

suchungen ein. Obgleich der Kaligehalt der beiden ersten 10–12 %, der der letzteren immerhin noch 1,5–7 %, im Durchschnitt 4,5 % beträgt, gibt selbst das geologische Landesamt der Vereinigten Staaten in einer Broschüre zu, daß die Verarbeitung dieser Gesteine unter einigermaßen normalen Bedingungen praktisch nicht in Frage kommen könnte.

Etwas besser ist die Verarbeitung von Alunit in Gang gekommen. Alunit ist ein basisches Kalium-Aluminium-Sulfat von der Formel  $K_2SO_4 \cdot 3Al_2SO_4 \cdot 6H_2O$  mit theoretisch etwa 11½ %  $K_2O$ . Es steht namentlich als Spaltausfällung in Gängen im Staate Utah bei Marysvale, aber auch an anderen Stellen und in anderen Staaten an. Das angegebene Vorkommen von Marysvale ist ziemlich rein und führt bis 10½ %  $K_2O$ . Die Verarbeitung ist eine verhältnismäßig einfache. Durch Erhitzen des gemahlten Gesteins wird ein Teil der Schwefelsäure ausgetrieben, das Röstprodukt in heißem Wasser ausgelaugt, die Lösung durch Filterpressen geklärt und die so erhaltene, beinahe reine Lösung von schwefelsaurem Kali im Vakuum verdampft. Der Prozeß liefert tatsächlich ein Sulfat von 90–95 % Reinheit, hat aber vorläufig doch noch verschiedene Haken. Daß er sich wärmewirtschaftlich sehr ungünstig stellt, braucht nicht betont zu werden; es fallen aber auch große Mengen Tonerde an, für die man eine Verwendung bisher nicht gefunden hat, da der Aluminiumtrust eine Weiterverarbeitung auf metallisches Aluminium nicht gestattet, diese an Ort und Stelle auch unmöglich ist, und das Material wegen seines geringen Wertes keine hohen Transportkosten trägt. Ebenso muß die entweichende Schwefelsäure irgendwie untergebracht werden, da sie nicht dauernd in die Luft geblasen werden kann.

Damit wären die sämtlichen Verfahren, die direkt eine Gewinnung von Kalisalzen zum Ziel haben, besprochen, und zum Schluß seien noch zwei erwähnt, bei denen die Kaliverbindungen als Nebenprodukte auftreten. Untersuchungen haben nämlich ergeben, daß sowohl im Flugstaub als auch in den Feuegasen der Zementfabrikation sowie der Hochöfen Kaliverbindungen z. T. in wasserlöslicher Form enthalten sind. Die Menge derselben schwankt natürlich je nach dem Kaligehalt des Ausgangsmaterials bei Zement, der Zuschläge und Flußmittel beim Hochofen recht bedeutend, aber fraglos hat man in bezug auf die Auswahl sowohl der Rohprodukte als der Zuschläge einen gewissen Spielraum, und man kann dabei stark kalihaltige bevorzugen, um einen großen Kaligehalt im Nebenprodukt zu erzielen, solange dadurch die Führung des Hauptprozesses und die Qualität und Menge des bei demselben erhaltenen Produktes keine Einbuße erleidet.

Lohnt es sich nun, Flugstaub zu sammeln, Heizgase zu reinigen? Diese Frage kann nicht generell entschieden werden. Wo Fabriken in einsamen Gegenden liegen und die durch Flugasche und Heizgase hervorgerufenen Beschädigungen leicht abgefunden werden können, sicher nicht. Anders liegen die Verhältnisse, wenn auf Grund polizeilicher Vorschriften doch an eine Beseitigung von Flugasche und schädlichen Rauchgasen herangegangen werden muß; dann müssen Abscheider sowieso eingebaut werden, und in diesem Falle kann Herstellung und Verkauf von daraus extrahierten Kalisalzen, wenn sich dadurch auch kein Gewinn erzielen läßt, vielleicht eine kleine Verbilligung der Betriebskosten ergeben. Verschiedene Zementfabriken, namentlich im Westen, sind wegen ihrer Lage gezwungen worden, Entstaubungsanlagen einzurichten. Diese arbeiten meistens nach dem Prinzip der Niederschlagung des Staubes im stark elektrischen Feld (Cottrell-Separation), und dieser Flugstaub oder die daraus hergestellten Kalisalze werden sich wohl auf dem amerikanischen Markte behaupten, sofern ihr Preis nicht höher ist als der der deutschen Kalisalze von entsprechender Reinheit. Allzu große Mengen wird man indessen aus dieser Quelle auch nicht ziehen können.

Betrachtet man die Bemühungen der Amerikaner, aus dem im Lande vorhandenen Rohmaterial eine Kaliindustrie aufzurichten, die den Bedürfnissen des großen Landes genügt, so kommt man zu dem Schluß, daß dieselben zwar mit allem Eifer durchgeführt sind, eine Bedarfsdeckung jedoch weder in bezug auf Menge noch auf Güte der Salze zu erreichen ist. Trotzdem haben es gewisse Interessentenkreise fertig gebracht, für eine Treibhauspflanze, wie sie die amerikanische Kaliindustrie darstellt, einen Zollschutz zu fordern in der Art, daß der Einfuhrzoll

- 50.— Dollars während der ersten zwei Jahre,
- 40.— „ während des dritten Jahres,
- 30.— „ während des vierten Jahres und
- 20.— „ während des fünften Jahres

auf je 1 Tonne Reinkali betragen soll. Ein derartiger Zollschutz wäre vielleicht verständlich, wenn man in den fünf Schutzjahren hoffen könnte, eine Kalierzeugung zu bekommen, die den Bedarf des Landes zu decken imstande wäre. Dies kann aber, sofern inzwischen nicht große bergmännisch abbaubare Lager aufgefunden werden, an dem augenblicklichen Stande der Industrie und ihrer Entwicklungsfähigkeit gemessen, weder in bezug auf Quantität noch Qualität erreicht werden. Dagegen kann es dem amerikanischen Farmer und Industriellen namentlich in einer Zeit wie der jetzigen, in der seine Produkte wegen der hohen Erzeugungskosten am Weltmarkt nicht mehr konkurrenzfähig sind, nicht gleichgültig sein, wenn er für ein unentbehrliches Düngemittel, wie es das Kali ist,

lediglich aus Gründen des Zollschatzes für eine doch nicht sehr leistungsfähige Industrie, hohe Preise zahlen muß.

Es machen sich deshalb auch sowohl in den Kreisen der Landwirtschaft als auch der amerikanischen Mischdüngelfabrikanten starke Widerstände gegen die vorgeschlagenen Zollsätze geltend, und die American Farm Bureau Federation berechnet, daß die amerikanische Landwirtschaft durch diesen Zoll im Laufe der fünf Jahre mit einer Extrasteuer von 51 300 000 Dollar belegt werden würde.

Beurteilt man ganz ruhig und sachlich die Lage der amerikanischen Kalierzeugung, so kann man nur sagen, daß eine Industrie erst andere Beweise für ihre Leistungs- und andere Aussichten für Wettbewerbsfähigkeit zu erbringen hat, ehe sie das Recht hat, einen derartigen Zollschutz zu fordern, wie es die amerikanischen Kaliinteressenten jetzt getan haben! [A. 188.]

## Einiges aus der Kali-Wirtschaftsgeschichte.

Von A. FELBER, Berlin-Dahlem.

Direktor am Deutschen Kalisyndikat.

Eisen ist jedermann bekannt. Was Kalium ist, wissen heute noch viele Gebildete, wenigstens in den Städten nicht, schon eher haben sie etwas vom Magnesium gehört, wenn sie sich gelegentlich eines Festes mit Magnesiumlicht photographieren ließen. Und doch sind diese beiden letzten Metalle in ihren Verbindungen für das Leben weit wichtiger als das Eisen. R. France verurteilt in seinem neuen Werke „Bios“ die Überschätzung des Eisens seitens der Kulturwelt und stellt es als ein Zeichen der Degeneration der heutigen Menschheit hin, welche das eiserne Zeitalter als besondere Kulturhöhe verherrlichte.

Die Vertreter der Schwerindustrie und des Großhandels werden voraussichtlich die Anschauungen des talentvollen Gelehrten, dessen großangelegtes „Leben der Pflanzen“ seinen Namen populär gemacht hat und der uns in seinem Bios eine geistreiche Neuauflage von Humboldts Kosmos beschert, mit überlegenem Lächeln beiseite zu schieben versuchen. France hat aber wohl verdient, daß man seinen Gedankengängen einmal nachgeht und prüft, welchen Einfluß die Metalle Kalium und Magnesium in ihren Verbindungen auf die Lebensbedingungen aller Lebewesen haben, um daraus die Ursache für die beispiellose Entwicklung der Kaliindustrie und ihre Bedeutung für die ganze Welt zu erkennen.

Von den 13 Elementen, die die Gesteinsdecke der Erde zusammensetzen, bestehen nach einer von A. Sieberg entworfenen Tabelle

5,08 Prozent aus Eisen (?)
2,50 „ „ Magnesium
2,28 „ „ Natrium
2,23 „ „ Kalium.

Triumphierend werden die Vertreter der Eisenindustrie ausrufen, daß nicht einmal zwei dieser drei Elemente zusammengenommen soviel Bedeutung wie das Eisen in der Zusammensetzung der Gesteinsdecke der Erdoberfläche haben; sie werden ferner mit Erfolg darauf hinweisen, daß Deutschland im Jahre 1912 allein eine Roheisengewinnung von 17,62 Millionen Tonnen zu verzeichnen hatte, während die Gesamtförderung an Kalisalzen nur etwa 11 Millionen Tonnen betrug, wobei nicht vergessen werden darf, daß die letztere Ziffer nahezu die Produktion der ganzen Welt bedeutet, während unter den eisenproduzierenden Ländern Deutschland wohl einen hohen Rang einnimmt, aber durchaus nicht die ausschlaggebende Rolle spielt. Die Zahl der in der Kaliindustrie beschäftigten Arbeiter mit denen der Eisenindustrie zu vergleichen, verlohnt sich in diesem Zusammenhange ebensowenig, wie die Zahl der Fabrikschornsteine und der Dampfmaschinen. Man muß schon von einem andern Standpunkt aus an die Frage herangehen und sie unmittelbar mit der Lebenstätigkeit in Verbindung bringen, wenn wir der Bedeutung der Kali- und Magnesiasalze gerecht werden wollen.

Natürlich ist auch das Eisen von Bedeutung für das Pflanzenleben, und im menschlichen Blut finden sich, wenn auch geringe, jedenfalls unentbehrliche Mengen, die ersetzt werden müssen, wenn der Körper bleichsüchtig, d. h. eisenarm geworden ist. Was aber bedeutet der Mensch auf unserer Erde? Er ist doch nur ein später Abkömmling auf unserem Billionen von Jahren alten Planeten, und es ist keine geringe Selbstüberhebung, wenn er sich als die Krone der Schöpfung hinstellt. Sein Leben ist durchaus abhängig von demjenigen der Tiere und Pflanzen, welche schon vor seinem Erscheinen auf der Erde gleichfalls in Jahrmillionen oder gar -billionen fortgesetzt im Kampfe der Entwicklung vorhanden waren; vor allem aber ist der Mensch, der sich nun einmal zurzeit die Herrschaft des Planeten anmaßt, in seiner ganzen Lebensführung abhängig von den Tieren und den Pflanzen und somit auch von den Elementen und Metallen, welche für das Dasein dieser ein Erfordernis bilden.

Kalium und Magnesium sind Pflanzennährstoffe, wie sie sich auch in einzelnen wichtigen Organen des Tierkörpers vorfinden und daher auch hier als unentbehrlich bezeichnet werden müssen. Von der Anwesenheit dieser Metalle im Ackerboden hängt daher das Gedeihen der Kulturpflanzen ab, hiervon ziehen die Tiere ihren Nutzen, und von beiderlei Produkten lebt der Mensch. In der Anhäufung der Bevölkerung in den sogenannten Kulturländern, insonderheit dort, wo intensiver Bergbau jeder Richtung und Handel sie zusammenzwängt, liegt der Grund, weshalb heute einer vermehrten und verbesserten Erzeugung

von landwirtschaftlichen Produkten, wie sie durch die künstliche Ernährung, d. h. Düngung, erreicht wird, eine größere Aufmerksamkeit zugewendet werden muß als noch vor 100 Jahren. Aber schon damals hätte man die nicht allzu seltenen Hungersnöte vermeiden können, wenn man die Lehren Liebig's schon gekannt und angewendet haben würde. Natürlich ist man damals noch nicht auf den Gedanken gekommen, daß die künstliche Düngung und auch die Kalidüngung von solcher Bedeutung für das Menschengeschlecht ist, wie heute allgemein anerkannt werden muß, weil solche Notlagen, wie sie die Industriezentren mit der rein auf Industriearbeit und Handel eingestellten Bevölkerung mit sich bringen, gleichfalls selten waren. Wenn aber der Fehler begangen wurde, Siedlungen anzulegen in Gebieten, die, wie Hochmoore absolut auf Kali, das man noch nicht kannte, angewiesen sind, so waren diese an und für sich guten Gedanken von vornherein zum Tode verurteilt, wie die Leidensgeschichte der oldenburgischen und ostfriesischen Moorbauern zur Genüge beweist.

Es war von großer und segensreicher Bedeutung, daß die Ergebnisse von Liebig's Forschergeist zeitlich zum Teil mit dem Auffinden der ersten Kalisalzlagertstätten zusammenfielen. Hier, wie überall, stellten sich zunächst die Kinderkrankheiten ein. Man verwendete in der Nähe der ersten Fundorte im Staßfurter Becken, auf den dort an und für sich sehr guten, oft kalireichen Böden die Kalirohsalze mit dem nicht unbeträchtlichen Chlormagnesiumgehalt und erlebte neben nicht wegzuleugnenden Ertragsteigerungen oft sehr starke Mißerfolge, so daß man von der Verwendung der Kalirohsalze recht bald abgeschreckt wurde.

Frank hatte jedoch mit großem Scharfblick erkannt, daß sich aus den Kalirohsalzen unschwer Chlorkalium herstellen ließ, und daß dieses gereinigte Salz mit Vorteil für landwirtschaftliche Zwecke verwertbar sei; daneben war das Chlorkalium und das aus diesem herstellbare schwefelsaure Kalium ein wertvolles Rohmaterial für alle Arten chemischer Produkte, indem es einem wirklichen Bedürfnis abhalf. Bisher hatte man das in der chemischen Industrie nötige Kalium sich mühselig aus Asche aller möglichen organischen Substanzen herstellen müssen.

Über den Absatz an Kalisalzen gibt es leider vor 1880 nur Ziffern über die Gesamtförderung. Während 1861 22 930 Doppelzentner Carnallit gefördert wurden, hatte man schon im Jahre 1870

2 682 256 Doppelzentner Carnallit	
707 „ Bergkieserit	
203 008 „ Kainit	

aus den Schächten herausgeholt und der Verarbeitung oder dem direkten Verbrauch übergeben. 1880 wurden von 5 291 000 Doppelzentnern Carnallit 41 373 Doppelzentner direkt von der Landwirtschaft aufgenommen, der Rest von über 5,2 Millionen Doppelzentnern wurde auf konzentrierte Salze verarbeitet.

In den von der Agrikulturabteilung des Deutschen Kalisyndikats herausgegebenen Statistiken läßt sich von jetzt ab der Siegeszug, welchen die Kalisalze aller Art in der Industrie und Landwirtschaft nahmen, verfolgen, und wir kommen dabei zu einer für unsere anfängliche Betrachtung sehr wichtigen Tatsache. Im Jahre 1880 gingen in die Industrie Deutschlands an Reinkali 242 848 Doppelzentner in die des Auslands 151 680 „

zusammen 394 528 „

im Jahre 1920 haben sich diese Ziffern auf 440 949 Dz. im Inland 128 708 „ „ Auslands

zusammen 569 652 Dz. Reinkali

erhöht. Die Landwirtschaft im In- und Ausland nahm im Jahre 1880 291 271 Doppelzentner Reinkali ab, also wesentlich weniger als die Industrie; im Jahre 1920 verbrauchte die Landwirtschaft aller Länder 8 666 783 Doppelzentner deutsches Kali. 1913, als Deutschland noch über die elsässischen Werke und ihre Produktion verfügen konnte, hatte der landwirtschaftliche Absatz sogar über 10 Millionen Doppelzentner betragen. Die Bedeutung des Kalis für die Landwirtschaft erhellt aus diesen Ziffern, und wenn auch der Wert des Industrieabsatzes infolge des höheren Erlöses für diese Produkte nicht etwa verkleinert werden soll, so bleibt die bedauerliche Tatsache, daß die industrielle Verwertung kaum steigerungsfähig ist, während sich für den Verbrauch von Kalium und Magnesium in ihren Salzen in der Landwirtschaft der ganzen Welt ungeahnte Absatzmöglichkeiten bieten, wenn mit dem Frieden auf Erden wieder die alte Kulturhöhe und die Volksvermehrung mit gesteigerten Lebensansprüchen eingekehrt sind.

Der Wert der Elemente für die Lebenstätigkeit kann sich nur in dem Absatz für landwirtschaftliche Zwecke ausdrücken, und darin liegt auch begründet, warum dieser letztere durch Aufklärung steigerungsfähig ist. Anders steht es mit dem industriellen Absatz, da das Kali oft mit Erfolg ersetzt werden kann, denn es kommt bei dem Gebrauch in der Industrie meist gar nicht auf das Kali an sich an, sondern für einen geeigneten Überträger bestimmter benötigter Säuren. Vor Einführung der Soda war in allen Industrien und Handwerken, in denen ein Alkali benötigt wurde, die Holzasche dieses gegebene Hilfsmittel, z. B. in der Glasindustrie waren die Kalikalkgläser an der Tagesordnung. Wie hier die Soda und später das Natriumsulfat das Kali verdrängt haben, so lernte man auch die Chromate im billigeren Natriumsalz zu verwenden, und auch in den Alaunen legt man heute in weit geringerem Maße als früher Wert auf deren Kaliumbestandteile. Nicht anders liegt es mit der Erzeugung von Salpeter, der im Schwarzpulver in erheblichen Mengen von den kriegführenden Staaten, aber auch im Bergbau Verwendung fand; aber das Kali war nur wichtig, um die

Säure in eine handliche Form zu bringen. So war es kein Wunder, daß man sich nach Erfindung des Dynamits und der neueren Explosivstoffe mit Kalisalpeter nicht mehr abgab und zu neueren, nicht weniger wirksamen Explosivstoffen übergang; demgemäß zeigt die Statistik einen geradezu katastrophalen Rückgang im Kaliabsatz zur Salpeterfabrikation 1890: 233 779 Doppelzentner, 1910: 253 528 Doppelzentner, 1913: 297 531 Doppelzentner, 1920: 31 690 Doppelzentner. Erfreuliches ist nur zu berichten über die Herstellung von Pottasche und Ätzkali. Es wurden verarbeitet Kali in Form von Chlorkalium:

	Inland	Ausland	Zusammen
1890	108 563	6 389	114 952
1900	292 439	3 164	295 603
1913	472 344	55 826	528 170
1920	345 871	49 748	395 619

Wenn in der Industrie sich irgendein Bedarf an Kali zeigen würde, der erheblicher wäre als der jetzige, so würden Fabrikanten eines solchen Artikels, schon um selbst zu verdienen, das Kali suchen. Der Versuch, den industriellen Absatz zu propagieren, dürfte einem Schlag ins Wasser gleichkommen; nur in einer Hinsicht wäre dies vielleicht möglich, weil der Verbrauch zu Seifen nicht unbeträchtlich ist, und man an das Reinlichkeitsgefühl der Menschen appellieren könnte. Voraussichtlich würde aber bei den sonstigen, von der Kaliindustrie in so großen Mengen erfolgten Abladungen diese geringe Steigerung kaum ins Gewicht fallen, ebenso wenig wie es Sinn hätte, die für Badesalzzwecke abgegebenen Carnallitmengen durch Anerkennungsschreiben hervorragender Ärzte fördern zu wollen. Immerhin verdient es der Erwähnung, daß die Kalisalze auch für die Wohlfahrt der Menschheit dienstbar gemacht werden. — Ehe wir die Beschreibung der industriellen Verwendung verlassen, soll noch auf die lehrreiche Tatsache hingewiesen werden, die natürlich noch in verstärktem Maße bei dem landwirtschaftlichen Absatz erwähnt werden muß, daß die größte Menge an Kalisalzen im Inland zur Verarbeitung kommt, und die verarbeitende Industrie dann die veredelten Produkte ins Ausland ausführt. Im Ausland selbst werden nur verhältnismäßig geringfügige Mengen unserer konzentrierten Salze weiter verarbeitet. So blieben von den von der Industrie 1920 aufgenommenen Mengen an Chlorkalium, ausgedrückt in  $K_2O$ , in Höhe von 537 433 Doppelzentner:

im Inland 413 287 Doppelzentner,  
im Auslande nur 124 146 Doppelzentner.

Vom schwefelsauren Kali wurden im Inlande	16 476 Dz. $K_2O$
im Auslande nur	4 530 „ „
zusammen	21 006 Dz. $K_2O$

zu Alaun und verschiedenen anderen Erzeugnissen weiter verarbeitet.

Zu den Lebensbausteinen, man könnte sagen -grundsteinen, gehören Kalium und Magnesium. Im Laboratorium der grünen Gewächse werden mit Hilfe des Chlorophylls die Stoffe hergestellt, welche erst das ermöglichen, was wir Lebensprozeß nennen; die Anwesenheit des Magnesiums im Chlorophyll wird von Willstätter angenommen, und alle Forscher sind übereinstimmend der Meinung, daß das Kalium zur Bildung von Kohlenhydraten und zu deren Umbau zu den komplizierten Eiweißstoffen beiträgt. An positivem Beweismaterial für diese unzweifelhafte Arbeitsleistung hat es bisher allerdings gemangelt, dahingegen lieferte uns auf negativem Wege erstmalig die Bernburger Versuchstation, und nach ihr noch viele andere Forschungsstationen, den Beweis hierfür dadurch, daß man neben Pflanzen mit reichlicher Ernährung darobende Feldfrüchte wachsen ließ, um die auf diese Weise festgestellten Störungen der gesunden Entwicklung zu Schlußfolgerungen heranzuziehen, wie das Kali für Bildung, Umbildung und Abbau der lebenswichtigen Substanzen unentbehrlich ist; Stärke und Eiweiß sind Vorbedingung jeder Art von Lebensbetätigung, und auf ihre möglichst ausgiebige Erzeugung ist jeder moderne Landwirt bedacht.

Nun werden uns die Absatzziffern erklärlich, aus denen hervorgeht, daß die Landwirtschaft heute weit über 90 % des Kaliverbrauches aufnimmt; ein auf der Höhe stehender landwirtschaftlicher Betrieb kann ohne Kali nicht mehr auskommen. Die Anforderungen an die Scholle sind gewachsen, die Ausnutzung des Bodenkapitals durch den gesteigerten Verbrauch anderer Kunstdünger schreitet so rasch fort, daß mit Unterlassung einer sorgsam Düngung sogar ein Minderertrag gegenüber früheren Jahren verbunden ist. Die ehemals als kalireich bekannten Bördegegenden, die als unerschöpflich geltenden Plantagenböden in Cuba und Porto Rico, bedürfen heute, entsprechend der intensiv betriebenen Landwirtschaft, des Kalis nicht weniger, wie der arme märkische Sandboden, und wenn man in vielen Gegenden glaubt, noch ohne Kalidüngung auskommen zu können, so hat der Besitzer den Rechenstift noch nicht in die Hand genommen und sich noch nicht überlegt, wie vorteilhaft die zeitgemäße Umstellung seines Betriebes auch seinem Geldbeutel sein würde.

Um bei diesem Thema zu bleiben, möge darauf hingewiesen werden, daß der Landwirt sich heute über die außerordentliche Preissteigerung der Kalisalze zu beklagen pflegt. Tatsächlich ist aber mit der Verwendung der Kunstdünger schon deswegen eine Rente verbunden, weil die landwirtschaftlichen Produkte eine wesentlich stärkere Steigerung erfahren haben.

Die Kulturländer mit ausgedehnten landwirtschaftlichen Betrieben, welche sich schon rechtzeitig an die Kalidüngung gewöhnt und dadurch ihre Äcker zu einer wirtschaftlichen Fabrik verwandelt haben, stehen auch im durchschnittlichen Ernteertrag ganz anders da, als diejenigen,

	Der Landwirt zahlte für			
	1 Ztr. Kainit 12 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>		1 Ztr. 40 <sup>o</sup> / <sub>100</sub> iges Kalidüngesalz	
	einschließl. Fracht für 300 km bei 15 t Ladung			
	vor dem Kriege	am 1. 5. 1922	vor dem Kriege	am 1. 5. 1922
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Roggen . . . . .	10	7	40	29 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Weizen . . . . .	9	5	34 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	22
Hafer . . . . .	10	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	38 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	28
Gerste . . . . .	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	47 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	24
Erbsen . . . . .	7	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	28	23 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
Kartoffeln . . . . .	46	21	175	90
Heu . . . . .	31	16	120	70

welche extensive Landwirtschaft betreiben. Die nachstehenden Ziffern (Doppelzentner pro Hektar) im Vergleich zum Kaliverbrauch mögen dies erläutern:

	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Kartoffeln	K <sub>2</sub> O kg auf ha
Deutschland . . . . .	23,6	19,1	22,2	21,9	158,6	15,29
England . . . . .	21,0	—	18,2	16,6	164,4	1,18
Frankreich . . . . .	13,4	11,3	14,3	13,6	87,3	0,90
Spanien . . . . .	6,9	8,2	9,0	7,2	99,0	0,38
Vereinigte Staaten von Nordamerika . . . . .	10,2	10,2	12,8	10,5	60,8	1,20
Holland . . . . .	24,2	18,5	25,3	21,8	147,2	—
Belgien . . . . .	25,2	22,0	27,0	25,6	200,0	—

Deutschland wird in seinen Hektarerträgen der wichtigsten Feldfrüchte nur übertroffen von Holland und Belgien und hinsichtlich der Kartoffelernten von Irland; hier sprechen außer der verstärkten Anwendung aller Kunstdünger auch die günstigen klimatischen Verhältnisse mit. Daß das günstige Klima aber allein nicht maßgebend ist, sehen wir an den Ziffern von Frankreich und Spanien. Die Weizenkammer Europas, Rumänien, sowie Argentinien und Canada sind nicht unter den Kaliabnehmern verzeichnet, ihr durchschnittlicher Ertrag pro Hektar ist aber gering; nur die große Ausdehnung der billigen Ländereien ermöglicht die großen Ernten, die uns vor dem Kriege mit billigem Getreide versorgt haben.

Ein wichtiges Problem der deutschen Landwirtschaft wird jetzt, wo das Auslandsgetreide in Gold bezahlt werden muß, darin liegen, ob es möglich sein wird, im Inland die Lebensmittel durch eigenen Anbau zu beschaffen, die wir früher zu etwa 15% aus dem Auslande einführen mußten. Hierbei wird die Kalidüngung berufen sein, ein gewichtiges Wort mitzureden, und wir können uns wohl darauf verlassen, daß wir auch hierin Erfolgreiches leisten, wenn alle Kräfte angespannt werden. Die Vorbedingungen sind dazu gegeben, denn wir haben in unseren landwirtschaftlichen Organisationen die Grundfesten der Bildung, die uns allein dem erstrebenswerten Ziele der Selbstversorgung entgegenbringen können. In erster Linie ist hier die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft zu nennen, der wir in Deutschland das gewaltige Aufblühen nicht nur der Landwirtschaft, sondern auch der Kaliindustrie zu danken haben. Es war ein glückliches Zusammenreffen, daß, als die Kaliwerke sich erstmalig zu einem Verkaufs-Syndikat vereinigten, auch die D. L. G. durch den genialen Max Eyth zusammengeschlossen wurde. Mit sicherem Blick erlaßten Männer wie er und Schultz-Lupitz die Gelegenheit, um vorteilhafte Verträge mit den Kaliwerken abzuschließen. Humorvoll weiß davon Eyth in seinem „Strom der Zeit“ zu erzählen. Tatsache ist, daß seit Inkrafttreten dieser Verträge der landwirtschaftliche Absatz in Deutschland einen ungeahnten und schnellen Aufstieg nahm; schon 1887 war die erste Million Doppelzentner Kalisalz überschritten, 1899 die erste Million Doppelzentner Reinkali. Die D. L. G. bemühte sich nicht nur um sorgfältige wissenschaftliche Aufklärung aller mit der Düngung zusammenhängenden Fragen, sondern trug auch zum Absatz selbst, von dem sie natürlich wirtschaftliche Vorteile zu ziehen wußte, energisch bei. So verdient Erwähnung, daß im Jahre 1894 über 50 % des gesamten Absatzes nach Deutschland durch Vermittlung der D. L. G. stattgefunden hat. In jene Zeit fällt die Gründung des Bundes der Landwirte und vieler Genossenschaften und Bauernvereine. Auch diese wollten teilhaben an den Vorteilen des Kaligeschäfts, und so wurden von jetzt ab gemeinschaftliche Verträge geschlossen, die der Geschäftstätigkeit der D. L. G. großen Abbruch tun mußten. Für das Aufblühen des Kaligeschäfts brachte aber die Erstarkung des Genossenschaftswesens ohne Zweifel große Vorteile, denn in einen wissenschaftlichen Verband, wie die D. L. G., wagt sich der mittlere Bauer nicht, von dem kleinen Besitzer gar nicht zu reden. 1905 war die zweite Million, 1909 die dritte Million Doppelzentner K<sub>2</sub>O überschritten; 1911 wurden es 4,2 Millionen und 1913 5,3 Millionen Doppelzentner, die dem deutschen Acker Segen brachten.

Die Verträge, welche das Kalisyndikat mit den landwirtschaftlichen Körperschaften schloß, boten diesen große Vorteile. Den verschiedenen Körperschaften und Verbänden war die Möglichkeit gegeben, durch einen äußeren Zusammenschluß die Höchststrabatte zu erhalten, während den Händlern ein gleicher Zusammenschluß nicht eingeräumt wurde.

Die segensreiche Tätigkeit der D. L. G. in der Aufklärungsarbeit, wie sie durch die den Landwirten nahestehenden Gelehrten, von denen ich nur Maercker, Kühn, Wagner nennen will, geleistet wurde, ließ als naheliegend und nützlich erscheinen, in den großen Lieferungsverträgen auch einen Ersatz für Propagandaaufwendungen vorzusehen; derselbe fiel reichlich aus, trug aber auch seine Früchte. Die späteren gelegentlichen Angriffe auf die seitens der Kaliindustrie gewährten „Schmiergelder“ konnten leicht widerlegt werden, dienten aber dazu, daß im Reichskaligesetz vom Jahre 1910 die Gleichberechtigung sowohl der Händler, wie der Genossenschaften auf Zusammenschluß durchgesetzt wurde; auch fiel die direkte Gewährung von Propagandazuschüssen an die landwirtschaftlichen Körperschaften weg, wofür laut Gesetz für jeden Doppelzentner abgesetztes Reinkali 60 Pf. an die Reichskasse gezahlt werden mußten, die, abgesehen von der Deckung der Kosten für die Ausführung des Gesetzes, zur Hebung des Kalisatzes dienen sollten. Auf diese Weise war die Aufklärung, d. i. Propagandarbeit, für die Allgemeinheit gesichert. Die Stellen, wie die D. L. G. und die wissenschaftlichen Institute und Behörden, welche geeignet waren, an der Belehrung der Landwirte zur Hebung der Produktion mitzuarbeiten, konnten beim Reichsamt des Innern ihre Anträge auf Bewilligung von Mitteln stellen. Wichtiger als diese Bestimmung war aber die bereits angedeutete Erleichterung zum Zusammenschluß auch der Händler zwecks Erhalt der Höchststrabattsätze. Nach Inkrafttreten des Gesetzes am 10. Mai 1910 schlossen sich die Händler zu zwei großen Gesellschaften zusammen, und zwar die ehemaligen Kaligroßhändler zum Kalikontor. Während hier die kapitalkräftigen Gesellschafter das Risiko der Kreditgewährung an die kleinen Händler und Landwirte selbst tragen, dafür aber den ganzen Geschäftsgewinn einheimen, ist das Prinzip der Düngerhandel G.m.b.H., Risiko wie Verdienst jedem einzelnen Gesellschafter zu überlassen. Die Händlerschaft hat sich für das Kaligeschäft als unentbehrlich erwiesen. Selbst die ungünstigen Vertragsverhältnisse vor Inkrafttreten des Reichskaligesetzes hatten nicht vermocht, sie auszuschalten; ihr Absatz hat immer etwa ebensoviel betragen, wie derjenige der Körperschaften, in einigen Landesteilen mehr, in anderen weniger, was in erster Linie wohl von den Persönlichkeiten abhängt, welche das Geschäft in Händen haben und mit mehr oder weniger großem Interesse leiten. In der Aufklärungsarbeit werden die Händler unterstützt durch die Agrikulturbedeuerung des Deutschen Kalisyndikats, während die Genossenschaften Beiträge zu ihrer Aufklärungsarbeit, ebenso wie die Institute und Versuchsstationen von der Landw.-techn. Kalistelle, einer Neugründung des Kaligesetzes von 1919, erlangen können. Ein Eingehen auf dieses Gesetz mit seiner weiteren Beeinflussung der Kaliförderung und des Kalihandels würde hier zu weit führen; dahingegen muß noch ein Ausblick getan werden auf die Bedeutung des deutschen Kalis für den Außenhandel.

Es war von jeher das Prinzip des Kalisyndikats, das Inland mit billigem Salz zu versorgen, die Möglichkeit hierzu und den Verdienst in der Ausfuhr suchend. Ursprünglich ergab sich dieses von selbst, indem der deutsche Landwirt die billigen Kalisalze — sogar Carnallit — abnahm und die teuren Fabrikate dem Auslande überließ. Aber er sah doch ein, daß für gewisse Kulturen die Nebenbestandteile der Rohsalze von übler Wirkung und daher auszuschließen seien. Die guten Böden in der Umgebung von Staßfurt verschleimten, die Kartoffeln wurden seifig, ja es stellten sich noch schlimmere Übel ein, so daß jahrelang das Kali für die Düngung der guten Lehm- und Tonböden für unnötig, ja schädlich galt. Nach Jahr und Tag merkte man aber, daß ohne Kali die Zuckerrübe nicht mehr gedieh, die Braugerste nach Kalidüngung bessere Preise erzielte, die neueren Kartoffelsorten ohne Beidüngung auch auf kalireichen Böden keine hohen Erträge brachten, und auch der stärkste Gegner mußte wieder zum Kali greifen, das ihm nun in dem konzentrierten Salze, Chlorkalium, willkommen war. Die erstarkte deutsche Landwirtschaft hatte etwas zu bieten und konnte etwas verlangen, und so setzte sie die Einführung einer billigen Kaliumchloridmarke, des sogenannten 40%igen Kalidüngesalzes, durch. Gegen 5354 Doppelzentner, die erstmalig 1893 auf dem Markte erschienen, wurden 1916 über 10 Millionen Doppelzentner verbraucht. Fabrikations-schwierigkeiten, ungenügende Bezahlung, die erschwerten Frachtverhältnisse ließen allerdings in den letzten Jahren den Verbrauch dieses Salzes zugunsten des 20%igen Düngesalzes zurücktreten, das direkt aus der Grube gefördert die Charaktere des Rohsalzes und der Fabrikate verbindet. Jedenfalls spielen die konzentrierten Salze einschließlich der Kalidüngesalze in der Landwirtschaft des In- und Auslandes eine große Rolle.

Bis zum Jahre 1910, als das Reichskaligesetz teils segensreich, meist jedoch hemmend in die Geschichte der Kaliindustrie eingriff, führte das Kalisyndikat streng durch, das 40%ige Kalidüngesalz nur den Landwirten in Deutschland und Österreich zugänglich zu machen. Im Gesetz wurden dann für das Inland Höchstpreise festgelegt, die im Ausland nicht unterboten werden durften. Hinsichtlich des 40%igen Salzes war die Vorschrift schon deshalb unnötig, weil die Inlandspreise ungenügend waren und die Werke nur ungern lieferten. Aber die Ausfuhr wurde jetzt gestattet und ein Erlös erzielt, der befriedigte. Auch das neue Gesetz sichert die deutsche Landwirtschaft durch Höchstpreise und sieht Preisfestsetzung durch den Reichskalirat vor, dem Reichswirtschaftsminister Einspruchsrecht gegen Übertreibung vorbehalten.

Große Gewinne im Inlandgeschäft sind nicht mehr zu erzielen! Zu hoch sind die Preise für Arbeitskräfte, Kohlen, Maschinen, Frachten gestiegen. Nach dem Auslande hat die Kaliindustrie die Blicke zu

richten, und mit ihr das gesamte Deutschland, das dringend Rohstoffe braucht. Kali ist ja fast unser einziges Ausfuhrgut, außer der Handarbeit, die im veredelten Rohstoff zur Geltung gebracht wird. Aber dieser muß erst beschafft sein.

Als wichtigste Absatzgebiete gelten die Vereinigten Staaten, England, Holland und Skandinavien mit Dänemark. Der Handel nach Belgien und Frankreich ist zwar nicht erloschen, aber stark geschädigt durch den Wettbewerb, den unsere ehemaligen Freunde im Elsaß uns bereiten. Auch in der Schweiz und Dänemark macht sich fühlbar, daß die Monopolstellung Deutschlands durchbrochen ist, doch wissen wir uns hier wie in der Welt noch stark genug; Deutschlands Kaliindustrie ist die mächtigere, nicht nur in der Menge und Güte der Kalisalze, sondern auch besonders des Magnesiareichtums wegen, das den elsässischen Lagerstätten fehlt. Neuere Untersuchungen bestätigen, wie wertvoll das Magnesium für die Lebenstätigkeit ist, und wenn auch die Menge, die die Pflanze braucht, gering ist, so darf es doch keinesfalls fehlen. In den Moorkolonien Hollands ist die Kalimagnesia, das sogenannte Patentkali, zu Kartoffeln, Tabak und Gemüse sehr beliebt, und auch unsere deutschen Kartoffelbauern würden diesem Salz

größere Aufmerksamkeit zuwenden, wenn nicht die unsinnigen Frachtsätze die wertvollen Kalisalze sozusagen als Chemikalien tarifierten. So bleibt der Absatz an Magnesiumsalzen minimal und nur auf einige Länder beschränkt, die sich an deren Gebrauch gewöhnt haben. Und doch erscheint es des Schweißes der Edlen wert, diesen Salzen, sowohl der Kalimagnesia als auch dem Kieserit, einen größeren Abnehmerkreis zu verschaffen.

Die interessanten Probleme und Fragen mehren sich, überhäufen und überstürzen sich, je mehr man versucht, in die Wirtschaftsgeschichte einzudringen, und es ist schwer, einen Abschluß zu finden. Es konnte und sollte auch versucht werden, einen Blick in die viel verzweigten und doch so innig zusammenhängenden Verhältnisse einer Industrie zu werfen, die Deutschland eine Vorherrschaft, einst sogar ein Monopol, im Welthandel verschafft hat.

Die Beziehungen der Metalle, um die es sich in der Kaliindustrie handelt, zu Leben und Kultur erstmalig hervorgehoben zu haben, ist ein dauerndes Verdienst Frances, der somit auch die Bedeutung dieser echt deutschen Industrie für die Weltwirtschaft vom naturphilosophischen Standpunkte aus erklärt hat. [A. 135.]

## II. Theoretisches zur Kalisalzindustrie.

### Betrachtungen über die Entstehung der Kalilager.

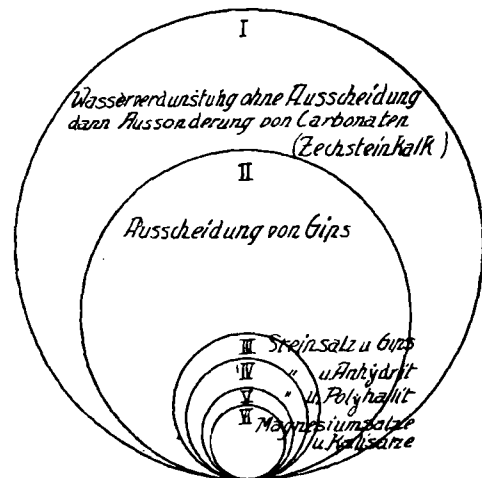
Von E. JÄNECKE, Heidelberg.

Die Entstehung der Kalilager ist in gleicher Weise ein Problem der Chemie wie der Geologie. Anders als bei der Erklärung der Entstehung der Kohle- und Erzlager sind in diesem Falle in weit größerem Maße chemische Gesichtspunkte mit heranzuziehen. Dieses doppelte Gesicht ist es auch, das eine einwandfreie Erklärung der Entstehung lange Zeit erschwert hat. Von geologischer Seite wurden manchmal die chemischen Tatsachen und von chemischer die geologischen nicht genügend gewürdigt. Der Streit, der so zeitweise zwischen Geologie und Chemie geherrscht hat, kann jetzt als beigelegt angesehen werden. Prinzipiell Neues wird sich für die Erklärung der Entstehung nicht mehr finden lassen, wenn auch bei der Übertragung der Theorie auf spezielle Fälle manchmal Schwierigkeiten auftreten können.

Die Salzlager sind Sedimente aus dem Meerwasser. Merkwürdigerweise ist sogar noch in neuerer Zeit behauptet worden, sie wären vulkanischen Ursprungs. Diese Ansicht zeigt nur geringe Sachkenntnis und braucht nicht ernsthaft behandelt zu werden. Allerdings sind die Salzablagerungen Sedimente ganz besonderer Art. Während diese sonst als Ablagerungen mechanisch vom Wasser fortgeführter Teile von allen möglichen Feinheitstufen entstanden sind, muß bei den Salzlagern erst der physikalisch-chemische Vorgang der Verdunstung oder Verdampfung des Wassers vor sich gehen, ehe es zu festen Ausscheidungen kommen kann. Besonders diese Tatsache hat wohl dazu geführt, eine Hypothese aufzustellen, die lange als allgemein richtige Theorie betrachtet wurde. Es ist das sogenannte „Barrentheorie“, die noch heute hie und da als Erklärungsursache angegeben wird. Diese Theorie sollte vor allen Dingen dazu dienen, die große Mächtigkeit der Salzlager zu erklären, ohne zu große Meerestiefen für die Entstehung heranziehen zu müssen. Müßte doch angenommen werden, daß Meere von mehreren 10000 m Tiefe vorhanden gewesen wären, wenn daraus Salzlager von den aufgeschlossenen Mächtigkeiten an Ort und Stelle entstanden wären. Es wurde deswegen angenommen, daß sich eine durch eine „Barre“ abgeschlossene Meeresbucht an den Stellen befand, an denen jetzt die Kalisalze gefunden werden. In dieser Bucht verdunstete das Wasser infolge des damals heißen Klimas so stark, daß dadurch über die Barre hinweg immer neues Meerwasser eingesogen wurde. Die Verdunstung führte zunächst zur Bildung gesättigter Lösungen, darauf zu Salzabscheidung. Schließlich trat eine Hebung der Barre ein, die die Bucht vom Meere abschnürte. Es ist zweifellos, daß Salzlager in dieser Art wirklich entstehen können, wie es z. B. in der Karabugas im Kaspisee direkt beobachtet wird, wo sich Glaubersalz und Gips in großen Mengen ausscheiden. Auch die galizischen Salzlager sind vielleicht wirklich in ähnlicher Art entstanden. Für die Lager Mitteldeutschlands, die Zechsteinlager, ist aber diese Erklärung verfehlt. Zunächst müßte doch angegeben werden können, wo die angebliche Barre gelegen haben soll. Nach einigen lag sie im oberen Rheintal, nach anderen in der Gegend von Wien. Meistens wurde auf Angabe ihrer Lage überhaupt verzichtet und den Geologen überlassen, die Barre zu finden. Eine solche Barre ist aber nach den geologischen Untersuchungen nicht vorhanden gewesen. Auch andere geologische sowie chemische Tatsachen sprechen gegen diese Hypothese.

Es kann jetzt als zweifellos gelten, daß die Salzlager nicht in dieser Art entstanden sind, sondern durch Verdunstung des Wassers eines großen Meeres, das zur Zechsteinzeit, also im Ausgang des Altertums der Erde, sich über Mittel- und Norddeutschland ausbreitete und bis nach Rußland hinein erstreckte. Die südlichen und westlichen Grenzen dieses Meeres sind geologisch genau festgelegt und durch das vindelizische und armorikanische Gebirge begrenzt.

Aus diesem weiten, in sich abgeschlossenen Meere schieden sich die Salze, nachdem durch Verdunstung Sättigung erreicht war, aus. Infolge Senkung des Beckens im Süden, etwa in Mitteldeutschland, sammelten sich hier die konzentrierten Laugen, durch zeitweise Regengüsse auch noch zusammengespült, an. Die Ausscheidung der Salze aus der gesättigten Lösung erfolgte im wesentlichen in der kälteren Jahreszeit, also im Zechsteinwinter, während die Verdunstung im Zechsteinommer vor sich ging. Hierdurch bekamen die Ausscheidungen eine ausgesprochene Schichtung, die im Steinsalz jetzt noch besonders schön zu sehen ist. In den eigentlichen Kalilagern ist sie meistens wegen späterer Veränderungen verschwunden. Infolge der Schrumpfung des Salzsees änderte sich auch der Umfang der Ausscheidungsgebiete. Die ersten Ausscheidungen, Zechsteinkalk, Anhydrit umfaßten ein viel größeres Gebiet als die späteren, besonders die eigentlichen Kalilager. Die Reihenfolge in der Ausscheidung der Salze auf Grund der Löslichkeitsbeziehungen ist an anderen Stellen mehrfach ausführlich erörtert worden. Als Ausscheidungstemperaturen sind 15–35° angenommen, was der Wirklichkeit entsprechen dürfte. Auf Grund der umfangreichen Untersuchungen von van't Hoff und seinen Mitarbeitern ergeben sich zehn verschiedene Zonen, von denen die fünf ersten Kalk enthalten, während die vier letzten kaliführend sind. Sie lassen sich folgendermaßen bezeichnen: 1. Cal-



ciumcarbonat (Zechsteinkalk); 2. Gips; 3. Steinsalz-Gips; 4. Steinsalz-Anhydrit; 5. Steinsalz-Polyhalit; 6. Magnesiumsulfat; 7. Kaliummagnesiumsulfat; 8. Kainit; 9. Carnallit; 10. Bischofit. Die kaliführenden Schichten enthalten stets in gewissen Mengen Magnesiumsulfat als Kieserit.

Die Größe der Schrumpfung, die hierbei im Zechsteinmeer eingetreten sein muß, wenn stets eine gleiche Tiefe des Salzbeckens angenommen wird, zeigt schematisch das vorstehende Bild. Es ist deutlich kenntlich, wie stark das Zechsteinmeer zusammengeschrumpft sein muß, ehe Kalisalze zur Ausscheidung gelangen. Während nun ursprünglich ein vollständig zusammenhängendes weites Meer bestand, konnte dieses gegen Schluß der Salzausscheidungen nicht mehr der Fall sein. Die früheren Faltungen der Erde, die z. B. zu den Erhebungen des Flechtinger Höhenzuges des Harzes und des Thüringer Waldes geführt hatten, erzeugten einen Salzsee mit größeren und kleineren Buchten, aus denen sich schließlich auch größere und kleinere selbständige Salzseen abzweigen konnten. Infolge ihrer relativ größeren Oberfläche verdunsteten die kleineren Seen rascher als die größeren. Zeitweise, vielleicht auch periodisch, erhielten sie noch