

Synthese

Bis in die 1950er Jahre waren Habitatdegradation, menschliche Verfolgung und Störungen die Hauptursachen für den Jahrhunderte langen Bestandsrückgang des Seeadlers innerhalb Europas. Seit Ende der 1940er Jahre kam es aufgrund des „raptor pesticide syndrome“ zu einer starken Beeinträchtigung der Reproduktion durch den Einsatz des chlororganischen Insektizid DDT in Land- und Forstwirtschaft. DDT, insbesondere dessen Metabolit DDE, akkumuliert in der Nahrungskette und verursacht bei Spitzenprädatoren, wie See- und Fischadler, eine Verdünnung der Eischalen und eine veränderte Eischalenstruktur. Durch diese Beeinträchtigungen kam es zu Eibruch beim Bebrüten und zu einer erhöhten Embryonenmortalität infolge eines veränderten Gasaustausches durch die Eischale. Diese verringerte Reproduktion wird als Hauptursache für den Bestandsrückgang des Seeadlers in Deutschland und Europa zwischen den 1950er bis Ende der 1970er Jahre diskutiert. Im Gegensatz zum Seeadler konnte bei Habichten in Deutschland keine Beeinträchtigung der Reproduktion durch DDT abgeleitet werden. Die Populationsdichte des Habichts wird wahrscheinlich weiterhin stark durch anthropogen bedingte Störungen und illegale Verfolgung im ländlichen Raum reguliert. In den letzten Jahren kam es in mehreren deutschen Großstädten zu einer Etablierung einer vitalen Habichtspopulation, begünstigt durch die hohe Abundanz der „Stadttaube“ als ganzjährig verfügbares Hauptbeutetier.

Das Insektizid DDT und weitere chlororganische Pestizide, wie z.B. HCB, wurden in den meisten Staaten Europas während der 1970er Jahre aufgrund der hohen Persistenz und der akkumulierenden Eigenschaften verboten. Lindan[®] (γ -HCH) ist gegenwärtig das einzige chlororganische Insektizid das in der Bundesrepublik verwendet werden darf. Die dem DDT strukturähnlichen polychlorierten Biphenyle (PCB) wurden aufgrund ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften als Industriechemikalien vielseitig verwendet. Die Produktion und Verwendung von PCB ist heute in Deutschland verboten.

Die ubiquitäre Verbreitung der potentiell toxischen Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) resultiert zum einen auf natürlichen geologischen Prozessen, jedoch überwiegen quantitativ die anthropogenen Emissionen um mehrere Größenordnungen. Diese kommen vor allem aus Industrie,

Verkehr, Müllverbrennung und der Verwendung als Farbpigmente und in Akkumulatoren. Die Hauptemissionsquelle für Pb war die Verwendung als Antiklopfmittel (Bleitetraalkyle) in bleihaltigem Benzin bis in die 1980er Jahre. Hg wurde als Saatgutbeizmittel in der Landwirtschaft, Pb weiterhin als Munition und Cd als unbeabsichtigter Bestandteil von Phosphat-Düngemitteln verwendet.

Diese Schwermetalle induzieren:

- Gewichtsverlust
- Verhaltensänderungen
- Enzyminhibition
- Anämie
- Nephrotoxizität
- Immunsuppression
- Reproduktionsstörungen
- Schädigung des ZNS und peripheren Nervensystems
- Teratogene, carcinogene und mutagene Effekte

Nur das organische Hg, z.B. Methyl-Hg, akkumuliert aufgrund seiner lipophilen Eigenschaft wie die CKWs in Fettgewebe, aber auch im Nervensystem, insbesondere dem ZNS. Anorganisches Hg, Pb und Cd akkumulieren in der Leber und in den Nieren, Pb auch anstelle von Calcium in den Knochen.

In der vorliegenden Studie wurden Organproben, sowohl von Seeadlern aus Deutschland und z.T. aus Österreich, als auch von Habichten aus regional unterschiedlichen Populationen auf CKW und potentiell toxische Schwermetalle analysiert.

Zur Bekämpfung einer Kalamität der Nonne *Lymantria monacha* kam es in den Kieferforsten der ehemaligen DDR in den Jahren 1983/84 zu einer intensiven Ausbringung einer DDT/Lindan-Formulierung durch Flugzeuge. Das DDT wurde in der ehemaligen DDR erst 1988 verboten. Aus diesem Grunde stellt der Großteil der Seeadler der vorliegenden Studie mit Fundort auf dem Gebiet der ehemaligen DDR und Funddatum zwischen 1990 und 2001 die Periode nach dem Verbot von DDT dar. Eine signifikante Abnahme von Σ DDE in Leberproben von 127 immaturren und

adulten Seeadlern von 1990 bis 2001 konnte gezeigt werden. Die Abnahme von Σ DDE in den Organen von Seeadlern wird als Ursache für die mittlerweile gute Reproduktion und der Zunahme der norddeutschen Population diskutiert. Das Verhältnis von Σ DDT zu Σ PCB (Σ DDT/ Σ PCB) in den Organen der Vögel bestätigt die proportional stärkere Abnahme von Σ DDE. Für Σ PCB konnte keine signifikante Abnahme von 1990 bis 2001 gezeigt werden. Die Organ-Konzentrationen von γ -HCH, PCB 28 und PCB 52 sind vernachlässigbar gering, insbesondere die penta-, hexa- und heptachlorierten Biphenyle (PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180) akkumulieren in der Leber und im Fettgewebe. Die Interpretation der Konzentrationen der CKW ist durch die starke Abhängigkeit von dem individuellen Ernährungszustand des Vogels erschwert. Mit der Metabolisierung von Fettreserven werden die lipophilen CKW mobilisiert und über das Blut im Organismus verteilt, dabei kommt es zu einer Akkumulation von CKW in metabolisch stark aktiven Organen, wie z.B. der Leber. Dadurch haben Vögel mit abnehmenden Fettreserven höhere Organwerte für CKW.

Während nur ein Seeadler aus dem Jahre 1979 extrem hohe Leberkonzentrationen für Σ DDT hatte, die eine letale Intoxikation vermuten lassen, konnte in der vorliegenden Studie eine weiterhin bestehende starke Gefährdung für Seeadler gezeigt werden. Von 52 Seeadlern aus Deutschland und fünf Seeadlern aus Österreich hatten 28% der Vögel Bleikonzentrationen in der Leber, die eine Bleiintoxikation anzeigen. Wie zahlreiche internationale Untersuchungen und experimentelle Studien an Greifvögeln zeigen konnten, resultieren diese Bleiintoxikationen bei wildlebenden Greifvögeln aus der oralen Aufnahme von bleihaltiger Jagdmunition. Im stark sauren Magenmilieu löst sich das metallische Blei und die Bleiionen werden über das Blut im Organismus verteilt und toxisch wirksam. Die vermuteten Quellen einer Bleiexposition bei Greifvögeln sind das Erbeuten von angeschossenen und dadurch gehandicappter Wildtiere, z.B. von Wasservögel, der Verzehr von angeschossenen und anschließend verendeter Wildtiere oder von bleihaltigem Wildaufbruch. Das Auslegen von geschossenen Tieren als Luder, um Greifvögeln, insbesondere dem Seeadler, während der Wintermonate zu helfen oder vor die Kamera zu bekommen, sind weitere Möglichkeiten einer Exposition mit bleihaltiger Jagdmunition.

Die Organkonzentrationen von Quecksilber sind deutlich niedriger als zu Zeiten, als Quecksilberverbindungen als Saatgutbeizmittel in der Landwirtschaft

verwendet wurden. Letale Konzentrationen die in den 1970er Jahren noch vorkamen, konnten in der vorliegenden Studie nicht gezeigt werden. Die Konzentrationen von Cadmium sind in der Regel in der Niere zwei- bis zehnfach höher als in der Leber und im Bereich der „natürlichen“ Hintergrundkonzentrationen bei Wildvögeln.

Eine eindeutige akute Bleivergiftung konnte bei einem Habicht aus Niedersachsen diagnostiziert werden. Zwei weitere hatten Bleikonzentrationen in den Organen, die eine Bleiexposition anzeigen, wobei einer der Vögel aufgrund der Symptome, z.B. Kachexie und Lähmungen, euthanasiert wurde. Signifikant höhere Leberkonzentrationen für DDT hatten Habichte aus Berlin und Brandenburg im Vergleich mit Habichten aus Niedersachsen. Diese hohen Σ DDT-Werte werden wie bei den Seeadlern durch die verstärkte DDT-Applikation in den Jahren 1983/84 und das späte Verbot von DDT in der DDR diskutiert. Als eine weitere Quelle für diese hohe DDT-Exposition wird die ehemalige Herstellung und Formulierung von DDT innerhalb Berlins diskutiert. Stark kontaminierte Stadttauben als Hauptbeutetier der Berliner Habichte werden als Vektor für die hohe Schadstoffbelastung vermutet.

Unter den Berliner Habichten haben die adulten weiblichen Vögel höhere Organkonzentrationen für Σ DDT und die höher chlorierten PCB als die männlichen Habichte.

Wie bei Seeadlern besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem individuellem Ernährungszustand und den Organkonzentrationen der lipophilen CKW. Bis auf die bereits erwähnten Habichte mit letaler bzw. subletaler Bleiintoxikation sind alle weiteren Konzentrationen der Schwermetalle im Bereich der natürlichen Hintergrundkontamination. Die Organkonzentrationen für Cadmium entsprechen der Verteilung, die bereits bei den Seeadlern beschrieben wurde.

Der Bestand der europäischen Population des Seeadlers steigt seit Mitte der 1980er Jahre. Die Bestandszunahme der norddeutschen Population wird international als wichtige Quelle zur Besiedlung von geeigneten Habitaten in westlicher und südlicher Richtung gewertet, z.B. Süd- u. Mitteldeutschland und den Niederlanden. Die vorliegende Studie kann eine eindeutige Abnahme von Σ DDE in den Organen von 145 analysierten Seeadlern seit 1979 zeigen, die vermutlich mit der verbesserten Reproduktion in Zusammenhang steht. Der hohe Verlust von Seeadlern durch Bleiintoxikation konnte auch in bislang über 160 Totfunden von Seeadlern aus den Jahren 1979 bis 2002 bestätigt werden, wobei ca. 25% der

Totfunde von Seeadler in Deutschland eine vermutlich letale Bleiintoxikationen hatten.

Dieser hohe Verlust durch Bleiintoxikation betrifft sowohl Jungadler als auch adulte Vögel ausschließlich während der Wintermonate bis zum zeitigen Frühjahr, also während und nach der Jagdsaison. Seeadler erreichen in der Regel erst im fünften Jahr das reproduktionsfähige Alter und sind eine sehr langlebige Art. Der Verlust von adulten Seeadlern durch Bleiintoxikation verringert die baldige Wiederbesiedlung von geeigneten Habitaten außerhalb der deutschen Kerngebiete in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen und Ostholstein.

Bleiintoxikationen bei Greifvögeln und Wasservögeln durch bleihaltige Jagdmunition, insbesondere Bleischrot, sind durch den gesetzlich verankerten oder freiwilligen Verzicht von Bleischrot bei der Jagdausübung zum Großteil vermeidbar. Aus diesem Grunde wurde in Nordamerika, Teilen Australiens und vielen europäischen Ländern Bleischrot zumindest bei der Wasservogeljagd oder in Schutzgebieten in den 1990er Jahren verboten. Das erste Verbot von Bleischrot bei der Wasservogeljagd wurde 1991 in den USA gesetzlich reglementiert. Die Niederlande und Dänemark erließen ein Totalverbot für Bleischrot. In Deutschland ist die Verwendung von Bleischrot bei der Wasservogeljagd bislang in Niedersachsen und Schleswig-Holstein verboten. Für das gesamte Bundesgebiet gibt es seit 1993 lediglich eine Empfehlung vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Deutschen Jagdschutz-Verband, bei der Wasservogeljagd nichtbleihaltige Jagdmunition zu verwenden.

Nach der AEWA (Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds) als Teil der Bonner Konvention (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals [CMS]) sollten alle Unterzeichnerstaaten die Verwendung von Bleischrot in Feuchtgebieten bis zum Jahr 2000 reglementiert bzw. verboten haben. Auf Empfehlungen des „Risk Management Programme“ der OECD-Staaten zur Verringerung der Bleiemissionen aus dem Jahr 1994 und 1996, und der Berner Konvention (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats) aus dem Jahre 1991, sollte auf die Verwendung von Bleischrot in Feuchtgebieten verzichtet werden.

Eine ökotoxikologisch akzeptable Substitution von Bleischrot kann durch nichttoxische Metalle wie Weicheisen („steel-shot“) und diverse Metall-Legierungen erfolgen, die an dieser Stelle nicht diskutiert werden sollen.