


4.2 Technische Rückgewinnung von Chlor In der Schmelzflusselektrolyse von NaCl wird  NaCl, dem CaCl₂ zugesetzt wird, um den Schmelzpunkt zu senken (Der Schmelzpunkt eines Feststoffes ist die Temperatur, bei der er bei Atmosphärendruck von fest in flüssig übergeht) (808 °C), bei einer Temperatur von 600 °C in einer unteren Zelle geschmolzen. Chlor wird an einer Kohlenstoffanode gebildet, abgepumpt, durch Kompression verflüssigt und in Druckflaschen abgefüllt. Elementares flüssiges Natrium (Smp. = 97,5 °C) wird abgeschieden, abgepumpt, verfestigt und in Stabform an einer Eisenkathode verkauft, die in einem Ring in die Zelle eingesetzt wird.

Anode (Pluspol): $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ Oxidation (Redox ist eine chemische Reaktion, bei der die Oxidationszustände der Atome verändert werden) Kathode (negativer Pol): $2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Na}$...?. Reduktion



Da **der Prozess** sehr energieintensiv ist, insbesondere aufgrund der hohen Betriebstemperatur (Eine Betriebstemperatur ist die Temperatur, bei der ein elektrisches oder mechanisches Gerät arbeitet), wird er nicht primär für Chlor, sondern für die Natriumproduktion verwendet.

Die Rückgewinnung großer Mengen Chlor ist durch Elektrolyse einer wässrigen NaCl-Lösung günstiger. Die Ionen in der Lösung sind kleiner als die Poren in der Membran,

schulhilfen.com - Technische Gewinnung von Chlor Referat

so dass sie sich durch sie hindurch bewegen können
und somit einen Stromflu

ss ermöglichen. Die in der Kathode und im Anodenraum gebildeten Gasblasen sind jedoch zu groß, um durch die Membran zu gelangen. Dadurch wird eine (gefährliche) Vermischung der Gase, die an ihrem Entstehungsort abgepumpt werden, verhindert. Die Oxidation von OH- zu O₂ erfolgt nur in sehr geringem Maße, da O₂ als stärkeres Oxidationsmittel als Cl₂ nicht so leicht anodisch gebildet wird wie Chlor. Elementares Natrium (wie bei der Schmelzflusselektrolyse von NaCl) wird ebenfalls nicht hergestellt, da Natrium als viel weniger edles Element und stärkeres Reduktionsmittel (ein Reduktionsmittel ist ein Element oder eine Verbindung, das bei einer chemischen Redoxreaktion ein Elektron an eine andere chemische Spezies verliert) als H₂, nicht so leicht katodisch getrennt wird wie Wasserstoff.

Anode (Pluspol): $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \dots$ Da das Chlorid (das Chloridion ist das Anion Cl⁻) Ionen aus der Sole (Sole ist eine Salzlösung in **Wasser**), die zunächst die Ionen Na⁺ und Cl⁻ (aus NaCl) und H⁺ und OH⁻ (aus dem Wasser) enthält, durch Chlorionen und die Protonen durch Wasserstoffbildung entfernt werden, bleibt Natriumhydroxid, NaOH, in der Zelle, so dass die oben angegebene grobe Reaktionsgleichung der Chlor-Alkali-Elektrolyse verständlich wird.

Zwei verfahrenstechnische Besonderheiten des Membranverfahrens (die Membrantechnologie deckt alle technischen Ansätze für den Transport von Stoffen zwischen

zwei Fraktionen mit Hilfe von durchlässigen Membranen ab) sind ebenfalls zu nennen. Erstens ist es wichtig, das entstehende Chlor so schnell wie möglich abzupumpen, sonst steht es in keinem Verhältnis zu Chlorid und Hypochlorid zusammen mit der gleichzeitig in der Zelle gebildeten Natronlauge: $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}$ (Wasser ist eine transparente und nahezu farblose chemische Substanz, die Hauptbestandteil der Ströme, Seen und Ozeane der Erde und der Flüssigkeiten der meisten Lebewesen ist. Weiterhin ist zu beachten, dass die Elektrolyse erst nach der vollständigen Umwandlung von Cl_2 in Cl^- betrieben werden kann, da sonst erhebliche Mengen an OH^- in O_2 (Sauerstoff ist ein chemisches Element mit Symbol O und Ordnungszahl 8) das Chlor bereits oxidieren und verunreinigen würden (Chlor ist ein chemisches Element mit Symbol Cl und Ordnungszahl 17). Die Folge ist, dass die entstehende Natronlauge noch NaCl (Natriumchlorid, auch Salz oder Halit genannt, ist eine ionische Verbindung mit der chemischen Formel NaCl, die ein Verhältnis von Natrium- und Chloridionen von 1:1 darstellt) enthält und durch fraktionierte Kristallisation gereinigt werden muss (in der Chemie ist die fraktionierte Kristallisation eine Methode zur Veredelung von Substanzen aufgrund von Löslichkeitsunterschieden) bevor sie verkauft werden kann. Beim Amalgamverfahren wird Quecksilber (Quecksilber ist ein chemisches Element mit dem Symbol Hg und der Ordnungszahl 80) in die Elektrolysezelle gegeben und kann aufgrund seiner guten elektrischen Leitfähigkeit als Kathode verwendet werden (der elektrische Widerstand ist eine intrinsische Eigenschaft, die quantifiziert, wie stark ein bestimmtes Material dem Stromfluss entgegenwirkt). An dieser speziellen Elektrode (Eine Elektrode ist ein elektrischer Leiter, der dazu dient, mit einem nichtmetallischen Teil einer Schaltung in Kontakt zu kommen (z.B.) Materialprotonen werden nur bei einer viel höheren Spannung abgeschieden als bei anderen Elektroden (Überspannung), so dass eher Natriumionen zu elementarem Natrium reduziert werden (Natrium ist ein chemisches Element mit dem Symbol Na und der Ordnungszahl 11), das eine flüssige Na-Hg-Legierung bildet (Eine Legierung ist ein Gemisch aus Metallen oder ein Gemisch aus einem Metall und einem anderen Element) (Amalgam) mit dem Quecksilber. Dieser wird abgepumpt und in einem zweiten Reaktor ohne Strom mit Wasser ausgewaschen, wobei Natronlauge und Wasserstoff entstehen (Wasserstoff ist ein chemisches Element mit dem chemischen Symbol H und der Ordnungszahl 1). Das natriumfreie Quecksilber wird dann wieder in die Elektrolyse (in der Chemie und Produktion ist die Elektrolyse eine Technik, die

mit Gleichstrom eine ansonsten nicht spontane chemische Reaktion antreibt) Zelle zurückgeführt.

1. Stufe: Anode (Anode ist eine Elektrode, durch die konventioneller Strom in ein polarisiertes elektrisches Gerät fließt) (Pluspol): $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \dots$ Oxidation Hg-Kathode (Eine Kathode ist die Elektrode, von der ein konventioneller Strom ein polarisiertes elektrisches Gerät verlässt) (negativer Pol) : $2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Na} \dots$ Außerdem ist die entstehende Natronlauge (Natriumhydroxid, auch bekannt als Lauge und Natronlauge, ist eine anorganische Verbindung) Lösung frei von NaCl, so dass eine nachträgliche Reinigung nicht erforderlich ist.
Ein

Nachteil des Amalgamverfahrens ist, dass es aufgrund der höheren Betriebsspannung energieintensiver ist als **das Membranverfahren** und dass beim Arbeiten mit dem sehr giftigen Quecksilber höhere Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen zu erfüllen sind.

[dkpdf-button]

Anzeige