

# Das Reh als Bioindikator für die Belastung unserer Umwelt

DR. P. DOLLINGER, BUNDESAMT FÜR VETERINÄRWESEN, BERN  
(Vortrag, gehalten am 13. Januar 1987 beim Thurg. Jagdschutzverein, Weinfelden)

In zunehmendem Masse belasten chemische Rückstände unserer Zivilisation die Umwelt: Phosphate aus Haushaltabwässern düngen – überdüngen – die Seen und Fließgewässer des Mittellandes. Schwefelverbindungen aus Heizungen, Industrieanlagen und Autoabgasen übersäuern unsere Bergseen und tragen, zusammen mit Stickoxiden und Oxidantien, zum Sterben unserer Wälder bei. Wieder andere Stoffe gelangen in die Nahrungskette. Sie werden akkumuliert und können, sobald sie eine gewisse Konzentration erreicht haben, den Organismus negativ beeinflussen. Zu diesen Stoffen gehören die Schwermetalle, die chlorierten Kohlenwasserstoffe der DDT-Verwandtschaft und die polychlorierten Biphenyle. Von den Schwermetallen sind Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber, welche überwiegend aus Verkehrs- und Industrieemissionen stammen, von besonderem Interesse. Sie können, wenn sie in genügend grossen Mengen aufgenommen werden, zu Symptomen wie Koliken, eventuell mit hämorrhagischer Diarrhoe, Erbrechen, Inappetenz, Erregungszuständen oder Abgeschlagenheit, Beeinträchtigung der Sensorik und Motorik und schliesslich, mehr oder weniger rasch, zum Tod führen. Akute Vergiftungen mit Schwermetallen sind bei Wildsäugetieren eher selten. Sie können auftreten, wenn z. B. mit ar-

senhaltigen Holzschutzmitteln behandelte Telefonmasten abgeleckt oder angenagt werden. Häufiger kommen Schwermetallvergiftungen bei Vögeln vor, etwa dadurch, dass bleihaltiges Schrot aufgenommen oder mit quecksilberhaltigen Beizmitteln behandeltes Saatgut gefressen wird.

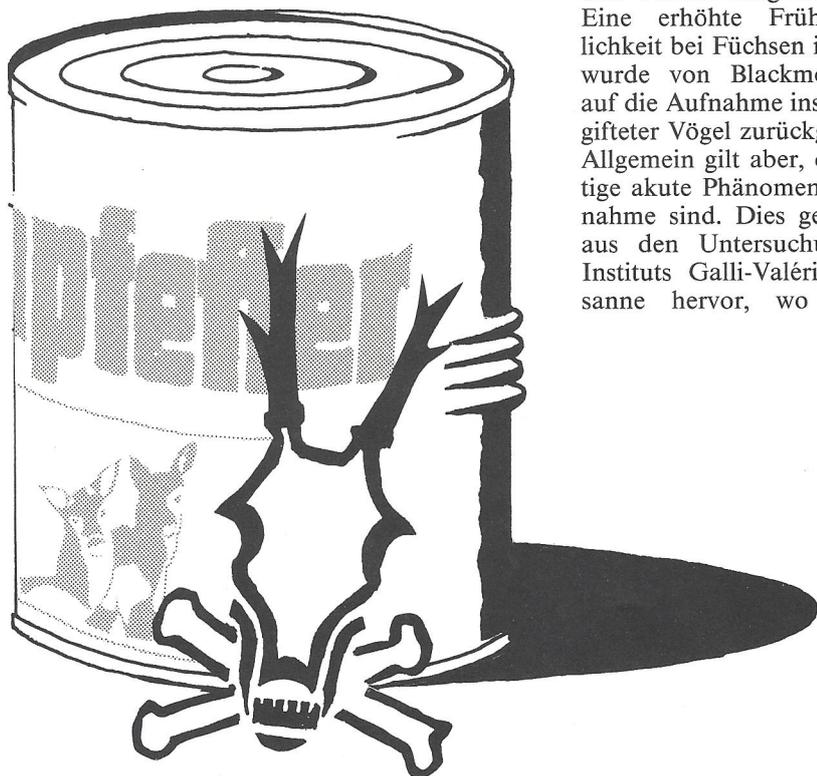
Viel wesentlicher als die Gefahr der akuten Vergiftung ist, dass die Schwermetalle langsamer ausgeschieden als aufgenommen werden. Dies führt zu einer Speicherung in bestimmten Organen, so des Arsens in der Leber, des Bleis in den Knochen oder des Cadmiums und des Quecksilbers in der Niere, welche zu einer Schädigung des betreffenden Gewebes und zu einer Beeinträchtigung von Stoffwechselfunktionen, somit zu einer chronischen Intoxikation, führen kann.

Auch bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen, die als Fungizide, Herbizide, Insektizide und Rodentizide Verwendung finden, und bei den polychlorierten Biphenylen, die von der

chemischen Industrie z. B. als Zusatz zu Farbstoffen, als Weichmacher für Kunststoffe oder als Kühlflüssigkeit in elektrischen Isolatoren eingesetzt werden, kommt es zu einer Anreicherung im Organismus, wobei hier v. a. das Fett als Speichergewebe dient.

**A**kute Vergiftungen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen, welche sich in einer Stimulierung der zentralnervösen Funktionen und einer Übererregbarkeit der quergestreiften Muskulatur, eventuell in Fieber äussern und tödlich ausgehen können, sind auch schon bei Wildtieren beschrieben worden. So stellte z. B. Bouvier (1957) fest, dass Vergiftungen durch organische Insektizide zwar selten seien, dass aber einzelne Todesfälle bei Rehen auf lindanhaltige Produkte zurückgeführt werden konnten. Wetzel und Rieck (1962) teilten mit, dass nach flächenhaftem Einsatz von Endrin, Aldrin und Toxaphen eine erhöhte Mortalität bei Hasen, Iltissen, Wieseln, Mardern, Igel und Rehen festgestellt wurde. Eine erhöhte Frühjahrssterblichkeit bei Füchsen in England wurde von Blackmore (1963) auf die Aufnahme insektizidvergifteter Vögel zurückgeführt. Allgemein gilt aber, dass derartige akute Phänomene die Ausnahme sind. Dies geht sowohl aus den Untersuchungen des Instituts Galli-Valerio in Lausanne hervor, wo Burgisser

Wird unser  
Rehpfeffer zum  
Gifffass, oder  
ist «nur» das  
Rehwild in Gefahr?



(1973) in seinem Rechenschaftsbericht für die Jahre 1969 bis 1972 auf einen einzigen Verdachtsfall, eine vermutete Hexachlorbenzenvergiftung bei einem Reh, hinweist und wo im Bericht für die Jahre 1975 bis 1982 (Burgisser, 1983) das Problem überhaupt nicht mehr angesprochen wird, wie auch aus den Fallwildstatistiken des Bundesamtes für Forstwesen und Landschaftsschutz, wo z. B. für das Reh nur in etwa einem Promille der Fälle Vergiftungen als Todesursache genannt werden.

**D**as Hauptproblem liegt bei den Pestiziden darin, dass sie praktisch ubiquitär anzutreffen sind. Rüedi (1973) untersuchte Ende der sechziger Jahre die Lebern von 160 Hasen aus dem Kanton Bern auf Dieldrin. Keine einzige dieser Lebern, auch nicht jene von zwei Schneehasen aus dem Hochgebirge, erwies sich als dieldrinfrei. Obwohl die Verwendung chlorierter Kohlenwasserstoffe durch Landwirtschaft und Forstwirtschaft in den siebziger Jahren in Mitteleuropa stark eingeschränkt oder verboten wurde, wird auch bei neuesten Untersuchungen eine durchgehende Belastung der Wildtierpopulationen mit diesen Umweltgiften festgestellt. So ergab sich bei 134 Taggreifen und Eulen, die von 1977 bis 1981 in Südhessen auf chlorierte Kohlenwasserstoffe untersucht worden waren, kein einziger negativer Befund (Lüthgen et al., 1982). Bei 1984 veröffentlichten Untersuchungen aus Niedersachsen erwiesen sich Reh, Rotwild, Schwarzwild und Feldhase als ziemlich gleichmässig mit den verschiedenen Kohlenwasserstoffen und mit PCB belastet (Holm und Bogen, 1984).

Dass dem so ist, hat mehrere Ursachen:

1. Die chlorierten Kohlenwasserstoffe haben eine sehr lange Halbwertszeit. Für DDT im Boden z. B. beträgt sie drei Jahre.
2. Trotz der Einschränkungen in Europa werden heute weltweit mehr chlorierte Kohlenwasserstoffe eingesetzt als vor zehn bis zwanzig Jahren. Ein Teil dieser Kohlenwasserstoffe gelangt in die Atmosphäre, was zu einem weltweiten Fall-out führt. Nach Woodwell et al. (1971) ist damit zu rechnen, dass jährlich 30 000 Tonnen DDT aus der Atmosphäre ausgewaschen werden. Schrimpf (1984) belegt in Bayern allein für  $\alpha$ -HCH einen jährlichen Niederschlag von 29,9 g/km<sup>2</sup>.
3. Viele unserer Vögel verbringen den Winter im Mittelmeerraum oder in Ländern südlich der Sahara, wo sie noch in grösserem Umfang chlorierte

Seit die Landwirtschaft das DDT und seine Verwandten nicht mehr verwenden darf, haben sich die Wanderfalkenbestände bei uns wieder deutlich erholt

Kohlenwasserstoffe aufnehmen, sich so selber belasten und diese Stoffe in die mitteleuropäische Nahrungskette einbringen.

Bereits in Dosen, welche beim erwachsenen Tier weder zu Tod noch zu klinisch feststellbaren Symptomen führen, können die ubiquitär anzutreffenden Pestizide einen negativen Einfluss auf die Wildtierpopulationen haben, dadurch nämlich, dass sie in das Fortpflanzungsgeschehen eingreifen, sei es, dass sie die Oogenese oder die Spermiogenese beeinträchtigen, dass sie beim Vogelei die Stabilität der Kalkschale vermindern oder dass sie zu einem Absterben der Embryonen führen. Experimentell konnten solche Erscheinungen z. B. bei Wachteln, bei Fasanen oder bei Entenvögeln nachgewiesen werden.

In der Natur sind es vor allem die fleisch- und fischfressenden Arten, welche unter einer durch Pestizide bedingten, verminderten Fertilität zu leiden haben. Dies deshalb, weil im Verlauf der Nahrungskette eine Anreicherung dieser Stoffe zustande kommt. Für das DDT stellt sich diese Anreicherung wie folgt dar (Hunt und Bischoff, 1960): Wenn wir im Wasser eines Sees eine Konzentration 1 annehmen, beträgt der DDT-Gehalt im Plankton bereits 265, in Kleinfischen 500, in Raubfischen 8500 und in Greifvögeln, wie Milan, Fischadler oder Seeadler, 80 000. Die Auswirkungen auf die Superpredatoren waren denn auch nicht zu übersehen: Der Rückgang des Wanderfalken begann in den fünfziger Jahren, zuerst in den am stärksten bewirtschafteten Gebieten, und zwar gleichermassen in West-, Mittel- und Nordeuropa und in den USA und Kanada. Dieser Rückgang war nicht in erster Linie durch das Ausnehmen von Eiern zu Sammlungszwecken oder von Jungvögeln für die Falknerei bedingt, obwohl diese Faktoren auch in Rechnung zu stellen sind. Hauptursacher war viel-

mehr der massive Einsatz von chlorierten Kohlenwasserstoffen. In der Schweiz wurde der absolute Tiefstand der Population im Jahr 1971 mit einem einzigen erfolgreichen Brutpaar ausserhalb des Alpenraumes erreicht (Juillard und Winkler, 1980). Seit die Landwirtschaft das DDT und seine Verwandten nicht mehr verwenden darf, haben sich die Wanderfalkenbestände bei uns wieder deutlich erholt. Der 1980 erschienene Verbreitungsatlas der Brutvögel der Schweiz gibt wieder einen Bestand von 30 Brutpaaren an, und seitdem ist eine weitere Zunahme erfolgt.

Bei Habicht und Sperber war eine mehr oder weniger parallele Entwicklung festzustellen (Oggier, 1980, Ravussin, 1980). Hier erfolgte ein markanter Rückgang der Bestände in den sechziger Jahren. Nach dem Verbot der Verwendung der chlorierten Kohlenwasserstoffe trat eine Stabilisierung, in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der Populationen ein. Heute kommt es wieder vor, dass sich Sperber mitten im Siedlungsgebiet an Singvögeln gütlich tun, die im Winter an die Futterbretter kommen, und der Habicht ist gebietsweise zu einem eigentlichen Problemvogel geworden, zumindest in den Augen der Taubenzüchter.

Beim Seeadler, um ein drittes Beispiel zu nennen, hatten sich aufgrund von Schutzvorschriften die zu Beginn des Jahrhunderts stark reduzierten Bestände bis in die fünfziger und sechziger Jahre wieder einigermaßen erholt. Dann trat in den meisten Ländern ein erneuter Rückgang ein, der auf die Auswirkungen chlorierter Kohlenwasserstoffe und von Quecksilber zurückzuführen ist.

**D**as Bundesamt für Veterinärwesen begann 1984, an freilebenden Rehen Untersuchungen über Schwermetall und Pestizidrückstände durchzuführen. In einer ersten Serie wurde Material von Rehen aus der Nordschweiz, das heisst den Kantonen Basel-Landschaft, Schaffhausen und Thurgau, untersucht. 1985 wurde mit Material aus dem Berner Oberland und dem Kanton Obwalden der zentrale Alpenraum abgedeckt. 1986 wurde anhand von Untersuchungsgut aus dem Kanton Waadt ein Überblick über die Verhältnisse in der Westschweiz gewonnen.

Derartige Untersuchungen sind für uns aus zwei Gründen von Interesse: Einmal ist das Reh diejenige Schalenwildart, deren Verbreitungsmuster dem der menschlichen Bevölkerung am meisten gleicht. Als Kulturfolger lebt es in unmittelbarer Nähe mensch-

Jahr	1981	1982	1983
Alter, Schwäche, «Krankheit», Hunger	2467	3618	1750
Gifte, Pestizide	18	19	11
Anthropogene Traumata davon: - Autounfälle - Bahnunfälle - Landw. Maschinen - Schussverletzungen	10784 8465 1485 834	14002 9957 708 2205 1132	11222 8014 534 1909 765
Predation davon: - durch Hund - durch Luchs	960	1043 1010 33	814 793 21
Andere Unfälle (Lawinen, Stein- schlag)	641	641	448
Andere, unbekannte Ursachen	s. Alter usw.	s. Alter usw.	2385
Total	14870	19323	16630

**Tabelle 1: Todesursachen bei Fallreihen in der Schweiz**  
Nach amtlichen Schätzungen leben in der Schweiz rund 110000 Rehe (*Capreolus capreolus*). Der Anteil des aufgefundenen Fallwildes beträgt jährlich etwa 15% des Bestandes. Die gemeldeten Todesursachen dieser Tiere sind für die Jahre 1981 bis 1983 in Tabelle 1 zusammengestellt (Bundesamt für Forstwesen, 1982-1984):

Aus der Tabelle geht hervor, dass Intoxikationen, z. B. durch Pestizide, für den Rehbestand an sich unbedeutend sind.

licher Siedlungen und in intensiv genutztem Kulturland. Wie beim Menschen wird die höchste Populationsdichte im Mittelland erreicht, und in den Alpen ist eine ganzjährige Besiedlung über 1900 m über Meer kaum noch möglich. Die Rehe sind somit weitgehend denselben Schadstoffmissionen ausgesetzt wie der Mensch und die von ihm gehaltenen Nutztiere. Da bei Mensch und Nutztier die Schadstoffbelastung durch importierte Nahrungs- bzw. Futtermittel mitbestimmt wird, das Reh dagegen seinen Nahrungs- und Flüssigkeitsbedarf aus seiner unmittelbaren Umgebung deckt, ergibt das freilebende Rehwild einen guten Bioindikator für das flächenhafte Erfassen der Umweltbelastung, wie sie aus dem Strassenverkehr, der Landwirtschaft, der Abfallbeseitigung und dem weltweiten Fall-out resultiert. Andererseits ist das Reh das bedeutendste Jagdwild der Schweiz. Die Jagdstrecke der Saison 1985/86 umfasste 41601 Tiere, davon 18487 Böcke, 18397 Geissen und 9217 Kitze (Bundesamt für Forstwesen, 1986). Bei einem angenommenen Wildbretgewicht von 19 kg für die Böcke, 17 kg für die Geissen und 10 kg für die

Kitze resultierte aus dem Jagdjahr 1985/86 ein Wildbretertrag von rund 680000 kg. Diese Menge ist vom lebensmittelpolizeilichen Standpunkt her nicht zu vernachlässigen, auch wenn sie nur einen kleinen Teil des schweizerischen Fleischkonsums ausmacht. Ein erheblicher Teil des Rehfleisches wird nämlich von den Jägern und deren Familien selbst verzehrt, und dieser Personenkreis wäre bei einer unzulässig hohen Rückstandsbelastung des Wildbrets einem erhöhten Risiko ausgesetzt.

Die Beschränkung auf eine Tierart, das Reh, ergab sich dadurch, dass aufgrund der unterschiedlichen Einstands- und Äsungsgewohnheiten Tiere verschiedener Arten nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können. Das Reh hat zudem gegenüber den anderen Schalenwildarten den Vorzug, dass es in allen Landesteilen vorkommt und dass das einzelne Individuum einen relativ kleinen Aktionsraum hat. Dies erlaubt Rückschlüsse auf eine unterschiedliche Belastung einzelner Gebiete, was bei der Verwendung von Wildschweinen oder Rothirschen, welche mitunter weite Wanderungen unternehmen, nicht möglich gewesen wäre.

**D**urch Vermittlung der Jagdverwaltungen der Kantone Basel-Land, Thurgau, Bern und Obwalden, des Kantonstierarztes von Schaffhausen und des Instituts Galli-Valerio in Lausanne erhielten wir Material von 27 Rehen aus der Nordschweiz und von je 37 Rehen aus dem Alpenraum bzw. dem Kanton Waadt. Untersucht wurden von jedem Tier eine Niere, je etwa 100 g Leber und Zwerchfellmuskulatur (im Falle der Waadtländer Rehe Skelettmuskulatur) und, soweit genügend vorhanden, Nierenfett oder Fett vom Netz. Die Untersuchungen auf Schwermetalle wurden im Labor unserer Sektion Lebensmittelchemie mittels flammenloser Atomabsorptionsspektrofotometrie durchgeführt. Die chlorierten Kohlenwasserstoffe und polychlorierten Biphenyle bestimmte in unserem Auftrag das Kantonale Laboratorium in Luzern durch Gaschromatographie. Die Untersuchungen auf Schwermetalle ergaben folgendes:

1. Die Rehe aus dem Berner Oberland, dem Kanton Obwalden und der Waadt wurden auf Arsen untersucht. Weder in der Muskulatur noch in der Leber noch in der Niere eines dieser 74 Rehe konnte, bei einer Nachweisgrenze von 0,03 mg/kg, Arsen festgestellt werden. Haare, wo allenfalls eine stärkere Belastung zu erwarten wäre, wurden von uns nicht untersucht. In Niedersachsen, wo ähnliche Untersuchungen durchgeführt wurden (Holm, 1984), lagen die Mittel- und Medianwerte ebenfalls deutlich unter 0,03 mg/kg in den Organen. In den Haaren wurden bei den fünf Untersuchungsgruppen Mittelwerte von 0,03 bis 0,051 und Medianwerte von 0,023 bis 0,033 mg/kg festgestellt.
2. Nachdem die WHO Untersuchungen auf Chrom angeregt hatte, bezogen wir 1986 auch dieses Metall ein. Bei allen 37 Rehen stellten wir in der Muskulatur Chrom fest, wobei die Belastung zwischen 0,02 und 1,62 mg/kg betrug, bei einem arithmetischen Mittel von 0,21 mg/kg. In Niere und Leber war die Belastung geringfügig tiefer. Wie diese Werte in lebensmittelpolizeilicher Hinsicht letztlich zu bewerten sind, wissen wir noch nicht.
3. Bei Blei, Quecksilber und Cadmium lagen die Ergebnisse durchwegs über jenen aus vergleichbaren Untersuchungen an schweizerischen Rindern und Schweinen (Häsler et al., 1983). Das Reh ist also stärker belastet als unsere Nutztiere.
4. Verglichen mit Blei und Cadmium war die Belastung mit Quecksilber am geringsten. In der Muskulatur lagen sämtliche Werte unterhalb der Nachweisgrenze, bis auf zwei Rehe aus

dem Kanton Waadt, wo die Nachweiskonzentration von 0,01 mg/kg gerade erreicht wurde. Bei den Organen ergaben sich markante regionale Unterschiede: Von 64 Lebern aus der Nord- und der Zentralschweiz enthielten nur deren 12 Quecksilber in nachweisbaren Mengen. Auffällig dabei ist, dass bei 5 von 12 Lebern aus Obwalden, jedoch nur bei 2 von 25 Rehen aus dem Berner Oberland Quecksilber festgestellt wurde. Die Ergebnisse aus der Deutschschweiz stehen in deutlichem Gegensatz zu jenen aus dem Kanton Waadt: Hier stellten wir bei 34 von 37 Rehlebern Quecksilber fest. In den Nieren waren die Quecksilberkonzentrationen etwas höher. Bei den Rehen aus der Deutschschweiz fanden wir in 56 von 64 Proben Quecksilber, wobei der Mittelwert 0,05 mg/kg betrug. Die Proben aus der Waadt waren alle positiv, dies mit einem Mittelwert von 0,07 mg/kg. Auch die Proben aus Schaffhausen und Obwalden enthielten sämtliche Quecksilber in feststellbaren Mengen. Am meisten negative Befunde wies das Berner Oberland auf.

Insgesamt waren die von uns festgestellten Werte etwa gleich hoch wie jene, die im Rahmen von fünf Untersuchungsreihen in Niedersachsen nachgewiesen wurden (Holm, 1984).

5. Bezüglich *Blei* wurden wir bei sämtlichen Rehen in Muskulatur und Niere fündig. Eine einzige Leber war negativ. Zwei Muskelproben wiesen so hohe Bleimengen auf, dass wir sie nicht in die Auswertung miteinbezogen, vermutlich rührten diese beiden Extremwerte von Geschosspuren her. Anders als beim Quecksilber waren beim Blei keine wesentlichen regionalen Unterschiede festzustellen. Ferner waren die Konzentrationen in Muskulatur, Niere und Leber etwa gleich hoch, alle im Bereich von 0,3 bis 0,6 mg/kg. Eine Anreicherung des Metalls in den Organen findet also kaum statt. Der lebensmittelpolizeiliche Richtwert von 0,3 mg/kg wurde in der Muskulatur der Rehe aus der Deutschschweiz in etwa 70% der Proben, bei jenen aus dem Kanton Waadt in etwa 40% überschritten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass wir aus der Waadt Skelett- und nicht Zwerchfellmuskulatur erhielten. Aus Erfahrung weiss man, dass die Zwerchfellmuskulatur im Mittel höher belastet ist als die Skelettmuskulatur.

Die durch uns festgestellten Bleiwerte bewegen sich etwa im Rahmen, der auch in Niedersachsen ermittelt wurde. Sie waren aber deutlich höher als jene, die bei Untersuchungen in Süddeutschland festgestellt wurden.

Ein Schaffhauser  
Jäger müsste  
schon die Nieren  
von rund 40  
Rehen pro Jahr  
vertilgen, damit  
er in den Gefahren-  
bereich kommt

6. Schon zu Beginn unserer Untersuchungen gingen wir davon aus, dass wir eine hohe *Cadmium*belastung feststellen würden. Dies deshalb, weil bekannt ist, dass aus lokalen Quellen in der Schweiz jährlich rund 20 t Cadmium freigesetzt und dass zusätzlich 10 t pro Jahr über die Atmosphäre aus dem Ausland importiert werden (Bus, 1984). Auf einen Quadratkilometer kommen somit im Schnitt 730 g Cadmiumrückstände pro Jahr. Für Gebiete ohne jegliche direkte Einwirkungen von Cadmiumquellen ist dabei immer noch mit einer minimalen Belastung von 300 g/km<sup>2</sup> zu rechnen. Tatsächlich waren die festgestellten Cadmiumwerte denn auch erschreckend hoch. Beim Cadmium kommt es zu einer Anreicherung in den Organen: In der Leber sind die Konzentrationen etwa siebenmal so hoch wie in der Muskulatur und in der Niere etwa siebenmal so hoch wie in der Leber. Dies lässt sich schön anhand eines Häufigkeitspolygons darstellen.

**V**ergleichen wir nun die Konzentrationen der drei Metalle in der Niere, sehen wir, welchen Stellenwert das Cadmium hat. Interessant ist in diesem Zusammenhang die unterschiedliche Cadmiumbelastung in den einzelnen Gebieten:

In der Muskulatur wiesen sämtliche Rehe aus der Nordschweiz Cadmium auf. In der Waadt war die Hälfte der Muskelproben negativ, im Berner Oberland betrug der Anteil der negativen Befunde zwei Drittel und im Kanton Obwalden gar 11 von 12. In der Leber waren die Werte aus der Nordschweiz im Mittel etwa um die Hälfte höher als jene aus dem Alpenraum oder aus der Waadt.

Anhand des Dias sehen Sie die Cadmiumkonzentrationen in den Nieren. Auffällig ist der relativ tiefe Mittelwert der Rehe aus dem Kanton Basel-Land, wofür es drei Erklärungen geben könnte: a) die Stichprobenmenge war sehr klein, nur fünf Proben; b)

vier der fünf Proben stammten von einjährigen Tieren, die weniger Cadmiumbelastet sind als ältere. In den beiden anderen Nordschweizer Kantonen betrug der Anteil der Einjährigen weniger als die Hälfte; c) die Böden des Baselbieter Juras sind stark kalkhaltig. Kalkböden besitzen eine hohe Bindungskapazität für Cadmium. Dadurch wird weniger für die Vegetation und letztlich für die Pflanzenfresser verfügbar (vgl. Tataruch, 1985). Soweit die Ergebnisse bezüglich Schwermetalle. Ich möchte nun an dieser Stelle etwas auf den lebensmittelpolizeilichen Aspekt hinweisen. Wie Sie gesehen haben, war insgesamt die Niere am stärksten mit Schwermetallen belastet, wobei das Cadmium eine dominante Stellung einnahm. Einen lebensmittelpolizeilichen Richtwert für Cadmium in der Niere gibt es noch nicht. Wir müssen deshalb anhand eines Durchschnittsspeisezettels ermitteln, was die festgestellte hohe Cadmiumbelastung der Rehnieren für den Verbraucher bedeutet: Der Durchschnittsschweizer nimmt pro Jahr mit der Nahrung etwa 9,4 mg Cadmium auf (Zimmerli und Bossard, 1984). Damit liegt er noch weit unter der nach Angabe der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 1972) höchstzulässigen Cadmiummenge von 27,3 mg pro Jahr für eine 70 kg schwere Person. In diesem Durchschnittsspeisezettel ist allerdings nur 1 kg Wildbret eingesetzt. Wenn ein Jäger pro Jahr 20 kg Rehfleisch, 1 kg Rehleber und 200 g Rehnieren konsumiert, also einen ganzen Rehbock allein aufessen würde, ergäbe sich daraus eine zusätzliche Belastung von rund 2,5 mg Cadmium. Damit wäre die von der WHO festgelegte obere Grenze noch bei weitem nicht erreicht. Ein Schaffhauser Jäger müsste schon die Nieren von rund 40 Rehen pro Jahr vertilgen, damit er in den Gefahrenbereich kommt. Das tut aber wohl niemand, weshalb wir darauf verzichten können, eine Empfehlung zur Verzehrseinschränkung zu geben. Das Risiko durch die Bleibelastung ist ähnlich einzuschätzen, obwohl der Richtwert in der Muskulatur sehr häufig überschritten wurde. Im Falle des Quecksilbers schliesslich ergibt sich ein sehr günstiges Bild: Der mittlere Quecksilbergehalt liegt etwa eine Zehnerpotenz unter dem lebensmittelpolizeilichen Grenzwert von 0,50 mg/kg. Zusammenfassend können wir schliessen, dass Rehfleisch wohl höher mit Schwermetallen belastet ist als Fleisch von Schlachttieren, dass aber deswegen für die Gesundheit des Konsumenten kein erhöhtes Risiko zu befürchten ist.

**N**un zu den *chlorierten Kohlenwasserstoffen* und den *polychlorierten Biphenylen*; Hier ist eingangs festzuhalten, dass die Resultate für die Rehe aus der Waadt noch ausstehen. In den übrigen Kantonen zeigte sich, dass die Belastung der Proben mit Pestiziden auf der Basis von *chlorierten Kohlenwasserstoffen* gering war. Dies war zu erwarten, da deren Anwendung in der Schweiz durch die Giftgesetzgebung seit 1972 verboten ist. Es darf daraus geschlossen werden, dass die bei den Rehen gemessenen Gehalte nicht Rückstände von in der Schweiz absichtlich ausgebrachten Pestiziden darstellen, sondern ein Ergebnis des weltweiten Fall-outs sind.

In der Nordschweiz war von den untersuchten Stoffen *HCH* (Hexachlorcyclohexan), das heisst Lindan und andere Isomere, mit einem Medianwert von 45 µg/kg im Fettgewebe und einem arithmetischen Mittelwert von 49 µg/kg relativ am bedeutendsten, gefolgt von *Hexachlorbenzol* mit einem Median von 35 bzw. einem Mittelwert von 36,5 µg und *DDT* mit einem Median von 30 bzw. einem Mittelwert von 43 µg/kg. *Heptachlor*, einschliesslich Heptachlorepoxyd mit einem Medianwert von weniger als 3 und *Dieldrin* mit einem solchen von 5 µg/kg waren in deutlich tieferen Konzentrationen vorhanden. Bei den Rehen aus dem Alpenraum waren die Relationen, auf einem etwas tieferen Niveau, ähnlich.

Auf dem Dia sehen Sie, dass die Belastung mit HCH bei den Rehen aus allen Kantonen etwa gleich war. Dagegen weisen die Rehe aus den Kantonen Basel-Land und Schaffhausen erhöhte DDT-Werte auf. Man sollte vielleicht keine voreiligen Schlüsse ziehen, aber die Vermutung liegt nahe, dass ein gewisser Bezug zur Bundesrepublik Deutschland besteht. Zwar wurde auch in der Bundesrepublik die Anwendung des DDT und seiner Metaboliten 1974 völlig verboten. Lüthgen und Mitarbeiter stellten jedoch noch 1982 fest, dass trotz dieses Verbotes nur ein langsamer Rückgang der DDT-Belastung nachzuweisen sei. Dies wird durch Holm bestätigt, der an seinen Rehen in Niedersachsen für α- und γ-HCH zusammen einen Mittelwert im Bereich von 125 bis 130 µg/kg und für DDT einen solchen von 61 µg/kg feststellte, was bei unseren Untersuchungen, ausser in Schaffhausen, nirgends erreicht wurde.

Anders sieht die Situation bei den *polychlorierten Biphenylen* aus, wie aus diesem Dia deutlich wird: Hier variierten die Werte zwischen rund

400 µg/kg bei den Rehen aus Basel-Land und etwa halb soviel (216 µg/kg) bei jenen aus dem Berner Oberland. PCB geraten vorwiegend als Kehrlichtverbrennungsrückstände und im Klärschlamm in die Umwelt. Die PCB-Konzentration im Klärschlamm beträgt, bezogen auf die Trockensubstanz, in der Regel mehr als ein mg/kg. Die Luft in Tänikon (Kanton Thurgau) enthält im Mittel 680 pg/m<sup>3</sup> PCB als Schwebestoff. Grasproben aus der Region Basel weisen PCB-Gehalte von über 200 µg/kg auf (Bus, 1983).

Deutlich ist bei den PCB ein Unterschied zwischen den stärker industrialisierten Gebieten des Mittellandes und der Region Basel einerseits und den vorwiegend ländlichen Gebieten des Nordalpenraumes auszumachen. Offenbar liegt hier nach wie vor ein Problem vor, das längerfristig im Auge zu behalten ist.

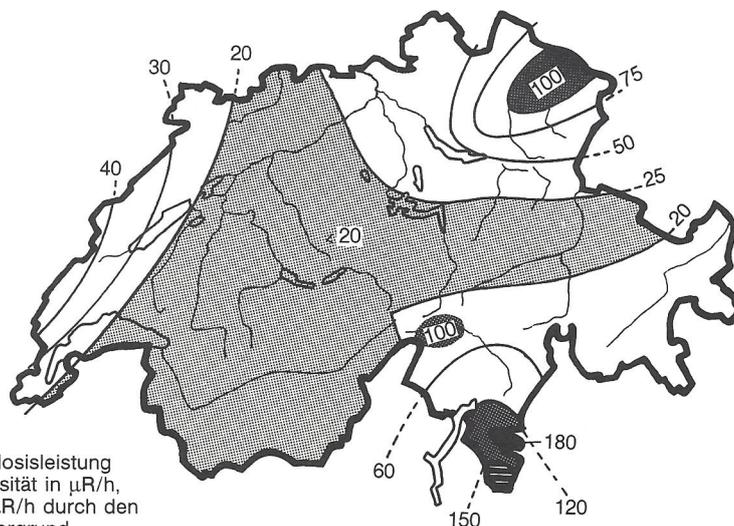
In lebensmittelpolizeilicher Hinsicht sind zwar die festgestellten Werte nicht als bedenklich einzustufen. Dennoch sind Anstrengungen zu unternehmen, um die Belastung des Verbrauchers zu vermindern.

**W**as ich Ihnen heute vorgetragen habe, hat den Charakter eines Zwischenberichts. Wie schon erwähnt, stehen die Ergebnisse der Untersuchungen auf chlorierte Kohlenwasserstoffe und PCB der Waadtländer Rehe noch aus. Ebenfalls noch nicht vorgenommen wurde eine statistische Abklärung, inwieweit das Alter der untersuchten Rehe die nach Regionen aufgeschlüsselten Ergebnisse beeinflusst. Dies ist für eine definitive Beurteilung regionaler Unterschiede unabdingbar, denn es ist bekannt, dass die Cadmiumbelastung der Muskulatur, der Leber und der

Niere mit fortschreitendem Alter signifikant, mehr oder weniger linear zunimmt, währenddem sich z.B. der Bleigehalt der Leber bei älteren Rehen eher wieder vermindert (Hecht et al., 1984).

Möglicherweise erhalten wir in diesem Jahr auch noch Material aus dem Kanton Neuchâtel. Im weiteren ist geplant, 1987 Rehe aus der Südschweiz, entweder Wallis/Tessin oder Tessin/Bündner Südtäler und Engadin, zu untersuchen. Damit und mit den vom Landesforstamt Vaduz durchgeführten Untersuchungen, welche auch für die benachbarte Ostschweiz als repräsentativ gelten können, werden wir einen Überblick über alle Landesteile haben. Dieser Überblick ist aber nur eine Momentaufnahme. Nachdem feststeht, dass der lebensmittelpolizeiliche Aspekt eher zweitrangig ist, liegt der Wert unserer Untersuchungen vor allem im Umweltmonitoring, der Aufdeckung von Schadstoffquellen. Dafür reicht aber eine Momentaufnahme nicht aus. Vielmehr müssen die Untersuchungen periodisch wiederholt werden, damit auch dem Zeitfaktor Rechnung getragen wird, das heisst plötzlich oder allmählich auftretende Änderungen der Umweltbelastung erkannt werden können.

Nachdem die schweizerischen Hochschulen an solchen langfristigen Untersuchungen bisher kein überwältigendes Interesse gezeigt haben, das Bundesamt für Veterinärwesen aber über die entsprechende Infrastruktur verfügt und die zusätzlichen Untersuchungen ohne grössere Probleme neben den Routinekontrollen für den grenztierärztlichen Dienst oder den fleischhygienischen Übersichtsuntersuchungen für das Inland mitlaufen lassen kann, gedenken wir, uns weiterhin in dieser Sache zu engagieren, auch wenn das Umweltmonitoring



Maximale Ortsdosisleistung Strahlungsintensität in µR/h, wovon ca. 10 µR/h durch den natürlichen Untergrund

nicht zu unseren eigentlichen Aufgaben gehört.

### Radioaktivität

Vom 5. Mai 1986 bis 31. Dezember 1986 wurden vom grenztierärztlichen Dienst insgesamt 1181 Proben zur Untersuchung auf Radioaktivität erhoben. Davon betrafen 535 Wild. 313 Wildproben wiesen Werte von weniger als 5 nCi/kg Cs-134 und Cs-137 auf, bei 157 lag die Belastung mit den beiden Cs-Isotopen zwischen 5 und 16,2 nCi, und bei 65 Proben wurde der Grenzwert von 16,2 nCi/kg überschritten.

Von den 65 Proben mit mehr als 16,2 nCi stammten 60 aus Österreich. Gründe: Österreich hatte relativ hohe radioaktive Niederschläge, im Mittel ist die Belastung höher als z.B. in Ungarn. Österreich selbst hat keinen Grenzwert für Wildbret festgesetzt. Die osteuropäischen Staaten kontrollieren die Sendungen vor der Ausfuhr,

um zu vermeiden, dass bei uns Beanstandungen erfolgen.

In der Schweiz waren vor allem das Tessin und der Bodenseeraum von den radioaktiven Niederschlägen betroffen. Die Untersuchungen im Inland wurden deshalb in drei Gruppen gegliedert: Südschweiz, Ostschweiz und übrige Schweiz. Bis Ende November wurden untersucht: aus der Südschweiz 141 Proben von Haar- und Federwild, aus der Ostschweiz 91 Proben von Haar- und Federwild, aus der übrigen Schweiz 23 Proben von Haarwild. Die mittleren Caesiumwerte lagen in der Südschweiz bis und mit Juli, in der Ostschweiz im Mai und in der übrigen Schweiz nie über dem Grenzwert. Der Abfall der Caesiumwerte erfolgte nördlich der Alpen deutlich rascher als im Tessin, da das Tessin von einer anderen Wolke tangiert wurde, welche eine etwas andere Zusammensetzung aufwies. ■

