

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1902. Heft 12.

Das Jubiläum des Stassfurter Salzbergbaues.

Von Dr. Adolph Frank, Charlottenburg.

Vor 50 Jahren am 4. December 1851 wurde auf dem Kokturhof der uralten Stassfurter Saline der „van der Heydt“-Schacht abgesteckt und angehauen und damit die Eröffnung des Salzbergbaues in Preussen begonnen. Das Jubiläum dieses für die gesammte wirthschaftliche und industrielle Entwicklung Deutschlands so wichtigen Gedenktages wurde am 4. Januar 1902 unter Betheiligung der durch diesen Bergbau geschaffenen und mit ihm eng verknüpften Kaliindustrie gefeiert.

Da ich an der Begründung dieser Industrie wesentlichen Anteil hatte und auch bei ihrer weiteren Ausbildung durch viele Jahre thätig war, so mag es mir anlässlich des Jubiläums gestattet sein, von der an Arbeit und Kämpfen, aber auch an Erfolgen reichen Zeit der ersten Anfänge nochmals einen Überblick zu geben.

Das Königreich Preussen produciret bis etwa zur Mitte des vorigen Jahrhunderts auf seinen Salinen nur ca. 2 141 000 Zollcentner = 107 000 tons Siedesalz, während sein Consum an Speisesalz allein derzeit schon 2 577 000 Zollcentner betrug, und da hierzu noch der innere Verbrauch für chemische Industrie und Landwirthschaft, sowie für die vertragsmässige Salzversorgung des Königreichs Sachsen trat, so deckte die eigene Production kaum 75 Proc. des Bedarfes, und mehr als eine halbe Million Centner musste jährlich speciell nach den preussischen Ostprovinzen von England und Portugal eingeführt werden. Dieser Umstand, sowie die in Folge der steigenden Brennmaterialpreise immer kostspieliger werdende Verarbeitung der schwachen Soolen veranlasste die preussische Bergbehörde zunächst zwecks Anreicherung der vorhandenen Salzsoolen die Steinsalzgerüttungen durch Tiefbohrungen aufzusuchen, und zwar wurden die ersten Bohrversuche in Thüringen im Gebiet des Zechstein vorgenommen, durch welche man auch bei Artern am 25. November 1837 auf Steinsalz fündig wurde. Da indess der Versuch in Artern, einen Schacht abzuteufen, in Folge des grossen Wasserandranges miss-

lang, so beschloss man, neue Bohrversuche anzustellen, und wurde namentlich in Folge der Gutachten von Reinwarth und Karsten am 3. April 1839 in Stassfurt eine Tiefbohrung begonnen. Bei der damals sehr unvollkommenen Technik der Tiefbohrungen schritt die Arbeit nur langsam vorwärts. Im Jahre 1843 wurde bei 816 Fuss Tiefe das erste Salz gefunden, doch wurde die Bohrung dann noch weitere 6 Jahre bis 1851 fortgesetzt, wo man, nachdem ein Salzlager von 1035 Fuss Mächtigkeit vertical durchsunken war, ohne dass man das Liegende erreichte, bei einer Gesammttiefe von 1851 Fuss die Bohrung einstellte und auf Grund einer Denkschrift des Geh. Bergraths von Carnall die Eröffnung eines Steinsalzbergbaues durch Niederbringung zweier Schächte beschloss. Der erste, zum Kunst-, resp. Maschinenschacht bestimmte Schacht „van der Heydt“ wurde am Barbaratage, den 4. December 1851, der zur Förderung bestimmte „Manteuffel“-Schacht am 31. Januar 1852 abgesteckt und angehauen. Das Abteufen der Schächte nahm 5 Jahre in Anspruch und wurde mit demselben im November 1856 in 1066 Fuss Tiefe aufgehört, nachdem man in das reine Steinsalz eingedrunnen war, während man die ersten Lager von freilich sehr unreinen und ungeniessbaren Salzen bereits in 816 Fuss Tiefe angefahren hatte. Der Werth dieses unreinen von 816 bis 974 Fuss Schacht-tiefe anstehenden Salzvorkommens, welches später eine so grosse Bedeutung gewann, wurde derzeit nicht gleich erkannt. Man war froh, unter demselben ein mächtiges reines Steinsalz Lager aufgefunden zu haben, und warf die beim Schachtabteufen gewonnenen oberen bitteren Salze, denen man die Bezeichnung „Abraumsalze“ gab, zunächst als unbrauchbar auf die Halde.

Die bergmännische Gewinnung des Steinsalzes erfolgte nunmehr zunächst auf einer horizontalen Abbausoole durch streichende Strecken und senkrecht hierauf stehende Abbauörter. Bei dem ca. 30° von Ost nach West betragenden Einfallwinkel des Gebirges gelangten aber diese querschlägigen Örter mit jedem Fuss westlicher Bewegung einen halben Fuss höher in das Hangende, während man mit jedem Fuss östlich einen halben Fuss weiter in das Liegende kam.

Bei der horizontalen Fortführung der Strecke nach dem Hangenden zu gelangte man so naturgemäß wieder an die beim Niederbringen von 816—974 Fuss Tiefe aufgeschlossenen oberen bunten und bitteren Abraumsalze. Der damalige Oberberghauptmann Krug v. Nidda, welcher auf Grund der von Rose und Marchand angestellten Analysen die Möglichkeit der technischen Verwerthung der Abraumsalze erkannte, ordnete im Jahre 1859 eine Durchquerung des Abraumsalz-lagers bis zur oberen hängenden Mergellage an, und Proben der hierbei gewonnenen Mineralien wurden von dem damaligen Bergreferendar, späteren Oberberghauptmann Freund, auf dem Stassfurter Werke und auch von mir analysirt, sowie auch an chemische Fabriken und Landwirthe zu Versuchen abgegeben, ohne dass sich aber dafür zunächst Abnehmer fanden.

Ich war im Jahre 1858 in der Zuckarfabrik von Benneke-Hecker & Co. in Stassfurt als Chemiker eingetreten und hatte mich speciell agriculturchemischen Studien über die nach Liebig's Forschungen durch den Zuckerrübenbau drohende Erschöpfung des Bodens an Kalisalzen gewidmet. Besondere Anregung empfing ich hierbei noch einerseits durch das damals zuerst in bedrohlicher Form beobachtete und von mir in Gemeinschaft mit Professor Schacht studierte Auftreten der Rübenematoden und andererseits auch durch die mir übertragene Einrichtung einer Fabrik für Herstellung von Pottasche aus den Schlempen der Melassenbrennerei. Da ich überzeugt war, dass die im Stassfurter Salzwerke bis dahin unbunutzt ruhenden oder, soweit sie beim Abteufen gefördert waren, als werthlos auf die Halde gestürzten Abraumsalze sich zum Ersatz des den Rübenäckern entzogenen Kalis eigneten, so richtete ich meine Arbeiten zunächst darauf, diese Salze für die Rübendüngung verwendbar zu machen, und gelang mir dies in den Jahren 1859—1860. Im Anschluss daran und gestützt auf die älteren Arbeiten, welche Hermann und Balard zur Ausnutzung der Salzmutterlaugen gemacht hatten, führte ich dann auch gleich die Herstellung von gereinigtem Chlorkalium für technische Zwecke durch.

Über meine Arbeiten und über die sich hieran knüpfenden Aussichten für Begründung einer besonderen Kaliindustrie berichtete ich dann im Juli 1860 an die preussische Bergbehörde, wie auch bald darauf an die Herzogl. Anhaltinische Bergverwaltung, welche derzeit auch bereits die Eröffnung eines Salzbergbaues in Leopoldshall in Aussicht genommen hatte. In einem von mir im October 1860

eingereichten ausführlichen Promemoria, von welchem ich in der Anlage I Auszug befüge, wies ich die Verwendbarkeit der Stassfurter Kalisalze für Herstellung von Chlorkalium, Pottasche, Salpeter etc. nach, desgleichen auch Werth und Bedeutung der in Verbindung mit den eigentlichen Kalisalzen vorkommenden Magnesiaverbindungen, und betonte vor Allem die grosse Wichtigkeit der Stassfurter Kalifunde für die Bodenkultur.

Die lange anhaltende geschäftliche Depression, die der schweren Finanzkrise von 1857 folgte, war aber der Begründung neuer industrieller Unternehmungen wenig günstig, und da ich selbst mittellos war, so gelang es mir erst nach vielen vergeblichen Bemühungen im Frühjahr 1861, das nötige Capital zur Anlage einer kleinen Kalifabrik in Stassfurt zusammenzubringen, in welcher Fabrik ich am 1. October 1861, also etwa 10 Jahre nach dem Beginn des Schachtbaues, den Betrieb mit einer täglichen Verarbeitung von 100 Centner Abraumsalzen begann und mit Erfolg durchführte. Als jedoch die technische Verwendbarkeit der Abraumsalze für die Kaligewinnung durch meine inzwischen gemachten Veröffentlichungen bekannt geworden war, folgten meiner ersten Anlage bald andere, von denen namentlich die von Vorster & Grüneberg, resp. deren Chemikern Dr. Grüneberg und Michels und von Leissler & Townsend von Anfang an mit reicherem Mitteln begründeten Kalifabriken die neue Industrie wesentlich förderten. Im letzten Quartal des Jahres 1861 hatte ich in meiner Fabrik 6265 Zollcentner verarbeitet. 1862 waren bereits 4 Fabriken im Betriebe, welche 408 000 Centner Rohsalze verarbeiteten. 1864 waren schon 18 Fabriken entstanden, und die Förderung der Abraumsalze, an welcher sich inzwischen das neu erschlossene Herzogliche Salzwerk zu Leopoldshall betheiligte, stieg auf 2 775 000 Centner = 139 000 tons. 1872 wurden in 33 Fabriken 10 284 000 Centner = 514 000 tons verarbeitet.

Da die Verwendung der Stassfurter Produkte für industrielle Zwecke nicht so rasch zunahm, als die Kalifabrikation, erschien es um so mehr geboten, die weiteste, ausdehnungsfähigste Benutzung der Kalidüngemittel nach Möglichkeit zu fördern.

Die für die ersten Düngungsversuche verwendeten, direct vom Salzwerk bezogenen rohen Abraumsalze hatten aber in Folge ihres hohen Chlormagnesiumgehaltes sehr ungünstige Resultate ergeben und wurden dadurch viele Agriculturchemiker zu dem falschen Schlusse geführt, dass Chlorverbindungen

überhaupt für die Pflanzenernährung ungeeignet seien. Glücklicherweise konnte ich mich bei Bekämpfung dieses Irrthums auf das Urtheil von Justus v. Liebig stützen, der auf Grund meiner zahlreichen, sorgfältigst durchgeführten Feldversuche, sowie einer von mir 1864 ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchung über das Verhalten der Chlorverbindungen im Boden die Brauchbarkeit des Chlorkaliums als Düngemittel bestätigte. Da meine auf der Versammlung deutscher Agriculturchemiker 1865 mitgetheilte und danach in den Landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. 8, 1866 veröffentlichte Arbeit durch die etwa 25 Jahre später allgemein eingeführte Anwendung der Combination von Thomasphosphat und Kainit volle Bestätigung gewonnen hat, so füge ich auch diese unter Anlage II an. Liebig's eigene Äusserungen über die Bedeutung des Stassfurter Kalibergbaues für die Landwirtschaft habe ich bereits früher in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1893, S. 325 veröffentlicht . . .

Die günstigen, mit der Theorie übereinstimmenden Erfahrungen, welche beim Rübenbau in Folge Benutzung der Kalidüngemittel constatirt wurden, schafften den letzteren auch in anderen landwirtschaftlichen Betrieben rasch ein weiteres Verwendungsgebiet. Bereits im Jahre 1866, gleich nach Beendigung des amerikanischen Secessionskrieges, wurden auf Anregung von Professor Mallet von der Virginia-Universität bedeutende Quantitäten von Stassfurter Kalidünger für die Baumwollen- und Tabaksculturen nach den Vereinigten Staaten bezogen. Auch in Folge des in den Jahren 1867 und 1868 in den Moorcolonaten des Herzogthums Arenberg-Meppen ausgebrochenen Nothstandes wurde der Kalidüngung ein neues weites Feld eröffnet, welches bereits durch die Arbeiten Liebig's und Rimpau's vorbereitet war.

Ein von den Gebieten der Agriculturchemie weit abliegender Theil der Stassfurter Industrie wurde 1865 von mir durch Einführung der Fabrikation von Brom aus den Mutterlaugen der Kalisalzverarbeitung in Angriff genommen; wenngleich der ursprünglich auf A. W. Hofmann's Anregung versuchte Ersatz des Jodmethyls durch Bromäthyl bei Darstellung von Hofmann's Blau nicht den gewünschten Erfolg hatte, so ist die Massenherstellung des Broms doch sowohl für die Entwicklung der Theerfarbenindustrie, als auch für die Fabrikation anderer Brompräparate zu grosser Bedeutung gelangt. Aus den Mutterlaugen der Kaliwerke werden jetzt jährlich ca. 500 000 kg Brom hergestellt, und der Preis dieses Stoffes, welcher 1865 50—60 M. pro kg betrug, ist jetzt

auf etwa 3 M. herabgegangen. Für einen anderen Theil des in enormen Mengen als Abfallproduct der Kalifabrikation erhaltenen Chlormagnesiums wurde 1866 durch Leissler & Townsend eine Verwendung als Schlichtmaterial geschaffen, desgleichen auch für den als Nebenprodukt aus den Löserückständen gewonnenen Kieserit. Die Herstellung von schwefelsaurer Kalimagnesia und schwefelsaurem Kali durch Umsetzung von Chlorkalium mit Kieserit und die Weiterverarbeitung des gewonnenen Sulfats zu Pottasche wurden derzeit besonders durch Dr. Grüneberg gefördert, und sind diese Verfahren trotz der neuerdings eingeführten elektrolytischen Processe noch jetzt für die Kaliproduktion von grosser Bedeutung.

Der wirtschaftliche Aufschwung, welcher dem Kriege von 1870 folgte, brachte auch der Stassfurter Kaliindustrie eine weitere zuvor kaum gehahnte Ausdehnung. Nachdem durch das preussische Berggesetz von 1865 der bis dahin als Staatsmonopol geltende Salzbergbau freigegeben war, wandte sich nun auch das Privatcapital diesem zu, und zwar entstand zunächst an der Grenze der preussischen Bergwerksfelder das gewerkschaftliche Salzbergwerk „Neu-Stassfurt“, bald darauf die Kaliwerke von Westeregeln und Aschersleben, welchen im Laufe der Jahre zahlreiche Andere folgten, so dass zur Zeit in Deutschland, welches für die Kalisalgewinnung nahezu ein von der Natur gebotes Monopol hat, 23 Staats- und Privatwerke betrieben werden und eine Anzahl anderer Kalibergwerke noch im Abteufen begriffen sind. Auf den betriebsfertigen Werken wurden im Jahre 1900 von Rohsalzen verschiedener Art 3037256 tons gefördert. Daneben wurden dann in Deutschland noch 927 000 tons Steinsalz gewonnen, von denen 236 000 tons ausgeführt wurden im Gegensatz zu der noch 1857 bestehenden Salzeinfuhr von 25 000 tons. Die deutschen Kalibergwerke und Kalifabriken sind jetzt sämmtlich zu einem Syndicat vereinigt. Die zu diesem Syndicat gehörigen Werke beschäftigten im letzten Jahre etwa 800 Beamte und 16 000 Arbeiter und waren mit 513 Dampfkesseln und 736 Dampfmaschinen ausgerüstet, welche letztere einen Effect von 47 000 HP repräsentieren. Der Werth der Gesamtproduktion an Kalirohsalzen und Fabrikaten im Jahre 1900 betrug 59 Millionen Mk. Das Absatzgebiet für die von Jahr zu Jahr steigende Produktion des deutschen Kalibergbaues ist die ganze civilisierte Welt, und zwar entfällt auf industrielle und landwirtschaftliche Verwendung jetzt etwa die gleiche Menge der Förderung. Während aber der Bedarf der Industrie zur Erzeugung von

Pottasche, Salpeter, Alaun, chromsaurem, chlorsaurem Kali etc. trotz seiner Grösse immerhin ein limitirter bleiben wird, ist derjenige der Landwirtschaft noch der weitesten Ausdehnung fähig. Zur Zeit verbraucht Deutschland an Kalidüngemitteln etwa 800 000 tons, während der Export der verschiedenen Rohsalze und Fabrikate für landwirtschaftliche Verwendung ca. 700 000 tons beträgt. In Deutschland wird die Kalidüngung nicht bloss bei den intensiven Culturen, wie z. B. bei dem mit ihrer Hülfe stetig erweiterten Anbau der Zuckerrübe benutzt, sondern in beinahe noch grösserem Maasse für die Culturen der geringsten Sand- und Moorböden, bei welchen durch Benutzung des Kalis in Verbindung mit dem ebenfalls der Landwirtschaft durch die Industrie zugänglich gemachten Thomasphosphat jetzt erst ein lohnender Betrieb ermöglicht wird. Alle europäischen Länder, wie auch die anderen Continente, verwenden die Stassfurter Kalidüngemittel in stetig wachsenden Mengen. Besonders gross ist der Bedarf der Vereinigten Staaten von Amerika, die uns für dieses, ihrer sonst durch klimatische oder andere Verhältnisse so begünstigten landwirtschaftlichen Cultur nothwendige Düngemittel tributpflichtig sind und hoffentlich bleiben. Die Menge der in den letzten Jahren allein nach den Vereinigten Staaten ausgeführten verschiedenen Kalisalze und Kalidüngemittel betrug 314 500 tons. Rechnet man hierzu noch den Versand von Kali-salzen und Steinsalzen nach anderen über-seeischen Ländern, der etwa 100 000 tons per Jahr beträgt, so ist daraus ersichtlich, welche

Bedeutung diese Ausfuhr auch für die deutsche Schifffahrt hat, die durch den Salzexport werthvolle und lohnende Ausfrachten findet, während für unseren Handel und für unsere Volkswirtschaft in den Kalisalzen ein Tauschmittel für die bisher noch zum grossen Theil von ausserhalb importirten Stickstoff- und phosphorhaltigen Düngemittel gegeben ist. Was die Einwirkung des deutschen Salzbergbaues auf die Entwicklung unserer Gesamtindustrie betrifft, so will ich hier nur kurz erwähnen, dass unsere Sodafabrikation sich von 26 000 tons im Jahre 1867 auf rund 250 000 im Jahre 1897 erhöht hat.

Während wir Mitte der 60er Jahre noch grosse Mengen von Soda, Chlorkalk und Pottasche importirten, ist unsere Ausfuhr bei diesen drei wichtigsten Hülfsstoffen der Industrie im Jahre 1900 auf 92 800 tons gestiegen, wogegen die Gesamteinfuhr dieser Fabrikate nur 2518 tons betrug.

Ein übersichtliches Bild der Entwicklung und des jetzigen Standes der gesammten Kaliindustrie gewähren die hierunter folgenden statistischen Tabellen; von diesen sind No. 1, 2, und 3 den Mittheilungen des Kalisyndicates entnommen, während als Quelle für die übrigen die Geschichte des Königl. Salzwerkes zu Stassfurt benutzt wurde, welche Herr Bergassessor Westphal in amtlichem Auftrage zur Jubiläumsfeier veröffentlichte.

Möge der deutsche Kalibergbau und die deutsche Kaliindustrie auch in allen kommenden Zeiten wachsen, blühen und gedeihen, wie bisher!

Statistik des deutschen Kalibergbaues.

Jahr	Steinsalz	Carnallit	Kieserit	Sylvinit	Kainit, Hart-salz, Schoenit	Boracit	Total
1857	12 798						12 798
1858	25 568						25 568
1859	15 387						15 387
1860	31 863						31 863
1861	40 315	2 293					42 608
1862	47 045	19 727	20				66 793
1863	42 403	58 303	68				100 774
1864	46 511	115 408	89			5	162 013
1865	45 027	87 671	75		1 314	8	134 095
1866	49 128	135 554	413		5 808	14	190 918
1867	56 154	141 604	1 143		8 976	10	207 888
1868	71 946	167 337	1 418		10 772	18	251 490
1869	65 201	211 884	226			27	294 196
1870	52 018	268 226	71		20 301	16	340 632
1871	50 154	335 945	47		36 582	16	422 744
1872	55 335	468 537	22		18 067	26	541 988
1873	64 342	441 079	7		6 101	25	511 554
1874	71 072	414 961	16		9 753	13	495 815
1875	77 705	498 737	5		24 124	12	600 583
1876	76 656	563 669	145		17 938	24	658 433
1877	80 526	771 819	151		35 477	44	888 018
1878	101 694	735 750	520		34 004	98	872 066
1879	107 472	610 427	761		50 206	105	768 971

Jahr	Steinsalz	Carnallit	Kieserit	Sylvinit	Kainit, Hartsalz, Schoenit	Boracit	Total
1880	118 171	528 212	893		139 491	107	786 874
1881	149 258	744 726	2 082		158 330	117	1 054 513
1882	141 338	1 059 300	4 658		148 477	126	1 353 899
1883	152 747	950 203	11 790		218 817	205	1 343 762
1884	180 818	739 959	12 389		217 107	159	1 150 432
1885	212 082	644 710	11 970		272 369	142	1 141 273
1886	233 544	698 229	13 917		247 327	149	1 193 167
1887	201 962	840 207	14 186		237 629	150	1 294 134
1888	191 595	849 602	10 754	2 220	375 574	169	1 429 915
1889	259 286	798 721	9 354	28 329	362 611	139	1 458 441
1890	302 205	838 526	6 951	31 917	401 871	165	1 581 635
1891	365 910	818 862	5 816	32 661	512 494	180	1 735 923
1892	292 984	736 751	5 782	32 669	585 775	166	1 654 127
1893	264 411	794 660	4 807	49 140	689 994	187	1 803 199
1894	281 247	851 338	3 865	63 495	729 301	169	1 929 415
1895	259 424	782 944	3 012	76 097	669 532	145	1 791 164
1896	277 884	856 223	2 841	90 389	833 025	195	2 060 557
1897	288 035	851 272	2 619	84 105	1 012 186	184	2 238 400
1898	291 591	990 998	2 444	94 270	1 120 616	252	2 500 171
1899	310 377	1 317 947	2 066	100 653	1 063 195	155	2 794 395
1900	320 000	1 697 803	2 047	147 791	1 189 394	223	3 357 258

Benutzung der geförderten Kalisalze.

In metrischen Tonnen à 1000 Kilo.

Jahr	Carnallit und Kieserit			Kainit und Sylvinit incl. Hartsalz und Schoenit			Total	
	Für Landwirtschaft		Total	Für Landwirtschaft		Total		
	Deutschland	Export		Deutschland	Export			
1880	4 137	524 968	529 105	23 769	103 749	11 973	139 491	
1881	6 902	739 905	746 808	20 372	119 491	18 466	158 330	
1882	10 249	1 053 709	1 063 958	30 413	95 263	22 800	148 477	
1883	17 434	944 560	961 994	48 138	153 200	27 479	228 817	
1884	18 654	733 694	752 348	48 643	109 656	58 807	217 107	
1885	18 988	637 691	656 679	50 870	143 518	77 981	272 369	
1886	22 729	689 418	712 147	65 835	105 050	76 441	247 327	
1887	30 892	823 500	854 393	84 493	89 293	63 842	237 629	
1888	31 776	828 580	860 356	105 237	142 171	130 386	377 794	
1889	37 746	769 947	808 076	150 342	113 109	127 489	390 940	
1890	34 574	810 530	845 477	178 031	126 984	128 772	433 787	
1891	38 893	551	785 234	824 678	240 001	173 508	131 646	
1892	45 367	1 253	695 913	742 533	366 661	131 912	119 871	
1893	59 464	3483	732 233	795 181	428 891	184 358	125 884	
1894	60 893	4117	790 193	855 203	466 208	200 240	126 348	
1895	50 528	3836	731 582	785 946	436 922	190 732	117 975	
1896	56 541	3964	798 559	859 064	557 527	245 060	120 828	
1897	58 544	5157	790 190	853 891	668 340	295 765	132 185	
1898	60 793	7189	925 461	993 443	722 115	334 111	158 660	
1899	58 677	4611	1 256 730	1 320 017	717 637	314 869	131 342	
1900	55 489	2869	1 641 493	1 699 851	724 624	375 007	237 554	

Fabrikation concentrirter Salze.

In metrischen Tonnen à 1000 Kilo.

Jahr	Chlorkalium	Schwefel-saures Kali	Schwefelsaure Kalimagnesia		Kieserit in Blöcken	Concentr. Kalidünger mit 38 Proc. Kali
			Krystallisirt	Calcinirt		
1884	106 330	3 000	400	8 000	17 800	9 500
1885	104 500	4 000	450	9 000	18 500	8 400
1886	110 200	3 639	472	10 111	19 500	8 161
1887	130 000	10 528	500	6 285	24 018	8 163
1888	132 000	10 916	522	11 380	28 325	13 918
1889	131 593	7 321	671	9 215	31 824	17 285
1890	134 760	13 839	907	10 830	32 005	17 620
1891	143 487	18 981	1053	11 400	28 559	16 045
1892	121 028	15 466	708	11 842	23 855	16 895
1893	132 528	16 361	739	12 643	24 386	17 344

Jahr	Chlorkalium	Schwefel-saures Kali	Schwefelsaure Kalimagnesia		Kieserit in Blöcken	Concentr. Kali- dünger mit 38 Proc. Kali
			Krystallisiert	Calcinirt		
1894	147 936	15 242	1780	12 718	26 440	19 727
1895	145 027	13 403	898	8 249	25 115	19 724
1896	155 805	13 889	1051	4 622	24 987	19 253
1897	158 863	15 403	922	7 415	25 669	23 042
1898	174 379	17 781	914	10 535	19 934	24 284
1899	180 672	24 656	579	8 459	28 216	70 916
1900	206 471	34 255	932	12 150	28 508	129 863

**Vertheilung des Absatzes an Kalirohsalzen und Fabrikaten auf die einzelnen Gebiete
für die Jahre 1885, 1890, 1895 und 1900.**

Nach den Absatzgebieten geordnet entfallen dz à 100 kg von:

1. Chlorkalium:

	1885 dz	1890 dz à 80 Proc.	1895 dz à 80 Proc.	1900 dz à 80 Proc.
Auf Deutschland	415 285	406 126	489 950	686 325
- Österreich	{ 39 719	{ 25 400	{ 40 912	{ 39 304
- die Schweiz				14 955
- England	85 000	138 000	104 631	103 019
- Schottland	65 000	91 000	24 969	33 337
- Frankreich	62 500	152 000	102 264	150 727
- Belgien und Holland	47 500	92 000	87 366	95 801
- Italien	27 500	44 000	33 902	41 283
- Skandinavien und Dänemark	—	5 000	11 717	13 139
- Russland	—	7 800	27 587	14 974
- Nordamerika	227 500	296 000	419 553	651 312
- Brasilien	—	—	—	—
- Spanien	{ —	{ 8 200	{ 10 366	{ 22 555
- Portugal				629
- verschiedene aussereuropäische Länder				10 638
Zusammen	969 954	1 265 526	1 353 217	1 877 998

2. Kalidünger:

	1893 dz à 80 Proc.	1896 dz à 80 Proc.	1900 dz à 80 Proc.
Auf Deutschland	2 171	6 218	—
- Skandinavien und Dänemark	1 865	15 155	36 218
- Österreich-Ungarn	—	—	—
Zusammen	4 036	21 373	36 218

3. Schwefelsaurem Kali:

	1890 dz à 90 Proc.	1895 dz à 90 Proc.	1900 dz à 90 Proc.
Auf Deutschland	32 271	19 670	26 083
- Österreich	1 000	245	16
- die Schweiz	500	313	216
- England	20 200	5 198	17 237
- Schottland	7 200	7 226	221
- Frankreich	20 000	15 385	53 404
- Belgien und Holland	2 300	6 196	12 075
- Italien	700	1 689	7 421
- Spanien	{ 1 500	{ 872	{ 15 283
- Portugal			181
- Skandinavien und Dänemark	3 000	655	188
- Russland	1 600	7 946	9 933
- Rumänien	—	3	—
- Nordamerika	28 200	61 717	138 014
- Brasilien	—	—	—
- verschiedene aussereuropäische Länder	11 000	6 917	32 278
Zusammen	129 471	134 032	312 550

4. Calcinirter schwefelsaurer Kalimagnesia:

	1890 dz à 48 Proc.	1895 dz à 48 Proc.	1900 dz à 48 Proc.
Auf Deutschland	3 200	2 727	433
- Österreich	100	1	—
- die Schweiz	—	—	—
- England	4 200	2 030	4 555
- Schottland	2 032	—	—
- Frankreich	2 000	1 390	2 482
- Belgien und Holland	900	2 262	24 740
- Skandinavien und Dänemark	220	28	—
- Russland	30	—	—
- Nordamerika	94 420	73 713	89 115
- Brasilien	1 200	336	176
Zusammen	108 302	82 487	121 501

5. Krystallisirter, schwefelsaurer Kalimagnesia:

	1890 dz à 40 Proc.	1895 dz à 40 Proc.	1900 dz à 40 Proc.
Auf Deutschland	9 073	8 976	8 816
- das Ausland	—	—	—
Zusammen	9 073	8 976	8 816

6. Kalidüngesalz, mindestens 20, 30 und 40 Proc.:

	1890 dz	1895 dz	1900 dz
Auf Deutschland	3 615	2 678	579 260
- Österreich-Ungarn	—	—	14 813
- die Schweiz	—	—	1 955
- England	600	732	9 580
- Schottland	4 600	6 125	19 304
- Frankreich	2 400	1 950	600
- Belgien und Holland	2 600	3 885	2 400
- Spanien und Portugal	—	2 812	2 870
- Skandinavien und Dänemark	300	—	136 108
- Russland	10	—	5 290
- Griechenland	350	—	—
- Nordamerika	3 556	3 048	478 704
- verschiedene aussereuropäische Länder	300	2 000	2
Zusammen	18 331	23 230	1 250 886

7. Kieserit, calcinirt:

	1892 dz	1895 dz	1900 dz
Auf Deutschland	108	803	2 784
- das Ausland	—	616	799
Zusammen	108	1 419	3 583

8. Kieserit in Blöcken:

	1890 dz	1895 dz	1900 dz
Auf Grossbritannien	281 938	206 502	230 835
- Nordamerika	26 416	19 804	21 336
- andere Absatzgebiete	11 694	25 345	32 904
Zusammen	320 048	251 151	285 075

9. Kainit und Sylvinit:

	1890 dz	1895 dz	1900 dz
Auf Deutschland	1 780 310	4 369 226	7 246 241
- Nordamerika	786 550	924 959	1 767 083
- das übrige Ausland	483 292	982 356	1 982 990
Zusammen	3 050 152	6 276 541	10 996 314

10. Carnallit und Bergkieserit:

	1890 dz	1895 dz	1900 dz
Auf Deutschland	345 740	505 281	554 893
- das Ausland	3 731	38 364	28 687
Zusammen	349 471	543 645	583 580

Es wurden verbraucht

1. Chlorkalium:

	1885 dz à 80 Proc.	1890 dz à 80 Proc.	1895 dz à 80 Proc.	1900 dz à 80 Proc.
a) Im Inlande.				
Zur Darstellung von Pottasche und Ätzkali . . .	227 628	165 500	247 596	445 969
- - Salpeter	233 032	203 500	180 222	160 782
- - Alaun	22 310	—	—	—
- - chromsaurem Kali	—	3 000	9 036	11 673
- - chlorsaurem Kali	—	8 000	12 203	6 276
- - verschiedenen Erzeugnissen	—	12 000	26 903	57 345
Zu landwirtschaftlichen Zwecken	10 125	14 126	13 390	4 280
Zusammen	493 095	406 126	489 950	686 325
b) Im Auslande.				
Zur Darstellung von Pottasche	215 800	12 650	13 007	6 266
- - Salpeter	—	227 200	209 010	241 244
- - chromsaurem Kali	75 100	95 200	36 920	41 477
- - chlorsaurem Kali	—	72 000	76 440	130 089
- - Alaun	49 410	37 000	11 821	2 444
- - verschiedenen Erzeugnissen	—	5 850	16 228	49 659
Zu landwirtschaftlichen Zwecken	214 409	409 500	449 841	720 494
Zusammen	554 719	859 400	863 267	1 191 673

2. Schwefelsaures Kali:

	1890 dz à 90 Proc.	1895 dz à 90 Proc.	1900 dz à 90 Proc.
a) Im Inlande.			
Zur Darstellung von Pottasche		15 838	10 850
- - Alaun	32 271	1 081	3 220
- - verschiedenen Erzeugnissen		1 198	10 424
Zu landwirtschaftlichen Zwecken		1 553	1 589
Zusammen	32 271	19 670	26 083
b) Im Auslande.			
Zur Darstellung von Pottasche		1 832	328
- - chromsaurem Kali		7 226	1 242
- - Alaun	97 200	16 392	12 840
- - verschiedenen Erzeugnissen		2 329	10 247
Zu landwirtschaftlichen Zwecken		86 538	261 810
Zusammen	97 200	114 362	286 467

Anlage I.

Promemoria

des Chemikers Adolph Frank
betreffend die Anlage einer Chemischen Fabrik bei
Stassfurt oder Leopoldshall
eingereicht an
Herrn Oberberghauptmann Krug von Nidda
in Berlin
und an Herrn Staatsminister von Schaetzell
in Bernburg
mit Brief vom 29. October 1860.

Das Stassfurter Steinsalz Lager enthält neben dem unerschöpflichen Vorrath von reinem Chlornatrium noch eine darüber abgelagerte, wahrscheinlich aus den Mutterlaugen herstammende über 100 Fuss mächtige Schicht verschiedener anderer Salze, welche, da sie sich zunächst durch ihre Färbung und ihre Ungeiessbarkeit charakterisiren, mit dem allgemeinen Namen der bunten bitteren Salze belegt sind. Die nähere chemische Untersuchung dieser Salze hat nun ergeben, dass dieselben aus Chlornatrium, Chlorkalium, Chlor-magnesium, ferner aus schwefelsaurem Natron, schwefelsaurem Kali, schwefelsaurer Magnesia und geringeren Mengen von schwefelsaurem Kalk bestehen. Daneben finden sich noch als sporadische Einlagerungen Knollen von Boracit, ein wegen seines Borsäuregehaltes sehr wertvolles Mineral. Die Zusammensetzung der bunten bitteren Salze ist eine sehr wechselnde; die zunächst über dem Steinsalz lagernden Schichten enthalten grössere Mengen von Chlornatrium; in den höheren Lagern tritt der Chlornatriumgehalt immer mehr zurück, während sich der Gehalt an Chlorkalium in entsprechendem Maasse vermehrt und daneben auch noch die schwefelsauren Salze von Kali, Natron und Magnesia auftreten. Besonders findet sich die schwefelsaure Magnesia in einer eigenthümlichen schwerlöslichen Form mit ca. 2 Äquivalent Krystallwasser in ziemlich breiten Lagen und Bändern vor, noch weiterhin verschwinden aber die schwefelsauren Salze, und es findet sich ein fast nur aus Chlorkalium und Chlormagnesium bestehendes Salz, welches durchschnittlich in 100 Theilen enthält:

Chlorkalium	26
Chlormagnesium	34
Wasser	38
Gyps, Eisenoxyd, Thon	2

100

Charakteristisch für die bitteren Salze ist ihr grosser Gehalt an Krystallwasser, welcher, in Verbindung mit ihren hygroskopischen Eigenschaften, die leichte Zerfließlichkeit derselben bedingt und ein Haupthinderniss ihrer Verwerthung in weiteren Kreisen bietet. Trotzdem ist aber das Vorkommen der kalihaltigen Salze ein so wichtiges, dass ihm eine mindestens ebenso grosse Beachtung als dem Steinsalz selbst gebührt, um so mehr, als das Steinsalz die Concurrenz der Salinen und der anderen Steinsalzbergwerke zu bestehen hat, während das mächtige Lager der kalihaltigen Salze ganz allein und ohne Concurrenz dasteht. Die einzige Quelle für die Gewinnung des Kalis und seiner Verbindungen boten bisher die Pflanzenaschen, die zu diesem Zwecke theils von den Abfällen der

Feuerungen gesammelt, theils geradezu durch Verbrennung der Wälder dargestellt werden. Der in steten Steigen begriffene Werth des Holzes und die sowohl hierdurch, als auch durch die immer mehr zunehmende Verwendung anderer Brennmaterialien beschränkte Gewinnung der Holzasche hat der Kaligewinnung in den meisten Ländern Europas schon seit längerer Zeit ein Ende gemacht, und mit dem Fortschreiten einer rationellen Waldcultur und Waldnutzung, sowie mit der steten Verbesserung der Communicationsmittel werden auch diejenigen europäischen Länder, welche noch Pottasche produciren, wie Russland, Ungarn und Galizien, sowie von den aussereuropäischen die Nordamerikanischen Staaten die Production einschränken und das Holz als solches zu verwerthen streben.

So sehr nun auch die Industrie schon jetzt wegen des hohen Preises der Pottasche ihren Bedarf an diesem wichtigen Stoffe einzuschränken bestrebt ist, so nimmt doch der Consum von Jahr zu Jahr zu, und in demselben Maasse heben sich die Preise der Kalisalze. Als hauptsächliche industrielle Verwendung der Kalisalze mögen hier die zur Darstellung der Schmierseifen, ferner die bei der Darstellung des Blatlauge-salzes und Berlinerblaus, wie zu mannigfachen anderen Zwecken der Färberei, Druckerei, Flachs-, Woll- und Baumwollspinnerei, sodann die bedeutende Verwendung in der Glasfabrikation, die Verwendung bei der Darstellung des Alauns etc. etc. dienen; eine sehr bedeutende und besonders für Kriegszeiten äusserst wichtige Benutzung der Pottasche ist die zur Gewinnung des Salpeters, sei es im Plantagenbetriebe, sei es durch Zersetzung des salpetersauren Natrons (Chilisalpeters).

Das schwefelsaure Kali dient ebenfalls in ausgedehntem Maasse bei der Alaun- und Glasfabrikation.

Das Chlorkalium findet als billigstes Kalisalz bei der Alaunfabrikation eine bedeutende Verwendung, ist auch mit Vortheil bei der Salpeterdarstellung benutzt.

Die jährliche Einfuhr des Zollvereins an Pottasche beträgt 125 000 Ctr., die Einfuhr an Chlorkalium 15 000 Ctr., die von Salpeter 70 000 bis 80 000 Ctr. Der Gesammtwerth dieser Einfuhr repräsentirt über 2 Millionen Thaler und dabei würden alle oben angeführten Verwendungen bei etwas niedrigerem Preise der Kalisalze noch bedeutend steigen; vor allem wird die Glasfabrikation sich beeilen, die Kalisalze mehr als bisher anzuwenden, da die aus Gemischen von Natron und Kali dargestellten Gläser mit geringerem Aufwand von Brennmaterial zu schmelzen und zu verarbeiten sind und gleichzeitig einen höheren Glanz und eine hellere Farbe als die reinen Natrongläser besitzen. Welche Massen von Kalisalzen die Industrie von England, Frankreich und Belgien etc. consumirt, lässt sich aus den obigen Angaben leicht schliessen. Eine nicht weniger wichtige Verwerthung der Kalisalze, wie die in den Gewerben, ist die in neuerer Zeit durch die Fortschritte des rationalen Landbaues vielfach eingeführte und in mächtiger Progression steigende Verwendung der Kalisalze als Düngemittel.

Bei der intensiven Bewirthschaftung und Aus-

nutzung der Felder, wie dieselbe durch die jetzigen Werthverhältnisse von Grund und Boden nöthig ist, bei dem in Folge dessen statffindenden Ausfall der Brache, in welcher der Acker früher Zeit fand, durch Verwitterung der Gesteine seinen Verlust an Alkalien zu ersetzen, bei dem gesteigerten Anbau der Blattfrüchte und Ölsaaten, welche ungleich grössere Mengen von Alkalien gebrauchen, als die Getreide (1 Morgen Rübenacker giebt nach den genauen Untersuchungen von Brettschneider 150—200 Pfd. Alkalien ab) ist es durchaus nothwendig, den Bedarf des Bodens an Alkalien von aussen zuzuführen und zu ergänzen. Wie sehr diese Bedeutung der Kalisalze für die Agricultural bereits erkannt ist, beweist am besten der hohe Preis, welchen Liebig, Stöckhardt und auch die englischen Agriculturchemiker dafür angeben. Nach den letzten von Stöckhardt veröffentlichten Werthbestimmungen, die sowohl bei den praktischen Ökonomen, wie bei den Chemikern allgemein als Norm gelten und allen Düngerwerthberechnungen zu Grunde gelegt werden, beträgt der Werth, den 1 Pfd. Kalisalze in Deutschland für die Landwirtschaft haben, 1 Sgr. 5 Pf., in England 1 Sgr. Der Werth von 1 Pfd. Natronsalz in Deutschland 4 Pf., in England $\frac{1}{4}$ Pf.

Danach würde sich der Werth von 100 Pfd. Kalisalz in Deutschland auf nahe 5 Thaler stellen, zu welchem Preise das schwefelsaure Kali in der That von Landwirthen gekauft wird.

Wie gering dagegen die Förderungskosten der kalihaltigen Salze aus dem Stassfurter Lager ausfallen werden, und wie sehr man dann durch Preisreduction dieses so werthvollen Pflanzen-nahrungsmittels seinen Verbrauch zu steigern vermag, bedarf keiner Auseinandersetzung.

So wichtig hiernach die Ausbeutung des Stassfurter Kalivorkommens ist, so stellt sich doch seiner Verwerthung bisher in dem Gehalt desselben an Chlormagnesium ein Hinderniss entgegen, welches, da es an einer technisch brauchbaren Methode zur Trennung des Chlormagnesiums von Chlorkalium bisher fehlte, jede weitere Verarbeitung der Kalisalze nahezu unmöglich machte und selbst die Versendung des rohen bitteren Salzes verbünderte, da der bedeutende Gehalt an Chlormagnesium dasselbe sehr zerfliesslich macht und zu gleicher Zeit in Gemeinschaft mit dem darin enthaltenen Krystallwasser das Gewicht des allein werthvollen Chlorkaliums derart vermehrt, dass ein weiterer Transport nicht möglich ist, weil die Frachten zu hoch würden. Da, wie oben erwähnt, das bittere Salz nur ca. 26 Proc. Chlorkalium enthält, so müssen also, um 1 Ctr. Chlorkalium zu versenden, 3 Ctr. Chlormagnesium und Wasser mit verfrachtet werden. Die Fracht wurde also um das drei- bis vierfache erhöht.

Die von mir gefundene Methode, das Chlormagnesium von dem Chlorkalium zu trennen und so das letztere für weitere Verarbeitung und Veredlung rein zu erhalten, ändert diese Sachlage vollständig.

Das so gereinigte und concentrirte Salz verträgt wegen seines ungleich höheren Werthes einen weiteren Transport und höhere Frachten und kann daher auch für den Export, sowie überhaupt für weitere Verarbeitung benutzt werden.

Für die weniger reinen kalihaltigen Salze dürfte es sich, im Falle ihr Abbau nothwendig sein sollte, empfehlen, nur das Wasser daraus zu entfernen und das Chlormagnesium durch Glühen mit Wasserdampf zum grösseren Theil zu zersetzen und die so auf ungefähr die Hälfte des früheren Gewichtes reducirete Masse als Düngesalz zu mässigen Preisen in den Handel zu bringen.

Das Chlorkalium ist, wie schon gesagt, mit gutem Nutzen verkäuflich; noch vortheilhafter aber dürfte es sein, dasselbe durch weitere chemische Operationen in werthvollere Producte überzuführen, und ist gerade die Lage von Stassfurt, sowie verschiedene andere wichtige Nebenvorkommen hierfür überaus günstig. Es bieten sich hierfür mehrere Wege dar; zunächst könnte man nämlich das Chlorkalium durch Umsetzung mit Natronsalpeter direct in Kalisalpeter und Chlornatrium verwandeln, wobei ein erklecklicher Gewinn verbleibt, doch würde die Salpeterproduction immer nur eine beschränkte sein können, da der Consum dieses Artikels ein begrenzter ist und bei Überfüllung des Marktes die Preise rasch sinken würden.

Ein weites und beinahe unbeschränktes Feld ist dagegen für die Fabrikation der Pottasche offen, und hierauf vor Allem hätte eine chemische Fabrik ihr Augenmerk zu richten. Die Pottasche lässt sich aus dem Chlorkalium auf dieselbe Weise herstellen, wie die Soda aus dem Chlornatrium, und nur der Mangel des Chlorkaliums, sowie der hohe Preis desselben haben dieser Fabrikation bisher entgegengestanden, die sonst höchst lucrativ ist, da der Centner einer 80-proc. Pottasche nicht unter $8\frac{1}{2}$ —9 Thaler zu beschaffen ist, während 90-proc. Soda jetzt mit 5 Thaler pro Centner an den Markt kommt. Der Preis des schwefelsauren Kaliums beträgt jetzt pro Centner 5 Thaler.

Das Lager der bitteren Salze enthält nun in der schwefelsauren Magnesia, welche darin in grossen Massen auftritt, ein Material zur Gewinnung der schwefelsauren Salze, durch welches die sehr kostspielige, kaum mit weniger als 60 000 bis 70 000 Thaler zu bewerkstelligende Anlage einer Schwefelsäurefabrik entbehrlich wird. Die im Stassfurter Lager vorkommende schwefelsaure Magnesia, der sogenannte Kieserit, besteht in 100 Theilen aus 23 Magnesia, 46 Schwefelsäure und 31 Wasser. Ein Centner dieses Kieserits ist also vollständig hinreichend, um 74 Pfd. Chlorkalium in 87 Pfd. schwefelsaures Kali umzuwandeln.

Ebenso gut wie zur Darstellung von schwefelsaurem Kali, resp. Pottasche, lässt sich der Kieserit zur Darstellung des schwefelsauren Natrons und der Soda benutzen, und würden hierdurch bei Herstellung von einem Centner Glaubersalz, wozu 106 Pfd. Schwefelsäure zum Preise von 1 Thaler 8 Sgr. erforderlich sind, nur 122 Pfd. reiner Kieserit im Preise von 10 Sgr. nöthig sein, mithin 26 Sgr. an Schwefelsäure erspart.

Bei dem jetzt sehr niedrigen Preise der Soda dürfte aber trotzdem die Anlage einer Soda-fabrik nicht so rathssam sein, als die einer Pottaschefabrik. Eher würde es sich noch empfehlen, bei günstigen Conjecturen durch Doppelzersetzung von Pottasche mit Kalisalpeter salpetersaures Kali und Soda zu erzeugen.

Auch das bei Darstellung des Chlorkaliums in grossen Mengen als Nebenproduct gewonnene Chlormagnesium dürfte zur Gewinnung von Salzsäure und Chlor für chemische und hüttenmännische Zwecke lohnende Verwendung finden.

Anlage II.

(Separatabdruck aus den „Landw. Versuchsstationen“
Band VIII., 1866, S. 45.)

Ueber die Bedeutung des Kochsalzes für
Zuführung mineralischer Nahrungsmittel zu den
Wurzeln der Pflanzen und für die Düngung des
Untergrundes.

Mittheilung von Dr. A. Frank-Stassfurt an die
III. Wanderversammlung Deutscher Agricultur-
chemiker, München, 9., 10. u. 11. August 1865.

Seitdem Liebig die Versuche von Way-Ogston über Absorption gelöster Mineralstoffe durch die Ackerkrume in so epochemachender Weise in ihrer Bedeutung und allgemeinen Anwendung auf die Theorie und Praxis des Ackerbaues erklärt und fortgeführt hat, sind für die Theorie der Mineraldüngung eine Anzahl neuer Gesichtspunkte geschaffen, aus denen manches, was bis dahin mit dieser Lehre im Widerspruch zu stehen schien, sich nicht nur erklärt, sondern sich ihr als zugehöriges Bindeglied einordnet. Als eines der wichtigsten Resultate des durch Liebig aufgestellten Satzes von der Fixirung des Nährstoffes dürfte aber wohl die erst jetzt in vollem Maasse gewürdigte Bedeutung des Untergrundes — der humasfreien Schicht — für die Entwicklung der meisten Culturgewächse betrachtet werden. Die nachfolgenden Beobachtungen und Versuche, welche, ursprünglich für einen rein praktischen Zweck angestellt, in ihrem weiteren Verlauf auch einige Aufschlüsse von allgemeinem Interesse ergaben, dürften unter diesen Umständen vielleicht einigen Werth haben. — Vor mehreren Jahren als Chemiker in einer der bedeutendsten und ältesten norddeutschen Zuckersfabriken thätig, wurde meine Aufmerksamkeit speciell auf den Anbau der Zuckerrübe und die schon damals vielfach auftretenden Klagen über Rübenmüdigkeit des Bodens gelenkt. Da diese Klagen auch in solchen Wirtschaften laut wurden, wo notorisch eine sehr reiche Düngung stattfand, und da selbst dort, wo dem Rübenboden die verkohlte Melassenschlampe und damit die sämtlichen Salze der Zuckerrübe wieder gegeben wurden, die Wirkung dieses nach der älteren Theorie der Mineraldüngung durchaus genügenden Ersatzes der Bodenkraft nur eine langsame und ungenügende war, so konnte eine Erklärung für diese anomale Erscheinung nur in der mangelhaften Zurückführung der Nahrungsmittel in den Untergrund, aus dem die Rübe als tiefwurzlige Pflanze einen grossen Theil der zu ihrer Entwicklung nötigen Stoffe entnimmt, gesucht werden.

Untersuchungen, die ich in dieser Beziehung zunächst mit dem Prof. Schacht in Bonn anstellte, zeigten uns, dass die Zuckerrübe bei normaler Entwicklung eine ungemein lange Wurzel macht, und haben wir solche Wurzeln auf 8—10' Tiefe ausgegraben, ohne dass es uns aber jemals gelungen wäre, die ganze Wurzel bis zu ihrem äussersten

Ende zu erhalten. Die gesund entwickelte Zuckerrübe zeigt eine längliche, gewissermaassen (spindelförmige) mohrrübenartige Form und spitzt sich langsam zu; die an beiden Seiten befindlichen Nebenwurzeln sind schwach haarförmig entwickelt und laufen nicht aus, während die Rübe im Übrigen glatt und eben auf der Oberfläche bleibt; ganz anders gestaltet sich die Entwicklung der Rüben auf rübenmüdem Boden: die Rübe wird dort runder, kohlrübenartig, die Pfahlwurzel ist nur schwach entwickelt, dagegen sind die Seitenwurzeln stark und in der oberen Ackerkrume vielfach verzweigt und verbreitet. Die Bildung des Blattes leidet auf rübenmüdem Boden in wenig bemerkbarer Weise, wenn auch andere Erscheinungen, wie Rost und sonstige Pilzbildung, darauf hinweisen, dass seine Ernährung keine normale ist. — Wie bekannt, sind auch bei der sogenannten Kleemüdigkeit des Bodens die Erscheinungen ähnliche und ist es auch dort zunächst die Bewurzung, welche zurückgeht.

Die Beobachtung dieser Erscheinungen führte mich nun zunächst darauf, die einzelnen Bodenschichten von normalem und von sogenanntem rübenmüdem Acker einer vergleichenden Prüfung zu unterwerfen. Das Resultat dieser Untersuchung war, dass in der Zusammensetzung der oberen, dem Pflug und der Atmosphäre zugänglichen Schicht des Ackers ein Unterschied in dem Gehalt an löslichen Mineralnährstoffen nicht gefunden werden konnte, dagegen trat ein solcher Unterschied bei Untersuchung des Untergrundes in ganz entschiedener Weise zu Ungunsten des „rübenmüden“ Bodens hervor, und habe ich diese Erfahrung bei vielfacher Wiederholung der Untersuchungen immer gleichmäßig bestätigt gefunden. Der Grund der mangelnden Ergiebigkeit des einen Bodens gegen den anderen konnte daher nur in einer Erschöpfung des Untergrundes an löslicher Pflanzennahrung, resp. in der Absorption der durch die Düngung wieder zugeführten in den oberen Schichten gesucht werden, und da die Landwirtschaft keine oder nur unvollkommene mechanische Mittel besitzt, in dem Untergrund durch Öffnung desselben eine rasche Verwitterung der Gesteine und Löslichmachung von Nährstoffen zu bewirken, so glaubte ich meine Versuche dahin richten zu müssen, wie weit es auf chemischem Wege und durch Zugabe von lösenden und die absorbirende Kraft der oberen Ackerkrume verringern resp. aufhebenden Stoffe möglich sei, die Nahrungsmittel in den daran verarmten Untergrund zu führen. Die in biesiger Gegend vielfach, namentlich in der Magdeburger Flur, beobachtete Erscheinung, dass Düngung mit Melassenschlampe, welche also die Salze der Rübe neben organischen und stickstoffhaltigen — die Absorption verlangsamen — Substanzen enthält, eine weit bessere Wirkung erzielt hatte, als die durch Verkohlen der Schlampe erhaltenen reinen Salze, gewährten hierfür ebenso sehr einen Anhalt, als eine Aussicht auf Erfolg.

Unter den die absorbirende Kraft des Bodens vermindern resp. die fixirenden Stoffe lösenden Körpern steht nun das Kochsalz oben an, und da außerdem das in den letzten Jahren zur Ausbeutung gelangte, beinahe unerschöpfliche Kalisalzvorkommen von Stassfurt, dessen technische Ver-

werthung ich zuerst zu beginnen das Glück hatte, das Kali stets mit Kochsalz zusammen darbieten, so war dies ein Grund mehr für mich, gerade die Verwendbarkeit des Kochsalzes für obigen Zweck besonders zu studiren.

Die bisher übliche Methode zur Untersuchung der absorbirenden Kraft der Böden durch Schütteln derselben in einer Flasche mit den hinzugesetzten verdünnten Nährstofflösungen genügte jedoch für den beabsichtigten Zweck nicht, da es mir hauptsächlich daran lag, das Eindringen der gelösten Nährstoffe in den normal geschichteten Boden kennen zu lernen, und konstruierte ich mir daher für diese Untersuchungen einen ebenso einfachen, als, wie es mir scheint, zweckentsprechenden Apparat nach beistehender Zeichnung. Der Apparat

(Fig. 1) besteht aus einem gut lackirten Cylinder von Weissblech, der je nach Bedürfniss von 6 zu 6 oder von 12 zu 12 Zoll mit durch Hähne verschliessbaren Seitentubulaturen versehen ist und ebenso unten in einer durch einen Hahn verschliessbaren Öffnung endet. An die Stelle der Anfangs angewendeten Metallhähne habe ich später mit Vortheil den einfacheren Verschluss durch Korke mit durchgebohrten Glasrohren gesetzt, welche dann durch einen übergezogenen Kautschussholz und ein Stückchen Glasstab leicht und sicher verschlossen werden konnten. Die Blechylinder wurden in Längen von 3—6' und in einer lichten Weite von 3" angewandt. In diese Röhren wurden dann die dem Acker vorsichtig entnommenen Erdschichten, in derselben Reihe, wie sie dort folgen, die tiefsten zu unterst, die oberen darüber, eingeleitet resp. eingeschlämmt. Die Bodenproben waren hineingewogen, nachdem sie vorher analysirt und nach

den bekannten Methoden ihr Wassergehalt und ihre wasserbindende Kraft bestimmt war. Sämtliche Analysen sind in meinem Laboratorium von meinem Assistenten, Herrn Becker, gemacht. Durch wiederholtes Aufgiessen grosser Mengen von destillirtem Wasser und Öffnen des unteren Hahnes wurden dann die in dem Boden enthaltenen löslichen Salze so weit entfernt, dass sowohl Silberlösung als Chlorbaryum nur noch eine ganz schwache Trübung gaben, sodann blieb der gefüllte Cylinder bei offenem Hahne einige Tage stehen, um das noch im Boden enthaltene Wasser möglichst abtropfen zu lassen. Auf die so vorbereitete Cylinderfüllung, welche wohl einen Durchschnitt des Ackers von entsprechender Tiefe möglichst vollständig repräsentirt, wurde nun eine Lösung von 4 Litern¹⁾ von Kali-

salzen (1 g in 1 Liter Wasser) gegeben, und zwar behufs Vermeidung eines Drucks der Flüssigkeitssäule in der Weise, dass diese Lösung sich in einer über dem Cylinder hängenden umgestürzten Flasche befand, aus welcher also nur immer so viel von der Lösung nachfliessen konnte, als in die Erde eingesickert war.

Nachdem nun zunächst durch Versuche festgestellt war, dass die aufgegebene Salzlösung das noch in der Erde zurückgehaltene Wasser fast vollständig vor sich herdrängte, ohne dass sich die beiden Flüssigkeiten diffundirten, und nachdem zu grösserer Sicherheit, so lange von der Lösung (1 g K Cl in 1 Liter Wasser) aufgegeben war, bis eine am 2. Hahn 12" von der oberen Öffnung entnommene Probe denselben Chlorgehalt zeigte, als die aufgegebene Lösung selbst, wurde durch Öffnen dieses Hahnes ein Theil der Lösung, welcher also eine Bodenschicht von 12" Tiefe passirt hatte, abgelassen. Bei Untersuchung des so gewonnenen „Drainwassers“ fand sich in demselben dieselbe Menge Chlor, welche in der aufgegebenen Chlorkaliumlösung enthalten war, von 100 Theilen des in der Lösung enthaltenen Kalis dagegen nur noch ca. 9 Proc. im Durchschnitt mehrerer Versuche, es waren mithin vom aufgegebenen Kali in der obersten Schicht der Ackerkrume absorbiert 91 Proc. In der am 3. Hahn 18" Tiefe abfließenden Lösung fanden sich nur noch 4,5 Proc. des aufgegebenen Kalis, aber alles Chlor wieder, weiter herab, beim Öffnen der tiefer gelegenen Hähne nahm dann der Kaligehalt der Lösung nur noch wenig ab, und selbst nachdem die Flüssigkeit eine 6' hohe Bodenschicht passirt hatte, enthielt sie noch immer 2—2,5 Proc. des ursprünglich aufgegebenen Kalis; es scheint demnach bei einer gewissen Verdünnung der Lösung, in diesem Falle etwa 1 : 40 000 bis 1 : 50 000, die lösende oder chemische Kraft des Wassers im Zurückhalten der gelösten Verbindung grösser zu sein, als die zerlegende resp. absorbirende Kraft des Bodens. Aus einer Lösung von schwefelsaurem Kali, in gleicher Weise behandelt, wurde das Kali anscheinend noch rascher absorbiert, so dass reines, schwefelsaures Kali noch weniger tief in den Boden eindringt, als Chlorkalium.

Nachdem diese Versuche mehrfach wiederholt waren, und nachdem sich dabei auch gezeigt hatte, dass in einem nicht vorher ausgewaschenen kochsalzhaltigen Boden eine weit grössere Menge des in Lösung aufgegebenen Kalis in den Drainwassern verblieb, so z. B. in einem Boden, der 0,025 Proc. NaCl enthielt, beim Passiren der Kalilösung von obigem Gehalt durch eine 18" hohe Erdschicht sich noch 14 Proc. des ursprünglich aufgegebenen Kalis in der Lösung wieder fanden, wurden die Absorptionsversuche in der Weise wiederholt, dass die aufgegebenen Lösungen aus einem Theil reiner Kalisalze, 1 Theil Kochsalz und 1000 Theilen Wasser bestanden. Hierbei traten dann sofort andere Erscheinungen auf, welche eine veränderte

fall von 24" rh. in Mitteldeutschland dies für eine Fläche von 3' Diam. ziemlich genau 4 Liter beträgt und obige Menge daher, wenn man die Verdunstung unberücksichtigt lässt, ziemlich die Gesamtmenge und Gesamtwirkung der Niederschläge eines Jahres repräsentirt.

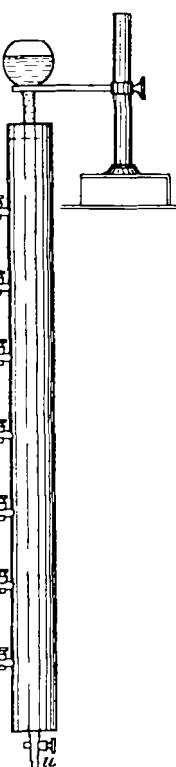


Fig. 1.

¹⁾ Ich habe die Wassermenge gerade auf 4 Liter bemessen, weil bei einem durchschnittlichen Regen-

Absorption und ein Tieferführen des Kalis und, wie später gezeigt werden wird, auch andere Nahrungsstoffe ganz entschieden erwiesen. Während nämlich in einer reinen Kalilösung, nachdem dieselbe 18" Bodentiefe passirt hatte, sich nur noch, wie oben angegeben, im Durchschnitt mehrerer Versuche 5 Proc. des ursprünglich gelösten Kalisalzes fanden, zeigte sich bei Anwendung eines Gemisches von $KaCl$ und $NaCl$ nach dem Passiren der 18" hohen Schicht, der Kali gehalt der Lösung noch mit 18 Proc. und selbst nach dem Passiren einer Bodenschicht von 4' (Obergrund und Untergrund) betrug der Kaligehalt der Lösung noch immer 5 Proc. des ursprünglich aufgegebenen. Das Kochsalz hatte also das Kali tiefer herabgeführt. Um diese Erscheinung auch in anderer Weise festzustellen, wurde ein mit Erde gefüllter und mit reiner Kalilösung behandelter, resp. gesättigter Cylinder zunächst mit reinem Wasser behandelt, bis das ablaufende Wasser keine merkliche Spur von gelöstem Kali mehr zeigte; als nun auf diese Bodenschicht eine Lösung von blossem Kochsalz in Wasser aufgegossen wurde, liess sich in den ablaufenden Drainwassern sofort wieder Kali in bedeutenden Mengen nachweisen. Das Kochsalz hatte also auch hier wieder Kalilöslich gemacht, ob es dasselbe durch Natron substituiert hat, vermag ich noch nicht zu entscheiden, jedenfalls ist der Vorgang bei Fixirung des Kochsalzes und der anderen Natralsalze im Boden, wenn schon diese an sich unbedeutender als die der Kalisalze ist, auch ein wesentlich anderer; es ist mir beim Aufbringen reiner $NaCl$ -Lösungen nie gelungen, in den Drainwassern alles Cl wieder zu finden, und andererseits war die grösste Menge des in den durchfiltrirten Wassern gefundenen Chlors noch mit Natrium verbunden, es scheint danach, dass Chlornatrium im Boden nicht so leicht zerlegt wird, wie die Kalisalze, dass aber ein Theil davon vom Boden unzersetzt fixirt wird. — Längeres Auswaschen mit neuem Wasser entfernt daneben fast alles absorbire Chlornatrium wieder, während dasselbe Verfahren, wie oben bereits bemerkt, das fixirte Kali nicht wieder auf löst. Nachdem ich so das Verhalten von reinen Kalisalzlösungen und von Gemischen desselben mit Kochsalz näher beobachtet, und die hohe Bedeutung des Kochsalzes als indirectes Düngemittel kennen gelernt hatte, lag es nahe, noch zu untersuchen, wie sich Kochsalzlösungen gegen unlösliche Phosphate im Boden verhielten, um so mehr, da es bekannt ist, dass Kochsalzlösungen von den meisten unlöslichen phosphorsauren Verbindungen mehr zu lösen im Stande sind, als reines Wasser.

Zum Zwecke dieser Untersuchung wurde die oberste dreizöllige Bodenschicht in dem mit Erde gefüllten Cylinder mit gefälltem, gut ausgewaschenen basisch phosphorsauren Kalk sorgfältig gemischt und dann zunächst, in oben erörterter Weise, reines Wasser darauf gegeben, hierbei zeigte es sich dann, dass von der Phosphorsäure in dem bei 12" Tiefe ablaufenden Drainwasser nur höchst unbedeutende Spuren zu finden waren, wurde dagegen in dem aufgegebenen Wasser Kochsalz (1 : 1000) gelöst, so war die Phosphorsäure bei Tiefen bis zu 4' und darüber überall noch in der Lösung nachzuweisen, und hatte sich also auch hier die

Bedeutung des Kochsalzes als lösendes und vertheilendes Agens gezeigt. Leider hat mir und Herrn Becker unsere anderweit sehr in Anspruch genommene Zeit noch nicht gestattet, diese, gerade bei der Phosphorsäure sehr interessanten, aber auch schwierigen Versuche auch quantitativ durchzuführen, und würde ich mich sehr freuen, wenn die Versuche in dieser Richtung von anderer und besser befähigter Seite aufgenommen und fortgeführt würden. In ähnlicher Weise, wie die Wirkung von Kochsalz gegen Kalisalz, wären dann nach dem Rathe des Herrn Dr. Stohmann auch die Wirkungen von Gypslösungen auf das Herabführen der Kalisalze in die tieferen Bodenschichten zu untersuchen und von nicht geringem Interesse wird die Fortführung einer von mir auch wegen überhäufter Arbeit aufgegebenen Untersuchung über das Verhalten des Bodens gegen Salzlösungen bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Stoffen — Jauchen, Urin und Melassenschlempen sein. Ebenso wären dann aber auch neben den von mir hauptsächlich benutzten thonigen und humosen, aber stets kalkhaltigen Bodenarten die Versuche wohl noch auf leichte Sandböden und auf saure und Moorböden auszudehnen, und bin ich zu näheren Mittheilungen über die praktischen Handgriffe bei den Versuchen gern bereit; eine Aufzählung derselben in diesem Journal würde kaum eine Berechtigung haben, und bemerke ich hier nur noch, dass ein Filtrationsversuch der obigen Art in einer Röhre von 4—6' Länge mindestens 4 Wochen in Anspruch nimmt, da die aufgegebene Flüssigkeit nur sehr langsam durchsickert.

Sobald es übrigens meine Zeit gestattet, denke ich die oben angeführten Versuche nochmals im grossen Maassstabe und im freien Felde zu wiederholen, um in solcher Weise die durch Verdampfung der atmosphärischen Wasser, Capillarität u. s. w. hinzutretenden Einwirkungen mit in Rechnung ziehen zu können, und beabsichtige ich für diesen Zweck Bottiche von 6' Höhe und 5' Diameter mit den entsprechenden Bodenschichten zu füllen.

Unvollständig, wie die Versuche sind, die ich hiermit veröffentlichte, dürften sie doch einige brauchbare Fingerzeige für die Praxis geben. Wie es mir scheint, erklärt die besprochene Wirkung des Kochsalzes in hinreichender Weise die von durchaus zuverlässiger Seite berichteten ganz entgegengesetzten Resultate bei reinen Kochsalzdüngungen. Wird das Kochsalz als Düngemittel auf einen zu fixirten Nährstoffen reichen — schweren Boden angewendet, so wird es durch Löslichmachung und Vertheilung der Nahrungstoffe günstig wirken, um so mehr, da auf solchem Boden vorzugsweise auch tiefwurzlige Gewächse erbaut wurden, wendet man dagegen die reine Kochsalzlösung auf einem schon an sich armen Boden mit sehr durchlässigem Untergrunde an, so wird das Kochsalz in Folge seiner lösenden Kraft ein Auswaschen der fixirten Nahrungsstoffe aus der Ackerkrume veranlassen und diese gewissermaassen versinken machen. Die Wirkung des Kochsalzes bei Verwendung der Kalisalze, und damit die Richtigkeit der obigen Theorien, hatte ich in den letzten Jahren vielfach Gelegenheit zu erproben; während nämlich diejenigen mit grossen Mengen reiner Kalisalze, sowohl bei Anwendung von schwefel-

saurem Kalk als Chlorkalium nur sehr geringe, oder gar keine Erfolge ergaben, waren die Resultate überall, wo Gemische von Kalisalzen mit Kochsalz zur Verwendung kamen, sehr befriedigend, und ebenso haben in diesen Fällen Zusätze von kleinen Mengen phosphorsaurer Kalks eine bedeutende Wirkung gezeigt, während phosphorsaurer Kalk und reine Kalisalze geringere Resultate ergeben. Gestützt hierauf empfahl ich auch denjenigen Landwirthen, welche der weiteren Entfernung wegen hochgrädige Kalisalze beziehen, die Vermischung derselben mit Kochsalz vor Anwendung mit gutem Erfolge.

Die in früherer Zeit gegen die Anwendung chlorhaltiger Dünghmittel herrschende Abneigung scheint mir, soweit sie Chlornatrium betrifft, auch nach diesen Versuchen der Begründung zu entbehren, besonders wenn durch frühzeitige Anwendung der Salzdüngungen ein Auswaschen der neu gebildeten und nicht fixirten Chloride in die tieferen, von der Pflanze nicht benutzten Lagen des Untergrundes ermöglicht wird. Die Bedeutung des Chlors für die Körnerbildung findet übrigens in hiesiger Gegend jetzt durch erneute starke Anwendung des lange Zeit bei den Landwirthen ganz verpönten mit Salzsäure bereiteten Superphosphat ebenfalls eine praktische Bestätigung.

Dr. A. Frank.

Zur Theorie und Praxis des Bleikammerprocesses.

Von Dr. Theodor Meyer.

Herr Professor Lunge veröffentlicht auf S. 145 d. Ztschr. eine Abhandlung unter obigem Titel, die neben Anderem eine ziemlich eingehende Kritik, — unter Hinzuziehung einschlägigen Materials von Herrn R. Lorenz, Professor der physikalischen Chemie in Zürich —, meines auf Seite 1245 d. Ztschr. von 1901 abgedruckten Vortrages „Zur Reform des Bleikammerprocesses“ bringt. Lunge führt den Nachweis der Unzulässigkeit meines Versuches, das chemische Massenwirkungsgesetz auf den Bleikammerprocess in Anwendung zu bringen, mit der Begründung, dass die Reactionen des Bleikammerprocesses 1. nicht umkehrbar sind und 2. nur in homogenem System verlaufen.

Ich bin weit entfernt, gegen die Richtigkeit der Beweisführung Einwendungen machen zu wollen; um aber zu zeigen, wie nahe liegend ein Irrthum dieser Art war, kann ich mir nicht versagen, einen Passus aus Lunge's Handbuch der Soda industrie 2. Aufl. Bd. I S. 562 anzuführen; derselbe lautet:

„Die gegenseitige Wirkung der in den Bleikammern zusammentreffenden Agentien gehört augenscheinlich zu der Klasse der umkehrbaren Reactionen, deren Richtung im einen oder anderen Sinne durch gewisse

spezielle Bedingungen bestimmt wird, nämlich durch die Massenwirkung einer oder der anderen im Überschuss vorhandenen Componenten.“

Bei näherem Eindringen in den Gegenstand kann freilich nicht verborgen bleiben, dass Vorstehendes in dieser Allgemeinheit eben nicht zutrifft, sondern auf einen Theil der Reactionen zu beschränken ist, wie Lunge dies jetzt auf Seite 151 d. Ztschr. näher ausführt.

Ich bedauere keineswegs meinen missglückten Versuch, da er die Veranlassung dazu gegeben hat, dass von so competenter Seite nunmehr völlige Klarheit über diesen Gegenstand verbreitet worden ist. Denn hieran hat es, wenigstens in den Kreisen der in der Praxis Stehenden, durchaus gefehlt; — bin doch auch ich nicht der Erste, der sich dieses öffentlichen Missbrauchs des Massenwirkungsgesetzes schuldig gemacht hat, da schon Ed. Loew's erste Schlussformulirung¹⁾ lautete:

„Die chemische Reaction der Kammergase verläuft nach dem Gesetz von Guldberg-Waage. Jeder Kammertheil arbeitet entsprechend der Concentration der reagirenden Moleküle.“

Lunge tadelte dann im Weiteren, dass ich die Einzelheiten der Wirkung der salpetrigen Säure im Kammerprocess übergegangen habe. Wenn ich dies gethan und von dem Ausdruck „Katalysator“ für salpetrige Säure Gebrauch gemacht habe, so hat mir doch dabei nichts weniger als eine „magische Wirkung“ vorgeschwobt. Keinen Augenblick habe ich den Verlauf des Schwefelsäure-Bildungsprocesses gemäss den bekannten Reactionen der Lunge'schen Theorie in Zweifel gezogen oder dieselben als nebенächlich angesehen; da ich aber, wenn auch in gewissen Grenzen schwankende, so doch im Ganzen normale Gaszusammensetzung voraussetzte und als äussere Bedingung das Temperaturoptimum annahm, d. h. also diejenige Temperatur, bei welcher der Schwefelsäurebildungsprocess, — nämlich die Summe der einzelnen Reactionen der Lunge'schen Theorie —,

sich mit der grössten Intensität vollzieht, glaubte ich fehlerhafte Nebenreactionen als ausgeschlossen ansehen zu dürfen, und glaubte, weil Anfangs- und Endzustand des Katalysators, — wenn ich diese Bezeichnung für salpetrige Säure noch einmal gebrauchen darf —, identisch sind, von dem Wege, den derselbe während der Umbildung der SO_2 zu H_2SO_4 durchlaufen hat, absehen zu dürfen. Denn nur so konnte ich meinen Ver-

¹⁾) Ztschr. ang. Chemie 1900 S. 343.