

# Detailinformation

Abteilung Forschung & Entwicklung

## Grundlage der INNOWATECH Membran-Zellen-Elektrolyse (MZE)

Eine Elektrolyse ist ein Verfahren, bei dem eine chemische Verbindung unter Einwirkung von elektrischem Strom in Ihre Bestandteile aufgespalten oder zu neuen Verbindungen umgesetzt wird.

Die erste Membranzellenelektrolyse (MZE) wurde im Jahr 1835 von John Frederic Daniell durchgeführt.

Das INNOWATECH-MZE® -Verfahren basiert auf der seit über 100 Jahren bekannten Kochsalz-Elektrolyse. Dabei wird eine ca. 0,4-0,5%-ige hochreine Kochsalzlösung in einer gesteuerten Membran-Zellen-Elektrolyse in 2 Phasen gespalten. Mit einem Anteil von ca. 90% entsteht dabei an der Anode der Wirkstoff INNOWATECH Anolyte® als pH neutrale Natriumhypochlorit-Lösung. Das mit 10 % bis 20% an der Kathode entstehendes Katholyte® wird meist zur Gänze verworfen, manchmal, je nach Bedarf, aber auch als Lauge oder zur pH-Anhebung benutzt.

### Schematische Darstellung der INNOWATECH MZE®

1

Die Produktion des genutzten Anolyte erfolgt wie im Bild 1 schematisch dargestellt. Der Elektrolyse-Reaktor, besteht aus zwei Reaktionsteilräumen (Anodenraum und Kathodenraum), die durch Elektrodenoberflächen (Anode und Kathode) begrenzt werden und eine poröse zwischengelagerte Membrane getrennt sind.

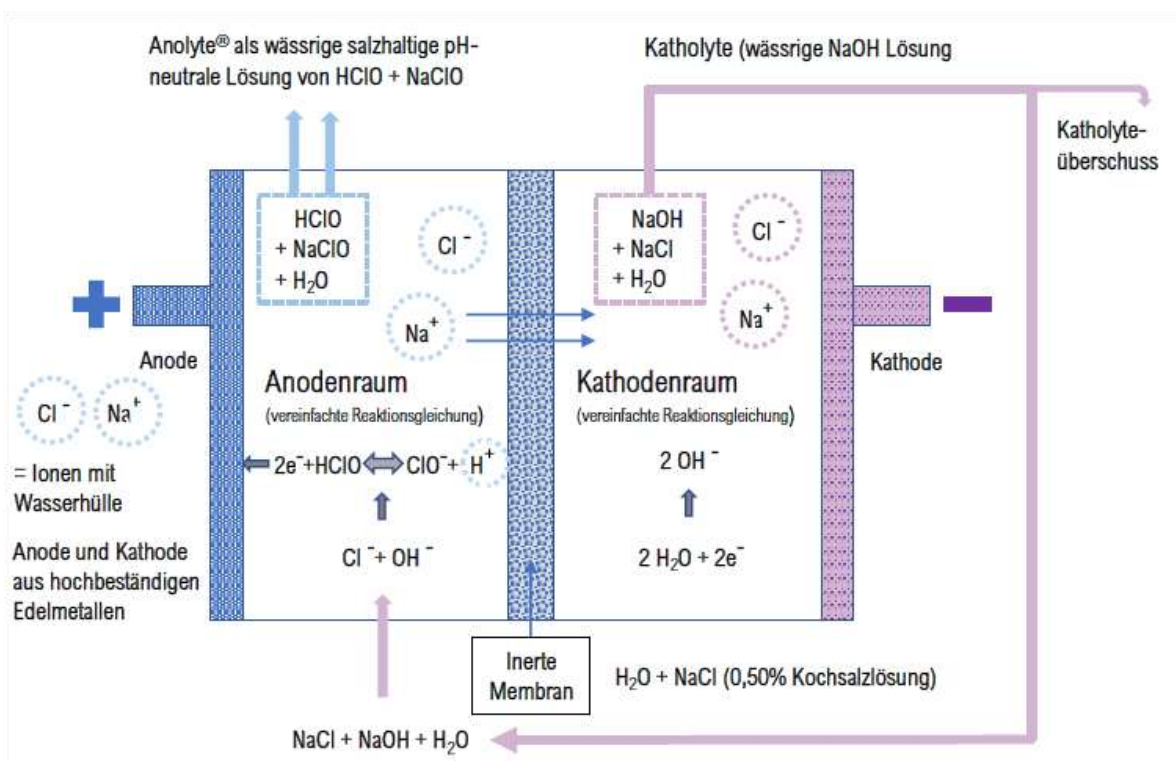


Bild 1 - Grundlagen des INNOWATECH MZE®-Verfahrens

Durch Verwendung geeigneter Materialien im Bereich der Elektrolyse (Edelmetall- Elektroden und inerte über einen weiten pH-Bereich beständige Membrane) werden unerwünschte, zusätzliche Reaktionen bei der Elektrolyse verhindert.

Die Membran kann nur von kleinen Ionen mit Hilfe des elektrischen Feldes durchwandert werden. Dies sind im Wesentlichen nur die Bestandteile des gelösten Kochsalzes.

**Die jeweils im Anoden- und Kathoden-Raum entstehenden Teilprodukte können sich nicht vermischen. Daher ist die Entstehung von Knallgas ausgeschlossen.**

Durch den besonderen Aufbau und gezielte Steuerung der Elektrolyse enthält die entstehende Anolyte-Lösung einen hohen Anteil Hypochloriger Säure (HClO), welche eine stark desinfizierende Wirkung hat. Gelöstes elementares Chlor ( $\text{Cl}_2$ ), welches für die bei anderen Produkten auftretende Korrosion verantwortlich ist, entsteht dagegen nur in geringsten Spuren und in einer Konzentration, die noch voll wasserlöslich ist.

Dies ist bei Verfahrensvarianten, die im pH sauren Bereich arbeiten meist nicht der Fall. Die Konzentrationsanteile des freien Chlors, welches als elementares Chlor ( $\text{Cl}_2$ ), als Hypochlorige Säure (HClO) oder als dessen Salz Natriumhypochlorit ( $\text{NaOCl}$ ) vorliegen kann, wobei alle Erscheinungsformen in einem pH-Wert abhängigen Gleichgewicht stehen, lassen sich am Besten in einer halblogarithmischen Darstellung einem sogenannten Hägg-Diagramm zeigen.

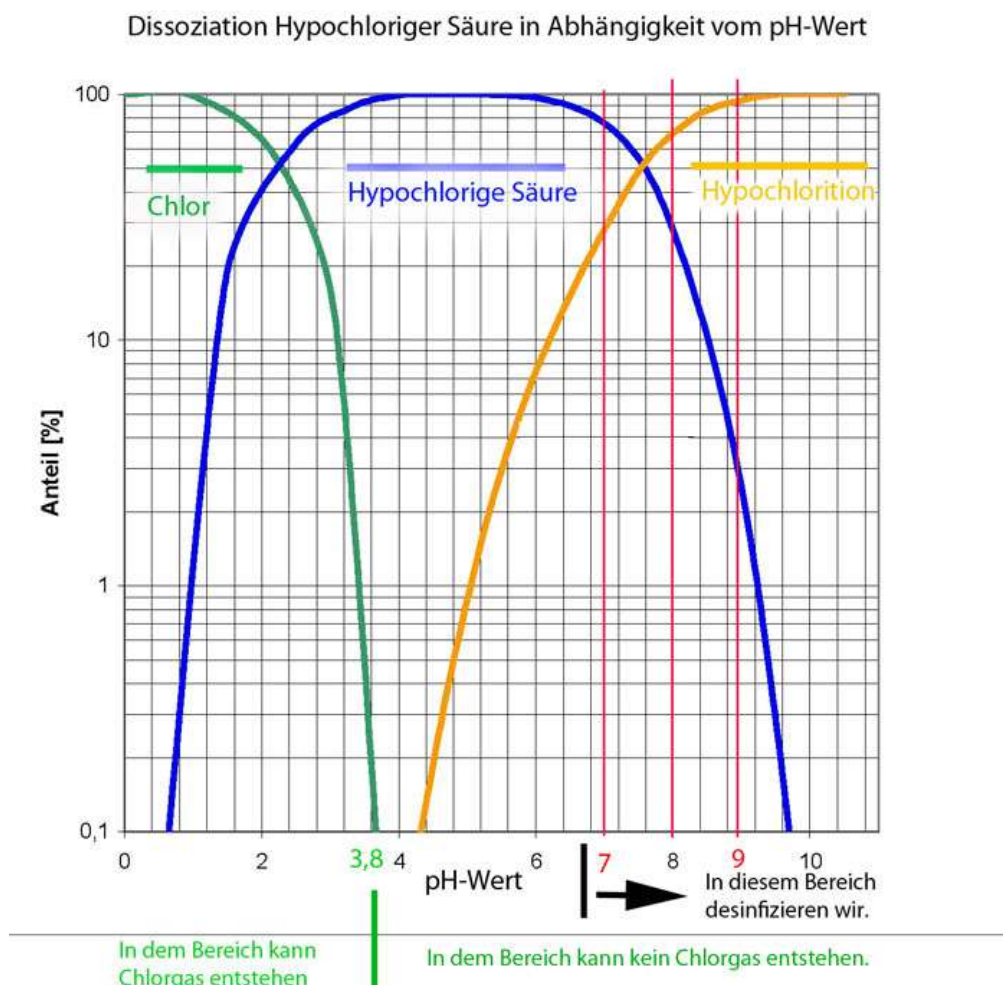


Bild 2 – Hägg-Diagramm = Wirkstoffverteilung in Abhängigkeit vom pH-Wert

Hypochlorige Säure ist bei einem pH-Wert von 7,4 zu 50% dissoziiert. Das Anion  $\text{OCl}^-$  ist nur schwach mikrobiozid. Aufgrund des Massenwirkungsgesetzes stellt sich bei jedem pH-Wert ein konstantes Gleichgewicht zwischen der undissoziierten Säure und dem Anion ein. Wird undissoziierte Säure verbraucht und dem Gleichgewicht entzogen, bildet sie sich neu, indem das Anion ein Wasserstoff-Ion addiert. Dieser Prozess läuft so lange ab, bis die Gleichgewichtskonstante wieder erreicht ist.

Durch die in situ Produktion beträgt in der Praxis die Lagerungsdauer von INNOWATECH Anolyte® im Vorratsbehälter der INNOWATECH-MZE® Anlagen nur wenige Tage. Dadurch ist eine alterungsbedingte Anreicherung höheroxidierter Chlorspezies, wie sie bei handelsüblichen Chlorbleichlaugen auftreten, bei INNOWATECH Anolyte® ausgeschlossen.

Wird mit alkalischer Chlorbleichlauge (bei pH-Wert  $> 12 = \text{HClO}$ -Anteil  $< 1\%$ ) desinfiziert, muss sich die Hypochlorige Säure durch Reaktion mit Wasser zunächst bilden, wobei als Nebenprodukt Natronlauge (NaOH) entsteht. Dies führt zu einem pH- Wertanstieg im behandelten Wasser ( $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{NaOH}$ ) und begünstigt unerwünschte Kalkausfällungen.

Ebenso bleiben die Konzentrationen höher oxidierter Chlorspezies, welche in Chlorbleichlauge und bei Chlordioxid oft in hohen Konzentrationen vorliegen, in einem sehr niedrigen Bereich. INNOWATECH Anolyte® erfüllt daher die Reinheitsanforderungen der DIN EN 901 (Voraussetzung für die Trinkwasserbehandlung). Durch die Erzeugung im neutralen pH-Bereich weist das erzeugte Wirkstoffkonzentrat auch eine hohe Materialverträglichkeit auf (siehe oben  $>$ elementares Chlor $<$ ).

## Grundlagen des Wirkstoffes INNOWATECH Anolyte®

**Die eigentlich wirksame Verbindung bei der Desinfektion ist für alle in der Überschrift erwähnten Wirkstoffe die „hypochlorige Säure“, auch wenn umgangssprachlich von der Anwendung von Chlor bzw. von Natriumhypochlorit gesprochen wird.**

Durch Verwendung hochreinen Salzes (Lebensmittelqualität nach Codex Alimentarius, DIN EN 973 für Enthärter Salz, DIN EN 16370 und 16401 für Elektrolysesalz) und verfahrenstechnisches Knowhow von Innowatech, erfüllt INNOWATECH Anolyte® die Reinheitsnorm DIN EN 901, als Voraussetzung für die Trinkwasserbehandlung (siehe Liste gemäß §11 der TrinkwV 2001). Der beinhaltete Wirkstoff ist im Rahmen der Biozid Verordnung (EU 528/2012) bei der EU Behörde ECHA gemeldet.

### Vorteile von INNOWATECH Anolyte® im Vergleich zu „klassischem Natriumhypochlorit“ (Chlorbleichlauge) oder Chlor ( $\text{Cl}_2$ ).

Ein großer Teil des im INNOWATECH Anolyte® vorhandenen Wirkstoffanteils besteht unmittelbar aus der aktiven Verbindung (siehe Hägg-Diagramm, Bild 2). Der Grund liegt in der pH-Neutralität des Anolyte, da bei pH 7 überwiegend die hypochlorige Säure (bei pH 7 ca. 78%,) vorliegt. Diese kann im Wasser sofort wirken.

Beim klassischen Chlor ( $\text{Cl}_2$  -Gas), besteht die Wirkung darin, dass in Verbindung mit Wasser neben der eigentlich wirksamen hypochlorigen Säure auch Salzsäure (HCl) entsteht durch Hydrolyse  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$ . Der hergestellte Wirkstoff ist hierdurch sauer und kann auch den pH im Wasser ins Saure verschieben. Dieser Effekt ist vor allem im Bereich der Pool-Desinfektion hinreichend dokumentiert.

Bei der Einleitung von Chlorgas in das Wasser wird ein erheblicher Teil nur physikalisch gelöst (als Mikrobläschen). Dieser Teil steht nicht zur Bekämpfung der Keime zur Verfügung, da sich hieraus keine hypochlorige Säure bildet. Dieses Chlor ist aber sehr aggressiv und stellt ein hohes Korrosionsrisiko für Metalle dar.

Beim INNOWATECH Anolyte® ist dies wegen der pH-Neutralität und den Reaktionsbedingungen bei der Elektrolyse nicht möglich, da Cl<sub>2</sub> nur in Spuren vorliegt (siehe Bild 2) und somit keine assoziierte Salzsäure (korrosiv) generiert wird.



Bei Chlordosieranlagen und Anlagen, die intermediär Chlor erzeugen, besteht die Gefahr der Freisetzung von Chlorgas durch Leckagen. Etliche Unfälle in den letzten Jahren in Deutschland mit Chlorgasanlagen zeigen dies.

In alkalischer Chlorbleichlauge (bei pH > 10 => HClO- Anteil < 1%) muss sich die für die desinfizierende Wirkung notwendige hypochlorige Säure durch Gleichgewichtsreaktion mit Wasser zunächst bilden (NaOCl + H<sub>2</sub>O <=> HClO + NaOH).

Je nach Produkt bewirkt die in der Bleichlauge enthaltene und bei der Anwendung nachgebildete Lauge einen pH-Anstieg bis zu 0,3 Einheiten. Wird hochkonzentrierte Bleichlauge (5 -12 Gew. %) bei niedrigeren pH-Werten von 9 -11 ausgeliefert, dann gibt es dagegen erhebliche Probleme mit der Stabilität und Nebenproduktbildung.

Im INNOWATECH Anolyte® liegt die hypochlorige Säure in „hochreiner“ Form und in optimaler Umgebung vor. Dies bedingt seine hohe Wirksamkeit bei gleichzeitiger guter Lagerstabilität.

INNOWATECH Anolyte® versus Chlorbleichlauge Parameter	Anolyte	Chlorbleichlauge
Aggregatzustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flüssig, farblos, Aussehen und Konsistenz wie Wasser, leicht chloriger Geruch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ist eine klare, gelbgrüne, stark alkalische Flüssigkeit mit beißendem Geruch</li> </ul>
Gefährdungspotential	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht ätzend</li> <li>nicht bleichend</li> <li>minimal korrosiv</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ätzend und oxidierend,</li> <li>stark bleichende Wirkung</li> <li>erhöhte Korrosionsgefahr</li> </ul>
pH- Wert	6,7 – 7,2	10 – 13, je nach Produkt
Anteil an „freiem Chlor“ in mg/l	150 – 1500 mg/l (abhängig vom Anlagentyp)	30.000 – 150.000 mg/l (je nach Produkt)
Abwendungs-Konzentration im Trinkwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>geruchlich kaum wahrnehmbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geruchlich deutlich wahrnehmbar, typischer Chlorgeruch  (von Nebenprodukten verursacht)</li> </ul>

<p>Sicherheitshinweise</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Explosionsgefahr, da keine spontane Reaktion mit Reduktionsmitteln, Säuren (z.B. Salzsäure,) und Oxidationsmitteln (z.B. Wasserstoffperoxid)</li> <li>• geringes Risiko der Freisetzung gefährlicher Chlorgaskonzentrationen</li> </ul>	<p>Durch hohe Konzentration bedingt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosionsgefahr bei Reaktion von Natriumhypochlorit mit Reduktionsmitteln, Säuren (z. B. Salzsäure) und Oxidationsmitteln (z. B. Wasserstoffperoxid)</li> <li>• Risiko der Freisetzung gefährlicher Chlorgaskonzentrationen</li> </ul>
<p>Kennzeichnungspflicht</p>	<p>Warnhinweise ab 1% Aktivchlor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	<p>Warnhinweise ab 1% Aktivchlor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EUH031 (Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase)</li> <li>• EUH206 (Achtung!)</li> <li>• H319 (Verursacht schwere Augenreizung)</li> <li>• H290 (Kann gegenüber Metallen korrosiv sein)</li> <li>• H411 (Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung)</li> </ul> <div style="text-align: right;">   </div>

Es steht fest, dass bei der Verwendung von „Chlor“- Produkten in deren Eigenschaften und Wirkungen ein erheblicher Unterschied besteht.

## Zusammenfassung



Die Innowatech GmbH ist bezüglich der europäischen Biozid-Verordnung (EU 528/2012) bei der Behörde ECHA als zugelassener supplier gelistet (Details erhalten Sie auf Anfrage).

Sowohl die beim INNOWATECH MZE®-Verfahren verwendete Elektrolyse für die Hypochlorit Produktion vor Ort (in Situ), der verwendete Aufbereitungsstoff Kochsalz, als auch der erzeugte Wirkstoff sind mit der „Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung 2001/2011 idgF.“ konform.

## Kooperationsvertrag mit DVGW, SVGW, KIWA

Die ÖVGW hat mit dem DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches), dem SVGW (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches) und dem niederländischen Prüf- und Zertifizierungsinstitut KIWA eine Vereinbarung über die gegenseitige Anerkennung von Prüfberichten gas- und wasserfachlicher Prüfungen im gesetzlich nicht geregelten Bereich getroffen. Ziel dieser Vereinbarung ist es, für die Hersteller oder Vertrieber von Produkten die Erlangung nationaler Prüfzeichen und Qualitätsmarken zu vereinfachen und zu beschleunigen. Dies erfolgt durch Wegfall aufwendiger Doppelprüfungen, wenn sich diese auf gleichwertige Prüfanforderungen beziehen, oder durch Begrenzung der Prüfungen auf Anforderungen, in denen die nationalen Prüfgrundlagen voneinander abweichen.

Das verwendete Verfahren entspricht den Anforderungen des DVGW- Arbeitsblattes W 229 und somit den a.a.R.d.T.

Bei der Planung, Herstellung, Inbetriebnahme und Wartung der INNOWATECH Aquadron® Anlagen werden die genannten DVGW- Arbeitsblätter und weitere Gesetze, Normen und Richtlinien bezüglich der Wasseraufbereitung für „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ eingehalten.

Das INNOWATECH Aquadron® -Verfahren, der verwendete Aufbereitungsstoff Kochsalz und auch die erzeugten Ionen ist konform mit der „Liste der Stoffe zur Aufbereitung von Trinkwasser“ (Teil C: Aufbereitungsstoffe, die zur Desinfektion des Wassers eingesetzt werden gemäß Kapitel B1 „Trinkwasser“ des österreichischen Lebensmittelbuches (ÖLMB) § 76 BGBl. I Nr. 13/2006 idgF. des LMSVG sowie die in der TVO (Trinkwasserverordnung) umgesetzte Richtlinie 98/83/EG).

INNOWATECH Anolyte® in seiner Zusammensetzung erfüllt die Anforderungen und ist gelistet in Anlage 3 der zugelassenen Wirkstoffe zur Desinfektion gemäß BHygV 2012 idgF, §§39; 40; 54.

INNOWATECH Anolyte® entspricht den Reinheitsanforderungen der DIN EN 901.