

2 URSPRUNG UND GESCHICHTE DER INDUSTRIELLEN PRODUKTION VON KALIDÜNGEMITTELN

Kali⁴⁹ (Synonym für den englischsprachigen Terminus *potash*⁵⁰), wissenschaftlich exakter formuliert das Element Kalium (K), spielt als wesentlicher Pflanzennährstoff eine wichtige Rolle in der Landwirtschaft. Gemeinsam mit Stickstoff (N) und Phosphor (P), den 2 anderen Hauptnährstoffen, wird Kalium in großen Mengen für das Pflanzenwachstum benötigt (Neitzel 1996, /704/). Landwirtschaftliche Dauerbewirtschaftung führt zwangsläufig zur Verminderung dieser Nährstoffe im Boden, weshalb die Kompensation dieser Nährstoffverluste durch den Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft unerlässlich ist.

Justus von Liebig (1803–1873), einer der Begründer der Organischen Chemie und gemeinhin als Vater der modernen Landwirtschaft bekannt, beschrieb diese

naturwissenschaftlichen Zusammenhänge in seinem 1840 publizierten Werk “Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie”, kurz Agriculturchemie (Liebig 1843, /591/) genannt, detailliert (Hoffmann 1972, /404/; Emons 2001, /237/). Ohne die pflanzenphysiologische Wirkungsweise verstanden zu haben, waren jedoch die Auswirkungen von Nährstoffentzug und die Notwendigkeit zur Nährstoffkompensation in verschiedenen Kulturen auf empirischem Wege seit Jahrhunderten erkannt worden: Sowohl in den Hochkulturen Chinas als auch bei den amerikanischen Ureinwohnern wurden zum Beispiel Konzentrate eingedampfter Aufgüsse von Holz- und Blattschen zur Rückführung von Nährstoffen genutzt.

⁴⁹ Kali ist ein nur unscharf definierter, gemeinsprachlicher Begriff für eine Mischung aus verschiedenen abgebauten und industriell hergestellten Salzmineralien mit einem hohen Gehalt an Kalium-Verbindungen. Kali wird sowohl als Begriff für das Rohsalz als auch für das Endprodukt verwendet. Um die Bedeutung besser abzugrenzen, wird das Rohsalz nach seinem hauptmineralischen Bestandteil spezifiziert (z.B. Sylvinit oder Carnallit) und das Düngemittelprodukt nach der anionischen Bindung des Kaliums spezifiziert (z.B. *Muriate of Potash* – MOP im Gegensatz zu *Sulphate of Potash* – SOP).

⁵⁰ *Potash*, das englischsprachige Synonym für den im oben genannten Sinne verwendeten deutschen Begriff Kali, geht auf eine (inhaltlich nicht korrekte) Übertragung des gemeinsprachlichen deutschen Begriffes Pottasche zurück. Pottasche bezeichnet Kaliumkarbonat (chemische Formel K_2CO_3). Vor der industriellen Kaliproduktion wurde Pottasche durch Anreicherung von Kaliumkarbonat aus Holzasche durch Auswaschen mit Wasser und anschließendem Eindampfen in großen Bottichen (Pott) gewonnen und unter anderem als Düngemittel eingesetzt.

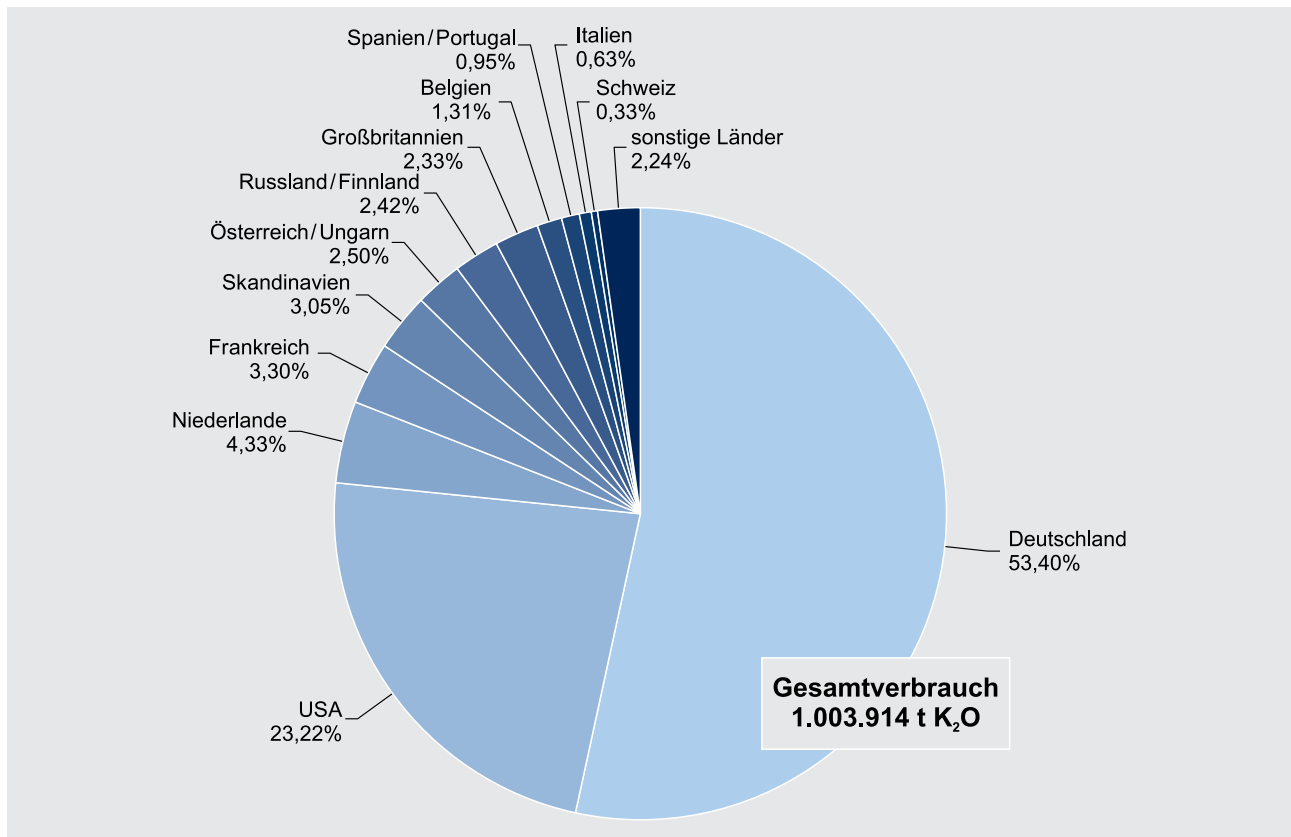


Abbildung 1 Globaler landwirtschaftlicher Kaliverbrauch im Jahr 1913 [nach Nörr 1991, /714/; Emons 2001, /237/, modifiziert]

Die industrielle – also die auf große Produktionsmengen durch Aufbereitung von Kalium-haltigen Mineralsalzen ausgerichtete – Kalidüngemittelherstellung begann jedoch erst nach dem Bekanntwerden Justus von Liebig's systematischer Forschungen, als 1861 in einem vom preußischen Fiskus ursprünglich zur Steinsalzförderung abgeteufte Bergwerk in Staßfurt, südlich Magdeburg gelegen, die planmäßige Gewinnung von Carnallit⁵¹ und dessen Aufbereitung zu Kalidüngemitteln in der ersten Chlorkaliumaufbereitungsanlage von Adolph Frank begann. Frank, der seine Aufbereitungsanlage bereits seit 1858 mit dem beim Schachteufen zunächst als Abraumsalze geförderten Haufwerk betrieb, konnte etwa 20 Zentner Rohsalz pro Tag verarbeiten. In der 1861 in Betrieb gestellten Grüneberg-Forsterschen Chlorkaliumfabrik am gleichen Ort war dagegen bereits eine Aufbereitungskapazität von 200 Zentnern pro Tag geschaffen worden (Slota 1980 /951/; Emons 2001, /237/; BV STASSFURT 2002, /142/).

Bereits 1863 gab es in und um Staßfurt 18 Kaliaufbereitungsanlagen, die noch allein von dem als Doppelschachtanlage von der Heydt/von Manteuffel betriebenen ersten Kaliwerk der Welt beliefert wurden. Jenseits der damaligen Landesgrenze zwischen Anhalt und Preußen, wurden auf anhaltinischer Seite ebenfalls ab 1862 die beiden Schächte Leopoldshall I und II abgeteuft, die ab 1874 auch ausschließlich ihre eigenen Verarbeitungsanlagen belieferten. In der Folgezeit entstanden weitere Werke am Staßfurter und Ascherslebener Sattel, später im Allertal, im Raum südlich des Harzes sowie im Werra-Kalirevier, im Raum Hannover und am Oberrhein. Im Jahre 1910 produzierten bereits 68 Kaliwerke mit 141 Schächten. Deutschland behielt über 57 Jahre das Weltkalimonopol bis mit dem Versailler Vertrag Elsass-Lothringen – und mit ihm die 3 zur damaligen Zeit auf der westlichen Rheinseite bei Mulhouse produzierenden Werke – an Frankreich fielen (Hermann 1925, /388/; Medemblik 1983, /632/; Weissenberger 1985, /1107/).

⁵¹ Carnallit: Kalisalzgestein, dessen hauptsächlicher Kalium-Träger das Mineral Carnallit $\text{KMgCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ ist. Der K_2O -Gehalt von Carnallit beträgt 16,9 m%.

Während anfänglich lediglich Carnallit und Kainit⁵² als Kalisalz abgebaut wurden, kamen ab 1890 vermehrt Hartsalze⁵³ in Gewinnung.

Im Vorkriegsjahr 1913 erreichte die Kaliproduktion ihre damalige Rekordförderung von nahezu 12 Millionen Tonnen Rohsalz, das zu etwa einer Million Tonnen K_2O ⁵⁴ verarbeitet wurde. Mehr als 90 Prozent dieser Produktmenge entfiel auf die landwirtschaftliche Verwendung, knapp die Hälfte davon auf den Exportmärkten, darunter mit 23 Prozent auf die USA (► [Abbildung 1](#)).

Zwischen den Weltkriegen stieg die Kaliproduktion stetig an. Als wichtige neue Produzenten kamen ab 1931 die USA (Turrentine 1943, /1030/; Prugger & Prugger 1991, /787/) und ab 1933 die Sowjetunion hinzu. Deutschland, Frankreich, die USA und die Sowjetunion produzierten im Jahre 1938 zusammen etwa 5,2 Millionen Tonnen Kalidüngemittel, davon kam mehr als die Hälfte aus deutschen Werken. In den letzten beiden Kriegsjahren des 2. Weltkrieges war die europäische Produktion nahezu vollständig zum Stillstand gekommen, wurde jedoch nach Kriegsende alsbald wieder aufgenommen. Im Jahr 1945 wurden weltweit nur 2,2 Millionen Tonnen Kalidüngemittel produziert, fast 70 Prozent davon stammten aus US-Produktion.

Im Jahr 1955 wurde in Israel die Kaliproduktion aus Salzlösungen des Toten Meeres aufgenommen. In den 1950er und 1960er Jahren kamen auch Italien (1959), Kanada (1962) und die damalige Volksrepublik Kongo (Kongo-Brazzaville; 1969; heute Republik Kongo) als kaliproduzierende Länder hinzu. Die Weltkaliproduktion (► [Abbildung 2](#)) überschritt im Jahr 1963 erstmals die Marke von 10 Millionen Tonnen K_2O , steigerte sich in nur 10 Jahren auf das Doppelte und betrug bereits im Jahr 1977 mehr als 25 Millionen Tonnen K_2O (KALIVEREIN 1988, /497/).

Seit 1977 gehören auch Großbritannien, seit 1982 Jordanien und seit 1985 Brasilien zu den kaliproduzierenden Ländern.

Die wesentlichen Meilensteine dieser historischen Entwicklung der Kaliindustrie im Mutterland Deutschland und weltweit sind in [Abbildung 3](#) dargestellt.

Bereits die frühen Jahre der Kaliindustrie waren durch einen harten Wettbewerb gekennzeichnet, der zu dramatischen Konkursen einzelner Gewerkschaften⁵⁵ führte.

Nach Abklingen des ersten Kali-Berggeschreys wurden ab 1910 zunächst in Form des Reichskalirates bis hin zur endgültigen Verabschiedung des Reichskaligesetzes (oder Kaliwirtschaftsgesetz) im Jahre 1933 mit Hilfe staatlicher Lenkung in Form von Preisregulierung und Produktionskonzentration auskömmliche wirtschaftliche Rahmenbedingungen für den noch jungen Industriezweig geschaffen (Nörr 1991, /714/; Emons 2001, /237/). Doch auch während Deutschland bis zum Versailler Vertrag das Kalimonopol im internationalen Handel wohl zu nutzen wusste (Weisenberger 1985, /1107/), standen national die im Wesentlichen aus Konsolidierungen hervorgegangenen Konzerne Wintershall, Burbach und Salzdetfurth im harten Wettbewerb. Enormer Kostendruck und daraus der Zwang zur Rationalisierung und Modernisierung waren die Folge. Mindestens seit dieser Zeit stehen Steigerungen des Wertstoffausbringens und der Energieeffizienz, aber auch die Lösung der Entsorgungsprobleme dauerhaft im Vordergrund der Entwicklungsstrategien der Kaliindustrie.

Als nach dem 2. Weltkrieg nennenswerte Mengen an Kalidüngemitteln auch außerhalb Deutschlands hergestellt und in angestammte Märkte exportiert wurden, stieg dieser Zwang zur Rationalisierung erneut stark an. Die aufgrund der geografischen Lage kürzeren Transportwege der nordamerikanischen Produzenten, vor allem aber deren höhere Wertstoffgehalte in den Lagerstätten konnten in der Kaliindustrie Ost- und Westdeutschlands letztlich nur durch die Einführung innovativer technischer Methoden und Verfahren unter und über Tage kompensiert werden. Aus diesem Zwang zur Kostenreduzierung resultiert letztlich bis heute die Tatsache, dass die deutsche Kaliindustrie nahezu in allen Bereichen, besonders jedoch in der Rohsalzaufbereitung und beim Umweltschutz, eine internationale Vorreiterrolle eingenommen hat und einnimmt (KFI 1944,

⁵² Kainit: Kalisalzgestein, dessen hauptsächlicher Kalium-Träger das Mineral Kainit $(KMgClSO_4)_4 \times 11 H_2O$ ist. Der K_2O -Gehalt von Kainit beträgt 19,3 m%.

⁵³ Hartsalz ist eine in Deutschland übliche bergmännische Bezeichnung für Kalisalzgesteine, die aufgrund ihrer sulfatischen Beimengungen, vor allem Anhydrit $(CaSO_4)$ und Kieserit $(MgSO_4 \times H_2O)$, beim Bohren besondere Härte aufweisen. Der hauptsächliche Kalium-Träger im Hartsalz ist Sylvit (KCl) . Der K_2O -Gehalt von Sylvit beträgt 63,2 m%. Hartsalze enthalten außerdem Halit $(NaCl)$ und wechselnde Anteile sulfatischer und/oder polysulfatischer Salzminerale sowie Tonminerale.

⁵⁴ K_2O : Kaliumoxid wird traditionell genutzt, um den Kalium-Wertstoffgehalt in einem Kaliprodukt zu beschreiben, unabhängig von der anionischen Komponente Chlorid oder Sulfat.

⁵⁵ Der Begriff Gewerkschaft oder vollständig Bergrechtliche Gewerkschaft, bezeichnet hier die frühere Rechtsform einer Kapitalgesellschaft, wie sie für Bergbauunternehmungen seit dem Mittelalter üblich war, in der Bundesrepublik Deutschland seit 1980 aber nicht mehr gebräuchlich ist.

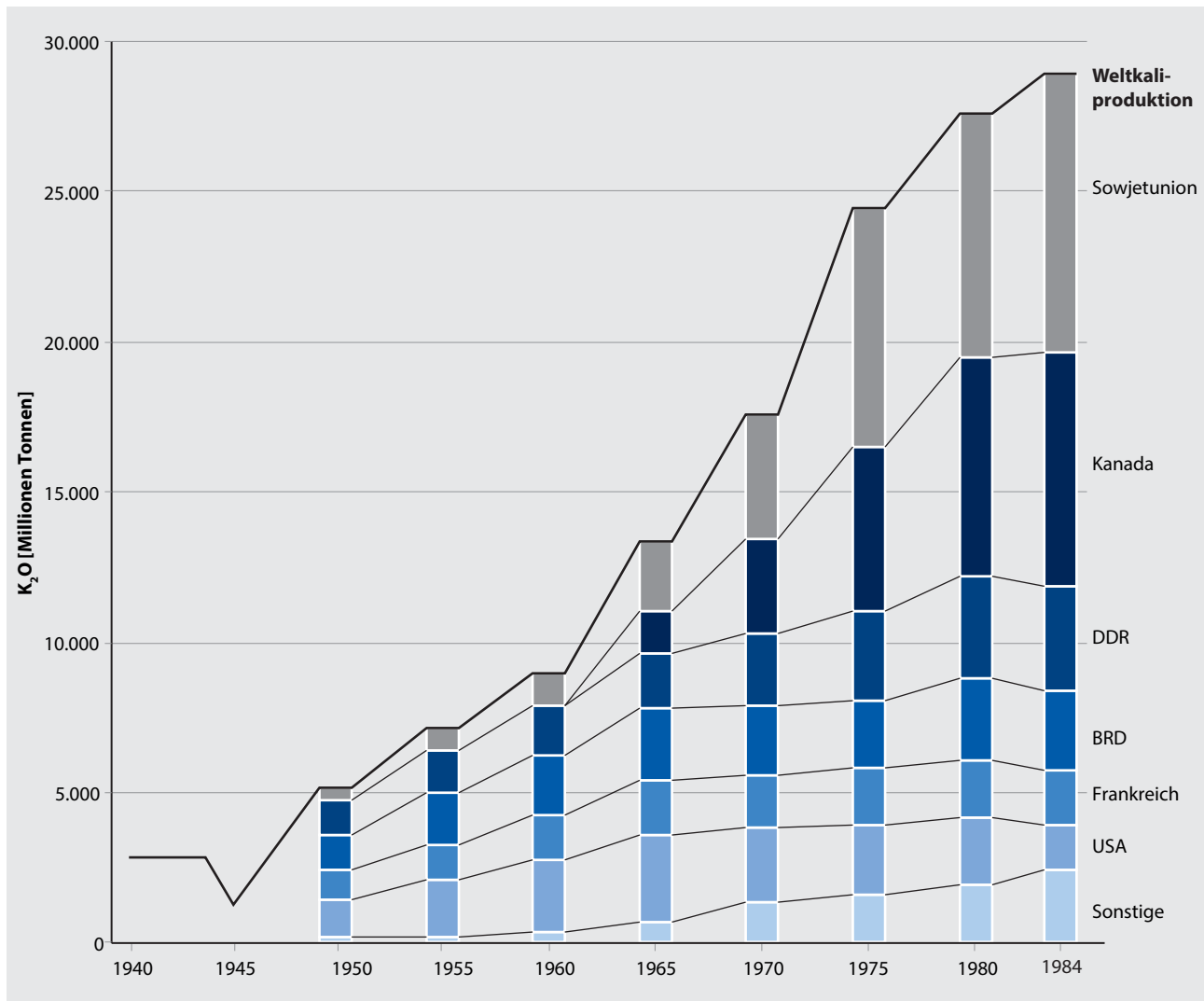


Abbildung 2 Historische Entwicklung der kumulativen Weltkaliproduktion zwischen 1940 und 1985⁵⁶

/517/; 1970, /518/; Gimm 1961, /330/; 1968, /331/; Schubert 1964, /899/; 2008, /902/; Fulda, Gruchot & Michalzik 1966, /301/; Autenrieth 1969a, /35/; Jendersie 1969, /454/; Hoffmann 1972, /404/; Bischofberger & Schubert 1978, /105/; Singewald 1980, /933/; Achorn & Balay 1985, /10/; KALI-VEREIN 1988, /497/; Jeremic 1994, /455/; Garrett, 1996 /315/; Stahl 1996, /972/; Elsass 2000, /235/; Emons 2001, /237/; Bartl 2003a, /63/; Scherzberg 2003, /879/; Riesche 2004, /841/; Herrmann 2007, /391/; Gerling 2009, /323/; Baumgertner & Belyakov 2012, /78/; Middleton 2012, /653/) (► Box 2.1).

Im Verlauf der mehr als 150jährigen Geschichte der Kaliindustrie hat sich der Stand der Technik bei der Kalidüngemittelproduktion sowohl hinsichtlich der Gewinnungsmethoden als auch in Bezug auf die Rohstoffaufbereitung und die Produktveredlung entscheidend verändert. Wie bereits erwähnt, waren die wesentlichsten Triebkräfte hierfür stets wirtschaftlicher Natur, indem man versuchte, die Lagerstätteninhalte besser zu nutzen – um es in der heutigen Terminologie zu beschreiben, also eine nachhaltige Rohstoffverwertung zu betreiben – und das Wertstoffausbringen zu erhöhen.

⁵⁶ Kompiliert aus verschiedenen historischen Quellen und früheren Zusammenfassungen zur Weltkaliproduktion (Slota 1980, /951/; Hauske 1987, /378/; Emons 2001, /237/; Bartl et al. 2003, /66/). Für den Zeitraum 1945 bis 1950 liegen nur wenig zuverlässige und zum Teil widersprüchliche Produktionszahlen einzelner Kaliproduzenten vor, weshalb im Diagramm für diesen Zeitraum lediglich die kumulative Kurve interpoliert, nicht aber die Kaliproduktion einzelner Länder dargestellt wurde.

Wichtige Meilensteine der Kalidüngemittelproduktion und des -vertriebes im Ausland

Elsass **1910 – 2002**

Polen **1922 – 1939**

Spanien **seit 1925**

Totes Meer **seit 1930**

USA **seit 1931**

Sowjetunion **seit 1933**

Italien **1959 – 1992**

Kanada **seit 1962**

Gründung Canpotex **1970**

Kongo **1969 – 1977**

Großbritannien **seit 1977**

Brasilien **seit 1985**

China **seit 1993**

Chile **seit 1995**

Gründung BPC **2005**

Usbekistan **seit 2011**

Zusammenschluss **seit 2011**
OAO Uralkali
und OAO Silvinit

... in Deutschland

1840 Justus von Liebig
"Die organische Chemie in ihrer
Anwendung auf Agricultur und Physiologie"

1861 Beginn der planmäßigen Kalisalzförderung in Staßfurt

1861 – 1972 Nordharz-Revier

seit 1886 Hannoversches Revier

1896 – 1991 Südharz-Unstrut-Revier

seit 1900 Werra-Fulda-Revier

1900 – 1912 Südwest-Mecklenburgisches Revier

1907 – 1982 Hallesches Revier

1910 Gesetz über den Absatz von Kalisalzen, Reichskaligesetz

1921 Kaliwirtschaftsgesetz / Stilllegungsverordnung

1925 – 1973 Oberrhein-Revier Buggingen

DDR

1958
Gründung Vereinigung
Volkseigener Betriebe (VVB) Kali

1970
Gründung VEB Kombinat Kali

seit 1973 Scholle von Calvörde

BRD

1955
Wintershall AG übernimmt
Burbach-Kaliwerk AG

1970
Fusion Kaliaktivitäten der
Wintershall AG und Salzdetfurth AG,
Gründung der Kali und Salz GmbH

Deutsche Wiedervereinigung

1993 Vertrag zur Fusion der deutschen Kaliindustrie
Gründung der Kali und Salz GmbH

1994 Umbenennung der bisherigen Kali und Salz AG in
Kali und Salz Beteiligungs AG

1999 Namensänderung von Kali und Salz Beteiligungs AG
in K+S Aktiengesellschaft

Abbildung 3 Wichtige Meilensteine der historischen Entwicklung der Kaliindustrie: dunkelblau – Produktionszeitraum in bereits stillgelegten Revieren; hellblau – Produktionsstart in noch produzierenden Revieren; schwarz – wissenschaftliche, wirtschaftspolitische und industriehistorische Meilensteine

Historische Entwicklung der Beseitigung flüssiger Aufbereitungsrückstände im hessisch-thüringischen Werra-Kalirevier

Entwicklung der ökologischen Dimension der nachhaltigen Ressourcennutzung

Die auf Fortschritt orientierte Entwicklung der ökologischen Dimension einer nachhaltigen Ressourcennutzung lässt sich ganz besonders für das Werra-Kalirevier aufzeigen: Im Werra-Kalirevier wurden bereits seit den späten 1930er Jahren, in der gesamten deutschen Kaliindustrie mindestens seit den 1950er Jahren, große Anstrengungen unternommen, die besonders bei der Carnallititaufbereitung unweigerlich anfallenden flüssigen Rückstände weiter zu vermindern. Neben den bereits erwähnten Zwängen zur Verminderung des Primärenergieverbrauchs spielten hierbei jedoch auch immer Fragen der Rückstandsentsorgung und des Umweltschutzes eine wachsende und später auch die dominierende Rolle. Insofern waren und sind die zurzeit in der Öffentlichkeit wieder breit diskutierten ökologischen Aspekte der Kalidüngemittelproduktion ein permanentes Betätigungsfeld sowohl für das Führungspersonal in den Betrieben, für die beteiligten Aufsichtsbehörden als auch für die externen ingenieurtechnischen Berater der Kaliindustrie. Ebenso wie heute galt es auch schon vor mehr als einem halben Jahrhundert, einen für die Mehrheit der Industriegesellschaft tragfähigen Konsens durch Abwägung von ökologischen und ökonomischen Interessenslagen herbeizuführen.

Einleitquoten als Instrument der staatlichen Steuerung

Die Ökosysteme von Ulster sowie Werra und in der Folge der Weser wurden durch die mit der Einleitung von flüssigen Aufbereitungsrückständen verbundenen Salzfrachten faktisch seit Beginn der Kalidüngemittelproduktion im Werra-Kalirevier belastet. Diese Belastungen führten bereits in den 1910er Jahren zur Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung aus Uferfiltraten im Unterlauf der Weser bis Bremen. In der Konsequenz wurde auf Initiative des preußischen Staates im Jahre 1913 die sogenannte Kaliabwässerkommission für das Werra- und Fuldagebiet mit Sitz in Vacha, Thüringen, gegründet, deren Vorsitz der Chemiker Hermann Wichelhaus (1842–1927) bis 1916 inne hatte. Im Jahre 1920 legte die Kaliabwässerkommission erste zwischen den einzelnen Kaliwerken abgestimmte Einleitungsquoten und Höchstwerte für den Salzgehalt im Flusswasser der Werra fest. Im Jahre 1942 wurden Grenzwerte für die Salzlösungsbeseitigung dergestalt definiert, dass am Referenzpegel Gerstungen die Gesamtchloridkonzentration von 2.500 Milligramm pro Liter und ein Härtewert von 50° Deutscher Härte nicht überschritten werden darf, was 1947 nach der deutschen Teilung bestätigt wurde (Seifert 1953, /914/). Diese Regelung berücksichtigte eine geogene Salzfracht der Werra oberhalb der Einleitungsstellen der Kaliindustrie, die – nach damaligem Verständnis – einer Chloridkonzentration von 100 Milligramm pro Liter und einer Gesamthärte von 14° Deutscher Härte entsprach. Den beiden hessischen Kaliwerken Hattorf und Wintershall wurde eine Quote von etwa 38 Prozent der Chloridfracht und von etwa 32 Prozent der Gesamthärte zugeteilt und den thüringischen Werken die Auslastung der Differenz zugestanden.

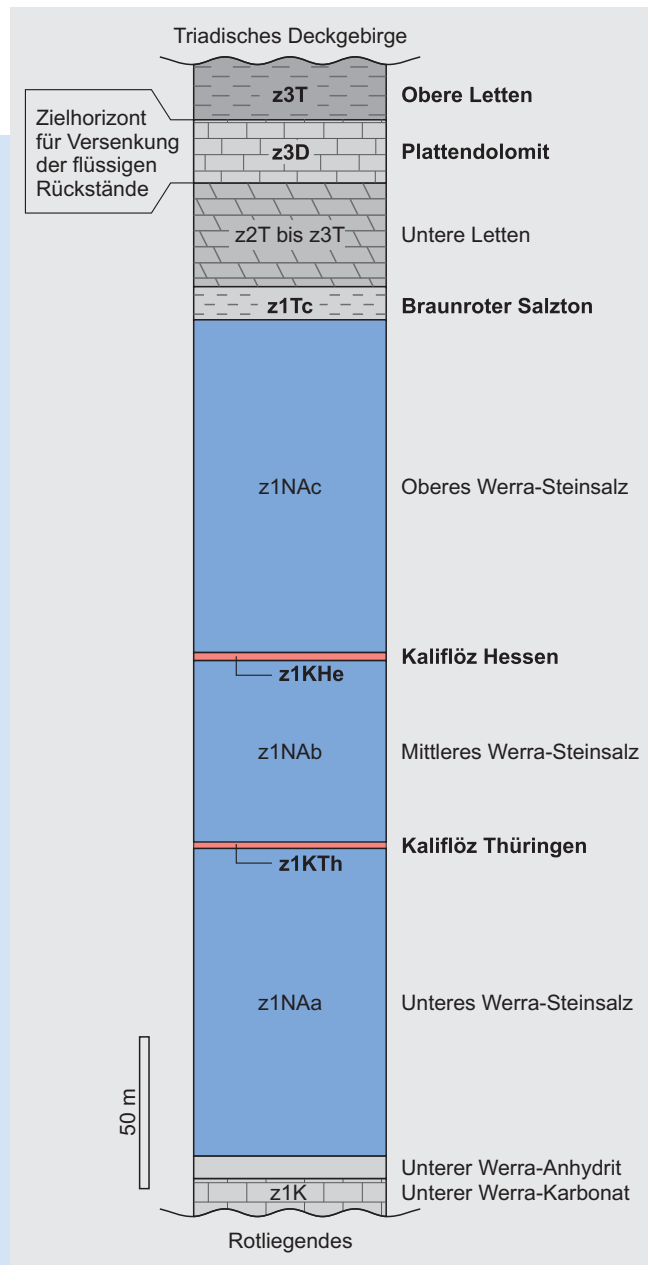
ESTA®-Verfahren als bahnbrechende Innovation

Die wesentliche Motivation für die Rückstandsreduzierung entstand für die hessischen Kaliwerke Hattorf und Wintershall in der Folgezeit aus der Tatsache, dass die möglichen Beseitigungswege über die Flüsse Ulster und Werra nach der politischen Teilung Deutschlands zumindest für diese Werke nicht in gleichem Maße zugänglich waren wie zuvor: Auf thüringischer Seite wurde die Versenkung der flüssigen Aufbereitungsrückstände in den Plattendolomit (Leinekarbonat, Zechstein 3, Oberperm) in den späten 1960er Jahren gänzlich eingestellt. Gleichzeitig erhöhten die ehemaligen DDR-Kaliwerke in Merkers, Dorndorf und Unterbreizbach ihre Produktionskapazitäten, wobei durch diese letztlich nahezu die Gesamtmenge an flüssigen Aufbereitungsrückständen – in den 1970er und 1980er Jahren mit einer jährlichen

Salzfracht von durchschnittlich etwa 6,5 Millionen Tonnen – über die Flüsse Ulster beziehungsweise Werra beiseitigt wurde und dabei bereits das ökologisch vertretbare Maß in Größenordnungen überschritten wurde (Meijering 1978, /636/; WESER 1979, /1114/; 1988, /1115/; 1990, /1116/; Menk 1980, /638/; Ostermeyer 1980, /723/; Wroz 1982, /1133/; 1983, /1134/; Aurada 1992, /30/; 1997, /31/; Strube 1993, /990/; 2000, /991/; Theile 1996, /1004/; Pörtge 1999, /770/; Aurada & Rödel 2005, /32/; Becker et al. 2014, /81/). Bis zum Ende der 1980er Jahre lag die Chloridbelastung am Referenzpegel der Werra bei Gerstungen durchschnittlich über 10.000 Milligramm pro Liter, Anfang der 1970er Jahre im Jahresmittel mehrfach über 25.000 Milligramm pro Liter und in den Jahren 1976/77 sogar um 40.000 Milligramm pro Liter. Eine ähnliche Entwicklung war für die Gesamthärte festzustellen, die seit 1968 durchschnittlich über 250° Deutscher Härte lag. Während in den früheren DDR-Kaliwerken die Kalidüngemittelproduktion gegenüber dem Umweltschutz absolute Priorität genoss, also die von der Kaliabwässerkommission im Jahre 1947 festgelegten Grenzwerte nicht länger respektiert wurden, bestanden die nach dem Recht der Bundesrepublik Deutschland für die hessischen Werke erteilten wasserrechtlichen Erlaubnisse auf die Einhaltung respektive Unterschreitung dieser Grenzwerte der Gewässerbelastung. Zwischen beiden deutschen Staaten wurden im Rahmen einer Ständigen Regierungskommission Fragen des Kalibergbaus im Werra-Kalirevier und dabei auch regelmäßig die Probleme der Werraversalzung erörtert. Durch dieses Gremium empfohlene Lösungsvorschläge, wie die Finanzierung leistungsfähiger Flotationsanlagen für die ehemaligen DDR-Kaliwerke oder die Bereitstellung des ESTA®-Verfahrens durch die Bundesrepublik kamen aber bis zur Wiedervereinigung nicht zur Verwirklichung.

Entsprechend wichtiger wurden für die hessischen Werke einmal die Reduzierung der flüssigen Rückstände insgesamt und zum anderen deren Beseitigung durch Versenkung in den geologischen Untergrund. Durch Einführung der ESTA®-Aufbereitung in Hessen – und später in Niedersachsen – ist der Anteil an flüssigen Rückständen im Jahre 1974 von 44 Prozent an der Gesamtmenge der Rückstände auf 24 Prozent im Jahr 1988 gesunken (Walterspiel 1989, /1090/; Prugger 1992, /785/).

Für die Beseitigung der verbleibenden Mengen flüssiger Rückstände war die Erweiterung der Versenkräume einerseits, vor allem aber auch ihre nachhaltige Bewirtschaftung für die Kaliwerke Hattorf und Wintershall überlebenswichtig. Glaubte man noch in den 1920er Jahren



Stratigraphische Position des Kluftspeichergesteins Plattendolomit (Leine-Karbonat, Zechstein 3, Oberes Perm), der als Zielhorizont für die Versenkung flüssiger Rückstände der Kalidüngemittelproduktion im Werra-Kalirevier genutzt wird

Historische Entwicklung der Beseitigung flüssiger Aufbereitungsrückstände im hessisch-thüringischen Werra-Kalirevier

Bewirtschaftung des Speicherraumes im geologischen Untergrund

im Werra-Kalirevier mit der Versenkung der flüssigen Aufbereitungsrückstände über Tiefbohrungen, sogenannte Schluckbrunnen in das klüftig-poröse Karbonatgestein des Plattendolomit (Zechstein 3, Oberes Perm) einen zwar technisch aufwendigen, aber quasi unerschöpflichen Weg für die Beseitigung gefunden zu haben, zeigten sich jedoch bald die Schwierigkeiten bei der Erkundung hinreichender Speicherkapazitäten (Beyschlag & Fulda 1921, /96/; Deubel 1942, /194/; 1948, /195/; 1954, /196/; Stolle 1958, /981/; Hoppe 1964, /412/; Finkenwirth 1963, /275/; 1964, /276/; Haase 1963, /359/; Poschke 1965, /771/; Finkenwirth & Fritsche 1993, /274/; Skowronek et al. 1999, /949/; Fritsche 2000, /293/, Käbel 2006, /493/).

Im Zuge der politischen Wende wurden die thüringischen Kaliwerke Merkers und Dorndorf stillgelegt und das Kaliwerk Unterbreizbach, die alle dem früheren DDR-Kombinat KALI zugehörig waren, schrittweise in das Verbundwerk Werra der heutigen K+S integriert. Unmittelbar nach der politischen Wende begannen aber auch Verhandlungen über eine Reduzierung der Salzbelastung von Werra und Weser durch Einsetzung einer Expertenkommission aus Vertretern der KALI UND SALZ AG und der aus dem ehemaligen DDR-Kombinat KALI hervorgegangenen MITTELDEUTSCHEN KALI AG. Im Ergebnis der Tätigkeit dieser Expertenkommission wurde ein Konzept technischer Maßnahmen zur Werraentsalzung erstellt und durch ein Verwaltungsabkommen vom 30. März 1992 zwischen den Werra- und Weser-Anrainer-Bundesländern vereinbart.

Als wesentlichste Schwerpunkte eines vielerlei Maßnahmen umfassenden Paketes waren der Ersatz der abwasserintensiven Kieserit-Wäsche im Kaliwerk Unterbreizbach durch eine nassmechanische Aufbereitung von vorkonzentrierten Kieserit-Fraktionen aus dem Löseprozess und die untertägige Beseitigung der dabei anfallenden festen Rückstände mit Hilfe des Spülversatzverfahrens vereinbart worden. Darüber hinaus wurde probeweise die Versenkung von flüssigen Aufbereitungsrückständen auch im thüringischen Teil des Werra-Kalireviers, in dem bereits in den 1980er Jahren durch das damalige DDR-Kombinat KALI erkundeten Pufferspeicher der Gerstunger Mulde wieder aufgenommen. Die letztgenannte Maßnahme zielte explizit auf die durch mögliche Ein- und Ausspeicherung orientierte Bewirtschaftung dieses Versenkraumes, so dass gemeinsam mit einem computergestützten Verfahren zur Salzlaststeuerung eine Reduzierung und die Vergleichsmäßigung der Salzfrachten in den für die Beseitigung der flüssigen Rückstände genutzten Fließgewässern infolge der Pufferspeicherung möglich wird. Vor der Realisierung dieser Investitionen lag das Aufkommen flüssiger Aufbereitungsrückstände pro verarbeitete Tonne festes Rohsalz im Kaliwerk Unterbreizbach noch bei etwa 2,3 Kubikmeter, seit dem Jahr 2002 bei weniger als 0,75 Kubikmeter. Seit Wirksamwerden dieser technischen Maßnahmen, das heißt seit mehr als einem Jahrzehnt, verbessert sich damit auch der ökologische Zustand des Flusssystem Ulster-Werra-Weser erheblich, obgleich der Beseitigungspfad für flüssige Rückstände über diese Fließgewässer bis heute genutzt wird (ECORING 2008, /229/). Durch die Summe dieser Maßnahmen hat sich das Verhältnis von flüssigen zu festen Aufbereitungsrückständen signifikant zu den letztgenannten hin verschoben, so dass heute weitaus größere Kapazitäten für entsprechende Rückstandshalten erforderlich wurden, das Flusssystem Ulster-Werra-Weser jedoch entlastet wurde.

Während in der Frühzeit der Kaliindustrie im Durchschnitt etwa 65 Prozent des im Rohstoff verfügbaren KCl in die Fertigprodukte gelangte, waren es zwischen den Weltkriegen bereits über 75 Prozent und sind es heute mehr als 87 Prozent.

Eine ebenfalls seit den Anfangsjahren auf der Tagesordnung stehende Aufgabe zur Rationalisierung zielte auf die Verminderung des Primärenergieeinsatzes (Serowy 1952, /922/; Autenrieth 1958, /34/; Hoffmann 1972, /404/; Heinz & von der Osten 1982, /381/; Garrett 1996, /315/; Lamster 2003, /580/; Schmidt & Hirsch 2012, /889/). Insbesondere bei den in Deutschland bis in die 1950er Jahre ausschließlich eingesetzten Löseverfahren stellten die Energiekosten einen, mitunter den wesentlichsten Anteil der sachbezogenen Betriebskosten dar. Diese Rationalisierungsaufgabe löste man vor allem durch die Verminderung des Einsatzes von Wasser als Lösemittel, in dem man die gesamte Wassersalzlösungsbilanz durch mehrfache Rückführung einzelner Stoffströme bis zu einer technisch praktikablen und nahezu vollständigen Ausnutzung der temperaturabhängigen Lösespanne optimierte.

Letztlich war auch die bahnbrechende Entwicklung der völlig trockenen elektrostatischen Aufbereitung im ESTA®-Verfahren⁵⁷ durch die damalige KALI UND SALZ AG in den 1960er und 1970er Jahren dieser Zielstellung verpflichtet. Obgleich hier auch wirtschaftliche Motive, insbesondere hinsichtlich der Energieeinsparung und für die Erzeugung von Spezialdüngemitteln, Triebkräfte dieser nahezu 2 Jahrzehnte währenden Forschungs- und Entwicklungsarbeit waren, lieferten nahezu alle technischen Verbesserungen auf diesen Feldern gleichsam auch erhebliche Beiträge zum Umweltschutz, sei es durch die Reduzierung von Aufbereitungsrückständen

oder die drastische Verminderung des Wasserverbrauches, zielten also durchaus auch auf eine verbesserte ökologische Effizienz der deutschen Kalidüngemittelproduktion. Die unvermeidbar bei jeder Art der Kalidüngemittelproduktion aus natürlichen Rohstoffen anfallenden festen und flüssigen Aufbereitungsrückstände und die mit dem jeweiligen Stand der Technik auch über die Zeit weiterentwickelten Methoden, Verfahren und Anlagen standen seit der Frühzeit der Kaliindustrie im Interesse der Öffentlichen Diskussion und nicht zuletzt deshalb auch im besonderen Fokus der staatlichen Aufsichtsbehörden, worauf in diesem Buch allenthalben Bezug genommen werden soll. Besonders durch die Beseitigung von festen und flüssigen Rückständen hat die Kaliindustrie in verschiedenen Regionen weltweit einen prägenden Beitrag zur Entwicklung der Kulturlandschaft geleistet und als Folge der von ihr betriebenen Wertschöpfung den Naturraum nachhaltig verändert. Im Mutterland der Kaliindustrie, besonders in Mittel- und Norddeutschland, ist dieser Impact über anderthalb Jahrhunderte dokumentiert und zeigt in seiner zeitlichen Entwicklung nicht zuletzt auch die Auswirkungen dominierender Wirtschaftsinteressen gegenüber dem Umweltschutz bis hin zur harmonischen Balance zwischen den 3 Säulen der Nachhaltigkeit, also den ökologischen, den sozialen und den ökonomischen Interessen der modernen Industriegesellschaft. Diese letztlich positive Wandlung lässt sich zum Beispiel an den gravierenden Veränderungen im Flusssystem Ulster-Werra-Weser für die vergangenen 110 Jahre zeigen, in denen es von einem natürlichen zu einem – vor allem durch die ehemalige DDR-Kaliindustrie – stark belasteten Fließgewässer in den 1970er bis 1990er Jahren (Aurada 1992, /30/; 1997, /31/; Aurada & Rödel 2005, /32/) und seit gut einem Jahrzehnt nunmehr wieder zu einem renaturierten Flusssystem entwickelt wurde (ECORING 2008, /229/; 2010, /230/) (► Box 2.1).

⁵⁷ ESTA®: Patentierte Verfahren zur elektrostatischen Aufbereitung polymineralischer Kalisalze. Diese für den gesamten Industriezweig wesentliche Neuerung zur Rohsalzaufbereitung wurde im Zeitraum 1965 bis 1974 im Kaliwerk Neuhof-Ellers der damaligen KALI UND SALZ AG zur industriellen Reife entwickelt: die elektrostatische Aufbereitung (ESTA®) von Kalirohsalzen wurde hier 1974 im industriellen Maßstab zur Abtrennung des Kieserit von Sylvit und Halit eingeführt und ist durch verschiedene Patente rechtlich geschützt. Dieses wasserfreie und daher energetisch effiziente Aufbereitungsverfahren ermöglichte eine ökonomisch vertretbare industrielle Nutzung der Kieserit-Komponente in den Hartsalzen, die früher mangels geeigneter Aufbereitungsverfahren mit dem Rückstand aufgehaldet wurde. Gleichfalls führte die Anwendung dieses im Gegensatz zu Flotation und Heißverlösung trockenen Aufbereitungsverfahrens zur drastischen Verminderung der flüssigen Rückstände und lieferte somit einen erheblichen Beitrag zum Umweltschutz.

Die Kaliindustrie im 21. Jahrhundert
Stand der Technik bei der Rohstoffgewinnung und der
Rohstoffaufbereitung sowie bei der Entsorgung der
dabei anfallenden Rückstände
Rauche, H.
2015, XX, 560 S., Hardcover
ISBN: 978-3-662-46833-3