

Zur Biologie der Kieselsäure und der Tonerde in den Vogelfedern.

Von

Dr. Max Gonnermann.

(Aus dem Institut für Pharmakol. und physiol. Chemie zu Rostock.)

(Der Redaktion zugegangen am 21. März 1918.)

Aus dem Auftreten der Kieselsäure und Tonerde in Organen von Tieren und Menschen, worüber ich eine Untersuchung in dieser Zeitschrift, Bd. 99 und eine zweite anderweitig veröffentlicht habe, war leicht zu folgern, daß auch in den Vogelfedern beide Substanzen sich vorfinden könnten. Ich habe demgemäß eine Reihe Federarten untersucht. Besonders regten die Resultate von Drechsel und Winogrodow, wonach in den Vogelfedern der Orthokieselsäureester $\text{Si}(\text{OC}_{34}\text{H}_{59}\text{O})_4$ eines zweiwertigen Alkohols: $\text{C}_{34}\text{H}_{60}\text{O}_2$ enthalten ist, dazu an. Carl Cerny¹⁾ wiederholte die Versuche der genannten beiden Forscher und stellte diese Substanz sowohl aus Gänsefedern, als aus Hühnerfedern dar. Die Federstämme der Gans lieferten 0,17%, die Fahnen 0,15% dieser Substanz. Hühnerfedern aber lieferten 0,346%, also das Doppelte. Der Gehalt an Kieselsäure, der bei dieser Substanz nach Drechsel 2,75% betragen mußte, betrug aber in maximo 0,4% und war mehrmals Null! Offenbar liegt ein Gemisch von Fettsäureestern einer oder mehrerer hochmolekularen Alkohole vor, die dem Bürzeldrüsensekret entstammen, und das Vorkommen von Kieselsäure in den Federn ist nach Cerny nur ein zufälliges, eine Verunreinigung durch Kieselstaub, eine Ansicht, welche Kobert stets bekämpft hat, denn auch

¹⁾ Carl Cerný, Zur Frage des Vorkommens von Kieselsäure im Organismus. Diese Zeitschr., Bd. 62, S. 296 (1909).

aus dem Ätherextrakt des mit Alkohol vorher entwässerten Vogelblutes (Gänse, Hühner, Tauben), sowie aus der Gänseleber konnte Cerny eine kieselsäurehaltige Substanz mit 0,05—0,8% Kieselsäure isolieren.

Auf diese interessanten Versuche hin schien es mir dankenswert, eine Reihe Aschenanalysen möglich reiner Vogelfedern anzustellen. Es war zu hoffen, daß dadurch die Frage des Vorkommens der Kieselsäure in den einzelnen Teilen der Federn geklärt werden würde.

Es wurden nur die Flügelfedern verarbeitet und zwar von den größeren Federn Kiele und Fahnen gesondert, von den kleinen Schwungfedern Kiele und Fahnen zusammen, und zwar auf Kieselsäure und auf Tonerde. Das Material wurde im Porzellantiegel verbrannt, aus der Asche die Kieselsäure nach der gewöhnlichen analytischen Methode abgeschieden und sodann durch Schmelzen mit Ammoniumfluorid als Verlust bestimmt. Die Tonerde wurde im Filtrat der ausgelaugten Asche gesucht und bestimmt. (Siehe Tabellen.)

Gorup-Besanez fand in der Asche fleischfressender 27%, von Fischen lebender nur 10,5%, dagegen in den Federn körnerfressender Vögel 40% Kieselsäure, und schließt aus diesen Befunden mit Recht auf einen Einfluß der Nahrung auf den Kieselsäuregehalt der Federn. Dazu stimmt, daß er in den Federn ganz junger Vögel den Gehalt an Kieselsäure geringer fand. Analog den Vogelfedern sind auch die Igelstacheln stets kieselsäurehaltig, wie denn weiter analog diesen Befunden auch die Haare von Tieren und Menschen diese Substanz enthalten. So fand Gorup-Besanez in der Asche von Rehhaaren 8,1%, Schafwolle 8,3%, Bockhaaren 9,4%, Meerschweinchenhaaren 11,8%, Hundehaaren 12,5%, Pferdehaaren 14,6% Kieselsäure. Im Haupthaar fand Baudrimont im schwarzen 6,611%, im weißen 12,3%, im braunen 30,6%, im blonden 30,7%, im roten 42,5% der Asche an Kieselsäure. Gorup-Besanez fand in der Asche von weißem Haar 9,5%, im braunen 13,9%. In den Haaren von Neugeborenen fällt der Prozentsatz natürlich bedeutend ab auf 0,083 — 0,103, und steigt mit dem Alter, sodaß beim zwei-

Tabelle I (Fortsetzung).

Lfde. Nr.	Name des Vogels	Kiele der großen Schwungfedern				Fahnen der großen Schwungfedern				Kleine Federn					
		Zahl	Gew. g	Asche %	SiO ₂ absol. Gew. g	Zahl	Gew. g	Asche %	SiO ₂ absol. Gew. g	Zahl	Gew. g	Asche %	SiO ₂ absol. Gew. g		
8.	Hahn Phasianus Gallus	26	8,0	0,640	0,008	15,69	26	3,0	12,5	0,020	20,0	2,0	11,3	0,081	35,885
9.	Henne	12	5,0	0,22	0,003	27,300	12	1,5	2,24	0,005	14,70	2,5	1,45	0,010	27,78
10.	Möve Larus canus	13	3,0	2,067	0,010	15,384	13	2,5	6,160	0,017	11,040	10,0	6,84	0,073	10,675
11.	Kräh Corvus corone	20	4,0	2,075	0,005	6,025	20	3,5	4,629	0,018	11,111	4,0	5,314	0,026	12,935
12.	Seetaucher Columbus septen- trionalis	18	2,5	5,6	0,005	35,72	18	1,5	18,667	0,002	7,143	5,0	18,20	0,010	10,99
13.	Auerhahn Tetras urogallus	16	21	0,515	0,010	9,260	16	5,0	2,86	0,016	10,883	14,0	1,714	0,050	25,57
14.	Schreiadler Aquila naevia	15	23	1,870	0,009	3,600	15	12,0	2,083	0,088	35,20	17,0	1,471	0,037	14,80
15.	Gold- oder Stein- adler Aquila fulva	9	19,0	0,580	0,010	9,01	9	11,0	2,546	0,06	2,143	25,0	2,08	0,135	23,414

Tabelle II.

Lfd. Nr.	Name des Vogels	Aschenbestandteile auf Federn berechnet
1.	Möve <i>Larus canus</i>	Asche enthält Spuren von Eisenoxyd, keine Tonerde.
2.	Gans <i>Anser cinereus</i>	Asche frei von Tonerde.
3.	Eichelhäher <i>Corvus glandarius</i>	Asche enthält 0,882% Eisenoxyd, 2,46% Tonerde der Kiele; Fahnen und kleine Federn gleichfalls, jedoch wenig.
4.	Ringeltaube <i>Columba palumbus</i>	Tonerde war in den Federn, wenn auch nicht wägbare vorhanden; ebenfalls Eisenoxyd.
5.	Eisente <i>Halvelda glacialis</i>	Große Schwungfedern sind frei von Tonerde, dagegen findet sich solche in den kleinen Federn.
6.	Waldohreule <i>Strix otus</i>	Die Kiele enthalten 0,234% Tonerde und Eisenoxyd; die Fahnen 1,41%, die kleinen Federn 0,369% davon.
7.	Kanarienvogel <i>Fringilla canaris</i>	Tonerdegehalt 1,984% für sämtliche Federn.
8.	Hahn <i>Phasianus Gallus</i>	Kiele sind frei von Tonerde, Fahnen und kleine Federn nur wenig.
9.	Henne	Wie bei dem Hahn.
10.	Möve <i>Larus canus</i>	Kiele enthalten 0,81% Eisenoxyd, 0,09% Tonerde, Fahnen > 1,64% > Kleine Federn > 1,90% >
11.	Krähe <i>Corvus corone</i>	Kiele enthalten eine geringe Menge Tonerde; Fahnen wenig Tonerde und Eisenoxyd; kleine Federn gleichfalls nur sehr geringe Mengen.
12.	Seetaucher <i>Columbus septentrionalis</i>	Kiele und Fahnen enthalten wohl Tonerde, jedoch wegen des geringen Materials nur Spuren. Auch die kleinen Federn enthalten sehr wenig.

Tab. II (Fortsetzung).

Lfde. Nr.	Name des Vogels	Aschenbestandteile auf Federn berechnet
13.	Auerhahn Tetrao urogallus	Kiele enthalten nur wenige Milligramme; Fahnen und kleine Federn nicht wägbar Mengen.
14.	Schreiadler Aquila nawia	In den Kielen fanden sich 0,183 % Tonerde, 0,150 % Eisenoxyd, in den Fahnen 2,14 % Tonerde, 5,36 % Eisenoxyd, in den kleinen Federn 0,212 % Tonerde, 0,241 % Eisenoxyd.
15.	Gold- od. Steinadler Aquila fulva	Kiele enthalten nur wenig Tonerde, Fahnen 1,143 % Tonerde, 0,643 % Eisenoxyd, kleine Federn 0,472 % Tonerde, 0,236 % Eisenoxyd.

jährigen blonden Kind 0,115%, bei einem 17jährigen 0,151% vorhanden sind. Ein dunkelbraunes Haupthaar eines 59-jährigen Mannes enthielt 0,233%, die grauen Haare eines 63jährigen allerdings nur noch 0,100, und die eines 65jährigen 0,098%. Doch gelten diese niedrigen Zahlen für Haare und nicht für Asche; so dürfte sich z. B. der Aschengehalt der genannten 15jährigen auf 18,4% berechnen.

Aus meinen früheren Untersuchungen will ich vergleichend nur hervorheben, daß sich in der Asche von

graubraunem Männerhaar	21,92 %	Kieselsäure
braunrotem	20,80 %	»
hochrotem Knabenhaar	23,08 %	»
kastanienbraunem, weibl. Haar	7,44 %	»
goldblondem	2,61 %	»
hellrotem Knabenhaar	23,08 %	»
rotblondem Mädchenhaar	4,44 %	»
Wolle vom Schaf	31,00 %	»

fanden.

Die Federn sind ein epitheliales Gebilde wie die Haare. Daher kann es uns nicht wundern, wenn ich durchweg auch in den Federn Kieselsäure fand und zwar in den Fahnen der großen Schwungfedern der Ringeltaube bis zu 77% der Asche. Diese Kieselsäure stammt aus derjenigen der Pflanzennahrung, wird also von den Tieren resorbiert, durchwandert den ganzen Organismus und gelangt in den Federn zur Ausscheidung, wobei sie deren Resistenz vermehrt. Da bei anderen Vögeln die Menge viel geringer ist, so ist daraus zu schließen, daß wohl keine bestimmte organische chemische Verbindung mit feststehendem Siliciumgehalt vorliegt, sondern daß nach dem zufälligen Gehalt des Organismus bzw. des Futters an Kieselsäure bald mehr, bald weniger davon in den Federn zur Ablagerung kommt. Vielleicht gilt dasselbe auch für die Tonerde. Immerhin ist das Vorkommen der Tonerde in den Federn doch bemerkenswert.

Ich habe auf Seite 80—83 zwei Tabellen gegeben, deren erste sich auf Kieselsäure bezieht, während die zweite es mit der Tonerde zu tun hat. Bei der Kieselsäure habe ich eine Dreiteilung des Untersuchungsmateriales eintreten lassen nach Kielen, Fahnen und kleinen Federn.
