

„Wasser – eine interdisziplinäre Herausforderung“

Schon im ersten Beitrag dieser Reihe ist klar geworden, dass die Beschäftigung mit dem Wasser sehr viele verschiedene Aspekte hat. Der Begriff "Wasserchemie" beschreibt das nur unvollkommen. Gewässer zählen zu den bedeutendsten Kompartimenten unserer Umwelt, Wasser ist ein wichtiger Roh- und Betriebsstoff der Technik, Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel, wir selbst bestehen zu über 50 Prozent aus Wasser. Es ist daher kaum möglich, alle Berufszweige aufzuführen, die sich mit dem Wasser befassen: Hydrologen und Limnologen wachen über den Gewässerzustand, Analytiker schauen nach Wasserinhaltsstoffen und normen die Bestimmungsmethoden, Biologen und Mikrobiologen kümmern sich um das Leben im Wasser, Hygieniker suchen Krankheitskeime, erforschen die Giftwirkung von Wasserinhaltsstoffen und legen Grenzwerte fest, die Ingenieure recyceln Wasser in Industriebetrieben und sorgen dafür, dass Wasserwerke und Kraftwerke ordentlich laufen, und die Fachleute in den Überwachungsbehörden legen den Rahmen fest, innerhalb dessen Wasserrechte erteilt werden können und ahnden Verstöße gegen geltende Rechte. Sie alle sind in unserem Fachgebiet heimisch.

Wie komplex manche Fragestellungen sein können, soll ein Beispiel aus der Praxis verdeutlichen: Im Oktober 1994 ist in einem Wasserschutzgebiet eine größere Menge Natronlauge ausgelaufen und in die Entnahmetiefe eines Brunnens gelangt. Der Brunnen wurde vom Wasserwerk abgetrennt und intensiv beobachtet. Das Wasser enthielt ca. 70 mg/l Calcium, 50 mg/l CO₂ und ca. 15 mg/l Eisen(II). Für den Chemiker war klar, was nun passieren musste: Folgende Reaktionen sollten ablaufen:

- 1: $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
- 2: $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^-$
- 3: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.



Abbildung 1: Wasserwerk Elze-Berkhof der Stadtwerke Hannover AG (1978)

Die ersten beiden Reaktionen konnten bestätigt werden, die dritte dagegen nicht. Es scheinen einfach keine Kristallkeime vorhanden gewesen zu sein, an die sich Calciumcarbonat hätte anlagern können, und ohne Kristallkeime tut sich nichts. Die große Überraschung kam, kurz bevor der Brunnen wieder an das Wasserwerk angeschlossen werden sollte: Es traten Coli-Bakterien auf. Diese sind ein Anzeichen für eine fäkale Verunreinigung (sicherlich von den Tieren des Waldes), und in hygienischer Hinsicht so ziemlich das Schlimmste, was einem Wasserwerk passieren kann. Offenbar hat die Natronlauge alles Leben in der Entnahmetiefe des Brunnens abgetötet. Als sich dieser Bereich langsam wieder besiedelte,

kamen erst die Bakterien und erst viel später ihre Fressfeinde (Protozoen). Dieser Befund lehrt uns, dass der Wasserchemiker immer auch mit Mikroorganismen rechnen muss und dass die "Biologische Selbstreinigung" ganz wesentlich eine Frage ist von "fressen" und "gefressen werden". Und was die "Ladehemmung" einer Calciumcarbonatfällung betrifft, so lehrt uns das, dass sich in der Natur sehr leicht chemische Ungleichgewichte entwickeln und auch sehr lange Zeit halten können.



Abbildung 2: Kleinere niedersächsische Kläranlage mit Tropfkörper (1982)



Abbildung 3: Gemeinschaftskraftwerk Hannover (2009)

Ein Wasser mit 15 mg/l Eisen kann und darf man nicht als Trinkwasser verteilen. Der Gesetzgeber hat mit der Trinkwasserverordnung einen Grenzwert von 0,2 mg/l festgesetzt. Das Wasser muss also in einem Wasserwerk aufbereitet werden. Dabei müssen auch Mangan und Ammonium entfernt werden. Außerdem muss das Wasser so konditioniert werden, dass es sich nicht "aggressiv" verhält und weder Metalle, noch zementgebundene Werkstoffe angreift. Natürlich darf das Wasser keine ungelösten Stoffe enthalten, eine Forderung, die bei der Aufbereitung von Talsperrenwasser besonders wichtig ist. Die Trinkwasseraufbereitung ist ein wichtiges Tätigkeitsfeld des Wasserchemikers. Er hat schon bei der Planung des Wasserwerks ein gewichtiges Wort mitzureden. Später obliegen ihm die laufende Betriebskontrolle und der Nachweis, dass die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Besondere Herausforderungen kommen auf den Wasserwerkschemiker zu, wenn sich die Rohwasserbeschaffenheit ändert, beispielsweise als Folge landwirtschaftlicher Aktivitäten im Wassereinzugsgebiet (Nitrat, Pestizide) oder – bei Trinkwassertalsperren – als Folge verstärkten Algenwachstums. Abbildung 1 zeigt das Beispiel eines Wasserwerks. Es ist eines der größten Grundwasserwerke der Bundesrepublik.

Schnell wird aus Trinkwasser Abwasser. Seit langem ist bekannt, was ein Mensch als Folge seines Stoffwechsels täglich von sich gibt. Man benutzt dafür die Bezeichnung "Einwohnergleichwert". Gemessen wird er mit pauschalen Kriterien wie dem "biologischen Sauerstoffbedarf", der zugleich auch ein Maß dafür ist, wie stark der Sauerstoffhaushalt eines Gewässers durch biologische Abbauprozesse belastet werden kann, wenn Abwässer eingeleitet werden. Heute befassen sich Wasserchemiker, die auf diesem Sektor tätig sind, hauptsächlich mit "Einzelsubstanzen". Die Süßstofftabletten, die wir in den Kaffee rühren, entgehen den Abwasserchemikern keineswegs. Ein Problem sind Arzneimittel, für die – wenn sie im Abwasser oder in Gewässern vorkommen – der Begriff "Heil-Lasten" geprägt worden ist. Organische Iodverbindungen haben die Chemiker bis in die Krankenhäuser zurückverfolgt, ebenso Gadoliniumverbindungen. Beide Verbindungsklassen werden als Kontrastmittel in der medizinischen Diagnostik eingesetzt. Natürlich begnügen sich die Chemiker nicht mit der Analytik, sondern versuchen Wege aufzuzeigen, wie man die Belastung unserer Gewässer reduzieren kann. Bild 2 vermittelt einen Blick in eine Kläranlage. Der "Tropfkörper" im Vordergrund wird mit dem Abwasser beaufschlagt. Er enthält Füllkörper, auf denen sich ein Bakterienrasen bildet. Hier sind die Bakterien willkommen, sie verrichten die Reinigungsarbeit.

Wer ein Kraftwerk betreiben will, ist ein Sklave des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik: Um einen passablen Wirkungsgrad zu erreichen, muss er die Anlage mit einer möglichst großen Temperaturdifferenz betreiben. Den Dampf muss er so stark erhitzen, dass er bei ca. 600 Grad die Grenzen des technisch Machbaren erreicht, und am anderen Ende des Prozesses muss er konsequenterweise kühlen. Der Dampf wird aus

Kesselspeisewasser erzeugt. Kesselspeisewasser ist – man kann es nicht anders nennen – ein chemisches Kunstwerk, geeignet, auf 600 Grad erhitzt zu werden, ohne dass die Werkstoffe korrodieren oder sich Ablagerungen bilden. Am kalten Ende steht in den meisten Fällen ein Kühlturm. Er muss so betrieben werden, dass keine Ablagerungen entstehen, dass sich keine Algen entwickeln können und dass keine Bakterien in die Luft geblasen werden. Besonders kritisch ist die Gefahr, dass Legionellen verbreitet werden. In jedem Kraftwerk hat der Wasserchemiker alle Hände voll zu tun, um alle diese Anforderungen zu erfüllen. Bild 3 zeigt das "Gemeinschaftskraftwerk Hannover", das Strom, Prozesswärme und Fernwärme für die Aktiengesellschaften Stadtwerke Hannover, Volkswagen und Continental bereitstellt.

Heerscharen von Wasserfachleuten "verwalten" das Wasser und kontrollieren seine Verwendung: Fachleute entwickeln "Wärmelastpläne" für die Kühlwasserentnahme aus Flüssen, Hydrogeologen und Meteorologen berechnen aus den mittleren Niederschlägen die Grundwasserneubildung und daraus die Höhe der tolerierbaren Grundwasserentnahme. Die Hygieniker haben inzwischen die fünfte Fassung der Trinkwasserverordnung auf den Weg gebracht, um die Sicherheit der Trinkwasserversorgung laufend weiter zu erhöhen. Die Gesundheitsämter sind für den Vollzug verantwortlich. Auch der Wasserverbrauch der Landwirtschaft ist streng reglementiert, die Vereinbarkeit von Landwirtschaft und Grundwassergewinnung ist ein Dauerproblem. Auch was in Hallenbädern und an Badestränden passiert, unterliegt der Kontrolle. Auf europäischer Ebene wurden zwei Trinkwasserrichtlinien und eine Wasserrahmenrichtlinie erlassen.

Zunehmend befassen sich die Wasserchemiker mit globalen Fragestellungen: Welche Wassermengen werden während der Produktion von Handelsgütern verbraucht? Man nennt das "virtuelles Wasser". Beispielsweise werden bei der Produktion von einem Kilogramm Rindfleisch ca. 17 Kubikmeter virtuelles Wasser verbraucht. Welchen Weg nimmt Phosphat, das aus Nordafrika als "Saharastaub" mit dem Wind nach Westen verfrachtet wird? Welches Schicksal erleiden Korallenriffe, wenn der pH-Wert des Meerwassers durch den zunehmenden Einfluss von CO₂ sinkt? Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser? Nicht jeder, der sich solche Sorgen macht, ist Wasserchemiker, aber er ist, wie bereits eingangs erwähnt, in unserem Fachgebiet heimisch.

Kontakt:	Schlaue Fuchs
 <p>Dr. Walter Kölle Heesternwinkel 7 30657 Hannover E-Mail: walterkoelle@t-online.de</p>	<p>Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:</p> <p>Was versteht man unter dem Begriff "Heil-Lasten"?</p>