

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène  
**Band:** 20 (1929)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Ueber den Arsengehalt natürlicher und mit Arsenpräparaten behandelte Lebensmittel  
**Autor:** Fellenberg, Th. von / Werder, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983881>

### **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:** 15.10.2024

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

## Ueber den Arsengehalt natürlicher und mit Arsenpräparaten behandelter Lebensmittel.

Von Dr. TH. von FELLENERG.

(Aus dem Laboratorium des Eidgenössischen Gesundheitsamtes in Bern,  
Vorstand: Dr. J. Werder.)

Die Kenntnis des Arsengehaltes unserer Nahrungsmittel hat von verschiedenen Gesichtspunkten aus ein Interesse. Während man früher den in kleinster Menge in der Nahrung und im menschlichen Organismus vorkommenden Elementen wenig Beachtung geschenkt und sie mehr nur als zufällige Verunreinigungen angesehen hatte, ist man in den letzten Jahren immer mehr von der lebenswichtigen Bedeutung mancher dieser Elemente überzeugt worden. So wird es wohl auch kaum bezweifelt werden können, dass ein pharmakologisch so wirksames Element, wie das Arsen eine bestimmte Rolle im Organismus spielt, obschon die Verhältnisse hier offenbar nicht so einfach liegen, wie etwa beim Jod, dessen Funktion sich besonders auf ein bestimmtes Organ, die Schilddrüse, erstreckt.

Wie es beim Jod vorkommen kann, dass bestimmte Gegenden weniger von diesem Element in dem Menschen zugänglicher Form enthalten, als für dessen Gesundheit zuträglich ist, so ist die Möglichkeit eines solchen Mangels auch für das Arsen nicht ganz von der Hand zu weisen.

Andererseits nehmen wir mit Spuren unserer modernen Pflanzenschutzmittel, die den Früchten anhaften, unter Umständen Arsenmengen zu uns, welche weit über die gewöhnliche Aufnahme hinausgehen, so dass man sich fragen muss, ob Gesundheitsschädigungen dadurch nicht zu befürchten sind. Da es sich bei den arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln hauptsächlich um Bleiarsenat handelt, sind natürlich auch Bleivergiftungen dadurch möglich, dies um so eher, da ja Blei ein akkumulatives Gift ist, welches nicht so leicht aus dem Organismus ausgeschieden wird wie Arsen. Zudem gelangt Blei in viel grösserer Menge an die Früchte als Arsen, da im Bleiarsenat,  $Pb_3(AsO_4)_2$ , 4,14 Gewichtsteile Blei auf 1 Gewichtsteil Arsen entfallen.

Die mir gestellte Aufgabe bestand nun darin, experimentell festzustellen, welche Arsenmengen natürlicherweise in unserer gewöhnlichen Nahrung vorkommen und was für Mengen durch mit Arsenpräparaten, besonders Bleiarsenat gespritzte Früchte aufgenommen werden können.

Die Frage ist aktuell, da verschiedene Kantonsregierungen, so auch der Kanton Bern, das Spritzen mit Bleiarsenat für dies Jahr gestattet haben und das Mittel auch bereits in sehr grossem Umfange angewandt

worden ist. Dabei sind selbstverständlich gewisse Formalitäten zu beobachten. Das Bleiarsenat wird von einer Stelle aus, der Zentralstelle für Obstbau in Oeschberg-Koppigen nebst genauer Anleitung über seine Verwendung und die bei der Verwendung zu beobachtenden Vorsichtsmassregeln an die Interessenten abgegeben.

Das Bleiarsenat wirkt gegen Frassraupen wie Obstmade, Frostspanner, Knospenwickler, Gespinstmotten und andere Schädlinge. Es kann in gewissen Fällen vor der Blüte angewendet werden, meist aber wird das erste mal nach dem Abfallen der Blütenblätter gespritzt und ein zweites mal, wenn die Früchte Walnussgrösse erreicht haben.

Die Untersuchung von gespritztem Obst war mir in genügend ausgiebigem Masse nur möglich durch das Entgegenkommen verschiedener Amtsstellen, welche mir in reichlicher Menge ihr Material zur Verfügung stellten. Ich spreche meinen Dank speziell aus, den Herren *Schenk*, Obergärtner des Berner botanischen Gartens; *Spreng*, Vorstand der Zentralstelle für Obstbau in Oeschberg-Koppigen; *Christen*, Direktor der landwirtschaftlichen Schule Rütte und *Benvegnin*, Chef der Chemischen Abteilung der Station fédérale d'essais viticoles in Lausanne.

Zur Arsenbestimmung wurde die in der vorhergehenden Arbeit angegebene Methode benutzt. Die Werte sind in  $\gamma$  ( $1 \gamma = 0,001 \text{ mg}$ ) angegeben.

Da Bleiarsenat sehr schwerlöslich ist, wird es sich bei der vollausgereiften Frucht noch an derselben Stelle ihrer Oberfläche befinden, an welcher es beim Spritzen aufgebracht worden ist. Eine andere Frage ist es, ob ein Teil des Arsens vielleicht bis ins Innere der Frucht eingedrungen sein könnte. Die Hauptsache wird also aller Wahrscheinlichkeit von der ersten Spritzung her noch am Blütenrest, der sogenannten Fliege, und dem Stiel, von der zweiten Spritzung her ausserdem an der Haut der Früchte anzutreffen sein.

Es wurden eine Reihe von Obstproben auf die Verteilung des Arsens auf der Fruchtoberfläche hin untersucht. Die Resultate sind in der nächsten Tabelle zusammengestellt.

Verteilung des Arsens auf der Fruchtoberfläche nach dem Spritzen  
Tab. 1. mit Bleiarsenat.

Herkunft	Blütenrest		Stiel		Haut		Summe $\gamma$
	$\gamma$	%	$\gamma$	%	$\gamma$	%	
1. Birne, botan. Garten, Bern . . . . .	8,9	53	0,8	5	7,2	43	16,8
2. » Gampelen . . . . .	7,1	33	0,9	4	13,8	63	21,8
3. Apfel, Huttwil . . . . .	1,8	28	0,4	6	4,5	67	6,7
4. » Ferenberg . . . . .	1,5	32	0,3	6	2,9	61	4,7
5. » » . . . . .	1,4	23	0,7	11	4,1	66	6,2

	Blütenrest und Stiel		Haut		Summe
	$\gamma$	%	$\gamma$	%	
5. Birne, botan. Garten, Bern . . . . .	16,3	54	14,0	46	30,3
7. » » » » . . . . .	13,0	64	7,5	36	20,5
8. Apfel, Gampelen . . . . .	0,5	50	0,5	50	1,0
9. » » . . . . .	1,1	29	2,7	71	3,8
10. » Kappelen . . . . .	0,05	25	1,5	75	2,0
11. » » . . . . .	0,5	14	3,1	86	3,6
12. » Bützberg . . . . .	1,5	34	2,9	66	4,4
13. » Ferenberg . . . . .	1,8	72	0,7	28	2,5
14. » Bützberg . . . . .	3,8	73	1,4	27	5,2

Es wurden in der Regel drei Früchte zusammen untersucht und der Durchschnitt gezogen; bei Nr. 1, 6 und 7 waren es nur 2 Früchte. Im obern Teil der Tabelle wurden Blütenrest, Stiel und Haut besonders analysiert, im untern Teil wurden Blütenrest und Stiel zusammengenommen. Zufälligerweise stiess ich bei diesen Untersuchungen hauptsächlich auf schwach gespritztes Obst. Die Verteilung scheint aber bei dem stark und dem schwach gespritzten eine ähnliche zu sein. Die Birne Nr. 6 war nur einmal gespritzt worden, alle andern Proben zwei mal.

Der Fruchtstiel hat in allen Fällen am wenigsten Arsen erhalten, 4—11% der Blütenrest wechselnde Mengen von 23—53% oder, mit dem Stiel zusammen, bis 73% die Haut 27—86%. Die Verteilung hängt natürlich von verschiedenen Umständen ab, vom Zeitpunkt des Spritzens, von der Grösse der Frucht beim zweiten Spritzen und von der jeweiligen Intensität der Spritzung.

Um festzustellen, ob sich im Innern der Frucht Arsen in erhöhtem Masse feststellen lässt, wurden gespritzte Früchte sorgfältig geschält. Als nun die Hände und das verwendete Messer gründlich gereinigt worden waren, wurde nochmals eine Schicht um die ganze Frucht herum abgetrennt und nur das Innere untersucht. Diese Vorsichtsmassregel war notwendig, um jede Verunreinigung von aussen zu vermeiden. Man fand in 100 g Fruchtfleisch bei einer Apfelsorte 3,1  $\gamma$ , bei zwei Birnensorten (Nr. 6 und 7 der Tab. 1) 3,5 und 3,9  $\gamma$  Arsen. Das sind Werte, welche das Normale kaum übersteigen. Somit befindet sich das vom Spritzen herrührende Arsen praktisch nur an der Oberfläche der Früchte.

Man suchte sich nun darüber Rechenschaft zu geben, ob das auf der Haut befindliche Arsen sich mechanisch entfernen lässt. Dass man es nicht einfach abwaschen kann, ist selbstverständlich; sonst müsste es bereits im Laufe der Vegetation durch den Regen abgewaschen worden sein.

Man verarbeitete je zwei Birnen von zwei verschiedenen Bäumen aus dem botanischen Garten, von welchen der eine nur eine Arsen-spritzung, direkt nach dem Blütenblätterfall, erhalten hatte, der andere noch eine zweite in einem spätern Stadium. Die Früchte wurden mit

einem Leinentüchlein gründlich abgerieben, nachdem zuvor die Blütenreste sorgfältig ausgeschnitten worden waren. Man verarbeitete die Blütenreste und Stiele für sich, die abgeriebene Haut besonders und das Tüchlein besonders und fand:

	Blütenrest u. Stiel		abgerieb. Haut		Tüchlein		Summe γ
	γ	%	γ	%	γ	%	
<i>Birne von Tongre</i> , einmal gespritzt . .	32,5	54	21,8	36	6,1	10	60,4
<i>Birne ohne Bezeichnung</i> zweimal gespritzt	26,0	64	10,0	24	4,9	12	40,9

Das abgeriebene Arsen beträgt im ersten Fall nur 10 % vom gesamten oder 32 % von dem auf der Haut befindlichen Arsen, im zweiten Fall 12 % vom gesamten oder 22 % von dem auf der Haut befindlichen. Es gelingt somit nur zum kleinen Teil, das Arsen mechanisch von der Haut zu entfernen. Es dürfte beim Reiben in die Wachsschicht hineingerieben werden, welche die Haut überzieht und diese bleibt wohl wieder an den Unebenheiten der Hautoberfläche haften.

Nach *Waser*<sup>1)</sup> soll ein amerikanisches Verfahren, das mit Spritzmitteln auf die Oberfläche der Früchte gelangende Arsen zu entfernen, darin bestehen, dass man die Früchte 5 Minuten lang in 0,3—0,5 %ige Salzsäure eintaucht und mit Wasser gründlich nachwäscht.

Ich habe dies Verfahren in einem Falle nachgeprüft. Zwei gespritzte Wintercitronenäpfel wurden hintereinander je 5 Minuten lang in 200 cm<sup>3</sup> reinste 0,5 %ige Salzsäure eingelegt und gründlich unter dem Wasserhahn nachgewaschen, allerdings ohne Verwendung einer Bürste. Ich fand nachher in Blütenrest, Haut und Stiel zusammen 26,3 γ, in der Salzsäure ebenfalls 26,3 γ. Durch die Salzsäurebehandlung ist somit nur die Hälfte des Arsens entfernt worden.

Dies Verfahren wäre natürlich nicht aussichtslos, es könnte aber nur in Grossbetrieben in Frage kommen, welche über die notwendigen Einrichtungen für eine solche Reinigung und auch zum Trocknen der Früchte verfügen würden.

Von Trauben stand mir nur eine Probe gespritzten Materials zur Verfügung und zwar weisse Trauben. Sie waren drei mal mit 2% Kupfervitriol und 2% Bleiarsenat gespritzt worden, am 23. Mai, 10. Juni und 20. Juni. Man fand in 100 g Beeren 29,7 γ und in 100 g Kämmen 1230 γ Arsen. Da 100 g Beeren das Gewicht von 9,7 frischen Kämmen entsprach, kamen auf die Kämmen von 100 g Beeren 118 γ As. Somit waren 20 % von dem Arsen, welches an der ganzen Traube war, an den Beeren.

Nun wurde eine Traube von 100 g Gewicht mit 400 cm<sup>3</sup> Wasser gewaschen und das Waschwasser auf Arsen geprüft. Es fanden sich 14,9 γ darin. Ein gewisser Teil des Arsens lässt sich also abwaschen, aber auf die ganze Traube mit Kamm berechnet, macht dies nicht eben viel aus.

<sup>1)</sup> Diese Mitt., 20, 147, 1929.

Es wurden nun Traubenbeeren ausgesaugt und die Häute auf Arsen geprüft. Auf 100 g Trauben fand man in den Häuten 4,3  $\gamma$  Arsen. Somit sind ungefähr 15 % des Arsens in den Häuten geblieben.

Man untersuchte nun noch den ausgepressten Saft der Trauben und fand 8,2  $\gamma$  in 100 g Saft.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch der fertige Wein der gespritzten Trauben Arsen enthält. Solchen Wein habe ich zwar bis jetzt nicht in Händen gehabt; ich konnte aber an Obstwein einige Versuche machen, welche meiner Ansicht nach auch auf Wein übertragbar sind.

6 Stück mit Bleiarsenat gespritzte Äpfel = 557 g, Sorte Chrüselrainer von Oeschberg wurden gemahlen und von Hand gründlich ausgepresst. Man erhielt 74 % Saft, 18,7 % Trester, während 7,3 % bei der Verarbeitung verloren gingen. Man fand in 100 g Saft 10,7  $\gamma$  Arsen und in 100 g Trester 27,6  $\gamma$ .

In den Trestern hat sich somit das Arsen etwas angereichert. Die Anreicherung ist aber gering, da auf 100 Teile Saft nur 25,3 Teile Trester fallen. Es gelangen vom ganzen in den Früchten vorhandenen Arsen 80 % in den Saft und nur 20 % in die Trester.

Der Versuch zeigt, dass Bleiarsenat im sauren Äpfelsaft nicht unerheblich löslich ist. Es stimmt dies damit überein, dass sich das Bleiarsenat durch Salzsäure bis zu einem gewissen Grade abwaschen lässt und auch damit, dass wir im Traubensaft und im Waschwasser der Trauben — beim Waschen der Trauben geht ja immer etwas Saft mit in Lösung — Arsen gefunden haben.

Nun interessierte weiter die Frage, ob das Arsen bei der Gärung aus dem Most ausgeschieden wird oder ob es darin bleibt. Man liess ca. 250 cm<sup>3</sup> Most unter Zusatz von etwas Hefe gären. Nach 12 Tagen, als die Gärung beendet war, filtrierte man, indem man die Flüssigkeit sorgfältig vom Satz abgoss, mehrmals durch dasselbe Faltenfilter, bis der Obstwein vollständig klar war. Man fand nun in 100 cm<sup>3</sup> 11,4  $\gamma$  Arsen, also unerheblich mehr, als man anfänglich im Süßmost gefunden hatte. Die Hefe, von welchem der Obstwein abgegossen war, betrug ziemlich genau 10 g. Man bestimmte auch darin Arsen und fand 5,7  $\gamma$ . Somit sind von je 100 cm<sup>3</sup> Most ungefähr 2,3  $\gamma$  Arsen oder rund 20 % in die Hefe gegangen, die Hauptsache aber findet sich im fertigen Obstwein wieder.

Die Verhältnisse sollten nun noch bei dem nach dem Sterilisierverfahren gewonnenen Süßmost geprüft werden. Das gebräuchlichste Verfahren besteht darin, dass der frische Saft sterilisiert und längere Zeit aufbewahrt wird, bis er sich geklärt hat. Dann wird filtrierte und nochmals sterilisiert.

Im kleinen konnte ich wegen der Schwierigkeit der Filtration nicht genau auf diese Weise verfahren; auch war es nicht tunlich, die Probe bis zur vollständigen Klärung hinzustellen. Ich ging daher so vor. Zwei Birnen, Sorte Notaire Lepin, 2 mal mit 2%igem Bleiarsenat behandelt = 248 g wurden gemahlen und von Hand gepresst. Man erhielt 139 g Saft und 69 g Trester. Im Saft fanden sich 17,3  $\gamma$  oder 47%, in den Trestern 19,9  $\gamma$  oder 53% des Arsens.

Der Saft wurde nun durch Papierbrei filtriert. Im Rückstand fand man 1,8  $\gamma$  Arsen. Das Filtrat wurde auf 30 cm<sup>3</sup> eingedampft und wieder durch Papierbrei filtriert und wiederholt nachgewaschen. Im Rückstand fanden sich 2,0  $\gamma$  Arsen und in dem nunmehr klaren Filtrat 13,5  $\gamma$ .

Bei diesen Birnen blieb verhältnismässig mehr Arsen in den Trestern zurück als in den Äpfeln, 53 gegen 20% und dies wohl wegen ihres geringern Säuregrades. Das Arsen, welches in den Saft gelangt, lässt sich aber beim Abfiltrieren der Trübstoffe nur zum geringen Teil, ca. 22%, zurückhalten. Somit enthält der aus arsengespritztem Obst hergestellte Süssmost erhebliche Mengen Arsen.

Hier sei noch kurz eine Frage berührt, welche streng genommen nicht in diese Arbeit über den Arsengehalt der Früchte gehört, wegen ihrer gesundheitlichen Bedeutung aber nicht übergangen werden darf, die Frage nach dem Bleigehalt der Weine und Obstweine.

Wie erwähnt, enthält Bleiarsenat auf 1 Teil Arsen 4,14 Teile Blei, wie dies aus der Formel der Verbindung hervorgeht. Man musste sich nun fragen, geht das Blei mit dem Arsen in den Süssmost bzw. in den fertigen Wein und Obstwein oder wird es vielleicht durch die Gerbstoffe oder durch Eiweisskörper oder irgendwelche andern Verbindungen niedergeschlagen und verbleibt im Trub.

Eine quantitative Ausfällung des Bleis durch die genannten Verbindungen ist von vorneherein nicht wahrscheinlich. Wenn Farbstoff, Gerbstoff und andere hochmolekulare Verbindungen in einem Wein niedergeschlagen werden sollen, so genügt es nicht, ein lösliches Bleisalz zuzusetzen; es muss zugleich für eine ganz schwach alkalische Reaktion gesorgt werden. Daher wird Bleiessig benützt; auch muss sich das Blei in grossem Ueberschuss befinden. Hier haben wir aber saure Reaktion und Blei in kleinsten Mengen. Der Versuch sollte die Frage entscheiden.

Bleibestimmungen in den kleinen hier in Betracht kommenden Mengen sind sehr schwierig auszuführen. Es gelang, in einer Birne mit 93,5  $\gamma$  Arsen eine Menge von 337  $\gamma$  Blei zu finden, während die Theorie 387  $\gamma$  erfordert, und zwar durch Fällen des Bleis als Sulfat, Ueberführen in das Chromat und Titrieren auf jodometrischem Wege. Bei meinem vergorenen Äpfelmost und dem Birnensüssmost konnte ich das Blei unzweifelhaft als Chromat nachweisen; die Bestimmung fiel aber

hier wegen der winzigen Mengen zu fehlerhaft aus, als dass sie hier angegeben werden könnte. Es sind weitere Untersuchungen in diesem Sinne im Gange.

Wenn also bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden konnte, ob sich das Blei in dem dem Bleiarsenat entsprechenden Verhältnis im Wein und Süssmost vorfindet, so ist doch wenigstens mit Sicherheit festgestellt, dass Blei überhaupt darin vorhanden ist.

Kommen wir auf das arsengespritzte Obst zurück. Da sich gezeigt hatte, dass das Bleiarsenat sich nur an der Oberfläche der Früchte befindet, erübrigte es sich, die ganzen Früchte zu verbrennen; man begnügte sich damit, Blütenrest, Stiel und Haut in Arbeit zu nehmen. Das bringt natürlich eine grosse Ersparnis an Zeit und Reagentien, vor allem an Wasserstoffsperoxyd mit sich. In der Tabelle 2 sind meine Analysen von gespritztem Obst zusammengestellt. Wo nichts anderes bemerkt ist, wird der Gehalt in  $\gamma$  As pro einzelne Frucht angegeben. Jede senkrechte Reihe enthält Früchte von demselben Baum, nach steigendem Arsengehalt geordnet.

Tab. 2. *Arsengehalte von gespritztem Obst.*

Herkunft: Berner botanischer Garten.

A.							B.			
	Basler Zwetschgen	Birne von Tongre	Apfel, Lansberger Reinette	Apfel, Weisser Winterkalvill	Williams Butterbirne	Apfel Transparent de Croncels	Apfel Reinette	Birne	Williams Butterbirne	Birne
2 Stück	2	14	5	5	15	10	4	5	5	16
2 »	4	15	8	6	24	30	4	5	5	17
2 »	4	26	10	14	29	38	9	6	6	20
5 »	12	—	13	20	31	66	10	6	6	
			14	35	32		13	7	7	
			28	58	33			8	13	
			68					20	13	
									20	
									43	
<b>Mittel</b>	1,8	18,3	20,6	23,0	27,2	36,0	8,0	8,2	13,8	17,7

A. 1 Mal gespritzt mit 2% igem Bleiarsenat.

B. 2 Mal gespritzt mit 2% igem Bleiarsenat.

Ausser der ersten Reihe, Basler Zwetschgen, handelt es sich überall um Aepfel und Birnen. Die Zwetschgen lassen sich natürlich nicht direkt mit den grossen Früchten vergleichen. Die einmal gespritzten Früchte des botanischen Gartens enthalten im Mittel 18,3—36  $\gamma$ , je nach dem Baum, die zwei mal gespritzten 8—17,7  $\gamma$ , also bedeutend



## Herkunft: Zentralstelle für Obstbau in Oeschberg-Koppigen.

C.

D.

Apfel Boscoop	Apfel Goldbarmäne	Apfel Gravensteiner	Apfel Kasseler Reinette	Berner Rosenapfel	Apfel Chrüselrainer	Bohnapfel	2 Mal	2 Mal	4 Mal		
							1/2 ‰ig	3/4 ‰ig	1 ‰ig		
							Apfel Chrüselrainer	Apfel Boscoop	Bohnapfel	Berner Rosenapfel	Apfel Kasseler Reinette
1	2	3	12	22	13	36	1	7	5	4	5
2	2	3	21	26	25	54	2	8	15	6	7
3	8	3	24	29	46	56	3	13	16	6	10
	12	11									
	13	13									
		21									
Mittel: 2,0	2,4	9,0	4,0	25,7	28,0	48,7	2,0	9,3	12,8	6,3	7,3

C. 2 Mal gespritzt mit 2 ‰igem Bleiarsenat.

D. Gespritzt mit Nosprisit.

## Herkunft: Landwirtschaftliche Schule Rütli;

## Station Viticole Lausanne.

E.

F.

Apfel Kasseler Reinette	Apfel Champagner Reinette	Apfel Boscoop	Apfel Kasseler Reinette	Apfel Baumanns Reinette	Apfel Sauergranech	Apfel Pommes Châteignes	Birne Poire Notaire Lepin
2	5	4 Stück = 32	5	8	7	10	69
5	6		6	11	21	11	83
5	7		7	16	38	13	91
5	11		17	18	46	17	107
						17	117
						18	
						21	
						22	
						25	
Mittel: 4,2	7,3	8,0	8,8	13,2	28,0	20,5	93,4

E. 2 Mal gespritzt mit 2 ‰igem Bleiarsenat.

F. 2 Mal gespritzt mit 2 ‰igem Bleiarsenat.

## Herkunft: Obst verschiedener Herkunft von Oeschberg-Koppigen geliefert.

Mittel von je 3 Äpfeln desselben Baumes.

Gampelen, Apfel . . . . .	1	Ferenberg, Apfel . . . . .	3
» » . . . . .	4	» » . . . . .	5
Kappelen, » . . . . .	2	» » . . . . .	6
» » . . . . .	4	Huttwil, » . . . . .	7
Steffisburg, Birne . . . . .	3	Seewil, » . . . . .	7
» Apfel . . . . .	5	» » . . . . .	18
Bützberg, » . . . . .	4	» » . . . . .	26
» » . . . . .	5	Gampelen, Birne . . . . .	22

weniger. Die beiden Gruppen sind nicht von demselben Personal gespritzt worden, in einem Fall von einem Gärtner, welcher dort Obstbaukurse erteilt, im andern Fall vom Personal des botanischen Gartens selbst. Auch war der Zeitpunkt der Spritzung nicht genau derselbe. Es handelt sich auch bei den einmal gespritzten Bäumen um lauter Zwergobstbäume, bei den zweimal gespritzten teilweise um Hochstämme. Wie die Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen in denselben Gruppen gross sind, so sind sie es auch zwischen den einzelnen Früchten desselben Baumes. So finden wir im ganzen Schwankungen von 5—68  $\gamma$  in der ersten und von 4—43  $\gamma$  in der zweiten Gruppe, wie dies ohne weiteres verständlich ist. Es zeigt dies, dass man nur durch Untersuchung vieler Einzelfrüchte einen genauern Einblick in die Verhältnisse gewinnen kann.

In den andern Gruppen haben wir je nachdem bei dem einzelnen Baum gleichmässiger oder ungleichmässiger Resultate. Auffallend sind die grossen Schwankungen von Baum zu Baum in der Gruppe C. Der Zufall bei der Probeerhebung mag da eine Rolle spielen. Je nachdem die Früchte von demselben Ast genommen werden oder von verschiedenen Stellen des Baumes, sind gleichmässiger oder ungleichmässiger Werte zu erwarten.

Die höchsten Werte finden wir bei dem Birnbaum in Gruppe F, und zwar sind hier alle untersuchten Früchte arsenreich. Es handelt sich wahrscheinlich um Spalierobst, welches dem Regen nicht ausgesetzt war. Da das Material aus einer Versuchsanstalt stammt, kann mit der starken Spritzung ein bestimmter Zweck verbunden gewesen sein.

Jede Einzelfrucht wurde gewogen. Es hätte zu weit geführt, die Gewichte in der Tabelle auch anzugeben. Irgend ein Zusammenhang zwischen Gewicht und Arsengehalt besteht nicht. Folgende Zusammenstellung zweier beliebig herausgegriffener Reihen mag dies zeigen:

Williams Butterbirne, Gewicht der Früchte	73	79	87	100	101	103	105	119	136
$\gamma$ Arsen	6	13	13	5	5	7	43	6	26
Pommes Châteignes, Gewicht der Früchte	48	69	69	72	72	75	82	87	95
$\gamma$ Arsen	11	22	17	55	17	18	13	10	21

Je grösser die Früchte gewachsen sind, desto geringer muss natürlich ihr relativer Arsengehalt werden, da sich das einmal gegebene Arsen dann auf ein grösseres Gewicht verteilt.

Gehen wir nun zu den natürlichen Nahrungsmitteln über, um uns Rechenschaft darüber zu geben, welche Arsenmengen hierzulande etwa aufgenommen werden. Die nächste Tabelle gibt uns Auskunft darüber.

Tab. 3. *Arsengehalte von gewöhnlichen Lebensmitteln.*

	In frischer, bezw. lufttrockener Substanz	In Trocken- substanz	Trocken- substanz
	As in 100 g	As in 100 g	%
Kuhmilch . . . . .	2,3	ca. 17,7	ca. 13
Butter . . . . .	0	—	—
Rahm . . . . .	2,0	» 5,0	» 40
Hühnerei . . . . .	13,0	» 50,0	» 26,3
Hühnereiweiss . . . . .	7,3	» 54,5	» 14,5
Hühnereidotter . . . . .	23,6	» 48,0	» 49
Weizen . . . . .	13,8	» 15,6	» 87
Weissmehl . . . . .	12,6	» 14,7	» 87
Weizenkleie . . . . .	18,0	» 20,7	» 87
Reis . . . . .	16,0	» 18,4	» 87
Mais . . . . .	2,5	» 2,9	» 87
Erbsen, gelbe . . . . .	13,5	» 15,7	» 86
Erdnuss . . . . .	9,5	» 9,7	» 93
Kakao (mit Pottasche behand.)	105,5	» 114,0	» 92
Schokolade . . . . .	16,0	» 16,8	» 95
Honig . . . . .	0	—	—
Melasse . . . . .	3,3	» 4,1	» 80
Schnittmangold . . . . .	—	27,2	—
Federnkohl . . . . .	5,1	32,5	15,8
Spinat . . . . .	—	17,0	12,1
Feldsalat (Nüssler) . . . . .	4,6	43,0	10,8
Endivie . . . . .	2,2	21,2	10,2
Zwiebel . . . . .	2,0	11,6	17,5
Kartoffeln . . . . .	0,8	3,4	24,0
Pfälzerrüben . . . . .	0,5	4,5	10,0
Birnen, botan. Garten . . . . .	2,6	14,2	18,4
Äpfel, Cellini, botan. Garten . . . . .	2,7	19,2	14,1
Äpfel, Chrüselrainer . . . . .	1,0	7,2	13,9
Bohnapfel . . . . .	1,2	6,2	19,5
Pommes Châteignes . . . . .	3,6	—	—
Sultanien . . . . .	—	24	—
Weisswein, La Côte . . . . .	0,85	—	—
Bier, helles . . . . .	1,56	—	—

Die Werte sind meist mit einer Stelle hinter dem Komma, bei Wein und Bier mit 2 Stellen angegeben, da hier mehrere Hundert cm<sup>3</sup> verarbeitet worden sind. Wie in der vorhergehenden Arbeit ausgeführt wurde, sind nun aber die Schwierigkeiten bei der Bestimmung dieser kleinsten Arsenmengen recht gross und die Zahlen dürfen nicht als allzu genau angenommen werden, wohl aber geben sie die Grössenordnung gut wieder. Man verarbeitete bei Gemüse und Obst meist 100 g frische Substanz oder 20 g Trockensubstanz, bei den trockenen Lebensmitteln 20 g, so dass Werte von unter 5  $\gamma$  zur Bestimmung gelangten.

Wenn wir die Arsengehalte der Trockensubstanzen miteinander vergleichen, so fällt vor allem der hohe, bei Kakao gefundene Wert in die

Augen. Es handelt sich hier, wie die Untersuchung der Asche zeigte, um einen solubilisierten Kakao und das Arsen kann recht wohl von der bei der Verarbeitung verwendeten Pottasche herrühren. Die Schokolade ergab denn auch einen ähnlichen Wert, wie die übrigen Lebensmittel.

Nach dem Kakao finden wir den höchsten Gehalt in Hühnerei und zwar geben Eiweiss und Dotter, auf Trockensubstanz bezogen, ähnliche Werte, während auf die frische Substanz bezogen der Dotter bei weitem arsenreicher erscheint.

Die niedrigsten Werte geben Butter, Honig, Melasse und die Erdfrüchte, Kartoffeln und Rüben. Im übrigen zeigen Kuhmilch, Getreide, Leguminosen, Gemüse und Obst zwar etwas wechselnde Werte; wenn wir aber die geringe Anzahl der Analysen und gewisse Unsicherheiten in der Methodik in Betracht ziehen, so sticht keine dieser Gruppen aus den übrigen besonders hervor. Wir können sagen, dass alle unsere gewöhnlichen pflanzlichen Nahrungsmittel — weiter hinten wird von einer Ausnahme die Rede sein — als sehr arsenarm, besonders auch im Vergleich mit den mit Arsen gespritzten Früchten, bezeichnet werden müssen.

Fleischprodukte habe ich bisher noch nicht untersucht. Diese Lücke lässt sich aber ausfüllen durch die Werte, die *Billeter*<sup>1)</sup> in menschlichen Organen gefunden hat. Er fand, offenbar in getrocknetem Material, im Muskelfleisch 8,0  $\gamma$ , in verschiedenen Organen 5,9—14,7  $\gamma$ , in den Nebennieren bis 30,9  $\gamma$  in 100 g. Fleischprodukte werden somit der Grössenordnung nach ähnliche Arsenmengen enthalten wie die pflanzlichen Nahrungsmittel.

Kochsalz der Rheinsalinen wurde auch auf Arsen geprüft. In 5 g konnten kein Arsen nachgewiesen werden.

Einen gewissen, wahrscheinlich ziemlich wechselnden Anteil an unserer Arsenaufnahme macht das mit dem Trinkwasser aufgenommene Arsen aus. In unserm Berner Leitungswasser, Emmentaler Leitung, wurden 3  $\gamma$  Arsen pro Liter gefunden. Ueber den Gehalt einer grössern Reihe schweizerischer Trinkwässer hoffe ich bald berichten zu können.

In einer Reihe von Regenwässern fand man die in folgender Tabelle angegebenen Werte.

Tab. 4. *Arsengehalt von Regenwasser* (gefasst in Muri bei Bern).

	Regenhöhe	As im Liter
	mm	$\gamma$
14. September . . . . .	11,8	2,1
19. » . . . . .	9,3	4,9
20. » . . . . .	3,7 (in 3 Std.)	2,1
20./21. » . . . . .	10,9	1,7
6./7. Oktober . . . . .	8,5	1,7

<sup>1)</sup> Diese Mittl., 15, 160, 1924.

Es wurden alle Regenfälle zwischen dem 14. September bis 7. Oktober aufgefangen. Vom 19. bis 21. September fielen in Muri 23,9 mm Regen. Die Arsenmenge sinkt von einem Niederschlag zum andern; besonders erheblich ist die erste Abnahme.

Das Arsen wird also durch den Regen aus der Luft ausgewaschen. In welcher Form befindet es sich wohl in der Atmosphäre? Man dachte an die Möglichkeit, dass es als Arsenwasserstoff, also als Gas darin enthalten sei. Da ja Arsenverbindungen durch Schimmelpilze zu Arsenwasserstoff reduziert werden, könnte dieser Vorgang bei der Verwesung pflanzlicher Stoffe allgemein auftreten. Es liess sich aber nicht nachweisen, dass dies wirklich der Fall ist.

Der Regen wurde in der Regel in Steingutschalen unter Zusatz von etwas Permanganat aufgefangen und unter Zusatz von Schwefelsäure und Perhydrol eingedampft. Das Permanganat sollte allfällig vorhandenen Arsenwasserstoff oxydieren. Nun wurden Parallelversuche in der Weise ausgeführt, dass man den Regen ohne Permanganatzusatz aufging und zuerst auf ungefähr  $\frac{2}{3}$  eindampfte, bevor Schwefelsäure und Perhydrol zugesetzt wurde, um dadurch allfällig gelöste gasförmige Arsenverbindungen wegzukochen. Der Regen wurde zugleich an zwei verschiedenen Orten in ungefähr 4 km Entfernung am 19./20. September gefasst. Man fand:

In Muri mit Permanganatzusatz	4,3 $\gamma$ As im Liter
» » ohne	» 5,6 $\gamma$ » » »
» Bern mit	» 4,0 $\gamma$ » » »
» » ohne	» 3,8 $\gamma$ » » »

Bei dem Regenwasser in Muri wird ohne Permanganatzusatz etwas mehr Arsen gefunden als mit Permanganat. Dieser Mehrwert könnte aus dem Glas stammen, das Glas (vergl. die vorhergehende Arbeit) bereits bei sehr schwach alkalischer Reaktion Arsen an das Wasser abgibt. Bei den beiden Wässern in Bern ist der Wert mit und ohne Permanganat ungefähr gleich.

Es lässt sich daraus nicht auf eine gasförmige, durch Permanganat oxydierbare Verbindung schliessen. Die naheliegendste Annahme ist wohl die, dass es sich um arsenige Säure handelt, welche mit dem Rauch der Kamine in die Atmosphäre gelangt. Damit will aber eine Beobachtung nicht recht stimmen. Das Regenwasser von Bern wurde auf einer Terrasse des Eidgenössischen Gesundheitsamtes, in der Nähe der Bahnlinie gefasst, das Regenwasser von Muri hingegen in einem Villenquartier, entfernt von jeder Industrie. Da hätte man in Bern einen höhern Arsengehalt erwarten sollen, wie seinerzeit auch regelmässig auf der Terrasse des Gesundheitsamtes bedeutend mehr Jod gefunden wurde als in einem Aussenquartier von Bern.

Bei unsern in Tab. 3 angeführten Lebensmitteln wissen wir nichts über den Arsengehalt des Bodens, auf welchem sie gewachsen sind. Es ist die Möglichkeit vorhanden, dass sie alle auf ziemlich arsenarmen Boden gewachsen sind und daher wenig Arsen aufgenommen haben, es kann aber auch sein, dass alle diese Pflanzen selbst aus arsenreichem Boden nicht mehr als Spuren Arsen aufzunehmen vermögen. Ich war nun in der Lage, auch Pflanzen von sehr arsenreichem Boden zu untersuchen.

In der Nähe von Buus im Kanton Baselland (Station Gelterkinden) liegt auf Brauneisenerzuntergrund eine mit Unkraut und spärlichem Graswuchs bedeckte Wiese, die Erzmatt, welche vor 10 Jahren umgebrochen wurde und von da an kaum mehr Erträge lieferte. Dr. *Truninger*<sup>2)</sup>, derzeitiger Chef der agrikulturchemischen Versuchsanstalt Liebefeld, untersuchte die Verhältnisse genauer und entdeckte im dortigen Boden einen hohen Arsengehalt von 0,156 %, in 50—60 cm Tiefe von 0,995 %  $\text{As}_2\text{O}_3$ , während die Brauneisenerzschicht gar 5,87 %  $\text{As}_2\text{O}_3$  enthielt, welches in Form von Arsenkies vorzuliegen scheint. Die spärlichen Pflanzen, die dort wachsen, Gras, Klee, spitzer Wegerich, haben einen xerophylen Charakter, sie sehen mit ihrem gedrängten Wuchs und ihrer dunkelgrünen Färbung aus wie Pflanzen, welche unter Wassermangel leiden und *Truninger* führt das darauf zurück, dass die Pflanzen das Bestreben haben, so wenig Wasser wie möglich aufzunehmen und damit auch so wenig Arsen wie möglich.

Herr Dr. *Truninger* war so freundlich, mich an Ort und Stelle zu begleiten und mir bei der Probeentnahme mit seinem Rate behilflich zu sein.

Die folgende Tabelle zeigt die Arsengehalte des gesammelten Pflanzenmaterials und der erhobenen Erdproben und entsprechender Kontrollen.

Tab. 5.

*Materialien von arsenreichem Boden nebst einigen Kontrollen.*

	γ As in 100 g		
1. Kontrollerde, Muri bei Bern, Wiese, lufttrocken . . . . .			200
2. » » » » Garten . . . . .			240
3. Erde, Erzmatt, ungefähr von der Mitte . . . . .			158 000
4. » unter einem Apfelbaum, südlich Erzmatt . . . . .			15 100
5. » » » » etwas östlicher, als No. 4 . . . . .			9 300
6. » » » » Birnbaum, südöstlich der Erzmatt . . . . .			2 500
	γ As in 100 g	γ As in 100 g	Trockensubstanz
	frischer Substanz	Trockensubstanz	%
7. Apfel, auf der Erde No. 4 gewachsen	1,2	6,1	19,7
8. » » » » » 5 »	2,0	8,4	23,8
9. Birne » » » » 6 »	1,3	6,8	19,9

<sup>2)</sup> Siehe Landw. Jahrb. d. Schweiz, **36**, 1015, 1922.

	$\gamma$ As in 100 g lufttrockenem Material
10. Heu, Kontrolle aus der Umgegend der Erzmatt . . . . .	33,4
11. Heu, Erzmatt . . . . .	86,4
12. Emd, Kontrolle aus der Umgegend der Erzmatt . . . . .	27,0
13. Emd, Erzmatt . . . . .	322
14. Rotklee, Kontrolle . . . . .	22,0
15. Rotklee, Erzmatt . . . . .	81
16. Spitzer Wegerich, Erzmatt . . . . .	340
	In 100 g frischer Substanz
17. Regenwurm, Kontrolle, Muri . . . . .	560
18. Regenwurm, Erzmatt . . . . .	8 900

Wir sehen, dass bereits gewöhnliche Erde ziemlich arsenreich ist. Die Erde in Muri ist aus einer Grundmoräne des Aaregletschers bei der letzten Vergletscherung entstanden. Die Erde der Erzmatt enthält 700 bis 800 mal mehr Arsen als diese Kontrollerde. Der südlich an die Erzmatt angrenzende brauchbare Kulturboden trägt Obstbäume, welche uns Material lieferten. Die Erde unter diesen Bäumen enthält immer noch 10—70 mal mehr Arsen als die Erde von Muri, die Früchte dieser Bäume zeigen hingegen durchaus keinen erhöhten Arsengehalt gegenüber normalem Obst. Die Obstbäume nehmen also auch aus arsenreichem Boden nicht mehr Arsen auf als aus arsenarmen; wenigstens gelangt nicht mehr in die Früchte.

Die Heu- und Emdproben wurden dem Heustock des Pächters der Erzmatt, des Herrn *Handschin*, entnommen. Da dort Heu von verschiedenen Wiesen aufeinander geschichtet war, bot es einige Schwierigkeiten, das richtige Material herauszufinden und man kann sich fragen, ob nicht bezüglich der Heuprobe von der Erzmatt ein Irrtum unterlaufen ist. Wenigstens ist der grosse Unterschied im Arsengehalt des Heus und des Emdes der Erzmatt auffallend. Im Heu ist der Gehalt nur ungefähr 2,6 mal höher als bei der Kontrolle, beim Emd hingegen 15 mal. Nun sehen wir aber bei Vergleichung des Klees und des spitzen Wegerichs von der Erzmatt — beide Pflanzen haben wir selbst auf das sorgfältigste gesammelt — dass die einzelnen Pflanzen auf diesem arsenreichen Boden sehr verschiedene Arsenmengen aufnehmen; im spitzen Wegerich haben wir 4 mal mehr gefunden als im Klee. Gegenüber der Kontrolle ist aber auch der Klee arsenreich.

Nach Angabe des Herrn *Handschin* fressen die Pferde das Heu der Erzmatt nicht und den Schafen darf man es nur in Mischung mit anderm Heu verabreichen, da sie sonst krank werden. Auch beim Weidgang sind bei den Schafen Gesundheitsstörungen aufgetreten. Wir haben es also hier mit Arsenmengen zu tun, welche auf diese Tiere bereits toxisch wirken.

Kulturversuche mit den verschiedensten Kulturpflanzen schlugen auf der Erzmatt fehl. Es scheinen nur einige wenige Pflanzen, beson-

ders Unkräuter wie der spitze Wegerich, den hohen Arsengehalt auszuhalten und sind dann im Stande, verschieden hohe Arsenmengen aufzunehmen.

Ein interessantes Resultat gab die Untersuchung eines Regenwurms, der sich in der Bodenprobe von der Erzmatt befand. Tiere sind sehr selten in jenem Boden. Der Wurm war sehr kurz und dick und erinnerte darin an die Gestaltsänderung der Pflanzen, die unter dem Einfluss des Arsens stehen. Er wurde zwei Tage lang in gewöhnlichem Boden gehalten, gut gewaschen, mit Formalin getötet und nach Entfernen des Darminhaltes und gründlichem Waschen untersucht. Er wies einen 16 mal höhern Arsengehalt auf als der auch schon arsenreiche Wurm von Muri. Regenwürmer scheinen also stets arsenreich zu sein, können aber auf arsenreichem Boden geradezu erstaunliche Arsenmengen aufnehmen.

Wir haben gesehen, dass unsere gewöhnliche Nahrung recht arsenarm ist. Nun haben wir aber bisher nur die Nahrungsmittel unseres Binnenlandes berücksichtigt. Sobald wir die aus dem Meere stammenden Nahrungsmittel in Betracht ziehen, ändert sich die Sachlage erheblich.

*Bang*<sup>3)</sup> hatte gefunden, dass normale Urine in Schweden grossenteils sehr arsenreich sind. Er fand Gehalte bis zu 700  $\gamma$  As im Liter. *Cox* untersuchte ebenfalls schwedische Harne und fand bis 610  $\gamma$   $\text{As}_2\text{O}_3$  oder 460  $\gamma$  As im Tagesurin. Es zeigte sich dann, dass der Arsengehalt von der Fischnahrung herrührt und mit ihr wechselt. In verschiedenen Meerfischen fand *Cox* 10—300  $\gamma$   $\text{As}_2\text{O}_3$  auf 100 g frische Substanz und ähnliche Werte, 10—330  $\gamma$ , fand auch *Ramberg*.

Die nächste Tabelle zeigt einige Zahlen, die ich bei Meeres- und Süsswasserorganismen gefunden habe.

Tab. 6. Arsengehalt einiger Meeres- und Süsswasserorganismen.

Meeresorganismen.	$\gamma$ As in 100 g	$\gamma$ As in 100 g	Trockensubstanz
	frischer Substanz	Trockensubstanz	%
Häring, englischer, gekocht . . . . .	170	—	—
Fleisch . . . . .	380	ca. 850	ca. 20
Haut . . . . .	400	—	—
Schwanz . . . . .	180	—	—
Rückgrat . . . . .	130	—	—
Hoden . . . . .	160	—	—
Rogen . . . . .	—	—	—
Dorschmehl . . . . .	—	1550	—
Dorschlebertran . . . . .	—	70	—
Langusten 1. Probe . . . . .	410	1670	25,7
» 2. » . . . . .	410	1630	25,0
Badeschwamm . . . . .	—	550	—
Essbare japanische Alge, Kombu . . . . .	—	2010	—
» » » Nori . . . . .	—	3010	—

<sup>3)</sup> Siehe *Cox*, *Analyst*, 50, 3, 1925; Ref. *Zeitschr. f. anal. Chem.*, 66, 398, 1925.)



## Süßwasserorganismen.

Egli aus dem Zürichersee . . . . .	27	122	22,4
Felchen aus dem Vierwaldstättersee . . . . .	—	—	—
Fleisch . . . . .	11	43	25,1
Flossen und Schwanz . . . . .	49	170	28,5
Schuppen . . . . .	42	91	45,8
Moosähnliche Alge aus der Aare bei Muri	—	180	—

Auf Trockensubstanz berechnet, kann man in den Meeresfischen leicht über 1 mg As in 100 g finden. In zwei Proben Langusten wurden auch sehr hohe Gehalte gefunden. Die höchsten Gehalte ergaben zwei essbare, japanische Algen, von denen sich besonders die ersteren durch einen ausserordentlich hohen Jodgehalt, 264,5 mg in 100 g, ausgezeichnet hatte.

Die Arsengehalte der Süßwasserorganismen reichen bei weitem nicht an die Gehalte, welche bei Meeresorganismen gefunden worden sind, überragen aber doch die Werte der Landpflanzen (Tabelle 3) beträchtlich.

Man führte nun noch einen Arsenstoffwechselfersuch aus. Es wurden zwei Häringe von zusammen 200 g eingenommen, welche 900  $\gamma$  Arsen enthielten und der in den nächsten 24 Stunden ausgeschiedene Harn auf Arsen untersucht. Während normaler Harn von 24 Stunden 25  $\gamma$  Harn enthielt, fand man hier 570  $\gamma$  oder 63 % der eingenommenen Arsenmenge wieder. Somit wird das mit Meerfischen aufgenommene Arsen innert 24 Stunden mehr als zur Hälfte mit dem Harn ausgeschieden.

Wir kommen nun auf die anfangs gestellte Frage zurück: Sind durch das Spritzen des Obstes mit Bleiarseniat Arsenvergiftungen zu befürchten?

Wenn wir auch von den allerhöchsten gefundenen Werten absehen, so kann es doch immerhin leicht vorkommen, dass man Obst mit einem mittleren Gehalt von 50  $\gamma$  Arsen pro 100 g eingekellert hat. Davon mag man im Laufe des Winters täglich vielleicht 500 g essen. Wir können auch eine entsprechende Einnahme durch Süßmost oder vergorenen Obstwein annehmen. Dadurch würden wir etwa 250  $\gamma$  Arsen täglich zu uns nehmen, also etwa den vierten Teil von dem, was ich in zwei Häringen fand. Man wird nun auch durch tägliche Meerfischnahrung keine Gefahr laufen, sich mit Arsen zu vergiften; man hört auch nicht davon, dass sich ein Binnenländer etwa langsam an Meerfischnahrung gewöhnen müsse. Die toxische Arsendosis liegt höher. Daher scheint der Schluss gerechtfertigt, dass eine Arsenvergiftung durch Spritzmittel, die den Früchten anhaften, in der Regel nicht zu befürchten ist.

Ganz anders verhält es sich nun mit der Gefahr einer Bleivergiftung durch Bleiarsenat. Nach der rohen Schätzung, die wir soeben vornahmen, würden wir täglich zugleich mit den 250  $\gamma$  Arsen 1 mg Blei zu

uns nehmen. Da Blei ein akkumulatives Gift ist und wir vorläufig nichts darüber wissen, dass es etwa auch in die Reihe der lebensnotwendigen oder mit der normalen Nahrung aufgenommenen Elemente gehört, müssen wir die Bleiaufnahme in jeder Form und Menge streng zu vermeiden suchen und unsere Ansicht geht dahin, dass Bleiarsenat als Spritzmittel verboten werden sollte, dass aber andere Arsenpräparate, wie etwa Calciumarsenat mit gewissen Einschränkungen eher zu gestatten wären.

### Zusammenfassung.

Es wurden ungefähr 125 mit Bleiarsenat und 15 mit Nosprasisit (einer Kupfer-Arsenverbindung) gespritzte Früchte untersucht und darin Arsenmengen von einigen  $\gamma$  bis zu 117  $\gamma$  pro Frucht festgestellt.

Auch Süssmost und vergorener Obstwein, welcher aus gespritzten Früchten hergestellt ist, enthält erhebliche Mengen Arsen und auch Blei. \*)

In gewöhnlichen Lebensmitteln wurden durchwegs geringe Arsenmengen gefunden, im Maximum ungefähr 50  $\gamma$  in 100 g Trockensubstanz. Eine Ausnahme bildet solubilisierter Kakao, bei welchem das Arsen aus der verwendeten Pottasche stammen könnte.

In Regenwasser wurde regelmässig etwas Arsen gefunden.

Obst, welches auf arsenreichem Boden gewachsen ist, zeigte keinen erhöhten Arsengehalt, wohl aber ergaben Heu und Emd, ferner Rotklee und spitzer Wegerich starke bis sehr starke Erhöhung. Ausserordentlich arsenreich war ein Regenwurm aus arsenreichem Boden.

In Uebereinstimmung mit *Cox* und mit *Ramberg* wurden bei Meeresorganismen sehr hohe Arsenmengen gefunden; die höchsten Gehalte, 2 und 3 mg in 100 g fanden sich bei essbaren japanischen Algen.

Es wird aus diesen Untersuchungen der Schluss gezogen, dass arsengespritzte Früchte kaum zu Arsenvergiftungen Anlass geben dürfen. Hingegen ist das Bleiarsenat wegen seines Bleigehaltes zu verwerfen und sollte durch andere Arsenpräparate, wie Calciumarsenat, ersetzt werden.

\*) *Nachtrag*. Erst während der Drucklegung kommt mir die Arbeit von *Kielhöfer*<sup>4)</sup> zu Gesicht, worin gezeigt wird, dass ein beträchtlicher Teil des Bleis mit der Hefe abgeschieden wird, dass eine weitere merkliche Bleiverminderung zwischen dem 1. und 2. Abstich erfolgt, dass aber auch der klare Wein noch erhebliche Bleimengen enthalten kann.

<sup>4)</sup> Zeitschr. f. Unt. d. Nahr., 58, 382, 1929.