

MANFRED SAGER, HERBERT ROSENSTINGL, Wien

Elementzusammensetzung von Entenmägeninhalten und zugehörigen Magengeweben

Schlagnworte/key words: Wildenten, Munition, Bleikontamination, Mageninhalt, Magengewebe, wild ducks, ammunition, Pb contamination, stomach contents, stomach tissues

Einleitung

Lokale Bleibelastungen auf Schießplätzen sind zuweilen gut dokumentiert (MA 1989, ASTRUP et al. 1999). So gelangten im Jahr 1980 durch Verteilung von Bleikügelchen während der Jagdsaison in den Niederlanden ca. 400 Tonnen, und in Dänemark ca. 800 Tonnen in die Umwelt. Nach der Beschränkung der Blei-emissionen aus Treibstoffen könnte die Jagd so zu einer Haupteintragequelle in die Natur werden. Im Boden lagert sich metallisches Blei in PbCO_3 und $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ um, welche in sauren Böden löslich sind. Die Verwitterung der Bleikugeln zu löslichen Verbindungen läuft in sauren Feuchtgebieten vermutlich schneller ab als in trockenen alkalischen Böden. Auf einem Schießplatz in einem küstennahen Feuchtgebiet Nordhollands wurden die meisten Bleikugeln in den obersten 5 cm gefunden (MA 1989), in einem Erdwall hinter Zielscheiben bis zu ein Meter Tiefe (ASTRUP et al. 1999). Die in Dänemark verwendete Munition hatte max. 9,6 % Blei, und etwa 2,6 Gramm Blei pro Kugel (ASTRUP et al. 1999).

Enten nehmen neben ihrer eigentlichen Nahrung auch Körnchen und Steinchen auf, gelegentlich aber auch Schrotkügelchen, die durch jagdliche

Aktivitäten in der Natur verteilt werden. Mit Hilfe genauer Analysen von Blei sowie Multi-Elementanalyse von Entenmägengeweben und zugehörigen Inhalten kann der Transfer von Elementen in das Magengewebe untersucht werden, um den Stoffwechsel zu erfassen, und potentielle Gefährdungen abzuschätzen. Die bleihaltige Munition enthält auch Arsen, welches in verschiedenen Gebieten anders als das Blei verwittern und migrieren könnte. Oder es könnten auch in verschiedenen Gebieten unterschiedlich zusammengesetzte Munition verwendet werden.

Auf einem seit 20 Jahren bestehenden Tontaubenschießstand wurden im Boden auch nach mechanischer Entfernung von Bleischrot (etwa 1 %) noch 1400 mg/kg Blei gefunden, welches aus der Verwitterung des Bleischrots stammte. Das Gras war etwas belastet (40 mg/kg Trockenmasse), ein Auslaugen in das Grundwasser war nicht nachweisbar (ROSENSTINGL 1991). Die Imprägnierung von bleikontaminierten Böden auf Schießplätzen mit Phosphaten führte in folge Pyromorphitbildung zur Senkung löslicher Anteile mit einem Minimum beim stöchiometrischen Verhältnis, sowohl im Schüttel- wie auch im Lysimeterversuch (ROONEY, MC LAREN 2001).

Während die Zugabe von 20 Stahlschrotkugeln zu Entenfutter trotz 57 % Gewichtsverlust keine toxischen Wirkungen zeigte, führte die Zugabe von 10 Bleikügelchen zu Entenfutter zu einer 90 %igen Mortalitätsrate innerhalb von 30 Tagen, obwohl sich nur 2,6 % ihrer Masse im Verdauungstrakt löste (BREWER, FAIRBROTHER, CLARK, AMICK 2003).

Davon unabhängig, bieten die gesammelten Proben die einmalige Gelegenheit, die (anorganische) Zusammensetzung der Nahrung von Wildenten zu erfassen, und ihren Transfer in das Magengewebe, sowie eventuelle Unterschiede zwischen örtlich getrennten Lebensräumen. Die Nahrung der Stockente besteht überwiegend aus pflanzlichen Stoffen, sie liebt Sämereien, Früchte, sowie grüne Wasser-, Ufer- und Landpflanzen. Zum Nahrungsspektrum gehören aber auch Insekten, Weichtiere, Larven, kleine Krebse, Kaulquappen, Laich, kleine Fische, Frösche, Würmer und sogar Mäuse.

Im Herbst (in der Jagdsaison) frisst sie Eicheln und andere Nüsse. An Futterstellen fressen die Stockenten auch gelegentlich Brot und Küchenabfälle. Enten haben einen größeren Aktionsradius, deshalb erscheint die Abschätzung ihres Nahrungsspektrums aus punktförmigen Beprobungen ohnehin nicht sinnvoll.

Zum Vergleich mit der Fütterung entsprechender Haustierte (Masthühner, Puten) stehen auch repräsentative Datensätze von kommerziellen Futtermitteln (SAGER 2004), und für die Magengewebe Datensätze von Fleisch und Innereien (SAGER 2005) zur Verfügung, die mit demselben Analysengerät erhalten wurden.

Um eventuelle Umweltgefahren abzuschätzen, wurden deshalb Mageninhalte und Magengewebe von erlegten Wildenten aus vier räumlich getrennten Einzugsgebieten Österreichs beprobt. In einigen Entenmageninhalten konnte man sogar metallisches Blei rein visuell finden.

Material und Methodik

233 Entenmageninhalte und 111 zugehörige Gewebe wurden aus den Rheinauen im Bodenseegebiet, Seen aus dem steirischen Hügelland, dem Donautal zwischen Passau und Wilhering, sowie aus Teichen des NÖ Weinviertels gesammelt und bis zur Analyse tiefgefroren. Die Pro-

ben wurden als Frischgewicht eingewogen und einem Aufschluss mit Salpetersäure/Perchlorsäure unterzogen. Dabei lösen sich silikatische Steinchen des Mageninhalts kaum, und wurden abfiltriert. Diese sind aber für den Stoffwechsel der Tiere ohnehin nicht relevant.

Die so erhaltenen Lösungen wurden einer Multi-Element-Analyse mittels ICP-OES unterworfen (Details siehe SAGER 2005). Die Nachweisgrenze reichen in den Geweben für einige Elemente zwar nicht aus, um das Allgegenwartsniveau sicher zu bestimmen (Arsen, Beryllium, Vanadium, Cadmium), jedoch werden Anreicherungen erkannt.

Beim Vergleich mit den Daten von grünen Pflanzen ist zu berücksichtigen, dass grüne Pflanzen sowie Futtermittel und Böden auf Trockenmasse bezogen werden, die Entenmagenewebe und Inhalte jedoch auf Frischgewicht.

Ergebnisse

Entenmageninhalte

Als Hauptnährelement überrascht es nicht, dass der **Kalium**gehalt in den Entenmageninhalten aus den unterschiedlichen Gebieten etwa gleich war und sich in einem engen Bereich bewegte, weil das etwa das ist, was die Tiere aktiv suchen. **Phosphor** in den Mageninhalten aus dem Donauraum war etwas geringer als aus den übrigen Regionen. Kalium und Phosphor verhielten sich etwa 1 zu 3 und korrelierten miteinander sehr stark ($r = 0,767$, 233 Werte), auch wenn man die Proben aus allen Gebieten zusammenfasst.

Säurelösliches **Eisen** und **Aluminium** nahm in Entenmageninhalten in der Reihenfolge Bodensee – Steiermark – OÖ Donau-Weinviertel ab, wie übrigens auch **Barium**, **Chrom**, **Nickel**, **Cobalt**, **Vanadium** und **Zink**, was einer Abfolge vom basischen zum sauren Gestein entspricht. Während Eisen und Aluminium bei den Mageninhalten aus dem Weinviertel, der oberösterreichischen Donau und der Steiermark, in jeder Region für sich, stark korrelierten, war dies bei den Proben aus dem Bodenseeraum nicht der Fall.

Die ansonsten chemisch und geologisch ähnlichen Elemente **Calcium** und **Magnesium** sowie auch ihr Verhältnis zueinander streuten

stark, ausgenommen im Weinviertler Lössgebiet.

Calcium in den Entenmägen aus dem Bodenseeraum war deutlich am höchsten, und in der Steiermark am tiefsten. An der OÖ-Donau lebende Enten nahmen variable Mengen **Calcium** und ziemlich konstante Mengen **Natrium** auf, während es bei den Enten aus den Rheinauen am Bodensee genau umgekehrt war.

Cobalt und **Nickel** kommen in der unbelebten Natur immer etwa im Verhältnis 1:2 vor, ausgenommen bei geologischen Anomalien und bei Kontaminationen. Die Werte in den Mageninhalten bewegten sich zwischen jenen in Pflanzen und in Böden (letztere enthalten Cobalt 10-12 mg/kg, Nickel 20-25 mg/kg) (DANNEBERG 1999). Abweichungen gab es im Bodenseegebiet zu mehr Nickel.

Die Enten hatten im Mageninhalt etwa soviel **Kupfer**, als trockenen grünen Pflanzen entspricht, wenn man einen Wassergehalt von 60-80 % annimmt. **Kupfer** und **Zink** werden in der landwirtschaftlichen Produktion von Geflügel im Alleinfutter im Median im Verhältnis 0,21, und im Ergänzungsfutter im Verhältnis 0,17 verfüttert. In den Lebensräumen OÖ Donau und Weinviertel ist dies etwa gegeben, hingegen war das Cu/Zn Verhältnis im Bodenseegebiet stark schwankend mit Tendenz zu mehr Zink.

Molybdän war in den Mageninhalten aus dem Gebiet mit dem sauersten Gestein erwartungsgemäß am höchsten, in den anderen Gebieten an bzw. unter der Nachweisgrenze.

Blei und auch **Arsen** nehmen eine Sonderstellung ein, da sie Hauptbestandteile der Munition sind, die wie Steinchen von den Enten aufgenommen wird. Unter den 232 untersuchten Entenmägeninhalten lagen 31 Proben hinsichtlich des Bleis über dem Grenzwert für Alleinfuttermittel von 10 mg/kg, wobei 13 von ihnen allerdings so inhomogen waren, sodass kein Wert angegeben werden kann. Gleichermassen lagen beim Arsen 28 Proben über 4 mg/kg, dem Grenzwert für Fischmehl, und 6 Proben über 20 mg/kg, was dem Belastungswert für Böden entspricht. Für Alleinfuttermittel in der Nutztierhaltung beträgt der Grenzwert zwar nur 2 mg/kg Arsen, dies kann aber von einem wild lebenden Vogel, der Böden und Sedimente aufnimmt, nicht eingehalten werden. Hohes Arsen

und Blei in Körnern kann auch geologischen Ursprungs sein. Erhöhtes Arsen trat immer nur bei ebenfalls erhöhtem Blei auf, während in einer Reihe von Proben stark erhöhtes Blei bei üblichen Arsenwerten angetroffen wurde.

Um den Unterschied zwischen dem natürlichen Nahrungsspektrum von Wildenten mit gefütterten Haustieren herauszuarbeiten, wurden die Daten der Entenmägeninhalte mit entsprechenden Daten von Alleinfuttermitteln für Masthühner und Puten verglichen (Tab. 1).

Extremwerte der Häufigkeitsverteilung (oberste und unterste 10 %) wurden gleich weggelassen. Die Vergleichsdaten stammen aus den amtlich im Zeitraum 2002–2005 beprobten Futtermitteln, und wurden mit derselben Analyse-methode erhalten (12 Masthühnerfutter, 11 Putenfutter) (SAGER 2006).

Futtermittel für Masthühner und Puten wird aus Mais, Soja und stärkehaltigen Abfällen hergestellt, kann aber auch Fischmehl enthalten. Dieser Grundmasse können Phosphate, Spurenelementsalze, Vitamine, Antibiotika und andere Wirkstoffe etc. zugesetzt sein, um ein optimales Muskelwachstum zu erzielen. Kommerzielles Entenfutter ist in Österreich selten und wurde nur einmal untersucht, was nicht repräsentativ ist. In der Mast wird das Futter für Nutztiere primär nach dem Nährwert zusammengestellt, der aus der anorganischen Zusammensetzung nicht erkennbar ist, und aus dem Mageninhalt der Wildenten ebenfalls nicht ermittelt wurde. Obwohl die Daten für die Entenmägeninhalte nicht über den Wassergehalt korrigiert sind, ist der Bereich für einige Elemente, die wahrscheinlich zufällig im Futter sind, gleich, wie Ba, Be, Co, Cr, Li, Ni, und V, wenngleich in der Natur mit höherer Streubreite. Beim Calcium, Strontium und Cadmium sind die Mediane im natürlichen Futter zwar geringer, jedoch mit dem Mastfutter überlappend. Einige Enten hatten aber Kalksteinchen gefressen, was man beim Auflösen deutlich merkt. Dem kommerziellen Futter wird Calcium zum Aufbau der Knochen zugesetzt, und Cadmium stammt aus den zugesetzten Phosphaten, in der Natur jedoch aus fallweisen Kontaminationen.

Die Enten nahmen in der Natur mehr Al und Fe auf als die Nutztiere, und auch zum Teil mehr Arsen und Blei, vermutlich aus der Munition. Bei einem natürlichen Vorkommen oder auch

bei antropogener Belastung sind häufig neben Blei und Arsen auch Cadmium, Zink und Kupfer erhöht, was bei den hoch bleibelasteten Entenmageninhalten jedoch nicht der Fall war. Hingegen enthielt die natürliche Nahrung der Enten im Vergleich mit ihren gemästeten Verwandten weniger Kalium und Phosphor, die man als Indikatoren für Biomasse heranziehen kann, und auch weniger Natrium, Magnesium,

Kupfer, Mangan, Zink und Molybdän. Eisen, Kupfer, Mangan und Zink und Selen (hier nicht untersucht) werden dem Grundfutter als Chemikalien zugemischt, um eine optimale Versorgung mit diesen essentiellen Elemente zu gewährleisten. Das Molybdän in den Alleinfuttermitteln entspricht dem natürlichen Gehalt von Pflanzen, liegt aber in den Entenmägeninhalten weit darunter (so wie z.B. auch in Fleisch).

Tabelle 1 Vergleich Mageninhalt mit Alleinfuttermitteln

Element	Entenmägeninhalte		Masthühner		Puten	
	90 % Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median
Al	127 - 2274	844	60 - 270	140	36 - 558	133
As	< 0,26 - 6,25	1,09	<0,26 - 0,41	0,01	<0,26 - 0,10	0,04
Ba	1,23 - 15,90	4,36	2,07 - 6,87	3,65	2,11 - 10,76	4,89
Be	0,01 - 0,11	0,037	0,02 - 0,07	0,034	0,01 - 0,06	0,049
Ca	140 - 65838	3394	5292 - 16930	11752	10878 - 14758	12786
Cd	< 0,015 - 0,10	0,022	0,04 - 0,15	0,099	0,02 - 0,20	0,090
Co	0,10 - 1,61	0,58	0,25 - 0,97	0,69	0,42 - 0,99	0,61
Cr	0,16 - 6,91	1,66	1,38 - 3,48	2,53	1,20 - 4,63	3,04
Cu	0,6 - 6,5	1,8	9,7 - 34,7	18,2	23,9 - 114,3	31,2
Fe	239 - 5031	1405	187 - 367	225	130 - 384	230
K	859 - 2403	1515	6443 - 11195	8446	6224 - 12759	9055
Li	0,12 - 5,64	1,11	0,25 - 2,76	0,75	0,27 - 2,04	0,94
Mg	124 - 3972	538	1757 - 3549	2407	1553 - 3330	2147
Mn	3,9 - 166,0	33,4	53,4 - 146,7	117,6	78,6 - 156,8	115,2
Mo	< 0,03 - 0,55	0,08	0,78 - 3,93	2,15	0,82 - 2,95	1,70
Na	215 - 943	382	896 - 2199	1497	994 - 2136	1710
Ni	0,37 - 10,28	2,44	2,00 - 3,19	2,33	1,58 - 3,83	2,36
P	254 - 962	447	6969 - 10651	7876	7807 - 11367	8586
Pb	0,24 - 76,10	1,30	0,10 - 0,62	0,23	<0,1 - 0,66	0,29
Sr	0,6 - 178,0	6,4	9,7 - 49,4	20,8	7,2 - 38,0	17,0
V	0,32 - 4,68	1,36	0,67 - 2,52	1,29	0,39 - 3,99	1,90
Zn	2,4 - 24,9	6,4	59,8 - 257,3	115,7	74,1 - 219,8	97,9

Entenmagengewebe

Zum Vergleich mit den Daten der Magengewebe standen nur Daten von Fleisch aus Nutztieren oder essbarem Wild zur Verfügung, beides auf Frischgewicht bezogen und mit dem gleichen Verfahren erhalten (SAGER 2005 A und B; vgl. Tab. 2 und 3). Ein Vergleich mit Niere oder Leber erscheint nicht sinnvoll, und von Magen- oder Darmgewebe sind dem Autor repräsentative Daten nicht bekannt. Für die meisten gemessenen Elemente sind die Konzentrationsbereiche mit Muskelfleisch überlappend. Die Entenmägen haben mehr Eisen, Aluminium, Mangan, Strontium, und zum Teil auch Calcium, jedoch weniger Phosphor als für den Menschen verzehrbare Muskelfleisch. Die Bleiwerte sind möglicherweise durch die Belastung mit Munition, was ja der Ausgangspunkt der Untersuchung war, verzerrt. Wenig überraschend ist die Ähnlichkeit mit Rotwildfleisch größer als mit anderen Fleischsorten.

Viele Elementgehalte unterschieden sich nach dem Ort nicht signifikant, wie Na, K, Li, Mg, Ba, aber auch die metabolisch wichtigen Mikroelemente Fe, Mn, Cu und Zn. Die Häufigkeitsverteilungen vieler Elementkonzentrationen waren asymmetrisch, d.h., es gibt viele tiefe und wenige hohe Werte. Hingegen waren Na, K, Mg, P, Fe, Cu und Zn annähernd normalverteilt. Diese sind bekanntlich durch den Stoffwechsel im Gegensatz zu den übrigen stark reguliert. Entenmägenorgane aus dem Bodenseegebiet enthielten mehr Ca, Sr, Co und As als von anderswo, parallel zu den höheren Konzentrationen aus den Entenmägeninhalten.

Während Phosphor in Mageninhalten aus dem Gebiet der OÖ Donau etwas geringer war als anderswo, war Phosphor im Magengewebe aus demselben Gebiet höher, was ohne Ansehen der Proben nicht interpretierbar ist. Das etwas höhere Aluminium in Magengeweben aus der Steiermark könnte auf anhaftende Tonpartikel zurückzuführen sein.

Tabelle 2 Vergleich Magengewebe mit Fleisch

Gewebe	Na		K		Ca		Mg	
	Bereich	Mittel	Bereich	Mittel	Bereich	Mittel	Bereich	Mittel
Entenmägen	505 - 817	640	2523-3655	3024	55 - 593	138	123 - 201	148
Schweinefleisch	643 - 871	730	3291-3838	3493	36,6 - 58,6	47,0	185 - 223	199
Kalbfleisch	710 - 1526	1151	3501-3872	3710	46,2 - 77,0	66,9	203 - 240	223
Rindfleisch	490 - 1436	1110	2246-3530	2854	35,2 - 67,7	53,3	120 - 208	153
Pferdefleisch	374 - 661	543	2933-3658	3374	32,4 - 51,8	42,3	193 - 250	223
Rotwildfleisch	295 - 936	630	2811-3788	3201	30,2 - 83,1	50,9	164 - 252	216

Gewebe	Cu		Fe		Mn		Zn	
	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median
Entenmägen	0,77 - 1,76	1,09	47 - 115	69	0,56-11,8	1,84	25,3 - 39,7	31,0
Schweinefleisch	0,46 - 0,65	0,56	4,1 - 7,3	6,0	0,077-0,084	0,08	17,2 - 24,6	17,8
Wildschweinfl.	0,86 - 1,14	0,95	12,1 - 25,4	17,3	< 0,04-0,12	< 0,04	24,1 - 60,6	37,1
Kalbfleisch	0,15-0,35	0,29	3,9 - 13,2	10,4	0,054-0,086	0,07	21,6 - 52,1	44,3
Rindfleisch	0,27 - 0,35	0,31	8,2 - 14,2	13,4	0,042-0,064	0,06	23,7 - 70,1	27,0
Pferdefleisch	0,97 - 1,49	1,18	20,7 - 29,7	25,3	< 0,03-0,145	0,11	44,9 - 77,7	65,6
Rotwildfleisch	0,91 - 2,25	1,62	15,9 - 58,4	31,5	0,12-0,44	0,24	23,6 - 63,8	53,2

Tabelle 3 Zulässige Höchstgehalte an Pb und Cd in Fleisch und Innereien

Gewebe	Pb		Cd	
	Codex [3]	EU 2001 [4]	Codex [3]	EU2001 [4]
Fleisch	0,25	0,1	0,1	0,05
Hühnerfleisch	0,1	0,1	0,05	0,05
Pferdefleisch				0,2
Leber	0,5	0,5	0,3	0,5
Niere	0,5	0,5	1,0; Kalb: 0,5	0,5

Gewebe	Al		Li		Sr		Ba	
	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median
Entenmägen	0,8 - 13,1	2,75	0,003 - 0,233	0,008	0,06-1,55	0,26	< 0,2 - 0,61	< 0,2
Schweinefleisch	<0,4 - 0,9	0,52	< 0,001-0,0014	0,0012	0,017-0,018	0,018	< 0,2	< 0,2
Wildschweinfl.	<0,4 - 0,6	0,42	0,003-0,004	0,0035	< 0,007 - 0,008	0,008	< 0,2	< 0,2
Kalbfleisch	< 0,4 - 1,2	< 0,4	< 0,001-0,0025	0,0013	0,019-0,039	0,027	< 0,2 - 0,44	< 0,2
Rindfleisch	< 0,4 - 1,0	0,94	< 0,001-0,0037	0,0025	0,025-0,049	0,030	< 0,2	< 0,2
Pferdefleisch	< 0,4 - 1,8	0,51	0,0015-0,0255	0,0036	< 0,007 - 0,050	0,011	< 0,2 - 0,22	< 0,2
Rotwildfleisch	<0,4 - 14,9	< 0,4	< 0,001-0,0225	0,0056	<0,007 - 0,079	0,016	< 0,2 - 0,94	< 0,2

Gewebe	P		Be		Co		Mo	
	Bereich	Mittel	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median
Entenmägen	1153-2336	1445	< 0,001-0,007	0,003	0,004 - 0,156	0,047	< 0,004-0,025	< 0,004
Schweinefleisch			< 0,001	< 0,001	0,003-0,006	0,004	< 0,004-0,056	0,004
Wildschweinfl.					< 0,004-0,004	< 0,004	< 0,004-0,022	0,005
Kalbfleisch			< 0,001	< 0,001	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Rindfleisch			< 0,001	< 0,001	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Pferdefleisch	1914-2038	1993	< 0,001	< 0,001	< 0,004-0,004	< 0,004	< 0,004-0,030	0,006
Rotwildfleisch	1775-2295	1917	< 0,001-0,0012	< 0,001	< 0,004-0,010	< 0,004	< 0,004-0,010	< 0,004

noch Tabelle 3

Gewebe	Cd		Pb		Cr		Ni	
	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median
Entenmägen	<0,001-0,045	0,01	<0,05-14,25	0,26	<0,03-0,24	0,07	<0,02-0,20	0,076
Schweinefleisch	<0,001-0,001	<0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,046-0,067	0,053
Wildschweinfl.	<0,001-0,004	0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02	<0,02
Kalbfleisch	<0,001-0,001	<0,001	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02 - 0,046	0,021
Rindfleisch	<0,001-0,004	0,002	<0,05	<0,05	<0,03-0,09	<0,05	<0,02 - 0,045	0,024
Pferdefleisch	<0,001-0,026	0,010	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02 - 0,050	0,022
Rotwildfleisch	<0,001-0,007	0,001	<0,05-0,87	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02 - 0,055	0,027

Arsen war zumeist nur in Geweben aus dem Bodenseegebiet nachweisbar, und obwohl eine gemeinsame Quelle möglich wäre, korrelierten dort Arsen und Blei miteinander definitiv nicht. Auch Beryllium, Molybdän, Vanadium und Cadmium waren zum erheblichen Teil unter der Nachweisgrenze.

Elementverhältnisse

Bei der Bewertung belasteter Gebiete werden oft Transferfaktoren definiert, d.h. es wird das Elementverhältnis beim Übertritt von einem Substrat zu einem anderen als konstant angenommen. Bei dem hier erhobenen Datensatz variieren allerdings die Elementverhältnisse Gewebe/Inhalt durchaus so wie die Konzentrationen auch, und das Konzept der Transferfaktoren ist für diese Gebiete eine zu grobe Näherung.

Erwartungsgemäß angereichert im Gewebe waren K, P, Na und Zn. Hingegen waren Mg, Sr, Ba, Cu und Fe im Magengewebe mäßig abgereichert, d.h. das Konzentrationsverhältnis Gewebe/Inhalt lag zwischen 0,2 und 1. Stark abgereichert im Gewebe gegenüber dem Mageninhalt fanden wir Al, Ca, Mn, Li, V, Co, Cr, und Ni. Örtliche Unterschiede in den Element-

verhältnisse Gewebe/Inhalt traten nur bei den Makro-Elementen auf. So war die Anreicherung von P und K ins Gewebe im Lebensraum OÖ Donau höher als anderswo, und von Ca und Sr höher im Lebensraum Steiermark. Das mag damit zusammenhängen, dass im Donaugebiet weniger P, und in der Steiermark weniger Ca und Sr im Substrat zur Verfügung stand. Die geringeren Verhältnisse Gewebe/Inhalt bei Mangan und Natrium für Enten aus dem Bodenseegebiet lassen sich so aber nicht erklären.

Faktorenanalyse

Die Daten aus allen 4 Gebieten zusammen wurden einer Faktorenanalyse unterworfen, getrennt nach Mageninhalten, Magengeweben und korrespondierenden Verhältnissen.

Daten jener Elemente, die überwiegend unter der Nachweisgrenze liegen, sowie das durch die Kontaminationen stark in seiner Häufigkeitsverteilung verzerrte Blei wurden allerdings nicht berücksichtigt. Tabelle 4 gibt die erhaltenen Faktoren mit Gewichtung < 0,7 nach Rotation wieder.

Bei den Geweben waren K, Na, Zn und Cr nicht eindeutig einem Faktor zuordenbar. Nicht nur die Inhalte und die Gewebe, sondern auch

Tabelle 4 Ergebnisse der Faktorenanalysen für die Datensätze Mageninhalte, Magengewebe, und deren Verhältnisse, nicht nach Regionen getrennt

Faktor	Gewebe	Inhalte	Verhältnis
I	As-Be-Co-Cd	Al-Fe-V	Al-Fe-Li
II	Al-Fe-V	As-Cd-Co-Zn	Ca-Sr-Mn
III	Ca-Sr-Ni	Ca-Sr-Ni	K-Na-P
IV	Mg-P	K-Ba-Mn	Co-Ni-Mg
V	Ba-Mn		Cr-V
VI	Cu-Li		Ba

das Transferverhältnis lässt sich zu chemisch-ökologisch logischen Elementgruppen zusammenfassen. Interessanterweise tauchen beim Gewebe Phosphor und Magnesium als Komponente auf, bei den Inhalten aber nicht. Kalium als Hauptelement kann beim Gewebe keinem Faktor mit großem Gewicht zugeordnet werden. Abweichend zu den Konzentrationen in den Mageninhalten und den Magengeweben ähnelt das Mangan beim Transfer dem Ca und Sr, und das Mg dem ebenfalls zweiwertigen Co und Ni.

Schlussfolgerung

Die anorganische Zusammensetzung freilebender Wildenten wird durch die Region beeinflusst und unterscheidet sich von käuflichem Mastfutter. Umweltbelastungen über die Nahrung scheinen gering, ausgenommen durch fallweise als Steinchen aufgenommene Schrotkugeln. Beim Transfer in das Magengewebe erfolgt Differenzierung der Elemente. Bei statistischer Auswertung mittels Faktorenanalyse fallen Nährelemente, essentielle Spuren und physiologisch großteils unwirksame Elementkonzentrationen nicht notwendigerweise auseinander, was im nachhinein die Erfassung von so vielen einzelnen Elementen rechtfertigt. Weitere Aussagen ließen sich möglicherweise mit Daten über Kjeldahl-Stickstoff, Fettgehalt oder Rohfaser in der aufgenommenen Nahrung treffen, die Proben wurden aber für die Analyse aufgebraucht.

Zusammenfassung

Mageninhalte und zugehörige Magengewebe von Wildenten wurden in 4 verschiedenen Regionen Österreichs unmittelbar nach der Jagd beprobt. Die Proben wurden mit Salpetersäure/Perchlorsäure aufgeschlossen und Multielementbestimmungen mit ICP-OES unterworfen. Eine Gruppe von Elementen in den Mageninhalten (Al/Fe; Ba/Co/Cr/Cu/Ni/V/Zn) unterschied sich nach beprobten Regionen und nahm in der Reihenfolge Bodensee/Altenrhein – Steiermark – Nördliches Niederösterreich – Donau Oberösterreich ab, was aus den geochemischen Hintergrundwerten erklärbar ist.

Hinsichtlich der Nährelemente wurde K etwa gleichmäßig aufgenommen, hingegen war Phosphor etwas tiefer aus dem Donautal als von den Seen. Die Gehalte von Be/Cd/Mo/V lagen allgemein tief. Die Wildenten nahmen mehr Al/Fe/Pb/As, aber weniger K/Mg/P, und auch weniger Cu/Mn/Mo/Zn auf, als Geflügel bekommen würde, welches für die Fleischerzeugung gehalten wird.

Im Vergleich mit kommerziellen Futtermitteln zeigten die Elementverhältnisse Co/Ni und Cu/Zn eine gelegentlich höhere Aufnahme von Ni und Zn in der Bodenseeregion an. 31 Proben von insgesamt 232 enthielten hohe und inhomogen verteilte Pb und As-Gehalte, was stark auf verschluckte Munitionskugeln hinweist, die als Steinchen zum Kauen aufgenommen werden. In den Geweben wurde nur K/P/Na/Zn als angereichert im Verhältnis zum Mageninhalt gefunden, hingegen waren die Konzentrationen von Al/Ba/Co/Cr/Fe/Li/Ni/Sr/V unter 10 % des Mageninhalts.

Regionale Unterschiede der Elementgehalte waren selten, nur Ca/Sr/Co/As waren in den Proben aus der Bodenseeregion leicht höher, und P in Proben aus dem Donautal. Aus all dem folgt, dass Wildenten in ihrer Nahrung weniger Nährelemente als Haustiere aufnehmen, und Auswirkungen von Umweltverschmutzungen gering sind, ausgenommen über die Aufnahme von im Gelände verlorener Munition.

Summary

Elemental Composition of Wild Duck Stomach Contents and Corresponding Tissues

Stomach contents and corresponding stomach tissues of wild ducks were sampled in 4 different Austrian regions immediately after hunting. The samples were digested with nitric/ perchloric acid and submitted to ICP-OES multi-element determinations. A group of elements in the stomach contents (Al/Fe; Ba/Co/Cr/Cu/Ni/V/Zn) differed between sampling regions and decreased within the order Bodensee/Altenrhein – Styria – Northern Lower Austria – Danube in Upper Austria, which can be explained from geochemical background.

With respect to nutrient elements, K was ingested at constant level, whereas P was lower at the riverside than in the lake districts. Levels of Cd, Be, Mo, and V were generally low. Wild ducks ingested more Al/Fe/Pb/As, but less K/Mg/P, as well as Cu/Mn/Mo/Zn than poultry will get which are farmed for meat production. Compared with commercial feedstuffs, element proportions Co/Ni and Cu/Zn indicated occasional additional uptake of Ni and Zn by wild ducks in the Bodensee region. In 31 samples from a total of 232, high and inhomogenously distributed contents of Pb and As strongly indicated the effect of ingested ammunition, taken as pebbles for chewing.

In the tissues, only K/P/Na/Zn were found enriched with respect to stomach contents, whereas Al/Ba/Co/Cr/Fe/Li/Ni/Sr/V were lower than 10 % with respect to the intake. Regional differences of element contents in the tissues were rare; just Ca/Sr/Co/As were slightly higher in samples from Bodensee/Altenrhein, and P from the Danube in Upper Austria. As a conclusion,

wild ducks ingest less nutrient elements than domestic animals, and impacts from environmental contamination were found low, except via ingestion of lost ammunition.

Literatur

- ASTRUP, Th.; BODDUM, J.K.; CHRISTENSEN, Th.H. (1999): Lead distribution and mobility in a soil embankment used as a bullet stop at a shooting range. – *J. Soil Contam.* **8** (6): 653–665.
- BREWER, L.; FAIRBROTHER, A.; CLARK, J.; AMICK, D. (2003): Acute toxicity of lead, steel, and an iron-tungsten nickel shot to mallard ducks. – *Journal of Wildlife Disease* **39** (3): 638–648.
- DANNEBERG, O.H. (1999): Hintergrundwerte von Spurenelementen in den landwirtschaftlich genutzten Böden Ostösterreichs. – *Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft* **57**: 7–24.
- MA, WEI-CHUN (1989): Effect of soil pollution with metallic lead pellets on lead bioaccumulation and organ/body weight alterations in small mammals. – *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **18**: 617–622.
- ROONEY, C.P.; MCLAREN, R.G. (2001): Use of Phosphate for Immobilisation of Lead at Shooting Sites. – *Proc. 6th Int. Conf. Biogeochem. Trace Elements*, Guelph, p. 41.
- ROSENSTINGL, H. (1991): Bericht der Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung.
- SAGER, M. (2004): Über die anorganischen Inhaltsstoffe von kommerziell erhältlichem Fischfutter. – *Österreichs Fischerei* **57** (8/9): 206–221.
- SAGER, M. (2005): Aktuelle Elementgehalte in Fleisch und Innereien aus Österreich. – *Ernährung/Nutrition* **29** (5): 199–206.
- SAGER, M.; BELOCKY, R. (1990): Zur Geochemie, Mineralogie und Sedimentologie von Feinsedimenten aus dem Donaustauraum Altenwörth, Niederösterreich – *Mitt. österr. geol. Ges.* **83**: 267–281.
- SAGER, M. (2005): Multi-Elementbestimmung in Fleisch, Leber und Nieren. *Ernährung/ Nutrition* **29** (4): 151–156.
- SAGER, M. (2005): Aktuelle Elementgehalte in Fleisch und Innereien aus Österreich. *Ernährung/Nutrition* **29** (5): 199–206.
- SAGER, M. (2006): Micro- and macro-element composition of animal feedstuffs sold in Austria. *Ernährung/Nutrition* **30** (11): 455–473.

Anschrift der Verfasser:

Dr. M. SAGER, Ing. H. ROSENSTINGL
Kompetenzzentrum Elemente und Institut für
Lebensmitteluntersuchung
Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Spargelfeldstraße 191
A-1226 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Sager Manfred, Rosenstingl Herbert

Artikel/Article: [Elementzusammensetzung von Entenmägeninhalten und zugehörigen Magengeweben 399-407](#)