

Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Band: 7 (1951)

Heft: 2

Artikel: Versuche über den Verlust von Fluor beim Kochen von Speisen

Autor: Fellenberg, T. von

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307002>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

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

Versuche über den Verlust von Fluor beim Kochen von Speisen

Von Th. v. Fellenberg, Muri b/Bern

(2. Mitteilung der Fluorkommission)

Jedes Trinkwasser enthält eine gewisse, bei uns in der Schweiz meist sehr geringe Menge Fluor. Es ist nun von Interesse zu wissen, ob dieses Fluor dem Menschen wirklich auch zugute komme oder ob es vielleicht beim Kochen der Speisen verlorengelange.

Ein Fluorverlust könnte auf dreierlei Weise zustande kommen.

1. Fluor könnte beim Kochen verdampfen und in die Luft entweichen.
2. Fluor könnte beim Kochen harten Wassers durch das ausfallende Calciumcarbonat adsorbiert und damit niedergerissen werden.
3. Fluor könnte durch das Metall des Kochgeschirrs adsorbiert werden.

1. Ein Entweichen von Fluor in die Luft wäre nur bei sauren Wässern, also bei solchen mit einem pH unter 7, denkbar. Um die Frage zu prüfen, wurden 250 cm³ destilliertes Wasser durch Salzsäurezusatz auf pH 5,0 gebracht (0,00001 n) und mit 20 γ Fluor versetzt. Man kochte das Wasser in einem Glaskolben mit großer Flamme auf 35 cm³ ein, wobei das pH vermutlich auf etwa 4,0 sank, und bestimmte das Fluor. Man fand genau den Anfangswert von 20 γ . Somit entweicht beim Kochen von Wasser mit pH 5,4 kein Fluor in die Luft. Bei allen Wässern mit pH unter 7,0 wurde indessen zur Sicherheit beim Eindampfen zwecks Fluorbestimmung etwas Alkali zugesetzt, weil beim Eindampfen zur Trockne hier doch Verluste eintreten können.

Daß bei alkalischen Wässern solche Verluste ausgeschlossen sind, wurde öfters durch Parallelbestimmungen mit und ohne Alkalizusatz festgestellt. Selbst bei einstündigem Erhitzen des Trockenrückstandes eines Wassers mit pH 7,07 auf 105° ging kein Fluor verloren, wohl aber trat ein Verlust von 20% ein, als der Trockenrückstand schwach geglüht wurde.

2. Die zweite Frage, ob Fluorverlust durch Adsorption an ausfallendes Calciumcarbonat eintrete, kann schon deshalb bejaht werden, weil jeder Kesselstein, jeder Kalkansatz in den Pfannen Fluor enthält. So fand man beispielsweise in einer Kalkausscheidung in einem Wasserdestillierapparat bei der Destillation von Berner Leitungswasser 21,3 mg Fluor

in 100 g, während im Wasser selbst 0,041 mg im l gefunden wurden. Im Boilerwasser des Berner Leitungswassers fand man 0,033 mg im l, also etwa 20% weniger als direkt. Man kann also sagen, daß aus jedem harten Wasser beim Kochen mit dem Calciumcarbonat auch eine gewisse Menge Fluor mit ausfällt und daß das Boilerwasser aus hartem Wasser stets weniger Fluor enthält als das unerhitzte Wasser.

3. Fluor bildet mit Aluminium ein äußerst schwer lösliches Salz. Es war deshalb denkbar, daß Fluor beim Kochen von Wasser durch das Aluminium des Kochgeschirrs aufgenommen werde. Da Aluminium heutzutage das meistverwendete Material für Kochgeschirre ist, ist die Frage einer Fluoraufnahme dadurch von großer Bedeutung.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit war, diese Verhältnisse an Hand einiger im pH und in der chemischen Zusammensetzung variierender Trinkwässer nachzuprüfen.

Zunächst stellte sich die Frage, ob nicht etwa im Aluminium von der Herstellung her gewisse Fluormengen enthalten seien, welche vielleicht an das Wasser abgegeben würden. Man verarbeitete 470 mg Aluminiumblech einer Konservenbüchse und fand darin den kaum nachweisbaren Gehalt von 0,7 γ Fluor, was einem Wert von 0,15 mg% entspricht, also eine so geringe Spur, daß sie niemals in Betracht kommt.

Es war natürlich wünschenswert, die Versuche nicht nur auf Trinkwasser, sondern auch auf Nahrungsmittel auszudehnen. Bei allen heterogenen Nahrungsmitteln, wie Fleisch, Gemüse, Früchten, wäre es nun aber sehr schwierig, nach dem Kochen richtige Durchschnittsproben zur Analyse aus den Kochgeschirren zu entnehmen. Man begnügte sich daher, Versuche mit Milch auszuführen.

Der Analysengang war im allgemeinen folgender:

- a) Eindampfen des Wassers in einer Platinschale und Bestimmung des Fluors im Rückstand.
- b) Kochen von meist 250 cm³ Wasser während einer bestimmten Zeit in einem Glaskolben, Filtrieren und Bestimmung des Fluors im Filtrat. Die Differenz a-b gibt die Fluormenge an, welche mit dem ausfallenden Calciumcarbonat mitgerissen worden ist.
- c) Kochen des Wasser in einer 600 cm³ fassenden Aluminiumpfanne, Filtrieren und Bestimmung des Fluors im Filtrat. Die Differenz b-c gibt die durch das Material der Aluminiumpfanne adsorbierte Menge Fluor an.

Vor jedem Versuch wurde die Aluminiumpfanne zunächst mit 38%iger Salpetersäure schwach erwärmt, um jede Spur Calciumcarbonat und eventuell anhaftendes Fluor zu entfernen. Dann wurde sie mit einer Reibbürste gut gereinigt und mit Wasser ausgespült. Wie es sich später zeigte, genügte diese Reinigung nicht in allen Fällen; deshalb müssen die Versuche in der Reihenfolge der Verarbeitung, statt nach ihrer Zusammensetzung, besprochen werden.

1. Berner Leitungswasser

Die Zusammensetzung war:

Trockenrückstand	216 mg im l
Glührückstand	200 mg im l
Franz. Härte 17,0, entsprechend	170 mg CaCO ₃ im l
pH ¹	7,35 ¹

Die Kochversuche ergaben

	mg Fluor im l
a) Fluorbestimmung unter Verwendung von 250 cm ³ Wasser	0,041
b) 250 cm ³ 5 Min. in Glas gekocht, Filtrat verarbeitet	0,022
c) 250 cm ³ 5 Min. in Aluminium gekocht, Filtrat verarbeitet	0,014

Mit dem Calciumcarbonat sind 0,019 mg oder 46% des Fluors ausgefallen, von dem Aluminium sind weitere 0,008 mg oder 20% aufgenommen worden. Diese letztere Differenz, 8 γ Fluor im l, ist so gering, daß sie nahezu in die Fehlergrenze fällt. Es war daher wünschenswert, den Versuch unter Zusatz von Fluor zu wiederholen.

2. Berner Leitungswasser mit Zusatz von 0,50 mg Fluor zum l

a) Die Fluorbestimmung ergab	0,509 mg Fluor im l. Berechnet 0,541mg
b) 250 cm ³ Wasser werden diesmal 15 Min. im Glaskolben gekocht. Man fand im Filtrat	0,371 mg Fluor im l.
c) 250 cm ³ Wasser wurden 15 Min. in der Aluminiumpfanne gekocht. Man fand im Filtrat	0,337 mg Fluor im l.

Die Adsorption durch das ausfallende Calciumcarbonat beträgt hier 0,138 mg oder 27%, die Adsorption durch das Aluminium 0,034 mg oder 6,7 %. Wie zu erwarten war, ist hier der absolute Verlust größer, der relative kleiner als ohne Fluorzusatz.

3. Grundwasser von Vedeggio (Trinkwasser von Lugano)

Trockenrückstand	83,2 mg im l
Glührückstand	74,4 mg im l
Franz. Härtegrade	4,5, entsprechend 45 mg CaCO ₃ im l
pH	6,70

Das Wasser zeichnet sich durch seine saure Reaktion und durch seine geringe Härte aus. Es wurde beim Eindampfen zwecks Fluorbestimmung mit etwas Natriumcarbonat neutralisiert, um Fluorverluste sicher zu verhüten.

Bei den ersten Kochversuchen fand man nach dem Kochen in der Aluminiumpfanne nicht eine Abnahme, sondern eine deutliche Zunahme des Fluorgehaltes. Das Fluor konnte nur aus der Pfanne stammen. Die bisherige Reinigung mit Salpetersäure hatte somit nicht genügt; es war von dem letzten Versuch noch etwas Fluor haften geblieben. Von jetzt

¹ Die Bestimmungen des pH wurden stets durch Herrn M. Potterat mit dem Polymetron (Forschungstyp) ausgeführt.

an wurde die Pfanne stets mit verdünnter Salzsäure versetzt und diese eben aufgekocht, wobei natürlich etwas Aluminium in Lösung ging. Nach gründlichem Spülen und Ausreiben wurde destilliertes Wasser in der Pfanne gekocht; dann erst wurde sie in Gebrauch genommen. Die Untersuchung ergab:

a) Fluorgehalt des Wassers	0,085 mg im l
b) Nach 15 Min. langem Kochen im Glaskolben fand man im Filtrat	0,092 mg Fluor im l
c) Nach 15 Min. langem Kochen in der Aluminiumpfanne ergaben sich im Filtrat	0,091 mg Fluor im l

Es war beim Kochen keine Ausscheidung erfolgt. Die Werte sind in beiden Fällen nach dem Kochen etwas erhöht. Die Differenzen liegen aber innerhalb der Fehlergrenze. In der Regel dürfen die Resultate nur auf 2 Dezimalen nach dem Komma angegeben werden, und so würde man in allen 3 Analysen 0,09 mg Fluor finden. Bei diesem Wasser findet somit weder beim Kochen in Glas noch in Aluminium ein Fluorverlust statt.

4. Sorgenti Tamaro-Cusello (Trinkwasser von Lugano)

Dieses Quellwasser ist nach Herrn Kantonschemiker *Regazzoni* eines der weichsten Wässer der Schweiz. Nach seinen Angaben enthält es:

Trockenrückstand	35 mg im l
Glührückstand	30 mg im l
Gesamthärte	3,0
Vorübergehende Härte	1,5
pH	5,9

Das Wasser ist ausgesprochen sauer und wurde für die Fluorbestimmung unter Natriumcarbonatzusatz eingedampft.

a) Der Fluorgehalt beträgt 25 γ im l.

Bei diesem geringen Gehalt war es angebracht, für die Kochversuche Fluor zuzusetzen.

b) 200 cm³ Wasser wurden mit 20 γ Fluor versetzt und 20 Min. in Glas gekocht, wobei ungefähr die Hälfte verdampfte. Man führte mit je der Hälfte des Restes Bestimmungen aus und fand: berechnet 12,5 γ ; gefunden 13,8 und 12,3 γ .

c) 200 cm³ Wasser wurden mit Zusatz von 20 γ Fluor in der Aluminiumpfanne 12 Min. gekocht, wobei $\frac{3}{4}$ der Flüssigkeit verdampfte. Man führte wiederum Bestimmungen mit je der Hälfte des Restes aus und fand: berechnet 12,5 γ ; gefunden 12,3 und 12,0 γ Fluor.

Die Differenzen liegen innerhalb der Versuchsfehlergrenze. Auch bei diesem sauren Wasser tritt weder beim Kochen in Glas noch in Aluminium ein Fluorverlust auf.

5. Wasser der Stallquelle von Il Fuorn (Nationalpark)

Dieses Wasser ist ein Gipswasser; es stellt eine ungefähr gesättigte Gipslösung dar. Nach Herrn Prof. *U. Duerst* verursachen Gipswässer und speziell auch das vorliegende Wasser bei den Säugetieren des Na-

tionalparks, die davon trinken, schwere Osteoporose. Die Tiere sind in ihrem Wachstum gehemmt und gehen früh ein.

Verf. hatte Gelegenheit, den Oberkiefer und einen Zahn einer Gemse aus der Nähe dieser Quelle zu untersuchen. Der Oberkiefer war dünn wie Karton und ließ sich leicht von Hand zerkleinern. Man fand:

Oberkiefer: Aschengehalt = 65,1%, Fluorgehalt des Knochens = 14,8 mg%; Fluorgehalt der Knochenasche = 22,8 mg%.

Zahn: Aschengehalt = 72,6%, Fluorgehalt des Zahns = 3,5 mg%
Fluorgehalt der Zahnasche = 4,9 mg%.

Der Fluorgehalt des Zahns ist sehr mäßig, derjenige des Oberkiefers einigermaßen erhöht. Wie wir gleich sehen werden, ist das Wasser von Il Fuorn eines der fluorreichsten der Schweiz; es verwundert deshalb, daß die Werte nicht höher sind. Möglicherweise ist die Gemse erst nach Ausbildung ihrer Zähne in diese Gegend gekommen. Ferner mag es sein, daß bei gestörter Knochenbildung weniger Fluor aufgenommen wird.

Herr Prof. *Glanzmann*² hat mit diesem Wasser Fütterungsversuche an Ratten ausgeführt. Er schreibt zusammenfassend:

«Sulfatreiches Trinkwasser ist imstande, bei Ratten eine wenigstens röntgenologisch nachweisbare Osteoporose zu erzeugen. Der Ersatz von Calciumcarbonat in der rachitogenen McCollum-Kost durch Calciumsulfat bewirkt bei den Versuchsratten z. T. ausgesprochene Wachstumshemmungen und frühzeitig Tod und in fast allen Fällen eine eigentümliche Mischung von Osteoporose und schwerer Rachitis. Diese Calciumsulfat-Rachitis läßt sich durch den Vi-De-Stoß makroskopisch, röntgenologisch und histologisch zur völligen Heilung bringen.»

Prof. *Glanzmann* gibt folgende Analyse des Wassers:

pH	7,1
CaO	0,7669 g im l, entsprechend 1,3687 g CaCO ₃ im l
SO ₃	1,2221 g im l, entsprechend 2,6275 g CaSO ₃ + 2 g H ₂ O im l

In der Probe, die ich im August 1950 in Händen hatte, fand ich:

Trockenrückstand	2340 mg im l
Glührückstand	2220 mg im l
Franz. Härtegrade	13,6, entsprechend 136 mg CaCO ₃ im l
pH	7,35

Bemerkenswert ist der hohe Fluorgehalt dieses Wassers. Er ist so hoch wie beim Wasser von Kaisten, dem bisher fluorreichsten Trinkwasser der Schweiz. Man fand bei den Kochversuchen:

² *Glanzmann, E., Meier, K., und Uehlinger, E.: Z. Vitaminforsch. (Schwz) 17, 130 (1946).*

a) Fluorgehalt	1,37 mg im l
b) 250 cm ³ Wasser werden in Glas 20 Min. gekocht und das Filtrat untersucht. Man findet	0,96 mg Fluor im l
c) 250 cm ³ Wasser werden in der Aluminiumpfanne 15 Min. gekocht. Man findet im Filtrat	0,93 mg Fluor im l

Der Verlust durch Adsorption an CaCO₃ beträgt hier 0,41 mg im l oder 29,8%, der Verlust durch Adsorption an Aluminium 0,03 mg im l oder 3,1%.

Kochversuche mit Milch

Diese Bestimmungen sind sehr schwer durchzuführen. Bei der Fluorbestimmung in organischen Stoffen muß ein alkalischer Zusatz gemacht werden, da sonst die Hauptmenge des Fluors beim Verbrennen entweicht. Als alkalischen Zusatz verwende ich Calciumacetat. Trotz diesem Zusatz geht ein Teil des Fluors stets verloren, und man ist genötigt, Parallelversuche mit Fluorzusatz auszuführen, um den prozentualen Verlust zu bestimmen und das Resultat zu korrigieren. Da nun die Verluste innerhalb gewisser Grenzen variieren, kann nicht mit absoluter Genauigkeit gerechnet werden.

Die Bestimmungen wurden mit je 25 cm³ Milch unter Zusatz von 4 cm³ n-Calciumacetat-Lösung ausgeführt.

- a) Fluorgehalt von 25 cm³ Milch ohne Fluorzusatz: 4,2 γ Fluor oder 16,8 γ % Fluor.
- b) 25 cm³ Milch + 20 γ Fluorzusatz: berechnet 24,2 γ ; gefunden 22,0 γ Fluor; Ausbeute = 91%.

Wenn wir nach dieser Ausbeute den Wert von a) korrigieren, finden wir 18,5 γ % oder aufgerundet 19 γ % Fluor.

c) 200 cm³ Milch + 160 γ Fluor werden in einem 1-Liter-Kolben vorsichtig aufgeköcht. Nach dem Erkalten und Wägen wird die 25 cm³ Ausgangsmilch entsprechende Menge verarbeitet. Man findet 21,5 γ Fluor.

d) 200 cm³ Milch + 160 γ Fluor werden in der Aluminiumpfanne mit einem Bunsenbrenner ohne Drahtnetz zum Sieden erhitzt. Die Erhitzungsdauer beträgt 3 Min. Auf 25 cm³ Ausgangsmilch findet man 24,4 γ Fluor.

Man hat also die Werte:

	γ Fluor
b) Direkte Bestimmung	22,0
c) In Glas aufgeköcht	21,5
d) In Aluminium aufgeköcht	24,4

Die Differenzen liegen innerhalb der Fehlergrenze. Weder beim Erhitzen in Glas noch in Aluminium ist ein Fluorverlust feststellbar.

Herrn *M. Pouterat* möchte ich für die Ausführung der pH-Bestimmungen, Herrn Kantonschemiker *Regazzoni* für die Zusendung von Trinkwasserproben bestens danken.

Die vorliegende Arbeit wurde unter finanzieller Hilfe der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften ausgeführt, wofür ich der Akademie bestens danke.

Zusammenfassung

Bei den beiden Wässern der Wasserversorgung von Lugano (Veleggio und Tamaro-Cusello) mit pH unter 7,0, bei welchen keine Kalk-

	pH	Verlust durch Adsorption an CaCO ₃		Verlust durch Adsorption an Aluminium	
		mg im l	% des Fluors	mg im l	% des Fluors
1. Berner Leitungswasser ohne Fluor-Zusatz	7,35	0,019	56	0,008	10
2. Berner Leitungswasser + 0,5 mg Fluor im l	7,35	0,138	28	0,034	6,7
3. Grundwasser von Vedeggio . .	6,70	0,00	0	0,00	0
4. Sorgenti Tamaro-Cusello . . .	5,90	0,00	0	0,00	0
5. Gipswasser, Stallquelle von Il Fuorn	7,35	0,41	29,8	0,03	3,1
6. Kuhmilch, Berner Markt. . . .	—	0,00	0	0,00	0

ausscheidung beim Kochen erfolgt, tritt weder beim Kochen in Glas noch in Aluminium Fluorverlust ein. Bei den beiden harten Wässern hingegen, dem Berner Leitungswasser und dem Gipswasser von Il Fuorn, die eine ähnliche vorübergehende Härte (17,0 und 13,6) haben, treten durch Adsorption an das ausfallende Calciumcarbonat beträchtliche Fluorverluste auf. Je höher der Fluorgehalt des Wassers ist, desto größer ist der absolute Verlust, während der relative Verlust bei dem fluorärmsten Wasser, dem Berner Leitungswasser ohne Zusatz, am höchsten ist, weil hier das Calciumcarbonat am stärksten überwiegt.

Beim Kochen der Speisen mit dem harten Wasser scheidet sich das ausfallende Calciumcarbonat und damit das Fluor in der Regel an den Speisen aus und geht für die Ernährung nicht verloren. Beim Kochen von Tee hingegen bleibt beim Abgießen des Wassers etwas Carbonat zurück, hier tritt wohl in der Regel ein gewisser Verlust auf. Bei Benützung von Boilerwasser zum Kochen ist bei hartem Wasser stets mit einem gewissen Fluorverlust zu rechnen.

Der Verlust durch Adsorption von Fluor an das Aluminium der Pfannen ist bei den weichen Wässern null, bei den harten Wässern sehr gering. Es ergibt sich daraus kein Argument gegen die Verwendung von Aluminiumkochgeschirr.

Bei der Milch ließ sich weder durch Erhitzen in Glas noch in Aluminium ein Fluorverlust feststellen. Es bildet sich offenbar gleich zu Beginn des Erhitzens eine Eiweißschicht auf dem Aluminium, welche den weiteren Austausch hemmt. Es ist auch nicht einzusehen, daß sich beim Kochen anderer Speisen Fluorverluste einstellen sollten. Man kann somit sagen, daß Verluste an Fluor beim Kochen kaum auftreten, jedenfalls nicht deutlich ins Gewicht fallen.

Résumé

	pH	Perte par adsorption sur CaCO ₃		Perte par adsorption sur Aluminium	
		mg/l	% de Fluor	mg/l	% de Fluor
1. Eau de la Ville de Berne sans addition de Fluor	7,35	0,019	56	0,008	10
2. Eau de la Ville de Berne avec addition de 0,5 mg/l de Fluor	7,35	0,138	28	0,034	6,7
3. Eau de fond de Vedeggio . . .	6,70	0,00	0	0,00	0
4. Sorgenti Tamaro-Cusello . . .	5,90	0,00	0	0,00	0
5. Eau gypseuse, source « Stall » de Il Fuorn	7,35	0,41	29,8	0,03	3,1
6. Lait de vache, du marché bernois	—	0,00	0	0,00	0

Les deux eaux de la Ville de Lugano (Vedeggio et Tamaro-Cusello) qui ont un pH inférieur à 7,0 et ne forment pas de dépôt calcaire lors de la cuisson, ne présentent pas de pertes de fluor lorsqu'on les bouillit dans du verre ou encore dans de l'aluminium. Par contre, il y a dans les deux eaux dures, celle de la Ville de Berne et l'eau gypseuse de Il Fuorn, qui présentent une dureté passagère similaire (17,0 et 13,6), des pertes assez considérables de fluor dues à une adsorption par le carbonate de calcium qui précipite. Plus la teneur en fluor de l'eau est élevée, plus la perte absolue est grande, tandis que la perte relative pour l'eau la plus pauvre en fluor, l'eau de la ville de Berne sans addition, est la plus élevée, car c'est dans ce cas que le carbonate de calcium prédomine le plus.

Lors de la cuisson d'aliments avec une eau dure, le carbonate de calcium qui précipite se dépose en règle générale, sur les aliments, de sorte que le fluor qui a été entraîné n'est pas perdu pour l'alimentation. Lors de la préparation du thé, par contre, il y a une certaine perte, car le carbonate reste dans la casserole. De même il y a toujours une certaine perte de fluor lorsque l'on utilise pour la cuisson une eau dure ayant été chauffée dans un boiler.

La perte de fluor par adsorption sur l'aluminium des casseroles est nulle pour une eau douce, et très faible pour une eau dure. On ne peut donc tirer de ceci aucune argumentation contre l'utilisation de récipients en aluminium.

On n'a pu constater dans le lait aucune perte, ni par cuisson dans le verre, ni par cuisson dans l'aluminium. Il semble se former dès le début de la cuisson une couche de protéines sur l'aluminium qui rend impossible

tout échange ultérieur. D'autre part, on ne voit pas comment il pourrait se produire des pertes lors de la cuisson d'autres aliments. On peut dire ainsi qu'il ne se produit guère de pertes en fluor lors de la cuisson et qu'en tout cas elles ne tirent pas beaucoup à conséquence.

Riassunto

	pH	Perdita dovuta all'assorbimento dal CaCO ₃		Perdita dovuta all'assorbimento dall'alluminio	
		mg per litro	% del Fluoro	mg per litro	% del Fluoro
1. Acqua potabile di Berna, senza aggiunta di Fluoro	7,35	0,019	56	0,008	10
2. Acqua potabile di Berna, con aggiunta di 0,5 mg Fluoro per litro	7,35	0,138	28	0,034	6,7
3. Acqua del sottosuolo del Vedeggio	6,70	0,00	0	0,00	0
4. Sorgenti Tamaro-Cusello	5,90	0,00	0	0,00	0
5. Acqua ricca in gesso, sorgente Stalla di Il Fuorn	7,35	0,41	29,8	0,03	3,1
6. Latte di mucca del mercato bernese	—	0,00	0	0,00	0

Per le due acque provenienti da Lugano (Vedeggio e Tamaro-Cusello), per le quali si notano un pH inferiore a 7,0 e nessun precipitato calcareo durante la bollitura, non rileviamo perdite di fluoro dopo bollitura dell'acqua sia in recipienti di vetro o d'alluminio. Per contro per le acque di Berna e l'acqua ricca di gesso di Il Fuorn, le quali hanno pressapoco la stessa durezza temporanea (17,0 e 13,6) si notano rilevanti perdite di fluoro assorbito dal carbonato di calcio precipitato.

La perdita assoluta di fluoro è più rilevante per le acque le più ricche in fluoro mentre la perdita relativa delle acque le più povere in fluoro, in questo caso le acque di Berna senza aggiunta, è più alta, visto la predominanza del carbonato di calcio.

Nella cottura di alimenti in acqua dura il fluoro fissato dal carbonato di calcio precipita generalmente sugli alimenti, quindi non è perso per l'alimentazione. Nella preparazione del tè invece, bisogna far conto con una certa perdita di fluoro dovuta al deposito di carbonato di calcio.

Cuocendo con acque dure ed usando acqua di boiler, devesi contare su perdite di fluoro.

Le perdite di fluoro per assorbimento dall'alluminio sono nulle per le

acque dolci e debolissime per le acque dure. L'uso di utensili d'alluminio non è dunque controindicato per evitare perdite di fluoro.

Per il latte, sia che venga bollito in recipienti di vetro o in recipienti di alluminio, non vengono constatate perdite di fluoro. Lo strato di albumina che si forma da principio sul metallo impedisce gli scambi ulteriori. Non è da prevedersi che la cottura di altri alimenti conduca a delle perdite di fluoro. In conclusione si può dedurre che le perdite di fluoro nella cottura non siano importanti.

Summary

	pH	Loss by adsorption on CaCO ₃		Loss by adsorption on Aluminium	
		mg per l	% of the Fluorine	mg per l	% of the Fluorine
1. Berne tap water, without addition of Fluorine	7,35	0,019	56	0,008	10
2. Berne tap water, + 0,5 mg Fluorine per l	7,35	0,138	28	0,034	6,7
3. Ground water from Vedeggio .	6,70	0,00	0	0,00	0
4. Sorgenti Tamaro-Cusello . . .	5,90	0,00	0	0,00	0
5. Water containing CaSO ₄ , Il Fuorn « Stall » spring . . .	7,35	0,41	29,8	0,03	3,1
6. Cow's milk Berne market . . .	—	0,00	0	0,00	0

There is no loss of Fluorine when samples of the waters from the City of Lugano (Vedeggio and Tamaro-Cusello), of pH inferior to 7,0, are boiled in glass or aluminium pans, since these waters do not form a calcareous sediment. As a set-off, there are rather considerable losses of Fluorine occurring in hard waters, when they are boiled, owing to adsorption of Fluorine by the CaCO₃ sediment; this is for instance the case with the waters from the City of Berne and from the Il Fuorn spring (the Il Fuorn water contains CaSO₄), both these waters having a similar temporary hardness (17,0 and 13,6). The more Fluorine the water contains, the greater the absolute loss; however, the relative loss of Fluorine is the highest for the water containing the less Fluorine: the water from the City of Berne, without addition of Fluorine, since in this case its calcium carbonate content predominates.

When foodstuffs are cooked in hard water there occurs practically no loss of Fluorine, since the calcium carbonate, which has adsorbed it, precipitates on them. As a set-off, there occurs a certain loss of Fluorine when tea is prepared, since the carbonate remains in the pan. Likewise

there occurs always a certain loss of Fluorine when one uses for the cooking a hard water that has been heated in a boiler.

The adsorption of Fluorine by the aluminium of the pans is null for soft water and very weak for hard water. Consequently, one cannot use this as evidence for recommending not to use aluminium pans.

No loss of Fluorine has been found to occur when milk is cooked in glass or in aluminium pans. It seems that a protein layer is built upon the aluminium right at the beginning of the cooking and that this layer prevents any further exchange. Moreover, one cannot see how losses of Fluorine might occur in the cooking of other foodstuffs. Consequently, one can say that practically no loss of Fluorine occurs during cooking; should there be losses notwithstanding, they certainly are of no great importance.