

# Kochsalz — lebensnotwendiger Stoff — industrieller Rohstoff — Entsorgung und Umweltschutz

H. Blessmann

*Deutsche Solvay-Werke GmbH  
Postfach 11 02 70  
D-5650 Solingen 11*

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Kochsalz ist ein lebensnotwendiger, deshalb unentbehrlicher Stoff. Seine herausragende Bedeutung ist uns in Sagen des Altertums und historischen Berichten überliefert. Das Salz selbst und seine Ionenbestandteile erfüllen entscheidende Funktionen im menschlichen Organismus. Der lebensnotwendige Bedarf des Menschen beträgt ca. 3000 mg Chloridion/Tag. Lag die Bedeutung des Salzes im Altertum und Mittelalter in der Verwendung als Genuß- und Lebensmittel, so wurde Kochsalz Ende des 18. Jahrhunderts Grundstein der chemischen Großindustrie — Sodaindustrie, Chloralkali-Elektrolyse. Kochsalz ist heute in ausreichendem Maße verfügbar. Bestand in früherer Zeit das existentielle Problem einer ausreichenden Versorgung, so rückt heute das Entsorgungsproblem mehr und mehr in den Vordergrund. Im Rahmen industrieller Aktivitäten fallen große Mengen NaCl-Rückstandssalze an, die je nach den Gegebenheiten in die Vorfluter abgeleitet werden und auf diese Weise deren Chloridgehalt erhöhen. Natürlich erscheint es sinnvoll, überall dort, wo es mit technisch-wirtschaftlich vertretbaren Mitteln möglich ist, die Einleitung in die Oberflächengewässer zu vermeiden.

Die ökologische Bedeutung des Chloridgehaltes in einem Binnengewässer wird diskutiert. Dabei geht es einmal um die Gesunderhaltung der Gewässer selbst und zum anderen um deren Nutzung, insbesondere als Trinkwasser.

---

„Keine Speise schmeckt uns ohne Salz, deshalb habe ich meinen Vater so lieb wie Salz“, das sagte die Königs-tochter im Märchen und wurde ob dieses wie es schien herabsetzenden Vergleichs in die Verbannung geschickt — bei der Rückkehr aber triumphal gefeiert, denn inzwischen hatte der Vater seinen Irrtum eingesehen und die Kostbarkeit des Salzes erkannt. Schon vor anderthalb Jahrtausenden kam der römische Geschichtsschreiber Cassiodorus zu der Erkenntnis: „Der Mensch kann ohne Gold, nicht aber ohne Salz leben“. Die Bedeutung des Salzes zeigt sich in vielen Begebenheiten, in Sprichwörtern und volkstümlichen Überlieferungen. Brot und Salz sind bei vielen Völkern und in vielen Landstrichen die ersten Gaben für den Gast. Brot und Salz, gemeinsam gegessen, besiegelten bei den Arabern den Freundschaftsbund. Auch das Alte Testament kennt den Salzbund, den Bund der unverweslich

und dauernd wie das Salz ist. In vielen Kulturen wurde das Salz als heilig verehrt. So bei den Römern, bei denen das Salzfaß als Zeichen der Reinheit von Generation zu Generation weiter vererbt wurde.

Salz, zu allen Zeiten wichtiges Kulturgut der Menschheit. — Die Geschichte des Salzes ist so alt wie die Geschichte der Menschheit. Über Jahrtausende hinweg hat das Salz immer wieder das menschliche Handeln mitbestimmt. Sein Besitz brachte den Menschen Reichtum oder Verderben, sein Handel führte Völker gutnachbarlich zusammen oder stürzte sie in blutige Konflikte. Viele Städte, Verkehrswege, ganze Kulturen, wie z.B. die Hallstatt-Kultur, gründeten auf dem Salz und sanken mit seinem Verschwinden wieder zur Bedeutungslosigkeit herab.

Worin liegt nun die Bedeutung des Kochsalzes? Kochsalz, NaCl, ist in erster Linie für Mensch und Tier ein

lebensnotwendiger, deshalb unentbehrlicher Stoff. Der unbedingt lebensnotwendige Bedarf eines erwachsenen Menschen liegt bei ca. 5000 mg NaCl/Tag ( $\approx$  ca. 3000 mg Cl<sup>-</sup>/Tag). Im Durchschnitt liegt die tägliche NaCl-Aufnahme eines Erwachsenen viel höher, nämlich zwischen ca. 10000 mg ( $\approx$  ca. 6000 mg Cl<sup>-</sup>) und 15000 mg ( $\approx$  ca. 9000 mg Cl<sup>-</sup>). Dabei erfüllen die Ionen des Kochsalzes Na<sup>+</sup> und Cl<sup>-</sup> entscheidende Funktionen im menschlichen Organismus. Natrium-Ionen sind für die Erregungsleitung im Nerv, Chlorid-Ionen als Hilfe bei der Verdauung im Magen unentbehrlich. Gelöstes NaCl dient der Aufrechterhaltung des osmotischen Druckes in den menschlichen Zellen. Dazu ist eine Konzentration von 9 g Kochsalz/l erforderlich, die Konzentration der "physiologischen Kochsalzlösung". Das menschliche Blut enthält immerhin rund 50 g Kochsalz. Da der Körper mit dem Harn, dem Schweiß und den Tränen laufend Kochsalz verliert, muss mit fester und flüssiger Nahrung Kochsalz wieder aufgenommen werden. Neben der biologischen Bedeutung des Kochsalzes ist Kochsalz gleichzeitig ein den Geschmackssinn reizender Stoff. Die Eigenschaft, den Geschmack der Speisen und Getränke zu verbessern, führte schon im Altertum dazu, Kochsalz in die Kategorie der Gewürze und Luxusartikel einzuordnen und damit zu besteuern. Die Salzsteuer ist so alt wie die Geschichte des Salzes. Sie hat sich in einigen Ländern bis heute erhalten, so z.B. auch in der Bundesrepublik Deutschland.

Lag die Bedeutung des Kochsalzes im Altertum und Mittelalter in der Verwendung als Genussmittel und lebensnotwendiges, nicht ersetzbares Lebensmittel, so wurde Kochsalz darüber hinaus Ende des 18. Jahrhunderts in Europa zum Grundstein der chemischen Grossindustrie und damit der chemischen Technik. Man kann für den Beginn dieser industriellen Entwicklung sogar ein speziell auslösendes Ereignis nennen: Im Jahre 1775 setzte die französische Akademie der Wissenschaften einen Preis aus für die Herstellung von Soda aus Kochsalz. Soda war damals nur schwer zu erhalten und sehr teuer. Die Aufgabenstellung war naheliegend: Soda, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, enthält wie Kochsalz, NaCl, das Natrium-Ion. Kochsalz stand zu dieser Zeit schon in verhältnismässig grosser Menge und zu akzeptablen Preisen zur Verfügung. Das Verfahren wurde tatsächlich gefunden. Im Jahre 1791 wurde dem Chemiker Nicolas Leblanc das Patent zur Herstellung von Soda aus Kochsalz erteilt. Der Preis wurde allerdings nie ausbezahlt, wie auch das erste Unternehmen von Leblanc, Soda nach seinem Verfahren herzustellen, tragisch endete. Im Laufe der französischen Revolution wurde seine Fabrik beschlagnahmt. Leblanc, völlig verarmt, erschoss sich im Jahre 1806. Sein Verfahren wurde besonders in England angewandt und weiterentwickelt. 1863 wurde das Leblanc-Verfahren durch das erheblich wirtschaftlichere und umweltfreundlichere Ammoniaksoda-Verfahren abgelöst. Das neue Verfahren ist eine Erfindung von Ernest Solvay; es wurde von ihm zu einem grosstechnischen Prozess ent-

wickelt. Das Ammoniaksoda-Verfahren geht ebenfalls vom Rohstoff Kochsalz als dem Natriumlieferanten aus. Nach Stilllegung der letzten Leblanc-Sodafabrik 1915 wird synthetische Soda überall auf der Welt nur noch nach dem Ammoniaksoda-Verfahren hergestellt.

Ende des 19. Jahrhundert wurde ein zweiter bahnbrechender technischer Prozess auf der Basis des Rohstoffes Kochsalz gefunden. Er kann sicher als ebenso bedeutender Meilenstein in der Entwicklung der chemischen Industrie angesehen werden: die Chloralkali-Elektrolyse zur Erzeugung von elementarem Chlor und Ätznatron bzw. dessen wässriger Lösung, der Natronlauge. Die elektrolytische Gewinnung von Chlor und Alkali aus Kochsalz erfolgt heute in zwei zu hoher technischer Reife entwickelten Verfahren, nämlich dem Amalgam-Verfahren, das von festem Kochsalz ausgeht, und dem Diaphragma-Verfahren, das von gesättigter Kochsalzlösung, kurz Sole genannt, ausgeht.

Die Erzeugung von Soda, Ätznatron bzw. Natronlauge sowie Chlor ist heute geradezu ein Maßstab für den Grad der Industrialisierung im allgemeinen und speziell für die Leistungsfähigkeit der chemischen Industrie eines Landes geworden. So betrug z.B. im Jahre 1974 der Sodaverbrauch pro Einwohner und Jahr in den USA 33,5 kg, in der UdSSR 19,0 kg und in der Bundesrepublik Deutschland 23,6 kg. Soda, Ätznatron bzw. Natronlauge und Chlor sind wiederum die Ausgangsstoffe für eine umfassende Palette industrieller und gewerblicher Tätigkeiten. Anwendungsbereiche sind z.B.: Soda zur Herstellung von Glas, zur Nachentschwefelung von Roheisen in der Eisenhüttenindustrie, Natronlauge zum Aufschluss von Bauxiten in der Aluminiumindustrie, zum Waschen und Bleichen in der Textilindustrie, zur Herstellung von Kunstseide und bei der Seifenfabrikation und schliesslich Chlor zur Herstellung des Massenkunststoffes PVC sowie vieler organischer und anorganischer Chemikalien.

Die Bedeutung der beiden chemischen Prozesse, des Ammoniaksoda-Verfahrens und der Chloralkali-Elektrolyse, für den Rohstoff Kochsalz oder umgekehrt mag auch daraus hervorgehen, dass ca. 75% des gesamten Kochsalzbedarfs in der Bundesrepublik Deutschland in diesen beiden Prozessen eingesetzt werden.

So wird deutlich, dass Kochsalz nicht nur buchstäblich ein "Salz des Lebens", sondern darüber hinaus auch für die Industrie ein unentbehrlicher Rohstoff ist. Glücklicherweise ist Kochsalz heute in der Welt in ausreichendem Maße verfügbar, und das gilt auch langfristig, was in diesem Fall Zeiträume von Jahrhunderten bedeuten soll.

Bestand in früherer Zeit das existentielle Problem der ausreichenden und sicheren Versorgung, so rückt heute das Entsorgungsproblem mehr und mehr in den Vordergrund. Sicher ist die Frage berechtigt, ob man im Zusammenhang mit einem lebensnotwendigen Stoff von einem Entsorgungsproblem sprechen kann. Ich werde noch darauf eingehen. Eine wichtige Feststellung möchte ich aber an

dieser Stelle schon vorausschicken: Kochsalz,  $\text{NaCl}$ , oder seine Ionen-Bestandteile  $\text{Na}^+$  und  $\text{Cl}^-$  dürfen keineswegs in die Kategorie von Schadstoffen und erst recht nicht in die von Giftstoffen eingeordnet werden, wie es leider in Presseveröffentlichungen und Verlautbarungen immer wieder vorkommt. Es ist stets eine Frage der Konzentration. Selbst die nationalen und internationalen Umweltschutzkonventionen nehmen auf diese Tatsache nicht genügend Rücksicht. Schon Paracelsus sagte: "Alle Dinge sind Gift, allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist."

Das sogenannte "Salzentsorgungsproblem" möchte ich Ihnen am Beispiel der Verhältnisse im Einzugsgebiet des Rheines als Vorfluter darstellen und erläutern. In Anpassung an einen grossen Teil der einschlägigen Fachliteratur und an internationale Konventionen, wie das Chloridabkommen, beziehe ich alle Mengen und Konzentrationsangaben auf das Chlorid-Ion, d.h. auf den Chloridanteil des Salzes. Nach Angaben der Internationalen Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (IAWR) betrug in den Jahren 1973/75 die mittlere Chloridfracht im Rhein an der deutsch-niederländischen Grenze ca. 390 kg  $\text{Cl}^-/\text{sec}$  bei einer durchschnittlichen Konzentration von 190 mg  $\text{Cl}^-/\text{l}$  und einem Maximalwert von  $\sim 300$  mg  $\text{Cl}^-/\text{l}$ .

Die Herkunft der Chloride zeigt folgende Tabelle 1.

TABELLE 1  
Herkunft der Chloride in 1974

Herkunft (1974)	Chloridfracht (kg $\text{Cl}^-/\text{sec}$ )	%
Französischer Kalibergbau	130	34
Zufluss aus der Schweiz u. Frankreich (Mosel); ohne Elsass	48	12
Deutscher Kohlebergbau	57	15
Deutsche Industrie	98	25
Häusliche Abwässer	10	3
Natürliche Fracht	45	11
	388	100

Die Tabelle zeigt, dass die natürliche Fracht und die häuslichen Abwässer zusammen nur ca. 16% der gesamten Chloridfracht ausmachen, wenn man annimmt, dass vom Anteil "Zufluss aus der Schweiz und Frankreich (Mosel)" ca. 2% der natürlichen Fracht und den häuslichen Abwässern zuzurechnen sind. Der grösste Teil, nämlich 84%, der Chloridfracht und damit auch der Chloridkonzentration im Rhein an der deutsch-niederländischen Grenze entstammt industriellen Einleitungen. Die Verursacher dieser Einleitungen kann man in zwei Gruppen einteilen.

Die erste Gruppe umfasst die Industrien, die kein Kochsalz als Rohstoff einsetzen, also der französische Kalibergbau und der deutsche Kohlebergbau. Diese Gruppe verursacht insgesamt 49% der Chloridfracht.

Die zweite Verursachergruppe umfasst die übrige Industrie im Rheineinzugsgebiet in der Schweiz, in Frankreich

und in der Bundesrepublik Deutschland mit zusammen nur 35% der Chloridfracht entsprechend knapp 140 kg/sec. Nur diese Gruppe verwendet Steinsalz oder Sole als Rohstoff, sog. Industrie- oder Gewerbesalz. Nach Verarbeitung, Umwandlung oder Gebrauch fällt das eingesetzte Kochsalz z.T. entweder unverändert als  $\text{NaCl}$  oder in Form anderer Chloride wie  $\text{CaCl}_2$  in den Abwässern in verdünnter wässriger Lösung an. Ich erinnere an die beiden im ersten Teil meines Vortrages genannten Prozesse zur Herstellung von Soda und Chlor mit einem 75 %igem Anteil am Verbrauch der geförderten Salz- und Solemenge.

Der grösste Anteil der Chloridfracht im Rhein mit 49% ist also der ersten Verursachergruppe zuzuordnen, der französischen Kaliindustrie und dem deutschen Kohlebergbau. Ohne dass Kochsalz als Rohstoff eingesetzt wird, fällt es hier als unvermeidbarer Rückstand an, und zwar beim Kohlebergbau in den salzhaltigen Sumpfungswässern, d.h. in gelöster und verdünnter Form, beim französischen Kalibergbau als Rückstandssalz in fester Form.

Es erscheint sinnvoll, überall dort, wo es mit technisch und wirtschaftlich vertretbaren Mitteln möglich ist, die Einleitung in die Oberflächengewässer zu vermeiden. Dies trifft z.B. für den Kalibergbau zu, wo das Rückstandssalz in fester Form anfällt. Die deutsche Kaliindustrie hat deshalb schon seit Jahrzehnten die Auflage, die Rückstandssalze zurückzuhalten. Für den französischen Kalibergbau besteht nunmehr die Auflage, im Rahmen des internationalen Chloridabkommens, das allerdings noch der Ratifizierung durch die Beteiligten bedarf, bei gemeinsamer Finanzierung durch die Anliegerstaaten am Rhein zunächst 20 kg  $\text{Cl}^-/\text{sec}$   $\pm \sim 16\%$  der in 1974 von der Kaliindustrie eingeleiteten Menge zurückzuhalten. Dies soll durch Verpressen der aufgelösten Rückstandssalze in tiefe poröse Schichten des Untergrundes erfolgen. Ziel ist eine Reduzierung der Einleitung in den Rhein um insgesamt 60 kg  $\text{Cl}^-/\text{sec}$  =  $\sim 50\%$  der 1974 eingeleiteten Menge.

Entscheidend für die Beantwortung der Frage, ob bei der Einleitung chloridhaltiger Salze in ein Binnengewässer, in diesem Fall in den Rhein, ein Entsorgungsproblem auftritt oder nicht, sind die auftretenden Chloridkonzentrationen. Sie betrugen, wie bereits gesagt, 1973/75 im Mittel 190 mg/l, Maximalwert 300 mg/l.

Die ökologische Bedeutung der Chloridgehalte im Rhein wurde deshalb im Hinblick auf die Gesunderhaltung des Gewässers selbst und zum anderen im Hinblick auf die verschiedenen Nutzungen des Rheinwassers, insbesondere für Trinkwasser, untersucht. Die Ergebnisse sind in der Zeitschrift "Wasser, Luft und Betrieb", No. 12, Dezember 1976, veröffentlicht. Ich fasse sie kurz zusammen:

1. Der Sauerstoffgehalt ist ein wesentlicher Faktor der Selbstreinigungskraft eines Gewässers. Bei Chloridkonzentrationen bis zu 1000 mg/l ist der Einfluss auf den Sauerstoffgehalt vernachlässigbar klein.

Die Lebensbedingungen für Fische werden in diesen Konzentrationsbereichen nicht beeinflusst. In der Literatur wird als obere Grenze für Süßwasserfische ca. 4000 mg/l angegeben.

2. Für die Nutzung des Wassers als Trinkwasser sind Konzentrationen selbst über 1000 mg Cl<sup>-</sup>/l medizinisch unbedenklich. Als Geschmacksgrenze werden 400–600 mg/l angegeben. Die World Health Organization (WHO) nennt als oberen zulässigen Grenzwert 600 mg Cl<sup>-</sup>/l. Mineralwässer haben in der Regel eine Konzentration von 200–600 mg Cl<sup>-</sup>/l, es gibt aber auch Heilwässer mit Konzentrationen von 800 mg/l und darüber. Übrigens auch Trinkmilch enthält 1000–1200 mg Cl<sup>-</sup>/l. Eine einfache Rechnung zeigt, dass von dem täglichen Chloridbedarf eines Erwachsenen von durchschnittlich 6000 mg bei einer täglichen Trinkwassermenge von zwei Litern und einer Chloridkonzentration von ~ 200 mg/l (durchschnittlicher Chloridgehalt des Rheines) nur knapp 6,7% aus dem Trinkwasser kommen würden. Der Fehlbetrag von über 90% muss aus dem Salzgehalt der Nahrungsmittel bzw. durch Kochsalzzugabe zu den Speisen ergänzt werden.
3. Bei der Nutzung des Wassers zur Bewässerung landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzter Kulturböden in humiden Klimazonen sind Chloridkonzentrationen bis zu 500 mg/l auch bei langzeitiger Einwirkung unbedenklich.
4. Für die Viehwirtschaft wird als zulässiger Höchstwert ca. 3000 mg/l angegeben.
5. Bei der industriellen und gewerblichen Nutzung des Wassers, z.B. für Untergläskulturen, spielen rein ökonomische Kriterien die ausschlaggebende Rolle bei der Beurteilung der zulässigen Chloridkonzentration.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse ist festzustellen, dass bei Chloridkonzentrationen bis 500 mg/l unter Berücksichtigung aller Nutzungen keine Beeinträchtigungen für Mensch, Tier und Pflanzen unter natürlichen Lebensbedingungen auftreten. Für die Nutzung als Trinkwasser könnte die Konzentration sogar noch höher liegen. Im Rhein treten aber selbst bei Niedrigwasser solche Konzentrationen nicht auf. Ein Entsorgungsproblem für Chloride dürfte demnach für die Industrie im Rheineinzugsgebiet nach diesen Erkenntnissen nicht bestehen.

Die nationalen und internationalen Gewässerschutzabkommen und -gesetze, insbesondere das Internationale Chloridabkommen der Rheinanliegerstaaten, berücksichtigen diese Erkenntnisse aber nur ungenügend, die restriktiven Tendenzen sind deshalb ungerechtfertigt. Das kann in Zukunft für die Industrie im Rheineinzugsgebiet zu unbilligen Produktionsbegrenzungen führen, zu Auflagen, die die Wirtschaftlichkeit bestimmter industrieller Tätigkeit gefährden.

Aus dem letzten Teil meines Vortrages kann also die Schlussfolgerung gezogen werden, dass es im Rheineinzugsgebiet durch das Ableiten von salzhaltigen Abwässern und Rückständen in den Vorfluter Rhein keine ökologischen Beeinträchtigungen gibt. Meine Ausführungen wären aber unvollständig und könnten in der Weise missverstanden werden, dass es mit der Entsorgung salzhaltiger Rückstände keine Probleme gäbe. Ich möchte deshalb nicht versäumen, auch auf das Problem der Salzbelastung der Werra und Weser hinzuweisen, hervorgerufen zu ca. 90% durch die Einleitung von Rückstandssalzen aus den Kaliwerken in der DDR. Ich habe bereits im Verlaufe des Vortrages gesagt, dass das entscheidende Kriterium für Beeinträchtigungen durch Salze bzw. Chloride in einem Gewässer deren Konzentration ist. Hat man schon den zulässigen Grenzwert für die Werra mit 2500 mg Cl<sup>-</sup>/l aussergewöhnlich hoch angesetzt — zum Vergleich und zur Erinnerung: das langjährige Mittel der Konzentration im Rhein liegt unter 200 mg Cl<sup>-</sup>/l und als zulässigen Grenzwert für alle Nutzungen hatte ich 500 mg Cl<sup>-</sup>/l angegeben —, so wurde 1976 ein Durchschnittswert von 10000 mg Cl<sup>-</sup>/l gemessen und bei Niedrigwasser sogar Maximalwerte in der Größenordnung der Meerwasserkonzentration.

Die Verhältnisse im Rhein- und Werragebiet sind, das mögen die genannten Zahlen gezeigt haben, völlig unterschiedlich und werden wohl auch unterschiedlich gesehen. Bei der Beurteilung der Situation, so meine ich, dürften nicht zuletzt ebenso politische Rücksichtnahmen im Hinblick auf gumachbarliche Beziehungen nach Ost und West eine Rolle spielen.

Ich habe am Anfang meiner Ausführungen gesagt, dass das Salz immer wieder das menschliche Handeln bestimmt hat und Ursache für freundschaftliche Beziehungen, aber auch für Konflikte war. Ich denke, dies gilt *cum grano salis* bis in die heutige Zeit.