettreserven im Sommer aus geringer kontaminierter Nahrung aufgebaut, denn die Herbsttiere wiesen nur geringfügige erhöhte DDE-Rückstände im Fett auf.

Die einzelnen CKW reichern sich in den Tieren mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und Rückstandshöhe trotz gleicher Applikationsmenge an. Dies zeigt auch ein Simultanbelastungsversuch an den im Bestand bedrohten Spitzmäusen, die lebende mit geringen Mengen an HCB, Lindan, H-epoxid, DDE und DDT sowie PCB's kontaminierte Mehlwürmer erhielten (Drescher-Kaden und Hutterer 1980, i. Dr.). Dabei stellt sich am ehesten ein Fließgleichgewicht an Lindan ein, das jedoch niedrigere Rückstandshöhen als bei den anderen CKW aufweist. Stärker reichern sich die bereits verbotenen Pestizide Dieldrin, H-epoxid sowie in noch höherem Maß die PCB's an.

Die Ergebnisse aus o.a. Versuch verdeutlichen darüberhinus, daß die Rüchstandswerte eines Pestizids trotz gleicher Applikationsmenge und Haltung in den verschiedenen Tieren einer Versuchsgruppe stark variieren können.

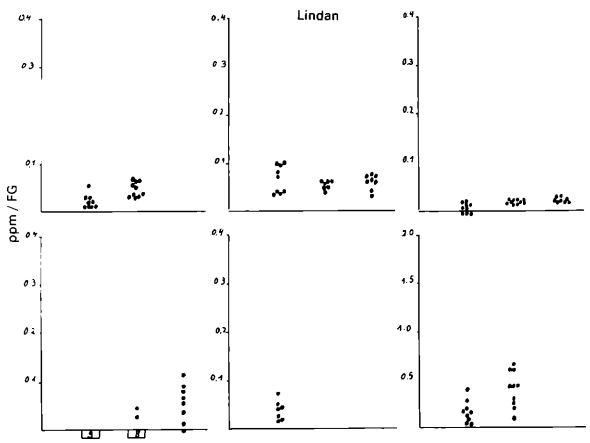
Noch auffälliger ist dies in freier Wildbahn. Zuweilen übersteigen Extremwerte die »mittleren Konzentrationen« in so hohem Maß, daß sie gesondert betrachtet werden müssen.

Diese hohen Variationen können verschiedene Gründe wie z.B. unterschiedliches Alter, Geschlecht, Kondition, abweichende Stoffwechsellage der untersuchten Tiere oder andere Jahreszeit, Herkunftsgebiete und Untersuchungsjahr der Proben haben. Mögliche Beziehungen sind jedoch zumeist durch andere Faktoren überdeckt. So konnten wir zumindest bei den Herbivora keine signifikanten Korrelationen zwischen Kondition und der Rückstandshöhe finden. Bei tot gefundenen Fleischfressern kamen zwar hohe Extremwerte vor, die jedoch auch bei erlegten Tieren gefunden wurden.

Entsprechend dem Nutzungstyp und der -intensität ihres Lebensraums enthielten die Tiere einer Spezies unterschiedliche Rückstandsmengen. Dabei konnten großräumige und bei relativ standorttreuen Spezies auch kleinräumige Differenzen im Rückstandsspiegel festgestellt werden (Abb. 1).

Abbildung 1 (Drescher-Kaden et al. 1978)

CKW-RÜCKSTÄNDE IM DEPOTFETT VON HASEN AUS 3 ANGRENZENDEN REVIEREN IM HERBST 1977 (Raum Nürnberg)

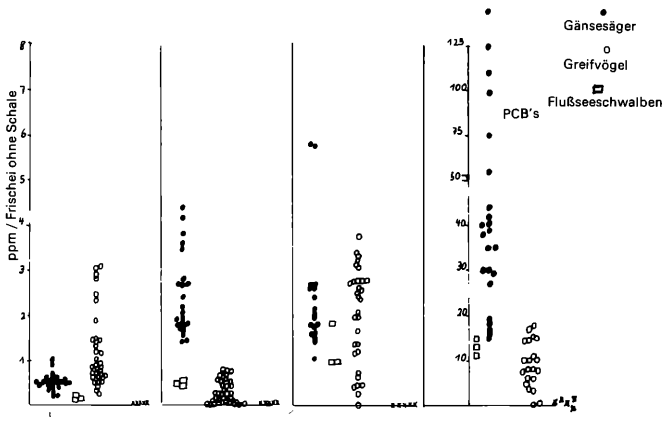


Auch die Tiere aus dem aquatischen Bereich wiesen ein anderes Rückstandsmuster als terrestrisch lebende Spezies auf (Abb. 2).

Wenn also Tiere aus entfernteren Regionen in ihrer Rückstandsbelastung verglichen werden sollten, ist eine genaue Kenntnis der Herkunftsgebiete erforderlich.

Abbildung 2 (Drescher-Kaden et al. 1978)

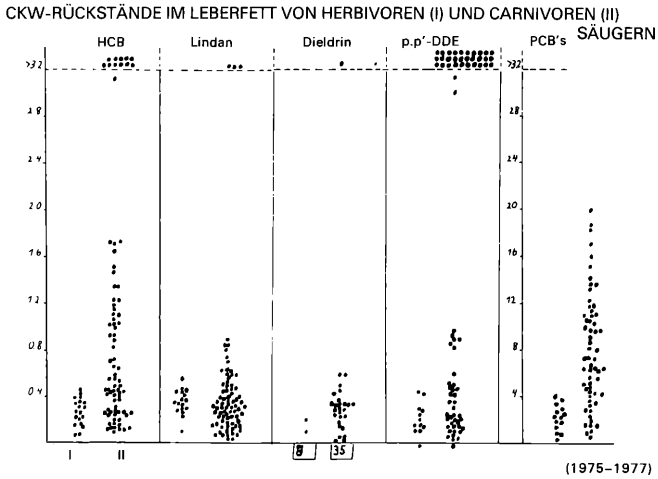
CKW-RÜCKSTÄNDE IN EIERN VON VÖGELN VERSCHIEDENER LEBENSWEISE



Über die Wahl des Lebensraums hinaus spielen die Ernährungsgewohnheiten der Wildtiere für die Kumulation persistenter Umweltchemikalien eine entscheidende Rolle. Abgesehen vom Lindan reichern sich die CKW in Endgliedern der Nahrungskette in höherem Maß an als in Pflanzenfressern (Abb. 3). Lindan findet man hingegen im Leber- wie im Fettgewebe der Fleischfresser gegenüber den Pflanzenfressern nur wenig erhöht. Dementsprechend war die niedrigste Anreicherungsquote im Simultanbelastungsversuch an Spitzmäusen beim Lindan zu beobachten.

Abbildung 3 (Drescher-Kaden et al. 1978)

CKW-RÜCKSTÄNDE IM LEBERFETT VON HERBIVOREN (I) UND CARNIVOREN (II)



Innerhalb eines Ernährungstyps hängt das Rückstandsmuster noch davon ab, ob die untersuchten Spezies Nahrungsspezialisten oder -generalisten verkörpern. So fanden sich in Fasanen (Anfang der 70-er Jahre) extrem hohe HCB-Rückstände, die weitgehend auf den Verzehr HCB-gebeizter Körner zurückzuführen sein dürften. Nach dem HCB-Verbot sanken die Werte unter die Toleranzgrenze für tierische Lebensmittel (1978). Bei den Carnivora prägt das Beutespektrum Rückstandsmuster und -konzentration (vergl. auch Baum et al. 1979).

Die Zunahme der CKW-Rückstände von den herbivoren zu den carnivoren Ernährungstypen zeichnete sich nicht nur bei Großsäugern sondern auch bei Kleinsäugern (Herbivora, Omnivora, Insectivora) ab. In Vögeln waren meist höhere Rückstände mit einer größeren Variationsbreite als in Säugern vergleichbarer Ernährungsweise kumuliert.

Während manche Umweltchemikalien in den meisten Tierarten eines Ernährungstyps zu übereinstimmenden Rückstandswerten führten, ragten einzelne Spezies in ihrer Rück-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

standsbelastung heraus, so daß nicht auszuschließen war, daß diese Kumulation mit zur Bestandsgefährdung beitragen kann. Beispielsweise enthielten Spitzmäuse durchschnittlich 8 ppm PCB's im extrahierten Fett des Kerns, während 4 untersuchte Zwergfledermäuse übereinstimmend 320 ppm PCB's kumulierten.

Die Interpretation der Rückstandsdaten in Wildtieren wirft die Frage nach ihrer Bedeutung für den Konsumenten, das Einzeltier und die Population auf.

Die Rückstandskonzentration an CKW beim erlegten, klinisch gesund erscheinenden Pflanzenfresser liegt meist unterhalb der zulässigen Toleranzgrenze für tierische Lebensmittel. Endglieder der Nahrungskette weisen zwar wesentlich höhere Rückstände auf, sind aber für uns als Konsumenten nicht bedeutsam. Andererseits demonstrieren sie die Rückstandssituation, in der sich der Mensch als Konsument einer ähnlichen Nahrungspalette befindet.

Auch die hohen Rückstände in Carnivora allein sind noch nicht direkt schädlich, doch können sie synergistisch zu anderen Noxen wirken. Eine direkte Schadwirkung z.B. auf die Fortpflanzung wurde nur bei wenigen Arten nachgewiesen (z.B. Greifvogelarten wie Habicht, Wanderfalke, Sperber, Adler). Andererseits vermehren sich bestimmte Vogelarten mit ähnlich hohen Rückstandswerten ungemindert (z.B. best. Krähenarten, Möven), so daß andere Schadfaktoren für die Bestandsentwicklung vordergründig sein dürften.

Schwerwiegender für die Bestandsentwicklung scheint das Risiko einer indirekten Schädigung der Fauna durch Umweltchemikalien, da durch die Vernichtung von Schad- und Nutzinsekten oder durch intensiven Herbizideinsatz vielen Wildtieren die Nahrungsgrundlage gemindert ist.

Zusammenfassung

Am Beispiel der Organohalogenverbindungen wurde die Rückstandsbelastung freilebender Tiere aufgezeigt. Von den 2500 Rückstandserhebungen an 83 Arten (1970–1978) waren nur 2 Proben ohne meßbare Rückstände. Regelmäßig kamen HCB, Lindan, DDE und die PCB's als Rückstände vor. Trotz großer individueller Streuungen und abgesehen von Schwankungen bedingt durch die Lebensweise, Jahreszeit und Biotopwahl spiegeln die Daten Trends in der Rückstandssituation in der Tierwelt wider. Regionale Unterschiede entsprachen der unterschiedlichen Nutzung der Gebiete. Carnivora und Insectivora enthielten größere Rückstände als Herbivora. Einzelne Arten ragten signifikant in ihrer Rückstandsbelastung heraus, wobei Besonderheiten der Lebensweise (Zugvögel) und der Stoffwechselsituation (Fledermäuse) bedeutsam sind.

Einfluß der Umwelt auf das Immunsystem des Menschen

H. Stickl

Seit über 2.000 Jahren suchen Menschen in ihrer Umgebung und in der Natur Heilung und Trost. Ein Beispiel hierfür sind Klimakuren bei Tuberkulosekranken. Ihr Erfolg geht auf die Stärkung der Abwehrfähigkeit des Menschen gegen den Tuberkulose-Erreger zurück. Diese und viele anderen günstigen Erfahrungen führten schon früh zu einer Theorie der Gesundheit, zu einer Lehre vom Zustand und von der Erhaltung des Gesundseins: der Hygiene.

Gegen Ende der Romantik und zu Beginn der Industrialisierung in Deutschland sensibilisierte Rudolf Virchow auf der Naturforscherversammlung 1865 in Hannover dieses Bewußtsein von der Lebenswelt des Menschen. Er forderte damals schon eine enge Zusammenarbeit von Politikern und Wissenschaftlern. Dadurch könne – so im Optimismus der aufblühenden Naturwissenschaften – »das Volk glücklich gemacht« werden.

Ist dieses Glück nach über 100 Jahren naturwissenschaftlicher Erforschung der Lebenswelt des Menschen eingetreten? Oder kamen mit neuen Erkenntnissen auch neue Probleme hinzu?

Unter *Umwelt* verstehen wir in diesem Zusammenhang alle Einflüsse, die aus dem Lebensraum des Menschen auf seinen Organismus einwirken: – Boden, Wasser und Luft –, alles was in dieser Lebenswelt lebt und sie trägt – somit auch die Mitmenschen und ihre zivilisatorische Wirkung, Bakterien, Viren und Blütenpollen, ferner Stress, Ernährung, sog. »Umweltgifte«, – um nur einige Beispiele zu nennen.

Umwelt und Immunsystem

Das Immunsystem ist ein über den ganzen Organismus des Menschen verteiltes besonderes Organ, eines der größten unseres Körpers. Es enthält etwa 80 Milliarden Immunozyten und ungefähr die gleiche Zahl an Hilfszellen, z.B. den Zellen des reticulo-histiozytären Systems. Das Immunsystem hat die generelle Aufgabe, unseren Organismus von umgebenden biologischen Substanzen der Umwelt abzugrenzen und seine Identität zu wahren. Dies erfolgt durch eine Erkennungs- und Unterscheidungsfunktion von »selbst« und von »fremd« innerhalb des Organismus. Eindringende biologische Fremdsubstanzen werden erkannt und gegebenenfalls eliminiert.

Hier liegt ein Vergleich nahe: So wie wir uns im Makrokosmos, der sichtbaren großen Umwelt um uns, mit unseren Sinnesorganen orientieren und die Erfahrungen im Zentralnervensystem speichern, so erfolgt ein Analoges in unserem Immunsystem gegenüber dem uns umgebenden Mikrokosmos, der durch die Sinnesorgane nicht zu erfassenden substantiellen Umwelt. Die Speicherung unseres Gedächtnisses im Zentralnervensystem wie auch diejenige im Immunsystem erfolgt auf prinzipiell gleiche Art der Engrammierung. Das Langzeitgedächtnis des Immunsystems entspricht dem des Zentralnervensystems mit einer Halbwertszeit von etwa 10 Jahren beim Menschen.

Erkennung von Fremdsubstanzen (Bakterien, Viren, Fremdeiweiße aller Art, z.B. auch Blütenpollen) und die *Verteidigung der Identität des Selbst* werden vom Immunsystem nach außen wie nach innen als kardinale Aufgabe wahrgenommen. Denn nicht nur die Umwelt, sondern auch unser Organismus beherbergt zahlreiche Keime, und bei jedem Stoffwechselvorgang, etwa im Zuge der Nahrungsaufnahme, werden auch Fremdsubstanzen frei, die in den Blutstrom gelangen. Daß Fehler vorkommen können, zeigt die Erkrankung an einer Nahrungsmittelallergie.

Das Immunsystem kann auch vorzeitig aufgebraucht werden, so z.B. durch schädigende Einflüsse aus der Umwelt, oder durch eine Überbelastung in einem Keim-dichten Milieu, wie es in Sozietäten mit geringem Hygienestandard vorkommt. Die Folgen dieser Aufbraucherscheinungen sind, neben chronischen Infektionen, beispielsweise das Vorkommen bösartiger Tumoren schon in jungen Jahren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge (LSB)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 9_1980

Autor(en)/Author(s): Drescher-Kaden Ute

Artikel/Article: Umweltschadstoffe in Tieren 44-46