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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 18 (1927)

Heft: 5

Artikel: Ueber das Verhalten saurer und alkalischer Böden im Joddüngungsversuch

Autor: Fellenberg, Th. von / Werder, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-984150

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: 11.07.2025

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

2. Um eine sichere und glatte Trennung der Flüssigkeiten in den Messröhren zu erzielen (besonders bei engen Messröhren), ist es nötig, dass letztere vor Gebrauch sorgfältig gereinigt werden, was am besten dadurch zu erreichen ist, dass man sie mit einem Gemisch von konzentrierter Schwefelsäure und konzentrierter Salpetersäure (2 : 1) füllt und einige Zeit stehen lässt. Ausspülen mit Alkohol und Aether ist zu vermeiden. Auch kann das Schlangenrohr des Kühlers, wenn einmal verunreinigt, mit dem genannten Säuregemisch ausgespült werden, worauf ein vollständiges Ausfliessen aller Wassertropfen wieder gewährleistet wird.

Die Ausflussöffnung aus dem Kühler kann höher oder tiefer gestellt werden durch Verschiebung der Stopfen A und B (Fig. 1). Beim Arbeiten mit leichten Kohlenwasserstoffen ist es vorteilhafter, den genannten Ausfluss (Fig. 1 D) höher zu stellen, um den fallenden Tropfen (Wasser + Toluol etc.) die Möglichkeit zu nehmen, einfach über die Flüssigkeitsoberfläche und den Rand der gefüllten Messröhre hinwegzurollen.

3. Für ganz spezielle Fälle könnten auch andere Halogenkohlenwasserstoffe zu Wasserbestimmungen versucht werden, wie z. B. Bromoform, das bei dem nicht allzu hohen Siedepunkt von 151° das sehr hohe spezifische Gewicht von 2,89 aufweist. Doch habe ich in dieser Richtung keine Versuche angestellt.

4. Es können Messröhren verschiedener Formen benützt werden, weite mit grossem Fassungsvermögen (5—20 cm^3) oder enge mit genauerer Ablesbarkeit. Der Apparat ist zu beziehen durch die glastechnische Werkstätte E. Keller, Türkheimerstrasse 13, Basel.

Ueber das Verhalten saurer und alkalischer Böden im Joddüngungsversuch.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

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

Vor einiger Zeit [1]) wurde über einen Joddüngungsversuch mit Runkelrüben berichtet, bei welchem es sich gezeigt hatte, dass diese Pflanzen auf Joddüngung zwar nicht durch einen Mehrertrag an Kraut und Wurzeln reagierten, wohl aber durch eine, allerdings nur recht geringe Mehraufnahme an Jod. Einen Erntemehrertrag wollte *J. Stoklasa* [2]) bei der Zuckerrübe festgestellt haben. *M. von Wrangell* [3]) unternahm an der landwirtschaftlichen Hochschule in Hohenheim in den Jahren 1924—26 eine Reihe von Kultur-

[1]) Diese Mitt., **16**, 100, 1925.

[2]) Compt. rend., **128**, 120, 1924.

[3]) Das Jod als Pflanzennährstoff. Die Naturwissenschaften, **15**, 70.

versuchen mit mehr als einem Dutzend verschiedenen Pflanzen, ohne weder irgendwelche Ertragssteigerungen noch eine Mehraufnahme an Jod feststellen zu können. Hingegen konnten *K. Scharrer* und *A. Strobel*[4]) starke Jodanreicherung bei allen von ihnen untersuchten Pflanzen feststellen bei Verwendung eines sauren und eines neutralen Bodens (P_H 5,45 und 6,57).

Die hier zu besprechenden Topfversuche wurden im Sommer 1926 durchgeführt. Es handelte sich darum, die Wirkung der Joddüngung auf ein und dieselbe Pflanze bei verschiedenen Böden zu untersuchen und zwar sollte einerseits festgestellt werden, ob der Ernteertrag dadurch beeinflusst würde, andrerseits, ob das durch die Pflanzen aufgenommene Jod je nach der Bodenart variiere.

Zwei wichtige Eigenschaften der Böden dürften bestimmend sein für die Jodaufnahme der Pflanzen, ihr Adsorptionsvermögen für Jod und ihre katalytische Wirkung, d. h. ihre Eigenschaft, Jodionen in elementares Jod überzuführen. Es ist a. a. O.[5]) gezeigt worden, dass die Böden diese Eigenschaft in sehr verschiedenem Grade besitzen und dass sich besonders saure und eisenreiche Böden durch eine hohe katalytische Wirkung auszeichnen.

Ueber die Adsorption des Jod-ions habe ich auch bereits früher[6]) einige Versuche angestellt. Die Versuchsanordnung war aber damals nicht einwandfrei gewesen. Ich suchte deshalb durch neue Versuche das Adsorbtionsvermögen einiger Materialien für Jod festzustellen und zwar verwendete ich dazu geglühte Kieselguhr, Kaolin, gefälltes Calciumcarbonat und Tierkohle. Die Versuche wurden mit Jod-ion und mit elementarem Jod durchgeführt.

Zu den Adsorptionsversuchen mit Jod-ion wurden je 25 cm^3 KJ-lösung, enthaltend 0,4 mg KJ, entsprechend 0,306 mg J mit 0,1 g der Adsorbentien in Reagensgläsern mit Glasstöpsel unter zeitweiligem Umschwenken stehengelassen. Die Gläser waren nahezu ganz gefüllt, so dass die Möglichkeit, dass etwa während der Versuchszeit bei der Probe mit Kieselguhr elementares Jod auftrat, auf ein Minimum reduziert war.

Nach zwei Stunden wurde die Flüssigkeit durch Zentrifugieren abgetrennt und der Rückstand zweimal mit je 10 cm^3 Wasser aufgeschüttelt und auszentrifugiert. Nun wurden die Rückstände mit 3 Tropfen gesättigter Pottaschelösung und 10 cm^3 Wasser 1/2 Stunde im Wasserbad erhitzt, um das adsorbierte Jod wieder herauszulösen. Man trennte die Flüssigkeit wieder durch Zentrifugieren ab und bestimmte darin das Jod.

Man fand für die Adsorption von Jod-ion aus 25 cm^3 0,0016%igen KJ-lösungen (0,0012 % J) an je 0,1 g Adsorbens foldende Werte für:

Geglühte Kieselguhr	Kaolin	Calciumcarbonat	Tierkohle
0,55 γ	0,25 γ	0,6 γ	56,0 γ
0,18 %	0,08 %	0,20 %	18,3 %

[4]) Angewandte Botanik, Ztschr. f. Erforsch. d. Nutzpflanzen, **9**, 187, 1927.

[5]) Th. von Fellenberg, H. Geilinger und K. Schweizer, Ueber das Freiwerden elementaren Jods aus Erde, Diese Mitt., **15**, 287, 1924.

[6]) Diese Mitt., **15**, 282, 1924.

Entsprechende Versuche wurden mit wässriger Jodlösung ausgeführt. Etwas Jod wurde mit warmem destilliertem Wasser geschüttelt, filtriert und die Lösung abgekühlt. Je 25 cm^3 der Lösung wurden mit 0,1 g der oben genannten Materialien 1/2 Stunde geschüttelt. Die weitere Verarbeitung geschah in gleicher Weise, wie beim vorhergehenden Versuch. Der Jodgehalt der Lösung betrug 0,277 mg in 25 cm^3, also nahezu gleich viel, wie beim Versuch mit Kaliumjodid.

Man fand für die Adsorption von elementarem Jod aus 25 cm^3 dieser 0,0011%igen wässrigen Jodlösung für:

Geglühte Kieselguhr	Kaolin	Calciumcarbonat	Tierkohle
1,0 γ	1,9 γ	2,5 γ	43,0 γ
0,36 %	0,69 %	0,90 %	15,6 %

Wir sehen, dass Tierkohle sowohl Jod-ion, als auch elementares Jod weitaus am besten adsorbiert. Die untersuchten mineralischen Adsorptionsmittel nehmen elementares Jod besser auf, als jonisiertes. Da der hier nicht näher berücksichtigte Dispersionsgrad für die Adsorption mitbestimmend ist, sollen die Unterschiede zwischen Kieselguhr, Kaolin und Calciumcarbonat nicht näher erörtert werden. Wir begnügen uns einstweilen mit der Feststellung, dass alle drei Materialien Jod in ähnlicher Grössenordnung festhalten.

Die Kulturversuche wurden in der Vegetationsanlage der schweizer. agrikulturchemischen Anstalt Bern-Liebefeld durchgeführt. Die nähern Bedingungen betreffend Sortenwahl, Wahl der Böden, Kulturbedingungen, wurden in einer Konferenz gemeinsam mit den Herren Dr. *F. Keller,* Dr. *Ritter* und Dr. *Truninger* besprochen. Dr. *Keller* leitete die Kulturversuche. Herrn Dr. *Schmid* spreche ich für die Ermöglichung dieser Untersuchungen, den genannten Herren für ihre Beihilfe meinen besten Dank aus.

Als Versuchspflanze wurden Karotten gewählt. Die Aussat geschah am 12. April 1926 in Töpfen von 20 cm Höhe und 20 cm Durchmesser auf folgenden vier Böden, die mit Phosphor, Kali und Stickstoff gedüngt worden waren:

I. Boden vom Liebefeld, Magerland, diluvialer Schotter,
II. Boden vom Pâturage du Droits-Malleray,
III. Boden von Sägerütti, Münsingen, Alluvialboden,
VI. Gartenkomposterde der Gärtnerei Z., Liebefeld.

Wir werden die Böden in Zukunft gelegentlich nur mit diesen Ziffern bezeichnen.

Mit jedem der drei ersten Böden wurden sechs Versuche angestellt und zwar:

A. Ohne Stallmist:

1. Mit Karotten, ohne Jod,
2. mit Karotten, mit Jod,
3. unbepflanzt, mit Jod.

B. Mit verrottetem Stallmist (94 g pro Topf):

4. Mit Karotten, ohne Jod,
5. mit Karotten, mit Jod,
6. unbepflanzt, mit Jod.

Bei der Komposterde liess man die Versuche mit Stallmist (4—6) weg.

Die Versuche 1, 2, 4 und 5 wurden mit je zwei Töpfen vorgenommen. Die Leerversuche (3 und 6) mit je einem Topf, die sollten dazu dienen, sich über den Verbleib des zugesetzten Jods zu orientieren.

Der Jodzusatz war bei den Versuchen 2, 3, 5 und 6 stets derselbe; er betrug 0,0157 g KJ = 0,012 g J pro Topf von ca. 6 kg Erde oder ca. 2 mg pro kg eingefüllter Erde. Das in die Töpfe eingebrachte Gewicht der Erden differierte jedoch bei den verschiedenen Böden ziemlich stark. Die genaue Jodmenge pro Topf ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Tab. 1. *1. Jodzusatz zu den verschiedenen Böden.*

Boden	Wassergehalt der eingefüllten Erde %	Erde pro Gefäss		Jodzusatz pro kg trockene Erde mg
		eingefüllt g	trocken g	
I	15,2	6000	5090	2,36
II	18,8	5200	4220	2,84
III	21,0	5700	4500	2,67
IV	21,6	4800	3760	3,19

Das Jod wurde den Pflanzen am 11. Mai 1926 als Kopfdüngung gegeben.

Zur Charakterisierung unserer Erden wurden verschiedene Bestimmungen ausgeführt, vor allem die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration und des Jodabspaltungsvermögens.

Die elektrometrische P_H-bestimmung verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Herrn *K. Keller,* Liebefeld. Sie wurde in wässriger Lösung, sowie auch in doppelt normaler KCl-lösung durchgeführt. Letztere Bestimmung gibt bekanntlich auch die Austauschacidität bezw. die potentiellen Wasserstoff-Ionen an. Man fand folgende Werte:

	P_H in wässriger Lösung	P_H in 2-n-KCl-lösung
I. Boden Liebefeld	4,5	4,8
II. Boden Droits-Malleray . .	4,4	4,8
III. Boden Münsingen . . .	7.2	7,1
IV. Komposterde Liebefeld . .	7,3	7,3

Wir haben also zwei ausgesprochen saure und zwei alkalische Böden.

Man ging nun dazu über, die Erden in Bezug auf ihre katalytische Wirkung, ihre Eigenschaft, aus zugesetztem Alkalijodid Jod in Freiheit zu setzen, mit einander zu vergleichen. Man verwendete dazu die gesiebten Erden. Beim Sieben durch ein Haarsieb von 1 mm Maschenweite blieben als Steine zurück bei:

I.	II.	III.	IV. Erde
3,1 %	0	1,8 %	26,4 %

Man prüfte zuerst die Liebefeld-Erde Nr. I bei steigenden Konzentrationen an KJ. Man ging dabei anders vor, als früher (l. c.). Die Versuche wurden in weithalsigen Stöpselflaschen von 200 cm³ Inhalt mit je 10 g Erde durchgeführt. Man wägt die gewünschte Menge KJ hinein, fügt 2,5 cm³ Wasser hinzu und schüttet nach erfolgter Lösung 10 g lufttrockene Erde auf einmal dazu. Die Erde befeuchtet sich nicht sofort ganz, sondern erst nach einigem Schütteln. Nach Verlauf einiger Minuten kann man sie durch weiteres Schütteln vom Boden loslösen und fein verteilen. Die Erde ist also nur feucht, nicht nass und soll keine Knollen haben, damit die Luft gut zwischen ihre Poren eindringt.

Die Flaschen werden im Dunkeln aufbewahrt. Nach 24 Stunden fügt man 25 cm³ Wasser hinzu, schüttelt um und filtriert durch ein Filter von 9 cm Durchmesser. Das Filtrat wird gemessen, das Jod darin bestimmt und auf die ursprünglichen 27,5 cm³ Flüssigkeit umgerechnet. Durch Division durch 10 erhält man das durch lg Erde in 24 Stunden in Freiheit gesetzte Jod.

Die Jodbestimmung in den Filtraten wurde je nach ihrem Jodgehalt verschieden ausgeführt. Ist das Filtrat stark gelb gefärbt, so kann es direkt titriert werden; ist es schwach gelb gefärbt, so schüttelt man es mehrmals mit Chloroform aus und titriert nach *Fresenius;* bei noch kleinern Mengen führt man das Jod von der Chloroformlösung in einen Tropfen Pottaschelösung über, verbrennt und bestimmt auf gewöhnliche Weise.

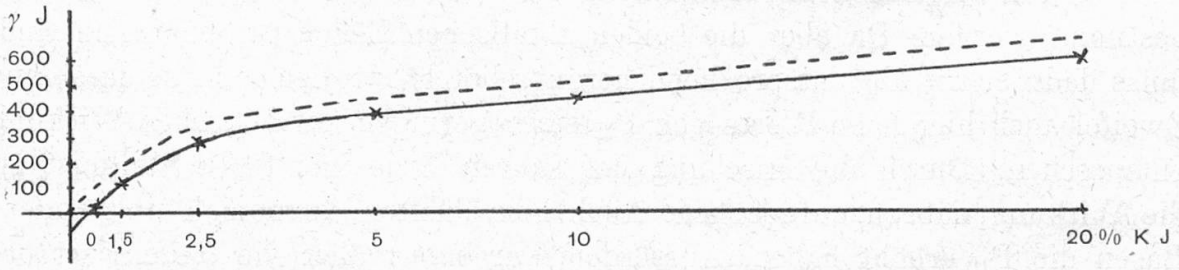
In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt:

Jodentwicklung aus Erde Nr. I, Liebefeld, bei steigendem Kaliumjodidzusatz während 24 Stunden.

Tab. 2.

KJ in % der Erde	Entwickeltes Jod in γ pro g Erde in 24 Std.	KJ in % der Erde	Entwickeltes Jod in γ pro g Erde in 24 Std.
0,5	33	5	374
1	107	10	445
2,5	282	20	590

In der folgenden ausgezogenen Kurve sind die Werte graphisch dargestellt:



Im Anfang steigt die Jodentwicklung mit zunehmender Jodidkonzentration stark an, später, von etwa 5 % Jodid an, nur noch schwach und zwar vollständig regelmässig. Die höhern Konzentrationen eignen sich also

zur Vergleichung am besten. Mit 2,5 % nähert man sich schon sehr der Geraden. Man entschloss sich, diese Konzentration für die folgenden Bestimmungen an den übrigen Erden zu wählen.

Wenn wir den Anfang der Kurve sinngemäss einzeichnen, so fängt sie nicht mit dem Nullpunkt an, sondern mit einem Wert von ungefähr — 70 γ. Das scheint darauf hin zu deuten, dass die ersten 70 γ Jod, welche entwickelt werden, wieder verschwinden, indem sie offenbar von der Erde adsorbiert werden. Ob dieser Adsorption eine Reduktion zu HJ oder eine Bindung an organische Substanzen folgt, lässt sich nicht ohne weiteres voraussagen. Die wirklich gebildete Jodmenge dürfte der punktierten Kurve entsprechen, welche beim Nullpunkt beginnt.

Man untersuchte nun die übrigen Erden in gleicher Weise unter Zusatz von 2,5 % KJ, indem man die Reaktion 24 und 3×24 Stunden gehen liess. In einem Fall wurde eine Erde mit 10 % verrottetem Stallmist versetzt und 3×24 Stunden einwirken gelassen. Ferner prüfte man einige Mischungen gleicher Teile der Erden mit einander.

Die folgende Tabelle gibt die erhaltenen Resultate wieder:

Tab. 3. Jodentwicklung aus Erden bei 2,5 % Kaliumjodidzusatz.

Erde	Glüh-verlust	Entwickeltes Jod in γ pro g Erde	
	%	in 24 Std.	in 3×24 Std.
I	4,34	282	472
II	9,30	61	99
III	7,32	2,5	2,1
IV	10,69	2,4	2,0
I + 10 % Stallmist .	—	—	4,2
I + II	—	73	—
I + III	—	1,7	—
I + IV	—	1,7	—

Wir sehen, dass ausser der I. auch die II. Erde noch beträchtlich Jod in Freiheit setzt, obschon etwa viermal weniger. Die III. und IV. Erde hingegen entwickeln nur ganz geringe Spuren. Die Reaktion geht Hand in Hand mit der Wasserstoffionenkonzentration. Bei den Erdmischungen ist P_H nicht bestimmt worden. Da aber die beiden alkalischen Böden carbonatreich sind, muss dadurch die P_H entsprechend heraufgebracht worden sein, so dass ohne Zweifel auch hier hohe Werte von P_H einer geringen katalytischen Wirkung entsprechen. Durch die Mischung der sauren Erde mit 10 % Stallmist ist die Wirkung nahezu aufgehoben. Auch hier dürften Ammoniak und andere Basen die P_H erhöht haben. Ausserdem verringert aber die Gegenwart organischer Stoffe die beobachtbare Jodentwicklung stets erheblich, indem das entwickelte Jod adsorbiert, wie wir das bei den Adsorptionsversuchen mit Tierkohle gesehen haben und in einem weitern Stadium chemisch gebunden

wird. Wenn wir ferner berücksichtigen, dass auch der Gehalt an speziell katalytisch wirkenden Stoffen, wie Eisen- und Manganverbindungen und der verschiedene Dispersitätsgrad in Betracht fällt, so können wir natürlich nicht erwarten, dass die Jodentwicklung stets streng parallel den P_H-werten verläuft. Die Wasserstoffentwicklung ist nur ein Faktor unter mehreren und zwar offenbar der ausschlaggebendste.

Die Ernte erfolgte am 3. August. Die Pflanzen waren im Aussehen normal, ausser den Wurzeln bei Boden I ohne Stallmist mit Jodgabe. Diese Wurzeln waren in beiden Gefässen teilweise angefault. Da sowohl der entsprechende Versuch ohne Jod, als auch der entsprechende Versuch mit Jod und mit Stallmist diese Schädigung nicht zeigten, ist man versucht, anzunehmen, dass die Joddüngung bei dieser Erde die Pflanzen in ihrer Widerstandskraft schwächte, dass aber diese Schwächung durch die Gegenwart des Stallmistes wieder aufgehoben wurde. Da wir nun weiter oben gezeigt haben, dass gerade diese Erde sich durch eine ausserordentlich starke katalytische Wirkung auszeichnet, wie wir sie weder bei diesen Versuchen, noch früher bei irgend einer Erde in dem Masse angetroffen haben und da diese katalytische Wirkung durch Stallmist stark herabgesetzt wird, liegt die Vermutung nahe, dass die Schädigung durch frei werdendes elementares Jod erfolgt. Eine solche Wirkung wird natürlich nur in ganz seltenen Fällen eintreten können.

Das Ergebnis der Ernte wird durch folgende Tabelle wiedergegeben:

Tab. 4. Ernteergebnis in g frischer Substanz pro Topf zu ca. 6 kg Erde.

Einbringen von Stallmist	Einbringen von Jod	Kraut			Wurzeln		
		Gewicht	Schwankung	Jodeffekt	Gewicht	Schwankung	Jodeffekt
I. Boden vom Liebefeld.							
—	—	181	± 3	— 29	607	± 49	— 29
—	+	152	± 1,5		578	± 8,5	
+	—	193	± 5,5	— 7	685	± 17	+ 46
+	+	186	± 1		731	± 11,5	
II. Boden vom Pâturage du Droits-Malleray.							
—	—	96	± 8	— 14	421	± 22,5	+ 10
—	+	110	± 2		437	± 20	
+	—	130	± 0	— 6	486	± 59	+ 9
+	+	136	± 6		495	± 25	
III. Boden von Sägerütti, Münsingen.							
—	—	241	± 4,5	+ 3	706	± 32	— 39
—	+	244	± 4		667	± 21	
+	—	227	± 7	+ 1	732	± 10	— 47
+	+	228	± 9,5		685	± 10	
IV. Gartenkomposterde der Gärtnerei Z., Liebefeld.							
—	—	206	± 8	— 12	884	± 97	+ 78
—	+	194	± 6,5		962	± 24	

Eine deutliche Wirkung der Joddüngung auf den Ernteertrag ist bei keiner der Erden, weder bei den Versuchen ohne, noch bei denen mit Stallmist festzustellen, wie wir eine solche auch bei unserm frühern Feldversuch mit Runkelrüben nicht hatten nachweisen können. Dieses Resultat stimmt also auch mit den diesbezüglichen Resultaten von *M. von Wrangell* völlig überein.

Ueber die Frage nach der Jodaufnahme durch die Pflanzen gibt uns unsere nächste Tabelle Auskunft:

Tab. 5. *Jodgehalt der Ernte.*

Einbringen von Stallmist	Einbringen von Jod	γ J im kg frischer Substanzen		γ J pro Topf			Mehrertrag an Jod		
		Kraut	Wurzeln	Kraut	Wurzeln	Summe	Kraut	Wurzeln	Summe
I. Boden vom Liebefeld.									
—	—	38	40	6,7	24,4	31,1	—	—	—
—	+	610	72	93,2	41,5	134,7	86,3	17,1	103,6
+	—	74	40	14,3	27,4	41,7	—	—	—
+	+	550	62	102,2	45,5	147,7	187,9	18,1	206,0
II. Boden vom Pâturage du Droits-Malleray.									
—	—	47	22	4,6	9,3	13,9	—	—	—
—	+	350	38	38,5	20,8	59,3	33,9	11,5	45,4
+	—	96	25	12,5	12,2	24,7	—	—	—
+	+	260	38	35,5	18,8	54,3	17,0	6,6	23,6
III. Boden von Sägerütti, Münsingen.									
—	—	30	25	7,2	17,7	24,9	—	—	—
—	+	60	25	14,7	16,6	31,3	7,5	— 1,1	6,4
+	—	22	18	5,0	13,2	18,2	—	—	—
+	+	65	24	14,8	16,7	31,5	9,8	3,5	13,3
IV. Gartenkomposterde der Gärtnerei Z., Liebefeld.									
—	—	66	16	13,6	14,2	27,8	—	—	—
—	+	74	10	14,3	9,6	23,9	0,7	— 4,6	— 3,9

Wir sehen bereits in den Töpfen, die mit Stallmist, aber ohne Jod gedüngt sind, eine starke Vermehrung des Jods bei den ersten beiden Erden, nicht aber bei der dritten Erde. Bei der vierten Erde fehlt in dieser Beziehung das Vergleichsmaterial. Diese Vermehrung bezieht sich hauptsächlich auf die Blätter, in viel geringerm Grade auf die Wurzeln. Ich bin nicht der Ansicht, dass etwa der Jodgehalt des Stallmistes diese Vermehrung bewirkt hat; denn er erhöht das bereits im Boden vorhandene Jod nur ganz unwesentlich. Es dürfte vielmehr durch den Dünger eine Aenderung des Bodens in chemisch-biologischer Hinsicht erfolgt sein, auf welche die Pflanze bei den beiden sauren Böden mit einer erhöhten Jodaufnahme reagierte.

Die Joddüngung hat bei der ersten Erde weitaus am stärksten gewirkt, bei der zweiten Erde immer noch beträchtlich, bei der dritten bedeutend weniger; sie ist hier in einem Falle überhaupt nur bei den Blättern bemerkbar. Die vierte Erde zeigt bei den Blättern keinen Effekt, bei den Wurzeln sogar eine kleine Verminderung der Jodaufnahme.

Die Jodmehraufnahme bezieht sich durchwegs viel mehr auf die Blätter als auf die Wurzeln.

Wir finden also hier wieder unser bereits an Runkelrüben festgestelltes Resultat bestätigt, dass die Joddüngung wirklich eine Mehraufnahme an Jod durch die Pflanzen bewirken kann. Diese Wirkung ist aber in hohem Grade abhängig von der zum Versuche verwendeten Erde. Die katalytisch wirksameren Böden, welche zugleich die saureren sind, ergeben ein bedeutend höheres Resultat, als die katalytisch weniger wirksamen alkalischen. Dass wirklich die Wasserstoffionenkonzentration in erster Linie hier in Betracht kommen dürfte, geht aus folgendem hervor: Die Gärtnerei Z., von welcher die Gartenkomposterde IV stammt, liegt ganz in der Nähe des Gutes Liebefeld, welches uns die Erde Nr. I geliefert hat. Es handelt sich um diluvialen Schotter, welcher jene ganze Gegend gleichmässig bedeckt. Die Erde IV ist also durch Kompostierung aus I hervorgegangen. Es ist nichts aus der Erde herausgenommen, sondern verschiedenes hinein gebracht worden. Dass dadurch die Wirkung, Jod an die Pflanzen abzugeben, so stark verringert worden ist, dürfte wohl nicht mit den zugesetzten Stoffen, sondern lediglich mit der veränderten Wasserstoffionenkonzentration im Zusammenhang stehen.

Wir stehen mit unserm Resultat im Gegensatz zu *M. von Wrangell,* welche eine deutliche Jodmehraufnahme nach der Joddüngung bestreitet. Es ist sehr wohl möglich, dass *v. Wrangell* eine Erde zu ihren Versuchen verwendet hat, welche eine nur geringe Mehraufnahme durch die Pflanzen erlaubte, und dass daher der Effekt innerhalb der Versuchsfehlergrenze lag.

Unsere Resultate geben uns einen gewissen Fingerzeig über den Mechanismus der Jodaufnahme. Wenn aus den katalytisch wirksamsten Erden am meisten Jod aufgenommen wird, so könnte es sein, dass es vor allem elementares Jod ist, welches durch die Pflanzen aufgenommen wird. Bezüglich der Jodaufnahme durch die Blätter habe ich dies bereits früher[7]) nachgewiesen.

Gehen wir nun über zur Untersuchung der Erden. Sie erstreckte sich auf wasserlösliches, pottaschelösliches, säurelösliches (in Erdalkalien eingeschlossenes) und aufschliessbares (in Silikate eingeschlossenes) Jod, wie dies bereits in andern Fällen (l. c.) gemacht worden war.

Das in Erdalkalien und in den Silikaten eingeschlossene Jod muss hauptsächlich als Reservejod angesehen werden; für einen kurzfristigen Kulturversuch dürfte es meines Erachtens nicht sehr in Frage kommen. Grössere Bedeutung ist dem wasserlöslichen und dem pottaschelöslichen Jod zuzuschreiben. Ersteres ist wohl hauptsächlich anorganisch gebunden. Letzteres dürfte aus adsorbiertem anorganischem (Jodion und elementares Jod) und aus organisch gebundenem Jod bestehen. Ich denke speziell an die Möglichkeit einer Bindung an Humussäuren.

---

[7]) Diese Mitt., 14, 214, 1923.

Die Bestimmung der verschiedenen Formen Jod geschah folgendermassen:

Wasserlösliches Jod. 25 g Erde werden mit 250 cm³ destilliertem Wasser unter häufigem Umschütteln in einer geschlossenen Stöpselflasche 40 Stunden stehen gelassen, filtriert und das Filtrat auf bekannte Weise untersucht.

Pottaschelösliches Jod. 25 g Erde werden in einem gewogenen, 400 cm³ fassenden Becherglas mit 2,5 cm³ gesättigter Pottaschelösung und 250 cm³ Wasser übergossen und 1¼ Stunden lang unter zeitweiligem Umrühren unter Eintauchen in ein siedendes Wasserbad erhitzt. Man ergänzt nach dem Abkühlen das verdunstete Wasser, filtriert und bestimmt in aliquoten Teilen des Filtrates das Jod nach dem Eindampfen und Verbrennen. Durch Abzug des wasserlöslichen erhält man das nur in Pottasche lösliche Jod.

Salzsäurelösliches Jod. Die mit Pottasche extrahierte Erde wird vom Filter in das Becherglas zurückgespült und mit Wasser auf 400 cm³ verdünnt. Man lässt bis am nächsten Tag stehen, giesst oder hebert die Flüssigkeit sorgfältig ab und versetzt den zurückbleibenden Brei mit Salzsäure, so lange noch ein Aufbrausen stattfindet. Dann spült man ihn in einen Messzylinder, bringt das Volumen auf 125 oder 150 cm³, filtriert und bestimmt das Jod in einem aliquoten Teil, indem man das Volumen der Erde als 10 cm³ annimmt.

Silikatjod. Man schliesst mit KOH auf nach früher angegebener Methode.

Die foldende Tabelle enthält die bei den verschiedenen Böden erhaltenen Werte.

Gehalt der Böden an verschieden gebundenem Jod in γ pro kg.

Tab. 6.	I.	II.	III.	IV. Erde
Wasserlösliches Jod (anorganisch)	1	17	17	6
Pottaschelösliches Jod (adsorb. bezw. organisch) .	800	300	300	760
Säurelösliches Jod (in Erdalkalien eingeschlossen .	26	33	95	90
Aufschliessbares Jod (in Silikaten eingeschlossen)	590	440	530	610

Die beiden Liebefelder Erden, die ursprüngliche (I) und die Kompostterde (IV), enthalten weitaus am meisten pottaschelösliches Jod, während das wasserlösliche Jod in den beiden andern Erden in grösserer Menge vorhanden ist.

Nachdem die Joddüngung am 11. Mai vorgenommen worden war, wurden die nicht in Kultur stehenden Bodenproben am 1. Juni erneut auf wasserlösliches und pottaschelösliches Jod untersucht. Am 3. August, dem Tage der Ernte, wurden nochmals Erdproben aus allen mit Jod gedüngten Töpfen, sowie aus den ohne Jod, aber mit Stallmist versehenen entnommen und untersucht.

Die Tabelle 7 gibt die Resultate wieder. Sie gibt auch an, wie viel Jod von den Pflanzen aus je 1 kg Erde aufgenommen worden ist. Die pro kg Erde eingebrachte Jodmenge ist aus der Tabelle 1 übernommen.

Vergleich des zur Verfügung stehenden Jods mit dem von den Pflanzen aufgenommenen Jod.

Tab. 7.

Nr.	Einbringen von Karotten	Einbringen von Stallmist	Einbringen von Jod	Im April		Am 1. Juni		Am 3. August		Von den Pflanzen aufgenommenes Jod	
				wasserlösliches Jod	pottaschelösliches Jod	wasserlösliches Jod	pottaschelösliches Jod	wasserlösliches Jod	pottaschelösliches Jod	γ J im kg Erde	% des vorhandenen
I. Boden vom Liebefeld (Joddüngung = 2360 γ pro kg).											
1	—	—	—	11	800	—	—	—	—	—	—
2	+	—	—	—	—	—	—	50	410	6,1	0,75
3	+	—	+	—	—	—	—	30	1670	26,5	0,83
4	—	—	+	—	—	250	3350	150	1050	—	—
5	+	+	—	—	—	—	—	30	930	8,2	1,03
6	+	+	+	—	—	—	—	60	2040	29,0	0,92
7	—	+	+	—	—	190	3100	70	1930	—	—
II. Boden vom Pâturage du Droits-Malleray (Joddüngung = 2840 γ pro kg).											
1	—	—	—	17	760	—	—	—	—	—	—
2	+	—	—	—	—	—	—	12	300	3,3	0,43
3	+	—	+	—	—	—	—	50	2830	14,1	0,39
4	—	—	+	—	—	150	3950	50	2350	—	—
5	+	+	—	—	—	—	—	40	800	5,8	0,75
6	+	+	+	—	—	—	—	120	2400	12,9	0,36
7	—	+	+	—	—	190	4400	60	2650	—	—
III. Boden von Sägerütti, Münsingen (Joddüngung = 2670 γ pro kg).											
1	—	—	—	17	300	—	—	—	—	—	—
2	+	—	—	—	—	—	—	45	170	5,4	1,70
3	+	—	+	—	—	—	—	30	1500	7,0	0,23
4	—	+	—	—	—	230	2400	70	1600	—	—
5	+	+	—	—	—	—	—	30	700	4,0	1,26
6	+	+	+	—	—	—	—	20	1580	7,0	0,20
7	—	+	+	—	—	240	2650	60	1400	—	—
IV. Gartenkomposterde der Gärtnerei Z., Liebefeld (Joddüngung = 3190 γ pro kg).											
1	—	—	—	6	330	—	—	—	—	—	—
2	+	—	—	—	—	—	—	60	350	7,3	—
3	+	—	+	—	—	—	—	12	1750	6,3	2,17
4	—	—	+	—	—	70	3000	50	1600	—	0,18

Am 1. Juni finden wir bei den beiden saureren Böden eine wohl durch irgendwelche Versuchsfehler bedingte Zunahme, in den beiden basischern aber eine gewisse Abnahme an Jod, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Wasserlösliches + pottaschelösliches Jod, γ im kg Erde.

	I.	II.	III.	IV. Erde
Direkt nach der Joddüngung . . .	3170	3620	2990	3530
Am 1. Juni (Gefässe ohne Stallmist)	3600	3950	2630	3070

Das Verhältnis des wasserlöslichen zum pottaschelöslichen Jod ist bei den drei ersten Böden ungefähr dasselbe. Ueberall ist der grösste Teil des zugesetzten Jodids wasserunlöslich geworden und löst sich nun erst in Pottaschelösung. Die stärkste Umwandlung ist bei der Komposterde erfolgt. Die Stallmistdüngung hat die Umsetzung überraschenderweise nicht deutlich beeinflusst.

Am 3. August finden wir in denselben Töpfen vier und sieben eine weitere Abnahme des wasserlöslichen Jods, nicht aber eine entsprechende Zunahme des pottaschelöslichen. Im Gegenteil hat auch dieses stark abgenommen. Somit ist ein Verlust an Jod überhaupt eingetreten. Man fragte sich, ob es vielleicht in eine organische, aber in Pottasche unlösliche Form übergegangen sei. Dann müsste es nach dem Verbrennen der Erde gefunden werden. Ein diesbezüglicher Versuch verlief indessen negativ. Eine Umwandlung in salzsäurelösliches oder in aufschliessbares Jod dürfte auch ganz ausgeschlossen sein. Somit bleibt nur die Annahme übrig, dass das Jod sich in die unterste Schicht der Gefässe, in die Kiesschicht, zurückgezogen hat. Es würde dies beim Feldversuch einem Auswaschen des Jods entsprechen. Leider ist versäumt worden, die Kiesschicht zu untersuchen.

In den nicht mit Jod gedüngten, aber mit Karotten bepflanzten Gefässen (Nr. II) ist gegenüber den im April untersuchten Proben (Nr. I) in drei von vier Fällen eine Zunahme an wasserlöslichem Jod eingetreten. Es scheint demnach, dass im Laufe der Vegetationsperiode unlösliches Jod löslich wird, ein Schluss, der allerdings noch weiter bestätigt werden müsste.

Ueber die Wirkung des Stallmistes geben uns die Versuche II und V Auskunft. Wir finden bei Gegenwart von Stallmist überall einen Mehrgehalt an Jod. Das Hinunterwandern scheint also durch die adsorbierende Wirkung des Stallmists etwas gehemmt zu werden.

Die vorletzte Kolonne unserer Tabelle gibt uns das von den Pflanzen pro kg Erde herausgeholte Jod an. Wir sehen, dass dieses überall nur einen winzigen Bruchteil des ursprünglich vorhandenen Jods ausmacht. Wie hoch sich dieser Betrag in % des zur Verfügung stehenden Jods beläuft, zeigt die letzte Kolonne. Bei der Berechnung ist das in Erdalkalicarbonaten und in Silikaten eingeschlossene Jod nicht mitgerechnet, da wir ihm, wie erwähnt, eine geringere Bedeutung beilegen, sondern wieder nur die Summe des wasser- und potaschelöslichen.

Nach den Resultaten der ersten Erde könnte man vermuten, dass das prozentual aufgenommene Jod eine Konstante sei, indem wir bei niedrigem und hohem Angebot denselben Prozentsatz Jod in den Pflanzen finden, bei der gedüngten Erde beide Mal etwas mehr, als bei der ungedüngten. Demnach wäre das Massenwirkungsgesetz für die Jodaufnahme massgebend. Die andern Erden, besonders III und IV, zeigen uns aber, dass dies nicht zutrifft, indem hier die absolute Jodaufnahme (vorletzte Kolonne) nahezu konstant ist, die prozentuale aber mit steigendem Jodangebot abnimmt. Dass hier bereits ohne Jodgabe eine ähnliche Jodmenge aufgenommen wird, wie bei der Joddüngung, dürfte seinen Grund darin haben, dass wir es hier ungefähr mit dem Minimum an Jod zu tun haben, welches die Pflanze zu ihrem Gedeihen benötigt. Dieses Minimum von etwa 30 γ für 1 kg Blätter und etwa 15 γ für 1 kg Wurzeln scheint die Pflanze auch aus einem Boden, der sein Jod schwer abgibt, ziehen zu können. Eine Aufnahme darüber hinaus erfordert vielleicht schon das Auftreten elementaren Jods, wie es in katalytisch wirksamen Böden gewährleistet wird.