
Hans-Heinz Emons

Die Kaliindustrie – Geschichte eines deutschen Wirtschaftszweiges?*

1. Einleitung

„Deutsch heißt das stolze Wort, in dem das charaktervolle Gesamtgebilde der Kali-Industrie in seinem Hauptgrundzug den schlagendsten Ausdruck findet. Deutsch und nur deutsch die Berge, wo in der Tiefe der köstliche Schatz aus dem Meer ruht, deutsch die Hände und der Wagemut, die ihn zu Tage heben und für den Gebrauch zurichten: Ein herrliches Schaffensgebiet, von der Vor-scheidung auf die heimischen Lande beschränkt und unserem Volkstum allein vorbehalten,ein Feld wie geschaffen zur Betätigung echt vaterländischen Geistes auf dem Kampfplatz der Arbeit! Stets bleibe in dieser Industrie dem nationalen Gedanken die Treue bewahrt und „deutsch immerdar“ sei auch für ihren künftigen Werdegang die verheißungsvolle Losung“ [1].

Diese Worte, vorgetragen auf dem X. Allgemeinen Bergmannstag zu Eisenach 1907 von dem seit dem gleichen Jahr wirkenden Vorsitzenden des Aufsichtsrates des Kalisyndikats H. PAXMANN, sollen als Ansatz für die folgenden Ausführungen und gleichzeitig als Begründung für das Fragezeichen im Titel dienen.

Den Beginn der Kaliindustrie können wir im Gegensatz zum Steinsalz auf genau datierte Ereignisse des 19. Jahrhunderts beziehen, finden sich doch weder in der „Historia naturalis“ des jüngeren PLINIUS noch bei den Repräsentanten des Mittelalters wie RÜLEIN VON CALV und GEORGIUS AGRICOLA Hinweise auf diesen Bergbau. Kaliumverbindungen wurden jedoch – mehr oder weniger richtig erkannt – in Form von Pottasche (K_2CO_3) und Kalisalpeter

* Überarbeitete und erweiterte Fassung des Vortrages im Plenum der Leibniz-Sozietät am 19. April 2001

(KNO_3) seit dem klassischen Altertum zur Erzeugung von Glas, Seife, für die Textilfabrikation und die Herstellung von Schießpulver genutzt.

Die am 23. April 1839 begonnene Bohrung auf dem Kokturhof in Staßfurt zur Erkundung eines Steinsalzlagers erreichte 1843 in einer Teufe von 247,5 m das Kalilager, das später „Flöz Staßfurt“ benannt wurde.

Tabelle 1: Zeittafel wichtiger Ereignisse für die Entstehung der Kaliindustrie [2].

Zeitangabe	Ereignis
1843	Eine 1839 auf dem Kokturhof in Staßfurt zum Zwecke der Steinsalzsolung begonnene Bohrung erreicht das Kalilager
04.12.1851	Teufbeginn des Kuntschachtes von der Heydt
31.01.1852	Feierliche Eröffnung des Staßfurter Steinsalzbergbaues und Teufbeginn des Förderschachtes von Manteuffel
1856	Die beiden Schächte durchteufen das Kalilager; 600 t Kalisalz werden gefördert und auf der Abraumhalde verstürzt
01.12.1858	Beginn der Auffahrung eines Querschlages in das Kalilager
18.05.1859	Zeitweilige Einstellung des Querschlages wegen zuströmender Laugen und Gase
März 1860	Wiederaufnahme des Querschlages und Lieferung von Kalisalzen zu Versuchszwecken an Chemiker und Landwirte
Nov. 1860	Patentanmeldung durch Dr. A. Frank
Oktober 1861	Erste Kalifabrik durch Dr. A. Frank fertiggestellt
01.11.1861	Beginn einer planmäßigen Herstellung von Kaliumchlorid aus carnallitischem Rohsalz

Trotz der Enttäuschung, kein Steinsalz gefunden zu haben, begannen auf Vorschlag des Geheimen Bergrats VON CARNALL – Namensgeber des Minerals Carnallit – im Dezember 1851 die Teufarbeiten für die zwei Schächte „von

der Heydt“ und „von Manteuffel“ für eine Steinsalzförderung. Diese Schächte sollten die ersten Kalischächte der Welt werden. Im Laufe des Jahres 1856 wurde das Kalilager durchteuft, dabei etwa 600 t Kalisalze gefördert, die auf Halde verstürzt – Abraumsalze – wurden und die bald gesuchter Gegenstand wissenschaftlicher und praktischer Untersuchungen hinsichtlich des Einsatzes als Dünger in der Landwirtschaft waren, nachdem HEINRICH ROSE und R. F. MARCHAND bei ihrer Analyse beachtliche Mengen an Kalium in Form von Kaliumchlorid bestimmt hatten.

Die Versuche des in einer Staßfurter Zuckerfabrik beschäftigten Chemikers A. FRANK führten 1860 zur Patentanmeldung, zum Aufbau einer kleinen Fabrik und zur erstmaligen, planmäßigen Produktion von angereicherten Kalidüngemitteln, so dass der 1. November 1861 nach meiner Auffassung mit Recht als Gründungstag der Kaliindustrie angesehen werden sollte.

2. Die deutsche Zeit der Kaliindustrie

Die ozeanischen Salze – entstanden bei der Evaporation des Meeres bzw. bei der nachträglichen Rekristallisation bereits ausgeschiedener Salze – setzen sich überwiegend aus den Ionen des hexären Systems Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- und SO_4^{2-} zusammen, wobei weiterhin die schwerlöslichen Carbonate sowie in geringen Mengen Brom, Bor, Rubidium und andere Spurenelemente zu beachten sind. Für ihre Gewinnung und Verarbeitung lassen sich die Vorkommen mit nahezu 50 verschiedenen Salzmineralen wie folgt zusammenfassen (s. Tabelle 2)

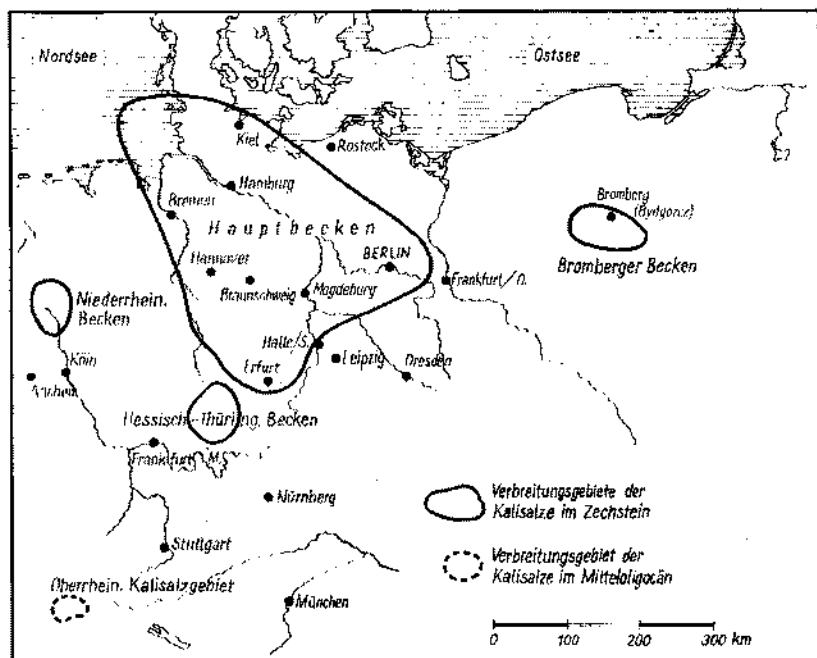
Als weiteres wichtiges Rohsalz sei der Kainitit (Hauptbestandteil Kainit) genannt, der bis zum Ende des 19. Jahrhunderts insbesondere im Staßfurter Raum auf Grund seines günstigen K_2O -Gehaltes von 19% abgebaut, vermahlen und direkt verkauft wurde. Die Folgen der Gewinnung dieses sogenannten Hutsalzes werden wir noch kennenlernen. Die Verbreitung der Kalisalze ist im allgemeinen an große Steinsalzlagerstätten gebunden. Einen Überblick für Deutschland vermittelt die Abbildung 1.

Auf weitere geologische und geochemische Aspekte sei hier verzichtet.

Tabelle 2: Rohsalztypen und charakteristische Zusammensetzungen

Bezeichnung des Rohsalzes	Hauptbestandteile	Nebenbestandteile
Sylvinit 20...35% KCl	Sylvin, Steinsalz	Kieserit, Carnallit, Polyhalit, Anhydrit, Ton
Hartsalz (kieseritisch) 15...30% KCl	Sylvin, Steinsalz, Kieserit	Anhydrit, Langbeinit, Polyhalit, Glaserit, Ton, Carnallit
Hartsalz (anhydritisch) 15...30% KCl	Sylvin, Steinsalz, Anhydrit	Kieserit, Langbeinit, Polyhalit, Glaserit, Ton, Carnallit
Carnallit 13...24% KCl	Carnallit, Steinsalz, Kieserit	Anhydrit, Polyhalit, Bischofit, Tachhydrit, Sylvin, Borate, Bromcarnallit, Rubidiumcarnallit

Abbildung 1: Kalisalzverbreitung in Deutschland nach E. FULDA [2]



2.1 Die Staßfurter Zeit des Kalisyndikats

Etwa zur gleichen Zeit wie A. FRANK – beginnend 1858 – entwickelte H. J. GRÜNEBERG ein Verfahren zur Kaliumchloridgewinnung aus Carnallit, dessen Grundzüge bis heute angewendet werden – Zersetzung des inkongruent löslichen Carnallits mit Wasser. Während FRANK in seiner Fabrik nur 20 Ztr. Rohsalz/Tag verarbeiten konnte, waren es in der 1861 – 62 in Betrieb genommenen GRÜNEBERG-FORSTERSchen Fabrik 200 Ztr. [3]. In kürzester Frist entwickelte sich um das bisherige Ackerstädtchen Staßfurt eine neue Industrielandschaft. 1863 wurden bereits 18 Kalifabriken gezählt, die von den beiden Schächten beliefert wurden. Für die weitere Entwicklung im genannten Raum müssen besonders bergrechtliche Aspekte berücksichtigt werden. Der preußische Salzbergbau war zu dieser Zeit staatlich. Im benachbarten Anhalt gab es diese Beschränkungen nicht, so dass vor den Toren Staßfurts 1862 die beiden Werke Leopoldshall I und II – beide ab 1874 mit eigenen Fabriken – entstanden, zunächst bevorteilt durch das Abbauen eines Kainitits (ohne $MgCl_2$), der nach der Vermahlung direkt verkauft werden konnte. Die hier aufgezeigte Tendenz der Zusammenfassung von Gewinnung und Produktion in einem gemeinsamen Werk bestimmte generell die folgende Gründerzeit. Das preußische Allgemeine Berggesetz vom 01.10.1865 schuf die Voraussetzung für die Gründung von Privatunternehmen, wie u. a. des Werkes von H. S. DOUGLAS bei Westeregeln mit zwei Schächten, deren Förderung 1874 begann.

Diese rasante Entwicklung barg naturgemäß schon die Keime für die ersten Absatzkrisen 1864/65 und 1874/75 in sich, da die Märkte – in erster Linie die Landwirtschaft – weder geistig noch wirtschaftlich im notwendigen Umfang erschlossen waren.

Die in Verbindung mit der auf Staßfurt und Umgebung begrenzten Monopolproduktion nimmt es nicht Wunder, dass hier die ersten Kartellbestrebungen und damit ein interessantes Feld der Wirtschaftswissenschaften zu finden sind. Das Kalisyndikat ist ein theoretisch einfaches Beispiel, das jedoch praktisch eine schwer realisierbare Kartellpolitik demonstrierte.

Tabelle 3: Die Entwicklung der Kartellisierung [4]

1. Die Kartellvorläufer 1876–1884
2. Das Verkaufssyndikat der Fabriken 1884–1888
3. Das Verkaufssyndikat der Einzelverträge
4. Die sieben einheitlichen Vollsyndikate

In die erste Periode fallen die 1. Carnallitkonvention von 1879 und der 1. Kainitvertrag von 1880, die zu ersten Anteilquoten für die einzelnen Werke führten. Hier seien als Beispiel die Festlegungen der 2. Carnallitkonvention (1883) über die Beteiligungen der zwei staatlichen und drei privaten Syndikatswerke aufgezeigt:

Königlich Preußisches Salzwerk	20%
Herzoglich Anhaltinisches Salzwerk	24%
Cons. Alkaliwerke Westeregeln (Douglasshall)	18 1/6%
Neu-Staßfurt	18 1/6%
Schmidtmanshall	19 2/3%

1885 kam es zum Kainitvertrag mit der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Die Entwicklung bis 1909 war gekennzeichnet durch die Ausnutzung des deutschen Natur-Monopolproduktes Kali durch ein allmählich auf- und ausgebauten Syndikat, das durch die Entdeckung neuer Kalireviere und die damit verbundene ständige Vergrößerung zunehmend schwieriger zu handhaben wurde. Die Schwerpunkte, die zur Kartellbildung führten und weiterhin im Mittelpunkt standen, waren: Festlegung der Fördermengen nach Vorkommensarten (Quoten), der Fertigproduktpalette und -mengen einschließlich der Qualitätskriterien, Absatzmengen, Preise für In- und Ausland. Als maßgebliche Verrechnungsgröße wird der fiktive K_2O -Gehalt den Kalisalzen zu Grunde gelegt

$$100\% \text{ KCl} = 63,17\% \text{ K}_2\text{O}, 100\% \text{ K}_2\text{SO}_4 = 54,05\% \text{ K}_2\text{O}.$$

Beachtliche Schwierigkeiten bereitete dabei auch die Frage des Staatsvorbehaltes – also der staatlichen Steuerung. Die unterschiedliche Gesetzgebung in den einzelnen deutschen Ländern führte prinzipiell zu keinen geordneten Bahnen im Kalibergbau.

Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zeitabschnitt die am 18.10.1905 erfolgte Gründung des eigenen freien Wirtschaftsverbandes „Verein der deut-

schen Kaliinteressenten e.V.“. Die Deutschen Kalitage – beginnend 1905 in Hannover – dienten der Förderung gemeinschaftlicher Interessen, der Behandlung wissenschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Fragestellungen. Der 2. Kalitag 1906 führte durch das aktive Engagement von F. RINNE, H. PRECHT und J. H. VAN’T HOFF zur Gründung des sehr aktiven „Verbandes zur wissenschaftlichen Erforschung der Kalisalzlagertstätten“.

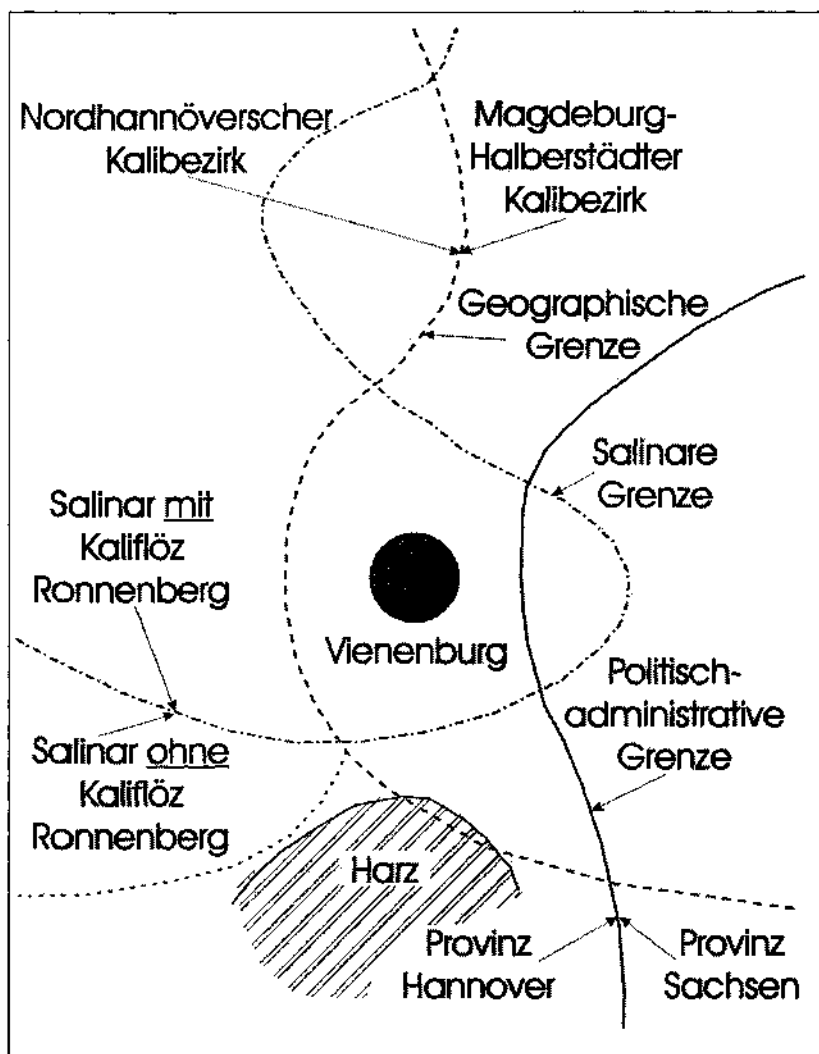
Der Kampf zwischen den Vertretern des Kartellgedankens und denen, die für eine freie Wirtschaft eintraten, nahm in der Folgezeit zu. Einzelne bedeutende Werke wie Aschersleben und Sollstedt durchbrachen die Syndikatsvorgaben. Dieser „Absatzkonkurrenzkampf“ kulminierte bei den Verhandlungen zur 5. Syndikatsperiode am 30.06.1909 im Berliner Hotel Adlon mit der durch den Aufsichtsratsvorsitzenden PAXMANN erklärten Auflösung des Syndikats. Damit endete auch praktisch die „Staßfurter Zeit“. Das Revier besaß bis 1886 das deutsche und damit das Weltmonopol. Die Entwicklung des Gebietes zeigt die Abbildung 2.

Der Kainitabbau im Revier war Ursache für ständig zunehmende Wasserflüsse und letztendlich für das Absaufen der Schachtanlagen – beginnend mit Aschersleben I 1885, Westeregeln 1891 und Aschersleben III 1891. Auch Leopoldshall I und II (1899) sowie „von der Heydt“, „von Manteuffel“ und Achenbach (1900–1901) ereilte dieses Schicksal. Die wirtschaftliche Bedeutung, verknüpft mit dem Rückgang der Vorräte, den oben genannten Geschehnissen und dem Aufblühen neuer Reviere – 1896 nahm Glückauf Sondershausen als erstes Kaliwerk im Südharz, 1901 Kaiserroda 1 im Werra-Fulda-Revier und 1901 der Ernst-Schacht bei Wanzleben im Saale-Unstrut-Gebiet die Förderung auf – ging kontinuierlich abwärts und beschleunigte die Verlagerung der zentralen Institutionen nach Berlin (1910–1911). Der Nachweis von Kalisalzen südlich des Harzes bei Kelmstedt in der Nähe von Bleicherode hatte übrigens Ende der 80er Jahre die Auffassung erschüttert, dass das Vorkommen von Kalisalzen auf die Gebiete nördlich des Harzes beschränkt sei.

2.2 Das Kaliwerk Vienenburg im wechselvollen Lauf der Kaliindustrie [6]

Das bei Vienenburg im Landkreis Goslar gelegene Kaliwerk war zu seiner Zeit eine der bedeutendsten Kaliproduktionsstätten Deutschlands. Ab 1884 wurde der Schacht I geteuft und schon zwei Jahre später konnten Produktion und Ver-

Abbildung 3: Die Grenzlagen des Werkes Vienenburg



Gewerkschaft Hercynia, die es 1906 an den preußischen Fiskus verkaufte, von wo es als Berginspektion Vienenburg 1924 an die Preußische Bergwerks- und Hüttenaktiengesellschaft (Preußag) als dessen Erbe überging.

Den jeweiligen Besitzern entsprechend lassen sich drei Gruppen besonderer Vorkommnisse zusammenfassen:

Die Gewerkschaftsphase war geprägt vom Grundeigentümerbau, dem Kauf des Gewerkschaftsmantels, der Versenkung der Endlaugen, dem Fund des Ronnenberg-Flözes und dem Absatz von Edelrohsalz; die Fiskuszeit war gekennzeichnet durch den teuersten Erwerb eines Kaliwerks, die höchste Absatzquote und den krassen Laugeneinbruch, während das erste Jahrzehnt der Zugehörigkeit zur staatlichen Aktiengesellschaft von Monopolisierungsbestrebungen durch das Carnallit- und Kainitkartell, die Schutzgemeinschaft und das Kalisyndikat bestimmt war.

Während mit dem Allgemeinen Berggesetz vom 24.06.1865 im Königreich Preußen das althergebrachte Bergregal abgelöst wurde und damit auch für Salze das Prinzip der Bergfreiheit galt, hatte in dem annektierten ehemaligen Königreich Hannover weiterhin das Bergbaurecht der Grundeigentümer Gültigkeit. Diese besondere Rechtslage brachte erhebliche Belastungen mit sich. Eine nutzbare Gerechtsame ließ sich meist nur nach zähen Verhandlungen und kostspieligen Vertragsabschlüssen mit einer Vielzahl von Grundbesitzern zusammenbringen, weshalb etwa das Kaliwerk Salzdettfurth zur Konsolidierung seiner Gerechtsame mit mehr als 1000 Grundbesitzern kontrahieren mußte. In Vienenburg hatten es die Gewerke nur mit einem Grundbesitzer, der königlichen Klosterkammer, zu tun. Die Bergwerksbetreiber hatten für das erteilte Abbaurecht einen Förderzins von 1 Pfg/Ztr Steinsalz und 2 Pfg/Ztr Kalisalz sowie 8% des Reingewinns zu entrichten. Seinerseits wurde die Gewerkschaft mit Vorliebe als Gesellschaftsform für Bergwerksunternehmen gewählt. Nun setzte aber die Existenz einer Gewerkschaft die staatliche Verleihung einer Gerechtsame – also Bergwerkseigentum – voraus, über das man im hannoverschen Vienenburg nicht verfügen konnte. Um trotz des fehlenden Eigentums in der hannoverschen Provinz ein gewerkschaftliches Bergwerk betreiben zu können, kamen die Werksgründer auf die Idee, sich anderswo einen „Gewerkschaftsmantel“ zu kaufen und damit ihr Unternehmen „einzukleiden“. Dieses trickreiche Novum machte Schule und fand am Ende an die 50 Nachahmer im hannoverschen Kalibergbau. In Vienenburg hatte man außerdem

herausgefunden, dass von Rechts wegen das verliehene Bergwerk mit dem zu betreibenden nicht identisch zu sein brauchte und auch nicht in der Provinz Hannover liegen mußte. Man erwarb also das auf Braunkohle verliehene kleine Bergwerk Wienrode südöstlich von Blankenburg am Harz als 1000teilige Gewerkschaft Hercynia mit Sitz in Wernigerode. Außer dieser marginalen Braunkohlenbuddellei betrieb die Gewerkschaft dann – im rechtlichen Sinne „nebenbei“ – die großangelegte Kalisalzgewinnung.

Schacht I (Neubauer-Schacht) erschloß das bereits bekannte, später als Flöz Staßfurt bezeichnete Kalilager in einer steil aufgerichteten Sattelstruktur. Petrographisch herrschte in den Aufschlüssen kieseritischer Carnallit vor und im oberen Sattelpbereich stieß man auf den sehr begehrten Kainitit. Beim fortschreitenden Aufschluß der Lagerstätte entdeckte man später das Jüngere Kalilager (Flöz Ronnenberg). Dieses Lager bestand aus Sylvinit unterlagert mit Carnallit und zeichnete sich durch einen hohen K_2O -Gehalt von 13–32% gegenüber dem älteren mit 9–10,5% und dem Carnallit bis 11–14% aus. Diese hervorragenden Bedingungen gaben Anlaß, zwischen 1894 und 1897 einen weiteren Schacht niederzubringen und diesen ab 1899 als Hauptförderschacht zu nutzen – Schacht I wurde Reserve- und Wetterschacht. Als 1930 der Laugeneinbruch das Aus bedeutete, waren etwa 6,8 Mio t Rohsalze und damit lediglich 6% der geschätzten Reserve in die Förderung gegangen.

In dem Maße, in dem sich das Werk durch interessenkonformes Verhalten einen Platz in der Reihe der quotenprivilegierten Altwerke eroberte, stieg die Produktion ständig an, übrigens schon 1890 mit einem respektablen Export in die USA.

In den 90er Jahren wandelte sich Vienenburg zum Sylvinitwerk. Die Gewinnung im Carnallit-Flöz wurde aufgegeben, wie auch die Verarbeitung in der etwa 17 km entfernten Fabrik in Langelsheim. Die gesamte Förderung wurde auf Schacht II konzentriert und die Verarbeitung auf die direkt daneben errichtete neue Fabrik „Sylvinit-Aufbereitungsanlage“. Diese grundlegenden innerbetrieblichen Umstellungen gingen geradezu harmonisch mit Veränderungen einher, die sich von außen durch das Syndikat ergaben. Ab 1899 wurden die den Werken zugeteilten Quoten nicht mehr nach den mineralischen Zusammensetzungen und den Verwendungszwecken der Rohsalze bestimmt, sondern in vier Gruppen nach Fertigprodukten. Jetzt hatte die Gewerkschaft Hercynia ein geradezu optimal auf ihre Bedingungen zugeschnittenes Ope-

rationsfeld. Den größten Teil der geförderten Rohsalze konnte sie unverlöst, lediglich vermahlen, absetzen, Erzeugnisse für die Gruppe I und Aufmischkonzentrate für die Gruppe II fast ohne Anfall von Abstoßlösungen aus bestem Sylvinit produzieren sowie – falls der Markt dafür Aufnahme bot – auch „Carnallit“ in ausgezeichneter Qualität liefern.

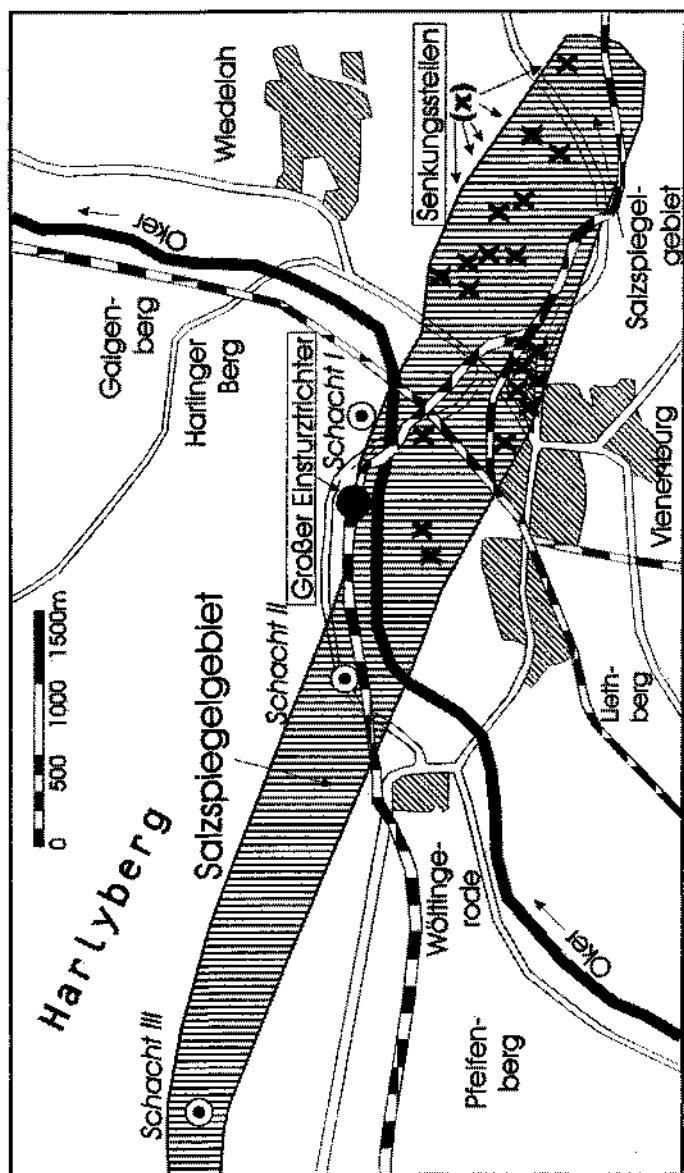
Am 01.07.1906 war die Gewerkschaft Hercynia, wie schon erwähnt, in staatlichen Besitz übergegangen. Dieses Geschehen wird in der deutschen Kaligeschichte als wichtiges Ereignis mit beachtenswerten Details gesehen. Das Motiv dieser Transaktion war, wie vom damaligen preußischen Minister DELBRÜCK vor dem Abgeordnetenhaus verkündet, angeblich „nicht in den banalen Niederungen bloßer kaufmännischer Interessen zu suchen“ sondern „in den hehren Sphären des öffentlichen Wohls und Interesses“ zu finden. Die „Fiskalpreußen“, Gründer des ersten Kalibergwerks der Welt und dann gemeinsam mit den „Fiskalanhaltinern“ Beherrscher des Kalimarktes, sahen die Gefahr des Einflußverlustes durch die permanente Zunahme der dem Syndikat angehörenden Werke. Das äußerlich schwarz-weiß-rote, intern jedoch goldene Kommerzkonzzept bescherte der Kaliindustrie eine Zeitlang exorbitante Gewinnmargen, die en masse das spekulative Kapital anzog. Von der Gründung des Syndikats bis zu dem Zeitpunkt des hier anstehenden Verkaufs hatte sich die Förderung auf 557% erhöht. Hier lag das eigentliche Motiv des Vienenburger Besitzwechsels. Der preußische Staat mußte seine Beteiligung neben den beiden königlichen Berginspektionen Staßfurt und Bleicherode erweitern. Ein drittes Werk mußte schnellstens zur Verfügung stehen. Am 13.01.1906 trat der Fiskus in Kaufverhandlungen mit der Gewerkschaft Hercynia ein, danach lief das ganze Szenario mit beachtlichem Tempo ab. Das gesamte Vermögen wurde für 30 Mio Mark, zahlbar am 30.06.1906, gekauft. Der Fiskus verschaffte sich die erforderlichen Geldmittel durch die Ausgabe von Staatsschuldverschreibungen bzw. Schatzanweisungen. Der bezahlte Preis entsprach der Investitionssumme von 4 bis 5 neuen Kaliwerken der Vienenburger Größenordnung. Dies beweist, wie sehr es den Staat pressiert haben muß, seinen Einfluß im Industriezweig zu festigen. Wer sein Insiderwissen ge- richtiger mißbrauchte, machte einen guten Schnitt. Ende 1905 wurde ein Hercynia-Kux mit 22 500 M bewertet, im Januar handelte man ihn mit 28 000 M und mit der endgültigen Offenbarung der Kaufofferte stieg er nochmals um 1500 bis 2000 M an.

Unter den Quotenbewerbern nahm Vienenburg nach der Verkündung des „Kaligesetzes über den Absatz von Kalisalzen“ am 25.05.1910 mit Schacht I den ersten Platz mit der höchsten Beteiligungsziffer ein, auch Schacht II rangierte im vorderen Fünftel der bald über 200 Bewerber.

Dennoch war das Werk mit einem entscheidenden Makel behaftet. Es litt – wie man zu spät erkannte – gewissermaßen an einer „schleichenden tödlichen Krankheit“, so dass OVIDS Feststellung „steter Tropfen höhlt den Stein“ nach 44 Jahren eine überzeugende Bestätigung fand. Bereits im ersten Betriebsjahr hatte man beim Kainitabbau in nur 230 m Teufe, etwa 300 m westlich von Schacht I einen Zufluß von zunächst NaCl-gesättigter Sole ausgelöst, der konstant mit etwa 5 l/min schüttete und über Jahrzehnte hin anhielt. 40 Jahre später zeigten sich dann in dreifacher Hinsicht als bedrohlich zu registrierende Veränderungen. Es floß nur noch halbgesättigte Sole zu, die Menge stieg um das 14fache an, und durch die Auflösung von Carnallit hatte sich die Lauge einen Weg von der 230 m-Kainitit-Sohle zur II. Tiefbausohle in 318 m Teufe gebahnt. Nach einem Gutachten der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin vom 01.10.1927 sollte die Katastrophe in 10 bis 20 Jahren ausgelöst werden. Doch schon am 08.05.1930 vormittags erfolgte an der langjährigen Schadensstelle ein verheerender Wassereinbruch, dem das gesamte Bergwerk in kürzester Zeit zum Opfer fiel. Obwohl das Werk innerhalb weniger Stunden aufgegeben werden mußte, hatten sich alle Bergleute über den neu geteuften dritten Schacht retten können. 12 Stunden nach dem Wassereinbruch entstand über der Einbruchstelle ein riesiger trichterförmiger Tagesbruch. Auch hierbei gab es keinen Personenschaden. Ein am Rand des Trichters wohnender Eisenbahnbeamter veranlaßte die sofortige Sperrung der im Einsturzbereich liegenden Schnellzugstrecke. Der Rauminhalt der abgesackten Gesteinsmassen wurde auf 450 000 m³ und der Kraterdurchmesser auf mindestens 100 m geschätzt. Zusätzlich kam es an 19 Stellen zu Erdfällen unterschiedlicher Größe, der letzte bisher 1960. Keiner dieser Einstürze lag zwar über den Grubenbauen, aber alle ereigneten sich im Gebiet des Salzspiegels (s. Abb. 4).

Die Klärung der Kausalzusammenhänge, die zur Katastrophe führten, gelang bis heute weitgehend lückenlos, sei aber nicht weiter diskutiert. Am 31.12.1930 wurden Betrieb und Verwaltung im Kaliwerk Vienenburg offiziell aufgelöst.

Abbildung 4: Die Erdfälle im Vienenburger Salzspiegelgebiet



2.3 Die Ausbreitung des Kalibergbaus in Deutschland

1910 zählen wir in Deutschland 68 Kaliwerke mit 141 Schächten, unabhängig ob in Produktion oder ruhend. Auf Grund der komplizierten Situation (1907–1909) reichte die Kaliindustrie auf Beschluß der Mehrheit der Werke eine Denkschrift an die gesetzgebenden Institutionen des Reiches ein, in der reichsgesetzlicher Schutz für den Industriezweig beantragt wurde. Die sehr zügige Ausarbeitung des initiierten Gesetzentwurfes beweist einerseits den beachtlichen Einfluß der Kalilobby auf Reichsregierung und Reichstag, andererseits das eigene Interesse der Regierenden auf Grund der Position der fiskalischen Werke. Das 1. Reichskaligesetz, das Gewinnung, Produktion und Absatz staatlich regelte, wurde am 25.05.1910 in Kraft gesetzt. Der Inhalt läßt sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

- Die Kaliindustrie hat in erster Linie für den Inlandsbedarf zu sorgen
- Die Höchstpreise für das Inland sind Mindestpreise für das Ausland
- Ausnahmen kann nur der Bundesrat zulassen
- Bei einer Vernachlässigung des Inlandsabsatzes hat sich der Auslandsabsatz in dem darauffolgenden Jahr in einem bestimmten Verhältnis zu ermäßigen
- Je Doppelzentner Reinkaliabsatz sind 60 Pfg als Abgabe an das Reich für Propagandazwecke zu zahlen.

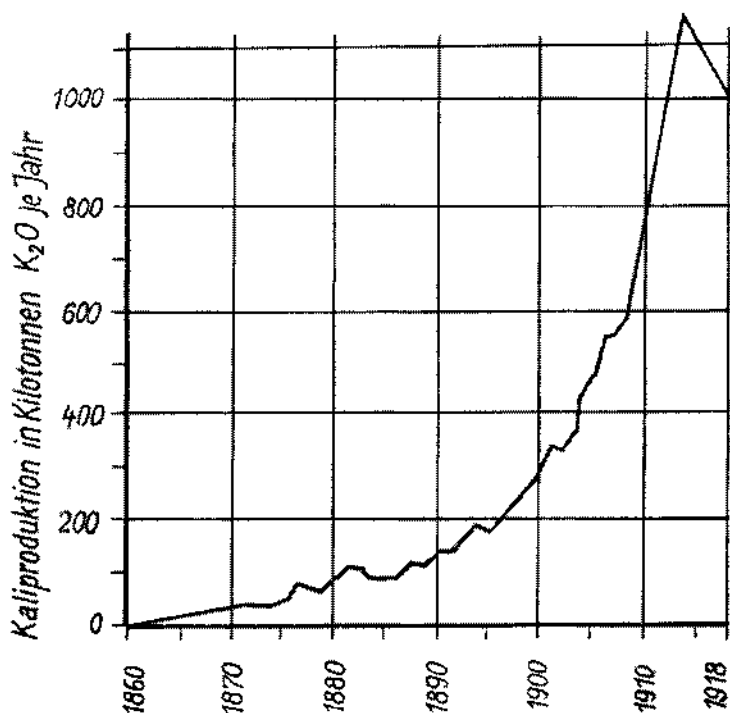
Wichtige Institutionen wurden die Berufungskommission und die Verteilungsstelle, die u. a. die Beteiligungsziffern festlegte [7]. Das neue Kalisyndikat begann am 01.01.1910 mit 51 Werken, erfaßte nach der Gesetzgebung 68 Werke und erreichte 1917 mit 209 Werken den Höchststand. Durch das Kaligesetz wurden jegliche außersyndikatischen Aktivitäten unterdrückt. Der neue Syndikatsvertrag war erstmals nur Gesellschafts- und Verkaufsvertrag. Nicht verhindern konnte das Gesetz die explosionsartigen Neugründungen in der Kaliindustrie. Innerhalb von 3 Jahren (1911–1913) wurden 88 Schächte geteuft und 96 Werke gegründet, denen bis 1917 weitere 45 folgten. Zusätzlich befanden sich 80 im Bau. In vielen Fällen ging es bei dieser Entwicklung nicht darum, wirklich neue produzierende Kapazitäten zu schaffen, sondern um den Erwerb von Beteiligungsziffern, die auf bestehende Werke verlagert werden konnten. Das Ausland, besonders die USA, reagierte auf das Gesetz mit großzügigen, z. T. gesetzlichen (USA 1911) Maßnahmen zur Auf-

findung außerdeutscher Kalivorkommen. Die Entwicklung der Produktion in diesem Zeitraum zeigt Abbildung 5.

Die Fördermenge von 11 607 512 t_{eff} im Jahr 1913 entsprach einer Produktion an Fertigerzeugnissen von 1,33 Mio t K₂O. Der Absatz betrug 1,11 Mio t K₂O, davon gingen 90% in die Landwirtschaft [8]. Über die Auslandsaktivitäten und die Propagandageschäftsstellen informiert Tabelle 4.

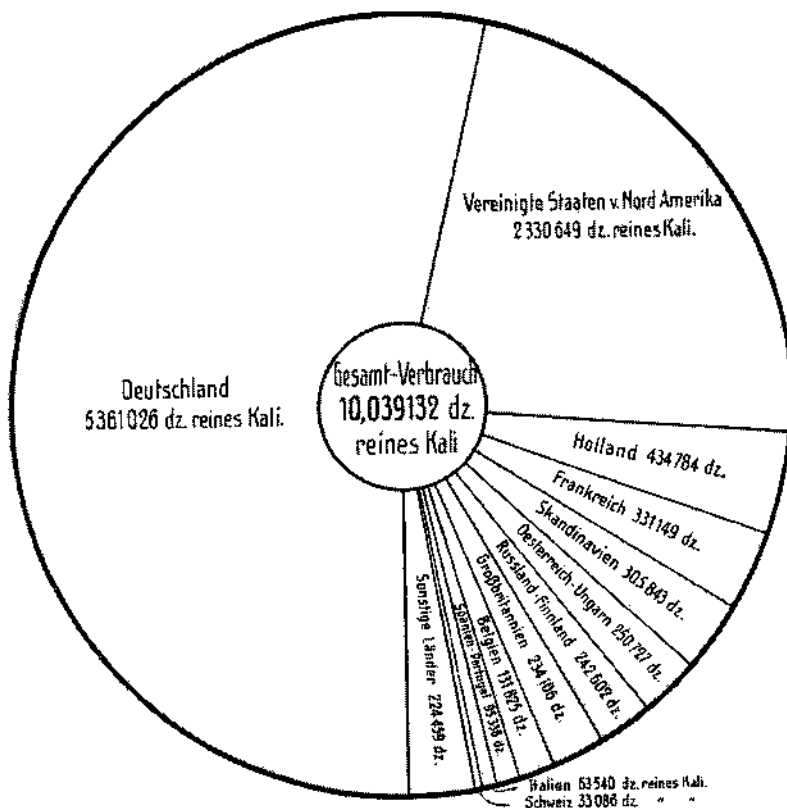
Zu den Aufgaben dieser Institutionen gehörte der eigentliche Handel, die Propagierung der Kalidüngung sowie die Ableitung und Anregung spezieller Forschungsgebiete wie die Anwendung der Kalisalze bei Moorkulturen, im Obst- und Gemüseanbau, der Forstdüngung, bei Tropenkulturen, beim Anbau von Braugerste und Zuckerrüben. Einen Eindruck über den Einsatz in der Landwirtschaft vermittelt Abbildung 6.

Abbildung 5: Die Kaliproduktion bis 1918



Über 100 kg je Hektar Anbaufläche verbrauchten 11 Länder, dabei stand Holland mit 2000 kg/ha vor Deutschland mit 1530 kg/ha an erster Stelle.

Abbildung 6: Kaliverbrauch in der Landwirtschaft 1913 [10]



2.4 Der Bruch des Weltkalimonopols

Das Ende des 1. Weltkrieges und die Rückkehr des Elsaß zu Frankreich zogen tiefgreifende Veränderungen für den Kalibergbau nach sich. Das deutsche Weltmonopol wurde nach 57 Jahren gebrochen, die elsässische Produk-

Tabelle 4: Propagandageschäftsstellen des Kalisyndikats 1909 [9]

Nr.	Ort	Gründungs-jahr	Nr.	Ort	Gründungs-jahr
1.	New-York	1893	22.	Ettelbrück	1904
2.	Paris	1897	23.	Sydney	1904
3.	Rom (früher Bologna)	1899	24.	Lissabon	1904
4.	London	1901	25.	Posen	1905
5.	Brüssel	1901	26.	Straßburg i. E.	1905
6.	Stuttgart	1902	27.	Breslau	1905
7.	Dublin	1902	28.	Prag	1905
8.	St. Petersburg	1902	29.	Zürich	1905
9.	Santiago	1902	30.	Stettin	1906
10.	Lima	1902	31.	Köln a. Rh.	1906
11.	München	1903	32.	Münster i. W.	1906
12.	Graz	1903	33.	Toronto	1906
13.	Toulouse	1903	34.	Bandoeng	1906
14.	Madrid	1903	35.	Rio de Janeiro	1906
15.	Atlanta	1903	36.	Philippeville-Alger	1906
16.	Chicago (früher St. Louis)	1903	37.	Havanna	1907
17.	Yokohama	1903	38.	Kiel	1907
18.	Zeitz	1904	39.	Hannover	1907
19.	Königsberg i. Pr.	1904	40.	Shanghai	1908
20.	Brünn	1904	41.	Bombay	1909
21.	Utrecht	1904			

tion – zunächst 13 Werke – stieg innerhalb von 20 Jahren auf das 10fache an. Deutschland erreichte 1920 etwa den Vorkriegsstand (s. Tabelle 5)

Die in der Öffentlichkeit und in der Volksvertretung lebhaft diskutierte Frage nach dem Verhältnis von Staat und Bergbau führte mit dem am 04.04.1919 beschlossenen Kaliwirtschaftsgesetz zu einer Neuordnung der Kaliindustrie. Dem Gesetz folgte am 16.10.1919 der Gesellschaftsvertrag für die „Deutsche Kalisyndikat GmbH“. Das Gesetz übertrug die Leitung der Kaliwirtschaft dem neu zu bildenden Reichskalirat, der die Kaliindustrie nach gemeinwirtschaftlichen Grundsätzen unter Oberaufsicht der Reichsregierung zu leiten hatte. Er setzte die Verkaufspreise für das Inland fest und erließ Bestimmungen zur Sicherung von Durchschnittslöhnen und -gehältern. Die ihm zugeordnete Kaliprüfungsstelle bestimmte die Beteiligungsziffern. Erstmals konnten die Arbeitnehmer in diesen Gremien ihre Rechte durch eigene Vertreter wahrneh-

Tabelle 5: Die Entwicklung der Kaliproduktion in Frankreich und Deutschland [11]

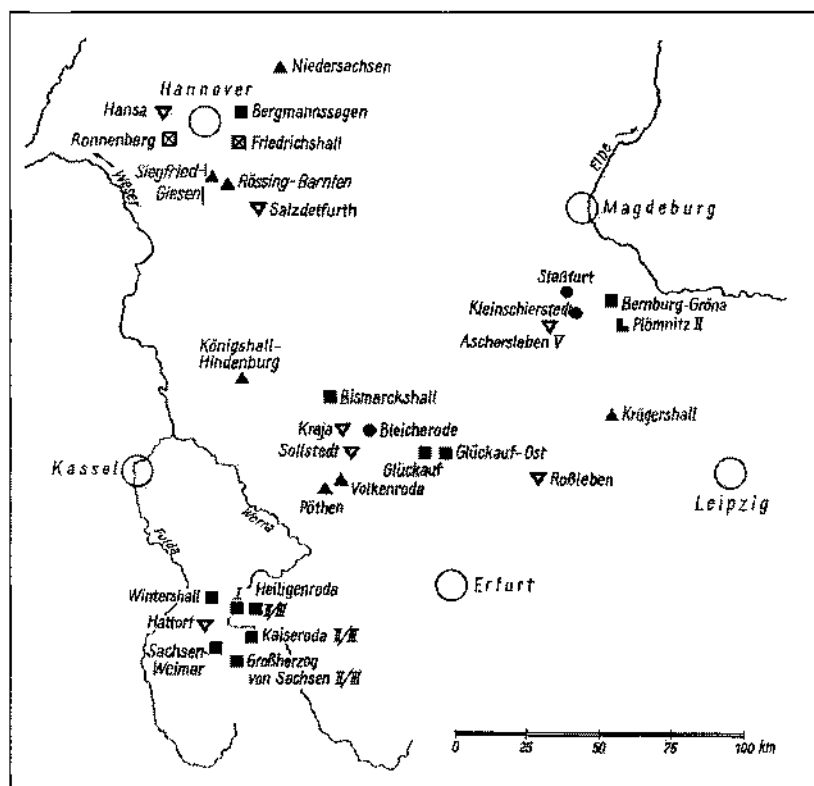
Jahr	Kaliproduktion in Kilotonnen K_2O Frankreich	Kaliproduktion in Kilotonnen K_2O Deutschland
1913	6 ^{*)}	998 ^{**)}
1918	56 ^{*)}	946 ^{**)}
1919	96	812
1920	194	923
1921	145	921
1922	208	1296
1923	249	886
1924	272	842
1925	312	1226
1926	367	1100
1927	377	1239
1936	365	1437
1939	593	1800

men. Eine der wichtigsten Aufgaben des Reichskalirates war die Reorganisation und Rationalisierung der Kaliindustrie, die sich maßgeblich in der sogenannten Stilllegungsverordnung vom 18.07.1919 niederschlug. Sie bestimmte u. a. die Übertragung von Beteiligungsziffern derjenigen Werke, die bis 1925 – später bis 01.04.1926 – ihre freiwillige Stilllegung bis 1953 unwiderruflich erklärten. Übernommen wurde in die Verordnung das Abteufverbot zur Verhinderung neuer Werke. Bis 1933 wurden von den 229 Schachtanlagen, die eine Beteiligungsziffer besaßen, 125 stillgelegt. Die Belegschaften reduzierten sich u. a. von 48 667 im Jahr 1922 auf 18 935 Mitarbeiter im Jahr 1928. Im gleichen Jahr befanden sich noch 38 Schächte in Betrieb, 66 wurden auf Reserve gehalten (s. Abbildung 7).

Mit diesen Maßnahmen ging die Schwerpunktsverschiebung der Kalireviere mit der Verlagerung zum Werra-Fulda-Gebiet und die Konzentration fast aller Werke in sechs Konzernen mit eindeutiger Führung der Wintershall-Gruppe einher.

Der K_2O -Durchschnittsgehalt der geförderten Salze lag 1938 bei ~13,3%, wie auch schon 10 Jahre zuvor, bei geringerer Carnallitförderung aber Zunahme des niedrigprozentigen Hartsalzes aus dem Werra-Revier, das hier flach gelagert und mit Mächtigkeiten von 2,5 m effektiv abgebaut werden konnte.

Abbildung 7: Produzierende deutsche Kaliwerke 1938 – ohne Baden-Markgräfler (Preußag) bei Freiburg [12]



Etwa zur gleichen Zeit beobachten wir die gleichen Konzentrationen in der chemischen Industrie – 1925 IG Farbenindustrie AG – und der Montanindustrie – 1926 Vereinigte Stahlwerke AG. Mit dem Konzentrationsprozeß gekoppelt ist die Einführung neuer Technologien und einer modernen Anlagen- und Apparatechnik wie die Umstellung der Gruben auf Skipförderung, Schrapperbetrieb, Streckenförderung mit Großraumwagen und die Einführung der Vakuumkühlungskristallisation in den Fabriken, um nur wenige Beispiele zu nennen. Ermöglicht wurde dies durch eine 7%ige Goldhypothekenanleihe (1925–1929) des Kalisyndikats von einem Bankenkonsortium, geführt

Tabelle 6: *Schwerpunktverschiebung der Kaliproduktion innerhalb der deutschen Kalireviere*

Gebiet	Anteil der Kaliproduktion in den einzelnen Jahren		
	1922	1930	1938
Staßfurt	20,1	14,8	9,0
Hannover	28,3	21,9	20,0
Saale-Unstrut	9,4	5,1	5,6
Südharz	22,0	20,5	21,7
Werra-Fulda	20,2	35,5	41,5
Mecklenburg	-	-	-
Baden	-	2,2	2,2

Tabelle 7: *Absatzanteile der sechs Kalikonzerne 1938*

Konzern	Absatzanteile in Prozent
Wintershall AG in Kassel	41,0
Vereinigte Salzwerke Salzdettfurth AG in Berlin	24,5
Burbach-Kaliwerke AG in Magdeburg	14,7
Preußag in Berlin	13,0
Kali-Chemie AG in Berlin	4,4
Deutsche Solvaywerke AG in Bernburg	2,4

vom Londoner Bankhaus J. H. SCHRODER u. Co., aufgelegt in Europa und den USA [13]. Finanziert wurde u. a. auch die große Fabrik in Merkers.

Der internationale Konkurrenzkampf entschärfte sich durch den „Deutsch-Französischen Kalivertrag“, unterzeichnet am 29.12.1926 in Paris. Zu diesem Vertrag schrieb H. ROSTERG, Sohn des Generaldirektors der Wintershall AG A. ROSTERG u. a. in seiner Dissertationsschrift [14]: „Weit größer als die wirtschaftliche Bedeutung ist seine politische. Denn erst durch ihre politischen Auswirkungen geht die industrielle Vereinigung über das Interesse der Vertragspartner hinaus und nimmt völkerrechtlichen Charakter an“. Nachdem durch den Kalivertrag der erste Schritt zur deutsch-französischen Verflechtung getan war, folgte – auch 1926 – der sog. „Eisenpakt“ der Schwerindustrie. H. ROSTERG bezeichnete diese Geschehnisse „als einen Schritt zu dem großen napoleonischen Ziele der Vereinigten Staaten von Europa“.

Weitere Länder nahmen in dieser Zeit die Kaliproduktion auf wie Polen 1922 und Spanien 1925, die beide später dem deutsch-französischen Kartell-

vertrag beitraten. Die 1930 und 1937 am Toten Meer errichteten Fabriken der Palestine Potash Company produzierten 1938 ~25 kt K_2O an Kalidüngemitteln, eine bescheidene Menge gegenüber der heutigen Produktion, sie waren aber im 2. Weltkrieg die einzige Versorgungsquelle des britischen Empire für Kali. Die United States Potash Company baute als erstes Unternehmen Nordamerikas bei Carlsbad, New Mexico, bergmännisch Kalisalze ab, und die Sowjetunion begann 1933 an der oberen Kama mit der Kalisalzproduktion.

2.5 Die Kaliindustrie in der Zeit des Nationalsozialismus

Schon in der Weimarer Republik nahmen führende Vertreter der Kaliindustrie politisch verantwortliche Positionen ein. Genannt seien hier J. CURTIUS, Jurist, 1925–1928 Aufsichtsratsmitglied des Kalisyndikats, 1928 der Kaliindustrie AG (Wintershall), 1929 Reichswirtschafts- und 1929–1932 Reichsaußenminister; Dr. Drs. h. c. H. KÖHLER, 1920–1927 badischer Finanzminister bzw. Staatspräsident, 1927–1928 Reichsfinanzminister, Aufsichtsratsmitglied des Burbach-Konzerns und Dr. W. MAYER, 1920–1923 Aufsichtsratsmitglied der Kaliindustrie AG und des Kalisyndikats, 1921 Reichsschatzminister und 1922–1923 deutscher Botschafter in Paris [15].

In die zweite Hälfte der 20er Jahre gehören die ersten Kontakte zur NSDAP und die gezielte Platzierung von Konzernmitgliedern bei den territorialen Wahlen. 1929 gewährte der Wintershall-Konzern dem Land Thüringen ein Darlehen von 3,5 Mio RM, das nach den Landtagswahlen die Regierung des Nationalsozialisten FRICK übernahm. Am 01.12.1929 erhielten der Aufsichtsratsvorsitzende der Wintershall AG J. SCHMIDT, Hannover, und der Generaldirektor A. ROSTER 2 Mio RM jährlich zur selbständigen Verfügung. Aus diesem Dispositionsfonds dürften die Unterstützungen für „Stahlhelm“ und NSDAP stammen. HITLER erhielt für die Reichstagswahlen 1933 u. a. 2 Mio RM. Sozialdirektor KRIEGER von der Zentralverwaltung in Kassel erklärte am 24.04.1935 in der Vertrauensratssitzung in Sondershausen: „Die Beiträge, die seit Jahren, auch längst vor der Machtergreifung monatlich an die Partei und die Organisationen gezahlt werden, sollen in Zahlen nicht erwähnt werden“ [15].

Seit 1931 engagierten sich Vertreter des Industriezweiges gezielt für die Übernahme der Regierungsgewalt durch die Nationalsozialisten wie A. DIEHN, A. ROSTERG, G. QUANDT.

- DIEHN, August, Dr. jur. h.c. (1874–1942), vom 01.01.1925 bis Januar 1942 Generaldirektor des Deutschen Kalisyndikats, u. a. Vorsitzender des Kolonialwirtschaftlichen Komitees 1930, Mitglied der Gesellschaft zum Studium des Fachismus (Fördereinrichtung für die NSDAP), freundschaftliche Beziehungen zum polnischen Präsidenten PILSUDSKI, dem ungarischen Reichsverweser HORTHY, dem Präsidenten der USA ROOSEVELT, dem Gouverneur der Bank von England M. NORMAN, Teilnehmer an der Beratung mit HITLER im Industrieklub Düsseldorf 1932, goldenes Parteiabzeichen, Wehrwirtschaftsführer [16].
- ROSTERG, August (1870–1945), ab 1925 Generaldirektor der Kaliindustrie AG, ab 1929 der Wintershall AG, 1931 Mitglied des Aufsichtspräsidiums des Deutschen Kalisyndikats, 1932 Mitglied des Freundeskreises der Wirtschaft, Wehrwirtschaftsführer [17].
- NEUMANN, Erich (1892–?), 1942–1945 Generaldirektor des Deutschen Kalisyndikats, Preußischer Staatsrat, 1941 Generalmajor der Waffen-SS, 1944 SS-Brigadeführer und Generalleutnant der Polizei, 2. Staatssekretär des Beauftragten des Vierjahresplans, Teilnehmer an der Wannsee-Konferenz über die Endlösung der Judenfrage 1942 [18].

Die finanziellen Unterstützungen hielten an bzw. dehnten sich nach 1933 noch aus. Noch 1943 steht ROSTERG an der Spitze einer Liste über finanzielle Beihilfen für „HIMMLERS Sonderaufgaben“ mit einem Jahresbeitrag von 100 000 RM [15].

Als „Gegenleistung“ erließ die Regierung schon 1933 das neue Kaligesetz, das eindeutig die Interessen der Konzerne stärkte, das „Führerprinzip“ durchsetzte und jeglichen demokratischen Einfluß der Werk tätigen abschaffte. Der Reichswirtschaftsminister übernahm die Kontrollfunktionen und die Bestätigung von Aufsichtsrats- und Vorstandsvorsitzenden.

Neben der Konsolidierung der Werke in Verbindung mit der weiteren Modernisierung der Anlagen und der Erweiterung der Belegschaften mußte sich die Kaliindustrie durch Preissenkungen (1937) um 20–25%, durch 60%igen Preisverfall auf dem Weltmarkt infolge der zunehmenden Konkur-

renz sowie die Veränderungen der Exportstruktur auf neue Bedingungen einstellen – so lag der Exportanteil bei 55%, reduzierte sich aber nach den USA um mehr als 50% auf ~100 000 t K_2O und steigerte sich in Europa mit Ausnahme Frankreichs. Neue Linien – kriegs- und rüstungsgeprägt – wie Erdöl, Magnesium, Leichtmetall-Legierungen wurden in Angriff genommen.

Schon 1934 begannen die Vorbereitungen für die Nutzung von stillgelegten Unter- und Übertageanlagen als Lagerungs- und Produktionsstätten von Wehrmachtsmunitionsanstalten. Definitiv wurden ab 1936 26 Werke mit 48 Schächten sukzessive bis Kriegsende genutzt. Später, besonders in den letzten Kriegsjahren, erfolgte die Verlagerung von Rüstungsproduktionen in 48 Kali- und Salzbergwerke einschließlich in Wieliczka, Polen. Namen wie JUNKERS, HEINKEL, SIEMENS, BMW, BÜSSING und viele andere erscheinen in der umfangreichen Liste der produzierenden Industrien ebenso wie die V2-Herstellung. Verbunden mit dieser Entwicklung war die Errichtung von KZ-Außenstellen und Zwangsarbeitslagern, aber nicht für diese Betriebe sondern auch für die eigene Produktion. So betrug der Anteil von Kriegsgefangenen und Zwangsarbeitern an der Gesamtbelegschaft der Kaliindustrie 1940 bei 28 219 Mitarbeitern 19,6% und 1943 bei 35 464 Mitarbeitern 31,6% [19].

Schließlich darf die Beteiligung der Kalikonzerne an der Ausbeutung von Bodenschätzen und Industriebetrieben in den okkupierten europäischen Ländern nicht unerwähnt bleiben. Hierzu gehören die Erdölfelder in der Tschechoslowakei und in den Karpaten (Wintershall und Preußag), die elsässische Kaliindustrie (Preußag), Betriebe der französischen chemischen Industrie (Kali Chemie), serbische Erzvorkommen (Preußag und Salzdetfurth) sowie die Kaliproduktion in Galizien, ein Gebiet, in dem seit 1864 mit Unterbrechungen Kalisalze bergmännisch gewonnen und seit 1935 verarbeitet wurden.

Große Bedeutung für das Reich – aber auch in der Nachkriegszeit und zum Teil bis heute – besaß die Einlagerung in Kalibetrieben von Kultur- und Kunstschätzen der Museen und Universitäten, von Archiven und dem aktuellen Schriftgut des Reiches, der Länder, der Wehrmacht und der Konzerne sowie besonders des Staatsschatzes – bestehend aus Gold-, Silber- und Platinbarren, Feingold und Silber, Goldmünzen wichtiger Weltwährungen, musealen Goldstücken und Dukaten sowie 3 Milliarden RM in Papiergeld – mit einem geschätzten Umfang damals von über 655 Mio RM. Am 12.04.1945 besuchte der amerikanische Oberkommandierende D. D. EISENHOWER die Anlage in Merkers und 4 Tage später begann der Abtransport des Reichsbankschatzes.

Abbildung 8: Eingelagerte Schätze im Kaliwerk Merkers 1945 [20]

Die Spuren dieser Wertschätze verlieren sich in Frankfurt (Main). Nachfolgend wurden alle anderen Wertobjekte abtransportiert, einiges – aber lange nicht alles – ist in den Jahrzehnten seither wieder aufgetaucht. Diese Aussagen gelten auch weitgehend für die anderen Einlagerungen in Kalibetrieben.

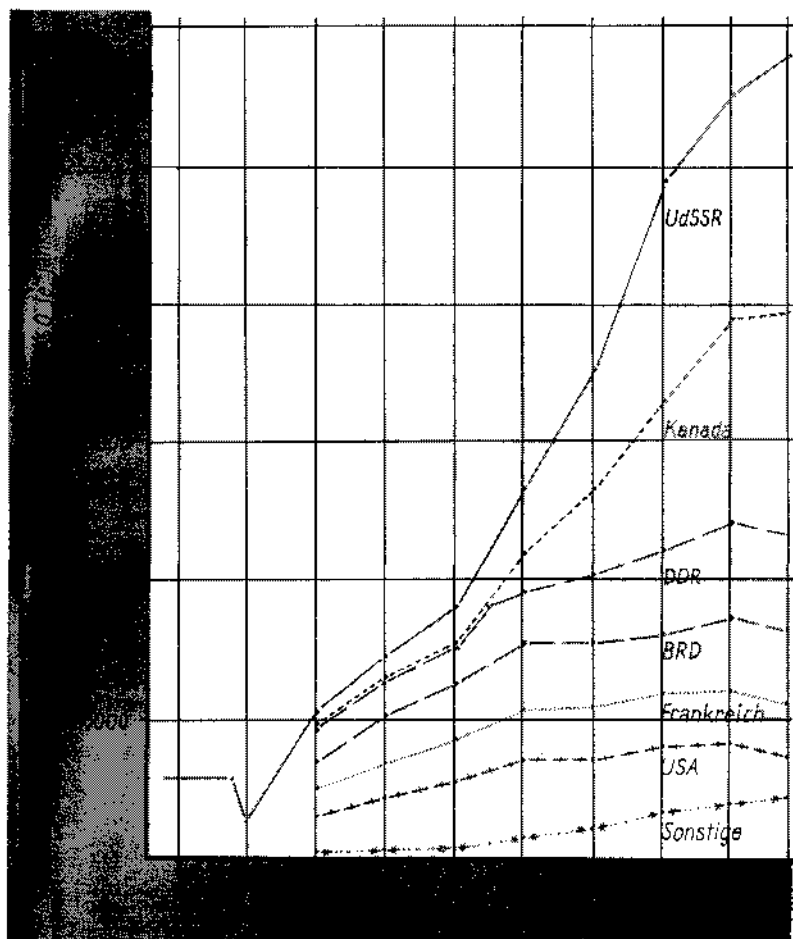
2.6 Die Entwicklung der Kalireviere nach dem 2. Weltkrieg

Die mit Beendigung des 2. Weltkrieges eingetretenen weltweiten politischen Veränderungen besaßen eine entscheidende Bedeutung für die Kalisalzgewinnung. Die europäische Kaliindustrie in Deutschland, Frankreich und der UdSSR erzeugten nur einen Bruchteil ihrer Vorkriegsmengen. Die Weltproduktion sank von ~3 Mio t K_2O (1938), mit 55%igem deutschen Anteil, auf 1,2 Mio t K_2O (1945), von denen über 2/3 auf die USA entfielen. Den sich anschließenden steilen Produktionsanstieg auf ~5,2 Mio t K_2O (1950) und die weitere stürmische Entwicklung demonstriert Abbildung 9.

Zu „sonstige“ gehören Israel, Spanien, Großbritannien, Italien, Jordanien und Kongo.

Die hiermit im Zusammenhang stehenden wichtigsten Geschehnisse, insbesondere die ständige Erweiterung der kaliproduzierenden Länder auf Grund der weltweit vorangetriebenen geologischen Erkundung, bevorzugt auf Erdöl und Erdgas – damit in Folge auch auf Mineralsalze – sind in Tabelle 8 zusammengefaßt.

Abbildung 9: Kaliweltproduktion 1950 – 1984 [21]



Besonders bedeutungsvoll waren in diesem Zeitabschnitt

- der Auf- und Ausbau der sowjetischen Kaliindustrie auf der Basis hochwertiger Sylvinit-Lagerstätten in der Belorussischen SSR (Soligorsk I bis IV) mit einem Anteil von etwa 45% der Gesamtproduktion, an der obe-

- ren Kama (Solikamsk I bis III) mit etwa 50% und in der Ukrainischen SSR im Revier am Stebnik mit ~5%. Die UdSSR wird in diesem Zeitraum zum größten Produzenten in der Welt und nimmt im Export bei einem Inlandsverbrauch von 70–80% die dritte Stelle ein.
- der Auf- und Abschwung in den USA. Nach der kriegsbeeinflussten Entwicklung in den 40er Jahren und der Erweiterung der produzierenden Gesellschaften in den drei Revieren Carlsbad (New Mexico), Moab (Utah) und Searles Lake (Kalifornien) auf 11 einschließlich der soleverarbeitenden Werke erreichte die Kaliindustrie 1966 mit einer Produktion von über 3 Mio t K_2O ihren Höhepunkt. Der folgende Rückgang wurde durch das Bekanntwerden der kanadischen Vorkommen und den Einstieg amerikanischer Produzenten in Kanada sowie durch die Erschöpfung vor allem der wertvollen Lagerstätten initiiert.
 - der Eintritt der kanadischen Kaliindustrie mit den Revieren Regina (Saskatchewan), Saskatoon (Saskatchewan) und New Brunswick mit allein 10 produzierenden Gesellschaften in Zentralkanada, wobei die staatliche Gesellschaft PCI (Potash Corporation of Saskatchewan) 45% der Gesamtproduktion vereinte. Der erste Schacht in Kanada wurde von der IMC (International Minerals and Chemical Corporation) 1962 fertiggeteufelt. Erstmals in der Welt wurde das „solution mining“ in großtechnischem Maßstab auf Kalisalze angewendet. Weiterhin verzeichnen wir eine beeindruckende technische Entwicklung von Gewinnungsmaschinen. Kanada wird der größte Exporteur der Welt, Hauptabsatzgebiete sind die USA (45%) und der asiatische Raum.

2.6.1 Was geschah in Deutschland?

Auf Beschluß des Alliierten Kontrollrats wurde im Mai 1945 das Kalisyndikat aufgelöst. 60% der ehemaligen Produktionskapazität lagen nunmehr in der sowjetischen Besatzungszone, 40% in den drei Westzonen. Die politische Entwicklung hatte zur Folge, dass 80% des Betriebsvermögens der Wintershall AG und 44% der Salzdetfurth AG zunächst in sowjetische Verwaltung übergingen. Besonders einschneidend war die Trennung des Wirtschaftsraums im Werra-Fulda-Gebiet.

Tabelle 8: Entwicklung der Kaliweltproduktion im Zeitraum von 1950 – 1985
[21]

Jahr	Entwicklungsetappen
1950	Der Vorkriegsstand ist in der Kali-Weltproduktion bereits um 84% überboten.
1955	Israel nimmt am Toten Meer die Kaliproduktion in geringem Maße auf, steigert aber bis 1984 zu einer Jahresproduktion von 1 000 000 t K ₂ O
1955	Die Kali-Weltproduktion wird zu 87% von den USA, der BRD, DDR und Frankreich gebracht
1959	Italien beginnt mit der Kaliproduktion, die aber gegenüber den meisten anderen Ländern gering bleibt
1963	Die Sowjetunion nimmt mit Soligorsk I (Belorussische SSR) ihr erstes großes Kaliwerk außerhalb des Gebietes an der oberen Kama in Betrieb
1963	Die Kaliproduktion in der Welt überschreitet die Grenze von 10 Mio t K ₂ O im Jahr
1965	Kanada gehört nach seiner Produktionsaufnahme im Jahre 1962 zu den sechs großen Kaliproduzenten der Welt und besitzt in Saskatchewan die reichhaltigsten aller Kalisalzlagstätten
1966	Die USA erreichen den Höhepunkt ihrer Kaliproduktion mit 3 012 000 t K ₂ O je Jahr. Danach reduzieren sie ständig (1983: 1 423 000 t K ₂ O)
1968	Die Kali-Weltproduktion überschreitet die Grenze von 15 Mio t K ₂ O im Jahr. Die Sowjetunion liegt seither an der Spitze aller Kalländer
1969	Die Volksrepublik Kongo nimmt als erstes afrikanisches Land die Kaliproduktion in der Nähe der Maycombe-Berge auf. Ihre einzige Grube fällt aber am 22. 06. 1977 einem Wassereinbruch zum Opfer
1973	Am 23. 06. nimmt die DDR im Kalibetrieb Zielitz, ihrem modernsten und leistungsfähigsten Kaliwerk, die planmäßige Produktion auf
1973	Die Kali- Weltproduktion überschreitet die Grenze von 20 Mio t K ₂ O im Jahr
1973	Die BRD setzt als erstes Land in der Welt die elektrostatische Abscheidung als drittes wichtiges Aufbereitungsverfahren für Kalirohsalze ein
1974	Großbritannien nimmt die Kaliproduktion auf, die aber in der Folgezeit hinter den Erwartungen zurückbleibt
1975	Die UdSSR und Kanada liefern 55% der Kali-Weltproduktion, 1984 sogar 59%
1977	Die Kaliproduktion in der Welt überschreitet die Grenze von 25 Mio t K ₂ O im Jahr
1979	Frankreich hat mit 1 934 000 t K ₂ O je Jahr den bisherigen Höhepunkt seiner Kaliproduktion erreicht
1982	Jordanien nimmt, ähnlich wie Israel, seine Kaliproduktion am Toten Meer auf
1984	Kanada nimmt seine Kaliproduktion in New Brunswick auf
1985	Brasilien gehört als erstes südamerikanisches Land zu den Kaliproduzenten, wird aber seinen Eigenbedarf an Kalidüngemitteln vorerst nur in geringem Maße durch seine Inlandproduktion decken können

2.6.1.1 Zur Kaliindustrie der DDR

Die sowjetische Regierung übernahm die direkte Verantwortung für die Kaliwerke ihrer Besatzungszone, ordnete die Bildung der Deutschen Düngerzentrale an, an die alle Werke ab 01.07.1946 ihre produzierten Salze zu verkaufen hatten und gründete am 01.09.1946 die Sowjetische Aktiengesellschaft für Kalidüngemittel in Deutschland mit Sitz in Erfurt. Erste Rückführungen in deutsches Volkseigentum begannen 1947 (vgl. Tabelle 9).

Im Mai 1952 waren alle SAG-Betriebe an die DDR übergeben worden, und mit Wirkung vom 01.10.1952 unterstanden die Werke der Hauptverwaltung Kali und Nichterzbergbau in Berlin. Wurde auf dem Gebiet der späteren DDR 1944 eine Kaliproduktion von fast 900 000 t K_2O realisiert, waren es 1945 in 14 Werken nur 200 000 t K_2O . 1949 konnte infolge des Wiederaufbaus die 1 Mio t K_2O -Grenze überschritten werden und damit auch das höchste Vorkriegsergebnis. Mitte der 50er Jahre förderten die 29 Schachtanlagen der 6 Werke des Südharzreviers, der 3 Werke des Werra-Reviers, die 2 Werke des Nordharz-Reviers und die 4 Werke des Saale-Reviers ~15 Mio t Rohsalze und produzierten 1955 1 426 000 t K_2O an Fertigprodukten.

Tabelle 9: Zuordnung der Kaliwerke zu den drei sowjetischen Aktiengesellschaften und der VVB Kali und Salze

VVB Kali und Salze

Schierstedt (Preußische Bergwerks- und Hütten AG)

Staßfurt (Preußische Bergwerks- und Hütten AG)

Sondershausen (Wintershall AG)

Teutschenthal (Burbach-Kaliwerke AG)

Roßleben (Vereinigte Kaliwerke Salzdettfurth AG)

Bernburg-Gröna (Wintershall AG)

Solvayhall (Deutsche Solvay-Werke AG, Treuhandbetrieb)

Staatliche AG für Kalidüngemittel „Kainit“

Bleicherode (Preußische Bergwerks- und Hütten AG)

Sachsen-Weimar, Unterbreizbach (Wintershall AG)

Sollstedt (Vereinigte Kaliwerke Salzdettfurth AG)

Staatliche AG für Kalidüngemittel „Kali“

Heiligenroda, Dorndorf (Wintershall AG)

Kaiseroda, Merkers (Wintershall AG)

Staatliche AG für Kalidüngemittel „Sylvinit“
Bismarckshall, Bischofferode (Wintershall AG)
Volkenroda (Burbach-Kaliwerke AG)

Am 01.04.1958 wurde die Vereinigung Volkseigener Betrieb Kali (VVB Kali) mit Sitz in Erfurt mit 12 Kaliwerken, zu denen 21 fördernde Schächte gehörten, gegründet. Am 01.01.1970 erfolgte die Bildung des VEB Kombinat Kali mit Sitz in Sondershausen und den folgenden Betrieben:

Tabelle 10: Betriebe des VEB Kombinat Kali

VEB Kalibetrieb „Südharz“
VEB Kalibetrieb „Werra“
VEB Kalibetrieb „Ernst Schneller“ Zielitz
VEB Kali- und Steinsalzbetrieb „Saale“
VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb
VEB Bergwerksmaschinen Dietlas
VE Außenhandelsbetrieb „Kali-Bergbau“

Rationalisierungsmaßnahmen führten auf Grund der Erschöpfung der Vorräte zur Stilllegung der letzten drei Werke in der Nordharz-Saale-Region. Bernburg wurde auf die ausschließliche Produktion von Natriumchlorid umgestellt. Nach zahlreichen Erkundungsbohrungen und Vorbereitungen wurde am 16.08.1963 vom Ministerrat der „Aufbau Kaliwerk Zielitz“ beschlossen und am 23.06.1973 nach mehrjähriger provisorischer Förderung die planmäßige Produktion aufgenommen. Schon von 1889–1898 gab es Tiefbohrungen bei Vahlsdorf. Der Aufbau einer Schachanlage wurde bei einer Endteufe von 752 m abgeschlossen, die Förderung lief mit Unterbrechungen bis 1921. 1908 wurde in Zielitz die Gewerkschaft „Moltkeshall“ gegründet, das Anlegen der Schächte jedoch 1913 abgebrochen. Das neue Werk war entscheidend an der Steigerung der Kaliproduktion beteiligt, die 1985 3 465 000 t K_2O erreichte, bei einem zeitweiligen Exportanteil von über 80%.

2.6.1.2 Zur Kaliindustrie der BR Deutschland

Nach Kriegsende 1945 bestanden in den drei westlichen Besatzungszonen 10 produzierende Werke, 7 im Revier Hannover, 2 im hessischen Teil des Werra-Reviere und das Werk Buggingen in Baden. In den Folgejahren wurden frühere Werke und Schächte in Betrieb genommen wie: 1949 Siegmundshall/Weser; 1950 Riedel, Herfa-Neurode; Königshall-Hindenburg; 1951 Hildesia-Mathildenhall; 1954 Neuhoof-Ellers und 1964 Adolfsgrück-Hope. Die ersten zehn Jahre nach dem Krieg dienten dem Auf- und Ausbau der Werke unter Einsatz beachtlicher finanzieller Mittel einschließlich amerikanischer Kredite. Die Produktion stieg von 307 000 t K_2O (1946) auf 1 350 000 t K_2O (1954). Sie war bis Mitte der 60er Jahre mit >20% an der Weltproduktion beteiligt bei einem Exportanteil von ~40%. Der Zeitraum von 1966–1977 weist nur geringe Zunahmen aus. Der Abschnitt war geprägt durch einen Preisverfall von >50%, einer extremen Steigerung der Frachtpreise und dem Verfall des Dollars von 3,56 DM (1970) auf 1,81 DM (1980); auch der Inlandsbedarf stagnierte. Für Rationalisierung und Umweltauflagen wurden ~500 Mio DM investiert. Die Leistungen der Gruben stiegen im Werra-Fulda-Gebiet von 3000 t (1960) auf 11 000 t (1977) je Mann und Jahr. Diese Entwicklungen setzten sich einschließlich der Belegschaftsreduzierungen und der Schließung von Werken in den 80er Jahren fort. 1990 waren an 9 Produktionsorten noch 7280 Mitarbeiter beschäftigt. Der Anteil an der Weltproduktion betrug Ende der 80er Jahre ~7,3% und konnte unter den gegebenen Bedingungen nur durch die Einführung neuer Technologien, Apparate und Anlagen bei einem Investaufwand von >2,2 Mrd DM gehalten werden. Die Konzentrationsvorgänge werden an den folgenden Fakten deutlich:

- 1955 Organschaftsvertrag Wintershall AG und Burbach-Konzern
- 1965 Übernahme des Kuxenanteils der Preußag an den Gewerkschaften Baden und Markgräfler, später des Anteils des badischen Fiskus durch die Wintershall AG, die damit mehr als die Hälfte der BRD-Erzeugung in der Hand hält
- 1969 95%ige Beteiligung der BASF an der Wintershall AG, Wintershall besitzt 43% der Aktien der Salzdetfurth AG
- 1970 Zusammenschluß der Wintershall AG und der Salzdetfurth AG zur Kali und Salz GmbH, Sitz Kassel, mit einem Anteil von 88% der bundesdeutschen Kalierzeugung
- 1971 Umbenennung in Kali und Salz AG

Die übrige Produktion stammte aus den Werken Friedrichshall und Ronnenberg der Kali-Chemie AG, bei der die Deutsche-Solvay-Werke GmbH die Aktienmehrheit besaß [22].

Wie sich solche Veränderungen auf die Besitzverhältnisse eines Werkes auswirkten, zeigt die nächste Tabelle am Beispiel des Kaliwerkes Sigmundshall.

2. Das bunte, bittere Salz – heute

Kali- und Salzvorkommen gibt es weltweit, die Mengen und ihre Verteilung schließen eine strategische Bedeutung weitgehend aus [24]. Die geologischen Vorräte werden auf über 21 Mrd t K_2O und die gewinnbaren Vorräte auf über 10 Mrd t K_2O geschätzt. Heute werden unseres Wissens 50–60 Produktionsstätten auf drei Kontinenten betrieben. Die Weltproduktion erreichte 1988 ihren Höhepunkt, fiel bis 1993 stark ab und stabilisierte sich in den letzten vier Jahren bei 25–26 Mio t K_2O . Dabei entfallen 1/3 auf Kanada, 23% auf die GUS-Staaten und 14% auf Deutschland. An den Zahlen werden die Auswirkungen der politischen und wirtschaftlichen Transformationsprozesse Osteuropas, der EU-Landwirtschaftspolitik sowie die finanzielle Lage der großen asiatischen Märkte Indien und China deutlich. Verschärft wurde die Situation durch das Auseinanderklaffen von Kapazitäten und Produktion.

Natriumchlorid läuft recht stabil, da sich die Chlordiskussion etwas entspannt hat. Problematischer zeigt sich die Sodaherstellung, da die Natursoda heute in der Welt 1/3 des Marktes (USA) besetzt. Zu Deutschland sei ergänzt:

Nach der Liquidierung des VEB Kombinat Kali 1990 vereinigten sich die ehemaligen DDR-Werke mit beachtlichen Querelen (z. B. Zielitz) bis 1993 in der Mitteldeutschen Kali AG, die im gleichen Jahr mit der Kali und Salz GmbH fusionierte. Nach umfangreichen Rationalisierungsmaßnahmen und Kapazitätsanpassungen existieren nunmehr 6 Kaliwerke, unter denen Zielitz mit einer Förderung von über 10 Mio t Rohsalzen und einer Produktion von über 1,4 Mio t K_2O Fertigprodukten einen führenden Platz einnimmt. Das Werra-Fulda-Gebiet umfaßt ~1000 km². Gewonnen werden etwa 21 Mio t Rohsalze aus 500–1100 m Tiefe. 1100 Fahrzeuge bewegen sich unter Tage u. a. auf 600 km befahrbaren Strecken, dazu kommen über 150 km Bandanlagen. Je Mann und Schicht werden an die 220 t über die Bänder gefördert. Als Ergebnis resultieren ~3,5 Mio t Fertigprodukte.

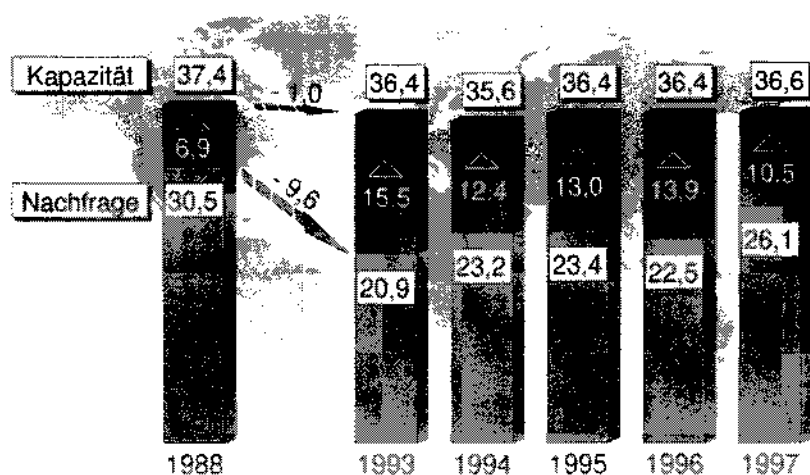
Tabelle 11: Besitzverhältnisse des Kaliwerkes Sigmundshall westlich von Hannover (Salzstock von Bokeloh) [23]

1898	Gewerkschaft Mathias erwirbt das Bergwerkseigentum
1902	Alkaliwerke Sigmundshall Aktiengesellschaft übernimmt den Vermögensbestand der Gewerkschaft Mathias
1907	Sigmundshall AG erwirbt 4000 der 5000 Kuxen der Gewerkschaft Weser. Von diesem Zeitpunkt an werden die Schächte Sigmundshall und Weser stets gemeinsam genannt
1922	Mit Wirkung zum 1. Januar geht das Gesamtvermögen der Alkaliwerke Sigmundshall AG in den Besitz der Consolidirten Alkaliwerke Westeregeln über
1937	Zusammenschluß der drei Gesellschaften Kaliwerke Salzdetfurth AG, Kaliwerk Aschersleben AG und der AG Consolidirte Alkaliwerke Westeregeln zur Vereinigten Kaliwerke Salzdetfurth AG mit Sitz in Berlin. Die Betriebsanlagen zur Kaligewinnung werden in der neuen Gesellschaft Vereinigte Kaliwerke Salzdetfurth AG zusammengefaßt
1970	Zusammenschluß der Kalibergwerke der Wintershall AG und der Vereinigte Kaliwerke Salzdetfurth AG zur Kali und Salz GmbH mit Sitz in Kassel
1971	Umwandlung der Kali und Salz GmbH in Kali und Salz AG mit Sitz in Kassel
1972	Umwandlung der Kali und Salz AG auf Salzdetfurth AG. Anschließend Umbenennung in Kali und Salz AG
1993	Fusion der Mitteldeutschen Kali AG und der Kali und Salz AG zur Kali und Salz GmbH mit Sitz in Sondershausen. Umbenennung der Kali und Salz AG in Kali und Salz Beteiligungs AG

1998 erwarb die Kali und Salz Beteiligungs AG die 49% Anteile der ehemaligen Treuhandanstalt und besaß damit 100% der Anteile der Kali und Salz GmbH. Die BASF war übrigens immer stärker aus der Gesellschaft ausgestiegen, ihr Aktienanteil betrug Ende 1998 wenig mehr als 25%. Im gleichen Jahr wurde nach längerem Zeitraum wieder eine Dividende ausgeschüttet, die sich 1999 in der nunmehr Kali und Salz AG um über 58% steigerte. Der Umsatz wuchs von 1997–1999 von 2,1738 Mrd DM auf 2,331 Mrd DM, wovon etwa 80% auf die Kali- und Verbundprodukte entfielen. Besonders hervorzuheben ist der Anteil an sulfatischen Salzen. Auf diesem Sektor ist Deutschland mit einer Produktion von über 1 Mio t führend in der Welt.

Die Zahl der Mitarbeiter bewegt sich jetzt um 9150 (1999 = 9176), die Produktion um 3,6 Mio t K_2O . Damit liegen beide Werte über den geschätzten für das Jahr 2000.

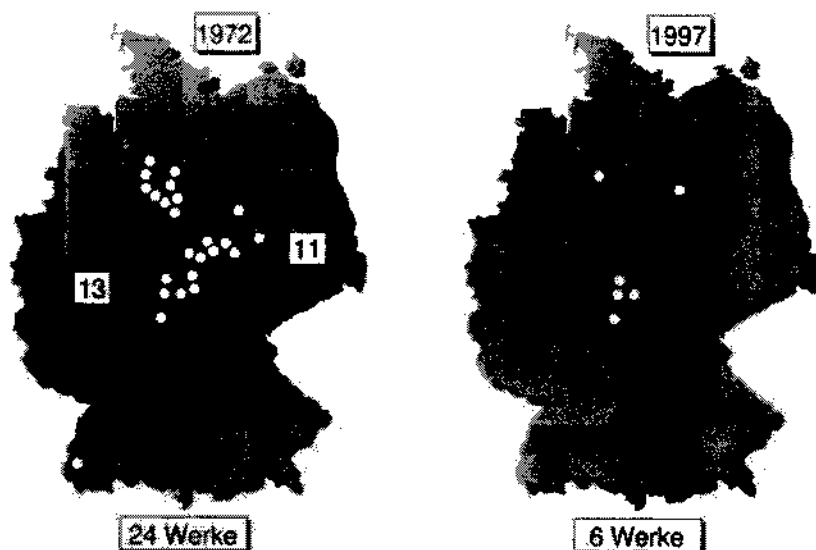
Von der Förderung werden ~25% Finalprodukte erhalten, davon 48% Kaliprodukte, 21% Spezialdünger, 15% Natriumchlorid, 11% Industriepro-

Abbildung 10: Weltkapazität und Nachfrage (Mio t K_2O) [25]

dukte wie Magnesiumsalze und 5% Sonstiges. Der Umsatz im Inland beträgt 31%, in Europa 44% und in Übersee 25% [26]. Zu Natriumchlorid ist zu sagen, dass wesentliche Produzenten außerhalb der Kali-Gruppe bei Solvay mit dem Pipeline-Verbund und dem größten Werk in Borth bei Wesel mit einer Kapazität von ~4 Mio t Salz und Sole bei Wacker in Stetten u. a. liegen, bei einer Gesamtproduktion in Deutschland von ~8 Mio t/Jahr. Das neue Siedesalzwerk in Bernburg (Kapazität 250 000 t/Jahr) brachte eine weitere Anpassung an die variierenden Markverhältnisse und trug maßgeblich zur 14%igen Steigerung des NaCl-Absatzes bei der Kali und Salz AG bei.

Auf eine Technologie sei noch aufmerksam gemacht. Mitte der 70er Jahre begann in der DDR die Entwicklung der Carnallit-Solung, die 1981 umgesetzt wurde und der sich 1988 die Verarbeitungsanlage anschloß. Das Verfahren läuft in Bleicherode bei der „deusa“ stabil und der Betrieb kann heute über 200 000 t Fertigprodukte produzieren. Bedauerlicherweise war der Presse Anfang des Jahres 2001 zu entnehmen, dass der Betrieb nunmehr Insolvenzantrag stellen mußte.

Abbildung 11: Kaliwerke in Deutschland 1972 und 1997



3. Ein Wirtschaftszweig im Spiegel der wissenschaftlich-technischen Entwicklung

Die vergangenen 150 Jahre waren und sind durch epochale Fortschritte der Natur- und Technikwissenschaften gekennzeichnet, die sich in vielfältiger Weise und Verflechtung in der Kaliindustrie wiederfinden, sei es in der geologischen Erkundung und im Beherrschen des Gebirges, im Bergbau einschließlich der Aufbereitung oder in der Chemie und Technologie anorganischer Salze. Maschinenbau und Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik trugen und tragen mit neuen Prinzipien und Methoden zur Entwicklung des Industriezweiges bei, wobei die Spezifika der Salzgewinnung und -verarbeitung die generellen Entwicklungen nicht selten initiierten bzw. befruchteten.

3.1 Wenige Aussagen zur Untertagetechnik

Um Mineralsalze einer nutzbaren Verwertung und Anwendung zuzuführen, sind sie zunächst vom Gebirge zu trennen und in eine förderfähige Form zu überführen (Gewinnung). Abbau-, Strecken- und Schachtförderung schließen sich an. Zu den speziellen Gegebenheiten des Kalibergbaues gehören [27]

- die besonderen geologischen Verhältnisse der Salzlagerstätten,
- die durch die Wasserlöslichkeit der Salze gegebenen Wassergefahren,
- die durch das Vorkommen von brennbaren Gasen und Kohlendioxid bestehenden Gasgefahren,
- die durch die elastoplastischen Eigenschaften der Salze bedingten Gebirgsdruckerscheinungen,
- die mit zunehmender Teufe verhältnismäßig stark ansteigenden Gebirgstemperaturen.

In Deutschland wurden 239 Kalischächte niedergebracht, außerdem wurden 41 Schächte vor Erreichen der Endteufe aufgegeben. Als Teufmethoden registrieren wir den Senkschacht, das Zementiervverfahren, das Abbohren nach KIND-CHAUDRON und das Gefrierverfahren nach POETSCH. Die ersten Kalischächte waren traditionsgemäß in Holz ausgebaut, später folgten Mauerung, englische und deutsche Tübbings und Stahlbeton (Zielitz). Der Abbau des Salzes vollzog sich in Kammern durch Sprengarbeit, wobei Pfeiler bis zu einer Breite von 10–15 m (Werra) stehenblieben. Weitere Entwicklungen führten zu Großkammer- und Schwebenstrossenbau sowie in flachen Strecken zum „room-pilar“-Verfahren. Einige markante Daten mögen die technische Entwicklung im Bergbau skizzieren (Tabelle 12).

Bestimmen bis in die 30er Jahre des 20. Jahrhunderts im wesentlichen deutsche Verfahren, Apparate und Anlagen das Geschehen im Kalibergbau, so wandelte sich diese Situation gravierend in den folgenden Jahrzehnten, besonders nach dem 2. Weltkrieg. In den USA ersetzten Sprenglochbohrwagen, Schrämmaschinen, bewegliche Lademaschinen und Pendelwagen die Schrapper und Gurtbandförderer [29]. Es erfolgte eine Umstellung von Langpfeilern auf quadratische Pfeiler bei versatzlosem Abbau, womit die Beweglichkeit der fahrbaren Maschinen wesentlich erhöht wurde. Der Einsatz von Teilschnittmaschinen (Raupefahrzeuge mit elektrisch angetriebenen schwenkbaren Schneidausslegern) bewährte sich für die chloridischen Salze. Im Hart-

salz reduzierten sich jedoch die Leistungen. Einen starken Eingang der amerikanischen Technik finden wir im hessischen Kalibergbau, der ähnliche Lagerverhältnisse wie in New-Mexiko aufweist – flachwellig, geringe Mächtigkeit, standhaftes Gebirge. Zechsteinsalze lassen sich nur unter höherem Energieeinsatz schneiden. Mitte der 60er bis 70er Jahre erfolgte die Einführung der LHD-Technik (Load, Haul and Dump) zunächst mit Diesel- dann mit Elektroantrieb. Vollautomatische Bandanlagen von 50 km Länge gehörten zur Normalität. Ähnliche Entwicklungen kennzeichneten zu dieser Zeit die technischen Fortschritte in der UdSSR. Der deutsche Anteil ist bei der Bohrtechnik am deutlichsten ausgewiesen, da die Salzhärte und damit die Sprengarbeit im hiesigen Kalibergbau die umfangreichste in der Welt ist. Heute arbeiten Bohrwagen mit elektrischem oder Diesel-Antrieb, teilautomatisiert sowie mit Fernsteuerung, mit Lafetten z. B. von 7 m Nutzlänge, Luft-, Wasser-Spülung und Bohrgeschwindigkeiten von z. B. 15m/min sowie Firstankerbohrwagen und Großlochbohrgeräte.

Tabelle 12: Ausgewählte Verfahren, Maschinen und Ausrüstungen im Kalibergbau [28]

1861	Bohren mit Meißelbohrer und Feustel, Sprengen mit Schwarzpulver, Abbauförderung mit Hand, Streckenförderung mit Pferden, Wagenförderung mit Förder- gestellen und Dampf Fördermaschinen
1869	Handbohrmaschinen
1877	Koepe-Treibscheiben-Fördermaschine
1883	Streckenförderung mit Elektroloks
1884	Bremsbergförderung mit elektrisch angetriebenen Haspeln
1893	Säulendrehbohrmaschinen
ab 1895	Einsatz brisanter Chlorat- und Ammoniumnitrat-Sprengstoffe
1898	Erste elektrisch angetriebene Blindschacht-Fördermaschine
1912	Vollschnittgewinnungsmaschine „Eiserner Bergmann“
1915	Erste Gefäßförderanlage
ab 1917	Sprengen mit flüssigem Sauerstoff auf Kohlenstoffträgern
1920/22	Säulendrehbohrmaschine, Abbau und Streckenförderung mit Schüttelrutschen, Ketten- und Seilbahnen

1927	Abbauförderung mit Schrapfern
ab 1935	Kettenschrämmaschine (USA)
1951	Sprenglochbohrwagen (USA)
1954	Vierseilförderanlage
1955	Abbauförderung mit Lademaschinen und Bunkerpendelwagen
1956	Continuous Miner (Gewinnungsmaschine USA)
1957	Großlochbohrwagen (BR Deutschland)
ab 1962	Unpatronierter Sprengstoff (ANC)
ab 1964	Abbauförderung mit Lademaschinen, Kipplastern und Ladetransportmaschinen
ab 1965	Starke Entwicklung von Teil-, Vollschnittgewinnungsmaschinen und Walzenschrämladern (USA, UdSSR, BRD, DDR)
ab 1970	Achtseilförderanlagen (BRD, DDR)
ab 1980	Zunehmender Einsatz von Prozeßrechnern und Mikroprozessoren, Automatisierung von Gewinnungs- und Förderaggregaten

All diese Maßnahmen führten zur Vervielfachung der Grubenleistungen bezogen auf den Mann und damit zu einer starken Reduzierung der Belegschaften.

Auf die komplexe und komplizierte Wasser- und Gasproblematik mit ihren katastrophalen Auswirkungen kann hier nur noch einmal verwiesen werden, beeinflusste diese naturgemäß das Geschehen unter Tage und damit auch Technologie und Technik entscheidend.

Die Löslichkeiten der Mineralsalze in Wasser drängen die Frage einer solenden Gewinnung auf – vor über 2000 Jahren in China und heute in erheblichem Umfang bei der NaCl-Gewinnung genutzt. Erste Anlagen wurden nach 1960 im Kalibergbau Kanadas in Betrieb genommen, da sich hier die Lagerstätten in Teufen von 900 bis 2000 m erstrecken und unter den gegebenen Bedingungen (Sylvinit, mächtige und gleichmäßig ausgebildete Lagerstätten) die Solung dem konventionellen Bergbau überlegen zeigt.

In der DDR wurde das Verfahren für die Solung des wesentlich komplizierter zusammengesetzten Carnallitit entwickelt und als großtechnische Versuchsanlage bei Bleicherode betrieben (siehe 2.6).

Wie schon dargelegt, nutzen Länder mit entsprechendem Klima die Gesetzmäßigkeiten der solaren Eindunstung des Meerwassers oder natürlicher Salzsolen zur Gewinnung von Natriumchlorid und Kalisalzen. Eine schematische Darstellung dieser Methode zeigt Abbildung 12.

3.2 Zur Verarbeitung der Kalirohsalze

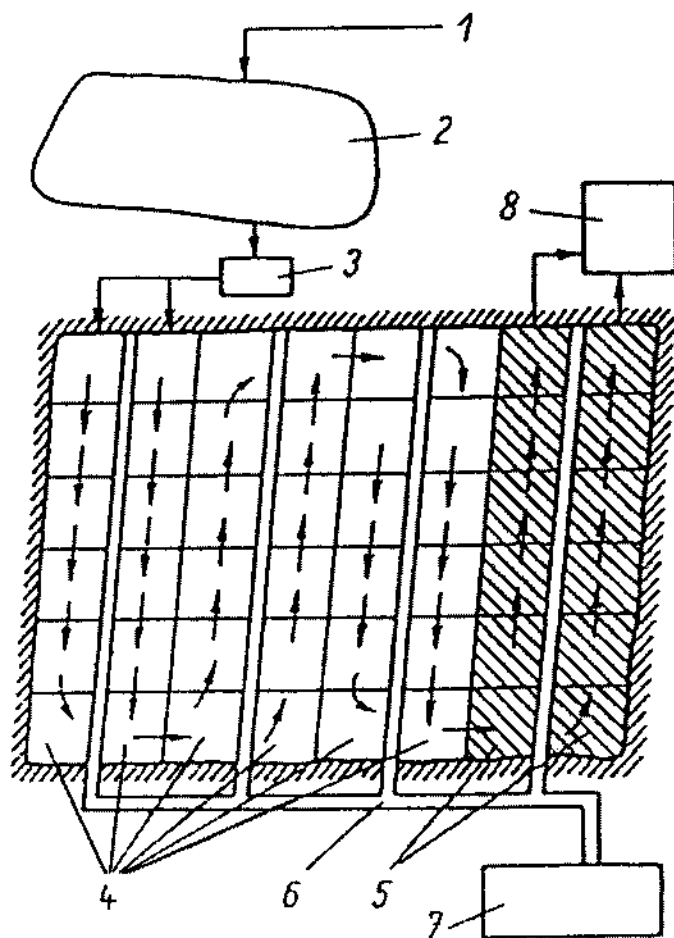
Die komplexe Aufarbeitung von Kalirohsalzen führt entsprechend der folgenden Übersicht zu Kaliumchlorid, Kieserit, Brom und Magnesiumchlorid-Lösung. Das breite Anwendungsspektrum dieser Primärprodukte verdeutlicht die wirtschaftliche Stellung der Kalisalzlagerrstätten.

Die klassischen chemischen Verfahren zur Gewinnung der Wertstoffe sind durch Löse- und Kristallisationsprozesse – basierend auf den thermodynamischen und kinetischen Kenntnissen des quinären bzw. hexären Systems der ozeanischen Salze und ihrer niedrigeren Systeme sowie der Phasenübergänge fest-flüssig und flüssig-fest bestimmt [30]. Die folgende Abbildung 14 zeigt als Beispiel das Verarbeitungsschema für die Sylvinitverarbeitung.

Die Carnallitverarbeitung erfordert den Einbau der heißen oder kalten Zersetzung des inkongruent löslichen Doppelsalzes, wie auch die Hartsalzverarbeitung charakteristische Besonderheiten bedingt. blieb das Grundprinzip des Löseprozesses bis heute erhalten, veränderten sich Apparate und Anlagen entscheidend. Schneckenlöser ersetzten die traditionellen, meist zylindrischen Lösekessel, Klärapparate (Dorr) und Vakuumtrommelzellenfilter lösten die Klärkästen ab und mehrstufige Vakuumkristallisationsanlagen verdrängten die großflächigen Kristallisierräume mit ihren zahlreichen Kästen unterschiedlicher Größe. Den „THELENSchen“ Trockenapparat (Hohlpfannen aus Gußeisen auf Mauersteinpfeilern) wird man heute vergebens suchen. Konvektionstrockner wie Trommel-, Wirbelschicht- und Fließbettrockner bestimmen das Bild der Trockenstationen, denen sich Granulationseinrichtungen anschließen können.

Bestimmten bis zum 2. Weltkrieg die „deutschen“ Löseverfahren die Rohsalzverarbeitung, gewann ab den 50er Jahren die Salzflotation entscheidenden Boden. Mit ihr werden heute mehr als 2/3 der Weltproduktion an Kalisalzen hergestellt. Die Flotation leichtlöslicher Salze ist erst seit 70 Jahren bekannt. 1935 wurden die ersten Patente in den USA auf der Basis der Ar-

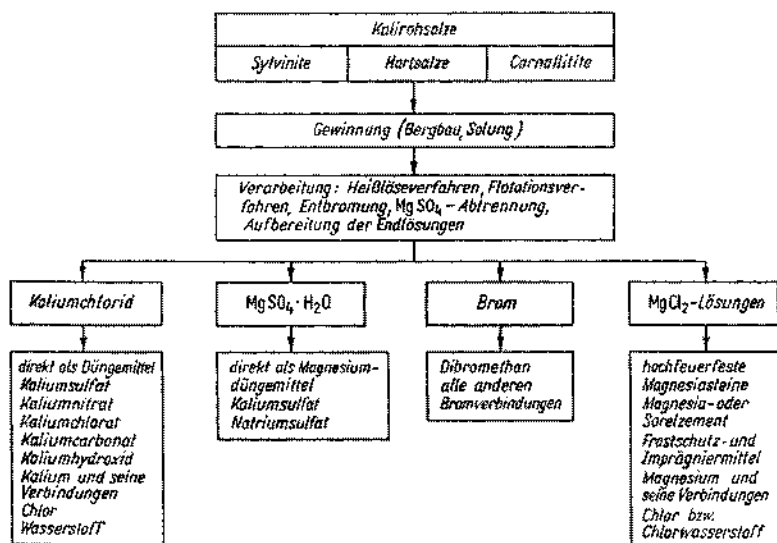
Abbildung 12: Schema zur Gewinnung von Mineralsalzen aus Meerwasser bzw. natürlichen Salzsolen durch solare Eindunstung [30]



- 1 Sole- bzw. Meerwasserzufluß
- 2 Vorkonzentrationsteich
- 3 Pumpstation
- 4 Ernteteiche für NaCl

- 5 Ernteteiche für Kalisalze
- 6 Erntestraßen
- 7 Verarbeitungsanlage
- 8 Lösungsspeicher

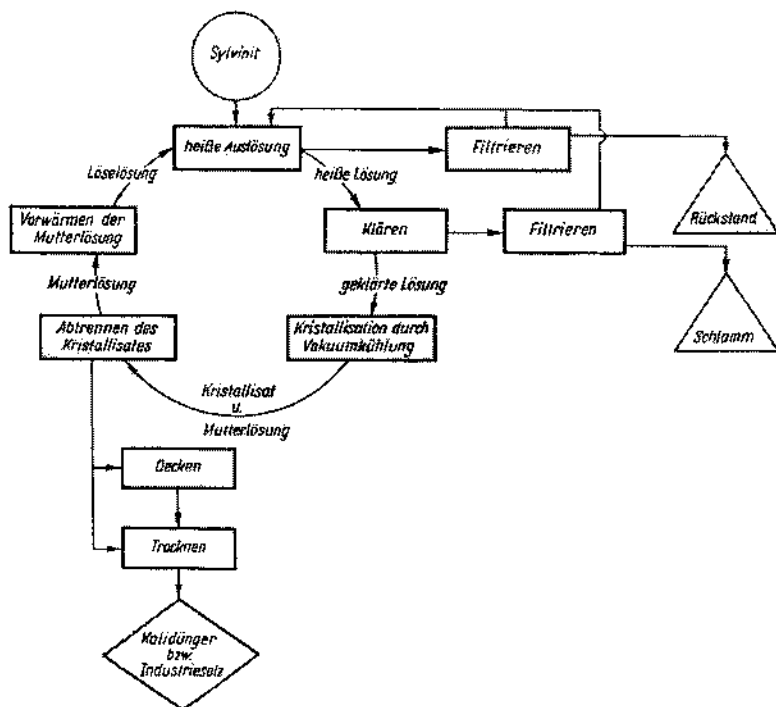
Abbildung 13: Produkte der Kalirohsalzverarbeitung und Folgeprodukte



beiten im Kalirevier Carlsbad erteilt. 1940 nahm die IMC eine Flotationsfabrik in diesem Revier in Betrieb, weitere folgten 1952 an verschiedenen Plätzen in den USA. In der Folgezeit (1953 BRD, 1961 DDR) zieht diese Technologie auch in Europas Kaliindustrie ein. In den Kalikombinaten der UdSSR erfolgt die Aufarbeitung zum größten Teil in mehrstufigen, im Land entwickelten Flotationsanlagen und Technologien. In Kanada wird ausschließlich – neben der solenden Gewinnung – die Sylvinitflotation angewendet. Die Kaliindustrien weiterer Länder wie Frankreich und Spanien schlossen sich dieser Entwicklung an. Die Grobkornflotation (Korngröße >2 mm) sowie spezielle Anwendungen wie die Rückstandsflotation erweiterten den Einsatz dieser Technologie und erhöhten Größe und Durchsatz der Flotationszellen. Die folgende Abbildung 15 zeigt das Prinzip der Rohsalzflotation.

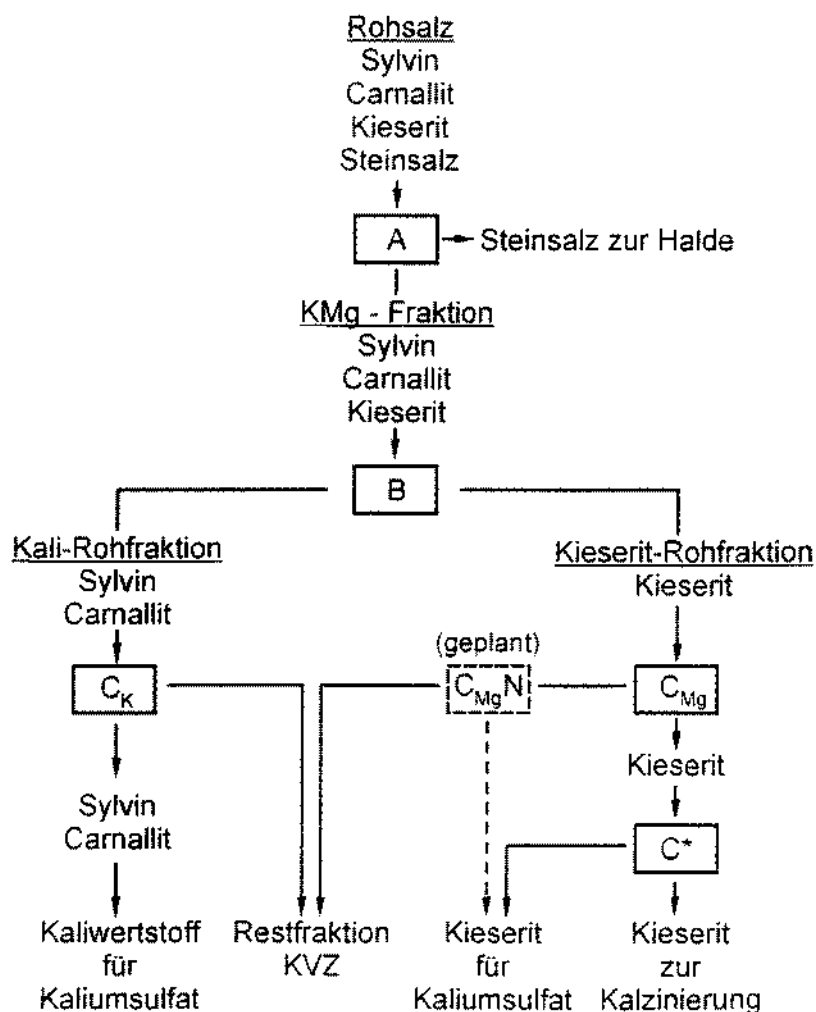
Jüngstes Glied in der Kette der Aufbereitungsverfahren ist die elektrostatistische Aufbereitung von Kalirohsalzen (ESTA), die auf der gegenseitigen berührungselektrischen Aufladung der Salzkomponenten und ihrer Trennung in Band- oder Röhrenfreifallscheidern beruht. Nach dem Bekanntwerden der

Abbildung 14: Verarbeitungsschema zur lösetechnischen Sylvinitaufarbeitung



1951 erteilten IMCC (International Minerals and Chemical Corporation)-Patente – das amerikanische Verfahren war übrigens nur kurz in Betrieb – begann 1953 die Entwicklung in der Forschung der Kali und Salz AG und führte 1973 zu einer ersten Produktionsanlage zur Erzeugung von Kieserit im Werk Neuhoof-Ellers mit einem Durchsatz von 100 t/h. Ab 1976 erfolgte der Aufbau weiterer Anlagen im Werk Wintershall, nachdem mit dem Einsatz von Fließbettaufwärmern für die elektrostatische Aufladung und dem Röhren-freifallscheider als Trenngerät ein entscheidender Fortschritt gelang. Zwischen den beiden Rohrreihen des Freifallscheiders liegt eine Spannung von 120 kV an, die Stromstärke ist mit ~2 mA sehr gering, die Leistung eines Gerätes beträgt z. B. 30 t/mh. Die folgende Abbildung 16 zeigt das Schema der ESTA-Anlage des Wintershallers Werkes.

Abbildung 16: Verfahrensschema der ESTA-Anlage Werk Wintershall [31]



Die Verknüpfung aller drei Verarbeitungsverfahren in einem Fabrikbetrieb zeigt Abbildung 17.

Auf die Entwicklung zur Herstellung der gesamten Produktpalette aus Kalirohsalzen sei hier verzichtet.

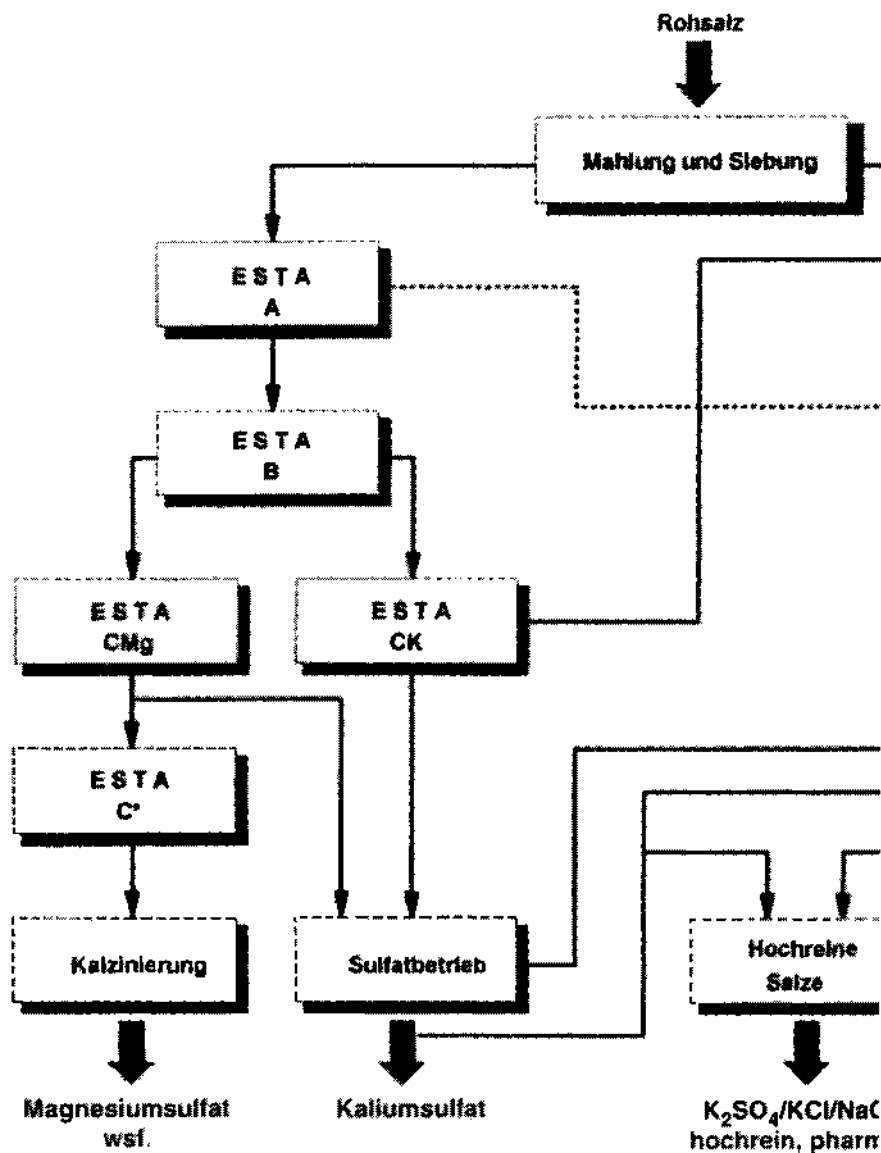
3.3 Chemie – Kaliindustrie

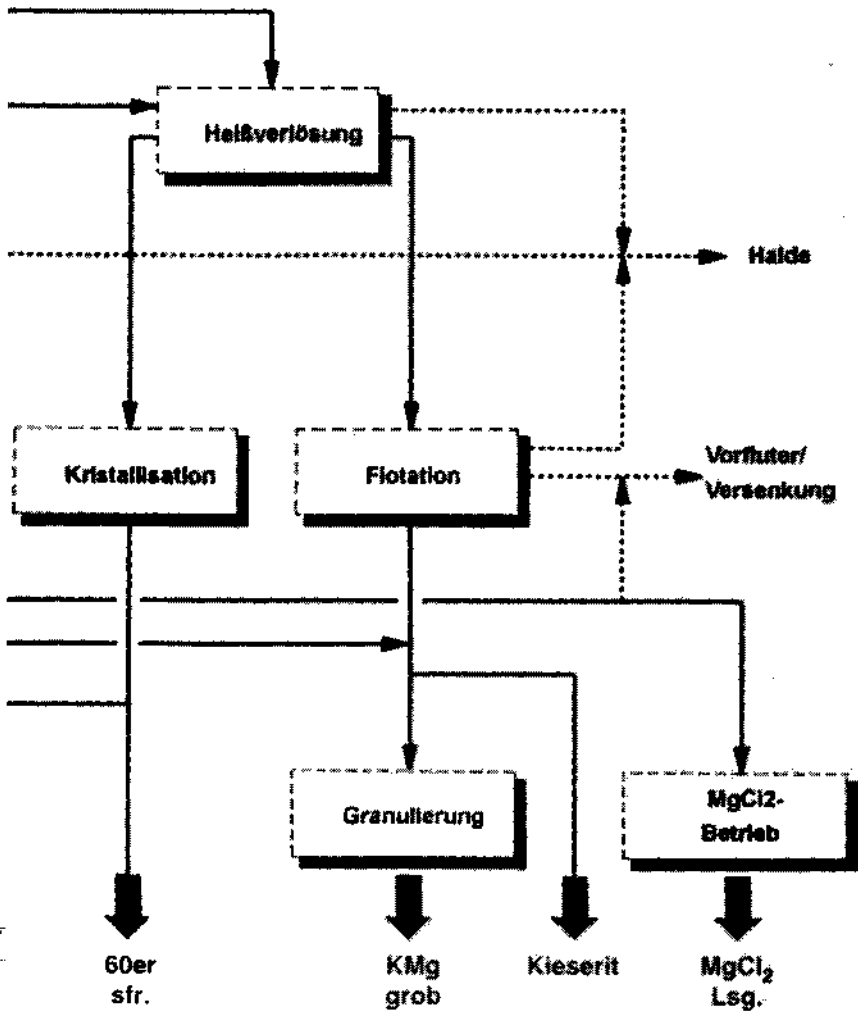
3.3.1 Verdiente Kalichemiker (1860–1918)

Unabhängig von ihrer Entdeckung bzw. Identifizierung waren chemische Verbindungen der Elemente des hexären Systems ozeanischer Salze seit dem Altertum bekannt. Dazu gehörten auch die Kaliumsalze wie Kaliumnitrat, Kaliumcarbonat (Pottasche) und Kalilauge mit ihren vielfältigen Einsatzgebieten.

Die Voraussetzungen für die Gründung der Kaliindustrie basierten maßgeblich auf der bekannten Arbeit JUSTUS VON LIEBIGS „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ aus dem Jahr 1840, gewissermaßen der Geburtsurkunde der Agrochemie. Im Zusammenhang mit den Staßfurter Bohrungen beeinflussten Untersuchungen und Gutachten des damaligen Verantwortlichen für alle Hütten und Salinen des Preußischen Staates K. J. B. KARSTEN, Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften von 1822 bis 1853 – von ihm stammen 21 Abhandlungen und auch das bekannte „Lehrbuch der Salinenkunde“ – direkt und indirekt den Ausbau des Steinsalzlagers. Dem Weitblick und der Risikobereitschaft des Oberberghauptmanns KRUG VON NIDDA war es letztendlich zu verdanken, dass der weitere Aufschluß der Staßfurter Lagerstätte gegen alle Einwände weitergeführt wurde und Kalirohsalze – wenn auch im bescheidenen Maße – sowohl für Düngeversuche als auch für Versuche zur Abtrennung des störenden Magnesiumchlorids zur Verfügung standen. Nachdem die Bedeutung der „Abraum-salze“ für die Landwirtschaft absehbar war und chemische und mineralogische Analysen – wie u. a. die Aufklärung des Carnallits durch HEINRICH ROSE (Mitglied der Berliner Akademie von 1832 bis 1864) im Jahr 1856 – Auskunft über die Inhaltsstoffe gaben, begannen Chemiker mit meist empirischen Methoden, mit Improvisation und Intuition die ersten Verfahren zur Kalirohsalzaufarbeitung zu entwickeln. Das Ziel, schnell zu gewinnbringenden Düngemitteln und Chemieprodukten zu gelangen, bestimmte die Herangehens-

Abbildung 17: Fließbild des Fabrikbetriebes Standort Wintershall [31].





weise, förderte Abschottung und Geheimniskrämerei und führte mehr oder weniger zu „Einzelkämpfen“, wie STAHL [32] es nannte.

Zu den Kalichemikern der ersten 20 Jahre gehörten neben den schon genannten DR. A. FRANK und DR. H. GRÜNEBERG Industriezweigsmitarbeiter wie G. BORSCHKE, E. PFEIFFER, A. LANGBEIN, E. SCHMIDT, F. MICHELS, A. WÜNSCHE – nicht vergessen sei die Glasgower Firma LEISER & TOWNSEND – aber auch „Außenseiter“ wie der Apotheker LÖFASS und der Baumeister FÖLSCHKE, ohne hier näher auf ihr verdienstvolles Wirken in den 33 Sonder- und werkseigenen Kalifabriken einzugehen [33].

Ab 1880 beobachten wir in Verbindung mit der in den Vordergrund tretenden zweiten Generation von Chemikern eine spürbare Hinwendung zu einer systematischen Forschung sowohl in Staßfurt als auch in den neuen Kalirevieren. Diese Fachleute waren während ihrer universitären Ausbildung mit solchen sich stürmisch entwickelnden Gebieten der Chemie und – ab VAN'T HOFF und OSTWALD – Physikalischen Chemie wie

- der chemischen Gleichgewichts- und Phasenlehre (LE CHATELIER, GIBBS, VAN'T HOFF, ROOZEBOOM);
- der Chemie der Elektrolyte (FARADAY, ARRHENIUS, VAN'T HOFF, WILHELM OSTWALD, NERNST);
- der Analytischen Chemie (BERGMANN, BERZELIUS – PFAFF, BUNSEN – KIRCHHOFF, FRESENIUS)

und den Struktur-Eigenschaftsbeziehungen basierend auf der Entwicklung der Atomtheorie, der Molekülhypothese und des Bindungsverhaltens in Berührung gekommen, was ihre Denk- und Arbeitsweisen mehr oder weniger stark beeinflusste.

Geprägt wurde diese Zeit durch drei Persönlichkeiten, die mit ihren Mitarbeitern sowie weiteren Fachleuten, mit denen sie verbunden waren, Kaligeschichte geschrieben haben:

PROF. DR. DR. ING. h.c. HEINRICH PRECHT –

ENGEL (Frankreich), WITTJEN, HEPKE, RATHKE, PFEIFFER, SCHMIDT;

PROF. DR. DR. h.c. JACOBUS HENRICUS VAN'T HOFF –

zahlreiche Mitarbeiter aus aller Welt an der Berliner Akademie u. a. MEYERHOFFER, ARMSTRONG, SMITH, SACHS, WILSON, BLASDALE, D'ANS;

DR. DR. ING. h.c. WILHELM FEIT –

KUBIERSCHKY, BOCKEMÜLLER, PRZIBYLLA, MICHELS, KOELICHEN, BOCK, BARTLINGCK, SUNDMACHER, WITTE, HÜTTNER.

Unabhängig von diesen Kreisen seien noch die folgenden Wissenschaftler genannt, die durch grundlegende Forschungsergebnisse hervorgetreten sind: LÖWENHERZ, BOEKE, JAENECKE, LE BLANC, LUNGE, MOLDENHAUER, TAMMANN, SCHREINEMAKERS.

Zu PRECHTS herausragenden Arbeiten gehören

- die Gewinnung von Langbeinit durch Zersetzung von Kainitit unter Dampfdruck;
- die Herstellung von Borsäure aus Boracit;
- die Errichtung einer Kaliumcarbonatfabrik nach dem ENGEL-PRECHT-Verfahren;
- die Elektrolyse von Kalium- bzw. Natriumchlorid nach dem Aussiger-Glockenverfahren;
- die Darstellung von Magnesia durch Kalkfällung aus der entsulfatisierten Mutterlauge der Carnallitverarbeitung [32].

In VAN'T HOFFS Berliner Zeit an der Preußischen Akademie der Wissenschaften fallen die klassischen „Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der Mineralsalze ozeanischen Ursprungs“ (1896–1905), dargelegt in 55 Abhandlungen, die auch in einer von PRECHT und COHEN zusammengestellten Fassung erschienen sind. VAN'T HOFF hatte sich schon ~1887 mit der Kristallisation der Salze aus dem Meerwasser beschäftigt und kam durch sein Interesse für Umwandlungserscheinungen von Elementen und Salzen in Abhängigkeit von Temperatur, Druck und Zeit zur Salzchemie.

Galt sein Interesse in erster Linie auch nicht der Verarbeitung der Kalisalze sondern der Salzlagerstättenforschung, so erkannten PRECHT und weitere führende Kalichemiker die Notwendigkeit der Weiterführung dieser Arbeiten. Bei PRECHT lesen wir: „VAN'T HOFFS in Deutschland ausgeführte Arbeiten haben vorzugsweise der Kaliindustrie Nutzen gebracht. Mancher mag sie als theoretische Studien betrachten, wer sie aber eingehend kennengelernt hat, wird auch den Vorteil für die Industrie daraus entnehmen können. Durch die mannigfaltigen Vorträge, die VAN'T HOFF in vielen Kulturländern gehalten hat, ist das Interesse für die Kaliindustrie derart geweckt worden, dass es unmöglich ist, nur annähernd den materiellen Wert zu schätzen“ [34].

Auf dem ersten Deutschen Kalitag (1905 in Hannover), der – wie schon erwähnt – zur gemeinsamen Behandlung wissenschaftlicher und praktisch-

technisch-technologischer Probleme abgehalten wurde, kam es zum Vorschlag von VAN'T HOFF, PRECHT und dem Leipziger Mineralogen RINNE, einen „Verband zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Kalilagerstätten“ zu bilden, der von 1906–1919 bestand.

Von FEITs Arbeiten seien neben grundlegenden Löslichkeitsuntersuchungen hier genannt

- die Entdeckung der borhaltigen Minerale Ascharit und Kaliborit;
 - der Bau der Kaliumchlorid-Fabrik in Vienenburg und die Einführung der Handelsmarke „Chlorkalium 90–95%“;
 - das nach ihm benannte Decklöseverfahren;
 - die Veröffentlichung über „Die Darstellung des Chlorkaliums aus Hartsalz“.
- Auf der Tagung des „Vereins der Deutschen Kaliinteressenten“ am 21.06.1918 im Hotel „Der Achtermann“ in Goslar stellte FEIT unter dem Eindruck der unmittelbaren Kriegssituation seine elf Forderungen für die Errichtung einer chemischen Versuchsanstalt für die Kaliindustrie auf, die z. T. bis heute ihre Aktualität nicht eingebüßt haben.

Tabelle 13: Forderungen für die Errichtung der chemischen Versuchsanstalt für die Kaliindustrie nach W. FEIT und W. HÜTTNER [32]

1. Aufgabe der Geheimniskrämerei der Kalichemiker untereinander, die sich mit einer chinesischen Mauer umgeben, über die kein Kollege blicken soll – bereits 1919 kreisen die Patentschriften immer um gute Bekannte aus alter Zeit –
2. Vorherrschen der Empirie bei der Aufbereitung der Kalisalze
3. Umsetzung der klassischen Arbeiten VAN'T HOFFs in der Fabrikpraxis, besonders beim Auftreten von Sulfaten
4. Angliederung der Versuchsanstalt an eine bestehende Kalifabrik, aber als selbständige Anlage
5. Anschaffung der modernsten Apparate zur Verbesserung und Überprüfung der Fabrikationsmethoden, Kostenersparnis für die Fabriken, die unnötige Apparate nicht zu kaufen brauchen
6. Aufbau eines wissenschaftlichen Laboratoriums zur Untersuchung der Lösungsgleichgewichte, am besten in Berlin in Anbindung an eine Hochschule

7. Forschung nach Ideen, um die lästigen Abfallprodukte der Kaliindustrie in wertvolle Stoffe umzuwandeln
8. Entwicklung von schnellen und genauen Analysenmethoden
Erstellung von für die Industrie wichtigem Handwerkszeug: Tabellen für Löslichkeiten, Dichten, spezifischen Wärmen
Ausarbeitung von Gutachten und Betriebskontrollen
9. Ausbildung von Laboratoriumspersonal
„Ganz besonders unzufrieden ist man mit dem weiblichen Hilfspersonal, das in sog. Chemieschulen nur mit den allernotwendigsten Kenntnissen ausgerüstet wird“
10. Angliederung einer Abteilung für Maschinenbau und Elektrotechnik zur Kontrolle der Energiewirtschaft
11. Angesichts der geschätzten Kosten von mehreren hunderttausend Mark für Gehälter, Betriebsmaterialien, Miete, Abschreibungen usw. sollte das Institut einen Teil der Kosten selbst aufbringen, z. B. durch Gutachten, Endlaugenkonzessionen, Entwurf von Fabrikneubauten, Ausführung von Analysen und Materialprüfungen.

3.3.2 Die Kaliforschungsanstalt GmbH

Am 28.10.1919 wurde die Kaliforschungsanstalt GmbH. mit Sitz in Leopoldshall gegründet. Gesellschafter waren das Deutsche Kalisyndikat und der Verein der Deutschen Kaliinteressenten. Vier wissenschaftliche Mitarbeiter, ein Laborant und fünf weitere Beschäftigte nahmen unter der Leitung von Direktor DR. KOELICHEN die Arbeit auf, wobei die Mitarbeiterzahl in den Folgejahren auf etwa 30, davon bis 15 wissenschaftliche Kräfte, anstieg. Da über die Geschichte der Kaliforschungsanstalt und der ihr folgenden Einrichtungen mehrfach aus kompetentem Mund bei verschiedenen Anlässen berichtet wurde, sei hier nur auf einige Aspekte hingewiesen [32], [33], [35], [36]. Zu den Hauptaufgaben der KAFA gehörte seit Beginn die Entwicklung wissenschaftlich begründeter Produktionsmethoden durch die Anwendung der Lösungsgleichgewichte. Der konzentrierte Kalimagnesiaprozeß sowie die Qualifizierung der Carnallitverarbeitung bestätigen die Richtigkeit dieses Weges. Von besonderer Bedeutung war die Sammlung und Auswertung der verstreuten wissenschaftlichen Berichte, der Literatur und der Daten in Verbindung mit dem Aufbau der Patentabteilung und der Bibliothek.

Tabelle 14: Die Hauptarbeitsgebiete der Kaliforschungsanstalt 1919–1945 [35]

1. Lösungsgleichgewichte und ihre Anwendung
 Konzentriertes Kalimagnesiaverfahren (KOEHLICHEN und PRZIBYLLA)
 Carnallitverarbeitungsmethoden
 Entwicklung und Anwendung neuer graphischer Darstellungsmethoden (D'ANS, ALTHAMMER, AHRENS)
 Erste Untersuchungen von metastabilen Lösungsgleichgewichten (D'ANS)
2. Kinetik
 Löse- und Verdrängungsgeschwindigkeiten von KCl und NaCl (KEITEL)
 Lösegeschwindigkeiten von Kieserit (UEBLER)
3. Wärme- und kühlttechnische Untersuchungen
 Wärmetechnische Betriebsuntersuchungen (HAEHNEL, RITTER)
 Bestimmung der spezifischen Wärme von Salzen und Lösungen (D'ANS, TOLLERT)
 Dampfdruckbestimmungen von Salzlösungen (POHLE)
4. Nebenprodukte
 Reduktion von Magnesiumsulfat
 Zersetzung von $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 Herstellung von Brom und Bromsalzen
 Hydrolyse von MgCl_2 -Lösungen
5. Analytik
6. Patent- und Literatursachbearbeitung
7. Mischdünger
8. Lagerstättenkunde und Petrographie
9. Qualitätsverbesserung und Kontrolle, Aufbereitung
 Kompaktierung, Granulierung, Staubeentwicklung, Entmischung
 Selektive Mahlung
 Ansätze zur flotativen Aufbereitung
10. Korrosion

Nach den für die Anstalt kritischen 20er Jahren – die Übernahme der Leitung durch O. KASELITZ (Ende 1925) sicherte das Fortbestehen – wurde das wissenschaftliche Profil maßgeblich durch J. D'ANS und seine Arbeiten geprägt.

D'ANS war seit 1931 als Berater der KAFA tätig und übernahm 1937 die Leitung der Einrichtung. Ihm zur Seite stand ab 1938 F. SEROWY, unter dessen Ägide ein Großversuchsstand in Teutschenthal eingerichtet wurde. Neben zahlreichen Untersuchungen von Lösungsgleichgewichten und den verbesserten Methoden ihrer graphischen Darstellung, die unter Wichtung der bisherigen Erkenntnisse in der 1933 erschienenen „Standard“-Monographie über die „Lösungsgleichgewichte der Systeme der Salze ozeanischer Salzablagerungen“ von D'ANS publiziert wurden, ist es das bleibende Verdienst von D'ANS und seinen Mitarbeitern, die Untersuchungen auf die metastabilen Bereiche ausgedehnt zu haben. KARSTEN hat u. a. diese Ergebnisse als erster für eine quantitative Behandlung der Hartsalzaufarbeitung genutzt [37]. Die Beschäftigung mit geochemischen, mineralogischen und petrographischen Problemen führte 1944 zur Entdeckung von Syngenit im Zechsteinsalz und zum Einsatz von Spurenelementen bei der Erforschung der Salze und Salzlagertstätten. Erst seine mit HÖFER (1934) entwickelte Brombestimmungsmethode ermöglichte den umfangreichen Einsatz des Broms als geochemisches Leitelement. Diese Untersuchungen führten 1947 zu einem umfassenden Konzept zur Genese der deutschen Zechsteinsalze [36].

Im Werk Krügershall/Teutschenthal wurden unter Leitung von F. SEROWY halbertechnische Versuche u. a. zum mehrstufigen Lösen in Schnell-Lösern, zur kontinuierlichen Trocknung in Trockentrommeln sowie zur Granulation durchgeführt und in zahlreichen Patenten niedergelegt.

Nach Ende des 2. Weltkriegs nahm die Kaliforschungsanstalt ihre Arbeit zwar wieder auf, doch schnell trennten sich die Wege in Ost und West. D'ANS wurde 1945 zum Professor für Anorganische Chemie an die Technische Universität Berlin berufen und blieb dem späteren Kaliforschungsinstitut e.V. eng verbunden. Prof. Dr. SEROWY leitete bis 1959 die Arbeitsstelle für Mineralsalzforschung an der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin und anschließend bis 1963 das einzige universitäre Institut für Chemie und Technologie der Mineralsalze an der Technischen Hochschule in Merseburg.

Das Wirken der Angehörigen der Kaliforschungsanstalt dokumentiert sich neben den vielfältigen praktischen Anwendungen in zahlreichen Publikationen, Patenten und 178 KAFA-Mitteilungen.

3.3.3 Kaliforschung in der Bundesrepublik Deutschland

1948 wurde die Arbeit der Kaliforschungsanstalt, Zweigstelle West, wieder in bescheidenem Rahmen aufgenommen und am 01.01.1949 die Kaliforschungsstelle – ab 1957 Kaliforschungsinstitut e.V. (KAFI) – gegründet, die ab 1952 in Hannover ihre Heimstatt fand. Leiter der Einrichtungen wurde Dr. HANS AUTENRIETH auf Vorschlag von J. D'ANS. Beginnend mit 10 Mitarbeitern waren in den 60er Jahren etwa 25–30 Personen, davon 1/3 mit akademischer Ausbildung, am Institut tätig, dessen Arbeitsgebiete sich u. a. aus der folgenden Tabelle ergeben.

Tabelle 15: Hauptarbeitsgebiete des Kaliforschungsinstituts e.V. ab 1949 [35]

1. Lösungsgleichgewichte und ihre Anwendung
Detaillierte Aufnahme von Lösungsgleichgewichten für die Verarbeitungstechnik
Aufnahme der metastabilen Gleichgewichte, vor allem von sulfatischen Salzen
Aufnahme der Gleichgewichte der Ca-sulfatischen Bodenkörper
Aufnahme des NaCl- bzw. KCl-ungesättigten Bereiches
Ableitungen insbesondere für die Hartsalzverarbeitung, Kalimagnesia- und Sulfatherstellung sowie für die Natriumsulfaterzeugung
2. Kristallisationskinetik
Aufnahme von Induktionszeit-Kurven, von Kristallisationszeit-Kurven und von Isochronenscharen
Lösegeschwindigkeiten von Kieserit
3. Mechanische Aufbereitung
insbesondere Flotation und elektrostatische Aufbereitung
4. Mineralogie, Petrographie und Geologie
Verwachsungstechnische Untersuchungen
Schlamm bildner und ihre Aktivierbarkeit in Fabrikationslaugen
Monographie: Die Mikroskopie der Kalisalze
5. Literatur- und Patentbearbeitung
6. Angewandte Mathematik
Behandlung von verfahrenstechnischen, apparativen und verarbeitungstechnischen Problemen, z. B. Wärmetechnik der Vakuumkristallisation, der Trockentechnik und Filtrationstechnik

7. Analytik, Betriebskontrolle
8. Granulation und Qualitätsverbesserung

Hervorgehoben seien die umfangreichen Untersuchungen zu den mechanischen Aufbereitungsverfahren. BACHMANN erarbeitete die entscheidenden Grundlagen für die wesentlich anspruchsvollere Flotation der deutschen Rohsalze, für Sylvinit und Hartsalz sowie für sulfatische Salze, so dass 1953 die erste Anlage auf dem Werk Friedrichshall/Sehnde in Betrieb gehen konnte.

Maßgeblich geprägt wurde das Institut bis 1971 durch H. AUTENRIETH. Seine Untersuchungen über praxisrelevante Lösungsgleichgewichte u. a. mit BRAUNE im stabilen und metastabilen Bereich in breiten Konzentrations- und Temperaturintervallen, insbesondere im Bereich der sulfatischen Doppelsalze, fanden neben ihrer grundlegenden Bedeutung ihren Niederschlag in der Hartsalzverarbeitung und der Kaliumsulfatproduktion. Dabei fand die Kristallisationskinetik einen gebührenden Platz. Unbedingt genannt sei auch die 1958 gemeinsam mit BRAUNE publizierte Entdeckung des D'Ansits $\text{MgSO}_4 \cdot 9\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{NaCl}$. Besondere Bedeutung besitzen seine Beiträge zur elektrostatischen Aufbereitung von Rohsalzen, die nach Bekanntwerden der amerikanischen Patente aufgenommen wurden. 1956 gelang AUTENRIETH und seinen Mitarbeitern mit dem Auffinden geeigneter Konditionierungsmittel für eine selektive Aufladung der Rohsalzkomponenten, der Konstruktion des Freifallscheiders und durch Ermittlung der günstigsten klimatischen Bedingungen der entscheidende Durchbruch. Der langwierige Weg vom Labor bis zur ersten großtechnischen Anlage 1974 und damit zur Einführung der ESTA-Technologie ist untrennbar mit den Namen SINGEWALD und FRICKE verbunden.

Die Neuorganisationen der bundesdeutschen Kaliindustrie Anfang der 70er Jahre führte am 01.01.1972 zur Übernahme des KAFI als Hauptlabor der Kali und Salz AG. In dieser Funktion erhielt das Institut u. a. als neue Aufgabe die Ausbildung der jungen Ingenieure und Chemiker für ihren Einsatz in der Kaliindustrie. Das HV-Labor der Salzdetfurth AG wurde nach Hannover verlegt, das HV-Technikum der Wintershall AG in Heringen angegliedert. 1989 fand der Umzug des Kaliforschungsinstituts nach Heringen statt. Die Aufgabenstellungen resultierten jetzt weitgehend aus dem Gebiet der Zweckforschung, das Institut wurde zum „Service-Zentrum“ [32]. Etwa 400 Versuchsberichte erfassen die Ergebnisse dieser Arbeit bis 1990.

3.3.4 Kaliforschung in der DDR

3.3.4.1 Das Kaliforschungsinstitut Sondershausen (KFI)

Am 01.01.1955 wurde die Zentrale Forschungsstelle für die Kaliindustrie der DDR – ab 1965 Kaliforschungsinstitut (KFI) – unter Leitung von Dr. F. BUSCH in Sondershausen gegründet, nachdem kurz nach Kriegsende zwei kleinere Forschungsgruppen in den Kaliwerken Unterbreizbach und Teutschenthal erste wissenschaftliche Arbeiten aufgenommen hatten. In den vier wissenschaftlichen Abteilungen Bergbau, Chemie, Landwirtschaft und bis 1957 Nichterzbergbau waren 40–50 Mitarbeiter – ab 1958 unter Leitung von Dr. H. HOPPE – beschäftigt. Die Einrichtung unterstand unmittelbar dem Generaldirektor und wuchs in den Folgejahren unter Ausbau der Disziplinen auf über 400 Beschäftigte an, davon etwa 25% wissenschaftliche Mitarbeiter. Die Aufgabenstellung für die industrielle Forschungseinrichtung – damit in erster Linie auf eine Zweckforschung ausgerichtet – läßt sich wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 16: Die Aufgabenstellung für das Kaliforschungsinstitut Sondershausen [38]

1. Durchführung von Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Kali- und Steinsalzbergbaues, der Technologie, der Salzverarbeitung sowie der Anwendung von Kalium- und Magnesiumdünger in der Land- und Forstwirtschaft mit dem Ziel, die Produktivität zu erhöhen, die Selbstkosten zu senken und die Qualität zu verbessern.
2. Koordinierung aller Forschungs- und Entwicklungsaufgaben innerhalb der Kaliindustrie, mit den Hochschulen oder anderen Instituten.
3. Unterstützung der Kaliwerke bei auftretenden außergewöhnlichen Schwierigkeiten im Produktionsprozeß.
4. Sammlung und Auswertung der gesamten in- und ausländischen Kali- und verwandten Literatur.

Schwerpunkte der Forschungstätigkeit sind:

Arbeiten für einen sich ständig erhöhenden Gesundheits- und Arbeitsschutz und für eine größere technische Sicherheit, insbesondere der Grubensicherheit;

gezielte Grundlagenforschung;
Mitarbeit bei der Erschließung neuer Lagerstätten;
Entwicklung neuer Verfahren und ihre Einführung in die Praxis;
Erprobung in- und ausländischer Geräte und Maschinen für den Unter- und
Übertagebetrieb;
Konstruktion von Bergbaumaschinen;
Erprobung neuer Düngemittel in der Land- und Forstwirtschaft.

Die Realisierung eines solchen Programms war nur durch die enge Kooperation mit den entsprechenden Mitarbeitern auf den Werken gegeben. Eine vielfältige Vertragsforschung mit Hochschul- und Akademieeinrichtungen, besonders der Bergakademie Freiberg, der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg, der Technischen Universität Dresden und der Ingenieurhochschule Köthen, sowie internationalen Institutionen wie dem Institut für Halurgie in Leningrad und der Technischen Universität Gliwice sicherten eine beachtenswerte Grundlagenforschung im Interesse des Industriezweiges. Hierzu wird später noch Näheres darzulegen sein.

Mit der Kombinatbildung wurde das Institut dem Direktionsbereich Forschung unter Leitung von Prof. Dr. G. DUCHROW zugeordnet. Für die chemische Grundlagenforschung wie für die chemisch-technologisch orientierten Arbeitsgruppen hatte Dr. C. DÄHNE die Verantwortung. H. HOPPE folgte einem Ruf an die Technische Hochschule Leuna-Merseburg. Der Forschungsinhalt des Instituts wurde zu etwa 50% von bergbaubestimmten Themen eingenommen. Zu den chemisch orientierten Forschungen gehörten u. a. die in Tabelle 17 aufgeführten Projekte.

Zwei große Forschungskomplexe seien besonders hervorgehoben, ohne auf Details einzugehen, an denen praktisch alle Disziplinen beteiligt waren. So war das KFI Gesamtverfahrensträger für die Planung des neuen Kaliwerkes Zielitz. In den 70er und 80er Jahren war es das Solprojekt „Carnallit“. Eine ausführliche Würdigung über das Wirken des KFI erfolgte durch H. SCHERZBERG auf dem 1. Kalihistorischen Symposium 1999 in Sondershausen [39]. Gleiches gilt für das vorzugsweise für die Projektierung verantwortliche Kali-Ingenieur-Büro in Erfurt durch H. BARTL [40].

Tabelle 17: Forschungs- und Entwicklungsaufgaben (Übertage) des Kaliforschungsinstituts Sondershausen

1. Erarbeitung neuer und verbesserter Lösetechnologien – Umsetzung u. a. im neuen Lösehaus Merkers, Rekonstruktion Bischofferode
2. Klärung der Ursachen für die Schlammleinbrüche speziell im Werk Bischofferode
3. Erarbeitung eines Flotationsverfahrens für kompliziert zusammengesetzte Hartsalze in Fortführung der BACHMANNschen Arbeiten von vor 1945, realisiert in Roßleben und Zielitz
4. Entwicklungen zur Preßgranulation, realisiert in Unterbreizbach und Zielitz
5. Endlaugenverwertung u. a. thermische Spaltung von $MgCl_2$ zu Magnesiumoxid (Teutschenthal) sowie die Bromgewinnung unter Einbau von Glas- und Titankolonnen (Bleicherode, Sondershausen und Merkers)
6. Erarbeitung des SOMET-Verfahrens – Anwendung gemischter Lösungsmittel – nicht nur für den eigenen Industriezweig (Premnitz, Wolfen)
7. Umgestaltung und Rationalisierung der Kaliumsulfatfabrik in Dorndorf

3.3.4.2 Zur Mineralsalzforchung an Akademie und Hochschule

Die Zusammenarbeit der Bergakademie Freiberg mit der Kaliindustrie der DDR war über Jahre geprägt durch Hochschullehrer wie die Professoren SPACKELER, GIMM, JENDERSIE, ARNOLD, SCHUBERT und damit durch die traditionellen Bereiche der Geowissenschaften, des Bergbaus und der Aufbereitung.

Die Chemie und Technologie der Mineralsalze fand zunächst ihren Platz an der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin mit der Bildung des Arbeitsbereiches für Mineralsalzforchung am 01.10.1950 unter Leitung von F. SEROWY. Mit im Durchschnitt 10 wissenschaftlichen Kräften und weiteren Angestellten wurden Grundlagenforschungsthemen sowie Vertragsaufgaben der Kaliindustrie unter dem Aspekt der Auswertung ozeanischer Salzminerale bearbeitet. Die Themenkreise waren

- Lösungs- und Umsetzungsgleichgewichte, hier seien besonders die Arbeiten über die Salz-HCl-Wasser-Systeme genannt;
- Kaliablaugenaufbereitung und $MgCl_2$ -Verwertung, Herstellung von Edellaug, Mg-chloriden, -hydroxiden, -oxiden und HCl;

- Kristallisation und Kristallstruktur, u. a. Keimbildung und Kristallwachstum von Kaliumsulfat;
- Bestimmung physikalischer Größen wie Dichten, Viskositäten, Enthalpien von MgCl_2 -Lösungen und -Schmelzen;
- geochemische Untersuchungen.

Forschungsberichte, Dissertationen und besonders das 1958 veranstaltete Internationale Symposium „Mineralogie, Chemie und Technologie der Mineralsalze ozeanischen Ursprungs“ mit erstmals repräsentativer Beteiligung aus der UdSSR belegen die wissenschaftlichen Aktivitäten für einen relativ kurzen Zeitraum. Mit der Versetzung von F. SEROWY in den Ruhestand wurde die Arbeitsgruppe zum 31.12.1959 aufgelöst. Einige Themen konnten noch kurzzeitig an anderen chemischen Instituten der Akademie abgeschlossen werden.

Der Grundstein für die Zusammenarbeit universitärer Bereiche mit der Kaliindustrie in der DDR auf chemisch-technologischem Gebiet wurde mit der Gründung des Instituts für Chemie und Technologie der Mineralsalze an der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg 1958 unter Leitung von F. SEROWY gelegt, der hier mit jungen Diplomanden und Doktoranden, die später an verantwortlichen Stellen in der Kaliindustrie wirkten (DÄHNE, DÖRING, HOßFELD, HEß), Themen der Berliner Zeit bis 1963 erfolgreich fortführte.

Von diesem Zeitpunkt an vom Autor in Merseburg vertreten, wurde das Gebiet „Chemie und Technologie anorganischer Salze“ 1975 zur Komplettierung des Gesamtensembles in Lehre und Forschung an das nunmehr von ihm geleitete Institut für Anorganische und Anorganisch-technische Chemie der Bergakademie Freiberg übernommen. Damit war die Basis für eine interdisziplinäre Kooperation und Zusammenarbeit von den Geowissenschaften über den Bergbau, die Verfahrens- und Aufbereitungstechnik und die Chemie bis zur Betriebswirtschaft an der BAF als wichtigem Partner des VEB Kombinat Kali geschaffen, die sich u. a. in einem Vertragsforschungsumfang von über 2 Mio M (1985) ausdrückte.

Die Arbeit an beiden Institutionen wurde bis 1990 stets unter dem Aspekt der Grundlagenforschung mit dem Blick zur Anwendung durch folgende Forschungsgebiete geprägt:

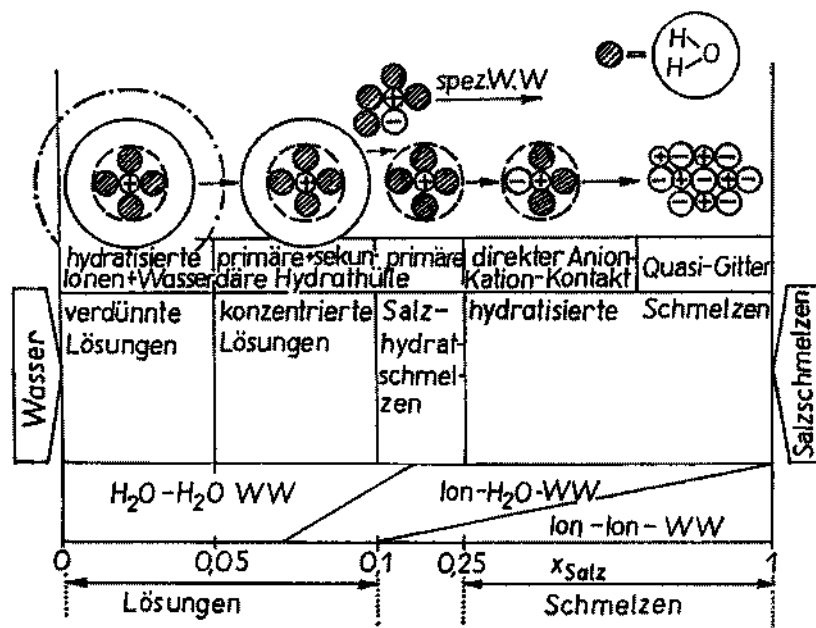
- Chemie der geschmolzenen Salze, Salzhydratschmelzen und konzentrierten Elektrolyte,

- Chemie und Technologie anorganischer Salze,
- Systeme aus Salzen und gemischten Lösungsmitteln,
- Hochtemperaturreaktionen,
- Geschichte der Chemie und chemischen Technologie.

Dieses Spektrum wird u. a. charakterisiert durch die Konzentrationskala von Elektrolytlösungen.

Unsere Forschungen konzentrierten sich auf die Untersuchung von Strukturproblemen der Lösungen wie Solvation, Hydratation, Komplexbildung, von thermodynamischen und Transporteigenschaften – besonders der Phasenübergänge fest-flüssig (Auflösung, Zersetzung) und flüssig-fest (Kristallisation) – im Temperaturbereich von -20°C bis 2400°C mit physikalisch-chemischen, elektrochemischen, spektroskopischen und mikroskopischen Metho-

Abbildung 18: Änderung der Konzentrations- und Wechselwirkungstypen in Abhängigkeit vom Salzgehalt



den. Sie beinhalten die Bestimmung von Lösungs- und Phasengleichgewichten, die Ermittlung unterschiedlicher Enthalpien, die Untersuchung von Kristallisationsphänomenen besonders der OSTWALD-Reifung und der Agglomeration auch unter dem Einfluß oberflächenaktiver Stoffe (Flotation, ESTA) und Fremdelektrolyten unter dem Aspekt „Kristallisation-Formgebung“ sowie der Selbstdiffusion mit radioaktiven Tracern, die Messung von elektrischen Leitfähigkeiten und EMK, die Bestimmung von Schallgeschwindigkeiten, Korrelations- und Relaxationszeiten sowie die spektroskopische (IR, NMR, Massenspektroskopie) und phasenmikroskopische Charakterisierung von Schmelzen, Lösungen und Gasphasen. Dazu gehören natürlich die chemische und thermische Analyse.

Die umfangreichen Untersuchungen über Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Metall-Salz- und Salz-Salz-Systemen und ihren Anwendungen bei der Schmelzflußelektrolyse, der Metall- und Legierungsabscheidung oder beim Carbidprozeß wie auch von Salzhydratschmelzen bei der Energiespeicherung wären anderen Themen zuzuordnen (siehe u. a. [41]–[45]).

Die chemisch-technologische Grundlagenforschung haben wir als eine angewandte Physikalische Chemie mit der Orientierung auf konkrete Problemstellungen verstanden. Einen Überblick geben die Tabellen 18 bis 20.

Tabelle 18: Forschungsarbeiten auf chemisch-technologischem Gebiet für die Kaliindustrie

- Grundlagenuntersuchungen zur Verarbeitung carnallitischer Kalirohsalze
- Verarbeitung kompliziert zusammengesetzter Hartsalze
- Tiefkühlung von Betriebs- und Abstoßlösungen
- Bearbeitung der Schlammproblematik bei der Natriumsulfatherstellung
- Entwicklung eines modernen Verfahrens für die Bromgewinnung
- Beiträge zum Qualitätssicherungsprogramm des VEB Kombinat Kali (Kristallisations- und Agglomerationsprozesse, Deckprozesse mit KCl-gesättigten Lösungen)
- Einbeziehung von Lösungsmittelgemischen des Typs Wasser-organisches Lösungsmittel in die Prozesse der Kalirohsalzverarbeitung
- Gewinnung von Stoffdaten zur Bilanzierung und technologischen Auslegung der Mineralsalzverarbeitungsprozesse

Tabelle 19: Untersuchung heterogener Lösungsgleichgewichte im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Kaliindustrie

- Untersuchung von Systemen des Typs $\text{NaCl-KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O-HCl}$ und ihrer Randsysteme (endlösungsfreie Carnallitverarbeitung)
- Untersuchung von Systemen des Typs $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Mg}^{2+}/\text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{O}$ -organisches Lösungsmittel (SOMET-Verfahren)
- Untersuchung des quinären Systems der ozeanischen Salze im Bereich der $\text{NaCl-KCl-MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Sättigung und im Temperaturbereich von -5°C bis $+110^\circ\text{C}$ (Carnallitverarbeitung)
- Untersuchung des quinären Systems der ozeanischen Salze im Bereich der $\text{NaCl}(\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O})\text{-KCl}$ -Sättigung und im Temperaturbereich von der Eisbildung bis 25°C (Tiefkühlung von Betriebs- und Abstoßlösungen)
- Untersuchung des Systems $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ im Bereich der Hydratschmelzen (Hydratschmelzverfahren zur Carnallitverarbeitung)

Tabelle 20: Ausgewählte kinetisch bedingte Problemstellungen

- Grundlagen der Bildung, Auflösung und Zersetzung inkongruent löslicher Doppelsalze (Carnallitverarbeitung, K_2SO_4 -Herstellung)
- Grundlagen der Kristallisation von KCl aus wäßrigen Lösungen unter Einbeziehung der Teilschritte Wachstum, OSTWALD-Reifung, Agglomeration (Qualitätssicherungsprogramm)
- Auflösung von NaCl in KCl-gesättigten Lösungen (Deckprozeß-Qualitätssicherungsprogramm)
- Stabilität ausgewählter Phasen im Existenzgebiet anderer stabiler Bodenkörper (Verarbeitung kompliziert zusammengesetzter Kalirohsalze, Na_2SO_4 -Herstellung)

Bezüglich der letzten Tabelle scheinen die Untersuchungen zu den Mikroprozessen bei der OSTWALD-Reifung und der Agglomeration besonders wertvoll. So konnte u. a. der experimentelle Nachweis erbracht werden, dass die Agglomeration der bestimmende Teilschritt bei der Erzeugung grobkörniger Kristallisate darstellt [46].

Die 80er Jahre wurden im wesentlichen durch Arbeiten zur Lösungskinetik des Carnallits bei Solungsprozessen, zum thermischen Verhalten von Carnallit und Bischofit, zur Kristallisationskinetik leicht löslicher Salze (siehe u. a. [47], [48]) bzw. zur Sauerstoff-Isotopenverteilung bei Eindunstungs- und Kristallisationsprozessen – gemeinsam mit dem Bereich Geochemie – sowie durch umweltrelevante Themen wie „Chemische Aspekte bei der Abdichtung von Salzlösungszuflüssen im Kalibergbau durch gezielte Mineralsynthese“ [49] und „Chemische Aspekte bei der bergschadenskundlichen Beurteilung stillgelegter Kali- und Steinsalzbergwerke“ [50] – gemeinsam mit den Bereichen Geotechnik und Bergbau – geprägt.

Betont seien die Beiträge zu einer geschlossenen thermodynamischen Beschreibung von Salz-Wasser-Systemen in dem weiten Bereich zwischen der Anwendung der erweiterten DEBYE-HÜCKEL-Theorie (verdünnte Lösungen) und den Quasigitter-Modellen (Salzschmelzen), wobei wir uns besonders den konzentrierten Lösungen und Salzhydratschmelzen zugewandt haben. Auf der Basis experimenteller Dampfdruck- und Löslichkeitsbestimmungen bis 250°C, der Messung von Mischungsenthalpien und der Ableitung weiterer thermodynamischer Größen gelang es, den Ligandenaustausch in der Koordinations-sphäre der Kationen zu interpretieren und auf dieser Grundlage nach einer Einschätzung des Gültigkeitsbereiches von Modellgleichungen für konzentrierte Elektrolytlösungen z. B. vom Typ der PITZER-Gleichung und entsprechenden Modifizierungen praxisrelevante thermodynamische Größen über eine gezielte Modellbildung zugänglich zu machen.

Nicht unerwähnt bleiben sollen die wissenschafts- und technikhistorischen Arbeiten – mit H.-H. WALTER – zur Geschichte des Salzes [51], [52], die heute u. a. zur Thematik „Mineralsalze im Nordharz“ ihre Fortsetzung finden.

Der unmittelbaren Zusammenarbeit mit der Kaliindustrie in den Jahren 1963–1990 sind etwa 150 nationale und internationale Publikationen und Patente aus dem chemisch-technologischen Bereich – oft gemeinsam, auch mit ausländischen Partnern – zuzuordnen. Besonders nachhaltig wirkte sich die Ausbildung von Nachwuchskräften aus, resultierten doch etwa 90 Diplomarbeiten, 30 Dissertationen und 8 Habilitationen aus den dargelegten Forschungskomplexen. Im Industriezweig bekannte Namen wie R. FÖRTSCH, H. HOFFMANN, H. KLOTH, CHR. und J. KÜRSCHNER, G. LIEBMANN, J. NÄTHER, R. PAHLITSCH, H. RÖSER, H. VOIGT und F. WINKLER stehen ebenso für dieses

gemeinsame Anliegen wie die Namen von heutigen akademischen Lehrern wie der Professoren H. HOLLDORF und W. VOIGT in Freiberg, A. KÖNIG in Erlangen und Th. FANGHÄNEL in Dresden. Alle Genannten erwarben ihre akademischen Würden auf den dargelegten Arbeitsgebieten.

Eine enge jahrzehntelange Ausbildungs- und Forschungszusammenarbeit mit der Universität Oslo (GRJOTHEIM), der NTNU Trondheim (FØRLAND), dem KURNAKOV-Institut Moskau (LEPESCHKOV, VALYASHKO), der Chemisch-technologischen Hochschule Leningrad (POSIN), dem Institut für Halurgie Leningrad, dem Rensselaer Polytechnic Institute Troy, USA (JANZ) und der Forschungsgruppe „Anorganische Salze“ an der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften in Sofia (BALAREW), um nur die wichtigsten zu nennen, beeinflusste und förderte maßgebend unsere Tätigkeit im Rahmen von Gastprofessuren, von langfristigen Arbeitsaufenthalten, besonders auch junger Mitarbeiter, von internationalen Forschungsprojekten ebenso wie die gemeinsame wissenschaftliche Publikations- und Vortragstätigkeit.

Diese über Jahrzehnte gewachsene Forschungslandschaft in der DDR wurde 1990 praktisch in kürzester Zeit liquidiert. Die weitgehend erhaltenen über 4000 Forschungsberichte, die zahlreichen nationalen und internationalen Patente, Publikationen und akademischen Qualifizierungsarbeiten legen auch heute Zeugnis ab über die Kreativität der Kaliforschung, was zunehmend nicht nur zur Kenntnis genommen, sondern auch akzeptiert wird. Ein Trend, der ja generell zur Leistungsfähigkeit der DDR-Forschung zu registrieren ist, wenn man ernstzunehmende Reden und Publikationen verfolgt.

Eine Gruppe ehemaliger KFI-Mitarbeiter schloß sich in der Kaliumwelttechnik GmbH. (K-UTEC Sondershausen) zusammen. Sie setzt seit diesem Zeitpunkt außerhalb der Kali und Salz AG in möglichem Umfang mit einem modernisierten Profil die Tradition des Kaliforschungsinstituts fort.

3.3 Zur Kaliforschung – heute

Heute bestehen die Aufgaben in Forschung und Entwicklung im wesentlichen in der Entwicklung neuer Produkte und der Anpassung der Produktqualitäten an den sich wandelnden Markt sowie in Maßnahmen zur Effizienzsteigerung bei den Abbau-, Aufbereitungs- und Konfektionierungsverfahren. Aus dem Übertagebereich seien folgende ausgewählte Arbeiten genannt:

- Untersuchungen zu einem Aufbereitungsverfahren für bisher nicht abgebautes Rohsalz des Werkes Sigmundshall,
- Verfahren zur Abtrennung von Begleitmineralien aus Kieserit,
- erfolgreiche Testung eines Lamellenklärs in der K_2SO_4 -Produktion,
- Versuche zu alternativen Flotationshilfsmitteln,
- Verbesserung der Reinheit von NaCl-Produkten,
- Untersuchungen an Kristalloberflächen zur Optimierung der Aufbereitungsverfahren,
- Möglichkeiten zur Gewinnung von Wertstoffen, die nur in geringen Mengen in den Rohsalzen vorhanden sind [53].

Die beiden letztgenannten Themen wurden in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern an Hochschulen bzw. Fachinstituten durchgeführt. Institutionalisierte Einrichtungen der Lehre und Forschung unter dem Aspekt der Chemie und Technologie Anorganischer Salze gibt es nicht mehr. An den Instituten für Anorganische Chemie und Technische Chemie der Bergakademie Freiberg hat die Mineralsalzforschung bei W. VOIGT und H. HOLLDORF und Mitarbeitern auch weiterhin einen Platz. So wurde im Zusammenhang mit Forschungen und Entwicklungen zur Endlagerung von radioaktiven und toxischen Abfällen in Salzstöcken eine mehrbändige Datenbasis in Form eines Standard-Daten Files (bfs) zur geochemischen Modellierung der Reaktion salinarer Lösungen mit dem Gebirge von W. und H. VOIGT publiziert, die den Nutzer in die Lage versetzt, Daten zu Lösungsgleichgewichten einschließlich des hexären Systems abzufragen, auf Zuverlässigkeit zu überprüfen, neue Daten einzuordnen und Fehlstellen zu analysieren [54]. Arbeiten über Lösungsprozesse im carnallitischen Salzgebirge einschließlich ihrer Modellierung und zur Phasenbildung und -stabilität in sulfatischen, calciumhaltigen Systemen erweitern das Spektrum der Grundlagenuntersuchungen [55]. Auf geochemische Probleme, wie sie z. B. im GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit Braunschweig (H.-J. HERBERT) bearbeitet werden, sei hier nur hingewiesen. H. HOLLDORF und G. ZIEGENBALG setzen die Untersuchungen zur provozierten Mineralsynthese u. a. mit der kanadischen Kaliindustrie erfolgreich fort und konnten das Prinzip auf Probleme der ehemaligen Wismut AG. im Elbsandsteingebirge im Zusammenhang mit der Fixierung von Schwermetallen ausdehnen [56], [57].

4. Schlußbemerkung

Die zukünftige Entwicklung der Mineralsalzindustrie in Deutschland dürfte bestimmt sein durch Stabilität im Stand der Technik und Technologie, Flexibilität in der Produktpalette mit besonderem Akzent auf nichtchloridischen Mehrkomponentendüngern und durch eine weitere Konzentration auf den europäischen Markt. Daraus ergibt sich, dass sich grundsätzlich neue Gewinnungs- und Verarbeitungsmethoden einschließlich anorganischer Synthesen nicht abzeichnen, was natürlich die Forschung und damit die Salzchemie maßgeblich beeinflusst.

Mit Sicherheit werden wir 2011 den 150. Jahrestag des Beginns der Kaliindustrie mit einem allseits beachteten deutschen Anteil – wenn auch, wie schon länger ohne Monopol- oder Vormachtstellung – feiern können. Ob es zum 200. Jahrestag noch eine deutsche Kaliindustrie geben wird, ist schwieriger zu beantworten. Andere Länder werden sich verstärkt zu Wort melden. Meine Tätigkeit der letzten Jahre in China, das wie andere Länder außerhalb Europas hochinteressante Vorkommen an Salzen besitzt, fördert diese Meinung.

Literatur

- [1] Festschrift zum X. Allgemeinen Deutschen Bergmannstag zu Eisenach 1907, Berlin 1907, S. 3
- [2] Hauske, K.-H.; Fulda, D. u. a.: Kali – das bunte, bittere Salz, Leipzig 1990; S. 30, 43
- [3] Hoffmann, D.: Elf Jahrzehnte deutscher Kalisalzbergbau, Essen 1972, S. 15
- [4] Krische, P.: Das Kali 1. Teil, Stuttgart 1923, S. 178ff.
- [5] siehe [2], S. 80
- [6] Emons, H.-H.; Duchrow, G.: Der Anschnitt 52 (2000), H. 2–3, S. 54–63
- [7] Storm, E.: Kali, verwandte Salze und Erdöl XXIV (1935), H. 12, S. 126–129
- [8] Siehe [3], S. 47
- [9] Siehe [4], S. 227
- [10] Siehe [4], S. 165

- [11] Siehe [2], S. 93
- [12] Siehe [2], S. 102
- [13] Ohlendorf, K.: Abriß zur Geschichte der Kaliindustrie in Deutschland, S. 43, Erfurt 1961
- [14] Rosterg, H.: Der deutsch-französische Kalivertrag, Dr. jur.-Dissertation Universität Leipzig 1928, S. 74–75
- [15] Ohlendorf, K.: Die Unterstützung reaktionärer Kräfte und der NSDAP und ihrer Organisationen durch die monopolistischen Vereinigungen in der deutschen Kali-Industrie vor und nach der Machtergreifung und die Folgen für europäische Völker und das deutsche Volk, unveröffentlichtes Manuskript, Wolmirstedt 1986, 208 S.
- [16] Personenkartei des Vereinigten Betriebsarchivs der Kaliindustrie des VEB Kombinat Kali; Universitätsarchiv Rostock über die Zuerkennung des Dr. h.c. 1931; Zentrales Staatsarchiv Potsdam, 80Kal, Kalisyndikat Nr. 10
- [17] Zumpe, L.: Wirtschaft und Staat in Deutschland, Band 3, (1933–45), Berlin 1980, S. 37, 38, 405; Personenkartei des VBAK
- [18] Siehe [17], S. 240, 248, 403, 408; siehe [15], S. 181–182
- [19] Nach Statistiken der Kaliprüfstelle von K. Ohlendorf berechnet
- [20] K+S AG-Kommunikation (Hrsg.): Ein Jahrhundert Kalibergbau an Werra und Ulster, S. 9
- [21] Siehe [2], S. 113, 148
- [22] Siehe [3], S. 84
- [23] Kali und Salz GmbH, Kassel (Hrsg.): 100 Jahre Sigmundshall 1898–1998, Kassel 1998, S. 17
- [24] Emons, H.-H.: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät Bd. 26 (1998), H. 7, S. 35–62
- [25] Eisenbach, U.; Paulinyi, A. (Hrsg.): Die Kaliindustrie an Werra und Fulda, S. 225, 230, Hessisches Wirtschaftsarchiv, Darmstadt 1998
- [26] Kali und Salz AG, Kassel: Geschäftsberichte 1997–1999
- [27] Hoffmann, D.: Elf Jahrzehnte deutscher Kalisalzbergbau, Essen 1972, S. 88
- [28] Hauske, K.-H., Fulda, D. u. a.: Kali – das bunte, bittere Salz, Leipzig 1990, S. 203–219

- [29] Eisenach, U., Paulinyi, A. (Hrsg.): Die Kaliindustrie an Werra und Fulda, S. 106–116; Hessisches Wirtschaftsarchiv Darmstadt 1998
- [30] Emons, H.-H. (Federführung) und weitere Autoren: Technische-Anorganische Chemie 4. Auflage, Leipzig 1990, S. 176–194
- [31] Siehe [29], S. 138, 154, 157
- [32] Stahl, I.: Kali und Steinsalz 12 (1996), H. 1, S. 4–17
- [33] Serowy, F.: Freiburger Forschungshefte A 267 (1963), S. 25–37
- [34] Cohen, E.: in Das Buch der großen Chemiker (Hrsg. G. Bugge), S. 405–406
- [35] Autenrieth, H.: Kali und Steinsalz 5 (1970), H. 9, S. 289–306
- [36] Kühn, R.: Heidelberger Geowiss. Abh. 6 (1986), S. 265–284
- [37] Karsten: Z. anorg. allg. Chem. 263 (1950), S. 292–304
- [38] Rödiger, K.: in III. Internationales Kali-Symposium 1965, Teil I, Leipzig 1967, S. 11–23
- [39] Kahle, K., Scherzberg, H.: Vortrag auf dem 1. Sondershäuser kalibergbauhistorischen Symposium 1999
- [40] Bartl, H.: Vortrag auf dem 1. Sondershäuser kalibergbauhistorischen Symposium 1999
- [41] Emons, H.-H., Voigt, W.: Sitzungsberichte der AdW der DDR, Akademie-Verlag Berlin 15 N (1981), S. 4–39
- [42] Emons, H.-H.: Sitzungsberichte der AdW der DDR, Akademie-Verlag Berlin, 19 N (1981), S. 55–75
- [43] Emons, H.-H., Fanghänel, Th., Voigt, W.: Sitzungsberichte der AdW der DDR, Akademie-Verlag Berlin, 3 N (1986), S. 5–30
- [44] Emons, H.-H., Naumann, R., Schulz, P., Eildermann, Ch., Füllgraff, P., Günther, A.: Z. Chem. 29 (1989) 10, S. 353–368
- [45] Emons, H.-H., Chrenkova, M., Danek, V.: Sitzungsberichte der SAW zu Leipzig, Kl. Math. Nat., Bd. 124, H. 3, Berlin 1994, S. 1–32
- [46] Emons, H.-H., Winzer, A. u. a.: Freiburger Forschungshefte A 600 (1979), S. 7–148
- [47] König, Ax., König, An., Emons, H.-H.: Freiburger Forschungshefte A 776 (1988), S. 113–124
- [48] Emons, H.-H., Voigt, H.: Kali und Steinsalz 12 (1995), S. 404–432
- [49] Emons, H.-H., Ziegenbalg, G., Gaitzsch, H.: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 135 (1990), 8, S. 256–261

- [50] Pinske, G., Emons, H.-H., Voigt, H.: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 140 (1995), S. 109–114
- [51] Emons, H.-H., Walter, H.-H.: Mit dem Salz durch die Jahrtausende, Leipzig 1986
- [52] Emons, H.-H., Walter, H.-H.: Alte Salinen in Mitteleuropa, Leipzig 1990
- [53] Kali und Salz AG Kassel: Geschäftsberichte 1997–1999
- [54] Voigt, H., Voigt, W.: Abschlußbericht TU Bergakademie Freiberg 1998
- [55] Voigt, W., Voigt, H., Jockel, A.: Vortrag auf der Tagung „Aspekte der Langzeitsicherheit bei der Nutzung und Stilllegung von Kali- und Steinsalzbergwerken“, Sondershausen 2001
- [56] Ziegenbalg, G., Holldorf, H.: Beitrag auf dem „Fall 1995 Meeting“ San Antonio, Texas USA, Solution Mining Research Institute, 1745 Chris Court Deerfield, Illinois
- [57] Ziegenbalg, G.: Mine, Water & Environment, 1999, IMWA Congress, Sevilla, Spain, S. 667–672