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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 16 (1925)

Heft: 3

Artikel: Joddüngung und Jodfütterung. 1. Mitteilung

Autor: Fellenberg, Th. von / Schmid

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-984346

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: 02.07.2025

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

Joddüngung und Jodfütterung.[1]

1. Mitteilung.

Von Dr. TH. von FELLENBERG und Dr. SCHMID, Zentralverwalter, Liebefeld.

J. Stoklasa[2]) berichtete vor einiger Zeit über Joddüngungsversuche mit Zuckerrüben. Er untersuchte Pflanzen aus verschiedenen Familien auf ihre Jodempfindlichkeit. Während zum Beispiel Gramineen durch eine Lösung von 5 mg Jod in Form von Kaliumjodid im Liter nach 22 Tagen, Papilionaceen nach 45 Tagen zu Grunde gehen, halten andere Pflanzen grössere Jodmengen ohne Schaden aus. Die Halophyten, zu welchen die Zuckerrübe gehört, werden nach *Stoklasa* durch Joddüngung sogar in ihrem Wachstum gefördert, wie folgende Versuche zeigen. Die Rüben wurden in Töpfen zu 12 kg Erde mit 21 mg Jod in Form von KJ pro Topf versetzt und ergaben als Ernte:

	Ohne Joddüngung	Mit Joddüngung
Blätter	2066 g	2246 g
Wurzeln	1390 g	1989 g

Der Jodgehalt der Produkte pro kg Trockensubstanz war folgender. Wir geben die Werte in Gamma = 0,001 mg, an.

	Ohne Joddüngung	Mit Joddüngung
	γ J im kg	γ J im kg
Blätter	320	900
Wurzeln	150	600

Folgende Resultate ergab ein Feldversuch, wobei die mit Jod gedüngten Parzellen 1,72 kg Jod in Form von KJ pro Hektare erhielten. Man erntete pro Hektare:

	Ohne Joddüngung	Mit Joddüngung
	Doppelzentner	Doppelzentner
Blätter	374	405
Wurzeln	333	413

Unsere Versuche bezweckten nun, einen Feldversuch in ähnlicher Weise, wie *Stoklasa*, und zwar nicht mit Zuckerrüben, sondern mit Runkelrüben durchzuführen und den Einfluss der Verfütterung der geernteten Blätter und Wurzeln auf den Milchertrag von Kühen und auf die Zusammensetzung der Milch, besonders in Bezug auf ihren Jodgehalt, festzu-

[1]) Die Kultur- und Fütterungsversuche wurden auf dem Gutsbetrieb Liebefeld durch die Zentralverwaltung der Schweizerischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalten, die Jodbestimmungen im Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes durch Th. von Fellenberg vorgenommen. Die Untersuchung einer Anzahl Milchproben verdanken wir der Schweizerischen milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Liebefeld.

[2]) Compte rendu, 1924, **128**, 120.

stellen. Man konnte sich fragen, ob es nicht aussichtsreich wäre, dem Menschen die kleinen Jodmengen, welche er täglich nötig hat, durch eine auf dem natürlichsten Wege etwas jodreicher gewordene Milch zuzuführen.

1. Düngungsversuch.

Boden: Sandiger Lehm.

Runkelrübensorte: Schöne von Andelfingen (schweizerische Züchtung).

Aussaat: Am 6. Mai 1924 auf 9 Parzellen von 50 m². Reihenabstand: 50 cm; Abstand der Pflanzen in den Reihen: 35 cm.

Grunddüngung: Je ha für alle Parzellen gleich:
847,5 q Stallmist,
50 kg P_2O_5 in Form von Superphosphat,
100 kg K_2O in Form von 30%igem Kalisalz.

Differenzdüngung:
Parzellen I: Ohne Ammoniumsulfat, ohne Jod.
Parzellen II: 60 kg N je ha als Kopfdüngung in Form von 20%igem Ammoniumsulfat, ohne Jod.
Parzellen III: Wie II, dazu 2,0 kg Kaliumjodid je ha.

Pflege: 12. Juni hacken.
27. Juni hacken und jäten.
1. Juli Ausdünnern und nachpflanzen.
8. Juli Kopfdüngung mit Ammoniumsulfat (Parzellen II und III) und Jod (Parzellen III); hacken.
10. Juli jäten.

Verlauf des Versuches.

19. Mai: Starkes Hagelwetter. Unregelmässige Keimung der Samen. Die Parzellen wiesen bis zum 1. Juli, wo ausgedünnert und nachgepflanzt wurde, einen ziemlich lückigen Bestand auf.

22. Juli: Starker Platzregen; eine daherige Verschwemmung der Differenzdüngung schien selbst auf dem ebenen Versuchsland im Bereiche der Möglichkeit zu liegen. Die Parzellen mit Ammoniakdüngung (II und III) zeichneten sich deutlich durch üppigere Blattentwicklung mit dunkelgrünen Blättern gegenüber den nicht mit Ammoniak gedüngten Parzellen aus. Bei den Rüben konnte ein Unterschied nicht festgestellt werden.

Am 7. Oktober fand die Ernte statt. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt (Tab. 1).

Eine Ertragsverbesserung scheint sowohl bei den Runkeln als auch bei den Blättern bei den Parzellen II und III infolge Ammoniakdüngung eingetreten zu sein. Die Abweichungen bei den Runkeln liegen aber innerhalb der Fehlergrenze, so dass hier von einer Wirkung nicht die Rede sein kann. Ausserhalb der Fehlergrenze liegen die Mehrerträge bei

den Blättern, wo eine deutliche Wirkung der Ammoniakdüngung eingetreten ist. Die Differenzdüngung mit Kaliumjodid war unwirksam im Gegensatz zu den Befunden von *Stoklasa*.

Tab. 1. *Ernteergebnisse.*

Parzellen	Ertrag je Parzelle in kg		Ertragsmittel in kg pro a oder in q je ha			Prozentischer Vergleich der Erträge
	Runkeln	Blätter	Runkeln	Blätter	Zusammen	
Ia	445	121				
Ib	482	101				
Ic	518	109				
Total	1445	331	963,3	220,7	1184	100%
IIa	495	161				
IIb	475	124				
IIc	540	125				
Total	1510	410	1006,7	273,3	1280	108,1%
IIIa	460	140				
IIIb	512	131				
IIIc	497	129				
Total	1469	400	979,3	266,7	1246	105,2%

Die *chemische Untersuchung* erstreckte sich auf die Jodbestimmung im Boden vor Verabfolgung der Joddüngung und zur Zeit der Ernte, ferner in den Düngemitteln und schliesslich in den geernteten Rüben und Blättern.

Man suchte zu berechnen, wie viel von dem den Pflanzen zur Verfügung stehenden Jod von denselben im Laufe der Vegetationsperiode aufgenommen worden ist. Zu den genannten Jodquellen kommt noch das durch den Regen auf die Erde gelangende Jod hinzu.

Die Erdproben wurden mit Hilfe eines Probestechers bis zu 15 cm Tiefe entnommen. Je 10 Proben wurden pro Parzelle zu 50 m² ausgehoben.

Um die Verhältnisse zu vereinfachen, mischte man die vor der Joddüngung gefassten Proben aller Parzellen. Ferner wurden die bei der Ernte erhobenen Muster der Parzellen I und II vereinigt. Die Untersuchungsmethode, wie sie früher[3]) für Erde beschrieben worden ist, befriedigte uns in diesem Fall nicht. Man durfte sich nicht mit einer Bestimmung des Gesamtjods begnügen, da ja die Hauptmenge des in den Gesteinen und in Erde enthaltenen Jodes für die Pflanzen nicht verwertbar ist. Auch das in HCl lösliche Jod kam hier weniger in Betracht, da unsere Erde mit Salzsäure überhaupt nicht aufbraust. Man ging deshalb so vor:

[3]) Diese Mitteilungen, 1924, **15**, 239.

1. Man bestimmte das Jod im wässrigen Auszug der Erde. Von der feuchten, in Stöpselflaschen aufbewahrten Erde wird so viel abgewogen, wie 25 g trockener Erde entspricht. Man setzt 250 cm³ Wasser zu, lässt während einer Stunde unter häufigem Umschütteln stehen, filtriert und bestimmt das Jod im Filtrat.

2. Jodbestimmung im Auszug mit 1%iger Kochsalzlösung. Von Dr. *Truninger* wurden wir darauf aufmerksam gemacht, dass das Jod sich vielleicht weitgehend durch Ionenaustausch unter Verwendung eines Alkalihalogenides würde verdrängen lassen. Neue Erdproben von 25 g Trockensubstanzgehalt wurden mit der 10-fachen Menge 1%iger Lösung von umkristallisiertem, jodfreiem Kochsalz eine Stunde geschüttelt, dann filtriert und das Filtrat verarbeitet.

3. Jodbestimmung im Pottascheauszug. Pottasche wurde bereits durch *Chatin* bei der Jodbestimmung in Erden verwendet.

Die 25 g Trockensubstanz entsprechenden Proben werden in gewogenen Bechergläsern mit 250 cm³ Wasser und 2,5 cm³ gesättigter Pottaschelösung im siedenden Wasserbade $1^1/_2$ Stunden lang erhitzt, indem man von Zeit zu Zeit umrührt. Dann wird das verdampfte Wasser durch frisches ersetzt. Nach dem Erkalten filtriert man und bestimmt das Jod in einem gemessenen Teil des Filtrates.

4. Salzsäurelösliches Jod in der mit Pottasche ausgezogenen Erde. Man spült die auf dem Filter befindliche Erde wieder in das Becherglas zurück, verdünnt mit im ganzen 400 cm³ Wasser und lässt bis am nächsten Tag absitzen. Dann giesst man die annähernd klare Lösung ab und versetzt die zurückbleibende, feuchte Erde mit 5 cm³ HCl (1:1), welche zur Verhütung von Oxydationen im Liter mit 2 g Natriumbisulfit versetzt worden ist. Man lässt einige Stunden stehen, verdünnt mit Wasser auf 125 g, filtriert und bestimmt das Jod in einem gemessenen Teil des Filtrates.

5. Jodbestimmung im unlöslichen Rückstand. Der Rückstand von der Salzsäurebehandlung wird gründlich ausgewaschen, getrocknet, fein verrieben und in einem Teil davon das Jod nach Aufschliessen mit KOH bestimmt.

Man erhielt so folgende Werte:

Tab. 2. *Jodgehalte der Erdproben.*

	Vor der Joddüngung, 2. Juni Parzellen I, II und III γ J im kg	Bei der Ernte, 6. Oktober	
		Parzelle I und II γ J im kg	Parzelle III γ J im kg
Wässriger Auszug	10	15	30
1%ige NaCl-Lösung	12	8	10
Pottascheauszug	**880**	**810**	**1500**
HCl-Lösung, nach Pottascheauszug	72	105	100
Im Rückstand, festgebundenes Jod	1250	870	1000
Gesamtjod	2202	1785	2600

Diese Zahlen haben nicht alle dieselbe Genauigkeit. Die 4 ersten Zahlenreihen wurden mit 25 g, also einer ziemlich grossen Materialmenge bestimmt, das fest gebundene Jod im Rückstand hingegen nur mit 2 g, wie dies in der Methode begründet liegt. Deshalb kommen von letzteren Zahlen nur die beiden ersten Ziffern in Betracht. Wir sehen nun bei diesem fest gebundenen Jod grosse Differenzen, die ausserhalb der Fehlergrenze liegen. Den höchsten Wert zeigt die Erde vor der Joddüngung, den niedrigsten diejenige der Parzellen I und II nach der Düngung. Diese Differenzen sind auf Ungleichheiten in der Erde selbst zurückzuführen, beziehungsweise auf die Schwierigkeit, bei dem vorliegenden Material wirklich genaue Durchschnittsproben zu erlangen. Das fest gebundene Jod hat übrigens für unsere Betrachtungen nur untergeordnetes Interesse.

Wir sehen, dass sowohl Wasser, als auch 1%ige Kochsalzlösung nur äusserst geringe, unter sich ähnliche Jodmengen aus der Erde herauslösen. Da die Kochsalzlösung nicht besser wirkt, als destilliertes Wasser, kann man also hier nicht von einer speziellen Ionenwirkung der ersteren reden.

Durch die Joddüngung hat sich das wasserlösliche Jod nur um ein geringes, das pottaschelösliche hingegen ganz beträchtlich vermehrt. Es hat um 6—700 γ pro kg zugenommen. Es ist nun nicht einzusehen, dass sich das zugesetzte Jodid als solches weder in Wasser, noch in Kochsalzlösung, wohl aber in Pottaschelösung lösen sollte. Es liegt viel näher, anzunehmen, dass es sich im letzteren Falle nicht mehr um anorganisches Jodid, sondern um organisches, an Düngstoffe und Humus gebundenes Jod handelt.

Es ist nun interessant, sich darüber Rechenschaft zu geben, wie viel von dem bei der Düngung verwendeten Jod zur Zeit der Ernte noch im Boden vorhanden ist. Pro m^2 sind 0,2 g oder 200000 γ Kaliumjodid ausgebracht worden. Wenn wir die in Betracht kommende Tiefe auf 20 cm und das spezifische Gewicht der Erde auf 1,5 veranschlagen, so entsprechen einem Quadratmeter Oberfläche 300 kg Erde. Somit wären in 1 kg Erde 667 γ KJ oder 510 γ Jod hineingebracht worden.

Wir hätten also eine grössere Jodzunahme gefunden, als dem zugesetzten Jod entspricht. Natürlich sind die Fehlerquellen bei einer solchen Berechnung ganz beträchtliche. Schon die gleichmässige Verteilung des Jodes in der Erde durch Diffusion muss in dem Mass gehemmt werden, als das Jodid in die unlösliche organische Form übergeführt wird. Immerhin scheint aus unsern Untersuchungen hervorzugehen, dass keine grössern Jodverluste eingetreten sind, dass sich das eingebrachte Jod zur Zeit der Ernte noch grösstenteils in der Erde befindet.

Die Erde der Versuchsanstalt Liebefeld, hervorgegangen aus dem diluvialen Schotter der letzten Eiszeit, zeichnet sich durch eine bedeu-

tende katalytische Wirkung aus[4]), das heisst, die Erde oxydiert zugesetztes Jodid leicht zu elementarem Jod. Es ist nun die Möglichkeit vorhanden, dass das frei werdende Jod teilweise in die Luft entweicht; es kann auch teilweise durch den Regen ausgewaschen werden und in das Grundwasser gelangen. Ein Teil hingegen und in unserm Falle muss dies weitaus die Hauptmenge ausmachen, wird durch die organischen Substanzen des Bodens gebunden und in praktisch unauswaschbarer Form festgehalten. Je mehr Düngstoffe zugegen sind, desto ausgiebiger kann diese Bindung erfolgen. Unser gut gedüngter Boden scheint hier recht gründlich gewirkt zu haben.

Versuchen wir nun, zu berechnen, wie viel Jod jeder einzelnen Pflanze durch die Joddüngung in greifbarer Form zur Verfügung stand und wie viel von dem zur Verfügung stehenden sie aufgenommen hat.

Auf je 100 m² kommen 574 Pflanzen. Die folgende Tabelle gibt die Jodgehalte der Düngemittel an und die Jodmenge, welche jeder Pflanze dadurch zukommt.

Tab. 3.

	Jodgehalte der Düngmittel γ pro kg	Menge der Düngemittel je Pflanze g	Jeder Pflanze stehen daraus zur Verfügung γ J
Stallmist*)	40	1 480	59,2
Thomasmehl**)	360	0,75	0,27
Kalisalz**)	440	1,63	0,72
Ammonsulfat (II und III)	190	5,2	0,99
Kaliumjodid (III) . . .	765 000 000	0,0348	26 650

*) Alter Stallmist vom Liebefeld, Anfang Juli entnommen.
**) Es wurde hier nicht das verwendete Düngemittel untersucht, sondern eine andere Probe.

Somit stehen den einzelnen Pflanzen in den verschiedenen Parzellen aus der Düngung zur Verfügung:

In Parzelle I	60,2 γ J
In Parzelle II	61,2 γ J
In Parzelle III	27 000 γ J,

wovon bei den Parzellen I und II nur 1 und 2 γ als anorganisches Jodid vorliegen.

Die jodarmen Düngemittel machen zusammen 0,25% der Jodmenge aus, welche der Pflanze in Parzelle III durch die Joddüngung gegeben wird.

Ferner kommt jeder Pflanze noch eine gewisse Menge Jod aus der Erde zu. Jede Pflanze hat einen Raum von 0,186 m² zur Verfügung,

[4]) Vergl. *Th. von Fellenberg, H. Geilinger* und *K. Schweizer*, Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur, VIII. Ueber das Freiwerden elementaren Jodes aus Erde. Diese Mitteilungen, 1924, **15**, 287.

wenn wir annehmen, dass der zwischen den Pflanzen liegende Raum voll ausgenützt werde. Wenn wir wiederum die für die Pflanze benützbare Tiefe auf 20 cm und das spezifische Gewicht der Erde auf 1,5 veranschlagen, so berechnet sich die Menge Erde, aus welcher die Pflanze ihre Nährstoffe entnehmen kann, auf 55,8 kg.

Darin sind, wenn wir von dem fest gebundenen, nur durch Aufschliessen bestimmbaren und dem in HCl löslichen Jod absehen, ca. 600 γ anorganisch und 49000 γ organisch gebundenes Jod enthalten.

Berücksichtigen wir nun noch das durch die Niederschläge zur Erde gebrachte Jod. Dasselbe wurde[5]) für Bern zu 557 γ pro m^2 und pro Jahr berechnet. Daraus würde sich für den der Pflanze zur Verfügung stehenden Raum für die Zeitdauer von der Kopfdüngung (8. Juli) bis zur Ernte (7. Oktober) 25 γ Jod ergeben, wovon wir 15 γ als anorganisch und 10 γ als organisch gebundenes Jod annehmen können. Wir berücksichtigen nur diese letzten drei Monate, weil die Pflanze in ihrem Anfangsstadium wesentlich weniger Raum beansprucht.

Es stehen also schliesslich den einzelnen Pflanzen folgende Jodmengen zur Verfügung:

Tab. 4. *Jodmenge im Bereiche der einzelnen Pflanzen.*

	Parzelle I		Parzelle II		Parzelle III	
	anorganisch γ	organisch γ	anorganisch γ	organisch γ	anorganisch γ	organisch γ
Aus dem Boden . . .	600	49 000	600	49 000	600	49 000
Aus den Düngstoffen .	1	59	2	60	27 000	60
Durch die Niederschläge	15	10	15	10	15	10
Summe	616	49 069	617	49 070	27 615	49 070

Bei Parzelle III nimmt natürlich das anorganische Jod schnell ab.

Vergleichen wir nun mit diesen Zahlen die wirklich aufgenommenen Jodmengen. Sie sind in der nächsten Tabelle angegeben.

Tab. 5. *Jodgehalt der Runkelrübenwurzeln und -Blätter.*

	Wurzeln			Blätter		
	I	II	III	I	II	III
γ J pro kg frischer Substanz	11	11	25	11	11	89
% Trockensubstanz	8,68	8,88	8,53	8,24	9,86	8,05
γ J pro kg Trockensubstanz	127	124	290	133	112	1120
Mittleres Gewicht der Pflanzen in g . . .	840	880	855	192	239	230
Jodgehalt pro Pflanzen in γ	9,3	9,7	21,4	2,1	2,6	20,5

[5]) *Th. von Fellenberg,* diese Mitteilungen, 1923, **14**, 222.

	I	II	III
Jodgehalt der ganzen Pflanze	11,4	12,3	41,9
Aufgenommenes Jod in % des vorhandenen anorg. Jodes	1,9	2,0	0,09

Wir sehen, dass die Pflanzen nur einen ausserordentlich geringen Teil des vorhandenen Jodes aufgenommen haben. Auch wenn wir den zur Verfügung stehenden Raum mehrfach überschätzt haben sollten, ändert dies am Endresultat nur wenig. Bei den Parzellen I und II hätte bereits das durch die Niederschläge herabgebrachte Jod genügt, um die aufgenommene Menge zu liefern.

Das organische Jod fällt selbstverständlich als direkte Jodquelle ausser Betracht. Indirekt kann es hingegen wirken. Bei der allmähligen Mineralisierung der organischen Substanzen sollte es aller Voraussicht nach wieder in anorganische Form übergeführt werden. In welchem Grade und in welchem Zeitraum dies bei den einzelnen Böden geschieht, entzieht sich unserer genaueren Kenntnis. Frühere Untersuchungen[6]) haben gezeigt, dass die Böden stets jodreicher, meist sogar bedeutend jodreicher sind, als die Gesteine, aus denen sie hervorgegangen sind. Demnach dürfte die Mineralisierung des organischen Jodes im allgemeinen in geringerem Masse erfolgen, als die Ueberführung des anorganischen Jodes in organisches.

Wenn wir die von uns gefundene Jodaufnahme durch die Runkeln mit der von *Stoklasa* festgestellten vergleichen, so finden wir bei den Wurzeln eine bedeutend geringere, bei den Blättern eine stärkere Speicherung. Dieser Unterschied könnte wohl in der Verschiedenartigkeit der Erden begründet sein. Unsere energisch oxydierende Diluvialerde zersetzt, wie erwähnt, das zugesetzte Jodid nahezu ganz. Obschon der grösste Teil als organisches, für die Pflanzen nicht direkt assimilierbares Jod in der Erde bleibt, so kann doch ein kleiner Teil in elementarem Zustand in die Luft entweichen und durch die Blätter aufgenommen werden. Das würde den höhern Jodgehalt der Blätter erklären.

Die von *Stoklasa* verwendete geologisch sehr alte Erde aus der Umgebung von Prag dürfte sich wesentlich anders verhalten. Sie wirkte vermutlich bedeutend weniger oxydierend. Daher blieb das Jodid längere Zeit unverändert in der Erde, so dass die Wurzeln mehr davon aufnehmen konnten. Andrereseits musste hier das Entweichen elementaren Jodes und somit die direkte Aufnahme der Blätter aus der Luft geringer sein.

2. Fütterungsversuche.

Die Versuche wurden mit den Runkelrübenblättern und -Wurzeln an je zwei Kühen durchgeführt. Besprechen wir zuerst den mit den Blättern angestellten Versuch.

[6]) Diese Mitteilungen, 1924, 15, 269.

a) Versuch mit den Runkelrübenblättern.

Fütterungsplan und Versuchsergebnisse.

Tab. 6. *Versuchstiere: Netti und Adler.*

Periode	Datum von abends bis morgens	Futterration je Stück und Tag in kg				Durchschnittlicher täglicher Milchertrag in kg	
		Gras	Runkelrübenblätter von Parzelle II ohne Jod Adler	Runkelrübenblätter von Parzelle III mit Jod Netti	Weizenkleie	Adler	Netti
Vorperiode .	30. Sept. — 7. Okt.	bis zur Sättigung	—	—	0,500	10,1	10,7
Versuchsperiode .	7. Okt. — 13. »		30	30	0,500	9,4	10,6
Nachperiode .	13. » — 28. »		—	—	0,500	9,2	9,9

Tab. 6 (Fortsetzung).

Periode	Datum der Milchprobenahme	Milchqualitäten*							
		Adler				Netti			
		Fett	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanz	Fettfreie Trockensubstanz	Fett	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanz	Fettfreie Trockensubstanz
		%		%	%	%		%	%
Vorperiode .	1./ 2. Oktober	4,20	34,8	13,08	9,78	4,29	31,5	13,26	8,97
Versuchsperiode .	6./ 7. »	4,83	34,0	14,55	9,72	4,23	31,4	13,17	8,94
	15./16. »	4,71	34,2	14,45	9,74	4,40	31,2	13,33	8,93
Nachperiode.	29./30. »	5,09	36,0	—	—	4,49	32,0	13,63	9,14

*) Analysen der Schweiz. milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Liebefeld-Bern.

Irgendwelche positive Schlüsse auf die Beeinflussung des Milchertrages und der Milchqualität durch die Fütterung mit den jodreicheren Blättern können aus diesen Ergebnissen nicht gezogen werden. Der raschere Milchrückgang bei Adler rührt davon her, dass die Trächtigkeit bereits weiter fortgeschritten war, als bei Netti. Aus den Fettgehaltszahlen ergibt sich keine Regelmässigkeit. Die Zunahme des Fettgehaltes bei Netti ist eine konstante, hält also auch an, nachdem keine Rübenblätter mehr verfüttert wurden. Die Milchgehaltsverbesserung ist bei beiden Kühen eine Folge der fortschreitenden Laktation (altmelk).

Für die Stoffwechselversuche wurde der Jodgehalt von Harn, Kot und Milch festgestellt. Man suchte, soweit dies möglich war, eine Jodbilanz aufzustellen. Dazu musste ausser den Rübenblättern auch das übrige Futter auf Jod untersucht werden.

Eine sehr grosse Genauigkeit konnte von der Bilanz nicht erwartet werden, da man nicht die ganze tägliche Harn- und Kotausscheidung auffing, sondern nur einzelne Proben, die in der Zusammensetzung vielleicht nicht dem genauen Durchschnitt entsprachen und indem man die Gesamtmenge der Ausscheidungen nur schätzte. Die Milchproben sind eine Mischung gleicher Teile der Morgen- und Abendmilch.

Die Jodbestimmungen wurden im allgemeinen nach früher publizierten Verfahren[7]) ausgeführt.

Der Graskonsum der Tiere konnte nur geschätzt werden. Man veranschlagte ihn auf 50 kg täglich. Die abgesonderte Harnmenge wurde auf 20 L, der Kot auf 30 kg geschätzt. Durch Lungen und Haut würden dann ca. 20 kg Wasser abgegeben. Die mittlere Milchmenge betrug bei Adler 9,4, bei Netti 10,5 Liter.

Die gefundenen Jodmengen sind in der Tabelle 7 wiedergegeben.

Fütterungsversuch mit Runkelrübenblättern,

Tab. 7. *ausgeschiedene Jodmengen als γ J im kg*

Datum	Adler Rübenkraut ohne Joddüngung			Netti Rübenkraut mit Jod gedüngt		
	Harn	Kot	Milch	Harn	Kot	Milch
6./ 7. Okt. . .	—	—	20	—	—	22
8./ 9. » . .	8	36	15	23	62	20
10./11. » . .	10	40	12	20	40	41
12./13. » . .	14	54	18	23	164	17

Versuchen wir, eine Jodbilanz aufzustellen. Die Tabelle 8 gibt die tägliche Jodaufnahme, Tabelle 9 die tägliche Ausscheidung, soweit sie sich kontrollieren lässt, wieder.

Tab. 8. *Tägliche Jodaufnahme der Versuchstiere.*

	Jodgehalt der Futtermittel γ J im kg	γ aufgenommenes Jod pro Tag	
		Adler	Netti
30 kg Rübenblätter ohne Joddüng.	11	330	—
30 kg Rübenblätter jodgedüngt .	89	—	2 670
0,5 kg Kleie	66	33	33
50 kg Gras	46	2 300	2 300
Summe des tägl. aufgenom. Jodes	—	2 663	5 003

Tab. 9. *Tägliche Jodausscheidung der Versuchstiere.*

	Jodgehalt der Ausscheidungen γ J im kg		γ ausgeschiedenes Jod pro Tag	
	Adler	Netti	Adler	Netti
20 kg Harn	10,7	22	214	440
30 kg Kot	43,3	88,7	1 300	2 660
9,4 und 10,5 kg Milch	16,3	26	153	273
Summe d. kontrollierten ausgeschiedenen Jodes	—	—	1 667	3 373
Differenz	—	—	996	1 630

[7]) *Th. von Fellenberg,* diese Mitteilungen, 1923, **14**, 183; 1924, **15**, 233.

Die Bilanz stimmt nicht gut. Wir finden in den Ausscheidungen nur *63*, beziehungsweise *67* % des aufgenommenen Jodes. Sie kann aber auch nicht stimmen; denn wir haben die Ausscheidung durch die Haut nicht berücksichtigt. Zudem ist eine gewisse Speicherung von Jod, wenigstens bei der jodreicheren Nahrung, anzunehmen. Ich habe früher gezeigt[8]), dass die Jodausscheidung durch die Haut beim Menschen eine sehr wechselnde ist. Im Durchschnitt von 31 Tagen betrug sie 5,5 %, im Maximum, als ein Schwitzbad verabreicht wurde, 30 % der gesamten Ausscheidung. Wie viel sie bei der Kuh ausmacht und ob dadurch das Defizit einigermassen gedeckt würde, lässt sich nicht näher feststellen. Wir können aber aus unsern Versuchen immerhin folgendes ersehen:

Die Jodverbindungen des Grases und des Rübenkrautes sind nur teilweise resorbierbar. Ein sehr grosser Teil geht mit dem Kot unverdaut ab. Dies Ergebnis stimmt überein mit einem Versuch am Menschen bei Genuss von Gemüse[9]). Mit der Milch wird nur wenig Jod ausgeschieden und zwar eine ähnliche Menge, wie mit dem Harn. Durch Verfütterung von jodgedüngten Rübenblättern liess sich eine deutliche Erhöhung des Jodgehaltes in der Milch feststellen. Sie ist aber nicht bedeutend und macht relativ weniger aus, als die Erhöhung im Harn und im Kot.

Gehen wir nun über zu dem Fütterungsversuch mit Runkelrüben.

b) Fütterungsversuch mit Runkelrüben.

Fütterungsplan und Versuchsergebnisse.

Tab. 10. *Versuchstiere: Netti und Lisi.*

Periode	Datum von abends bis morgens	Heu und Emd	Futterration je Stück und Tag in kg: Heuhäcksel	Runkeln v. d. Betriebsfläche Lisi und Netti	Runkeln v. d. Versuchsparz. II ohne Jod Lisi	Runkeln v. d. Versuchsparz. III mit Jod Netti	Erdnussmehl	Weizenkleie	Durchschnittlicher täglicher Milchertrag in kg: Lisi	Netti
Vorperiode .	12. Nov. — 17. Nov.	bis zur Sättigung	1,5	10	—	—	0,5	1,0	5,7	7,4
Versuchsperiode .	17. Nov. — 4. Dez.		1,5	—	10	10	0,5	1,0	5,7	7,2
Nachperiode	4. Dez. — 9. Dez.		1,5	10	—	—	0,5	1,0	5,4	6,5

Tab. 10a. *Ergebnisse der Milchuntersuchungen.*

Datum der Milchprobenahme	*Milchqualität bei Lisi: Fett %	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanz %	Fettfreie Trockensubst. %	*Milchqualität bei Netti: Fett %	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanz %	Fettfreie Trockensubst. %
14./15. November . .	3,91	33,5	13,31	9,40	5,42	30,6	14,41	8,99
19./20. » . .	3,62	31,3	12,42	8,80	4,31	30,2	12,97	8,66
26./27. » . .	3,25	34,3	12,79	9,49	4,01	32,8	13,26	9,25
3./ 4. Dezember . .	3,81	33,7	13,26	9,44	4,57	32,5	13,89	9,29
8./ 9. » . .	3,99	32,1	13,07	9,07	3,90	31,3	12,77	8,86

*) Analysen der Schweiz. milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Liebefeld-Bern.

[8]) *Th. von Fellenberg*, Untersuchungen über den Jodstoffwechsel I, Biochem. Ztschr., 1923, **142**, 246. [9]) L. c.

Die Milchrückgänge waren bei beiden Tieren normal, das heisst ein Einfluss der Joddüngung auf den Milchertrag scheint nicht vorhanden gewesen zu sein. Auch aus den Erhebungen über die Milchqualität geht nichts Positives hervor.

Die Tabelle 11 gibt die gefundenen Jodmengen wieder.

Fütterungsversuch mit Runkelrüben.

Tab. 11. *Ausgeschiedene Jodmengen als γ J im kg.*

	Datum	«Lisi» ohne Joddüngung			«Netti» mit Joddüngung		
		Harn	Kot	Milch	Harn	Kot	Milch
Normale Fütterung . .	14./15. November	44	60	58	38	60	52
Versuchsfütterung . .	19./20. »	15	42	50	22	50	50
» . .	25./27. »	25	50	76	22	42	76
» . .	3./ 4. Dezember	28	38	58	15	34	60
Normale Fütterung . .	8./ 9. »	40	25	75	25	22	100

Die tägliche Jodaufnahme gibt die Tabelle 12.

Tab. 12. *Tägliche Jodaufnahme der Versuchstiere.*

	Jodgehalt als γ J pro kg	Gesamter Jodgehalt Lisi γ	Gesamter Jodgehalt Netti γ
10 kg Runkelrüben ungedüngt	11	110	—
10 » » jodgedüngt	25	—	250
1 kg Kleie	66	66	66
0,5 kg Erdnusskuchen	95	48	48
10 kg Heu	400	4000	4000
Summe	—	4224	4364

Die Menge des aufgenommenen Jodes ist hier bedeutend höher, als bei dem Rübenblätterversuch; dementsprechend gehen auch grössere Jodmengen in die Milch. Die Mehraufnahme rührt aber nicht von den Rüben, sondern vom Heu her. Der Jodgehalt der Runkelrüben, auch der jodgedüngten, verschwindet neben dem Jodgehalt des Heues nahezu ganz. Wir sehen deshalb von der Aufstellung einer Bilanz ab und begnügen uns mit der Feststellung, dass ein deutlicher Unterschied im Jodgehalt der Ausscheidungen der beiden Kühe nicht aufgetreten ist.

Im Zusammenhang mit diesen Versuchen sei noch kurz ein Fütterungsversuch mit jodhaltigem Kochsalz erwähnt, den *O. Stiner*[10]) am Viehbestand der Arbeitsheilstätte Tenero bei Locarno im Laufe des Jahres 1924 vorgenommen hat. Die Tiere erhielten täglich mit 100 g jodiertem Kochsalz (1:200000) die Menge von 500 γ Kaliumjodid oder 380 γ Jod.

[10]) Jodiertes Kochsalz und Milchsekretion, Protokoll der Sitzung der schweizerischen Kropfkommission vom 18. Februar 1925.

Während der Versuchszeit wurden sieben mal Milchproben der jodgefütterten und der Kontrollkühe auf Jod untersucht und zwar Mischproben von je ca. 10 Kühen. Die Unterschiede im Jodgehalt waren jedesmal sehr gering oder überhaupt null. Sie lagen stets innerhalb der Fehlergrenze. Durchschnittlich fand ich bei den jodgefütterten Tieren 59, bei den Kontrollierten 57 γ Jod im Liter Milch.

Auch dies Resultat rührt daher, das die Mehraufnahme an Jod durch die spezielle Jodfütterung im Vergleich zu dem durch das gewöhnliche Futter aufgenommenen Jod viel zu gering ist. Sie mag kaum mehr als 10% ausmachen. Ein Teil davon wird wahrscheinlich gespeichert; der ausgeschiedene Rest verteilt sich auf Kot, Harn und Milch und der in die Milch gelangende Teil ist so gering, dass er nicht mehr mit Sicherheit analytisch erfasst werden kann.

Eine wirklich bedeutende Jodanreicherung in der Milch konnte ich bei einer Ziege beobachten. Herrn Professor *Noyer* verdanke ich eine Anzahl Ziegenmilchproben, die von einem thyreoektomierten Tier in den ersten Tagen nach der Thyreoektomie stammen. Bei der Operation wurde ein kräftiger Jodanstrich angebracht. Vor der Operation, beziehungsweise vor dem Jodanstrich, betrug der Jodgehalt der Milch 60 γ im Liter. Die Operation wurde am 9. Januar 1924, 10 Uhr vormittags vorgenommen. Die Milchen ergaben folgende Jodgehalte:

Tab. 13. Jodgehalt von Ziegenmilch nach Anwendung von Jodtinktur.

Datum	γ J im Liter
10. Januar morgens	7540
10. Januar abends	5150
11. Januar morgens	4280
11. Januar abends	6580
12. Januar morgens	3960
12. Januar abends	1960
13. Januar morgens	1160
13. Januar abends	730
14. Januar morgens	1510
14. Januar abends	1150
15. Januar morgens	730

Die Menge des angewendeten Jodes liess sich nicht feststellen. Der Jodgehalt der Milch ist anfangs auf mehr als das 100-fache gestiegen. Nach 5 Tagen beträgt er noch ungefähr $^1/_{10}$ der anfänglichen Menge.

Es wurde festgestellt, dass das Jod nicht an Fett gebunden war.

Es möge dahingestellt bleiben, ob dies Ergebnis mit der Entfernung der Schilddrüse im Zusammenhang steht. Vor allem dürfte die grosse Jodmenge, vielleicht auch die spezielle Form und die Anwendungsart des Jodes massgebend gewesen sein.

Das überraschendste Resultat unserer Versuche besteht darin, dass sich im Kot der Kühe so reichliche Jodmengen fanden. Bei Versuchen am Menschen (l. c.) hatte ich zwar gefunden, dass nach Genuss reichlicher Mengen Brunnenkresse ein grosser Teil des darin vorhandenen Jodes in den Kot ging. Ich war aber damals geneigt, das eher auf eine unter den gegebenen Verhältnissen momentane schlechte Verdauung des in zu grosser Menge genossenen, mir etwas ungewohnten Gemüses zurückzuführen. Nun zeigen unsere vorliegenden Versuche, dass in den grünen Pflanzenteilen, welche ja zu den jodreichsten Nahrungsmitteln gehören, neben resorbierbaren Jodverbindungen auch solche vorhanden sind, welche nicht einmal durch das Rind verdaut werden. Wenn aber das Rind, welches sogar Zellulose verdaut, diese Verbindungen nicht bewältigen kann, dürfen wir sie wohl überhaupt als unverdaulich bezeichnen.

Es zeigt uns dies, dass wir uns im Hinblick auf die Kropfprophylaxe nicht damit begnügen dürfen, den Gesamtjodgehalt der Nahrung kennen zu lernen. Was uns interessieren muss, ist der resorbierbare Anteil des Jodes und selbst beim resorbierten Jod dürfte eine weitere Differenzierung notwendig werden.

Zusammenfassung.

1. Unser Düngungsversuch mit Kaliumjodid ergab eine nur geringe Anreicherung an anorganischem Jod in der Erde. Nahezu alles wurde nach vorausgehender Oxydation zu elementarem Jod an die organischen Stoffe der Erde (Düngstoffe etc.) gebunden.

2. Da nur anorganisches Jod assimiliert werden kann, betrug die Mehraufnahme der Pflanzen an Jod in den jodgedüngten Parzellen nur einen winzigen Bruchteil des angewendeten Jodides.

3. Die Runkelrübenblätter nahmen bedeutend mehr Jod auf, als die Wurzeln, was für ein teilweises Entweichen elementaren Jodes in die Luft und eine direkte Aufnahme durch die Blätter spricht.

4. Ein Mehrertrag der Ernte durch die Joddüngung liess sich im Gegensatz zu *Stoklasa*, der seine Versuche allerdings mit Zuckerrüben angestellt hatte, nicht feststellen. Das verschiedene Resultat dürfte in der Verschiedenheit der Böden begründet sein.

5. Die Fütterung mit den jodreicheren Runkelrübenblättern ergab eine zwar nicht sehr grosse, aber doch deutliche Jodzunahme in der Milch. Bei den Wurzeln liess sich eine solche nicht erkennen.

6. Die Hauptmengen des ausgeschiedenen Jodes wurden im Harn und besonders im Kot gefunden. Ein starkes Defizit in der Bilanz deutet auf eine bedeutende Jodausscheidung durch die Haut hin.

7. Der Jodreichtum des Kuhkotes zeigt, dass im Gras unresorbierbare Jodverbindungen in verhältnismässig grosser Menge enthalten sind.