

Trinkwasser aus der Luft

Prof. Dr.-Ing. Franz Bischof

Wasser steht im Überfluss zur Verfügung; 71% der Oberfläche der Erde sind mit Wasser bedeckt. Unter Trinkwassermangel leiden dennoch mehr als eine Milliarde Menschen weltweit. Ungleichmäßige Verteilung, klimatische Besonderheiten und die Tatsache, dass lediglich 2,5% des gesamten Wassers als Süßwasser vorhanden sind, machen die für das Leben wichtige Ressource Wasser knapp. Selbst das Süßwasser ist nur als geringer Teil als Grundwasser oder Oberflächenwasser für die menschliche Trinkwasserversorgung nutzbar. Platz wäre theoretisch für alles auf diesem Planeten in Flüssen und Seen vorhandene Wasser in einem Würfel mit der Kantenlänge von 45 km; eine beängstigend überschaubare Abmessung. Und dort, wo Wasser vorhanden wäre, ist es oftmals stark verschmutzt und ungenießbar. Gemäß Informationen des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung werden weltweit noch heute 90 - 95% der Abwässer ungeklärt in Gewässer eingeleitet.

Die Prognosen für die Zukunft sehen eher düster aus: Klimawandel und weltweit zunehmende Bevölkerungszahlen werden dafür sorgen, dass das knappe Gut Wasser noch wertvoller werden wird. Für die Nahrungsmittelproduktion benötigt die Landwirtschaft bereits heute 70% des weltweiten Wasserverbrauchs; in vielen ariden und semiariden Ländern sogar mehr als 90%. Was also ist zu tun, um Wasser dort zur Verfügung zu stellen, wo es bereits heute knapp und dringend für die menschlichen Bedürfnisse benötigt wird? Die Einführung einer angepassten Abwasserreinigung muss sicherlich ein wichtiger Schritt sein, will man vorhandene Vorräte schützen. Die Nutzung aller Möglichkeiten des Wassersparens, die Aufbereitung verschmutzten Wassers sowie die zusätzliche Gewinnung von Trinkwasser aus dem Meer ist notwendig aber wird nicht in allen Fällen genügen. Es gilt, situationsangepasst und an den Orten, wo technisch und wirtschaftlich sinnvoll auch über neue Wasserquellen nachzudenken. Eine davon sieht man nicht auf den ersten Blick; die Luft! Die Atmosphäre enthält eine riesige Menge von Wasser. Mit 12.900 km³ sogar sechsmal soviel wie in allen Flüssen auf dieser Welt vorhanden ist. Allerdings mit dem großen Vorteil gegenüber Flüssen, dass Luft überall, an jedem Ort des Planeten zur Verfügung steht und damit das in der Luft enthaltene Wasser. Allerdings auch mit dem Nachteil, dass es nicht so ohne weiteres und oft nicht ohne Einsatz technischer Verfahren zugänglich ist. Und auch die Mengen, die die Luft an Wasser aufnehmen kann, sind beschränkt. Bei maximaler Sättigung enthält 1 m³ Luft bei 30°C ziemlich genau 30 g Wasser; bei 10° Celsius sind es nur noch knapp 10 Gramm. Neben einem schwülen Sommertag macht sich uns die in Luft enthaltene Feuchte manchmal auch auf eine zweite Art

bemerkbar: der verklumpte Salzstreuer. Mit diesen Beispielen sind auch bereits die beiden wesentlichen Prinzipien angesprochen, mit denen es möglich ist, Feuchte aus der Luft zurück zu gewinnen: über Abkühlung, also Kondensation oder über Absorption an Salzen.

Sowohl Kondensatoren wie auch Salze und adsorptive Materialien werden bereits eingesetzt, um Trinkwasser aus der Luft zu produzieren. Besonders in den USA scheint man einen Markt entdeckt zu haben, um reines Wasser aus der Luft zu gewinnen. Das scheinbar fehlende Vertrauen in eine gesundheitlich unbedenkliche Wasserversorgung über das Leitungsnetz der dort lebenden Menschen kombiniert mit der Angst vor Verunreinigungen bei in Flaschen abgefülltem Wasser hat dort zahlreiche Firmen auf den Plan gerufen, Produkte zu entwickeln, die innerhalb einer Geräteeinheit die angesaugte feuchte Luft filtrieren, anschließend an möglichst großflächigen Kühlflächen kondensieren und das gewonnene Wasser nachträglich mit UV-Licht behandeln. Die Geräte produzieren in einem Bereich zwischen 3 bis 6000 l Trinkwasser pro Tag, wobei der Arbeitsbereich meist ab 40% relativer Luftfeuchte und größer 20°C angegeben wird. Mit durchschnittlich ca. 400 - 650 Wh pro produziertem Liter Trinkwasser sind die Geräte allerdings sehr energieaufwändig und werden in Hinblick auf die Klimaproblematik, solange sie mit fossilen Energieträgern betrieben werden, sicherlich keinen wesentlichen Beitrag zur Trinkwasserproblematik leisten können. Die notwendige Energie daher über Solarzellen zu speichern und mit dem erzeugten Strom ein Kühlaggregat zu betreiben, war daher Gegenstand einer Produktentwicklung eines Teams von Studierenden aus Graz und Helsinki im Jahr 2007, um einfach bedienbare Lösungen für Wüstengebieten bereitzustellen.

In vorteilhafter Weise können große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht bei mikroporösen Adsorptionsmitteln zur Anwendung gebracht werden. Wird kühle feuchte Luft mit diesen, beispielsweise Aktivkohle, Zeolithe, Silica-Gel, Molekularsiebe, Keramiken in Berührung gebracht, indem diese an dem zumeist körnigen Adsorptionsmittel vorbei strömt, wird dieser die Feuchtigkeit entzogen. Anschließend erfolgt die Regenerierung des Materials und Kondensation, wobei hierfür in Wüstengebieten vorzugsweise regenerative Energiequellen im Einsatz gebracht werden können. Angaben gemäß Prof. Rübiger von der Universität Bremen, der ein auf diese Weise funktionierendes Verfahren patentierte (*WO 00/25895*), genügen 1 m³ Adsorbentien, um rund 1000 l Wasser pro Nacht zu gewinnen.

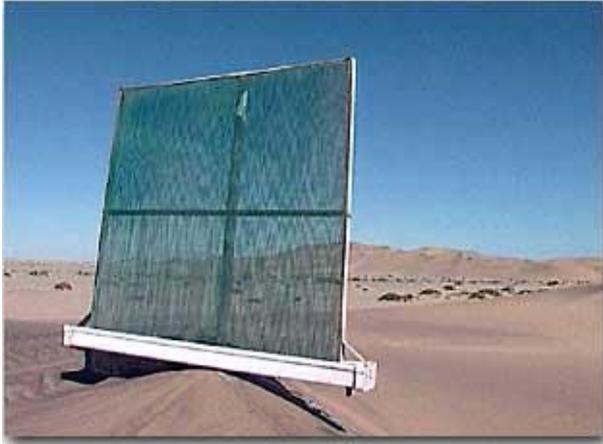
Ein stark hygroskopisches Lithiumchlorid/Lithiumbromid-Gemisch wird von der Firma Sciperio aus Stillwater, Oklahoma eingesetzt, um die Feuchte aus der Luft zu entziehen (<http://www.sciperio.com/watertech/water-from-air.asp>). Dabei zerfließt das Gemisch zu einer hoch konzentrierten Salzlösung, die dann mit einer Reversosmose-Filtration zu Trinkwasser aufbereitet wird. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 25% werden bei 20°C circa 6 l Trinkwasser am Tag gewonnen; der Energiebedarf dafür beträgt weniger als 150 Wh pro Liter. Eine weitere Reduktion des Energiebedarfs auf nur noch die Hälfte gelang der Firma NanoPore aus Albuquerque, New Mexico. Diese verwendet ein nanoporöses Material aus Siliziumdioxid. Liegt eine Spannung an Elektroden an, wird das dazwischen befindliche Material hydrophil und adsorbiert Wasser aus der Luft. Bei Abschaltung der Spannungen geht das Adsorptionsmaterial in den hydrophoben Zustand über und das aufgefangene Wasser wird wieder abgegeben (*United States Patent, 6,960,243*).

Aber auch die Natur zeigt interessante Wege, wie es an vielen Orten der Erde gehen könnte. Der so genannte Nebeltrinker-Käfer lebt in der Wüste von Namibia, ist schwarz gefärbt und hat auffällig lange Beine. Diese ermöglichen ihm einen großen Abstand vom heißen Sand. Aufgrund seiner Farbe wirkt er wie der bekannte „Schwarze Strahler“ und kann somit ein Maximum an Wärme in den Nachtstunden emittieren. Die Deckflügel haben kleine Noppen zur Vergrößerung der Oberfläche und in der Mitte eine Rinne. Der Käfer gewinnt Trinkwasser, indem er dieses aus den in die Wüste ziehenden Nebelschwaden an seinem Körper kondensiert.



Dazu balanciert er auf einem Dünenkamm mit dem Kopf nach unten gesenkt und streckt das Hinterteil nach oben zum Wind, einem Kopfstand gleichend. Der Nebel kondensiert in kleinen Tröpfchen und das Wasser fließt an der Rinne des Rückens direkt in den Mund. Eine Herausforderung und zugleich Vorbild für innovative Ingenieure – zumindest was die technische Umsetzung des physikalischen Prinzips betrifft.

Aber es sind weitere einfache Verfahren bereits in Anwendung. Große Netze sollen z.B. im trockenen Hochland Eritreas, in Gebieten von Mexiko, Honduras, Kenia, Namibia Wasser aus Nebel fangen. Der Nebel wird vom Wind durch das Netz „gedrückt“ und dabei lagern sich auf dem Gewebe kleinste Tröpfchen ab. Die Maschen haben bevorzugte geometrische Formen, so dass das kondensierende Wasser zu immer größeren Tropfen zusammenlaufen kann.



Diese fallen beispielsweise in Rohre am unteren Ende der Netze und werden von dort in Trinkwasser-Zisternen geleitet. Je nach Einsatzort lassen sich heute bereits pro Quadratmeter Netz zwischen 3 - 8 l Wasser gewinnen.

Seit dem Jahr 2007 hält man das Thema „Trinkwasser aus der Luft“ auch in Deutschland seitens der Industrie für „forschungsinteressant“. Im Rahmen eines vom BMBF mit ca. 500.000 € finanzierten Verbundprojekts wird an der Entwicklung innovativer textiler Werkstoffe zur Trinkwassergewinnung aus Nebel vom Deutschen Institut für Textil- und Faserforschung mit Partnern geforscht. Und bereits im Jahr 2004 beschäftigte sich die Fachhochschule Südwestfalen, ebenfalls im Rahmen eines BMBF-Projekts mit der Wassergewinnung durch Strahlungsaustausch. Wirft man einen Blick in die Patentdatenbanken, so ergibt sich bei einem Vergleich ab 1920 ein interessantes Bild: Die deutschen Anmeldungen beruhen auf ca. 80 Dokumenten, die Französischen liegen bei ca. 40 und die Britischen bei ca. 25. Es finden sich auch bereits 5 afrikanische Anmeldungen, aber die Dominanz der japanischen Anmeldungen mit 140 Schriften kann auch die USA mit 95 Schutzrechtsanmeldungen nicht brechen. Die Thematik ist demnach äußerst interessant und wird zukünftig sicherlich verstärkt ins Blickfeld der Öffentlichkeit und der Forschung rücken müssen, um bezahlbare Lösungen für die betroffenen Regionen auch seitens deutscher Firmen anbieten zu können.

Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Franz Bischof

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Amberg-Weiden
Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik/Patentingenieurwesen
Labor Angepasste Wassertechnologien
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
D-92224 Amberg
Email: f.bischof@fh-amberg-weiden.de