Untersuchung über den Jodstoffwechsel. 2. Mitteilung

Autor(en): **Fellenberg, Th. von / Werder, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **17 (1926)**

Heft 5

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-984176

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN

AUS DEM GEBIETE DER

LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE A BERNE

ABONNEMENT: Schweiz Fr. 10.— per Jahrgang. — Suisse fr. 10.— par année.
Preis einzelner Hefte Fr. 1. 80. — Prix des fascicules fr. 1. 80.

BAND XVII 1926 HEFT 5

Untersuchungen über den Jodstoffwechsel.

2. Mitteilung.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

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

1. Ueber den normalen Jodstoffwechsel.

Vor einiger Zeit[1]) ist über den normalen Stoffwechsel bei jodarmer Ernährung unter zeitweiligem Zusatz kleiner Joddosen in Form von Kaliumjodid, Lebertran, Sardinen und Bachkresse berichtet worden. An anderer Stelle[2]) wurde über die Jodausscheidung von Bewohnern einer nahezu kropffreien Gegend, Effingen und zweier vom Kropf heimgesuchter Ortschaften, Kaisten und Hunzenschwil, berichtet und festgestellt, dass der Jodumsatz in Effingen bedeutend höher war als an den beiden andern Orten.

Hier kann ich nun über eine kleine Fortsetzung dieser Untersuchungen berichten. Es handelt sich um eine Reihe von Harnproben von Forte dei Marmi an der ligurischen Küste, die mir im September 1924 durch Herrn Dr. *Eggenberger* von einer Reise mitgebracht worden sind. Jene Gegend ist kropffrei. Es wurde stets der Nachtharn aufgefangen und daraus die Ausscheidung in 24 Stunden berechnet.

Folgende Tabelle bringt die erhaltenen Resultate. Die Werte sind in γ (Gamma) = Millionstel Gramm angegeben.

[1]) Biochem. Zeitschr., **142**, 246, 1923.

[2]) Diese Mitt., **15**, 266, 1924.

Tab. 1. *Harnproben von der ligurischen Küste.*

Nr.	Geschlecht	Alter	Wohnort	γ Jod in 24 Std.
1.	♀	ca. 12 Jahre	Forte dei Marmi	50
2.	♂	idem	» » »	53
3.	♂	ca. 30 Jahre	» » »	102
4.	♂	idem	Massa, 3 km von der Küste	94
5.	♂	46 Jahre	aus Zürich, seit 14 Tagen in Forte dei Marmi	50
6.	♀	29 »	» » » 14 » » » » »	60
7.	♀	41 »	» » » 8 » » » » »	30
8.	♂	53 »	Florenz	140

Die Jodausscheidungen sind hier im grossen und ganzen ähnlich wie in Effingen. In Effingen hatten wir damals eine mittlere Ausscheidung von 64 γ gefunden (in Kaisten 19 und in Hunzenschwil 17 γ). Der mittlere Wert aller Proben beträgt in Forte dei Marmi 72 γ. Wenn wir aber eine gewisse Auslese treffen, ändert sich das Bild sehr zu Gunsten von Forte dei Marmi. Die 3 Personen aus Zürich können wir ausschalten, weil sie, besonders die erst 8 Tage an der ligurischen Küste weilende Dame Nr. 7, noch nicht im Jodgleichgewicht stehen. Ihre Jodaufnahme dürfte die Jodabgabe wohl stark übertreffen. Sie befinden sich einstweilen noch im Stadium der Jodspeicherung. Die Kinder Nr. 1 und 2 sind aus Gründen auszuschalten, die im Folgenden erörtert werden sollen. Es bleiben noch die Personen 3, 4 und 8. Im Durchschnitt scheiden sie 112 γ Jod aus, also nahezu doppelt so viel wie die Bewohner von Effingen. Wir haben hier den Jodumsatz einer offenbar jodreichen Meeresgegend.

Es ist früher gezeigt worden, dass Effingen seinen hohen Jodgehalt den Gesteinen und der Erde verdankt. Wir hatten im dortigen Jura Proben von Gestein, Mergel und Erde mit 9—15000 γ Jod pro kg gefunden. Da *Eggenberger* mir ebenfalls einige Gesteinproben aus der Gegend von Forte dei Marmi mitgebracht hatte, so konnte ich prüfen, ob auch die ligurische Küste ihren Jodreichtum ihrem geologischen Untergrund verdankt. Ich fand in 3 Marmorproben folgende Gehalte:

	γ J im kg
Marmor Violetto, Ponte Stazzemese, Valle Versigliesi .	600
Marmor von Monte altissimo bei Carrara	450
Marmor von Seravezza, Valle Versigliesi	120

Die Werte sind überall niedrig.

Folgende Tabelle zeigt das gegenseitige Verhältnis zwischen Kropfhäufigkeit, 24-stündiger Jodausscheidung im Harn und dem Jodgehalt der Gesteine und der Erde. Ich führe auch gleich das Dorf Hornussen an, obgleich ich von dort keine Harnprobe besitze.

Tab. 2.	% Kropf	γ J im Harn von 24 Stunden	γ J im kg Gestein	γ J im kg Erde
Kaisten	62	19	400	800—2000
Hunzenschwil . . .	56	17	300—700	600
Hornussen	12	—	800	5000
Effingen	1	64	5000—9000	12000
Forte dei Marmi . .	0	112	120—600	6000

Die Tabelle zeigt überall Beziehungen zwischen der Kropfhäufigkeit und dem Jodumsatz, bei den Aargauerdörfern ferner zwischen Kropfhäufigkeit beziehungsweise Jodumsatz einerseits und Jodgehalt der Erde und Gesteine andrerseits. Bei Forte dei Marmi sind die letzteren Beziehungen weniger ausgeprägt. Die Gesteine sind sogar sehr jodarm; die Erde ist, obwohl jodreicher, als die von Hornussen mit 12% Kropf, doch jodärmer als die von Effingen. Das vom Menschen umgesetzte Jod stammt also hier nicht, wie in Effingen, nur aus dem Boden, sondern hauptsächlich aus dem Meer (Fischnahrung) und auch die starke Anreicherung des Bodens mit Jod dürfte unter dem Einfluss der Meeresnähe zustande gekommen sein. Das geht auch aus Folgendem hervor:

Eine Probe Tau von Forte dei Marmi enthielt 18 γ Jod im Liter, während in Bern nur 5—7 γ gefunden worden waren. Der Taufall soll nach *Eggenberger* an der ligurischen Küste regelmässig sehr ergiebig sein. Wenn er trotzdem noch so jodreich ist, so erhält das Land auf diesem Wege eine beträchtliche Jodmenge, die sich zum Teil in einem höhern Jodgehalt auch der Landnahrung auswirken muss.

Die Wirkung des Meeres scheint sich hier nur auf eine kurze Distanz zu erstrecken. In 6—10 km Entfernung von der Küste, in den apuanischen Alpen, von wo die erwähnten jodarmen Marmorproben stammen, fanden *Dieterle* und *Eggenberger*[3]) bereits wieder Kropf.

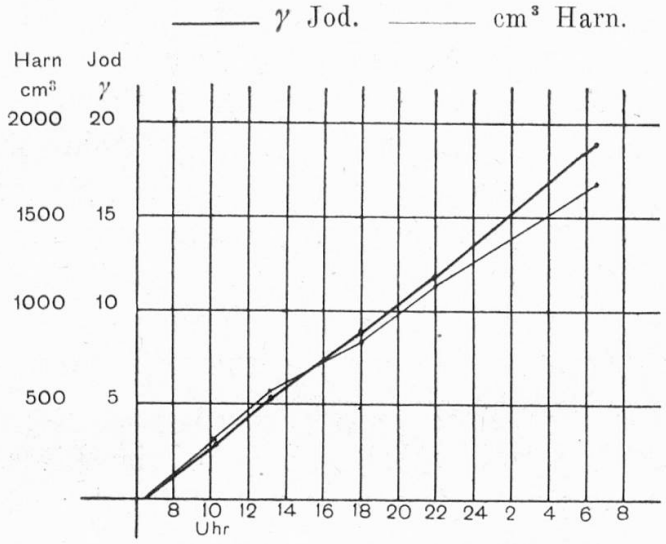
Bei der Besprechung der Jodausscheidungen von Effingen, Kaisten und Hunzenschwil hatte ich angegeben, dass der Organismus in gleichen Zeiten gleiche Jodmengen ausscheide und dass es daher erlaubt sei, aus der nächtlichen Ausscheidung, falls ihre Zeitdauer genau bekannt ist, auf diejenige von 24 Stunden zu schliessen. Belegzahlen hatte ich damals noch nicht geliefert. Sie mögen hier folgen. Es handelt sich um einen Selbstversuch bei gewöhnlicher Ernährung. Sämtliche Harnfraktionen von 24 Stunden (5 an der Zahl) wurden aufgefangen, gemessen und auf Jod untersucht. Der Zeitpunkt der letzten Harnentleerung vor Beginn des Versuchs war 6 Uhr 30 Minuten.

Tab. 3. *Normale Jodausscheidung während 24 Stunden.*

Zeit	Harnmenge	J im Harn	J pro L Harn	Pro Stunde ausgeschiedenes J
h	cm³	γ	γ	γ
6^{30}—10^{15}	323	2,90	9,0	0,77
10^{15}—13^{15}	250	2,25	10,0	0,75
13^{15}—18	250	3,62	10,5	0,76
18—22	273	2,87	10,5	0,72
22—6^{30}	590	7,30	12,4	0,86
Summe	1686	18,9,	davon im Tagesharn von $15^1/_2$ Std. 11,6 γ, im Nachtharn von $8^1/_2$ Std. 7,3 γ.	

[3]) *H. Eggenberger*, Convegno per lo studio del Gozzo endemico, Rassegna di Studi Psichiatrici, 8, Fasc. 6, 1924.

Kurve 1. Normale Jodausscheidung im Harn.



Die Jodausscheidung ist merkwürdig regelmässig. Man sieht nur abends 22 Uhr eine kleine Depression in der stündlichen Ausscheidung. Sonst wird in gleichen Zeiten stets ungefähr gleich viel Jod ausgeschieden, während doch die Einnahme mit der Nahrung stossweise erfolgt und auch die Verdauung zu gewissen Stunden arbeitet, zu andern ruht. Die Jodausscheidung ist regelmässiger als die Harnabsonderung, auf die Flüssigkeitsmenge bezogen. Auf gleiche Harnmengen bezogen, würde die Jodausscheidung in unserm Falle von morgens früh bis am nächsten Morgen stets zunehmen. Der Vormittagsharn ist am jodärmsten, der Nachtharn am jodreichsten. Wenn wir die in gleichen Zeiten mit dem Harn abgesonderten Jodmengen vergleichen, finden wir die wenig schwankenden Werte der letzten Kolonne. Auch so betrachtet ist der Nachtharn etwas jodreicher als der Tagharn. Wir finden darin 0,86 γ Jod pro Stunde, im Tagharn 0,75 γ im Durchschnitt. Wenn wir aus dem Nachtharn die Ausscheidung während 24 Stunden berechnen, kommen wir auf 20,6 γ, während die Summe der einzelnen Fraktionen 18,9 γ ergeben hatte. Die Differenz ist gering und kann gut in Kauf genommen werden. Der Versuch zeigt, dass beim Erwachsenen tatsächlich in gleichen Zeiten ungefähr gleiche Jodmengen ausgeschieden werden.

Dieser Befund steht in einem gewissen Widerspruch mit einem Resultat, welches ich früher beim Hungern erhalten hatte[4]). Dort war nachts bedeutend weniger Jod ausgeschieden worden als am Tage. Jener Versuch ist bei einer stärkern Jodbelastung des Körpers ausgeführt worden. Man hatte in der Vorperiode jodreichere Nahrung eingenommen und eine leicht abspaltbare Jodreserve angelegt. Es lässt sich nun nicht sagen, ob an jenem abweichenden Resultat die stärkere Jodbelastung schuld ist oder ob die grössere körperliche Beanspruchung einen vermehrten Jodverbrauch und eine stärkere Ausscheidung am Tage bedingte.

Dass körperliche Beanspruchung die Jodausscheidung erhöhen kann, konnte nachgewiesen werden. In der nächsten Versuchsreihe soll gezeigt werden, dass seelische Beanspruchung dieselbe Wirkung ausüben kann.

Der Versuch wurde im Monat Mai an einem $8^1/_2$-jährigem Mädchen mit leichtem Kropf vorgenommen. Man beabsichtigte, dem Kind die

[4]) Biochem. Zeitschr., 142, 255, 1923.

Milch einer jodreich gefütterten Kuh zu verabreichen, um die Ausnützung des Jods dieser Milch festzustellen. Nachdem eine Vorperiode mit gewöhnlicher Milch verstrichen war und der Hauptversuch gerade hätte beginnen sollen, wurde das Kind von befreundeter Seite zu einem Tagesausflug eingeladen. Die Entscheidung, ob die Einladung angenommen werden dürfe oder nicht, wurde davon abhängig gemacht, ob die Versuchsmilch, die gerade in Arbeit war, einen normalen oder einen vermehrten Jodgehalt zeige. Im erstern Fall konnte der Versuch als zwecklos abgebrochen werden.

Das Kind war von mittags bis abends im Ungewissen; dann folgte der Bescheid, dass es am Ausflug teilnehmen dürfe. Diese Erwartung spiegelt sich in deutlicher Weise im ausgeschiedenen Jod wieder, wie die folgende Tabelle zeigt:

Jodausscheidung im Harn beim Kind bei seelischer Erregung.

Tab. 4.

	γ J auf 12 Std. berechnet
Nacht 17.—18. Mai	13,7
Tag 18. Mai	17,3
Nacht 18.—19. Mai	10,8
Tag 19. Mai	16,0
Nacht 19.—20. Mai	9,6
Tag 20. Mai (in Spannung und Erwartung)	20,3
Nacht 20.—21. Mai (in Spannung und Erwartung)	33,0

Die Spannung und Erwartung hatte das Jod am 20. Mai und in der darauffolgenden Nacht von 9,6 auf 20,3 und 33,0 γ in 12 Stunden ansteigen lassen. Dabei war das Kind gesund. Es zeigte keine Merkmale von Fieber. Wohl aber wirkte sein Zustand auf die Jodausscheidung in ähnlicher Weise, wie das früher beim Fieber oder bei grösserer körperlicher Anstrengung festgestellt worden war.

In unserer Tabelle interessieren uns aber nicht nur die beiden letzten Ziffern. Vergleichen wir die Ausscheidungen am Tage mit denen der Nacht (beides auf 12 Stunden berechnet), so sehen wir einen regelmässigen Rhythmus. Tagsüber wird stets mehr Jod ausgeschieden als in der Nacht. Es zeigt sich also, dass das Resultat des vorherigen Versuches, welches eine gleichmässige Ausscheidung ergeben hatte, nicht allgemein gültig ist. Es dürfte wohl beim Erwachsenen den normalen Verhältnissen entsprechen, während beim Kind die rhythmische Ausscheidung das gewöhnliche sein dürfte. Darauf deuten wenigstens auch die beiden niederen Werte, welche im Nachtharn der Kinder von Forte dei Marmi erhalten worden waren. Die wirkliche Ausscheidung in 24 Stunden war beim Kinde dort vermutlich grösser als die aus dem Nachtharn berechnete.

Wenn also der Jodumsatz an einem Orte anhand der Ausscheidungen durch den Urin bestimmt werden soll, und man sich der Nachturine be-

[5]) Biochem. Zeitschr., **142**, 254, 1923.

dienen will, was praktisch von grossem Vorteil ist, so scheide man die Kinder lieber aus. Am besten beschränkt man sich auf männliche Versuchspersonen, denn, wie *Maurer* und *Diez* [6]) nachgewiesen haben, wechselt bei der Frau der Jodspiegel des Blutes mit der Periode und der Schwangerschaft beträchtlich und diese Schwankungen werden sich jedenfalls auch auf die Jodausscheidungen im Urin erstrecken.

Es wäre von grossem Wert, die tageszeitlichen Schwankungen in der Ausscheidung an möglichst vielen Personen verschiedenen Alters und zwar an solchen mit normal funktionierender Schilddrüse und an solchen mit Hypo- oder Hyperfunktion nachzuprüfen. Es würde sich dann vielleicht herausstellen, dass die starken Tag- und Nachtausschläge speziell bei Personen auftreten, deren Schilddrüse durch die Tagestätigkeit besonders beansprucht ist, also wohl bei Kindern und bei Erwachsenen mit Hypofunktion der Drüse.

2. Erhöhter Jodstoffwechsel beim Kind.

Während wir bisher die Ausscheidung bei normaler Ernährung betrachtet haben, beziehen sich die nächsten Versuche auf die Ausscheidungsverhältnisse beim Kind nach Verabreichung von 300 und 600 γ Jod pro Tag, also von solchen Jodmengen, wie sie etwa bei der Tablettenbehandlung in Frage kommen.

Die Versuche wurden im August und Anfang September an dem 8-jährigen Mädchen mit leichtem Kropf ausgeführt, welches bereits zu dem soeben besprochenen Versuch gedient hatte. Die letzten 46 Tage vor Beginn des Versuchs wurden keinerlei Jodpräparate verabreicht, während vorher 4 Monate lang jodiertes Kochsalz gebraucht worden war.

Die Versuchsanordnung war folgende:

Es wurde gewöhnliche Kost verabreicht. Die gesamte Nahrung wurde während der Versuchsperiode stets gewogen und jeweilen $^1/_8$ davon für die Analyse beiseite gestellt. Man bestimmte ausserdem den Jodgehalt im Harn und Kot. Der ganze Versuch zerfällt in eine Vorperiode ohne Jodverabreichung, eine Periode mit 300 und eine mit 600 γ Jod täglich. Jede Periode dauerte 3 Tage. Da nicht beabsichtigt wurde, die Uebergänge zwischen den einzelnen Tagen zu studieren, wurde zwischen die Perioden Tage eingeschaltet, bei denen die Nahrung und die Ausscheidungen nicht analysiert wurden.

Das Jod wurde als Kaliumjodid in 3 gleichen Teilen zu den Mahlzeiten den flüssigen Speisen zugesetzt. Analysiert wurden Durchschnittsmuster der ganzen Perioden. Der Kot eines bestimmten Tages wurde jeweilen als zum vorherigen Tag gehörig betrachtet.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

---

[6]) Münchner med. Wochenschr., 17, 1926

Jodbilanz ohne künstliche Jodzufuhr und nach Verabreichung von 300 und 600 γ Jod in Form von KJ pro Tag.

Tab. 5.

	Tägliche Jodeinnahme			Tägliche Jodausscheidung			Bilanz Speicherung oder Verlust	
	in der Tagesnahrung	als KJ	Summe	im Harn	im Kot	Summe		
	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ	%
22.—24. August	38	0	38	35	15	50	— 12	—
26.—28. August	40	300	340	132	7	139	+201	59
30. August bis 2. Septbr.	90	600	690	270	10	280	+410	59

Da nur Harn und Kot untersucht worden sind, nicht aber die weniger wichtigen Ausscheidungsprodukte wie Schweiss und Nasensekret, sind die gefundenen Ausscheidungen niedriger als die tatsächlichen. Es werden also zu hohe Werte für die Jodspeicherung gefunden. Der für beide Perioden berechnete Wert von 59% dürfte in Wirklichkeit etwa bei 50% liegen. Er ist höher als die Speicherung, die wir früher[7]) beim Erwachsenen (38%) gefunden hatten.

Die Jodaufnahme durch die Nahrung ist in der dritten Periode etwas hoch. An einem dieser Tage wurde Zungenwurst gegessen und da ist es gut möglich, dass darin Schilddrüse oder ein anderes inneres Organ mit übernormalem Jodgehalt vorhanden war.

Die Jodausscheidung im Kot ist überall gering, wie es bei guter Verdauung stets der Fall zu sein pflegt.

In der Vorperiode hat die Versuchsperson etwas Jod verloren. Das zeigt uns, dass wir bei solchen Versuchen eben stets mit gewissen Schwankungen zu rechnen haben.

Um zu sehen, in welcher Weise die angelegte Jodreserve wieder abgegeben wird, wurde 4 Tage nach der letzten künstlichen Jodeinnahme wiederum der Harn von 24 Stunden untersucht. Man fand darin 38 γ, also ungefähr dieselbe Zahl wie zu Beginn des Versuchs. Beim Kind, wenigstens im untersuchten Fall, scheinen somit die Ausscheidungsverhältnisse der angelegten Jodreserve andere zu sein als beim Erwachsenen. Während dort diese Reserve für die nächste Zeit eine erhöhte Ausscheidung mit sich gebracht hatte, wird hier das einmal aufgenommene Jod offenbar viel besser zurückgehalten. Wir wissen vorläufig nicht, ob diese Feststellung sich auf das Kindesalter überhaupt bezieht, oder ob es sich vielleicht um eine Reaktion speziell eines leicht strumösen Kindes handelt. Da aber der wachsende Organismus überhaupt Jod speichern muss, da alle seine Organe, nicht nur die Schilddrüse, welches benötigen, dürfte es sich wohl um eine allgemein gültige Regel handeln.

Um die Jodausscheidung bei etwas grössern Jodgaben zu studieren, wurde dem Kinde 8 Tage nach Abschluss dieses Versuchs eine einmalige

[7]) Biochem. Zeitschr., **142**, 257, 1923.

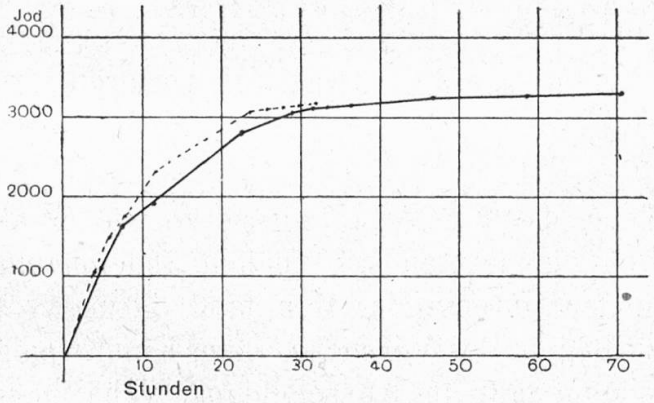
Gabe von 5000 γ Jod in Form von KJ verabreicht. Die Ausscheidung ist in der folgenden Tabelle und der dazugehörigen Kurve wiedergegeben:

Jodausscheidung bei einem 8jährigen Mädchen nach Einnahme von 5000 γ Jod als KJ.

Tab. 6.

Datum und Stunde	Zeit nach der Einnahme Stunden	Harnmenge cm³	Jodgehalt der einzelnen Harnproben	Summe des ausgeschiedenen Jods	Ausscheidung pro Stunde berechnet
Einnahme 10. IX., 8 Uhr . . .	—	—	—	—	—
Ausscheidung: 10. IX., 13^{10} Uhr	5′ 10	278	1130	1130	218
15^{50} »	7′ 50	112	480	1610	184
20 »	12	142	330	1940	78
11. IX., 6^{45} »	22′ 45	551	870	2810	80
13^{15} »	29′ 15	185	250	3060	33
14^{50} »	30′ 50	107	67	3127	45
17^{20} »	33′ 20	190	34	3161	13,6
20^{15} »	36′ 15	183	26	3187	8,9
12. IX., 6^{45} »	46′ 45	540	46	3233	4,4
19 »	59	561	49	3282	3,9
13. IX., 6^{45} »	70′ 45	971	46	3328	4,1

Kurve 2. *Jodausscheidung nach Einnahme von 5000 γ Jod.*



Im Kot wurden 16 γ Jod gefunden. Somit ist auch hier das Kaliumjodid vollständig resorbiert worden.

Die Hauptausscheidung des Jods ist nach etwa 30 Stunden erreicht. Dann steigt die Kurve nur noch schwach an. Nach ungefähr 50—70 Stunden ist man auf einer vorläufig konstanten Ausscheidung von 4 γ pro Stunde angelangt. Dieser Wert ist ungefähr 5 mal höher als unter normalen Verhältnissen. Wie rasch hier das Abklingen auf den normalen Wert erfolgt, ist leider nicht untersucht worden. Wir haben nach 70 Stunden eine Gesamtausscheidung von 3330 γ oder 67 %.

Veil und Sturm haben Jodresorptionsversuche mit einer nahezu 100 mal grössern Joddosis (500 000 γ KJ) ausgeführt. Wir haben nach ihren Werten die punktierte Kurve gezeichnet unter Verkleinerung des Masstabes im Verhältnis 100:1. Merkwürdigerweise verlaufen die beiden Kurven sehr ähnlich; nur in der Mitte zeigt die unsrige eine Depression. Vielleicht liegt hier ein Analysenfehler vor, so dass unsere Kurve von dem Wert nach 12 Stunden an um 300 γ aufwärts zu verlegen wäre.

Die prozentuale Ausscheidung des per os zugeführten Kaliumjodids ist also in gleichen Zeiten nahezu identisch, gleichgültig, ob 5 mg oder 500 mg verabreicht worden sind.

In der ersten Harnfraktion bestimmte man anorganisches und organisches Jod gesondert und fand nach zwei etwas verschiedenen Methoden übereinstimmend 44% anorganisches und 56% organisches Jod. Es ist auffallend, dass der grössere Teil des Jods in organische Form übergeführt worden ist.

3. Jodausscheidung nach Schilddrüsenverabreichung.

Der nun zu besprechende Stoffwechselversuch wurde im Dezember 1923 durch *H. Eggenberger* in Herisau und seine Familie ausgeführt. Ich erhielt die Harnproben und Schilddrüsenmaterial zur Untersuchung. Es standen Schilddrüsen von 10 dänischen Stieren im Alter von $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Jahren und im Gewicht von 230—350 kg zur Verfügung. Die Schilddrüsen wogen 14—23 g, im Durchschnitt 17,5 g.

Es wurden von 5 Versuchspersonen, die alle an stark jodiertes Salz gewöhnt waren, Schilddrüsen in abgewogenen Mengen eingenommen und der Urin während der folgenden 24 Stunden, in einem Fall während 2×24 Stunden aufgefangen.

Bei 4 Versuchspersonen konnte *Eggenberger* schon nach 4 Stunden anorganisches Jod mit Hilfe der Jodstärkereaktion im Harn direkt nachweisen.

3 Schilddrüsen im Gesamtgewicht von 42,9 g wurden zur Jodbestimmung verwendet. Man fand in einer guten Durchschnittsprobe 806 γ J pro g Drüse oder 14,1 mg auf das mittlere Drüsengewicht von 17,5 g.

Die folgende Tabelle gibt die Resultate wieder:

Tab. 7. *Jodgehalt im Urin nach Schilddrüsenverabreichung.*

Nr.	Versuchsperson	Alter - Jahre	Körpergewicht	Harn		Verabreichte Schilddrüse	Jodgehalt der Schilddrüse	Jod in 100 cm³ Harn			Jod im Tagesharn					Jodausscheidung in % des verabreichten Jods
				Datum Dez.	Tagesmenge			anorgan.	organ.	Summe	anorganisch	organisch	Summe	anorganisch	organisch	
			kg		cm³	g								%	%	
1	Mann	43	76	5.	—	—	—	—	—	13,9	—	—	ca. 223	—	—	—
				6.	1600	60	48 500	240	270	510	3850	4330	8180	47	53	16,9
				7.	ca. 1600	—	—	17	88	105	270	1410	1680	16	84	3,5
2	Mädchen	14	38	5.	—	—	—	—	—	4,0	—	—	ca. 28	—	—	—
				6.	690	18	14 500	188	145	333	1300	1000	2300	57	43	15,8
3	Mädchen	6	23	5.	—	—	—	—	—	4,0	—	—	ca. 31	—	—	—
				6.	770	17	13 700	365	142	507	2820	1090	3910	72	28	28,6
4	Knabe	5	19,5	5.	—	—	—	—	—	4,5	—	—	ca. 16	—	—	—
				6.	345	14	11 300	359	186	545	1240	640	1880	66	34	16,6
5	Knabe	4	19,9	5.	—	—	—	—	—	4,5	—	—	ca. 17	—	—	—
				6.	370	14,5	11 700	184	350	534	680	1300	1980	35	65	16,9

Auffallend ist die hohe Jodausscheidung der Versuchsperson Nr. 1 am 5. Dezember, also schon vor Verabreichung der Schilddrüse. Diese Versuchsperson hat öfters Jod in verschiedenen Formen zu sich genommen und besitzt infolgedessen eine starke aktuelle Jodreserve. Sie steht dauernd in starker Jodausscheidung.

Das anorganisch und das organisch ausgeschiedene Jod schwanken bei den verschiedenen Versuchspersonen ziemlich stark. Durchschnittlich halten sich die beiden Formen ungefähr die Wage. Wir haben also im allgemeinen ähnliche Verhältnisse, wie nach Verabreichung von 5 mg Jod als KJ. In zwei Fällen, bei den 5- und 6-jährigen Kindern, überwiegt das anorganische Jod ziemlich stark (66 und 72%). Das letztere Kind zeichnet sich auch durch die beste Resorption des Jods aus.

Bei der ersten Versuchsperson erstreckt sich die Beobachtung auf 2 Tage. Das Verhältnis der beiden Bindungsarten hat sich am zweiten Tage stark geändert; wir haben nur noch 16% anorganisches Jod gegenüber 47% am ersten Tag. Die beiden Komponenten scheinen sich also im Verlauf der Ausscheidung in dem Sinne zu ändern, dass die anorganische mehr und mehr abnimmt. Das kommt wohl daher, dass das organische Jod weniger schnell ausgeschieden wird als das anorganische.

Veil und *Sturm*[8]) haben nach Verabreichung von Thyreoidintabletten eine trägere Ausscheidung gefunden als nach Verabreichung anorganischen Jods. Das Verhältnis der beiden Bindungsarten bestimmten sie zu 67% anorganischem und 33% organischem Jod. Aus ihren Bestimmungen des Blutjodspiegels geht hervor, dass das Jod des Thyreoidins im Darm nicht ganz in anorganisches übergeführt wird, sondern dass auch eine direkte Resorption organischen Jods eintritt; denn der organische Jodspiegel des Bluts stieg nach Verabreichung der Tabletten stärker an als der anorganische.

Eine solche Resorption organischen Jods ergibt sich auch aus der physiologischen Wirkung der verabreichten Schilddrüsen und Schilddrüsenpräparate.

Die Jodausscheidungen in 24 Stunden machen in 4 Fällen ungefähr 16, in einem Falle 29% des eingenommenen Jodes aus.

Ueber die Jodresorption geben unsere Zahlen keine direkte Auskunft. Stuhluntersuchungen wurden nicht gemacht. Wir können aber annehmen, dass den geringen Jodausscheidungen nicht etwa entsprechend hohe Jodspeicherungen gegenüberstehen, sondern dass die Ausscheidungen deshalb so gering sind, weil überhaupt nur wenig Jod resorbiert worden ist. Die Hauptmenge muss unverändert in den Stuhl gegangen sein. So betrachtet, geben uns also unsere Ausscheidungszahlen ein ungefähres, allerdings um einen gewissen Prozentsatz zu niedriges Mass für die Resorption. Wir können die Resorption auf ungefähr 20—30% veranschlagen.

[8]) Deutsches Archiv f. klin. Med., **147**, 195, 1925.

4. Ueber die geringe Resorbierbarkeit des in den grünen Pflanzenteilen enthaltenen Jods.

Wir haben soeben den Schluss gezogen, die Resorption von Schilddrüsenmaterial sei keine sehr gute. Bereits bei frühern Untersuchungen hatte ich beobachtet, dass das Jod in der gewöhnlichen Tagesnahrung nicht immer glatt verdaut wird. Ich hatte speziell bei Bachkresse eine ziemlich schlechte Resorption gefunden und geglaubt, dies mehr der mangelhaften Zubereitung des Gemüses und einer momentan ungünstigen Magendisposition zuschreiben zu müssen, als dem Material selbst. Später stellte es sich dann bei Versuchen an der Kuh [9]) heraus, dass auch dort das im Gras enthaltene Jod nur sehr mangelhaft ausgenützt wird und zum grossen Teil in den Kot übergeht. Das legte den Gedanken nahe, dass das in den grünen Pflanzenteilen vorhandene Jod vielleicht zum Teil überhaupt in einer unresorbierbaren Form vorliege.

Die Sache wurde durch einen Selbstversuch mit Spinat geprüft. Bei im übrigen jodarmer Ernährung wurden 450 g gut zubereiteter Spinat zum Mittagessen eingenommen. Das ist eine Menge, die noch gut ohne Beschwerden bewältigt werden kann. Das Kochwasser wurde absichtlich nicht mitgenossen, da es das lösliche und somit resorbierbare Jod enthält, welches uns hier nicht interessierte. Am nächsten Tag wurde der Stuhl untersucht. Er war von vollkommen normaler Farbe und Konsistenz. Die Verdauung war hier zweifellos eine ausgezeichnete gewesen, obgleich die genossene Gemüsemenge um $^1/_3$ grösser war als bei dem erwähnten Versuch mit Bachkresse.

Der Jodgehalt des frischen Spinats betrug 25,6 γ, wobei ein gewisser Anteil beim Kochen abging. Im Kot wurden 16,3 γ Jod gefunden. Das ist 2—3 mal mehr als man bei guter Verdauung sonst findet. Somit ist das im Spinat vorhandene Jod nicht vollständig resorbierbar.

Diese bei Brunnenkresse und Spinat am Menschen, bei Gras an der Kuh gefundene schlechte Resorbierbarkeit legt den Schluss nahe, dass ganz allgemein in den grünen Pflanzenteilen, also in den jodreichsten Vegetabilien, die wir im Innern der Kontinente geniessen, neben resorbierbaren auch in ziemlicher Menge nicht resorbierbare Jodverbindungen vorkommen.

Dies Resultat ist von Bedeutung, weil es uns zeigt, dass wir aus dem Jodgehalt eines Nahrungsmittels noch nicht ohne weiteres schliessen können, inwieweit es auch als Jodlieferant für Mensch und Tier in Betracht kommt. Erst der Stoffwechselversuch kann darüber entscheiden.

Bei der Ernährung des Milchviehs kommt noch der Umstand dazu, dass sein Hauptfutter, das Heu, bei der Gewinnung oft verregnet wird. Welchen Einfluss dies auf den Gehalt an anorganischem und organischem Jod hat, zeigt folgender im Berner Oberland vorgenommene Versuch:

---

[9]) Biochem. Zeitschr., **160**, 223, 1925.

Frisch geschnittenes Gras blieb 4—5 Tage bei häufigem Regenwetter im Freien. Eine kleine Probe von demselben Felde wurde bei trockenem Wetter geschnitten und unter Dach getrocknet. Man fand folgende Jodgehalte:

Einfluss des Verregnetwerdens beim Heu.

Tab. 8.	Organisch	Anorganisch	Organisch	Anorganisch
	γ J im kg		in Prozent	
Heu, trocken geschnitten	402	45	89,9	10,1
Heu, verregnet	412	5	98,8	1,2

Durch den Regen ist die Hauptmenge des leicht resorbierbaren anorganischen Jods herausgeschwemmt worden, während das teilweise schlechter resorbierbare organische nicht abgenommen hat.

Dass man in Meeresgegenden unter Umständen gewaltige Jodmengen mit der pflanzlichen Nahrung zu sich nimmt, zeigte die Untersuchung zweier essbarer japanischer Algen. Nach Angabe von Herrn Dr. Kobori heissen sie Nori und Kombu. Nori besteht aus dünnen, papierartig verfilzten Blättern. Sie enthielt 58,700 Jod im kg. Die Alge Kombu, aus dicken, breiten Blättern bestehend, enthielt 2 640 000, wovon 2 200 000 in anorganischer Form.

Hier ist natürlich an der Resorbierbarkeit des Jods nicht zu zweifeln. Es wurde schon vorgeschlagen, japanische Algen bei uns gegen Kropf als Gemüse einzuführen. Dies dürfte gerade bei der mit Kropf behafteten an solche Jodmengen nicht gewöhnten Bevölkerung nicht ungefährlich sein.

Zusammenfassung. Es wird ein kropffreier Ort, Forte dei Marmi an der ligurischen Küste, mit einigen Kropforten in Bezug auf die Jodausscheidung der Bewohner verglichen. Der Jodumsatz war in der kropffreien Gegend am höchsten.

Der normale Jodumsatz im Verlaufe von 24 Stunden wird bestimmt. Beim Erwachsenen findet man in gleichen Zeiten nahezu gleich grosse Jodausscheidungen. Beim Kind wurden tagsüber höhere Werte gefunden als in der Nacht. Seelische Beeinflussung (Spannung und Erwartung) vermehren beim Kind die Jodausscheidung.

Nach Einnahme von 300 und 600 γ Jod täglich trat beim Kind eine Jodspeicherung auf, die ungefähr die Hälfte der Einnahme betrug. Bei einmaliger Jodabgabe von 5000 γ Jod fand man eine ähnliche Ausscheidungskurve, wie Veil und Sturm für 0,5 g KJ gefunden hatten. Das organische Jod überwiegt im Harn gegenüber dem anorganischen.

Bei Verabreichung von viel Schilddrüsenmaterial ist die Resorption eine mangelhafte. Die Ausscheidung erfolgt bald mehr in organischer, bald mehr in anorganischer Form. Am zweiten Tag überwog das anorganische Jod bei weitem.

Das Jod der grünen Pflanzenteile ist nur teilweise resorbierbar. Wird Heu verregnet, so nimmt sein anorganisches Jod stark ab, während das bei weitem überwiegende organische nicht merkbar herausgelöst wird.