

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène  
**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit  
**Band:** 15 (1924)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. Teil VI, Ueber den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Kropf und dem Jodgehalt der Umwelt  
**Autor:** Fellenberg, Th. von / Werder, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-984399>

### **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:** 16.02.2026

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

## Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur.

Von Dr. Th. von FELLENERG.

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

### VI.

#### Ueber den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Kropf und dem Jodgehalt der Umwelt.

Bereits vor einiger Zeit<sup>47)</sup> habe ich mich mit Jodbestimmungen in Trinkwässern und Nahrungsmitteln zweier Ortschaften befasst, die sich darin unterscheiden, dass an dem einen Ort, dem im Jura gelegenen La Chaux-de-Fonds, der Kropf sehr selten vorkommt, am andern Ort, Signau im Emmental, hingegen recht allgemein verbreitet ist.

Die Produkte von La Chaux-de-Fonds erwiesen sich im allgemeinen als viel jodreicher als die von Signau. Es war notwendig, analoge Untersuchungen auch an andern Orten auszuführen. Diesmal wurden ausser Wässern und Nahrungsmitteln noch Luft, Gesteine und Erde in die Untersuchung einbezogen.

Inzwischen ist die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Kropf und Jodgehalt der Nahrung durch *Mc Clendon* weitgehend gefördert worden. Dieser Forscher untersuchte eine Anzahl von Lebensmitteln und zahlreiche Wässer aus nordamerikanischen Gegenden ohne Kropf und aus solchen mit Kropf und fand in den kropffreien Bezirken bedeutend höhere Jodgehalte. Nach seinen Wasseranalysen stellte er eine Jodkarte her, welche mit der Kropfkarte des Landes eine gute Uebereinstimmung zeigt.

Im Jahre 1913 ist aus dem Hygiene-Institut der Universität Zürich eine umfangreiche Arbeit von *Th. Dieterle*, *L. Hirschfeld* und *R. Klinger*<sup>48)</sup> hervorgegangen, welche sich mit den Ursachen des endemischen Kropfes befasst. Die genannten Autoren haben in 14 aargauischen Gemeinden nahezu alle Personen auf Kropf untersucht und so ein ausserordentlich gründliches und umfangreiches Material geschaffen, welches auch für weitere Arbeiten eine geeignete Unterlage abgibt. Die geologischen Verhältnisse des Bodens und die chemische Zusammensetzung der Trinkwässer wurden von Dr. *A. Hartmann*, Professor an der aargauischen Kantonsschule, untersucht. Es wurde jeweilen die geologische Formation bestimmt, aus welcher das Trinkwasser stammt und die Gesteinsart, welche an Ort und Stelle vorkommt.

<sup>47)</sup> Biochem. Zeitschr., 1923, 139, 441.

<sup>48)</sup> Epidemiologische Untersuchungen über den endemischen Kropf, Arch. f. Hyg., 1913, 81, 128.

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Endemie und bestimmten geologischen Formationen (Trias, Jura, Miocän etc.), aus denen das Trinkwasser stammt, liess sich nicht nachweisen.

Die Vorarbeit, welche hier geleistet worden ist, bildete die denkbar günstigste Grundlage für unsere vorliegenden Untersuchungen, besonders, da Dr. *Hartmann* so freundlich war, mir bei der Probeentnahme der zahlreichen Materialien behilflich zu sein.

Dr. *Hartmann* schlug mir vor, vorläufig die drei Dörfer Effingen, Kaisten und Hunzenschwil auszuwählen, da sie sich durch besonders klare geologische Verhältnisse auszeichnen. Gestein und Erde wurden ausserdem im Vorbeigehen von einem Aufschluss bei Hornussen entnommen.

Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Kropfhäufigkeit und die geologischen Verhältnisse.

*Kropfhäufigkeit und geologische Verhältnisse bei den untersuchten*

Tab. 1.

*Ortschaften.*

	Einwohner mit Kropf %	Geologische Unterlage	Trinkwasser stammt aus:
Effingen . . . . .	1,0	Unterer weisser Jura (Malm) Effingerschichten	Effingerschichten
Hornussen . . . . .	12,1	Brauner Jura (Dogger) Hauptrogenstein	—
Kaisten . . . . .	61,6	Mittlere Trias	Muschelkalk und oberer Dolomit
Hunzenschwil . . . .	56,2	Untere Süsswasser- und Meeresmolasse, teilw. mit Diluvium überdeckt	Untere Süsswassermolasse und Meeresmolasse

Die Probeentnahme erfolgte am 6. und 7. Juni 1923. Sie erstreckte sich auf Trinkwasser, Gras, Salat, Kartoffel, Aepfel, Milch, Eier, ferner auf Gesteine und Erde. Wir erhielten an allen drei Orten die Auskunft, dass Chilesalpeter und andere künstliche Düngemittel weder für die Wiesen- noch für die Gemüsedüngung verwendet worden seien.

Es ist natürlich nicht immer leicht, bei pflanzlichen Produkten ein einigermaßen gleichmässiges und gleichwertiges Material zu erhalten. Je nach den lokalen Verhältnissen, besonders nach der Bodenfeuchtigkeit, werden sich andere Grassorten ansiedeln. Unsere Grasproben waren denn auch botanisch recht verschieden zusammengesetzt. Die Salate differierten in der Grösse beträchtlich. Das mittlere Gewicht der Pflanzen betrug in Effingen 180 g, in Hunzenschwil 130 und in Kaisten 50 g. Ueber den Wechsel des Jodgehaltes während des Wachstums wissen wir noch nicht viel sicheres.

Ueber die Entnahme der Gesteine und Erdproben ist folgendes zu sagen: Die Proben von Effingen wurden vom Abhang des Rugen, 10 bis 20 Minuten östlich der *Meyer'schen* Anstalt erhoben. Der Ammonit Nr. 1 wurde unterwegs vom Felsboden losgeschlagen; weitere Proben stammen von einem etwas höher gelegenen Aufschluss. Es sind dies die Gesteinsprobe Nr. 2 der Tabelle 2, die ca. 2 m unter dem Boden, der Mergel Nr. 3, der ca.  $\frac{1}{2}$  m tief und die Ackererde Nr. 4, die von einem Kartoffelacker unmittelbar über dem Aufschluss entnommen wurde. Weitere Proben sind an einer ca. 60—80 m höher gelegenen, vegetationslosen Stelle erhoben worden. Der Boden besteht dort aus Mergel (Nr. 5) und teilweise aus feinstem Schlamm (Nr. 6).

Die beiden Proben oberer brauner Jura wurden einem ca. 4 m tiefen Aufschluss in der Nähe von Hornussen entnommen. Es handelt sich um Hauptrogenstein, und zwar um Gehängeschutt aus der Tiefe und um die Erde über dem Aufschluss. Vom Gehängeschutt wurden die grössern Stücke, also das unverwitterte Gestein, und das durch ein Haarsieb gegangene Pulver besonders untersucht.

Die Muschelkalkproben von Kaisten stammen von einem Aufschluss bei dem Quellausfluss am Tuttigraben. Der Muschelkalk zieht sich dort in einer Mächtigkeit von 40 m durch den ganzen Heuberg. Das Quellwasser vom Tuttigraben kommt aus dieser Formation. Auch hier wurde festes Gestein aus tiefern Schichten, verwittertes Gestein von 30—50 cm unter der Oberfläche und Erde direkt über dem Aufschluss von einer magern Wiese entnommen. Düngung an dieser Stelle, ganz am Rande des Aufschlusses, dürfte ausgeschlossen sein.

Der obere Dolomit wurde einem Aufschluss südlich Kaisten an der Strasse nach Ittental entnommen. Auch hier lag das verwitterte Gestein 30—50 cm tief. Eine Düngung der direkt am Rande des Aufschlusses gefassten Erde fällt wohl auch hier ausser Betracht.

Die Hunzenschwilerproben stammen vom Lotten, einem Molassehügel in der Nähe des Dorfes. An der Westkante des Nordhanges in halber Höhe wurde an einem Wegeinschnitt, 2 m tief, die Probe Sandstein vom obern Teil der untern Süsswassermolasse entnommen, etwas weiter oben, ebenfalls an einem Wegeinschnitt, der Sand. Die Merresmolasse liegt im obersten Teil des Hügels. Zur Zeit wurde dort ein Stollen gegraben, um Wasser zu suchen. Es konnten daher Proben in verschiedener Tiefe entnommen werden, so ein gelber, petrefaktenführender, etwas grobkörniger Sandstein 2—3 m unter Terrain, ein blauer, ausserordentlich feinkörniger Sandstein 20 m tief und dicht daneben ein ebenfalls feiner Schlamm. Ueber dem Stollen wurde eine Probe Walderde gefasst. Eine Wasserprobe stammt aus dem ziemlich spärlich aus dem Stollen herausfliessenden Wasser.

In diesem Zusammenhang müssen auch einige Jodbestimmungen in Luft erwähnt werden, welche am 31. Oktober und am 1. November 1923



in den Dörfern Effingen und Kaisten ausgeführt worden sind. Die meteorologischen Bedingungen waren zur Zeit der Analysen nicht ungünstige; wegen der niedrigen Lufttemperatur war aber weniger Jod in der Luft zu erwarten, als im Sommer. Eine längere Regenperiode hatte die Luft gereinigt und das momentan darin enthaltene Jod wohl grösstenteils herausgewaschen. Der letzte Regen war am 26. Oktober gefallen und zwar recht ergiebig. Die nächsten Tage waren teilweise etwas bedeckt, teilweise sonnig und warm.

Von grösster Wichtigkeit war es, für die Bestimmungen windstille Tage von gleichmässiger Witterung zu treffen. Dann war zu erwarten, dass hauptsächlich das Jod bestimmt werde, welches an Ort und Stelle aus dem Boden aufsteigt und sich, wie früher<sup>49)</sup> dargelegt, direkt über dem Boden in etwas konzentrierterer Form vorfinden muss. Deshalb wurden die Luftproben auch nur einige cm hoch über dem Boden entnommen. Die Dörfer Effingen und Kaisten liegen in direkter Luftlinie nur 7 km voneinander entfernt. Die fremden geologischen Formationen rücken noch näher an die Dörfer hinan. Es ist klar, dass da bei stärkerem Wind eine ziemliche Verwischung etwa vorhandener Unterschiede im Jodgehalt der Luft eintreten könnte.

Am 31. Oktober, dem Tag der ersten Bestimmungen, war morgens um 6 Uhr in Bern dichter Nebel; die Temperatur betrug 6° C. Der Nebel hielt bis in den Nachmittag an.

Um 11 Uhr 45 Min. bis 12 Uhr 45 Min. wurde die erste Bestimmung in Effingen, am Abhang des Rugen, inmitten von Wiesland vorgenommen. Es war Nebel; leichter Wind wechselte mit Windstille. Der Boden war feucht, das Gras nass; die Temperatur betrug 15–17° C. Leider war auf der Reise ein Defekt am Blasebalg der Apparatur erfolgt, der erst nach Schluss der Bestimmung bemerkt und repariert wurde. Infolgedessen war sehr viel Luft verloren gegangen, d. h. nicht durch den Absorptionsapparat gestrichen. Statt der berechneten 5,3 m<sup>3</sup>, schätzte man die wirklich zur Wirkung gelangte Luft auf ca. 3 m<sup>3</sup>. Man fand 2,3 γ Jod oder pro m<sup>3</sup> = 0,77 γ. Ohne Berücksichtigung des Verlustes würde die Rechnung 0,44 γ pro m<sup>3</sup> ergeben haben. Diese mangelhafte Bestimmung hat für sich allein ja wenig Wert; aber sie stützt doch immerhin eine am nächsten Tage vorgenommene Analyse.

Am gleichen Nachmittag wurde eine Bestimmung in Kaisten ausgeführt, und zwar ausserhalb des Dorfes in der Richtung nach dem Tutti-graben, auf Muschelkalkboden und zwar wieder umgeben von Wiesland. Die Zeit war 15 Uhr 53 Min. bis 16 Uhr 53 Min. Gegen 13 Uhr 30 Min. war die Sonne teilweise durchgebrochen und hatte während einer Stunde von Zeit zu Zeit schwach geschienen. Zur Zeit der Bestimmung war wieder Nebel. Es war nahezu windstill, der Boden feucht, das Gras nass. Die Temperatur betrug 14° C. In 4,5 m<sup>3</sup> Luft wurden 0,15 γ Jod gefunden, somit pro m<sup>3</sup> = 0,03 γ.

<sup>49)</sup> Siehe vorhergehende Arbeit.

Trotz des Unterschiedes in der Tageszeit waren die äussern Bedingungen, Temperatur, Belichtung, Feuchtigkeit, Windverhältnisse, so ähnlich, dass die beiden Bestimmungen gut miteinander verglichen werden können.

Am nächsten Tag, dem 1. November, wurde wieder in Effingen eine Bestimmung ausgeführt. Morgens um 6 Uhr waren in Kaisten  $9^{\circ}$  C. Das Wetter war den ganzen Tag neblig, morgens ziemlich windstill. Die Luftentnahme erfolgte wieder am Rugen und zwar um 13 Uhr 7 Min. bis 14 Uhr 7 Min. bei ganz leichtem Wind. Die Luft war etwas bewegter als am Tage vorher; die Feuchtigkeitsverhältnisse waren dieselben, die Lufttemperatur betrug  $14^{\circ}$  C. Man fand in  $4,5 \text{ m}^3$  Luft  $2,3 \gamma$  Jod, somit  $\text{pro m}^3 = 0,51 \gamma$ .

Bevor wir die Zusammenstellung der Resultate bringen, muss noch auf eine Grösse aufmerksam gemacht werden, die sich in der Tabelle vorfindet, auf die organische Substanz der Erden. Diese lässt sich bekanntlich nicht leicht bestimmen. Da es mir hier nur auf eine approximative und zugleich einfache Bestimmungsweise ankam, ging ich so vor: Die Erde wurde bei möglichst niedriger Temperatur verbrannt. Dabei ging ein Teil des vorhandenen Carbonates in Oxyd über. Der gewogene Glührückstand wurde mit etwas Wasser übergossen und unter Zusatz von Phenolphthalein mit  $\frac{N}{10}$ -NaOH in der Kälte titriert. Während einiger Stunden fanden immer wieder Nachrötungen statt; sie wurden stets wieder auf farblos nachtitriert. Aus dem Verbrauch an Lauge wurde das ausgetriebene  $\text{CO}_2$  berechnet und zum Glührückstand addiert. Durch Subtraktion von 100 ergab sich die organische Substanz.

Auf weitere, mit Gewichtsänderungen verbundene Reaktionen, die beim Glühen etwa auftreten können, wie Verlust an Konstitutionswasser, Uebergang von Eisenoxydul in Oxyd, wurde hier nicht Rücksicht genommen.

Die folgende Tabelle bringt die Vergleichung der Jodgehalte bei den drei aargauischen Dörfern.

*Jodgehalte von Nahrungsmitteln, Wässern, Luft, Gesteinen und Erdproben*  
Tab. 2. *von Effingen, Kaisten und Hunzenschwil.*

	Nahrungsmittel (vom 6. und 7. Juni).		
	Effingen $\gamma \text{ J im kg}$	Kaisten $\gamma \text{ J im kg}$	Hunzenschwil $\gamma \text{ J im kg}$
Gras, frisch . . . . .	83	78	76
» getrocknet . . . . .	292	296	396
Salat, frisch . . . . .	34	50	44
» getrocknet . . . . .	1078	1085	1078
Kartoffel . . . . .	31	35	17
Aepfel . . . . .	6,4	8,7	20,6
Milch . . . . .	276	73	85
Eier . . . . .	215	147	80

## Wässer.

	$\gamma$ J im l
Effingen, 1. Quelle, Effingerschichten . . . . .	3,08
» 2. Quelle » . . . . .	2,0
Kaisten, Quelle Oberkaisten, Tuttigraben, aus Muschelkalk . . . . .	0,54
» Quelle Oberdorf, oberer Dolomit . . . . .	0,84
Hunzenswil, Brunnen im Dorf, untere Süsswassermolasse . . . . .	0,25
» Quelle vom Lotten, Meeresmolasse . . . . .	0,04

Luft (am 31. Oktober und 1. November direkt über dem Boden gefasst).

	$\gamma$ J im m <sup>3</sup>
Effingen, am Rugen . . . . .	0,51 (0,77)
Kaisten, gegen Tuttigraben . . . . .	0,03

## Gesteine und Erden.

	HCl-löslich %	HCl-unlöslich %	Organische Substanz %	HCl-lösliches Jod pro kg Gestein $\gamma$	HCl-unlösliches Jod pro kg Gestein $\gamma$	Gesamt-Jod pro kg Ge- stein $\gamma$
<i>Effingen, Effingerschichten, Abhang des Rugen.</i>						
1. Ammonit . . . . .	77,1	22,9	—	5,800	3,400	9,200
2. Gestein vom Aufschluss . . . . .	91,5	8,5	—	3,700	1,700	5,400
3. Mergel, daselbst, $\frac{1}{2}$ m tief . . . . .	86,0	14,0	—	5,600	2,230	7,830
4. Erde, Kartoffelacker, daselbst . . . . .	47,4	52,6	10,4	7,100	4,800	11,900
5. Mergel in höherer Lage . . . . .	79,1	20,9	—	11,600	3,800	15,400
6. Schlamm, daselbst . . . . .	74,5	25,5	—	10,000	3,420	13,420
<i>Bei Hornussen, oberer brauner Jura, Hauptrogenstein</i>						
1. Gestein . . . . .	91,2	8,8	—	730	100	830
2. Gehängeschutt . . . . .	74,9	24,1	—	1050	1250	2300
3. Erde . . . . .	26,8	73,2	12,7	2710	2230	4940
<i>Kaisten, Muschelkalk, Tuttigraben</i>						
1. Gestein . . . . .	96,7	3,3	—	390	40	430
2. Verwittertes Gestein . . . . .	86,2	13,8	—	370	170	540
3. Erde . . . . .	57,0	43,0	19,5	780	1190	1970
<i>Kaisten, oberer Dolomit, südlich Kaisten, Strasse nach Ittental.</i>						
1. Gestein . . . . .	98,8	1,2	—	320	100	420
2. Verwittertes Gestein . . . . .	91,4	8,6	—	240	80	320
3. Erde . . . . .	64,1	35,9	14,1	510	310	820
<i>Hunzenswil, oberer Teil der untern Süsswassermolasse, Lotten.</i>						
1. Sandstein, ziemlich grobkörnig . . . . .	43,3	56,7	—	90	230	320
2. Gelber Sand . . . . .	9,7	90,3	—	140	310	450
<i>Hunzenswil, unterer Teil der Meeresmolasse, Lotten.</i>						
1. Sandstein, petrefaktenführend, gelb, grobkörnig, 2-3 m tief . . . . .	43,7	56,3	—	150	1450	1600
2. Sandstein, blaugrau, feinkörnig, 20 m tief, im Stollen . . . . .	40,8	59,2	—	110	590	700
3. Schlamm, 20 m tief, im Stollen . . . . .	26,8	73,2	—	110	510	620
4. Walderde . . . . .	2,2	97,8	4,2	320	290	620



Bei den untersuchten pflanzlichen Nahrungsmitteln haben wir nicht den Eindruck, dass sich das kropfarme Effingen durch höhern Jodgehalt von den beiden Kropfgegenden unterscheide. Wir finden ähnliche, zum Teil auch niedrigere Gehalte bei Effingen. Bei den tierischen Nahrungsmitteln, Milch und Eiern, haben wir hingegen in Effingen weitaus die höchsten Werte. Wie wir später sehen werden, enthält auch der Harn der Bewohner von Effingen bedeutend mehr Jod, als der Harn der Kaistener und Hunzenschwiler. Dies zeigt, dass doch im grossen und ganzen die am Ort selbst produzierte Nahrung Unterschiede in diesem Sinne aufweist, und lässt vermuten, dass die von uns untersuchten pflanzlichen Nahrungsmittel aus irgendwelchen zufälligen Ursachen aus der Norm fallen. Es könnten hier die Grösse, resp. der Reifegrad, die Waschtumsdichtigkeit, der mehr oder weniger feuchte oder sonnige Standort einen Einfluss auf die Jodaufnahme der Pflanzen ausgeübt haben. Diese Untersuchungen an Pflanzenmaterial sollen eventuell unter erneuter Probenentnahme auf breiterer Basis wiederholt werden.

Bei den Wässern finden wir nun ganz gewaltige Unterschiede im Jodgehalt. Die höchsten Werte zeigen die beiden Proben von Effingen; dann folgen diejenigen von Kaisten, aus Dolomit und aus Muschelkalk. Bedeutend ärmer sind wieder die Hunzenschwiler-Wässer, besonders das aus Meeresmolasse austretende. In der Luft finden wir ebenfalls in Effingen ausserordentlich viel mehr Jod, als in Kaisten.

Gehen wir nun zu den Gesteinen über. Ein erster Blick zeigt uns bereits den gewaltigen Vorrang der Effinger-Gesteine. Der Jodgehalt beträgt hier überall viele Milligramme pro kg. Besonders interessant ist es, die Aenderungen zu verfolgen, die bei der Verwitterung der Gesteine, beim Uebergang des festen Gesteins in zerfallenes, in Mergel, und weiter in Erde auftreten. Von vornherein hätte man eher erwarten sollen, der Jodgehalt nehme bei der Verwitterung ab; denn, dass Jod aus dem Gestein ausgewaschen wird, zeigt der Jodgehalt der Quell- und Flusswässer und vor allem des Meeres.

Betrachten wir die Effinger Materialien Nr. 2, 3 und 4, die alle von derselben Stelle stammen. Der feste Fels enthält 5400, der Mergel 7830 und die Erde 11900  $\gamma$  im kg. Statt der erwarteten Abnahme zeigt sich also eine starke Zunahme bei der Verwitterung. Bei den Proben 5 und 6 von einem höher gelegenen, gemeinsamen Fundort, ist hingegen der Jodgehalt des stärker zerfallenen Materials, des Schlammes, niedriger, als der des weniger zerfallenen, des Mergels.

Der Haupttrogenstein von Hornussen hat seinen Jodgehalt bei der Umwandlung in Erde versechsfacht: von 830 ist er auf 4940  $\gamma$  gestiegen. Die absolute Zunahme ist hier bedeutend geringer als in Effingen, die relative viel stärker. Aehnlich liegen die Verhältnisse beim Muschelkalk von Kaisten, wo das feste Gestein 430, das verwitterte 540 und die Erde 1970  $\gamma$  enthält. Beim obern Dolomit haben wir dagegen wieder im



verwitterten Gestein etwas weniger Jod gefunden als im festen; in der Erde jedoch ist wieder ungefähr doppelt so viel vorhanden.

Bei der Süsswassermolasse fehlt uns die Erdprobe. Der zerfallene Sandstein, der Sand, ist auch hier jodreicher, als der Stein. Komplizierter liegen die Verhältnisse bei der Meeresmolasse von Hunzenschwil. Beim Eintritt in den erwähnten, frisch ausgehauenen Schacht stiess man bald auf eine petrefaktenreiche Schicht von gelbem, ziemlich grobkörnigem Sandstein mit dem relativ hohen Jodgehalt von 1600  $\gamma$ . Später kam ein blaugrauer, viel feinkörnigerer Sandstein mit 700  $\gamma$ , und auch eine Schicht von feinem, schlammigem Material mit 620  $\gamma$  im kg. Die Erde mit 620  $\gamma$  ist hier nicht jodreicher als das Gestein. Sie ist aus einer grobkörnigen, aber dem Augenschein nach nicht aus der petrefaktenführenden Schicht entstanden.

Wir haben in unserer Tabelle auch den salzsäurelöslichen Anteil, also Ca- und Mg-Carbonat und daneben den unlöslichen Anteil, Ton oder Sand, angeführt. Einerseits dienen diese Zahlen zur Charakterisierung der Gesteine. Sie zeigen uns aber auch, welche grosse Materialmengen bei der Verwitterung herausgelöst worden sind, um die Erden zu bilden.

In der folgenden kleinen Tabelle ist die Kropfhäufigkeit mit dem Jodgehalt der Gesteine und der Erden in Beziehung gebracht.

*Vergleich der Kropfhäufigkeit mit dem Jodgehalt der Gesteine und Erden.*

Tab. 3.	% Kropf	$\gamma$ J im kg Gestein	$\gamma$ J im kg Erde
Effingen . . . . .	1	5400—9200	11 900
Hornussen . . . . .	12,1	830	4940
Hunzenschwil . . . . .	56,2	320—700 (—1600)	620
Kaisten . . . . .	61,6	420—430	820—1970

Diese Zusammenstellung zeigt in drastischer Weise, wie parallel mit der Abnahme des Jodes im Boden der Kropf zunimmt.

Die Frage über den relativen Jodgehalt der Nahrung verschiedener Gegenden kann auch gelöst werden durch Untersuchung des Harnes einer genügenden Anzahl Personen. Wenn die Untersuchungen zur selben Zeit ausgeführt werden, geben die Werte einen Massstab für die mit der Nahrung aufgenommenen Jodmengen, vorausgesetzt, dass die Versuchspersonen nicht etwa Jod in irgend einer Form als Medikament benützt haben.

Im grossen und ganzen befindet sich unser Organismus bei gleichbleibendem Jodgehalt der Nahrung im ungefähren Jodgleichgewicht, wie dies auch andern Orts<sup>50)</sup> nachgewiesen worden ist. Es wird ungefähr gleich viel Jod ausgeschieden, wie eingenommen wird. Der Hauptausscheidungsort sind im allgemeinen die Nieren. Allerdings können auch durch den Schweiss wechselnde, zum Teil ganz beträchtliche Jodmengen abgesondert werden, ja, die Ausscheidung durch die Haut kann die durch

<sup>50)</sup> Biochem. Ztschr., 1923, 142, 246.

die Niere sogar übertreffen. Es ist deshalb nicht möglich, aus Harnuntersuchungen allein genauere Rückschlüsse auf das gesamte, aufgenommene Jod zu ziehen. Man kann aber sehr wohl relative Vergleiche anstellen. Dabei wird man eine genügende Anzahl Versuchspersonen, und solche von ähnlicher Beschäftigung, auswählen müssen. Auch ist es notwendig, die Harnproben möglichst gleichzeitig zu nehmen.

Unsere Untersuchungen beziehen sich auch hier wieder auf die Ortschaften Effingen, Kaisten und Hunzenschwil. Die Auswahl der Versuchspersonen und die Beschaffung der Harnproben wurde in zuvorkommenster Weise besorgt durch Dr. med. *S. Schmid* in Frick für Effingen, Dr. med. *H. Möschler* in Laufenburg für Kaisten und Dr. med. *M. Hämmerli* in Lenzburg für Hunzenschwil. Ich danke den genannten Herren auch an dieser Stelle verbindlichst für ihre Mühewaltung.

Die Harnproben stammen von der Nacht, und zwar diejenigen von Effingen vom 5. November, die von Kaisten vom 27. Oktober und die von Hunzenschwil vom 3. November 1923. Die Witterung war in diesem Zeitraum ungefähr dieselbe. Der Zeitpunkt der letzten Harnentleerung, die noch nicht aufgefangen wurde, und der Zeitpunkt der Harnentleerung am Morgen wurde aufnotiert und die Harnmenge gemessen. So erhielt man die in der Nacht abgesonderte Harnmenge und konnte daraus die Gesamtausscheidung an Harn und somit auch an Jod auf 24 Stunden berechnen. Die Berechtigung, aus der nächtlichen Jodausscheidung auf die in 24 Stunden erfolgte zu schliessen, soll in einer spätern Arbeit nachgewiesen werden.

Die folgende Tabelle gibt unsere Resultate wieder.

*Jodausscheidung im Harn, auf 24 Stunden berechnet in Effingen, Kaisten und Hunzenschwil, Ende Okt. und Anfang Nov. 1923.*  
Tab. 4.

Nr.	Geschlecht	Alter	Beruf	Schilddrüsenpalpationsbefund	$\gamma$ Jod
<b>Effingen.</b>					
1	m	10	Schüler	negativ	53
2	w	34	Landarbeit	negativ	28
3	m	34	Bahnarbeiter	negativ	79
4	m	35	Fabrikarbeiter	negativ	69
5	m	36	Bahnarbeiter	negativ	73
6	m	42	Landwirt	negativ	108
7	m	44	Landwirt	negativ	40
<b>Kaisten.</b>					
8	m	7	Schüler	Diffuse Vergrösserung ganz geringen Grades	17
9	w	13	Schülerin	Geringe diffuse Vergrösserung, weich	14
10	m	36	Landwirt	Struma nodosa mässigen Grades	11
11	m	37	Erdarbeiter	Kleine Struma nodosa	25
12	w	37	Landwirtschaft, Hausgesch.	Kolloidstruma, nuss- bis apfelgross	25
13	m	37	Landwirt	Geringe diffuse Struma, weich	22
14	w	40	Hausfrau, Landwirtschaft	normal	24

Nr.	Geschlecht	Alter	Beruf	Schilddrüsenpalpationsbefund	γ Jod
15	m	47	Landwirt	Geringe Vergrösserung d. Mittellappens	28
16	m	49	Kraftwerker	Diffuse Vergrösserung geringen Grades	29
17	m	67	Knecht		14
18	m	72	Wagner	Rechter Lappen klein-hühnereigross, sonstige Partien normal	4
<b>Hunzenschwil.</b>					
19	m	10	Schüler	Leichte Vergrösserung	10
20	m	12	Schüler	Ziemlich normaler Befund	8
21	m	14	Schüler	Leichte, gleichmässige Schwellung	24
22	m	19	Landwirt	Grosse parenchymatöse Struma	7
23	w	25	Fabrikarbeiterin	Cystenknopf, mässig gross des l. Lappens	5
24	m	26	Bahnarbeiter	Rechtseitiger, mittelgrosser Cystenknopf	19
25	m	28	Steindrucker	Mässige Vergrösserung d. rechten Lappens	23
26	m	29	Bankbeamter	Leichte, gleichmässige Vergrösserung der Schilddrüse	9
27	m	40	Fabrikarbeiter	Mässig starke, diffuse, weiche Vergrösserung der Schilddrüse	22
28	m	38	Landwirt	normal	27
29	w	64	Landwirtschaft, Hausfrau	Mittelgrosse Struma des Mittellappens, ziemlich weich	28
30	m	72	Landwirt	normal	21

Die Jodgehalte sind mit einer Ausnahme in Effingen bedeutend höher als an den beiden andern Orten. Diese Ausnahme betrifft eine Frau (Nr. 2). Auch bei den Hunzenschwiler-Versuchspersonen fällt der niedrigste Wert auf eine Frau (Nr. 23). Die übrigen weiblichen Personen verhalten sich nicht anormal. Es ist gut möglich, dass in diesen beiden Fällen eine Mehr-Jodausscheidung durch das Menstrualblut eine Minderausscheidung durch den Harn bedingt hat.

Der mittlere Wert beträgt für Effingen 64, für Kaisten 19 und für Hunzenschwil 17 γ pro 24 Stunden. Wenn wir die beiden genannten Fälle ausser acht lassen, erhöht sich der Wert für Effingen auf 70, für Hunzenschwil auf 18 γ. In Effingen wird dann 3,7 mal mehr Jod als in Kaisten, 3,9 mal mehr als in Hunzenschwil im Harn ausgeschieden. Die beiden letztgenannten Dörfer unterscheiden sich kaum voneinander.

Die Jodausscheidungen durch den Harn einerseits in Effingen, andererseits in Kaisten und Hunzenschwil, sind nicht so sehr verschieden, wie die Jodgehalte der Gesteine und Erden an diesen Ortschaften. Hingegen stimmen die Differenzen merkwürdig gut überein mit den relativen Jodgehalten der Milchen. Die Milch von Effingen enthielt nach Tabelle 2 3,8 mal mehr Jod, als die von Kaisten und 3,25 mal mehr als die von Hunzenschwil. Diese Uebereinstimmung beruht natürlich einigermaßen auf Zufall. Unsere Jodbestimmungen im Harn stützen aber doch im grossen und ganzen ausgezeichnet die bei den tierischen Nahrungsmitteln, bei Luft, Wässern, Gesteinen und Erden gemachten Beobachtungen. Andererseits bestätigen auch die in Tabelle 3 angegebenen Schilddrüsenbefunde die Messungen von *Dieterle*, *Hirschfeld* und *Klinger* aus dem Jahre 1913. In Effingen wurde unter neun Fällen — zwei davon konnten wegen



unvollständiger Angaben in der Tabelle nicht berücksichtigt werden — keine vergrösserte Schilddrüse gefunden. In Kaisten ist nur eine Schilddrüse normal von elf, in Hunzenschwil zwei von zwölf. Ob es ein Zufall ist oder aber irgendwie mit dem Mineralstoffwechsel zusammenhängt, dass in Kaisten mehr knotige, in Hunzenschwil mehr Cystenkröpfe gefunden worden sind, muss dahingestellt bleiben.

Wie erwähnt, ist die gesamte Jodausscheidung und mithin auch die Jodeinnahme unbedingt grösser, als die hier festgestellte Ausscheidung im Harn. Sie mag, da wir es hier vorwiegend mit Landbevölkerung zu tun haben, deren Hauttätigkeit bedeutend ist, gut das anderthalbfache, wenn nicht das doppelte betragen. Aber auch, wenn wir annehmen würden, die Ausscheidung im Harn entspreche dem mit der Nahrung aufgenommenen Jod, so hätten wir in Effingen im Durchschnitt 45  $\gamma$  mehr Jod in der Nahrung als in Kaisten oder 47  $\gamma$  mehr als in Hunzenschwil. Mit 10 g jodiertem Kochsalz nehmen wir ungefähr 50  $\gamma$  KJ oder 38  $\gamma$  Jod täglich auf. Die Mehraufnahme an Jod in Effingen gegenüber Kaisten und Hunzenschwil beträgt also unzweifelhaft mehr als der Aufnahme durch jodiertes Kochsalz entspricht. In den beiden letztgenannten Dörfern wird man trotz des Genusses jodierten Kochsalzes die natürliche Joddosis von Effingen nicht erreichen.

Da nun in Effingen so wenig wie in irgend welchen andern, etwa am Meer gelegenen kropffreien Gegenden mit hohem Jodgehalt Jodtoxikosen an der Tagesordnung sind, müssen auch die Befürchtungen schwinden, das jodierte Kochsalz könne derartige Schädigungen der Gesundheit hervorrufen. Es könnte dies höchstens bei solchen Personen zutreffen, die auch in kropffreien Gegenden durch die natürliche Erhöhung des Jodgehaltes der Nahrung dieselben Störungen zu gewärtigen haben.

*Zusammenfassung.* Es werden Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Kropfhäufigkeit und dem Jodgehalt der Umwelt ausgeführt durch Analyse von Materialien aus einigen aargauischen Dörfern, dem nahezu kropffreien Effingen, dem mässig mit Kropf heimgesuchten Hornussen, den stark verkropften Dörfern Kaisten und Hunzenschwil. In Uebereinstimmung mit unsern früher an den Produkten von La Chaux-de-Fonds und Signau gefundenen Resultaten, und den neuerdings von *Mc Clendon* erhaltenen Ergebnissen in den Vereinigten Staaten von Amerika, liess sich weitaus das meiste Jod finden in Effingen, am wenigsten in Kaisten und Hunzenschwil. Diese Unterschiede im Jodgehalt beziehen sich auf Luft, Trinkwasser, Gesteine und Erde, Milch und Eier. Bei den untersuchten pflanzlichen Nahrungsmitteln liess sich, vermutlich wegen Zufälligkeiten, die mit der Probeentnahme zusammenhingen, dieser Unterschied nicht feststellen. Dass die durchschnittliche Nahrung in Effingen bedeutend jodreicher ist, als in Kaisten und Hunzenschwil, liess sich aber trotzdem mit Sicherheit nachweisen durch Untersuchung von Harnproben aus diesen Ortschaften. Der Harn war in Effingen durch-

schnittlich nahezu vier mal jodreicher als an den beiden andern Orten. Der Jodmehrgehalt macht im Harn von Effingen etwas mehr aus, als der Jodmenge entspricht, die ein Mensch durch jodiertes Kochsalz im Durchschnitt aufnimmt. Dies wird als starkes Argument für die Unschädlichkeit des jodierten Kochsalzes angesehen.

## Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur.

Von Dr. Th. von FELLENBURG.

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

### VII.

#### Ueber den Jodgehalt der Gesteine, der geologischen Formationen und der Mineralien und über die Bedingungen zur Jodanreicherung in Erden.

Nach den in der vorhergehenden Arbeit, Tabelle 2, mitgeteilten Analysenresultaten könnte man annehmen, der Jodgehalt der Gesteine hänge von ihrer geologischen Formation ab. Die höchsten Jodgehalte fänden sich im Malm, dann folgten die übrigen dort genannten Formationen gemäss dem gefundenen Jodgehalt. Ob diese Beziehungen zwischen Formation und Jodgehalt wirklich bestehen oder ob nicht jede beliebige Formation je nach dem Standort jodreiche und jodarme Gesteine enthalten kann, das musste an einem grössern Material nachgeprüft werden. Aber nicht nur die Sedimente wurden untersucht, sondern auch eine Reihe von Urgesteinen. Nach *Gauthier*<sup>51)</sup> enthalten die Urgesteine stets Jod. Man ging nun noch weiter und analysierte auch eine Anzahl Mineralien. Auch hier musste man erwarten, auf Differenzen im Jodgehalt zu stossen, wobei entweder die Art des Minerals oder aber seine speziellen Lagerungsverhältnisse massgebend sein konnten.

In den nächsten Tabellen sind eine Anzahl Analysen wiedergegeben, welche zur Beantwortung dieser Fragen unternommen worden sind. Selbstverständlich konnte es sich bei diesem ausserordentlich grossen Gebiet vorläufig erst um einige Stichproben handeln. Die Tabellen bringen nur unverwitterte Gesteine. Die bereits behandelten aargauer Gesteine sind hier zum Vergleich wieder aufgenommen. Die Materialien der Tabellen 1 und 2 sammelte ich zum grössten Teil selbst auf zwei im Sommer 1923 ausgeführten Fusstouren. Zur Bestimmung der Formation bediente ich mich der geologischen Karte der Schweiz (Massstab 1:100 000). Die Gesteine wurden durch Vergleichen mit solchen aus dem Berner naturhistorischen Museum identifiziert. Von dem umfangreichen, gesammelten

<sup>51)</sup> Compt. rend., 132, 935.