

Wabool

Seminar

2026



Wasserdesinfektion

Methoden, Produkte und deren Herstellung

Euer Referent

Patrick Allenbach

IMPAG AG



Themen



Zugelassene Wasseraufbereitungssysteme



Welche Produkte werden benötigt



Vor- und Nachteile der Systeme



Herstellung der Produkte



Fragen



Zugelassene Systeme

01

Calciumhypochlorit-
Dosierung

02

Javel-Dosierung

03

Salz-Elektrolyse

04

Salzsäure-Elektrolyse

05

Brom-Ozon-Verfahren

06

Ozonierung

07

Chlorgas

01

Calciumhypochlorit

Calciumhypochlorit - Verfahren

In der Schweiz aktuell das verbreitetste Verfahren.

- Dosierung von Calciumhypochlorit-Granulat oder -Tabletten mittels Löse- und Dosieranlagen.
- Verschiedenen Modelle sind auf dem Markt.

Das Funktionsprinzip ist bei allen Anlagen vergleichbar:

- Granulat oder Tabletten werden aus einem Behälter mit Wasser gelöst und direkt oder über Stapelbehälter ins Beckenwasser dosiert.
- Die Dosierung wird über ein Chlor-Mess-Regel-System gesteuert.
- In verschiedene Systeme wird zusätzlich Schwefelsäure zudosiert (selten auch Salzsäure), um den Lösevorgang zu optimieren und den pH-Wert im Wasser zu korrigieren.



Calciumhypochlorit - Verfahren

Vorteile

- Trockenes Produkt
- Hoher Chlorgehalt
- Einfach über Dosieranlage dosierbar
- Gut lagerbar
- Sehr bewährt

Nachteile

- Eimer sind 45 kg schwer
- Gebindetyp muss passen
- Wird nicht in Europa produziert



02

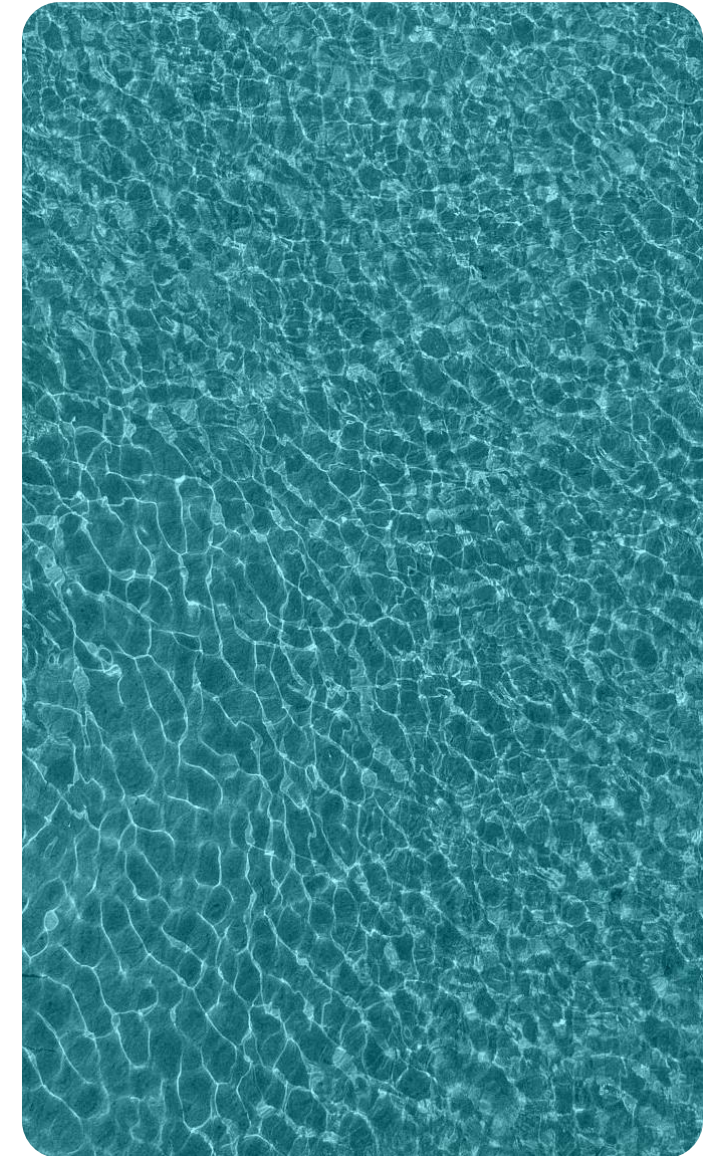
Javel

Javel – Verfahren

(Natriumhypochlorit)

Einfachstes System – aber immer mehr unter Beschuss.

- Dosierung von Natriumhypochlorit-Lösung (Javel).
- Einfache Dosierung aus einem Lagerbehälter mittels einer Membran- oder Schlauchquetschpumpe.
- Verwendung von verschiedenen Konzentrationen möglich.
- Meist wird die konzentrierte Lösung eingesetzt (13/14% Aktivchlor)
- Zur pH-Korrektur wird zusätzlich eine Säure eingesetzt.
- Meist Schwefelsäure, vereinzelt auch Salzsäure.



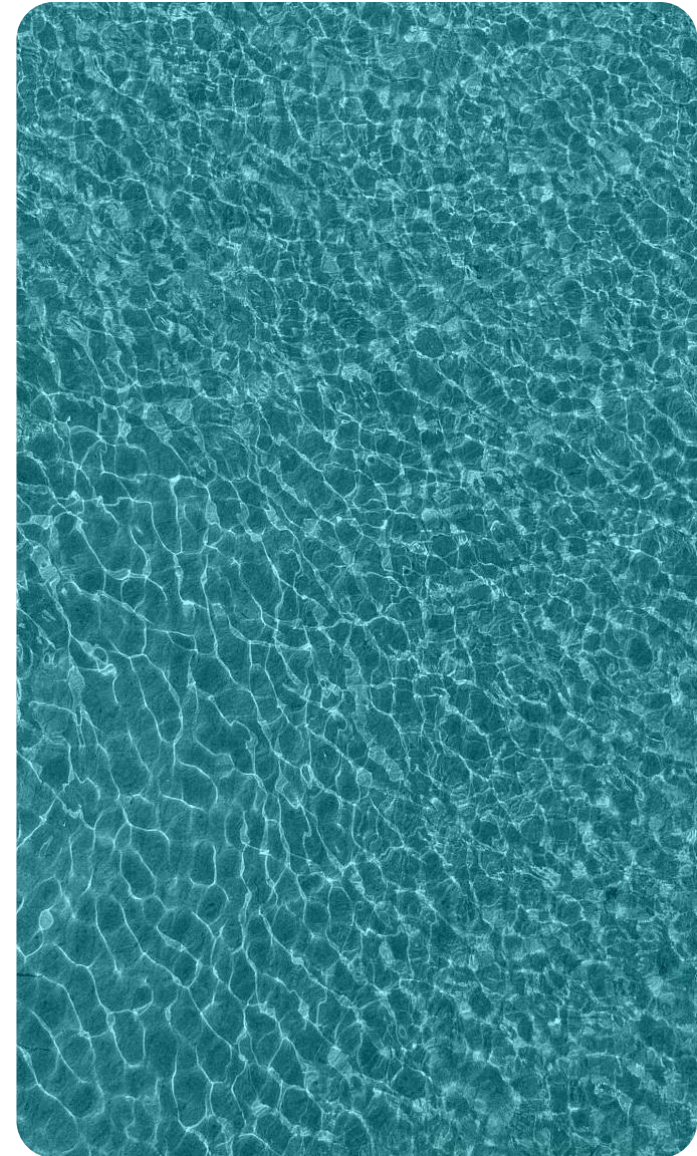
Javel – Verfahren

Vorteile

- Günstiges Produkt
- Einfach dosierbar über eine Pumpe
- Gute Verfügbarkeit
- Produktion in Europa und auch in der Schweiz
- Wenig Unterhalt

Nachteile

- Grosser Verlust des Chlorgehalts bei der Lagerung
- Grosses Volumen
- Bildet Chlorate sobald es hergestellt ist
- Aufwändige Lagerung



03

Salzelektrolyse

Salzelektrolyse

- Technisch aufwändiges Verfahren.
- Produktion von Chlor aus Kochsalz-Lösung mit Strom.
- Zur pH-Korrektur wird zusätzlich eine Säure eingesetzt.
- Meist Schwefelsäure.
- Es sind zwei verschiedene Verfahren im Einsatz.



Salzelektrolyse

Rohrzellenelektrolyse

Bei der Rohrzellenelektrolyse sind die Elektroden in einem einzigen Rohr oder Gehäuse angeordnet. Salzwasser fließt durch dieses Rohr, und der Elektrolyseprozess findet in diesem Durchfluss statt. Diese Methode ist weniger komplex und erfordert weniger Technologie.

Es entsteht Chlorgas an der Anode, und es wird im Salzwasser gelöst. Die Steuerung der Chlorerzeugung erfolgt normalerweise durch die Anpassung der Stromstärke und -zeit.

Rohrzellenelektrolysesysteme sind tendenziell einfacher und wartungsärmer. Sie können jedoch empfindlicher gegenüber Verunreinigungen im Poolwasser sein, da diese die Elektroden beeinträchtigen können.



Salzelektrolyse

Membranzellenelektrolyse

Bei der Membranzellenelektrolyse sind die Elektroden in getrennten Kammern untergebracht. Eine Ionenaustauschmembran trennt die Anode (positive Elektrode) von der Kathode (negative Elektrode), und sie verhindert, dass Chlorgas, das an der Anode erzeugt wird, mit der Kathodenkammer in Kontakt kommt. Dies ermöglicht eine präzisere Kontrolle über die Chlorerzeugung und Vermeidung von Überchlorierung.

Membranzellenelektrolysesysteme sind in der Regel langlebiger und widerstandsfähiger gegenüber Verunreinigungen im Poolwasser, da die Membran das Eindringen von Verunreinigungen in die Elektrodenkammern verhindert. Sie erfordern jedoch möglicherweise mehr Wartung und eine gelegentliche Reinigung der Membran.



Salzelektrolyse

Vorteile

- Chlorproduktion vor Ort
- Kein Gefahrgut
- Produktion in der Schweiz
- Einfache Lagerung des Produktes

Nachteile

- Eher teures System
- Träge Produktion
- Kann Chlorate bilden



04

Salzsäure-Elektrolyse

Salzsäure-Elektrolyse

- Produktion von Chlor aus Salzsäure mit Strom.
- Mittels eines Reaktors wird Salzsäure in ihre Bestandteile H (Wasserstoff) und Cl (Chlor) aufgespalten. Das Chlor wird als Cl_2 ins Wasser gebracht.
- Nur ein Medium für die Chlorierung und die pH Korrektur.
- Die Lagerung und Verarbeitung der Salzsäure ist sehr aufwändig, da durch die starken Dämpfe das Material stark belastet wird.
- Das System wird in der Schweiz «verboten» weil die Produzenten versäumt haben die Salzsäure als Biozid zu registrieren.



Salzsäure-Elektrolyse

Vorteile

- Nur ein Medium für Chlorierung und pH-Korrektur
- Lagerung in einem grossen Tank
- Gute Verfügbarkeit
- Produktion in Europa und der Schweiz

Nachteile

- Dampft stark aus
- Führt zu enormen Korrosionen.
- HCl ist nicht Biozid registriert

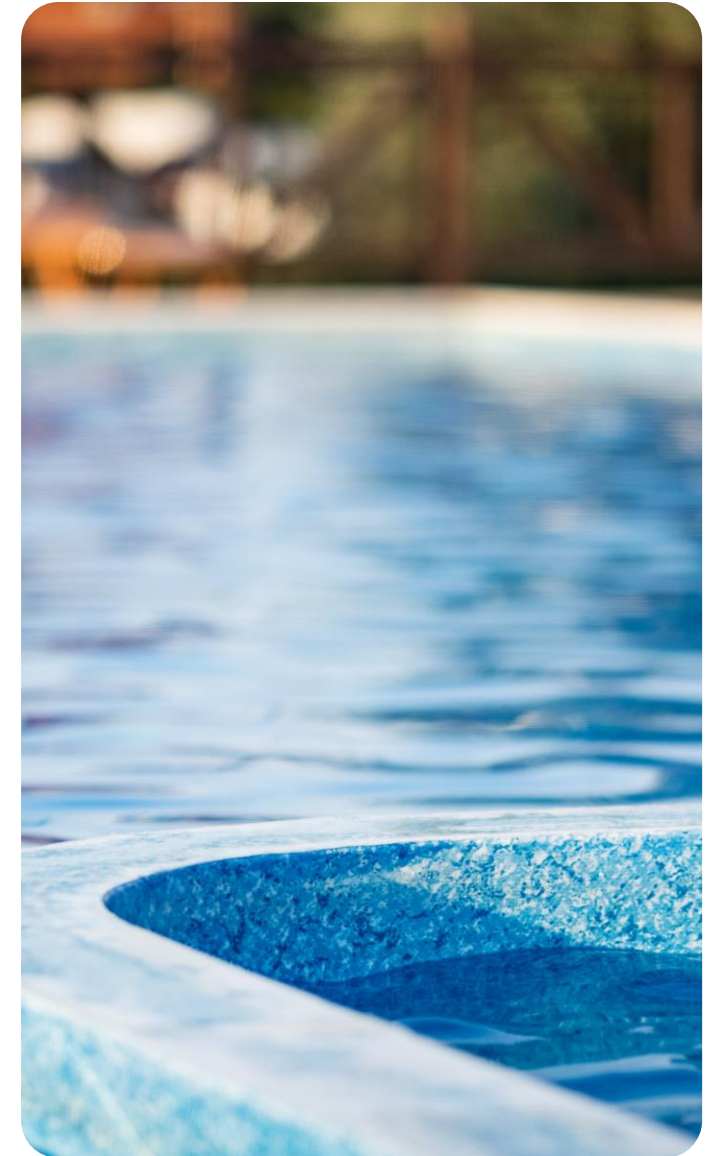


05

Brom – Ozon Verfahren

Brom – Ozon Verfahren

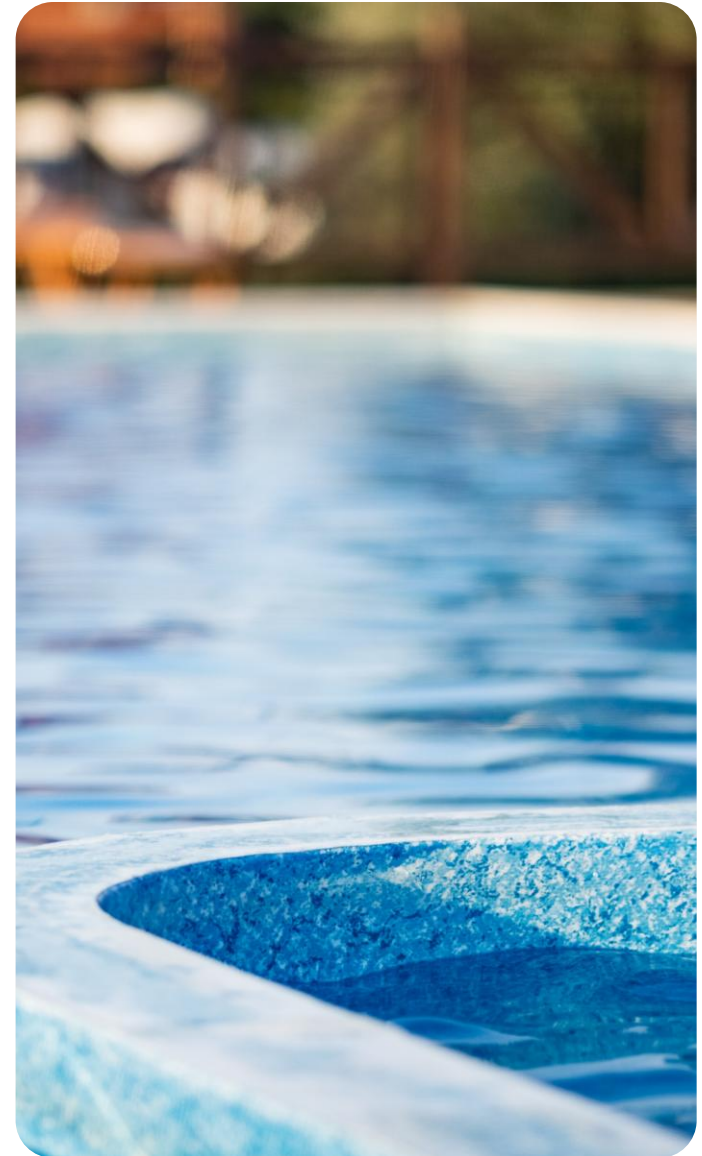
- Ein altes und eigentlich bewährtes Verfahren.
- Brom hat eine vergleichbare desinfizierende Wirkung wie Chlor, ist aber Geruchsneutral.
- Das Verfahren war bis zur Einführung der TBDV im kommunalen Schwimmbad nicht zugelassen.
- Als Anlehnung an die EU darf es seither eingesetzt werden.
- Es wird Natriumbromid als Salz dem Beckenwasser zugegeben.
- Zusätzlich wird Ozon zugeführt. In Gegenwart von Ozon erfolgt eine schnelle Oxidation des Bromids (Br^-) zu Hypobromiger Säure (HBrO).
- Die Hypobromige Säure vernichtet Bakterien, Viren und Algen.
- Das Ozon zersetzt diese organischen Verunreinigungen.



Brom – Ozon Verfahren

Das System hat viele Nachteile und wird deshalb trotz der guten Wirkung nicht empfohlen oder zugelassen:

- Ozon darf nur als Sekundär-Desinfektion verwendet werden.
 - Das Ozon darf nicht ins Becken gelangen
 - Es muss über Aktivkohle vorher entfernt werden.
- Die richtige Dosierung von Natriumbromid ist schwierig weil es keine Dosiervorrichtungen gibt.
- Beim Einsatz von Bromid entstehen als Nebenprodukt Bromate. Diese sind gesundheitsschädlich und dürfen nur in sehr kleinen Mengen im Becken nachgewiesen werden (0.2 mg/l gem. TBDV).

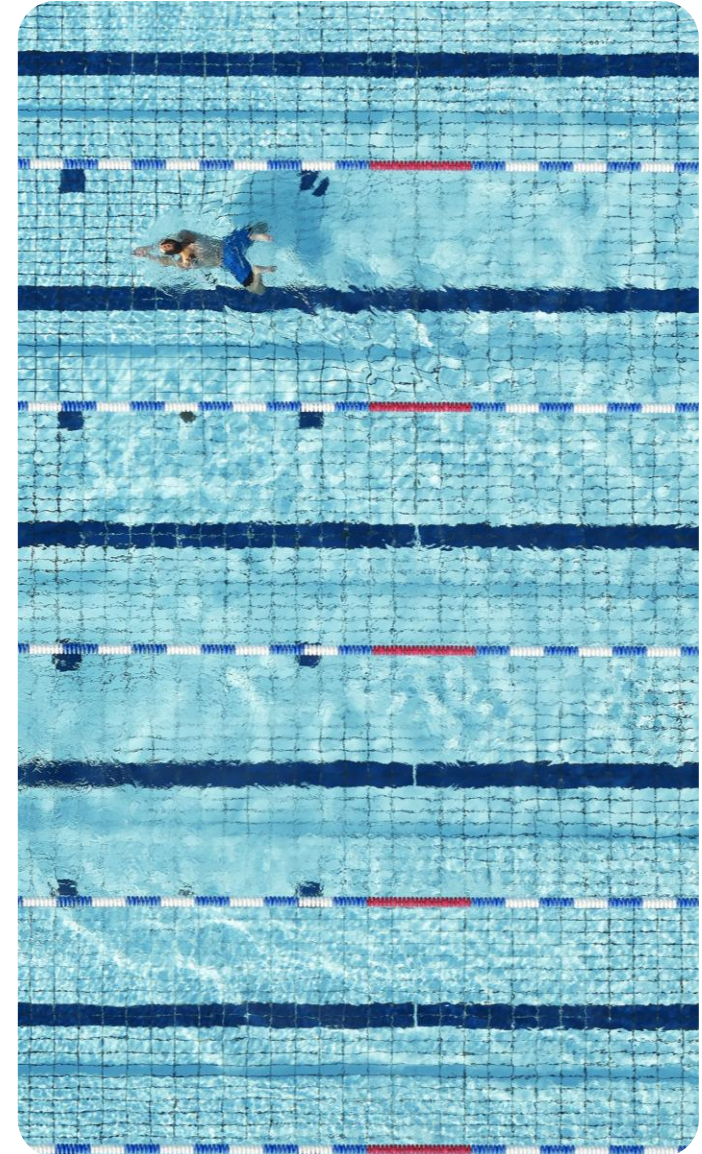


Ozonierung

06

Ozonierung

- Ozon wird als Desinfektionsmittel in vielen Bädern eingesetzt.
- Ozon wird mit Strom aus Sauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3) umgewandelt.
- Ozon hat eine sehr hohe Desinfektionswirkung, darf aber wegen der toxischen Wirkung nicht ins Schwimmbecken gelangen.
- Somit wird das Wasser Vordesinfiziert und anschliessend wird das Ozon über einen Aktivkohle-Filter wieder aus dem Wasser geholt.
- Anschliessend muss das Beckenwasser wiederum mit Chlorversetzt werden.
- Der Bedarf an Chlor ist geringer.
- Durch die Ozonierung entstehen weniger Chloramine.
- Der Energieaufwand für den Ozonator ist sehr hoch.



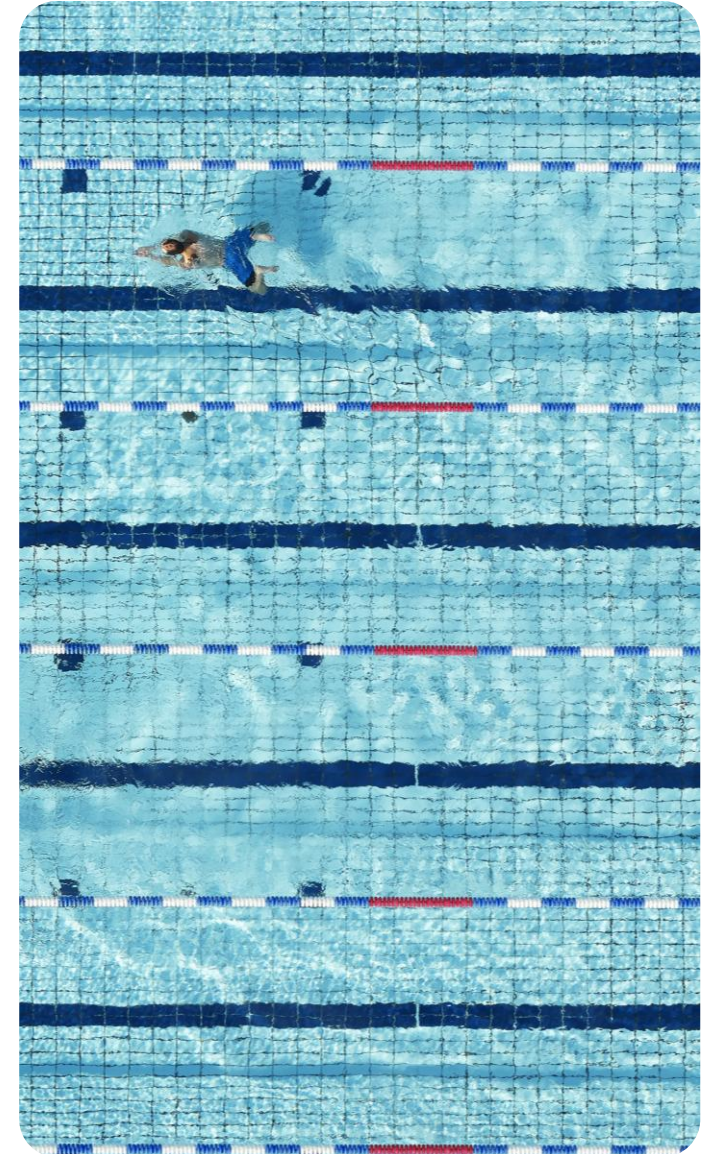
Ozonierung

Vorteile

- Der Bedarf an Chlor ist geringer
- Es entstehen weniger Chormine

Nachteile

- Hoher Energieaufwand für den Ozonator

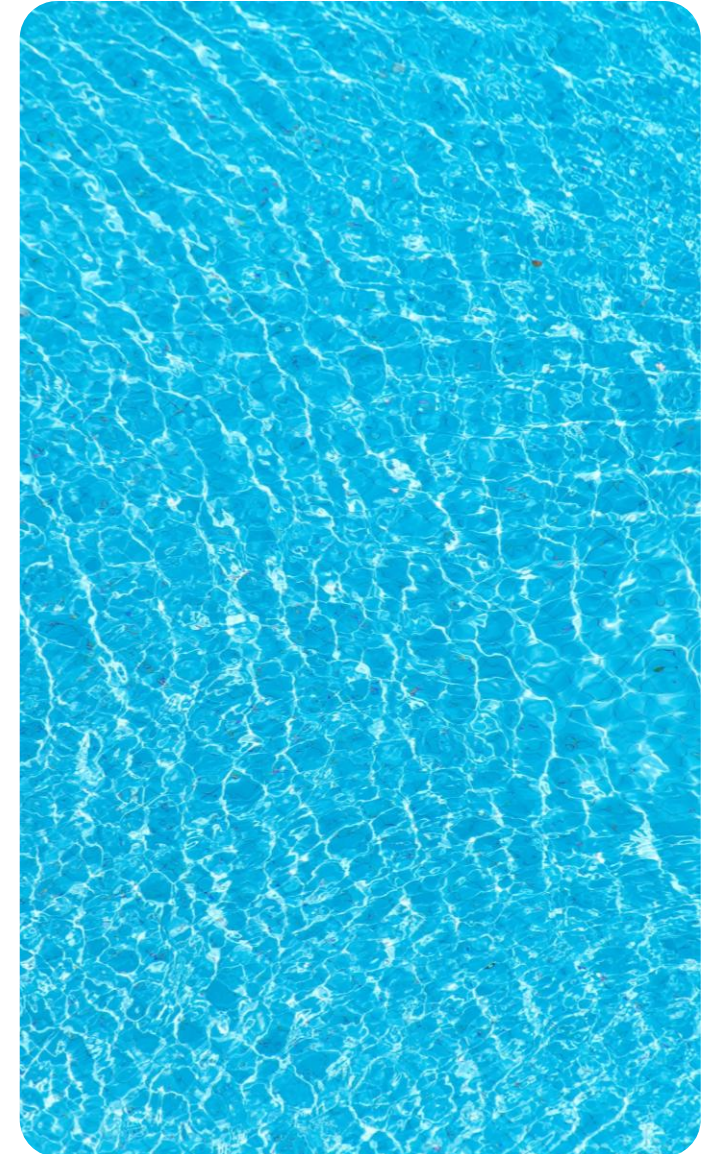


07

Chlorgas

Chlorgas

- In der Schweiz wird Chlorgas nur noch vereinzelt in Schwimmbäder eingesetzt.
- Für neue Anlagen wird es aus Sicherheitsgründen nicht mehr eingesetzt.
- In Deutschland werden noch ein Grossteil der kommunalen Bäder mit Chlorgas betrieben.
- Eingesetzt wird Chlorgas in der Schweiz in verschiedenen Industrien:
 - Aluminiumverarbeitung
 - Goldverarbeitung
 - Pharmaindustrie
- In Europa wird es auch zur Trinkwasserdesinfektion verwendet.



Verwendete Produkte und ihre Herstellung

01

Calciumhypochlorit

02

Javel

03

Salz

04

Schwefelsäure

05

Salzsäure

01

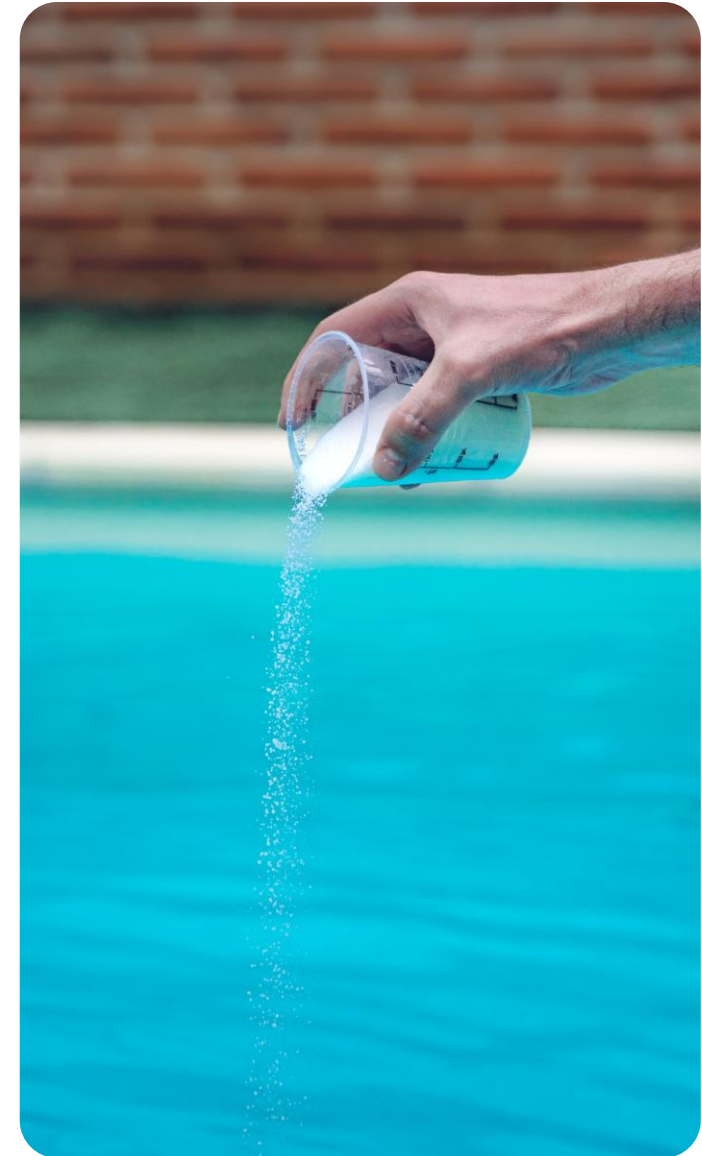
Calciumhypochlorit

Wo wird es produziert?
Wofür wird es verwendet?

Calciumhypochlorit

Wo wird produziert?

- **China** grösster Produzent weltweit
- **USA** grosser Produzent, aktuell mit Liefer- und Qualitätsproblemen
- **Japan** aktuell nur zwei Produzenten. Beide liefern nach Europa.
- **Indien** produziert hauptsächlich für den Inlandbedarf
- **Brasilien** liefert nicht nach Europa, Qualität nicht bekannt
- **Russland** aktuell kein Thema, Qualität nicht bekannt

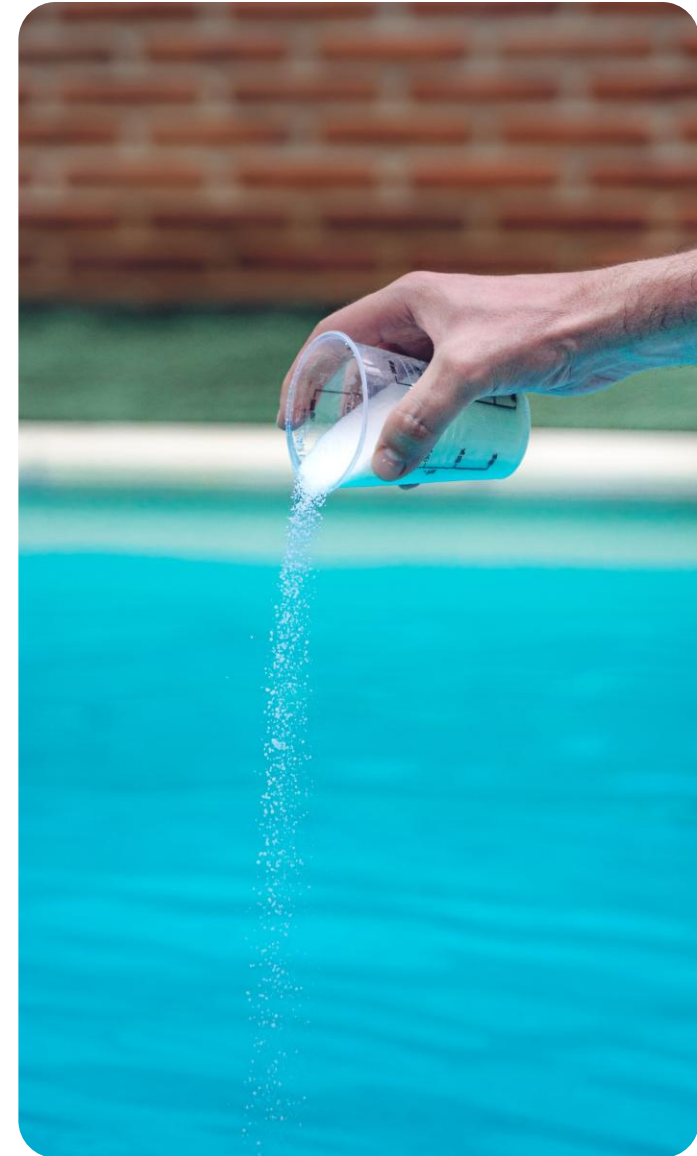


Calciumhypochlorit

Wofür wird Calciumhypochlorit verwendet?

- Trinkwasserdesinfektion
- Abwasserbehandlung
- Textilindustrie
- Papierindustrie
- Lebensmittelindustrie
- Landwirtschaft
- Oberflächendesinfektion
- Schwimmbadwasseraufbereitung

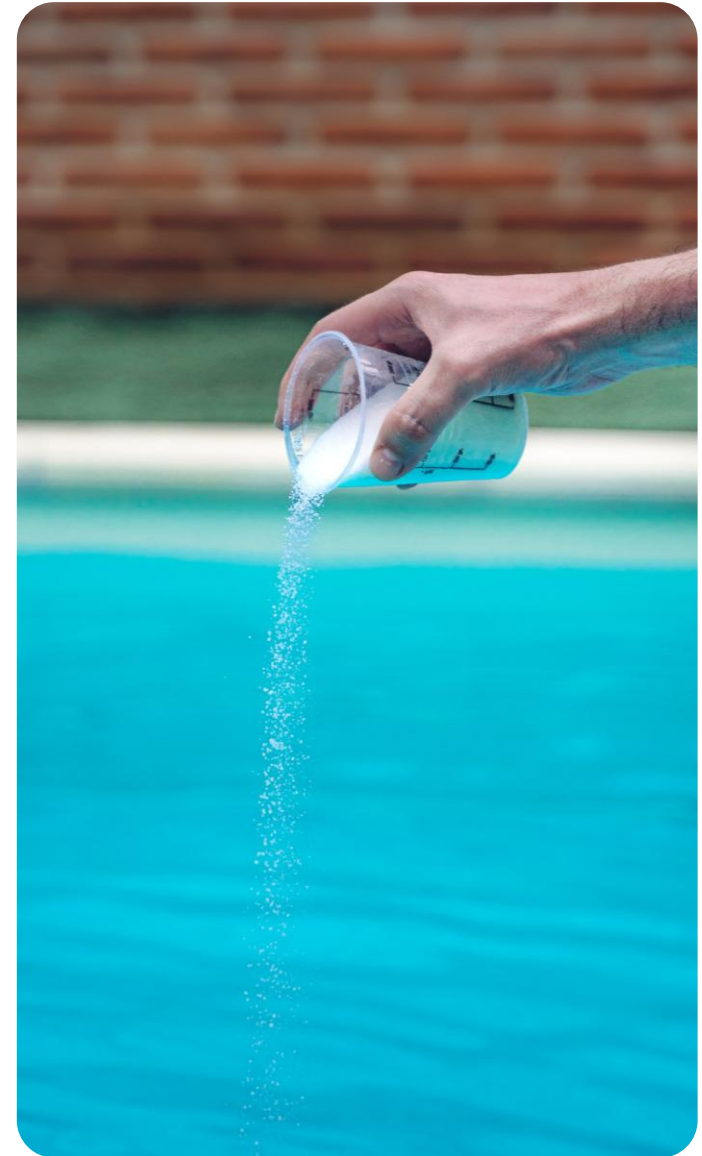
In der Schweiz wird das Granulat praktisch nur in der Schwimmbadwasseraufbereitung eingesetzt



Calciumhypochlorit

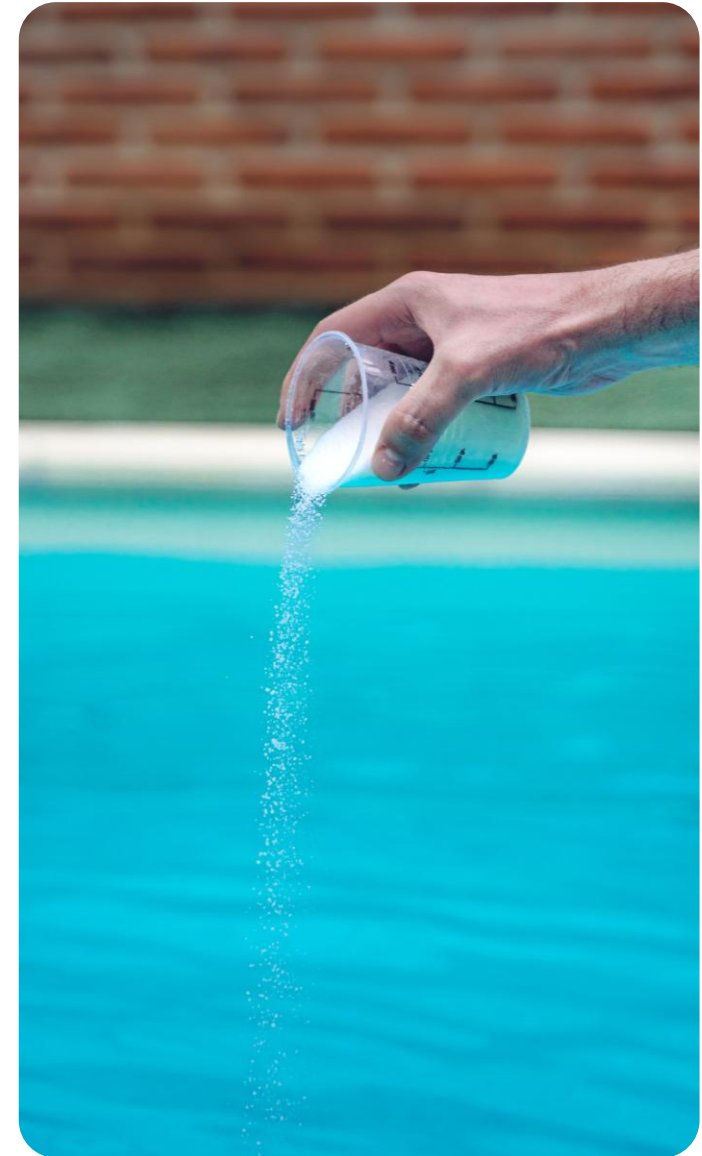
Der Herstellprozess ist aufwändig, energieintensiv und verlangt hohe Sicherheitsanforderungen.

Eine Produktion in Europa lohnt sich nicht, weil die Bedarfsmengen im Verhältnis zu klein sind.

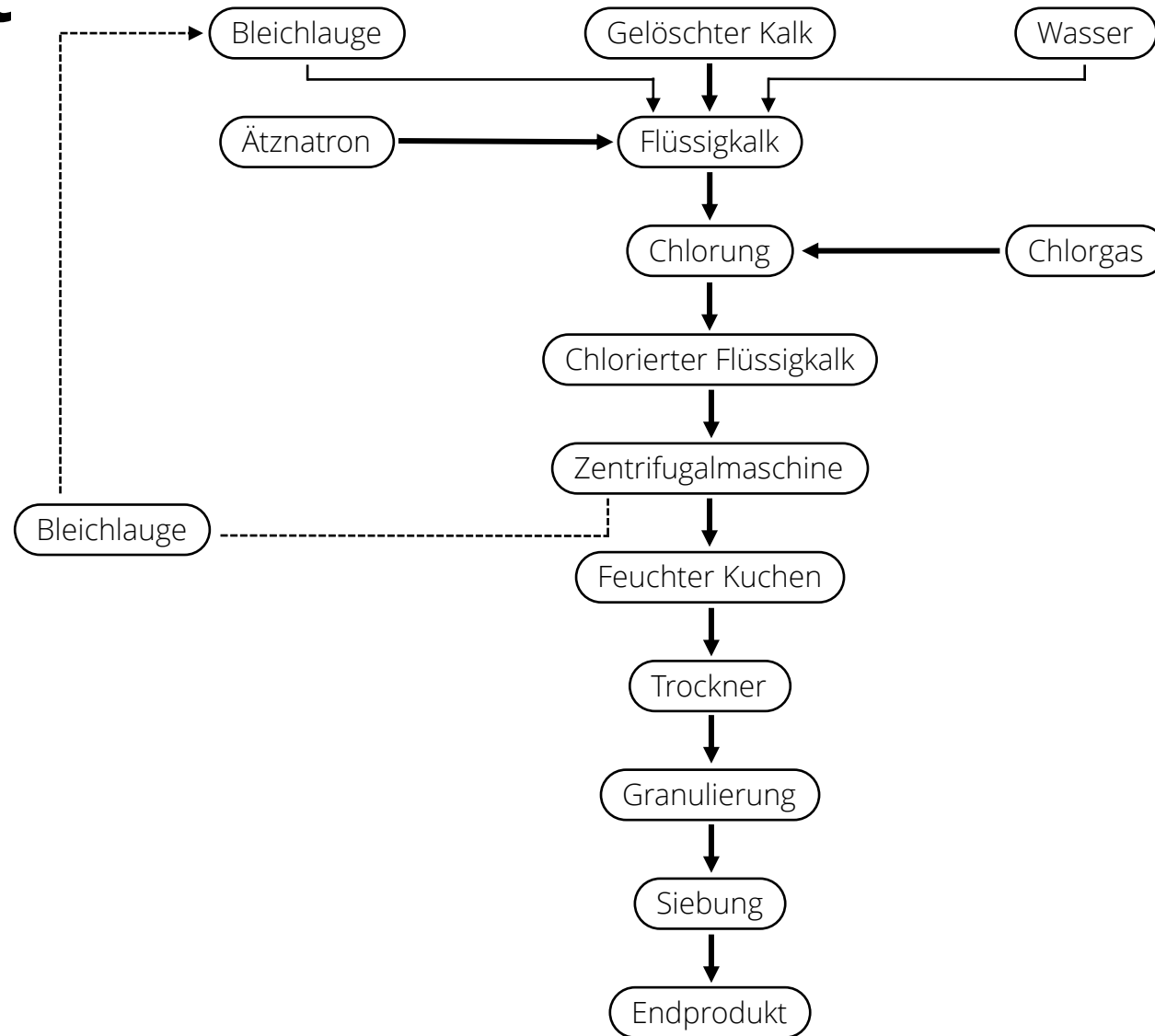


Calciumhypochlorit

1. Javel und Kalk werden mit Wasser vermischt. Dieser flüssige Kalk wird mit Natronlauge versetzt und so zu Calciumhydroxid.
2. Das Calciumhydroxid wird mit Chlor-Gas in einer Reaktionskammer aufchloriert. Dadurch entsteht Calciumhypochlorit und Wasser.
3. Das Calciumhypochlorit wird über eine Zentrifuge vom Wasser abgetrennt.
4. Anschliessend kann die Mischung gereinigt werden.
5. Das Calciumhypochlorit wird entfeuchtet, um ein stabiles Pulver zu erhalten.
6. Das Pulver wird anschliessend mit einem Feuchthaltemittel versetzt, damit das Pulver zu Granulat agglomeriert und stabil bleibt.
7. Das Granulat wird auf die gewünschte Körnung gesiebt.
8. Abfüllen



Schema Produktion für Calciumhypochlorit 70% Granulat



02

Javelwasser

Wo wird es produziert?
Wofür wird es verwendet?

Javelwasser

Wo wird Javel produziert?

- In Europa wird in vielen Länder Javel produziert.
- Die grössten Produzenten sind:
 - Deutschland
 - Frankreich
 - Grossbritannien

Auch in der Schweiz wird Javel produziert.

IMPAG vertreibt hauptsächlich das Schweizer Javel!

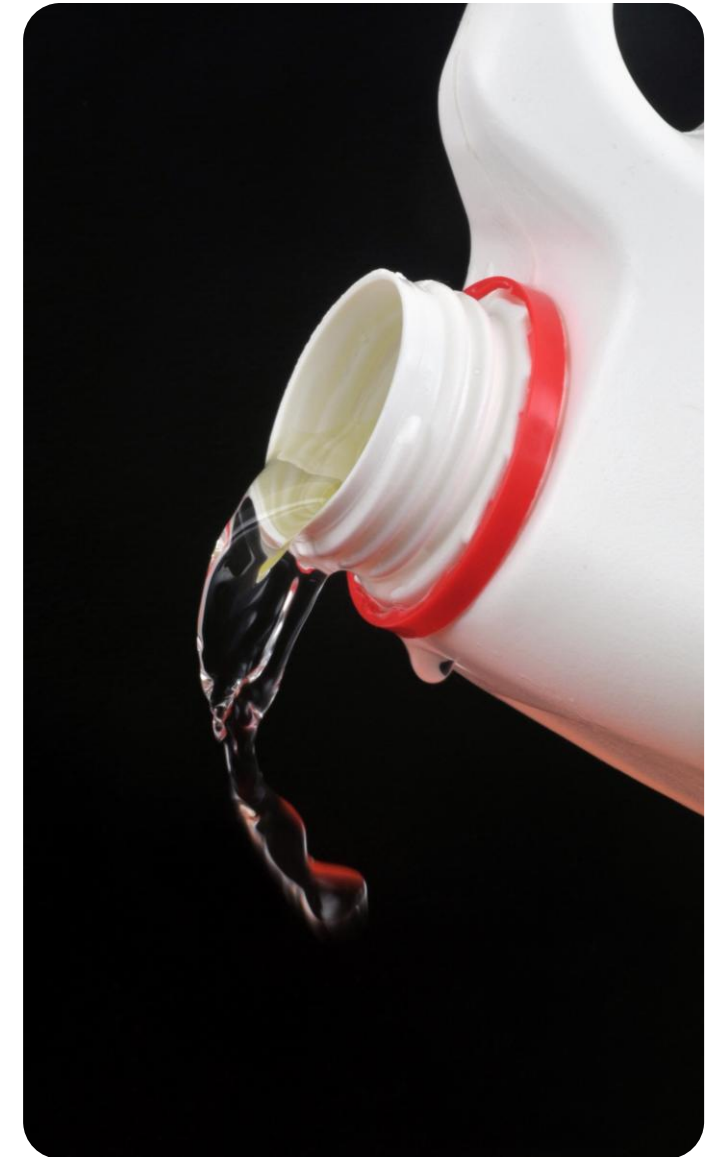


Javelwasser

Wofür wird Javel verwendet?

- Chemische Industrie
- Reinigungsmittel
- Textilindustrie
- Papierindustrie
- Landwirtschaft
- Oberflächendesinfektion
- Schwimmbadwasseraufbereitung
- Abwasserbehandlung

In der Schweiz wird Javel hauptsächlich in der chemischen Industrie, Reinigungsmitteln und der Schwimmbadwasserpfege eingesetzt.



Javelwasser

Wie wird Javel hergestellt?

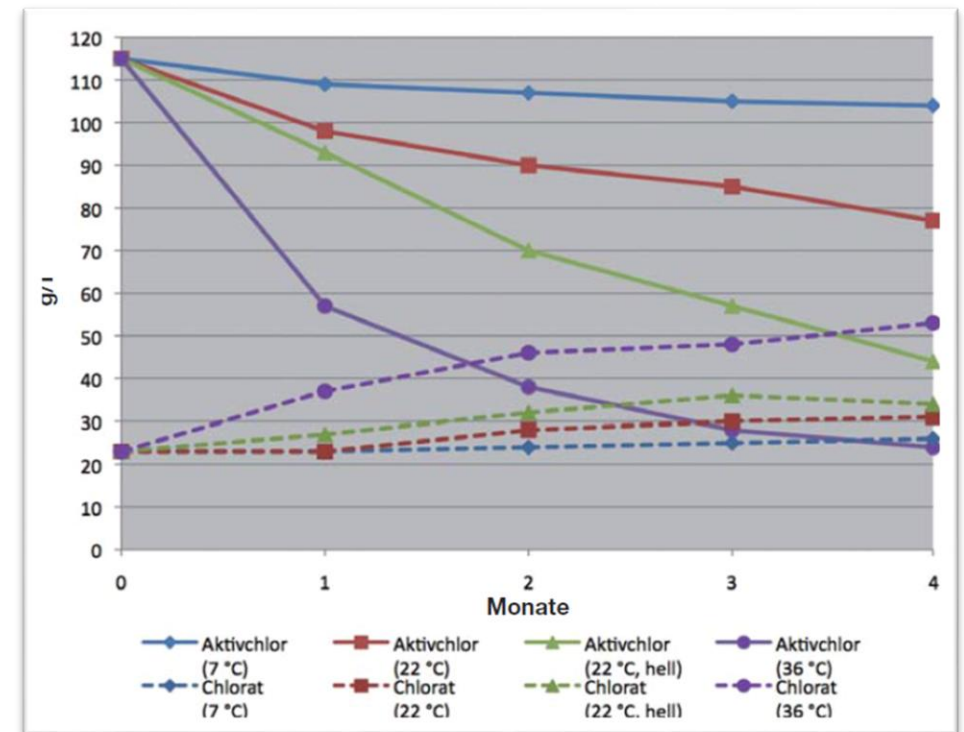
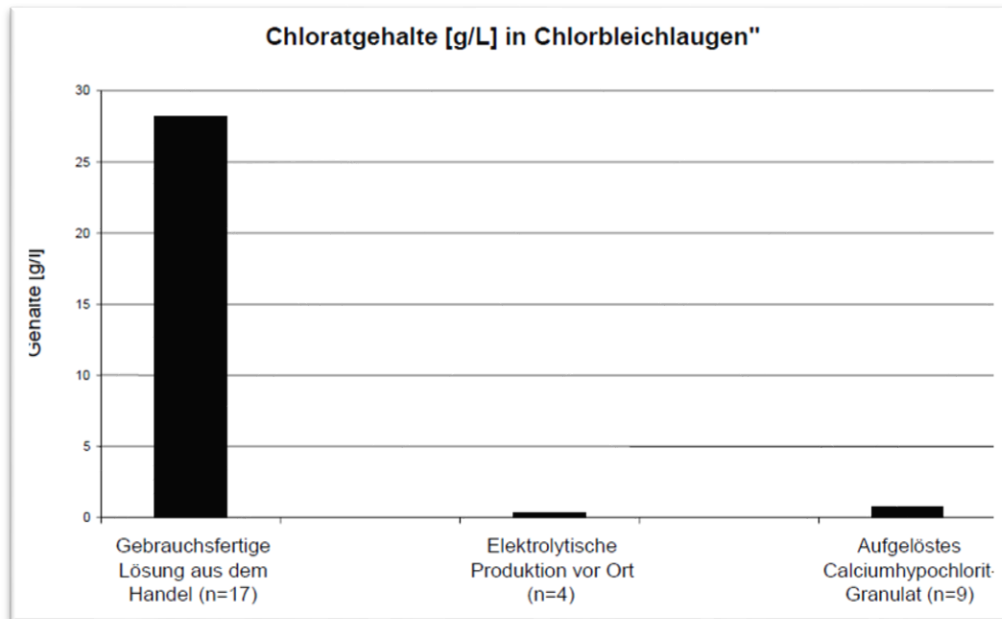
Wichtig für die Produktion ist der Rohstoff NaCl (Salz) und Energie (Strom).

- Die Herstellung erfolgt durch Elektrolyse von Salz.
- Um so grosse Mengen Javel herzustellen, werden enorm grosse Mengen an Rohstoffen und Strom gebraucht. Der Bedarf an Strom liegt bei ca. 5% der Stromproduktion des KKW Gösgen.
- In der Theorie werden pro Tonne Javel 13% rund 100 kg Salz aufgespalten.
- IMPAG vertreibt rund 1400 Tonnen Javel / Jahr.
Ca. 150 Tonnen gehen ins Schwimmbad.



Chlorat im Badewasser

Chlorat ist ein anorganisches Desinfektionsmittel-Nebenprodukt, welches vor allem bei der Lagerung von Natrium-Hypochlorit-Lösung (Javel) entstehen kann. Die Bildung von Chlorat wird durch hohe Temperaturen und Lagerzeiten begünstigt. Gleichzeitig nimmt die die Konzentration an freiem Chlor während der Lagerung ab.



Quelle: Merkblatt für die Gesundheitsämter
AB Archiv des Badewesens 03/2012

Salz

Wo wird es produziert?
Wofür wird es verwendet?

Salz

Wo wird produziert?

- Salz wird in ganz Europa gewonnen.
Hauptsächlich aus Bergwerken aber auch aus Meerwasser.
- Die grössten Produzenten sind:
 - Deutschland
 - Frankreich
 - Grossbritannien
 - Spanien
 - Italien
 - Niederlande
 - Portugal
 - Polen
 - Österreich

Die Schweiz produziert ihr Salz selbst.
In Schweizerhalle, Riburg und Bex.



Salz

Das Salzmonopol

- Seit 1840 importiert die Schweiz kein Salz mehr. Jedes Gramm Salz wird in der Schweiz gewonnen.
- Seit 1973 haben die Schweizer Rheinsalinen die Verantwortung für die gesamte Salzproduktion in der Schweiz.



Salz

Wie wird Salz hergestellt?

Es gibt drei Formen der Salzgewinnung:

- Siedesalz flüssige Gewinnung
- Meersalz Verdunstung von Meerwasser
- Steinsalz Berg- oder Tagebau, Hauptanteil der Weltproduktion

In der Schweiz wird das Salz nur als Siedesalz gewonnen.



Siedesalz

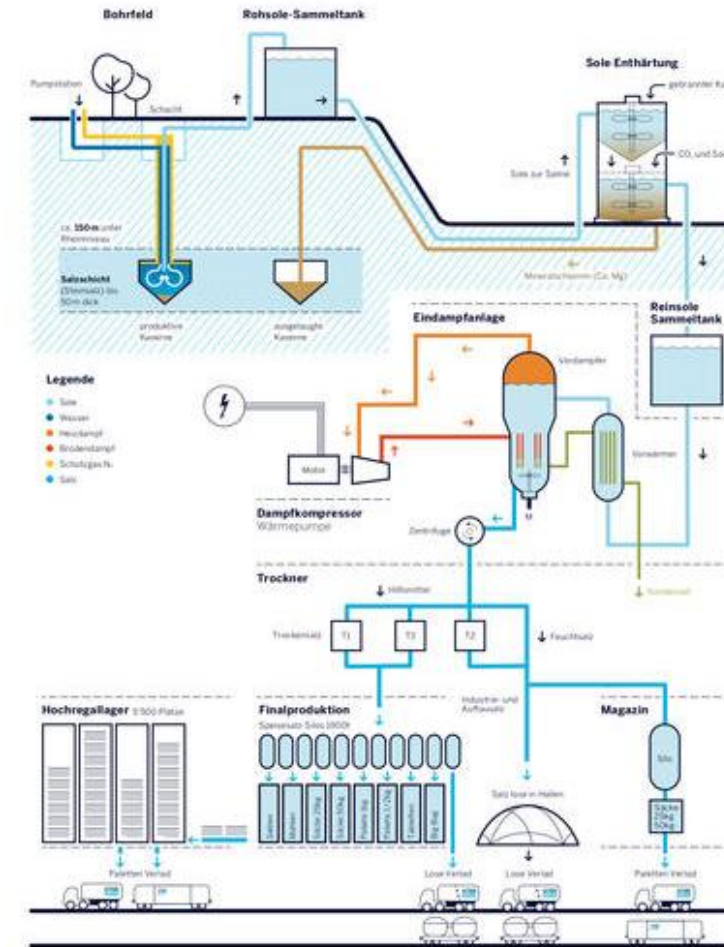
Bohrung / Laugung

Rohre führen bis 200 m in den Boden. Wasser wird in das Salzvorkommen gepresst. Es entsteht eine Solelösung, welche dann unter Stickstoff als Schutzgas nach oben gefördert wird.

Reinigung

Nebensalze wie Kalzium und Magnesium werden ausgefällt. Diese Salze werden als Kalk oder Gips in die stillgelegten Kavernen gepumpt.

Gewinnung – Herstellung – Versand.



Schweizer Salinen AG
Schweizerhalle, Rheinstrasse 52, Postfach, CH-4133 Pratteln
T +41 61 825 51 51, F +41 61 825 51 10, www.salz.ch

SCHWEIZER
SALINEN
SALINES
SUISSES

AUGUST 2018

Wabool

Seminar

2026

Siedesalz

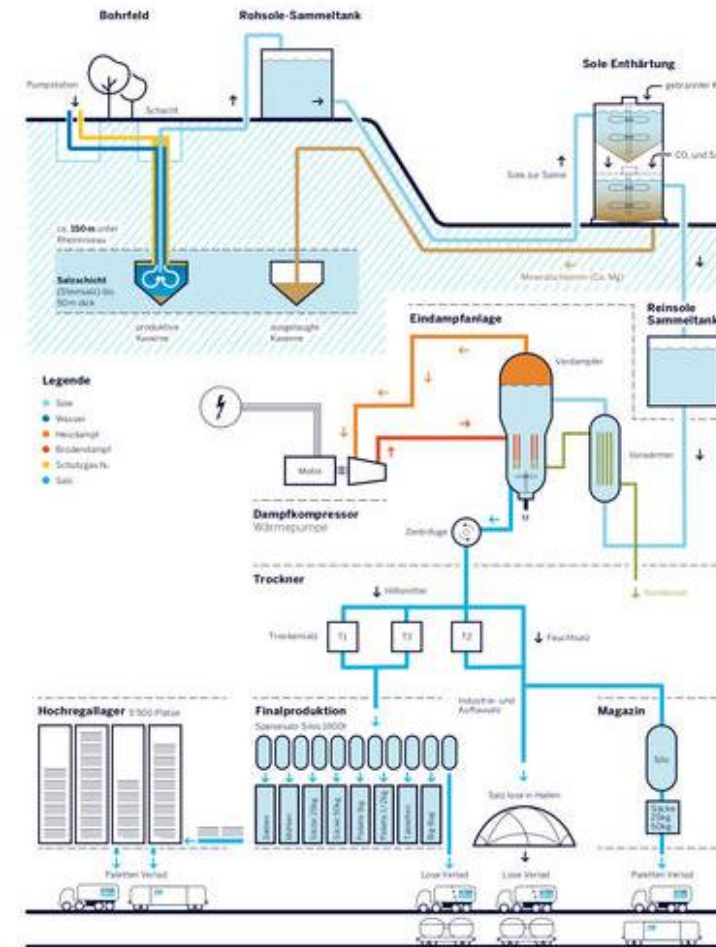
▪ Kristallisation

Die Sole wird verdampft. Der Dampf wird abgeführt und das Salz kristallisiert aus. Es entsteht ein feuchter Brei.

▪ Trocknung

Der nasse Salzbrei wird zuerst zentrifugiert und anschliessend über einen Fließbettrockner praktisch komplett entfeuchtet.

Gewinnung – Herstellung – Versand.

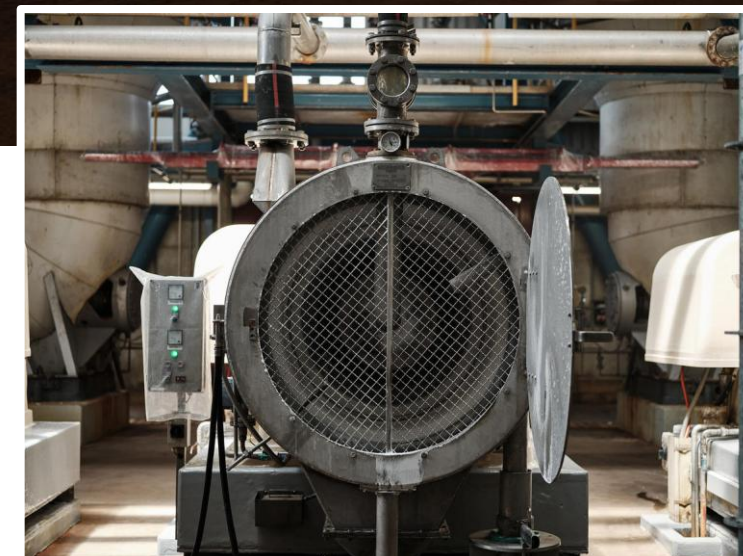
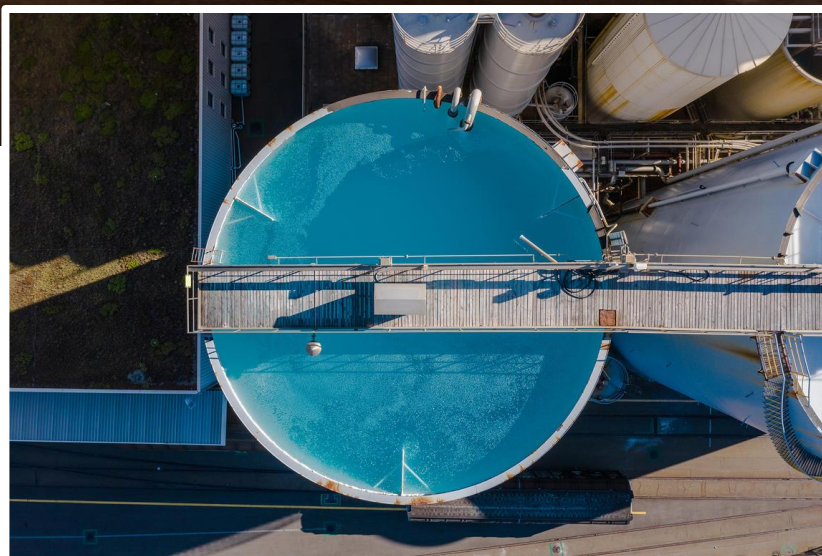


Schweizer Salinen AG
Schweizerhalle, Rheinstrasse 52, Postfach, CH-4133 Pratteln 2
T +41 61 825 51 51, F +41 61 825 51 10, www.salt.ch

SCHWEIZER
SALINEN
SALINES
SUISSES

AUGUST 2024





Schwefelsäure

Wo wird es produziert?
Wofür wird es verwendet?

Schwefelsäure

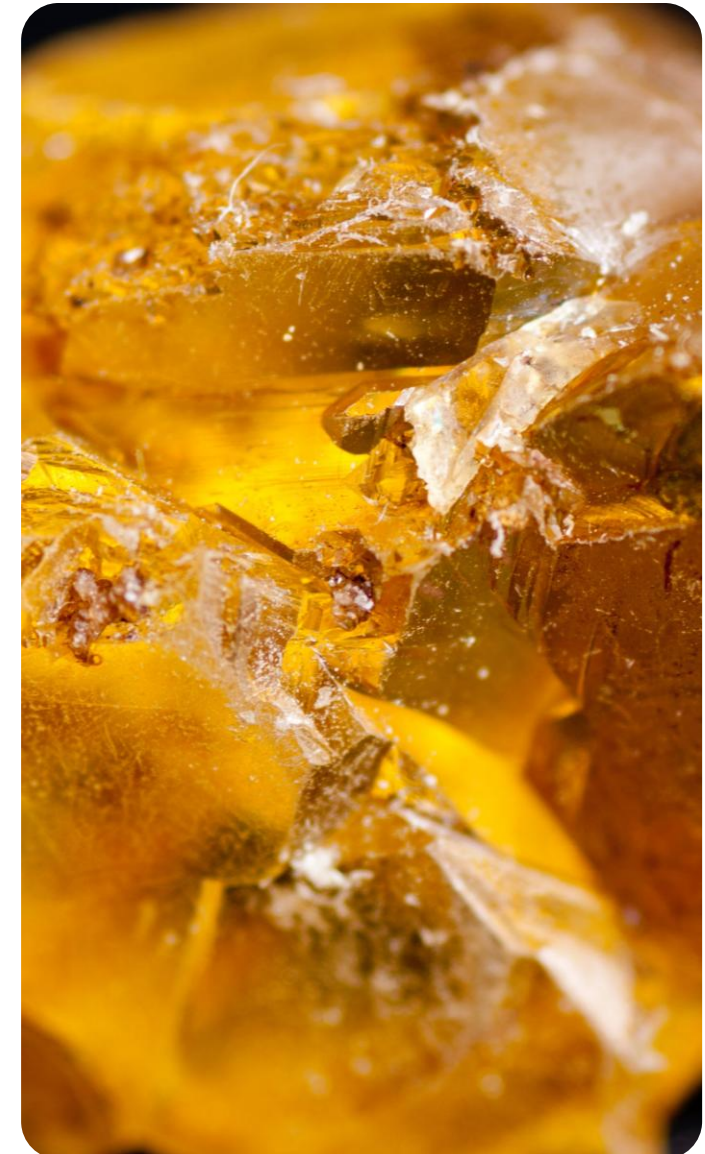
Wo wird Schwefelsäure produziert?

Schwefelsäure wird in sehr vielen Ländern produziert, weil enorm hohe Bedarfe da sind.

Wofür wird Schwefelsäure verwendet?

- In praktisch allen Industrien, zur Produktion oder pH-Korrektur.
- Im Schwimmbad wird vor allem mit den Konzentrationen 50% und 38% zur pH-Korrektur eingesetzt.
- IMPAG vertreibt rund 30'000 Tonnen Schwefelsäure / Jahr.
- Ca. 1000 Tonnen gehen ins Schwimmbad.
- In der Schweiz wird Schwefelsäure bei CABB Pratteln produziert.

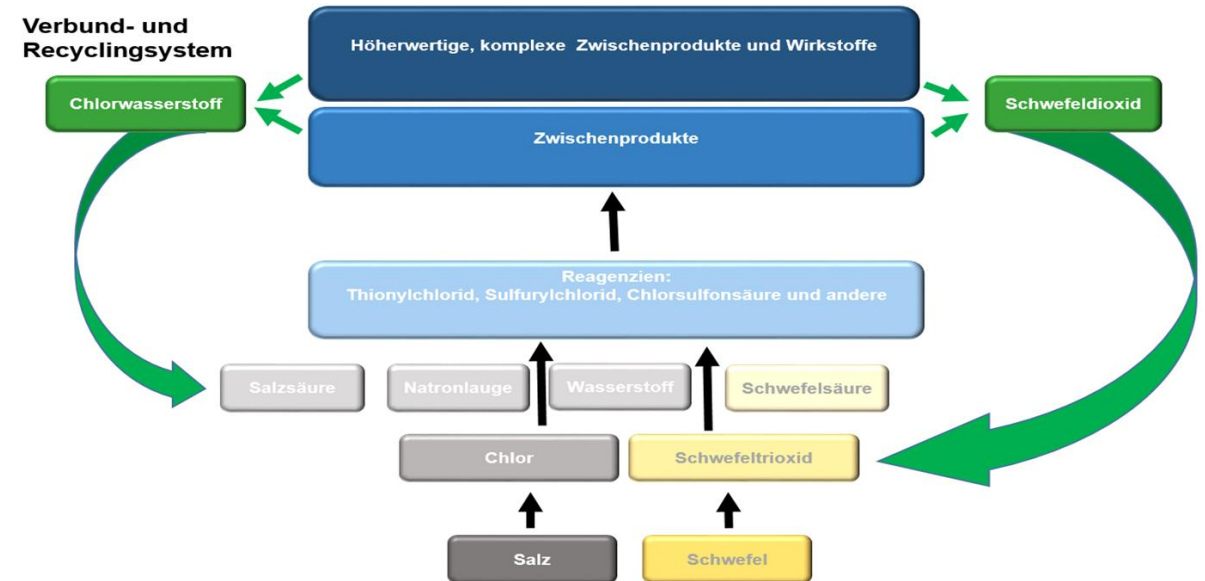
IMPAG vertreibt diese Schweizer Schwefelsäure.



Schwefelsäure

Wie wird Schwefelsäure hergestellt?

- Aus Schwefel wird mittels Verbrennung Schwefeldioxid hergestellt.
- Das Schwefeldioxid wird mittels eines Katalysators zu Schwefeltrioxid oxidiert.
- Das Schwefeltrioxid wird im Wasser gelöst und reagiert so zu Schwefelsäure.
- Dieser Vorgang ist stark exotherm und muss sehr kontrolliert stattfinden.



05

Salzsäure

Wo wird es produziert?
Wofür wird es verwendet?

Salzsäure

Wo wird Salzsäure produziert?

Salzsäure wird in sehr vielen Ländern produziert, weil enorm hohe Bedarfe da sind.

Wofür wird Salzsäure verwendet?

- In praktisch allen Industrien wie Chemie, Lebensmittel, Metallverarbeitung, Pharma- und Kosmetik, Galvanotechnik, Kunststoffherstellung.
- Im kommunalen Schwimmbad wird Salzsäure praktisch nicht mehr eingesetzt.
 - Ausnahmen sind Salzsäureelektrolyse oder Anlagen mit sehr hoher Wasserhärte.
- IMPAG vertreibt rund 8'000 Tonnen Salzsäure/ Jahr
Ca. 70 Tonnen gehen ins Schwimmbad.
- In der Schweiz wird Salzsäure bei CABB Pratteln produziert.

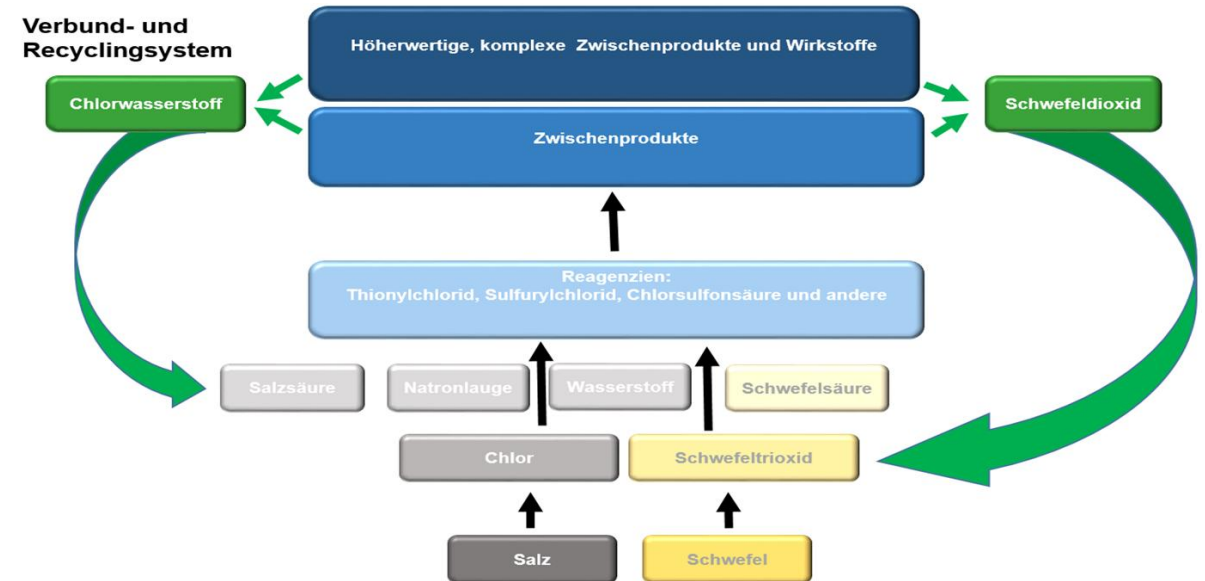
IMPAG vertreibt diese Schweizer Salzsäure.



Salzsäure

Wie wird Salzsäure hergestellt?

- Aus Salz wird mittels Elektrolyse Chlorgas (Cl_2) hergestellt. Dies wird in Verbindung mit Wasser zu HCl .
- Im gleichen Prozess wird Natronlauge und Wasserstoff produziert welche ebenfalls weiter verwendet werden.
- Die Salzelektrolyse ist enorm energieintensiv.



Fragen?





Workshop

Wasserdesinfektion

Schön bisch debi gsi!