

**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:** 101 (1959)

**Heft:** 1

**Artikel:** Die Fluorschäden im unteren Fricktal

**Autor:** Reinhard, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-588538>

### **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:** 13.01.2026

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

## Die Fluorschäden im unteren Fricktal<sup>1</sup>

Von Dr. H. Reinhard, Kantonstierarzt, Aarau

Das den Kanton Aargau gegenwärtig sehr beschäftigende Problem der Fluorschäden dürfte Ihnen aus der Tagespresse zum Teil bekannt sein. Leider wurde etwas viel und nicht immer sachlich geschrieben.

Die Aluminium-Hütte in Badisch Rheinfelden wurde 1898 in Betrieb genommen. Nach anfänglich kleinen Leistungen ist mit dem Einbau der Söderbergöfen ab 1936 die Produktion wesentlich gestiegen, um dann in den Nachkriegsjahren von 1945 bis 1949 praktisch auf den Nullpunkt abzusinken, da die Aluminiumproduktion in Deutschland verboten war. Die Produktionssteigerung ab 1950 ergibt heute eine Kapazität von rund 43 000 Tonnen.

### *Metallproduktion im Werk Rheinfelden*

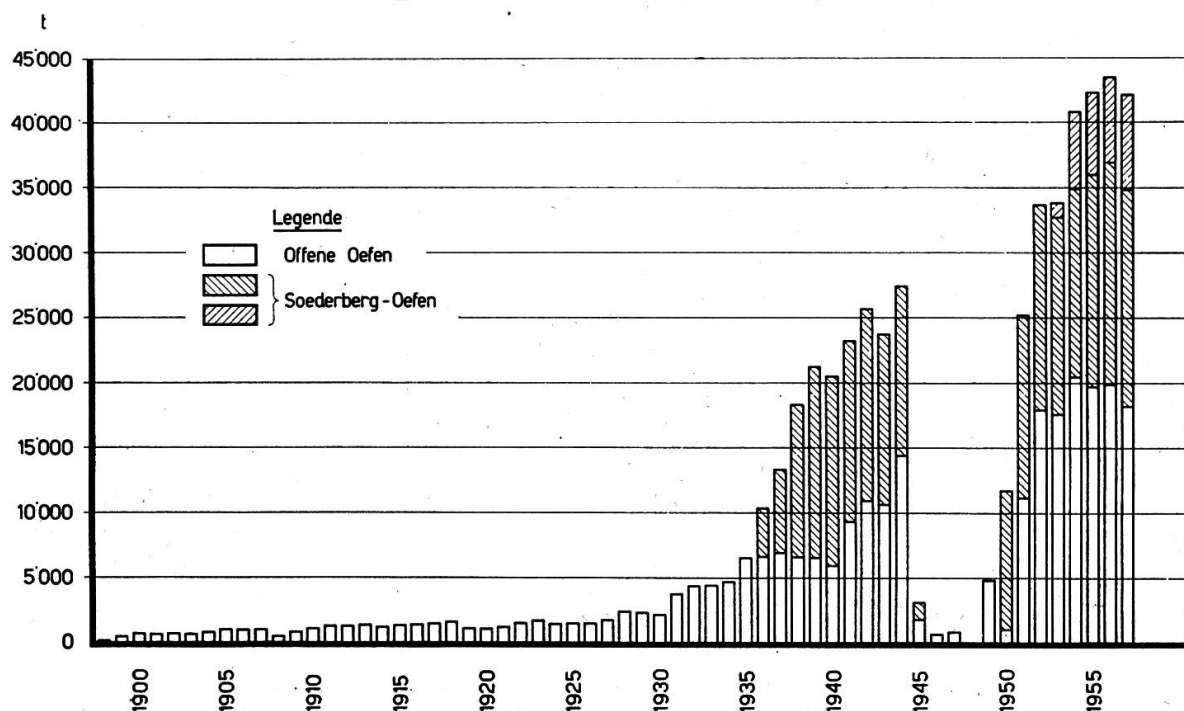


Fig. 1

<sup>1</sup> Referat, gehalten an der Generalversammlung der Gesellschaft schweizerischer Tierärzte in Brunnen, 1958.

Heute noch wird das Aluminium nach dem althergebrachten elektrolytischen Schmelzflußverfahren gewonnen. Der Kryolith als Lösungsmittel wird durch den elektrischen Strom auf etwa 950 Grad erhitzt und geschmolzen. Dieser Schmelze wird Tonerde beigegeben, bei deren Auflösung durch die Elektrolyse Aluminium abgeschieden wird. Der Kryolith besteht aus einer chemischen Verbindung von Aluminium, Natrium und Fluor und wird einerseits als Mineral in Grönland abgebaut, andererseits als synthetisches Produkt auf den Weltmarkt gebracht. Heute wird größtenteils mit synthetischem Kryolith gearbeitet. Chemisch sind Grönland- und synthetischer Kryolith kaum zu unterscheiden. Diese grundsätzlichen Bemerkungen deshalb, weil oft die irrige Auffassung besteht, daß bei der Verwendung von synthetischem Kryolith die Fluoremanation größer sei. Das durch den Elektrolyseprozeß frei werdende Fluor wird als Fluorwasserstoff und Siliciumtetrafluorid im Fabrikrauch oder Flugstaub in die Atmosphäre abgegeben.

Im Flugstaub, der auf einer Glasplatte am schweizerischen Rheinufer gesammelt wurde, zeigten sich folgende Werte: Fluor 1,8%, Natrium 0,7%, Aluminium 4,1%. Staub, der in einer Aluminiumhütte unmittelbar vor einer Dachluke entnommen wurde, enthielt 11,4% Fluor. Diese Befunde lassen den Schluß zu, daß der Flugstaub bei der Emanation eine wesentliche Rolle spielt. Die pro Hektare sedimentierte Fluormenge betrug im Sommer 1956 etwa 7 kg in einer Entfernung von 300 m vom Werk, nahm dann bis auf 700 m Distanz rasch ab auf 0,9 kg, um dann nur noch langsam abzunehmen auf weitere Distanzen.

### *Fluor-Emanation in die Atmosphäre der Hütte Rheinfelden*

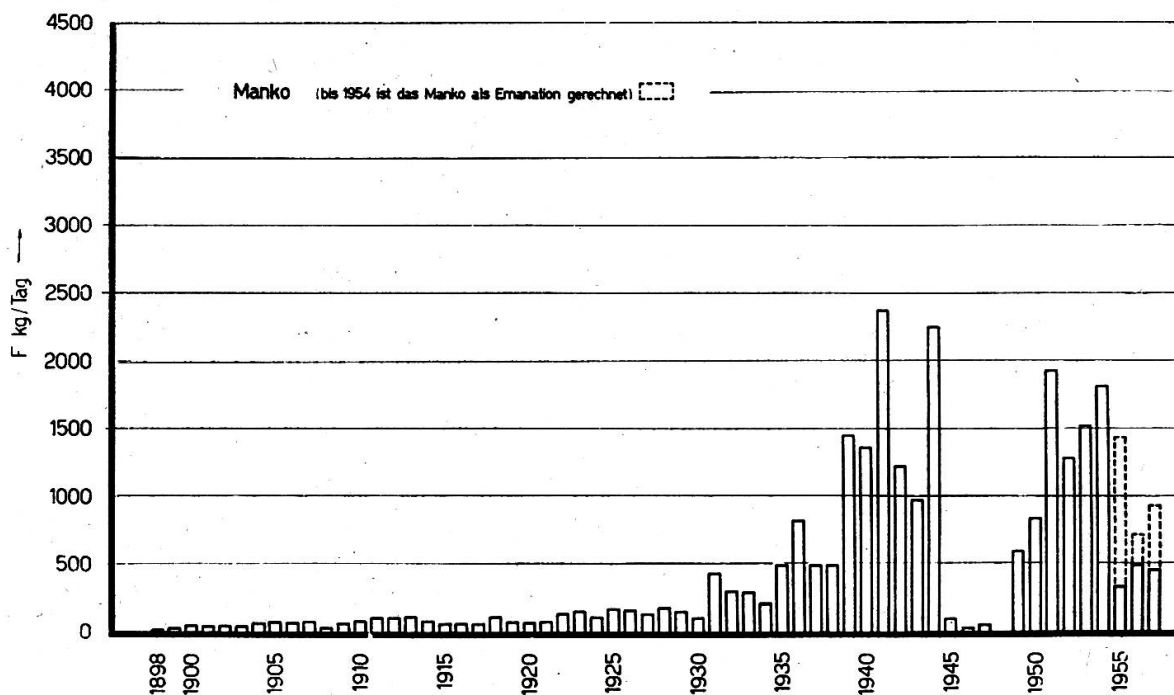


Fig. 2

Die tägliche Fluoremanation beträgt heute noch etwa 500 kg gegenüber 1–2000 kg in den Jahren 1951 bis 1954. Um einen Begriff zu erhalten über die Größe des Werkes Rheinfelden sei nebenbei erwähnt, daß die Aluminiumhütte jährlich mehr Strom verbraucht als die Schweizerischen Bundesbahnen und mehr Wasser als die Stadt Zürich.

Das bis heute ermittelte Schadengebiet umfaßt die Gemeinden Rheinfelden, Magden, Möhlin, Wallbach, Mumpf, Zeiningen, Zuzgen, Hellikon und Wegenstetten, mit einer Gesamtviehzahl von rund 4400 Stück. Der gefährdete Wald wird mit einer Fläche von 900 Hektaren angegeben.

Was geschieht, nachdem das Fluor in irgendeiner Form, sei es im Fabrikrauch oder im Flugstaub, in die Atmosphäre ausgetreten ist?

Die angewehrte Fluormenge hängt ab:

1. von der Fluormenge, die in die Atmosphäre gelangt,
2. von der Entfernung von der Emanationsquelle,
3. von der Art der Zusammensetzung der Vegetation, und
4. von der Windverteilung und den topographischen Verhältnissen.

Wie bereits erwähnt, beträgt die ausgestoßene Fluormenge heute noch etwa 500 kg pro Tag.

Mit zunehmender Entfernung nehmen die sedimentierten Fluormengen pro Hektare deutlich ab.

Art und Zusammensetzung der Vegetation wirkt sich dahingehend aus, daß großblättrige und lange stehende Kulturen hohe Fluorwerte aufweisen. Zum Beispiel Mais und Zuckerrübenblätter, beziehungsweise von solchen Kulturen hergestellte Silage.

Bei Westwind wird das Gift auf die Schweizerseite getragen, bei Ostwind dagegen über die badische Nachbarschaft. Dabei spielt nach Roholm auch die Teilchengröße des angewehrten Flugstaubes eine wesentliche Rolle, indem mit der Abnahme der Teilchengröße deren Toxizität zunehmen soll. Diese Theorie könnte teilweise eine Erklärung geben für die oft schweren klinischen Erscheinungen auf weit entfernten Betrieben. Nach den vorliegenden Untersuchungen scheint nur das angewehrte, sich auf den Pflanzen niederlassende Fluor von Bedeutung zu sein. Wieweit die Fluoraufnahme der Pflanzen aus dem Boden eine Rolle spielt, geht aus der Literatur nicht klar hervor.

Die Zusammenstellung der bis heute in großer Zahl durch die Eidgenössische Versuchsanstalt Liebefeld gemachten Untersuchungen von Futterproben gibt ein aufschlußreiches Bild.

Zu Tabelle 1:

Der normale Fluorgehalt in den Pflanzen beträgt 0,1–0,5 mg %. Ausnahmsweise werden Werte bis 1,0 und höher gefunden. So zum Beispiel im Futter der landwirtschaftlichen Schule Rütli bis 1,6 mg %. Inwiefern hier die nahe gelegene Ziegelei von Worblaufen eine Rolle spielt, bliebe abzu-



Tabelle 1

*Fluor-Untersuchungen an Heu und Gras im Schadengebiet Möhlin*

		Anzahl Proben		mg% Fluor in der Trockensubstanz									
				unter 2		2-5		5-7		7-10		über 10	
		Heu	Gras	Heu	Gras	Heu	Gras	Heu	Gras	Heu	Gras	Heu	Gras
Rheinfelden	1955	5	8		3	1	2	2		1	2	1	1
	1956	4	6			3	2	1	2		2		
	1957	6	3	2	1	2	2	1		1			
	1958	8	1	3	1	5							
Möhlin	1955	9	63		12	4	21	2	7	2	3	1	20
	1956	31	13	6	4	20	7	3	1	2	1		
	1957	71	27	27	14	38	6	3	5	3	2		
	1958	25	11	6	1	16	7	2		1	1		2
Magden	1955												
	1956	2	3	2	2		1						
	1957	8	1	6		2	1						
	1958	1				1							
Wallbach	1955												
	1956	7	10	5	3	2	7						
	1957	6	12	4	10	2	2						
	1958	8	3	6	3	2							
Zeiningen	1955												
	1956	11	2	8	1	3	1						
	1957	8	3	1	1	7	1		1				
	1958	4		4									
Zuzgen	1955												
	1956	15	5	11	3	4	2						
	1957	6	14	1	10	4	2	1	1		1		
	1958	6	3	3	1	2	2			1		1 Silo	12,1
Hellikon	1955												
	1956	1		1									
	1957	3	1	3	1								
	1958	1		1									
Mumpf	1955												
	1956		2		2								
	1957		2		2								
	1958		1				1						
Total		246	194	100	75	118	67	15	17	11	12	2	23

klären. Die meisten Autoren geben als Schwellenwert 4-5 mg% an. Das heißt, daß die Aufnahme von Futter mit niedrigeren Fluorwerten als 4-5 mg% keine klinischen Störungen verursachen sollte. Diese Annahme müssen wir vorderhand strikte ablehnen, da nach unseren Beobachtungen und Erfahrungen bei weit niedrigeren Werten mit einer Schadenwirkung gerechnet werden muß. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß mit wenigen Ausnahmen

nur in den Gemeinden Möhlin und Rheinfelden in den Futterproben Werte von über 5 mg % Fluor in der Trockensubstanz gefunden wurden. Wallbach hatte in den letzten drei Jahren 70 Schadenfälle mit zum Teil schweren klinischen Erscheinungen, trotzdem nach meinen Unterlagen in Futterproben von Wallbach noch nie über 5 mg % Fluor gefunden wurde.

Zu Tabelle 2:

In dieser Gegenüberstellung zweier Gemeinden werden die in den einzelnen Klassierungen gefundenen Werte in Prozenten ausgedrückt zur Gesamtzahl (100 %) der Proben. Es geht daraus hervor, daß trotz Einbau von Absorptionsanlagen, die drei Viertel des früher ausgestoßenen Fluors zurückhalten sollen, die Verhältnisse nicht wesentlich geändert haben. Ohne aus dieser einfachen Feststellung heraus irgendwelche Schlüsse zu ziehen, möchte ich doch meinem Bedenken gegenüber der jetzigen Absorption Ausdruck geben.

Tabelle 2

*Fluor-Untersuchung an Heu und Gras im Schadengebiet Möhlin*

				Zahl der Proben in % ausgedrückt												
Ort	Jahr	Total der Proben			mg% Fluor in der Trockensubstanz											
		effektiv		in %	unter 2		2-5		5-7		7-10		über 10			
		Heu Emd	Gras		H/E	G	H/E	G	H/E	G	H/E	G	H/E	G		
Möhlin	1955	9	63	100%	—	19	45	33	22	11	22	5	11	32		
	1956	31	13	100%	19	30	65	54	10	8	8	6	—	—		
	1957	71	27	100%	38	52	54	22	44	19	4	7	—	—		
	1958	25	11	100%	24	9	64	64	8	—	4	9	—	18		
	Total	136	114	100%	29	27	57	36	7	12	6	6	1	19		
Zuzgen	1955	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1956	15	5	100%	73	60	27	40	—	—	—	—	—	—		
	1957	6	14	100%	17	72	66	14	17	7	—	7	—	—		
	1958	6	3	100%	50	33	33	66	—	—	17	—	—	—		
	Total	27	22	100%	55	64	37	27	4	4,5	4	4,5	—	—		

**Welches ist die Wirkung des mit dem Futter aufgenommenen Fluors im tierischen Körper?**

Für den Tierkörper wird das Natriumfluorid als giftigste Fluorverbindung beschrieben. Nach verschiedenen Autoren bildet das mit dem Futter aufgenommene Fluor mit dem Natriumbikarbonat des Speichels Natriumfluorid.

Als ausgesprochenes Protoplasma- und Enzymgift bewirkt das Fluor eine Kalkfällung in den Geweben, stört das Gleichgewicht des gesamten Mineralstoffwechsels, so insbesondere das Kalzium-Phosphor-Verhältnis, und beeinflusst sehr nachteilig das endokrine System. Cohrs faßt die Wirkung auf das Knochensystem folgendermaßen zusammen: Neben einer geringgradigen Porosierung der Spongiosa der meisten Knochen besteht Tendenz zu Exostosenbildung an Kopf- und Gliedmaßenknochen. Histologisch erfolgt neben einem Knochenabbau ein Umbau besonders der Kompakta. Ganz allgemein ist zu sagen, daß ein großer Kalziumbedarf des Organismus – in erster Linie Wachstum, Gravidität und hohe Milchleistung – die Empfindlichkeit gegenüber einer Fluoreinwirkung erhöht. Reichlicher Gehalt des Futters an Kalzium, Phosphor und andern wichtigen Elementen erhöht die Widerstandsfähigkeit, verhindert aber auf die Dauer die Entstehung der Vergiftung nicht. Mit andern Worten ist in Betrieben mit mäßiger oder ungenügender Fütterung bei relativ niedrigem Fluorgehalt viel eher mit Krankheitssymptomen zu rechnen als in Betrieben mit guter Fütterung.

### Die klinischen Symptome

1. Als typisch gelten die Veränderungen an der Schmelzfläche der Schneidezähne. Typisch deshalb, weil solche Veränderungen bei keiner andern Intoxikation beobachtet werden. Rinder, die im Alter des Schneidezahnwechsels toxische Mengen Fluor aufnehmen, zeigen an der Schmelzfläche der Schneidezähne mattkreidige bis gelbbraune, oft schwarze Verfärbungen, dazu je nach Dauer und Stärke der Fluoreinwirkung Abnutzungserscheinungen infolge Dentinerweichung. Dies führt schlußendlich zum Bild des Stummelgebisses. Obwohl diese Zahnveränderungen als typisch bezeichnet werden, dürfen sie nicht unbedingt als alleiniger Beweis einer Fluorintoxikation gelten. Sehr oft zeigen Tiere mit deutlichen Zahnsymptomen daneben keine Störungen, und Tiere mit schweren klinischen Erscheinungen zeigen oft, bei uns in den meisten Fällen, keine Zahnveränderungen trotz relativ hohem Fluorgehalt in der Knochenasche. Wir sahen auf einem Versuchsbetrieb in England von 57 Stück Vieh bei sämtlichen dort aufgewachsenen Rindern Schwarzverfärbungen an den Schneidezähnen ohne irgendwelche andere Störungen oder gar wirtschaftliche Schäden. Bei lange andauernder Fluoreinwirkung wurden auch Beschädigungen am Backenzahngebiß beschrieben.

2. *Knochenzubildungen*: Als Prädilektionsstellen gelten Unterkiefer, Rippen, Mittelhand- und Mittelfußknochen. Die Fesselgelenke scheinen oft verdickt. Bei uns sehen wir nicht selten Knochenzubildungen vor allem an den Rippen, wobei es sich um Zubildungen oder Kallusbildungen vorausgegangener Frakturen handeln kann. Kallusbildungen sind ziemlich gut abgegrenzt, Zubildungen eher diffus. Spontane Frakturen auf Grund erhöhter Porosität sind auch in Möhlin schon verschiedentlich während der Geburt als Beckenfraktur vorgekommen.

3. Wohl das auffälligste und bei uns am meisten in Erscheinung tretende Bild ist dasjenige der Lahmheit an einer oder mehreren Gliedmaßen. Anfänglich beobachtet der Landwirt ein ständiges Trippeln, Nicht-mehr-Stillstehen beim Melken, gestreckte Gliedmaßen beim liegenden Tier. An den Sprung- und Kniegelenken treten dabei nicht selten Liegedefekte auf. Die Lahmheit ist oft hochgradig, so daß die Tiere nur mit Mühe aufstehen und



Fig. 3 Fluorgeschädigte Kuh aus Möhlin. Man beachte den aufgekrümmten Rücken, die Abmagerung sowie vor allem die Knochenzubildungen an den Rippen.

vorgeführt werden können. Der mühsame, vorsichtige Gang wie auf Eiern, mit zum Teil stark untergeschobener Nachhand ist eines unserer häufigsten Krankheitsbilder. Der Holländer Grashuis taxiert diese Bilder als Mangelerscheinungen, so vor allem Mangel an Phosphor, Kupfer und Mangan. Wie weit das Fluor primär die Hauptrolle spielt oder sekundär durch Störung des gesamten Mineralstoffwechsels diese schweren Schäden bewirkt, bleibt eines der wichtigsten noch abzuklärenden Probleme. Jedenfalls werden Sie sich überzeugen können, daß ein gehäuftes Auftreten von derartigen Lahmheiten, wie sie im nachfolgenden Film zu sehen sind, in andern Landesgegenden nicht vorkommt.

4. *Abmagerung und Milchrückgang.* Viele geschädigte Tiere zeigen rapide Abmagerung mit ebenso rapidem Milchrückgang. Es kommt nicht selten vor, daß neumelke Kühe innerhalb weniger Wochen von anfänglich 20 und mehr Liter Tagesmilch auf 4–6 Liter oder weniger abfallen, oder daß Rinder nach dem Abkalben in relativ kurzer Zeit um 200 oder mehr Kilogramm abneh-



men. Auch hier wieder eine Erscheinung, wie wir sie im Ausland nicht beobachten konnten. Ob auch hier das geschädigte endokrine System sowie vor allem das gestörte Kalzium-Phosphor-Verhältnis maßgebend beteiligt sind, bedarf der Abklärung.

5. *Apathie*. Das müde, teilnahmslose Verhalten der angeschlagenen Tiere mit einem eigenartig leidenden Ausdruck, ist oft ein auffallendes Symptom.

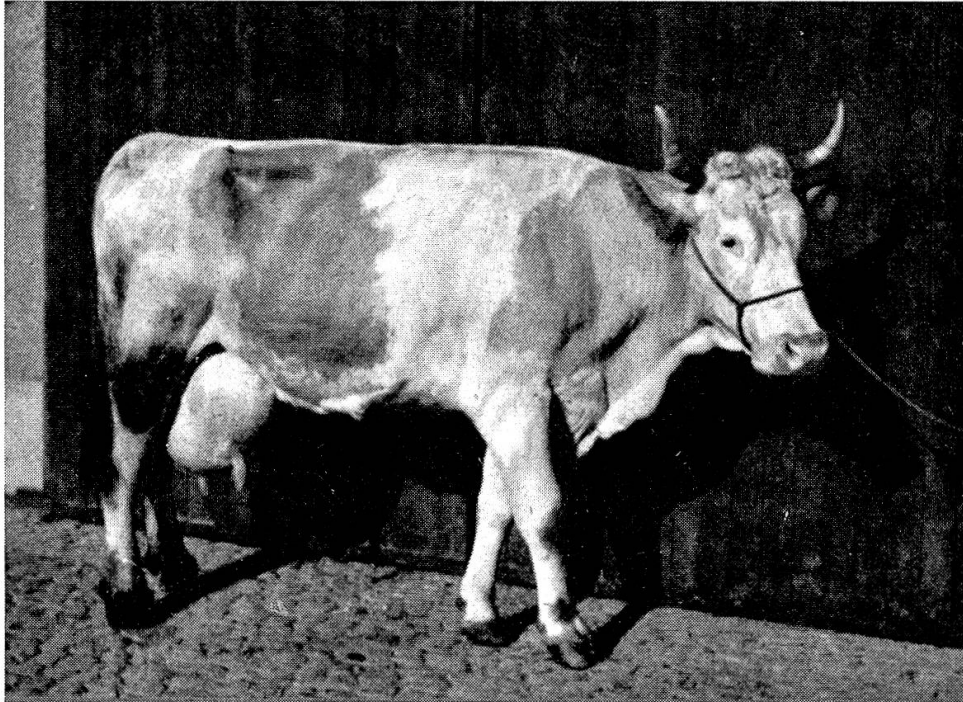


Fig. 4. Fluorgeschädigte Kuh aus Möhlin. Diese Kuh konnte kaum mehr stehen und gehen. Zu beachten wäre der enge, fast gekreuzte Stand vorne, der kuhhessige bodenweite Stand hinten, zur Entlastung der schmerzenden Klauen.

6. *Störungen im Geschlechtsapparat*. Die im Gebiet praktizierenden Tierärzte betonen immer wieder die Häufigkeit des Auftretens von Anoestrie. In verschiedenen Betrieben gibt es kaum mehr Kühe, die nach erfolgter Geburt innert normaler Frist eine Brunst zeigen. Sehr oft tritt auch absolute Wehenschwäche auf. Das vermehrte Auftreten nicht infektiöser Abortusfälle war schon oft Gegenstand lebhafter Diskussionen. Alle diese Erscheinungen müssen ja bestimmt mit aller Vorsicht beurteilt und abgewogen werden.

#### **Die Diagnose Fluorschäden wird durch folgende Tatsachen belegt:**

1. *Anamnese*: Beim großen Bienensterben von 1951 wurde eindeutig Fluorintoxikation nachgewiesen. Der geschädigte Wald und die geschädigten Kulturen sind bestehende Tatsachen. Das gehäufte Auftreten eines nicht klar zu umschreibenden Krankheitsbildes, wie es nirgends in andern Landesteilen beobachtet wird, ist auch eine bestehende Tatsache.

2. *Futteranalysen*: Wenn auch die Fluorwerte im Futter nach der amerikanischen und englischen Literatur in vielen Fällen unter der toxischen Grenze liegen, so ist das für uns noch kein Beweis, daß es sich nicht um Fluorschäden handeln soll.

Tabelle 3

*Fluor-Untersuchungen an Vieh im Schadengebiet Möhlin*

Knochenanalysen 1955-1958 (Ende Mai)

E. T. H.  
Tierzucht-Institut  
Zürich

Ort	Anzahl Proben	mg% Fluor in der Knochenasche							
		unter 100	100-200	200-300	300-400	400-500	über 500		
Möhlin	1955	20	3	5	5	3	2	2	
	1956	28	8	8	8	2	2		
	1957	78	8	26	22	11	6	5	
	1958	107	12	20	33	24	12	6	
Rheinfelden	1955	6		2	3		1		
	1956	11	3	5	1	1	1		
	1957	18	4	10	2	2			
	1958	16	4	4	5	2	1		
Magden	1955								
	1956	5	1	4					
	1957	9	2	6	1				
	1958	3			3				
Wallbach	1955	7		3	3	1			
	1956	12		3	5	4			
	1957	31		14	8	9			
	1958	20	2	4	10	4			
Zeiningen	1955								
	1956	6	2	3	1				
	1957	16	2	8	5	1			
	1958	15	6	6	3				
Zuzgen	1955								
	1956	9	6	3					
	1957	15	9	5					
	1958	25	13	10	2				
Hellikon	1955								
	1956								
	1957	9	4	4	1				
	1958	10	8	2					
Mumpf	1955								
	1956	2	2						
	1957	6	1	4	1				
	1958	4	2	2					
Rehe Pferde							500-600	über 100	über 100
		17 3	3 1	4 1	2 1	2	2	3	1

3. *Knochenanalysen*: Der Normalgehalt an Fluor in der Knochenasche geschlachteter Tiere beträgt ziemlich genau 40 mg %. Seit 1955 wird systematisch von fast allen zur Schlachtung gelangenden Tieren Knochen analysiert. In unserm Schadengebiet stechen in erster Linie die Gemeinden Möhlin, Rheinfelden und Wallbach hervor, die eine ganze Anzahl Knochenanalysen aufweisen mit einem Fluorgehalt von über 300 mg %. Hier dürfte der Nachweis der Fluorintoxikation erbracht sein. Ein großer Teil der vorliegenden Werte liegt unter der 200-mg %-Grenze. Bei all diesen Fällen han-

Tabelle 4

*Fluor-Untersuchungen an Vieh im Schadengebiet Möhlin*

Ort	Jahr	Fluorgehalt pro Liter Harn in Milligramm					
		Anzahl Proben	0-2	2-4	4-6	6-10	über 10
Rheinfelden Möhlin }	1955	41	6	8	9	11	7
	1956	51	13	15		3	
	1957	59	12	14	15	13	5
	1958	10		5	1	3	1
Wallbach	1955	20	3	7	4	4	2
	1956	24	4	9	5	4	2
	1957	4	2		1	1	
	1958						
Zeiningen	1955	14	2	9	2	1	
	1956	36	21	10	3	2	
	1957	7	1	5	1		
	1958						
Zuzgen	1955	42	28	12	1	1	
	1956	48	34	10	2	2	
	1957						
	1958	8	7	1			
Hellikon	1955						
	1956	7	4	3			
	1957	25	12	10	2	1	
	1958						
Wegenstetten	1955	6	4	2			
	1956	8	6	2			
	1957	1	1				
	1958	1	1				
Mumpf	1955						
	1956	6	2	3	1		
	1957	1			1		
	1958						
Magden	1955						
	1956	1	1				
	1957	7	2	1	1	3	
	1958						



delt es sich meines Erachtens um ein gestörtes Gleichgewicht zufolge Aufnahme untertoxischer Fluormengen. Verschiedene Autoren geben an, daß bei einer um das 5- bis 10fache erhöhten Fluormenge in der Knochenasche die Diagnose Fluorose erwiesen sei. Kritisch wird die Sache in allen jenen Fällen, die unter der 100-mg %-Grenze liegen, also mehr oder weniger im Normalbereich. Dabei finden wir oft auch in dieser Gruppe Tiere mit schweren klinischen Erscheinungen. Die Diskrepanz zwischen klinischem Bild und chemischem Befund deutet auf eine Unbekannte, die noch gefunden werden muß.

Aufmerksam machen möchte ich noch auf die Knochenbefunde eingegangener oder abgeschossener Rehe, wurde doch in deren Knochenasche verschiedentlich über 1000 mg % Fluor gefunden.

4. Fluorausscheidung im Harn (Tabelle 4): Der Normalgehalt von Fluor im Harn beträgt 0,4 mg pro Liter. In den meisten untersuchten Proben finden wir über 2 mg/Liter, in einzelnen sogar über 10 mg. Wenn diese Zahlen auch keine endgültigen Schlußfolgerungen zulassen, so beweisen sie doch, daß abnormale Fluormengen aufgenommen werden.

#### Entschädigte Schadenfälle seit 1955 (Tabelle 5)

Bis heute sind es gesamthaft über 900 Stück Vieh, die übernommen und entschädigt wurden. Wenn aus der Tabelle hervorgeht, daß in der Gemeinde Möhlin seit 1955 von einem Gesamtviehbestand von 1218 Stück bis Ende August 1958 572 Stück oder rund 47 % des gesamten Viehbestandes übernommen und entschädigt werden mußten, so sind diese Zahlen wohl am ehesten berechtigt, die Schwere des Problems zu zeigen. Wir haben ver-

Tabelle 5

#### *Viehübernahmen im Schadengebiet Möhlin*

Entschädigte Tiere 1955–1958 (31. August)

Gemeinde	Gesamter Viehbestand 21. April 1958	Übernommene Tiere	
		Anzahl	%
Möhlin . . . . .	1218	572	46,9
Rheinfelden . . . . .	351	73	20,8
Wallbach . . . . .	277	70	25,2
Zeiningen . . . . .	487	62	12,7
Zuzgen . . . . .	530	71	13,4
Magden . . . . .	501	13	2,5
Hellikon . . . . .	454	4	0,8
Mumpf . . . . .	145	5	3,4

schiedene Landwirte in Möhlin, die im Laufe der letzten drei Jahre ihren Viehbestand rein zahlenmäßig 1–2mal ersetzen mußten. Aber auch für die andern Gemeinden stellt die Fluorose das Problem der Existenzfrage. Aus dem ganzen Gebiet kann kein Stück Nutzvieh mehr verkauft werden und für viele Betriebe ist die Aufzucht in Frage gestellt.

### Therapie

Nach Alcroft und Tesink ist eine tägliche Magnesiumsulfatgabe vor dem Füttern imstande, bis 48 % des aufgenommenen Fluors zu binden. Dabei muß die Magnesiumsulfatdosis das 10fache der aufgenommenen Fluormenge betragen. Wir haben schon einmal auf Anweisung von Herrn Prof. Schmid sel. 30 Tonnen Magnesiumsulfatkuchen ohne sichtbaren Erfolg verfüttert. Jedenfalls soll dieser Versuch mit der zusätzlichen Gabe von Mineralstoffen und Spurenelementen wiederholt werden.

Herr Kollege Hauser in Möhlin hat alle möglichen Versuche unternommen. In vielen Fällen kann bei frühzeitigem Eingriff das Krankheitsbild günstig beeinflußt werden. So kommen in erster Linie großträchtige und in hoher Laktation stehende Tiere zur Behandlung. Videhydrosol, Tonophosphan und große Kalziumdosen gelten als wirksamste Mittel. Bei Milchmangel werden nicht selten mit Oxitocin schöne Erfolge erzielt.

Jegliche tierärztliche Behandlung wirkt aber bei der beständigen Schädigung durch Fluor höchstens vorübergehend und palliativ. Von einer kausalen Therapie kann nicht die Rede sein. Versuchsweise wollen wir leicht erkrankte Tiere in eine andere Gegend verstellen mit der Hoffnung, daß sie sich in unverseuchtem Milieu erholen. Sobald aber die Schädigungen einen gewissen Grad überschritten haben, muß der Krankheitsprozeß prognostisch als ungünstig beurteilt werden. Die Tiere bleiben entweder unwirtschaftlich oder gehen an Kachexie zugrunde.

Als wirksamste und einzige kausale Therapie käme die Absorption aller schädlichen Emanationen in Frage. Ich glaube hier sagen zu dürfen, daß sich die Aluminium-Industrie redlich bemüht, diesem Wunsche nachzukommen. Auch darf festgehalten werden, daß die übernommenen Tiere gut entschädigt werden. Mit aller Deutlichkeit muß gesagt sein, daß wir nicht die Entschädigung suchen, sondern einzig und allein am Weiterbestehen unserer Landwirtschaft im Fricktal interessiert sind. Als Tierärzte haben wir die Pflicht, für die leidende Kreatur einzustehen, als Bürger für die Respektierung des privaten Eigentums einzutreten, auch gegenüber einer großen und mächtigen Industrie.

Gestatten Sie mir, zum Schluß den Herren Prof. Rosenberger, Hannover, Dr. Gisiger, Versuchsanstalt Bern-Liebefeld, Dr. Hauser, Möhlin, und der Aluminium-Industrie AG, Zürich, zu danken für das Zurverfügungstellen von Film, Diapositiven und Untersuchungsergebnissen.

### Résumé

L'usine d'aluminium de Rheinfelden (Bade) produit actuellement 43 000 tonnes d'aluminium selon le procédé de fusion électrolytique. Ce procédé libère du fluor qui apparaît sous forme de fluorhydrate et de tétrafluorure dans la fumée de la fabrique ou dans l'atmosphère. L'émanation de fluor est actuellement de 500 kg par jour, contre 1000–2000 kg pendant les années 1951–1954. La région atteinte comprend la plus grande partie du district de Rheinfelden avec environ 4400 têtes de bétail et 900 hectares de forêts. La sédimentation du fluor diminue en raison directe de l'éloignement de l'usine. La plus forte teneur en fluor est constatée sur les cultures à grandes feuilles et croissant en hauteur (maïs, betteraves à sucre). En dehors des communes de Möhlin et de Rheinfelden, les quantités de fluor découvertes dans les cendres de foin et d'herbe ne dépassent qu'exceptionnellement 5 mg%, la teneur normale étant de 0,1 à 0,5 mg%. La littérature scientifique indique comme valeur-limite 4–5 mg%. En d'autres termes, le fourrage à teneur plus basse n'engendre pas de troubles cliniques, ou n'en engendrerait pas. Cette conception, les expériences faites à Möhlin la démentent. Le fluor a pour effet de déposer dans les tissus du corps de l'animal de la chaux, il entrave l'équilibre du métabolisme minéral et exerce une influence pernicieuse sur le système endocrinien. Une demande accrue du corps en calcium (croissance, gravidité et forte production laitière) élève la sensibilité à l'égard de l'action du fluor. Les symptômes se manifestent par des troubles de la dentition, des néoformations (surtout des exostoses des côtes), de curieuses boiteries non observées par ailleurs, de l'amaigrissement ainsi que de l'apathie caractérisée. On n'a pas pu prouver l'apparition de troubles de l'appareil uro-génital. Le diagnostic est basé sur l'anamnèse, les analyses des fourrages et des os. Toutefois, les symptômes cliniques sont déterminants, car les images chimiques et les cliniques divergent parfois fortement. On a indemnisé jusqu'à fin août 1958 plus de 900 têtes de bétail et dans la seule commune de Möhlin 572, soit le 47% de tout l'effectif. Entrent en ligne de compte pour le traitement: du Videhydrosol, du Tonophosphan, du calcium, et de l'Oxitocin lors de lactation déficiente.

### Riassunto

La fabbrica di alluminio a Rheinfelden nel Baden produce attualmente circa 43 tonnellate di alluminio con il procedimento elettrico della massa fusa. Con questo metodo diventa libero il fluoro che si elimina allo stato di acido fluoridrico e di tetrafluoruro di silicio nel fumo della fabbrica o quale polvere volante nell'atmosfera. Oggi l'emanazione di fluoro ammonta ancora a 500 kg al giorno, di fronte ai 1000–2000 kg degli anni 1951–1954. Finora il territorio accertato del danno comprende la maggior parte del distretto di Rheinfelden con circa 4400 capi di bestiame e 900 ettari di bosco. Aumentando la distanza dalla fabbrica, le quantità deposte di fluoro diminuiscono per ettaro. Le colture a foglie grandi e quelle di lunga durata presentano i più alti contenuti in fluoro (maïs, foglie di barbabietole da foraggio, silaggio). Le quantità di fluoro trovate nel fieno e nell'erba fuori dei Comuni di Möhlin e di Rheinfelden superano nella sostanza secca i 5 mg%. Il contenuto normale ammonta a 0,1–0,5 mg%. Quale soglia del contenuto si indicano 4–5%, ossia il foraggio con cifre minori di contenuto in fluoro non dovrebbe causare di disturbi clinici. Questa opinione è contraddetta dalle esperienze effettuate in Möhlin. Nell'organismo animale il fluoro determina una precipitazione di calcio nei tessuti, disturba l'equilibrio del ricambio minerale ed influisce sfavorevolmente sul sistema endocrino. Un grande bisogno di calcio nell'organismo, come nella crescita, nella gestazione e nella produzione elevata di latte, aumenta la sensibilità di fronte ad un effetto del fluoro. I sintomi clinici sono: alterazioni dentarie, aumenti di volume della sostanza ossea (soprattutto esostosi alle costole), zoppicature particolari che non si osservano altrove, dimagrimento, diminuzione del latte e apatia pronunciata. Non si riscontrano disturbi nell'apparato genitale. La diagnosi si fonda sull'anamnesi nonché sulle analisi del foraggio e delle

ossa. Determinante è tuttavia il quadro clinico, poichè spesso il reperto chimico e quello clinico divergono. Fino alla fine di agosto del 1958 furono indennizzati oltre 900 capi di bestiame, nel solo comune di Möhlin 572, ossia il 47% di tutto l'effettivo. Come medicamenti giornalieri vengono in considerazione il videidrosol, il tonofosfan, e quando manca il latte il calcio e l'oxitocin.

### Summary

The aluminium factory at Rheinfelden (Germany) produces 43 000 tons aluminium by the electrolytic melting method. By this process fluorine is set free and enters into the air as fluoric acid and tetrafluoride of silicium. The daily emission amounts to 500 kg fluorine at present. It was 1000–2000 kg during the years 1951–1954. The damaged area is the major part of the district of Rheinfelden with about 4400 cattles and 900 hectares of forest. The sedimented amount of fluorine decreases with the distance from the factory. Plants with large leaves and lasting for a long time contain the greatest amounts of fluorine (maize, sugar-cane, silage). The quantities of fluorine found in grass and hay outside Möhlin and Rheinfelden amount only exceptionally above 5 mg% in the dry matter, the norm being 0,1–0,5 mg%. According to the literature the toxic limit should be 4,0–5,0 mg%, that means, that fodder containing less than this amount is said not to be toxic. This is not the case at Möhlin. In the animal body fluorine precipitates calcium in the tissues, disturbs the mineral equilibrium and damages the endocrine system. The sensibility against fluorine is increased during times of great need of calcium: Growth, pregnancy and high production of milk. Clinical symptoms are: Alterations of the teeth and bones (especially exostoses on the ribs), a special kind of lameness, which is not seen elsewhere, emaciation, decrease of milk production and pronounced apathy. Disturbances of the sexual apparatus are not certain. The diagnosis is based on the anamnesis, analysis of fodder and bones. But clinical symptoms and results of the analysis are often divergent. Therefore the clinical appearance must be determinative. Till end of August 1958 900 cattles had to be slaughtered and paid for the damage, in Möhlin alone 572 or 47% of the entire cattle stock. Treatment: Videhydrosol, tonophosphan, calcium and oxytocin in cases of insufficient milk production.

### Literaturverzeichnis

Gisiger L.: Von den Fluorschäden im Gebiet von Rheinfelden und Möhlin. Mitteilungen aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene 1956, Heft 5. – Hasler A., Pulver H., Zuber R.: Mangan und andere Spurenelemente in Wiesenfutter und Futterpflanzen. Mitteilungen aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene 1957, Heft 6. – Gisiger L.: Die Fluorschäden im Gebiete von Rheinfelden und Möhlin. Mitteilungen für die Schweiz. Landwirtschaft 1955, Nr. 6. – Schmid G.: Fluorose bei Rindern. Bull. schweiz. Akad. med. Wiss. 12, 397–552. – Cohrs: Dtsch. tierärztl. Wschr. 1941/352. – Hupka: Klin. Beobachtungen über Fluorvergiftungen bei Weidetieren. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1941/349. – Meyn A. und Kiehl K.: Über chron. Fluorvergiftungen bei Rindern. – Danckworth P. W.: Der chem. Nachweis der Fluorvergiftung. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1941/365. – Ehrlich C.: Beobachtungen und Untersuchungen über chron. Fluorvergiftungen bei Rindern. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1954/225. – Bredemann G.: Biochemie und Physiologie des Fluors und der industriellen Fluor-Rauchschäden. – Mussill J.: Beobachtungen bei Fabrikrauchschäden an Rindern. Wiener tierärztl. 1954/571. – Bühlmann H.: Die physiologische Bedeutung des Calciums und seine therapeutische Anwendung in der Human- und Veterinärmedizin. Diss. Bern 1956. – Tesink: Fluorvergiftung Bij Runderen in de Omgeving van een Aluminiumfabriek. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 83. 189/1958. – Craste: Beobachtungen bei der Fluorose des Rindes. Vortrag Wien 1954. – National Academy of Sciences. Publication 381 The Fluorosis Problem In Livestock Production.