

Die Wüste enthält beträchtliche Eisenerzvorkommen. Ich beobachtete recht schöne Spateisensteingänge, und wahrscheinlich gibt es auch brauchbare Magneteisenerze, worüber meine Studien aber noch nicht abgeschlossen sind. Ohne über noch anderweitige Möglichkeiten heute etwas auszusagen, darf doch eine zukünftige Verwertung der Eisenvorräte vorausgesehen werden.

Manche Bodenschätze müssen infolge der Unwirtlichkeit des Landes ungenützt liegenbleiben. Ich fand

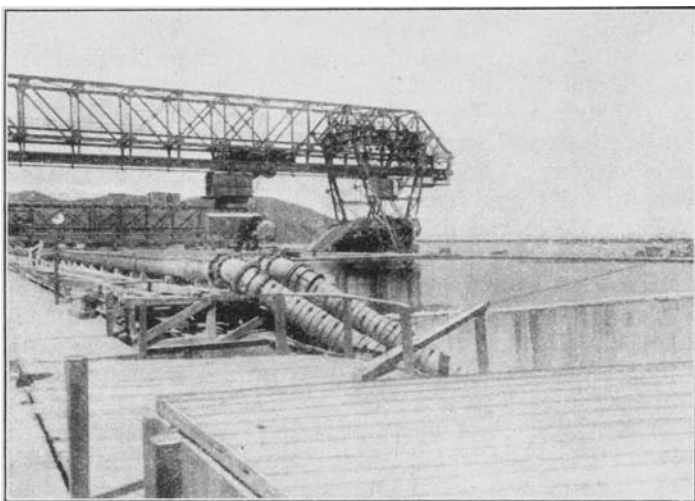


Abb. 9. Kupferwerk Chuquicamata. Schwefelsäurebassins für die Gesteinslaugung. Vorrichtung zur mechanischen Entfernung der Rückstände. Im Hintergrunde der Kupferberg.

u. a. eigenartige Marmorvorkommen, sog. Kontaktmarmore, und erwähne sie nur, weil nach mir von anderer Seite großes Aufsehen von derartigen Funden gemacht worden ist. Man muß allerdings wissen, daß in den meisten Gegenden Chiles Kalk und Zementrohmaterial ein begehrter Artikel ist, der stellenweise sogar unterirdisch gewonnen wird. Etwas Besonderes ist ferner der Onyxmarmor, den ich in der Sierra de Moreno, in der sog. Mittelkordillere untersuchte. Onyxmarmor sieht man heute in jedem Luxuswarengeschäft in Form von geschliffenen Lampenfüßen, Schreibzeugen, Aschenbechern usw. Das stark durchscheinende, gelbliche oder grüne oder braungebänderte

Gestein wird in großem Maßstabe in der mexikanischen Wüste und den angrenzenden Gebieten gewonnen. Dieselben Quellabsätze haben sich zu diluvialer Zeit auch in der chilenischen Wüste gebildet, und, wenn die ebengenannten Fundplätze ausgebeutet sein werden, kommen vielleicht auch die südamerikanischen in Frage.

Negativ ist die Nutzbarkeit der Guano vorkommen der Wüste (nicht der Küste) zu beurteilen. Es handelt sich nur um geringfügige, nesterartige Häufchen inmitten des Wüstenschuttes, Ausscheidungsprodukte von Seevögeln. Diese hatten die merkwürdige Gewohnheit, und man beobachtet das in beschränktem Umfange noch jetzt, daß sie zum Brüten die küstenfernen Wüstentäler aufsuchen. Wirtschaftlich kommen diese Mengen nicht in Betracht, leider auch kaum die marinen Phosphatknollenschichten, die ich in alten Sedimenten der pazifischen Gebirgsmasse fand.

Ein natürlicher Schatz kann auch das Wasser sein, zumal in solcher Wüste, die ein Industriegebiet sein oder werden soll. Stellenweise gibt es Thermalquellen. Praktisch bedeutsamer ist der schon mehrfach genannte Rio Loa, trotzdem er kein Süßwasser führt. Sein extremes Gefälle von rund 1% und sein meist sehr enger Cañon begünstigen die Anlage von Stauwerken. Die beiden bisher existierenden liefern den Salpeterwerken erhebliche Mengen elektrischer Energie. Damit ist die Wasserkraft des einzelnen Wüstenflusses jedoch längst nicht verbraucht. Chuquicamata hat wohl bisher auf diese Kraftquelle verzichtet, um den Import des nationalen Erdöles nicht zu schmälern.

Das weitere Schicksal dieses eigenartigen Industriegebietes dürfte hauptsächlich von drei Faktoren abhängen: 1. Vom Willen kapitalkräftiger Konzerne, 2. von der Arbeiterfrage, 3. von der Zoll- und Verkehrspolitik der chilenischen Republik. Aller unter diesen drei Stichworten angedeuteten zeitweiligen Schwierigkeiten vermag wohl das gewaltig vordringende nordamerikanische Unternehmertum Herr zu werden, das schon jetzt in Anfängen zeigt, wie ein Land, oder vielleicht, wie eine ganze Kontinentalküste friedlich erobert werden kann. Man wird die Wüste nicht in den Todesschlaf zurücksinken lassen, aus dem sie einst geweckt worden ist durch kühne Industriepioniere, unter denen deutsche Männer zahlreich und führend waren. [A. 12.]

Chilesalpeter oder synthetischer Natronsalpeter?

Von Dr. H. EDELBÜTTEL, Rostock.

(Eingeg. 16. März 1928.)

Die Jodfrage, die im Zusammenhang mit der Kropf- und Kretinismusbekämpfung nach den ausgezeichneten Untersuchungen insbesondere schweizerischer Forscher (1) vor wenigen Jahren auch über die wissenschaftlichen Kreise hinaus allgemeines Aufsehen erregte, ist in dem letzten Jahr in erster Linie zu einem landwirtschaftlichen Problem geworden. Diese Entwicklung kann nicht überraschen, denn wenn jene Krankheitserscheinungen in engstem Zusammenhang mit ungenügender Jodzufuhr durch Trinkwasser, Kochsalz, pflanzliche und tierische Nahrungsmittel stehen, lag es nahe, außer durch unmittelbare Jodgaben in Form von Tabletten, von jodiertem Kochsalz und jodiertem Trinkwasser auch durch jodreichere Feldfrüchte eine planmäßige Bekämpfung bzw. Prophylaxe der Jodmangelkrankheiten anzustreben. Voraussetzung war naturgemäß dabei, daß durch jodhaltige Düngemittel eine Jodspeicherung in den Feldfrüchten

möglich war, daß weiter solches in den Pflanzen gebundene Jod auch gut vom menschlichen Darm resorbiert wird. Da, wie hier gleich betont werden soll, dies letztere nicht der Fall ist, so ergab sich weiter die Frage, ob jodreichere Futterpflanzen eine Erhöhung des Jodgehalts in Milch, Eiern, Fleisch usw. bewirken, so daß das dem Acker zugesetzte Jod in dieser gut resorbierbaren Form dem menschlichen Organismus zugeführt werden kann.

Selbstverständlich konnte als jodhaltiges Düngemittel für die Praxis nur ein von Natur her jodführendes in Frage kommen, nämlich der Chilesalpeter, selbstverständlich setzte auch die Verwendung dieses im Vergleich zu unseren inländischen synthetischen jodfreien Stickstoffdüngemitteln teuren Düngers zum Ausgleich der höheren Gestehungskosten bessere Ernteerträge voraus. Es ist wohl zu verstehen, daß etwa mögliche Ertrags-

steigerungen durch Düngung mit Chilesalpeter heute ganz und gar im Mittelpunkt unseres Problems stehen, und daß aus der Jodfrage eine Chilesalpeterfrage geworden ist. Sind Mehrerträge gesichert, so ist für die Praxis die Verwendung des Chilesalpeters oder auch die direkte Jodgabe berechtigt, nicht aber allein durch die Feststellung, daß der Jodgehalt der menschlichen Nahrungsmittel damit steigt, jedenfalls nicht, solange keine lebhaftere Nachfrage nach solchen Nahrungsmitteln besteht, also die Kropfkrankheit auf geringe Teile Deutschlands beschränkt bleibt, und weiter, solange noch andere Kampfmittel gegen sie wirksam sind, wie die direkten Jodgaben im Trinkwasser oder Kochsalz. Auch ein weiterer Gesichtspunkt wird hieran nichts ändern, insbesondere solange er sich noch nicht genügend begründen läßt, das ist die Möglichkeit des besseren Gedeihens der Kinder auf Grund erhöhter Jodzufuhr.

Einstweilen aber bleibt die Kernfrage, ob durch Joddüngung Ertragssteigerungen möglich sind oder nicht, von grundlegender Bedeutung. Es ist ungemein schwierig, ein klares Bild über den heutigen Stand dieses Teilproblems der Jodfrage zu gewinnen, da es sich hier um ein Kampfgebiet zweier großer Interessenkreise, des Chilesalpeter-Komitees einerseits und der deutschen Stickstoffdüngemittelfabrikation andererseits handelt. Der Chilesalpeter steht in der ganzen Welt in einem scharfen Abwehrkampf gegen künstliche Stickstoffdüngemittel. War es vor dem Kriege das Ammoniumsulfat, dem der Chilesalpeter wegen seines höheren Preises mehr und mehr weichen mußte, so ist es jetzt in erster Linie, wenigstens in Deutschland, der synthetisch hergestellte Natronsalpeter, der im Begriff ist, sich gänzlich an die Stelle des Chilesalpeters zu setzen und ihn auch aus seinen letzten Positionen zu verdrängen¹⁾. Wenn auch nicht in allen Ländern die Entwicklung durch den Krieg den gleichen Weg gegangen ist wie in Deutschland, so ist doch der Chilesalpeterimport in Europa ganz erheblich — von etwa 1 600 000 t 1913 auf etwa 70 000 t 1925 — abgesunken. Trotzdem in der gleichen Zeit die Vereinigten Staaten den Chilesalpeterverbrauch von 636 000 t auf 1 130 000 t hoben, ist doch die Ausfuhr von Salpeter aus Chile ständig zurückgegangen und sind die Vorräte im Lande beträchtlich gewachsen (11).

Ist nun der Jodgehalt des Chilesalpeters geeignet, in letzter Stunde noch die Lage zugunsten des Chilesalpeters zu verschieben? Das im einzelnen kritisch zu untersuchen, soll das Ziel der folgenden Ausführungen sein.

Nicht alle hier zu behandelnden Arbeiten stellen die Salpeterfrage als solche in dieser Weise in den Vordergrund. Zahlreiche Untersuchungen erstrecken sich vielmehr auf die Wirkung direkter Jodgaben in Gestalt von Jodiden und z. T. auch Jodaten. Seit 1902, wo Loew seine Stimulationsversuche auch auf Jodide ausdehnte, bilden diese Arbeiten bis heute hin eine äußerst bunte Reihe sowohl hinsichtlich der verwendeten Pflanzen und Methoden, wie auch betreffs der Größe und Art der Jodgaben. Ganz besonders abwechslungsreich erscheint diese Reihe hinsichtlich der Resultate: vom Fehlschlag bis zum ausgesprochenen Erfolg sind alle Abstufungen vorhanden. Auch die Auswertung der Resultate ist ungleich. Legen die einen Autoren auf die Ertragssteigerungen das entscheidende Gewicht, so stellen die anderen lediglich fest, ob und welche Jodzunahmen in den

Pflanzen aufgetreten sind. Hauptsächlich wurde nach dem Vorbild von Stoklasa (25) mit Jodiden gearbeitet. Kübelversuche und Feldversuche zeigten keine wesentlichen Verschiedenheiten, sie sollen daher im folgenden nicht gesondert betrachtet werden. Erhebliche Ertragssteigerungen durch Gaben von KJ hatten Loew (18) (1902 und 1924) (bei 500 g KJ pro ha 34%ige Ertragssteigerung an Gerste, bei 25 g 6%ige, 50 g 15%ige Steigerung usw., Hirse ergab die maximale Steigerung von 40% bei 940 g KJ pro ha, 16% bei 376 g KJ, 10 bei 94 g KJ usw.), Aso und Suzuki (14) (1904/05) (Bergreis 250 g KJ pro ha 1,5 %, 25 g KJ 16,5% Steigerung, ähnlich auch bei Hafer, Gerste, Radieschen, Erbsen und Spinat) und Stoklasa (etwa 2000 g KJ pro ha — Ertragssteigerung an Zuckerrüben von etwa 24%)²⁾. Alle übrigen Versuchsansteller konnten weder mit kleineren noch mit größeren Jodgaben die Erträge steigern. Es sind darunter sehr exakt angelegte Versuche, wie die von v. Fellenberg (1925), Hiltner und Bergold (20) (1926), v. Wrangell (38) (1927), Remy (24) (1927) und Dafert und Brichta³⁾ (16) (1926). Die letzteren arbeiteten auch erfolglos mit Jodaten⁴⁾. Zieht man weiter in Betracht, daß, wo Ertragssteigerungen erreicht werden, die angewandten Jodmengen zumeist ganz beträchtlich (bis zum 30fachen) über den Jodgehalt des Chilesalpeters hinausgehen, so können die Aussichten des Chilesalpeters hinsichtlich ertragsteigernder Wirkung auf Grund des Jodgehaltes nicht allzu günstig beurteilt werden. Jedenfalls ermuntern diese Resultate nicht dazu, wie Loew vorschlägt, in der Praxis Jodide oder Jodate zur Erzielung besserer Ernten anzuwenden.

Eine andere Frage ist es allerdings, ob durch solche Joddüngung der Jodgehalt der Feldfrüchte zu heben ist. In der Tat ist in dieser Hinsicht von einem durchgehenden Erfolg zu sprechen: Stoklasa konnte die Jodmengen in den verschiedenen Versuchspflanzen bis auf das 6–7fache steigern; v. Fellenberg auf etwa die gleiche Menge; Scharrer und Schwaibold (28) erzielten mit etwa 1000 g Kaliumjodid pro ha bei zahlreichen Feldfrüchten einen bis zehnfachen Jodgehalt, sie konnten dieses Resultat auch bei Verwendung von Jodaten erhalten. Auch Hiltner und Bergold (20) fanden ganz erhebliche Jodsteigerungen (oft zehnfache) in den Versuchspflanzen durch Behandlung mit Jodsalzen, ganz besonders dann, wenn mit den Salzlösungen gespritzt wurde (mehr als 100fach!). Nur v. Wrangell (38) gelang es nicht, eine Erhöhung des Jodgehaltes nach Joddüngung festzustellen.

Welche Erfahrungen liegen nun aber mit der Chilesalpeterdüngung selbst vor? Hier zeigten sich wie bei den Joddüngungsversuchen mit Jodiden und Jodaten wieder weitgehende Unstimmigkeiten. Einer Anzahl günstiger Kulturversuche, die eine gewisse Überlegenheit des Chilesalpeters gegenüber dem Natronsalpeter erkennen lassen, steht eine ebenso große Zahl von andern gegenüber, die die völlige Gleichwertigkeit des letzteren zu beweisen scheinen. Die Versuche sind auf zu ungleicher Basis durchgeführt und oft in ihrer Beweiskraft nicht zuverlässig genug, als daß es möglich wäre, eine klare Stellungnahme zu gewinnen. Es seien

²⁾ Auch Mazé beobachtete gute Wirkung von KJ bei Mais-Wasserkulturen (Ann. Inst. Pasteur 1919, 139).

³⁾ Söderbaum (37) hatte bei 7,5 kg KJ pro ha keinen Erfolg, ebenso auch Kuhn-Naarden (22) mit 1,72 kg KJ pro ha bei Zuckerrüben.

⁴⁾ Jodate (wie auch Jodide) blieben auch wirkungslos in Versuchen, die im Amtsblatt d. Landwirtschaftskammer f. d. Regierungsbezirk Kassel v. 12. 12. 1927 mitgeteilt wurden.

¹⁾ Es wurden in Deutschland verwendet: 1895: 50 000 t Reinstickstoff als Chilesalpeter = etwa 320 000 t Salpeter. 16 000 t Reinstickstoff als $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 1913: 75 000 t Reinstickstoff als Chilesalpeter = etwa 483 200 t Salpeter. 95 000 t Reinstickstoff als $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Die heutige Chilesalpeterimport soll etwa 7000 t betragen.

hier nur zwei besonders bemerkenswerte Resultate einander gegenübergestellt^{a)}: Remy (24) erhielt bei Zuckerrüben durch Düngung mit NaNO_3 , mit Chilesalpeter und mit synthetischem $\text{NaNO}_3 + \text{KJ}$ nur innerhalb der Fehlergrenzen abweichende Erträge. Im Versuchsring Eschershausen (24) wurden mit Chilesalpeter 37 dz Zuckerrüben je ha Mehrertrag gegenüber NaNO_3 -Düngung und gegen 28 dz Mehrertrag an Heu je ha festgestellt! Es muß aber auch hierbei in Betracht gezogen werden, daß die letzteren Versuche denen von Remy an Exaktheit der Durchführung unterlegen sind. Es ist Remy durchaus darin zuzustimmen, daß es zur endgültigen Aufklärung der Chilesalpeterfrage weiterer Versuchs-kulturen bedarf, die möglichst von den wissenschaftlichen Instituten anzulegen sind. Außer der gewiß mit Recht im Mittelpunkt stehenden Ertragsfrage hätten solche Versuche die Aufgabe, auch eine etwaige Jod-anreicherung auf Grund von Chilesalpeterdüngung zu prüfen, was bisher anscheinend nirgends geschehen ist, und weiter auch der in Kreisen der Praxis (24) beobachteten Erscheinung Aufmerksamkeit zu schenken, nach der z. B. Zuckerrüben durch Chilesalpeter eine bemerkenswerte Wachstumsbeschleunigung erfahren sollen. Es liegt auf der Hand, daß eine derartige Beschleunigung für die Zuckerrübenkultur in nördlichen Teilen Deutschlands von ausschlaggebender Bedeutung sein kann.

Es scheint nicht angängig, die oben beschriebenen ungünstigen Resultate betreffs Ertragssteigerung durch direkte Joddüngung gegen eine mögliche Überlegenheit des Chilesalpeters ins Feld zu führen. Jedenfalls kann nicht so verfahren werden, ehe nicht sichergestellt ist, ob nicht andere Sondereigenschaften des Chilesalpeters wirksam sein können. Mit Recht weist Remy auf den geringen Gehalt an Chloraten hin, der sich im Chilesalpeter befindet, und von dem noch nicht feststeht, ob ihm nicht Reizwirkungen zuzuschreiben sind. Auch die Frage einer etwaigen Radioaktivität, wie sie von Stoklasa für den Chilesalpeter angenommen wird, müßte noch einmal verfolgt werden, wenn auch Daffert (16) und v. Feilitzen (37) zu negativen Resultaten gekommen sind.

Eine Gegenüberstellung der Zusammensetzung des Chilesalpeters und des synthetischen Natronsalpeters bringt die angedeuteten und weitere Möglichkeiten gut zum Ausdruck.

Chilesalpeter:

Etwa 95% NaNO_3 , 2,5% Wasser, 2,5% Rest: NaCl , etwas MgCl_2 , etwas MgSO_4 und NaSO_4 ; 0,1% Unlösliches, 0,03% Jod (0,01–0,10%), Spuren von Perchloraten.

Caliche nach Stoklasa radioaktiv. Bei Chilesalpeter Radioaktivität gering, aber sehr verschieden, nach Daffert fast Null, nach v. Feilitzen weder bei Caliche noch bei Handelssalpeter feststellbar.

NaNO_3 :

Etwa 98% NaNO_3 , etwas Wasser, frei von Jod und Perchlorat, Radioaktivität nicht erwähnt.

Solange nicht vergleichsfähige Versuchsergebnisse vorliegen, ist es ganz unmöglich, die Ursachen der so verschiedenen Ertragsergebnisse bei Joddüngung sowohl der direkten durch Jodide und Jodate, wie auch der indirekten durch Chilesalpeter aufzuklären. Daß die Pflanzenarten dabei von Einfluß sind, ist wohl wahrscheinlich, aber aus den bisherigen Resultaten nicht mit

zwingender Beweiskraft abzuleiten. Sicherlich wird auch dem Boden eine wichtige Rolle zukommen. Ganz besonders nahe liegt der Gedanke, daß unterschiedliche Jodgehalte der Böden von entscheidender Bedeutung dafür sind, ob Joddüngung zu Ertragssteigerungen führt oder nicht. Unter den zahlreichen Kulturversuchen ist leider nur zweimal, in denen von Scharrer und Schwaibold und v. Fellenberg, der natürliche Jodgehalt des verwendeten Bodens bestimmt worden. Die ausgezeichneten Feststellungen des letzteren Verfassers aber, der als einziger eine vollständige Jodbilanz des Erdbodens für die Dauer des Kulturversuches durchgeführt hat, geben uns die Möglichkeit, trotzdem zu der aufgeworfenen Frage Stellung zu nehmen. Die Resultate sind so auffällig, und zwar in mehrfacher Beziehung, daß es berechtigt erscheint, näher auf sie einzugehen. Versuchspflanzen waren Rüben. Drei Parzellen wurden neben einer gemeinsamen Grunddüngung in folgender Weise verschieden behandelt: Parzelle I ohne Stickstoff und ohne Jod, Parzelle II mit Stickstoff ($[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$) und ohne Jod, Parzelle III mit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ und mit Jod (2 kg KJ pro ha). Ertragssteigerungen auf Parzelle III gegen II und auch gegen I waren nicht festzustellen, wohl aber, wie schon ausgeführt, bemerkenswerte Jodzunahmen, besonders in den Blättern (Jod in Rüben von etwa 9,5 γ pro Pflanze auf Parzelle I und II, auf 21,4 γ auf Parzelle III, Jod in den Blättern einer Pflanze von 2,5 γ auf Parzelle I und II, auf 20,5 γ auf Parzelle III).

Verfasser berechnet nun auf Grund mehrerer Analysen, welche Jodmengen der einzelnen Rübenpflanze zur Verfügung standen:

| | Parzelle I | | Parzelle II | | Parzelle III | |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| | anorg. γ | organ. γ | anorg. γ | organ. γ | anorg. γ | organ. $\gamma = \frac{1}{100} \text{mg}$ |
| aus dem Boden . . | 600 | 49 000 | 600 | 49 000 | 600 | 49 000 |
| aus d. Dungstoffen . | 1 | 59 | 2 | 10 | 27 000 | 60 |
| aus d. Niederschl. . | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 |
| | 616 | 49 069 | 617 | 49 070 | 27 615 | 49 070 |

Aufgenommen wurden dagegen auf Parzelle I und II von jeder Pflanze nur etwa 12 γ Jod und auf Parzelle III 41,9 γ Jod, das sind nicht mehr als 2,0% bzw. 0,09% der vorhanden gewesenen Menge des anorganischen Jods oder für I und II nicht mehr als mit den Niederschlägen an anorganischem Jod in den Boden gelangte! Der natürliche unmittelbar verfügbare Jodgehalt des Bodens hätte bei weitem zur Deckung des Jodbedarfs der Pflanzen ausgereicht. Trotzdem aber nehmen sie, wenn die löslichen Jodmengen des Bodens künstlich erhöht werden, weiteres Jod auf, wenn auch nicht in prozentualem Maßstabe, jedoch ohne Ertragssteigerung! Eine physiologische Notwendigkeit dieser Jodspeicherung hat also unter den vorliegenden Verhältnissen für die Rübe nicht bestanden. Man gewinnt vielmehr den Eindruck, daß die Pflanzen unter dem Zwang veränderter osmotischer Kräfte gestanden haben. Wie aber liegen die Dinge auf jodarmen Böden, z. B. der Kropflegenden? Vielfache Analysen haben gezeigt (Fellenberg, Bleyer u. a.), daß der Jodgehalt solcher Böden bei sehr großen Schwankungen nach Bleyer auf 76 (Fellenberg: 600 γ) γ Gesamtjod pro kg (gegen etwa 10 000 γ pro kg in normalen Böden) heruntergehen kann. Legen wir diese Zahl zugrunde und gleichzeitig dasselbe Verhältnis (etwa 1:80) zwischen anorganischem und organischem Anteil wie bei dem obigen Boden, so würde jeder Rübenpflanze (in 55,8 kg

^{a)} Weitere ausführliche Angaben bei Remy (24).

Boden) auf dem jodarmen Boden etwa zwei Drittel des oben angeführten anorganischen Jods unmittelbar zur Verfügung stehen, d. h. etwa 50 γ , also immer noch mehr als der Bedarf der Pflanze ausmacht. Trotzdem aber ist der Jodgehalt in Pflanzen aus relativ jodarmen Gegenden vielfach als beträchtlich geringer gefunden worden⁶⁾. Gleichzeitig waren aber auch die Jodmengen in den Niederschlägen, in den Gewässern und in der Luft in solchen Bezirken nicht unerheblich kleiner. Allem Anschein nach (vgl. besonders die Arbeiten der Nordamerikaner McClendon und Hathaway [3]) ist gerade eine geringe Jodführung in diesen Umweltfaktoren für Kropfgegenden besonders charakteristisch, mehr als der Jodgehalt der Böden, der recht große und unerklärliche Schwankungen aufwies. Nun haben aber v. Fellenberg und früher schon Hiltner und Bergold gezeigt, wie willig und ergiebig die Jodaufnahme der Pflanzen durch die Blätter, also aus der umgebenden Luft und den Niederschlägen sein kann. Man könnte hier auf den Gedanken kommen, daß mehr als das Jod des Bodens das der Luft und der Niederschläge unmittelbar für die Pflanzen wichtig ist. Luft und Niederschläge erhalten aber ihr Jod ihrerseits aus dem Boden, und zwar scheinen die Mengen nach v. Fellenberg von der Jod abspaltenden Kraft des Bodens abzuhängen. Diese wurde durch Ferrioxyd und durch gesteigerte Wasserstoffionenkonzentration gefördert, durch Düngung, welche frei werdendes Jod bindet, herabgesetzt. Bakterien waren dabei ohne Einfluß. Jeder Boden würde danach genügend Jod enthalten, aber die Resorption dieses Jods hängt außer von der Pflanzenart sehr wesentlich von den Mengen ab, die aus dem Boden frei werden.

Ob solche Zusammenhänge wirklich von Bedeutung sind, ist nach dem augenblicklichen Stand unserer Kenntnisse nicht zu entscheiden. Man bewegt sich hier auf in jeder Beziehung unsicherem Boden. Auch in dieser Hinsicht könnten nur umfangreiche, auf exakter Grundlage auszuführende Untersuchungen Aufklärung bringen. Sie würden aber nur die nicht selten beobachtete Unabhängigkeit des Jodgehalts der Pflanze von der in den Böden vorhandenen Jodmenge betreffen, nicht aber die Frage der Ertragssteigerung berühren, von der wir ausgehen.

Die Tatsache, daß in den bisher angetroffenen jodarmen Böden im Vergleich zu dem Bedarf der Pflanzen beinahe riesenhafte Gesamtjodmengen zur Verfügung stehen — einem Normalbedarf von 20 γ bei Zuckerrüben, dessen Jodaufnahme relativ hoch ist, steht ein minimaler Gesamtjodgehalt in der für eine Pflanze ausnutzbaren Bodenmenge (55,8 kg) von etwa 4200 γ gegenüber — läßt auch nicht recht an die Möglichkeit einer allmählichen Jodverarmung der Böden glauben⁷⁾. Es ist ja auch zu berücksichtigen, daß eine gewisse Jodzufuhr durch andere Düngemittel als Chilesalpeter in den Boden gelangt. So durch Stallmist, in dem v. Fellenberg 40 γ Jod pro Kilogramm feststellte. Das macht in dem Beispiel der Rüben bei guter Stallmistdüngung (740 dz pro ha) fast 60 γ Jod für jede Pflanze. Durch

Superphosphatdüngung erhält die einzelne Rübe etwa 700 γ Jod⁸⁾, durch Kainit mit 30% K_2O 39 γ Jod, durch Ammoniumsulfat 10 γ Jod (immer bei normaler Düngung).

Eine normale Chilesalpeterdüngung von etwa 4 dz je ha stellt dagegen der einzelnen Pflanze ungefähr 2000 γ Jod zur Verfügung!

Es wird demnach selbst in den ungünstigsten Fällen stets genügend Jod im Boden vorhanden sein, wenigstens in bezug auf die Mengen, die von den Pflanzen aufgenommen werden und wohl als Nährstoffmengen angesehen werden müssen. Ob aber darüber hinaus größere Jodvorräte vorhanden sein müssen als Reiz- oder Stimulationsmittel, wird durch diese Überlegungen nicht ausgeschlossen. Vereinzelt beobachtete Ertragssteigerungen, dann die oben bereits erwähnte Beobachtung über die Abkürzung der Vegetationsprobe können möglicherweise in dieser Richtung ihre Aufklärung finden. Wenn auch nicht allzuviel Aussichten für eine derartige Lösung vorliegen, so muß eine objektive Kritik sich vorläufig noch eine gewisse Zurückhaltung auferlegen. Man kann nicht sagen, daß das in den ungemein zahlreich gewordenen Veröffentlichungen über diesen Gegenstand überall der Fall ist. Leider waren ja gerade die Arbeiten eines der Hauptverteidiger des Chilesalpeters, Stoklasas, nicht hinlänglich überzeugend und haben mit Recht eine scharfe Kritik herausgefordert.

Der wichtigste Gesichtspunkt wird nach Lage der Dinge wohl immer die Erhöhung des Jodgehaltes in den Feldfrüchten und damit weiter in den tierischen Produkten der Landwirtschaft bleiben. Daß sie möglich ist, kann nicht bezweifelt werden, nur daß sie ökonomisch ist, bleibt fraglich. Ist sie denn aber, vom Standpunkt der menschlichen Ernährung aus gesehen, überhaupt wertvoll oder gar notwendig? Mit dieser Frage hängt ein großer Komplex von Problemen zusammen. Es kann an dieser Stelle nur das wesentlichste herausgehoben werden. Man darf heute wohl als gesicherte Tatsache voraussetzen, daß der Mensch zu seiner normalen Entwicklung und auch im Erhaltungsstoffwechsel Jod gebraucht, daß er also Jod mit der Nahrung in genügender Menge aufnehmen muß, wenn er nicht von Jodmangelkrankheiten, Kropf oder Kretinismus, befallen werden will⁹⁾. Es erhebt sich also die Frage, ob überall eine ausreichende Jodmenge in den Nahrungsmitteln enthalten ist. Das scheint insbesondere nach den Untersuchungen von McClendon und v. Fellenberg nicht der Fall zu sein, nämlich nicht in den Kropfgebieten. Mit Erfolg ersetzte man in diesen das fehlende Jod durch direkte Jodgaben oder durch Jodierung von Kochsalz und Trinkwasser. Kommt nun auch eine allgemeine Jodierung von Nahrungsmitteln in Frage auf Grund von Joddüngungen? Hinsichtlich der pflanzlichen Nahrungsmittel ist eine gewisse Jodspeicherung, wie wir gesehen haben, an sich wohl möglich, wenn auch vorläufig nicht rentabel. Leider aber besteht auf Grund von Fellenbergs Jodstoffwechselarbeiten die Wahrscheinlichkeit, daß das pflanzliche Jod, das besonders in grünen Gemüsen wie in Salaten und Spinat reichlicher auftritt, im tierischen wie im menschlichen Organismus nur schlecht resorbiert wird. Nur 35% des zum größten Teil organisch gebundenen Jods wurde vom menschlichen Darm

⁶⁾ v. Fellenberg berechnete die mit der Nahrung täglich aufgenommene Jodmenge in einem Kropfdorf der Schweiz auf 13,0 g J gegen 31,3 g J in einem kropffreien Dorf. Daß so geringe Jodmengen überhaupt von Bedeutung sein können, ist heute an sich nichts Erstaunliches mehr, auch 1 γ Ergosterin erwies sich nach Windaus auf rachitische Ratten noch als wirksam.

⁷⁾ Auch das organische Jod hat sich durch Umwandlung in anorganisches Jod für die Pflanzen als ausnutzbar erwiesen.

⁸⁾ Nach Wilke-Dörfurt (10) unter Umständen bis achtmal soviel, nämlich bei Verwendung von Superphosphat, der aus Marokko oder Florida stammt.

⁹⁾ Siehe hierzu u. a. (2), (3).

aufgenommen. Ein Fütterungsversuch an Kühen mit Rübenblättern, die von den oben beschriebenen Parzellen I und II einerseits, und der Parzelle III andererseits stammten, hatte das folgende bemerkenswerte Resultat:

| | Mit Blättern v. I. u. II | Mit Blättern v. III |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| Täglich aufgen. Jod . | 2663 γ | 5003 γ |
| Täglich ausgesch. Jod . | 1667 γ | 3373 γ |

Auch bei gewöhnlicher Grasnahrung findet sich in den Exkrementen der Kühe ein erheblicher Jodgehalt, der also ebenfalls zeigt, daß das pflanzliche Jod nur teilweise resorbiert ist.

Da nun das tierische Jod im menschlichen Stoffwechsel¹⁰⁾ wirksamer ist, so lag der Gedanke nahe, durch jodreiche Futtermittel den Jodgehalt in Milch, Fleisch, Eiern usw. zu erhöhen, um auf diesem Wege eine bessere Jodzufuhr vor allem in jodarmen Gegenden sicherzustellen. Es war in der Tat möglich, diese Nahrungsmittel an Jod anzureichern. Zu wirklich bedeutenden Joderhöhungen kam man aber nicht durch auf natürlichem Wege jodierte Futtermittel, sondern nur durch oft recht starke, direkte Jodgaben in Form von Kalium- oder Natriumjodidtabletten. So erhielt Fellenberg mit den mehrfach erwähnten Rüben von Parzelle III seines Versuches ein Ansteigen des Jods der Milch von 16 γ Jod pro kg auf nur 25 γ , und zwar nur bei der Fütterung der Blätter, die Rübenfütterung war ohne Erfolg. Dagegen erzielten höhere Jodzahlen Niklas, Strobelt und Scharrer (30), die Erhöhung ging zeitweilig auf mehr als das Tausendfache hinauf, sie wurde aber mit täglichen Gaben von 60—180 000 γ Jod in Form von KJ-Tabletten erreicht! Mit solchen Jodfütterungen stellten sich auch Mehrerträge an Milch ein (etwa 10%).

Vielfach wurde die Beobachtung gemacht, daß junge Tiere durch erhöhte Jodzufuhr besser gediehen. Hier bleibt aber die sehr wichtige Frage offen, ob dieses bessere Gedeihen auch durch die viel geringeren Jodmengen eintritt, wie sie in jodierten Futtermitteln erreichbar sind¹¹⁾. Würde die Chilesalpeterdüngung zu erhöhtem Jodgehalt in Futtermitteln führen, was theoretisch möglich, aber noch unbewiesen ist, so wäre ja, ganz abgesehen von der Ackerertragsfrage, hiermit eine günstige Auswirkung dieses Düngemittels gegeben, die von Bedeutung werden könnte. Aber auch diese Zusammenhänge sind noch durchaus problematisch. Vor allem hat es bisher noch nicht den Anschein, als ob das beobachtete günstige Wachstum und die erzielten höheren Erträge an Milch und Fleisch¹²⁾ auch durch kleine Steigerungen der Jodzufuhr eintreten werden.

Noch weniger zuverlässig sind unsere bisherigen Kenntnisse über die Wirkungen des Jods auf den jugendlichen menschlichen Organismus. Vereinzelt¹³⁾ begegnet man der Ansicht, daß Kinder günstig in ihrer Entwicklung beeinflußt wurden, wenn sie Jod erhalten. Die Beobachtungen, die hierüber gemacht sind, schließen sich aber auch an bedeutend höhere Jodgaben an, als sie

durch Nahrungsmittel zugeführt werden können. Immerhin ist auffällig, daß der für den kindlichen Organismus so vorteilhaft wirkende, Vitamin-A-reiche Lebertran außerordentlich jodreich ist: bis 7000 γ Jod pro kg gegen etwa 20 γ Jod in 1 kg frischem Fleisch, 20—60 γ in 1 kg Eiern, 30 γ in 1 kg Feldsalat, 448 γ in 1 kg Brunnenkresse und etwa 400 000 γ in 1 kg Meerestangen¹⁴⁾.

Im ganzen dürfte auch aus diesen kurzen Andeutungen zur Genüge hervorgehen, wie umfangreich und gleichzeitig schwierig die Jodfrage in ihrer allgemeineren Form ist. Auch ohne daß eine praktische Anwendbarkeit von weittragender Bedeutung in dem Unterproblem des Chilesalpeters vorliegt, verlangt die ganze Fragensumme aus theoretisch-wissenschaftlichen Gründen nach einer Klärung durch experimentelle Arbeit nach den verschiedensten Richtungen.

Heute steht wohl der Zusammenhang zwischen Jod und Kropf sowie Kretinismus im Ganzen fest, unsicher aber ist schon die Bedeutung des Jods für den jugendlichen, menschlichen Organismus, unsicher weiter, ob eine stärkere Jodzufuhr durch natürlich jodierte Lebensmittel den Jodgaben in Form von anorganischem Jod vorzuziehen ist. Ebenso bleibt eine offene Frage, ob die an sich mögliche Jodierung, insbesondere der tierischen Produkte auch in ausreichendem Maße durch natürlich an Jod angereicherte Futtermittel oder nur durch anorganisches Jod wie NaJ oder KJ erzielt werden kann, und endlich ist ebenfalls noch nicht als endgültig entschieden anzusehen, ob durch anhaltende Chilesalpeterdüngung eine natürliche Jodierung der Futtermittel erreichbar ist. Daneben laufen, wie ausgeführt, noch eine ganze Anzahl weiterer Fragen.

Es liegt auf der Hand, daß nach dem ganzen Stand der Dinge es zum mindesten als verfrüht erscheinen muß, wenn der Jodgehalt des Chilesalpeters als ein Grund für seine generelle Bevorzugung gegenüber dem Natronsalpeter ins Feld geführt wird. Eine solche Stellungnahme kann vorläufig auch noch nicht als beweiskräftig für kropfverseuchte Gebiete und Länder angesehen werden, wenngleich zugegeben werden soll, daß der Chilesalpeter für solche Länder hinsichtlich einer Kropfprophylaxe auf weite Sicht in Frage kommen kann. Keinesfalls aber ist in ihm etwa ein unmittelbar wirkendes Kropfbekämpfungsmittel zu sehen. Immer wird die Frage aufgeworfen werden müssen, ob die erwünschten Jodwirkungen nicht einfacher, schneller und billiger durch Anwendung von anorganischen Jodgaben erzielt werden können.

Für Deutschland besonders wird weiter die wirtschaftspolitische Seite unseres Problems von schwerwiegendem Interesse sein. Jede eingeführte Tonne Chilesalpeters bedeutet eine Belastung der deutschen Handelsbilanz, während umgekehrt die synthetischen Stickstoffdüngemittel eine ganz erhebliche Bedeutung für die deutsche Ausfuhr gewonnen haben.

Es braucht an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt zu werden, von welcher großen Auswirkung diese kurz skizzierte Sachlage für die deutsche Wirtschaft ist. Aber auch für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb hat die Chilesalpeterfrage eine wirtschaftliche Seite. Wenn der Chilesalpeter auch im Preis heruntergegangen ist, so

¹⁰⁾ v. Fellenberg.

¹¹⁾ Sehr bemerkenswert ist, daß Romeis (33) mit dem aus der Schilddrüse stammenden jodhaltigen Thyroxin Wirkungen auf Kaulquappen (Beschleunigung der Metamorphose) mit erstaunlich geringen Konzentrationen — 1 : 50 bzw. 100 Millionen — erzielte. Bei Dauerwirkung war noch eine physiologische Reizung bei 0,008 γ Thyroxin pro Tier festzustellen.

¹²⁾ Bei Schweinen um 3 bis 13%, nach Maurer und Diez (36).

¹³⁾ Hunziker und Stoklasa.

¹⁴⁾ Der tägliche Jodbedarf scheint etwa 30—60 γ zu betragen (v. Fellenberg und McClendon). Ob Beziehungen zwischen Jod und Vitaminen vorhanden sind? Es ist jedenfalls auffällig, daß viele jodreiche Stoffe auch Vitaminträger sind.

ist er trotzdem nicht unbeträchtlich teurer als der synthetische Natronsalpeter (13).

| Chilesalpeter. | Natronsalpeter. |
|--------------------------------|--|
| Dezember 1927. | 100 kg NaNO ₃ (15,50/o) 19,06 RM. |
| Für Februar 1928 | frachtfrei Empfangs- |
| je 100 kg (15,5/o N) 21,45 RM. | station pro Ztr. . 9,53 RM. |
| dazu die Fracht (z.B. | |
| Würzburg) 1,21 „ | |
| 22,66 RM. | |
| pro Ztr. also 11,33 „ | |

Es ist darum verständlich, daß, solange nur Möglichkeiten für eine gewisse Überlegenheit des Chilesalpeters vorliegen, und keine bündigen Beweise dafür vorhanden sind, dem deutschen Natronsalpeter der Vorzug gegeben werden wird. Eins aber ist, wie bereits wiederholt betont, not: eine gründliche, auf rein wissenschaftlicher Basis ruhende Bearbeitung des vielseitigen Jodproblems, wie sie auch von einem so angesehenen und objektiven Forscher wie Remy tatkräftig gefordert und angestrebt wird, und wie sie sich auch einzelne Institute in erster Linie das Agrikulturchemische Institut Weihenstephan, als Arbeitsprogramm aufgestellt haben. [A. 40.]

Literatur.

I. Allgemeines und Grundlegendes zur Jodfrage:

1. v. Fellenberg, Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. Ergebnisse der Physiologie. XXV. Jhrg., 1926. Als Sonderausgabe erschienen: Bergmann, München. Hier umfangreichste Literaturangaben.
2. Biedl, Innere Sekretion, 1913. (Kropf, Kretinismus, Schilddrüse — Jod.)
3. McClendon u. Hathaway, Mehrere Arbeiten über Beziehung des Kropfes zum Jod im Trinkwasser und in Nahrungsmitteln in „University of Minnesota, 1921—1926“. Erschienen 1927.
4. Bleyer, Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. Biochem. Ztschr. 1926, 170.

II. Methoden zur Bestimmung geringer Mengen Jod:

5. v. Fellenberg, Vorkommen von Jod in der Natur, Biochem. Ztschr. 1923, 139; 1924, 152.
6. McClendon, The World's supply of iodine in relation to the prevention of goitre, Science 1927, 269/270, Vol. LVI (in Veröffentlichungen d. Universität Minnesota, 1921—26).
7. Hergloz, Neuere Untersuchungen über den Jodgehalt der Schilddrüsen, Biochem. Ztschr. 1926, 175.
8. Groak, Mikrogesamtjodbestimmung und Jodbestimmung in organischen Säuren, Biochem. Ztschr. 1926.
9. Steffens, Zur Methodik der Jodbestimmung im Trinkwasser, Ztschr. angew. Chem. 39, 1098 [1926].
10. Wilke-Dörfurt, Über ein neues Aufschlußverfahren zur Bestimmung von Jod in Gesteinen, Ztschr. angew. Chem. 40, 1478 [1927].

III. Chilesalpeter oder deutsche Stickstoffdünger:

11. Ritter, Produktion und Verbrauch der Welt an künstlichen Düngemitteln, Ztschr. angew. Chem. 40, 1361 [1927].
12. Allemeyer, Erwiderung, Hannov. Land- u. Forstwirtschaft. Ztg. Nr. 42 [1927].
13. Bayer. Genossenschaftsblätter, Nr. 50, 14. 12. 1927 („Wir haben kein Geld“).
14. Aso u. Suzuki, On the stimulating effect of iodine and fluorine compounds on Agricultural plants, II. Bull. of the coll. of agric., Tokio, 1904/05, Vol. VI.
15. Brenchley, The effect of iodine on soils and plants, The annals of applied Biology, Vol. XI, 1924, Cambridge.

16. Daferri u. Brichta, Hat der Jodgehalt des Chilesalpeters praktische Bedeutung? Landw. Fortschritte 1926.
17. Amtsblatt d. Landwirtschaftskammer f. d. Regierungsbezirk Kassel, 12. 12. 1927. „Deutscher Natronsalpeter oder ausländischer Chilesalpeter.“
18. Loew, Biologische Möglichkeiten zur Hebung des Ernteertrages, Biol. Ztrbl. 1924.
19. Biederbeck, Läßt sich Chilesalpeter durch andere stickstoffhaltige Düngemittel ersetzen? Ztschr. Zuckerind. čechoslovak. Rep. Nr. 22 [1926].
20. Hiltner u. Bergold, Jodanreicherung von Pflanzen durch Düngung und Bespritzung und Kropfproblem, Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzensch., Heft 11 [1926].
21. Klein, Zur Frage der Joddüngung, Fortschr. d. Landwirtschaft. 1927.
22. Kuhn, Versuche über den Einfluß von Joddüngung auf Rüben, Biederm. Ztrbl. 1926, 56.
23. Wießmann u. Burger, Vergleichende Stickstoffversuche zu Hackfrüchten, Mecklenburg. landw. Wochenschr. Nr. 12 [1927].
24. Remy u. Bock, Die synthet. hergestellten Stickstoffdüngemittel im Vergleich zu den bisher gebräuchl. Handelsdüngern, speziell zum Chilesalpeter, Dtsch. Zuckerind. 1927, Nr. 28.
25. Stoklasa, Über phys. Funktionen des Jodes im Organismus der Zuckerrübe, Dtsch. Landw. Presse 1924, Heft 10. — Die phys. Funktion des Jodes bei Bau- und Betriebsstoffwechsel i. d. chlorophyllhaltigen und chlorophyllosen Zelle, Biochem. Ztschr. 1926, 176. — Über die Verbreitung des Jodes in der Natur und seine physiol. Bedeutung, Ztschr. angew. Chem. 40, 20 [1927].
26. Rahm, Über physiol. Funktion des Jodes im Organismus der Zuckerrübe, Deutsche landw. Presse 1924, Heft 20.
27. Deist, Interesse der Landwirtschaft am heutigen Kropfproblem, Deutsche landw. Presse 1924, Heft 31.
28. Scharer u. Schwaibold, Untersuchung einiger Kulturpflanzen auf ihren Jodgehalt und dessen Steigerung durch Joddüngung, Biochem. Ztschr. 1927, 188.
29. Strobel u. Scharer, Ztschr. i. d. Naturwissensch. 15 [1927].
30. Niklas, Strobel u. Scharer, Zur Kenntnis des Jodes als biog. Element, Biochem. Ztschr. 170, 275 [1926].
31. Niklas, Schwaibold u. Scharer, Untersuchungen des Jodgehaltes des Blutes und der Milch, Biochem. Ztschr. 170, 300 [1926].
32. Strobel, Joddüngungs- und Fütterungsversuche, Ztschr. angew. Chem. 39, 1208 [1926].
33. Romeis, Wirkungen des Thyroxins, Biochem. Ztschr. 141 [1923].
34. Kelley, The influence of small quantities of potassium iodide on the assimilation of Nitrogen, Phosphorus and Calcium on the growing pig, Biochemical Journ., Vol. XIX, 1925, Cambridge.
35. Golf u. Birnbach, Ein Fütterungsversuch mit Jodkalium an Zibben- und Hammellämmern, Deutsche landw. Tierzucht 31, Nr. 11 [1927].
36. Maurer u. Diez, Zur Kenntnis des Jodes als biog. Element, Wachstumsbeschleunigung an jungen Ratten, Biochem. Ztschr. 1927, 182.
37. v. Feilitzen u. Egner, Wird die Düngerwirkung des Chilesalpeters durch seinen Jodgehalt und durch eine etwaige Radioaktivität des Salpeters beeinflusst? Chemiker-Ztg. 1924, 325.
38. v. Wrangell, Das Jod als Pflanzennährstoff, Naturwiss. 1927, Heft 3.

Berichtigung.

H. Wislicenus: Zu P. Levys Bemerkungen „zur Geschichte der Abietinsäure“.

In der „Ztschr. angew. Chem.“ 41, 234, Zeile 6 von unten, linke Spalte, muß es lauten: „... schwach gelbliche amorphe, mitunter auch von Kristallen...“ (Nicht: „gebildete“.)