

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 108 (1966)

**Heft:** 8

**Artikel:** Zur Frage der Fluortoleranzen in den Futterrationen der Rinder

**Autor:** Bronsch, K. / Lüders, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-592385>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierernährung der Freien Universität Berlin  
(Direktor: Prof. Dr. K. Bronsch)

## Zur Frage der Fluortoleranzen in den Futterrationen der Rinder\*

Von K. Bronsch und H. Lüders

Die Fluortoleranzen haben beim Wiederkäuer, insbesondere aber bei Rindern vordergründiges Interesse, weil diese Nutztierarten im Gegensatz zu anderen gegenüber Fluor (F) am empfindlichsten reagieren. Verantwortlich hierfür ist in erster Linie die verhältnismäßig lange Lebens- und Nutzungs- dauer dieser Tiere.

Das Schrifttum enthält recht umfangreiche Unterlagen über die durch F bedingten Stoffwechselstörungen. Reine Fütterungsversuche zur Ermittlung der Verträglichkeitsgrenze gibt es nur wenige. Im Hinblick auf unsere Fragestellung war es daher notwendig, sämtliche Arbeiten über das Fluorproblem kritisch durchzuarbeiten und diejenigen auszuwerten, die bei unterschiedlicher F-Dosierung langfristig angelegt waren und Aussagen über die übrige Rationsgestaltung zuließen.

Bei der Beurteilung der Verträglichkeit von F ist grundsätzlich zwischen leicht löslichen (NaF) und schwerer löslichen F-Verbindungen zu unterscheiden. – Der sensibelste Indikator für die Grenze der unbedenklichen F-Aufnahme stellt die morphologische Beschaffenheit der Zähne wachsender Tiere dar. Schon bei geringerem F-Gehalt in der Ration können weiße Streifen und kreidige Zonen sowie leichte Braunfärbung auftreten. Sie stellen allerdings nur einen Schönheitsfehler dar, der die Struktur, also die Haltbarkeit des Zahnes und seine Funktion, auf keinen Fall beeinflusst. In den meisten Fällen wird die Ursache solcher Farbveränderungen erst nach der Ver- aschung sichtbar [2]. Die Haltbarkeit der Zähne ist dabei sogar verbessert [4, 8, 9]. Folglich wird hierin erst die oberste Grenze der tolerablen F-Zufuhr gesehen und nicht schon eine Überschreitung der Toleranzdosis. Dies anerkennt auch der National Research Council der USA (NRC) [5,7]. Fehlerhafte Bildung von Zahsubstanz oder strukturelle Veränderungen an den Schmelzprismen treten erst bei höheren F-Gaben auf. Die kritische Grenze für Fluorgaben, die zu Zahnveränderungen bei Menschen führen, liegt bei 1 ppm im Trinkwasser, wenn F in leicht löslichen Verbindungen wie zum Beispiel als NaF vorliegt. Das Rind zeigt bei Gaben von 0,5 bis 1,0 mg F aus NaF/kg Körpergewicht während des Wachstums selbst nach 3 Jahren höchstens nur leichte Färbungen am Zahnhals. In den organischen und anorganischen Futtermitteln liegt F meist in schwer löslicher Form vor.

\* Publikation der IV. Internationalen Tagung der Weltgesellschaft für Buiatrik. 4. bis 9. August 1966 in Zürich.

Insbesondere trifft dies für die in der Tierernährung verwendeten Gesteinsphosphate zu. Eine von uns 1964 vorgenommene ausführliche Besprechung und kritische Auswertung diesbezüglicher Versuche ließ uns zur Überzeugung kommen, daß F aus diesen Provenienzen vom Rind täglich bis 1,5 mg/kg Körpergewicht toleriert wird [1]. Für ein Milchrind von etwa 500 kg Gewicht entspricht dies 50 ppm F in der Futter-Trockensubstanz. Bei der Festlegung dieses Wertes haben wir berücksichtigt, daß die Resorption von F nicht allein von der Löslichkeit der F-Verbindungen bestimmt wird, sondern auch noch von anderen Rationsbestandteilen, wenn man einmal vom pH-Wert des Futters und der Korngröße F-haltiger Mineralien absieht. Da F zum Beispiel mit Calcium, Eisen, Magnesium und Phosphor Komplexe bilden kann, wird aus Futtermitteln und Milch weniger F aufgenommen als aus Wasser. Werden diese Elemente, insbesondere Ca und P in ausreichender Menge, das heißt in Höhe des gegenwärtig als notwendig angesehenen Bedarfs zugeführt, bleibt der Resorptionskoeffizient für F auf verhältnismäßig niedrigem Niveau. Ein Mangel an diesen beiden Mineralien führt zur Empfindlichkeit gegenüber F. Extreme Mangelsituationen brauchen bei der heutigen Fütterungspraxis allerdings nicht mehr berücksichtigt zu werden. Bei der Beurteilung der tolerablen F-Konzentration glaubten wir jedoch ein mäßiges Mineraldefizit zur Sicherheit berücksichtigen zu müssen.

Die angegebene Toleranzgrenze ist niedriger ausgefallen als der im Jahre 1960 vom NRC eingeräumte Spielraum von 60–100 ppm F in der Trockensubstanz der Rinderration. Wir sind der Ansicht, daß mit 50 ppm selbst bei nicht voll befriedigender Mineralversorgung ein hinreichender Schutz vor F-Schäden gegeben ist. Dieser Meinung haben sich offensichtlich auch die Sachverständigen der 6 zur Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft gehörenden Länder angeschlossen, denn nunmehr ist auch in dem Entwurf der «Richtlinie für Zusatzstoffe im Rahmen der Tierernährung» der EWG-Kommission 50 ppm als obere Grenze für den F-Gehalt in der Trockensubstanz festgelegt worden.

Erst kürzlich wurde eine 6jährige Versuchsreihe an 32 weiblichen Rindern abgeschlossen, aus der sich ergab, daß die Dosis gefahrlos auf das Doppelte, und zwar auf 100 ppm in der Trockensubstanz erhöht werden kann, wenn die derart erhöhte F-Zufuhr nicht kontinuierlich, sondern periodenweise (bis zu 5 Monaten jährlich) erfolgt. In den Zwischenpausen erhielten die Rinder nur Heu und Kraftfutter mit einem Gehalt von insgesamt 12 ppm F. Als Zulage für die Dauer des Versuchs wurde NaF verwendet [3]. Gleichzeitig unterstreichen diese Ergebnisse, daß die mit 50 ppm F in der Trockensubstanz festgelegte Toleranzgrenze genügend Spielraum besitzt.

Gegenwärtig gültige gesetzliche Beschränkungen des F-Gehalts in Futtermitteln erfassen in den einzelnen europäischen Ländern, wenn überhaupt, überwiegend nur Futterphosphate bzw. Mineralfutter. Es dürfen in Belgien nach Bestimmungen vom 30. Oktober 1959 in phosphorsaurem Futterkalk höchstens 0,4% CaF<sub>2</sub>, in der Bundesrepublik Deutschland bis vor kurzem in

allen Futterphosphaten höchstens 0,1% F und in Dänemark entsprechend dem Futtermittelgesetz vom 18. Dezember 1962 in Futterphosphaten höchstens 0,2% F enthalten sein. Nach dem Arrêté vom 9. Oktober 1961 werden in Frankreich folgende maximale F-Gehalte toleriert: Futterphosphate 0,3%; Mineralstoffmischungen für Rinder und Schafe 0,3%, für Schweine 0,45% und für Geflügel 0,6%; sonstige Mischfutter (Kraftfutter) für Rinder und Schafe 0,01%, für Schweine 0,015% und für Geflügel 0,035%. Entsprechend dem Codex Voedermiddelen in der Auflage von 1964 können in den Niederlanden sämtliche Futterphosphate bis 0,5% F enthalten. Im Futtermittelbuch der Schweiz vom 7. Februar 1961 ist geregelt, daß phosphorsaurer Futterkalk bis 0,3% F und Mineralsalzmischungen bis höchstens 0,1% F enthalten dürfen. In den USA wurde durch die Association of American Feed Control Officials festgelegt, daß Mineralsalze bzw. Mineralstoffmischungen, die ohne vorherige Vermischung zur Verfütterung an Rinder kommen, nicht mehr als 0,3% F aufweisen sollen. Ausnahmen sind für einige höher F-haltige Futterphosphate vorgesehen, nach deren Vermischung im Kraftfutter (zu dessen mineralischer Aufwertung) dieses nicht mehr als 90 ppm F enthalten darf.

In dem Bestreben, zu einer möglichst einheitlichen Auffassung über die höchstzulässigen F-Gehalte in Misch- bzw. Mineralfuttern zu gelangen, haben wir zahlreiche in Deutschland gebräuchliche Rinderrationen zusammengestellt und hierin den F-Gehalt errechnet. Als Unterlage dienten die in den DLG-Mineralstoff-Tabellen [6] angegebenen Analysenwerte für F in den einzelnen Futtermitteln sowie die von Wöhlbier und Oelschläger [10] ermittelten Gehalte im Wiesen- und Weidegras von durchschnittlich 0,7 mg F/100 g Trockensubstanz und von maximal 1,2 mg F/100 g TS. Hierbei wurde die besondere Situation in der Umgebung der F emittierenden Fabriken als Folge der Verarbeitung bzw. Herstellung von Aluminium, Flußsäure, Superphosphat und keramischen Erzeugnissen nicht berücksichtigt. Sie bedarf auch aus anderen Gründen dringend der Regelung. Für die Ernährung der Tiere hat sie lokale Bedeutung und kann nicht die Maßstäbe für die Tierernährung eines größeren Landes nachteilig beeinflussen. Dasselbe gilt für stärker F-haltiges Trinkwasser (bis 5 ppm), das in Europa ohnehin kaum Bedeutung hat. Für beide Gebiete gelten besondere Regeln, die hier unerwähnt bleiben müssen.

Es ist unseres Erachtens nicht erforderlich, sämtliche Rations- und Rechenbeispiele aufzuführen. Zur Beweisführung genügen 4 Modelle, die die Rationen für eine tägliche Milchleistung von 25 l wiedergeben, womit für die Höhe der F-Aufnahme praktisch maximale Voraussetzungen geschaffen sind. Als mineralische Supplamente wurde den Berechnungen phosphorsaurer Futterkalk (Dicalciumphosphat) mit weniger als 0,1% F zu Grunde gelegt. Die Tabelle zeigt, daß unter normalen Ernährungsbedingungen und bei Verwendung üblicher Futtermittelprovenienzen pro Tier und Tag nicht mehr als 200 bis 360 mg F aufgenommen werden.

Tabelle 1 Berechnung des Fluorgehalts (Auswahl von Rinderrationen berechnet auf 25 l tägliche Milchleistung)

## Rationsbeispiel 1

	F (mg)		F (mg)
8 kg Wiesenheu, sehr gut . . . . .	98	6 kg Rotkleeheu gut . . . . .	36
25 kg Grassilage . . . . . . . . .	64	30 kg Zuckerrübenblattsilage . .	135
20 kg Maissilage . . . . . . . . .	6	2,5 kg Troblako . . . . . . . . .	61
15 kg Massenrüben . . . . . . . . .	6	12 kg Gehaltsrüben . . . . . . . . .	59
3 kg DLG-Milchviehfutter I . . . .	10	4 kg DLG-Milchviehfutter II . . .	10
mit 2% DLG-Mineralstoff- mischung III a . . . . . . . . .	27	mit 3% DLG-Mineralstoff- mischung III a . . . . . . . . .	54
	211		355

## Rationsbeispiel 3

	F (mg)	F (mg)
75 kg Weidegras . . . . . . . . . .	105 (0,7 mg F/100 g TS)	180 (1,2 mg F/100 g TS)
5 kg DLG-Milchleistungsfutter IV . . . . .	10	10
mit 4% DLG-Mineralstoffmischung III a . . . . .	90	90
	205	280

## Rationsbeispiel 4

	F (mg)
7,5 kg Heu . . . . . . . . . . . . . . . .	91
45 kg Rübenblatt . . . . . . . . . . . . . . .	156
5 kg DLG-Milchleistungsfutter IV . . . . .	10
mit 4% DLG-Mineralstoffmischung III a . . . . .	90
	347

Nach diesem Ergebnis ist es ohne weiteres möglich, ernährungsphysiologisch und ökonomisch interessante Futterphosphate in erweitertem Umfang für die Rinderernährung einzusetzen. Soweit sie aus natürlichen Ablagerungen stammen, ist zwischen F-armen (bis etwa 0,6% F) und F-reichen Roh-

phosphaten (bis 4,1% F) zu unterscheiden. F-arme Rohphosphate sind größtenteils gut resorbierbar und können in beschränktem Umfang eingesetzt werden. F-reiche Rohphosphate haben im allgemeinen auf Grund ihrer Apatitstruktur weniger gute Resorptionseigenschaften und bedürfen des Aufschlusses, dem eine Defluorierung angeschlossen werden kann.

Ausgehend von den obigen Berechnungen können für ein Rind mit 25 l täglicher Milchproduktion noch 400 mg täglich mehr F zugeführt werden, ohne Leistung und Gesundheit der Tiere zu gefährden.

Ein unvermischt Futter-Phosphat, das allerdings wohl nur selten vom Landwirt verwendet wird, und von dem in dieser konzentrierten Form selbst für ein Hochleistungsrind täglich nicht mehr als 100 g notwendig sind, kann demnach zuzüglich eines Sicherheitskoeffizienten 0,3% F enthalten.

Mineralsalzmischungen, die mehrere mineralische Komponenten enthalten und deshalb in Anlehnung an andere Mischfuttertypen in Deutschland als «Mineralfutter» bezeichnet werden, sollen täglich in einer Menge von 100–150 g verfüttert werden. Darüber hinausgehende Gaben werden wegen der fehlenden Schmackhaftigkeit ohnehin nur in Ausnahmefällen aufgenommen. Da die Mehrzahl der Tierhalter täglich kaum mehr als 120 g pro Rind verfüttern, ist es vertretbar, die obere F-Konzentration eines solchen Mineralfutters ebenfalls mit 0,3% festzulegen.

Mineralsalzgemische werden aber auch zur Supplementation von Kraftfuttergemischen verwendet (deutsche Bezeichnung: Mineralstoffmischung). Je nach Gehalt an Protein sind 2 bis 4% hiervon in der Kraftfuttermischung notwendig. Da bei sehr guten Leistungen täglich 5 bis 6 kg Kraftfutter gegeben werden können, sollte hier entgegen der bisher am besten überdachten Regelung in Frankreich – der man sich hinsichtlich unvermischem Futterphosphat bzw. Mineralfutter voll anschließen kann – eine niedrigere maximale F-Konzentration festgelegt werden. Andernfalls ist nicht auszuschließen, daß die F-Toleranz sowohl durch das Mineralfutter als auch durch das Kraftfutter also zweimal ausgeschöpft wird. Wir halten daher in Kraftfuttermischungen insgesamt nur 40 ppm F für vertretbar. Unter der Voraussetzung, daß in ein solches Kraftfutter max. 4% Mineralstoffmischung eingemengt werden, darf der F-Gehalt in dieser Mineralstoffmischung 0,1% nicht überschreiten. Hierbei ist nicht berücksichtigt, daß auch die übrigen Futtermittel des Kraftfuttergemisches F enthalten. Nach unseren Berechnungen sind dies jedoch nur 2–4 mg/kg, eine Menge, die unberücksichtigt bleiben darf, zumal schon die der Berechnung zu Grunde gelegten 4% Mineralstoffmischung nur für die proteinreichen Kraftfuttergemische gelten, die gewöhnlich nicht in täglichen Gaben von 5 bis 6 kg verfüttert werden (Rationsbeispiel Nr. 3 und 4 stellen bewußt extreme Verhältnisse dar).

### Zusammenfassung

Auf Grund einer umfassenden Literaturstudie wird die Fluortoleranzgrenze für Rinder auf täglich 1,5 mg/kg Körpergewicht gleich 50 ppm in der Futtertrockensubstanz festgelegt. Mit den in der Bundesrepublik Deutschland üblichen Rationen neh-

men Rinder 200 bis 360 mg F auf. Demnach können für Misch- bzw. Mineralfutter für Rinder folgende maximale F-Konzentrationen empfohlen werden: direkt zur Verfütterung kommende Futterphosphate 0,3%, zur direkten Verfütterung geeignete Mineralsalzgemische (sog. Mineralfutter) 0,3% und Mineralstoffmischungen zum Einmengen in Kraftfutter 0,1%, Kraftfuttergemische insgesamt 40 ppm.

### Résumé

#### A propos de la tolérance en fluor dans la ration alimentaire des bovins

Une vaste étude de la littérature permet de fixer le seuil de tolérance du fluor à 1,5 mg par kilo de poids vif et par jour, ce qui correspond à 50 p.p.m. de la substance sèche du fourrage. En République Fédérale Allemande, les bovins absorbent 200 à 360 mg de fluor avec la ration alimentaire usuelle. Pour cette raison: pour les fourrages mélangés, respectivement pour les mélanges de sels minéraux destinés aux bovins: phosphates contenus dans la nourriture 0,3%; mélanges appropriés de sels minéraux (aliment minéral) pour l'alimentation directe 0,3% et mélanges de sels minéraux à additionner au fourrage concentré 0,1%; mélange de fourrages concentré 40 p.p.m. au total.

### Riassunto

#### Sulla tolleranza del fluoro nella razione alimentare dei bovini

Un vasto studio della letteratura permette di fissare il limite di tolleranza del fluoro a 1,5 mg per kg peso vivo e per giorno, ciò che corrisponde a 50 p.p.m. di sostanza secca foraggera. Nella Repubblica federale tedesca i bovini ingeriscono da 20 a 300 mg di fluoro con la razione alimentare normale. Perciò possono esser raccomandate per le miscele, rispettivamente per i foraggi mineralizzanti, le seguenti dosi massime di fluoro: fosfati alimentari direttamente somministrati agli alimenti 0,3%, miscele minerali (alimento minerale) idonei somministrati direttamente quali alimenti 0,3% e miscugli minerali da aggiungere ai concentrati 0,1%, miscele concentrate in totale 40 ppm.

### Summary

#### A contribution to the question of fluor tolerance in rations of feeding stuffs for cattle

On the basis of a comprehensive study of the appropriate literature the fluor tolerance limit for cattle is set at 1.5 mg per kg body weight per diem (= 50 ppm in the dry fodder substance). With the usual rations in the German Federal Republic cattle take in 200–360 mg fluor. Accordingly, the following maximum concentrations of fluor are recommended for mixed or mineral feeding stuffs: phosphates, being given directly as fodder – 0.3%; mineral salts mixtures (known as mineral fodder) being fed directly – 0.3%; mineral additives to be mixed in concentrates – 0.1%; concentrate mixtures in general – 40 ppm.

### Literatur

- [1] Bronsch K., Grieser N.: Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 77, 401 (1964). – [2] Cannava A.: Boll. Soc. Ital. Biol. spec.: 13, 838 (1938). – [3] Harris L.E., Roleigh R.J., Stoddard G.E., Greenwood D.A., Shupe J. L., Nielsen H.M.: J. Anim. Sci., 23, 537 (1964). – [4] Neeley K., Harbaugh F.: J. Amer. Vet. Ass. 124, 344 (1954). – [5] N.N., National Academy of Sciences, National Research Council, Publ. 842, Washington D.C. (1960). – [6] DLG-Mineralstofftabelle. – [7] Phillips P., Greenwood D., Hobbs C., Huffman C.: Nat. Acad. of Sci., Nat. Res. Coun., Publ. Nr. 381 (1955). – [8] Schmidt H., Newell G., Rand W.: Amer. J. Vet. Res. 15, 232 (1954). – [9] Suttie J., Phillips P.: J. Nutr., 71, 109 (1960). – [10] Wöhlbier W., Oelschläger W.: noch unveröffentlichtes Manuskript.