

Säurekapazität des Schwimmbeckenwassers

Eine ausreichende Säurekapazität ist die Grundlage eines stabilen pH des Beckenwassers. Dieser Artikel behandelt die pH-beeinflussenden Eigenschaften der zur Wasseraufbereitung verwendeten Stoffe und zeigt die gegenseitigen Einflüsse.

Dipl.-Ing. Ralf Degner, Luitpoldstr. 11a, D-86415 Mering

Bei der Wasseraufbereitung gelangen sauer und basisch reagierende Substanzen in das Beckenwasser.

- Desinfektion: z. B. Salzsäure (sauer) oder Natriumhypochlorit (basisch), Calciumhypochlorit (basisch).
- Flockung: Salzsäure, Schwefelsäure (sauer) oder Natriumaluminat (basisch).
- Pulveraktivkohledosierung: Salzsäure oder Schwefelsäure.
- pH-Einstellung: pH-Senker (Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlensäure, Natriumhydrogensulfat (sauer) oder pH-Heber Natriumhydroxid (basisch).
- Einstellen der Säurekapazität: Natriumcarbonat (basisch), Natriumhydrogencarbonat (basisch) oder Calciumcarbonat (basisch).

Genaugenommen kann jede dieser Substanzen entsprechend ihrer Acidität bzw. Basizität sauer oder basisch reagieren. Die Reaktion hängt nur von den Umgebungsbedingungen ab. Im Beckenwasser überwiegt die jeweils obengenannte Eigenschaft.

Säurestärke/Acidität

Die Säurestärke ist das Maß für die Fähigkeit einer Substanz Wasserstoffionen abzugeben. Hierbei reagieren die Wasserstoffionen sofort mit dem Wasser zu Oxoniumionen (H_3O^+). Je mehr Oxoniumionen vorhanden sind, desto saurer ist das Wasser.

Sehr starke Säuren, wie Salzsäure und Schwefelsäure, aber auch Natriumhydrogensulfat dissoziieren (zerfallen) nahezu vollständig in Wasserstoffionen und ihre Anionen. Es genügt die geringe Menge von $c=0,05 \text{ mol/m}^3$ Salzsäure ($0,05 \text{ g/m}^3$ Wasserstoffionen), um den pH reinen Wassers auf $\text{pH} = 4,3$ einzustellen.

Kohlensäure gehört zu den mittelstarken Säuren, sie gibt nur wenig Wasserstoffionen an das Wasser ab, der wesentliche Anteil bleibt gebunden.

Schwefelsäure (H_2SO_4) und Kohlensäure (H_2CO_3) geben in Abhängigkeit vom pH zunächst nur ein Wasserstoffion ab und bilden

saure Hydrogensulfat- (HSO_4^-) bzw. Hydrogenkarbonationen (HCO_3^-). Erst bei einem entsprechend hohen pH geben diese Säuren auch ihr zweites Wasserstoffion ab und bilden Sulfat- (SO_4^{2-}) bzw. Carbonationen (CO_3^{2-}).

Beim Natriumhydrogensulfat, reicht bereits dieses ein Wasserstoffion um als starke Säure zu wirken.

Basenstärke/Basizität

Die Basenstärke ist das Maß für die Fähigkeit einer Substanz Wasserstoffionen aufzunehmen. Eine sehr stark basische Lösung entsteht beim Lösen von Natriumhydroxid. Dieser Stoff zerfällt nahezu vollständig in Hydroxid- (OH^-) und Natriumionen (Na^+). Die Hydroxidionen entziehen dem Wasser eine erhebliche Menge an Wasserstoffionen, womit die Oxoniumionenkonzentration abnimmt und der pH steigt. Wiederum reicht eine sehr kleine Menge von $0,000006 \text{ mol/m}^3$ Natriumhydroxid ($0,000006 \text{ g}$ (Wasserstoffionen) um einen $\text{pH}=8,2$ einzustellen.

Auch Säuren und deren Hydrogenanionen haben eine Basenstärke, diese ist bei den starken Säuren jedoch vernachlässigbar gering. Anders sieht es bei den Hydrogenanionen der schwachen Säuren aus, so hat das Hydrogencarbonat bereits eine mittlere Basenstärke. In diesem Fall reicht bereits die Zugabe $0,25 \text{ mol/m}^3$ für $\text{pH}=8,2$.

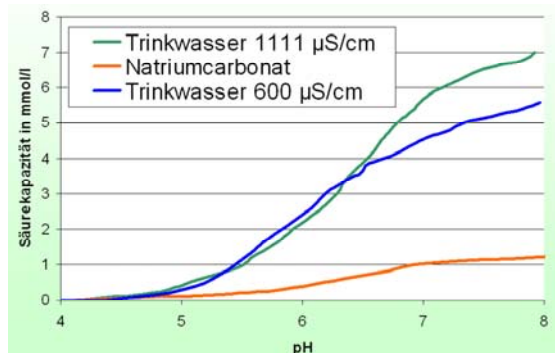
Säurekapazität

Die Säurekapazität $K_{S4,3}$ des Wassers gibt an, wieviel Säure, eine definierte Wassermenge bis zum Einstellen von $\text{pH}=4,3$ aufnehmen kann.

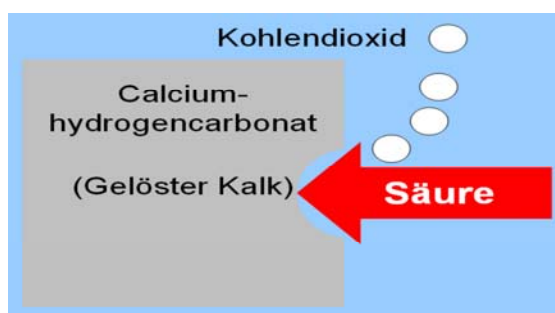
Säuren, wie Salzsäure haben im pH-Bereich des Beckenwasser praktisch keine Säurekapazität, allerdings ist hier auch die Säurekapazität der starken Basen, aufgrund ihrer geringen Konzentration sehr klein.

Um den pH von $=4,3$ auf $\text{pH}=8,2$ zu heben, sind wiederum nur $c=0,05 \text{ mol/m}^3$ Natriumhydroxid erforderlich. Bei einem $\text{pH}=7,2$, wie er im

Schwimmbeckenwasser häufig ist, entspricht dies einer Säurekapazität von $KS_{4,3}=0,05$ mol/l. Der Grenzwert für das Beckenwasser liegt bei $KS_{4,3}=0,7$ mol/m³.



Bei Verwendung von Natriumhydrogencarbonat bzw. Natriumcarbonat beträgt die Säurekapazität bereits $KS_{4,3}$ ca. 1 mol/m³. Unabhängig, welcher dieser beiden Stoffe verwendet wird, sind je nach pH die gleichen Mengen an Hydrogencarbonationen und Carbonationen gelöst. Bei hohem pH ist der Anteil der Carbonationen größer und bei niedrigerem der Anteil der Hydrogencarbonationen. Gelangt Säure in das Wasser, nehmen zunächst die Carbonationen Wasserstoffionen auf und werden zu Hydrogencarbonationen. Die Hydrogencarbonationen geben ihrerseits Kohlenstoffdioxid an das Wasser ab, womit der pH des Wasser ziemlich stabil ist. Sobald das Hydrogencarbonat verbraucht ist, kann die Salzsäure den pH deutlich senken.



Das erheblich weniger basische Calciumhydrogencarbonat hat die höchste Säurekapazität von über 7 mol/m³. Aufgrund der schwachen Basizität kann bei pH 7,2 relativ viel Substanz im Wasser gelöst sein. Wie bereits das Natriumhydrogencarbonat, hält das Calciumhydrogencarbonat den pH unter Abgabe von Kohlenstoffdioxid relativ gut konstant. Diese, je nach Härte des Frischwassers mögliche Säurekapazität ist im Beckenwasser in Regel nicht zu finden. Der pH-Senker und das Erwärmen mindern den Wert erheblich.

Bei Verwendung von festen Calciumcarbonat (z. B. in Form von Marmor) steht ein sehr großer Vorrat an Hydrogencarbonationen zur Verfügung. Die Säure reagiert mit den Calciumcarbonat zu Calciumhydrogencarbonat und liefert so ständig Säurekapazität nach.

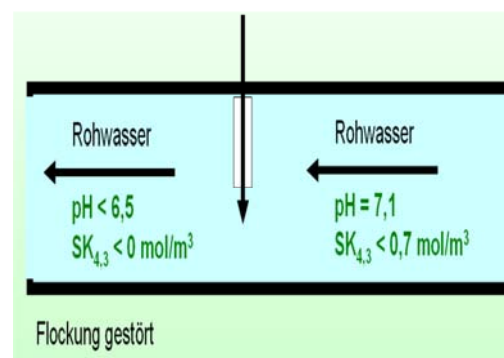
Auch Calciumhypochlorit (Chlorkalk, Trockenchlor) kann die Säurekapazität heben. Beim automatischen Dosieren wird die Substanz jedoch in Salzsäure gelöst. Die Salzsäure führt bis zu ihrer Neutralisation durch pH-Heber zu einer Abnahme der Säurekapazität. Erst nach Einstellen des pH heben die Calciumionen die Säurekapazität. Als Sofortmaßnahme bei zu geringer Säurekapazität eignet sich daher nur der feste Stoff, besser geeignet ist jedoch Kalk, in Form von Filtermaterial oder in Form von Marmor in einem Marmorturm.

Basenkapazität

Die Basenkapazität $K_{B,2}$ des Wassers gibt an, wieviel Hydroxidionen eine definierte Wassermenge bis zum Einstellen von pH=8,2 aufnehmen kann.

Wie bereits bei der Säurekapazität ist bei den starken Säuren und Natriumhydroxid die Basenkapazität im pH-Bereich des Beckenwassers gering bis vernachlässigbar. Hier haben die schwachen Säuren die größte Basenkapazität.

Einstellen der Säurekapazität



In Freibädern sinkt an heißen Sommertagen der pH häufig unter den Grenzwert von pH = 6,5. Ursache ist u. a. bei der Chlorung mit Chlorgas die erhöhte Erzeugung von Salzsäure, als Nebenprodukt, aufgrund des erhöhten Chlorbedarfs. Ein Teil dieser Säure wird von der Regeleinrichtung durch Dosieren von pH-Heber neutralisiert. Ist jedoch keine Dosierung von pH-Heber vorgesehen und/oder die Säurekapazität des Wasser aufgebraucht, so sinkt der pH. Bei der üblichen Verwendung

von sauren Flockungsmitteln senkt die enthaltene Säure zusätzlich die Säurekapazität des relativ kleinen Wasservolumens im Aufbereitungsstrom und es kann zur Störung der Flockung kommen.

In diesem Fall kann der pH und damit die Säurekapazität, durch dosieren von Natriumhydrogencarbonat oder Natriumcarbonat wieder eingestellt werden. Sind allerdings zu wenig Calciumionen im Wasser gelöst (z. B. eine zu geringe Härte des Frischwassers), so muss das Natriumhydrogencarbonat die erforderliche Säurekapazität zur Verfügung stellen. Häufig kommt es bereits bei der nächsten Belastung, zur erneuten Unterschreitung des zulässigen Grenzwertes für den pH. In diesen Fällen kann ein Marmorturm die erhoffte pH-Stabilität bringen.

Temperatur

Den wesentlichen Anteil der Säurekapazität des Beckenwassers machen die Hydrogencarbonationen aus. Da deren Konzentration mit dem gelösten Kohlenstoffdioxid im Gleichgewicht steht, ist die Säurekonzentration von der Temperatur abhängig.

Je höher die Temperatur ist, umso weniger Kohlenstoffdioxid ist im Wasser gelöst. Steigt die Temperatur, geht ein Teil des Kohlenstoffdioxid aus und auch das Hydrogencarbonat spaltet einen Teil des gebundenen Kohlenstoffdioxids ab und wird zum Carbonation. Beim Calciumcarbonat kommt es zur Ausfällung von schwerlöslichem Kalk. Das Dosieren von pH-Senker verhindert, dass es zu einer Abnahme des pH kommt, die mögliche Säurekapazität nimmt jedoch ab.

Neben der Temperatur beeinflussen auch pH, Kohlenstoffdioxid in der Luft und die anderen gelösten Substanzen die Sättigungskonzentration des Kohlenstoffdioxids und somit die Säurekapazität.

Fazit

Voraussetzung für einen stabilen pH des Wassers ist die Konzentration der Hydrogencarbonat. Diese Ionen weisen die erforderliche Pufferkapazität gegenüber Säuren (Säurekapazität) und Basen (Basenkapazität) auf. Die erforderliche Hydrogenkarbonatkonzentration lässt sich durch Zugabe von Natriumhydrogencarbonat (Natron), Natriumcarbonat oder besser Calciumhydrogencarbonat (Härte), Calciumcarbonat (Kalk, Marmor) erreichen, sofern diese nicht bereits im Frischwasser

vorhanden sind. Sofern genügend Calciumionen im Wasser gelöst sind, genügt auch die Zugabe von Natriumhydroxid (pH-Heber), um eine ausreichende Hydrogenkarbonatkonzentration aufrecht zu erhalten bzw. wiederherzustellen.

Seminar: Wasseraufbereitung

Ein Übersichtsseminar für Einsteiger und zum Auffrischen der Kenntnisse. Sie bekommen die Funktion der verschiedenen Verfahrensstufen erklärt. Bei den Vorträgen sind u. a. die Empfehlungen der DIN 19643 umfassend berücksichtigt.

Themen

- Wasserverunreinigungen
- Wasserchemie
 - Eine kurze Einführung den Hygienehilfsparametern und den gegenseitigen Abhängigkeiten.
- Füllwasser
- Pulveraktivkohle
- pH-Einstellung/Säurekapazität
- Flockung
- Filtration
- DNP-Eliminierung (adsorptive Kohle, Kornaktivkohle UV-Bestrahlung)
- Ozonung
- Ultrafiltration
- Chlorung

Weitere Informationen und Termine
www.APPL-SYSTEM.de

Seminar: Messungen in öffentlichen Bädern

Das optimale Seminar für Einsteiger oder zum Auffrischen der Kenntnisse.

Themen

- Wasserchemie
- Eine kurze Einführung den Hygienehilfsparametern und den gegenseitigen Abhängigkeiten.
- Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit
 - pH
 - Säurekapazität
 - Freies und gebundenes Chlor
 - Redoxspannung

Weitere Informationen und Termine
www.APPL-SYSTEM.de