

## PR-Berichte

### Chlorungchemikalien nach DIN 19634 – ein Trend zum Calciumhypochlorit

Aufgrund der Notwendigkeit der Desinfektionschemikalien-dosierung nach DIN 19643 sind Betreiber von Schwimmbädern und Trinkwasserreservoirs immer wieder auf der Suche nach einer günstigen und betriebssicheren Lösung. Im nachfolgenden Bericht werden der Konzentrationsvergleich und die Kostengegenüberstellung der einzelnen Verfahren zur Chlordosierung dargestellt.

#### Desinfektionschemikalien nach DIN

Wasser muss eine hygienisch einwandfreie Qualität haben. Kreislaufwasser, wie Schwimmbadwasser in das ständig Verunreinigungen eingetragen werden oder Trinkwasser, das aufbereitet wird und/oder von der Quelle her nicht einwandfrei ist, muss desinfiziert werden. Hierzu muss nach den deutschen Vorschriften anorganisches Chlor verwendet werden. Als geeignete Chlorverbindungen stehen nach der DIN zur Verfügung:

- Chlorgas
- Natriumhypochlorit-Lösung (Chlorbleichlauge)
- Calciumhypochlorit-Granulat
- Elektrolyse

#### Anforderungen an ein Desinfektionsmittel:

- Rasche Keimtötung - hohe Oxidationskraft
- Ausreichende Depotwirkung im Schwimmbadwasser
- Schnelle und einfache analytische Bestimmung
- Elektrometrische Erfassbarkeit zur Regelung der Dosierung
- Große Bandbreite zwischen Keimtötung und Angriff auf menschliche Gesundheit

Diese Anforderungen werden heute praktisch durchgehend nur von anorganisch gebundenem Chlor als Desinfektionsmittel erfüllt. Andere Chemikalien scheitern bisher daran, dass von den obigen Anforderungen eine oder mehrere nicht erfüllt werden können. Alle Chlorchemikalien reagieren im Wasser unter Bildung von Unterchloriger Säure HOCl. Betrachtet werden hier nur die anorganischen Chlorungchemikalien.

#### Chlorgas

##### Chlorgas – Eigenschaften:

100% Chlor  
sauber, keine Verunreinigungen  
lagerstabil in Druckgasflaschen  
stark pH-senkend - 50% HCl  
Hohes Gefahrenpotenzial- Sicherheit ?  
Hohe Investitionskosten  
Hohe Wartungskosten  
Gut ausgebildetes Personal erforderlich

Chlorgas ist eine sehr saubere und effektive Chemikalie. Bei der Einführung in Wasser entsteht nur die zur Desinfektion gewünschte unterchlorige Säure und Salzsäure. Da Chlorgas unter Druck ein relativ hohes Gefahrenpotential darstellt, sind für den Einsatz

Sicherheitsnormen zu erfüllen, die hohe Ansprüche an die technische Ausrüstung, aber auch an die Ausbildung des Betriebspersonals stellt. Ein Anschluss der Störmeldung an eine ständig besetzte Stelle ist erforderlich. Insbesondere wegen der Sicherheitsproblematik wird Chlorgas demnach vorwiegend in großen Wasseraufbereitungsanlagen eingesetzt, wo entsprechende technische und personelle Voraussetzungen gegeben sind. In Schulschwimmbädern und im Hotelbereich geht der Trend zunehmend zum Einsatz von Calciumhypochlorit.

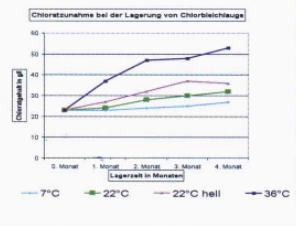
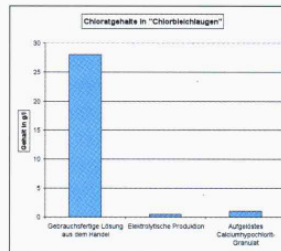
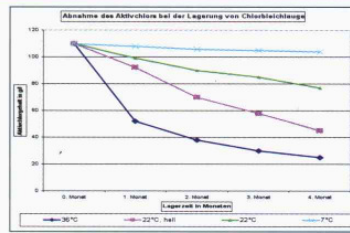
#### Natriumhypochlorit - Lösung (Chlorbleichlauge)

Natriumhypochlorit-Lösung fällt bei der Elektrolyse von Salz zur Herstellung von Chlorgas in der Konzentration von maximal 12-15 Gewichts-% als Nebenprodukt an und ist dementsprechend relativ preiswert. Es hat aber einige negative Eigenschaften, die sich besonders bei Wasseraufbereitungen im Kreislauf (Schwimmbadwasser) auswirken. Es sind dies: niedrige Konzentration, relativ viel Verunreinigungen, hohe Alkalität, schlechte Lagerstabilität.

##### Natriumhypochlorit – Eigenschaften

Aktives Chlor 10-15%  
Zersetzung beim Lagern:  
Chloranteil wird dadurch teurer, Aufsalzung wesentlich stärker, Verunreinigungen mit anderen Salzen: Es entstehen durch Nebenreaktionen unerwünschte Chemikalien wie z.B. Chlorat, Bromat  
Die Lösung hat einen pH-Wert von etwa pH 11-12 hoher Säurebedarf zur Neutralisation, Steigend mit der Lagerung  
Transport: teuer, wegen geringer Konzentration  
Lagerung: Für größere Dosierleistungen sind aufwendige Lageranlagen erforderlich  
Dosiertechnik: einfach mit Dosierpumpen – Impfstelle!

Chlorat ist giftig und sollte nicht im Schwimmbadwasser sein. Es sind in Zukunft stärkere Restriktionen für den Einsatz im Schwimmbad-bereich zu erwarten.



Die Dosiertechnik mit Dosierpumpen ist technisch einfach. Allerdings gibt es wegen des hohen pH-Wertes der Chlorlösung an den Dosierstellen Probleme mit Ablagerungen und Verkrustungen durch die Härtebildner des Wassers. Hier ist ein erhöhter

Wartungsaufwand zu gewärtigen. Falls auch Säure zur pH-Regulierung dosiert werden muss, besteht die Möglichkeit der Verwechslung der beiden Flüssig-Chemikalien. Bei kleinen Anlagen ist die Verwendung von Natriumhypochlorit durchaus sinnvoll.

#### Salz-Elektrolyse

Die Herstellung von Chlorlauge vor Ort aus Natriumchlorid (Kochsalz) mit der Elektrolyse wird unter dem Vorzeichen der Umweltfreundlichkeit und des geringen Gefährdungspotentials angeboten. Es wird eine stark basische Chlorlösung mit einer Konzentration von ca. 0,5 – 2,5 % hergestellt, die mit Dosierpumpen auf die Becken verteilt wird.

##### Elektrolyse-Chlorlösung - Eigenschaften

- Aktives Chlor in der Lösung ca. 0,5-2,5 % - große Dosierpumpen
- Transport nur von Salz, aber Mengenproblem: 2-3 kg Salz / kg Chlor
- Logistika - Lagerung
- hohe Anforderung an die Reinheit des Salzes
- Hoher Säureverbrauch zur Neutralisation
- Erhöhte Aufsalzung des Beckenwassers
- Weitgehender Abbau der Wasserhärte
- Technik sehr aufwendig, teuer
- Sehr hohe Wartungskosten
- Entsorgung von Wasserstoffgas
- „Chlorfabrik im Keller“

Bei der Dosierung der erzeugten Chlorlösung hat man grundsätzlich dieselben Probleme wie bei der Dosierung von käuflicher Chlorbleichlauge: Verkrustungen an der

Impfstelle, dadurch erhöhter Wartungsaufwand. Von sicherheitstechnischen Standpunkt her gesehen wird oft nicht berücksichtigt, dass man eine „Chlorfabrik“ betreibt und das hierbei entstehende Wasserstoffgas sicher abgeführt werden muss.

#### Calciumhypochlorit-Granulat

Calciumhypochlorit-Granulat ist eine weiße, trockene Chemikalie mit ca. 70% Chlorgehalt. Es ist chemisch / physiologisch einwandfrei. Es wird heute in Kunststoffbehältern mit 10-25-50 kg gehandelt. Dosiertechnik wird es als Lösung bis ca. 8% Chlorgehalt oder direkt als Granulat aus dem Lieferfass heraus - Trockendosierung.

Calciumhypochlorit ist somit eine für die Desinfektion von Schwimmbad- oder auch Trinkwasser hervorragend geeignete Chemikalie, die aber Eigenschaften aufweist, die sie nicht gerade einfach für die zuverlässige Dosierung erscheinen lässt.

##### Calciumhypochlorit-Eigenschaften

Aktives Chlor 65-75%  
Gefahrenklasse: 5.1 - brandfördernd  
Lagerung: Lagerstabil bei korrekter Lagerung: kühl und trocken. Bei unsachgemäßer, feuchter Lagerung nimmt das Granulat Feuchtigkeit auf, klumpt zusammen und ist nicht mehr dosierfähig.  
Löslichkeit: Lösungen bis ca. 10% Chlorgehalt; unlöslicher Rest an Calciumhydroxid und Calciumcarbonat als Schlamm  
Transport: Kosten geringer wegen hoher Konzentration  
Alkalität: niedrig im Vergleich zu Natriumhypochlorit  
Der pH-Wert einer Lösung etwa pH 9  
Geringe Aufsalzung wegen hoher Chlorkonzentration  
hartes Granulat unterschiedlicher Körnung  
hygroscopisch, unlösliche Bestandteile

Bei der Herstellung einer Lösung aus Calciumhypochlorit hat man grundsätzlich dieselben Probleme wie bei Verwendung von Chlorbleichlauge, zusätzlich sind aber noch die unlöslichen Bestandteile wie Calciumhydroxid und Calciumcarbonat als Trübstoffe enthalten, die sowohl im Dosiergerät (Pumpe oder Injektor) wie auch an der Dosierstelle zu einem erhöhten Wartungsaufwand führen. Hierbei ist es gleichgültig, mit welcher Technik das Calciumhypochlorit in Lösung gebracht wird.

Die Fa. WDT – Werner Dosiertechnik ist seit mehr als 20 Jahren auf die Herstellung von Dosieranlagen zur Dosierung von Calciumhypochlorit

spezialisiert. Dieses Dosiersystem ist am Markt unter dem Begriff GRANUDOS bekannt. Die allgemein bekannten Nachteile der Dosierung von Calciumhypochlorit, wie z.B. die Verschlämzung oder Verstopfung des Dosiersystems, treten beim GRANUDOS nicht auf. Hier wird im Dosiergerät mit der Zugabe der für die pH-Korrektur ohnehin erforderlichen Säure eine klare Hypochloritlösung hergestellt, die mit einem Injektorsystem im Unterdruck dem Schwimmbadwasser zugeführt wird. Dieses Dosiersystem wurde schon 1996 vom LGA Nürnberg geprüft und das GS-Zeichen wurde erteilt. Das Handling ist einfach und sauber, da direkt aus den Liefergebinden dosiert wird. Im Vergleich zur Chlorgas- und Elektrolysetechnik sind die Wartungskosten der Anlagen wesentlich geringer.

#### Investitionskosten:

**Chlorgas:** Hoch. Da neben dem eigentlichen Chlorgasdosiergerät noch erhebliche zusätzliche Investitionen anfallen: Chlorgasraum mit den Sicherheitseinrichtungen, Chlorgaswarngerät, Flaschenumschaltung, Marmorturm zur Entsäuerung des Chlorwassers etc. Aufwendige Montage, stark abhängig von den Örtlichkeiten.

**Natriumhypochlorit:** Für kleine Dosierleistungen: Niedrig, Dosierpumpe, Sauggarnitur, Dosierarmatur, einfache Montage – Für große Dosierleistungen mittlere bis hohe Kosten wegen des aufwändigen Lagertanks.

**Calciumhypochlorit als Lösung:** Niedrig. Zur Dosiertechnik wie bei der Chlorbleichlauge kommt das Lösegerät für das Chlorgranulat hinzu.

**Calciumhypochlorit als Granulat:** Mittel. Beim GRANUDOS-System ist die Säuredosierung zur pH-Regulierung enthalten. Niedrig im Vergleich mit Chlorgasanlage, insbesondere beim Einsatz des GRANUDOS-Plus-Systems für mehrere Wasserkreisläufe. Einfache Montage.

**Elektrolyse:** Sehr hoch - aufwändige Technik

#### Betriebskosten:

Die Betriebskosten enthalten die Kosten für:

- Verbrauchsmaterialien wie Chemikalien: Chlor, pH-Korrekturmittel: Marmorkies, Säure, Lauge, Soda sowie Wasser, evtl. Salz, Strom
- Wartung: Ersatzteile, Arbeitszeit, TÜV- und Prüfkosten
- Zinsen und Abschreibungen für die gesamte Anlagentechnik für Chlorung und pH-Korrektur

Diese Einzelkosten sind wiederum abhängig von:

- Schwimmbadgröße und Schwimmbadart: Freibad, Hallenbad, Erlebnisbad, Nichtschwimmer- oder Schwimmerbecken (Verbrauch)
- Einkaufspreisen
- Personalkosten für Wartung (Zeitaufwand, ist Spezialist erforderlich?)
- Verfügbarkeit von Service-Personal (Reisekosten)

Die Wirtschaftlichkeit eines Verfahrens muss demnach im Einzelfall errechnet werden. Neben der Wirtschaftlichkeit sind aber auch all die anderen oben angesprochenen Faktoren mit zu berücksichtigen.

#### Vergleich der Investitions-Kostenstruktur bei verschiedenen Desinfektionsverfahren

	Elektrolyse	Chlorgas	Bleichlauge	Ca-Hypochlorit
Verbrauchsmittel	15.191,-	20.766,-	30.918,-	20.060,-
Wartung/Handling	18.867,-	13.200,-	13.300,-	7.400,-
Kapitalkosten	21.232,-	16.332,-	11.280,-	6.635,-
Gesamtkosten/Jahr	55.290,-	50.298,-	55.498,-	34.095,-

Berechnungsgrundlage:  
Schwimmbadanlage  
5 Becken, 500m<sup>3</sup>/h,  
Nennchlorverbrauch ca.  
15 Kg/Tag, Quelle: Prof.  
Nötzel, Fachhochschule

Osnabrück, 1999 (Werte in DM)

Verbrauchsmittel: Chemikalien, Wasser, Energie

Wartung/Handling: Bedienung, Ersatzteile, Arbeitszeit

Kapitalkosten: Abschreibungen, Zinsen

#### Schlussbetrachtungen

Von der Kostenrechnung her betrachtet stellt die Chlorung mit Calciumhypochlorit allgemein eine interessante Alternative dar. Wertet man auch die anderen, wichtigen Faktoren wie Betriebssicherheit, Personensicherheit, Handling und Wartungsaufwand entsprechend, so ist hier der Einsatz des Dosiersystems GRANUDOS besonders vorteilhaft.



Firma WDT - Werner Dosiertechnik