



Oktober 2015

Javelwasser

Was ist Javelwasser und wofür wird es angewendet?

Eau de Javel oder Javelwasser ist der Trivialname für eine wässrige Natriumhypochloritlösung. Natriumhypochlorit ist bei Raumtemperatur flüssig. Es ist basisch und hat eine gelbliche Farbe sowie einen charakteristischen Chlorgeschmack. Die Summenformel ist NaOCl und die CAS-Nummer 7681-52-9. Natriumhypochlorit ist sehr reaktiv und kann mit anderen Stoffen vermischte gefährliche Gase entwickeln (z.B. mit Salzsäure, führt zu Freisetzung von Chlorgas) oder explodieren (z.B. mit Ammoniak). Wasserfreies Natriumhypochlorit ist besonders explosiv.

Natriumhypochlorit führt zu einer Oxidation von biologischen Makromolekülen, wie Proteinen, Lipiden oder DNA oder geht mit ihnen Bindungen ein. Dadurch erklärt sich das vielseitige Wirkungsspektrum von Javelwasser oder Natriumhypochlorit. Neben bleichenden und entfleckenden weist es auch desinfizierende und deodorisierende Eigenschaften auf. Natriumhypochlorit ist der wesentliche Wirkbestandteil von vielen Haushaltsreinigern, Waschmitteln und Geschirreinigungsmitteln. Wird Natriumhypochlorit in Wasser aufgelöst, kann sich das Natriumhypochlorit in hypochlorige Säure umwandeln und wird somit zum sehr effektiven Biozid. Javelösungen können daher als Desinfektionsmittel für Trinkwasser, in Kläranlagen und in Schwimmbädern angewendet werden. Sie wirken gegen Viren, Bakterien, Parasiten und Pilze, sowie in hohen Konzentrationen gegen Prionen.

Industriell wird Natriumhypochlorit hauptsächlich für die chemische Synthese und als Papierbleichmittel verwendet.

Exposition und Auswirkungen auf die Gesundheit

Menschen kommen mit Natriumhypochlorit hauptsächlich durch die Verwendung von Haushaltsprodukten, welche Natriumhypochlorit enthalten, während dem Schwimmen in chlorierten Bädern und über das Trinkwasser in Kontakt.

Natriumhypochlorit ist zwar zur Trinkwasserdesinfektion in der Schweiz zugelassen, wird aber kaum verwendet. In der Schweiz gibt es einen Toleranzwert für freies Chlor in Trinkwasser. Dieser Wert ist vor allem aus „geschmacklichen“ Gründen festgelegt worden, da der Chlorgeschmack des Trinkwassers in der Schweiz eine sehr tiefe Akzeptanz bei den Konsumenten hat.

Natrium-, Calciumhypochlorit und Chlor werden in Schwimmbädern zur Badewasserdesinfektion verwendet. Diese Desinfektionsmittel können zusammen mit den von Badenden ins Wasser eingebrachten organischen Substanzen, wie Urin, Schweiß, Schuppen und Kosmetika, Chloramine bilden. Trichloramin, welches flüchtig ist, wird in die Luft freigesetzt und verursacht den typischen Chlorgeruch in den Hallenbädern. In zahlreichen Studien in Europa wird der Zusammenhang zwischen Trichloramin und Haut- und Atemwegserkrankungen als Folge von häufigen (Baby-/Kinderschwimmkursen) oder langem Aufenthalt (Bademeister, Schwimmlehrer) in Schwimmbädern diskutiert. Die Reizwirkung von Trichloramin konnte aufgezeigt werden. Jedoch haben epidemiologische Studien in Bezug auf die langfristigen Auswirkungen, wie Asthma, nicht alle zu den gleichen Schlussfolgerungen geführt.



Im Auftrag des BAG und der SUVA wurden in den Wintermonaten 2007-2008 in 30 Hallenschwimmbädern Erhebungen zur Trichloramin Konzentration durchgeführt. Es zeigte sich, dass die gemessenen Konzentrationen von Trichloramin befriedigend und tiefer als in anderen europäischen Ländern waren. Schwimmlehrer oder Bademeister, also solche die beruflich exponiert sind, gaben jedoch an, bei erhöhten Werten unter Augen-, Nasen- und Halsreizsymptomen zu leiden. Diese Schweizer Studie und einige internationale Studien haben dazu geführt,

dass die SUVA im Jahr 2013 eine maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) von 0,3 mg / m³ gemessen in der Luft für Trichloramin (CAS 10025-85-1) festgelegt hat. Damit dieser Wert eingehalten wird, empfiehlt es sich, die Anforderungen der SIA-Norm Pools (SIA 385/9) und die Richtlinie SICC 2004 zu erfüllen.

Die toxischen Eigenschaften von Javellösungen sind von der Konzentration des Natriumhypochlorits abhängig. Stark konzentrierte Natriumhypochloritlösungen (über 10% Aktivchlor) sind sehr ätzend, was ihre Hauptgefährdung ausmacht. Verschluckt, kann Natriumhypochlorit zu Reizungen oder Verätzungen im Mund, Rachenbereich aber auch in der Speiseröhre oder im Magen führen. Auch auf der Haut und in den Augen kommt es zu Verätzungen oder Verbrennungen.

Der Aufnahmeweg durch Inhalation ist nur dann relevant, wenn Natriumhypochlorit mit anderen Stoffen vermischt wird und dabei giftige Gase entstehen. Javelwasser wird oft fälschlicherweise zusammen mit Säuren verwendet (z. B. Entkalker oder andere Putzmittel) und es kann Chlorgas entstehen. Dann werden typische Symptome einer Chlorgasvergiftung wie Husten, Schwindel, Übelkeit, Atemstörungen, starke Schleimhautreizung und -entzündung sowie Bindehautentzündung bemerkbar. Die Folgen können Ateminsuffizienz und das Entstehen eines Lungenödems sein.

Chronische Expositionen von Natriumhypochlorit zeigten im Tierversuch keine Organschädigungen im Körper, es konnten lediglich Abweichungen im Körpergewicht und in Organengewichten sowie lokale Irritationen auf der Haut festgestellt werden. In epidemiologischen Studien wurden auch bei Menschen, die chloriertes Trinkwasser konsumierten, keine Effekte beobachtet.

In Tierversuchen zur Kanzerogenität zeigten sich keine Tumorbildungen nach oraler oder dermalen Exposition. Zur Mutagenität gibt es einige z.T. schlecht dokumentierte *in vitro* Untersuchungen. Eine gewisse mutagene Aktivität wird zwar vermutet. *In vivo* Tests führten aber zu negativen Ergebnissen. Weder aus epidemiologischen noch aus Tierstudien ergaben sich Hinweise, dass Natriumhypochlorit einen Einfluss auf die Fertilität oder die Entwicklung des Ungeborenen im Mutterleib hätte.

Falls Natriumhypochlorit zur Desinfektion von Schwimmbädern eingesetzt wird, muss berücksichtigt werden, dass Hypochlorit nicht stabil ist und durch die Bildung von Chlorat abgebaut wird. Dieses sammelt sich anschliessend im Beckenwasser an. Der Abbau von Hypochlorit wird mit einem Anstieg der Temperatur, der Speicherzeit und der Konzentration des Hypochlorits grösser.

Basierend auf toxikologischen Untersuchungen ist Chlorat mässig toxisch. Seine toxische Wirkung kommt durch oxidativen Stress in den roten Blutzellen zustande. Chlorat führt zur Oxidation ihrer Membran und beeinträchtigt das Hämoglobin, welches oxidiertes Eisen (Fe³⁺) enthält. Dieses kann nun nicht mehr Sauerstoff binden und Symptome einer Anämie können auftreten.

Risikoabschätzung

In der Regel kommen Personen unregelmässig und nur in geringen Mengen mit Natriumhypochlorit in Kontakt. Haushaltsprodukte müssen entsprechend ihrer Konzentration an Aktivchlor als reizend, ätzend oder gar nicht gekennzeichnet werden (siehe auch Abschnitt 'Rechtliche Grundlagen'). Allerdings können auch stärker konzentrierte Putz- und Waschmittel oder Abflussreiniger gekauft werden. Bei der Verwendung solcher Produkte kann es zu Reizungen oder Verätzungen kommen und es sind Berührungen mit der Haut und den Augen zu vermeiden. Das Tragen von Handschuhen und Schutzbrillen wird daher im Haushalt empfohlen. Dies gilt auch für Menschen, die beruflich mit Natriumhypochloritlösungen oder -produkten zu tun haben. Solche Produkte weisen einen höheren Aktivchlor-Gehalt auf und es müssen konkrete Schutzmassnahmen wie das Tragen von geeignetem Augen- und Handschutz ergriffen werden.

Vergiftungsfälle mit Natriumhypochlorit kommen hauptsächlich durch Verwechslungen (z.B. wenn die Mittel in andere als die Originalgebinde umgefüllt werden) und durch die gleichzeitige Verwendung von Natriumhypochlorit und Säure (z.B. säurehaltigem Reinigungsmittel) zustande. Speziell gefährdet sind Kleinkinder, die aus den Flaschen trinken könnten.

Bei häufigem Aufenthalt im Hallenbad kann man sich an folgende Regeln halten: auf den Chlorgeruch achten, starker Chlorgeruch weist auf einen erhöhten Chloringehalt hin. In Freibädern oder grösseren Schwimmbecken ist die Belastung viel geringer. Zudem kann man selbst dazu beitragen die Belastung gering zu halten, in dem man vor dem Schwimmen duscht und eine Badekappe trägt.

Materialverträglichkeit (physikalisch-chemische Risiken)

Javelwasser kann mit verschiedenen Metallen reagieren. Aus diesem Grund wird davon abgeraten, Natriumhypochloritlösungen in Metallbehältern aufzubewahren. Dementsprechend sind Lösungen mit $\geq 5\%$ Aktivchlor metallkorrosiv. Kompatible Materialien hingegen sind Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder Polyvinylchlorid (PVC).

Entsorgung

Wie alle Biozidprodukte können auch Natriumhypochloritlösungen und deren Verpackungen ein erhebliches Umweltrisiko darstellen und sind daher als Sonderabfall zu behandeln. Daher sollten Natriumhypochloritlösungen und deren Verpackungen bei der Verkaufsstelle zurückgegeben oder einer Sammelstelle für Sonderabfälle übergeben werden.

Rechtliche Grundlagen

Natriumhypochlorit ist offiziell eingestuft im Anhang VI Tabelle 3.1 der CLP-Verordnung (EG) 1272/2008 und die Produkte müssen entsprechend dieser Verordnung gekennzeichnet werden. Diese Vorgaben gelten auch für die Schweiz. Die Einstufung und Kennzeichnung erfolgt nach dem Anteil von enthaltenem Aktivchlor. Aktivchlor wird definiert als die Chlormenge, die beim Umsetzen mit Salzsäure durch Synproportionierung frei wird: $\text{NaOCl} + 2 \text{HCl} \leftrightarrow \text{Cl}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

In der Tabelle 1 werden die frühere Einstufung sowie die aktuelle GHS-Einstufung nach Konzentrationen aufgezeigt. Mit dem Systemwechsel zu GHS kommt es zu einer Verschärfung der Einstufung. Die R- und S-Sätze wurden zu H (hazard) und P-Sätzen (precaution) geändert.

Tabelle 1: Vergleich der aktuellen GHS-Einstufung und der früheren Einstufung (Stoffrichtlinie 67/548/EG) von Javelwasser hinsichtlich der Gesundheits- und Umweltgefahren. Angaben gemäss REACH Registrierungsossier von Natriumhypochlorit (<http://www.echa.europa.eu>).

Lösungen mit Anteil Aktivchlor:						
≥0.25 bis <1%	≥1 bis <2.5%	≥2.5 bis <3%	≥3 bis <5%	≥5 bis <10%	≥10 bis <25%	≥25%
GHS (aktuelle Einstufung)						
H412	 Achtung H315 H319 H412	  Achtung H315 H319 H400 H411	  Gefahr H315 H318 H400 H411	  Gefahr H290 H314 H400 H411 EUH031	  Gefahr H290 H314 H400 H411 EUH031	  Gefahr H290 H314 H400 H410 EUH031
Stoffrichtlinie 67/548/EG (frühere Einstufung)						
nicht klassiert	nicht klassiert	 N R50	 N R50	  Xi, N R31 R36/38 R50	  C, N R31 R34 R50	  C, N R31 R34 R50

H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H315: Verursacht Hautreizungen.

H318: Verursacht schwere Augenschäden.

H319: Verursacht schwere Augenreizung.

H400: Sehr giftig für Wasserorganismen.

H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

H412: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

EUH031: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase

R31: Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase

R34: Verursacht Verätzungen

R36/38: Reizt die Augen und die Haut

R50: Sehr giftig für Wasserorganismen

Hinweis zur Einstufung bezüglich Umweltgefahren

Es liegen verschiedene Studien zur ökotoxikologischen Wirkung von Javelwasser vor. Die sich daraus ergebende Einstufung bezüglich der Umweltgefährdung kann Tabelle 1 entnommen werden. Die empfindlichsten getesteten Spezies gehören zu den Organismengruppen der Algen, Daphnien (Krebstiere) und Mollusken (Weichtiere). Bei diesen Wasserorganismen kann Javelwasser schon nach einmaliger direkter Exposition eine akute toxische Wirkung hervorrufen (Gefahrenhinweis H400). Bei langfristiger Exposition können selbst tiefere Konzentrationen chronisch-toxische Effekte auslösen (Gefahrenhinweise H410–H412). Daher ist die Freisetzung des Javelwassers in die Umwelt zu vermeiden

Zusätzliche Kennzeichnungsvorschrift nach Chemikalienverordnung

Die Verpackungen von Zubereitungen, die mehr als 1% Aktivchlor enthalten und für jedermann erhältlich sind, müssen mit folgender Aufschrift versehen sein: "Vorsicht! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können."

Verhaltensregeln bei der Verwendung von Javelwasser

- Von Kindern fernhalten
- Bei längerem Kontakt mit der Haut oder bei Verwendung von als reizend oder ätzend gekennzeichnete Produkten Handschuhe benutzen und den Kontakt mit den Augen vermeiden
- Nicht mit Säuren mischen bzw. nicht zusammen mit anderen Reinigungsmitteln, welche Säuren enthalten (z.B. Entkalker), verwenden
- Nicht mit Ammoniak mischen
- Natriumhypochloritlösungen dürfen nicht zusammen mit Säuren gelagert werden
- Die Produkte immer in den Originalbehältern lassen und die Angaben auf der Etiketle beachten: nie umfüllen, falls ein Umfüllen unumgänglich ist, soll dieses nie in ein Nahrungsmittelgebinde umgefüllt werden
- Ist Javelwasser ins Auge gelangt, dieses gründlich mit Wasser ausspülen
- Bei Hautkontakt die betroffenen Hautpartien sofort gründlich unter fließendem Wasser mit Seife reinigen
- Nach Verschlucken bei Erwachsenen 2-3dl, bei Kindern 1-1.5dl Wasser nachtrinken. Keinesfalls Speiseöle, Rizinus, Alkohol oder Aktiv-Kohle verabreichen. Kein Erbrechen herbeiführen. Um sicherzugehen, das Tox Info Suisse unter der Nummer 145 konsultieren
- Nach Inhalieren an die frische Luft gehen. Wenn das Atmen schwer fällt einen Arzt aufsuchen
- Bestand Kontakt mit grösseren Mengen oder mit stark konzentrierten Lösungen oder tritt nach den Erste-Hilfe-Massnahmen keine Besserung ein, sollte sofort ärztliche Hilfe hinzugezogen werden



Für weitergehende Fragen

Bundesamt für Gesundheit BAG, Abteilung Chemikalien, 3003 Bern

Tel: +41 58 462 96 40, Email: bag-chem@bag.admin.ch

Für Fragen zur Umwelteinstufung: Bundesamt für Umwelt BAFU, 3003 Bern

Tel: +41 58 462 93 12, Email: chemicals@bafu.admin.ch

Weiterführende Literatur

- European Union Risk Assessment Report, SODIUM HYPOCHLORITE, CAS No: 7681-52-9, EINECS No: 231-668-3, Final report, November 2007, Italy. <http://echa.europa.eu/documents/10162/330fee6d-3220-4db1-add3-3df9bbc2e5e5>
- Evaluation de l'exposition à la trichloramine atmosphérique des maîtres-nageurs, employés et utilisateurs publics des piscines couvertes des cantons de Fribourg, Neuchâtel et du Jura, Jean Par-rat, 2008.
- Artikel „Schwimmbäder- Gute Wasser- und Luftqualität in Gemeinschaftsbädern“ auf der BAG-Internetseite <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/03734/03756/index.html?lang=de>
- Artikel in Paediatrica, Asthma und Schwimmbäder, Vol. 20, No. 4, 2009.
http://www.swiss-paediatrics.org/paediatrica/vol20/n4/pdf/53_56.pdf
- SWKI 2004-1/SICC 2004-1 „Raumluftechnische Anlagen in Hallenbädern“
- SIA 385/9:2011 inkl. Korrigenda C1 Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern - Anforderungen und ergänzende Bestimmungen für Bau und Betrieb