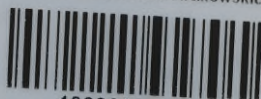


1,50
5380653

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299551

Die volkswirtschaftliche
Bedeutung der Torimoore
und Wasserkräfte

nach besonderer Berücksichtigung
der Luftstickstoff-Prage

Von
Oberingenieur A. Benesch



x
1491

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Torfmoore und Wasserkräfte

unter besonderer Berücksichtigung
== der Luftstickstoff-Frage ==

Von

Oberingenieur A. Benetsch

Doktor der Staatswissenschaften

12/10
Mit 17 in den Text gedruckten Figuren, 10 Abbildungen,
2 Tafeln und 35 Tabellen

77.30943



Berlin 1914

Franz Siemenroth

SW. 11, Hafenplatz 9

B. 31
54



II 7782

Akc. Nr. 5118/51

Vorwort.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit besteht darin, einen der zahlreichen friedlichen Wege zu weisen, die im Verein mit der Technik die Volkswirtschaft zu gehen hat, will sie ernstlich bemüht sein, das Wohl des Landes zu heben.

Heute, am 1. August, zu einer Stunde, in der unser Vaterland von neiderfüllten Feinden umgeben und bedrängt wird, für eine solche, nur den Werken des Friedens gewidmete Arbeit ein Geleitwort zu schreiben, liegt außerhalb meiner Kraft.

Ich hoffe, daß die vorliegende bescheidene Arbeit ihren Weg auch ohne die übliche Form des Geleitwortes finden und manchem eine Anregung zu weiteren volkswirtschaftlichen Untersuchungen geben wird, sobald die Vorsehung unseren militärischen Waffen den herrlichen Sieg verleiht, den sie bisher unseren geistigen Waffen gewährte.

Aber ich möchte nicht unterlassen, bevor ich das Buch der Öffentlichkeit übergebe, allen denen meinen Dank zu sagen, die mir ihre praktische und theoretische Erfahrung, sei es auf technischem, sei es auf landwirtschaftlichem Gebiete, in reichlichstem Maße zur Verfügung gestellt haben; insbesondere möchte ich hierbei der Direktion der Siemens-Schuckert-Werke dankbar gedenken, die mir sowohl durch technische Daten als auch durch ihr illustratives Material eine anschaulichere Darstellung ermöglichte.

Berlin-Charlottenburg, 1. August 1914

Armin Benetsch.

Inhaltsverzeichnis.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Torfmoore und Wasserkräfte unter besonderer Berücksichtigung der Luftstickstoff-Frage.

Seite

Einleitung.

§ 1.	Deutschlands Bevölkerung und Bodenkräfte als die Grundlagen seiner wirtschaftlichen Entwicklung	2
§ 2.	Die Naturkräfte als Vorbedingung jeder volkswirtschaftlichen Entwicklung	14
§ 3.	Die Braun- und Steinkohle in volkswirtschaftlicher Hinsicht; Förderung, Preis und Vorräte	16

Teil I. Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Torfes und der Torfmoore.

§ 1.	Die Ausdehnung der Torfmoore in den verschiedenen Ländern . . .	30
§ 2.	Die Moorkultur und ihre Entwicklung seit Friedrich d. Gr.	32
§ 3.	Moderne Moorkulturverfahren und ihr volkswirtschaftlicher Wert unter besonderer Berücksichtigung der Moorkultur im Auricher Wiesmoor .	35
§ 4.	Die Torfvergasung nach Mond-Frank-Caro und die Gewinnung von Ammoniak für die Industrie und Landwirtschaft	46
§ 5.	Rechnerische Ermittlung der in den preußischen Torfmooren aufgespeicherten Naturkraft	50
§ 6.	Wertsteigerung von Moorländereien infolge der Moorkultur	51
§ 7.	Die Aussichten einer tatkräftigen Moorkultur	53
§ 8.	Bedingungen für eine Förderung der Moorkultur	54
	Literaturangaben für die Einleitung und für Teil I	57

Teil II. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte.

Kapitel I. Die Entwicklung der Wasserkraftanlagen bis zur Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. 59

§ 1.	Geschichtliches über Wasserkraftanlagen	60
§ 2.	Ursachen des Entwicklungsstillstandes im Bau von Wasserkraftanlagen und ihre Beseitigung	61

- § 3. Die erste hydroelektrische Hochspannungs-Kraftübertragungsanlage auf der Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. im Jahre 1891 und ihr Einfluß auf die Erschließung der Wasserkräfte 68

Kapitel II. Der volkswirtschaftliche Nutzen einer hochentwickelten Hydroelektrotechnik. 70

- § 1. Der Nutzen für Industriestädte, Berg- und Hüttenbetriebe sowie industrielle Unternehmungen aller Art 72
- § 2. Die Hydroelektrotechnik im Dienste des Handels und Verkehrs . . . 76

Kapitel III. Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte, erläutert an der Entwicklung der schwedischen und norwegischen Industrie. 78

- § 1. Die Elektrisierung der schwedischen Staatsbahnen vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet 78
- § 2. Betriebsersparnisse durch den elektrischen Betrieb bei der Kiruna-Riksgränsen-Bahn 84
- § 3. Schwedens Wasserkraftausnutzung 87
- § 4. Norwegens Wasserkraftausnutzung 106

Kapitel IV. Der wirtschaftliche Aufschwung der elektrochemischen Industrie als Folgeerscheinung der Entwicklung der Hochspannungstechnik und der hydroelektrischen Kraftübertragung. 119

- § 1. Elektrolytische Bearbeitungs-, Oberflächenveränderungs- und Veredlungsprozesse 121
- § 2. Der Einfluß der Elektrotechnik auf die Kupferproduktion, -konsumtion und -preisstellung 123
- § 3. Die Aluminiumindustrie, das typischste Beispiel der Produktionskostenverminderung infolge Ausnutzung billiger Wasserkräfte 126
- § 4. Elektrothermische Veredelungsprozesse, insbesondere die Elektrostahlgewinnung und ihre Kosten 132
- § 5. Die Kalziumkarbid-Industrie, ihre Entwicklung infolge der Hydroelektrotechnik, die deutsche Produktion und Konsumtion sowie die augenblickliche Lage 136
- Literaturangaben für Teil II 147

Teil III. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Stickstoff-Erzeugung mit Hilfe der Hydroelektrotechnik.

- § 1. Die zunehmende Wichtigkeit künstlicher Düngemittel für die Land- und Volkswirtschaft moderner Kulturländer 150
- § 2. Die verschiedenen Düngemittelindustrien, insbesondere die Bedeutung der Kaliindustrie für die deutsche Volkswirtschaft 154
- § 3. Die Deckung des Stickstoffbedarfs der Landwirtschaft 160

	Seite
§ 3a. Chile als Stickstofflieferant des Weltmarktes	161
§ 4. Die Konkurrenten des Chilesalpeters auf dem Weltmarkte	164
a) Thomasmehl und Ammoniumsulfat	165
b) Luftstickstoff	165
c) Chiles Salpetervorrat	166
d) Chiles Lärnmachrichten und ihre Folgen	168
§ 5. Die Dringlichkeit der Stickstoff-Frage für die Weltwirtschaft und ihre Lösung mit Hilfe der Hydroelektrotechnik	169
a) Die Norge-Salpeterindustrie, ihre Entwicklung und ihre Be- ziehungen zum deutschen Kapital	170
b) Die Entwicklungsphasen der Kalkstickstoff-Fabrikation im all- gemeinen	178
c) Die Kalkstickstoffwerke der Welt und ihre Leistungsfähigkeit. .	182
d) Die Organisation im Kalkstickstoffgeschäft, insbesondere der Stand der deutschen Geschäftslage	184
e) Die Gewinnung gebundenen Stickstoffes nach Haber und nach Serpék.	191
§ 6. Die Bewertung des Norgesalpeters und Kalkstickstoffes der land- wirtschaftlichen Praxis des In- und Auslandes	194
a) Bewertung des Norgesalpeters	194
b) Bewertung des Kalkstickstoffes	201
Literaturangaben für Teil III	206
Deutsche Reichspatente über die Stickstoffgewinnung auf elektrischem Wege	213
 Teil IV. Schlußbetrachtungen.	 222
Literaturangaben für Teil IV	227

Einleitung.

Das wirtschaftliche Gedeihen und die Zukunft eines Landes hängen im XX. Jahrhundert von den technischen Leistungen und Fortschritten seines Volkes ab, insbesondere von der Frage, wie weit es der Wissenschaft und der Technik gelingt, auf dem Gebiete der Produktion und des Verkehrs die Naturkräfte in den menschlichen Dienst zu stellen. Im Vordergrund des wissenschaftlichen und technischen Interesses steht heute unstreitig die Frage, wie weit die Torfmoore und die Wasserkräfte als Kraftquelle der Elektrizität ausnutzbar seien. Wir stehen erst in den Anfängen einer Bewegung, welche die in den Torfmooren und den Wassermassen ruhenden Naturkräfte in der ergiebigsten Weise auszunutzen sucht. Es läßt sich heute noch gar nicht ahnen, welche Wandlungen, ja wahrscheinlich wirtschaftlichen Umwälzungen wir auf diesem Gebiete noch zu erwarten haben.

Mit dieser Frage, in welcher Weise wir die in den Torfmooren und Wassermassen noch verborgenen Naturkräfte am ergiebigsten ausnützen können, verbindet sich aber noch eine Reihe weiterer Fragen, z. B. die Frage nach der Zweckmäßigkeit der staatlichen Monopolisierung dieser Kräfte. Nicht nur im Auslande, wie in Schweden, Norwegen, Österreich-Ungarn, Italien und in der Schweiz wird diese Frage lebhaft diskutiert, sondern auch im Inlande, z. B. in Baden und Bayern. Allen diesen Fragen dürfen wir nicht länger aus dem Wege gehen, sie sind zu brennenden Tagesfragen geworden. Sie mit den alten Schlagworten der Ökonomie erledigen zu wollen, geht nicht mehr an. Wir müssen die Frage eines solchen Monopols nicht von allgemeinen Gesichtspunkten aus prüfen, sondern auf Grund einer genauen, speziellen Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse gerade unseres Landes. Erweist sich auf Grund einer solchen Untersuchung ein Monopol als wünschenswert unter unseren Verhältnissen, dann müssen wir alle alten Vorurteile gegen ein Monopol fahren lassen

und dem Gedanken seiner Einführung nähertreten. Hier an alten Vorurteilen festzuhalten, hieße nicht nur konservativ, es hieße reaktionär sein, mag auch die Phrase, an die man sich klammert, dem alten liberalen Phrasenverzeichnis entnommen sein. Wer sich den Forderungen der Neuzeit verschließt, der ist der wahre Reaktionär, aus welchen Parteilehren er sein Material dazu entnimmt, das ist ganz gleichgültig. Die von der Technik verursachten tief einschneidenden Änderungen haben alle unsere Kulturverhältnisse, alle unsere Daseins- und Schaffensbedingungen von Grund aus so vollständig geändert, daß wir an alle wirtschaftlichen Fragen neue Maßstäbe legen müssen und bei ihrer Beurteilung und Beantwortung mit den alten Anschauungen und Grundsätzen nicht mehr auszukommen vermögen.

§ I.

Deutschlands Bevölkerung und Bodenkräfte als die Grundlagen seiner wirtschaftlichen Entwicklung.

Man ist mitunter geneigt, den beispiellosen und überwältigenden wirtschaftlichen Aufschwung des modernen Deutschlands als eine Folge der politischen Einigung der deutschen Stämme, nur als ein Ergebnis der Reichsgründung anzusehen, zu glauben, das Aufblühen unseres Handels, unserer Technik und unserer Industrie, unseres Eisenbahn- und Schiffsverkehrs sei einzig den politischen Maßnahmen verdankt. Das wäre ebenso einseitig und ebenso falsch, wie die Anschauung, der große Aufschwung unseres Wirtschaftslebens wäre auch ohne die politische Einigung erfolgt. Die politische Einigung schuf die politische Grundlage für die große wirtschaftliche Entfaltung Deutschlands, sie zwang die übrigen Mächte, Deutschland seinen Platz an der Sonne zu gönnen, aber sie schuf doch nur die politische Grundlage, sie schuf aber nicht den ungeheuren wirtschaftlichen Aufschwung selbst. Diesen verdankt Deutschland seinen großen Technikern und seinen wirtschaftlichen Organisatoren. Diese wiederum haben den Grund zu dem heutigen wirtschaftlichen Aufschwung vielfach schon in einer Zeit gelegt, wo die große politische Einigung im preußisch-deutschen Zollverein nur erst vorbereitet war, wo die Schöpfer dieses Vereins selbst noch nicht ahnten, daß aus ihrer

Schöpfung das neue Deutsche Reich erstehen solle. Aber die Keime, die sie pflanzten, hätten sich nicht zu so weitüberschattenden Bäumen entfalten können, wenn nicht das große Deutsche Reich sich ihre Pflege hätte angelegen sein lassen. So haben Deutschlands große Staatsmänner und Feldherren und Deutschlands große Techniker und Organisatoren zusammengewirkt, um Deutschland diejenige große wirtschaftliche Machtstellung zu erringen, die es heute einnimmt. Nicht ein Bismarck, Roon und Moltke, aber auch nicht ein Krupp, Siemens, Liebig, Borsig, H. H. Meyer (der Begründer des Norddeutschen Lloyd), Cruesemann (der Begründer der Hamburg-Amerika-Linie) haben Deutschlands wirtschaftliche Macht begründet, sondern beide Gruppen von Männern zusammen. Im innigen Zusammenwirken haben sie aus dem Schiller-Goetheschen Deutschland der Dichter und Denker, für die nur noch ein Platz auf dem Olymp zu sein schien, und die zur großen Freude der anderen Völker bereit schienen, sich mit einem Plätzchen auf jenem luftigen Gebilde zu begnügen, das Deutschland der Hochöfen und der rauchenden Fabrik-schornsteine, das Deutschland gemacht, das auf dem Gebiete der Elektrotechnik und auf dem der Chemie heute auf der Erde eine führende Rolle einnimmt, das Deutschland, das heute die zweitgrößte Handelsflotte sein eigen nennt; im innigen Zusammenwirken haben sie aus dem ausschließlichen Agrarstaat Deutschland einen Agrar- und Industriestaat gemacht, wie ihn die Welt nicht zum zweitenmal kennt, denn vor England hat Deutschland das eine voraus, daß es seine riesige Industrie entwickelt hat, ohne sich seine Landwirtschaft ruinieren zu lassen, und vor der Union hat es die ungemein ausgebildete Wehrfähigkeit voraus, die anderen Staaten vorbildlich wurde. So steht es dank dem Zusammenwirken seiner großen Staatsmänner und Feldherren mit den großen Genies des Gewerbe- und Handelslebens heute auf einer einzigen Höhe, weil es seine Kräfte in einer Vielseitigkeit entwickelt hat, die keiner der anderen Großstaaten kennt.

Die großen Männer allein aber machen die Geschichte eines Volkes nicht, sie müßten ihre großen Geistesgaben an Kleinlichkeiten mühsam abarbeiten, wenn sie nicht ein gesundes, kräftiges und arbeitsames, aber auch einsichtsvolles Volk fänden, das mit Begeisterung und Verständnis, mit Tatkraft und starkem Willen seinen Führern folgt. Ein großes Volk aber fanden die

großen Männer, und darauf erst baute sich Deutschlands heutige wirtschaftliche Größe auf, darauf, daß das deutsche Volk sich seiner großen Führer würdig erwies, darauf, daß das deutsche Volk trotz seiner reichlich ein Jahrtausend alten Kultur mit jugendlicher Frische sich die hygienischen Errungenschaften zunutze

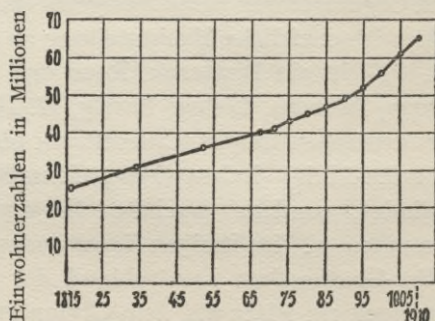


Fig. 1. Bevölkerungswachstum in Deutschland seit 1816.

machte, um sich in einer Weise zu vermehren, wie man sie bei einem alten Kulturvolke bisher noch nicht gesehen hatte, wie man sie in der Gegenwart selbst nur noch bei England erleben konnte.

Mit dieser großen Geburtenzahl vereinigte sich eine sehr große Abnahme der Sterblichkeit, vor allem der Kindersterblichkeit, dank dem größeren Verständnis und der größeren Sorgfalt in der Auferziehung des einzelnen Kindes, dank aber auch der außerordentlich gesunden Anlage unserer modernen Großstädte. Die moderne Stadt mag wohl auch die aus dem flachen Lande kommende Bevölkerung abnutzen, ganz läßt sich dies nicht vermeiden — aber sie nutzt und braucht sie lange nicht mehr so ab, wie es die alten enggebauten und unhygienisch angelegten Städte taten. Wenn heute in den Großstädten die Sterblichkeit, besonders die Kindersterblichkeit, verhältnismäßig sehr viel geringer gegen früher geworden, so hat dazu wohl unzweifelhaft der Umstand beigetragen, daß sie gerade in den beiden letzten Generationen einen so großen Zustrom vom flachen Lande her empfangen haben; als ebenso unzweifelhaft aber muß auch angesehen werden, daß dieser große Zustrom sich schneller aufgenutzt und aufgebraucht hätte, wenn er in Städte von der alten Anlageart hätte einwandern müssen, wenn ihn den größten Teil

des Tages die alten dumpfen Arbeitsstätten umfassen hätten. Auch die gesündere Anlage unserer Großbetriebe hat unendlich viel beigetragen, die Sterblichkeit zu mildern. Beigetragen hat ferner zu der geringeren Sterblichkeit der Bevölkerung ganz besonders im Kindesalter die höhere Lebenshaltung der breiten Massen des Volkes, die bedingt war durch die hohen und reichlichen Löhne, welche eine blühende Industrie ihren Arbeitern zu zahlen vermochte. Durch einige Ziffern sei der Rückgang der Sterblichkeit in Deutschland gekennzeichnet. Nach der amtlichen Statistik starben im Jahresdurchschnitt 1816 etwa 2,82 %, während die Zahl im Jahre 1910 nur noch 1,61 % betrug. Allein die Sterbeziffer der an Tuberkulose Gestorbenen ist in den letzten 30 Jahren um mehr als die Hälfte zurückgegangen. Es starben im preußischen Staate auf 10 000 Lebende berechnet:

im Jahre 1876 an Tuberkulose 30,9

„ „ 1910 „ „ 15,3

Dank der großen Geburtenzahl und der geringeren Sterblichkeit haben darum die letzten Jahrzehnte in Deutschland eine Zunahme der Bevölkerungszahl gesehen, in der keines der alten Kulturländer mit uns wetteifern kann. Seit 1806 hat sich Deutschlands Bevölkerung quantitativ durchschnittlich um 1,02 % vermehrt, was einer Verdoppelung in ungefähr 45 Jahren entspricht. Die Bevölkerung ist aber nicht nur zahlreicher, sie ist auch gesunder geworden, und ihre geistigen Fähigkeiten sind auch in den breiten Massen in einem Grade entwickelt, wie man es noch vor einigen Jahrzehnten nicht für möglich gehalten hätte, dank unserem vorzüglichen Schulwesen. So fanden die führenden Männer das zahlreiche, gesunde und kräftige, geistig verhältnismäßig sehr hoch gebildete Menschenmaterial, das sie brauchten, um Deutschland seine jetzige hohe wirtschaftliche Machtstellung zu erringen.

Die genannten Gründe, das bessere Verständnis in der Aufzucht der Kinder, die gesünderen Stadtanlagen waren auch der Grund, daß es Deutschlands Wohlstand und Wehrfähigkeit nichts schadete, daß die Erwerbsbedingungen auf dem flachen Lande nur noch einem geringen Bevölkerungsnachwuchs die genügenden Existenzbedingungen bieten konnten, während der größere Teil des Bevölkerungsüberschusses des platten Landes in die Städte abwandern mußte. Statistisch ist nachgewiesen, daß

die Bevölkerung in immer wachsendem Maße von der Landwirtschaft und dem platten Lande den handel- und gewerbetreibenden Städten zuströmt; so weist z. B. der ganz ausgesprochene Großstadtstaat Hamburg in der Zeit von 1864—1910 einen durchschnittlichen Bevölkerungszuwachs von 2,81% im Jahre auf, während der ebenso ausgesprochene Agrarstaat Waldeck in der gleichen Zeit sich jährlich nur um 0,09% vermehrt hat. Aus diesen Verhältnissen heraus ergibt sich nun für Deutschland eine ganz eigenartige Aufgabe seiner Wirtschaftspolitik. Deutschland muß einerseits bemüht sein, seine Landwirtschaft in steigendem Maße ertragsfähig zu machen, denn immer größer wird der Prozentsatz, für den die in der Landwirtschaft tätige Bevölkerung den Lebensunterhalt mitbeschaffen muß; es muß andererseits darauf bedacht sein, für die in die Städte strömende Bevölkerung die Gelegenheit zu industrieller Betätigung zu schaffen. Für industrielle Erzeugnisse muß er zu dem Zweck nicht nur einen Abnehmerkreis in einer kaufkräftigen Landbevölkerung, sondern auch auf dem Weltmarkt suchen. Deutschland muß also streben, im vollkommensten Sinne des Wortes ein Agrar- und Industriestaat zu werden. Freilich wird demgegenüber der Einwand erhoben, Deutschland solle nur danach trachten, dem Beispiele Englands folgend, seine Industrie zu entwickeln. Dagegen aber, daß Deutschland in der Versorgung mit Lebensmitteln sich in einem sehr hohen Maße vom Auslande abhängig macht, dagegen sprechen denn doch die allerschwersten Bedenken. Deutschland ist für die alten Industrieländer, insbesondere für England, einer der unangenehmsten Konkurrenten auf dem Weltmarkte. Würden England und die übrigen alten Industrieländer wissen, daß sie Deutschland gegenüber das Kampfmittel des Aushungerns in der Hand hätten, sie würden sofort dazu greifen, um den äußerst gehaßten Konkurrenten zu vernichten. Wir dürfen uns deshalb vom Auslande in der Versorgung mit Lebensmitteln nicht mehr abhängig machen, als daß wir in der Lage bleiben, gestützt auf unser Bündnis mit Österreich und unser freundschaftliches Verhältnis zu Rumänien und zur Türkei, uns auf dem Landwege mit dem fehlenden Bedarf zu versorgen.

Ein Faktor darf schließlich nicht unerwähnt bleiben, der zu der starken Bevölkerungszunahme in Deutschland wesentlich beigetragen hat, das ist der Rückgang der Auswanderung seit den

achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Welche Momente bedingen es aber, daß die vom flachen Lande abwandernde Bevölkerung ungefähr seit der Mitte der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nicht mehr auswanderte, sondern in die Städte überwanderte? Die Beantwortung dieser Frage beruht auf drei Momenten, nämlich auf einem rechtlichen, einem technischen und einem wirtschaftlichen. Bis zur Mitte der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts hatte die Bevölkerung des flachen Landes, die dieses zu verlassen wünschte, wohl die rechtliche Möglichkeit der Abwanderung infolge des Oktobergesetzes vom Jahre 1807, nicht aber die Möglichkeit der Zuwanderung zu den Städten; diese verschlossen sich ihnen auf Grund ihrer Armen-gesetzgebung; erst im Beginn der fünfziger Jahre wurde diese geändert. Bis Mitte der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts war ferner das einzige Mittel für den Transport großer Menschen-mengen das Schiff; auch technisch war so für die Abwanderung vom flachen Lande nur die Möglichkeit der Auswanderung, nicht aber der Binnenwanderung in einen anderen Landesteil gegeben. Das änderte sich erst mit dem Bau der Eisenbahnen. Damit war die Möglichkeit großer Personentransporte auch auf dem Landwege gegeben. Schon List hat in seinen zahlreichen Pro-pagandaschriften für die Eisenbahnen die große nationale Be-deutung erkannt, daß sie dem Lande den Überschuß der ländlichen Bevölkerung erhalten würden. Bis Mitte der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts endlich waren die wirtschaftlichen Ver-hältnisse Deutschlands sehr gedrückt. Mehr als ein Menschen-alter hatte Deutschland gebraucht, sich aus dem Elend der napoleo-nischen Zeit emporzuarbeiten. Daß es so lange Zeit zu seiner wirtschaftlichen Erstarkung brauchte, dazu hatte seine wirt-schaftliche Zerrissenheit und der allzu frühe Übergang zum Frei-handel beigetragen. Erst als Deutschland unter Preußens Führung wirtschaftlich geeinigt wurde, als es hauptsächlich auf Lists Anregung zu einer zeitgemäßen, gemäßigten Schutzzollpolitik überging, da konnten allmählich die Wunden heilen, die die napoleonischen Kriege geschlagen hatten. Der wirklich große industrielle Aufschwung Deutschlands aber, der der abwanderungs-lustigen Bevölkerung des flachen Landes die Gelegenheit bot, in den Städten in reichem Maße Arbeit zu finden und der dabei das dritte, das wirtschaftliche Moment für die Umwandlung der

Auswanderung in eine Binnenwanderung schuf, erfolgte erst in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts.

Merkwürdigerweise fällt dieser neue große Aufschwung der Industrie zusammen mit Bismarcks Abkehr vom Freihandel. Dieser Zusammenhang ist wohl kein zufälliger, sondern ein innerer. Daß der Übergang zur Schutzzollpolitik, der der aufstrebenden deutschen Industrie den inneren Markt sicherte, zur Industrialisierung Deutschlands beigetragen habe, das ist schon so oft ausgeführt, daß wir hier nicht näher darauf eingehen wollen. Wir glauben aber, daß auch die Arbeiterversicherung zu ihrem Teile dazu beigetragen habe, daß Deutschland aus einem vorwiegenden Agrar- zu einem vorwiegenden, keineswegs aber ausschließlichen Industriestaat wurde. Nicht nur, daß die Arbeiterversicherung selbst ungeahnte Kapitalien anhäufte, sie lehrte auch den Arbeiter den Wert der Fürsorge für die Zukunft schätzen. Infolgedessen gingen nicht, wie man anfangs gefürchtet hatte, die Sparkasse und die private Versicherung des kleinen Mannes zurück, sondern nahmen erst gerade seit dem Aufkommen der Arbeiterversicherung einen ungeahnten Aufschwung. Durch alles dies wurden viele Milliarden Kapitalien angesammelt, die nach Anlagegelegenheit suchten. Dadurch mußte der Zinsfuß herabgehen. Alle diejenigen, die darauf angewiesen waren, von dem Ertrage ihrer Kapitalien zu leben, weil die alte sogenannte mündelsichere Anlage nicht mehr ertragreich genug war, mußten sich nach einer Anlage umsehen, die höhere Gewinne abwarf. So wurden erst die Kapitalien ausgelöst, deren die Industrie benötigte. So werden aber auch zu gleicher Zeit die Kosten der Arbeiterversicherung von den Unternehmern auf die Kapitalisten überwältzt. Das Kapital im eigensten Sinne mußte die Kosten der Arbeiterversicherung auf sich nehmen. Da aber eigentlich erst seit den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts der große industrielle Aufschwung Deutschlands datiert, da ferner erst damals recht eigentlich die wirtschaftliche Voraussetzung der Umwandlung der ländlichen Abwanderung aus einer Auswanderung in eine Binnenwanderung geschaffen war, so konnte sich auch erst seit dieser Zeit der Rückgang der Auswanderung ganz besonders stark bemerkbar machen. So zeigt z. B. die Statistik der letzten zwei Decennien eine Abnahme der Auswanderungen von 120 008 auf 25 531 Personen, pro 1 Mille der Bevölkerung von 2,41 ‰ auf 0,39 ‰.

Hält man zum Vergleich eine Umschau, wie hoch die Auswanderungswogen in anderen europäischen Ländern gehen, dann muß man noch mehr zu der Überzeugung gelangen, daß das bettelarme Deutschland aus dem Beginn des XIX. Jahrhunderts, das den Überschuß seiner Bevölkerung in großen Massen in das Ausland abschieben mußte, weil es ihn nicht zu ernähren vermochte, durch seine Industrie und seine Unternehmerfreudigkeit zu einem wohlhabenden Lande geworden ist, das einem stark gesteigerten Bevölkerungszuwachse doch im vollem Umfange die Grundlagen für seine Existenz zu bieten vermag.

Die nachstehende Tabelle I zeigt uns die überseeische Auswanderung im Jahre 1909 aus europäischen Ländern, die lediglich über d e u t s c h e Häfen erfolgte (nach dem Statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich).

Tabelle I.

Die überseeische Auswanderung über deutsche Häfen im Jahre 1909.

Staaten:	Auswanderer: Kopfzahl	auf 1000 Einwohner kommen:
Italien	625 637	18,26
Spanien	142 717	7,38
Ungarn	129 337	7,05
Norwegen	16 152	6,79
Portugal	38 137	6,24
Großbritannien und Irland	288 761	6,42
Finnland	19 144	6,31
Österreich	129 656	4,57
Schweden	21 992	4,03
Dänemark	6 782	2,52
Belgien (1908)	17 280	2,33
Niederlande	2 939	0,50
Deutsches Reich	24 921	0,39

Damit haben wir in kurzen Zügen alle diejenigen Momente gestreift, welche dazu beitragen, in Deutschland diejenige Bevölkerung zu schaffen, welche als Träger seines neuen großen wirtschaftlichen Aufschwungs notwendig war. Wir wollen nunmehr auf den Reichtum seines Bodens noch etwas näher eingehen.

Man hat Deutschland, besonders im Vergleich zu Frankreich, ein armes Land genannt. Dieses harte Urteil hat sicherlich seine Berechtigung, wenn man nur die Fruchtbarkeit des Bodens

sowie die klimatischen Verhältnisse betrachtet. Legt man aber den Maßstab an die Menge bergmännisch gewinnbarer Schätze, d. h. vergleicht man die Jahresproduktion an Steinkohlen, Braunkohlen, Eisenerzen, ober-schlesischen Zinkerzen usw., — von dem Reichtum an Kalisalzen¹⁾ gar nicht zu reden, in dem Deutschland

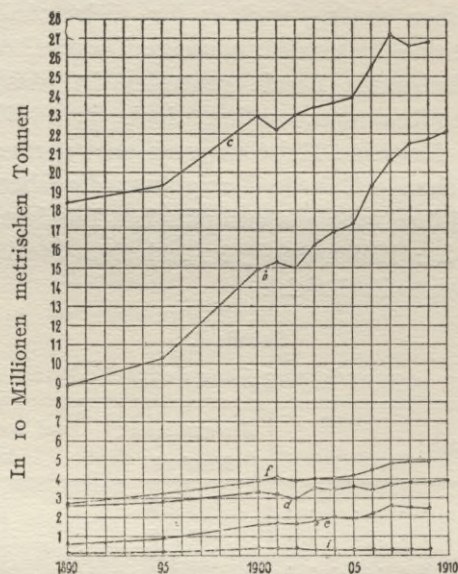


Fig. 2. Die europäische Stein- und Braunkohlenförderung seit 1890.

b = Deutsches Reich.

c = Großbritannien und Irland.

d = Frankreich.

e = Rußland, einschl. asiatischer Besitzungen.

f = Österreich-Ungarn.

i = Spanien.

¹⁾ In den Kalisalzen ist das Element Kalium unentbehrlich als Nährmittel für die Pflanzen, die es in löslicher Verbindung — sei es als Karbonat oder Silikat (vom zersetzten Feldspat des Bodens herrührend) oder als Phosphat aus dem Harn der Stalltiere oder als Chlorid und Sulfat von Staßfurt — durch ihre Wurzeln aufsaugen. Die beiden erstgenannten Quellen reichen bei weitem nicht aus, um die Bodenkultur intensiv zu betreiben; für Deutschland ist es daher von der größten Wichtigkeit, daß wir in Staßfurt und an vielen anderen Orten, z. B. in der Provinz Sachsen, in Anhalt, Braunschweig, Hannover, Ober-Elsaß usw., einen sehr bedeutenden Schatz an Kalisalzen besitzen, der um so wertvoller und wichtiger ist, als bisher nirgends auf der Erde auch nur annähernd etwas Ähnliches gefunden wurde. Die Förderung an Kalisalzen stieg von 1890 bis 1910 von 1,27 Million auf 8,31 Millionen Tonnen und stellte einen Wert von 16,5 Millionen gegenüber 91,4 Millionen M. dar, wovon für etwa 37,6 Millionen M. im Jahre 1911 ins Ausland ging, um welche Summe sich der Volkswohlstand erhöhte.

zurzeit ein tatsächliches Weltmonopol besitzt — so fällt das Urteil sehr zugunsten Deutschlands aus, wie die Tabelle II (S. 12) und die Kurvenblätter der europäischen Stein- und Braunkohlenförderung (Fig. 2) sowie der Roheisengewinnung von Nordamerika und Europa (Fig. 3) erkennen lassen.

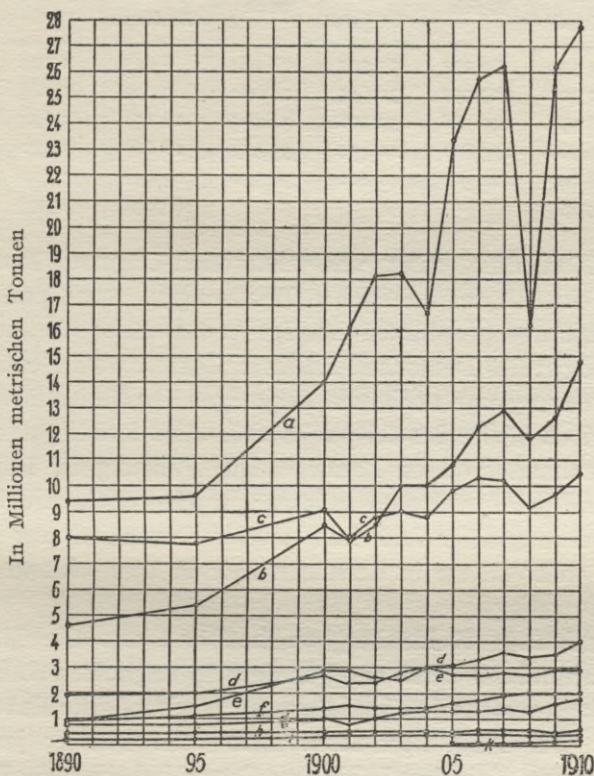


Fig. 3. Roheisengewinnung von Nordamerika und Europa.

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| a = Vereinigte Staaten von Amerika. | f = Österreich-Ungarn. |
| b = Deutsches Reich mit Luxemburg. | g = Belgien. |
| c = Großbritannien und Irland. | h = Schweden. |
| d = Frankreich. | i = Spanien. |
| e = Rußland. | k = Italien. |

Wir ersehen aus den Kurven der Fig. 3, daß die deutsche Schaulinie fast konstant unter 45° ansteigt, während die Linienzüge von Österreich-Ungarn, Frankreich, Rußland und Spanien nur geringe Erhebungen aus der Horizontalen aufweisen.

Tabelle II.

Europäische Stein- und Braunkohlenförderung.

(Angaben in 1000 metrischen Tonnen.)

Jahr	Großbrit. und Irland	Deutsches Reich	Österreich und Ungarn	Frank- reich	Rußld. und asiat. Besitzg.	Spanien	Italien
1890	184 529	89 291	27 507	26 084	6 015	1 194	376
1895	192 705	103 957	32 655	28 020	9 099	1 784	305
1900	228 795	149 788	39 108	33 405	16 157	2 674	480
1905	239 918	173 811	42 454	35 927	18 669	3 372	413
1910	268 007 (1909)	222 302	48 812	38 570	24 458 (1909)	3 722 (1907)	555 (1909)

Die Kohlenförderung von Österreich-Ungarn, Frankreich, Rußland einschl. der asiatischen Besitzungen, von Spanien und Italien zusammengenommen beträgt etwas mehr als die Hälfte von derjenigen des Deutschen Reiches. Zurzeit wird Deutschlands Kohlenförderung nur noch von derjenigen Großbritanniens übertroffen, jedoch dürfte der Zeitpunkt nicht allzu fern liegen, wo auch der Kohlenhandel dieses Landes seine Führung in Europa an Deutschland wird abtreten müssen; wuchs doch die britische Kohlenförderungsziffer innerhalb zweier Dezennien nur um das 1,4 fache, während sie in derselben Zeit in Deutschland auf das 2,46 fache anstieg.

Deutschlands Kohlenbergbau hat erst um die Mitte des XIX. Jahrhunderts durch den geradezu sprunghaften Aufschwung des Eisenbahnwesens die Grundlage für eine moderne Entwicklung erhalten. Bis dahin herrschten mehr oder weniger jene alten Betriebsformen, die in dem Jubiläums-Geschäftsbericht der Harpener Bergbau-A.-G. so charakteristisch geschildert sind. „In jener Zeit“, so heißt es dort, „waren noch die ganz kleinen Zechen mit wenigen Mann Belegschaft von erheblicher Bedeutung, wo am Stollenmundloch der Verkauf pro Karre und Schiebkarre stattfand. Dort waltete der alte Schichtmeister mit seiner langen Pfeife seines Amtes, der beim Kohlenmessen tüchtig mit zugriff und die eingegangenen Stüßer und Pfennige in den an der Wand seines Häuschens angenagelten Holzschuh steckte.“ Im Jahre 1800 war man schon zum Abteufen eines Schachtes auf 46 m Teufe¹⁾

¹⁾ Die augenblickliche Maximalteufe liegt bei 1500 m.

und zur Ausrüstung mit Dampfmaschinen übergegangen. Aber eigentliches Leben regte sich im deutschen Steinkohlenbergbau erst, als um 1850 herum aus den übrigen Teilen Deutschlands und aus dem Auslande Geld in die Kohlenreviere floß. Zu jener Zeit waren die ausländischen Firmen, namentlich in unserem westlichen Kohlenbezirke, sehr häufig. So erwarb 1847 die Société Anglo-Belge die Felder von Dahlbusch; 1855 nahm eine unter W. Th. Mulvanys Leitung ins Leben getretene Gesellschaft die Abteufung der Schächte von Hibernia und Shamrock in Angriff; später trat hierzu die Zeche Erin, die von der Prussian Mining and Iron Works Company angelegt wurde. Von anderen Unternehmungen, die auf ausländische Kapitalisten und Bergwerksleiter zurückgehen, seien hier nur noch die Ruhrort-Mining-Company, die Société Civile des Charbonnages Herne-Bochum, die Charbonnages du Nord, die Charbonnages du Rhin sowie die Gründungen der französischen Firma Detillieux & Co., die sich mit der ebenfalls französischen Gesellschaft Phönix, Anonyme Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb vereinigte. Allein bald gingen alle diese Unternehmungen in deutsche Hände über, und zu ihnen trat dann eine Reihe neuer Gesellschaften, die von vornherein in deutschem Besitze waren.

Wie wir aus dem vorstehenden Kurvenblatt über die Kohलगewinnung ersehen, nimmt mit der fortschreitenden Entwicklung der Technik natürlich der Verbrauch der Naturkraft Kohle ständig zu. Im Interesse der Volkswirtschaft, ja im Interesse des Vermögens der ganzen Menschheit kommt es aber nicht nur darauf an, lediglich recht viele Energien aus den Naturkräften zu entwickeln, sondern vor allem bei den vorhandenen Schätzen die denkbar größte Intensität in der Ausnutzung walten zu lassen. Die Begriffe „hohe Entwicklungsstufe“ und „Kraftvergeudung“ lassen sich nicht in Einklang bringen, da eins das andere ausschließt.

Es muß zwar unumwunden zugegeben werden, daß es der Dampfmaschinentechnik gelungen ist, die Ökonomie der Maschinen¹⁾

¹⁾ Die technisch-wirtschaftlichen Fragen behandelt Verfasser in: „Die Schiffsmaschine“, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, III. Auflage, 1908. Vgl. daselbst: Wirtschaftlichkeit der Kesselanlagen S. 112; Bedeutung des Heißdampfes S. 190—214; Geschichtliche Entwicklung der Kolbendampfmaschine S. 215; Fortschritte in der Brennstoffausnutzung S. 238; Bedeutung des rationellen Wärmeschutzes S. 504; Vor- und Nachteile sowie Aussichten der Gasmaschine usw. S. 617.

ständig zu verbessern, deren erste Repräsentantin ein Kohlenfresser allerschlimmster Sorte gewesen war, und zwar verringerte sich der Kohlenverbrauch von 4500 g Steinkohle pro PS_i/std auf 473 g, d. h. auf den 9,5. Teil von dem der Wattschen Maschine. Überlegt man, welche ungeheuren Kapitalien durch diesen verminderten Kohlenverbrauch im Laufe des verflossenen Jahrhunderts erspart worden sind und immer noch erspart werden, so gewinnt man einen Begriff von der eminenten Bedeutung, die die Verbesserung des Dampfmaschinenbaues für die Volkswirtschaft aller, besonders aber der kohlenarmen Länder besitzt.

Dem Idealwert in der Ausnutzung der Steinkohle aber, der bei etwa 77 g pro PS_i/std liegt, um einen wesentlichen Betrag noch näher zu kommen, wird uns — da ein beschränkter Wirkungsgrad eben im Wesen der Dampferzeugung begründet ist — so lange versagt bleiben müssen, bis wir überall dazu übergegangen sind, nur noch den Heizeffekt der Gase und nicht den der Kohle selbst zu verwenden.

§ 2.

Die Naturkräfte als Vorbedingung jeder volkswirtschaftlichen Entwicklung.

Einleitend erwähnten wir, daß die Grundlage für den Aufbau der modernen Technik und im weiteren Sinne die Vorbedingung jedes volkswirtschaftlichen Gedeihens eine zweckmäßige Verwertung der Naturkräfte bildet. Als Naturkräfte zur Erzeugung mechanischer Kraft stehen uns bekanntlich Wind, Wärme und Wasser zur Verfügung.

Der Wind, der durch Windmühlen, Windmotoren oder Windturbinen nutzbar gemacht werden kann, kommt wegen seiner Unzuverlässigkeit und wegen seiner meist geringen Kraftentwicklung nur sehr vereinzelt zur Verwendung. Sein Anwendungsgebiet dürfte daher in der Hauptsache, wie bisher, nur auf landwirtschaftliche Betriebe beschränkt bleiben, denn selbst bei Verwendung der besten Konstruktionen erhält man bei einer Windgeschwindigkeit¹⁾ von 8 m/sk. im Maximum nur etwa

¹⁾ An Meeresküsten, auf Anhöhen, freien Ebenen usw. beträgt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit etwa 5—6 m/sk.

20—25 PS, welche Arbeitsleistung allenfalls für Pumpen, Holz- und Futterschneidemaschinen, für Molkereimaschinen, Dreschmaschinen u. dgl. in Frage kommen kann, d. h. bei Maschinen, die ehemals durch Göpelwerke in Betrieb gesetzt wurden.

Wärmeerzeugung zur Kraftgewinnung kann auf die verschiedenartigste Weise erreicht werden. Handelt es sich aber um eine ökonomische Wärmeentwicklung, um die Beschaffung von Wärme zu niedrigen Preisen, dann scheiden zahlreiche Methoden, z. B. die direkte Verwendung der Sonnenwärme oder der Thermalwasser, die Erzeugung von Wärme durch Reibung, Stoß, Druck usw. von vornherein aus; es bleibt nur die Erzeugung durch Auslösen exothermischer Prozesse übrig, und auch von diesen Vorgängen kommen nur die Brennstoffe, weil in der Natur am meisten verbreitet, als Träger chemischer Energie in Frage.

Die Brennstoffe oder Brennmaterialien¹⁾, die unter dem Einfluß der sonneausstrahlenden Energie aus CO_2 und H_2O entstanden sind, können nach ihrem Aggregatzustand als feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe gruppiert werden und als solche noch eine Unterteilung in natürliche und künstliche Brennmaterialien erhalten.

Von den festen Brennstoffen kommen außer dem Holz in der Natur die (geologisch nach dem Alter geordneten) fossilen Stoffe: der Torf, die Braunkohle und die Steinkohle vor. Das sind Stoffe, die aus pflanzlichen Substanzen durch einen langen Zersetzungsprozeß entstanden sind, deren Chemismus aber trotz zahlreicher Arbeiten von Forschern wie Liebig, Richter, Baltzer u. a. noch nicht völlig aufgeklärt ist.

Im allgemeinen kommt dem Holz, wenigstens in den mitteleuropäischen Ländern, nur eine untergeordnete Bedeutung als Brennmaterial zu. „Selbst in Amerika, wo z. B. vor 20 Jahren die Dampfkessel der Kupfergruben am Oberen See in Michigan noch mit Holz versorgt wurden, weil das im Überfluß vorhandene Holz leicht angeflößt werden konnte, wird die Gewinnung von

¹⁾ Vgl. Müller-Benetsch: „Die Schiffsmaschine“, Verlag v. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, III. Aufl. 1908, Abschnitt IV: „Die festen Brennstoffe“, S. 35—48.

maschineller Kraft aus Holz heute kaum noch vorkommen, wenigstens nicht in größerem Maßstabe ¹⁾.“

Als künstlich erzeugte feste Brennmaterialien sind Holz- und Torfkohle, Grudekoks (ein Nebenprodukt bei der Braunkohlenschwelerei), Steinkohlenbriketts und Steinkohlenkoks (oder kurzweg als Koks bezeichnet) zu nennen.

Die Holzkohle hat vornehmlich für metallurgische Zwecke zur Herstellung von Holzkohlenroheisen eine gewisse Bedeutung, die auch — allerdings in erheblich geringerem Maße — bei Torfkoks vorhanden ist, während Grudekoks für industrielle Feuerungen wegen seines geringen Heizwertes und der Menge Aschenrückstände ungeeignet ist. Wir können daher auf eine nähere Erörterung dieser Brennstoffe verzichten und uns nur auf Stein- und Braunkohle sowie auf Torf beschränken.

Unter den flüssigen Brennstoffen besitzen vornehmlich Petroleum und Steinkohlenteer einige Bedeutung als Kraftquelle im Großen²⁾, während die Destillationsprodukte, wie Benzin, Alkohol, Holzgeist, nur für den Betrieb von kleineren Verbrennungs- oder Explosionsmotoren in Betracht kommen.

Die Gase — die Naturgase ebenso wie die Destillationsgase — besitzen eine mehr lokale Bedeutung, die aber trotzdem in ihrer Wichtigkeit für die Volkswirtschaft nicht unterschätzt werden darf.

§ 3.

Die Braun- und Steinkohle in volkswirtschaftlicher Hinsicht; Förderung, Preis und Vorräte.

Als am Ende des XVIII. Jahrhunderts das britische Inselreich das Szepter der wirtschaftlichen Weltmacht aus den Händen des „König Dampf“ empfing, war die Steinkohle das ausschließliche Brennmaterial zum Betrieb der neuen Watt'schen Erfindung. Torf kam für den Dampfbetrieb überhaupt nicht in Frage, und selbst Braunkohle spielte eine ganz untergeordnete Rolle.

¹⁾ Professor A. Schwemann, Verfügbare Energiemengen der Weltwirtschaft, in der Zeitschrift Technik und Wirtschaft, 1911, S. 514.

²⁾ Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., baut z. B. Ölmotoren für Leistungen bis zu 12 000 PS.

Die Braunkohle — ein Vermoderungsprodukt, das geologisch zwischen Torf und Steinkohle steht — ist über einen großen Teil der Erde verbreitet und tritt namentlich in Mitteleuropa in größerem Maße auf.

Die mächtigsten Ablagerungen finden sich in Böhmen, dann in Deutschland, dessen Nordosten sie vor allem mit Brennmaterial versorgt. Im Thüringisch-Sächsischen Braunkohlenbezirk (mit mehr als 25 Millionen Tonnen/Jahr), im Niederlausitzer (mit mehr als 15 Millionen Tonnen/Jahr), im Niederrheinischen (mit etwa 12,5 Millionen Tonnen/Jahr) sowie im Braunschweig-Magdeburgischen Bezirk (mit etwa 7,5 Millionen Tonnen/Jahr) sind infolge der reichen Braunkohlenlager und durch die Erfolge der Gasgeneratorentechnik hochentwickelte Industrien entstanden, die Licht und Kraft aus elektrischen Kraftwerken erhalten, deren Dynamos mit Braunkohlen-Kraftgas betrieben werden, z. B. am Rhein der ganze Bezirk zwischen Köln und Bonn (Kölner Bucht).

Nach Ermittlungen von A. Güldner: „Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren“ ist der Wärmepreis der Braunkohle im Vergleich zu anderen festen und flüssigen Brennstoffen am niedrigsten.

Tabelle III.

Wärmepreis verschiedener Brennstoffe.

	Spirit 90 %	Benzin	Petro- leum	Roh- erdöl	Scheit- holz	Gas- koks	Stein- kohle	Braun- kohle
Heizwert in WE. für 1 kg . . .	5600	11 000	10 500	10 000	2800	7000	6500	3000
Preis in Pf. für 1 kg .	18	28	25	11	2,6	3,5	2,5	0,7
Preis von 1000 WE.	3,22	2,55	2,37	1,1	0,93	0,5	0,39	0,23
Für 1 Pf. erhält man WE. . . .	311	395	425	990	1080	2000	2570	4350

Im ganzen wurden im Deutschen Reiche 68,6 Millionen Tonnen Braunkohle im Jahre 1909 gefördert, die einen Wert von etwa 179 Millionen Mark repräsentieren.

Der Preis der Braunkohle ist bisher ziemlich konstant geblieben, da sich Angebot und Nachfrage in den Grenzen der Förderung hielt

und die Braunkohle wegen ihres geringeren Heizwertes von 2500 bis 4500 WE nicht als Konkurrent der Steinkohle, die einen Heizwert von 6500 bis 8000 WE besitzt, ernstlich in Frage kommt.

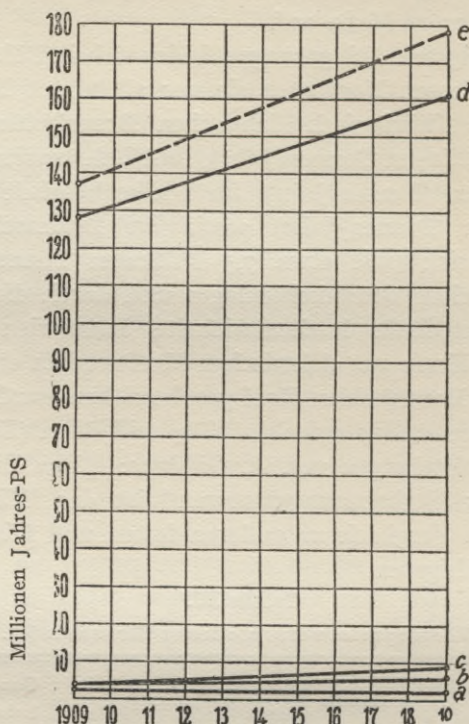


Fig. 4. Weltkraft in Millionen Jahres-PS.

Für die Kraftwirtschaft verfügbare Kraftquellen:

a = Naturgas.

c = Petroleum.

b = Wasserkraft.

d = Kohle.

e = Summe von a + b + c + d.

Nachdem es aber der Technik gelungen ist, auch minderwertige Brennstoffe, wie Torf und Braunkohle, mit verhältnismäßig hohem Nutzen in Generatoren zu vergasen und zu Kraftzwecken wirtschaftlich zu verwerten, wendet man dem Torf und der Braunkohle ein erhöhtes Interesse zu, so daß unstreitig die Torfmoore und Braunkohlenlager berufen sein werden, eine wesentlich größere Rolle in der Volkswirtschaft zu spielen als bisher.

Die ungeheuren, nach vielen Millionen Pferdestärken zählenden Kraftmengen, welche jahraus jahrein von Handel und Industrie

gebraucht werden, sind in ständiger Zunahme begriffen und für ihre Deckung kam, wie oben gesagt, bis vor kurzem ausschließlich Steinkohle¹⁾ in Frage, so daß schon wiederholt von Geologen und Volkswirtschaftlern die Frage angeschnitten wurde, *wie groß der Kohlenvorrat unseres Planeten sei, wie lange der Vorrat reichen werde und welche Kraftquellen uns außer der Steinkohle noch zur Verfügung ständen.*

Wir wissen, daß die Steinkohle, wenn auch ungleichmäßig, beinahe auf der ganzen Erdoberfläche verbreitet ist, und vermutlich dürfte sie noch an anderen als den bisher bekannten Fundorten nachweisbar sein. Über die Mächtigkeit der Kohlenlager in unserer Erdrinde liegen vielerlei gründliche und gelehrte Untersuchungen²⁾ vor, die aufeinander Bezug nehmen, sich gegenseitig berichtigen und ergänzen.

Die bedeutendsten, zum Teil noch unvollständig erschlossenen Kohlenlager besitzen Nordamerika, China und Australien. Allein die Vereinigten Staaten von Amerika haben im Jahre 1909 gegen 400 Millionen Tonnen Stein- und Braunkohlen gefördert, also fast ebensoviel wie das Britische und Deutsche Reich zusammen, deren Produktionsziffer 484 Millionen Tonnen betrug. Ebenso sind in China so ungeheure Kohlenlager vorhanden, daß man nicht entfernt an eine Schätzung denken kann; nur soviel weiß man, daß die chinesischen Kohlenlager diejenigen Nordamerikas und Europas erheblich übertreffen. In Europa weist, wie die Kurventafel über die europäische Stein- und Braunkohlengewinnung (Fig. 2) erkennen läßt, Großbritannien die größte Produktionsziffer auf,

¹⁾ Die Kohlenförderung von 1909 stellt (nach Prof. Schwemann-Aachen) einen Kraftwert von 135,3 Millionen PS pro Jahr dar und deren Steigerung schuf im letzten Jahrzehnt ein durchschnittliches Anwachsen der Jahres-PS um 3,3 Millionen. Wie sich die Weltkraftwirtschaft bis zum Jahre 1919 stellen würde, wenn wir das Anwachsen stetig annehmen, veranschaulicht die nebenstehende Kurve, die nach Berechnungen von Prof. Schwemann abgesetzt wurde. Die ungeheure Bedeutung der Steinkohle für die Weltwirtschaft ergibt ein Vergleich des Wertes der Steinkohle mit dem des Eisens und dem des Goldes. Es beträgt nämlich der Haldenwert (nicht der Verbrauchswert) der Kohle über 8 Milliarden M., der des Eisens nur etwa 4 Milliarden und der des Goldes noch nicht 2 Milliarden M. — Im deutschen Sprachgebrauch die Steinkohlen als „schwarze Diamanten“ zu bezeichnen, dürfte demnach nicht ganz unrichtig sein.

²⁾ Literaturangaben siehe am Schluß von Teil I. S. 57 ff.

es folgt dann das Deutsche Reich, während die übrigen Länder nur geringen Anteil an der europäischen Produktion besitzen.

Die Weltproduktion an Stein- und Braunkohle¹⁾ im Jahre 1909 wird nach dem Statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich auf 1080 Millionen Tonnen geschätzt; sie ist aber, wie wir aus dem Kurvenblatt Fig. 2 der europäischen Kohlenförderung ohne weiteres schließen dürfen, in beständiger, sehr rascher Zunahme begriffen. Über den Zeitpunkt, bis zu dem sich die Kohlenvorräte der Erde mutmaßlich erschöpft haben, gehen die Ansichten ebenfalls sehr auseinander. Für Deutschland liegen zahlreiche Schätzungen vor, die sich, tabellarisch geordnet, wie folgt ausnehmen:

Gewährsmann	Jahr der Schätzung	Geschätzter Kohlenvorrat in Milliarden t
Berghauptmann Jacob	1846	11,1
Oberberghauptmann von Dechen	1858	35,0
Geheimer Bergrat Dr. Schultz .	1900	54,3
Landesgeologe Dr. Krusch . .	1910	83,2

Die beträchtlichen Unterschiede sind, wie Prof. Schwemann-Aachen richtig deutet, damit zu erklären, daß sich die Kenntnis von der Ausdehnung der Flözablagerung von Jahr zu Jahr durch Tiefbohrungen erweitert hat.

R. Nasse, der in einer Schrift „Die Kohlenvorräte der europäischen Staaten und deren Erschöpfung“ (Berlin 1894) behandelt hat, gibt die Zeitdauer des mitteleuropäischen Kohlenvorrates auf etwa 670 Jahre an. Nach der neuesten Statistik, die auf dem jüngsten Karlsruher Naturforschertag Prof. Engler mitteilte, werden Deutschlands Kohlenschätze, wenn die heutige Jahresförderung anhält, noch rund 3000 Jahre ausreichen, während die Lebensdauer der englischen Kohlenlager nur höchstens auf 700 Jahre, die aller anderen europäischen Lagerstätten noch erheblich geringer zu veranschlagen ist. Die englische Staatliche

¹⁾ Eine Trennung der Angaben in Stein- und Braunkohlen ist nicht möglich, da die verschiedenen Statistiken nur von Kohlenförderung allgemein sprechen und darunter beide Sorten verstehen.

Kommission hat nach eingehender Prüfung berechnet, daß der Kohlenvorrat von Großbritannien und Irland bis zu der gegenwärtig in England praktisch nutzbaren Abbautiefe von 1200 m bei einem Konsum von 250 Millionen Tonnen pro Jahr in etwa 400 Jahren verbraucht sein dürfte. Der Jahreskonsum an Steinkohle allein betrug allerdings* im britischen Reiche bereits 1908 rd. 229 Millionen Tonnen, so daß ein großer Spielraum nach oben von der britischen Kommission bei dieser Berechnung nicht gelassen wurde.

Die letzte Arbeit über diesen Gegenstand, die des Breslauer Geologen Prof. Frech, der sich seit vielen Jahren mit der Materie beschäftigt und alles darüber erreichbare Material gesammelt und geprüft hat, kommt zu dem Ergebnis, daß Großbritannien und Irland bereits in 300 Jahren, Frankreich vielleicht schon in 50 Jahren mit ihren Kohlen zu Ende sein werden, während am deutschen Niederrhein und in Westfalen der Zeitpunkt der Erschöpfung etwa noch 800 Jahre und in Preußisch-Oberschlesien sogar über 1000 Jahre auf sich warten lassen soll. Deutschland besitzt aber außer seinen großen, schon im Abbau befindlichen Steinkohlen- und Braunkohlenfeldern noch sehr große Reserven an unverritzten Kohlenfeldern — die nördliche Grenze des Kohlengebirges in Westfalen z. B. ist auch heute noch nicht bekannt — so daß wir zu der Annahme berechtigt sind, „das Ende der Kohle“ noch etliche Hundert Jahre später kommen zu sehen. Will man eine einheitliche Abschätzung der verfügbaren Vorräte vornehmen, so muß man, wie Prof. Schwemann in der Zeitschrift „Technik und Wirtschaft“, Jahrgang 1911, S. 683 näher ausführt, drei Vorfragen beantworten, nämlich: welches ist

1. die Teufengrenze (begrenzt durch die Temperaturzunahme mit wachsender Teufe),
2. die Mindestmächtigkeit abbauwürdiger Flöze und
3. der Prozentsatz des unvermeidlichen Abbauverlustes.

In der Praxis des deutschen Bergbaues wird heute mit einer Maximal-Teufe von 1500 m, einer Minimal-Mächtigkeit der Flöze von 0,5 m und mit einem Abbauverlust von 23—25 % gerechnet. Unter Zugrundelegung dieser Werte kommt Schwemann zu einem Kohlenvorrat im Deutschen Reiche von 201,7 Milliarden Tonnen, und er errechnet daraus bei der deutschen Erzeugung eine Lebensdauer von 1354 Jahren, welcher Betrag sich auf etwa 1000 bis

900 Jahre verkürzen würde, wenn die Förderung auf das Doppelte steigt¹⁾).

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diejenigen Länder, die reich an „schwarzen Diamanten“ sind, wie Nordamerika, England, Deutschland und Belgien, ihre industrielle und volkswirtschaftliche Entwicklung im XIX. Jahrhundert in beträchtlichem Maße ihrem Kohlenreichtum zu verdanken haben, daß aber auch andererseits eine vielleicht ebenso üppige wirtschaftliche Entfaltung infolge Ausnutzung ihrer Wasserkräfte noch den Ländern bevorsteht, die eben über einen Reichtum gerade an dieser nie versiegenden Naturkraft verfügen.

Aus diesem Grunde ist es als sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß diejenigen europäischen Länder, nämlich Frankreich, Italien, die Schweiz, Österreich-Ungarn²⁾ und Skandinavien, denen z. B. Deutschland und England in industrieller Entwicklung, gefördert durch den Kohlenreichtum, mit Riesenschritten vorausgeeilt waren, in Zukunft wegen ihres Reichtums an Wasserkräften ganz gewichtige Konkurrenten auf dem Weltmarkte zu werden versprechen — ganz besonders dann, wenn in diesen Ländern durch zweckmäßige Reformen die wasserrechtlichen Fragen, die zurzeit teilweise noch das Bild größter Verworrenheit zeigen, geklärt sind.

Wenngleich nun die oben angegebenen Zahlen der Kohlenvorräte geologisch keinen Anlaß zu Befürchtungen geben mögen, darf man ihnen doch kein unbedingtes Vertrauen entgegenbringen. — Vorausberechnungen künftiger Verbrauchsziffern und Bewertungen technischer Neuerungen schlagen in den weitaus meisten Fällen fehl, denn gerade in technischen Dingen — und im vorliegenden Falle handelt es sich ja um die Vorausberechnung von Kohlenverbräuchen — bringen schon wenige Jahrzehnte

¹⁾ In den letzten 100 Jahren, d. h. von 1807 bis 1907, hat sich der Weltverbrauch an Steinkohle allerdings etwa versiebzigfach, d. h. er ist von 13 Millionen auf 900 Millionen Tonnen gestiegen.

²⁾ Auf Grund von Berechnungen sind in Österreich bis zu einer Teufe von 1200 m 2969,7 Millionen t Steinkohlen und 12 230,8 Millionen t Braunkohlen nachgewiesen. Außerdem wird mit einem wahrscheinlichen Vorrat an Steinkohle von 2541,9 Millionen t und an Braunkohle von 662,8 Millionen t gerechnet; insgesamt dürfte also Österreich 5,5 Milliarden t Stein- und 12,9 Milliarden t Braunkohle besitzen. Vgl. Petraschek, Mont. Rundschau 1912, S. 938.

Überraschungen, die selbst die kühne Phantasie eines Jules Verne übersteigen.

Das verflossene Jahrhundert bietet unzählige Beispiele dafür, daß solchen Prophezeiungen ein gründliches Fiasko beschieden war.

Es sei hier an jenen Artikel erinnert, der in der Kölnischen Zeitung erschien, als man im Jahre 1819 in Köln die Einführung der Gasbeleuchtung für öffentliche Straßen und Plätze projektierte; in dem Artikel hieß es, eine Straßenbeleuchtung sei verwerflich: aus theologischen Gründen, als Eingriff in die Ordnung Gottes, aus medizinischen Gründen, da das nächtliche Verweilen auf den Straßen bei der Bevölkerung Schnupfen, Husten und Heiserkeit verursache, aus philosophischen Gründen, da die Sittlichkeit durch die Gasbeleuchtung gefährdet würde, die künstliche Helle in den Gemütern das Grauen vor der Finsternis verscheuche und den Sünder sicherer mache, so daß er in den Zechstuben bis in die Nacht hinein schwelge, und schließlich aus volkstümlichen Gründen, da die Wirkungen von, das Nationalgefühl weckenden Illuminationen durch eine allabendliche Straßenbeleuchtung abgeschwächt würden.

Wie sich das Gas und später die Elektrizität in allen Kulturstaaten schnell eingeführt hat und zum Segen der Volkswirtschaft geworden ist, haben wir alle miterlebt, so daß eine Erörterung jenes jetzt belustigend wirkenden Zeitungsartikels unterbleiben kann. Der Siegeslauf des Gases ließ sich durch solche Bedenken nicht aufhalten.

Ebenso zeigen zahlreiche Beispiele aus den Anfängen des Eisenbahnbaues, daß den maßgebenden Stellen das Verständnis fehlte, die Bedeutung und den volkswirtschaftlichen Wert der Eisenbahnen richtig einzuschätzen. So kam z. B. das Projekt, das der Westfale Harkort 1826 einreichte, um eine Kohleneisenbahn von Haisingen a. Rh. nach dem Wuppertal zu bauen, nicht zur Ausführung, weil die Behörde die Genehmigung verweigerte.

Unverständlich erscheint uns heute das Gesuch des bayerischen Medizinalkollegiums, das sich an Ludwig I. wandte mit der Bitte, dem Bahnbau Nürnberg—Fürth seine Genehmigung zu versagen, da „der Dampfbetrieb bei den Reisenden wie bei den Zuschauern unfehlbar schwere Gehirnerkrankungen erzeugen werde und damit wenigstens die Zuschauer Schutz fänden, möge doch wenigstens der Bahnkörper mit einem hohen Bretterzaun umgeben werden“.

Auch in leitenden Kreisen fehlte der richtige Blick für verkehrstechnische Neuerungen, so sagte ein Minister bei Gelegenheit der Etatsberatung der ersten Eisenbahn im bayerischen Staatsapparat: „Wenn sich England mit dem Bau von Eisenbahnen ruinieren will, so kann man ja nichts dawider tun; für uns Deutsche liegt kein Grund vor, eine solche Torheit nachzuahmen“.

Der berühmte Thiers hielt die erste Eisenbahn für eine Spielerei, die nicht einen Reisenden und nicht ein Kolli befördern werde. Und tatsächlich gelang es den vereinigten Kräften von Thiers und von Arago, bei der ersten Eisenbahnvorlage der Regierung eine Ablehnung der Kammer durchzudrücken.

Diese Beispiele aus der Ära der Anfänge im Eisenbahnbau mögen zum Beweise genügen, wie schwer es ist, den Wert technischer Neuerungen richtig einzuschätzen. Wir machen diese Beobachtung aber bis in die jüngste Zeit hinein. Als z. B. Siemens & Halske im Jahre 1879 auf der Berliner Gewerbeausstellung zum ersten Male eine elektrische Bahn vorführten, äußerten sich sogar Fachkreise sehr ablehnend; wir lesen in der Zeitschrift „Der Techniker“, Jahrg. 1880, Nr. 9, daß eine elektrische Bahn „vorderhand aber noch ohne praktischen Nutzen sein dürfte“. Über diese Kurzsichtigkeit ein Wort zu verlieren, erübrigt sich wohl, da es zur Genüge bekannt ist, daß gerade die elektrischen Bahnen mehr als irgend ein anderes Beförderungsmittel durch Schnelligkeit Betriebssicherheit, Häufigkeit der Zugfolge und durch niedrige Fahrpreise den wirtschaftlichen und kulturellen Bedürfnissen der Bevölkerung Rechnung tragen.

Bekannt ist auch, mit welchen Schwierigkeiten geniale Erfinder wie Lilienthal, Zeppelin u. v. a. zu kämpfen hatten, ehe sich ihre Erfindungen durchrangen. Und selbst eine allgemein anerkannte Größe auf nationalökonomischem Gebiete wie Gustav Schmoller greift bei der Bewertung technischer Neuerungen fehl; so lesen wir im Grundriß der allgemeinen Volkswirtschaftslehre (I. Teil, S. 219 ff.), daß im Bergbau die Maschine wohl die Hebung, Schleppung und Sortierung des Materials an sich gerissen habe, nicht aber die Hauptarbeit im Bergbau, die des Häuers vor Ort, „die stets eine individuelle bleiben wird“. Wie liegen die Dinge aber in der Gegenwart? Elektrisch oder mit Preßluft angetriebene Schrä- und Schlitzmaschinen besorgen jetzt die Arbeit des Häuers mit einem Erfolge, daß eine zwei- bis drei-

fache Leistung gegenüber der mühevollen Handarbeit erzielt wird.

Wir zeigten an Beispielen „über Tage“, an Vorgängen, die wir mit unserem Auge wahrnehmen können, wie leicht Prophezeiungen fehlschlagen, um wie viel mehr ist es bei Dingen „unter Tage“ beim Abschätzen von Kohlenvorräten der Fall.

Wir wollen daher das Gebiet der Kohlenvorratsprognose verlassen und uns mit der Tatsache abfinden, daß eine gewisse Kohlenknappheit, die Kohlenteuerung, weltgeschichtlich gesehen, vor der Tür steht. „Auf knappe Ration bei nach heutigem Maßstab unerschwinglichem Preise wird man in absehbarer Frist gesetzt sein. Das ist dann, wenn schon nicht geologisch und technisch, so doch ökonomisch das Ende“¹⁾.

Unser ganzes Wirtschaftsleben ist an der Höhe der Steinkohlenpreise auf das lebhafteste interessiert, da sie die Großindustrie ebenso wie den kleinsten Privathaushalt ganz empfindlich beeinflussen. Aus den bisher veröffentlichten Kurven hat sich in den letzten drei Jahrzehnten stets eine Tendenz zum Anziehen der Preise gezeigt, die besonders deutlich das Kurvenblatt (Fig. 5) vor Augen führt. Für die drei größten deutschen Kohlenreviere — Oberschlesien, Rheinland-Westfalen und Saarbrücken — sind die Kohlenpreise nach den Angaben des Statistischen Amtes für das Deutsche Reich im Durchschnitt der Jahrfünfte 1880/84, 1885/89,

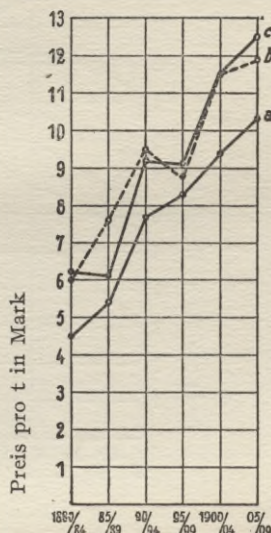


Fig. 5. Kohlenpreise in den Kohlenrevieren Oberschlesien, Rheinland-Westfalen und Saarbrücken.

a = fette Förderkohle (Dortmund).

b = fette Förderkohle (Saar).

c = ober-schlesische Gaskohle (Breslau).

¹⁾ Geh. Regierungsrat Prof. Julius Wolf, Die Volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft.

1890/94 usw. bis 1905/09 ermittelt und abgesetzt. Wir ersehen, daß sich die Steinkohlenpreise¹⁾ allenthalben verdoppelt haben,

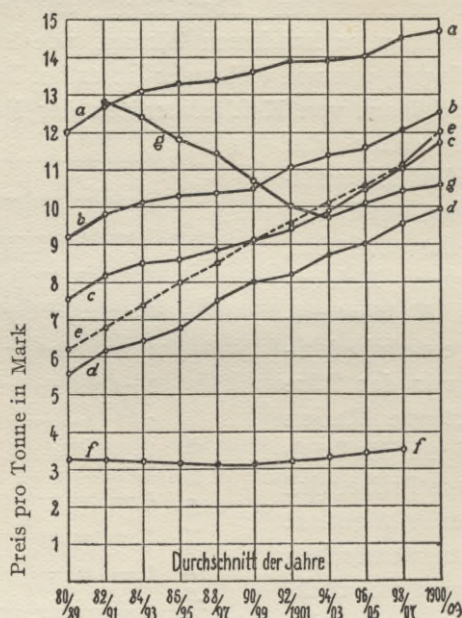


Fig. 6. Entwicklung der Steinkohlenpreise seit 1880 in Deutschland, England, Frankreich und den Vereinigten Staaten.

a = in Hamburg bei der Einfuhr.

e = in Breslau.

b = in England bei der Ausfuhr.

f = in Frankreich.

c = im Saarbezirk.

g = in den Vereinigten Staaten, Ausfuhrpreis von Weichkohle.

d = in Dortmund.

und es ist ohne weiteres klar, daß alle Kreise unseres Wirtschaftslebens diese Tatsache als eine schnell wachsende Last drückend

¹⁾ Der Anteil der Löhne an den Selbstkosten der Steinkohle betrug in den 90er Jahren im deutschen Bergbau durchschnittlich unter 50 %, während er heute 55—60 % der Selbstkosten ausmacht. Die übrigen Anteile an den Selbstkosten verteilen sich etwa folgendermaßen:

Für den maschinellen Betrieb	etwa 10—15 %	der Selbstkosten
„ die Verwaltung usw.	„ 5—10 %	„ „
„ Materialien aller Art	„ 15—20 %	„ „
„ die Löhne	„ 55—60 %	„ „

Dieser letzte Betrag weist uns ohne weiteres darauf hin, die teuren Menschenkräfte soviel wie möglich durch die Maschinenkraft zu ersetzen.

empfinden, die tunlichst gemindert werden muß. Die Preise, die beispielsweise der Norddeutsche Lloyd-Bremen pro Tonne Kohlen zu zahlen hatte, sind aus dem Kurvenblatt Fig. 7 ersichtlich. Die Werte wurden vom Verfasser nach den vom Lloyd freundlichst zur Verfügung gestellten Zahlen abgesetzt. Auf den ersten

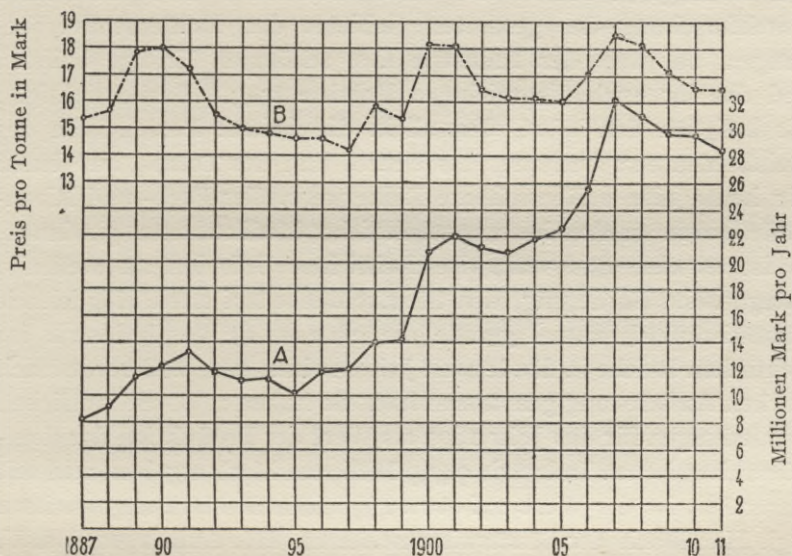


Fig. 7. Ausgaben des Norddeutschen Lloyd für Kohlen seit 1887.

A = Ausgaben für Kohlen pro Jahr in Millionen Mark.

B = Preis pro Tonne in Mark.

Blick erscheint es eigentümlich, daß sich bei der Kurve die Preissteigerung pro Tonne Kohle nicht so stark bemerkbar macht wie bei dem Kurvenblatt Fig. 6. Diese Erscheinung hat darin seinen Grund, daß die Schiffe des Lloyd ihre Bunker in ausländischen (namentlich in englischen Häfen) nachfüllen, wo die Preise niedriger als in Deutschland sind. Infolgedessen ist die Kurve B kaum mit denjenigen des Kurvenblattes Fig. 6 vergleichbar.

Zum Schlusse möchten wir noch darauf hinweisen, daß die Steinkohle ungeahnte Schätze enthält, die in der Tat viel zu schade sind, um kurzerhand verbrannt zu werden. Das Verdienst, diese Schätze entdeckt zu haben, gebührt „bebrillten deutschen Chemikern“ (um ein Wort Andrew Carnegies

zu gebrauchen). A. W. von Hoffmann war es, dem 1858 die Reindarstellung des Benzol — des Grundstoffes der gesamten modernen Farbenchemie — gelang. Und Friedrich August Kekulé von Stradonitz gab 1865 mit seiner Strukturtheorie der aromatischen Verbindungen, der scherzhaft sogenannten „Affenformel“ des Benzol, den wichtigsten Anstoß zu wissenschaftlicher und praktischer Durchforschung des gesamten Gebietes der Kohlenstoffverbindungen, auf dem der Industrie ihre schönsten Erfolge blühten und das ihr auch die reichsten Früchte trug. Berücksichtigen wir lediglich den Wert, den allein die beiden Bestandteile des Steinkohlenteers besitzen, das Benzol und das Toluol, aus denen wir heute eine unübersehbare Reihe wertvoller Farb- und Riechstoffe sowie zahlreiche unentbehrliche Medikamente gewinnen, so ist es eine aus volkswirtschaftlichen Gründen zu stellende kategorische Forderung, den Steinkohlenbedarf nach Möglichkeit einzuschränken, zumal gerade die chemische Industrie im Deutschen Reiche in den letzten Jahren einen ganz außerordentlich starken Aufschwung genommen hat. So haben z. B. die amtlichen Ermittlungen für das Jahr 1897 als Wert der Produktion der deutschen chemischen Industrie 947,9 Millionen Mark ergeben, und seit dieser Zeit ist der Wert auf etwa $1\frac{1}{4}$ Milliarde Mark angewachsen (vgl. Handbuch der Staatswissenschaften, III. Aufl. 1910, Bd. V, S. 609).

Begünstigt wurde die Entwicklung dadurch, daß Deutschland durch seine bedeutende Montan-, namentlich Steinkohlenindustrie mit den für die Erzeugung der Fertigfabrikate erforderlichen Roh- und Hilfsrohstoffen, wie das erwähnte Benzol, Toluol, Teer u. a. m. in reichem Maße versorgt wird, dann aber auch dadurch, daß die chemische Wissenschaft in theoretischer sowie in praktischer Beziehung Hervorragendes leistet. Die wichtigsten Errungenschaften, wie die bereits genannte Erfindung der Teerfarben sowie die Nutzbarmachung der elektrolytischen Methode für chemische Prozesse, auf die wir noch im 4. Kapitel des II. Teils näher eingehen, sind von Deutschland ausgegangen.

Die Ausfuhr Deutschlands an chemischen Produkten ist — unbeschadet der Tatsache, daß sich die Haupteinfuhrländer, wie die Vereinigten Staaten, Rußland und Frankreich durch hohe Zollschranken vor der Überflutung mit deutschen chemischen Fabrikaten zu schützen suchten — stark angewachsen, und zwar betrug sie

im Jahre 1895 dem Gewichte nach 610 000 t,
 dem Werte nach 309,1 Mill. M.,
 im Jahre 1911 dem Gewichte nach 4 010 000 t,
 dem Werte nach 752,9 Mill. M.

Das scheinbare Mißverhältnis zwischen Gewicht- und Preisvermehrung erklärt sich, wie Dr. F. Pinner in der Wochenausgabe des Berl. Tageblattes, 29. Aug. 1912, näher ausführt, aus der in dem behandelten Zeitraum eingetretenen Verbilligung chemischer Produkte sowie aus der besonderen Pflege der Massenfabrikation, ermöglicht durch die Errungenschaften der Technik, namentlich der Elektrotechnik.

Die obenerwähnten ökonomischen, geologischen und technischen Erwägungen haben im letzten Dezennium dazu geführt, den Torfmooren und den natürlichen Wasserkräften unserer Erde, der sogen. „weißen Kohle“¹⁾, eine immer größere Bedeutung für unser Wirtschaftsleben beizumessen.

¹⁾ Interessant ist eine Unterscheidung der Wasserkräfte nach dem Ursprungsort des Wassers, wie sie sich in Frankreich eingebürgert hat. Dort spricht man von „Houille blanche“ und meint damit Wasserkräfte aus Gletscherwässern, im Gegensatz zur „Houille verte“, d. h. Wasserkräften aus Flüssen, deren Quellen in den waldreichen Vorbergen des Hochgebirges oder im Hügellande liegen.

Literaturangaben.

Siehe S. 57.

Teil I.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Torfes und der Torfmoore.

§ I.

Die Ausdehnung der Torfmoore in den verschiedenen Ländern.

Der Torf, eine Vermoderung von Moosen, sauren Gräsern und Sumpfpflanzen, bildet sich überall dort, wo sich die Flora in größeren Mengen auf undurchlässigem Untergrund ansammelt und ständig der Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Die Torfmoore — in Hochmoore, Niederungsmoore und Misch- oder Übergangsmoore unterschieden — finden sich fast in allen Ländern; jedoch liegen über die Größe der Ausdehnung dieser Moore keine bestimmten Angaben vor. Die in Meitzen: „Der Boden und die landwirtschaftlichen

Tabelle IV.

Ausdehnung der preußischen Torfmoore.

Auf die Provinz	Hektar	% der Gesamt- bodenfläche
Hannover	580 348	14,6
Brandenburg	357 966	18,7
Pommern	314 852	10,2
Posen	208 766	7,0
Ostpreußen	196 853	5,1
Schleswig-Holstein	180 969	9,3
Schlesien	89 633	2,2
Westfalen	89 633	4,3
Westpreußen	88 499	3,4
Sachsen	86 230	3,3
Rheinland	46 519	1,7
Hessen-Nassau	1 135	0,1
	2 241 403	

Verhältnisse des preußischen Staates“ (Bd. I, S. 298) aufgeführten Zahlen für die Moore des größten und an Moorboden reichsten deutschen Bundesstaates sind nach der Art ihrer Entstehung sehr unsicher, da Meitzens Angaben in der Hauptsache auf Bemerkungen aus den Akten der letzten Grundsteuer-Veranlagung beruhen, aus welchen Bemerkungen aber nicht einwandfrei hervorgeht, wie viel von den vermessenen Acker-, Weide-, Wiesen- und Ödlandflächen statistisch als typischer Moorboden gefaßt werden muß. Die Ansichten, was unter den Begriff „Moorland“ zu rechnen ist, gehen sehr weit auseinander, infolgedessen die Größenangaben selbst im Deutschen Reiche ziemlich unzuverlässig sind. Nach Meitzen kommen im Königreich Preußen (die Provinzen nach dem Umfange der Moore geordnet) folgende Flächen in Betracht (s. Tabelle IV, S. 30):

Diese 2 241 403 ha machen etwa 6,4 % des preußischen Staatsgebietes aus.

Nach Erhebungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche¹⁾ schätzt man die Ausdehnung, wie folgt, ein:

Preußen ²⁾	2 000 000 ha
Bayern	146 000 „
Oldenburg	97 576 „
Württemberg	20 000 „
die übrigen deutschen Staaten	30 000 „
	<hr/>
	rd. 2 294 000 ha

= 4,24% der Gesamtoberfläche, wovon die eine Hälfte auf Hochmoore, die andere auf Niedermoor kommen dürfte. Hugenberg schätzt den Umfang der deutschen Moore auf 425 Quadratmeilen (= 2,41 Millionen ha), während in der älteren Literatur die

¹⁾ Vgl. Der gegenwärtige Stand (1899) der Moorkultur und der Moorbesiedelung in Preußen. Von Dr. M. Fleischer, Wirkl. Geh. Ober-Reg.-Rat. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, Jahrg. 1899, S. 50 ff.

²⁾ Zu diesen 2 Millionen Hektar Moorboden kommen in Preußen mit seinem kühlen und feuchten Klima in den nördlich gelegenen Landstrichen noch etwa 1,8 Million Hektar anderes Ödland. Preußens Moorboden und Ödland ist demnach wesentlich größer, als der Flächeninhalt der Königreiche Sachsen und Württemberg zusammengekommen.

Ausdehnung auf 500 Quadratmeilen (= 2,84 Millionen ha) angegeben ist.

Nach Ausführungen von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Adolph Frank-Charlottenburg und Dr. Nikodem Caro-Berlin, die beide in Wort und Schrift für die Torfverwertung eintreten, nimmt man die Ausdehnung der außerdeutschen Moore, wie folgt, an:

Österreich	40 000 ha
Schweiz	5 000 „
Irland	1 100 000 „
Holland.	200 000 „
	<hr/> 1 345 000 ha

Außerdem finden sich noch sehr bedeutende Torfmoore in den Vereinigten Staaten von Amerika, in Rußland, Schweden und Norwegen, während in Frankreich, Italien und Spanien die natürlichen Bedingungen für die Moorbildung seltener vorhanden sind. Über die Ausdehnung der Moore in diesen Ländern sind die Angaben noch unsicherer, so daß hier Zahlenangaben ziemlich wertlos sind.

§ 2.

Die Moorkultur und ihre Entwicklung seit Friedrich d. Gr.

Den Wert, den eine zielbewußte Moorkultur für die interessierten Länder besitzt, richtig erkannt zu haben, ist das unsterbliche Verdienst Friedrichs des Großen. Seiner Initiative war es zu danken, daß die Urbarmachung¹⁾ und Besiedelung des Ödlandes recht erfreuliche Fortschritte machte. So wurde das reiche Land des Oderbruches gewonnen, ebenso der Warthebruch, der Netzebruch, der Maduesee, die Plöne-Niederung trocken gelegt und nach Ableitung des Wassers in fruchtbares Ackerland verwandelt. Wie bekannt ist, sah der große König in einer möglichst großen Vermehrung der Bevölkerung ein Hauptmittel zur Hebung des Landes. Der Niedergang während des Siebenjährigen Krieges wurde durch systematische Beförderung der Einwanderung u. a. aus Sachsen, aus Süd- und Westdeutschland wieder ausgeglichen. Die unter der polnischen Wirtschaft ganz heruntergekommene

¹⁾ Urbarmachungsedikt Friedrichs des Gr. vom Jahre 1765.

Provinz Westpreußen rettete Friedrich für die deutsche Kultur, indem er deutsche Bauern, insbesondere aus Schwaben, dort ansiedelte, den polnischen Einfluß zurückdrängte, zahlreiche deutsche Schulen und Kirchen den Kolonisten erbaute. Im ganzen dürfte der große König etwa $\frac{1}{4}$ Million ha Moor, vornehmlich Niedermoor, kultiviert und kolonisiert haben. 270 000 Menschen hat Friedrich der Große auf dem der Kultur neu gewonnenen Boden angesiedelt. Welche Verehrung die Kolonisten ihm für seine Bestrebungen zollten, hat Menzels Meisterhand in dem bekannten Gemälde „Friedrich der Große auf Reisen“ auf Leinwand festgelegt.

Wie ernst der große Preußenkönig es auch nach dieser Seite hin mit seinen Pflichten als „erster Diener des Staates“ nahm, legt er selbst, ein Jahr vor seinem Tode, in seinen Memoiren nieder, indem er schreibt: „Das Vornehmste ist, daß solchergestalt das Land in seinem inneren Werte ansehnlich verbessert wird, denn wenn dergleichen Sachen nicht geschehen, so wird auch sein Tage nichts daraus werden.“

Ein andermal schreibt der König an seinen Bruder, den Prinzen Heinrich: „Das ist es, worauf wir hinarbeiten müssen, die erste Sorge in einem Staate ist, dessen Bevölkerung zu mehren nach Maßgabe der Ertragsfähigkeit des Bodens.“

Leider sind die Nachfolger Friedrich d. Gr. bis zu Friedrich Wilhelm IV. seinem Vorbilde nicht gefolgt. Die von ihm so glücklich begonnene „innere“ Kolonisation geriet wieder vollständig ins Stocken.

Erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts entfaltete sich eine regere Meliorationstätigkeit, die sich lediglich auf bereits kulturfähig gemachtes Land erstreckte. Während also Friedrich der Große die Trockenlegung von Sümpfen, die Kultivierung von Mooren und Heideländereien in Angriff nahm und das neue Kulturland sofort durch bäuerliche Arbeiter besiedeln ließ, ist die Gewinnung von Neuland von seinen Nachfolgern bis vor kurzem ziemlich stark vernachlässigt worden. In letzter Zeit freilich hat man sich der Aufgabe der Moorkultur wieder mit regem Eifer zugewandt. Wie viel aber noch immer zu tun bleibt, das läßt die nachstehende Tabelle aus dem Statistischen Jahrbuch für den Preußischen Staat vom Jahre 1912, S. 74, ohne weiteres erkennen.

Tabelle V.

Moor- und Ödlandkultur seitens des Preußischen Staates im Jahre 1910.

Moorbesiedlung (Flächenangabe in ha)	Königs- berg	Gum- binnen	Lüneburg	Stade	Aurich
Gesamtumfang der zu besiedeln- den Fläche	1453	4843	793	1126	1874
Bereits in früheren Jahren kulti- viert	466	1639	—	237	491
Im Betriebsjahre kultiviert . .	68	2	—	28	12
Noch zu kultivieren	919	3202	793	861	1371
Unkultiviert verkauft	—	278	—	13	129
Zu Eigentum übertragen . . .	—	278	—	27	29
Verpachtet	187	1530	—	209	282
In eigener Regie bewirtschaftet .	191	285	—	56	1434

Ödlandserwerbungen	Gum- binnen	Allen- stein	Danzig	Marien- werder	Köslin	Arnsberg
Größe der erworbenen Flächen in ha . . .	592,00	1629,33	308,99	1345,58	1918,10	5,00
Es sind gezahlt:						
a) im ganzen in M. . .	213 211	712 278	68 874	581 554	560 391	1000
b) im Durchschnitt pro ha in M.	360	437	223	432	290	200
c) für Ausgemeindun- gen in M.	—	1 067	—	7 651	—	—

Im Interesse des Landes ist die so lange hinausgeschobene Meliorationstätigkeit sehr zu bedauern, wird doch durch die Gewinnung von Neuland einem Rückgange der Bevölkerungszunahme und damit einem Mangel an menschlichen Arbeitskräften, einer Verminderung der Wehrkraft des Landes und einem weiteren Umsichgreifen der Landflucht, schließlich einer ungesunden Verteuerung der Lebensmittel, besonders des Fleisches, vorgebeugt. Dank den Bestrebungen führender Männer im Preußischen Landwirtschaftsministerium ist man sich jetzt immer mehr bewußt, welche große volkswirtschaftliche Bedeutung der Moorkultur beizumessen ist, so daß dazu jetzt wieder staatlicherseits die Initiative ergriffen wird, wie die seitens der Preußischen Domä-

nenverwaltung ins Leben gerufene elektrische Überlandzentrale im Auricher Wiesmoor (Ostfriesland) ¹⁾ beweist.

§ 3.

Moderne Moorkulturverfahren und ihr volkswirtschaftlicher Wert unter besonderer Berücksichtigung der Moorkultur im Auricher Wiesmoor.

Für die Kultivierung und Verwertung von Hochmooren können in der Hauptsache zwei Wege eingeschlagen werden:

der eine bezweckt die Gewinnung kulturfähigen Acker- und Wiesengeländes,

der zweite strebt eine technische Verwertung des Brauntorfes für die verschiedensten Zwecke der Industrie, für Dampfkesselfeuerungen, Gasmotorenbetrieb, für Destillationszwecke usw. an.

Die dritte Art, den Torf zu verwerten, mag hier im Zusammenhange wenigstens erwähnt werden. Sie umfaßt die zahlreichen Versuche, die spezifischen Eigenschaften des Torfes nutzbar zu machen. Hierher gehören beispielsweise die Versuche, aus den Torffasern ein brauchbares Gespinnst zu erzeugen, Versuche, die bisher aber alle an der geringen Festigkeit der in jahrhundertelanger Verwitterung mürbe gewordenen Torffaser scheiterten. Ferner gehören hierher die Versuche, die zweifellos vorhandene desinfizie-

¹⁾ Das älteste Meliorationsgebiet des Auricher Wiesmoors ist das seit 1. Oktober 1890 in regelrechte Ansiedelung genommene Marcardsmoor, das eine Besiedelungsfläche von 2100 ha hat, wovon bis jetzt gegen 500 ha kultiviert sind. Von den 53 bebauten Siedelungen sind 18 Rentengüter, 32 Zeitpachtungskolonien; dazu kommen noch ein Gefangenenhaus, eine Moorvogtei und ein Gemeindehaus sowie ein Schulgebäude, eine Kirche und ein Pfarrhaus. Die Inhaber von Rentengütern gelangen bei einer Verzinsung ihrer Kolonie mit 4 % nach 60 Jahren in ihren erb- und eigentümlichen Besitz. Besonders günstig für sie ist die Beschaffung von Arbeitskräften, die ihnen von dem hier stationierten 40 Mann starken Strafkommando nach Bedarf zu mäßigem Lohne auf jede beliebige Zeit zur Verfügung gestellt werden. Ganz besonderer Erwähnung verdient die Anlage des sogen. Gemeindehauses, d. i. einer Wirtschaft, die nach schwedischem Prinzip eingerichtet ist, und deren Erträgnisse den Gemeindemitgliedern zufallen. (Ausführlich hat über das sogen. „Gotenburger Ausschanksystem“ Prof. Dr. Bredo Morgenstjerne-Kristiania in dem Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Bd. V, S. 46ff. berichtet. Siehe auch die dort angegebene Literatur.)

rende Eigenschaft des Torfes in Form von Torfstreu, Torfmull und schließlich die schalldämpfende und wärmezurückhaltende Fähigkeit in Form von Torfplatten für die verschiedensten Zwecke von Handel und Industrie zu verwerten. Die angestellten Versuche lieferten ein entschieden günstiges Ergebnis, so daß eine Torfverwertung wohl gerechtfertigt erscheint, allerdings handelt es sich hier um Verwendungsgebiete, bei denen die Nachfrage bei weitem hinter dem Angebot zurücksteht, so daß sie nie den treibenden Faktor einer allgemeinen Moorkultur abgeben würden.

In dem etwa 10 000 ha großen Gelände des Auricher Wiesmoores hat man sich für eine Kombination der oben erwähnten Kultivierungssysteme entschieden, d. h. es wird sowohl Neuland geschaffen als auch Torf technisch verwertet.

Die Schaffung von Neuland wird durch die „holländische Verfehnung“ unter gleichzeitiger Anwendung der „deutschen Hochmoorkultur“ erreicht.

Die Verfehnung ist ein eigentümliches Kulturverfahren, das zuerst in Holland mit gutem Erfolge eingeführt wurde, so daß dort jetzt viele Quadratmeilen des früher fast ertraglosen Hochmoores in blühendes Acker- und Grasland verwandelt worden sind.

Zur Verfrachtung des abzugrabenden Torfes werden schiffbare Kanäle (Fehnkanäle) von den nächst gelegenen Wasserstraßen aus ins Moor hinein gegraben. In diesen Frachtkanal (siehe Figur 8) läßt man senkrecht zu ihm einen ungefähr halb so breiten, mit ganz flachen Booten noch befahrbaren Hauptentwässerungskanal, die sog. Hoofwieke¹⁾, münden, wiederum senkrecht zu diesem, also parallel zum Hauptkanal werden dann die kleineren Entwässerungskanäle, die Inwieken²⁾, angelegt. Der erste Gewinn, den man aus der Anlage zog, war der Abbau der obersten Schicht des sog. Brenntorfes. Schon deshalb war die Methode der holländischen Fehnkultur nur so lange anwendbar, wie man noch in weiten Volksteilen mit Torf heizte. Als der Torf der Kohle weichen mußte, war dieser Kultur ihr Urteil gesprochen. Nach Abbau des Brenntorfes stieß man dann auf den kultur-

¹⁾ Hoofdwieke (holländ.) = Hauptflügel.

²⁾ Inwieken = Innenflügel.

fähigen Boden, dieser mußte zum Zwecke des Ackerbaues aber erst mit Sand gemischt werden, den man auf Kanälen heranschaffte. Je tiefer man in das Moor hineinging, je weiter man sich von dem Sand liefernden Gebiet entfernte, desto teurer mußte die Besandung werden. Dies war ein zweiter Grund, daß man sich allmählich mit dem Gedanken vertraut machen mußte, die

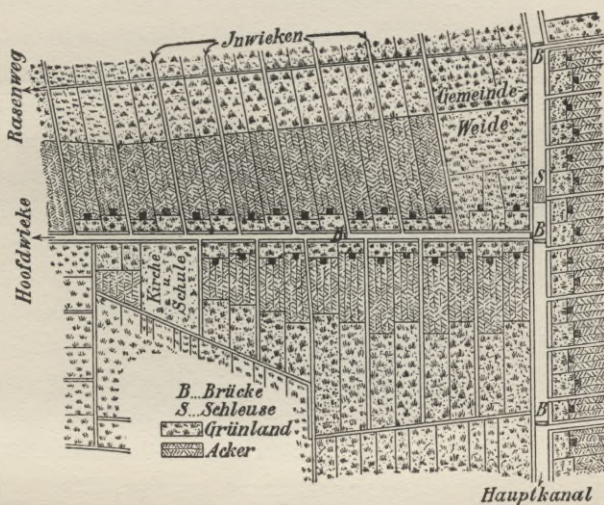


Fig. 8. Holländische Fehnkultur.

früher allgemein übliche holländische Fehnkultur durch eine andere Moorkultur zu ersetzen. Dazu kam ein dritter Grund, die steigenden Arbeitslöhne. Man mußte auf eine weniger menschliche Arbeitskraft erfordernde Moorkultur bedacht sein. Das in der geschilderten Weise hergestellte Gemisch von moorigem Unterboden mit Sand wurde dann zu guter Letzt noch stark gedüngt und dann mit Pflanzen bebaut, die den Boden stark angreifen. Bei dem System traten allmählich, wie gesagt, die drei unüberwindbaren Mängel auf, und so schloß die ganze Moorkultur nach und nach ein. Das Verdienst deutscher Anbautechnik ist es dann gewesen, ein vollständig neues Moorkultursystem erfunden zu haben, das die genannten drei Mängel vermeidet.

Die deutsche Hochmoorkultur, ein Verfahren, das, wie Prof. Dr. Br. Tacke-Bremen¹⁾ gezeigt hat, auf allen ent-

¹⁾ Vgl. die zahlreichen Veröffentlichungen von Prof. Dr. Tacke Tennen in

wässerbaren Hochmooren ohne weiteres durchführbar ist, besteht in einer flachen Drainierung und in einer Überführung des nicht abgetorften und nicht besandeten Hochmoors in kulturfähiges Acker- und Wiesenland mit Hilfe natürlichen oder künstlichen Düngers. Die Ertragsfähigkeit bei dieser Kultur steht der holländischen Verfehnung, wie die praktischen Versuche ergeben haben, in keiner Weise nach.

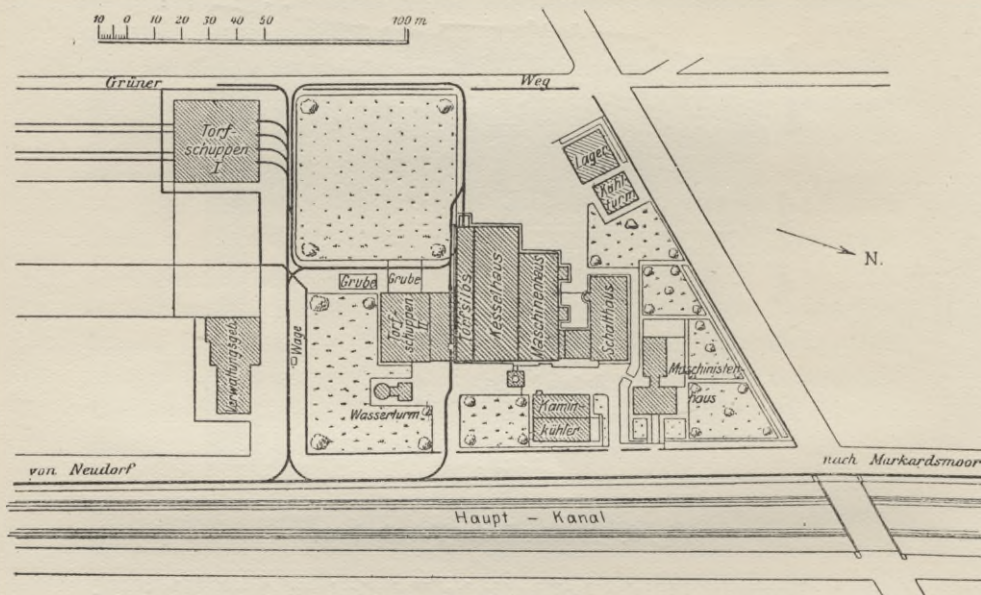


Fig. 9. Lageplan des Kraftwerkes im Auricher Wiesmoor.

Wie oben bereits erwähnt, kommt im Auricher Wiesmoor die deutsche Hochmoorkultur und die holländische Verfehnung gleichzeitig zur Anwendung. Da es aber ausgeschlossen erschien, die großen Torfmengen, die bei einer Moorkultur des Auricher Wiesmoors frei wurden, als Brenntorf in den Handel zu bringen — wollte man nicht den ein kümmerliches Dasein fristenden Torfbauern die einzige Erwerbsmöglichkeit nehmen —, so mußte man für den Torf ein größeres Verwendungsgebiet suchen. Erst

den letzten Jahrgängen der Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche. Ferner: „Die Entwicklung der Moorkultur in den letzten 25 Jahren.“ Verlag Parey-Berlin 1908. — Die Sitzungsprotokolle der Zentral-Moor-Kommission, ebenfalls Verlag Parey.

dadurch, daß es gelang, dieses Absatzgebiet in einem sehr umfangreichen Maße zu finden und auf diesem Wege zugleich die teure menschliche Arbeitskraft durch die mechanische zu ersetzen, wurde es überhaupt erst möglich, die alte holländische Fehnkultur wieder aufzunehmen. Man verwendete nämlich die großen Mengen gewonnenen Brenntorfs zur Erzeugung von Elektrizität, die man dann bald selbst wieder in den Dienst der Moorkultur stellen und so die teuren menschlichen Kräfte ausschalten konnte, deren man zu Beginn der Anlage bedurft hatte.

Der preußische Staat entschloß sich, in der Nähe von Aurich im Verein mit den Siemens-Schuckertwerken, eine elektrische Überlandzentrale mit einer augenblicklichen Maximalleistung von 6000 PS zu errichten und in dieser Zentrale den Torf zur Erzeugung von elektrischer Energie zu verwerten. Vorläufig haben drei Dampfturbinen Aufstellung gefunden, die zwei Drehstrom-Generatoren von je 1250 KVA und einen Drehstromgenerator von 1550 KVA Dauerleistung bei 5000 Volt Betriebsspannung betreiben. Das Kraftwerk wird nach völligem Ausbau ganz Ostfriesland, das Großherzogtum Oldenburg und benachbarte Teile mit elektrischer Energie versorgen. Das bisher fertiggestellte Starkstromnetz mit 20 000 Volt Netzspannung reicht im Westen bis Leer und Emden, im Osten bis nach Wilhelmshaven. Im Jahre 1910 wurden etwa 2870 Doppelwaggons Torf verbrannt, wozu aushilfsweise noch 370 Waggons (etwa 13 %) Braunkohle kamen, weil das Kraftnetz des Emdener Hafen-Neubaues unerwartet viel Energie erforderte; in den folgenden Jahren kam nur Brenntorf zur Anwendung. Die bisher erzielten Resultate haben den Beweis erbracht, daß sich die Torflager zur Erzeugung elektrischer Energie im Großen sehr vorteilhaft verwenden lassen. Anfangs verbrauchte man 4 kg Torf pro Kilowattstunde; durch technische Verbesserungen der Anlage gelang es schließlich, den Torfverbrauch auf 2 kg pro Kilowattstunde herabzudrücken, so daß die wirtschaftliche Frage sichergestellt sein dürfte.

Zurzeit werden etwa 8 Millionen Kilowattstunden pro Jahr abgegeben; für eine Steigerung des Konsums auf das Dreifache, d. h. für 24 Millionen Kilowattstunden pro Jahr, würde das 10 000 ha umfassende Hochmoor den Brennstoff für über 700 Jahre liefern können. Bei dieser Berechnung ist die augenblickliche Brennstoffausnutzung (der spezifische Brennstoffverbrauch)

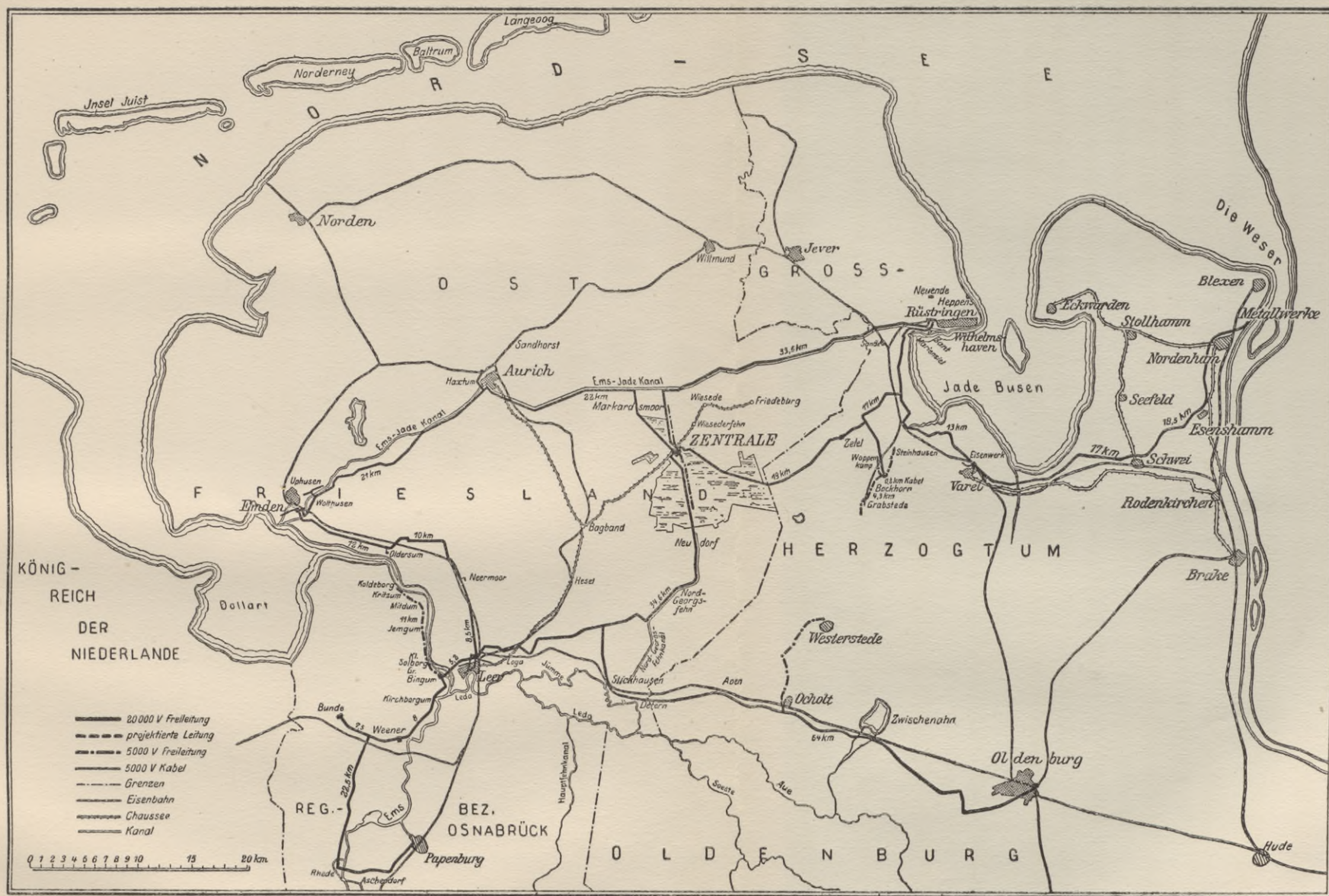
zugrunde gelegt. Der heutige Stand der Torfverwertung für Kraftzwecke, sowie der der elektrischen Kraftübertragung befindet sich aber in einem beständigen Entwicklungsflusse; es wäre daher sehr gewagt, bereits jetzt feste Normen aufstellen zu wollen. Welche technischen Verbesserungen uns die nächsten Dezennien bringen werden, läßt sich kaum ahnen. Der oben berechnete Termin von 700 Jahren dürfte daher sicherlich infolge der zu erwartenden höheren Wirkungsgrade im Kraftgasmaschinenbau sowie infolge der Fortschritte in der Elektrotechnik nicht zu hoch veranschlagt sein, selbst wenn der Kraftbedarf über 24 Millionen Kilowattstunden pro Jahr steigen sollte.

Bei der Moorkultur im Auricher Wiesmoor finden — was wohl kaum besonders erwähnt zu werden braucht — die neuesten Errungenschaften der Technik in weitgehendstem Maße Anwendung. Sämtliche Kulturgeräte werden — soweit angängig — elektrisch betrieben.

Beim Verfehlen heben elektrische Torfbagger die Torfmassen aus und ziehen auf diese Weise die bei dieser Kultur charakteristischen Haupt- und Seitenkanäle. Transportrinnen nehmen die Torfmassen auf, durch fahrbare Elevatoren gelangen die Massen zu den Mischern und von dort zu den Sodenpressen, in denen die einzelnen Stücke vom Wasser befreit und in geeignete Formate gepreßt werden. Benzollokomotiven¹⁾ schaffen in Feldbahnloren den Brennstoff zum Torfvorratsschuppen, dessen Inhalt etwa 2600 Tonnen faßt und dem Bedarf der Zentrale für über einen Monat genügt, da zurzeit pro Tag etwa 60 Tonnen gebraucht werden.

Vom Vorratsschuppen aus gelangt der Brenntorf durch automatische Transporteinrichtungen vor die Feuerungen der Dampfkessel, wo selbsttätige Beschickungsvorrichtungen das Befeuern übernehmen. 4 Wasserröhrendampfkessel von je 300 qm Heizfläche erzeugen 12 000 kg überhitzten Dampf von 12,5 Atm. pro Std., der in 3 Drehstrom-Turbogeneratoren hochgespannten Drehstrom von 5000 Volt Betriebsspannung erzeugt, welche elektrische Energie, auf 20 000 Volt transformiert, in die Fernleitung des Überlandkraftwerkes geht.

¹⁾ Benzol C_6H_6 ist ein Destillationsprodukt aus dem Steinkohlenteer. Als Brennstoff für Benzolmotoren kommt gereinigtes 90 proz. Benzol vom spez. Gew. 0,88 zur Verwendung. Brennstoffkosten pro PS/std etwa 7 Pf.



Tafel I. Karte von Ostfriesland mit den zu kultivierenden Mooren und dem Versorgungsgebiet des Kraftwerkes.

Tafel II. Plan zur Verfehnung (Kultivierung) des Auricher Wiesmoores.



Ebenso flott wie die maschinell betriebene Fehnkultur entwickelt sich auch infolge des weitgehenden Dienstbarmachens der Technik die Hochmoorkultur. Zu diesem Zweck werden ein Jahr vor Inangriffnahme des betreffenden Hochmoores vier parallele Gräben baggert (Fig. 10 u. 11). Der erste Graben hat

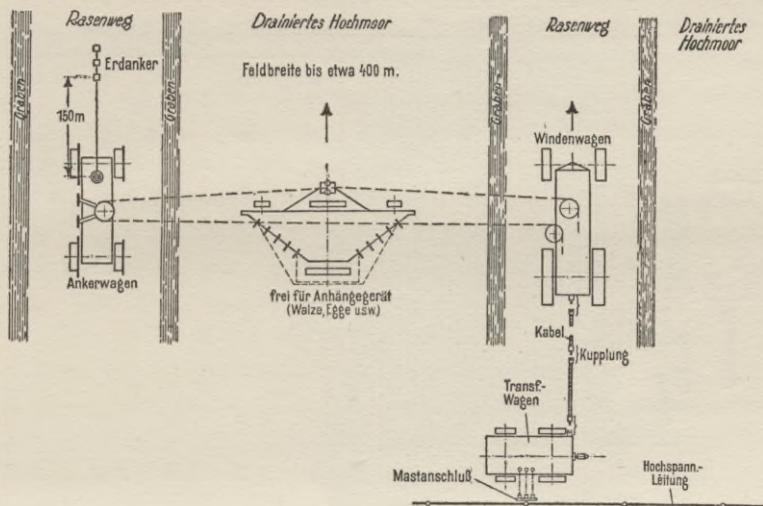


Fig. 10. Schema der maschinell betriebenen Moorkultur.

vom zweiten einen Abstand von etwa 50—60 m, der zweite vom dritten aber einen solchen von etwa 400 m und der dritte vom vierten wieder 50—60 m Abstand. Darauf werden die verhältnismäßig schmalen Moorflächen zwischen dem ersten und zweiten Graben sowie zwischen dem dritten und vierten Graben drainiert, dann zu etwas konvexen Rasenwegen umgearbeitet und mit kräftiger Grasnarbe versehen, während die 400 m breite Moorfläche der Kulturarbeit des nächsten Jahres vorbehalten bleibt. Auf diesem breiten Stück wird zuerst drainiert und das Wasser in die Gräben abgeleitet, alsdann kommt das Gelände unter den Pflug, indem der Windenkran des Elektropfluges nebst dem Transformatorwagen (zur Transformierung von 20 000 Volt Hochspannung auf die Betriebsspannung von 750 bis 1000 Volt) auf dem einen Rasenweg, der Ankerwagen auf dem anderen Rasenweg aufgestellt wird. Durch Hin- und Herfahren eines dreischarigen Kippfluges, der speziell für Moorkultur konstruiert worden ist, wird das 400 m breite Moorgelände umgepflügt, mit Egge

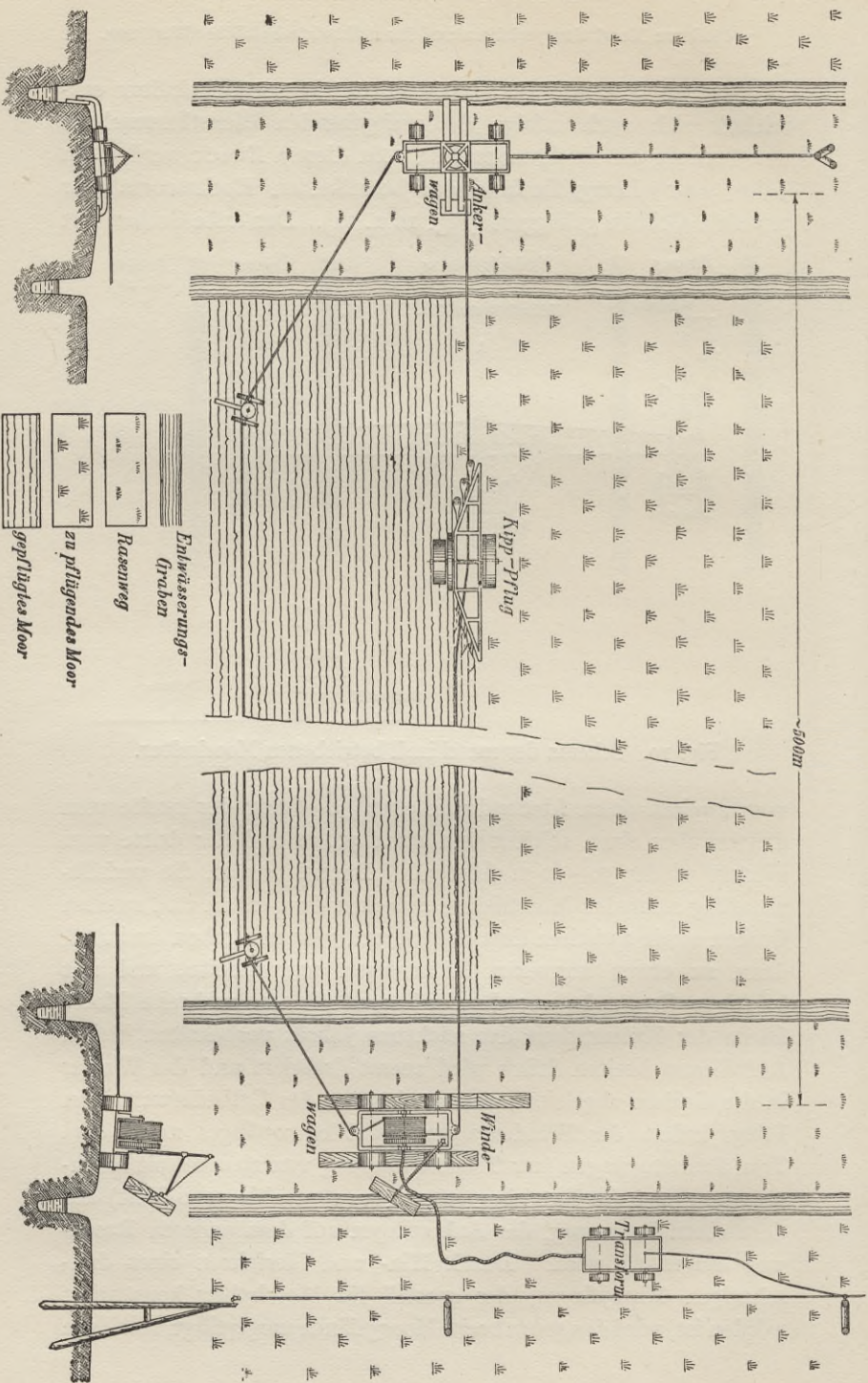


Fig. II. Arbeitsweise des elektrischen Pfluges nach dem Einnaschinensystem der Siemens-Schuckertwerke.

und Walze bearbeitet, gekalkt, mit Kunstdünger (Thomasmehl, Kalk, Kalisalz) versehen und eingesät. Die Urbarmachung einschließlich der Drainierung kostete nach genauen praktischen Messungen 600—700 M. pro Hektar. Bereits die erste Getreidernte zeigte sehr günstige Erträge, es konnte der Roggen auf dem Halme mit 300 bis 400 M. pro Hektar verkauft werden, so daß die Anlagekosten in zwei Ernten nahezu wiedergewonnen wurden.

Der im Auricher Wiesmoor verwendete Kippflug wurde von Kemna-Breslau geliefert. Die Kosten des kompletten Motorpflugsatzes stellen sich nach den dem Verfasser freundlichst zur Verfügung gestellten Angaben des Königlichen Mooradministrators Herrn Schweizer in Wiesmoor (Post Strackholt, Ostfriesland) auf 30 000 M., wozu noch 5000 M. für die 5 m breite Scheibenegge und 3000 M. für die Walze kommen.

Ein 60-PS-Elektromotor betreibt den dreischarigen Kippflug, der bei einer Furchentiefe von 25—30 cm (10—12" engl.) pro Tag 5 ha (= 20 preuß. Morgen) umpflügt. Die Betriebskosten des Elektropfluges beanspruchen 2,80 bis 3,20 M. pro Hektar (70 bis 80 Pf. pro Morgen); zur Bedienung sind 4 Mann mit je 3 M. Tageslohn erforderlich.

Die Egge und Walze bearbeiten je 12 bis 15 ha pro Tag und verlangen je 1 Mann zur Bedienung, wozu noch 1 Mann für die Bedienung des Windewagens kommt.

Rechnen wir das Jahr zu 200 Pflügetagen¹⁾, so würden der Elektropflug 1000 ha (4000 preuß. Morgen) pro Jahr, die Egge 4800—6000 ha (19 200—24 000 Morgen) pro Jahr, die Walze 4800—6000 ha (19 200—24 000 Morgen) pro Jahr Moorland in kulturfähigen Acker-, Weiden- oder Wiesenboden umwandeln.

Eine die Landwirtschaft besonders interessierende Frage, welche Leistungen von den noch unkultivierten Mooren und den mineralischen Ödflächen im Deutschen Reiche nach ihrer Kultivierung zu erwarten sind, hat der Wirkliche Geh. Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. M. Fleischer-Berlin²⁾ in der vom

¹⁾ Im Durchschnitt kann man annehmen, daß von den 365 Tagen des Jahres zum Pflügen etwa 200 zur Verfügung stehen.

²⁾ Vgl. auch: Anlage und Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden. Von Dr. M. Fleischer, Berlin 1912.

Verein zur Förderung der Moorkultur herausgegebenen Druckschrift sehr ausführlich beantwortet. Nach seinen Ermittlungen ist der Bestand Deutschlands zu schätzen:

an unkultiviertem Hoch- und Übergangsmoor auf rund	1 026 000 ha
an unkultiviertem Niedermoor „	1 032 000 „
an kulturfähigem mineralischen Ödland . . „	1 500 000 „
	<hr/> 3 558 000 ha

Als kultivierte Wiesen würden diese Flächen an gutem Klee-grasheu liefern können:

das Hochmoor (pro ha 50 dz)	51,3 Millionen dz
das Niedermoor (pro ha 50 dz)	51,6 „ dz
der mineralische Boden (pro ha 40 dz) . . .	60,0 „ dz
	<hr/> 162,9 Millionen dz

Nach Remy braucht durchschnittlich 1 Stück Großvieh bei ausschließlicher Heufütterung 18 kg pro Tag, also rund 66 dz Heu pro Jahr; es könnten demnach mit 162,9 Millionen dz Heu jährlich 2 468 180 Stück Großvieh mehr als jetzt ernährt werden. Nach der Viehzählung vom 2. Dezember 1907 war ein Viehstand von 20,6 Millionen Stück Rindvieh vorhanden, mithin könnte man die Großviehhaltung um etwa 12 % vermehren, wenn die Moorkultur gründlich durchgeführt würde. Welchen großen Einfluß dieses Mehr im Angebot auf den Fleischpreis ausüben dürfte, soll hier nicht weiter erörtert werden.

Bei Zugrundelegen obiger Bodenverteilung darf man mithin von den bisher unkultivierten Flächen eine Erzeugung von Marktvieh-Lebendgewicht erwarten:

auf dem Hoch- und Übergangsmoor von	1 504 000 dz
„ „ Niedermoor von	2 884 900 dz
„ „ Mineralboden von (1 500 000 × 2,5) = .	3 750 000 dz
	<hr/> im ganzen von 8 138 900 dz

Dabei würden

auf dem Hochmoor	67 375 Familien
„ „ Niedermoor	5 320 „
	<hr/> im ganzen 72 695 Familien

kleinerer Wirtschaften ihren Lebensunterhalt finden.

Würde man aber, wie Dr. Caro in seinem Vortrag über „Moorkultur und Torfverwertung“ gelegentlich der 82. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte im Jahre 1910 in Königsberg i. Pr. ausführte, für eine Ansiedlerfamilie ein Durchschnittsareal von 10 ha rechnen, so könnten bei $2\frac{1}{4}$ Millionen Hektar sogar über 200 000 Siedlungsstellen geschaffen, d. h. es könnte eine landwirtschaftliche Bevölkerung von fast 1 Million angesiedelt und ernährt werden, was für die Gesamtwirtschaft des Staates von größter Bedeutung wäre.

Um Moorland in Kultur zu bringen, ist ein Kostenaufwand von 400 M. pro ha (den Auricher Satz angenommen) erforderlich, für Ödland betragen die Kosten (nach Angaben des Geh. Ober-Reg.-Rat Dr. Ramm vom Landwirtschaftsministerium) etwa 300 M. pro Hektar, so daß für 3,5 Millionen Hektar etwa 1,3 Milliarden Mark aufzubringen wären, ein Betrag, der in der Hauptsache auf Preußen fällt.

Ein derartiges Meliorationswerk hat aber nur Erfolg, wenn es sehr schnell in Angriff genommen und schnell, d. h. in etwa 10 bis 12 Jahren, beendet wird. Wenn man, wie der Abgeordnete Klocke im Abgeordnetenhaus ausführte, die Aufgaben der Moorkultur mit friderizianischer Energie erfaßt, und wenn man sie mit friderizianischer Großzügigkeit und friderizianischer Energie auch durchführt, dann werden sie zum Segen für die gesamte deutsche Volkswirtschaft gereichen.

Ergebnisse bei dem Überlandkraftwerk im Auricher Wiesmoor haben bewiesen, daß eine Aufschließung der Moore für Kultur- und Meliorationszwecke, die Hand in Hand mit einer technischen Verwertung der in den Mooren aufgespeicherten großen Energievorräte geht, auf eine gesunde wirtschaftliche Basis gestellt werden kann, sobald die teurere Menschenkraft durch die Maschine ersetzt wird.

Wenn auch die Ergebnisse in Aurich entschieden als günstig zu bezeichnen sind, so stand bisher doch einer ausgedehnteren Verwendung des Torfes zur Kraftgewinnung — solange das Torfgraben und das Herstellen der Soden von Hand erfolgte — sein großer Gehalt an Wasser und Asche entgegen; infolgedessen besaß der Torf nur eine mehr örtliche Bedeutung; ihn unter Dampfkesseln zu verfeuern, war für die Ausnutzung im Großen unwirtschaftlich, und alle Versuche, die angestellt wurden, Torf

zu brikkettieren oder sonstwie künstlich zu trocknen, scheiterten an der Unrentabilität, weil es sich darum handelt, etwa 80 % Wasser aus dem Torf herauszubringen.

§ 4.

Die Torfvergasung nach Mond-Frank-Caro und die Gewinnung von Ammoniak für die Industrie und Landwirtschaft.

Der modernen Technik war es vorbehalten, auch auf dem Gebiete der Ausnutzung der Torfmoore gute Erfolge zu verzeichnen, indem es gelang, Torf mit über 60 % Wassergehalt in Generatoröfen zu vergasen, bei der Vergasung wichtige Nebenprodukte, besonders das für Industrie und Landwirtschaft wertvolle schwefelsaure Ammoniak¹⁾ sowie Torf zu gewinnen und das erzeugte Gas unmittelbar in wirtschaftlich hochwertigen Gasmaschinen zu verbrennen. Besonders erfolgreich auf dem Gebiete der Torfvergasung war der deutsche Chemiker Dr. Ludwig Mond, dessen zuerst auf Steinkohle angewandtes sogen. Mondgasverfahren — von Prof. Frank und Dr. Caro verbessert — die Erzeugung von Heiz- und Kraftgas aus geringwertigem Brennmaterial mit oder ohne gleichzeitige Gewinnung von Nebenprodukten besonders des Ammoniaks bezweckt.

Bei dem üblichen Gehalt der Hochmoore von 1 % Stickstoff (vgl. nachstehende Tabelle) erhält man aus 1 Tonne Torf (Trockensubstanz) 40 kg schwefelsaures Ammoniak im Werte von 8,50 M. und bei 2 % Stickstoffgehalt der übergangsmoorhaltigen Hochmoore das Doppelte (vgl. Vortrag von Dr. N. Caro-Berlin in der 82. Jahresversammlung deutscher Naturforscher). Besonders stickstoffhaltig sind die bayrischen Moore; so enthalten die im Besitze der Stadt München befindlichen nach Untersuchungen von Prof. Dr. Schultz (Technische Hochschule München) und Dr. Caro-Berlin im Mittel 2,75 % Stickstoff. Da solche Torfe bei der Vergasung nach dem Mondgasverfahren pro Tonne Torf 70 bis 90 kg schwefelsaures Ammoniak ergeben, so wird dadurch die Rentabilität gesichert.

¹⁾ Über Weltproduktion und -konsumtion von schwefelsaurem Ammoniak siehe die Tabellen VII auf S. 48 und XXIII auf S. 155.

Tabelle VI.

Mittlere Zusammensetzung typischer Moorbodenarten¹⁾.

Moorbodenart	Völlig trockene Torfsubstanz enthält				
	Stickstoff in %	Mineral- stoffe in %	Kali in %	Kalk in %	Phosphor- säure in %
Hoch- od. Heide- Moos- moore { Obere Schicht (Verwitterungs- schicht u. Heide- erde)	1,2	3,0	0,05	0,35	0,10
{ Tiefere Schich- ten (jüngerer u. älterer) Moostorf	0,8	2,0	0,03	0,25	0,05
Niederungsmoore oder Flachmoore	2,5—4	10,0	0,10	4,00	0,25—4,
Übergangs- oder Misch- moore	2,0	5,0	0,10	1,00	0,20

Moorbodenart	1 cbm natürlichen Bodens enthält durchschnittlich				
	feste Stoffe in kg	Stickstoff in kg	Kali in kg	Kalk in kg	Phosphor- säure in kg
Oberste Moostorf-(Verwit- terungs-)Schicht . . .	120	1,44	0,05	0,42	0,12
Jüngerer Moostorf . . .	90	0,73	0,03	0,23	0,04
Niederungsmoor	250	6,25	0,25	10,0	0,63
Übergangsmoor	180	3,6	0,04	1,8	0,36

Für die Krafterzeugung bleibt bei dem Frank-Caro-Mond-Gasverfahren, das nur in sehr großem Maßstab anwendbar ist, außerdem noch soviel Kraftgas von 1250 bis 1350 WE/cbm übrig, daß aus 1 Tonne Torf-Trockensubstanz etwa 650 bis 750 PS/std und bei Dauerbetrieb 900 PS/std in Form elektrischer Energie gewonnen werden. Infolge der Gewinnung billigen Kraftgases, des sogen. Mondgases, eignet sich das Verfahren auch zur Fabrikation künstlicher Düngemittel aus dem Luftstickstoff²⁾, und

¹⁾ Nach Wirkl. Geh. Ob.-Reg.-Rat Dr. Fleischer.

²⁾ Über die Verwendung des Luftstickstoffes als künstliches Düngemittel siehe die Ausführungen auf S. 194ff.

zwar besonders in Form von Kalkstickstoff (weniger von künstlichem Salpeter), da die Selbstkosten des erzeugten elektrischen Stromes sehr niedrig sind. Der volkswirtschaftliche Wert des Verfahrens leuchtet ohne weiteres ein, wenn es gelingt, das Deutsche Reich von der Einfuhr künstlicher Düngemittel, die heute bei einem Gesamtbedarf von über 300 Millionen Tonnen etwa 150 Millionen Mark beträgt, immer mehr unabhängig zu machen. Die Verwendung des schwefelsauren Ammoniaks in der Landwirtschaft hat wie die der übrigen künstlichen Düngemittel ständig zugenommen. Die Höhe der Ammoniakproduktion war aber bis vor kurzem fast ausschließlich von dem als Nebenprodukt in den Gasanstalten und Kokerien gewonnenen Gaswasser abhängig, das pro Liter zwischen 3 g und über 30 g Ammoniak enthält; infolgedessen war nicht das Interesse der Landwirtschaft, sondern der augenblickliche Beschäftigungsgrad der Industrie, das heißt, der Bedarf an Zechenkoks, an Kraft- und Leuchtgas das treibende Moment für die Ammoniumsulfat-Fabrikation.

Die Produktionssteigerung an schwefelsaurem Ammoniak in den letzten beiden Dezennien veranschaulicht die nachstehende Tabelle; sie zeigt aber auch, daß augenblicklich nicht annähernd die landwirtschaftlich so wichtige Stickstoffquelle, der Chilesalpeter, durch die Ammoniumsulfat-Industrie in seiner Existenz bedroht ist.

Tabelle VII.

Jahr	Die Produktion an schwefelsaurem Ammoniak in 1000 Tonnen			Weltkonsum an Chilesalpeter in 1000 Tonnen
	England	Deutschland	Weltproduktion	
1890	136	20	210	894
1895	182	50	315	1026
1900	216	130	493	1566
1910	369	391	1077	2251

Die Einfuhr- und Ausfuhrmengen sowie ihre Werte für die deutsche Volkswirtschaft läßt die nächste Tabelle erkennen; wir ersehen daraus, daß der Wendepunkt 1909 eintrat. Seit diesem Jahre erscheint Deutschland als Ausfuhrland für schwefelsaures Ammoniak auf dem Weltmarkte, um ein Jahr später sogar Englands Produktion, des Mutterlandes der Gasanstalten, zu überflügeln.

Tabelle VIII.

Schwefelsaures Ammoniak aus Kokereien.

Jahr	Deutschlands			
	Einfuhr		Ausfuhr	
	1000 Tonnen	1000 M.	1000 Tonnen	1000 M.
1901	44,4	9 770	9,8	2 165
1902	42,3	9 718	5,7	1 321
1903	35,2	8 440	5,6	1 342
1904	35,2	8 791	10,7	2 674
1905	48,0	12 001	27,6	6 897
1906	35,4	8 841	37,3	9 322
1907	33,5	8 381	57,5	14 373
1908	47,3	11 344	73,2	18 296
1909	58,1	13 952	58,7	14 681
1910	31,4	8 007	92,9	24 179
1911	24,5	6 483	74,5	18 560

Die oben erwähnte Abhängigkeit der Ammoniakproduktion von der wirtschaftlichen Konjunktur der Industrie kann leicht durch eine partielle Krisis (durch Streiks usw.) den Anlaß zu einer Verschärfung, zu einer allgemeinen Krisis geben, da die Landwirtschaft bei ihrem Stickstoffbedarf nicht in der Lage ist, sich schnell den augenblicklichen Verhältnissen anzupassen, sondern im Gegenteil einen ständig wachsenden Bedarf an Ammoniak hat.

Diesem Nachteil in wirkungsvoller Weise abgeholfen zu haben, ist das unstreitige Verdienst von Geh.-Reg. Rat Prof. Dr. Adolf Frank, der der Technik die Wege wies, um durch zweckmäßige Moorkultur eine wirtschaftlich rentable Ammoniakgewinnung zu erzielen, die unabhängig ist von dem Betrieb der Kokereien, von der Konjunktur der Eisenindustrie und von dem Bedarf an Leuchtgas.

Von dem Gedanken ausgehend, daß der Torf als verhältnismäßig geringwertiges Brennmaterial weite Transporte nicht vertragen kann, verlegt Prof. Frank seine Verwertung in das Moor selbst. Es ist ihm gelungen, selbst nur schwach abgetrockneten Torf unter Gewinnung des größten Teils seines Stickstoffgehaltes als Ammoniak-Gaswasser zu vergasen und so eine am Gewinnungs-ort leicht zu verwertende Energiequelle zu schaffen.

Auf die Konstruktions-Einzelheiten von Torfgasanlagen¹⁾ soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie mehr den Techniker als den Nationalökonom interessieren.

§ 5.

Rechnerische Ermittlung der in den preußischen Torfmooren aufgespeicherten Naturkraft.

Ein Einschränken des Steinkohlenbedarfes ist aus allgemein wirtschaftlichen Gründen stets erstrebenswert, damit die Kohlenvorräte für diejenigen Verwendungszwecke reserviert bleiben, die unbedingt auf Steinkohlen angewiesen sind, z. B. für den Schifffahrtsbetrieb, der die Grundlage für einen lebhaften Überseehandel bildet. Die wärmespendenden, also arbeit leistenden Naturkräfte, Kohle und Mineralöl, ziehen im Preise an (siehe die Kurven der Fig. 5 u. 6, S. 25 u. 26), so daß eine Überschlagsrechnung über den Wert, den die Torfmoore für unser Wirtschaftsleben haben, sicherlich nicht ohne Interesse sein dürfte.

Wie bereits erwähnt, schätzt man die Mächtigkeit der preußischen Moore auf rund 2,3 Millionen Hektar Ausdehnung, was bei einer mittleren Tiefe²⁾ von rund 3 m einem Volumen von 70 Milliarden Kubikmeter spricht.

Ein Kubikmeter Rohmoor gibt rund 150 kg Torftrockenmasse.

Nach angestellten Versuchen (besonders bei der seit dem 1. Oktober 1911 im Betriebe befindlichen Schwegermoorzentrale der Hannoverschen Kolonisations- und Moorverwertungsgesellschaft in Osnabrück) werden rund 1 kg zur Erzeugung von 1 PSe/std verbraucht, so daß 1 ha Trockenmoor etwa 4,5 Millionen PSe/std liefert.

Bei zehnstündiger Arbeitszeit eines Betriebes und bei 300 Arbeitstagen im Jahre ergeben sich aus

1 ha Torfmoor etwa 1500 effektive Jahres-PS.

¹⁾ Literatur über Torfgasanlagen: Z. Ver. deutsch. Ing., Jahrg. 1907, S. 438, 1910, S. 2036, 1911, S. 43, Dubbel, Großgasmaschinen; Jahrg. 1911, S. 368, Heinz, Die Ausnutzung unserer Torfmoore; Jahrg. 1912, S. 558, Prof. Dr. Ing. Baer, Untersuchung einer Torfgasanlage der Görlitzer Maschinenbauanstalt und Eisengießerei.

²⁾ Die Tiefe der Moore ist sehr verschieden, bisweilen gehen sie bis 24 m tief. Im Durchschnitt dürfte aber nur mit einer etwa 3 m dicken Schicht zu rechnen sein.

Die Statistik des Königlichen Statistischen Landesamts zählte am 1. April 1911 in Preußen rund 7,97 Millionen PS als Leistung der feststehenden Dampfmaschinen, Lokomobilen, Schiffsmaschinen und Dampfturbinen. Nehmen wir — da die statistischen Angaben keinen Unterschied zwischen P_{Si} und P_{Se} machen, und die Daten auch noch nicht erkennen lassen, wieviele P_{Se} tatsächlich in Betrieb waren — von den 7,97 Millionen PS als wirkliche Betriebskraft 4 Millionen P_{Se} an, so wäre hierzu ein Wärmequantum erforderlich, das rund 2670 ha Torfmoor zu liefern vermöchte. Die Torfmoore in Preußen mit 2 Millionen Hektar Ausdehnung würden also dem augenblicklichen PS-Bedarf sämtlicher gewerblicher Unternehmungen des Königreiches für rund 750 Jahre genügen.

Wir sind uns wohl bewußt, daß der praktische Wert solcher Zahlen nur von geringer Bedeutung ist, und daß ihm die Unsicherheit anhaftet, die allen auf unsicheren Unterlagen basierenden Berechnungen eigen ist; immerhin geben sie einen gewissen Anhalt, welche große Beachtung für unser Wirtschaftsleben den Torfmooren zukommt.

Die volkswirtschaftliche Entwicklung der Kulturstaaen zeigt auf allen Gebieten menschlichen Schaffens ein eifriges Vorwärtstreben¹⁾. Die kulturellen Aufgaben, die an jeden einzelnen, an Vereine und Genossenschaften, an Gesellschaften aller Art, an Landkreise, Provinzen und Provinzialverbände und nicht zum geringsten an die Staaten selbst herantreten, wachsen von Jahr zu Jahr!

Eine Kulturaufgabe dieser Art, die noch an vielen Orten der Verwirklichung harret, ist die Erschließung der Torfmoore.

§ 6.

Wertsteigerung von Moorländereien infolge der Moorkultur.

Wir erwerben durch die innere Kolonisation, d. h. durch die Erschließung und Urbarmachung der Moorländereien in erster Linie vorzügliches Neuland, das eine ständige Wertsteigerung erfährt, wie wir aus Zeitungsnotizen von ost-

¹⁾ Augenblicklich ist auch in Rußland eine elektrische Kraftzentrale im Bau, die die elektrische Energie aus Torf gewinnt. Dieses der „Gesellschaft für elektrische Beleuchtung vom Jahre 1886, Moskau“ gehörige Torfkraftwerk wird vorläufig für 3 Turbogeneratoren von zusammen 15 000 KVA eingerichtet.

friesischen und oldenburgischen Blättern ersehen können, so berichtet z. B. die Ostfriesische Zeitung, Emden, unter dem 1. September 1910: „Während noch vor zwei Jahrzehnten das Moor völlig wertlos war bzw. zu einem beispiellos niedrigen Preis verkauft wurde, sind die Werte in den letzten Jahren ganz erheblich gestiegen. So verkaufte dieser Tage (Aug. 1910) ein Grundbesitzer in Börgerwald (nördl. von Sögel) an die Klosterkammer in Hannover eine Fläche Hochmoor, welche vor Jahren 1500 M. gekostet hatte, für 18 000 M. Die in unserem Moore entstandenen landwirtschaftlichen Betriebe, welche durchweg mit einem erheblichen Gewinn arbeiten, geben Veranlassung zu weiteren Neukultivierungen und damit zum Ankauf größerer Moorflächen. In der Nähe hiesiger Stadt (Emden) ist mitten im Moore ein landwirtschaftlicher Großbetrieb nach den Plänen und Erfahrungen der Bremer Moor-Versuchsstation errichtet worden, der in jeder Hinsicht als mustergültig zu betrachten ist. Das auf den dortigen Weiden fettgewordene Vieh steht dem besten auswärtigen nicht nach.“

Über ähnlich günstige Ergebnisse in der Wertsteigerung der Moor- und Heideländereien weiß die Nordwestdeutsche Morgenzeitung in Oldenburg i. Gr. unter demselben Datum zu berichten; sie schreibt: „Für Heide- und Moorländereien sind die Preise in den letzten Jahren enorm gestiegen. Vor einem Menschenalter war der Scheffelsaat²⁾ Heide- resp. Moorland im Münsterlande zum Teil schon mit 10 Pf. erhältlich, d. i. pro Hektar 100 M. Wer als Verkäufer das Doppelte erzielte, hatte von besonderem Glück zu sagen. Dabei handelte es sich betreffs des Heidebodens nicht etwa nur um sterilen Sand-, sondern zum Teil um guten kleewüchsigen Lehm Boden. Jetzt wird infolge der ausgedehnten Verwendung des Kunstdüngers das Zehnfache gern bezahlt, und die Nachfrage übersteigt noch das Angebot.“

Außerdem werden wir aber durch die Erschließung der Torfmoore in die Lage versetzt, durch technische Verwertung des Torfes, namentlich durch die Erzeugung elektrischer Energie, die Naturkraft der „schwarzen“ Diamanten, die Steinkohle, für wichtigere Verwendungszwecke dem Lande zu erhalten.

²⁾ 1 Scheffelsaat = rd. 10 qm.

§ 7.

Die Aussichten einer tatkräftigen Moorkultur.

Die günstigen Aussichten, die eine tatkräftige Moorkultur für die preußische Volkswirtschaft bietet, lassen den Magdeburger Zentralanzeiger bei der Besprechung des Auricher Wiesmoors zu dem Schluß kommen, daß durch das Unternehmen der Siemens-Schuckertwerke der Ausbeutung unserer Moore, vor allem der tiefgründigen Moore, neue Wege gewiesen würden. Wir kämen auch ferner einen gewaltigen Schritt weiter in der Industrialisierung des platten Landes oder besser in der Verlegung unserer Industrie von den Großstädten auf das Land. Dort aber ist es leichter, dem Arbeiter gesunde Lebensbedingungen zu schaffen, vor allem für die verheirateten Arbeiter und ihre Familien könnten menschenwürdige Wohnungen gebaut werden. Wenn auch der Kohlenreichtum Deutschlands in absehbarer Zeit nicht verzehrt wird, teuer muß die Steinkohle doch werden, und sie wird es bereits, wie die Kurven erkennen lassen, da man gezwungen ist, in immer größerer Tiefe abzubauen. Dadurch steigen die Aussichten für eine günstige Entwicklung der Moorindustrie. Das Prinzip der „Industrialisierung des platten Landes“ ist schon längst keine Phrase mehr, sondern hat sich als eine eiserne Notwendigkeit erwiesen, und der Ausspruch, daß es der Landwirtschaft immer dort am besten gehe, wo Industrie vorhanden sei¹⁾, gilt auch unter dem Gesichtspunkt der technischen und landwirtschaftlichen Ausnutzung der Torfmoore.

Eine glückliche Lösung solcher Kulturaufgaben — auf die wir Deutsche besonders stolz sein dürfen, da wir auf diesem Gebiete vor allen anderen Nationen die Führung genommen haben — wird aber in allererster Linie nur großen Unternehmerverbänden oder Körperschaften möglich sein, wie die von den Siemens-Schuckertwerken im Verein mit dem Preußischen Staat betriebene Überlandzentrale im Großen-Wiesmoor bei Aurich ein treffendes Beispiel bildet. Aber auch der Einzelne kann anregend und fördernd wirken und auf diese Weise sein Scherflein zur Lösung

¹⁾ Vgl. die Rede von Prof. Dr. Gerhard von Schulze-Gävernitz bei Gelegenheit der agrarpolitischen Debatte auf der Generalversammlung des Vereins für Sozialpolitik zu München 1901.

beitragen, damit auch die Kultivierung von Moorländereien im Privatbesitz in etwas schnellerem Tempo vonstatten geht, als es bisher geschah.

§ 8.

Bedingungen für eine Förderung der Moorkultur.

Um eine Kultivierung von privater Seite mit Erfolg betreiben zu können, müßten vor allem diejenigen Hemmungen beseitigt werden, die auch sonst jedem Kulturfortschritt entgegenstehen, nämlich

1. das mangelnde Verständnis für eine moderne Moorkultur,
2. das Fehlen an Arbeitskräften und
3. der Mangel an Betriebskapital.

Der erstgenannte Faktor, die Verständnislosigkeit für eine moderne Moorkultur, wird sich jedoch nur beseitigen lassen durch eine *zielbewußte Aufklärungsarbeit*, d. h. durch bildende Vorträge, vor allem aber durch einen planmäßigen Unterricht an den landwirtschaftlichen Schulen.

Auf dem Gebiete des Vortragswesens hat man bisher Gutes, wenn auch nicht annähernd Vollkommenes geleistet. Hier verdienen besonders genannt zu werden die von Vereins wegen, z. B. durch den Verein zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, veranstalteten Vorträge. Da es sich hierbei aber nur um die Aufklärungsarbeit einiger weniger Vortragsredner handelt, die in der kurzen Zeit eines Vortragsabends, d. h. in ein bis zwei Stunden, nur ein allgemeines Bild über die Vorteile zielbewußter Moorkultur entrollen können, so kann — da der Inhalt des Vortrages in den paar Stunden den Hörern nicht in Fleisch und Blut übergeht — von einem Fortschritt und durchschlagendem Erfolg auf der ganzen Linie nicht gesprochen werden.

Unsere Landbevölkerung ist für Neuerungen nicht so schnell zu haben wie der Städter, das ist eine alte Erfahrung, die man ständig gemacht hat und auch immer wieder machen wird. Wir sahen diese Schwerfälligkeit bei der Einführung von landwirtschaftlichen Maschinen, ferner bei dem Übergang von reinem Stalldünger zum gemischten System mit Düngemitteln wie Chilesalpeter, Thomasmehl usw., schließlich bei der Einführung der Elektrizität in die Landwirtschaft und augenblicklich wieder bei

der Moorkultur und bei den neuen stickstoffhaltigen künstlichen Düngemitteln aus der atmosphärischen Luft, dem weiter unten besprochenen Kalksalpeter und Kalkstickstoff.

Will man Erfolge zeitigen, will man wirklich gute Früchte erzielen, dann darf man das Veredelungsreis nicht auf den alten Stamm der Landwirte pflanzen. Man muß den jungen saftvollen Baum zu okulieren suchen, der noch bildungsfähig und empfänglich für gute Lehren ist. Mit anderen Worten: Die landwirtschaftlichen Schulen — besonders die Mittelschulen, die für die große Masse der Landwirtschaft treibenden Bevölkerung bestimmt sind, — sind der geeignete Ort, von dem die Moorkultur ausgehen müßte.

Wir besitzen in Preußen etwa 12 höhere landwirtschaftliche Unterrichtsanstalten, ferner 18 mittlere Landwirtschafts-Schulen und 224 Ackerbau- und landwirtschaftliche Winterschulen, schließlich noch zahlreiche höhere und niedere Gärtnerlehranstalten, Pomologische Institute, Garten- und Obstbauschulen, Baum-, Wiesenbau-, Forst- und Waldbauschulen, aber keine einzige landwirtschaftliche Mittelschule, an der speziell Moorkulturtechniker ausgebildet werden.

Über das für Preußen, ja für das gesamte Deutsche Reich so überaus wichtige Gebiet der Moorkultur wird nur an zwei preußischen Hochschulen, in Berlin vom Wirkl. Geh. Oberreg.-Rat Prof. Dr. Fleischer und in Breslau von Prof. Dr. Luedecke gelesen. Außerdem behandelt dieses Thema auch der Direktor der Königl. Bayerischen Moorkulturanstalt in München Prof. Dr. Baumann an der dortigen Technischen Hochschule, und schließlich wirkt noch fördernd durch Beispiel und Belehrung die von der Preuß. Zentralkommission für das Moorwesen im Jahre 1877 gegründete Moor-Versuchsstation in Bremen, die unter dem Kuratorium von Wirkl. Geh. Oberreg.-Rat Prof. Dr. Fleischer-Berlin und unter der Direktion von Prof. Dr. Br. Tacke-Bremen steht.

Die Hochschulvorlesungen genügen für die vorgedachten Zwecke bei weitem nicht. Die große Masse der Landleute besucht die Hochschule ja gar nicht, für sie ist die Mittelschule das Gegebene, und dort muß der Hebel angesetzt werden, handelt es sich doch um nichts mehr und nichts weniger, als über 6,4 % des gesamten preußischen Staatsgebietes aus Moor und Ödland in kulturfähiges Land umzuwandeln.

Das zweite Hindernis, der Mangel an Arbeitskräften, läßt sich beseitigen, wenn einerseits die Technik, analog dem von den Siemens-Schuckertwerken gegebenen Beispiel, in ausgedehntestem Maße bei der Moorkultur zur Anwendung kommt, und andererseits billige menschliche Arbeitskräfte dem Moorkultur treibenden Landwirt durch die Verwaltungen der Korrekptionsanstalten zur Verfügung gestellt werden. Die günstigen Versuche, die mit Arbeitskräften aus Gefängnissen, z. B. bei der unsäglich schweren Aufforstung der Dünen auf der Halbinsel Hela, gemacht worden sind, lassen — von einigen Fehlschlägen abgesehen — die Forderung berechtigt erscheinen, daß es im Interesse der Volkswirtschaft liegt, sich viel mehr dieser bisher so gut wie brachliegenden Hilfskräfte zu bedienen, als polnische, russische, galizische, bosnische usw. Arbeiter für teures Geld vom Auslande zu beziehen.

Präzedenzfälle für die Verwendung von Strafgefangenen liegen bereits vor; so beantwortete der Justizminister (1909) im Bayerischen Reichsrat eine Anfrage, ob die zu Moorkulturarbeiten verwendeten Strafgefangenen nur zur Kultivierung staatlicher Moore oder auch für private Moore verwendet werden würden, dahin, daß zunächst die Urbarmachung des Chiemsee-Moores in Aussicht genommen sei. Nach einer Vereinbarung mit dem Finanzminister, in dessen Zuständigkeitsbereich das Moor falle, werde ungefähr 25 Jahre lang in diesem Moor gearbeitet werden. Nach Vollendung dieser Arbeiten werde die Anstalt dorthin verlegt werden, wo sich ein Bedürfnis zeige. Ob der weitere Betrieb in einem staatlichen oder privaten Moore vor sich gehen werde, könne jetzt noch nicht gesagt werden. Prinzipiell bestehe kein Grund, die Arbeiten nicht auch für Private verrichten zu lassen. Die Justizverwaltung habe schon jetzt wiederholt private landwirtschaftliche Arbeiten durch Gefangene der Gerichtsgefängnisse vornehmen lassen.

Die Kostenfrage, die wir als letztes Hindernis einer tatkräftigen Moorkultur nannten, ist für den privaten Kultivator nicht minder wichtig; jedoch auch hier läßt sich Rat schaffen, wenn die Regierung ernstlich bestrebt ist, sich derjenigen Mittel zu bedienen, zu denen sie auf Grund der Gesetzgebung eine Handhabe hat. Das Gesetz vom 13. Mai 1879 betr. die Errichtung von Landeskultur-Rentenbanken besagt im § 1 Abs. 1, daß „zur

Förderung der Bodenkultur, insbesondere zu Entwässerungs- (Drainierungs-) und Bewässerungsanlagen, zur Anlage und Regulierung von Wegen, zu Waldkulturen und Urbarmachungen, zur Einrichtung neuer ländlicher Wirtschaften Landeskultur-Rentenbanken errichtet werden können“.

Mithin liegt es nur an dem ernstesten Willen, die Erschließung der Torfmoore zu verwirklichen, und wo dieser Wille, gepaart mit friderizianischer Großzügigkeit, tatsächlich vorhanden ist, da kann es auch nicht schwer fallen, den geeigneten Weg zu finden.

Auf zwei wichtige Aufgaben hat heutzutage ein modernes Staatswesen sein Schwergewicht zu legen: einerseits auf eine allgemeine Förderung der Güter-Produktion mit spezieller Berücksichtigung des technischen Momentes und andererseits auf eine tatkräftige Förderung des Gewerbes durch Beobachtung einer großzügigen Mittelstandspolitik. Als einer von den Faktoren, die zur Lösung dieser beiden Aufgaben beitragen können, kommt eine energisch betriebene Moorkultur in Betracht, da aus ihr für die gesamte Volkswirtschaft nur Nützliches entspringen kann.

Von allen Kulturaufgaben dürfte keine einzige in so ausgesprochenem Maße den Anspruch auf volkswirtschaftliche und soziale Bedeutung machen wie die Besiedelung von bisher wertlosen, brach daliegenden Bodenflächen. Nicht umsonst stellt der Altmeister Goethe sie als diejenige Arbeit dar, die von allen Lebensaufgaben in erster Linie geeignet ist, im vollendetsten Maße das Gefühl des Glückes und der Befriedigung auszulösen.

Literaturangaben.

1. Archiv des Deutschen Landwirtschaftsrates, Die deutschen Moore und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. Verlag Parey, Berlin 1911.
2. W. Bersch, Handbuch der Moorkultur. Wien-Berlin 1912, Verlag W. Frick.
3. Denkschrift über die Moorkultur und die Moorbesiedelung in Preußen (Nr. 56.) Vom Preußischen Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten dem Hause der Abgeordneten am 31. I. 1912 zugesandt.
4. Drach, Denkschrift über die Verwertung der badischen Moore 1895 (behandelt vor allem die Frage der technischen Verwertung der Moore durch Gewinnung von Brenntorf und Torfstreu für landwirtschaftliche Zwecke).
5. M. Fleischer, Die Versorgung Deutschlands mit Fleisch und die Kultivierung unserer Moor- und Heideböden. Herausgegeben vom Verein zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche. 1910.

6. C. Heinz-Görlitz, Die Wirtschaftlichkeit der Torfvergasung. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche. Jahrg. 1910 S. 445.
 7. Tacke-Bremen, Die Tätigkeit der Moor-Versuchsstation Bremen im Jahre 1910. Protokoll der 66. Sitzung der Zentralmoorkommission Berlin 1910 S. 5.
 8. — Über die Wirkung verschiedener stickstoffhaltiger Düngemittel, wie Kalkstickstoff. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1910 S. 319.
 9. Caro-Berlin, Die Torflager als Kraftquellen. Danzig 1906, Verlag A. W. Kafemann.
 10. — Moorkultur und Torfverwertung. Vortrag, 82. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg i. Pr. 1910.
 11. — Kraftgas und Ammoniak aus Torf. Chemiker Ztg. 1911 S. 5.
 12. Teichmüller, Elektrotechnik und Moorkultur. (Das Kraftwerk im Wiesmoor in Ostfriesland.) Elektrotechnische Zeitschrift 1912 S. 1255.
 13. Franz H. Wismüller, Geschichte der Moorkultur in Bayern. München 1909, Verlag von Ernst Reinhardt.
-

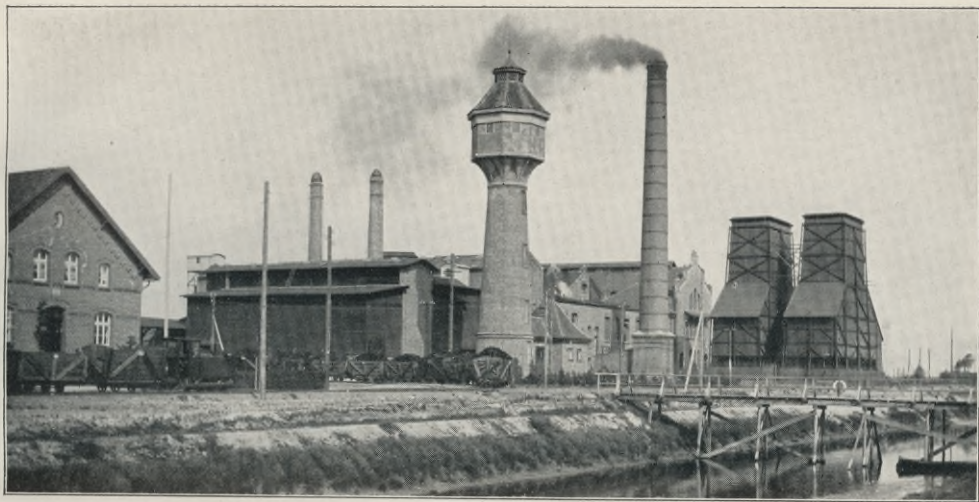


Bild 1. Kraftwerk der Überlandzentrale im Auricher Wiesmoor.

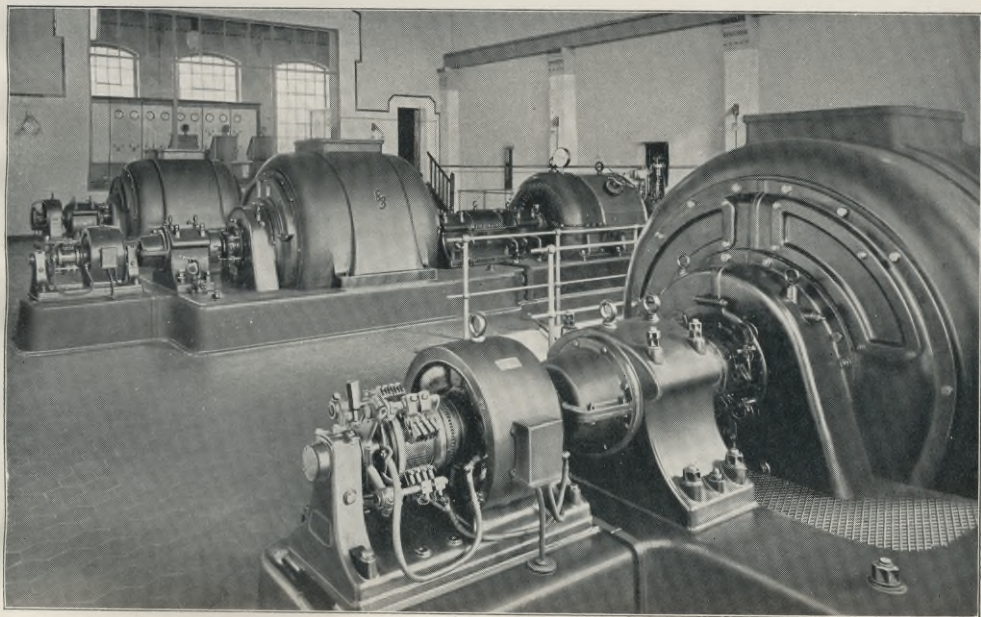


Bild 2. Maschinenhalle des Kraftwerkes mit 3 Siemens-Schuckert-Drehstromgeneratoren.

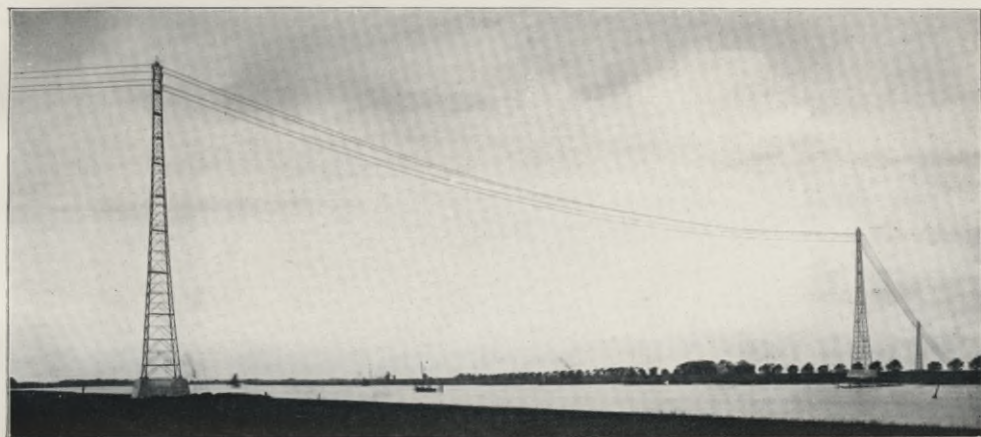


Bild 3. Elektrische Fernleitung über die Ems.
Höhe des Leitungsmastes 73 m.

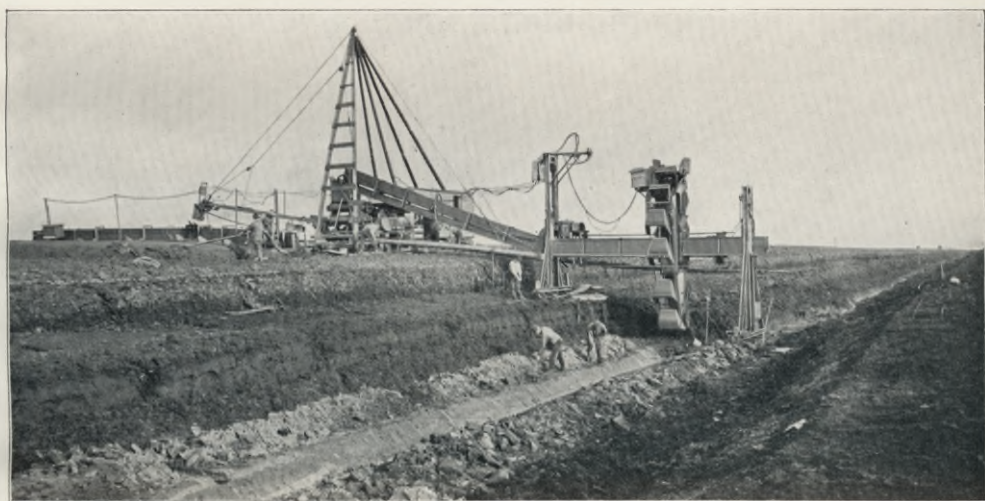


Bild 4. Torfbagger mit Förderrinne, Fahrgestell mit Elektromotor und
Torfsodenpresse nebst Ausbreitern (System Strenge).



Bild 5. Torf-Formmaschine (System Dolberg).
Lieferung 60 000 bis 80 000 Soden bei 10-stündiger Arbeit.



Bild 6. Schneiden des mit Handschneider vorgeschrittenen Torfkuchens.
(Elektrisch betriebene Winden ziehen den Torfschneider über das Moor.)

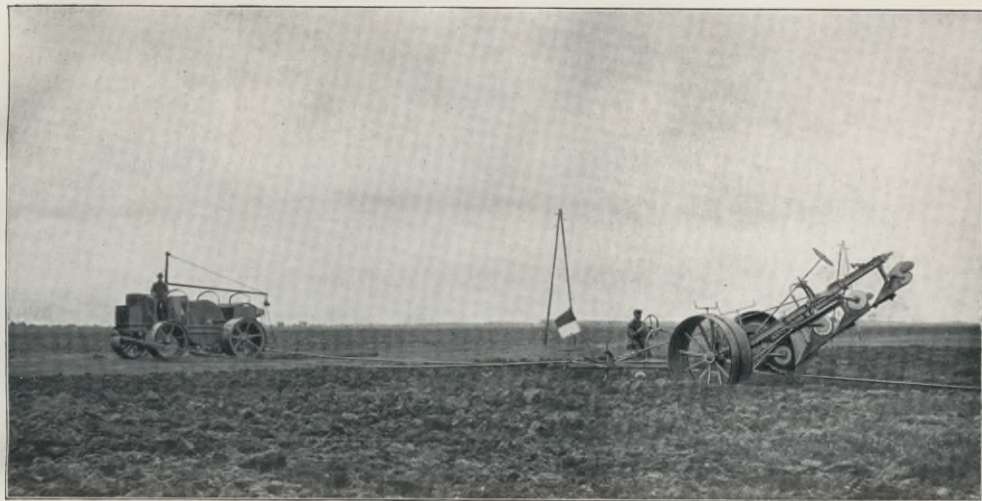


Bild 7. Der elektrische Windenwagen zieht den Kipp-Pflug über das Moor.

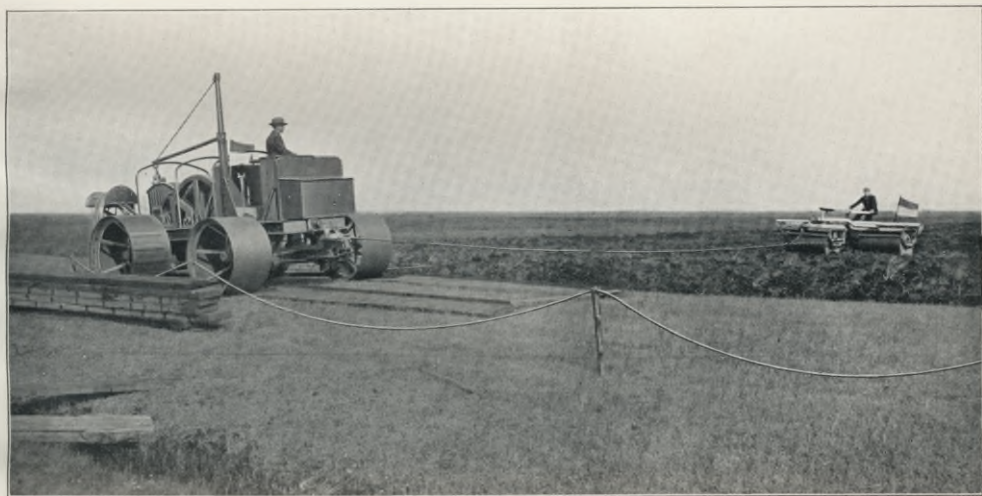


Bild 8. Der elektrische Windenwagen zieht die Kemnasche Walze über das umgepflügte Moor.

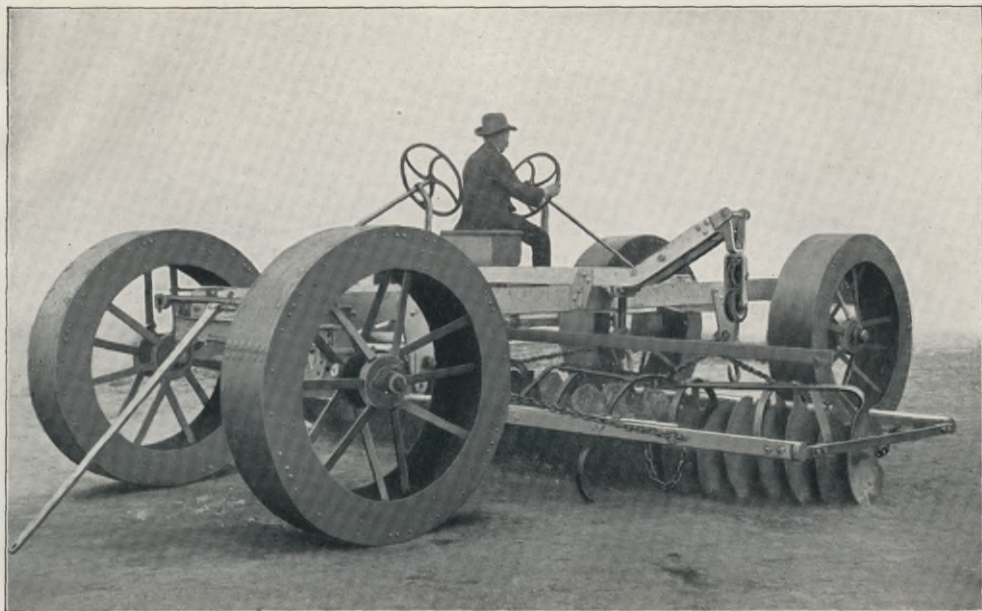


Bild 9. Scheibenegge, System Kemna, mit gezahnten Scheiben.
(Für das Arbeiten im Moor werden die Räder gegen solche
von etwa 1,7-facher Breite ausgewechselt.)

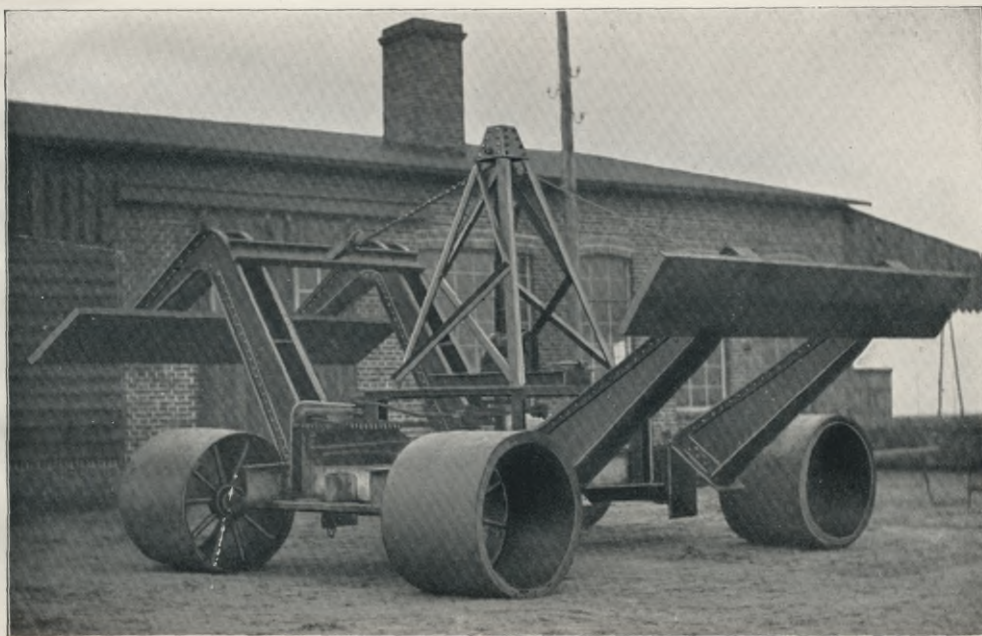


Bild 10. Ankerwagen, System Schweizer, mit hochgezogenen Seitenteilen.

Teil II.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte.

Kapitel I.

Die Entwicklung der Wasserkraftanlagen bis zur Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M.

Wir haben in dem ersten Teile vorliegender Arbeit klarzulegen versucht, daß bei dem ständig wachsenden Kraftbedarf die Gesetzgebung und Verwaltung eines jeden geordneten Staatswesens danach streben muß, diejenigen Wege zu beschreiten und weiter auszubauen, die sich dem Staate dank den Errungenchaften der modernen Technik bieten, d. h. kurz entschlossen an eine tatkräftige Moorkultur und wirtschaftliche Ausnutzung des Torfes zu gehen, um die hohen, bisher brachliegenden Werte des Nationalvermögens in den Dienst der Volkswirtschaft zu stellen. Wir sind uns klar, daß die Torfmoorfrage kein rein technisches, sondern in viel höherem Maße ein wirtschaftliches Problem ist, dessen Lösung infolge technischer Fortschritte im letzten Triennium in den Kreis der Wirklichkeit gerückt ist.

Wenn wir hier von technischen Fortschritten sprechen, so meinen wir in der Hauptsache diejenigen der Elektrotechnik. Sie war es, die einen geringwertigen Brennstoff wie den Torf wirtschaftlich auszunutzen, in elektrische Energie umzuwandeln und zu weit entfernt liegenden Verbrauchsstellen zu leiten lehrte; sie befreite den Kraftspeicher des Torfes von der „Gebundenheit an der Scholle“, indem sie in einer Zentrale Energie erzeugte, umformte und dann „über Land“ leitete; sie schuf die Überlandzentralen, denen die Aufgabe zufiel, die Industrie und Landwirtschaft mit billiger Kraft zu versorgen.

Die Grundlagen für die Rentabilität einer Überlandzentrale bildet nun ein für allemal das Vorhandensein einer billigen Kraft-

quelle. Ausgehend von dieser Vorbedingung, war die Technik natürlich ständig bemüht, solche billigen Kraftquellen zu erschließen, um damit auch gleichzeitig den sozialpolitischen Gedanken zu verwirklichen, der auf eine Stärkung des Kleingewerbes durch Lieferung billiger mechanischer Kraft und auf eine Dezentralisation der Industrie hinausläuft. Die Grundlage für die Verwirklichung solcher volkswirtschaftlichen und sozialpolitischen Pläne ist fast in jedem Lande vorhanden. Für Norddeutschland ist erste Voraussetzung für billige Kraftquellen die Erschließung der ausgedehnten Torfmoore, während für Süddeutschland, Schweden, Norwegen, Österreich-Ungarn, für die Schweiz und Ober-Italien die Lösung der Aufgabe durch eine möglichst weitgehende Nutzbarmachung der Wasserkräfte erfolgen kann.

Es sollen nun in dem nachstehenden Abschnitt die Fragen eingehender erörtert werden, welchen volkswirtschaftlichen Wert die Wasserkräfte allgemein besitzen, und welche Bedeutung ihnen infolge der Hydroelektrotechnik für Industrie und Landwirtschaft, für Handel und Verkehr zukommen.

§ 1.

Geschichtliches über Wasserkraftanlagen.

Die ersten Wasserkraftanlagen verlaufen sich im Dunkel der Zeiten¹⁾; denn die Wasserkraftmaschinen waren neben den Maschinen, die die Kraft des Windes benutzten, die einzigen mechanischen Motoren, die der Kulturmensch bis zur Verwendung des Dampfes in seinen Dienst stellen konnte. Das ist verständlich, wenn man bedenkt, daß es nichts Einfacheres gibt als die Einrichtung einer Wasserkraftanlage, wenn es sich um geringe Wasserentnahme und unbedeutende Höhen²⁾ handelt.

¹⁾ Vgl. Lebensbeschreibung des Technikers Philon von Byzanz (III. Jahrhundert v. Chr.) in dem französischen Werke von Carra de Vaux, Paris 1902: „Philon de Byzance.“

²⁾ Wir verweisen auf: Agricola, *De re metallica*, Basel 1556; Calvör, *Acta historico-mechanica*, Braunschweig 1763; Delius, *Bergbaukunde* 1773, S. 379; Gerland & Traumüller, *Geschichte der physikalischen Experimentierkunst*, Leipzig 1899, S. 208; Th. Beck, *Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues*, Berlin 1900; L. Darmstaedter, *Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften*.

Die ältesten Wasserräder dienten zum Antrieb von Schöpf-eimerketten (zu Ciceros Zeiten werden Wasserräder als Motoren an Stelle der Sklavinnen eingeführt), zum Antrieb von Wassermühlen (Vitruvius, 24 v. Chr., *De architectura* Lib. X, 10, 5), von Holz- und Marmorsägereien (Plinius der Ältere 23—79 n. Chr., *Historia naturalis* Lib. XVII, 97), ferner für Flöße, die, nach Art eines Prahms gebaut, im Fluß verankert wurden, und Mahl- und Stampfwerke (Beckmann, *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*, Bd. II, S. 22) betrieben.

Diese Zitate aus alten Schriftstellern mögen zum Beweise für das ehrwürdige Alter der Wasserkraftanlagen genügen. In den folgenden zehn Jahrhunderten nachchristlicher Zeit sind wesentliche Fortschritte im Bau von Wasserrädern, deren Hauptzweck stets der Antrieb von Mahl- und Sägewerken bildete, nicht zu verzeichnen. Erst im Mittelalter erweitert sich das Anwendungsgebiet. Wir lesen, daß sich die Papierindustrie ums Jahr 1290 zu Ravensburg die lebendige Kraft des Wassers zunutze machte. Es geht dies aus Prozeßakten (vgl. Carl Hofmann, *Handbuch der Papierfabrikation*, 1897) um eine Brunnenquelle aus dem Jahre 1636 hervor, worin von einer Papierstampfe „am Flattbach beim Ölschwang“ die Rede ist. Später wußte man sich auch die Vorzüge der billigen Wasserkraft für den mechanischen Antrieb von Drahtziehmühlen, Schleif- und Walkmühlen, Orgelbälgen, Bergwerks-Förderkörben, Bergwerks-Wasserhaltungs-Maschinen u. dgl. m. zunutze zu machen¹⁾.

§ 2.

Ursachen des Entwicklungsstillstandes im Bau von Wasserkraftanlagen und ihre Beseitigung.

Während des XVIII. und auch spät bis ins XIX. Jahrhundert hinein sind auf dem Gebiete der Wasserkraftanlagen merckliche

und Technik, Berlin 1900; F. M. Feldhaus, *Ruhmesblätter der Technik*, Leipzig 1910.

¹⁾ Das zurzeit größte Gefälle von 1650 m wird die Société d'Électro-Chimie, Paris, in dem im Bau befindlichen Wasserkraftwerk des Fully-Sees bei Martigny im Kanton Wallis ausnutzen. Die 4,5 km lange Rohrleitung baut Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr, aus Rohren von 500 mm Durchmesser und aus Blechstärken bis 45 mm; Piccard, Pictet & Co., Genf, werden die 15 000 PS-Turbinen liefern.

Fortschritte nicht gemacht worden. Wir können ohne weiteres von einem Stillstand im Bau von Wasserkraftanlagen seit Erfindung der Dampfmaschine sprechen, weil dem Wasser als Naturkraft dieselben Mängel und Nachteile anhaften, die auch bei Verwendung animalischer Triebkraft in die Erscheinung treten, nämlich die Abhängigkeit von Ort und Zeit. Eine zweckmäßige Form der Fortleitung und der Kraftakkumulierung kannte man nicht, und was an Energie nicht sofort am Ort der Anlage verwendet werden konnte, war für ewig verloren — ein Übelstand der Wasserkräfte, den zu beseitigen erst der allerjüngsten Zeit vorbehalten blieb.

Ja, man konnte sogar in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts vielfach in den industriellen Gebieten einen Rückgang in der Ausnutzung von Wasserkraften infolge der hohen Entwicklung der Dampfmaschinen und Eisenbahnen konstatieren. So wurden z. B. in den Bergischen Landen zahlreiche alte Wasserkraftanlagen, Hammerwerke u. dgl., stillgelegt, wie Baurat Th. Koehn in einem Vortrage im Zentralverbande für Wasserbau und Wasserwirtschaft am 20. März 1908 näher ausführte. Diese Beobachtung machten wir nicht nur in Deutschland, sondern auch bei unseren westlichen Nachbarn. So weist z. B. der französische Ingenieur Henry Bresson in der Zeitschrift *L'Économiste Français* vom 10. Mai 1902 S. 650 nach, daß die Wasserkräfte im

Departement L'Orne im Jahre 1880 in 779 Anlag. mit 3480 PS-Leistung

„ „	1890 in 512	„ „	2400 „ „	ausgenutzt wurden,
so daß die Abnahme in 10 Jahren	267	„ „	1080	PS-Leistung betrug.

Wir ersehen daraus, daß es zu jener Zeit wirtschaftlich vorteilhafter war, Wasserkraftanlagen stillzulegen, neue Anlagen nur in unmittelbarer Nähe der Eisenbahnen zu errichten und sie mit Dampfkraft zu betreiben, anstatt die meist abseits von den Verkehrsadern liegenden Naturkräfte in den Dienst der Volkswirtschaft zu stellen.

Als weiteres hemmendes Moment in der Ausnutzung von Wasserkraften kommt noch die Unsicherheit der Rechtslage hinzu, die in zweifelhaften Fällen den Besitzer einer ausbauwürdigen Wasserkraft oft bestimmte, sich dem Dampf als Betriebskraft zuzuwenden.

Erst in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde der Kreislauf des Wassers als eine wichtige Energiequelle erkannt, die wesentlich mehr Beachtung als bisher verdiente. Diese Erkenntnis führte dahin, die Anbahnung einer rationellen Wasserwirtschaft immer mehr in den Vordergrund treten zu lassen, die unvermeidlichen Interessenkonflikte nach Möglichkeit zu beheben und die Wasserkraftverschwendung einzuschränken.

Eine Reihe technischer, ökonomischer und rechtlicher Fragen wurde aufgeworfen und harrt noch vielfach der Beantwortung; denn die Welt steht heute mitten in einer Bewegung, die nicht nur die Ingenieure, sondern auch die weitesten produzierenden und politischen Kreise sehr lebhaft beschäftigt, wie die überaus regen Debatten der gesetzgebenden Körperschaften z. B. Bayerns und Badens über die Ausnutzung der Wasserkräfte beweisen.

Nicht nur die nationale Einzelwirtschaft, sondern die ganze Staats- und Weltwirtschaft hängt mit der Beantwortung aller dieser Fragen aufs innigste zusammen. Es bricht sich daher heute immer mehr die Überzeugung Bahn, daß der Nutzbarmachung der Wasserkräfte ein hoher volkswirtschaftlicher Wert zukommt. Wir wollen deshalb die einschlägigen Fragen über die Bedeutung der Wasserkräfte nach folgenden Gesichtspunkten eingehender erörtern:

Auf welche Weise ist es der modernen Technik gelungen, die Wasserkräfte von dem „Gebundensein an die Scholle“ freizumachen?

Welche wirtschaftlichen Vorteile haben Industrie und Landwirtschaft daraus gezogen, und welche werden sie noch ziehen können?

Welche Länder sind vornehmlich auf Wasserwirtschaft angewiesen?

Von einem Nutzbarmachen der Wasserkräfte im weiteren Sinne und von ihrem Wert für die Volkswirtschaft konnte solange nicht gesprochen werden, als diese Naturkräfte an den Ort ihrer Entstehung gebunden waren. Hierin lag der Hauptnachteil, den das Wasser als Energieträger im Vergleich zur Kohle besaß: bei ersterem ging die potentielle Energie durch einen Transport verloren, bei letzterer findet durch einen solchen

keine Einbuße an Energie statt. Die Wasserkräfte hatten deshalb nur privatwirtschaftliches Interesse, bis wir ein Mittel fanden, diese im Überfluß an einem Ort vorhandene Kraft zu fassen, sie in eine transportable Energie umzuwandeln und bequem und schnell weit ins Land an Stätten solcher industriellen Siedelungen zu senden, wo sie gerade dringend benötigt wurde, um produktive Arbeit zu leisten. Hierin der Hydrotechnik und gleichzeitig ihrem Altmeister, dem hervorragenden Wasserbautechniker Geheimrat Intze die Wege geebnet zu haben, ist das unsterbliche Verdienst von Werner Siemens, der am 4. Dezember 1866 seinem Bruder Wilhelm nach England schrieb¹⁾:

„Ich habe eine neue Idee gehabt, die aller Wahrscheinlichkeit nach reussieren und bedeutendere Resultate geben wird. Ich habe gefunden, daß man den Magnetinduktor mit Stahlmagneten ganz entbehren kann. Man nimmt eine elektromagnetische Maschine, welche so konstruiert ist, daß der feststehende Magnet ein Elektromagnet mit konstanter Polrichtung ist, während der Strom des beweglichen Magnetes gewechselt wird; schaltet man ferner eine kleine Batterie ein, welche den Apparat also bewegen wird, und dreht nun die Maschine in der entgegengesetzten Richtung, so muß der Strom sich steigern. Es kann darauf die Batterie ausgeschlossen und entfernt werden, ohne die Wirkung aufzuheben. Es ist mit anderen Worten eine Holz'sche Maschine, angewandt auf Elektromagnetismus. Man kann mithin allein mit Hilfe von Drahtwindungen und weichem Eisen Kraft in Strom umwandeln, wenn nur der Impuls gegeben wird. Dieses Geben des Impulses, welcher die Stromrichtung bestimmt, kann auch durch den rückbleibenden Magnetismus oder durch ein Paar Stahlmagnete, welche dem Kern stets einen schwachen Magnetismus geben, geschehen. Die Effekte müssen bei richtiger Konstruktion kolossal werden. Die Sache ist sehr ausbildungsfähig und kann eine neue Aera des Elektromagnetismus anbahnen. In wenig Tagen wird ein Apparat fertig sein. Mache Du doch auch Versuche damit.“ — „Magnetelektrizität wird hierdurch billig werden, und es kann nun Licht, Galvano, Metallurgie usw.,

¹⁾ Die Einsicht in dieses für die Elektrotechnik so hochinteressante Dokument, das in solcher Vollständigkeit bisher noch nicht veröffentlicht wurde, verdankt Verfasser dem Entgegenkommen der Archivverwaltung des Siemens-Konzerns.

selbst kleine elektromagnetische Maschinen, die ihre Kraft von großen erhalten, möglich und nützlich werden.“

Wir ersehen aus dem Briefe ohne weiteres, daß Werner Siemens sofort die Tragweite seiner Erfindung richtig einschätzte. Kurz vor Weihnachten 1866 wurde dann die erste „dynamo-elektrische“ Maschine vor einem Kreise hervorragender Physiker der Berliner Universität in dem alten Fabrikgebäude Markgrafenstr. 94 vorgeführt, und die von Professor Magnus am 17. Januar 1867 der Berliner Akademie der Wissenschaften vorgelegte Abhandlung: „Über die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete“ war die erste Veröffentlichung, die Werner Siemens über das nach ihm benannte dynamo-elektrische Prinzip gab. Dieses für die gesamte Elektrotechnik wichtige Dokument schließt mit den Worten:

„Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist. Diese Tatsache wird auf mehreren Gebieten derselben von wesentlicher Bedeutung werden.“

Daß Werner Siemens Recht behalten hat, die spätere Entwicklung der Elektrotechnik hat es gezeigt; mit gutem Grunde durfte er daher ein Menschenalter später in seinen Lebenserinnerungen schreiben, daß die Erfindung der dynamo-elektrischen Maschine „die Grundlage eines großen neuen Industriezweiges geworden ist und fast auf alle Gebiete der Technik belebend und umgestaltend eingewirkt hat und noch fortdauernd einwirkt“. Dank der von Siemens gewiesenen Wege entwickelte sich der Elektromaschinenbau zu solcher Blüte und trug so reiche Früchte, daß man die Zeit nach 1870 als „das Zeitalter der Elektrotechnik“ bezeichnet hat.

Wenn Zöpfl in seiner „Nationalökonomie der technischen Betriebskraft“ sagt, die ganze Erfindungsreihe stelle sich wie eine Kette logischer Schlußfolgerungen dar, und wenn Karl Marx den Gedanken begründet, die Technik wachse mit Naturnotwendigkeit aus der allgemeinen gesellschaftlichen Entwicklung heraus, so finden diese Lehrsätze wohl nirgends eine einwandfreiere Bestätigung als gerade in der Elektrotechnik.

Eine große Erfindung löste die andere ab, und das Ende dieses Entwicklungsganges ist noch gar nicht abzusehen. Jedes Jahr, fast jeder Tag bringt Neues auf dem Gebiete.

Die Elektrizität ist aus einer Helferin und Förderin zu einer mächtigen Herrscherin in dem Reiche der Industrie und der gewerblichen Tätigkeit geworden. Konzentration der Kraft-erzeugung, leichte, äußerst einfache und bequeme Kraftübertragung, die Möglichkeit einer Kraftverteilung von den größten bis zu den kleinsten Einheiten, d. h. von 30 000 PS-Motorleistung bis herab zu $\frac{1}{200}$ PS¹⁾, das sind einige der Vorzüge, die ihrem schnellen Siegeslaufe den Weg geebnet haben.

Der die heutige Industrie kennzeichnenden Tendenz der Spezialisierung, der damit verbundenen Massenarbeit, der Aneinanderreihung der Produktionsstufen nach ihrem zeitlichen Verlauf hat sie Vorschub geleistet und durch Verminderung der Betriebskosten, durch Ersatz körperlicher Arbeit, durch Verbesserung der sozialen und hygienischen Verhältnisse in allen Zweigen der Industrie einen Aufschwung ermöglicht, wie er in der Geschichte auf keinem Gebiete menschlicher Tätigkeit in so kurzer Zeit jemals zu verzeichnen gewesen ist²⁾.

Der erste Elektromotor, den eine Dynamomaschine antrieb, wurde auf der Wiener Weltausstellung 1873 gezeigt, und in demselben Jahre wurde von einem Mitarbeiter der Firma Siemens & Halske, von dem Oberingenieur von Hefner-Alteneck, der nach ihm benannte Trommelanker der Gleichstrommaschine konstruiert.

Männer der Wissenschaft und Praxis, wie Schuckert, Lahmeyer, Kapp, Hopkinson, E. Arnold u. v. a., beteiligten sich gemeinsam an der Lösung neuer Aufgaben der Elektrotechnik, und ihre Leistungen werden auf dem Gebiete der Starkstromtechnik immer von dauerndem Werte bleiben.

Die erste Gleichstrom-Kraftübertragungsanlage wurde 1881 auf der Pariser Weltausstellung gezeigt, auf der auch der Amerikaner Edison die erste brauchbare Glühlampe vorführte.

Im folgenden Jahre (1882/83) führte dann der französische Ingenieur Marcel Deprez den Beweis, daß man mit hochgespanntem Gleichstrom mit einem — nach damaligen Verhältnissen — guten Nutzeffekt die elektrische Energie auch auf größere Entfernung übertragen könne, wie die von ihm in Vizille a. d. Romanche errichtete Versuchsanlage zeigte, indem er die Wasser-

¹⁾ Preislisten der Siemens-Schuckertwerke.

²⁾ Vgl. Vortrag von Dr. Ing. Siegel im Elektrotechn. Verein, Berlin, 2. 12. 1911.

kraft der Romanche mit 3000 Volt Gleichstrom nach der 22 km entfernten Universitätsstadt Grenoble leitete. Leider war es aber Deprez nicht vergönnt gewesen, den Vorschlag einer hydroelektrischen Kraftübertragung in die große Praxis umgesetzt zu sehen. Die Gleichstrommaschine oder allgemein der Gleichstrom war und ist dazu überhaupt ungeeignet; hierfür kam nur sein größerer Bruder, der Wechselstrom, in Frage, der auch nicht gar zu lange auf sich warten ließ; denn zwei Jahre später bot die Budapester Ausstellung den Besuchern die Anlage eines vollständig durchgebildeten Wechselstrom-Systems und der dazugehörigen Apparate, der Transformatoren, die es ermöglichen, den Wechselstrom ohne umlaufende Maschinen in Ströme von hoher oder niedriger Spannung ganz nach Belieben zu transformieren. Im selben Jahre (1885) lieferte dann Ferrari die theoretischen Grundlagen für die Modifikation des einphasigen Wechselstroms in mehrphasigen oder Drehstrom, und zwei Jahre später eröffnete Tesla der Starkstromtechnik neue Perspektiven durch den Bau seines Drehstrommotors.

Aber auch auf dem Gebiete des Gleichstroms ist man nicht müßig geblieben. Gaston Planté's Erfindung des Blei-Akkumulators wurde 1881 von einem seiner Schüler, Camille Faure, verbessert, so daß die ehemals jahrelang dauernde Formation, (d. h. die Bildung der aktiven Masse) auf die Zeit von einigen Tagen abgekürzt wurde. Man war jetzt in der Lage, die elektrische Energie sozusagen „auf Flaschen zu füllen“ und Vorräte in den Stunden geringeren Bedarfs zu sammeln, um sie bei Mehrbedarf sofort abgeben zu können. Durch die Erfindung des Bleiakкумуляtors sind viele und zwar besonders die kleineren Überlandzentralen mit Wasserkraftantrieb in die Lage gesetzt worden, sich Kraftreserven zu schaffen, um sie in den Stunden hoher Kraftentfaltung zur Verfügung zu haben. Der Mangel an Wasserkraft in der trockenen Jahreszeit, der ohne den Einbau von Akkumulatoren-Batterien den Bestand eines Werkes in Frage stellen könnte, läßt sich dank der Planté-Faure'schen Erfindung in einfacherer und vor allem in billigerer Weise beseitigen, als er durch den Bau künstlicher Staubecken (Talsperren) zu erreichen ist. Zurzeit werden schätzungsweise 70 000 Tonnen Blei auf der ganzen Welt jährlich für Akkumulatoren verarbeitet, und etwa 60 Millionen Mark werden jährlich in dieser Industrie umgesetzt.

§ 3.

Die erste hydroelektrische Hochspannungs-Kraftübertragungsanlage auf der Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. im Jahre 1891 und ihr Einfluß auf die Erschließung der Wasserkräfte.

Volle 25 Jahre lang hatten sich Theorie und Praxis eifrig bemüht, die mächtigen Bausteine zu dem stolzen Gebäude herbeizuschleppen, dessen Grundpfeiler Werner Siemens im Jahre 1866 gesetzt hatte. Es fehlte nur noch die Bearbeitung der Schlußsteine, über die wir in der Elektrotechnischen Zeitschrift vom 12. Dezember 1890 Heft 50 S. 667 lesen:

„M ü n c h e n: Am 6. ds. Mts. trafen hier Bevollmächtigte der Firmen Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Maschinenfabrik Oerlikon und Portland-Zementfabrik Lauffen zusammen, um mit Herrn Oskar von Miller über die geplante Kraftübertragungsanlage, durch welche mit 30 000 Volt eine Kraft nach Frankfurt a. M. übertragen werden soll, zu unterhandeln. Über die gefaßten Beschlüsse verlautet noch nichts. Hoffen wir, daß sie zum Besten dieses für die Entwicklung der Elektrotechnik so bedeutungsvollen Versuches ausgefallen sein mögen.“

Welcher Art die „gefaßten Beschlüsse“ gewesen sind, erkennen wir aus der Tatsache, daß während der Dauer der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. im Jahre 1891 ständig 275 PS in Form elektrischer Energie (für Licht und Kraft) Verwendung fanden, die in Lauffen a. Neckar (also 175 km vom Verwendungsort) ein durch Wasserkraft betriebener Drehstromgenerator von 356 PS erzeugte.

Wie glänzend sich das stolze Werk aber auf der Ausstellung für die Besucher ausnahm, können wir nachempfinden, wenn wir die Worte des damaligen Berichterstatters, Professors H. F. Weber, in der Elektrotechnischen Zeitschrift nachlesen, der darin schreibt:

„Der 25. August 1891 lieferte den Beweis, daß die geplante Unternehmung von glücklichem Erfolg begleitet war. Nachdem seit dem 25. August Tag für Tag konstatiert worden war, daß die in Frankfurt anlangende elektrische Energie mehr als 100 Glühlampen zu nähren und gleichzeitig mittels eines Motors einen

Wasserfall von 10 m Höhe mit beträchtlicher Wassermenge zu speisen vermochte, sollten die Messungen der Prüfungskommission die faktischen Leistungen dieser Energieübertragung durch genaue Zahlen feststellen.“

Diese angekündigte „Feststellung der genauen Zahlen“ hat ergeben, daß die Anlage mit einem Wirkungsgrad von 75 % arbeitete, und daß selbst bei ungünstigster Witterung eine betriebssichere Kraftübertragung mit 25 000 Volt möglich war.

Am Schlusse der Ausstellung sagte damals Helmholtz:

„Was die diesjährige Frankfurter Ausstellung betrifft, so habe ich nur noch hinzuzufügen, daß es hauptsächlich die elektrische Kraftübertragung ist, die in größtem Maßstabe erscheint, und für die Kraftübertragung ist in der Tat die Einführung der Wechselströme und die Erfindung der Drehstrommaschine eine Sache von größter Wichtigkeit. Diese ganze Entwicklung der Drehstrommaschine, diese Erleichterung, welche der Wechselstrom bei langen Leitungen gibt, ist erst in den jüngsten Jahren gefunden worden. Es gehörte dazu eben die Erfindung der Drehstrommaschinen, an denen wahrscheinlich nun mancherlei zu vervollkommen sein wird. Das können wir ruhig der weiteren Zeit überlassen, der Anfang ist gemacht. Wir sehen, daß derart Großes zu erreichen ist, und es ist ein wesentliches Verdienst, ein Verdienst von außerordentlich großer national-ökonomischer Wichtigkeit, daß dieser Beweis durch die hiesige Ausstellung geliefert worden ist.“

Ein Vierteljahrhundert waren also seit jenem technisch und volkswirtschaftlich bedeutungsvollen Tage verflossen, an dem Werner Siemens seine dynamoelektrische Maschine vorführte. Die Wasserkräfte waren endlich von dem „Gebundensein an die Scholle“ befreit. Wir treten hiermit in eine neue Phase der Entwicklung, indem die günstigen Ergebnisse der Kraftübertragung Lauffen—Frankfurt a. M. den Anlaß zu zwei volkswirtschaftlich sehr wichtigen technischen Umwälzungen gegeben haben, deren Grenzen — wenn man überhaupt von Grenzen in der Technik sprechen darf — erst in schwachen Umrissen zu erkennen sind. Es wird daher wohl kaum auf Widerspruch stoßen, wenn wir den 25. August 1891 als den Geburtstag der hydroelektrischen Kraftübertragungsanlagen bezeichnen, da von diesem Zeitpunkt an die wirtschaftliche Ausnutzung der Wasserkräfte und der Bau von

Überlandkraftwerken in ein Stadium der Entwicklung getreten sind, die darauf hinausläuft, große Gebiete — Landkreise, ja sogar ganze Provinzen — von einer Zentralstelle aus mit elektrischer Energie zu versorgen.

Seit 1891 haben Erzeugung, Fortleitung und Verwendung des elektrischen Stromes Wandlungen erfahren, die man früher in das Reich der Mythe verwiesen hätte. Welcher Art diese Wandlungen waren, und welche Vorteile daraus der Volkswirtschaft, insbesondere für Industrie und Landwirtschaft, erwachsen, soll im nachstehenden näher erörtert werden.

Kapitel II.

Der volkswirtschaftliche Nutzen einer hochentwickelten Hydroelektrotechnik.

Der immer mehr zum Ausdruck kommende Wunsch, erhebliche Mengen elektrischer Energie oder mechanischer Arbeit auf weite Entfernungen dem menschlichen Willen dienstbar machen zu können, ohne gleichzeitig die Leitungsquerschnitte für die Kraftübertragung übermäßig erhöhen zu müssen, bedingte eine immer größere Steigerung der elektrischen Spannungen.

Wie die Spannungen seit 1891 für Überlandzentralen gewachsen sind, läßt die umstehende Tabelle IX erkennen.

Dieser berechtigten Forderung der Technik, Kraftübertragung durch Hochspannungsströme, konnten aber nur ganz vereinzelte Firmen der elektrotechnischen Großindustrie gerecht werden, da die Hochspannungs-Kraftübertragung was Anlage und Bedienung anbetrifft ein sehr großes Maß von Kenntnis, Erfahrung und Sorgfalt sowie ein gründliches und äußerst kostspieliges Vorstudium bedingen, das eben nur die ersten und größten Firmen aufzuwenden imstande sind.

An der bedeutungsvollen Entwicklung der Hochspannungs-Kraftübertragung, die sich in den letzten Jahren in den verschiedensten Ländern der Erde vollzog, hat die deutsche Elektrotechnik — und zwar vor allem der Siemens-Konzern und der A. E. G.-Konzern — mit an erster Stelle tätigen Anteil genommen¹⁾.

¹⁾ Welche riesige Ausdehnung diese beiden Konzerne genommen, dafür

Tabelle IX.

Einige der wichtigsten hydroelektrischen Hochspannungsanlagen
von 1891 bis zur Gegenwart.

Name und Ort der Anlage	Erbau- ungsjahr	Spannung in Volt
Lauffen-Frankfurt a. M.	1891	30 000
Hidroeléctrica Ibérica, ¹⁾ Bilbao (Siehe Skizze S. 72) . . .	1905/06	33 000
Heimbach, Rheinprov. (Ruhtalsperrengesellschaft m. b. H. in Aachen)	1905/06	35 000
Canale Milani, Lomigo, Italien	1908	40 000
Malonno Cedegolo, Brescia, Italien	1908/09	42 000
Moosburg-München, Uppenbergkraftwerk (Stadt München)	1907/08	50 000
Salto Bolarque, Spanien	1909/10	55 000
Sociedad Hidroeléctrica Española, ²⁾ Madrid	1909/10	70 000
Energía Eléctrica de Cataluña, Barcelona	1912	80 000
A. G. Lauchhammer, Sachsen	1912	110 000
		Spannungs- probe 200 000 Volt

Dank den Erfahrungen, die diese Firmen im Laufe der letzten Jahre gesammelt haben, und dank den daraus gewonnen Erfolgen geht das Gebiet der elektrischen Hochspannungs-Kraftübertragung einer großen Zukunft entgegen, zumal da es von Jahr zu Jahr immer mehr an Boden gewinnt.

bieten die Zahlen der im Januar 1913 beschäftigten Beamten und Arbeiter einen ungefähren Maßstab:

Siemens-Konzern	80 000 Köpfe
A. E. G.-Konzern	65 000 „
Zum Vergleich diene:	
Friedr. Krupp A. G.	71 000 „
Besatzung sämtlicher deutschen Kauf- fahrtschiffe (Januar 1912)	75 000 „

¹⁾ Die Sociedad Hidroeléctrica Ibérica arbeitete (1912) mit einem Gesellschaftskapital von 20 Mill. Pes. und produzierte 68,55 Mill. KW (das sind 10 Prozent mehr als im Vorjahre) und erzielte einen Bruttoertrag von 2,78 Mill. Pes., wovon nach Abzug von rund 1 Mill. Pesetas Betriebsunkosten und ungefähr 0,5 Mill. Pes. für den Zinsendienst ein Reinertrag von 1,13 Mill. Pes. (1,13 Mill. Pes.) verblieb. Hiervon gelangten im Geschäftsjahre 1912 0,96 Mill. Pes. in einer Dividende von 5 Prozent (wie i. V.) zur Verteilung.

²⁾ Die Sociedad Hidroeléctrica Española arbeitet gleichfalls mit einem Kapital von 20 Mill. Pes. und produzierte im Geschäftsjahre 1912 73 Mill. KW. Bei einem Bruttoertrag von 3,48 Mill. Pes. (1,26 Mill. Pes. im Vorjahre) belief sich der Reingewinn auf 858 467 Pes. (129 593 Pes. im Vorjahre).

§ 1.

Der Nutzen für Industriestädte, Berg- und Hüttenbetriebe sowie industrielle Unternehmungen aller Art.

Bereits jetzt erzeugen zahlreiche städtische und private Elektrizitätswerke den elektrischen Hochspannungsstrom fern von der Verwendungsstelle durch im Betriebe billigere Wasserkraftanlagen.

Als das markanteste und neueste Beispiel für eine Stadtversorgung mit hydroelektrischem Hochspannungsstrom sei die Versorgung von Spaniens Hauptstadt Madrid genannt.



Fig. 12. Lageplan der Sociedad Hidroeléctrica Española, Madrid, und der Sociedad Hidroeléctrica Ibérica, Bilbao.

Spanien, das mit kaum 4 Millionen Tonnen Braun- und Steinkohlen-Jahresförderung gegenüber 254,5 Millionen Jahresförderung des Deutschen Reiches zu den kohlenärmsten Ländern Europas zählt, und das daher gezwungen war, den weitaus größten Teil seines Kohlenbedarfs vom Auslande zu beziehen, gehört zu denjenigen Ländern, die sich zuerst die Vorzüge einer Verwendung der hydroelektrischen Hochspannungs-Kraftübertragung in weitestem Maße zu eigen machten. Wir sehen das aus der oben abgedruckten Tabelle, in der die Hidroeléctrica Ibérica in Bilbao bereits 1905/06 als erste europäische Anlage mit 33 000 Volt erscheint. Und auch heute noch steht die Energía Eléctrica de Cataluña in Barcelona

mit ihren 80 000 Volt an der Spitze aller europäischen Anlagen, indem sie die Kraft des Hunderte von Kilometern weit entfernt liegenden Jucar-Wasserfalls für den Kraftbedarf Madrids dienstbar macht. So beträgt beispielsweise die Entfernung vom Kraftwerk Molinar bis zum Unterwerk in Madrid (vgl. die Skizze) 254 km und die Strecke Kraftwerk Molinar—Unterwerk Alcoy—Unterwerk Cartagena die beträchtliche Länge von 467 km. Aber auch noch in anderer Beziehung verdienen die Anlagen die Beachtung der Fachkreise. Zum erstenmal wurde in Europa die Spannung von 50 000 Volt wesentlich überschritten. Die Verteilung der elektrischen Energie geschieht zurzeit mit 67 000 Volt und soll später im vollen Ausbau mit 70 000 Volt erfolgen. Ferner fällt die Anlage durch die entlegene Lage des Kraftwerkes, das am Flusse Jucar im östlichen Spanien errichtet ist, ganz aus dem Rahmen der sonst in Europa vorhandenen Werke heraus¹⁾.

Wie sich die einzelnen Entfernungen verteilen, läßt die nachstehende Tabelle erkennen:

Lage der Leitung	Länge in km	Drähte ²⁾	
		Anzahl	Querschnitt in qmm
Molinar-Madrid	254	6 zu	je 50
Molinar-Valencia	80	6 „	„ 30
Molinar-Alcoy	82	6 „	„ 30
Alcoy-Cartagena	130	3 „	„ 30

Am 10. Juni 1910 wurde zum erstenmal probeweise der bis dahin durch die Dampfreserve versorgte Konsument — die Straßenbahngesellschaft Madrids — angeschlossen. Da sich aber bei der allmählich übernommenen Belastung keinerlei Schwierigkeiten ergaben, so wurde sofort der regelmäßige Betrieb aufgenommen, der ohne nennenswerte Unterbrechung von dieser Stunde an geführt worden ist. Die Tatsache, daß der gesamte

¹⁾ Vgl. Max Neustätter, Elektrotechnische Zeitschrift 1911, Heft 22 ff.

²⁾ Für die Freileitung kamen rd. 5500 eiserne Masten von 440 kg Gewicht pro Stück (einschl. Garnitur) zur Verwendung. Die Maste haben ein Gewicht von zusammen etwa 2,4 Millionen Kilogramm, das elektrolytische Kupfer der Leitungen wiegt etwa 1,1 Million Kilogramm, so daß die Fernleitung etwa 3,5 Millionen Kilogramm an Kupfer, Eisen und Porzellan (für die Isolatoren) erforderte.

Straßenbahnbetrieb einer Großstadt durch eine 254 km entfernte Wasserkraftzentrale versorgt wird, ist wohl einer der größten Erfolge der Technik und der Ingenieur Tätigkeit, die uns mit umso größerem Stolz erfüllen kann, als diese Leistungen von deutschen Firmen vollbracht worden sind.

Welchen Eindruck dieser Erfolg in Spanien hinterlassen hat, können wir aus dem Geschäftsbericht der Sociedad Hidroeléctrica Española entnehmen, in dem es über die Inbetriebsetzung der Linie Molinar-Madrid heißt:

„Als kulminante Tatsache in bezug auf unsere Kraftübertragungslinie ist indes zu bezeichnen, daß die Inbetriebsetzung der Linie Molinar nach der Hauptstadt zweifellos ein weit besseres Resultat ergab, als man selbst bei größtem Optimismus erwarten durfte. Wir erwähnen nur als wesentliches Moment, daß schon $\frac{3}{4}$ Std., nachdem die Proben auf der Linie begonnen hatten, die normale Spannung mit ausgezeichnetem Erfolg erreicht worden ist. In den zwei darauffolgenden Tagen wurden einige unwesentliche Reparaturarbeiten an der Linie vorgenommen, seit dieser Zeit aber wird die Energie in regelmäßigem Betriebe nach der Hauptstadt geliefert. Dies beweist auf das klarste, daß die Nachteile, die bei einer Entfernung von 254 km, eine Entfernung, welche von keiner anderen Linie, weder in Europa noch außerhalb¹⁾, erreicht worden ist, so sehr befürchtet wurden, von vornherein durch die Vollkommenheit der Anlage vermieden wurden. Zu einem so brillanten Resultat haben in großem Maße beigetragen die Firmen Siemens-Schuckertwerke und Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., Selb i. B., durch die ausgezeichnete Beschaffenheit (excelente calidad) des gelieferten Materials (Transformatoren und Isolatoren).“

Als ein bezeichnendes Beispiel dafür, daß große Industriebezirke aus Überlandzentralen die erforderliche elektrische Energie erhalten, bringen wir den Lageplan der Krafterzeugungs- und Übertragungsanlage der Sociedad Hidroeléctrica Ibérica, der ersten 1902 in Europa mit 33 000 Volt Hochspannung ausgeführten Überlandzentrale, deren Aufgabe in einer billigen Kraftversorgung der industriereichen Stadt Bilbao besteht, die besonders durch

¹⁾ Wir führen hier den spanischen Bericht in wörtlicher Übersetzung an und möchten ihn dahin berichtigen, daß in Nordamerika die augenblicklich größte Entfernung 350 km beträgt.

ihre im Tagebau ausgebeuteten Eisenerzlager bekannt ist. Die 3 Kraftstationen, deren Lage zueinander und zum Hauptverwendungsort Bilbao aus der Skizze zu ersehen ist, sind:

	senkrechte Wasserdruckhöhe
Zentrale Leizarán mit 4000 PS	200 m,
Zentrale Quintana mit 4000 PS	19 m,
Zentrale PuenteIarra mit 8000 PS	40 m.

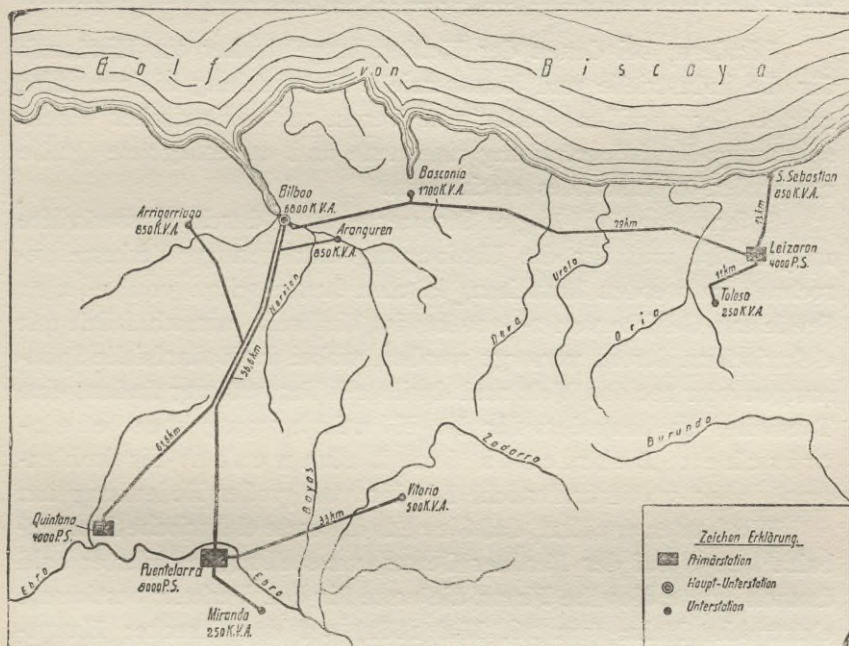


Fig. 13. Lageplan der Sociedad Hidroeléctrica Ibérica, Bilbao.

Infolge der unstreitigen Vorzüge der elektrischen Energie entscheiden sich zahlreiche Berg- und Hüttenbetriebe, Fabriken und sonstige industrielle Unternehmungen nur noch für die elektrische Hochspannungs-Kraftübertragung als die billigste Betriebskraft ihrer zahllosen Motore, die insgesamt oft Tausende von Pferdestärken zu leisten haben. Das großartigste Beispiel für die Zentralisierung bietet unstreitig das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk, das seit kurzem fast den ganzen dortigen Industriebezirk umfaßt. Auch die Berliner Elektrizitätswerke sind hierher zu rechnen, deren Aufgabe in einer Versorgung Berlins und eines großen Teils seiner Vororte besteht.

Die Elektrisierung von Vollbahnen in Verbindung mit gewaltigen Wasserkraftanlagen zur Erzeugung von Hochspannungsströmen ist im Werke.

§ 2.

Die Hydroelektrotechnik im Dienste des Handels und Verkehrs.

Ländern, bei denen der Kohlenmangel bisher ein Hindernis für die industrielle und kommerzielle Entwicklung bildete, wird mittels der „weißen Kohle“ im Verein mit elektrischer Hochspannungs-Kraftübertragung eine neue und unversiegbare Quelle nationalen Wohlstandes erschlossen.

Sofern eine billige Stromerzeugung durch Wasserkräfte möglich ist und für die Umformung nur geringe Verluste gerechnet zu werden brauchen, können heute schon von einer Stelle aus Gebiete von 2—300 km im Umkreise wirtschaftlich mit elektrischem Strom versorgt werden, wobei im Bedarfsfalle Spannungen von 100 000 Volt und darüber¹⁾ Verwendung finden, eine Tatsache, die besonders für die Einführung des elektrischen Betriebes im Bahnwesen für kohlenarme, aber wasserkraftreiche Länder von großer Bedeutung ist.

Wir hatten erwähnt, daß Siemens die erste elektrische Straßenbahn²⁾ 1879 auf der Berliner Gewerbeausstellung vorführte; bald danach setzte dieselbe Firma die erste für den Verkehr bestimmte elektrische Bahn (am 16. Mai 1881) auf der Strecke: Hauptkadettenanstalt Lichterfelde — Bahnhof der Berlin-Anhaltischen Bahn in Betrieb (Spannung 180 Volt Gleichstrom, maximale Fahrgeschwindigkeit 40 km/std). Die günstigen Erfolge führten allmählich zum Übergang des Pferdebetriebes zum elektrischen, wie wir ihn alle miterlebt haben. Nachdem im Jahre 1900/01 durch einen etwa 11 Monate währenden Versuchsbetrieb auf der

¹⁾ Nach Electrical World vom 20. April 1912 verwendet die Au Sable Electric Co., Michigan, U. S. A. eine Spannung von 140 000 Volt.

²⁾ Es seien folgende Konstruktionsdaten der ersten elektrischen Bahn gebracht: Gleislänge 300 m, Stromzuleitung durch eine Mittelschiene, Stromrückleitung durch die beiden Außenschienen, Spannung 150 Volt Gleichstrom, Leistung der Lokomotive etwa 5 PS, Geschwindigkeit 7 km/std, Zahl der Fahrgäste 20.

Wannseebahn bei Berlin von Siemens & Halske der Beweis erbracht war, daß auch schwere Züge der Staatseisenbahnen durch elektrische Energie fahrplanmäßig betrieben werden können, und nachdem Prof. Dr. Jng. Reichel, einer der Direktoren der Siemens-Schuckertwerke, auf der elektrisch betriebenen Versuchsstrecke der Militärbahn Berlin—Zossen eine Fahrgeschwindigkeit von 208 km pro Stunde erreicht hatte, brach in der zivilisierten Welt eine neue Ära im Bau elektrischer Staatsbahnen an.

Ein allgemeiner Enthusiasmus machte sich bemerkbar, und man berechnete schon, daß man von Berlin nach Hamburg in etwa einer Stunde, nach Köln in 3 Stunden und nach Paris in etwa 5 Stunden gelangen könnte. Wenn auch diese Hoffnungen bisher noch nicht in Erfüllung gegangen sind, so liegt das nicht in technischen, sondern vor allem in strategischen und wirtschaftlichen Bedenken, insofern im Kriegsfall die Zerstörung der elektrischen Kraftzentralen zugleich das Lahmlegen des ganzen Bahnbetriebes bedeuten würde. So äußerte sich bei Gelegenheit der Beratung über den Etat der Eisenbahnverwaltung der preußische Minister im Abgeordnetenhaus: die Staatseisenbahnverwaltung — das möchte er besonders betonen — ziehe aus den gemachten Erfahrungen für die Elektrisierung der Stadt-, Ring- und Vorortbahnen keine weitere Konsequenz; sie stehe überhaupt auf dem Standpunkt, daß die Elektrisierung der Eisenbahnen, wenn sie sich weiter entwickle, dies in einem außerordentlich langsamen Tempo tun werde. Die Hauptschwierigkeit liege in den Rücksichten auf die Landesverteidigung. Weiter sei zu bedenken, daß die Elektrisierung der Eisenbahnen nicht erfolgen könne, wenn sich nicht wirtschaftliche Vorteile für die Staatseisenbahnverwaltung ergäben und hier im Falle der Elektrisierung der Stadt-, Ring- und Vorortbahnen ganz eminente betriebliche Vorteile und sehr große Annehmlichkeiten für alle diejenigen entsprängen, die dieses Verkehrsmittel benutzen müßten. Die hinsichtlich der Stromlieferung durch Private geäußerten Sorgen teile er nicht. Erstens habe die Staatseisenbahnverwaltung einen Vorgang geschaffen: in Niederschlesien werde ihr der Strom von einer Privatgesellschaft geliefert. Denn wenn man Privatgesellschaften nicht heranziehen wollte, dann dürfte die Staatseisenbahnverwaltung auch kein Wasser von kommunalen Wasserwerken beziehen und namentlich auch ihre

Riesenbahnhöfe nicht von kommunalen und privaten Elektrizitätswerken beleuchten lassen. Der elektrische Betrieb sei auch für die Eisenbahnverwaltung gar nichts Neues; denn schließlich handle es sich doch nur um eine Nachbildung des Betriebes, der seit längerer Zeit auf der Strecke Blankenese—Ohlsdorf—Hamburg geführt werde. Dieser Betrieb funktioniere tadellos seit 6 Jahren.

Was die wirtschaftlichen Bedenken anlangt, die der Minister erwähnte, so möchten wir diese dahin erläutern, daß eine Ersparnis an Betriebskosten bei Einführung des elektrischen Betriebes nicht so sehr für die kohlenreichen Länder, wie Deutschland und England, als vornehmlich für kohlenarme Länder ins Gewicht fällt. Hier sind vor allem Schweden und Norwegen sowie die Schweiz zu nennen, wo die Verhältnisse politisch und wirtschaftlich gerade umgekehrt wie in Deutschland liegen. Strategische Rücksichten kommen dort so gut wie gar nicht in Betracht, dagegen spielen wirtschaftliche Momente eine um so größere Rolle.

Kapitel III.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte, erläutert an der Entwicklung der schwedischen und norwegischen Industrie.

§ I.

Die Elektrisierung der schwedischen Staatsbahnen vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet.

Schweden ist bekanntlich eines der kohlenärmsten Länder der Welt¹⁾. Die schwedische Kohलगewinnung beschränkt sich auf einige wenige Fundorte im äußersten Süden des Landes (u. a. bei Höganäs gegenüber von Helsingör). Es ist daher darauf angewiesen, fast seinen ganzen Bedarf an Steinkohlen im Auslande

¹⁾ Schwedens Steinkohlenförderung betrug in 1000 metrischen Tonnen:

im Jahre:	1902	1904	1906	1908	1910
	305	321	297	305	303



Fig. 14. Schwedens Wasserkraftausnutzung.

zu decken¹⁾. Die Staatsbahnen²⁾ allein beziehen zurzeit (1910) für ungefähr 7,88 Millionen Mark englische Steinkohlen pro Jahr und die Privatbahnen etwa die gleiche Menge. Andererseits besitzt das Land in seinen vielen Wasserfällen ungeheure Energiequellen, die zum weitaus größten Teile noch der Erschließung harren. Aus diesen Erwägungen heraus hat die schwedische Regierung schon sehr frühzeitig ihr Augenmerk auf die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Staatsbahnlinien gerichtet.

Bereits im Jahre 1902, das heißt, bald nach den oben erwähnten, allgemeines Aufsehen erregenden Schnellbahn-Versuchen auf der Strecke Berlin—Zossen hat die schwedische Eisenbahnverwaltung in dieser Richtung eingehende Untersuchungen angestellt. Nachdem dann Anfang 1905 von den Siemens-Schuckertwerken die erste größere normalspurige Bahn in Deutschland, die 23,6 km lange Einphasenbahn³⁾ von Murnau—Oberammergau, in Betrieb gesetzt war, und in schwierigem Gelände (bei Steigungen bis 1:33) den sehr regen Personen- und Güterverkehr durch elektrische Energie vom Wasserkraftwerk am Ammerfluß sofort anstandslos bewältigte,

¹⁾ Das Statistische Jahrbuch für das Deutsche Reich gibt den Wert der Einfuhr von Steinkohlen nach Schweden für das Jahr 1910 auf 63,1 Millionen Mark an, woran lediglich England beteiligt ist.

²⁾ Vgl. Angaben von Oefverholm, Direktor der schwedischen Staatsbahnen, in der Zeitschrift: Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1910, Heft 25.

³⁾ Von den Stromsystemen für elektrischen Bahnbetrieb, die mit Stromzuführung zu den Zügen mittels Kontaktleitung und Schienenrückleitung versehen sind, kommen folgende in Frage:

1. Gleichstrom mit dritter Schiene für Spannungen bis zu 800 Volt.
2. Gleichstrom mit Oberleitung für Spannungen bis zu 3000 Volt, eventuell 2×3000 Volt in Dreileiteranlagen. (In beiden Fällen in der Regel unter Benutzung von Umformerwerken, denen die Energie in Form von hochgespanntem Drehstrom mit Freileitung zugeführt wird.)
3. Dreiphasen-Wechselstrom mit zwei Oberleitungen von 5000 bis 8000 Volt.
4. Einphasen-Wechselstrom mit Oberleitung bis zu 15 000 Volt Spannung.

Nach dem heutigen Stande der Technik bietet das zuletzt genannte System, der Einphasenstrom, beim Wasserkraftbetrieb die größtmöglichen wirtschaftlichen Vorzüge. In die Beweisführung dieser Tatsache soll hier nicht eingetreten werden, da sie wohl ausschließlich den Ingenieur interessieren dürfte, der sich in Spezialwerken leicht Aufschluß wird verschaffen können. Nur soviel sei erwähnt, daß die Studienkommissionen der preußischen, der bayerischen, der schweizerischen, der österreichischen und schwedischen Staatsbahnen, gestützt auf Versuche oder auf einen praktischen Betrieb im Großen zu dieser Entscheidung einstimmig gekommen sind.

da wurden auch seitens der schwedischen Regierung in den Jahren 1905 bis 1907 auf den Strecken Tomtebodå—Vårta und Stockholm—Järfva Versuche mit elektrisch betriebenen Vollbahnfahrzeugen unter Benutzung von Fahrdrå-Betriebsspannungen bis zu 20 000 Volt mit günstigen Betriebsergebnissen ausgeführt¹⁾.

Schon seit dem Jahre 1908 liegt ein fertig ausgearbeiteter Plan zur Einführung des elektrischen Betriebes auf den wichtigsten Strecken der schwedischen Staatsbahnen vor. Der Plan umfaßt die Anlage großer Wasserkraftstationen, in denen die zum elektrischen Betrieb notwendigen enormen Kraftmengen erzeugt werden sollen. Die in Frage stehenden Pläne sind während der letzten Jahre Gegenstand eingehender Erörterungen gewesen, und es sind mehrfache Änderungen betreffs des Leitungsnetzes und der Verteilung der Kraftmengen angenommen worden. Die Wasserfall-direktion und die oberste Leitung der Staatsbahnen haben sich jetzt wegen der Einzelheiten des Planes geeinigt, und es dürfte in Übereinstimmung damit dem Reichstage in einer nicht fernen Zukunft ein Vorschlag vorgelegt werden.

Die Richtlinien des in Frage stehenden Planes sind etwa folgende: Zunächst soll die Elektrisierung der Hauptlinien südlich von Stockholm durchgeführt werden. Von diesen soll die Westliche Stamm-bahn, die Linie Stockholm—Göteborg, ihre Triebkraft von den Trollhättan-Zentralen sowie von Ljung im Motalastrom bekommen. Die Linie Järna—Nyköping—Malmö—Trelleborg (Südliche Stamm-bahn) wird ebenfalls von der letztgenannten Kraftstation sowie von einer Zentrale beim Kassefors (Kasse-Wasserfall) des Flusses Lågan mit elektrischer Kraft versehen werden. Endlich soll die Kassefos-Anlage in Verbindung mit den Trollhättan-Zentralen die Linie Göteborg—Malmö mit Kraft versehen. Die Kosten der Elektrisierung der genannten Bahnstrecken werden auf 90 Millionen Kronen (100 Millionen Mark) beziffert; hiervon sollen 65 Millionen Kronen zu Leitungen, Transformatorenstationen und Lokomotiven verwendet werden. Die Anlage der Kraftstationen soll 25 Millionen Kronen kosten. Wenn dieser Plan

¹⁾ Vgl. Chefingenieur Robert Dahlander, Stockholm: Die Versuche mit elektrischem Betrieb auf schwedischen Staatseisenbahnen, ausgeführt während der Jahre 1905 bis 1907. Zeitschrift: Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1907, S. 326. — Ferner dieselbe Zeitschrift Jahrg. 1906, Heft 5, 6 und 22.

durchgeführt ist, will man die nördlich von Stockholm gelegenen Staatsbahnen elektrisieren.

Seitdem macht die Elektrisierung des schwedischen Staatseisenbahnnetzes immer weitere Fortschritte. Der schwedische Staat arbeitet fortgesetzt an der Verwirklichung seines großen Planes, das ganze südliche Bahnnetz zu elektrisieren, wie wieder einige jüngst getroffene Maßnahmen zur Erwerbung von Wasserkräften zeigen. Für die Elektrisierung bestimmt ist das Bahnnetz südlich von der Station Bollnäs ab, die im Gefleborger Län an der nach Lappland führenden nördlichen Stammbahn liegt. Dagegen hält man eine Elektrisierung der vielen nördlich gelegenen Bahnen nicht für wirtschaftlich vorteilhaft, mit Ausnahme der Bahnlinie, die die Erzausfuhr aus den großen Erzrevieren Nordschwedens vermitteln, wie die Reichsgrenz- oder Ofotenbahn von Riksgränsen nach Kiruna¹⁾ und die Bahn Luleå²⁾—Gellivare, auf denen die Elektrisierung mittels des Kraftwerkes an den Porjusfällen durchgeführt wird, das jenseits des nördlichen Polarkreises am Ausfluß des großen Lule Älf aus dem großen Luleåsee liegt und mit 80 000 Volt Hochspannung³⁾ arbeitet.

In erster Linie kommen für die Einführung des elektrischen Betriebes in Schweden solche Strecken in Frage, bei denen ein möglichst gleichartiger Betrieb und große Zugleistungen vorliegen und gleichzeitig eine größere Wasserkraft in nicht zu großer Entfernung von der Bahn vorhanden ist.

Seitens der schwedischen Staatseisenbahnverwaltung ist wegen der Bahnstrecke Kiruna-Riksgränsen eine Denkschrift ausgearbeitet worden, aus der wir folgendes im Auszuge wiedergeben⁴⁾.

¹⁾ Von der Stadt Kiruna — berühmt wegen ihrer riesigen Erzlager, die dort im Tagebau von dem Kirunavara, einem zehngipfligen Bergzuge von 5 km Länge, gefördert werden — geht das Erz per Bahn über Abisko, passiert die Riksgränsen (Reichsgrenze zwischen Schweden und Norwegen) und wird im norwegischen Hafen Narvik auf Spezial-Erztransportschiffe verladen, um teils über Rotterdam nach dem rheinischen Industriegebiet, teils nach Frankreich, Belgien, England und Nordamerika versandt zu werden. Die Bahnstrecke Kiruna-Riksgränsen von etwa 129 km ist zurzeit die nördlichste Bahn der Welt.

²⁾ Der Lule-Älf entsteht aus der Stora- und Lilla-(Groß- und Klein-) Luleå, bildet viele Wasserfälle und durchläuft zahlreiche Seen; unter den Wasserfällen ist der Niaumelsaskas von 79 m Höhe der bedeutendste.

³⁾ Vgl. Geschäftsbericht der Siemens-Schuckertwerke, Geschäftsjahr 1909/10.

⁴⁾ Vgl. J. Oefverholm, Direktor der schwedischen Staatsbahnen. Die Ein-

Das lappländische Erz — das selten unter 60 %, häufig sogar bis zu 69 % Eisen enthält, während der theoretische Maximalgehalt 72 % beträgt — wird von der Kirunavara-Luosavara Aktien-Gesellschaft gefördert, während sich der Staat zum Erztransport auf der Staatsbahn verpflichtet hat. Die Erzausbeute, die 1908 etwa 1,66 Million Tonnen betrug, soll vertragsgemäß im Jahre 1913 auf die doppelte Menge, d. h. auf 3,2 Millionen Tonnen und 1918 sogar auf 3,85 Millionen Tonnen gesteigert werden. Einer derartig erhöhten Beanspruchung wäre der bisherige Dampfeisenbahnbetrieb nicht gewachsen gewesen, und da man nicht etwa den Bahnkörper zweigleisig ausführen und außerdem neue Kohlen- und Wasserstationen errichten wollte, so entschloß sich der Staat nach eingehenden wirtschaftlichen Erwägungen zum elektrischen Betrieb, weil dieser allein die Gewähr bot, lediglich durch Vergrößerung der Zuggewichte und durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden. Es hatte sich gezeigt, daß man beim Dampfbetrieb nicht mehr als 28 beladene Erzwagen nebst einem zweiachsigen Güterwagen zu einem Zuge zusammensetzen darf, da andernfalls die Gefahr besteht, daß die Kupplungen reißen. Beim Dampfbetrieb langsam fahrender Züge treten nämlich Schwingungserscheinungen auf, die in dem starken Wechsel der Zugkraft der Dampflokomotive entsprechend der Momentanstellung des Dampfkolbens ihre Ursache haben (analog den Vibrationserscheinungen von Schiffsmaschinen, die bekanntlich seinerzeit das Unglück auf S. M. S. Brandenburg verursacht haben und jetzt durch das Schlicksche Massenausgleichverfahren beseitigt sind). Es zerreißen auch nicht etwa die Kupplungen in der Nähe der Lokomotive, sondern diejenigen am Ende des Zuges. Zwei Dampflokomotiven, eine vorn, die andere am Ende des Zuges zu verwenden, ist nicht angängig, weil sich die Führer beider Lokomotiven nicht mit Sicherheit verständigen können. Hierzu kommt, daß das Personal der Schiebelokomotive in den kilometerlangen Tunneln der Strecke durch den Rauch der vorderen Lokomotive sehr stark leiden würde. Bei elektrischem Betriebe fehlen Schwingungen oben erwähnter Art, und die Über-

führung des elektrischen Betriebes auf der schwedischen Staatsbahnstrecke Kiruna-Riksgränsen. Denkschriftensammlung der Siemens-Schuckertwerke.

wachung zweier Lokomotiven von einem Führerstande aus ist ohne weiteres möglich. Die Zuglänge kann daher bei Verwendung von zwei Lokomotiven auf 40 Erzwagen und einen Güterwagen vergrößert werden; dies bedeutet aber eine Erhöhung der Verkehrsleistungen um fast 50 %.

Eine weitere Steigerung wird durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit erzielt. Bei Dampflokomotiven muß man die Geschwindigkeit der Erzzüge unter der oben erwähnten kritischen Umdrehungszahl der Maschine halten, d. h. auf etwa 40 km/std. Bei elektrischen Lokomotiven fehlen diese Stöße, so daß eine Geschwindigkeit von 50 bis 60 km zulässig ist. Auf der größten Steigung — 10 ‰ — fahren die Dampfzüge mit 12 km/std, die elektrisch betriebenen Züge erreichen auf dieser Steigung dagegen eine Geschwindigkeit von 30 km/std.

§ 2.

Betriebersparnisse durch den elektrischen Betrieb bei der Kiruna-Riksgränsen-Bahn.

Abgesehen von der außerordentlichen Erhöhung der Betriebsleistungen wird aber der elektrische Betrieb auch wesentliche Ersparnisse in den Betriebskosten zur Folge haben. Bei einem Transport von 3 850 000 Tonnen Erz pro Jahr betragen die Ersparnisse 420 000 Kr. (472 000 M.) pro Jahr gegenüber Dampftrieb. Diese Zahl ergibt sich unter Berücksichtigung der von den ausführenden Firmen übernommenen Betriebskostengarantie.

Ein weiterer Gewinn tritt für den Staat ein durch Abgabe von elektrischer Kraft an die Erzförderungsgesellschaft oder an Private, ferner durch Vermeidung des Ausbaues des zweiten Gleises und schließlich durch den Fortfall der Rauchbelästigung, die besonders in den langen Tunneln das Zugpersonal gesundheitlich schädigt und unter Umständen Unglücksfälle zur Folge haben kann. Aber auch die gemauerten Tunnelwände und der Oberbau leiden stark durch die Rauchgase, da die Verbrennungsprodukte der schwefelkieshaltigen Kohlsorten Schwefelsäuredämpfe entwickeln, die Schienen und Mauerwerk angreifen¹⁾.

¹⁾ Vgl. auch W. Mehl, Über Rauch und Ruß. Verlag Leineweber, Leipzig.

Allgemein ist der Dienst bei elektrischem Betrieb für das Lokomotivpersonal bedeutend leichter. Auf der Riksgränsenbahn verkehren zurzeit die schwersten Lokomotiven Schwedens, die 7200 kg Steinkohle pro Arbeitstag verfeuern. Da dies ein Heizer allein nicht mehr leisten kann, mußte man diesem einen Hilfsheizer begeben. Das macht also 3 Mann pro Lokomotive aus. Demgegenüber kann die elektrische Lokomotive von einem Mann und zwar ohne jede Überanstrengung bedient werden.

Unter Berücksichtigung aller der obenerwähnten Umstände konnte es keinem Zweifel unterliegen, daß die denkwürdige Eingabe der Regierung vom 4. April 1910 an den schwedischen Reichstag, die die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Riksgränsenbahn und den Bau des zugehörigen Kraftwerkes verlangt, freudiger Zustimmung begegnen würde. Der Reichstag hat denn auch am 20. Mai 1910 den Vorschlag der Regierung einstimmig angenommen und die erforderlichen Mittel im Betrage von $21\frac{1}{2}$ Millionen Kronen (24 187 500 M.) bewilligt.

Die Eisenbahnlinie von Gellivare nach den Porjusfällen, die das Polarkraftwerk zugänglich machen soll, hat noch eine andere Bedeutung: sie bildet das erste Glied zur großen Inlandsbahn, die von Sveg, dem nördlichsten Punkte des Bahnnetzes im Gebirgslande Dalarna (Dalekarlien), ausgeht, über Östersund, Ulriksfors, den Angerman-Älf, den Skellefte-Älf und Gellivare¹⁾ nach Porjus laufend, eine Länge von 650 km hat und das Innere von Norrland erschließen soll. Dieser teilweise bereits in Ausführung begriffene Plan deckt sich mit der Wasserkraftpolitik des schwedischen Staates, da die Linie dicht am Ausfluß der langen nordschwedischen Seen, den günstigsten Stellen für die Anlage von hydroelektrischen Kraftwerken, entlang geführt wird.

Das für die Elektrisierung ausersehene südliche Staatsbahnnetz umfaßt u. a. die wichtigsten Stammbahnen, vor allem die von Stockholm nach Göteborg im Westen und nach Malmö im Süden führenden Linien. Die reiche Wasserkraft, die auch auf der südlichen Hälfte Schwedens vorhanden ist, ermöglicht die Durchführung des Elektrisierungsplanes im weitesten Umfange. Als einige der ersten Schritte in dieser Richtung sind die zwischen

¹⁾ Der Berg Gellivare ist 364 m hoch, 470 m lang und bis 300 m breit, er ist ganz von Sümpfen umgeben und besteht aus hochwertigem Eisenerz, das von einer englischen Aktiengesellschaft ausgebeutet wird.

dem Staat, d. i. der Königlichen Wasserfalldirektion (der Kungl. Vattenfallsstyrelsen) — der ersten staatlichen Behörde dieser Art in der Welt — und dem Stockholmer Elektrizitätswerk getroffenen Abmachungen zu nennen, wobei es sich um die Elektrisierung der Strecke Stockholm-Märsta handelt, dem halben Wege nach Upsala und der Strecke Göteborg-Alingsås. Für die letztere soll die große staatliche Kraftstation am Trollhättan die Betriebskraft liefern. Gegenwärtig unterhandelt der Staat wegen Erwerbung einiger Stromschnellen am Motalastrom. Nach dem Elektrisierungsplan der Staatsbahnverwaltung sollen an den am Motalastrom gelegenen und dem Staat gehörenden Wasserfällen zwei Kraftstationen angelegt werden, wovon die eine bei Norrköping, die andere bei Motala beginnen soll. Die am Motalastrom zu errichtenden Kraftstationen sind für den Betrieb einiger Strecken der westlichen und südlichen Stammbahnen berechnet, worunter sich auch wahrscheinlich ein Teil der neuen, im Bau begriffenen Stammbahn Järna-Nyköping-Norrköping befindet, die von Järna aus in leichtem Bogen nach Norrköping geht und den deutsch-schwedischen Verkehr etwas verkürzen wird. Die auf der entgegengesetzten Seite Schwedens liegende Kraftstation am Trollhättan reicht schon jetzt mit ihrem Leitungsnetz bis Sköfde und wird mindestens bis zur Station Laxå ausgedehnt werden, die nördlich vom Vätternsee liegt und hier mit dem Wirkungsbereich der künftigen Kraftstationen am Motalastrom zusammenstößt. Ferner legt der Staat eine große Kraftstation am Älfkarlebyfall an, deren Kraftleitung bis Katrineholm und Nyköping ausgedehnt werden soll. Mit allen diesen Kraftanlagen wird der Staat im ganzen mittleren und südlichen Schweden die nötige Triebkraft haben mit Ausnahme der allersüdlichsten Teile, die aber schon durch die Netze einiger Kraftgesellschaften versorgt sind. Zudem will der Staat auch hier selbst an dem ihm gehörenden Karsefall eine Kraftstation errichten.

Es ist also nur eine Zeitfrage, wann der schwedische Staat für sein ganzes Bahnnetz, soweit es auf der südlichen Hälfte Schwedens liegt, über die erforderliche Kraft verfügen wird.

Die Vorteile, die die Umwandlung der lebendigen Kraft des Wassers in elektrische Energie bietet, treten ganz besonders in solchen Ländern stark zutage, in denen — wie in Schweden und

Norwegen — die Kohlenzufuhr auf Schwierigkeiten stößt, und für die deshalb eine ökonomische Erzeugung der Betriebskraft durch Dampfmaschinen ausgeschlossen ist. Ja, wir gehen in der Behauptung nicht zu weit, wenn wir sagen, daß in solchen Fällen gerade die elektrische Kraftübertragung unter Benutzung vorhandener Wasserkräfte neue Produktionskräfte und Verkehrsmittel erschlossen hat, die uns einerseits erst eigentlich zu Herren der Welt gemacht, andererseits aber auch einen kommerziellen und industriellen Betrieb überhaupt erst wirtschaftlich gestaltet haben, wie beispielsweise die Elektrisierung der schwedischen Staatsbahnen und die Ansiedelung der Großindustrie an den Porjusfällen ohne weiteres erkennen lassen (vgl. auch die Ausführungen im folgenden § 3).

§ 3.

Schwedens Wasserkraftausnutzung.

Nach dem Vorgange anderer Kulturstaaten hatte sich im Jahre 1907 auch die schwedische Regierung entschlossen, ein hydrographisches Bureau einzurichten mit der Aufgabe, gemeinsam mit der Kgl. Wasserfalldirektion in Stockholm Erhebungen über die Art und Größe der Wasserkraftausnutzung in Schweden anzustellen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen liegt jetzt vor; wir entnehmen den Meddelanden från Kungl. Vattenfallsstyrelsen Nr. 2, Stockholm 1910 (Kgl. Wasserfalldirektion) die folgenden Angaben.

Schweden kann in bezug auf den Abfluß der Flüsse in das Meer in folgende Gebiete geteilt werden, vgl. die Karte auf S. 79:

1. in das Flußgebiet des Bottnischen Meerbusens,
2. in das Flußgebiet der Ostsee und
3. in das Flußgebiet des Kattegat und Skagerrak.

Die hauptsächlichsten Flüsse innerhalb dieser Gebiete nebst der Größe ihrer Niederschlagsgebiete zeigt umstehende Zusammenstellung.

Obwohl etwa 15 % der Bodenfläche Schwedens oberhalb des Polarkreises liegt, besitzt das Land infolge der Einwirkung des Golfstromes ein im Verhältnis zu seiner nördlichen Lage mildes Klima, und ganz besonders gilt dies für den Winter.

Größe des Niederschlagsgebietes in qkm:

Flußgebiet des Bottnischen
Meerbusens.

Torne älf	39 890 qkm
Kalix älf	17 880 „
Råne älf	4 140 „
Lule älf	24 940 „
Pite älf	11 230 „
Byske älf	3 280 „
Skellefte älf	11 960 „
Ume älf	26 720 „
Öre älf	2 990 „
Gide älf	3 480 „
Själēvadsån	2 340 „
Ångermanälfven	30 320 „
Indalsälfven	26 620 „
Ljungan	12 750 „
Ljusnan	16 690 „
Dalälfven	29 220 „

Flußgebiet der Ostsee.

Mälaren-Norrström	22 310 qkm
Nyköpingsån	3 640 „
Vättern-Motalaström	15 470 „
Emån	4 450 „
Mörrumsån	3 390 „
Helgeå	4 890 „

Flußgebiet des Kattegat und
Skagerrak.

Lagan	6 200 qkm
Nissan	2 680 „
Ätran	3 350 „
Viskan	2 200 „
Vänern-Göta älf	48 530 „

Die jährlichen Durchschnittsniederschläge betragen im Mittel etwa 500 mm mit etwa 30 % \pm Schwankungen; in den schwedischen Berggegenden in der Nähe der Westgrenze erreichen sie eine Höhe von 1000 mm, die auf einigen Bergspitzen bis zu 2000 mm, ja sogar bis zu 3000 mm steigen, während sie im Innern des Landes bis unter 350 mm abnehmen, da sich die Feuchtigkeit der vom Atlantischen Ozean kommenden warmen Winde größtenteils auf den Bergspitzen des Kölen niederschlägt.

In gleicher Weise wie die Niederschlagshöhen wechseln auch die Gefrierzeiten. Die Schnee- oder Eisschmelze dauert vom April bis Juli.

Besonders reich ist Schweden an Seen, deren Gesamtflächeninhalt (größer als Kgr. Sachsen und Großherzogtum Baden zusammengenommen) etwa 37 000 qkm, das heißt etwa 8 % des gesamten Landes (448 000 qkm) umfaßt.

Von den zehn großen Seen, die zusammen etwa 11 338 qkm Flächeninhalt haben, wurde bisher nur der Hjälmarēn-See reguliert, jedoch bezweckte diese, bereits 1878 vorgenommene Regulierung lediglich ein Trockenlegen der Sümpfe zwecks Förderung der Landwirtschaft. Die hydroelektrische Krafterzeugung war damals noch unbekannt, denn die erste Anlage dieser Art

Schwedens größte Seen¹⁾.

Name	Flächeninhalt in qkm	Höhe über d. Meere in m	Flußsystem
Vänern	5 568	44	Vänern-Göta älf
Vättern	1 898	88	Vättern-Motalaström
Mälaren	1 163	0,5	Mälaren-Norrström
Hornavan-Storavan . . .	713	425	Skellefte älf
Hjälmaren	480	21	Mälaren-Norrström
Storsjön	447	292	Indalsälven
Siljan-Orsasjön	350	165	Dalälven
Torne Träsk	326	345	Torne älf
Langas-St. Lulevatten . .	227	372	Lule älf
Storuman	166	348	Ume älf
Sa.	11 338		

wurde in Schweden 1893 gebaut, und zwar wurden 300 PS von Hellefors nach Grängesberg, d. h. auf einer Luftlinie von 45 km übertragen.

Die übrigen Seen, nämlich der Vänern-, Siljan-, Vättern-(Erdgeister-), St. Lulevatten- und Hornavan-Storavan-See, sollen erst demnächst reguliert werden, um den Bedürfnissen der Landwirtschaft und Industrie durch Ausnutzung der Wasserkraft zu dienen.

Von den unzähligen kleineren Seen sind dagegen bereits viele geregelt und für Flößereibetrieb sowie zur Kraftgewinnung nutzbar gemacht, so sind z. B. im Flußgebiet des Dalälven etwa 160 Seen (mit einem Gesamtareal von etwa 200 qkm) mit Staudämmen, Deichen u. dgl. versehen. Dieser Reichtum an Seen sowie der Umstand, daß besonders die nördlichen Flußgebiete zum großen Teil mit Nadelwald bedeckt sind, trägt wirksam dazu bei, daß der Ablauf verhältnismäßig gleichmäßig stattfindet.

Von den europäischen Ländern ist Schweden am walddreichsten. Von je 100 ha kommen auf Forsten und Holzungen in Schweden im Mittel 43 %, in Rußland 37 % und im Deutschen Reiche

¹⁾ Zum Vergleich sei erwähnt, daß der größte See der Schweiz, der Genfer See, einen Flächeninhalt von etwa 582 qkm besitzt und etwa 372 m ü. d. M. liegt. — Der Vänern-See ist der drittgrößte Binnensee Europas und hat als einzigen Ausfluß den wasserreichsten Strom Schwedens, den Göta-Älf, an dessen Mündung Göteborg liegt.

25,9 %. Für Europa gilt als Durchschnittswert der Forsten und Waldungen etwa 25 % des Gesamtareales¹⁾.

Die Flüsse Nordschwedens unterscheiden sich von denen Südschwedens vornehmlich dadurch, daß sie wesentlich kürzere Zeit Niederwasser führen, so daß im nordschwedischen Gebiet nur bestimmte Industrien, nämlich solche mit „Saisoncharakter“, lebensfähig sind; wir finden daher, daß sich in diesen Gegenden Holzschleifereien und solche elektrochemische und elektrothermische Fabriken vor allem angesiedelt haben, die dann während des Jahres nur etwa 5 bis 7 Monate im Betrieb sind.

Die Größe der verfügbaren Wasserkräfte ist nach Ansicht der Kungl. Vattenfalls-Styrelsen in der Literatur meist unrichtig angegeben, denn nach ihren Untersuchungen ergibt sich etwa folgendes Bild:

S c h w e d e n s W a s s e r k r ä f t e.

Rohe Wasserkräfte sind vorhanden in

1. Nordschweden	7 500 000 PS
2. Svealand	1 500 000 PS
3. Götaland	1 000 000 PS
4. Rohe Gesamtwasserkraft (Summe von Pos. 1, 2 u. 3)	10 000 000 PS
5. Verfügbar im Jahre	6—9 Monate
6. Bei Niedrigwasser, also im ganzen Jahre . . .	2 500 000 PS
7. Zurzeit könnten ausgenutzt werden . . .	3,8—5 000 000 PS
8. Es wurden 1908 ausgenutzt (nach der schwedischen amtlichen Statistik)	420 000 PS
9. Davon für elektrische Energie	165 000 PS
10. Seit 1908 ausgeführt oder im Bau	180 000 PS

¹⁾ Dieser Mittelwert von etwa 25 % des Gesamtareales wird von einigen deutschen Staaten, wie Schwarzburg-Rudolstadt (43,9 %), Sachsen-Meiningen (42,1 %), Baden (37,7 %), Bayern (32,5 %) beträchtlich überschritten, während andere wiederum erheblich unter dem angegebenen Mittelwert bleiben, wie Oldenburg (10,6 %), Hamburg (4,3 %) und Bremen (0,2 %). Die Zahlenwerte der Waldungen in anderen europäischen Ländern zeigt die folgende Zusammenstellung. Danach haben Italien 17 %, Frankreich 15 %, Spanien 7 %, Portugal 3 % Waldungen, woraus sich auch die in diesen Ländern mit besonderer Heftigkeit auftretenden Verheerungen durch Überschwemmungen erklären. Daß die mitteleuropäischen Flachländer, nämlich Belgien (13 %), Holland (7 %), Dänemark (5 %) trotz ihrer Waldarmut weniger unter Überschwemmungen zu leiden haben, ist in dem Flachlandcharakter dieser Länder begründet.

11. Davon für elektrische Energie	175 000 PS
12. Summe von Pos. 8 und 10	600 000 PS
13. Summe von Pos. 9 und 11	340 000 PS
14. Gesamtverbrauch von Wasser-, Dampf- und anderen Motoren für Industrie, Handwerk und Bergbau	930 000 PS
15. Davon Staatseigentum, 9 Monate verfügbar .	670 000 PS
16. Gesamtstaatseigentum an 9 Monate verfügbaren Wasserkräften	880 000 PS

Ein Vergleich der Pos. 7 und Pos. 14 zeigt, welche enorme Entwicklungsmöglichkeiten sich für die Industrie, für das Handwerk und den Bergbau aus den noch unausgenutzten Wasserkräften Schwedens ergeben.

Diese Ziffern sind indessen Maximalwerte, die unter der Voraussetzung gewonnen sind, daß alle Wasserkräfte ausgenutzt werden können.

Wie die Karte auf S. 79 erkennen läßt, sind auf dem Gebiete, das sich von Göteborg nordöstlich längs des Vänern-Sees über Bergslage nach Gefle am Bottnischen Meerbusen hinzieht, die größten Kraftzentralen, nämlich die von Trollhättan, Bullerforsen, Gullspång und Kvarnsveden sowie eine große Anzahl kleinerer Kraftzentralen gelegen. Innerhalb dieses Gebietes bildet außer der Landwirtschaft vor allem der Bergbau mit den dazugehörigen Industrien das Hauptgewerbe.

In Schwedens Bergbau waren 1911 in Betrieb:

	Stck.	PS
Dampfmaschinen	206	26 263
Wassermotoren	709	48 459
Öl- und Gasmotoren	35	1 808
dagegen Elektromotoren	2 198	65 467
Insgesamt	3 148	141 997

Wie sich die schwedische Eisenerzgewinnung in den einzelnen Jahrfünften seit 1860 entwickelt und auf welche durchschnittliche Zahl von Gruben sie sich in jedem dieser Zeiträume verteilt hat, ist aus folgender, im „Glückauf“ vom 16. November 1912 veröffentlichten Tabelle zu entnehmen:

Tabelle X.

Jahre	Zahl der Eisenerz- gruben	Jahres- förderung*) in Tonnen	± gegen den vorhergehen- den Zeitraum %
1861—1865	500	453 486	.
1866—1870	422	542 323	+ 19,6
1871—1875	576	784 707	+ 44,7
1876—1880	382	721 232	— 8,1
1881—1885	496	874 423	+ 21,2
1886—1890	530	930 037	+ 6,4
1891—1895	339	1 517 434	+ 63,2
1896—1900	339	2 293 858	+ 51,2
1901—1905	332	3 563 214	+ 55,3
1906—1910	293	4 625 620	+ 29,8
1901	346	2 793 566	.
1902	332	2 896 208	+ 3,7
1903	322	3 677 520	+ 21,2
1904	336	4 083 945	+ 11,1
1905	326	4 364 833	+ 6,9
1906	308	4 501 656	+ 3,1
1907	294	4 478 917	— 0,5
1908	313	4 712 494	+ 5,2
1909	267	3 885 046	— 17,6
1910	283	5 549 987	+ 42,9
1911	278	6 150 718	+ 10,8

*) Ohne See- und Sumpferz.

Gegen das im Durchschnitt der Jahre 1861/65 erzielte Ergebnis ist die Förderung auf annähernd das Vierzehnfache gestiegen, gleichzeitig ist die Zahl der Gruben sehr stark, d. h. von 500 auf 278 zurückgegangen, infolgedessen hat sich die auf ein Werk entfallende Fördermenge von 907 auf 22 125 Tonnen erhöht.

Der Gesamtwert der schwedischen Eisenerzförderung betrug im Jahre 1910 rd. 37,5 Millionen Kr. (= 46,88 Millionen Mark), im Jahre 1911 rd. 44,2 Millionen Kr. (= 55,25 Millionen Mark).

Steinkohle wird nur im Steinkohlenfeld von Kristianstad (59 000 Tonnen i. J. 1911) und im Bezirk von Malmöhus (253 000 Tonnen i. J. 1911) gewonnen, beide im südlichen Teile des Landes gelegen; insgesamt betrug also die Förderung nur rd. 312 000 Tonnen. Seit 1901 bis 1911 betrug die mittlere Jahresförderung rd. 308 000 Tonnen

Der Eisen- und Stahlindustrie Schwedens kommt trotz des gewaltigen Eisenerzreichtums des Landes immer noch keine größere Bedeutung zu. Der Grund liegt teils in der geringen Bevölkerungsdichtigkeit des Landes, teils in dem fast gänzlichen Fehlen der Kohle, die, soweit sie in Schweden gewonnen wird, noch dazu nur in großer Entfernung von den Hauptpunkten der Industrie vorkommt.

Die Roheisenerzeugung Schwedens läßt die folgende Zusammenstellung erkennen:

Tabelle XI.

Jahre	Roheisen überhaupt in Tonnen	± gegen das Vorjahr in %
1901	528 375	.
1902	538 113	+ 1,8
1903	506 825	— 5,8
1904	528 525	+ 4,3
1905	539 437	+ 2,1
1906	604 789	+ 12,1
1907	615 778	+ 1,8
1908	567 821	— 7,8
1909	444 764	— 21,7
1910	603 939	+ 35,8
1911	634 392	+ 5,0

Der stetigen Aufwärtsentwicklung bis 1907 folgte ein beträchtlicher Rückgang. Das Hochkonjunkturjahr von 1907 ist dann allmählich wieder 1911 um ein geringes (etwa 3,02 %) überflügelt worden.

Die schwedische Roheisenindustrie kann, verglichen mit unseren deutschen Verhältnissen, nicht als Großindustrie angesprochen werden, da die jährliche Leistung pro Hochofen in Schweden nur etwa $\frac{1}{10}$ derjenigen Deutschlands ausmacht. Die Zahlen verhielten sich 1910 in Schweden 5392 Tonnen pro Hochofen gegen 53 392 Tonnen pro Hochofen in Deutschland.

Wenn aber auch innerhalb des Gebietes, in dem die meisten Wasserkraftzentralen liegen, der Bergbau und die dazu gehörigen Industrien neben der Landwirtschaft die Hauptgewerbe bilden, so sind sie doch keineswegs die einzigen Nutzer dieser Energie.

Der Svenska Vattenkraftföreningen (Schwedische Wasserkraftverein), ein Verband industrieller und technischer Körperschaften, Wasserkraftanlagen und Privatpersonen mit dem Zweck, die wirtschaftliche Ausnutzung der schwedischen Wasserkräfte zu fördern, gibt an, daß die Gesamtleistung sämtlicher Anlagen (über 500 PS) im Jahre 1910 etwa 450 000 PS ausmachte und daß sich diese Zahl auf folgende Industrien verteilte:

Holzindustrie	140 000	Turbinen PS-Leistung
Eisenindustrie	80 000	„ „
Elektrochemische Industrie	35 000	„ „
Textilindustrie	10 000	„ „
Kraftverbrauch für Beleuchtung und verschiedene Industrien	185 000	„ „
Gesamt	450 000	Turbinen PS-Leistung

Im südlichen Teile Schwedens, welcher im großen und ganzen nicht einen solchen Reichtum an Wasserkraft aufweist, sind noch als größere Zentralen, die im Besitz von Aktiengesellschaften sind und ihre Kraft an Gemeinden und Industrien abgegeben, zu nennen: Yngeredsfors im Ätranälf (seit 1907 im Betrieb, Hochspannung 40 000 Volt), ferner die der Sydsvenska Kraftaktiebolaget gehörenden Kraftwerke Majenfors, Bassalt, Oefre und Nedre Knäred im Lagan-Älf, dann die der Hemsjö-Gesellschaft gehörenden drei Zentralen Fridafors und Hemsjö im Mörrumsån und Torsebro im Helgeälf. Außerdem sind zahlreiche kleinere Anlagen in der Hand von Aktiengesellschaften, die an die Holz- und Mühlenindustrie Wasserkraft oder elektrische Energie sehr billig abgeben. Die großen Textilfabriken, Holzschleifereien und Holzwaren- und Zellulosefabriken Väster- und Oestergotlands beziehen die erforderliche Energie aus ihren eigenen, zum Teil recht bedeutenden hydroelektrischen Anlagen.

In der obigen Aufzählung des schwedischen Wasserkraftvereins ist als größte Abnehmerin der Wasserkraft die Holzindustrie genannt. Trotz alledem bedient sich die Holzindustrie, die für Schweden von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist (siehe unten), im großen und ganzen vorläufig noch verhältnismäßig wenig der elektrischen Energie; sie benutzt zurzeit ganz überwiegend Dampfkraft. Auf den ersten Blick mag diese Tatsache bei einem so kohlen-

armen Lande wie Schweden etwas befremden. In Wirklichkeit liegen aber die Dinge folgendermaßen: um an Transportkosten bei dem Holzversand zu sparen, werden alle Hölzer roh beschnitten und die vorläufig fast wertlosen Sägespäne, Schwarten, Äste usw. als Dampfkesselfeuerungsmaterial verwendet. Ein Umschwung in dieser Methode ist — allerdings erst in seinen Anfängen — zu konstatieren, indem die Sägewerke immer mehr dazu übergehen, die Holzabfälle in Holzschleifereien, Zellstoffabriken usw. nutzbringender zu verarbeiten und ihre Maschinen dann mit hydroelektrischer Energie zu betreiben.

Der Gesamtproduktionswert der schwedischen Sägewerke betrug 1907 etwa 193 Millionen Mark, wovon etwa 61 % auf Norrland kommen, während sich der Produktionswert der Holzmasseindustrie 1908 auf etwa 89 Millionen Mark belief, wovon auf Norrland etwa 39 % entfielen.

Die Holzwarenindustrie Norrlands, die vornehmlich in dem Gebiete zwischen der Küste und der durchgehenden Hauptbahn gelegen ist, liefert vornehmlich Nadelhölzer (längs gesägt), Fensterahmen, Türen, Holzmasse, Zellstoff usw. Die Ausfuhr nach Deutschland hatte 1911 einen Wert von über 44 Millionen Mark.

In der Nähe der durchgehenden Hauptbahn in Nordschweden sind als größere Anlagen noch erwähnenswert: Alby¹⁾ (Alby-Carbid Works vgl. S. 183), Matfors, Nedansjö, Torpshammar und Ringdalen¹⁾ im Ljungan, Bergvik und Arbra im Ljusnan, Forsse im Ångermanälven, Klabböle im Ume und Finnforsen im Skellefte, ferner Ytterstfors im Byske u. v. a. m.

Viel mehr aber als die privaten Betriebe zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte spielen in Schweden die staatlichen Betriebe dieser Art eine Rolle.

Diejenigen Wasserfälle, die ganz oder teilweise Eigentum des Staates sind, besitzen ungefähr 880 000 PS, welche etwa 9 Monate im Jahre verfügbar sind. Der Anteil des Staates an Wasserläufen ohne Regulierung wird auf 670 000 PS geschätzt. In diesen Ziffern sind mehrere zum Teil sehr bedeutende Wasserfälle in Nordschweden nicht mitgezählt, auf deren Eigentum der Staat Anspruch macht, deren Eigentumsrechte jedoch noch nicht gerichtlich festgestellt sind.

¹⁾ Alby und Ringdalen dienen der chemischen Industrie, während bei den übrigen Werken die Kraft verpachtet ist.

Von der Wasserkraft, welche hiernach ganz oder teilweise Eigentum des Staates ist, sind etwa 63 000 PS augenblicklich ausgenutzt.

Die erste von den größeren Kraftzentralen des Staates ist die an den Trollhättanfällen, von der wir die nachstehenden Daten bringen:

Staatliche Anlage Trollhättan.

Erster Ausbau begonnen	1906
Erster Ausbau (bereits im Betriebe)	
Leistung.	40 000 PS
Gefälle	32 m
Wassermenge, unreguliert	320—900 cbm/sek.
Elektrische Generatoren	3phasiger Wechselstrom, 25 Perioden, 10 000 Volt
Fernleitung	50 000 Volt
Kosten der fertigen Anlage	12 880 000 M.
Leistung der fertigen Anlage	80 000 PS
Kosten pro PS.	161 M.

Von den übrigen teilweise oder völlig im Staatsbesitz befindlichen Fällen sind etwa 300 000 PS ausgenutzt. Über die staatliche Kraftzentrale bei Porjus im Luleälf haben wir bereits das volkswirtschaftlich Wichtige auf Seite 82 ff besprochen.

Die Wasserkraftpolitik des Schwedischen Staates setzte im Jahre 1906 ein, als der Beschluß des Ausbaues der Trollhättanfälle¹⁾ gefaßt und deshalb eine besondere

¹⁾ Erwähnt sei an dieser Stelle, daß die Stadtverwaltung Kopenhagens sich kürzlich an die schwedische Wasserfalldirektion wegen Lieferung von etwa 20 000 PS elektrischer Energie für die dänische Hauptstadt gewandt hat. In schwedischen Regierungskreisen verhält man sich nicht ablehnend dem Vorschlag gegenüber, nur will man sich nicht für immer binden, da einst für Schweden die Zeit kommen könnte, wo das Land den Strom selbst gebrauchen würde. Aus diesem Grunde ist mehr Neigung für einen Vertrag von etwa 20 Jahren als für eine dauernde Abmachung vorhanden. Die Überführung des Stromes ist nach dem Plane des schwedischen Oberingenieurs Torsten Holmgren vom staatl. Elektrizitätswerk Trollhättan von Göteborg bis Helsingborg mittels Luftnetzleitung (Freileitung) und über den Sund nach Kopenhagen als submarine Kabelleitung gedacht.

Daß eine solche submarine Kraftübertragung technisch möglich ist und wirtschaftlich günstige Ergebnisse zeitigt, beweisen die drei Seekabelverlegungen

Direktion des „Trollhätte Kanal- och Vattenverks“ eingerichtet wurde. Diese Direktion erweiterte sich dann 1909 zu der Kungl. Vattenfallsstyrelsen, einer Behörde mit einer im Verhältnis zu den übrigen schwedischen Verwaltungskörpern recht weit ausgestatteten Befugnis. Die Styrelsen setzt sich zusammen aus einem Wasserfalldirektor, einem Wege- und Wasserbautechniker, zwei Sachverständigen aus Handel und Industrie und einem Juristen. Es wurde hierdurch angestrebt, möglichst sachverständige und weniger bürokratische Kräfte zu Worte kommen zu lassen. Dem Wasserfalldirektor untersteht ein „Vortragender Ingenieur für technische Angelegenheiten“ mit einem technischen Bureau und ein Sekretär und Bevollmächtigter mit einem juristischen und verwaltenden Bureau.

Zum Geschäftsbereich der Vattenfallsstyrelsen gehören außerdem

- a) Verwaltung der wichtigsten staatlichen Wasserfälle,
- b) Ausarbeitung von Entwürfen sowie Vorarbeiten für den Bau staatlicher Kraftwerke und
- c) Vorlage von Vorschlägen zur rationellen Ausnutzung der Wasserkräfte im Interesse der Volkswirtschaft.

Von den wichtigsten Aufgaben, die bereits durch die Wasserfalldirektion ihre Erledigung finden oder gefunden haben, seien folgende erwähnt:

1. der Ausbau der staatlichen Trollhätte-Kraftzentrale;
2. der Ausbau des staatlichen Kraftwerkes bei Porjus im Lule älf (vgl. S. 82 ff);
3. die Anlage eines Kraftwerkes von 40 000 PS bei Älfkarleby in Dalälven;
4. die Regulierungen der Vänern-, Siljan und Stora Lulevattnet und anderen Seen und schließlich
5. die Elektrisierung der südschwedischen und mittelschwedischen Staatsbahnen.

Wie wir im vorstehenden gesehen haben, betreibt der schwedische Staat seit 1906 eine in jeder Weise tatkräftige Wasserkraftpolitik, so daß die Frage nahe liegen dürfte, wie hat sich unter der

von Stralsund—Dänholm—Rügen, von Wittow—Rügen und durch den Fehmarnsund, welche im Sommer 1912 für 15 000 Volt Betriebsspannung von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführt worden sind und seitdem anstandlos arbeiten.

Ägide des Staates erstens die Wasserkraftindustrie entwickelt und zweitens welche Wirkungen haben sich daraus bei den übrigen Industrien gezeigt?

Der erste Teil der Frage nach der Entwicklung der schwedischen Wasserkraftindustrie läßt sich dahin beantworten, daß sich während der letzten Jahre besonders im südlichen und mittleren Schweden die Verwendung der Wasserkraft für kommunale Zwecke sowie für die aufblühende Industrie immer mehr einbürgert, so daß im letzten Dezennium, das heißt, seit der Jahrhundertwende, eine Zunahme von 80% zu konstatieren ist, wozu natürlich die bereits erörterte Elektrisierung der Staatsbahnen das ihrige beigetragen hat.

Die Eisenbahnanlagen beanspruchen in starkem Maße aber nur die südlichen Wasserkraftzentralen, während die ergiebigsten Wasserkräfte gerade im Norden liegen und und zwar im Innern des Landes, wo die Dichtigkeit der Bevölkerung (mit Ausnahme von Jämtland) weniger als 5 Einwohner und in einigen Gebieten sogar weniger als 1 Einwohner auf den qkm beträgt¹⁾. Es liegen also die Verhältnisse ganz anders als in Mittel- und Südschweden.

In Norrland besteht die Industrie vornehmlich im Sägewerk- und Holzmassebetrieb, wozu dann noch im höchsten Norden die Eisenerzgewinnung von den Erzfeldern von Gellivare und Kiruna kommt. Die Sägewerkindustrie, gebraucht zurzeit noch wenig elektrische Energie oder, was in diesem Falle fast gleichbedeutend ist, wenig Wasserkraft. Die Holzmasseindustrie hingegen bedient sich in ihren mechanischen sowie in ihren chemischen Betrieben mit Vorteil der hydroelektrischen Kraft. Die das ganze Jahr hindurch eine ununterbrochene Kraft erfordernde chemische Holzmasseindustrie kann höhere Preise zahlen als die mechanische, die auf äußerst billige Kraft angewiesen ist, sich dafür aber mit „Saisonkraft“ begnügen kann, ein Umstand, der besonders in Nordschweden

¹⁾ Vergleichsweise sei bemerkt, daß der am dünnsten bevölkerte Bundesstaat des Deutschen Reiches, Großherzogtum Mecklenburg-Strelitz, im Jahre 1910 auf 1 qkm Fläche 36,3 Einwohner hatte. Im Deutschen Reiche kommen auf 1 qkm 120 Einwohner, im Königreich Schweden auf 1 qkm 12 Einwohner und im Königreich Norwegen nur 7 Einwohner.

sehr ins Gewicht fällt, da, wie bereits erwähnt, die nordschwedischen Flüsse in der Regel weniger Wasser führen.

Interessant ist auch das Verhältnis zwischen der Verteilung der Kraftwerke des Landes und der Bevölkerungsziffer. Abgesehen von gewissen Industrien, z. B. der elektrochemischen, die bei geringem Personal große Kraftsummen verbrauchen (vgl. die Norgesalpeter-, Kalkstickstoff-, Elektrostahl-, Aluminiumindustrie usw.) dürfte im allgemeinen der Satz zutreffen, daß mit der Bevölkerungsziffer der Bedarf an Kraft wächst und damit auch das Verlangen, die zur Verfügung stehenden Wasserkräfte auszunutzen. Wir sehen daher auch, daß sich die schon ausgebauten Wasserkräfte im allgemeinen in den am dichtesten bevölkerten Gegenden befinden, während in dem spärlich bevölkerten Gebiete im Innern Norrlands nur eine Kraftzentrale — die Porjuszentrale — vorhanden ist.

Daß eine zielbewußte Wasserkraftpolitik nicht ohne segensreichen Einfluß auf viele andere Industrien und damit auf die gesamte Volkswirtschaft ist, zeigt sich also besonders in Schweden.

Die Überlandzentralenbewegung, die in Deutschland um die Jahrhundertwende einsetzte, machte sich in Schweden erst etwa 6 Jahre später bemerkbar. Diese Bewegung läuft in Deutschland allgemein darauf hinaus, Riesenüberlandzentralen zu schaffen in den Zentren großer und billiger Primärkräfte — in den Stein- und Braunkohlenrevieren also Dampfzentralen, im Gebiet der süddeutschen Wasserkräfte aber hydroelektrische Kraftwerke — und von diesen Zentren aus eine Elektrisierung des Landes unter Beachtung aller wirtschaftlichen Momente anzustreben, und schließlich kleinere Werke, deren Entwicklung völlig ins Stocken geraten ist, zu Vasallen der großen Kraftzentren zu machen unter zweckmäßigster Verwendung der von diesen kleinen Werken bereits gezogenen Leitungsnetze.

Von den Überlandzentralen ist eine doppelte Aufgabe zu erfüllen, einerseits sollen sie dem Konsumenten die erforderliche Energie möglichst billig zur Verfügung stellen, andererseits aber sollen sie auch für den Unternehmer einen Gewinn abwerfen, der ihm die Anlage seines Geldes in solchen Überlandzentralen als genügend rentabel erscheinen läßt.

Beide Aufgaben stehen zueinander in einem gewissen Widerspruch, der sich nur dann lösen läßt, wenn entweder die Selbst-

Tabelle

Verteilung der verschiedenen Antriebsarten auf die einzelnen

Laufende Nr.	Industriezweig	Wassermotoren zum	
		direkten Antrieb von Fabriken	Antrieb von elektrischen Generatoren
1	Nahrungsmittel (Mehlmühlen usw.)	53 590	1 150
2	Textilindustrie	14 740	5 274
3	Öl, Teer, Gummi usw.	889	305
4	Gerberei usw.	297	65
5	Sägewerke usw.	16 034	900
6	Papierfabriken	95 382	27 931
7	Holzbearbeitung	2 214	160
8	Steine, Ton, Kohle, Torf	2 347	405
9	Chemische Fabriken.	718	14 725
10	Maschinenwerkstätten	17 178	6 136
11	Elektrische Anlagen	—	51 328
12	Eisenhüttenwerke	44 212	13 896
13	Bergwerke usw.	5 911	—
14	Verschiedenes	133	—
	Zusammen	253 645	122 275

kosten der Energieerzeugung gering ausfallen oder die Wasserkräfte in die Hand eines Eigentümers übergehen, der in der Lage ist, im volkswirtschaftlichen Interesse zugunsten der Konsumenten auf einen hohen Gewinn zu verzichten. Als solcher Unternehmer könnte entweder nur eine Gesellschaft der Konsumenten selbst auftreten, d. h. eine Gegenseitigkeitsgesellschaft der Konsumenten, oder aber Gemeinden, Kreise, Provinzen oder schließlich der Staat selbst.

In Schweden hat man sich, wie wir wissen, für das letztere entschieden.

Die ersten großen Überlandzentralen kamen in Schweden im Jahre 1907 in Betrieb (z. B. Hemsjö und Yngeredsfors). Im folgenden Jahre (1908) hatte die schwedische Industrie unter einer allgemeinen Krisis zu leiden; nur die Elektrizitätswerke wurden weniger davon betroffen, da sie durch eine rationelle Ausnutzung der Wasserkräfte ihren Betrieb wesentlich ökonomisch

XII.

Industriezweige in Schweden im Jahre 1906 in Pferdekraften¹⁾.

Dampfmaschinen zum		Gasmotoren-betrieb	Elektromotoren	Es überwiegt die	
direkten Antrieb von Fabriken	Antrieb von elektrischen Generatoren			Wasserkraft mit PS	Dampfkraft mit PS
34 615	5 835	2 637	9 328	14 290	—
25 213	4 266	838	9 463	—	9 465
2 120	367	307	313	—	1 293
1 896	500	714	1 329	—	2 034
53 006	5 895	364	6 439	—	41 967
15 390	3 945	756	30 074	103 978	—
12 386	1 138	783	2 970	—	11 150
23 005	1 893	1 646	4 325	—	22 146
2 184	350	122	1 079	12 909	—
13 453	5 976	4 184	23 207	3 885	—
—	23 777	1 469	67	27 551	—
9 464	1 510	460	15 710	47 134	—
8 051	—	539	12 099	—	2 140
393	211	986	2 370	—	471
201 176	55 663	16 105	118 773	209 847 Also 119 081 PS Überschuß	90 766

¹⁾ Vgl. Zeitschrift „Die Turbine“. Jahrg. V, S. 275.

mischer gestalten konnten, als sie es — falls sie auf Dampfkraft angewiesen gewesen wären — hätten tun können.

Wie sich um diese Zeit (1906) die verschiedenen Antriebsarten (Dampf-, Wasser-, Gasmotoren) auf die schwedische Industrie verteilten, zeigt die vorstehende Tabelle.

Die Tabelle läßt erkennen, daß also schon im Jahre 1906 etwa 2,3 mal soviel Wasserkraft-PS gegenüber Dampfkraft-PS vorhanden waren. Dieses Übergewicht hat sich seitdem ganz erheblich vergrößert, zumal da der Staat in nachdrücklichster Weise eingriff, indem er die Trollhättanfälle käuflich erwarb.

Als bald schreiten die Hemsjö- und die Yngeredsforszentralen zu Betriebserweiterungen; neue elektrische Unternehmungen, wie die Gullspång-Munkfors Aktiebolaget und die Sydsvenska Aktiebolaget, werden ins Leben gerufen. Die Gellivara und Stora Kopparbergs Kraftstationen werden für den Grubenbetrieb errichtet und

Stationen bei Forse, bei Finnforsen (für die Stadt Skellefteå) sowie für die Frykforswerke erbaut.

Auch in den Städten regt man sich, das elektrische Licht mit seinen großen Annehmlichkeiten will man nicht missen, den langsamen, unsauberen Pferdebetrieb der Straßenbahnen ersetzt man durch den elektrischen Betrieb. In schneller Folge entstehen elektrische Anlagen für kommunale Zwecke, so werden fast gleichzeitig in Göteborg, Lund, Örebro, Kalmar, Lindköping, Mariestad, Södertelje, Sölvesborg, sowie in Skellefteå selbst größere Anlagen errichtet.

Man sieht also, daß der Staat, die Kommunen und die Industrien immer mehr zu der Überzeugung kommen, von welchem ungeheuren Werte für sie die Ausnutzung der Wasserkräfte ist.

Von jetzt ab geht es trotz aller wirtschaftlichen Schwierigkeiten, trotz der unruhigen Arbeiterverhältnisse — so des großen Streiks im Sommer 1909 — in schnellem Zuge vorwärts.

Der Staat faßt 1909 die Elektrisierung seiner Bahnen ins Auge, insbesondere beschließt er im Norden den früheren Dampfbetrieb der Riksgränsenbahn zur leichteren und schnelleren Beförderung der nordischen Erze in elektrischen Betrieb umzubauen.

Ferner beginnen oder werden fortgeführt die Stora Kopparbergs¹⁾ Kraftstation bei Bullerforsen. Uddeholms Kraftstation bei Forsålt und Hellefjords Kraftaktiebolag fangen mit der Verwertung ihrer Wasserfälle in Svartålfven an. Auch in Norrland werden größere Kraftstationen in Betrieb gesetzt, so Ungers Industri Aktiebolag. Im Bau befindliche Wasserkraftanlagen beginnen mit der Lieferung von elektrischer Energie für Licht und Kraft, wie die Sydsvenska. Trollhättan dehnt seine Anlagen bis nach Göteborg, Alingsås und Skövde aus, und die schon von 1907 her bekannte Hemsjö Gesellschaft setzt neue Kraftmaschinen in Betrieb.

Weniger zahlreich ist im Jahre 1909 die Errichtung neuer Werke in Städten, z. B. Djursholm, Hudiksvall, Skövde, Halmstad, Karlsborg, Västerås. Umeå legt eine große Kraftstation bei Klaböle am Umeålf an; Gefles Straßenbahn wird elektrisiert.

¹⁾ Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag ist eine der größten Aktiengesellschaften Schwedens. Mit ihren aus dem XIV. Jahrhundert stammenden Privilegien dürfte sie wohl heute eine der ältesten industriellen Gesellschaften der Welt sein.

Eine für Schwedens Volkswirtschaft ganz bedeutende Neuerung fällt noch in das Jahr 1909: die Elektrostahlgewinnung.

Sofort läßt das Jernkontoret (Eisenkontor) zu diesem Zweck einen elektrischen Versuchsofen in Trollhättan aufstellen; und auch die Grängesberggesellschaft beschäftigt sich sofort mit diesem neuen und namentlich für Schweden so überaus wichtigen Eisenhüttenprozeß.

In Schweden sind gegenwärtig bereits 12 000 PS (gegen 2000 PS in Kalifornien) an elektrischen Öfen zur Roheisenerzeugung im Betriebe. Nach D. A. Lyon im Metall. chem. Enging. 1913 Heft 1 ist das Versuchsstadium als überwunden anzusehen, und die weitere Verwendbarkeit des elektrischen Ofens kann durch Verbilligung der Energiekosten (Wasserkraft) erreicht werden.

An Tiegelguß- und Elektrostahl wurden in Schweden produziert:¹⁾
im Jahre 1910 2215 Tonnen im Werte von 307,7 K. pro Tonne
1911 4309 „ „ „ „ 246,0 K. „ „

Das Jahr 1910 bringt für die gesamte schwedische Industrie wieder gesunde Arbeiterverhältnisse, so daß eine Zunahme der Beschäftigung überall festzustellen ist und woran in besonders hohem Maße wieder die elektrische Industrie teilnimmt.

Der Staat beginnt mit dem Ausbau seiner Porjusfälle zwecks Elektrisierung der Reichsgrenzenbahn, die Trollhättanwerke werden weiter ausgebaut, und ein drittes großes staatliches Projekt — die Errichtung einer Station bei Älfkarleby — wird zur Vorlage an den Reichstag fertig gestellt.

Die Stora Kopparbergsanlage bei Bullerforsen, eine der größten des Landes, das Fagersta Bruks Kraftwerk bei Semla, ferner Hellefors Bruks vier Kraftstationen und Häfreströms sowie Drags Aktiebolag u. a. m. dienen industriellen Zwecken. Während diese Anlagen in Verbindung mit Wasserkraft gebaut sind, legen andere Gesellschaften jetzt auch Werke in Verbindung mit Dampfkraft an, z. B. Korsnäs Sagverk (Sägewerk), Luossavara-Kirunavara Aktiebolag und Grängesberg.

Zahlreiche Unternehmungen bauen ihren Betrieb zum elektrischen um, beziehen aber den Strom von Stationen, insbesondere in und um Göteborg, so auch die Jernkontorets-Versuchsstation für

¹⁾ Produktion an Elektrostahl in Deutschland, 1913: 60 000 Tonnen. (Prof. Dr. K. Arndt, Vortrag i. Märk. Bez. Verein Deutsch. Chem. 1914.)

elektrisches Erzschnelzen und Trollhättans elektrotermiska Aktiebolags-Anlage zur Herstellung von verschiedenen Metallen.

Zahlreiche Städte längs der ganzen Ostküste von Trelleborg im Süden bis Boden hoch im Norden erweitern ihre Anlagen, nehmen Neubauten vor oder beziehen den Strom aus riesigen Überlandzentralen.

Von der Absicht, die überschüssige Kraft mit gutem Nutzen auch an das Ausland (z. B. an Kopenhagen) abzugeben, haben wir auf Seite 96 Fußnote gesprochen.

Hand in Hand mit der Entwicklung der schwedischen Elektrizitätsindustrie ging auch die der Turbinenindustrie und der Wasserbauindustrie. Gefördert durch eine zielbewußte Zollpolitik, die seit 1896 einen erhöhten Zoll für die einschlägigen Positionen vorsieht, hat sich Schwedens Maschinenindustrie so bedeutend gehoben, daß 5 der größten bis jetzt in Europa gelieferten Generatoren bei internationalem Wettbewerb von einer schwedischen Firma, der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västerås, für die Stickstoffabrik in Saaheim, der Unterstation zu Rjukanfos (Norwegen) geliefert worden sind.

Dieselbe Elektrizitätsfirma lieferte auch die Generatoren und den größten Teil der elektrischen Anlage für die staatlichen Trollhättan-Werke, ferner für die hydroelektrischen Anlagen der Kraftaktiebolaget Gullspång-Munkfors, für die Kraftwerke der Hafreströms Aktiebolag am Hafreström, für die Anlagen der Aktiengesellschaft Yngeredsfors Kraftaktiebolag, für die Sydsvenska Kraftaktiebolaget und für viele andere mehr.

Daß bei staatlichen Lieferungen, z. B. für die Elektrisierung der Porjusfälle, streng darauf gesehen wird, möglichst sämtliches Material im eigenen Lande herzustellen und nur das allernotwendigste vom Auslande zu beziehen, braucht nicht besonders betont zu werden.

Auch auf dem Gebiete des Turbinenwesens sowie des Wasserbaues macht sich Schweden immer mehr vom Auslande frei. Die Karlsstads Mekaniska Verkstad in Kristinehamn, die Finnshyttans Mekaniska Verkstad in Finnshyttan, ferner Nydqvist & Holm in Trollhättan, Fritz Egnell in Stockholm und andere liefern Wasserturbinen für die großen Kraftwerke.

Die Wasserbauten läßt man in Schweden vor allem von der Aktiebolaget Skånska Cementgjuteriet in Stockholm, von der

Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån in Stockholm, von dem Tekniska Byggnadsbyrån in Västerås, von Lundström & Ekvall in Lundsvall usw. ausführen, während für den elektrischen Teil, außer der oben bereits genannten Allemänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Västerås, noch die Nya Förenade Elektriska Aktiebolaget in Stockholm, ferner Luth & Rosén in Stockholm und andere herangezogen werden.

Um die Wasserkraft auch in den menschenarmen Gegenden auszunutzen, wird es Aufgabe des schwedischen Staates sein, gleichzeitig mit dem Bau von Zentralen auch neue Industrien¹⁾, insbesondere elektrochemische und elektrothermische, zu gründen und außerdem die Verkehrsverhältnisse durch elektrische Bahnen zu erleichtern.

Verkehrsverhältnisse Skandinaviens u. Deutschlands (i. J. 1910).

Staat	auf 100 qkm	bei einer Gesamtlänge von
Norwegen	1,0 km Bahnlänge	3 092 km
Schweden	3,1 km Bahnlänge	13 982 km
Deutsches Reich	11,3 km Bahnlänge	61 148 km

Die Schwierigkeiten, die aber bisher dem ausländischen Kapital gemacht wurden, sind unserer Meinung nach nicht dazu angetan, die Unternehmungslust zum Bau von Wasserkraftwerken besonders zu fördern.

Wenn der schwedische Staat glaubt, seiner Volkswirtschaft mehr zu dienen, indem er die Wasserkraft für sich reserviert, dann dürfte diese Ansicht auf erheblichen Widerspruch stoßen, da hierdurch eine Belebung der Industrie und im Anschluß daran eine Hebung der Volkswirtschaft des Landes noch in weite Ferne gerückt wird. Wie notwendig für Skandinavien aber allgemein eine Industrialisierung ist, lehren die Auswandererziffern. Kamen doch im Jahre 1910 von 10 000 Einwohnern des betreffenden Landes 80 Norweger, 51 Schweden und nur 3,5 Deutsche, die ihre Heimat verließen und dem Nationalvermögen mehr oder minder für immer verloren gingen.

¹⁾ Für Schweden kommt vor allem in Frage die Herstellung bzw. Gewinnung von Kalziumkarbid, Kalkstickstoff, Kieseisen, Elektrostahl, Zink, Chlorat u. a. m

§ 4.

Norwegens Wasserkraftausnutzung.

Norwegen — ein Urgebirge, das durch schmale und tiefe Täler in einzelne wellige Hochlandsblöcke zerschnitten wird — verdankt seinen Wasserreichtum der geographischen Lage, die es für Niederschläge geradezu wie geschaffen erscheinen läßt. Namentlich das westliche Hochland ist erheblichen Niederschlägen ausgesetzt, die eine Jahreshöhe bis zu 4000 mm erreichen und dadurch diese Gegenden zu dem regenreichsten Gebiete Europas machen, während vergleichsweise München, die regenreichste Beobachtungsstation im Deutschen Reiche, im Jahre 1910 nur eine Niederschlagshöhe von 1096,8 mm aufwies.

Das Gebirge gliedert sich in drei Teile:

- den nördlichen, von den Lofotinseln nach Nordosten reichend, mit den reichsten Eisenerzlager¹⁾ der skandinavischen Halbinsel,
- den mittleren, von den Lofotinseln bis zum Trondhjemsfjord laufend, der ebenfalls noch mächtige unverritzte Erzlager birgt, und schließlich
- den südlichen und größten Teil mit der etwa 2600 m betragenden Höhengspitze von Galde (der Galdhøpig).

Von Westen nach Osten und nach dem Tiefland nehmen die Niederschläge allmählich ab. Es erklärt sich das daraus, daß an der Westküste vornehmlich auflandige Südwest- oder Westwinde herrschen und daß die nassen Seewinde der Atlantik bei dem Kontakt mit dem verhältnismäßig trockenen Lande ihren Feuchtigkeitsüberschuß abgeben. Ferner ist durch Beobachtungen vom meteorologischen Institut in Kristiania, — das seit Jahrzehnten die Regenhöhen von über 500 Stationen im Lande registriert und in seinen Jahrbüchern veröffentlicht — festgestellt worden, daß die Regenhöhen an der Windseite der Gebirge erheblich größer

¹⁾ Nach Prof. Vogt, Technische Hochschule in Trondhjem, stehen in den norwegischen Erzlagern über dem Meeresspiegel mindestens 350 Millionen Tonnen Roherz (= etwa 100 Millionen Tonnen Eisen) zur Verfügung. Die größte bekannte Eisenlagerstätte Norwegens, die von Sydvaranger, schätzt Vogt auf 100 Millionen Tonnen Roherz. Nach neuesten Angaben der Grubenbesitzerin veranschlagt die Gesellschaft ihren Besitz auf mindestens 900 Millionen Tonnen. Wir sehen auch hier wieder, wie unzuverlässig derartige Schätzungen sind.

als an der anderen Seite sind; immerhin kann die durchschnittliche Niederschlagshöhe im Jahre für Norwegen zu mindestens



Fig. 15. Norwegens Wasserkräfte.

1000 mm angenommen werden. Als Vergleich möge angeführt werden, daß für das Deutsche Reich die Niederschlagsmengen

Tabelle

Schwedische und norwe-
(Nach Direktor Sven

	Stauinhalt Millionen cbm	Gesamt- kosten in 1000 M.	Kosten für 1 cbm Inhalt in Pf.
1	2	3	4
Schweden:			
Torne Träsk	1 090	900	0,09
Stor-Uman	960	1 800	0,19
Störsjön (Jämtland)	1 100	3 700	0,34
Dellensjöarna (Helsingland)	130	170	0,14
Siljan	735	450	0,07
Wättern	910	1 130	0,13
Sommen	195	540	0,28
Wänern	8 490	2 020	0,09
Frisjön (Viskan)	11,7	110	0,94
Seen des Lagan: Bolmen, Vidöstern, Flåren	440	1 350	0,31
Norwegen:			
Mjösen, Glommen	1 080	3 400	0,32
Tinsjön, Skienself	220	1 240	0,57
Mjösvand	800	1 130	0,15
Veivand (Kinsaa, Hardanger)	135	2 700	2,00
Tyin (Sogn)	190	280	0,15
Aursjön u. a. (Romsdal)	287	6 700	2,35
Talsperren:			
Urft-Talsperre	45,5	4 000	8,4
Ennepe-Talsperre	10,0	2 600	26,0
Sengbach-Talsperre	3,0	2 100	70,0
Furens (Frankreich)	1,2	1 300	108,0
Crystal-Springs (Kalifornien)	110,0	9 800	9,0

im Jahresmittel (nach dem Statistischen Jahrbuch) zwischen 559 mm (i. J. 1904) und 739,5 mm (i. J. 1910) schwanken.

Als man anfang, die Wasserkräfte Norwegens wissenschaftlich zu bearbeiten, stieß man bald auf eine interessante Eigentümlichkeit des Landes: es wurde festgestellt, daß fast überall an der Westküste bedeutend mehr Wasser abfloß, als nach Regenhöhe und Einzugsgebiet zu erwarten war. Diese Erscheinung erklärte Hjalmar Johansen, Sekretär des Norwegischen Wasser-

XIII.

gische Seeregulierungen.
Lübeck-Stockholm).

Wasser- menge vor Regulierung cbm/sek	bei norm. Niedrig- wasser nach Regulierung cbm/sek	Höhe ü. d. Meer in m	Leistungs- gewinn durch die Regulierung Turbinen-PS	Kosten für 1 PS M.	Bemerkungen
5	6	7	8	9	10
12	51	342	110 000	9	Entwurf des Vattenbyggnadsbyreau
25	74	348	140 000	13	dgl.
55	145	292	225 000	17	dgl.
8	13,5	42	2 200	77	dgl.
50	90	161	60 000	8	Entwurf von B. Stafsing
27	40	88	10 400	109	Entwurf des Vattenbyggnadsbyreau
7,4	14	146	8 550	62	dgl.
460	550	44	37 000	55	Entwurf von P. Laurell
0,45	2,25	120	1 900	58	Entwurf des Vattenbyggnadsbyreau
18	44	150	35 000	39	dgl.
70	170	121	110 000	31	
55	75	190	36 000	35	
6	46	902	320 000	4	
0,5	8,5	892	68 000	40	Entwurf des Vattenbyggnadsbyreau
0,4	7	1076	66 000	5	dgl.
1	15	834	110 000	61	dgl.

wirtschaftsverbandes, auf dem I. Internationalen Wasserwirtschaftskongreß in Bern (Juli 1912) ganz zutreffend damit, daß die hohe, schneebedeckte Felsenküste als Riesenkondensator für die atlantischen Regenwinde dient, daß sich ferner die meteorologischen Meßstationen fast sämtlich in niedriger Höhe befinden, d. h. dicht am Meere, wo die Bevölkerungsdichte am größten ist, während das Einzugsgebiet der Flüsse in der Regel 1000 m über dem Meere liegt. Durch Abflußmessungen ist im Laufe der Zeit

ermittelt worden, daß die Regenhöhen in Norwegen um 5 % und mehr, je nach den örtlichen Verhältnissen, pro 100 m Höhe zunehmen, und daß dieser Überschuß gegenüber den registrierten Zahlen bis zu 100 % betragen kann. Unter Berücksichtigung dieser erforderlichen Korrekturen kann man rechnen, daß die tatsächlichen Regenhöhen zwischen 500 und 4000 mm schwanken, d. h. eine Differenz von $\frac{1}{2}$ bis 4 Millionen cbm Wasser pro Quadratkilometer Einzugsgebiet und Jahr aufweisen.

Die kühle Temperatur Norwegens vermindert nun aber eine rasche Verdunstung der Niederschläge, und der meist felsige Untergrund läßt ihr Versickern nicht zu, infolgedessen sich der überwiegende Teil der Niederschläge in Wasserläufen einen Abfluß zu verschaffen sucht, die daher, außerdem versorgt durch die Seen, eine verhältnismäßig stetige Wassermenge führen, eine der Grundbedingungen für eine wirtschaftliche Ausnutzung von Wasserkräften. Auf den Einfluß des Golfstromes, der sich übrigens für Norwegen noch stärker bemerkbar macht als für Schweden, haben wir bereits bei Besprechung der schwedischen Verhältnisse auf S. 87 hingewiesen, so daß hier die Bemerkung genügen dürfte, daß die Westüste Norwegens Getreidebau und Waldwuchs bis in die nördlichste Breite hinein aufweist.

Die nach Süden abfließenden Ströme Norwegens sind etwas weniger seenreich als die gleichlaufenden Flüsse Schwedens; bemerkenswert und gut gelegen sind indessen der etwa 440 m tiefe Mjönsensee (Niveau 360 m über dem Meer), ferner der 436 m tiefe Tinsee (Niveau 190 m über dem Meer) und schließlich der Hornindalssee von 486 m Tiefe bei nur 52 m Niveauhöhe über dem Meer.

Der wasserreichste Strom Norwegens ist der Glommen; sein Gebiet erstreckt sich von Nord nach Süd, fast von Tronthjem bis Frederiksstad, wo er in den Kristiania-Fjord mündet. Wie bei den meisten norwegischen Flüssen, schließt auch das Niederschlagsgebiet des Glommen zahlreiche Binnenseen ein, deren größter der oben erwähnte Mjösen ist. Südlich vom Mjönsensee liegt in etwa 60 km Entfernung der Oejerensee, dessen Spiegel 103 m über dem Meere ist. Die Verbindung vom Mjösen- mit dem Oejerensee stellt der Glommen her; bei seinem Ausfluß aus dem Oejerensee bildet er eine Reihe von Stromschnellen und Wasserfällen, die auf einer Strecke von etwa 20 km ungefähr 75 m Gesamtgefälle haben, unter diesen die 63 km von Kristiania ent-

fernten Kykkelsrudfälle, die im Besitz der Aktieselskabet Glommens Traesliberi in Kristiania sind. Bereits 1899 wurde dort in Gemeinschaft mit der Elektrizitäts-Akt.-Ges. vorm. Schuckert & Co. ein hydroelektrisches Kraftwerk errichtet; nach Regulierung der Kykkelsrudfälle wurden etwa 45 000 PS dienstbar gemacht, die als elektrische Energie nach Kristiania, nach Slemmesstad (90 km einfache Länge), nach Moß (30 km) gesandt werden. Außerdem stehen die Fernleitungen des Kykkelsruderwerkes mit dem 42 km weiter südlich gelegenen hydroelektrischen Kraftwerk Hafslund bei Sarpsborg in Verbindung, so daß sich beide Werke gegenseitig mit Kraft aushelfen können.

Welcher Leistungsgewinn an Wasserkraften sich durch eine zweckmäßige Regulierung der skandinavischen Seen erreichen läßt, ist aus Tabelle XIII, Spalte 8, S. 109 ohne weiteres ersichtlich.

In der folgenden Tabelle XIV soll der Vorteil einer zielbewußten Regulierung im besonderen an den Wasserfällen des Glommen gezeigt werden.

Tabelle XIV.
Wasserfälle des Glommen.

Reihenfolge der Fälle	Pferdekräfte		Leistungsge- winn durch die Regulierung
	vor	nach Regulierung	
Baanoos fos . .	12 000	26 400	14 400
Bings fos . . .	7 000	15 400	8 400
Mörkfos	10 500	23 100	12 600
Halfredsfos . .	9 500	20 900	11 400
Solbergfos . . .	3 200	7 040	3 840
Fossumfos . . .	7 300	16 060	8 760
Kykkelsrudfos .	19 000	45 000	26 000
Vammafos . . .	26 500	58 300	31 800
Sarpsfos	20 000	44 000	24 000
Sa.	115 000 PS	256 200 PS	141 200 PS

Insbesondere sind es elektrochemische Fabriken, die sich die Energie der Glommenfälle zunutze machen. So z. B. beziehen die Karbid- und sonstigen chemischen Industrien über 15 000 PS, die Zinkschmelzwerke etwa 5000 PS aus dem Kraftwerk Hafslund, das am Sarpsfos von den Siemens-Schuckertwerken errichtet wurde.

Norwegen verspricht, wie Jurisch in seinem Buche „Salpeter und sein Ersatz“ ausführt, dank seiner billigen Wasserkräfte ein Zentrum der chemischen Großindustrie zu werden.

Ob sich nun auch alle diese riesigen Wassermengen Norwegens wirtschaftlich verwerten lassen, diese Frage kann natürlich nur von Fall zu Fall entschieden werden. Hierbei spielen der Geländecharakter im allgemeinen, ferner das Vorhandensein von Staubecken oder, falls solche fehlen, der Kostenaufwand für den Bau von Staubecken eine ausschlaggebende Rolle. Es wird daher in jedem einzelnen Fall zu prüfen sein, wieviel Prozente der verfügbaren Wasserkräfte ausgenutzt werden können und für wieviel davon vor allem für die Volkswirtschaft ein Bedarf vorliegt. Muß der natürlichen Regulierung durch Stauwehre künstlich nachgeholfen werden, dann wird vorher noch die Frage geklärt werden müssen, welche Industrie wird als Abnehmer für elektrische Energie auftreten. Handelt es sich beispielsweise um eine Luftsalpeterindustrie, die bei rentablem Betrieb nur 1 Pf. pro Kilowattstunde etwa zahlen kann, so scheiden kostspielige Stauwehranlagen, bei denen sich die Kilowattstunde dann vielleicht auf 10 Pf. stellt, von vornherein aus.

Für Norwegen liegen nun die Verhältnisse in dieser Hinsicht besonders günstig. Der bereits erwähnte felsige Untergrund begünstigt einerseits die Fundierungsarbeiten und andererseits findet sich das erforderliche Baumaterial gleich an Ort und Stelle, so daß hierfür kaum nennenswerte Transportkosten auftreten, und schließlich haben die überschwemmten Gebiete nur eine äußerst spärliche Bevölkerung, oft sind sie sogar unbesiedelt, infolgedessen sind die Entschädigungssummen äußerst niedrig.

Ein Vergleich der Ausgaben für Regulierungsanlagen in Skandinavien gegenüber denen anderer Länder, wie ihn die Tabelle XIII ermöglicht, zeigt, daß in Schweden und Norwegen pro cbm Stauinhalt nur Bruchteile des Pfennigs bis höchstens 2,35 Pf. aufzuwenden sind, während in anderen Ländern für Regulierungen 8 bis 108 Pf. ausgeworfen werden mußten.

Für Schweden und Norwegen liegen die Verhältnisse auch noch insofern außerordentlich günstig, als sich die Leistungsfähigkeit eines Staubeckens um so mehr steigert, je größer die Fallhöhe bei geringer sekundlicher Wasserführung ist. Norwegens Westküste weist die größten Fallhöhen auf, und zwar in der Regel

solche von 200 bis 800 m, vereinzelt finden sich sogar solche bis zu 1000 m, während im Innern und an der schwedischen Grenze die Fallhöhen von 4 bis 40 m am häufigsten vorkommen. Fallhöhen unter 4 m sind nach Erhebungen von Hjalmar Johansen kaum vorhanden. Mit den Wassermengen verhält es sich gerade umgekehrt wie mit den Fallhöhen: geringe Mengen im Westen, dagegen beträchtliche Wassermassen im Innern und Osten. Da sich die Leistungsfähigkeit stets aus dem Produkt von Fallhöhe und Wassermenge ermittelt, so läuft es für die Wirkung der Wasserkräfte auf dasselbe hinaus, ob die Fallhöhe oder die sekundliche Wassermenge als großer Faktor auftritt, es kommt nur auf den absoluten Wert des Produktes an.

Wie wir erörtert haben, ist ganz Norwegen mit Wasserkraften reich gesegnet, eine Tatsache, die nicht nur vom privatwirtschaftlichen, sondern in noch erhöhtem Maße auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus von größter Wichtigkeit ist.

Die Frage: Wie groß ist die gesamte Wasserkraft Norwegens zu bewerten? Diese Frage kann zurzeit noch nicht einwandfrei beantwortet werden. Die Angaben, die sich ganz vereinzelt in der Literatur vorfinden, beruhen fast ausschließlich auf Schätzungen; daß darin noch keine Klarheit besteht, darf nicht weiter wundernehmen, ist doch die Ausnutzung der Wasserkräfte erst eine technische Aufgabe aus dem letzten Dezennium, und ihre große Bedeutung besonders für die Volkswirtschaft kohlenarmer Länder haben die Wasserkräfte erst kürzlich erlangt, nachdem die elektrische Hochspannungstechnik ihre Riesentriumphe gefeiert hatte.

Die um die Jahrhundertwende vorgenommenen Schätzungen gingen von theoretischen Erwägungen aus. Man nahm das ganze Areal Norwegens, setzte eine mittlere Höhe über dem Meere sowie eine mittlere Regenhöhe voraus und errechnete auf diese Weise die verfügbaren, d. h. die ausbaufähigen (nicht die ausbauwürdigen) Wasserkräfte für Norwegen zu 28 Millionen PS.

Professor A. Holz-Aachen¹⁾ kam 1902 bei seinen Schätzungen der Gesamtwasserkräfte Norwegens auf 30 Millionen (theoretische

¹⁾ Vortrag, gehalten im Aachener Ingenieurverein am 5. März 1902. Vgl. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1902, S. 1194 ff.

Rohpferdekkräfte) bei Mittelwasser. Nehmen wir einen Ausnützungskoeffizienten von 38 % an (= dem Ausnützungskoeffizienten der badischen Wasserkräfte), so erhalten wir etwa 11,4 Millionen Naturpferdekkräfte, ein Wert, der sich an der Turbinenwelle auf reichlich 8 Millionen PS stellen dürfte.

In jüngster Zeit hat sich besonders der Norwegische Wasserversbandsverband mit der Klärung der Frage nach der Größe der gesamten ausnutzungswürdigen Wasserkräfte Norwegens beschäftigt. Wie der Sekretär dieses Verbandes, Hjalmar Johansen, im Juli 1912 erklärte, liegt das Ergebnis noch nicht endgültig fest, und es kann als Ergebnis dieser Sammelarbeit vorläufig nur gesagt werden: „daß sich jedenfalls jetzt schon etwa 8 Millionen effekt. PS nachweisen lassen, wovon heute erst 6 bis 7 % ausgebaut sind.“

Vergleicht man diese neuesten Werte Johansen's mit denen von Prof. Holz, so sehen wir, wie annähernd genau der deutsche Techniker die norwegischen Wasserkräfte geschätzt hat.

Bei der Kohlenarmut des Landes haben die Wasserkräfte für die Volkswirtschaft Norwegens eine außerordentlich hohe Bedeutung, zumal da noch die seltene Geringfügigkeit der Baukosten und die außerordentlich günstige Lage des Landes den Weltverkehrszentren gegenüber zu einer Erhöhung dieser Bedeutung ganz wesentlich beitragen. Wie Johansen in seinem bereits mehrfach zitierten Vortrage ausführte, gelten in Europa und Amerika die Baukosten für eine Wasserkraftanlage als billig, wenn sie sich pro elektrische Pferdekraft auf etwa 400 M. stellen. Aus Italien liegen Berichte vor, daß im Laufe der letzten Jahre 600 000 PS ausgebaut worden sind mit einem Aufwande von 500 000 000 M., d. h. im Durchschnitt über 800 M. pro elektrische Pferdestärke. Wenn für die Fernleitungen je nach der Entfernung 100 bis 200 M. abgehen, bleiben immer noch 600 bis 700 M. pro elektrische Pferdestärke für die eigentlichen Kraftanlagen übrig. In Norwegen dagegen sind wiederholt Kraftanlagen gebaut worden, die nur 200 M. pro elektrische Pferdestärke kosteten, alles einbegriffen, auch die Wasserkraft selbst. Das PS-Jahr kostet dann nur 20 M., das KW-Jahr 27 M. und die KW-Stunde ungefähr $\frac{1}{3}$ Pf., und das ist nicht etwa Überschußkraft, sondern gleichbleibende Kraft in jeder beliebigen Menge. Selbstverständlich ist dabei vorausgesetzt, daß es sich um kontinuierlichen Betrieb

handelt, wie in den elektrothermischen¹⁾ Großbetrieben üblich, und permanente Vollbelastung der Kraftzentralen, wie sie in vielen Fällen schon durchgeführt ist. Das sind die Selbstkosten der Kraftgesellschaften bei gewöhnlicher Verzinsung und Abschreibung.

Kraftkonsumenten, die selbst das Anlagekapital beschaffen wollen, können also diesen Preis erreichen. Wenn man aber vorzieht, das Risiko und die Auslagen für die Kraftanlagen anderen zu überlassen, und die nötige Kraft mieten will, muß man mit $\frac{1}{2}$ Pf. pro KW-Stunde rechnen oder unter Umständen etwas weniger. Und zu solcher Miete gibt es jetzt von privaten und später auch von den geplanten staatlichen Kraftwerken gute Gelegenheit.

Wie sich im Vergleich zu diesen äußerst niedrigen Kraftpreisen an den norwegischen Wasserkraften die elektrische Energie an den Niagara Fällen stellt, ersieht man aus Mitteilungen der Hydroelectric Power Commission of the Province of Ontario. Diese liefert für Western Ontario und die Niagarahalbinsel den Strom bei einer Mindestabnahme von 80 000 PS und einer Höchstabnahme bis 100 000 PS zu einem Preise von 9,4 Dollar pro PS-Jahr, der sich bei einem Konsum von über 250 000 PS auf 9 Dollar ermäßigt. Diese Werte beziehen sich auf eine 24 stündige Dauerbelastung pro Tag. Der Strom wird dem Großabnehmern mit 120 000 Volt Spannung geliefert, so daß noch die Kosten der Transformierung und Weiterleitung hinzukommen. 25 kanadische Städte, die an die Anlage angeschlossen sind, zahlen für das PS-Jahr 17,5 bis 29 Dollar (ebenfalls für 24 stündige Dauerbelastung). Im Mittel stellt sich der Strompreis auf 22 Dollar pro PS-Jahr gegenüber 60 Dollar bei Erzeugung in einer Dampfzentrale. Die 25 Städte sparen somit durch Ausnutzung der Wasserkraften über eine Million Dollar pro Jahr.

¹⁾ Kürzlich wurde in Norwegen der erste größere Elektro-Roheisen-Hochofen von 3000 PS Leistung aufgestellt. Der Ofen arbeitet nach dem Lichtbogenverfahren mit einer sekundären Stromstärke von 20 000 Amp.; demnächst soll ein zweiter Roheisen- und ein Stahl-ofen folgen. Den Bau übernahm der Siemenskonzern für Rechnung des Hardanger Elektrischen Eisen- und Stahlwerkes, das seine Energie von der Tysse-Gesellschaft, Hardangen, bezieht, derselben Gesellschaft, die auch an eine Reihe Tochtergesellschaften Energie für die Gewinnung von Luftstickstoff, Aluminium, Zink und Zinn sowie für zahlreiche Fabriken der Metallindustrie abgibt.

Nach dem Journal Soc. Chem. Ind. 30. 6. 1910 werden am Niagara verbraucht:

Union Carbide Co.	35 000 PS
Aluminium Co. of America	10 000 „
Castner Electrolytic Co.. . . .	8 000 „
Carborundum Co.	8 000 „
Niagara Electro-Chemical Co.	6 000 „
Hooker Electro-Chemical Co.	6 000 „
International Acheson Graphite Co.	2 000 „
Oldburg Electro-Chemical Co.	2 000 „
Norton Co.	2 000 „
	<hr/>
	79 000 PS

Über die Lage der Kraftzentralen den großen Verkehrszentren gegenüber äußerte sich Johansen dahin, daß eine Reihe von Kraftzentralen unmittelbar am schiffbaren Kai angelegt werden könnten, da die Fjords tief ins Land einschneiden. Hindernisse von Eis kämen vor, aber lange nicht überall; sie seien oft von ganz kurzer Dauer und entsprechend geringer Bedeutung.

Nun ist es eine Tatsache, daß beinahe jeder Rohstoff eine billige Seefracht vertragen kann, mit anderen Worten: sehr viele Rohstoffe können per Schiff unmittelbar an die Stromquelle gebracht werden, im elektrischen Ofen mittels eines außerordentlich billigen Stromes verarbeitet und wieder als fertige Ware exportiert werden, ohne neben der Fracht andere Ausgaben zu veranlassen als die reinen Fabrikationskosten, die an sich durch den billigen Strom auf ein Mindestmaß zurückgeführt sind.

Was die Seefrachten betrifft, so gibt ein Blick auf die Karte Nordeuropas hinreichende Übersicht.

In dieser Verbindung sei erwähnt, daß sich die Frachten nach Häfen an der norwegischen Küste von den Frachten nach anderen Nordseehäfen wenig unterscheiden, und was die Frachten der fertigen Ware aus Norwegen z. B. nach Hamburg, Antwerpen oder London betrifft, so schwanken diese je nach Warengattung und Zustand des Frachtmarktes für größere Warenmenge zwischen 5 und 10 M. pro 1000 kg, was im Vergleich z. B. mit den Eisenbahnfrachten Mitteleuropas sehr günstig ist.

Den wirtschaftlichen Lichtseiten seien die Schattenseiten gegenübergestellt. Im Lande selbst ist — hauptsächlich wegen

der dünnen Bevölkerung von nur 7,3 Menschen auf den Quadratkilometer nach der Zählung vom 1. Dez. 1910 — nur verhältnismäßig wenig Bedarf für die ungeheuren Wasserkräfte vorhanden, und wenn auch von Jahr zu Jahr eine größere Anzahl von Wasserkraftzentralen ausgebaut werden, so verbleiben trotzdem noch so viele ausbauwürdige Wasserfälle, daß der Vorrat daran nicht so schnell erschöpft sein wird.

Ein zweiter Übelstand ist nach Johansen der, daß die allgemeine Entwicklung von Handel und Industrie des Landes noch nicht so weit vorgeschritten sei, als daß die neueren elektrophysikalischen Prozesse und die Verhauung ihrer Produkte im Lande selbst genügend bekannt und die breiteren Kreise der Kapitalisten damit vollständig vertraut geworden seien. Sie sind gewohnt, sich z. B. für Schifffahrt zu interessieren, und wenn es hoch geht, für Holzschliff- und neuerdings für Papierindustrie.

Drittens verlangt der Ausbau von Wasserkraften ziemlich große Kapitalien, welche — wenn auch vorhanden — doch nicht derart organisiert sind, daß es leicht wäre, sie für industrielle Zwecke zu mobilisieren.

Nach Johansen besteht zurzeit noch keine eigentliche Emissionsbank in Norwegen, d. h. ein Finanzinstitut, welches das Programm hat, neu auftauchende industrielle Möglichkeiten genau zu prüfen und eventuell zu lancieren.

Aus diesem Grunde, und auch weil die dazu nötigen Kapitalien so enorm groß waren, wurde z. B. die norwegische Salpeterindustrie, worin jetzt über 100 000 000 Mark investiert sind, anfänglich mit deutschem, französischem und kanadischem Kapital (vgl. unsere Ausführungen auf Seite 177 ff) finanziert. Ihre jährliche Produktion hat schon einen Wert von 20 000 000 M überschritten.

Später hat man einige Elektroisenanlagen im Lande selbst gegründet. Das geschah und geschieht auf die Weise, daß eine Aktieneinladung öffentlich ausgelegt wird. Bei Vollzeichnung des Kapitals liegen die Aktien von vornherein in sehr vielen Händen, und wenn dann im Anfange die erhoffte Dividende ausbleibt, werden die Aktionäre ungeduldig, verkaufen die Aktien unter pari, und falls nun gar ein erhöhter Kapitalbedarf auftritt — eine Erscheinung, die bei Industrien, die noch in den Kinderschuhen stecken, nicht zu den Seltenheiten gehört — ist der Zusammenbruch die logische Folge. Werden dagegen die Aktien in wenigen

Händen zusammengehalten, bis die Versuchsstadien überwunden sind, dann ist man im allgemeinen viel günstiger gestellt, und die industrielle Entwicklung des Landes schreitet sicherer und schneller vorwärts.

Bei den wirtschaftlichen Verhältnissen der Wasserkraft-industrie spielen, ähnlich wie in jeder anderen Industrie, auch die Arbeiterverhältnisse eine gewisse Rolle; sie sind jedoch hier von geringerer Bedeutung, weil hier die Naturkraft den größeren Teil der Arbeit leistet (vgl. die verhältnismäßig niedrige Kopffzahl in der Karbid-, Norgesalpeter- und Kalkstickstoffindustrie). Mit Recht schreibt daher die Münchener Allgemeine Zeitung in einer Beilage vom Jahre 1899 inbezug auf den wirtschaftlichen Wert der Wasserkräfte: „In unserer Zeit der Streiks und Trusts liegt ein nicht zu unterschätzender Wert einer Betriebskraft in ihrer Unabhängigkeit. Die Kohlenpreise und dementsprechend die Produktionskosten der Dampfbetriebe unterliegen erfahrungsgemäß ganz erheblichen Schwankungen. Der Industrielle, der mit Dampf arbeitet, ißt sein Brot aus der Hand der Bergwerksbesitzer und der Eisenbahnverwaltungen, immer ist der Industrielle der Leidtragende.“

Die Arbeiterverhältnisse Norwegens sind im großen und ganzen die gleichen wie anderswo, weder besser noch schlechter. Wenn die Arbeiter Gelegenheit haben, eine Erhöhung der Löhne durchzusetzen, tun sie es mit Hilfe ihrer Organisationen genau wie in anderen Industriestaaten. Daß die Auswanderung aus Skandinavien besonders groß ist, haben wir bereits auf Seite 105 nachgewiesen, dagegen werden wir über die für Norwegen in Betracht kommenden Industrien, die Aluminium-, Elektrostahl-, Kalziumkarbid- und Norgesalpeterindustrie, in den folgenden Abschnitten das volkswirtschaftlich Wichtigste hervorheben. Es möge daher hier nur noch auf den englischen Konsulatsbericht in *The Electrical Review* vom 1. November 1912 hingewiesen werden, in dem es heißt:

„Die Nickelwerke in Kristiansand, in denen Nickel mittels Elektrizität nach dem Verfahren von Hybinette gewonnen wird, erzeugten im Jahre 1911 rd. 285 t Nickel und 80 t Kupfer. Die Werke sind so ausgebaut worden, daß sie künftig 600 t Nickel und 80 t Kupfer liefern können. An Kalziumkarbid führte Norwegen i. J. 1911 etwa 60 593 t aus. Die Ausfuhr der Zyanamid-

werke in Odda stieg von nur 4250 t i. J. 1910 auf 13 172 t i. J. 1911. Es wurden ferner ausgeführt

5 745 t Ferrosilizium,
46 573 t elektrothermisch gewonnenes Zink,
1 019 t Aluminium.

Die oben genannten Zyanamidwerke sind von einer englischen Gesellschaft übernommen worden, welche beabsichtigt, die Jahresproduktion an Kalziumzyanamid (CaCN_2) auf 73 000 t zu erhöhen. (Nitrolim als Düngemittel.)

Die Kalziumkarbidwerke in Alby vergrößern ebenfalls ihr Ausbringen von 30 000 t auf 80 000 t das Jahr. 56 000 t dieses Ausbringens werden von der Cyanamid Co. zur Weiterverarbeitung übernommen. Die Karbidwerke bekommen jetzt 20 000 PS von dem elektrischen Kraftwerke der Tyssefaldene Co. In kurzer Zeit wird aber die Kraftentnahme auf 56 000 PS steigen. Das Kraftwerk selbst wird jetzt für 84 000 PS ausgebaut, die Höchstleistung bei vollem Ausbau wird auf 100 000 PS geschätzt.

Im Bezirk Notodden sind 3 Werke, welche Salpeter, Kalziumkarbid, Elektroisen usw. herstellen. Es stehen hier 60 000 bis 70 000 PS aus den Svaelfos-, Tinfos- und Lienfos-Wasserfällen zur Verfügung. Es liegen außerdem Pläne zur Ausnutzung eines Wasserfalls oberhalb Hiteraál vor, nach denen die elektrische Kraft von hier nach dem Skien-Fjord übertragen werden soll. Die Ausführung dieser Pläne würde mehrere Millionen K (norw.) erfordern.“

Bei der starken industriellen Entwicklung Norwegens wird das Land durch die britischen Konsulate den Engländern als Absatzgebiet empfohlen, namentlich mit dem Hinweis darauf, daß der Geschäftsverkehr zwischen Deutschland und Norwegen heute größer ist als derjenige zwischen Norwegen und England.

Kapitel IV.

Der wirtschaftliche Aufschwung der elektrochemischen Industrie als Folgeerscheinung der Entwicklung der Hochspannungstechnik und der hydroelektrischen Kraftübertragung.

Industrien der Gegenwart zeigen dieselben Tendenzen wie die Völker im Altertume oder zurzeit der großen Wanderungen.

Früher in hoher Blüte stehende Industriestätten veröden, wie der Silberbergbau in Freiberg, die Stahlindustrie in Toledo und Damaskus beweisen, während sich plötzlich in bisher unbekannten Gegenden neue Industrien üppig entwickeln und reiche Früchte tragen. Forschen wir aber nach den Gesetzen, nach denen diese Verschiebung, dieses plötzliche Vertauschen der Rollen, vor sich geht, so finden wir sie begründet:

1. in der Entdeckung neuer ertragreicher Rohstofflager (Chilesalpeter, Staßfurter Salzlager);
2. in der Änderung der Fabrikationsverfahren und der verwendeten Materialien (Emaillierwerke verdrängen die Böttcher, Rübenzuckerfabriken die Rohrzuckerindustrie);
3. in der Einführung neuer Energiequellen (Windmühlen werden durch Dampfmaschinen, Pferdebetrieb durch elektrischen Betrieb ersetzt);
4. in der Zu- und Abwanderung der Bevölkerung (brabantische Tuchmacher zogen nach England, italienische Seiden Spinner nach Frankreich, die Emigrantenpolitik der Hohenzollern);
5. in der Erschließung neuer Absatzgebiete (das geschlachtete Vieh Argentiniens und Australiens wird nach Erfindung der Kältemaschinen in Europa eingeführt);
6. durch Änderungen im lokalen oder im Weltverkehr (der Atlantik wird zum Mittelmeer der Neuzeit);
7. durch anderweitige Rekrutierung der Arbeiter (die sog. Automaten, wie Schrauben- und Mutternschneidemaschinen benötigen keine gelernten Metallreher, die Stanzen keine Klempner, die Setzmaschinen im Zeitungsbetriebe keine Schriftsetzer usw. mehr);
8. in der geänderten Geschmacksrichtung der Konsumenten (das Vordringen der Baumwolle auf Kosten der Wolle);
9. in Launen, die sich die Mode erlaubt (Perückenmacher Pleureusenknüpferrinnen), und in vielem anderen mehr.

Worin in einem konkreten Falle die Ursache für den plötzlichen Aufschwung oder für den Niedergang einer Industrie zu suchen ist, wird sich nicht immer mit Sicherheit angeben lassen; oft wirken mehrere der obigen Faktoren gleichzeitig mit, sei es aufrichtend, sei es vernichtend. In einem Falle können wir aber mit aller Bestimmtheit die Ursache für das Emporblühen einer jetzt mächtig

gewordenen Industrie angeben, nämlich für die elektrochemische Industrie.

Welche treibenden Kräfte waren es nun, die dieser Industrie beim Anbruch des neuen Jahrhunderts zu einem ungeahnten riesigen Aufschwung verhalfen? Die Antwort lautet kurz und bündig: die Hochspannungstechnik und die hydroelektrische Kraftübertragung. Denn ohne die beispiellose Entwicklung der Hochspannungstechnik hätte die elektrochemische Industrie nie und nimmer den riesigen Aufschwung nehmen können, den sie tatsächlich genommen hat. Erst durch die Erzeugung von Hochspannungsenergie, die häufig von weit entfernt liegenden Wasserkraften geliefert wird, ist eine gedeihliche Entfaltung der Elektrochemie im großen möglich geworden. Jetzt bewahrheitet sich endlich der vor etwa 40 Jahren getane Ausspruch von Werner Siemens, daß „auf dem Gebiete der Elektrochemie der elektrische Strom künftighin die größten Erfolge aufweisen und auf ihm der Menschheit die größten Dienste leisten wird“.

Wie richtig Siemens auch auf diesem Gebiete seine Prognosen zu stellen wußte, werden die nachstehenden Betrachtungen zeigen.

§ 1.

Elektrolytische Bearbeitungs-, Oberflächenveränderungs- und Veredelungsprozesse.

Bei der elektrochemischen Technik haben wir zu unterscheiden zwischen elektrolytischen Verfahren, bei denen infolge Stromdurchganges durch gelöste oder geschmolzene Elektrolyte in diesen Änderungen hervorgebracht werden, und zwischen elektrothermischen Verfahren, bei denen der Strom die Rolle einer Wärmequelle von sehr hoher Temperatur bis zu 3500° C spielt.

Die Elektrolyse, zu der vor allem auch das Gebiet der Galvanoplastik und Galvanostegie gehört, ist das älteste von den elektrischen Verfahren zwecks technischer Bearbeitung, Oberflächenveränderung und Veredelung von Metallen; so erfand z. B. Werner Siemens¹⁾ bereits 1841 ein neues Verfahren galvanischer

¹⁾ Vgl. Lebenserinnerungen von Werner von Siemens, Berlin 1897, S. 26 ff.

Vergoldung und Versilberung, das zuerst von der Neusilberfabrik von J. Henniger, Berlin, verwertet wurde. Die sich infolge der Siemensschen Erfindung allmählich zu hoher Blüte entwickelnde Galvanotechnik ist jetzt in den Dienst zahlloser Gewerbe getreten; sie hat in vielen Fällen eine automatische, fabrikmäßige Produktion und gleichzeitig eine wesentliche Verbilligung der Erzeugnisse ermöglicht.

Die Herstellung monumentaler Figuren, das Kopieren von Münzen, Medaillen, Reliefplaketten und dgl., die Anfertigung von Gegenständen der Kunstindustrie, die ehemals in Bronze gegossen werden mußten, die automatische Massenherstellung von Knöpfen, Schmucksachen, Verzierungen an Möbeln, von kunstgewerblichen Gegenständen und dgl., die dutzend-, sogar grosweise erfolgende Erzeugung von Relieflandschaften, die Herstellung von Kupferplatten für den Kupferstecher, das Kopieren gestochener Kupferplatten und Holzschnitte, um die Originale zu schonen, die Anfertigung von Druckplatten, zum Teil unter Zuhilfenahme der Photographie (Autotypien, Galvanos usw.), die Herstellung von Platten zum Naturselbstdruck, von Formen für die Schriftgießerei und Buchdrucklettern mit verkupferten Köpfen, von Kupferröhren ohne Naht (Elmores D. R. P. Nr. 63 838, Nr. 71 731, Nr. 71 750), ferner von Metallbändern und Drähten, das Überziehen von kleinen Tieren, Pflanzen und sonstigen Gegenständen (Brautschuhe, Erstlingsschuhchen), um sie in ihren Formen zu erhalten, das sind nur einige Beispiele, um einen kleinen Begriff von der Vielseitigkeit der galvanoplastischen Arbeiten zu geben.

Befaßt sich die Galvanoplastik in der Hauptsache mit der Erzeugung von massiven Kupferniederschlägen, so hat die Galvanostegie vornehmlich die Aufgabe der Veredelung, indem sie die Herstellung von dünnen Überzügen aus anderen Metallen übernimmt, wie die Versilberung und Vergoldung von Tafelgeräten, Schmucksachen und kunstgewerblichen Artikeln, das Verstählen von gravierten Kupferplatten zum Schutze gegen Abnutzung beim Druck, das Verkupfern, Vernickeln und Vermessingen von Eisen und Zink zwecks Herstellung künstlicher Bronzen, zum Schmuck sowie zum Schutze gegen atmosphärische Einflüsse.

Eine einigermaßen vollständige Übersicht zu geben, ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit unmöglich; es möge daher genügen, wenn wir nur erwähnen, daß sich galvanische Überzüge von folgenden

Metallen und Metallegierungen erzeugen lassen: Gold, Silber, Platin, Quecksilber, Nickel, Kobalt, Eisen, Kupfer, Zink, Antimon, Blei, Zinn, Messing, Bronze usw.

In beiden Industriezweigen, in der galvanoplastischen sowohl wie in der galvanostegischen, macht sich jetzt immer mehr die Tendenz zu fortschreitender Spezialisierung bemerkbar, um in einem bestimmten Betriebe möglichst wenig Produkte von ganz bestimmter Qualität in großer Quantität herstellen zu können (Klischeefabriken, Versilberungsanstalten für Eßbestecke usw.).

§ 2.

Der Einfluß der Elektrotechnik auf die Kupferproduktion, -konsumtion und -preisstellung.

Ein weiteres Beispiel für die Tatsache, daß die fortschreitende Technik und insbesondere die Elektrotechnik die Produktions-

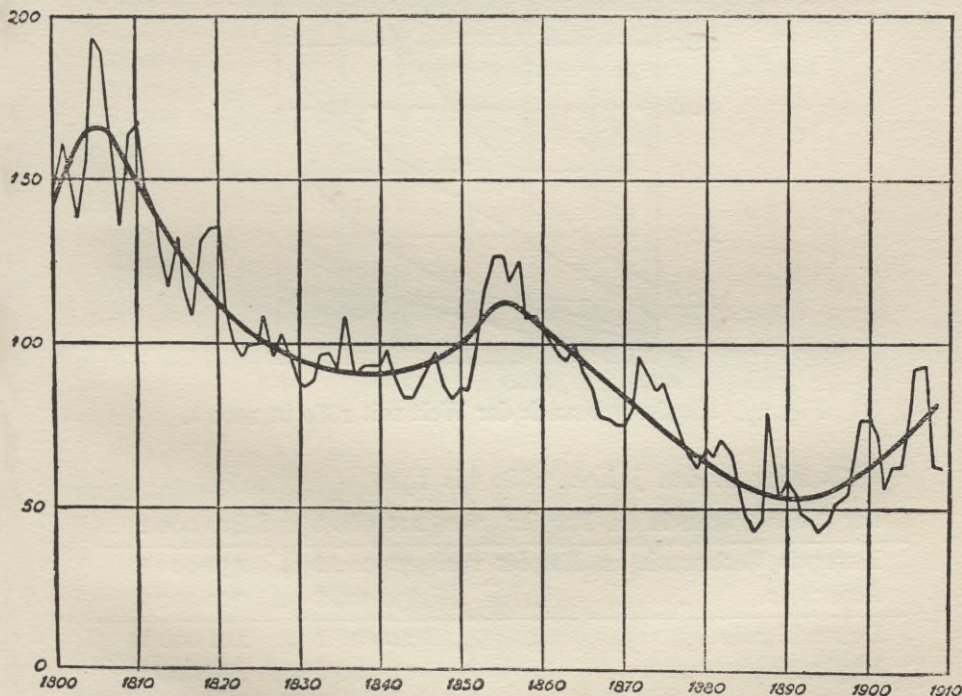


Fig. 16. Londoner mittlere Kupfernotierungen in £ pro t seit 1800.

kosten vermindert hat, bietet das Kupfer, dessen Preise sich im letzten Jahrhundert um 60 % erniedrigt haben, wie die Kurve

der Londoner mittleren Kupfernotierungen in £ pro ton von 1800 bis 1910 (Fig. 16) erkennen läßt.

Der Kupferverbrauch¹⁾ der Erde steigt rapide, besonders seit dem Jahre 1880, d. h. seitdem sich die Elektrotechnik nach Erfindung der Glühlampe und des Drehstrommotors immer mehr entwickelte, wie die Kurve der Fig. 17 erkennen läßt.

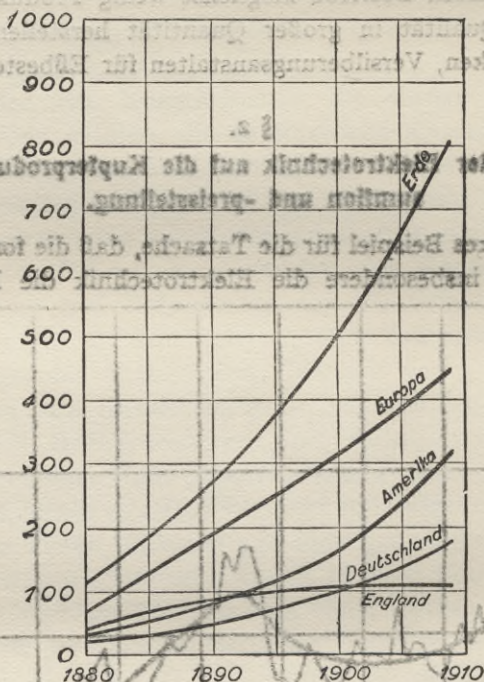


Fig. 17. Kupferverbrauch der Welt seit 1880 in 1000 t.

Es stieg in den Jahren 1880 bis 1910

der Weltverbrauch an Kupfer von 110 000 t auf 810 000 t

Europas Verbrauch an Kupfer von 70 000 t „ 450 000 t

Amerikas „ „ „ „ 30 000 t „ 320 000 t

Deutschlands „ „ „ „ 20 000 t „ 212 000 t

Englands „ „ „ „ 40 000 t „ 110 000 t

Wir sehen, daß Deutschland auch hierin England überflügelt hat. Im Jahre 1880 hatte England, ohne doch selbst Kupfer zu

¹⁾ vgl. AEG-Zeitung vom Februar 1911.

schürfen, eine Art von Monopol für die Verarbeitung der Erze. Erst 1890 begann man in Deutschland, das Rohkupfer direkt aus Amerika zu beziehen, so daß der Zwischenhandel über England jetzt glücklicherweise ausgeschaltet ist. Kürzlich ist man noch einen Schritt weitergegangen, indem man für Deutschland in Berlin eine eigene Metall-, insbesondere Kupferbörse schuf, deren Bedeutung vorläufig allerdings noch unbedeutend ist.

Es bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, daß als Hauptkonsument für Kupfer die Elektrizitätsindustrie in auftritt. Die genaueren Angaben sind aus Tabelle XV ersichtlich.

Tabelle XV.

Kupferverbrauch in Deutschland in 1000 Tonnen.

(Inländischer Verbrauch und ausgeführte Erzeugnisse.)

(Nach Aron Hirsch & Sohn-Halberstadt.)

Verwendungszweck	1901	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Elektrizitätswerke (Draht und Kabel)	26	57,5	78	83	92	90	103	110
Kupferwerke (Bleche, Schalen, Stangen, Röhren)	16	24	25	22	32	38	40	42
Messingwerke (Bleche, Schalen, Stangen, Röhren, Patronen usw.)	29	35	36	34	40	41	43	59
Chemische Fabriken und Vitriolfabriken	2	2	2	2	2	2	2,5	3
Schiffswerften, Eisenbahnen, Gießereien, Armaturfabriken usw.	17	18,5	22	19	22	23	23,5	25
Gesamtsumme	90	137	163	160	188	194	212	239

Die deutsche Elektrizitätsindustrie verbraucht also allein etwa 110 000 Tonnen pro Jahr, wovon etwa 90 000 Tonnen auf die drei Elektrizitäts-Riesen, auf den Siemens-Konzern, den A.E.G.-Konzern (inkl. Felten & Guilleaume) und auf die Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. entfallen.

Diese drei Konzerne sind gleichzeitig Verbraucher und Fabrikanten von Kupfer-Leitungsdrähten; sie gehören dem kürzlich zusammengetretenen „Verbande von Fabrikanten isolierte Leitungsdrähte“, dem sogen. „V.-L.“ an, der außerdem folgende fast ausschließlich fabrizierende Firmen umfaßt:

Ariadne, Fabrik isolierter Drähte, Charlottenburg.
 Bergisches Kabelwerk Dieckmann & Co., Barmen-Rittershausen.
 Dr. Cassirer & Co., Charlottenburg.
 Deutsche Kabelwerke A.-G., Berlin-Rummelsburg.
 Hackethal Draht- und Kabelwerke A.-G., Hannover.
 Hedderheimer Kupferwerk und Süddeutsche Kabelwerke
 A.-G., Abt. Süddeutsche Kabelwerke, Mannheim.
 Kabelwerk Duisburg, Duisburg.
 Kabel- und Gummiwerke Eupen, G. m. b. H., Eupen.
 Kabelwerk Rheydt A.-G., Rheydt.
 Kabelwerk Wilhelminenhof A.-G., Berlin, SW.
 Kromberg & Schubert, Barmen-Rittershausen.
 Kupferwerke J. Wahlen, Köln-Riehl.
 Land- und Seekabelwerke A.-G., Köln-Nippes.
 Lynen & Co., G. m. b. H., Eschweiler, Kreis Aachen.
 Riffelmacher & Engelhardt, Roth bei Nürnberg.
 Emil Schmidtgen, Dresden-A.
 Ver. Fabr. engl. Sicherheitszünder, Draht- und Kabelwerke
 A.-G., Meissen.
 J. C. Vogel, Telegraphendraht-Fabrik A.-G., Adlershof-Berlin.

Die elektrolytische Kupferraffinerie wird in Deutschland seit 1876 im elektrochemischen Großbetrieb erfolgreich betrieben.

Die rund 40 Kupferraffinerien der Erde liefern pro Jahr etwa 400 000 Tonnen elektrolytisches Kupfer auf den Weltmarkt. Allein die Rariton Werke bei New York, die mit über 3000 elektrischen Bädern arbeiten, produzieren täglich etwa 500 Tonnen Elektrolyt-Kupfer.

§ 3.

Die Aluminiumindustrie, das typischste Beispiel der Produktionskostenverminderung infolge Ausnutzung billiger Wasserkräfte.

Das markanteste von allen Beispielen, das uns zeigt, wie sich dank der Elektrotechnik insbesondere unter Ausnutzung billiger Wasserkräfte die Produktionskosten vermindern, bietet die Aluminiumindustrie.

Seitdem man in den Dynamomaschinen beliebig starke elektrische Ströme verhältnismäßig billig herstellen konnte, haben auch die elektrothermischen Verfahren, die meistens durch Patente

geschützt sind, seit Ende der achtziger Jahre¹⁾ immer mehr Verbreitung in der Technik gefunden. Im Jahre 1888 begann die fabrikmäßige Erzeugung des Aluminiums.

Nachdem es Wöhler bereits 1827 gelungen war, ein feines graues Pulver und 18 Jahre später metallische Kügelchen zu gewinnen, vereinfachte St. Claire Deville mit finanzieller Unterstützung von Napoleon III. die Aluminiumgewinnung und stellte auf der Pariser Weltausstellung 1855 „Silber aus Lehm“ aus. Seitdem blieb die Fabrikation bis zum Jahre 1882 fast ausschließlich in französischen Händen¹⁾. In den 80er und 90er Jahren wurden die elektrolytischen Verfahren wesentlich verbessert und verbilligt, und nachdem man durch die Ausnutzung der Wasserkräfte eine billige Elektrizitätsquelle erhalten, mehrten sich die Aluminiumwerke in allen Kulturstaaten, es wurde „aus der Kuriosität Wöhlers ein Alltagsmetall“, das zu Gebrauchs- und Luxusgegenständen aller Art Verwendung findet. Meßinstrumente, Reiseeffekten, Rahmen für Schreibmaschinen, Kochgeschirre, Armaturen und Motoren für Luftschiffe, Leitungsdrähte für Hochspannungsanlagen und zahllose andere Gebrauchs- und Luxusgegenstände werden mit Vorliebe aus Aluminium als Ersatz für ein anderes Metall, für Holz, Horn u. dgl. hergestellt.

Eine besonders große technische Bedeutung hat das Aluminium durch das aluminothermische Schweißverfahren²⁾ nach Goldschmidt-Essen, für die Herstellung des Thermits (Gemisch aus Metalloxyd und Aluminiumfeilspäne) erhalten.

In Deutschland begann die Aluminiumindustrie mit der Ausnutzung der Wasserkräfte des Rheines bei Neuhausen. Wir lesen darüber im Geschäftsbericht 1889/90 der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, „daß sich die AEG. an der Alu-

¹⁾ C. William Siemens, Über die Anwendung des dynamoelektrischen Stromes zur Schmelzung schwerflüssiger Stoffe in beträchtlichen Mengen. Vortrag in der Society of Telegraph Engineers, 3. Juni 1880.

²⁾ Die Fabrik von Merle & Co. in Salindres war lange Zeit die einzige Aluminiumfabrik, sie vermochte mit einer Jahresproduktion von 2 bis 3 Tonnen den Gesamtbedarf der Welt zu decken. Der Preis für 1 kg betrug 100 M.

²⁾ Das Dr. Hans Goldschmidtsche Verfahren (im Prinzip bereits 1895 erfunden) ist derart einfach und mit so geringem Anlagekapital durchführbar, daß es als ein gefährlicher Konkurrent der elektrischen Schienenschweißung zu betrachten ist, und gegen das die elektrische Widerstandsschweißung kaum aufkommen dürfte. Vgl. auch Zeitschrift „Stahl und Eisen“, XXVI, Nr. 16, S. 1023.

Tabelle

Weltproduktion von Aluminium

Produktionsland	1901	1902	1903	1904
Vereinigte Staaten und Canada . . .	3 200	3 300	3 400	3 900
Deutschland, Österreich-Ungarn, Schweiz	2 500	2 500	2 500	3 000
Frankreich	1 200	1 400	1 600	1 700
England	600	600	700	700
Italien	—	—	—	—
Norwegen	—	—	—	—
Insgesamt	7 500	7 800	8 200	9 300
Durchschnittl. Jahrespreis pro Kilo- gramm in M.	2,00	2,35	2,35	2,35
Wert der Produktion in Millionen M.	15	18,3	19,3	21,9

miniumindustrie-A.-G. Neuhausen mit 1,5 Million Francs beteiligt hat, und daß man seit geraumer Zeit in den G r o ß b e t r i e b eingetreten ist, welcher den gehegten Erwartungen vollkommen entspricht und die Herstellung eines Metalls ermöglicht, wie es reiner und schöner bisher nicht erzeugt wurde. Auch in wirtschaftlicher Beziehung kann schon jetzt als sicher angenommen werden, daß sich die auf Grund der Laboratoriumsversuche angestellten Vorausberechnungen der Gewinnungskosten nicht als zutreffend erweisen, sondern bei vollem Betrieb des Werkes hinter der Wirklichkeit zurückbleiben werden. Trotzdem die Eisen-, Stahl- und Kupferindustrie dem neuen Metall ungemeines Interesse zuwendet und sich anschickt, dasselbe in ihre Betriebe einzuführen, wird es noch einiger Zeit bedürfen, bis die gewaltige Produktion, die der Rheinstrom aus der Tonerde ohne jegliche Zutat erzeugt, in Kriegsmaterial und Werkzeugen des Friedens die Verwendung findet, die die Eigenschaften und nunmehrigen Preise¹⁾ des Metalles in sichere Aussicht stellen.“

Zwei Jahre später lesen wir dann im Bericht 1891/92 der AEG., „daß das verflossene Betriebsjahr der Aluminium-

¹⁾ Über Aluminiumpreise siehe die Tabelle XVIII auf S. 131, ferner: R. Neumann, Die Metalle, Halle a. S. 1904. — Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Bd. 6, S. 678. Handbuch der Wirtschaftskunde Deutschlands, Leipzig 1903.

XVI.

(in metrischen Tonnen).

1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
4 500	6 000	8 000	6 000	13 200	16 100	18 000
3 000	3 500	4 000	4 000	5 000	8 000	8 000
3 000	4 000	6 000	6 000	6 000	9 500	10 000
1 000	1 000	1 800	2 000	2 800	5 000	5 000
—	—	—	600	800	800	800
—	—	—	—	600	900	900
11 500	14 500	19 800	18 600	31 200	43 800	46 700
3,50	3,50	3,50	1,75	1,35	1,45	1,20
40,3	50,8	69,3	32,6	32,7	63,5	56,0

industrie-Aktiengesellschaft als erfreulicher Fortschritt begrüßt werden kann. Viele neue Verwendungen des Metalles haben sich gezeigt, und nicht mehr der Reiz der Neuheit, sondern die ausgezeichneten Eigenschaften schaffen dem Aluminium den Absatz und vermehren die tägliche Nachfrage. Auch im Militärhaushalt beginnt es eine wichtige Stelle einzunehmen. Die vorhandene Anlage wird jetzt auf die volle Leistung ausgebaut, die die Gesellschaft dem Rheinfall zu entnehmen berechtigt ist. Dank der außerordentlich günstigen Lage des Werkes und der konstanten, großen Wasserkraft arbeitet die Gesellschaft trotz billiger Preise mit Nutzen und ohne Besorgnis für eine ihr etwa entstehende Konkurrenz. Da bei reichlichen Abschreibungen 3 % Dividende auf das eingezahlte Aktienkapital bereits in diesem Jahre zur Verteilung gelangte, darf man bei dem gesteigerten Umsatze und der Vervollkommnung des Betriebes für das laufende Geschäftsjahr auf eine gute Verzinsung, mit Vollendung der in Ausführung begriffenen Bauten im nächsten Frühjahr jedoch auf die erhoffte Rentabilität rechnen. Die Produktion wird mit diesem Ausbau auf das Dreifache der jetzigen erhöht, und nach den vorliegenden Bestellungen darf der Absatz schon jetzt als gesichert betrachtet werden. Die Vergrößerung des Werkes wird voraussichtlich aus bereiten Mitteln bestritten, und ist deshalb von weiteren Einzahlungen Abstand genommen worden.“

Tabelle
Ein- und Ausfuhrstatistik von

		1901	1902	1903	1904
Deutschland . .	Einfuhr	1 090	1 100	1 155	2 421
	Ausfuhr. . . .	282	353	353	407
	Mehreinfuhr . .	800	800	800	2 000
Frankreich . . .	Einfuhr	11	11	15	15
	Ausfuhr. . . .	306	748	662	663
	Mehrausfuhr . .	300	740	650	650
Schweiz	Einfuhr	8	15	13	17
	Ausfuhr. . . .	504	524	572	694
	Mehrausfuhr . .	500	510	560	680

Seitdem die Wasserkräfte in den Dienst der Elektrotechnik gestellt wurden, haben sich überall dort, wo billige Wasserkraft zur Verfügung steht, mit Vorliebe Aluminiumwerke angesiedelt, so u. a. am Rhein in Neuhausen und in Rheinfelden, an den Niagara-fällen, den Shaviniganfällen, an den Foyersfällen in Schottland, in Land-Gastein an der Ache, in Lapraz und St. Michel in Savoyen, im Tal der Maurienne und an vielen anderen Orten.

Welche ungeheure Ausdehnung die Aluminiumindustrie gewonnen hat, zeigen die Tabellen XVII u. XVIII, die nach Angaben der Metallgesellschaft zusammengestellt wurden. Die Jahresproduktion der Welt wuchs innerhalb von 10 Jahren, d. h. von 1899 bis 1909, auf das Vierfache, während sich der Preis seit 1890 von 27,60 M. auf 1,35 M. verminderte. Der Preis für Aluminium wurde dann durch das im Jahre 1910/11 zustande gekommene Syndikat allmählich wieder auf 1,60 M./kg erhöht. Im April 1911 wurde aber das Syndikat infolge dauernder Unterbietung seitens der Outsider wieder aufgelöst, so daß der Preis auf 1,26 M. fiel.

Der Kampf unter den Aluminiumwerken verschärfte sich derart, daß im Oktober 1911 der Aluminium-Preis bis auf 1 M./kg fiel. Allmählich stieg der Preis wieder nach Schaffung eines neuen Syndikats mit der Gültigkeit vom 1. April 1913 ab.

Genauere Daten, die der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M. entnommen sind, läßt die Tabelle XVIII ersehen. Der daraus ersichtliche Preissturz des Aluminiums ist ein charakteristisches

XVII

Aluminium (in metrischen Tonnen).

1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
3 252	3 858	3 913	3 204	8 696	9 892	10 454
1 192	1 126	1 119	590	492	616	708
2 100	2700	2 800	2 600	8 200	9 300	9 700
18	31	25	27	39	47	70
926	1 474	1 118	1 332	4 425	4 163	4 181
910	1 440	1 090	1 300	4 400	4 100	4 100
23	217	71	33	82	71	57
650	665	463	722	1 652	3 649	3 462
630	450	390	690	1 570	3 580	3 400

Beispiel für die Entwicklung der Hydroelektrotechnik und für die durch sie bewirkte Verminderung der Produktionskosten.

Tabelle XVIII.

Jahresdurchschnittspreise von Aluminium in Mark pro Kilogramm ab Werk.

Jahr	Preis in M. pro kg	Jahr	Preis in M. pro kg	Jahr	Preis in M. pro kg
1855	1000,00	1891 Nov.	5,00	1901	2,00 ¹⁾
1856	300,00	1892	5,00	1902	2,25—2,50
1857	240,00	1893	5,00	1903	2,25—2,50
1857—1886	100,00	1894	4,00	1904	2,25—2,50
1886	70,00	1895	3,00	1905	3,25—3,75
1888	47,50	1896	2,60	1906	3,25—3,75
1890 Febr.	27,60	1897	2,50	1907	3,25—4,00
1890 Sept.	15,20	1898	2,20	1908	1,30—2,00 ²⁾
1891 Febr.	12,00	1899	2,20	1909	1,25—1,50
1891 Juli	8,00	1900	2,00	1910	1,30—1,60
				1911	1,05—1,25
				1912	1,25 ³⁾

¹⁾ Syndikatvereinigung.²⁾ Auflösung des Syndikats.³⁾ Ab 1. 1. 1913 Syndikat-Erneuerung.

§ 4.

Elektrothermische Veredlungsprozesse, insbesondere die Elektrostahlgewinnung und ihre Kosten.

Es würde zu weit führen, wollten wir auf die Fortschritte, die die Elektrochemie um die Jahrhundertwende zu verzeichnen hatte, noch näher eingehen, es möge genügen, wenn wir nur darauf hinweisen, daß gegenwärtig in der Praxis zahlreiche Metalle, besonders die Leichtmetalle und deren Verbindungen, ferner Metalloide sowie einige organische Produkte elektrolytisch oder elektrothermisch hergestellt beziehungsweise raffiniert werden, und daß als wichtigste Energiequelle vor allem Wasserkraft in Frage kommt, während eine elektrochemische Großindustrie mit Dampfkesselbetrieb nur dann als rentabel gelten kann, wenn der betreffende Prozeß ein Eindampfen von Laugen verlangt, bei dem man in der Regel auf Brennmaterialien angewiesen ist.

Über den Kraftverbrauch der auf elektrischem Wege erzeugten Stoffe gibt die von Ferchland aufgestellte Tabelle XIX Aufschluß, die wir noch durch einige Bemerkungen ergänzen wollen.

Die Stahlerzeugung auf elektrischem Wege, der Elektrostahlprozeß, verdrängt allmählich den bisher üblichen Tiegelstahlprozeß, da ersterer mit dem Vorzuge der Billigkeit den einer wesentlichen besseren Qualität vereint, zumal Schwefel, Phosphor und Oxyde im Elektroofen fast vollständig verschwinden.

In Deutschland waren Ende 1908 bereits 11 Elektrostahlöfen im Betrieb, die 12 761 Tonnen Elektrostahl im Werte von 2,9 Millionen Mark erzeugten. Den größten in Deutschland z. Zt. in Betrieb befindlichen Elektrostahlöfen besitzt die Gewerkschaft Deutscher Kaiser. Der Ofen nach System Héroult faßt 25 Tonnen und liefert bei einer Doppelschicht von 24 Std. etwa 200 Tonnen bei flüssigem Einsatz des Materials. Zum Elektrostahlprozeß ist eine Energie von etwa 3400 KVA bei 95 Volt Spannung erforderlich. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich der Héroult'sche Stahlöfen sehr gut bewährt, weshalb wir ihn auch in einer Reihe von Anlagen in Frankreich, Deutschland, Schweden, Österreich, der Schweiz usw. in Betrieb finden.

Die Heizung bei den verschiedenen Elektrostahlöfensystemen geschieht entweder durch den Lichtbogen (in Lichtbogenöfen) oder durch die Joulesche Wärme (in Widerstandsöfen), indem das Metallbad oder die Ofenwände dem Stromdurchgang Widerstand bieten, der sich in Wärme umsetzt. Auf Einzelheiten soll hier nicht weiter eingegangen werden, da sie außerhalb des Rahmens dieser Arbeit liegen. Wir verweisen auf die am Schlusse von Teil II S. 147 ff angegebene Literatur. Nur so viel sei erwähnt, daß für das

Einschmelzen einer Tonne etwa	400	KW/std
Fertigmachen	„ „ „ 600 „	
	<hr/> Sa. 1000 KW/std	

erforderlich sind, und daß eine Rentabilität des Elektrostahlprozesses nur dann zu erwarten ist, wenn sich die Kilowattstunde elektrischer Energie unter 3 Pf. beziehen läßt, ein Strompreis, der sich nur in hydroelektrischen Kraftwerken oder in Zentralen mit äußerst billigen Brennmateriale, das heißt durch Torfverwertung oder durch Ausnutzung von Hochofengasen, erzielen läßt.

Roheisengewinnung¹⁾ aus Erzen wurde zwar vielfach versucht, hat sich aber bei den herrschenden Kraftpreisen als unwirtschaftlich erwiesen und läßt Überschüsse erst bei Strompreisen unter 0,5 Pf. pro KW/std erwarten;

Brom und Jod wird nur in geringem Umfange aus den Endlagern bei der Kalisalzgewinnung nach verschiedenen Verfahren von Kossuth, Wünsche, Mehns, Pemsel u. a. elektrolytisch abgeschieden;

Graphit²⁾ erzeugt man in geringen Mengen an den Niagara-Fällen nach Geheimverfahren von Acheson.

Karborundum und Silundum³⁾ liefern seit 1895 die hydroelektrischen Anlagen an den Niagara-Fällen;

¹⁾ Minker, Zur Frage der Darstellung von Roheisen auf elektrischem Wege. Berg- und Hüttenmännische Rundschau 1906, S. 302.

Haanel, Preliminary report on the experiments made at Sault Ste Marie under Government auspices in the smelting of Canadian iron ores by the Electrothermic process. Transactions of the Faraday-Society II, 1906, S. 120.

²⁾ Vgl. Engelhards Monographien über angewandte Elektrochemie. Fitzgerald, Künstlicher Graphit. Verlag Knapp.

³⁾ Über Silundum und Silit vgl. Benetsch, Zeitschr. Elektrot. Anzeiger Jahrg. 1913 u. 1914.

Kraftverbrauch der auf elektrischem Wege hergestellten Stoffe
(nach Ferchland).

Tabelle XIX.

Abgeschiede- ner Stoff	Ausgangs- material	1 Ampere- Std. erzeugt g	Strom- aus- beute in %	1 kg erfordert KW/std	Wirkl. Span- nung in Volt	1 Kilowatt- Tag erzeugt kg
Aluminium	Tonerde	0,337	70	32,0	7,5	0,75
Ätzkali	Chlorkalium	2,094	80	2,1	3,5	11,4
Ätznatron	Kochsalz	1,494	80	2,9	3,5	8,3
Blei	Bleisulfat	3,858	90	0,69	2,4	34,7
Bleisuper- oxyd	(Bleinitrat)	4,454				
Bleiweiß	Blei	—	99	0,25—0,29	1,4	40,0 83—96
Chlor	Chlorkalium	1,322	80	3,3	3,5	7,3
	Chlornatrium					
Chromsäure	Chromsulfat	1,468	70	3,9	4,0	6,2
Gold (fein)	Goldlegierungen	2,450	99	0,42	1,0	57,1
Hydrazobenz.	Nitrobenzol	0,902	80	4,9	3,5	4,9
Jodoform	Jodkalium und Alkohol	1,467	80	2,6	3,0	9,2
Kalzium- karbid	Kalk u. Kohle	—	—	4—5	50,0	4,8—6
Kupfer, raff.	Schwarzkupfer	1,186	99	0,26	0,3	92 3
Magnesium	Karnallit	0,454	45	54,0	11,0	0,44
Natrium	Ätznatron	0,860	40	29,0	10,0	0,83
Nickel	Rohnickel, Nickelmatten	1,094	90	3,6	3,5	6,7
Ozon	Atmosph. Luft	—	—	20—25	8000	0,96—1,2
Phosphor	Phosphorsäure	—	—	24	50	1
Sauerstoff	Wasser	0,298 (= 209 ccm)	99	10,3	3	2,3 (= 1,7 cbm)
Silber (fein)	Silberlegierung.	4,025	99	0,12	0,5	200
Wasserstoff	Wasser	0,0377 (= 418 ccm)	99	804	3	0,03 (= 3,4 cbm)
Zink	Chlorzink	1,219	96	3,0	3,5	8,0
Zinn	Verzinntes Eisen	1,105	70	1,0	1,5	12,6
	Weißblechab- fälle					

Wasserstoffsuperoxyd wird nach verschiedenen Patenten des Konsortiums für elektrochemische Industrie, Nürnberg, seit 1905 aus Überschwefelsäure durch starke Säure und Temperaturerhöhung auf etwa 100°C elektrolytisch oxydiert;

Schwefelkohlenstoff entsteht nach Taylor in Pennsylvanien, Nordamerika, elektrothermisch durch Überleiten von Schwefeldampf über glühende Kohlen¹⁾.

Die reichlichen Wasserkräfte und ausgiebigen Erzlager haben es mit sich gebracht, daß sich in K a n a d a elektrochemische Industrien ansiedeln konnten. Die erste Karbidfabrik wurde 1897 in Merriton (Ontario) errichtet, der zwei weitere Unternehmungen folgten mit einer Gesamt-Jahresproduktion von je 2500 Tonnen Karbid (pro Jahr in den Jahren 1905—1909); Elektro-Eisen- und Stahl-Gewinnung betreiben zwei Werke, abgesehen von einer großen Versuchsanlage in Sault-Sainte-Marie. Die Gesellschaft Elektrometall besitzt zurzeit vier Öfen am Niagarafall mit je 6 bis 8 Tonnen Stahl pro Tag Lieferung bei 1500 PS Leistung.

Die amerikanische Cyanamidgesellschaft, 1910 gegründet, arbeitet nach den Patenten von Frank-Caro mit 10 000 Tonnen Jahresproduktion.

Weitere Industriezweige, wie die elektrolytische Gewinnung von Alkalien (Ätznatron und Chlorkalk) sowie die elektrolytische Raffination des Goldes, sind in der Entwicklung begriffen. Eins der größten elektrometallurgischen Werke ist jenes der Northern Aluminium Co., das an den Shawiniganfällen gelegen ist und über eine Gesamtleistung von 25 000 PS verfügt, welche bis 25 Tonnen Aluminium pro Tag zu erzeugen imstande sind. An den gleichen Wasserfällen liegt auch eine Karbidfabrik, die 8 Öfen mit einer Gesamtleistung von 7500 PS betreibt und pro Tag 25 Tonnen Karbid liefert. Kanada besitzt insgesamt, nach einer Veröffentlichung von M. C. Dushman im L'Électricien, 16 500 000 PS an Wasserkraften, die noch in elektrische Energie umgewandelt werden können; davon entfallen fast 1 Million PS auf die Provinz Ontario allein.

Auch auf anderen Gebieten macht die Elektrochemie recht erfreuliche Fortschritte. Das Jahr 1890 brachte die N a t r i u m - d a r s t e l l u n g , den Chlorkaliprozeß mit Diaphragmen (nach den Patenten der A.-G. Elektron in Griesheim) und den Kaliumchloratprozeß, woraus sich eine blühende Ch l o r - u n d A l k a l i - I n d u s t r i e entwickelt hat.

¹⁾ Vgl. Haber, Über Hochschulunterricht und elektrochemische Technik in den Vereinigten Staaten. Z. f. El. Chemie IX, 1903, S. 379.

§ 5.

Die Kalziumkarbidindustrie, ihre Entwicklung infolge der Hydroelektrotechnik; die deutsche Produktion und Konsumtion sowie die augenblickliche Lage.

Das Jahr 1891 stand im Zeichen der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M., und im folgenden Jahre gelang es dem Amerikaner Willson unabhängig und gleichzeitig mit den Franzosen Moissan und Bullier, die Laboratoriumversuche Friedrich Wöhler's aus den Jahren 1861/62 über die Darstellung von Kalzium-Karbid (CaC_2) und Azetylen (C_2H_2) für eine rentable Massenfabrikation umzugestalten und die bisher benutzten Wasserkräfte in den Dienst der K a l z i u m k a r b i d f a b r i k a t i o n zu stellen.

Die erste Kalziumkarbidfabrik kam im Frühjahr 1895 in Spray (Nordamerika) in Betrieb und arbeitete als „Willson Aluminium Co., Spray“ nach den Willsonschen Patenten.

Das durch die Energie des Wassers im elektrischen Ofen bei einer Temperatur von etwa 3000 bis 3500° C erzeugte Produkt, das Karbid, besaß den großen Vorteil der Versandfähigkeit, und man konnte durch Berieseln mit Wasser auf sehr einfache Weise Azetylgas erzeugen, das sich an beliebigen Orten in Licht und Kraft umformen ließ. Diese Umformungsmöglichkeit der Energie des Wassers in Licht und Kraft ist es vornehmlich, die dem Karbid eine besondere wirtschaftliche Bedeutung für billige Wasserkräfte¹⁾ einräumt.

Bei der Karbidfabrikation spielt die elektrische Energie nicht die Rolle einer Betriebskraft, sondern sie ist, wie Kalk und Kohle, als Rohstoff aufzufassen, dessen Gestehungskosten auf die Rentabilität der ganzen Produktion von besonderer Wichtigkeit sind. Die Karbidindustrie ist daher nur dort lebensfähig, wo sie große und billige Kraftquellen vorfindet, sei es in Form von Wasserkräften, sei es in Form von Hochofengasen oder von solchen aus Torf gewonnen. Dampfkraft wird in den allerseltensten Fällen

¹⁾ Man rechnet im allgemeinen die Produktion einer Pferdekraft im Jahre zu 1500 kg Kalziumkarbid. Die Kosten einer Jahres-PS, die bei der Karbidindustrie zwischen 20 und 50 M. variieren, beeinflussen demnach ganz wesentlich die Selbstkosten.

eine Aussicht auf Rentabilität gewähren, und daher dürfte es richtiger sein, solche mit Dampf betriebenen Karbidfabriken nicht als industriellen, sondern als Gelegenheitsbetrieb anzusprechen, wie Jurisch in seinem Werke „Salpeter und sein Ersatz“ vorschlägt.

Die Einfachheit, mit der sich das Azetylengas aus dem Kalziumkarbid entwickeln läßt, die hohe Leuchtkraft der Azetylen-Flamme, die ohne Docht, im Bedarfsfalle auch ohne Glühstrumpf oder dergleichen brennt, schließlich die hohe Temperatur von 3500 bis 4000° C, die das Azetylen bei Sauerstoffzufuhr zu entwickeln imstande ist, machen das Karbid für gewisse Verwendungsgebiete, auf die wir weiter unten näher eingehen werden, besonders wertvoll und haben auch tatsächlich die rasche Entwicklung der Kalziumkarbidindustrie veranlaßt.

Die ersten Dreiphasenöfen zur fabrikmäßigen Darstellung des Kalziumkarbids, das im elektrischen Ofen elektrothermisch aus Kalkstein und Kohle¹⁾ dargestellt wurde, kamen Anfang der 90er Jahre auf, und bereits im Jahre 1895 wurde für Rechnung der Bosnischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Wien, ein 4000 PS-Dreiphasenofen in ihrer Karbidfabrik in Jajce in Betrieb gesetzt; diese Anlage wurde durch die Wasserkraft des Plivaflusses in den Jahren 1897/99 von der Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co. auf 10 000 PS verstärkt.

Später erweiterte die Bosnische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft ihren Betrieb ganz bedeutend, dergestalt, daß er heute die Karbid-, Ferrosilizium- und Chlorfabriken in Jajce, eine Chlorfabrik in Brückl, eine Karbidfabrik in Lechbruck und eine Ferrosiliziumfabrik in Meran umfaßt.

Um die Jahrhundertwende wurden dann auch in anderen Ländern mit Wasserkraft Karbidfabriken errichtet, so z. B. die von den Usines Électriques de la Lonza, Genf, betriebenen Karbidfabriken in Chèvres, Gampel, Thusis und Visp, ferner die Usines Électrochimiques de Hafslund (Sitz: Genf), welche eine große Karbidfabrik in Hafslund besitzen.

¹⁾ Die beste Kohle für Karbidfabrikation ist Holzkohle oder Koks. Erstere kommt nur selten und dann nur für kohlenarme, aber holzreiche Länder in Betracht, letzteren beziehen die meisten Karbidfabriken fertig aus Kokereien, weil sie dadurch an Fracht sparen und bei eigener Koksfabrikation in den seltensten Fällen für die Nebenprodukte Gas, Teer, Ammoniak usw. Verwendung haben würden.

Die drei genannten Gesellschaften (die Bosnische E.-A.-G., die Usines Électriques de la Lonza und die Usines Électrochimiques) gehören mit ihren Fabriken usw. zu den befreundeten Firmen des Siemens-Konzerns.

Soweit die Elektrizitätsindustrie sich direkt an der Gründung von Karbidfabriken beteiligt hat, sind nur Anlagen im allergrößten Umfange entstanden, weil sie über das erforderliche Kapital verfügte, und kleinere Werke¹⁾ keinen für sie lohnenden Absatz boten. Diejenigen Werke, welche aus privater Initiative heraus entstanden sind, haben meist kleineren Umfang.

Die Beziehungen zwischen der Elektrizitäts- und der Karbidindustrie mögen durch nachstehende Angaben erläutert werden. Die Elektrizitätsgesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, war an der Gründung folgender Werke beteiligt:

Hafslund, Sarspsborg	5400 PS
Jajce, Bosnien	8000 PS
Gampel-Lonza 1898	2500 PS
(1904)	7500 PS)

Dazu kam noch ein Karbidwerk mit 2500 PS in Spanien.

Siemens & Halske war an dem Werke von Langenthal-Wynau interessiert.

Zur derselben Zeit, als Schuckert die Erweiterung in Jajce vornahm, haben (laut Geschäftsbericht der A.E.G. 1897/98) „die Elektrochemischen Werke in Bitterfeld das Werk der Rheinfelder Zweiggeseellschaft in Betrieb gesetzt. Gleichzeitig wurde die nach ihrem Verfahren in Polen errichtete Fabrik eröffnet. Beide Werke arbeiten zufriedenstellend. In Frankreich erwarb die Cie. Générale d'Électrochimie das Verfahren gegen Überlassung einer entsprechenden Zahl von libirierten Aktien; die Gesellschaft wird von den ihr gehörigen mächtigen Wasserfällen in Savoyen zunächst 3000 PS für die Gewinnung von Chlor, kaustischer Soda und Karbid verwenden. Zwei weitere Unternehmungen für die Herstellung von Kalziumkarbid in Norwegen und Österreich werden gleichfalls von den Elektrochemischen Werken eingerichtet.“

¹⁾ Die Minimalgrenze eines einigermaßen rentablen Betriebes dürfte bei 1500 PS liegen, während eine Grenze nach oben kaum gezogen werden kann, so hat z. B. die Karbidfabrik Odde-Norwegen 50 000 PS.

Die kühnen Hoffnungen, die man Mitte der 90er Jahre an die Karbidindustrie knüpfte, haben sich nicht verwirklichen lassen; hoffte man doch als Beleuchtung des „kleinen Mannes“ an Stelle des Petroleums das Azetylen setzen zu können, um auf diese Weise durch einheimische Industrie eine Unabhängigkeit vom amerikanischen Petroleummarkt zu erreichen, wie sie im Interesse der deutschen Volkswirtschaft nur zu wünschen wäre.

Die Verwirklichung dieser Bestrebungen scheiterte aber bisher in der Hauptsache aus zwei Gründen:

1. aus einem rein technischen — den aber zu überwinden nicht unmöglich sein dürfte — nämlich an dem vorläufigen Mangel einer brauchbaren, tragbaren Zimmer-Azetylenlampe, die sich bequem durch Laienhand (Dienstmädchen, Landarbeiter usw.) in Ordnung halten läßt und bei der keine übelriechende Nachvergasung auftritt,

2. aus einem durch die geographische Lage des Deutschen Reiches bedingten, insofern Deutschland nicht über genügend große und billige Wasserkräfte verfügt.

Die Karbidindustrie hat sich daher naturgemäß vor allem in den Ländern angesiedelt, wo ihr die notwendigen Wasserkräfte zu niedrigen Preisen zur Verfügung stehen, also insbesondere in der Schweiz, in Norwegen sowie in Österreich-Ungarn und Oberitalien. Wie sich in den genannten Ländern die Fabrikation gehoben hat, läßt sich aus der in den Statistischen Jahrbüchern von 1901—1912 veröffentlichten Einfuhrstatistik nach Deutschland einigermaßen abschätzen. Danach stand 1901 die Schweiz an der Spitze der karbidproduzierenden Länder, es folgte Norwegen und dann Österreich-Ungarn. Bis 1906 hielt sich die norwegische Einfuhr ziemlich konstant, während sich die Schweiz und Österreich mehr entwickelten. Von 1908 ab tritt aber Österreich als Ausfuhrland für Kalziumkarbid in den Hintergrund, in dessen Norwegen bemüht ist, die Führung der Schweiz zu entreißen. Die Tabelle XX S. 140 gibt die genauen Daten.

Die Folgen der forzierten Gründungen vor 1900 rächten sich bitter, so daß die junge Industrie schwere Krisen durchzumachen hatte, da durch Überproduktion kolossale Preisstürze auftraten. Die ersehnte Rettung sollte dann ein Syndikat aus deutschen, österreichischen, schweizerischen und norwegischen Karbidwerken bringen. Jedoch blieb der Wunsch der Vater des Gedankens;

Tabelle
Kalzium-
(Einfuhr nach und

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ein-	
	in Tonnen	Wert in 1000 M.	in Tonnen	Wert in 1000 M.	Norwegen in Tonnen	in 1000 M.
1901	9 526	2 143	275	63	1 813	400
1902	11 287	2 765	126	33	2 150	500
1903	14 081	3 295	335	72	3 145	700
1904	14 840	3 042	608	134	2 434	500
1905	17 256	3 710	709	163	1 244	
1906	22 819	5 000	545	142	1 908	
1907	25 834	6 200	918	220	5 542	
1908	29 024	6 385	844	186	7 977	1 800
1909	26 956	4 313	968	165	8 862	1 400
1910	30 712	4 914	1 481	266	11 045	1 800
1911	36 944	6 650	2 120	396	14 634	2 600
1912 (1. Halbj.)	23 450		480			

weil diesem Syndikat die straffe innere Organisation fehlte, erlebte es ein klägliches Fiasko im Frühjahr 1901. Der Preis pro 1000 kg Karbid, das 1895 noch 600 M. gekostet hatte, fiel um die Mitte des Jahres 1901 auf etwa 190 M., so daß sich noch vor Jahres-schluß 1901 ein zweites Syndikat bildete, das sich aber nur reichlich zwei Jahre zu halten vermochte, da man den großen Fehler begangen hatte, den Karbidhandel nicht in den Ring einzuschließen. Die logische Folge war, daß der out side stehende Händler seinen Bedarf lediglich von Amerika her deckte, an den Vorteilen des Syndikats jedoch teilnahm, ohne aber zu den Kosten ein Scherflein beizutragen. Im Frühjahr 1904 trug man dann auch dieses zweite Syndikat zu Grabe. Jetzt wurde planlos drauflos gearbeitet, an Stelle der „geregelten“ Produktion trat eine „anarchische“, wie sich die Geschäftsführer von Kartellen auszudrücken pflegen. Es kam, wie nicht anders zu erwarten war, die Zeit eines allgemeinen Niederganges, so daß das Jahr 1908 als „das schwarze Jahr der Karbidindustrie“ bezeichnet werden muß.

XX.

karbid.

Ausfuhr aus Deutschland.)

fuhr aus				Mehr- einfuhr in Tonnen	Deutsche Pro- duktion in Tonnen	Gesamt- Verbrauch in Deut schl. in Tonnen	Zunahme gegen Vorjahr
Österreich-Ungarn in Tonnen	in 1000 M.	Schweiz in Tonnen	in 1000 M.				
1 687	380	3 789	850	9 251	4 500	13 751	772
2 169	530	5 122	1 260	11 161	3 500	14 661	910
3 482	820	5 918	1 390	13 746	4 400	18 146	3 485
4 325	890	7 027	1 440	14 232	6 000	20 232	2 086
4 235		9 627	2 100	16 547	8 000	24 547	4 315
4 102		14 875	3 300	22 201	8 000	30 201	5 654
3 422		15 239		24 917	10 000	34 919	4 716
4 492		15 537	3 400	28 180	11 000	39 180	4 263
		15 007	2 400	25 988	6 334	32 322	6 858
		18 160	2 900	29 230	7 000	36 230	3 908
		18 316	3 300	34 824	9 000	43 824	7 594
				22 970	5 000	27 970	

Seitdem hat sich die wirtschaftliche Lage der Karbid- und Azetylenindustrie etwas gebessert, zumal da die wiederholten Preisstürze die Fabriken zwangen, die äußerste Verbilligung der Produktion anzustreben. Da es in dem Karbidgeschäft nur eine Qualität des Kalziumkarbids gibt, nämlich „Prima handels-übliche Ware“ mit 270 bis 300 Liter Azetylenausbeute (vgl. Normen des Deutschen Azetylenvereins mit Geltung seit 1. April 1909), so konnte sich kein Kampf um die beste Leistung des Dargebotenen, sondern nur ein Preiskampf entspinnen auf dem Boden einer Produktionsverbilligung. Durch maschinelle Einrichtungen, d. h. durch Übergang vom intermittierenden Betrieb mit Blocköfen zu dem kontinuierlichen Betrieb in Abstichöfen. Hierdurch wurde es möglich, nach Goldschmidt nachstehende Betriebsverbilligungen zu erzielen (s. S. 142):

Es sanken damit die Selbstkosten pro 1000 kg Karbid von 240 bis 400 M. auf etwa ein Drittel, d. h. auf 80 bis 110 M. herab.

Die Lage kann aber im Vergleich zu der allgemeinen Hochkonjunktur zurzeit noch nicht als günstig bezeichnet werden.

Es betrug pro Tonne Karbid	im Jahre 1900	im Jahre 1910
Rohmaterialienverbrauch in kg	2000	1500—1600
Elektrodenverbrauch in kg . .	100—120	15—20
Ausbeute pro PS und 24 Std.	3—3,5	4,4—4,8
Arbeiterkosten in Mark . . .	30—40	15—20

Wie sich die Preisbewegung seit 1900 gestaltet hatte, entnehmen wir einem Vortrage aus dem Jahre 1910 von Dipl.-Ing. A. M. Goldschmidt, Direktor der Brandenburgischen Karbidwerke. Es kostete für den Konsumenten die Tonne Karbid:

Preisbewegung von Karbid.

	am Anfang des Jahres	in der Mitte des Jahres
1900	330—370 M.	280—320 M.
1901	280—290 „	190—220 „
1902	310—340 „	270—280 „
1903	260—280 „	240—260 „
1904	240—260 „	190—210 „
1905	240—260 „	220—240 „
1906	240—260 „	240—260 „
1907	270—290 „	270—290 „
1908	etwa 250 „	etwa 210 „
1909	„ 190 „	„ 170 „
1910	„ 170 „	—

Die Tabelle XX läßt erkennen, daß der Verbrauch an Karbid im Jahre 1911 mehr gestiegen ist als in irgendeinem der Vorjahre. Der Fehler aber, an dem die Fabriken fast ohne Ausnahme krankten, liegt darin, daß ihre Leistungsfähigkeit in einem argen Mißverhältnis zum Konsum steht, da die meisten Karbidfabriken kaum mehr als mit 60 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt sind.

So gibt z. B. Goldschmidt die Produktionsfähigkeit und die tatsächliche Produktion der Karbidwerke für 1910 wie folgt an (s. nachstehende Tabelle XXI):

In früheren Jahren hatte sich, besonders gefördert durch die Elektrizitätsindustrie, der wir die bona fides aber deshalb keineswegs absprechen wollen, ein förmlicher Gründungstaumel der jungen Industrie bemächtigt, der noch jetzt seine unangenehmen Nachwirkungen ausübt. Bedenkt man, daß zurzeit in Europa etwa

Tabelle XXI.

Karbidindustrie.

Land	Produktions- fähigkeit in Tonnen	Tatsächliche Produktion in Tonnen
Norwegen	80 000	55 000
Italien	50 000	35 000
Frankreich	50 000	30 000
Schweiz	44 000	30 000
Österreich	35 000	30 000
Schweden	22 000	10 000
Deutschland	12 000	9 000
Spanien	2 000	2 000
England	2 000	1 000
	297 000	202 000

75 Karbidfabriken bestehen, deren investiertes Kapital von Prof. Dr. J. H. Vogel-Berlin, dem Vorsitzenden des Deutschen Azetylenvereines, auf 130 Millionen Mark geschätzt wird, und daß von dieser Summe etwa 50 Millionen Mark brachliegen, dann erscheint jene scheinbar sehr rosige Statistik in einem ganz anderen Licht.

Die Zunahme des Kalziumkarbidverbrauches ist in erster Linie auf die sich seit 1906 immer mehr ausbreitende autogene Metallbearbeitung durch Azetylsauerstoff zurückzuführen.

Wie bereits oben erwähnt, erzielt man mit der Azetylsauerstoff-Flamme Temperaturen von 3500 bis 4000° C, während das Knallgasgebläse, die Wasserstoffsauerstoff-Flamme, die vordem als die heißeste Stichflamme angesehen wurde, nur etwa 2500° C hergibt. Diese wertvolle Eigenschaft des Azetylens, in Verbindung mit der billigen Sauerstoffproduktion nach dem Linde'schen Luftverflüssigungsverfahren, gibt selbst kleinen Schmiede- und Schlossermeistern auf dem platten Lande die Möglichkeit, sich die Vorteile der modernen Technik dienstbar zu machen, da das autogene Verfahren zum Schweißen und Zerschneiden von allen Metallen, insbesondere für Eisen, verwendet werden kann. Die Bezeichnung „autogenes“ Schweißverfahren ist von der Technik deshalb gewählt worden, weil die selbst erzeugte Hitze das Material zum Schmelzen bringt und dann selbst verbindet (ohne Hämmern und ohne Schweißpulver).

Die nachstehenden, von Kautny¹⁾ aufgestellten Kostenberechnungen für Handnietung und Azetylenschweißung lassen die Verbilligung ohne weiteres erkennen; jedoch ist bei dieser Tabelle zu berücksichtigen, daß die Schweißungen von erstklassigen Arbeitern, die große Geschicklichkeit in der Handhabung der Schweißbrenner hatten, ausgeführt wurden.

Art der Blechverbindung	Preis pro laufendes m in M. bei einer Blechstärke von mm			
	2	3	4	6
Nieten	1,75	1,41	1,65	1,83
Schweißen	0,14	0,22	0,39	0,57

Infolge der bequemen Handhabung des autogenen Schweißverfahrens hat es sich schnell in der Praxis Eingang zu verschaffen gewußt; es möge genügen, wenn wir nur einige Verwendungsgebiete andeuten: Reparatur und Schweißung von Kesseln, Zylindern, Automobil- und Maschinenteilen, Massenartikeln, Zerschneiden von Trägern, Abwracken von Schiffen, Schweißen von Aluminium (Luftschiffbau), Löten von Blei usw.

Die Zeitschrift „Azetylen in Wissenschaft und Industrie“ veröffentlicht im Jahrgang 1906 S. 21 eine Tabelle von Féry, die uns die Überlegenheit der Azetylensauerstoff-Flamme gegenüber den übrigen in der Technik gebräuchlichen Wärmequellen zeigt:

Alkoholflamme mit Luftzufuhr (gewöhnliche Lötlampe)	1705° C
Bunsenbrenner mit voller Luftzufuhr	1871° C
Wasserstoff in freier Luft	1900° C
Leuchtgas-Sauerstoff-Flamme	2200° C
Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme	2420° C
Azetylen mit Luftzufuhr	2548° C
Elektrischer Lichtbogen	3700° C
Azetylen-Sauerstoff-Flamme	4000° C

Über den ersten großen Erfolg mit Azetylen-Sauerstoff-Brennern berichtet die Zeitschrift „Azetylen in Wissenschaft und Industrie“, Jahrgang 1908, S. 19, als es in Frankreich notwendig

¹⁾ Vgl. Kautny, Handbuch der autogenen Schweißung, Halle 1909.

wurde, aus der Eisenkonstruktion einer Brücke ein etwa 100 Tonnen schweres Stück auf schnellstem Wege zu entfernen. Diese Arbeit, die durch die vordem übliche Handarbeit 8—10 Tage beansprucht hätte, wurde mit Azetylen-Schneidbrennern in kaum 20 Stunden erledigt (vgl. Le Coutre, Kalziumkarbid usw., S. 50).

Ein beträchtlicher Teil von Kalziumkarbid wird ferner für Kleinbeleuchtung verwendet; besonders hat sich die Beleuchtung in Bergwerksbetrieben durch die bessere Ausgestaltung der Grubenlampen¹⁾ weiter entwickelt. Schließlich nimmt auch die Beleuchtung der Kraftwagen mit Azetylen zu. Auch für Leuchtbojen, Hafeneinfahrten und neuerdings für Eisenbahnsignale bürgert sich das Azetylen als Lichtquelle immer mehr ein. Ganz außerordentlich hat sich auch der Verbrauch an Karbid zur Herstellung von Kalkstickstoff²⁾ gehoben, so daß sich der Gesamt-Verbrauch an Karbid (mit Ausnahme des in Deutschland selbst für Kalkstickstoffabrikation erzeugten Karbids) im Jahre 1912 auf etwa 55 000 Tonnen stellen dürfte; diese Mengen verteilen sich wie folgt:

Beleuchtungszwecke ³⁾	30 500 Tonnen
autogene Metallbearbeitung	17 000 „
Kalkstickstoffabrikation	7 000 „
sonstige chemische Zwecke	500 „
	<hr/> 55 000 Tonnen.

Im Deutschen Reiche sind nur wenige Karbidfabriken im Betriebe, weil sich die Zahl der ausbauwürdigen Wasserkräfte mit denjenigen Skandinaviens und der Schweiz nicht annähernd messen kann.

Als Beispiel einer sich gut rentierenden Karbidfabrik seien die Brandenburgischen Karbidwerke G. m. b. H. genannt, deren Dividenden sich stellten

im Jahre . .	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
auf	14%	30%	12%	8%	12%	12%	7%

¹⁾ Die Betriebskosten stellen sich bei Azetylen-Grubenlaternen auf etwa 5 Pf. pro Lampe und Schicht gegen etwa 8 Pf. bei Öllampen, was eine nicht unwesentliche Ersparnis bedeutet, zumal wenn man bedenkt, daß die Bergleute die Lampen selbst bezahlen und unterhalten müssen.

²⁾ Die Kalkstickstoffindustrie behandeln wir im Teil III § 5 auf S. 169 ff.

³⁾ Auf Prof. Vogel sind etwa 150 Ortszentralen für Azetylenbeleuchtung vorhanden.

Im Jahre 1909 vereinigten sich die Brandenburgischen Karbidwerke G. m. b. H. mit der Ostdeutschen Wasserkraft-G. m. b. H. und der Neuen Boden-Aktiengesellschaft zur Gründung der Brandenburgischen Karbid- und Elektrizitätswerke-A.-G. mit einem Aktienkapital von 3,5 Millionen Mark unter finanzieller Unterstützung des A. Schaaffhausen'schen Bankvereins, der Nationalbank für Deutschland, von Hardy & Co., G. m. b. H., Berlin, und der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich. Wie im Gründungsbericht angegeben wird, will sich die Aktiengesellschaft neben der von den Brandenburgischen Karbidwerken bis dahin betriebenen Kalziumkarbid- und Kalkstickstofffabrikation, insbesondere unter Verwendung von den der Ostdeutschen Wasserkraft-G. m. b. H. in der Gegend von Schneidemühl gehörigen Wasserkräften in großem Umfange mit der Lieferung elektrischer Energie betätigen, weshalb sie die zwischen dieser Firma und verschiedenen Kreisen in Ostdeutschland abgeschlossenen Verträge auf Stromlieferung übernommen hat. Von den Fabriken und Überlandzentralen in Steinbusch bei Hochzeit, Mühlthal bei Bromberg und Borkendorf bei Kramske (Westpr.) soll das Werk Steinbusch vornehmlich der Karbidfabrikation dienen, während sich die beiden anderen wohl immer mehr zu reinen Überlandzentralen auswachsen werden. Im ersten Geschäftsjahre 1909/10 wurde keine, im zweiten 1910/11 dagegen 4 % Dividende verteilt. Dem Aufsichtsrat gehört u. a. Dr. A. Frank an.

Die vorherbesprochenen Erzeugnisse, wie das Aluminium und Kalziumkarbid, verdanken wir, wie wir gesehen haben, lediglich dem technischen Fortschritt der Hydroelektrotechnik seit 1891; denn nur der elektrothermische Weg führte hier zum ersehnten Ziel der Massenfabrikation, des billigen Preises und des automatischen Betriebes.

Von den zahlreichen in der Tabelle XIX auf Seite 134 angegebenen Produkten, die auf elektrischem Wege hergestellt werden, finden viele noch eine elektrochemische Weiterverarbeitung, z. B. Chlor auf Chlorkalk, auf Chlorkohlenstoff, Chloroform, Chlorbenzol u. v. a. m.; ferner Ätzkali und Ätznatron auf Pottasche oder auf Soda usw. und last not least Kalziumkarbid auf K a l k s t i c k s t o f f, den man bei der Kalziumkarbidfabrikation im elektrischen Ofen durch Überleiten und Absorption von Luft-Stickstoff erhält.

Chemisch gesprochen ist der Kalkstickstoff als Kalziumzyanamid, d. h. als ein Zyanamid CN—NH_2 zu betrachten, dessen zwei Wasserstoffatome durch das zweiwertige Kalzium substituiert werden, mithin CN—NCa .

Was uns hier besonders interessiert, ist die Tatsache, daß wir dank den Fortschritten der modernen Flammenbogen-Elektrochemie und indirekt durch die Ausnutzung der Naturkräfte des Wassers und der Torfmoore in den Stand gesetzt werden, Kalkstickstoff, Kalksalpeter sowie andere Luftstickstoffpräparate zu erzeugen, die den Stickstoff in einer für die Pflanzen geeigneten Form enthalten, um von den Wurzeln absorbiert und zur Eiweißbildung verwendet zu werden. Es soll daher im nächsten Abschnitt erörtert werden, inwieweit die Hydroelektrotechnik zur Lösung der Stickstoff-Frage beizutragen in der Lage ist, welche Rolle in der Reihe der künstlichen Düngemittel jedem einzelnen Präparat zukommt und endlich, wie jedes einzelne volkswirtschaftlich zu bewerten ist.

Literaturangaben.

14. de la Brosse, Les forces hydrauliques scandinaves. Zeitschrift „La houille blanche, 1911 Heft 1 u. 2.
15. Dubislav, Neuere Wasserkraftanlagen in Norwegen. München 1910. Verlag Oldenbourg.
16. F. V. Hansen u. G. Malm, Die Wasserkraftanlage Kvarnsveden. XI. Internationaler Schiffsahrt-Kongreß. Teknisk Tidskrift 1908.
17. R. Jobson, Kraftöfverföringsanläggningen Yngeredsfors-Mölnadal.
18. Otto Kahn, Die Wasserkräfte Skandinaviens, ihre Bedeutung und Verwertung. Sonderabdruck der Frankfurter Zeitung 1911.
19. Sven Lübeck-Stockholm, Die skandinavischen Wasserkräfte und ihre künftige Verwertbarkeit. Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft 1907 Heft 7—8.
20. — Die Wasserkraftindustrie Schwedens. Zeitschrift „Die Turbine“ 1910 Heft 3.
21. — Seeregulierungen in Schweden und seinen Nachbarländern zum Ausgleich der Wasserführung der Flüsse. Zeitschrift Wirtschaft und Technik 1911 S. 316.
22. Oefverholm, Einführung des elektrischen Betriebes auf der schwedischen Staatsbahnstrecke Kiruna—Riksgränsen. Zeitschrift „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen“ 1910 Heft 25.
23. Rahm, Svenska Elektricitetsverksföreningens Statistik. Helsingborg 1910.
24. Schwedische Reichstagsvorlage über das Kraftwerk Älfkarleby, Stockholm 1911.

25. Schwedische Reichstagsvorlage über das Kraftwerk an den Porjusfällen, Stockholm 1910.
26. Schwedische Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyrån (Wasserbaubureau A.-G.). — Waterpower Plants in Sweden and Norway. Engineering 1909, 12. u. 19. März.
27. Schwedische Vattenfallstyrelsen (Kgl. Wasserfalldirektion), Die Wasserkräfte Schwedens und deren Ausnutzung, Stockholm 1910.
28. — Beschreibung von Trollhättan. Stockholm 1911.
29. Schwedische Wasserkräfte: Teknisk Tidskrift, Afdelning för Elektroteknik och Mekanik 1900 Heft 8. 1901 Heft 3. 1904 Heft 1. 1906 Heft 9. 1907 Heft 4, 5, 6. 1909 Heft 1, 2, 6, 9.
30. — Teknisk Tidskrift Afdelning för Väg- och Vattenbyggnadskonst, 1901 Heft 2—4. 1904 Heft 3. 1907 Heft 3. 1908 Heft 10, 12. 1909 Heft 2. 1910 Heft 6.
31. — Teknisk Tidskrift Afdelning for Mekanik 1909 Heft 10.
32. Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, Västerås. Monatsschriften Jahrg. 1883—1912.
33. Lindner, Wasserkraftanlagen. A.E.G.-Zeitung Berlin, August 1910.
34. O. von Miller, Die Wasserkräfte am Nordabhange der Alpen. Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1903 S. 1002.
35. A. Nizzola, Vorschläge für eine wirtschaftliche Ausnutzung der Sihlwasserkräfte. Zürich, Verlag Rascher & Cie.
36. Borchers, Entwicklung, Bau und Betrieb der elektrischen Öfen. Halle a. S. 1897. Verlag Knapp.
37. — Die Elektrochemie auf der Pariser Weltausstellung 1900. Verlag Knapp, Halle.
38. — Elektrometallurgie. 3. Aufl. Verlag Hirzel, Leipzig. S. 130.
38. — Die elektrischen Öfen. Halle 1907, Verlag Knapp.
39. Eichhoff, Über die Fortschritte in der Elektrostahldarstellung. Zeitschrift Stahl und Eisen 1907 S. 41.
40. Engelhardts Monographien über angewandte Elektrochemie Bd. IX.
41. — Das Kjellinsche Verfahren zur elektrischen Erzeugung von Stahl. Zeitschrift Stahl und Eisen 1905 Heft 3—5.
42. Fitz-Gerald, Carborundum. In Bd. XIII von Engelhardts Monographien.
43. — Künstlicher Graphit. In Bd. XV von Engelhardts Monographien.
44. E. de Fodor, Die elektrische Schweißung und Lötung. Wien, Leipzig 1892, Verlag Hartleben.
45. Härden, Steel Making in Electric Induction Furnaces. Sheffield Society of Engineers and Metallurgists 1906.
46. Heinke, Handbuch der Elektrotechnik. Bd. XI. Wärmetechnik.
47. Ibbotson, Der elektrische Stahlschmelzofen von Kjellin. Metallurgie 1906 Heft 15.
48. H. Moissan, La four électrique. Paris.
49. Peters, Die Elektrometallurgie im Jahre 1905. Glückauf 1906 S. 1443.
50. Röchling, Über die Fortschritte in der Elektrostahl-Darstellung. Zeitschrift Stahl und Eisen 1907 Heft 3.
51. Zerener, Elektrisches Gießen. Gießerei-Zeitung 1904 S. 185.

52. W. le Coutre, Kalziumkarbid und seine volkswirtschaftliche Bedeutung für Deutschland. Berlin 1909. Verlag Wedekind.
 53. A. M. Goldschmidt, Die Entwicklung und Bedeutung der Kalziumkarbid- und Stickstoffdüngerindustrie. Berlin 1910, Verlag G. Reimer.
 54. Hammar, Der Stand der Azetylen- und Karbidindustrie. Techn. Rundschau des Berliner Tageblatts. 30. I. 1907.
 55. Kautny, Handbuch der autogenen Schweißung. Halle 1909.
 56. J. H. Vogel, Caro u. Ludwig, Handbuch für Azetylen. Braunschweig 1904.
 57. Wangemann, Die Kalziumkarbidindustrie in Deutschland. Herausgegeben vom Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands. 1904.
-

Teil III.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Stickstoff- erzeugung mit Hilfe der Hydroelektrotechnik.

§ 1.

Die zunehmende Wichtigkeit künstlicher Düngemittel für die Land- und Volkswirtschaft moderner Kulturländer.

Justus von Liebig hatte in seinem Werke „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ im Jahre 1840 und durch seine grundlegenden wissenschaftlichen Forschungen der Landwirtschaft bewiesen, „daß das Ertragsvermögen auch der fruchtbarsten Felder ohne Ersatz auf die Dauer nicht aufrecht erhalten werden kann“.

Wie bei jeder Neuerung, so war auch bei dieser ein hartnäckiger Widerstand zu überwinden, der sonderbarerweise vor allem in den Reihen der Landwirte selbst vorhanden war; wer aber den konservativen Geist der Landwirte kennt, wird dieses schädliche „Festhalten an Traditionen“ begreiflich finden. Es bedurfte einer Reihe von Jahren, ehe Liebig's Lehren zum Allgemeingut der Land- und Volkswirtschaft wurden, Lehren, die auf den Vorwurf hinausliefen, daß viele Jahrhunderte hindurch zum Schaden des Volkswohles eine arge Mißwirtschaft, ein Raubbau, betrieben wäre, der sich durch Stalldüngung allein niemals wieder gut machen lasse, und der unbedingt ein Düngen des Bodens mit künstlichen Mitteln erheische, deren Auswahl aber nach genauen wissenschaftlichen Normen erfolgen müsse, da alle einseitigen Düngungen dadurch besonders schädlich werden könnten, daß sie das Bodenkapital an anderen Nährstoffen erschöpfen.

Von den für das Wachstum der Kulturpflanzen unentbehrlichen zehn Stoffen — Wasser, Kohlensäure, Magnesia, Eisen-

oxyd, Schwefelsäure, Chlor, Kalk, Phosphorsäure, Kali und Stickstoff — sind die drei zuletzt genannten die wichtigsten, da sie einerseits meist in verhältnismäßig geringen Mengen im Boden enthalten sind, andererseits aber in großen Quantitäten von den Pflanzen zum Wachstum begehrt werden und daher durch Düngung besonders zugeführt werden müssen.

Daß Liebig mit seiner Methode recht behalten hat, zeigt sich deutlich genug in der Steigerung der Roherträge, die die Landwirtschaft dank der Anwendung von Kunstdüngemitteln im letzten Jahrhundert erzielt hat, wie die nachfolgende Tabelle¹⁾ erkennen läßt.

Tabelle XX.

Erträge der Ernten
(in kg pro ha).

Zeitraum	Sommer- und Winter- weizen	Winter- roggen	Sommer- gerste	Hafer	Zucker- rüben	Kar- toffeln
I. Periode bis 1840	1 520	1 568	1 580	1 516	—	—
II. „ „ 1870	1 940	1 790	2 124	2 151	26 960	16 320
III. „ „ 1900	2 812	2 354	2 882	3 190	34 628	19 472
IV. „ „ 1910	3 000	2 860	3 060	3 500	39 000	20 300

Die Ernten haben sich innerhalb der letzten 100 Jahre verdoppelt, stellenweise sogar verdreifacht; aber es war schwierig genug und gelang meist nur mit einer Steigerung der Kosten, mit einem Mehraufwand an Arbeit und Kapital, den Schmoller auf das Dreifache, oft gar auf das Zehnfache schätzt. Die doppelte Arbeit und die doppelte Düngung, sagt Liebig, kann jedoch nie bewirken, daß Luft, Wärme und Feuchtigkeit so in den Boden eindringen, daß die doppelte Menge Minerale und Nährstoffe löslich wird.

Wie groß der Bedarf der Kulturpflanzen gerade an den chemischen Grundstoffen und Verbindungen, d. h. an Stickstoff, Kali, Kalk und Phosphorsäure, ist, läßt die nachstehende Zusammenstellung erkennen (vgl. Landwirtschaftl. Kalender von Mentzel und von Lengerke 1912, Teil I, S. 98).

¹⁾ Nach Dr. Waage, vom Verfasser bis 1910 vervollständigt.

Tabelle XXII.

Zusammenstellung verschiedener landwirtschaftlicher Erzeugnisse
(nach Prof. A. Stutzer, Königsberg i. Pr.).

Bezeichnung der Stoffe	Mittlere Menge in 1000 Teilen			
	Stickstoff	Kali	Kalk	Phosphor- säure
Fettweide	30,0	34,0	10,1	7,5
Ackerbohne	40,8	12,9	1,5	10,0
Erbsen, grüne	22,9	20,0	15,6	6,8
„ reif, trocken	36,5	12,5	0,9	10,0
Winterroggen	19,0	6,0	0,9	8,5
Sommerroggen	18,0	6,0	0,5	9,2
Winterweizen	20,0	5,0	0,7	8,0
Sommerweizen	20,5	6,0	0,5	8,5
Wintergerste	17,0	6,5	1,0	6,6
Sommergerste	15,3	7,0	1,0	8,0
Hafer	17,0	5,0	1,6	7,0

Nach Untersuchungen verschiedener Forscher werden dem Boden durch mittlere Ernten pro ha in jedem Jahre entzogen durch

Fruchtart	Phosphor- säure in kg	Kali in kg	Stickstoff in kg
Getreide	30	50	60—85
Hülsenfrüchte	50	125	200
Kartoffeln	30	110	75—114
Heu	20	90	80

Hasenclever hat berechnet, daß in Deutschland jährlich dem Boden durch die Landwirtschaft 640 000 Tonnen Phosphorsäure entzogen werden. Die gesamten Exkremente von Menschen und Tieren würden aber nur 550 000 Tonnen Phosphorsäure enthalten. Wenn man nun nach Dr. Th. Waage annimmt, daß davon nur 33 % verloren gingen, so entsteht ein Fehlbetrag von 250 000 Tonnen Phosphorsäure pro Jahr, der durch Kunstdünger gedeckt werden muß.

Noch größer ist, wie die Tabelle erkennen läßt, der Bedarf der Landwirtschaft an Kali und an Stickstoff; so hat

z. B. G. Ampola¹⁾ die Stickstoffentziehung aus dem italienischen Ackerboden allein durch Getreidekörner auf 159 966 Tonnen Stickstoff pro Jahr berechnet. Nach Wolff (Düngerlehre) bedarf die Pflanze pro ha mindestens 80—100 kg Stickstoff, um eine gut ausgebildete Ernte zu ermöglichen. Das Stickstoffbedürfnis der verschiedenen Getreide- und Rübenarten hat Prof. Dr. W. Schneidewind²⁾ festgestellt und dabei gefunden, daß das

Stickstoffbedürfnis von	in kg pro ha
Gerste	58,9
Roggen	68,9
Hafer.	84,7
Weizen	86,1
Raps	124,0
Futtermüben	183,2
Zuckerrüben.	201,0

beträgt.

Hierzu kommt noch, daß der Stickstoff besonders in gewissen Verbindungen sehr der Gefahr ausgesetzt ist, aus dem Erdboden ausgewaschen zu werden, wodurch er für die unmittelbare Benutzung zum Zwecke der Pflanzenzucht verloren geht. So hat z. B. Boussingault berechnet, daß die Seine innerhalb 24 Stunden so viel Salpetersäure ins Meer führt, wie einer Menge von 200 Tonnen Chilesalpeter entsprechen würde.

Die Steigerung des Verbrauches in Deutschland an Stickstoff im letzten Dezennium geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

Jahr	Verbrauch in Tonnen	Jahr	Verbrauch in Tonnen
1900	108 000	1905	146 000
1901	125 000	1906	160 000
1902	120 000	1907	155 000
1903	120 000	1908	166 000
1904	135 000	1909	178 000

¹⁾ Vgl. Annali della R. Stazione Chemico-Agraria Sperimentale di Roma, Serie II, Bd. 4, Rom 1910.

²⁾ Vgl. Die Stickstoffquellen und die Stickstoffdüngung, Verlag Parey, Berlin 1908.

In Geldeswert ausgedrückt, dürfte der Verbrauch Deutschlands an Stickstoff jährlich rd. 250 Millionen Mark betragen. Dieser Betrag ist jedoch bei weitem noch keine Maximalzahl, vielmehr kann und muß dieser Aufwand nach Caro noch bis auf das Vierfache gesteigert werden, will man Deutschland bei seiner stetigen Bevölkerungszunahme hinsichtlich seiner Getreideproduktion nach Möglichkeit unabhängig vom Auslande machen und erhalten.

So gewaltig auch die Stickstoffmengen sind, die heute die Landwirtschaft überhaupt, insbesondere aber die deutsche, verbraucht, so hat doch bei uns nach Kochmann¹⁾ der Verbrauch noch nicht viel mehr als ein Drittel der bereits unter heutigen Verhältnissen aufnehmbaren Menge erreicht. Jede Steigerung des Verbrauches durch Verbesserung und Verbilligung der Stickstoffdüngemittel muß der ohnehin schon so gewaltig gestiegenen Produktivität unserer Landwirtschaft einen neuen mächtigen Aufschwung geben.

§ 2.

Die verschiedenen Düngemittelindustrien, insbesondere die Kali-industrie für die deutsche Volkswirtschaft.

Die Landwirtschaft nicht nur Deutschlands, sondern ganz Europas kann, wie gesagt, ihren Stickstoffbedarf bereits seit mehreren Generationen nicht mehr auf natürlichem Wege durch Stalldüngung decken. Vielmehr findet seit langem ein starker Import stickstoffhaltiger Substanzen statt, wie die nachstehende, nach Angaben von Dr. Waage zusammengestellte Tabelle erkennen läßt.

In der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts begann man mit dem Abbau der mächtigen Guanolager an der peruanischen Küste, auf die zuerst A. von Humboldt hingewiesen hatte²⁾, und brachte jene bis zu 30 Meter starken Schichten mehr oder weniger zersetzter Exkremente von Seevögeln in Tausenden und Aber-tausenden von Schiffsladungen nach Europa. Bald aber stieg der Guano derart im Preise, daß man zu anderen künstlichen Düngemitteln seine Zuflucht nehmen mußte.

¹⁾ W. Kochmann, Deutscher Salpeter, Verlag Siemenroth, Berlin 1913.

²⁾ Seinen Handelswert verdankt Guano aber erst den Liebig'schen Untersuchungen.

Tabelle XXIII.

Weltproduktion und -konsumtion künstlicher Düngemittel
(in 1000 Tonnen).

		1908	1909	1910	1911	1912
Chilesalpeter	Produktion in Chile	1948	2086	2436	2492	
	Konsumtion der Welt	1734	1922	2251	2313	
Schwefelsaures Ammoniak	Produktion	in Deutschland	286	296	393	420
		in Frankreich	54	54	56	60
		in England	314	348	369	378
		in Belgien u. Holland	35	40	43	40
		in Amerika	82	90	116	115
		anderer Staaten	80	97	100	170
		der Welt	851	925	1077	1183
Schwefelsaures Ammoniak	Konsum	in Europa	607	652	679	720
		in Deutschland	260	275	351	370
		in den Verein. Staaten	122	150	180	230
		in Japan und Java	73	100	111	126
		in anderen Ländern	31	23	40	11
Kalksalpeter (Norgesalpeter)	Produktion Norwegens	15	25	25	25	
Kalkstickstoff	Produktion der Welt	15	25	50	80	120
Thomasschlackenmehl	Produktion	2522	2892	3264	4000	
Kalisalze	Karnallit als Düngesalz	Konsum { Inland sum Ausld.	65	67	70	71
			3	3	3	0,9
	Kainit, Hartsalz, Schönit, Sylvenit, als Düngesalz	Konsum { Inland sum Ausld.	1613	1745	1884	2132
			774	877	1167	1080
	Kalidüngesalze-Produktion		313	381	525	646
Rohphosphate	Produktion { amerikanischer Rohphosphate in Frankreich in Belgien		2388	1989	2215	2549
			486	398	334	380
			461	—	—	240
	Import Frankreichs		765	145	688	757
	Export { Frankreichs Algier und Tunis		71	48	44	21
			1633	1577	1605	1986

Um die dem Boden entzogene Phosphorsäure zu ersetzen, verwendet zurzeit die deutsche Landwirtschaft das künstliche Düngemittel neben dem Guano meist in Gestalt von Phosphat,

Tabelle
Einfuhr- und Ausfuhrmengen

Jahr	Phosphorsaurer Kalk (natürlicher)		Superphosphate usw.		Thomasphosphatmehl, ge- mahlene Thomasschlacke	
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
1900	14 700					
1901	16 200	113	6 442	5 147	2 654	5 921
1902	19 800	55	6 562	5 058	3 427	5 163
1903	21 200	217	4 551	5 731	4 047	6 080
1904	23 400	161	5 112	7 666	3 493	7 245
1905	25 100	197	6 361	6 953	4 671	7 585
1906	31 300	353	3 684	5 470	4 556	9 915
1907	34 800	96	3 898	7 248	6 159	16 964
1908	51 529	84	4 528	8 030	7 889	15 044
1909	39 804	475	4 831	10 125	10 471	14 436
1910	36 164	289	4 338	12 173	12 910	16 625
1911	41 663	523	4 089	17 476	15 141	20 029

Knochenmehl, Knochenasche, Hornmehl und Thomasschlacke¹⁾, während der Bedarf an Kali gedeckt wird durch die Kalirohsalze:

Kainit-Hartsalz mit 12—15 % Kaligehalt

Sylvenit mit etwa 18 % „

Carnallit mit etwa 9 % „ ferner durch
konzentrierte Kali-

düngesalze mit 20—40 % „

Den Düngewert jedes einzelnen Düngemittels eingehend zu erörtern, kann unter Hinweis auf die zahlreich erschienene Literatur unterbleiben. Einen gewissen Anhalt für die Nachfrage und den Düngewert bieten die Tabellen der Förderungs-, Einfuhr- und Ausfuhrmengen der verschiedenen künstlichen Düngemittel.

¹⁾ Thomasschlacke, die Schlacke des Thomas-Gilchrist'schen Stahlprozesses, besteht aus phosphorsaurem Kalk in einer vom Ackerboden gut assimilierbaren Form. Als Düngemittel kam es zuerst 1886 auf den Markt, seine Produktion hat sich in Deutschland von 25 000 auf über 800 000 Tonnen vermehrt, wovon über $\frac{9}{10}$ in der deutschen Landwirtschaft verbraucht wird. Vgl. Wagner, Die Thomasschlacke, Darmstadt 1887. — Schucht, Die Fabrikation des Superphosphates und des Thomasphosphatmehles, Braunschweig 1894. — Wagner, Die Bewertung der Thomasmehle nach ihrem Gehalt an löslicher Phosphorsäure, Berlin 1899. — Dafert und Reitmair, Die Bewertung des Thomasschlackenmehls, Wien 1899. — Passon, Das Thomasmehl, Neudamm 1900.

XXIV.

der verschiedenen künstlichen Düngemittel.

Guano, natürlicher		Kalisalze (Kainit und andere Rohsalze)			Chlorkalium, aus Lösungen gewonnen	
Einfuhr	Ausfuhr	Förderung	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
3 819	207	39 111	0		69	16 300
5 159	253	43 429			65	16 700
5 497	212	40 006			37	15 000
5 540	199	42 864			6	17 700
4 023	119	48 859			7	19 946
5 629	172	60 391			32	22 120
3 645	87	65 497			26	24 884
5 011	90	66 644		17 200	17	25 177
4 553	116	71 076		16 783	7	25 280
4 325	104	81 655		19 402	8	31 361
4 444	132	91 357		29 530	10	39 184
3 775	213			33 875	4	49 399

Wie die vorstehenden, auf Grund der Angaben der Statistischen Jahrbücher von 1890 bis 1912 zusammengestellten Tabellen erkennen lassen, ist bei sämtlichen künstlichen Düngemitteln eine Steigerung des Verbrauchs festzustellen. Besonders beträchtlich ist diese Konsumtionszunahme aufgetreten beim Kali, dessen Verbrauch im Deutschen Reiche von 77 kg auf 1205 kg pro qkm landwirtschaftlicher Anbaufläche gestiegen ist, d. h. die Verwendung des Kalis hat sich reichlich verfünffacht (vgl. die nachstehende Tabelle XXV S. 158).

Unter diesen Umständen darf es nicht wundernehmen, daß sich die Kaliindustrie in Deutschland¹⁾ geradezu glänzend entwickelt hat. Seitdem im Jahre 1868 in Preußen die Aufhebung des Salzmonopols erfolgt war, bot sich für die Privatindustrie eine günstige Gelegenheit eifrigster Betätigung, und daß der deutsche Unternehmungsgeist nicht müßig geblieben ist, beweisen die schnell hintereinander folgenden Gründungen:

Consolidierte Alkaliwerke Westeregeln (1875),
Salzbergwerk Neustaßfurt (1877),

¹⁾ Vgl. Pfeiffer, Handbuch der Kaliindustrie, Braunschweig 1887. — Paxmann, Die Kaliindustrie, Staßfurt II. Aufl. 1899. — Lierke, Die Kalisalze, Staßfurt 1901.

Tabelle XXV.

Kaliverbrauch in Kilogramm pro Quadratkilometer landwirtschaftlicher Anbaufläche im Deutschen Reiche in der Zeit von 1890—1911

	1890	1911		1890	1911
Provinz:			Herzogtum:		
Ostpreußen	19	682	Braunschweig	157	1101
Westpreußen	31	909	Sachsen-Meiningen . . .	26	462
Brandenburg	214	2074	Sachsen-Altenburg . . .	50	1185
Pommern	103	1573	Sachsen-Coburg-Gotha .	7	336
Posen	73	2298	Anhalt	213	2658
Schlesien	90	1652			
Sachsen	210	1846	Fürstentum:		
Schleswig-Holstein . .	109	1093	Schwarzburg-Rudolstadt	5	554
Hannover	117	1852	Schwarzburg-Sonders-		
Westfalen	41	1277	hausen	20	496
Hessen-Nassau	57	500	Waldeck	20	265
Rheinprovinz	30	930	Reuß ä. L.	32	686
Hohenzollern	2	141	Reuß j. L.	38	484
			Schaumburg-Lippe . .	58	1031
Königreich:			Lippe-Detmold	68	820
Preußen	94	1455			
Bayern	21	431	Freie Städte:		
Sachsen	70	1200	Lübeck	104	1165
Württemberg	22	257	Bremen	131	391
			Hamburg	168	1315
Großherzogtum:					
Baden	47	551	Reichsland:		
Hessen	59	1262	Elsaß-Lothringen . . .	18	204
Sachsen-Weimar . . .	23	575			
Mecklenburg-Schwerin	86	1627			
Mecklenburg-Strelitz .	56	1266	insgesamt		
Oldenburg	80	2405	Deutsches Reich .	77	1205

Tabelle XXVI.

Kali-Jahresverbrauch im Deutschen Reiche.

im Jahre	1890	1900	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Kaliverbr. kg/qkm	77	334	392	438	536	577	652	687	779	873	1026	1205

Kaliwerke Aschersleben (1883),
Gewerkschaft Ludwig II. (1883),
Vienenburger Kalisalzwerk Hercynia (1890),
Deutsche Solvaywerke A.-G., Bernburg (1890),
A.-G. Thiederhall (1891),
Gewerkschaft Wilhelmshall in Anderbeck (1893),
Gewerkschaft Glückauf in Sondershausen (1896),
Gewerkschaft Hedwigsburg in Wendessen (1897),
Gewerkschaft Burbach in Beendorf (1899) u. a. m.

Infolge der Gründung immer neuer Werke stieg die Förderung an Kalisalzen entsprechend; so wuchs in der Zeit von 1884 bis 1909 die Förderungsmenge an Rohsalzen von 0,96 Million Tonnen auf 6,9 Millionen Tonnen, was einem Werte von 10,4 Millionen Mark (1884) gegen rd. 116 Millionen Mark (1909) entspricht.

Seit Anfang der 80er Jahre ist die Kaliindustrie ein äußerst wertvoller Faktor in der Volkswirtschaft geworden, da diese Industrie — dank der Monopolstellung, die Deutschland mit seinem Kali in der Welt einnimmt — die ganze Kulturwelt mit einem der wichtigsten künstlichen Düngemittel versorgt, deren Vertrieb bekanntlich in Händen eines bis 1925 gültigen Syndikats liegt, dem z. Z. 94 staatliche und private Werke und Schächte mit über 40 000 Angestellten angehören. Produktion, Absatz, Verkaufspreis und Reichsabgabe sind seit Mai 1910 reichsgesetzlich geregelt. Das Kali-Reichsgesetz ist bis Ende 1925 in Kraft.

Der Vorrat an Kalisalzen in den bislang im Deutschen Reiche gefundenen Lagerstätten dürfte auch bei noch wesentlich gesteigertem Verbrauch nach Angaben des Syndikats für weit über 1000 Jahre ausreichen.

Die weitaus größten Kalimengen werden in der Landwirtschaft verwendet. Die i. J. 1909 geförderten 6,9 Millionen Tonnen Kalisalze enthalten 67 533 Tonnen Kali. Von diesen wurden 59 000 Tonnen Kali durch die Landwirtschaft und 8 533 Tonnen in der Industrie gebraucht. Es wurden also in dem genannten Jahre von der Gesamtförderung verbraucht durch die Landwirtschaft 87,37 %, durch die Industrie 12,63 %.

In der industriellen Verwertung steht Deutschland (i. J. 1909 mit 5 238 Tonnen) ebenso wie in der landwirtschaftlichen (i. J. 1909 mit 30 590 Tonnen) weitaus an erster Stelle, so daß der Schatz der Kalisalzlager dem Lande selbst am meisten zugute kommt.

Die Ausfuhr von Abraumsalzen (Kainit usw.) wuchs in den letzten 5 Jahren wie folgt:

Tabelle XXVII.

Ausfuhr von Abraumsalzen (Kainit usw.).

Jahr	Millionen M.	% der Gesamt- ausfuhrwerte	Einfuhr
1907	17,2	0,3	Einfuhr = 0
1908	16,8	0,3	
1909	19,4	0,3	
1910	29,5	0,4	
1911	33,9	0,4	

Wie wir in § 1 dieses Abschnittes näher ausführten, ist aber der Bedarf der Landwirtschaft an Stickstoff noch bedeutender als an Phosphorsäure und Kali, daher die Nachfrage auch dementsprechend größer.

§ 3.

Die Deckung des Stickstoffbedarfs der Landwirtschaft.

Die Stickstoff-Frage ist keine Spezialfrage aus dem engeren Fachgebiet des Chemikers, sondern sie bildet das die gesamte Menschheit aufs tiefste berührende Problem der Ernährung allen organischen Lebens. Zwar hat der Schrecken lokaler Hungersnöte, die in früheren Zeiten als Folge von Unwettern, Mißernten und Ungezieferplagen auftraten, durch die Entwicklung des heutigen Weltverkehrs viel von seiner gespenstischen Gestalt verloren. Dafür steht aber am Horizont der Zukunft ein viel grausigeres Gespenst — wie Dr. Riecke in einem Vortrag am 26. Oktober 1908 in Bromberg näher ausführte — das Gespenst der allgemeinen Hungersnot infolge der Unfähigkeit der Erde, für das ständig an Zahl wachsende Menschengeschlecht die erforderliche Nahrung hervorzubringen, bedingt durch den enormen Verbrauch des Ackerbodens an Stickstoff.

„Der Stickstoff ist außer dem Wasser der gewaltigste Motor im Werden, Wachsen und Schaffen der Natur; ihn einzufangen, ihn zu beherrschen, das ist die Aufgabe, ihn zu Rate zu halten, darin liegt die Ökonomie, seine Quelle, welche unerschöpflich fließt, sich dienstbar zu machen, das ist es, was Vermögen schafft.“

Dieser Ausspruch eines Schultz-Lupitz¹⁾, des Mannes, der als der ersten einer die grundlegenden Lehren der von Liebig zu neuem, fruchtbaren Leben erweckten Agrikulturchemie im großen in die Praxis übertrug, ist gerade jetzt von größter Bedeutung geworden, weil es neuerdings gelungen ist, die Hauptbestandteile unserer Atmosphäre — Stickstoff und Sauerstoff — zu volkswirtschaftlich hochbedeutsamen Produkten zu verarbeiten.

Den Stickstoff, den die Pflanzen zur Bildung von Eiweißstoffen unbedingt nötig haben, vermögen die meisten Pflanzen nicht unmittelbar aus der Luft zu entnehmen, wie es bei der Kohlensäure geschieht, es fehlt eben den meisten Pflanzen²⁾ dazu ein geeignetes Organ. Sie können lediglich mit ihren Wurzeln den Stickstoff aus stickstoffhaltigen Substanzen im Boden aufsaugen. Da nun der Stickstoff selbst, praktisch gesprochen, im Wasser unlöslich ist, so dürfen nur solche stickstoffhaltigen Pflanzennährstoffe zur Anwendung kommen, die im Wasser löslich sind. Wie sich die Vorgänge im Pflanzenkörper abspielen, um den sich gegen Eingehen von Verbindungen sträubenden Stickstoff im Boden in wasserlösliche Stickstoffverbindungen überzuführen, ist erst in jüngster Zeit wissenschaftlich geklärt worden. Eine Erörterung dieses interessanten Gebietes dürfte sich aber erübrigen, da es mehr den Agrikulturchemiker und praktischen Landwirt als den Nationalökonom interessiert.

§ 3a.

Chile als Stickstofflieferant des Weltmarktes.

In der Praxis hat man dem Stickstoffhunger der Pflanzen hauptsächlich durch Salpeter zu genügen versucht, der in der Natur erstens als salpetersaures Natrium, Natron oder Chilesalpeter und zweitens als salpetersaurer Kalisalpeter oder Indischer Salpeter gefunden wird. Infolge der unstreitig guten Erfolge, die mit

¹⁾ Vgl. Schultz-Lupitz, Kalk-Kali-Phosphatdüngung, Dresden 1892. — derselbe, Die Kalidüngung auf leichtem Boden, Berlin 1894. — derselbe, Zwischenfruchtbau auf leichtem Boden, Berlin 1895.

²⁾ Mit Ausnahme der Papilionaceen (Schmetterlingsblütler), wie Erbsen, Futterwicken, Pferdebohnen, Lupinen, Seradella, Luzerne, Rotklee, Inkarnatklee, Schwedischer Klee, Esparsette usw., die den größten Teil ihres Stickstoffbedarfes der atmosphärischen Luft entnehmen.

Chilesalpeterdüngung überall gemacht wurden und werden, ist der Bedarf der Landwirtschaft an Chilesalpeter sehr groß.

Den Anstoß zum Abbau der chilenischen bzw. peruanischen Salpeterlager gab der Bedarf der Schwefelsäure- und Pulverfabriken etwa um das Jahr 1830; es betrug damals der Weltkonsum nur rd. 100 Tonnen pro Jahr. Zu volkswirtschaftlicher Bedeutung gelangte der Salpeter aber erst, als der Landwirtschaft durch Liebig die Wege gewiesen wurden für eine intensive Bodenkultur. Die Salpetergewinnung nahm einen riesenhaften Aufschwung, und zwar ist der Weltkonsum auf über $2\frac{1}{4}$ Millionen Tonnen¹⁾ im Jahre 1910 angewachsen. Von diesen $2\frac{1}{4}$ Millionen Tonnen gebraucht Europa allein gegen $1\frac{3}{4}$ Millionen, während die Vereinigten Staaten ihren Jahresbedarf auf etwa $\frac{1}{2}$ Million Tonnen angeben. Daß Amerika mit einem verhältnismäßig geringen Prozentsatz am Weltkonsum des Chilesalpeters teilnimmt, beruht auf der Tatsache, daß es mit seinem Boden einen argen Raubbau getrieben hat und noch treibt; über kurz oder lang

Tabelle XXVIII.

Deutschlands Handel mit Chile
(in Millionen Mark).

Jahr	Salpeter-Geschäft			Gesamt-Handel mit Chile		
	Nach Deutschland	Aus	Einfuhr	Nach Deutschland	Aus	Einfuhr
	Einfuhr	Ausfuhr	größer um	Einfuhr	Ausfuhr	nach Deutschl. größer um
1900	77,5	2,4	75,1	89,3	39,9	49,4
1901	90,0	2,4	87,6	100,7	34,0	66,7
1902	81,7	2,7	79,0	113,0	32,3	80,7
1903	82,9	3,2	79,7	95,7	43,3	52,4
1904	98,7	4,2	94,5	112,8	44,7	68,1
1905	110,9	4,3	106,6	168,5	53,5	115,0
1906	124,8	4,7	120,1	145,0	72,4	72,6
1907	127,2	5,0	122,2	143,9	84,8	59,1
1908	116,7	4,7	112,0	133,6	52,4	81,2
1909	119,8	5,2	114,6	143,5	57,6	85,9
1910	133,5	4,9	128,6	154,6	64,8	89,8
1911	135,2	7,7	127,5	158,3	85,4	72,9

¹⁾ Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Otto Witt, Berlin, berechnet, daß von dem Weltkonsum an Chilesalpeter etwa $\frac{1}{5}$ zu industriellen Zwecken, $\frac{4}{5}$ aber in der Landwirtschaft Verwendung finden.

muß es daher mit wesentlich höheren Bedarfszahlen an den Salpetermarkt herantreten.

Den weitaus größten Salpeterkonsum weist aber auch hier wieder Deutschland auf, das mit fast $\frac{3}{4}$ Million Tonnen an der Spitze aller Kulturstaaen steht. Wie sich in den letzten 12 Jahren der deutsche Verbrauch an Chilesalpeter gestaltet hat, läßt die nebenstehende Tabelle XXVIII erkennen.

Gegenüber diesen Ziffern treten die Ein- und Ausfuhrzahlen von Kalisalpeter (Tabelle XXIX) völlig in den Hintergrund.

Tabelle XXIX.

Deutschlands Handel mit Kalisalpeter
(in Millionen Mark).

Jahr	Einfuhr nach Deutschland	Ausfuhr aus Deutschland	Jahr	Einfuhr nach Deutschland	Ausfuhr aus Deutschland
1900	0,78	5,60	1906	0,86	5,16
1901	0,60	5,24	1907	0,82	5,70
1902	0,76	3,89	1908	0,97	4,68
1903	0,87	3,87	1909	1,24	5,44
1904	0,99	4,37	1910	0,86	6,41
1905	0,93	5,22	1911	0,87	6,71

Die gewaltige Entwicklung der chilenischen Salpeterindustrie war aber sowohl für Chile als auch für Deutschland von großem volkswirtschaftlichen Nutzen. Für Chile, weil es einen glänzenden, allgemein begehrten Ausfuhrartikel hatte, aus dessen Zöllen heute noch ungefähr drei Viertel der sämtlichen chilenischen Staatseinnahmen gedeckt werden; für Deutschland, weil der natürliche Chilesalpeter, das salpetersaure Natron unmittelbar für die Landwirtschaft nicht zu verwenden ist, sondern erst durch eine chemische Wechselwirkung in salpetersaures Kali umgewandelt werden muß, oder, wo der Boden noch Natron verträgt, in Verbindung mit Kali zu geben ist. Die Umwandlung erfolgt durch Zusammenbringen von salpetersaurem Natron mit Chlorkalium (siehe Tabelle XXV), dem Hauptbestandteil unserer deutschen Abraumsalze. Es entsteht salpetersaures Kali und Chlornatrium oder Kochsalz, und beide Stoffe können durch Kristallisation getrennt werden.

So standen sich Chile als Salpeterlieferant und Deutschland als Kalierzeuger bei der Versorgung der Weltlandwirtschaft recht

Tabelle

Deutsche Aktiengesellschaften

Name der Gesellschaft	Gründungs-Jahr	Kapital in Millionen M	Gezahlte			
			1903	1904	1905	1906
Deutsche Salpeterwerke Fölsch & Martin Nachf., Aktiengesellschaft, Hamburg	1902	11,63	7	6	10	40
H. B. Sloman & Co., Salpeterwerke, A.G., Hamburg	1904	16,32	—	0	15	15
Salpeterwerke Gildemeister, A. G., Bremen	1909	5,8	—	—	—	—

gut, obwohl die Handelsbilanz Deutschlands gegenüber Chile passiv war, da Deutschland selbst beispielsweise im Jahre 1911 für über 135 Mill. M. Chilesalpeter bezog.

Als Anhalt für die Beteiligung der einzelnen Nationen an der Salpeterindustrie in Chile dürfte die Angabe des Vorsitzenden der Asociación Salitrera de Propaganda (Vereinigung zur Wahrung der Interessen der Salpeterindustrie in Chile) von Wert sein, daß nämlich während des Salpeter-Syndikats 1908/09 von der für die Salpeterwerke festgesetzten Erzeugungsmenge

40,033 %	auf englische Werke
39,542 %	„ chilenische Werke
11,069 %	„ deutsche Werke
3,993 %	„ peruanische Werke
3,022 %	„ italienische Werke
1,452 %	„ österreichische und slavische Werke
0,509 %	„ französische Werke
0,380 %	„ spanische Werke

100 %

entfielen.

Von deutschen Aktiengesellschaften, die sich mit der Salpeterindustrie befassen, sind vor allem die in Tabelle XXX aufgeführten zu nennen.

§ 4.

Die Konkurrenten des Chilesalpeters auf dem Weltmarkte.

Angereizt durch den riesigen Aufschwung, den die chilenische Salpeterindustrie genommen hatte, war die Technik im Verein mit

XXX.

der Salpeterproduktion.

Dividenden					Produktion in Millionen Qtls. span. (1 Qtl = 46 kg)						
1907	1908	1909	1910	1911	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
8	8	4	4	4	—	—	—	1,77	2,32	2,73	3,37
15	15	15	15	20	3,25	2,86	2,75	2,32	3,19	5,0	5,1
—	—	6,5	10	10	—	—	—	—	0,84	0,96	0,88

der Wissenschaft unaufhörlich bemüht gewesen, nach Surrogaten zu suchen, um die Monopolstellung des Chilesalpeters zu brechen.

a) *Thomasmehl und Ammoniumsulfat.* Anfang der 80er Jahre trat daher als wichtiger Konkurrent des Salpeters das durch den Hochofenprozeß gewonnene Thomasmehl und das als Nebenprodukt in Kokereien und Gasanstalten erhaltene schwefelsaure Ammoniak¹⁾ auf, — künstliche Düngemittel, die dank den Fortschritten in der Agrikulturchemie und in der landwirtschaftlichen Praxis binnen einer verhältnismäßig kurzen Zeit allgemein Eingang fanden. In allerneuester Zeit gesellten sich noch weitere Stickstoffdüngemittel zu den bisher gebräuchlichen, z. B. Kalksalpeter, Kalkstickstoff und Stickstoffkalk.

b) *Luftstickstoff.* Verdanken wir die bisher besprochenen Stickstoffprodukte in ihren Rohmaterialien den in der Erde aufgespeicherten Natur schätzen, so handelt es sich hier bei diesen neuesten Stickstoffdüngemitteln um Produkte, die wir dank den epochemachenden Arbeiten hervorragender Chemiker und Elektrotechniker aus dem Stickstoff der atmosphärischen Luft gewinnen.

Unermeßlich sind ja die Vorräte der Luft an diesem so überaus wichtigen Nährstoffe, sind doch nach einer Berechnung von Frank in der Luft über einem Hektar Erdboden 79 000 Tonnen

¹⁾ Nach Angaben der Deutschen Ammoniak-Verkaufsvereinigung, Bochum hat Deutschland den bisher größten Produzenten von Ammonsulfat, nämlich England, bereits überholt. Die deutsche Produktion an Ammoniumsulfat betrug nach derselben Quelle im Jahre 1911 etwa 418 000 t, die einem Gehalt an gebundenem Stickstoff von rund 84 000 t entspricht, wozu etwa 293 400 t Schwefelsäure (also knapp $\frac{1}{6}$ der Gesamtproduktion an Schwefelsäure) erforderlich sind.

Stickstoff enthalten; es würde also der Luftstickstoff, der über einer Fläche von nur 1,5 ha lagert, genügen, um den ganzen jährlichen Chilesalpeterimport des Deutschen Reiches zu ersetzen.

Die ersten Bestrebungen, den Stickstoff der Atmosphäre zu binden, rühren von Priestley und Cavendish her und reichen bis zum Jahre 1785 zurück. James Hendrick, B. Sc., F. J. C. sagt darüber in einem Aufsatz über „New Nitrogenous Manures“ in den „Transactions of the Highland and Agricultural Society of Scotland“ aus dem Jahre 1909: „In 1785 Cavendish described in the „Philosophical Transactions“ in a paper on „Experiments in Air“, some investigations in which, by the aid of electric sparks, he caused the constituents of the air to combine and form acid gases, which in turn combined with and saturated lime-water“.

Zahlreiche Forscher haben sich seitdem mit dem Problem der Luftstickstoffbindung beschäftigt; zu greifbaren Resultaten zu kommen, war aber erst, der jüngsten Zeit vorbehalten.

c) *Chiles Salpetervorrat.* Der Wunsch nach Lösung des Problems wurde besonders akut, als um die Wende des verflossenen Jahrhunderts die ersten Lärnmachrichten auftraten, daß die chilenischen Lager ihrer schnellen Erschöpfung entgegengingen. Selbst Vertreter der chilenischen Regierung kamen damals zu der pessimistischen Anschauung, daß die dortigen Lager bis 1913 erschöpft sein würden. Solche Nachrichten mußten begreiflicherweise äußerst beunruhigend wirken; denn es ist kaum auszudenken, was aus der europäischen Landwirtschaft ohne ständige und kräftige Zuführung von Stickstoff werden sollte. Es wurden daher auch schleunigst genauere Untersuchungen der vorhandenen Salpeterlager angestellt. Aber noch im Jahre 1900 war man der Meinung, daß die Lager höchstens dreißig bis vierzig Jahre vorhalten könnten, und erst im Jahre 1907 trat der Delegierte der chilenischen Regierung Bertrand¹⁾ mit der Erklärung hervor, daß die Vorräte noch bis zum Jahre 2032 reichen würden. Doch wurde auch dieser Bericht damals noch als tendenziös angesehen, zu dem Zwecke gegeben, um der aufblühenden Technik zur Erzeugung künstlichen Stickstoffes entgegenzuwirken.

¹⁾ Alejandro Bertrand, Bergingenieur an der Universität Santiago de Chile, Direktor a. D. der öffentlichen Arbeiten der Republik Chile.

Nach einem der jüngsten Berichte des Salpeter-Inspektors, auf Grund der Regierungsverordnung vom 6. März 1909 der chilenischen Regierung erstattet, befinden sich in den Salpeterfeldern noch mindestens 220 Millionen Tonnen Salpeter. Dabei sind die Felder in jener Gegend noch gar nicht in Betracht gezogen, die bisher einer Prüfung nicht unterworfen werden konnten. In demselben Bericht versichert der Inspektor, daß es noch mindestens für 100 Jahre den Landwirten nicht an Salpeter fehlen würde.

Außerdem wurde seitens der Asociación Salitrera de Propaganda, ebenfalls unter Beihilfe der chilenischen Regierung, eine Untersuchung des Salpeterreichtums angestellt, aus der sich ergab, daß 4 500 qkm mit einem Salpeterreichtum von 5000 Millionen spanischen Zentnern¹⁾ (= 230 Millionen Tonnen) bereits vermessen und der Privatindustrie übergeben sind, während für die Untersuchung noch eine Fläche von 80 000 qkm mit einem angeblichen Reichtum von 20 000 Millionen spanischen Zentnern (= 920 Millionen Tonnen) verbleiben.

Die Firma Henry Bath & Son, London, gibt den Weltverbrauch an Salpeter in 1000 t, wie folgt an:

Verbrauchsländer	1901	1904	1907	1908	1909	1910	1911
Europa	1162	1113	1245	1377	1458	1655	1702
Vereinigte Staaten	192	274	352	308	399	503	537
Andere Gebiete	18	35	36	48	65	92	71
Insgesamt	1372	1422	1633	1733	1922	2250	2310

Es wurden aus Chile direkt importiert in 1000 Tonnen:

Chiles Export nach	1909	1910	1911
Deutschland	669	709	808
England	87	120	137
Frankreich	250	336	340
Holland	99	132	143
Belgien	230	262	346
Italien	41	38	63
Österreich	11,2	5,6	5,1
Spanien	17	6,4	10,3
Schweden	—	2,4	3,3

¹⁾ 1 span. Zentner = 1 Qtl. (Quintal.) = 100 libras = 46 kg.

Stimmen diese Angaben (also zusammen etwa 1150 Millionen Tonnen), nehmen wir den Vorrat aber nur zu 1000 Millionen Tonnen an und veranschlagen den Weltkonsum (der zurzeit etwa $2\frac{1}{4}$ Millionen beträgt) in späteren Jahren auf das reichlich Doppelte (d. h. auf 5 Millionen Tonnen), dann werden wir noch etwa 200 Jahre mit Chilesalpeter versorgt werden können.

Wenngleich diese Importzahlen nicht mit den tatsächlichen Verbrauchszahlen identisch sind, so lassen dennoch die ersteren gewisse Schlüsse über den Verbrauch zu.

d) Chiles Lärnmachrichten und ihre Folgen. Es ist klar, daß jene beunruhigenden Nachrichten von der Erschöpfung der chilenischen Salpeterlager in Europa nicht auf unfruchtbaren Boden fielen. Die elektrische Industrie hatte sich alsbald der Frage mit Eifer angenommen. Wußte man doch, daß die Elektrizität das Mittel ist, um den sonst so trägen Stickstoff zu verbrennen, ihn in die Form von Stickoxyd zu zwingen, worauf die Erzeugung von Salpetersäure und von salpetersauren Salzen eine einfache Sache ist.

Bereits im Jahre 1879 hatte Dewar im Scientific American, (Bd. 40, S. 56) über das „Nitric acid produced by electric. light“ und in derselben Zeitschrift, (Bd. 41, S. 261) über den „amount of nitrous acid produced in el. illum.“ berichtet. Im gleichen Jahre (1879) lesen wir im Polytechn. Notizblatt 34 S. 334 einen Aufsatz von Boettger über die „Entstehung salpetriger Säure bei Ausgleich entgegengesetzter Elektrizitäten“. Vier Jahre später veröffentlichte Johnson in den Chemical News (1883 Bd. 48, S. 253, 264) einen Artikel über „Electrochemical researches on nitrogen“, und nach weiteren 2 Jahren berichteten Thomson und Threefall über die „Wirkung elektrischer Entladungen auf Stickstoff“ in der Naturwissenschaftl. Rundschau (Jahrgg. 1886, S. 427). Seitdem mehrten sich die Berichte in fachwissenschaftlichen Blättern; Forscher wie Berthelot, Brewster, Cross und Shephard, Dewar, Gmelin, Kraut, Ladenburg, Luck, Moser, Muthmann und Hofer, Haber u. v. a. beschäftigten sich mit der akutgewordenen Stickstoff-Frage. Einen ausführlicheren Literaturnachweis bringen wir am Schluß des Buches.

§ 5.

Die Dringlichkeit der Stickstoff-Frage für die Weltwirtschaft und ihre Lösung mit Hilfe der Hydroelektrotechnik.

Bei der Dringlichkeit der Stickstofffrage für die Weltwirtschaft ist es ohne weiteres klar, daß auch die Technik nicht müßig dem Streben der Forscher zugesehen, sondern sich eifrig bemüht hat, ihrerseits zur Lösung des Problems über die Stickstoffgewinnung auf elektrischem Wege nach Kräften beizutragen. In welchen Zeitabschnitten es der Technik gelang, dem erstrebten Ziele näher zu kommen, können wir wohl am besten aus den angemeldeten Deutschen Reichspatenten ermes sen.

Am 16. Januar 1886 meldete C. L. R. E. Menges im Haag das erste diesbezügliche Deutsche Reichspatent an über ein „Verfahren zur Reduktion oder Dissoziation von Verbindungen mittels elektrischer Glühhitze“. Zur praktischen Verwendung ist das Verfahren damals aber nicht gekommen.

Es trat dann eine Ruhepause von über 8 Jahren ein, die Elektrotechnik war ohne Wasserkraftausnutzung nicht in der Lage, die erforderlichen Hochspannungsströme zu niedrigem Preise zu erzeugen. Den Beweis ihres Könnens mußte, wie wir bereits früher ausführten, erst 1891 die Hydroelektrotechnik auf der Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt am Main erbringen. Bald regte sich dann auch wieder die Erfindertätigkeit. Im Jahre 1894 meldeten James Douglas Darling und Harry Clarence Forest in Philadelphia ein „Verfahren zur Herstellung von Salpetersäure und Alkalimetall durch Elektrolyse“ zum Deutschen Reichspatent an, und von nun an wird in den Jahren 1895 bis 1899 je ein Deutsches Reichspatent über das Verfahren zur Stickstoffgewinnung auf elektrischem Wege erteilt.

Kurz nach Beginn des neuen Jahrhunderts setzte — wenn man so sagen darf — eine gewisse Hochkonjunktur auf diesem Spezialgebiete ein; es wurden

im Jahre 1901 Patente erteilt				4 Stück
1902	„	„	4	„
1903	„	„	3	„
1904	„	„	12	„
1905	„	„	10	„
1906	„	„	14	„

im Jahre 1907 Patente erteilt 16 Stück

1908	„	„	8	„
1909	„	„	11	„
1910	„	„	5	„
1911	„	„	2	„

so daß im ganzen gegen 100 Deutsche Reichspatente¹⁾ über die Luftstickstoffgewinnung vorliegen, von denen allerdings nur ein sehr geringer Prozentsatz den Anforderungen der Praxis standgehalten hat. Seit dem Jahre 1907, das mit 16 Patenten auf dem Kulminationspunkte steht, flaut ihre Zahl wieder ab, ein Zeichen, daß die Aufgabe selbst als gelöst zu betrachten ist.

Ziehen wir den Schluß aus diesen zahllosen Versuchen, die in der Praxis angestellt wurden, so steht eins unbedingt fest, daß wir ganz gewaltige Energiemengen nötig haben, um die Luftstickstoffgewinnung auf elektrischem Wege einigermaßen rentabel zu gestalten.

Die Landwirtschaft pflegte bisher das Kilogramm chemisch gebundenen Stickstoffs im Salpeter mit 0,96—1,42 M. und im Ammonsulfat mit 0,68—1,36 M. zu bezahlen, während die chemische Industrie für die gleiche Menge Stickstoff in der Salpetersäure 2 bis 3 M. und in Form von Zyanverbindungen etwa 7—9 M. ausgeben mußte²⁾. Es kam also darauf an, der Landwirtschaft den benötigten Stickstoff zu einem Preise herstellen und liefern zu können, den sie noch zu bezahlen imstande ist. Den Weg zu diesem Ziele konnte die Elektrochemie finden, und fand ihn auch, als sie sich mit ihrer Schwester, der Hydroelektrotechnik, verband.

§ 5a.

Die Norge-Salpeterindustrie, ihre Entwicklung und ihre Beziehungen zum deutschen Kapital.

Betrachten wir die Systeme, die im Laufe der letzten beiden Dezennien auf dem Gebiete der Luftstickstoffgewinnung zu einem wirtschaftlichen Ergebnis geführt haben, so kommen in der Hauptsache nur drei in Frage.

¹⁾ Genauere Angaben über die einzelnen Patente finden sich am Schluß des Buches.

²⁾ Vgl. Dr. Erlwein, Elektrochemische Zeitschrift 1906, S. 162.

Wir übergehen die unrentablen Systeme, so z. B. das System von Bradley & Lovejoy, nach welchem die „Atmospheric products Company“ mit einer Million Dollar Betriebskapital im Jahre 1902 an den Niagarafällen den Betrieb eröffnete, um ihn nach kaum 2 Jahren wegen mangelnder Rentabilität wieder einzustellen, ferner das System von Pirot & Gay, das im Jahre 1903 in Frankreich aufkam, aber auch keine größeren praktischen Erfolge zeitigte.

Anders liegen dagegen die Dinge bei den folgenden Verfahren, die aus dem Versuchsstadium herausgetreten sind und sich in der Praxis bereits seit einigen Jahren bewährt haben.

Zuerst ist hier das Verfahren der beiden Norweger Chr. Birkeland, Professors an der Universität in Kristiania, und Sam. Eyde, Ingenieure in Kristiania, zu nennen. Bei diesem Verfahren, das an die Nachbarschaft bedeutender Wasserkräfte gebunden ist und daher vor allem für Schweden und Norwegen, allenfalls auch für die Schweiz in Frage kommt, wird der Luftstickstoff mittels des in der Luft befindlichen Sauerstoffes oxydiert. Das Charakteristische dieses Herstellungsverfahrens besteht in einer neuen Art elektrischer Öfen, in denen eine eigene Lichtbogenflamme brennt, die vordem noch nicht in der Technik Anwendung gefunden hatte. Es wird mit Hilfe von Blasmagneten¹⁾ der Wechselstromlichtbogen nach 2 Seiten zu Lichtbogenbögen erweitert (geblasen), die dann wieder in einem dazu besonders gebauten Ofen eingefangen werden. Die Unterhaltung und Reparaturen der Öfen sind sehr einfach. Die Elektroden zur Flammbogenbildung brauchen nur alle 3 bis 4 Wochen, die Auskleidungen der Öfen nur alle 4 bis 6 Monate erneuert zu werden. Die hohe Temperatur von 2500° bis 3000° C oxydiert den atmosphärischen Stickstoff, und um eine rückwärtige Spaltung der neu gebildeten Oxydverbindungen zu verhindern, wird das Gas rasch unter eine Temperatur von 600 ° C abgekühlt und wieder aus dem Ofen herausgeleitet. Die auf diese Weise oxydierte Luft, welche Stickstoffdioxyd (NO_2) enthält, ist braun gefärbt durch die

¹⁾ Technische Versuche über die Anwendung von Blasmagneten für Zwecke der Stickstoffaktivierung hat die Siemens & Halske A.-G. bereits 1902 vorgenommen. Unbestritten sind aber Birkeland und Eyde die ersten gewesen, welche große Öfen dieses Prinzips bis zur technischen Brauchbarkeit ausgebildet haben. Vgl. auch Handbuch der Elektrotechnik von Dr. Heinke, Bd. XI, S. 186.

nitrosen Dämpfe, von denen etwa 1—2 % darin enthalten sind. Zwecks Abscheidung aus den umgebenden Luftmassen wird aus diesem nitrosen Gasgemenge alsdann durch Absorption der Gase in mit Quarz gefüllten, mit Wasser berieselten Granittürmen die Salpetersäure gewonnen, die nach Sättigung mit Kalkmilch in Kestnerschen Verdampfungsapparaten eingedampft wird, und in körniger, griesartiger Form mit einem garantierten Gehalt von 13 % Stickstoff als Düngemittel für die Landwirtschaft in den Handel gebracht. Die nicht in Salpetersäure übergeführten Mengen von Stickoxyd werden mit Sodalösung zu Natrium-Nitrit für die Industrie weiterverarbeitet.

Das Natrium-Nitrit findet bei der Herstellung von Teerfarbstoffen viel Verwendung. Die deutsche Eigenproduktion an Nitriten ist statistisch noch nicht ermittelt worden, dagegen liegen Zahlen über die deutsche Ein- und Ausfuhr vor; es betrug in Tonnen:

	1907	1908	1909
Einfuhr	452	1 583	2 634
davon aus Norwegen			
(aus der Luft gewonnen). . .	14,4	1 093	2 007
Ausfuhr	916	713	754

(nach Kochmann).

Nach Lüttgen: „Salpeter“ in Dammers „Chemische Technologie der Neuzeit“ kostet die Herstellung von 100 kg Natrium-Nitrit (bei einem Salpeterpreis von 20 M. pro 100 kg und bei Verarbeitung von 1 Tonne Salpeter) 38,63 M.

Da nur ganz enorme Temperaturen von etwa 3000° C eine befriedigende Ausbeute¹⁾ an Stickoxyd bzw. Stickdioxyd liefern, die allein ein elektrischer Strom von ganz außergewöhn-

¹⁾ Die Vorteile der elektrothermischen Verfahren gegenüber den rein thermischen faßte Borchers bereits im Jahre 1897 in seinem Werke über die Entwicklung, den Bau und Betrieb der elektrischen Öfen, Halle a. S. 1897, S. 7, in folgenden Sätzen zusammen: „Keine andere Erhitzungsmethode gestattet die Konzentration fast beliebig großer Wärmemengen auf einen beliebig kleinen Raum; keine andere Methode ermöglicht uns die Erreichung annähernd gleicher Wärmegrade, und keine macht uns so unabhängig von den Einflüssen des Ofenbaumaterials, der Feuergase und anderer Schwächen der eigentlichen Feuerungstechnik.“

licher Stärke hervorzubringen vermag, so ist die Durchführung des Birkeland-Eyde-Verfahrens (ebenso wie des nachstehend besprochenen Schönherr-Hessbergerschen Verfahrens der Badischen Anilin- und Sodafabrik) nur dann rentabel, wenn erstens die Fabrikation im Großbetrieb erfolgt, und wenn zweitens äußerst billige und sehr kräftige Energiequellen, d. h. Wasserkräfte zur Verfügung stehen, wie dies in Schweden und Norwegen der Fall ist. Dampfkraft, erzeugt durch Kohle und selbst durch Hochofengase, kommt vorläufig für dieses Verfahren nicht in Frage.

Der Betrieb in der Fabrik selbst ist völlig automatisch, so daß nur im Versandraum Arbeiter beschäftigt werden.

Die Nachfrage nach Norgesalpeter ist in beständiger Zunahme begriffen; im September 1912 belief sich der Tagesversand von Rjukan auf 2000 Faß (zu 100 kg netto).

Über den landwirtschaftlichen Düngewert des Birkeland-Eydeschen salpetersauren Kalkes, der im Gegensatz zu dem aus salpetersaurem Natron bestehenden Chilesalpeter als Norgesalpeter (norwegischer Salpeter) bezeichnet wird, berichten wir weiter unten.

Das Schönherr-Hessbergersche Verfahren unterscheidet sich von dem Birkeland-Eyde-Verfahren durch die Röhrenform des Ofens und durch den Fortfall der Elektromagnete. Der anfangs kurze elektrische Lichtbogen wird durch den tangential in das Rohr eintretenden Luftstrom spiralförmig umflossen und hierdurch zu einem 5—7 m langen gleichmäßig brennenden Lichtstabe auseinandergerückt. Der Oxydationsvorgang ist derselbe wie beim Birkeland-Eyde-Verfahren.

Zurzeit benutzt man in der von der Badischen Anilin- und Sodafabrik 1907 errichteten Versuchsfabrik in Kristiansand (Norwegen) die entstehenden nitrosen Gase nicht erst zur Bildung freier Säure, sondern durch direkte Einleitung in alkalische Lauge zur Erzeugung von Natrium-Nitrit. Letzteres findet hauptsächlich als industrieller Hilfsstoff Verwendung in der Fabrikation der Azo-Farben, für welchen Zweck es einen wesentlich größeren Wert als Kalksalpeter besitzt. Es scheint aber berufen zu sein, in Zukunft auch eine Rolle als Stickstoffdüngemittel zu spielen.

Beide Verfahren (Birkeland-Eyde und Schönherr-Hessberger) haben sich, sobald genügend starke Wasserkräfte vorhanden sind, im Großbetriebe bewährt, weshalb sich in Norwegen D e t

Norske Kvaelstofkompani zur Ausnutzung der Birkeland-Eyde-Patente bildete und gemeinsam mit Det Norske Aktieselskab för elektrokemisk Industri die erste Salpeterfabrik in Notodden (in der Nähe von der Stadt Skien im südlichen Norwegen) am 2. Mai 1905 eröffnete. Die erforderliche Wasserkraft wurde zuerst dem Svälgefös entnommen, der etwa 40 000 PS lieferte, bald aber wurde die Leistung auf 60 000 PS unter Hinzuziehung weiterer in der Nähe befindlicher Wasserkräfte gesteigert, so daß auf eine Jahresproduktion von etwa 15 000 Tonnen Kalksalpeter und 2500 Tonnen Natrium-Nitrit zu rechnen ist, was bei einem Verbrauch von 1000 Tonnen Kalksalpeter in Norwegen selbst einen Ausfuhrwert von etwa 3 Millionen Kronen ergibt. Die Fabrikation in den Salpeterfabriken für Notodden kam aber erst im August 1908 in ganz regelmäßigen Betrieb, indem die Ingangsetzung der neuen großen Fabrik mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden war. Später war dann der Betrieb in jeder Weise befriedigend.

Diesem Unternehmen schlossen sich die Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen, die Farbenfabriken vorm. Friedrich Bayer & Co. in Elberfeld und die A.-G. für Anilinfabrikation in Treptow bei Berlin an; auf diese Weise war der Konzern in der Lage, einerseits die norwegischen Wasserkräfte auszunutzen, andererseits sich die deutschen Schönherrschen Patente zu sichern.

Wie groß die Summen waren, die der deutsche Anilin-Konzern in die Aufgabe der künstlichen Salpetergewinnung investiert hatte, darüber liegen genaue Angaben nicht vor, da die Bilanzaufmachung und die Geschäftsberichte der in Betracht kommenden Firmen keine ausreichende Publizität bilden. Man kann hier nur Schätzungen anstellen, und es dürfte die Zahl von 25 Millionen Kronen (28 Millionen Mark) für Aktienbesitz und Barleistung nicht zu niedrig geschätzt sein.

Es wurden seinerzeit zwei norwegische Aktiengesellschaften ins Leben gerufen, eine Kraftgesellschaft, die Norwegische Kraft-Aktiengesellschaft mit einem Aktienkapital von 16 Millionen Kronen (17,92 Millionen Mark) und eine eigentliche Salpetergesellschaft, die Norwegischen Salpeterwerke, mit 18 Millionen Kronen.

Die erstere hatte den Ausbau und die Ausnutzung der verfügbaren Wasserkräfte, die letztere den elektrochemischen

Betrieb zu besorgen. Von dem gesamten Kapital in Höhe von 34 Millionen Kronen ging eine Hälfte, d. h. 17 Millionen Kronen, an ein französisch-norwegisches Konsortium und die andere Hälfte in deutschen Besitz über, und zwar verteilten sich diese 17 Millionen prozentual auf die drei Anilinfabriken wie folgt:

Badische Anilin- und Soda-		
fabrik, Ludwigshafen . .	43 %	= 7,31 Mill. Kronen
Elberfelder Farbenfabrik .	43 %	= 7,31 „ „
A.-G. für Anilinfabrikation,		
Treptow	14 %	= 2,38 „ „
		<hr/> 100 % = 17,— Mill. Kronen

entsprechend dem zwischen den drei chemischen Fabriken seit dem 1. Januar 1905 bestehenden, und bis 1955 gültigen Interessengemeinschaftsvertrage. Zu diesen Summen kamen noch Barleistungen, die nach einem Prospekt der Elberfelder Fabriken im Jahre 1910 auf etwa 7 Millionen Mark angegeben werden.

Die Norske Hydroelektrisk Kvaelfstof Aktieselskab verwendete die Kapitalien für die Kraftanlagen bei Svaelfos, die Fabriken in Notodden, die Transportverbindung bei Skien-Vestfjorddalen (darunter eine etwa 50 km lange Eisenbahn) und für den Ausbau des berühmten Rjukanfos, der bei einem Gefälle von 560 m augenblicklich etwa 200 000 PS liefert, eine Kraftmenge, die im Bedarfsfalle auf 350 000 PS gesteigert werden kann. Der Ausbau erfolgte in zwei Stufen zu je 280 m, von denen die erste kürzlich dem Betriebe übergeben wurde. Die Gesamtproduktion soll auf 80 000 Tonnen Kalksalpeter bei einem Ausfuhrwert von 12 Millionen Kronen steigen. Nach vollendetem Ausbau des ganzen Wasserfalles und nach Bau der entsprechenden Fabriken wird die Gesamtproduktion auf 23 Millionen Kronen jährlich veranschlagt.

Daß durch derartig umfangreiche Arbeiten die wirtschaftliche Lage des Landes¹⁾ gestärkt wird, unterliegt keinem Zweifel, abgesehen davon, daß einer großen Anzahl von Ingenieuren, Bureaubeamten und Arbeitern lohnende Beschäftigung geschaffen werden.

Der Konzern hat sich in Norwegen bis jetzt eine Gesamtwasserkraft von $\frac{1}{2}$ Million PS gesichert, deren Ausbau bis 1920

¹⁾ In Rjukan ist infolge der Norgesalpeterindustrie eine ganz neue Stadt entstanden, die den Namen Sâheim erhalten soll; während die Ortschaft im Jahre 1907 erst 50 Einwohner zählte, besaß sie im Jahre 1912 bereits über 5000.

durchgeführt sein dürfte, so daß dann mit einer Jahresproduktion von etwa 300 000 Tonnen Salpeter (etwa $\frac{1}{3}$ des augenblicklichen Bedarfes der deutschen Landwirtschaft) zu rechnen ist.

Im Oktober 1911 wurde, wie die Frankfurter Zeitung meldete, bekannt, daß der Konzern der obengenannten drei großen Anilinfabriken sich des größten Teiles ihrer Interessen an den norwegischen Unternehmungen zur Herstellung von Luftsalpeter entäußert habe, und daß sich das deutsche Interesse an den norwegischen Unternehmungen in der Folge nur auf 5 Millionen Kronen (5,6 Millionen Mark) beschränken würde, während das finanzielle Hauptinteresse in französische, ferner in kanadische (mit 10 Millionen Kronen) und schließlich noch in norwegische und schwedische Hände übergegangen ist.

Die Aktienmajorität liegt jetzt also in den Händen der Norske Hydroelektrisk Aktieselskab in der damit auch die Leitung des Unternehmens konzentriert ist, während die deutsche Gruppe für ihre 5 Millionen Kronen nur Bevollmächtigte in den Verwaltungsrat der Norske Hydroelektrisk Aktieselskab entsendet.

Als Gründe für das Herausziehen deutschen Kapitals werden in der Hauptsache folgende drei angeführt:

Das Hauptmotiv sollen in erster Linie die Hemmungen und Schwierigkeiten sein, die deutschem Kapital und deutscher Arbeit allgemein in Norwegen bereitet würden, insofern nach der neuesten norwegischen Wassergesetzgebung die leitenden Stellungen in der Direktion von Wasserkraftwerken nur von in Norwegen geborenen Personen und nicht etwa von naturalisierten Ausländern besetzt werden dürfen.

Zweitens soll es aber auch den deutschen Industriellen sehr erwünscht gewesen sein, das beträchtliche Risiko für die in Norwegen investierten Millionenbeträge auf eine größere Anzahl Schultern abzuwälzen, zumal wenn man bedenkt, daß es sich hierbei um ein räumlich fern gelegenes und manchen ungeahnten Wechselfällen unterworfenen Unternehmen handelt.

Drittens sollen sich die norwegischen Unternehmungen nicht in der Weise entwickelt haben, wie man es von vornherein erwartet und erhofft hätte. Diesem letzten Grunde widersprechen zwar die interessierten Kreise, ohne aber genaue Daten über die Rentabilität der Fabriken zu veröffentlichen oder über den Preis, zu

dem sie ihren Anteil an französisches, kanadisches, norwegisches und schwedisches Kapital abgegeben haben¹⁾).

Tabelle XXXI.

Kurse und Dividenden der chemischen Großindustrie.

Name und Ort		1908	1909	1910	1911
Badische Anilin- und Soda-fabrik, Ludwigshafen	Kurs	359,10	454,0	507,40	523,50
	Dividende	22	24	25	25
A.-G. für Anilinfabrikation in Treptow bei Berlin	Kurs	278,75	369	385,50	425,50
	Dividende	18	18	20	20

Nach dem Statistischen Jahrbuch wurde aus Norwegen nach Deutschland eingeführt:

im Jahre 1908 für 1,1 Millionen Mark Norge-Salpeter

1909 „ 1,2 „ „ „

1910 „ 4,1 „ „ „

1911 „ 2,5 „ „ „

Tabelle XXXII.

Entwicklung der Norge-Salpeterindustrie seit ihrer Gründung²⁾.

Jahr	Ort	Kraft-verbrauch in PS	Beamte	Arbeiter
Juli 1903	Frognerkilens Fabrik, Kristiania	25	2	2
Okt. 1903	Ankerlökken	150	4	10
Sept. 1904	Vasmoen bei Arendal	1 000	6	20
Mai 1905	Notodden	2 500	4	35
Mai 1907	Svaelfos, Tinfos	40 000 ³⁾	12	103
Nov. 1911	Lienfos, Rjukan I	200 000	143	1 340

¹⁾ Nach uns von befreundeter Seite gewordenen Informationen hat sich die Badische Anilin- und Sodafabrik hauptsächlich wohl deswegen aus Norwegen zurückgezogen, weil sie die wesentlichsten Patente von Geheimrat Haber (vgl. S. 191) damals gekauft hatte und nach diesem Verfahren wohl mit mehr Ökonomie und unter Ersparung besonderer Verwaltungskosten besser zum gleichen Ziele zu kommen hofft.

²⁾ Vgl. Vortrag von Samuel Eyde-Kristiania, gehalten auf dem VIII. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu New York am 7. u. 11. Sept. 1912.

³⁾ Die Anlagen sind bis Herbst 1913 auf 60 000 PS erweitert worden.

Immerhin ist es denkbar, daß der zuletzt angegebene Grund, geradezu von einer Unrentabilität zu sprechen, nicht das Richtige trifft; die chemische Großindustrie ist eben gewohnt, mit ihren Kapitalien ganz andere Quoten herauszuwirtschaften, wie sie zurzeit die Luftsalpeterindustrie überhaupt zu geben in der Lage ist. Wenn die Aktionäre der chemischen Großindustrie ihren üblichen Maßstab auch an die Luftsalpeterindustrie anlegen wollen, dann allerdings ist die letztere unrentabel zu nennen. (Siehe Tabelle XXXI, S. 177.)

§ 5b.

Die Entwicklungsphasen der Kalkstickstoff-Fabrikation im allgemeinen.

Da die Kalksalpeter- (Norgesalpeter-) Industrie als Hauptbedingung für eine gewisse Rentabilität das Vorhandensein billiger, großer Wasserkräfte voraussetzt, kann sie für unsere deutschen Verhältnisse nicht in Frage kommen, weil uns eben wirklich bedeutende Wasserkräfte auch nicht annähernd in dem Maße zur Verfügung stehen, wie es in Skandinavien der Fall ist, und selbst dort, wo einige bedeutende Kräfte, wie bei Schaffhausen, in Baden und Bayern, vorhanden sind, finden diese in anderen Industrien bereits eine wesentlich gewinnreichere Verwendung. Für die deutschen Verhältnisse verdienen vom volkswirtschaftlichen Standpunkt deshalb die Verfahren zur Herstellung von Kalkstickstoff ein viel größeres Interesse, weil wir uns, unter Ausnutzung der vorhandenen inneren Bodenschätze unabhängig vom Auslande, ein Produkt zu erzeugen vermögen, welches unstreitig die Fruchtbarkeit des Landes zu erhöhen imstande ist, wie zahllose Düngungsversuche (vgl. S. 201 bis 205) bewiesen haben, und weil die Kalkstickstoffverfahren nicht so sehr an örtliche Verhältnisse gebunden sind, wie es beim Norge-Salpeter der Fall ist.

Die Verfahren zur Herstellung von Kalkstickstoff beruhen auf der Eigenschaft des Kalziumkarbids, in Pulverform und beim Erhitzen auf Rotglut begierig Stickstoff aufzunehmen und Kalziumzyanamid zu bilden, das man für die Bedürfnisse des Handels mit dem volkstümlichen Namen „Kalkstickstoff“ belegt hat.

Wenn auch bei der Kalkstickstoff-Fabrikation große elektrische Energiemengen benötigt werden, so stellt sich doch die Kraftverwertung ganz wesentlich günstiger als bei der Norgesalpeterfabrikation. So werden z. B. bei der Bindung von 1000 kg Luftstickstoff im Norgesalpeter etwa 8 PS an elektrischer Energie nötig, während für die Bindung der gleichen Menge an Kalkstickstoff nur etwa 3 PS¹⁾ erforderlich sind. Wollte man den Stickstoff der im Jahre 1911 nach Deutschland importierten 730 000 Tonnen Chile-Salpeter, entsprechend 113 000 Tonnen Stickstoff, lediglich durch die Fabrikation von Kalksalpeter decken, so wären dazu über 0,9 Million PS notwendig. Die gesamten zurzeit ausgenutzten Wasserkräfte im Deutschen Reiche würden also nicht imstande sein, nur die Hälfte der benötigten Kraft zu liefern.

Um aber dieselbe Menge Stickstoff (113 000 Tonnen) in Form von Kalkstickstoff zu erhalten, gebraucht man nur 340 000 PS, d. h. eine Energiemenge, die die Hälfte der bayrischen ausbaufähigen Wasserkräfte beinahe allein zu liefern in der Lage ist. Wenn man ferner bedenkt, daß der Chilesalpeterkonsum in Deutschland pro Jahr um 26 000 Tonnen steigt (das Jahresmittel der Einfuhr von 1902—1911), entsprechend einer Menge von 4000 Tonnen Stickstoff, so müßten zur Gewinnung der erforderlichen Menge Kalksalpeter (Norgesalpeter) jährlich 32 000 PS in Wasserkraften ausgebaut werden, was — wie wir gesehen haben — unmöglich ist, während wir den Stickstoffmehrerverbrauch pro Jahr durch Erweiterungsbauten von etwa 12 000 PS erzielen könnten, eine Kraftmenge, die zu erzeugen durchaus nicht schwer fallen dürfte.

Über die geschichtliche Entwicklung der Kalkstickstoffindustrie sei kurz folgendes berichtet:

Als in den Jahren 1894 und 1895 die Welt durch die von Moissan und von Willson gemachte Erfindung der Massenerstellung von Kalziumkarbid²⁾ im elektrischen Ofen in Erstaunen gesetzt wurde, verwendete man das so erzeugte Produkt zunächst

¹⁾ Nach Caro in Zeitschrift für angewandte Chemie 1906, S. 1569 ff.

²⁾ Vgl. H. Moissan, *Le four électrique*. — Panoatović, Kalziumkarbid und Acetylen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, Leipzig 1897. — Liebetanz, *Handbuch der Kalziumkarbid- und Acetylenechnik*, Leipzig 1899. — *Führer durch die gesamte Kalziumkarbid- und Acetylenliteratur*, Berlin 1899.

nur zur Herstellung von Azetylengas. Bald danach machte aber Adolf Frank¹⁾, der hochverdiente Begründer der deutschen Kaliindustrie²⁾, die Beobachtung, daß das Kalziumkarbid und das ihm gleichartige Baryumkarbid wertvolle Eigenschaften besitzt, welche diese Körper auch noch für andere Zwecke als nur zur Gewinnung von Azetylen geeignet machen. Unter Hinblick auf die früheren, im Jahre 1862 gemachten Versuche von Margueritte und de Sourdeval und namentlich auf die von Ludwig Mond (den wir bereits auf S. 46 erwähnten) gelangte Dr. Frank im Verein mit seinem Mitarbeiter Dr. Caro zu der Entdeckung der Bindungsfähigkeit von Luftstickstoff durch Karbide der Alkalien und Erden. Zwecks Durchführung dieser 1895 zum Patent angemeldeten Erfindung in großem technischen Maßstabe traten Frank-Caro mit der Firma Siemens & Halske in Verbindung, welche auch bereits seit langem dem Problem der Stickstoffgewinnung vornehmlich zwecks Herstellung von Zyankali zur Goldextraktion³⁾ ihre Aufmerksamkeit zugewendet hatte, und die dank ihrer großen technischen Hilfsmittel sowie durch ihre wissenschaftlichen Mitarbeiter, besonders durch den Chefchemiker Dr. Erlwein und den Chemiker Voigt, die Frank-Caro-Erfindung kräftig gefördert hat.

Unter Beteiligung Dritter wurde für die große Mittel erfordernde weitere Durchführung der Arbeiten im Jahre 1900 eine Gesellschaft, die *Cyanidgesellschaft m. b. H.* in Berlin, gegründet, auf die alle bis dahin sowie die später genommenen Patente übergingen. Die finanzielle Seite des Unternehmens wurde durch ein Konsortium der Deutschen Bank gesichert.

Der Transvaalkrieg, der in den Jahren 1900/01 die Transvaalsche Goldproduktion fast völlig zum Stillstand brachte —

¹⁾ Vgl. Vortrag von Prof. Dr. Adolph Frank, Charlottenburg: „Über die direkte Verwertung des Stickstoffes der Atmosphäre für Gewinnung von Düngemitteln und anderen chemischen Produkten“, gehalten auf dem VI. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu Rom 1906.

²⁾ Die erste Chlorkaliumfabrik gründete Dr. A. Frank im Jahre 1861 in Staßfurt.

³⁾ Die Zyankaliumlösung hat die Eigenschaft, das Gold (aber nicht Platin) aufzulösen. Seit 1891 wird daher ganz allgemein das feingemahlene, goldhaltige Gestein, nachdem man es bereits nach Möglichkeit durch Amalgamieren mit Quecksilber vom Gold befreit hat, durch einen Extraktionsprozeß mit Zyankaliumlösung völlig vom Gold getrennt. Außerdem spielt Zyankalium in der Galvanoplastik und Photographie eine bedeutende Rolle.

fiel doch die Produktion von 104 508 kg Feingold im Jahre 1899 auf 12 297 kg im Jahre 1900 und auf 7 433 kg im Jahre 1901 — dieser Krieg übte auch seinen Einfluß auf die Nachfrage nach Zyankalium aus. Infolgedessen mußte die Cyanidgesellschaft sich nach anderen Absatzgebieten umsehen und wandte sich deshalb auf Vorschlag von Frank jun. der Fabrikation von rohem Kalziumzyanamid zur Verwendung als Stickstoffdüngemittel zu. Die günstigen Ergebnisse, die mit Kalziumzyanamid (Kalkstickstoff) erzielt wurden, eröffneten damit diesem neuen Produkte der Elektrochemie ein ganz unerwartet großes Wirkungsfeld. Es fragte sich nur, ob aber auch die Kalkstickstoffindustrie in der Lage sein würde, dem Bedarf an Stickstoffdünger in ausreichenden Mengen und zu annehmbaren Preisen zu entsprechen, und schließlich, ob der Kalkstickstoff auch ein gleichwertiges Ersatzmittel für Chilesalpeter bieten könne.

Was die erste Frage anbelangt, ob die Technik die von der Landwirtschaft erforderlichen Mengen überhaupt zu liefern imstande sein würde, so dürfte diese ohne jede Einschränkung zu bejahen sein, nachdem wir die Gewißheit haben, daß die Karbidindustrie leistungsfähig geworden ist. Die Konkurrenzfähigkeit des Kalkstickstoffs gegenüber den übrigen künstlichen Düngemitteln setzt einen Selbstkostenpreis des Kalziumkarbids von etwa 140 M. pro Tonne voraus, ein Preis, der in der Praxis aber stets unterschritten¹⁾ wird, sobald genügend starke Wasserfälle voll zur Ausnutzung kommen oder sonstige billige Energie zur Verfügung steht.

Die Beantwortung der zweiten und dritten Frage, ob bei dem geforderten Preis und dem Düngewert des Kalkstickstoffs dieser mit dem des Chilesalpeters in Wettbewerb treten kann, erledigen wir im §6 dieses Abschnittes, in dem wir zusammenfassende Vergleiche mit Norgesalpeter und Kalkstickstoff sowie mit Chilesalpeter anstellen, die sich auf den Einheitswert pro kg Stickstoff beziehen; denn dieser vor allem ist es, den die Landwirtschaft und in weiterem Sinne die Volkswirtschaft so dringend benötigt.

Wie wir bereits oben erwähnt haben, dient als Ausgangs-

¹⁾ Die Selbstkosten pro Tonne Karbid stellen sich, wie auf S. 141 näher ausgeführt wurde, für ein vollbeschäftigtes Werk auf 80 bis 110 M. (ohne Verpackung), je nach Art der Betriebskraft.

produkt für die Kalkstickstoff-Fabrikation¹⁾ das Kalziumkarbid, das in elektrischen Öfen aus Kalk und Kohle hergestellt wird. In der Regel stellen sich die Kalkstickstoff-Fabriken das Kalziumkarbid²⁾ selbst her, mithin haben die für die Karbidfabrikation entscheidenden Vorbedingungen, die wir auf den Seiten 136 bis 147 erörterten, in demselben Maße auch für die Kalkstickstoff-erzeugung ihre Geltung.

§ 5c.

Die Kalkstickstoffwerke der Welt und ihre Leistungsfähigkeit.

Wenngleich die Kalziumzyanamid-(Kalkstickstoff-)Fabrikation eine deutsche Erfindung war, so konnte diese Industrie dennoch anfangs keinen festen Fuß in Deutschland fassen wegen des Mangels an genügenden Wasserkraften. Hier griff das zwar kohlenarme, aber mit Wasserkraften desto reichlicher gesegnete Italien ein. Infolge der tatkräftigen Propaganda des Agrikulturchemikers und Volkswirts Professors Angelo Menozzi-Mailand interessierten sich bedeutende Ingenieure und Industrielle für die Kalkstickstoff-Fabrikation; sie gründeten in Rom die Società Generale per la Cianamide, welche sämtliche Patente und Verfahren zur Herstellung von Kalziumzyanamid und dessen Derivate erwarb und ihre Rechte dann für Italien und Österreich-Ungarn an die Società Italiana per la Fabricazione di Prodotti Azotati abtrat. Von dieser Gesellschaft wurde die erste größere Kalkstickstoff-Fabrik im Jahre 1905 in Piano d'Orte an der Pecara unmittelbar an der Küste des Adriatischen Meeres eröffnet. Das Verfahren bewährte sich dort sowohl in der Darstellung wie auch in der Absatzfähigkeit und Anwendbarkeit derart, daß im darauf folgenden Jahre zu Betriebserweiterungen geschritten werden mußte. Die Absatzsteigerung in Italien wie überhaupt im Süden Europas bedingte den Neubau von Fabriken, so in Sebenico an der dalmatischen und in Fiume an der ungarischen Küste der Adria.

¹⁾ Über den Fabrikationsgang siehe Erlwein, Elektrochemische Zeitschrift 1906, S. 162ff.

²⁾ Nach dem heutigen Stande der Technik bindet 1 kg Karbid etwa 320 g Stickstoff.

Tabelle XXXIII.

Die Kalkstickstoffwerke der Welt.

Lfd. Nr.	Land	Ort	Eigentümerin	Gründungs-Jahr	Produktion pro Jahr in Tonnen	Arbeiterzahl etwa	Betriebskraft
1	Italien	Piano d'Orte	Società Italiana per il Carburo di Calcio, Roma	1905	5 000		Wasser
2	Italien	Terni	dgl.		4 000		Wasser
3	Dalmatien	Sebenico	Società Anonima per la Utilizzazione delle Forze Idrauliche della Dalmazia, Triest		4 500		Wasser
4	Frankreich	Notre-Dame de Briançon	Société des Produits Azotés, Paris		5 000	30	Wasser
5	Franz. Schweiz	Martigny	dgl.		6 000	40	Wasser
6	Norwegen	Odda am Hardangerfjord	North Western Cyanamide Co. Ltd., London		30 000	80	Wasser
7	Schweden	Alby-Carbid-Works	dgl.	1912	12 000	50	Wasser
8	Amerika	Niagarafalls	American Cyanamide Co., Niagara		10 000	40	Wasser
9	Japan	Tokio	Nippon Chisso Hiriyo Kabushiki Kaisha		4 000		Wasser
10	Kalifornien	Nashville	American Cyanamid Co.		3 000		Wasser
11	Deutschland	Knapsack b. Brühl a. Rh.	A.-G. für Stickstoffdünger Knapsack bei Köln a. Rh.	1905 Westeregeln, 1910 verlegt	10 000	30	Dampfturbinen, billige Braunkohlen
12	dgl.	Trostberg a. d. Alz (Wasserkraft der Alz)	Bayerische Stickstoffwerke, Trostberg	1911	20 000	50	Wasser
13	dgl.	Mühlthal b. Bromberg (Wasserkraft der Brahe)	Ostdeutsche Kalkstickstoffwerke u. chemische Fabriken G. m. b. H. Mühlthal b. Bromberg		1 200	25	Wasser

Gesamtproduktion der Welt 114700

Seit jener ersten italienischen Fabrik vom Jahre 1905 sind in Dalmatien, Frankreich, der Schweiz, Schweden, Norwegen, Japan, Nordamerika und Deutschland Kalkstickstoffwerke gebaut worden, deren Zahl sich augenblicklich auf 13 beläuft, wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich ist.

In den Kalkstickstoff-Fabriken erstreckt sich die menschliche Arbeitsleistung lediglich auf

- a) die Leitung der Produktion,
- b) die Überwachung der Krafterzeugung und des Kraftverbrauches,
- c) den mechanischen Materialientransport.

Zur Leitung der Produktion genügen ein kaufmännischer und ein technischer Direktor mit einigen Hilfskräften (Buchhalter, Expedient), während zur Überwachung der Krafterzeugung und des Kraftverbrauches ein Chemiker und Ingenieur nebst einem oder zwei Assistenten ausreichen. Den mechanischen Materialientransport, der unter der Aufsicht eines mittleren Beamten vor sich geht, besorgen ungelernete Arbeiter mit einigen Kolonnenführern. Alles in allem rechnete man in den älteren Kalkstickstoffwerken etwa 150 Tonnen Jahresproduktion pro Kopf der beschäftigten Arbeiter und Beamten. Durch technische Verbesserungen, besonders auf dem Gebiete des Transportwesens, hat sich die Jahresproduktion pro Kopf auf 300 bis 400 Tonnen Kalkstickstoff steigern lassen. (z. B. Trostberg 20 000 Tonnen Produktion, 50 Arbeiter und Beamte).

§ 5d.

Die Organisation im Kalkstickstoffgeschäft, insbesondere der Stand der deutschen Geschäftslage.

Für die Herstellung und den Vertrieb des Kalkstickstoffes sind in allen interessierten Ländern Zentralkontrollstellen der Produktionsstätten sowie Verkaufsstellen eingerichtet, von wo aus die Versorgung der Landwirtschaft geschieht, wie die folgende Zusammenstellung erkennen läßt.

Der Vertrieb des Kalkstickstoffes erfolgt:

- 1. Durch die Verkaufsvereinigung für Stickstoffdünger G. m. b. H., Berlin, und zwar für Deutschland, Holland,

- Skandinavien nebst Kolonien, für die russischen Ostseeprovinzen, das westliche Rußland, Süd- und Mittelamerika;
2. durch die North Western Cyanamide Ltd., London, und zwar für England, Irland und die englischen Kolonien;
 3. durch die Société des Produits Azotés, Paris, als Zentralkonstruktion der Produktionsstätten. Der Verkauf findet durch die Société Commerciale de Carbure et de Produits Chimiques, Paris, statt, als Verkaufsorganisation der vorgenannten Zentralkonstruktion, mit dem Tätigkeitsbereich in Frankreich, den französischen Kolonien, Nord - Afrika, Spanien, Portugal und Madeira;
 4. durch die Società Generale per la Cianamide, Rom, als Zentralkonstruktion der Produktionsstätten. Der Verkauf findet durch die Società Italiana per il Carburo di Calcio, Rom, statt, als Verkaufsorganisation der vorgenannten Zentralkonstruktion, für Italien, Palästina, Levante und Ägypten;
 5. durch die Società Anonima per la Utilizzazione delle Forze Idrauliche della Dalmazia, Triest, für Österreich-Ungarn und Dalmatien;
 6. durch die American Cyanamide Company in Baltimore für Nordamerika;
 7. durch die Nippon Chisso Hiriyo Kabushiki Kaisha für Japan.

Über die Entwicklung des deutschen Kalkstickstoffgeschäftes läßt sich in großen Zügen folgendes sagen:

Die Anfänge des Kalkstickstoffgeschäftes reichen bis in das Jahr 1905 zurück; damals war es lediglich das Werk Westeregeln (Regbz. Magdeburg), das den Kalkstickstoff in beschränktem Maße herstellte und versandte. Genaue Versandziffern während der Jahre 1905, 1906 und 1907 stehen nicht zur Verfügung. Da sich die Ware erst bei der Landwirtschaft einführen mußte, wurden die geringen Quantitäten, die auf 500 bis höchstens 1000 Tonnen pro Jahr zu veranschlagen sind, in der Hauptsache zu praktischen Düngungsversuchen verwendet.

Nachdem inzwischen verschiedene andere Werke in Betrieb gekommen waren, wurde im Sommer 1908 in Berlin eine Verkaufsstelle unter der Firma „Verkaufs-Vereinigung für Stickstoffdünger, G. m. b. H.“ gegründet. Gleichzeitig damit setzte

ein bedeutender Aufschwung im Absatz ein; während im Geschäftsjahre 1908/09 rund 4000 Tonnen zum Versand gelangten, erhöhte sich diese Ziffer im folgenden Jahre um 50 % auf rund 6000 Tonnen. Noch weit bedeutender war aber die Steigerung in den letzten Jahren. 1910/11 wurden schon rund 12 700 Tonnen geliefert, die sich im Jahre 1911/12 um beinahe weitere 100 % auf rund 23 430 Tonnen erhöhten. Im Jahre 1912/13 wurden über 50 000 Tonnen verkauft, während im Geschäftsjahr 1913/14 diese Ziffern allein durch Vorbestellungen beträchtlich überschritten wurden. Hatte jedes der beiden letzten Jahre eine Umsatzsteigerung von rund 100 % gebracht, so kann man für die folgende Kampagne mit einer noch weit größeren Erhöhung der Absatzziffern nach den bisher vorliegenden Verkaufsberichten ohne weiteres rechnen.

Zunächst wurde von allen Werken nur die Gehaltslage *A* mit 17—22 % Stickstoff und 60—70 % nutzbarem Kalk geliefert. Um den Landwirten aber bessere Vergleichsmöglichkeiten mit den übrigen in den Handel kommenden Stickstoffdüngemitteln zu bieten, brachte die Verkaufsvereinigung im Jahre 1909 auch die Gehaltslage *B* mit 15—16 % Stickstoff in den Handel, d. h. mit einem Stickstoffgehalt, wie ihn der Chilesalpeter besitzt. Die Werke hatten sich im Interesse des Absatzes bereit erklärt, die niederprozentige Gehaltslage zu liefern, trotzdem ihre Selbstkosten in diesem Falle wesentlich höher sind. Zunächst schien es, als wenn mit Vorliebe Gehaltslage *B* gekauft würde, trotzdem es doch auf der Hand liegt, daß der Landwirt bei der Gehaltslage *A* infolge geringeren Arbeitsaufwandes und dgl. viel besser wegkommt. Nach Mitteilungen aus Fachkreisen¹⁾ können wir feststellen, daß jetzt scheinbar — besonders muß dies vom Osten Deutschlands gesagt werden — wieder mehr die Gehaltslage *A* bevorzugt wird. Im Westen und Süden können sich die Interessenten im allgemeinen immer noch nicht zu großen Käufen in Gehaltslage *A* entschließen, sondern sie bestellen nach wie vor die Gehaltslage *B*. Es besteht aber begründete Aussicht, auch

¹⁾ Zur Klärung der Stickstoff-Frage hat sich Verfasser mit 187 Abnehmern der verschiedensten künstlichen Düngemittel im In- und Auslande sowie mit englischen, französischen, norwegischen, finnischen und deutschen landwirtschaftlichen Versuchsanstalten und Ackerbauschulen in Verbindung gesetzt und aus den zum großen Teil sehr ausführlichen Berichten seine Schlüsse gezogen.

in diesen Bezirken Wandel zu schaffen, zumal da es den Vorteil der Abnehmer bedeutet.

Wie erklärlich, lag das Hauptabsatzgebiet von Anfang an im Osten des Deutschen Reichs, d. h. in Posen, West- und Ostpreußen sowie in Schlesien; ihren Vorsprung haben diese Gebiete auch bis heute behalten. Daneben setzte aber, zuerst zögernd, später jedoch recht kräftig, die Nachfrage in Mitteldeutschland und Rheinland ein; noch später kam Bayern und Württemberg, die beide zurzeit mit zu den größten Konsumenten zählen. Um den Absatz zu fördern, sind in München, Hannover und Bonn Kalkstickstoff-Bureaus errichtet worden, die lediglich als Auskunftstelle für Interessenten dienen sollen.

Sehr skeptisch gegenüber der Verwendung von Kalkstickstoff verhielt sich bisher Schleswig-Holstein und das Oldenburgisch-Hamburgische¹⁾ Gebiet, dessen Bewohner schwer für Neuerungen zu haben sind.

Die Preise haben sich im großen und ganzen auf der gleichen Höhe gehalten; während die Verkaufsvereinigung für Stickstoffdünger in den ersten Jahren zu Paritätspreisen, beispielsweise

M.	1,06	per	Kiloprozent,	Parität	Magdeburg,
„	1,08	„	„	„	Hamburg,
„	1,10	„	„	„	Bromberg,
„	1,10	„	„	„	Breslau,
„	1,08	„	„	„	Königsberg,
„	1,07	„	„	„	Köln,
„	1,06	„	„	„	Augsburg usw.

verkaufte, wurden im Jahre 1909 Frankopreise eingeführt, die noch wesentlich niedriger waren. Es wurde der Kalkstickstoff damals zu M. 1,04 für das Kiloprozent frei jeder deutschen Staats- und Kleinbahnstation geliefert. Die Praxis hat der Verkaufsvereinigung darin recht gegeben, daß es infolge dieser Preispolitik viel leichter möglich ist, bedeutende Posten Kalkstickstoff unterzubringen.

Der deutsche Handel mit künstlichen Düngemitteln war nach den Berichten der verschiedenen Handelskammern im Jahre 1911 sehr rege, so daß gute Preise erzielt werden

¹⁾ Nicht ohne Einfluß dürfte hierbei auch die Nähe Hamburgs als Einfuhrhafen von Chilesalpeter sein.

konnten. Namentlich trifft dies laut Bericht der Handelskammer Berlin für die Stickstoffträger zu wegen des großen Bedarfes seitens der Landwirtschaft, die zum Düngen jetzt mehr als je die verschiedenen Stickstoffpräparate verwendet. Chilesalpeter erhöhte seinen Preis von etwa 9 M. auf ungefähr 10 M. pro Ztr. (= 50 kg) ab H a m b u r g.

Trotzdem es schon immer das Bestreben der Kalkstickstoff-fabriken war, der Landwirtschaft in dem Kalkstickstoff ein Ersatzprodukt für Chilesalpeter und schwefelsauren Ammoniak zu geringen Preisen zu liefern, so mußten doch im Jahre 1911 infolge der gesteigerten Selbstkosten (Löhne, Frachten und dgl.) die Preise auf M. 1,10 und später auf M. 1,18 für das Kiloprozent (aber auch franko Station) erhöht werden. Diese Preiserhöhung hatte auf den Verbrauch keinen Einfluß; denn nach den Handelskammerberichten war der Kalkstickstoff andauernd, auch schon für 1912 und 1913, so stark gefragt, daß die Fabriken für nahe Sichten den Verkauf einstellen mußten.

Die Ammoniak- und Chilesalpeterpreise haben für 1912/13 und 1913/14 eine seit Jahren nicht gekannte Höhe erreicht; so notierte im Januar 1911 A m m o n i a k, Basis 24½ %, 12,95 M., für Februar/März 13,00—13,25 M. für 50 kg frei Kai-Waggon Hamburg. Bei stets festem Markt und gutem Absatz ging der Preis allmählich höher, so daß Ende 1911 sogar 14,85 M. für 50 kg bezahlt werden mußten.

Die englische und schottische Einfuhr nach Deutschland, die 1909 noch 31 000 Tonnen betrug, ist im Jahre 1911 mit 2700 Tonnen nachgerade bedeutungslos geworden. Dagegen ist die deutsche Produktion erheblich mehr gestiegen, als dieser Ausfall beträgt, ein Beweis für den außerordentlichen Aufschwung unserer Koksindustrie und der damit verbundenen Nebenprodukten-gewinnung.

Man schätzt den augenblicklichen Verbrauch auf reichlich 200 000 Tonnen. Die Gründe für die Preissteigerung des Ammoniumsulfats sind teils in den steigenden Preisen der Roh- und Hilfsstoffe, teils in den ungünstigen Arbeiterverhältnissen zu suchen, da sich besonders in den Sommermonaten trotz hoher Löhne ein starker Arbeitermangel bemerkbar machte. Zum Vergleich sind in der folgenden Übersicht auch die seit 1900 erzielten Verkaufspreise für 1 Tonne des im Ruhrbezirk gewonnenen

Ammoniaks zusammengestellt:

Jahr	M.	Jahr	M.
1900	210,00	1906.	236,00
1901	213,00	1907.	229,40
1902	218,00	1908.	229,50
1903	232,00	1909.	223,80
1904	235,50	1910.	222,05
1905	234,60	1911.	270,00

Da, wie wir sehen, das Ammoniak die Tendenz noch weiterer Preissteigerung zeigt, dürfte das Franksche Verfahren zur Herstellung von Ammoniak von großer Bedeutung werden, das aus dem Kalkstickstoff mittels überhitzten Wasserdampfes etwa 10 bis 15 %, d. h. fast den gesamten absorbierten Stickstoff in Form von Ammoniak abspaltet. Das gewonnene Ammoniak wird dann durch Behandlung mit Schwefelsäure zu kristallinischem Ammoniaksulfat verarbeitet.

Im Zusammenhange mit der Steigerung des Preises von schwefelsaurem Ammoniak hat sich auch die Notierung von Chilesalpeter erhöht, wenn auch in geringerem Maße. So notierte in Liverpool Chilesalpeter, der mit dem schwefelsauren Ammoniak im scharfen Wettbewerb steht, im Jahresdurchschnitt 1910 pro Tonne 9 £ 7 s 9 d gegen 9 £ 17 s 10 d im Durchschnitt 1911, d. i. eine Steigerung um 10 s 1 d = 5,37 %.

Angesichts dieser Preissteigerungen im Chilesalpeter und Ammoniak ist es anzuerkennen, daß die Verkaufsvereinigung für Stickstoffdünger an dem Grundsatz festhält, in ihren Preisen beständig zu bleiben, den Kalkstickstoff von jeder Spekulation fernzuhalten und die Landwirtschaft nicht durch unberechtigte Preistreibereien zu schädigen, während sich die Preispolitik der Norgesalpeterfabriken scheinbar nicht dazu entschließen kann, den Norgesalpeter zu festen Sätzen abzugeben.

Zum Schlusse seien noch einige Angaben über das größte deutsche Werk gebracht, das sich mit der Fabrikation von Kalkstickstoff befaßt, die Bayerischen Stickstoffwerke A.-G. in München. Diese Fabrik, deren technische Leitung in den Händen von Dr. Caro, dem Mitarbeiter von Prof. Dr. Adolf Frank, liegt, wurde von der Cyanid-Ges. m. b. H. im November 1908 gegründet.

Finanziell wurde das Unternehmen gestützt durch die Deutsche Bank, die Berliner Handelsgesellschaft, die Bank für Handel und Industrie, Berlin, die Bayerische Bank für Handel und Industrie, die Bayerische Handelsbank, die Bayer. Hypoth.- und Wechselbank sowie die Bayerische Vereinsbank. Von den industriellen Großfirmen beteiligten sich daran vor allem Siemens & Halske A.-G. und die Elektrische Licht- und Kraftanlagen-A.-G., Berlin, ferner die Anglo-Continentalen (vorm. Ohlendorffschen) Guanowerke Hamburg und die Chemische Fabrik Kalk G. m. b. H., Köln.

Die Bayerischen Stickstoffwerke beschäftigen sich in der Hauptsache mit der Gewinnung, Verarbeitung, Verwertung und mit dem Handel von landwirtschaftlichen Düngemitteln. Die seinerzeit der Cyanidgesellschaft m. b. H., Berlin, von der bayerischen Regierung für 40 Jahre unwiderruflich erteilte Konzession zur Ausnutzung der Wasserkraft an der Alz bei Trostberg und Tacherting ist auf die Bayerischen Stickstoffwerke zu dem Zweck übergegangen, um in der Nähe von Trostberg und Tacherting zwei größere Fabriken, eine Karbidfabrik und eine Kalkstickstoff-Fabrik, zu errichten. Zum Betriebe der Fabriken wird die Wasserkraft der Alz auf eine Flußlänge von 6 km ausgenutzt, und zwar in zwei Gefällstufen, wovon eine bei Trostberg, die andere bei Tracherting errichtet wurde. Die gewonnene Kraft beträgt insgesamt 15 000 PS max. und wird für elektrochemische Zwecke verwendet. Die Bauzeit für das Werk betrug etwa zwei Jahre und wurde 1911 beendet. Während dieser Zeit konnte natürlich von dem 6,6 Millionen M. betragenden Kapital keine Dividende gezahlt werden. Der Betrieb wurde teilweise im Frühjahr 1911 eröffnet und bald danach war die gesamte Produktion an Kalkstickstoff bis Frühjahr 1913 bereits ausverkauft. Das Kraftwerk, das im Herbst 1910 fertiggestellt wurde, fällt nach Ablauf von 40 Jahren dem Staate gegen eine angemessene Entschädigung als Eigentum zu, sobald ein dringendes öffentliches Interesse (elektr. Bahnen usw.) vorliegt. Tritt dieser Fall nicht ein, dann läuft die Konzession auf weitere 30 Jahre unter Vorbehalt des Widerrufs. Die Fabriken einschl. der elektrischen Anlagen in dieser Zeit zu übernehmen, ist der Staat berechtigt, aber nicht verpflichtet.

Eine Modifikation des Verfahrens der Cyanid-Gesellschaft war das der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln, welche ihr Produkt als Stickstoffkalk in den Handel brachte.

Dieses Verfahren von Ferd. Polzeniusz¹⁾ gestattet, die zur Stickstoffaufnahme erforderliche Temperatur auf etwa 700°C herabzusetzen, indem dem gepulverten Karbid zwecks Verminderung der Azotierungstemperatur ein gewisser Prozentsatz (etwa 10 %) getrocknetes Chlorkalzium zugesetzt wird. Ihre Produktion in Westeregeln war jedoch durch die kleine, in Mietsräumen befindliche Anlage beschränkt, so daß sie dem steigenden Bedarf an Stickstoffdünger nicht entsprechen konnte. Die Fabrikation wurde deshalb nach Knapsack bei Köln verlegt.

Seit Bestehen der Verkaufsvereinigung für Stickstoffdünger (1908) brachte man das in Knapsack erzeugte Düngemittel nur noch unter der alleinigen Bezeichnung „Kalkstickstoff“ in den Handel, da Kalkstickstoff und Stickstoffkalk ziemlich gleichartige Stoffe sind.

In Zeiten, wo das Karbid zu teuer ist, kann man die genannten Kalkstickstoffverfahren, die alle von Karbid ausgehen, durch ein von Siemens & Halske der Zyanidgesellschaft angegebenes und von ihr ausgearbeitetes, sog. direktes Verfahren umgehen. Es wird hierbei nach dem Vorschlag von Siemens & Halske in doppelwandigen, zementierten Öfen ein Gemisch aus Kalk und Kohle mit Hilfe des elektrischen Stromes in elektrischen Widerstandsöfen (analog den Öfen für die Elektrostahlerzeugung) bei Gegenwart von Stickstoff oder durch Generatorgas auf Weißglut erhitzt, wobei eine Kalzium-Zyanamid- oder Kalkstickstoffmasse mit 12—15 % Stickstoffgehalt entsteht. Der in beiden Fällen erforderliche Stickstoff wird aus der atmosphärischen Luft entweder durch Überleiten über glühendes Kupfer oder durch fraktionierte Destillation der flüssigen Luft nach dem Lindeschen Verfahren erhalten.

§ 5e.

Die Gewinnung gebundenen Stickstoffes nach Haber und nach Serpek.

Neben den oben besprochenen Verfahren, die die Feuerprobe des Großbetriebes siegreich bestanden haben, sollen noch die Verfahren von Professor Haber und Serpek genannt werden.

¹⁾ DRP. Nr. 163 320 Klasse 12k. — Vgl. Zeitschrift für Elektrochemie, Jahrg. 1905, S. 886.

Geh. Reg.-Rat Haber entdeckte die direkte Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak, während es Serpek gelang, sog. Aluminiumnitrit herzustellen, woraus leicht Ammonsulfat gewonnen werden kann. Prof. Habers Entdeckung besteht darin, daß er für eine aussichtsreiche Ammoniaksynthese aus dem Stickstoffgehalt der atmosphärischen Luft verschiedene brauchbare Katalysatoren (z. B. aus reinstem Eisenoxyd hergestelltes Eisen, ferner Osmium und schließlich Uran in Form von Metall und in Form von Legierungen als Karbid oder Nitrit) verwendet. Nach Haber kann man bei einem Druck von 200 Atm. und bei Temperaturen von $650-700^{\circ}\text{C}$ unter Verwendung von Eisen, das aus reinstem Eisenoxyd hergestellt ist, als Katalysator bei einer Gasgeschwindigkeit von 250 Liter in der Stunde leicht auf 1 Liter Kontaktmasse 250 g Ammoniak in der Stunde erhalten¹⁾.

Man versteht unter Katalyse einen chem. Prozeß, bei welchem eine mögliche Reaktion durch die Gegenwart eines Körpers — des Katalysators — beschleunigt wird, der aber dabei selbst unverändert bleibt. Katalytische Prozesse sind in großer Menge bekannt. Wir verweisen auf einen ausführlichen Vortrag von Bodländer, gehalten auf dem Kongreß für angew. Chemie, Berlin 1903, in dem vornehmlich anorganische Katalysatoren behandelt wurden, die für die Technik von besonderer Bedeutung sind.

Die Rechte der Haberschen Erfindung, welche, wenn sie sich im Großbetriebe bewährt (woran nach den bisherigen Versuchen kaum ein Zweifel besteht), sicherlich der einfachste und vielleicht auch als der billigste Weg zur Herstellung künstlicher Stickstoffverbindungen sein dürfte, sicherte sich die Badische Anilin- und Sodafabrik, um mit großem Geld-²⁾ und Arbeitsaufwand an die überaus schwierige technische Durcharbeitung zu gehen. Die erste Fabrik zur Erzeugung des künstlichen Ammoniaks ist im Herbst des Jahres 1913 bei Oppau nahe Ludwigshafen in Betrieb gesetzt worden.

¹⁾ Zeitschrift für Elektrochemie 1908, S. 194; 1910, S. 244; Vortrag des Direktors der Badischen Anilin- und Sodafabrik, Hofrat Prof. Dr. A. Bernthsen-Ludwigshafen über „Synthetisches Ammoniak“, gehalten auf dem VIII. Kongreß für angew. Chemie, New York, 7. Sept. 1912; ferner Vortrag von Geheimrat Prof. Dr. Fritz Haber-Berlin. „Die Vereinigung des elementaren Stickstoffs mit Sauerstoff und mit Wasserstoff“, Deutsche Chemische Gesellschaft, Berlin, 26. Apr. 1913.

²⁾ Man spricht von einem Kapital von 12 Millionen Mark.

Nach der Erfindung des österreichischen Ingenieurs Serpek gewinnt man als Nebenprodukt Aluminiumoxyd, das wiederum in der Aluminiumfabrikation benötigt wird; ausprobiert wird die Erfindung Serpeks in einer großen Versuchsanlage in Savoyen durch die Société Générale des Nitrures, die bekanntlich vom Aluminiumsyndikat gestützt wird, und in einer zweiten Fabrik in Arendaal (Norwegen); letztere wird auf Betreiben des norwegischen Industriellen Sam. Eyde von Det Norske Aktieselskab for Elektrokemisk Industri und auf Anregung von N. Bernheim-Paris und M. Badin-Paris von der Société Générale des Nitrures gemeinsam errichtet und soll 1914 voll in Betrieb gesetzt werden. Als Betriebskraft dienen die Wasserfälle in der Nähe von Arendaal, welche vorläufig mit 25 000 PS ausgenutzt werden sollen. Das Aktienkapital ist vornehmlich von französischen und norwegischen Kapitalisten aufgebracht worden und beläuft sich auf 15 Millionen Franken.

Anfangs bestand eine Patentstreitigkeit zwischen der Badischen Anilinfabrik, welche ähnliche Patente wie Serpek besitzt, jedoch wurden die Differenzen durch Vergleich beseitigt; infolgedessen erhielt die Badische für die Herstellung von Ammonsulfat nach Serpek die erforderlichen Lizenzen.

Unter Berücksichtigung dieser Ereignisse ist es erklärlich, warum der Anilinkonzern seine Kapitalien, wie wir auf S. 176 erörterten, aus der Norgesalpeterindustrie herauszog, um sie für die Finanzierung der Haberschen und Serpekschen Erfindungen flüssig zu haben.

Welche Aussicht auf Erfolg diese Erfindungen für die Fabrikation im Großen haben werden, muß die Zukunft lehren.

Da die Darstellung synthetischen Ammoniaks aber nicht unbedingt an das Vorhandensein billiger Wasserkräfte gebunden ist, kann die neue Industrie allen Kulturstaaten zugute kommen, ohne irgend einen anderen Industriezweig empfindlich zu schädigen; denn der Stickstoffhunger der Landwirtschaft wächst in allen Kulturstaaten von Jahr zu Jahr und zwar um über 5%; betrug doch der Wert des 1911 verbrauchten Stickstoffdüngers über 793 Millionen Mark.

Die Haberschen und Serpekschen Erfindungen sind für volkswirtschaftliche Erörterungen noch nicht reif, da sie sich noch mehr oder minder im Versuchsstadium befinden.

Mit Recht schreibt daher Prof. Dr. H. Großmann in seiner Broschüre über „Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft“, Berlin 1911, die katalytische Oxydation des Ammoniaks könne nicht zur Lösung der Stickstofffrage beitragen, da es sich dabei ja immer schon um bereits gebundenen Stickstoff handle.

Das Problem einer direkten Bindung des Luftstickstoffes dagegen ist vom technischen Standpunkte aus als *gelöst* zu betrachten. Offen ist nur noch in einigen Punkten die technisch-wirtschaftliche Seite; jedoch auch diese wird in unserer schnelllebigen Zeit bald ihre Lösung finden; besonders dann wird diese Schwierigkeit schnell überwunden werden, wenn die Technik die Gewißheit erhält, daß die Landwirtschaft für die Kunstprodukte ein Interesse hat, der Absatz also von vornherein gesichert ist. Es gilt daher, im nächsten Paragraphen die Frage zu beantworten, wie jedes der künstlichen Düngemittel: Kalksalpeter und Kalkstickstoff, die wir uns dank den Errungenschaften der Elektrochemie und der Hydroelektrotechnik zu annehmbaren Preisen aus Luft herstellen können, volks- und landwirtschaftlich zu bewerten ist.

§ 6.

Die Bewertung des Norgesalpeters und Kalkstickstoffes in der landwirtschaftlichen Praxis des In- und Auslandes.

Der Beantwortung der Frage, wie die neuen Luftstickstoff-Düngemittel zu bewerten sind, geht wohl am besten die Erörterung einiger physikalischen und chemischen Eigenschaften von Kalksalpeter und Kalkstickstoff voraus, da sich aus diesen Eigenschaften gewisse Vor- und Nachteile ohne weiteres ergeben.

a) Der Norge- oder Kalksalpeter, auch Kalziumnitrat genannt, ist, wie das Natriumnitrat oder der Chilealpeter, ein farbloses bis weißes, im Wasser sehr leicht lösliches Salz¹⁾, das der Formel $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ entspricht. Infolge seiner sehr großen Hygroskopizität ist der künstliche Kalksalpeter

¹⁾ In geringen Mengen kommt der Kalksalpeter auch in der Natur (namentlich in Venezuela) vor, und zwar dort, wo stickstoffhaltige Stoffe eine Spaltung durch das Vorhandensein von Kalk erfahren haben.

ohne vorherige Behandlung für Düngezwecke nicht geeignet; er wird aus diesem Grunde in seinem eigenen Kristallwasser geschmolzen, und dabei wird ein Teil des Wassers herausgetrieben, worauf die dann wieder erstarrte Masse zerkleinert und gemahlen wird. Der so behandelte Norgesalpeter stellt einen grobkörnigen, schmutziggrauen Gries dar mit einem (garantierten) Stickstoffgehalt von 13 %. Der Versand geschieht in Holzfässern, die innen mit Papier ausgeschlagen werden und netto 100 kg fassen. In dieser Verpackung hält sich die Ware jahrelang streufähig; sobald aber ein Faß geöffnet ist, muß der Inhalt wegen des hygroskopischen Charakters des Norgesalpeters sofort verwendet werden.

Verfasser hatte mit den einzelnen künstlichen Düngemitteln hinsichtlich ihrer Luftfeuchtigkeitanziehungskraft Versuche angestellt und gefunden, daß bei gleicher Gewichtsmenge und gleicher Schichthöhe der Chilesalpeter nach 20 Tagen nur etwas Feuchtigkeit aufwies, während beim Kalksalpeter nach 17 Tagen die Schälchen mit Wasser bedeckt waren. Diese große Hygroskopizität ist teils als großer Nachteil, teils (unter gewissen Verhältnissen) auch als ein Vorteil anzusehen.

Um die Frage der Vorteile und Nachteile möglichst einwandfrei feststellen zu können, hat sich Verfasser mit praktischen Landwirten in Verbindung gesetzt, die ihm zum Teil mit größter Bereitwilligkeit Auskunft über ihre praktischen Erfahrungen mit Norgesalpeter gegeben haben. Ähnliche Umfragen sind auch bei den Verbrauchern von Kalkstickstoff als Düngemittel gehalten worden. Im ganzen sind, wie schon erwähnt, 187 zum Teil für den vorliegenden Zweck recht wertvolle Antworten eingelaufen. Wir werden im nachstehenden über einige uns besonders wichtig erscheinende Ergebnisse dieser Umfrage näher berichten.

So schrieb uns die Rittergutsverwaltung Hebron-Damnitz des Freiherrlich von Gampschen Fideikommisses unter dem 12. August 1912, daß „ein Ausstreuen von Norgesalpeter mit der Hand ausgeschlossen ist, weil der Norgesalpeter infolge seiner leichten Löslichkeit an der Luft die Kleider der Arbeiter innerhalb weniger Minuten in tiefende, schmierige Säcke verwandelt und die Hände derartig verkleistert, daß ein gleichmäßiges Ausstreuen unmöglich wird. Auch das Streuen mit der Maschine

„Westfalia“ ist nur in Mengen von 100 kg aufwärts pro Hektar möglich. Bei kleineren Quantitäten wirkt die durch die Luft eintretende Schmierigkeit des Düngers hindernd auf ein gleichmäßiges Abfallen von der Maschine auf den Acker. Es kleckert, wie man zu sagen pflegt.“

Ähnlich äußert sich Prof. E. Heim von der Kgl. Gärtnerlehranstalt zu Dahlem bei Steglitz. Er schreibt dem Verfasser unter dem 16. August 1912, „daß der Norgesalpeter bei feuchtem Wetter in einigen Wochen seine Streufähigkeit verliert, ja völlig zerfließt, so daß dieser Übelstand der allgemeinen Verwendung dieses Salzes im Gartenbau hinderlich sein dürfte“.

Eine analoge Beobachtung hat Professor Dr. Haselhoff von der Landwirtschaftlichen Versuchsstation der Landwirtschaftskammer für den Reg.-Bez. Kassel gemacht: „durch die Hygroskopizität wird das Ausstreuen und die gleichmäßige Verteilung auf dem Felde so sehr erschwert, daß hierdurch die Anwendung in der Landwirtschaft in Frage gestellt ist.“ (Schreiben vom 15. 8. 1912.)

Professor Gerlach von der Abteilung für Agrikulturchemie, Bakteriologie und Saatzucht des Kaiser-Wilhelms-Instituts zu Bromberg kommt unter dem 14. August 1912 zu dem Schluß, daß „alle Bemühungen, die starke Hygroskopizität und das Zusammenballen zu beseitigen, bisher keinen vollen Erfolg gehabt haben, und daß man gut tut, die Ware sofort nach dem Öffnen der Tonnen auszustreuen.“

Den gleichen Übelstand bemängelt Landesökonomierat A. Upmeyer auf Borgholzhausen (10. 8. 1912), während Rittergutsbesitzer Laengner auf Dobieszewko (Prov. Posen) laut Schreiben vom 18. 8. 1912 beobachtet hat, daß „sich die Leute die Arme durchreiben, und daß Norgesalpeter ganz bösartige Geschwüre verursacht. Vermeiden läßt sich dieses nur, wenn die Hände und Unterarme vorher mit Öl bestrichen werden.“

Rittergutsbesitzer A. Scheffler auf Hohenkirch, Kreis Briesen, Westpr., regt (22. 8. 1912) den Bau von Spezialdüngerstreuemaschinen für Norgesalpeter an.

Landwirtschafts-Schuldirektor Heinrich zu Apenrade kommt (22. 8. 1912) zu dem Schluß, daß „die hygroskopische Eigenschaft des Kalksalpeters seine Anwendung in der großen landwirtschaftlichen Praxis erschwert. Schon daß er aus diesem Grunde in Holzfässern verpackt werden muß, wird von den Landwirten

wegen der unbequemen Handhabung der Fässer u n a n g e n e h m empfunden. Das Schlüpfrigwerden wird bei feuchtem, trübem Wetter so schlimm, daß der Kalksalpeter nur ungern angewendet wird.“

Im Gegensatz dazu äußerte sich der Landesökonomierat Steinmeyer von der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westpreußen unter dem 23. 8. 1912, daß „die Tonnen sich s e h r gut zur Obstverpackung usw. verwenden lassen, während die Chilesalpetersäcke fast gar keinen Wert haben, ja der Feuergefährlichkeit wegen auch nicht in Gebäuden aufbewahrt werden dürfen, wenn sie nicht gründlich ausgewaschen sind, und dazu fehlt es in der Bestellzeit oft an Personal und an Zeit“.

In ähnlicher Weise beklagten fast alle praktischen Landwirte des In- und Auslandes das hygroskopische Verhalten des Norgesalpeters.

Die angeführten Äußerungen mögen zum Beweise genügen; es sollen daher nur noch einige Belegstellen, die dem Verfasser vom Auslande zuzugingen, mitgeteilt werden:

James Hendrick, Strathcona-Fordyce, Professor of Agriculture von The North of Scotland College of Agriculture, Aberdeen, teilt die Ansicht des Verfassers, indem er ihm unter dem 22. 8. 1912 über Nitrate of Lime (= Norgesalpeter) schreibt, „that at the time it suffers under disadvantages owing to its hygroscopic nature. These render it difficult to handle, especially in damp weather, and prevent it becoming popular with farmers.“

S. Allinson Woodhead, Direktor des Agricultural and Horticultural College, Uckfield, Sussex, schreibt (unter dem 15. 8. 1912), daß „Nitrate of Lime is a manure which rapidly becomes moist on exposure air, this property under certain circumstances may be a great drawback.“

Wenn nun die starke Hygroskopizität als ein erheblicher Nachteil vermerkt wurde, so ist andererseits ein gewisser daraus abzuleitender Vorzug nicht in Abrede zu stellen, der sich bemerkbar macht, wenn das Düngen mit Norgesalpeter bei andauernder Trockenheit erfolgen muß. So bemerkt der Königl. Domänenpächter Ernst Stenzel der Domänen Zarnowitz und Odargau, daß er auf Grund seiner 4-jährigen Erfahrungen mit Norgesalpeter diesem den Vorzug gegenüber Chilesalpeter gibt, weil „der Norgesalpeter auch bei trockener Witterung gestreut werden kann,

da er in augenfälliger Weise die Feuchtigkeit geradezu anzieht, und seine Wirkung daher viel sicherer ist als beim Chilesalpeter, bei dessen Gabe man stets vom Regen abhängt“. (Schreiben vom 13. 8. 1912.)

Diesen von E. Stenzel beobachteten Vorzug heben zwar auch andere Verbraucher von Norgesalpeter (vgl. weiter unten das Schreiben des Fideikommißbesitzers Schlieper) besonders hervor, überwiegend tritt jedoch bei fast allen der Wunsch auf nach einer Verringerung der Hygroskopizität.

Wir können diese Frage jetzt als völlig geklärt betrachten und kommen zur nächsten: *Wie wirkt Norge- im Vergleich zum Chilesalpeter?*

Diese Frage hat auf unsere Erhebung hin ebenfalls eine sehr rege Beantwortung erfahren; sie aber in vorliegender Arbeit in einer präzisen Form zu beantworten oder einen „Wirkungsgrad“ aus dem Verhältnis $\frac{\text{Düngewert von Norgesalpeter}}{\text{Düngewert von Chilesalpeter}}$ zu errechnen, ist nicht möglich, da die Düngungsergebnisse von zahlreichen Nebenumständen abhängig sind, die durch die Beschaffenheit des Bodens, die klimatischen Verhältnisse, die zu bauenden Früchte und zahlreiche andere Faktoren bedingt sind. Es wird daher stets nur von Fall zu Fall möglich sein, eine Entscheidung zu treffen, ob Norge- oder Chilesalpeter das geeignetere Düngemittel ist.

Bei den Vergleichen ist ferner zu bedenken, daß der Stickstoffgehalt im Norge 13 %, im Chile aber 15,5 % beträgt, so daß gerechterweise stets 100 kg Chilesalpeter mit 120 kg Norgesalpeter verglichen werden müssen.

Aus fast allen Antworten klingt das eine heraus, daß der Kalksalpeter dem Chilesalpeter im großen und ganzen gleichwertig ist. Kalk arme Böden werden (nach Prof. Dr. Wagner-Darmstadt) voraussichtlich günstigere Verhältnisse für die Wirkung des Norgesalpeters bieten als kalkreiche. Bei einer Düngung schweren tonhaltigen Bodens spricht für Norgesalpeter, daß sein Kalkgehalt lockernd wirkt, während das Natron im Chilesalpeter leicht zu Verkrustungen führt, andererseits darf aber die Nebenwirkung des Kalks bei andauernder Behandlung nicht außer acht gelassen werden (Prof. Tacke-Bremen).

Reihen wir die Erfahrungen praktischer Landwirte aneinander, dann erhalten wir etwa folgendes Bild: „Eine der wichtigsten Früchte unserer Heimat, die Kartoffel, hat fast in allen Fällen zugunsten des Norge-Kalksalpeters reagiert; es ist dieses von so außerordentlicher Bedeutung, daß hier einzusetzen ist, um den Landwirt zu beeinflussen, zu Kartoffeln den Norge zu verwenden“ (Paul Hellmann auf Ochtmissen bei Lüneburg, Schreiben vom 27. 8. 1912).

Fideikommißbesitzer Schlieper auf Rittergut Gumnöwitz (Prov. Posen) teilte dem Verfasser (am 18. 10. 1912) mit, daß „der Chilesalpeter in dem außerordentlich trockenen Jahre 1910/11 bei Zuckerrüben überhaupt nicht zur Geltung kam, sondern noch 4 Wochen in seiner ursprünglichen Form auf dem Acker lag und den Rübenpflanzen direkt schadete. Hingegen löste sich der Norgesalpeter sofort auf und hatte schon nach 8 Tagen sichtbare Erfolge. Der Mehrertrag im Vergleich zu den mit Chilesalpeter bestreuten Parzellen betrug pro Morgen 1000 kg. Mit den bisher üblichen Düngerstreumaschinen kann nur sehr schwierig gestreut werden.“ Auf Rittergut Gumnöwitz wird „daher stets mit der Hand aus Blechkörben gestreut. Die Leute streuen Norge nicht gern, da sie schon nach 2 bis 3 Stunden vollkommen in ihrer Kleidung durchnäßt werden und an den Reibungsstellen der Kleidungsstücke (Hals und Handgelenk) Hautwunden bekommen. Norgesalpeter ist ein dem Chilesalpeter vollkommen gleichwertiger Stickstoffdünger und bei den zeitweise hohen Preisen des Stickstoffes im Chilesalpeter auch preiswerter als dieser. Auf dem Gute werden seit Jahren 20 000 bis 40 000 kg Norgesalpeter auch zu sämtlichen Kornpflanzen verwendet, und stets ist eine prompte Wirkung erzielt worden, welche namentlich in der hiesigen Gegend bei den austrocknenden Winden im Frühjahr so recht augensichtlich zu bemerken war. Ein weiterer Vorteil liegt in der guten Holztonnenverpackung ohne Gewichtsverlust, während beim Chile der Gewichtsverlust, namentlich bei längerer Lagerung, stets beträchtlich ist.“

„Der Hafer wuchs sehr freudig, und es waren während des Wachstums die Streifen ganz genau zu verfolgen, wo die Maschine etwas dicker oder gar doppelt gestreut hatte. Auch blieb der Hederich auf den mit Norge gedüngten Äckern ganz fort, während er sich sonst überall reichlich zeigte“ (H. Staudinger auf Lübsee in Mecklenburg, Schreiben vom 17. 8. 1912).

Wie bereits erwähnt, hat auch die Rittergutsverwaltung Hebron-Damnitz des Freiherrl. von Gampschens Fideikommisses gründliche Versuche angestellt. Verfasser erhielt vom Administrator Jacobi unter dem 12. August 1912 einen ausführlichen Bericht, dem wir folgendes entnehmen:

„Ich wende Norgesalpeter seit dem Frühjahr 1907 auf hiesiger 2500 Morgen großen Ackerwirtschaft als Stickstoff-Kopfdünger für Halmfrüchte (Winterung wie Sommerung) an. In den ersten Jahren habe ich vergleichende Versuche zwischen Chilesalpeter einerseits und Norgesalpeter andererseits angestellt. Es wurde natürlich dem um etwa 2 % höheren Stickstoffgehalt des Chilesalpeters durch ein entsprechend höheres Quantum Norgesalpeter beim Ausstreuen Rechnung getragen, so daß die zu vergleichenden Versuchspartzellen immer gleiche Stickstoffmengen erhielten. Das Resultat dieser Versuche war eine sich durchaus gleichbleibende Wirkung im Aussehen der Früchte beim Stand und im Erfolg beim Erdrusch. Nach dieser Erfahrung bin ich dazu übergegangen, den bis dahin angewandten Chilesalpeter bei der Sommerung ganz durch Norgesalpeter zu ersetzen, ja ich bin noch weiter gegangen und habe auch die Stickstoffmenge, welche bisher bei der Bestellung in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegeben war, in Form von Norgesalpeter als Kopfdünger gegeben, so daß also jetzt meine Sommerhalmfrüchte vor der Bestellung nur phosphorsaures Kali, den Stickstoff aber nur als Kopfdünger in Form von Norgesalpeter erhalten. Diese Maßnahme hat sich entschieden bewährt; denn die Hafererträge sind dabei ganz erheblich gestiegen. Was den Ersatz des schwefelsauren Ammoniaks durch Norgesalpeter anbetrifft, so könnte man einwenden, daß er ebensogut durch Chile zu bewirken wäre; das ist entschieden richtig, ich möchte aber bezweifeln, ob mit dem gleichen Erfolge wie durch Norgesalpeter. Ich gebe dem Norgesalpeter deshalb den Vorzug, weil seine Wirkung infolge seiner leichten Löslichkeit eine gleich gute ist, ob er bei feuchtem Wetter, wie es der Chilesalpeter verlangt, ausgestreut wird, oder bei andauernder Trockenheit, wie wir sie leider sehr oft in Pommern gerade in entscheidenden Entwicklungsperioden der Sommerhalmfrüchte erleben müssen. Als Kopfdünger für Roggen und Weizen habe ich den Norgesalpeter mit der gleichen Wirkung angewandt wie Chilesalpeter; möchte hierbei aber

bemerken, daß ich als erste Gabe im zeitigsten Frühjahr den Chilesalpeter nicht glaube entbehren zu können, und zwar deshalb, weil meistens zur Zeit dieser Gabe die Saaten für ein Befahren mit der Düngerstreumaschine, welche für den Norgesalpeter unbedingt erforderlich ist, noch nicht genügend abgetrocknet sind.“

Prof. E. Heim teilte dem Verfasser seine ausführlichen Düngungsversuche mit Gartenfrüchten (Kopfsalat, Kohlrüben, Kohlrabi, Spinat, Mohrrüben, Sellerie, rote Bete und Weißkohl) mit und kommt zu dem Schluß, „daß sich der Norgesalpeter im allgemeinen dem Chilesalpeter als gleichwertig erwiesen hat, wenn der Stickstoff in gleicher Menge gegeben wurde“.

Eine Überlegenheit des Norge konstatiert James Hendrick-Aberdeen (siehe oben); er schreibt (22. 8. 1912):

„The superiority of nitrate of lime over nitrate of soda was distinctly shown throughout all the experiments. This superiority was quite unexpected. Nitrate of soda is generally regarded as the most active of all the nitrogenous manures in ordinary use. Innumerable experiments in this and other countries have shown that on the average it will give for equal weights of nitrogen a somewhat superior result to sulphate of ammonia. The fact that nitrate of lime has done better in these experiments than nitrate of soda must be attributed to the lime.

Generally speaking the soils of this district are naturally deficient in lime, and frequently suffer from poverty of lime. Nitrate of lime supplies lime as well as nitrate. On the other hand nitrate of soda supplies soda, but no lime. Soda is not essential to crops and in certain circumstances may have injurious effects on the condition of the soil. Lime is essential to crops and its effect on the soil is beneficial. It is natural then to conclude that the superior action of the nitrate of lime is due to the fact that the nitrate is combined with lime which is a constituent generally deficient in our soils.“

Vorstehende Zitate aus den zahlreich eingegangenen Berichten der landwirtschaftlichen Praxis mögen zum Beweise genügen, daß im großen und ganzen vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus Norge- dem Chilesalpeter mindestens als gleichwertig zu betrachten ist.

b) Der Kalkstickstoff ebenso wie der Stickstoffkalk sind Gemische von Kalziumzyanamid mit freiem Ätzkalk und

Kohle. Die mittlere Zusammensetzung in Prozenten ist beim

Bestandteile	Kalkstickstoff nach Frank	Stickstoffkalk nach Westeregeln
Stickstoff	20—21 %	20,0 %
Kalziumoxyd	40—42 %	45,0 %
Kohlenstoff	17—18 %	19,5 %
Chlor	—	6,5 %

Wie diese Tabelle (nach Prof. Dr. Im mendorff-Jena und Dr. Kemp ski) erkennen läßt, handelt es sich im wesentlichen um gleichartige Stoffe, weshalb auch das oben erwähnte Übereinkommen, dem künstlichen Düngemittel den für die Praxis einheitlichen Namen „Kalkstickstoff“ zu geben, berechtigt erscheint.

Die Hygroskopizität des mausgrauen Pulvers ist wesentlich geringer als die des Chilesalpeters; während Chilesalpeter und schwefelsaures Ammoniak nach 20 Tagen eine beginnende Feuchtigkeit zeigten, war Kalkstickstoff nach dieser Zeit noch völlig trocken und fing erst nach etwa 30 Tagen an zu backen. Verfasser mischte dann gleiche Gewichtsmengen von Kalkstickstoff und Kalksalpeter, die erst nach 20 Tagen Spuren von Feuchtigkeit zeigten, um später (etwa nach 35 Tagen) naß und schmierig zu werden. Eine Mischung von 1 Teil Kalkstickstoff + 2 Teilen Kalksalpeter wurde bereits nach 20 Tagen schmierig, während 2 Teile Kalkstickstoff + 1 Teil Kalksalpeter erst nach 30 Tagen Spuren von Feuchtigkeit zeigten, um schließlich zu starken Klumpen zusammenzubacken.

Der Kalkstickstoff enthält durch die Fabrikation geringe Mengen von Kalziumkarbid und Phosphorkalzium beigemischt, die, falls die Lagerung in verschlossenen, aber feuchten Räumen erfolgt, den Anlaß zur Bildung explosibler Gase geben könnten. Aus diesem Grunde lassen die Eisenbahnbehörden (z. B. die englischen und die deutschen Bahnverwaltungen) nur Kalkstickstoff von $\frac{1}{4}$ % Karbid (d. h. 2,5 g Karbid pro kg Kalkstickstoff) zum Transport auf ihren Bahnen zu. Diesen Vorschriften trägt die Kalkstickstoffindustrie entsprechend Rechnung, so daß nur Produkte in den Handel kommen, die mit ihrem Karbidgehalt wesentlich unter dieser Grenze bleiben. Um das Anziehen von Wasser

und das Stäuben des Kalkstickstoffs auszuschließen, wird das Produkt mit etwa 3 % hochsiedendem, fast geruchlosem Öl vermengt, und außerdem erfolgt der Versand in doppelten Säcken, von denen der innere geteerte, in einem mit Pergamentpapier ausgelegten äußeren Sack steckt.

Über die Düngewirkung des Kalkstickstoffes liegen dem Verfasser ebenfalls zahlreiche Vergleichsresultate mit Chile- und Norgesalpeter vor, die sich kurz, wie folgt, zusammenfassen lassen:

Stickstoffverluste treten beim Kalkstickstoff nach längerem Lagern nicht auf, das Pulver bleibt stets streufähig.

Wir erhielten von James Hendrick (vgl. oben S. 197 u. 201) die Mitteilung:

1. „That calcium cyanamide (nitrolim or lime nitrogen) and nitrate of lime have both proved themselves active and effective nitrogenous manures.

2. That calcium cyanamide has shown itself equal to nitrate of soda or sulphate of ammonia as a manure for grain crops.

3. That nitrate of lime has proved itself rather more effective, weight for weight of nitrogen, than nitrate of soda, sulphate of ammonia or calcium cyanamide. This is probably due to the fact that it contains lime in combination with the nitrate. The results might be different in soils well supplied with lime.

4. That no noticeable injury was caused to germination by applying calcium cyanamide at the time of seeding. There does not appear to be any necessity, therefore, for applying this manure before the seed when it is used in dressings of about 1 cwt. per acre.

5. That both calcium cyanamide and nitrate of lime possess disadvantageous properties which may limit their use. Neither is suitable for mixing with soluble phosphates.“

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Prof. Dr. von Feilitzen, er schreibt: „Wenn wir schließlich die Ergebnisse der mit dem Kalkstickstoff ausgeführten Versuche zusammenfassen, so hat das neue Düngemittel eine ganz gute Wirkung auf Moorböden von verschiedener Beschaffenheit ausgeübt. In einigen Fällen stand es dem Chilesalpeter nach, in anderen war es ihm gleichwertig, und in einigen Fällen hat es den Salpeter etwas übertroffen. Mit dem schwefelsauren Ammoniak hat es sich auf den verschiedenen Moorböden zu Kartoffeln und Kohlrüben als ziemlich gleichwertig gezeigt. Kalkstickstoff schwedischer

Herkunft hat ohne irgendeine schädliche Einwirkung, sondern im Gegenteil mit sehr guter Wirkung zu Kartoffeln auf unzersetztem Hochmoorboden gegeben werden können, und dieselbe Beobachtung wurde mit dem Fabrikat aus Westeregeln zu Hafer und Roggen gemacht. Kopfdüngung mit Kalkstickstoff auf Hochmoorwiesen in Flahult zeigte einen sehr guten Effekt, und die Erntesteigerung war in zwei verschiedenen Serien sogar etwas höher als mit derselben Stickstoffmenge im Chilesalpeter.

Der Kalkstickstoff darf jedoch nicht zu spät ausgestreut werden; am zweckmäßigsten gibt man ihn einige Zeit vor dem Beginn der Vegetation, denn sonst kann er schädlich wirken und bei eintretender Dürre das Gras fast „verbrennen“.

Sehr eingehende Versuche sind auch mit dem von der Nippon Chisso Hiriyo Kabushiki Kaisha hergestellten Kalkstickstoff auf der Versuchsstation zu Komabe bei Tokyo gemacht worden. Uchiyama berichtet darüber in the Bulletin of the Imperial Central Agricultural Experiment Station Vol. I S. 93 und kommt zu dem Schluß, daß die Ursache, weshalb die Ergebnisse hinsichtlich der Wirkung des Kalkstickstoffs teils günstig, teils ungünstig für dieses neue Düngemittel ausfallen, hauptsächlich auf die Verschiedenartigkeit der Versuchsanstellung, auf die Bodenart usw. zurückzuführen seien.

Zu den gleichen Schlußfolgerungen kommt M. L. Malpaux, Directeur de l'École pratique d'Agriculture de Berthonval (Département du Pas-de-Calais); er schreibt dem Verfasser folgendermaßen:

„L'action du nitrate de chaux est analogue à celle du nitrate de soude et la cyanamide se comporte comme le sulfate d'ammoniaque. On peut se demander dans ces conditions, à quel engrais azoté il convient de donner la préférence. Si l'on détermine la valeur de l'unité d'azote dans chacun d'eux, on trouve qu'elle est, d'après les prix pratiqués au printemps 1912, de:

- 1 fr. 71 dans le nitrate de soude;
- 1 fr. 72 dans le nitrate de chaux;
- 1 fr. 70 dans le sulfate d'ammoniaque;
- 1 fr. 56 dans la cyanamide.

C'est la cyanamide qui livre l'unité d'azote au meilleur marché; mais cette indication ne suffit pas pour la recommander, il est

nécessaire de déterminer par des expériences sur le terrain dans quelle mesure elle peut-être substituée aux autres engrais azotés. Les essais que nous poursuivons depuis plusieurs années à l'École d'agriculture de Berthonval ont justement pour but de mettre en comparaison l'azote de la cyanamide, du nitrate de chaux, du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque.

Les résultats donnés par les quatre engrais azotés ne diffèrent pas très sensiblement les uns des autres et chacun d'eux peut, suivant la nature du sol et les conditions climatiques faire preuve d'une certaine infériorité. Dans les terres pauvres en chaux la cyanamide semble exercer une action indirecte très marquée analogue à celle que l'on remarque pour la chaux des scories et qui s'ajoute à celle de l'azote, mais la difficulté de son application peut constituer un obstacle au développement de son emploi. On incorpore déjà à l'engrais une certaine quantité d'huile et il suffirait d'en augmenter la dose pour la rendre moins poussiéreuse et faciliter son épandage.

En résumé, les résultats à attendre du nitrate de soude, du nitrate de chaux, du sulfate d'ammoniaque et de la cyanamide sont sensiblement équivalents."

Bei der Wichtigkeit, die die Stickstofffrage für sämtliche Kulturstaaten besitzt, darf es nicht wundernehmen, daß (fast ausnahmslos) von sämtlichen landwirtschaftlichen Versuchstationen des In- und Auslandes in dem letzten Triennium viele, zum Teil sehr eingehende Düngungsversuche angestellt worden sind, da allein der Düngungsversuch in der Lage ist, klaren Aufschluß zu geben über das Düngungsbedürfnis des Bodens. Diese Orientierung erscheint uns umso unerläßlicher, wenn man bedenkt, daß erstens die Kulturpflanzen nicht nur einen verschiedenen Bedarf, sondern auch eine verschiedene Aufnahmefähigkeit für die Nährstoffe Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Kalk besitzen und daß es zweitens wohl kaum ein Gewerbe gibt, bei dem der Erfolg — abgesehen von höheren Gewalten — mehr von den Erfahrungen und von der Aufmerksamkeit des Individuums abhängt wie gerade bei der Landwirtschaft. Die Ergebnisse der einzelnen Düngungsversuche sind in der Literatur des In- und Auslandes verstreut, weshalb wir im nachstehenden eine Zusammenstellung bringen.

Literaturangaben.

58. G. Ampola, Die verschiedenen Stickstoffdünger. *Annali della R. Stazione Chemico-Agraria Sperimentale di Roma, Serie II. Bd. IV. Rom 1910.*
59. P. Armbrustmacher, Zur Schädlichkeit der neueren stickstoffhaltigen Düngemittel für unsere Haustiere. *Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1909 S. 175.*
60. Bäßler-Köslin, Versuche zur Feststellung der Düngewirkung von Kalksalpeter und Kalkstickstoff im Vergleich zu denjenigen von Chilesalpeter und Ammonsulfat. *Jahrbuch der Versuchsstation Köslin 1909 S. 23.*
61. Behrens, Über Düngungsversuche mit Kalkstickstoff. *Bericht der landwirtschaftl. Versuchsstation Augustenburg für 1906.*
62. J. P. Beiler, Ettelbrück in Luxemburg. Über Düngungsversuche mit Stickstoffkalk im Jahre 1907. *Verlag der Sankt-Paulus Gesellschaft, Luxemburg.*
63. Hans Bernhard, Zürich, Die Verwendung künstlicher Stickstoffdünger auf Wiesen. *Deutsche Landwirtschaftl. Presse 1909 S. 451.*
64. Bertelsmann, Technologie der Cyanide; Abschnitte: Cyanide in Industrie und Gewerbe; Cyanide im Handel. *München-Berlin 1906.*
65. Jak. Bjerknes-Kristiania, Birkeland-Eydes Kalziumnitrat (Kalksalpeter) als Düngemittel; Gefäß- und Feldversuche 1904—05. *Norsk Hydro-Elektrisk Kvaestofaktieselskab, Kristiania 1906.*
66. Ch. Brioux, Beitrag zum Studium des Kalziumcyanamids. *Annales de la science agronomique 1910 S. 241.*
67. Brode, Über die Oxydation des Stickstoffes in der Hochspannungsflamme. *Halle, Verlag Knapp. 1905.*
68. N. Caro-Berlin, Die Industrie des Kalkstickstoffes. Vortrag auf dem VII. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie, London. *Zeitschrift für angewandte Chemie 1909 S. 1178.*
69. — Die Stickstoff-Frage in Deutschland. *Verlag Leonhard Simion Nachf., Berlin 1908.*
70. — Einheimische Stickstoffquellen. *Zeitschrift für angewandte Chemie 1906 S. 1569.*
71. P. Cornelius, Die Wirkung des künstlichen Düngers auf Marschboden. *Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1909, Stck. 20, S. 318.*
72. Cyanid-Gesellschaft, Der Kalkstickstoff als Düngemittel. *Broschüre der Verkaufsstelle für Kalkstickstoff der Cyanid-Gesellschaft, Berlin 1907.*
73. Donath u. Frenzel, Die technische Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffes. *Leipzig 1907, Verlag Deuticke.*
74. G. Erlwein, Über Fixierung der Luft und die praktische Anwendung der gewonnenen Körper. *Elektrochemische Zeitschrift 1906 S. 139.*
75. v. Feilitzen-Jönköping, Ergebnisse von ausgeführten Düngungsversuchen mit Kalksalpeter u. Kalkstickstoff auf Moorboden. *Svenska Moorkulturföreningens tidskrift 1905, S. 100; 1906, S. 212; 1907, S. 412; 1908, S. 91. Ferner: Österreichische Moorzeitschrift 1906, S. 38. Zentralblatt für Agrikulturchemie*

- 1906, S. 137. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche 1906, S. 136. Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1907, Nr. 28—29.
76. v. Feilitzen-Jönköping, Wieviel Stickstoff wird mit einer Lupinen-Gründung dem Boden einverleibt? Monatshefte für Landwirtschaft, Wien 1909, Heft 3, S. 9.
77. — Über die Stickstoffwirkung des Kalksalpeters und des Kalkstickstoffes auf Moorboden. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche 1909, S. 3.
78. — und Ivar Lugner, Über die Hygroskopizität einiger neuer Stickstoffdüngemittel. Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung 1911, S. 563.
79. Förster, Über die bisherigen technischen Versuche der Stickstoffverbrennung. Zeitschrift f. Elektrochemie 1906, S. 529.
80. A. Frank-Charlottenburg, Die Nutzbarmachung des freien Stickstoffes der Luft. Vortrag auf dem V. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu Berlin 1903.
81. — Über die direkte Verwertung des Stickstoffes der Atmosphäre für Gewinnung von Düngemitteln u. anderen chemischen Produkten. Vortrag auf dem VI. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu Rom 1906. Sonderabdruck der Oficina Tipografica Bodini di G. Bolognesi.
82. — On the Utilisation of the Atmospheric Nitrogen in the Production of Calcium-Cyanamide and its use in Agriculture and Chemistry. A Paper read before the Faraday Society; reprinted from the Transactions of the Faraday Society, 1908, Vol. IV.
83. M. Gerlach, Gewinnung und landwirtschaftliche Verwendung des Kalkstickstoffes. Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1904, Nr. 24, 37, 59.
84. — Die Nutzbarmachung des atmosphärischen Stickstoffes. Verhandlung der Winterversammlung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin 1904, Sonderabdruck Nr. 33.
85. P. Gordan, Ist der Genuß der neuen stickstoffhaltigen Düngemittel: Kalkstickstoff und Norgesalpeter für unsere Haustiere ebenso gefährlich wie Chilesalpeter? Deutsche Landwirtschaftliche Presse, Berlin 1909, S. 103.
86. J. Graffian, Düngungsversuche bei Zuckerrüben. Annales de Gembloux 1910, S. 65.
87. L. Grandeau, Die Salpetersäure und die Landwirtschaft. Annales de la science agronomique française et étrangère 1906, Bd. II, S. 256.
88. S. de Grazia, Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf die Wirkung des Stickstoffkalkes. Stazione sperim. agrar. ital. 1908, Bd. 41, S. 115.
89. — Über die Nitrifikation des Stickstoffkalkes in verschiedenen Bodenarten. Dieselbe Zeitschrift 1908, Bd. 41, S. 241.
90. — Über die Verunreinigungen des Chilesalpeters und die Möglichkeit der Anwendung des wenig gereinigten Salpeters. Dieselbe Zeitschrift 1908, Bd. 41, S. 258.
91. — Verhalten des Getreides gegen Stickstoffkalk (Kalziumcyanamid). Dieselbe Zeitschrift 1908, Bd. 41, S. 657.
92. H. Großmann, Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. Berlin 1911, Verlag M. Krayn.

93. Ph. A. Guye, La fixation industrielle de l'azote. Conférence faite à la Société chimique de France, 24. Mai 1909.
94. Haber, Über Gewinnung von Salpetersäure aus Luft. Zeitschrift für angewandte Chemie 1910, S. 684.
95. Haber u. König, Oxydation des Luftstickstoffes. Übersicht über die von Mitte 1907—1909 ausgeführten Versuche. Zeitschrift für Elektrochemie 1910, S. 11.
96. A. D. Hall, Lawes Agricultural Trust, Rothamsted Experimental Station, Harpenden. Über die Wirkung von Kalkstickstoff u. Kalksalpeter. Journal of the Board of Agriculture, March 1910, Vol. XII, Nr. 12.
97. — Verschiedene Düngungsversuche. Annual Report for 1911 with the Supplement to the Guide to the Experimental Plots 1912.
98. Haselhoff-Marburg. Untersuchungen über die bei der Zersetzung des Kalkstickstoffs entstehenden gasförmigen Verbindungen und ihre Einwirkung auf das Pflanzenwachstum. Landwirtschaftl. Versuchsstationen Bd. 68, S. 189.
99. J. Hendrick, New Nitrogenous Manures. Transactions of the Highland and Agricultural Society of Scotland 1909.
100. — Report on Experiments with new nitrogenous manures 1904—1908. Aberdeen and North of Scotland College of Agriculture 1909.
101. Hiltner, Empfiehlt sich die Verwendung von Kalkstickstoff oder Kupfervitriol zur Hederich-Bekämpfung? Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 1909.
102. Huber, Zur Stickstofffrage. Bern 1908, Verlag Stempeli.
103. Immendorff u. Kempfski, Kalziumzyanamid als Düngemittel. Stuttgart 1907. Verlag Eugen Ulmer.
104. R. Inouye, Über die Verwendung von Dizyanamid als Stickstoffdünger. Journal of the College of Agriculture, Tokyo 1909, Vol. II, Heft 2.
105. Konrad W. Jurisch, Salpeter und sein Ersatz. Leipzig 1908, Verlag von S. Hirzel.
106. Kaiser, Der Luftstickstoff und seine Verwertung. Leipzig 1910, Verlag G. B. Teubner.
107. Kappen, Die Zersetzung des Zyanamids durch mineralische Bodenbestandteile. Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung 1910, Jahrg. 59, Heft 19.
108. Fr. Lang, Zur Hederich-Bekämpfung. Wochenblatt des landwirtschaftlichen Vereins in Bayern 1911, S. 100.
109. A. Ritter von Liebenberg, Düngungsversuche mit Kalkstickstoff zu Wintergetreide und Zuckerrüben. Zeitschrift für das landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich 1908, XI., Heft 3, S. 153.
110. Löhns u. Sabaschnikoff, Über die Zersetzung von Kalkstickstoff und Stickstoffkalk. Zentralblatt für Bakteriologie II, 1908, Bd. XX, S. 322.
111. L. Malpeaux, Anwendung der Stickstoffdünger und des Kalksalpeters. Journal d'Agriculture Pratique 1908, Bd. II, S. 265.
112. — Über die Verwendung des Zyanamids als Dünger zu verschiedenen Kulturen. Blätter für Zuckerrübenbau 1911, S. 375.
113. — Expériences sur les engrais: Emploi des engrais azotés nitrate de chaux, nitrate de soude, cyanamide. Bulletin de l'École pratique d'Agriculture de Berthonval 1911, XI. année, pg. 27.

114. L. Malpeaux, Action comparée de l'azote du nitrate de soude, du nitrate de chaux, du sulfate d'ammoniaque et de la cyanamide. Dieselbe Zeitschrift 1912, XII. année.
115. Müntz u. Nottin, Die Anwendung des Kalziumzyanamids in der Landwirtschaft. Comptes rendus de l'Académie des sciences 1908, Bd. 147, S. 902.
116. Münzinger, Der Stickstoffkalk, seine Verwendung und Wirkung. Berlin 1906, Verlag Parey.
117. J. Namba u. C. Kanomata, Die Wirksamkeit von Kalziumzyanamid unter verschiedenen Düngungsbedingungen. The Bulletin of College of Agriculture, Tokyo 1908, Bd. VII, S. 631.
118. Neuburger, Die Apparate zur Verwertung des Luftstickstoffes. Zeitschrift für angewandte Chemie 1906, S. 984.
119. G. Paris, Getreide-Düngungsversuche mit Kalksalpeter aus Notodden. Stazione sperimentale agricola italiana 1908, Bd. 41, S. 171
120. R. Perotti, Über die Stickstoffernährung der Pflanzen mittels Amidkörper. Stazione sperim. agricola ital. 1908, Bd. 41, S. 593.
121. Plagemann, Der Chilesalpeter. Berlin 1908, Verlag des Saaten-, Dünger- und Futtermarktes.
122. M. Ch. Pluvinaud, Communication sur la cyanamide, la fabrication française, son rôle agricole. Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Paris, Mars 1909.
123. W. Rabius, Kritische Betrachtungen zur voraussichtlichen Lösung der Stickstofffrage. Jena 1907, Verlag Fischer.
124. F. Reis, Physiologische Versuche mit Kalziumzyanamid und einigen daraus hergestellten Verbindungen. Biochemische Zeitschrift 1910, Bd. 25, S. 477.
125. Th. Remy, Untersuchungen über die Wirkungen des Kalkstickstoffes auf verschiedene Bodenarten. Landwirtschaftl. Jahrbücher 1906. Ergänzt.-Bd. IV, S. 114.
126. Riecke, Der Stickstoff und seine Bedeutung in der Industrie und in der Landwirtschaft. Vortrag, gehalten am 26. X. 1908 im Technischen Verein zu Bromberg.
127. Rindell, Versuche mit Chilesalpeter, Kalksalpeter und Karbidstickstoff auf den Versuchstationen des finnischen Moorkulturvereins. Meddelanden från Finska Mosskulturföreningens försöksverksamhet III. Helsingfors 1911, S. 22.
128. Sabaschnikoff, Untersuchungen über Kalkstickstoff und Stickstoffkalk. Mitteilungen des Landwirtschaftlichen Institutes der Universität Leipzig 1908, Heft 9.
129. E. Saillard, Düngungsversuche bei Zuckerrüben. Journal d'Agriculture Pratique 1910, Bd. I, S. 267.
130. — Düngungsversuche bei Zuckerrüben mit Chilesalpeter, Kalksalpeter, Zyanamid und Kainit. Journal d'Agriculture Pratique 1911, Bd. I, S. 237.
131. A. Schmid, Kalkstickstoff zur Hederichunterdrückung. Deutsche Landwirtschaftl. Presse 1909, Nr. 89.

132. W. Schneidewind, Versuche über die Wirkung des Chilesalpeters, Ammoniaksalzes, Kalkstickstoffes, Stickstoffkalkes und des norwegischen Kalksalpeters. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1908, Heft 146.
133. — Die Stickstoffquellen und die Stickstoffdüngung. Berlin 1908, Verlag Parey.
134. — Versuche über die Wirkung verschiedener Stickstoffformen. Siebenter Bericht über die Versuchswirtschaft Lauchstädt der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen. Umfassend die Jahre 1907—1909. Landwirtschaftliche Jahrbücher Bd. 39, Ergänzungsband III, 1910.
135. — Weitere Versuche über die Wirkung verschiedener Stickstoffformen. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1912, Heft 217.
136. Schulze-Breslau, Vergleichende Düngungsversuche mit Kalkstickstoff, Stickstoffkalk und anderen Stickstoffdüngern. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Dresden 1907.
137. John Sebelien, Einige Düngungsversuche mit den neuen Stickstoffdüngemitteln an der Norwegischen Landwirtschaftlichen Hochschule zu Aas. Journal für Landwirtschaft 1906, Bd. 54, S. 159.
138. Siefert u. Dr. M. Helbig, Stickstoffdüngungsversuche mit zweijährigen Saatschulffichten. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Ges. 1910, Stck. 11, S. 158.
139. B. Sjollema u. J. C. de Ruyter de Wildt, Versuche über die Wirkung der neuen Kunstdüngemittel Kalkstickstoff, Stickstoffkalk und Kalisalpeter. Verlagen von landbouwkundige on der zoekingen der Rykslandbouw-proefstations, 1907, Heft II.
140. H. G. Söderbaum, Om nyare methoder att i jordbrukets tjänst tillgodogöra luftens kväfoe (Über neue Methoden zur Erzeugung von Luftstickstoff für landwirtschaftliche Zwecke). Meddelande Nr. 50 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruks området. Kgl. Landbruksakademiens tidskrift 1904, Nr. 6, S. 377.
141. — Kopfdüngung mit Kalkstickstoff und mit Gemenge von Kalkstickstoff. Kungl. Landbruksakademiens Handlingar och Tidskrift. Stockholm 1911, S. 707.
142. Stocklasa-Prag, Beitrag zur Kenntnis der Stickstoffanreicherung des Bodens durch Bakterien. Deutsche Landwirtschaftl. Presse 1908, S. 25.
143. F. Strohmer u. O. Fallada, Einfluß starker Stickstoffdüngung auf die Beschaffenheit der Zuckerrübe. Österreichisch-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Jahrg. 38, 1909, S. 708.
144. Stutzer-Königsberg, Die Wirkung von Stickstoffkalk auf Mohrrüben, Kohlrüben und Futterrüben unter feuchten klimatischen Verhältnissen. Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung I, 1908.
145. — Düngungsversuche mit Kalksalpeter zu Kartoffeln. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Ges. 1908, Stck. 4, S. 19.
146. — Kalkstickstoff als Kopfdünger für Roggen. Deutsche Landwirtsch. Presse 1908, S. 737.
147. — Düngungsversuche mit Kalksalpeter zu Tabak und zu Tomaten, ausgeführt 1907 in der Vegetationsanlage des agrikultur-chemischen Instituts

- zu Königsberg. Zeitschrift für das landwirtsch. Versuchswesen in Österreich 1908, Jahrg. XI, S. 531.
148. Stutzer-Königsberg, Steigerung der Wirkung des Zyanamids auf den Ertrag landwirtschaftl. Kulturpflanzen unter dem Einfluß von Eisenoxyd. Vortrag, gehalten auf dem VIII. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu New York 11. Sept. 1912.
 149. Stutzer, F. Reis u. J. Söll, Neuere Beobachtungen über die Wirkungen und Eigenschaften von Kalkstickstoff. Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung 1910, S. 413.
 150. A. Ten Cate, A. Izn & Co.-Groningen, Bemestingsproeven met Kalkstikstof 1911.
 151. S. Uchiyama, Über den Düngewert des Kalziumzyanamids unter verschiedenen Bedingungen (Versuche auf der Versuchsstation zu Komabe bei Tokyo). The Bulletin of the Imperial Central Agricultural Experiment Station 1908, Vol. I, Nr. 2, S. 93.
 152. C. Ulpiani, Über die vermeintliche ammoniakalische Gärung des Zyanamids (Kalkstickstoff). Gazette chimic. italiana 1908, Jahrg. 38, Teil II.
 153. Vagler, Die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes in Natur und Technik. Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1908.
 154. Joh. J. Vaňha, Versuche über die Wirkung des Kalkstickstoffes, Chilesalpeters und schwefelsauren Ammoniaks. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 1909.
 155. Ed. B. Voorhus u. J. G. Lipman, Vergleichende Untersuchungen über die Anwendung stickstoffhaltiger Düngemittel. New Jersey Agricultural Experimental Stations, Bulletin 221, Juli 1909.
 156. Th. Waage, Ein Rundgang durch die modernen Düngstoff-Produktionsstätten. Verlag des Saaten-, Dünger- und Futtermarktes 1909.
 157. Wagner-Darmstadt, Stickstoffdünger und Reingewinn. Berlin 1906, Verlag Parey.
 158. — Stickstoffdüngungsversuche. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Ges., Heft 129, 1907.
 159. — Versuche über die Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen und die Verwendung von Chilesalpeter, Ammoniak und Kalkstickstoff. Berlin 1908, Verlag Parey.
 160. — Versuche mit Kalksalpeter im Vergleich zum Chilesalpeter. Bericht über die Tätigkeit der Großherzogl. landwirtsch. Versuchsstation Darmstadt für das Jahr 1909, S. 40.
 161. — Kalksalpeter oder Natronsalpeter? Mitteilungen der Deutschen Landw. Gesellsch. 1910, Stck. 8, S. 107.
 162. — Die Anwendung künstlicher Düngemittel. Berlin 1911, Verlag Parey.
 163. — 5 jährige Versuche auf dem Gute Monsheim über die Frage des Düngewertes von Ammoniaksalz, Ammoniaksuperphosphat, Kalkstickstoff, Kalknitrat und Kalknitrit im Vergleich zum Chilesalpeter. Bericht über die Tätigkeit der Großherzogl. landwirtschaftl. Versuchsstation Darmstadt 1912.
 164. Weitz, Der Chilesalpeter als Düngemittel. Berlin 1905, Verlag Parey.

165. O. N. Witt, Die Nutzbarmachung des Luftstickstoffes. Chemische Industrie 1905, S. 699.
165. S. Allinson Woodhead, Results of Experiments 1911 and Guide to Experiments at the College Farm, Little Horsted. Agricultural and Horticultural College, Uckfield, Sussex 1912.
166. Zenneck, Die Verwertung des Luftstickstoffes mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens. Vortrag, gehalten auf der 82. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg 1910. Verlag Hirzel, Leipzig.

Abhandlungen und Aufsätze über Luftstickstoff finden sich ferner in folgenden Schriften:

- Deutsche Medizinische Wochenschrift 1901, S. 70, 88, 89, 682.
Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie, 6. Auflage, I. Band, 2. Abteilung, S. 98.
Ladenburg, Handwörterbuch der Chemie, 10. Band (1892), S. 466.
Revue de l'Electricité et de l'Eclairage en général Nr. 18, vom 30. 9. 03.
Elektrotechnischer Anzeiger 1901, S. 3340.
Liebigs Annalen 174, S. 35, 39.
Cross u. Shephard, Proceed. Amer. Acad. 22, 1886 (1), S. 227.
Sitzungsberichte der Wiener Akademie 95 II, S. 992, 1887.
Comptes Rendus 82, S. 1316 (Berthelot).
Journal für prakt. Chemie 4, 1.
Annal. de Phys. 28, 385 (Brewster).
Zeitschrift anal. Chem. 8, 402 (Luck).
Annal. de Phys. 2, 139 (Moser).
Polytechn. Notizblatt 34, S. 334 (1879): Boettger, Entstehung salpetriger Säure bei Ausgleich entgegengesetzter Elektrizitäten.
Scientific American, 1879, 40, S. 56: „Nitric acid produced by electr. light“; 1879, 41, S. 261: „Amount of nitrous acid produced in el. illum.“ (von Dewar).
Chemical News 1883, 48, S. 253, 264, Johnson: „Electrochemical researches on nitrogen“; 1897, 76, S. 316/7, Veley: „Electric conductivity of nitric acid“.
Poggendorfs Annalen 1892, 46, S. 219, v. Sepee: „Oxydation des Stickstoffes durch elektrische Funken“ (fabrikmäßige Darstellung von Salpetersäure).
Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 1897, 30, S. 1027/30. Derselbe Aufsatz wie vor.
Naturw. Rundschau 1886, S. 427, Thomson u. Threefall: „Wirkung elektrischer Entladungen auf Stickstoff“.
Electrical World 1898, 32, S. 319/20, Crookes: „Electrical fixation of nitrogen“.
Annales de Chimie et de Physique 1900, Ser. 7, Tome 19, S. 145—50 S. 154—58, Aufsatz von Berthelot.
Zeitschrift für Electrochemie 17 (1901), S. 831/42, Aufsatz von Suler: „Electrol. Reduction de Nitride“.
Journal of the Society of chemical Industry, London, Jg. 20, 1901, S. 5/8, Aufsatz von Guttman: „The earthy manufacture of sulphuric and nitric acid.“
Chemische Industrie, Berlin, Jg. 24, 1901, S. 189/191, Hasenclever: „Neuerungen in der Salpetersäurefabrikation“.

- Chemische Industrie, Berlin, Jg. 20, S. 554/6, S. 1189/91, Volney: „Manufacture of nitric acid“.
- Le Génie civil, Paris, tome 38, S. 395/6, Nouvelle méthode de fabrication de l'acide azotique.
- American mills, Chicago 30, S. 899, Dunlap: „Elektrolytische Gewinnung des Stickstoffes der Luft nach Bradley u. Lovejoy“.
- Celluloid-Industrie (Beilage zur Gummi-Zeitung), Dresden 1902, S. 1/2, Margosches: „Neuerungen in der Salpetersäurefabrikation“, Bericht über Fortschritte 1892—1900.
- Electrical Review, N. Y. 41, S. 518/22, Aufsatz von Browne „Electric nitrification of the atmosphere — Bradley's and Lovejoy's apparatus.“
- Elektrotechnische Zeitschrift 23, S. 871, „Gewinnung von Stickstoff aus der Luft“.

Der gleiche Aufsatz findet sich in:

- Prometheus 14, S. 145/7.
- Iron age N. Y. 69, 15/5, S. 12/3.
- Electrician, London 49, S. 684.
- Chemical news, London, 86, S. 238/9.
- La Nature, Paris, 30, II, S. 236/8.
- Le Cosmos, Paris.
- Deutsch-Amerik. Apotheker-Ztg. 1902, II, S. 390/2.
- Dinglers polytechn. Journal Bd. 318, S. 262/7, Rasch: „Elektrische Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus der atmosphärischen Luft“.
- Electrochemische Zeitschrift 10, 1903, S. 110/3, „Elektrische Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus der atmosphärischen Luft“, 2 Werke am Niagara.
- Rigasche Industrie-Zeitung 29, 1903, S. 159, „Gewinnung von Salpetersäure aus atmosphärischer Luft“.
- Revue générale de chimie pure et appliquée, Paris, Tome 6, S. 517/22, Brandt: „Préparation industrielle de l'acide nitrique par fixation de l'azote atmosphérique“.
- Eclairage électrique 37, S. 505/12, Kowalski: „Production de l'acide nitrique par décharges électriques.“
- Revue industrielle 34, S. 305/6. Der gleiche Aufsatz wie vor.
- Bulletin de la Société internationale des électriciens, Paris 3, II, 1903, S. 314/22.
- Journal of the Society of Chemical Industry, London 22, S. 780/1, Volney, „manufacture of nitric acid (by strong induction currents)“.
- Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin 36, S. 438/53, Muthmann u. Hofer, „Verbrennung des Stickstoffes zu Stickoxyd in der elektrischen Flamme“.

Deutsche Reichs-Patente über die Stickstoffgewinnung auf elektrischem Wege.

DRP. Nr. Klasse

1886.

40 354 Kl. 12 h vom 16. Januar 1886, C. L. R. E. Menges in Haag. Verfahren zur Reduktion oder Dissoziation von Verbindungen mittels elektrischer Glühhitze.

- DRP. Nr. Klasse 1894.
- 83 097 Kl. 12 i vom 20. März 1894, James Douglas Darling und Harry Clarence Forest, Philadelphia. Verfahren zur Herstellung von Salpetersäure und Alkalimetall durch Elektrolyse.
1895.
- 88 320 Kl. 12 h vom 16. Juli 1895, Aloys Naville, Philippe A. Guye und Ch. Eugene Guye, Genf (Schweiz). Elektrischer Gasreaktionsapparat.
1896.
- 93 592 Kl. 12 h vom 25. Juni 1896, Dr. Aug. E. Bonna, Dr. Alex. Le Royer und Paul von Berckem, Genf. Apparat, um Gase elektrischen Entladungen auszusetzen.
1897.
- 99 684 Kl. 12 h vom 2. Oktober 1897, J. F. L. Ortt im Haag. Vorrichtung zur Erzeugung dunkler elektrischer Entladungen.
1898.
- 104 747 Kl. 12 h vom 2. September 1898. Derselbe wie vorher. Gleicher Titel. Zusatz zu 99 684.
1899.
- 106 514 Kl. 12 h vom 30. März 1899, Dr. Marius Otto, Neuilly (Seine). Apparat zur Erzeugung elektrischer Entladungen. Zusatz zum Patent 96 400 vom 5. Juni 1897.
1901.
- 125 695 Kl. 12 h vom 19. März 1901, J. F. L. Ortt im Haag. Vorrichtung zur Erzeugung dunkler elektrischer Entladungen. Zusatzpatent zu 99 684 vom 2. Oktober 1897. Früheres Zusatzpatent 104 747.
- 152 805 Kl. 12 h vom 4. September 1901, Harry Pauling in Brandau (Böhmen). Verfahren und Apparat zum Behandeln von Gasen, Gasgemischen, Dämpfen usw. mittels des elektrischen Funkens.
- 157 629 Kl. 12 h vom 10. September 1901, Westdeutsche Thomasphosphatwerke G. m. b. H., Berlin. Verfahren und Apparat zur Behandlung von Gasen, Dämpfen und dergl. mit elektrischen Funken.
- 160 090 Kl. 12 h vom 11. September 1901. Derselbe wie vorher. Gleicher Titel. Zusatz zu 157 629.
1902.
- 179 288 Kl. 12 i vom 10. Juli 1902, Atmospheric Products Co. in Niagara-Falls (V. St. A.). Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen auf elektrischem Wege.
- 174 564 Kl. 12 i vom 23. Juli 1902, Initiativ-Komitee für die Herstellung von stickstoffhaltigen Produkten in Freiburg, Schweiz. Elektrische Stromverteilungsanlage zur Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus Gasgemischen.
- 194 326 Kl. 12 i vom 26. Juli 1902, Westdeutsche Thomasphosphatwerke G. m. b. H., Berlin. Verfahren zur Darstellung von Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen durch Einwirkenlassen elektrischer Entladungen auf Luft oder andere, freien Stickstoff und Sauerstoff enthaltende Gasgemische.

DRP. Nr. Klasse

200 876 Kl. 12 i vom 22. August 1902, Westdeutsche Thomasphosphatwerke G. m. b. H., Berlin. Verfahren zur Darstellung von Stickstoffoxyden durch Einwirkenlassen elektrischer Entladungen auf atmosphärische Luft.

1903.

179 882 Kl. 12 h vom 5. April 1903, Kristian Birkeland, Christiania. Verfahren zur Durchführung endothermisch verlaufender Reaktionen in Gasen und Gasgemischen unter Anwendung des verbreiterten elektrischen Lichtbogens.

187 585 Kl. 12 h vom 28. Juni 1903, Soc. anon. d'études électrochimiques, Genf. Einrichtung zur Behandlung von Gasen oder Dämpfen mit elektrischen Flammenbögen unter Verwendung von hörnerartigen oder ähnlich gestalteten Elektrodenpaaren, zwischen denen der Abstand mit der Höhe zunimmt.

173 519 Kl. 12 h vom 18. Oktober 1903, August Schneller in Ginneken b. Breda und Dirk Koelemaann in 's-Gravenhage. Verfahren zur Behandlung von Gasen oder Gasgemischen mit dunklen elektrischen Entladungen.

1904.

184 958 Kl. 12 h vom 10. Mai 1904, Salpetersäure-Industrie-Gesellschaft m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zur Behandlung von sauerstoffhaltigen Gasgemischen mit dem elektrischen Flammenbogen bei Verwendung von Kohlen-Elektroden.

188 750 Kl. 12 h vom 1. Juni 1904, Graf Amaury de Montlauer, Paris. Verfahren zur Behandlung von Gasen oder Dämpfen mit elektrischen, leuchtenden oder dunklen Entladungen, z. B. zwecks Erzeugung von Ozon, Stickoxyden und Ammoniak. Priorität der Anmeldung in Frankreich vom 3. Juni 1903.

168 601 Kl. 12 h vom 8. Juni 1904, Badische Anilin- u. Soda-Fabrik, Ludwigshafen. Verfahren zur Verminderung der Phasenverschiebung im Stromkreise bei der Behandlung von Gasen mit elektrischen Flammenbögen.

185 931 Kl. 12 h vom 24. Juni 1904, Alex de Hemptinne, Gand, Belgique. Apparat zur chemischen Behandlung von Flüssigkeiten mit Gasen, bei welchem die Gase in Gegenwart der zu behandelnden Flüssigkeit elektrischen Glimmentladungen ausgesetzt werden.

188 231 Kl. 12 h vom 19. Juli 1904, Aktieselskabet Det Norske Kvaestofkompagni in Kristiania. Verfahren zur Behandlung von Gasen in einem Magnetfeld mit elektrischen Entladungen unter Verwendung von Wechselstrom. Mit Priorität der norwegischen Anmeldung vom 14. September 1903.

170 585 Kl. 12 h vom 19. Juli 1904, Aktieselskabet Det Norske Kvaestofkompagni in Kristiania. Ofen zur Behandlung von Gasen mit einer in einem schmalen Ofenraume durch einen Magneten scheibenartig ausgebreiteten elektrischen Flamme.

DRP. Nr. Klasse

- 202 695 Kl. 12 h vom 2. August 1904, Dr. Johan A. Petersson, Alby, Schweden. Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung endothermisch verlaufender Gasreaktionen. Priorität der schwedischen Anmeldung vom 23. Dezember 1903.
- 189 864 Kl. 12 i vom 13. September 1904, Dr. Demetrio Helbig in Rom. Verfahren zur Darstellung von Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen aus atmosphärischer Luft oder anderen Stickstoff und Sauerstoff enthaltenden Gasgemischen mittels des elektrischen Lichtbogens.
- 174 177 Kl. 12 h vom 23. September 1904. Frédéric de Mare in Brüssel. Verfahren zur Behandlung von Luft, Gasen oder Dämpfen mit elektrischen, zwischen den Flügeln eines Ventilators stattfindenden, Entladungen.
- 176 036 Kl. 12 h vom 23. September 1904, Frédéric de Mare in Brüssel. Vorrichtung zur Behandlung von Gasen und Dämpfen oder von Mischungen aus beiden mit elektrischen Entladungen zwischen rotierenden Elektroden.
- 196 829 Kl. 12 i vom 15. Dezember 1904, Salpetersäure-Ind.-G. m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zur Ausführung endothermischer Gasreaktionen mit Hilfe von in sauerstoffhaltigen Gasen zwischen geschmolzenen Metalloxyden überspringenden Licht- oder Flammenbögen.
- 185 897 Kl. 12 h vom 21. Dezember 1904, Fa.: A. J. Petersson in Alby, Schweden, und Aktieselskabet Det Norske Kvaelstofkompagni, Kristiania. Verfahren und Apparat zur Ausführung chemischer Reaktionen in Gasen und Gasgemischen mittels elektrischer Lichtbögen zwischen Elektroden mit verhältnismäßig großem Abstand.

1905.

- 202 559 Kl. 12 h vom 28. Februar 1905, J. J. Thoresen in Kristiania und Filip Tharaldsen in Merakar in Norwegen. Verfahren und Einrichtung zur Ausziehung von elektrischen Bögen oder Entladungen, vornehmlich zur Behandlung von Gasen.
- 180 290 Kl. 12 h vom 28. April 1905, Société anon. d'Électr. et d'Automobiles Mors, Paris. Vorrichtung zur Behandlung von Gasen mit elektrischen Entladungen, bei der eine drehbare leitende Welle mit einer Anzahl von ihr abstehender regelmäßig verteilter Elektroden versehen ist, die an einer Reihe von ringsum angeordneten, nicht umlaufenden Gegenelektroden vorbeigeführt werden.
- 193 518 Kl. 12 h vom 9. Juni 1905, Dr. Alfred Hauck, Schönlanke. Verfahren zur Ausführung von Gasreaktionen mit Hilfe elektrischer Entladungen.
- 187 367 Kl. 12 i vom 11. Juni 1905, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H., Gelsenkirchen. Apparat zur Ausführung des Verfahrens der Darstellung von Salpetersäure oder dergl. aus Luft bzw. anderen Gasgemischen.

DRP. Nr. Klasse

- 201 279 Kl. 12 h vom 24. Juni 1905, Badische Anilin- u. Soda-Fabrik, Ludwigs-
hafen. Verfahren zur Erzeugung beständiger langer Lichtbogen
und deren Verwendung zu Gasreaktionen.
- 186 454 Kl. 12 i vom 10. August 1905, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H. in Gelsen-
kirchen. Vorrichtung zur Darstellung von Salpetersäure oder
Stickstoffoxyd aus atmosphärischer Luft mittels des elektri-
schen Lichtbogens.
- 180 691 Kl. 12 h vom 19. August 1905, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H., Gelsen-
kirchen. Verfahren zur Behandlung von Gasen mit dem elektri-
schen Lichtbogen mit Hindurchführen leitender fester Körper
zwischen feststehenden Elektroden in regelmäßiger Zeitfolge.
- 214 445 Kl. 12 h vom 30. Januar 1907, Kristian Birkeland, Kristiania. Ver-
fahren zur Erzeugung elektrischer Lichtbogen in einem Magnet-
feld. Norw. Prior. vom 31. Januar 1906.
- 200 006 Kl. 12 h vom 13. Februar 1907, Kurt Kiehle in Nürnberg. Verfahren
zur Erhitzung von Gasen oder Gasgemengen, z. B. Luft, durch
elektrische Flammen.
- 206 948 Kl. 12 h vom 17. Februar 1907, Elektrochemische Werke G. m. b. H.,
Berlin. Verfahren zur elektrochemischen Gasbehandlung mit
Hilfe von in einem Ringraum wandernden Hochspannungs-
bögen.
- 203 747 Kl. 12 h vom 26. Februar 1907, Salpetersäure-Industrie G. m. b. H.,
Gelsenkirchen. Verfahren zur Behandlung von Luft oder
anderen Gasen oder Gasgemischen mit elektrischen Stark-
strom-Flammenbögen unter Verwendung divergierender Elek-
troden.
- 200 332 Kl. 12 h vom 23. März 1907, Ernst Marquardt, Villenkolonie Karow
b. Berlin, und Carl Warth, Charlottenburg. Vorrichtung zur
selbsttätigen Entladung von wandernden Lichtbogen.
- 212 423 Kl. 12 i vom 20. April 1907, Elektrochemische Werke, G. m. b. H.,
Berlin und Bitterfeld. Verfahren zur Gewinnung von Salpeter-
säure aus den bei der Behandlung von Luftstickstoff im elektri-
schen Ofen gewonnenen verdünnten Stickstoffoxyd-Luft-
gemischen.
- 225 239 Kl. 12 i vom 23. April 1907, Dr. Demetrio Helbig, Rom. Verfahren
zur Oxydation des atmosphärischen Stickstoffs auf elektri-
ischem Wege.
- 212 881 Kl. 12 h vom 8. Mai 1907, Kunheim & Co., Niederschöneweide b. Berlin.
Verfahren zur Erzeugung ruhig brennender Flammenbogen.
- 210 166 Kl. 12 i vom 25. Juli 1907, Dr. F. Haber u. A. König, Karlsruhe. Ver-
fahren zur Erzeugung nitroser Gase aus Gemengen von Stick-
stoff und Sauerstoff, vorzugsweise Luft, mittels des elektri-
schen Flammenbogens unter Anwendung eines Minderdruckes.
- 213 710 Kl. 12 h vom 10. Oktober 1907, Salpetersäure-Industrie G. m. b. H.,
Gelsenkirchen. Verfahren und Einrichtung zur Hintereinander-
schaltung von Flammenbogen für Gasreaktionen.

DRP. Nr. Klasse

- 236 882 Kl. 12 h vom 2. September 1905, Ignacy Moscicki, Freiburg, Schweiz. Einrichtung zur Behandlung von Gasen oder Gasgemischen mit dem elektrischen Lichtbogen.
- 180 052 Kl. 12 i vom 28. September 1905, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zum Konzentrieren von Salpetersäure durch Elektrolyse.
- 183 041 Kl. 12 h vom 14. November 1905, Dr. A. J. Petersson in Alby, Schweden. Elektrischer Ofen zur Behandlung von Gasen mittels elektrischer Lichtbogen, welche zwischen einer zentralen Elektrode und einer diese umgebenden ring- oder schraubenförmigen Gegenelektrode übergehen und unter dem Einfluß eines magnetischen Kraftfeldes eine Drehungsbewegung ausführen. Priorität der schwedischen Anmeldung vom 18. April 1905.
- 1906.
- 196 112 Kl. 12 i vom 4. Februar 1906, Salpetersäure-Industrie G. m. b. H. in Gelsenkirchen. Verfahren zur Darstellung reiner Salpetersäure in handelsfähiger Konzentration aus nitrosen Gasen.
- 202 763 Kl. 12 h vom 14. Februar 1906, Salpetersäure-Industrie G. m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zur Behandlung von Luft oder anderen Gasen oder Gasgemischen mit elektrischen Starkstromflammenbögen unter Verwendung divergierender Elektroden.
- 185 094 Kl. 12 i vom 17. Februar 1906, Oscar Heinrich Ulrich Brünler in Leipzig-Gohlis, Georg Heinrich Kettler, Osternburg. Apparat zur Gewinnung von Salpetersäure durch Verbrennung eines aus Stickstoff, Sauerstoff und Brennstoff bestehenden Gemisches.
- 212 051 Kl. 12 h vom 27. Februar 1906, Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh. Verfahren zur Erzeugung beständiger langer. Lichtbögen und deren Verwendung zu Gasreaktionen. Zusatz zum Patent 201 279 vom 24. Juni 1905.
- 200 138 Kl. 12 i vom 8. März 1906, Dr. Max Platsch, Frankfurt a. M. Verfahren zur Herstellung von Stickoxyden aus Stickstoff und Sauerstoff enthaltenden Gasen im elektrischen Lichtbogen unter Kühlung der Reaktionsprodukte.
- 179 825 Kl. 12 h vom 1. April 1906, Aktieselskabet Det Norske Kvælstofkompagni in Kristiania. Ofen zur Behandlung von Gasen mit einer in einem schmalen Ofenraume durch einen Magneten scheibenartig ausgebreiteten elektrischen Flamme. Zusatz zum Patent 170 585 vom 19. 7. 04.
- 196 113 Kl. 12 i vom 17. Juni 1906, Frederick Henry Lering, London. Vorrichtung zur Erzeugung eines gasförmigen Bleich- und Sterilisierungsmittels durch Einwirkung eines elektrischen Lichtbogens auf Luft.
- 196 114 Kl. 12 i vom 20. Juni 1906, A. Gorboff & Vladimir Mitkewitch in St. Petersburg. Ofen zur Erzeugung von Stickstoffoxyden aus Luft im elektrischen Lichtbogen mit von außen gekühlter Lichtbogenkammer und an diese anschließender Kühlschlange.

DRP. Nr. Klasse

- 193 366 Kl. 12 h vom 7. Juli 1906, Salpetersäure-Industrie G. m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zur Hintereinanderschaltung von Hochspannungsflammen in einem Hochspannungsstromkreis zwecks Herbeiführung endothermischer Gasreaktionen.
- 198 240 Kl. 12 h vom 22. September 1906, Ignacy Moscicki in Freiburg, Schweiz. Einrichtung zur Behandlung von Gasen oder Gasgemischen mit dem elektrischen Lichtbogen, z. B. zwecks Gewinnung von Stickstoffoxyden aus Luft.
- 210 821 Kl. 12 h vom 6. Oktober 1906, Aloys Adrien Noville, Philippe. Auguste Guye und Charles Eugène Guye, Genf. Verfahren zur Durchführung endothermischer Gasreaktionen.
- 210 324 Kl. 12 i vom 13. Oktober 1906, Fritz Spitzer, Essen-Ruhr. Verfahren zur Gewinnung von Stickstoffoxyden aus Stickstoff und Sauerstoff enthaltenden Gasgemischen mittels des elektrischen Flammenbogens.
- 244 362 Kl. 12 i vom 1. November 1906, Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. Verfahren zur Darstellung von reinem Stickoxyd auf elektrolytischem Wege.

1907.

- 198 241 Kl. 12 h vom 15. Januar 1907, Salpetersäure-Industrie G. m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zur Ausführung von Gasreaktionen in der Hochspannungsflamme.
- 202 400 Kl. 12 h vom 22. Januar 1907, Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen, Schweiz. Vorrichtung zur Ausführung von Gasreaktionen mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens.
- 209 959 Kl. 12 h vom 18. Oktober 1907, Ignacy Moscicki, Freiburg, Schweiz. Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von Stickoxyden und zur Durchführung von Gasreaktionen.
- 235 299 Kl. 12 i vom 12. November 1907, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H., Gelsenkirchen. Verfahren zur Erzeugung von Stickstoffoxyd aus Luft oder anderen Sauerstoff- und Stickstoff-Gemischen.
- 209 961 Kl. 12 i vom 14. November 1907, Georg Kettler in Osternburg bei Oldenburg i. Gr. Einrichtung zur Erzeugung von Salpetersäure durch Verbrennung von Stickstoff.
- 206 940 Kl. 12 i vom 20. November 1907, Norsk Hydro-Elektrisk Kvaelfstof-Aktieselskab, Kristiania. Verfahren zur Absorption nitroser Dämpfe.

1908.

- 228 755 Kl. 12 h vom 14. Januar 1908, Harry Albiñ, Stockholm. Ofen zur Durchführung chemischer Reaktionen, vorzugsweise in Gasgemischen, unter Verwendung eines in einem Magnetfelde bewegten elektrischen Lichtbogens. Priorität der schwedischen Anmeldung vom 16. Januar 1907.
- 211 196 Kl. 12 h vom 2. Februar 1908, Centralstelle für wissenschaftliche technische Untersuchungen G. m. b. H., Neubabelsberg. Verfahren

DRP. Nr. Klasse

und Vorrichtung zur Erzeugung stetig brennender langer Lichtbögen, insbesondere für Gasreaktionen.

- 242 288 Kl. 12 i vom 4. April 1908, Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen. Verfahren zur Gewinnung von Stickstoffdioxyd aus Gasgemischen, die geringe Mengen davon enthalten, in fester Form.
- 231 584 Kl. 12 h vom 23. Mai 1908, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H., Gelsenkirchen. Elektrischer Ofen zur Behandlung von Gasen oder Gasgemischen.
- 227 012 Kl. 12 i vom 22. Juli 1908, Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen. Verfahren zur Erzeugung von Stickoxyd im elektrischen Lichtbogen.
- 230 170 Kl. 12 i vom 1. August 1908, Ignacy Moscicki, Freiburg, Schweiz. Verfahren zum Konzentrieren von bei der Darstellung aus Luft erhaltener Salpetersäure.
- 216 090 Kl. 12 h vom 26. August 1908, Salpetersäure-Ind. G. m. b. H., Gelsenkirchen. Elektrischer Ofen zur Gasbehandlung.
- 223 366 Kl. 12 h vom 18. September 1908, Dynamit-A.-G. vorm. Alfred Nobel & Co., Hamburg. Vorrichtung zur Erzeugung stetig brennender langer Lichtbögen, insbesondere für Gasreaktionen. Zusatz zum Patent 211 196 vom 2. Februar 1908.

1909.

- 233 031 Kl. 12 i vom 11. April 1909, Aktiebolaget Swedish Nitric Syndicate in Stockholm. Verfahren zur Konzentration von verdünnter Salpetersäure.
- 228 422 Kl. 12 h vom 8. Mai 1909, Chem. Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M. Verfahren zur Erzeugung horizontaler oder annähernd horizontaler, zu Gasreaktionen dienender elektrischer Lichtbögen.
- 230 042 Kl. 12 i vom 20. Mai 1909, Dr. Karl Kaiser, Wilmersdorf. Verfahren zur Oxydation von Luftstickstoff mit Hilfe elektrischer Flammen- oder Funkenentladungen.
- 223 887 Kl. 12 i vom 2. Juni 1909, Dag. Timar, Berlin. Verfahren zur Darstellung von Stickstoffoxyden aus Stickstoff-Sauerstoff-Gemischen.
- 228 423 Kl. 12 h vom 22. Juni 1909, Le Nitrogène, Genf. Einrichtung an Apparaten zur elektrischen Erzeugung von Stickoxyden.
- 238 367 Kl. 12 h vom 26. Juni 1909, Ignacy Moscicki, Freiburg, Schweiz. Einrichtung zur Behandlung von Gasen oder Gasgemischen mit dem elektrischen Lichtbogen. Zus. zu 201 279 vom 24. Juni 1905.
- 229 292 Kl. 12 h vom 26. Juni 1909, Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh. Verfahren zur Erzeugung beständiger, langer Lichtbogen und deren Verwendung zu Gasreaktionen. Zusatz zu 201 279 vom 24. Juni 1905.

DRP. Nr. Klasse

- 238 368 Kl. 12 h vom 7. August 1909, Ignacy Moscicki, Freiburg, Schweiz. Einrichtung zur Behandlung von Gasen oder Gasgemischen mit dem elektrischen Lichtbogen.
- 237 796 Kl. 12 i vom 17. August 1909, Paul Bunet, Adrien Badin et La Cie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue, Salindres, France. Hörnerartig gestaltete Elektroden, insbesondere zur Herstellung von Sauerstoff-Stickstoffverbindungen im elektrischen Lichtbogen.
- 228 849 Kl. 12 h vom 3. September 1909, Dynamit-A.-G. vorm. Alfred Nobel & Co., Hamburg. Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffoxyden aus der Luft.
- 234 591 Kl. 12 h vom 21. Oktober 1909, Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M. Verfahren zur Erzeugung horizontaler oder annähernd horizontaler, zu Gasreaktionen dienender elektrischer Lichtbogen. Zusatz zu 228 422 vom 8. Mai 1909.
- 1910.
- 233 729 Kl. 12 i vom 27. April 1910, Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigs-
hafen. Verfahren zum Niederschlagen der in nitrosen Gasen auf-
tretenden Nebel.
- 235 429 Kl. 12 h vom 25. Mai 1910, Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, Frank-
furt a. M. Verfahren zur Erzeugung horizontaler oder annähernd
horizontaler, zu Gasreaktionen dienender elektrischer Lichtbogen.
II. Zusatz zu 228 422 vom 8. Mai 1909.
- 241 882 Kl. 12 h vom 18. Juni 1910, Harry Pauling, Gelsenkirchen. Ofen zur
elektrischen Gasbehandlung.
- 246 615 Kl. 12 i vom 7. Juli 1910, Dr. Rudolf Franke, Berlin-Grunewald, Siemens
& Halske A.-G., Berlin. Verfahren zur direkten Gewinnung von
trockenen Stickstoff-Sauerstoffsalzen.
- 231 546 Kl. 12 i vom 17. Juli 1910, Elektrochemische Werke G. m. b. H., Berlin.
Verfahren zur Herstellung von Lösungen aus Stickstoffpentoxyd
in Salpetersäuremonohydrat.
- 1911.
- 249 946 Kl. 12 h vom 31. Januar 1911, Dr.-Ing. Carl Fabian Rickert von Koch,
Stockholm. Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung stetiger
elektrischer Entladungen in Gasen.
- 242 210 Kl. 12 h vom 11. Februar 1911, Dynamit-Akt.-Ges. vorm. Alfred Nobel
& Co., Hamburg. Verfahren und Einrichtung zur Ausführung
von Gasreaktionen im elektrischen Flammenbogen.

Schlußbetrachtungen.

Wir glauben im vorstehenden Abschnitt dieser Arbeit überzeugend klargelegt zu haben, daß eine einwandfreie Lösung der Stickstoff-Frage durch die Hydroelektrotechnik zum Segen der Volkswirtschaft aller Länder erfolgt ist, und daß die drohende Gefahr, den wachsenden Stickstoffhunger der Landwirtschaft dereinst nicht mehr völlig befriedigen zu können — selbst wenn Chiles Salpeterlager in absehbarer Zeit erschöpft sein sollten — glücklicherweise abgewendet ist.

Tabelle XXXIV.

Nordamerikanische Hydroelektrische Kraftwerke mit
über 100 000 Volt.

Name und Ort des Werks	Über- tragungs- spannung in Volt	Gegen- wärtige Leistung in KW	Gesamte Länge des Netzes in km
Im Betriebe:			
Eastern Michigan Power Co., Michigan	140 000	10 000	200
Mexico Northern Power Co., Mexico	110 000	31 200	200
Mississippi Power Co in Keokuk . .	110 000	35 000	240
Georgia Power Co., Tallula Falls .	110 000	30 000	260
Ontario Power Co., Niagara Falls .	110 000	78 000	340
Sierra San Francisco Power Co., Cali- fornia	104 000	34 000	160
Yadkin River Power Co.	104 000	27 000	240
Great Water Fall Power Townside Co., Montana	102 000	21 000	225
Southern Power Co.	100 000	66 000	800
Great Western Power Co., California	100 000	40 000	250
Central Colorado Power Co., Colorado	100 000	30 000	300
Sa.		402 200	
Im Bau:			
Grand Rapido Muskegon Power Co.	110 000	10 000	130
Shawinigan Water Power Co. . . .	100 000	40 000	130
Commonwealth Power Railway Co.	140 000	15 000	350
Pacific Light and Power Co. . . .	110 000	120 000	210
Sa.		185 000	

Die überaus wichtige Rolle, die Chile im XIX. Jahrhundert auf dem Weltmarkte als Stickstofflieferant gespielt hat und auch zurzeit noch spielt, wird später verschiedenen, an Wasserkraften reichen Ländern zufallen müssen.

Nordamerika wird sich zum größten Teil durch seine eigenen Wasserkraften mit Stickstoff versorgen können.

Nach einer Veröffentlichung von Rushmore in General Electric Review sind gegenwärtig in den Vereinigten Staaten vorstehende Kraftfernleitungen in Betrieb oder im Bau mit Spannungen über 100 000 Volt (s. S. 213):

Afrika wird seinen Bedarf von den Zambesifällen decken, und für Europa im allgemeinen wird vor allem Skandinavien die Lieferung übernehmen.

Für Deutschland werden für die Stickstoff-Erzeugung vornehmlich die Kraftreserven der Torfmoore in Betracht kommen, während die Wasserkraften Bayerns und Badens ein lohnenderes Feld finden dürften, wenn sie in den Dienst von Handel und Industrie gestellt würden und in geeigneten Fällen an die Stelle von Dampfkraftwerken treten würden.

Wir sagen ausdrücklich „in geeigneten Fällen“, da eine ein für alle mal gültige Entscheidung, ob die Dampf- oder die Wasserkraftzentrale ökonomischer ist, nicht gefällt werden kann.

Der Kampf der Meinungen über die gegenseitige Überlegenheit der Wasser- oder Dampfkraft zum Betriebe elektrischer Kraftwerke ist so alt wie der Bau und der Betrieb dieser Zentralen selbst; er begann Anfang der 1890er Jahre.

Bei jedem Neubau eines Kraftwerkes, das in der Nähe eine, wenn auch noch so unscheinbare Wasserkraft besaß, ist die Frage von neuem ventilirt worden, aber eine definitive Entscheidung hat sie bisher nicht gefunden und kann sie auch aus den nachstehend angeführten Gründen nicht finden. Dieser Kampf wurde zuerst von den beteiligten Industrien, von den Wasserbau- und Wasserturbinenfirmen einerseits und von den Dampfkessel- und Dampfmaschinenfabriken, von den Dampfturbinen-, Lokomobil- und Verbrennungsmotoren-Bauanstalten andererseits, geführt, ohne ein größeres Allgemein-Interesse zu beanspruchen. Waren es zuerst meist nur Interessenkonflikte, bei denen sich die eine oder die andere Industrie bemühte, sich den strittigen Bauauftrag zu sichern, so sind es später vor allem wirtschaftliche Fragen von

größter Bedeutung für die Gesamt-Industrie, die billige Kräfte nötig hat, ferner für die Bahnverwaltungen, welche die im Gebirge meist sehr teure Dampfkraft durch Wasserkraft zu ersetzen hoffen, und endlich für die Staatsverwaltungen selbst, die aus der Verwertung der Wasserkraft eine Vermehrung des Nationalvermögens erwarten.

Bedeutend doch ausbauwürdige Wasserkräfte totes, nutzloses Kapital, wenn sie brach gelassen werden, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß Wasserkräfte der Naturkraft der Kohle die unschätzbare Eigenschaft voraushaben, durch eine Ausnutzung einem Verbrauch ihrer Substanz an sich nicht unterworfen zu sein. Es nimmt also durch ihre Verwertung die von der Natur gebotene Leistungsfähigkeit nicht nur nicht ab, es steigt vielmehr ihr wirtschaftlicher Wert durch die Verwendung, weil durch die Wasserkraft neue Industrien und neues Leben in menschenarme Gegenden kommen; es besteht eben eine sich gegenseitig steigernde Wechselbeziehung: die günstige Gelegenheit zum Kraftbezug regt neues Kraftbedürfnis an und umgekehrt.

So ist z. B. durch das große Rheinwerk bei Rheinfelden am badischen Ufer (vgl. S. 130) in kaum einem Dezennium eine große Industriestadt mit hauptsächlich chemischen und metallurgischen Fabriken neu entstanden, und außerdem wird weit ins Land hinein, sowohl ins badische wie ins schweizerische, billige Kraft und billiges Licht gesandt und damit Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft versorgt.

Nach der allgemeinen Aufsehen erregenden Entwicklung der elektrischen Hochspannungs-Kraftübertragung in den beiden letzten Dezennien, von der wir auf S. 70 ff. berichtet haben, schien es mehrere Jahre lang, als ob die Siegespalme endgültig den hydroelektrischen Überlandkraftwerken zuerkannt werden müsse. Die Hoffnungen über den Wert der überall vorhandenen Wasserkräfte wuchsen bald ins Ungemessene. „Eine Quelle des Reichtums für Stadt und Land“ sollten nach den Worten des Major Donat die Wasserkräfte werden.

Der Laie sprach und spricht wohl noch heute oft, gern und ohne rechte Überlegung von den „billigen Wasserkraften“, wobei sich bei ihm dann die Vorstellung festsetzt, Wasserkräfte seien unter allen Umständen billig oder kosteten womöglich überhaupt nichts.

Es gab auch eine Zeit, wo jeder Ingenieur, der etwas auf sich hielt, „in Wasserkraften machte“ und zum mindesten ein Wasserkraftprojekt er- oder gefunden haben mußte. Auch manche Volkswirte sind nicht von dem Vorwurf frei zu sprechen, daß sie sich von dem allgemeinen Strudel haben mitreißen lassen und in das Horn der Begeisterung stießen.

Es entstand, wie sich vor einigen Jahren ein höherer Ministerialbeamter im Bayerischen Wasserwirtschaftsrat ausdrückte, „eine Art Wassersucht oder Wasserkraftkoller“, worauf natürlicherweise eine Ernüchterung kommen mußte und auch eintrat. Wie es stets bei allzu optimistischen Übertreibungen der Fall ist, bei denen der anfängliche Feuereifer ins Gegenteil umschlägt, so hat auch hier der Wert der wirklich günstigen Wasserkraftmöglichkeiten infolge einiger Mißerfolge sehr zu leiden gehabt, die aus der Überschätzung schlechter Möglichkeiten entstanden waren. Es genügt eben nicht, über die etwa vorhandenen Wasserkraften nur allgemeine Schätzungen anzustellen. Um sich genügende Klarheit zu schaffen, bedarf es einer systematischen Wasser- und Gefällmessung, wie solche von den interessierten Staaten¹⁾ in den letzten Jahren eingeleitet wurden.

Die Frage: Ist den Wasserkraft-Optimisten oder -Pessimisten recht zu geben, ist aber auch heute noch nicht ohne weiteres zu beantworten. Man muß die bereitstehenden Wasser-

¹⁾ Folgende Behörden behandeln die Wasserkraftausnutzung in Spezialressorts:

Preußen: Die Landesanstalt für Gewässerkunde (seit 1909) veröffentlicht ihre Arbeiten in den „Jahrbüchern für die Gewässerkunde Norddeutschlands“.

Bayern: Kgl. Bayerisches hydrotechnisches Bureau (seit 1889).

Baden: Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie.

Württemberg und Sachsen haben ähnliche Zentralstellen wie Baden.

Schweden: Kungl. Vattenfallsstyrelsen, Stockholm (seit 1907), veröffentlicht in den „Meddelanden“.

Norwegen: Wasserkraftdirektion, Kristiania.

Österreich-Ungarn: K. K. Hydrographisches Zentralbureau (seit 1893).

Schweiz: Das Eidgenössische hydrographische Bureau.

Italien: Ministerium für Landwirtschaft, Spezialabteilung für Hydrometrie.

Frankreich: Ministerium für Landwirtschaft, Spezialabteilung: Services d'études des Grandes Forces Hydrauliques, Region des Alpes. Veröffentlicht in den Annales de la Direction de l'Hydraulique et des améliorations agricoles (seit 1903).

Vereinigte Staaten von Amerika: U. S. Geological Survey.

kräfte im Einzelfall stets nüchtern prüfen, und erst n a c h dieser Prüfung kann der in Frage kommende Sonderfall beurteilt werden.

Tabelle XXXV.

Kosten der verschiedenen Wasserkraftanlagen.

Name der Wasserkraft	Land	Gesamt- kosten in M.	Leistung der Turbinen in PS	Kosten i. M. pro PS
Mjös vand	Schweden	1 130 000	320 000	4
Tyin (Sogn)	Schweden	280 000	66 000	5
Siljan.	Schweden	450 000	60 000	8
Torne Träsk	Schweden	900 000	110 000	9
Stor-Uman	Schweden	1 800 000	140 000	13
Storsjön (Jämtland)	Schweden	3 700 000	225 000	17
Mjösen, Glommen	Norwegen	3 400 000	110 000	31
Tinjön, Skiens Älf	Norwegen	1 240 000	36 000	35
Lagan (Bolmen, Vidöstern, Flåren)	Schweden	1 350 000	35 000	39
Veivand (Kinsaa, Hardanger) . .	Norwegen	2 700 000	68 000	40
Wänern	Schweden	2 020 000	37 000	55
Frisjön (Viskan)	Schweden	110 000	1 900	58
Aursjön (Romsdal)	Norwegen	6 700 000	110 000	61
Sommen	Schweden	540 000	8 550	62
Kraftwerk Vallorbes (Neuchâtel)	Schweiz	—	—	70
Dellensjöarna (Helsingland) . .	Schweden	170 000	2 200	77
Wättern	Schweden	1 130 000	10 400	109
Gullspang-Munkfos	Schweden	3 925 000	25 000	157
Locarno, Società elettrica locarnese	Schweiz	477 920	3 000	160
Trollhättan	Schweden	12 880 000	80 000	161
Oerebo	Schweden	868 000	3 700	230
Kraftwerke Rheinfelden a. Rh. .	Deutschland	—	—	300
Bulle, Sté électrique de Bulle . .	Schweiz	330 400	800	413
Lausanne, Cie vaudoise des forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe	Schweiz	8 694 000	16 550	525
Aldorf, Elektrizitätswerk A.-G. .	Schweiz	727 600	1 160	627
Söllbachwerk, Elektr. Ges. Weiß- bach-Tegernsee		187 000	628	750
Basel, Sté d'Électricité de Bagnes- Valais	Schweiz	106 000	135	785
Langenthal, Elektrizitätswerk A.-G. Wynau	Schweiz	3 678 000	3 900	943
Porrentruy, Sté anonyme des for- ces motrices du Doubs	Schweiz	600 000	600	1000
Aubonne, Sté électrique d'Aubonne	Schweiz	574 400	550	1044

Was uns die Natur an Kräften zur Verfügung stellt, ist in den allerseltensten Fällen ohne weiteres für unsere Zwecke brauchbar.

Es muß von Menschenhand erst eine *B a u a n l a g e* geschaffen und hierfür das erforderliche *B a u k a p i t a l* flüssig gemacht werden. In dieser Hinsicht können die Verhältnisse der Wasserkräfte sehr *v e r s c h i e d e n* sein, da die Mutter Natur ihre Gaben sehr ungleichmäßig an die Menschheit verteilt.

Um sich die Naturkraft des Wassers dennoch dienstbar zu machen, ist in dem einen Falle für die Krafteinheit, d. h. für die Turbinen-PS-Leistung ein *k l e i n e s*, im anderen Falle ein *g r o ß e s* Baukapital aufzubringen.

Zwischen welchen Werten diese Summe schwankt, läßt die vorstehende Tabelle erkennen, die nach den in der in- und ausländischen Literatur verstreuten Angaben gesammelt und systematisch geordnet ist.

Da es sich dabei um Schwankungen von 4 M. bis 1044 M. handelt, ist es ohne weiteres klar, daß nur von Fall zu Fall entschieden werden kann, ob diese oder jene Wasserkraft in privatwirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Hinsicht von Bedeutung ist oder nicht.

Literaturangaben.

167. Bauer, Die sozialpolitische Bedeutung der Kleinkraftmaschinen, Dissertation, Berlin 1907.
168. H. Beckmann, Dorfzentralen. Elektrotechnische Zeitschrift 1911, Nr. 38.
169. H. Bergmann, Die Kosten der elektrischen Energie an der Verbrauchsstelle und die Bestimmung des Verkaufspreises. Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1911, Nr. 25.
170. A. Bosenik, Der Steinkohlenbergbau in Preußen und das Gesetz des abnehmenden Ertrages. Tübingen 1906.
171. Denkschrift über die Einrichtung elektrischer Zugförderung auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen (19 Hauptfragen). Haus der Abgeordneten, XXI. Legislaturperiode, V. Session 1912/13.
172. Fr. Dessauer, Technische Kultur? 6 Essays, München 1908, Verlag Krösel.
173. Dietzel, Bedeutet Export von Produktionsmitteln volkswirtschaftlichen Selbstmord? Berlin 1907.
174. Eberle, Kosten der Krafterzeugung. Halle 1898.
175. Max Eyth, Lebendige Kräfte. 7 Vorträge aus dem Gebiete der Technik. Berlin 1905, Verlag Springer.
176. Frech, Über Ergiebigkeit und voraussichtliche Erschöpfung der Steinkohlenlager. Stuttgart 1901.



177. Giesen, Die Vergeudung der natürlichen Hilfsquellen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas und die zukünftigen Quellen der Kraft. Zeitschrift Technik u. Wirtschaft 1910, Heft 2 u. 3.
178. Fr. von Gottl-Ottilienfeld, Der wirtschaftliche Charakter der technischen Arbeit. Berlin 1910, Verlag Springer.
179. E. Josse, Über die gegenwärtige Entwicklung der Wärmemotoren und Kraftwerke. Berlin 1904.
180. — Neuere Kraftanlagen. Berlin 1909.
181. Junge, Die rationelle Auswertung der Kohlen als Grundlage für die Entwicklung nationaler Industrie. Berlin 1909.
182. Jüngst, Neuere Entwicklung des Ruhrbergbaues. Zeitschrift Technik u. Wirtschaft, August 1908.
183. Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt. Eine Studie über die Entwicklung der Hebemaschinen und ihren Einfluß auf Wirtschaftsleben und Kulturgeschichte. Berlin 1907.
184. Kohlrausch, Die Energie der Arbeit und die Anwendungen des elektrischen Stromes. 1900.
185. Kreller, Die Entwicklung der deutschen elektrischen Industrie. Dissertation Greifswald 1903.
186. Lorzé, Les charbons britanniques et leur épuisement. Paris 1900, 2 Bde.
187. C. Matschoß, Die Entwicklung der Dampfmaschine. Berlin 1908.
188. E. von Mayer, Technik und Kultur. Gedanken über die Verstaatlichung des Menschen. Berlin 1906, Verlag Hüpeden & Merzyn.
189. R. Nasse, Die Steinkohlenvorräte der europäischen Staaten, insbesondere Deutschlands. Berlin 1893.
190. Friedr. Naumann, Die Kunst im Zeitalter der Maschine. Berlin 1908, Verlag „Hilfe“.
191. W. von Oechelhäuser, Technische Arbeit einst und jetzt. Berlin 1906.
192. — Neue Rechte, neue Pflichten. Berlin 1902.
193. — Die sozialen Aufgaben des Ingenieurberufes. München 1900.
194. E. von Philippovich, Wirtschaftlicher Fortschritt und Kulturentwicklung. Freiburg 1892, Verlag Mohr.
195. Kurt Rathenau, Der Einfluß der Kapitals- und Produktionsvermehrung auf die Produktionskosten in der deutschen Maschinenindustrie. Halle 1906.
196. A. W. Schleyen, Über elektrische Kleinanlagen. Zeitschrift Elektrotechnik und Maschinenbau 1911, Nr. 13.
197. K. B. Schmidt, Ökonomik der Wärmeenergien. Eine Studie über Kraftgewinnung und -verwendung in der Volkswirtschaft unter vornehmlicher Berücksichtigung deutscher Verhältnisse. Berlin 1911, Verlag Springer.
198. G. v. Schmoller, Über das Maschinenzeitalter in seinem Zusammenhang mit dem Volkswohlstand und der sozialen Verfassung der Volkswirtschaft. Vortrag, gehalten in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure zu München am 30. Juni 1903.
199. — Über die Entwicklung des Großbetriebes und der sozialen Massenbildung. In „Preuß. Jahrbücher“, Bd. LIX.

200. v. Schulze-Gävernitz, Der Großbetrieb, ein wirtschaftlicher und sozialer Fortschritt. Leipzig 1892.
 201. Schweizerische Studienkommission für den elektrischen Betrieb. Die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen mit besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn. Zürich, Mai 1912.
 202. — Mitteilungen der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb. Heft 1—3. Zürich, Verlag Rascher & Cie.
 204. A. Schwemann, Verfügbare Energiemengen der Weltkraftwirtschaft. Zeitschrift Technik u. Wirtschaft 1911, S. 513.
 205. O. Simmersbach, Die Steinkohlenvorräte der Erde. Zeitschrift Stahl u. Eisen 1904, Nr. 23.
 206. Stillich, Nationalökonomische Forschungen. Bd. IV. Steinkohlenindustrie, Leipzig 1906.
 207. F. Uhde, Die Produktionsbedingungen des deutschen und des englischen Steinkohlenbergbaues. Göttingen 1906.
 208. Ch. A. Vogler, Grundlagen der Kulturtechnik. Berlin 1909. IV. Aufl. Verlag Parey.
 209. A. Weber, Über den Standort der Industrien. I. Teil. Tübingen 1909.
 210. U. Wendt, Die Technik als Kulturmacht in sozialer und in geistiger Beziehung. Berlin 1906. Verlag G. Reimer.
 211. Wilke, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektrizität und das Elektrizitätsmonopol. Wien 1883, Verlag Hartleben.
 212. G. Zöpfel, Die Nationalökonomie der technischen Betriebskraft. Erlangen 1906. Teil I.
-

- Arnold.** Die Handelsbilanz Deutschlands von 1899 bis 1900. Von Dr. Rud. Arnold. 1905. XII u. 204 S. gr. 8°. Geh. M. 4,—.
- Basch.** Die Entwicklung der elektrischen Beleuchtung und der Industrie elektrischer Glühlampen in Deutschland. Von Dr. Karl Basch. 1910. VIII u. 96 S. 8°. Geh. M. 2,50.
- Behm.** Der Handelsagent. Seine soziale Stellung und volkswirtschaftliche Bedeutung. Von Dr. Paul Behm. 4. Auflage. 1913. XII u. 202 S. Preis M. 4,—.
- Birnbaum.** Die gemeindlichen Steuersysteme in Deutschland. Von Br. Birnbaum, Dr. jur. et rer. pol. Mit 4 Tafeln. 1914. X u. 440 S. gr. 8°. Geh. M. 10,—, geb. M. 11,—.
- van der Borght.** Beiträge zur Geschichte der deutschen Reisstärkeindustrie. Von Dr. R. van der Borght, früher Präsident des Kaiserl. Statistischen Amts. 100 S. gr. 8°. Geh. M. 2,50.
- v. Brandt.** China und seine Handelsbeziehungen, mit besonderer Berücksichtigung der deutschen. Von M. v. Brandt, Kaiserlicher Gesandter a. D. VIII u. 139 S. gr. 8°. Preis M. 3,—.
- Cantor.** Die Konkurrenzklause. Geltendes Recht und legislatorische Betrachtungen. Von Dr. Otto Cantor. 1911. VIII u. 74 S. gr. 8°. M. 1,20.
- Eger.** Die Binnenschifffahrt in Europa und Nordamerika. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten nach amtl. Berichten und Veröffentlichungen bearbeitet von Eger, Regierungs- und Baurat. Mit 4 Karten 142 S. Fol. Geh. M. 10,—.
- Gothein.** Der deutsche Außenhandel. Materialien und Betrachtungen. Von Georg Gothein, Mitglied des Deutschen Reichstages. XXIV u. 827 S. 4°. Geh. M. 23,—.
- Graßmann.** Die deutsche Konsular-Berichterstattung. Von Dr. J. Graßmann. 1910. VIII u. 95 S. Geh. M. 2,—.
- Haeßner.** Marakkos Handelsbeziehungen seit 1905 mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland. Von Dr. Max Haeßner. 1912. 924 S. Geh. M. 4,50, geb. M. 5,60.
- Hoffmann.** Die Abschaffung der Getreidezölle in England. Von P. G. Hoffmann, Vize-Admiral a. D. M. 2,50.
- Ischchanian.** Die ausländischen Elemente in der russischen Volkswirtschaft. Von Dr. B. Ischchanian. 1913. XVIII u. 304 S. gr. 8°. Geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.
- Kaufmann.** Welt-Zuckerindustrie. (Fiskalische Vorzugsbehandlung, Kartelle und internationales und koloniales Recht.) Von Prof. W. Kaufmann. 630 S. gr. 8°. M. 12,—, geb. M. 14,—.
- Kühn.** Der Ausfuhrzwischenhandel im Übersee-Verkehr. Von Dr. Hans Kühn. 1908. IV u. 129 S. Geh. M. 3,—.
- Kundt.** Brasilien und seine Bedeutung für Deutschlands Handel und Industrie. Von Dr. Walther Kundt. VIII u. 118 S. gr. 8°. Geh. M. 2,50.
- Kundt.** Die Zukunft unseres Überseehandels. Eine volkswirtschaftliche Studie von Dr. Walther Kundt. VIII u. 148 S. gr. 8°. Geh. M. 3,—.
- Leist.** Die Sanierung von Aktiengesellschaften. Nebst Musterbeispielen und Formularen. Von Dr. jur. et phil. E. Leist. XII u. 180 S. gr. 8°. Geh. M. 4,—, geb. M. 5,—.
- Meynen.** Das Belgische Bankwesen. Von Dr. Walther Meynen. 1911 VIII u. 140 S. Geh. M. 3,—.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

7782

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299551