

Mikrobiologische Trinkwasserqualität im Lichte alter und neuer Untersuchungstechniken

Die gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungstechniken für den Nachweis von Mikroorganismen in Trinkwasser beruhen im Wesentlichen auf den vor mehr als 100 Jahren entwickelten Kulturverfahren. Als nachteilig werden lange Analysezeiten und für die Klärung mancher Fragestellungen zu geringe Sensitivität der Methoden angesehen. Neuerungen auf dem Gebiet der mikrobiologischen Analytik bieten eine Reihe von Möglichkeiten mit denen diesen Kritikpunkten begegnet werden kann. In der vorliegenden Arbeit wird auf zwei Beispiele näher eingegangen. In einem Fall handelt es sich um ein Alternativverfahren (Impedanztechnik) zur Bestimmung des mikrobiologischen Gütezustandes von Wasser, mit dem Analyseergebnisse rascher als mit der herkömmlichen Untersuchungstechnik erzielt werden können. Der andere Fall beschreibt die Bestimmung der Verkeimungsneigung von Trinkwasser, wodurch wesentlich umfassendere Aussagen als bisher möglich über die Wassergüte getroffen werden können.

Schlüsselworte: mikrobiologische Trinkwasserqualität, Koloniezahl, Nachverkeimung, biologische Stabilität, Impedanzmessung.

Österreichische Trinkwasserverordnung

Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Seine Qualität muss so beschaffen sein, dass eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit infolge Genuss oder Gebrauch auszuschließen ist. Wie Wasser jeglicher Art, ist auch Trinkwasser Lebensraum für eine unterschiedlich große Anzahl von unterschiedlichen Mikroorganismen. Deren Überleben

Assessment of Drinking Water Quality in the Past and Present

Current research techniques for detecting microorganisms in drinking water are largely based on culture methods developed more than 100 years ago. Long incubation times and the low sensitivity of these methods are an enormous disadvantage. New developments in the field of microbiological analytics of drinking water provide the opportunity for alternatives. This paper describes two examples. One case is an alternative method – the impedance technique for evaluating microbiological conditions of drinking water quicker than with conventional methods. The other case describes the assessment of regrowth, which is another valuable tool for evaluating the quality of drinking water.

Keywords: Microbial Quality of Drinking Water, Heterotrophic Plate Count, Regrowth, Biological Stability, Impedance Techniques

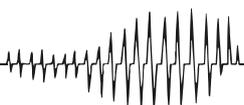
wird durch die im Wasser und die in den Leitungsnetzen stets vorhandenen organischen und anorganischen Nährstoffquellen gesichert. Für den menschlichen Genuss sind manche Mikroorganismen und manche Wasserinhaltsstoffe v.a. in höheren Konzentrationen unbedenklich bis gefährlich.

Laut Trinkwasserverordnung¹ gilt Trinkwasser dann als biologisch einwandfrei, wenn die in Tabelle 1 angeführten Kriterien erfüllt werden (siehe nächste Seite).

Als Robert Koch² 1883 am XI Deutschen Physikerkongress in Berlin eine Methode für den Nachweis von Mikroorganismen in Boden, Wasser und Luft vorstellte, bedeu-

¹ BGBl. II/304, 2001

² Arzt 1843-1910



Tab. 1: Mikrobiologische Parameter und Indikatorparameter sowie deren Werte gemäß Trinkwasserverordnung

Mikrobiologische Parameter für nicht desinfiziertes Wasser	
Parameter	Parameterwert (Anzahl/100ml)
Escherichia coli	0
coliforme Bakterien	0
Enterokokken	0
Pseudomonas aeriginosa	0
Clostridium perfringens	0
Mikrobiologische Parameter für desinfiziertes Wasser	
Parameter	Parameterwert (Anzahl/250ml)
Escherichia coli	0
coliforme Bakterien	0
Enterokokken	0
Pseudomonas aeriginosa	0
Clostridium perfringens	0
Mikrobiologische Indikatorparameter f. nicht desinfiziertes Wasser	
Indikatorparameter	Wert (Anzahl/ml)
Koloniebildende Einheiten (KBE) bei 22°C Bebrütungstemperatur	100
Koloniebildende Einheiten (KBE) bei 37°C Bebrütungstemperatur	20
Mikrobiologische Indikatorparameter für desinfiziertes Wasser	
Indikatorparameter	Wert (Anzahl/ml)
Koloniebildende Einheiten (KBE) bei 22°C Bebrütungstemperatur	10
Koloniebildende Einheiten (KBE) bei 37°C Bebrütungstemperatur	10

tete dies einen bahnbrechenden Schritt für die Gesundheitsvorsorge der Bevölkerung. Seit dieser Zeit zählen mikrobiologische Untersuchungen zu den integralen Bestandteilen der Gütekontrolle von Trinkwasser. Der Überzeugung, damit unverzichtbare, zweckdienliche Untersuchungstechniken zur Qualitätsbestimmung zur Verfügung zu haben, deren Sinnhaftigkeit bis heute erwiesen ist, stehen jedoch seit einiger Zeit Kritikpunkte gegenüber. Diese beziehen sich im Wesentlichen auf die Bereiche

- Verkürzung der Analysedauer
- Erhöhung der Aussagekraft des Untersuchungsergebnisses.

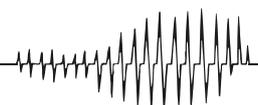
Während in Europa bis zu Beginn des 20.

Jahrhunderts das Trinkwasser bei der Übertragung von epidemischen Erkrankungen eine unheilvolle Rolle spielte, hat sich die Situation durch ein konsequentes Einhalten der auf Koch und Pettenkofer³ zurückzuführenden Sicherheitsstandards grundlegend geändert (Hübner 1996). Da nach heutiger Meinung die Wahrscheinlichkeit gering einzustufen ist, dass ein nach den Regeln der Technik gefördertes, aufbereitetes (desinfiziertes) und verteiltes Trinkwasser, dessen Qualität den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht, zu wasserbürtigen Erkrankungen führt, steht die Lösung anderer, bevorzugt betriebstechnischer Probleme im Vordergrund: Die langen Nachweiszeiten und die in manchen Fällen als zu wenig aussagekräftig empfundenen gesetzlich vorgeschriebenen mikrobiologischen Untersuchungsmethoden werden in einer Reihe von Situationen als nachteilig empfunden, wie z.B. bei der Prozess- (Aufbereitung, Desinfektion) und Betriebsoptimierung oder der Kontrolle von Bau- und Sanierungsmaßnahmen im Bereich des Verteilungsnetzes.

Besonders deutlich tritt dies im Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie in Erscheinung, deren Erfüllung für die Wasserversorgungsunternehmen, nicht zuletzt wegen der auf Kontinuität ausgelegten Sicherung des Qualitätszustandes, eine besondere Herausforderung darstellt. Ohne Kostenexplosionen zu verursachen muss ein Weg für ein zeitgemäßes Trinkwassergütemanagement unter Einhaltung der Forderung nach Produktqualität und Produktsicherheit gefunden werden (Zibuschka 2001).

Für den Nachweis von Mikroorganismen im Wasser stehen auf Grund umfangreicher methodischer Weiterentwicklungen und Neuerungen im Laufe der letzten Jahrzehnte eine Vielzahl von Analyseverfahren zur Verfügung. Dass diese neuen Untersuchungsmethoden für die vorgeschriebene

³ Hygieniker 1818-1901



Gütebeurteilung von Trinkwasser nicht herangezogen werden, ist auf die gesetzlichen Rahmenbedingungen der Trinkwasserverordnung zurückzuführen, die eine genaue Regelung hinsichtlich der anzuwendenden Untersuchungstechniken vorgibt. Daraus ergibt sich im Zusammenhang mit einer Methodenauswahl für eine umfassende, nachhaltige Beurteilung der Trinkwasserqualität ein „*immerwährender Kompromiss zwischen Tradition und Fortschritt*“ (Schulze 1996), wobei Tradition für Vergleichbarkeit und Justiziabilität steht, der Begriff Fortschritt hingegen den Wunsch nach längst fälligen Weiterentwicklungen ausdrückt.

Alternativmethoden zur Bestimmung der Trinkwassergüte

Als wichtigste mikrobiologische Hygieneparameter gelten die Bestimmung der Koloniezahl pro Milliliter und der Nachweis von *Escherichia coli* in 100 ml bzw. 250 ml als Fäkalindikator, ergänzt durch coliforme Bakterien und Enterokokken (Sacré 2003).

Da die herkömmlichen Standardverfahren großen Material-, Arbeits- und Zeitaufwand benötigen, ist der Bedarf nach neuen, automatisch arbeitenden Untersuchungsmethoden international ein aktuelles Anliegen. „*Rapid Detection for Rapid Decisions*“ stellt in diesem Zusammenhang nicht nur ein Schlagwort, sondern die zentrale Forderung eines nachhaltigen Trinkwassergütemanagements dar.

Die Entwicklungen auf dem Gebiet der mikrobiologischen Analytik bieten eine Reihe von Alternativen, deren Messtechnik auf unterschiedlichen Prinzipien (z.B. enzymatisch, molekularbiologisch, elektrochemisch) beruhen (Lüthi et al. 1994, Schulze 1996, Deiningner and Lee 2001, Farnleitner et al. 2001).

Für die Durchführung mikrobiologischer Untersuchungen gewinnen Impedanzmessun-

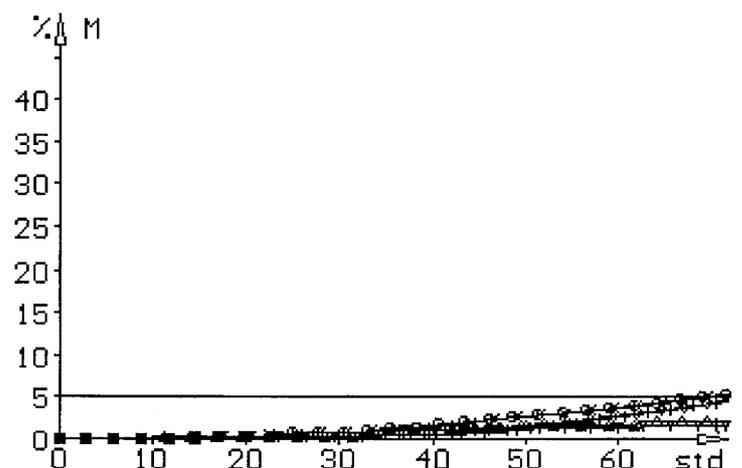
gen⁴ zunehmend an Bedeutung (Futschik und Pflutzner 1990, Zibuschka 1991, 1993 und 1996, Pless et al. 1994, Colquhoun et al. 1995, Silley and Forsythe 1996, Timms et al. 1996, Ramalho et al. 2001).

Im Laborbetrieb bieten sie gegenüber den herkömmlichen Kulturverfahren (Plattenguss, Membranfiltertechnik) den Vorteil einer rascheren Probenaufbereitung sowie einer automatischen Steuerung des Untersuchungsablaufes mit automatischer Datenauswertung und Datenspeicherung. Durch die Möglichkeit einer Verknüpfung der Daten mit Qualitätsmanagementprogrammen kann dem Wunsch nach einer zeitgemäßen, validierbaren Dokumentationstechnik entsprochen werden.

Die spezifische Messtechnik des Impedanzverfahrens hat dazu geführt, dass sie in weiten Bereichen der Gütekontrolle von Lebensmitteln (Milch und Milchprodukte, etc.) bereits in der Routinediagnostik verankert ist.

Nachfolgend ein Beispiel für die Praxistauglichkeit von Impedanzmessungen im Zusammenhang mit der Güteüberwachung von Trinkwasser. In Abbildung 1 sind die

Abb. 1: Impedanzmessung, Beispiel 1: gleichbleibend gute Wasserqualität



Gleichbleibend gute Wasserqualität an einer Entnahmestelle innerhalb eines Trinkwasserleitungsnetzes; Untersuchungszeitraum Februar bis Juli 2001

Quelle: eigene Untersuchungen

⁴ Elektrisches Messverfahren zum vollautomatischen Nachweis von Mikroorganismen

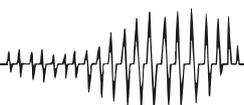
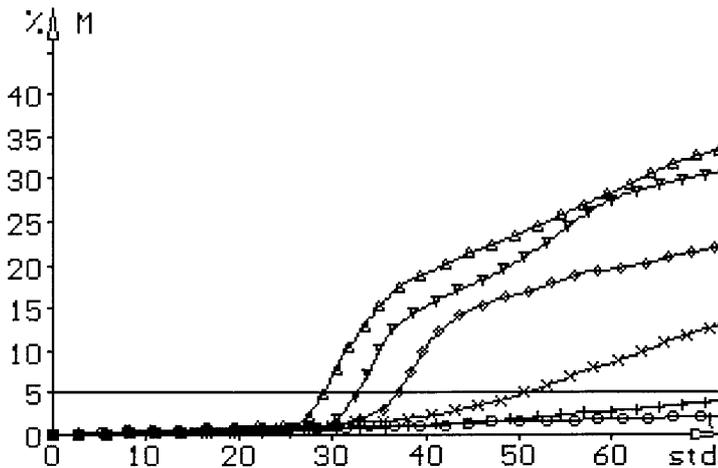


Abb. 2: Impedanzmessung, Beispiel 2: wechselnde Wasserqualität



Schwankende Wasserqualität an einer Entnahmestelle innerhalb eines Trinkwasserleitungsnetzes; Untersuchungszeitraum Februar bis Juli 2001

Quelle: eigene Untersuchungen

Ergebnisse von sechs Impedanzmessungen in einer gemeinsamen Grafik dargestellt. Die in monatlichen Abständen entnommenen Wasserproben stammen von einer ausgewählten Entnahmestelle innerhalb eines Trinkwasserleitungsnetzes. Zweck der Untersuchung war es festzustellen, ob die Qualität des Trinkwassers einen konstanten Wert aufweist, oder Schwankungen unterliegt. An Hand der dargestellten flachen Kurvenverläufe ist der über sechs Monate gleichbleibend gute Qualitätszustand des Trinkwassers erkennbar.

Im Gegensatz dazu zeigt die Abbildung 2 mit flachen und unterschiedlich steil ansteigenden Kurvenverläufen ein Beispiel für schwankende Trinkwasserqualität. Im gegenständlichen Fall wurde ebenfalls in monatlichen Abständen eine Probe aus einem Trinkwasserleitungsnetz gezogen und mittels Impedanztechnik untersucht. Der Vorteil der Impedanzmethodik gegenüber der herkömmlichen, kulturellen Untersuchungstechnik liegt darin, dass das Ergebnis wesentlich rascher vorliegt. Sobald die Kurve anzusteigen beginnt, ist das als Hinweis auf ein Qualitätsproblem zu werten und es müssen nicht die gesamten, für die Kolo-

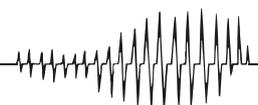
niezahlbestimmung vorgeschriebenen 72 Stunden abgewartet werden. Da bei der vollautomatisch ablaufenden Impedanztechnik die händische Auswertung und die Protokollierung des Untersuchungsergebnisses wegfallen, wird die Zeitersparnis augenscheinlich.

Bei mikrobiologischen Kontrollen im Trinkwasserbereich ist nach der EU-Trinkwasserrichtlinie im Zusammenhang mit der Koloniezahlbestimmung festzuhalten, ob es im Vergleich zu vorangegangenen Untersuchungen zu deutlichen Abweichungen gekommen ist. Da nach dieser Regelung bevorzugt darauf zu achten ist, ob seit der letzten Probenahme eine nennenswerte Veränderung des mikrobiologischen Gütezustandes aufgetreten ist, bieten sich Impedanzmessungen auf Grund ihrer computerunterstützten Datenauswertung als geeignetes Instrument für ein nachhaltiges Monitoring an, da auf rasche Weise viele Untersuchungsergebnisse miteinander verglichen werden können und auf Qualitätsprobleme rasch und effektiv reagiert werden kann.

Bestimmung der Verkeimungsneigung von Trinkwasser

Kommt es im Verlauf der Verteilung von Trinkwasser zu einer deutlich wahrnehmbaren Zunahme der Koloniezahl, obwohl der Wert an der Einspeisungsstelle in das Leitungsnetz den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht, wird von Nach- oder Wiederverkeimung gesprochen. Trinkwasser dieser Art werden als biologisch instabil bezeichnet. Ein Beispiel für ein zur Nachverkeimung neigendes Wasser ist in Abbildung 3 dargestellt, bei dem der Wert von 0 KBE/ml an der Einspeisungsstelle in das Leitungsnetz kontinuierlich bis zu einem Wert von 750 KBE/ml ansteigt.

In der Praxis der Gütekontrolle von Trink-



wasser wird unter Koloniezahl (KBE⁵/ml, 22°C) die Populationsdichte jener Keime verstanden, die unter hygienisch oder technisch kritischen Bedingungen in größerer Zahl auftreten. Bei der routinemäßigen Wasseranalyse werden solche Bedingungen durch den Einsatz von bestimmten Konzentrationen leicht abbaubarer Substrate (Standardmedium) simuliert. Da mit dieser Untersuchungstechnik jedoch nur ein Bruchteil der im Trinkwasser vorhandenen aeroben, heterotrophen Bakterienflora erfasst wird, besteht die Gefahr, sich anbahnende Qualitätseinbrüche nicht rechtzeitig zu erkennen und in weiterer Folge Abhilfemaßnahmen zu spät einzuleiten.

Durch eine Änderung der Zusammensetzung des Nährmediums besteht die Möglichkeit einen wesentlich größeren Prozentsatz der tatsächlich vorhandenen Keime in die Bewertung mit einzubeziehen (erweiterte Koloniezahl = KBE_{erw}). Als besonders geeignet erscheint dafür das seit längerer Zeit bekannte R2A-Medium (Reasoner and Geldreich 1985), dessen Praxistauglichkeit sich international zu bestätigen scheint (Gehlen et al. 2002, Lepeuple et al. 2002, Uhl und Schaule, 2002, van der Kooij 2002) und das damit zu einem wichtigen Instrumentarium für eine nachhaltige Gütekontrolle von Trinkwasser wird.

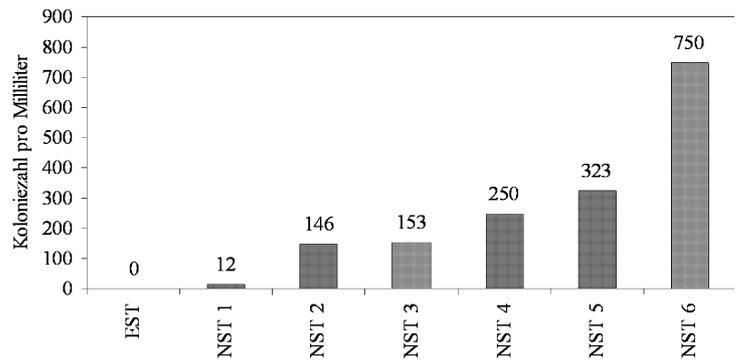
Tabelle 2 enthält eine Gegenüberstellung von Koloniezahlwerten von Trinkwasserpro-

Tab. 2: Koloniezahlbestimmung mit Hefextrakt-Medium (HEA) und R2A-Medium

Trinkwasser	KBE/ml	KBE _{erw} /ml
	HEA 22°C	R2A 27°C
Probe 1	0	1
Probe 2	3	7
Probe 3	3	110
Probe 4	6	260
Probe 5	9	950
Probe 6	12	340
Probe 7	27	102

Quelle: eigene Untersuchungen 1999

Abb. 3: Zunahme des Koloniezahlwertes im Trinkwasser im Verlauf der Verteilung im Leitungsnetz



EST = Einspeisungsstelle in das Leitungsnetz

NST = Netzstelle

Quelle: eigene Untersuchungen 2002

ben, die in einem parallelen Ansatz auf dem nach der Trinkwasserverordnung vorgeschriebenen Hefextrakt-Medium (ISO 6222) und dem R2A-Medium ermittelt wurde.

Aus den angeführten Daten ist die höhere Selektivität des R2A-Mediums erkennbar, wodurch Wässer mit sehr guter Qualität auf Grund der stets geringen Koloniezahl deutlich von jenen mit (latenten) Beeinträchtigungen unterschieden werden können. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Proben 3, 4, 5 und 6 gemäß Standarduntersuchung als einwandfrei, auf Grund der Ergebnisse mittels R2A-Medium jedoch als kritisch zu bewerten sind.

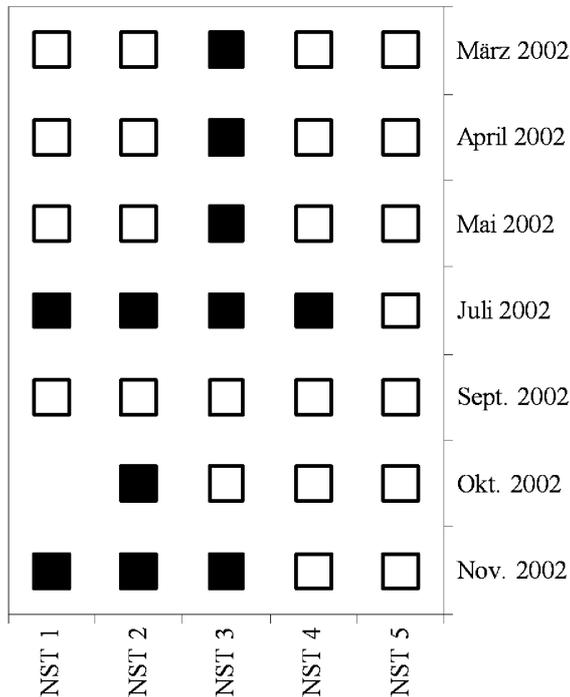
Weitergehende Aussagen über die mikrobiologische Güte von Trinkwasser können anhand der Ergebnisse von Aufkeimungsstandversuchen abgeleitet werden, bei denen ein Vergleich zwischen der Koloniezahl am Beginn und am Ende einer mehrtägigen Lagerung (Batch-Versuch) der entnommenen Wasserprobe vorgenommen wird. Mittels erreichter Koloniezahlen am Ende der Inkubation kann auf den Stabilitätszustand und damit auf den Grad der Verkeimungsneigung des betreffenden Trinkwassers geschlossen werden.

Die Abbildung 4 zeigt in Form einer konzeptionellen Grafik die Ergebnisse von Auf-

⁵ KBE = Koloniebildende Einheiten



Abb. 4: Nachweis der Verkeimungsneigung an ausgewählten Netzstellen innerhalb eines Trinkwasserverteilsystems anhand von Aufkeimungsstandversuchen



weiße Felder: keine Aufkeimung nachweisbar
 schwarze Felder: Aufkeimung nachweisbar
 Quelle: eigene Untersuchungen 2001

keimungsstandversuchen, die mit Wasserproben von ausgewählten Messstellen innerhalb eines Trinkwasserleitungsnetzes durchgeführt wurden. Das Ziel der Untersuchung bestand darin, festzustellen, ob das zu verteilende Trinkwasser generell zu

Kriterien für biologisch stabiles Trinkwasser

- der Gehalt des assimilierbaren organischen Kohlenstoff (AOC) darf den Wert von 10 µg ac-C eq/l nicht überschreiten.
- der Gehalt des biologisch abbaubaren Anteils des gelösten organischen Kohlenstoffs (BDOC) darf methodenabhängig nicht höher liegen als 0,15 mg C/l (Allgeier et al. 1996); 0,16 mg C/l (Servais et al. 1987) bzw. 0,20 mg C/l (Joret et al. 1988).
- bei der Bestimmung der Wiederverkeimungsneigung (WVN) muss eine Wachstumsrate <0,1/h und ein Vermehrungsfaktor <5 gemessen werden.

Verkeimungen neigt oder ob eine Aufkeimungstendenz nur an bestimmten Stellen im Verteilungssystem vorliegt. Wie der Abbildung 4 zu entnehmen ist, stellen die im Leitungsnetz aufgetretenen Verkeimungen kein generelles Problem dar, sondern weisen einen Orts- und Terminbezug auf. Als besonders kritisch (schwarze Felder) sind die Netzstellen 2 und 3, sowie die Monate Juli und November zu bewerten.

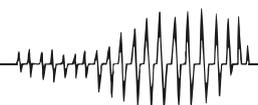
Der Problembereich Nachverkeimung wird wegen der damit verbundenen massiven Qualitätsbeeinträchtigungen als wichtiges Thema für die Trinkwasserversorgung angesehen.

Zur Abschätzung des Gefährdungspotenzials stehen neben der Bestimmung der erweiterten Koloniezahl und der Durchführung von Aufkeimungsstandversuchen nachgenannte Untersuchungsmethoden zur Verfügung:

- Bestimmung des assimilierbaren organischen Kohlenstoffs (van der Kooij 1990)
- Bestimmung des biologisch abbaubaren Anteils des gelösten organischen Kohlenstoffs (Servais et al. 1987, Joret et al. 1988; Allgeier et al. 1996)
- Bestimmung der Wiederverkeimungsneigung (Werner 1985)

Bei der Verteilung von biologisch stabilem Trinkwasser gelten Verkeimungen im Leitungsnetz dann als unwahrscheinlich, wenn zusätzlich folgende Kriterien eingehalten werden (Wricke et al. 1999, Uhl 2001):

- ausschließliche Verwendung von Materialien für den Rohr- und Behälterbau, die sich einem biologischen Abbau widersetzen und auch keine organischen Nährstoffe an das Wasser abgeben
- regelmäßige Wartung und große Sorgfalt bei der Durchführung von Bau- und Reparaturmaßnahmen
- Vermeidung von Temperaturerhöhungen und von langen Aufenthaltszeiten des Wassers im Verteilungsnetz



Zusammenfassung

Im Bereich der Trinkwasserversorgung zählt die Beurteilung von mikrobiellen Kontaminationen zu den Routinarbeiten. Die derzeit eingesetzten Untersuchungstechniken für den Nachweis von Mikroorganismen im Trinkwasser beruhen im Wesentlichen noch immer auf den vor mehr als 100 Jahren entwickelten Kulturverfahren mit dem bekannten Nachteil der langen Analysezeiten und der in vielen Fällen zu geringen Sensitivität. Während auf Grund des heutigen hohen Sicherheitsstandards in der Trinkwasserversorgung die Gefahr eines Ausbruchs von wasserbürtigen Erkrankungen weitgehend auszuschließen ist, ergeben sich überall dort Probleme, wo die in ihren Aussagen eingeschränkten, gesetzlich vorgeschriebenen mikrobiologischen Untersuchungsmethoden ein rasches und zielgerichtetes Handeln erschweren. Dass sich automatisierbare, zeitsparende oder sensitivere Nachweismethoden bisher nur zögerlich durchsetzen konnten, liegt darin, dass die konventionellen mikrobiologischen Analyseverfahren weltweit in den jeweiligen nationalen Standards (vgl. BGBl. II/304, 2001) festgeschrieben sind. Auf Grund dieser Regelung sind die Daten zwar vergleichbar und justiziabel, Fortschritte im Bereich des mikrobiologischen Gütemonitorings von Trinkwasser werden dadurch aber verzögert. Der Bedarf nach einer auf Kontinuität ausgelegten Sicherung der Trinkwasserqualität ergibt sich aus der Koppelung von hygienischen (gesundheitlichen), wirtschaftlichen und rechtlichen (Produkthaftung) Überlegungen. Untersuchungsprogramme sind so zu gestalten, dass sie auf eine gesamtheitliche Betrachtung des mikrobiologischen Geschehens ausgerichtet sind und dadurch eine längerfristig gültige Aussage über die Beschaffenheit des Trinkwassers ermöglichen. Die Entwicklungen auf dem Gebiet der mikrobiologischen Analytik bieten dafür eine Reihe von Möglichkeiten, mit denen die beiden

großen Ziele, Verkürzung der Analysezeit einerseits und Erhöhung der Aussagekraft andererseits, erreicht werden können.

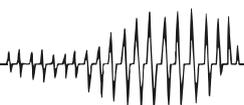
Franziska Zibuschka

Jg. 1946, Studium der Botanik und Zoologie in Wien. Leiterin des mikrobiologischen Labors der Abteilung Siedlungswasserbau, Industrierewirtschaft und Gewässerschutz, Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien

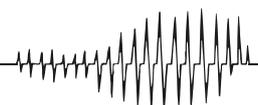
E-mail: franziska.zibuschka@boku.ac.at

Literatur

- Allgeier, S.C., Summers, S., Jacangelo, J., Hatcher, V.A., Moll, D., Hooper, S. Swertfeger, J., Green, R. (1996):** A simplified and rapid method for biodegradable dissolved organic carbon measurement. Am. Water Works Ass. Water Qual. Technol. Conf., Boston, MA, Nov.1996. Proceedings pp. 17-21
- BGBl. II/304 (2001):** Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Wien
- Colquhoun, K.O., Timms, S., Fricker, C.R. (1995):** Detection of *Escherichia coli* in potable water using direct impedance technology. Journal of Applied Bacteriology 79, pp. 635-639
- Deininger, R.A., Lee, J.Y. (2001):** Rapid Determination of Bacteria in Drinking Water Using an ATP Assay. Field Analytical Chemistry and Technology 5(4): pp. 185-189
- Farnleitner, A., Kirschner, A., Zechmeister, T., Kavka, A.G., Mach, R.L. (2001):** Untersuchungstechniken in der mikrobiologischen Analyse von Wasser und Gewässern, Status Quo und Perspektiven. Schriftenreihe des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Heft 150, S. 125-154
- Futschik, K., Pfützner, H. (1990):** Impedanzmessung zur Keimbestimmung in Milch und Milchprodukten. 17. Fachseminar für Laborpersonal, Wolfpassing
- Gehlen, I.J., Carver, M., Macquarrie, D.J. (2002):** Addressing Heterotrophic Bacteria Regrowth in the City of Coquitlam Water Distribution System. Paper presented at the NSF International/WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 479-500
- Hübner, I. (Hg.) (1996):** Aktuelle Aspekte der Trinkwasserhygiene, Fortgeschrittene biochemische Nachweismethoden. 7. ESWE-Forum, Wiesbaden
- Joret, J.C., Levi, Y., Dupin, T., Gilbert, M. (1988):** Rapid method for estimating bioeliminable organic carbon in water. Am. Water Works Assoc. Annual Conf., Denver, Proceedings pp. 1715-1725



- Lepeuple, A. S., Giloupe, S., Pierlot, E., Roubin, M.R. (2002):** Rapid and Automated Detection of Fluorescent Total Bacteria in Watersamples. Paper presented at the NSF International/WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 335-342
- Lühti, T.; Bühler, H.P., Spühler, A. (1994):** Methodenvergleich zur mikrobiologischen Beurteilung von Trinkwasser, Modifizierter Einsatz des 3M-Petrifilm-Systems *Escherichia coli* verglichen mit der offiziellen Analyse-methode für Trinkwasser nach Schweizerischem Lebensmittelbuch. Sonderdruck Nr. 1319 aus gwa 3-94 des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasser-faches, Zürich
- Pless, P.; Futschik, K., Schopf, E. (1994):** Rapid Detection of Salmonellae by Means of a New Impedance-Splitting-Method. *Journal of Food Protection*, Vol. 57
- Ramalho, R.; Cunha, J.; Teixeira, P., Gibbs; A. (2001):** Improved methods for the enumeration of heterotrophic bacteria in bottled mineral waters. *Journal of Microbiological Methods* 44, pp. 97-103
- Reasoner, D.J., Geldreich, E.E. (1985):** A new medium for the enumeration and sub-culture of bacteria from potable water. *Appl. Environ. Microbiol.* 49, pp. 1-7
- Sacré, C. (2003):** Welche Rolle spielen Beurteilungsparameter in der modernen Hygiene aus Sicht des öffentlichen Gesundheitsdienstes? Vortrag am 2. WaBoLu-Symposium „Hygiene und Mikrobiologie – unter besonderer Berücksichtigung der Wasserversorgung“, 10. April 2003, Berlin (persönliche Mitteilung)
- Schulze, E. (Hg.) (1996):** Methoden der biologischen Wasseruntersuchung 1: Hygienisch-mikrobiologische Wasseruntersuchungen. Gustav Fischer Verlag, Jena
- Servais, P., Billen, G., Hascoet, M.C. (1987):** Determination of the biodegradable fraction of dissolved organic matter in waters. *Water Res.* 21/4, pp. 445-450
- Silley, P., Forsythe, S. (1996):** Impedance microbiology – a rapid change for microbiologists. *Journal of Applied Bacteriology* 80, pp. 233-243
- Timms, S., Colquhoun, K.O., Fricker, C.R. (1996):** Detection of *Escherichia coli* in potable water using direct impedace technology. *Journal of Applied Bacteriology* 26
- Uhl, W. (2000):** Wiederverkeimung von Trinkwasser, Teil 1. Grundlagen und Methoden zur Bestimmung der Verkeimungsneigung. *bbr Wasser, Kanal- und Rohrleitungs-bau* 51, S. 30-35
- Uhl, W. (2001):** Wiederverkeimung von Trinkwasser, Teil 2, Der Einfluss von Aufbereitungsverfahren und die Sicherheit und Kontrolle der Wasserqualität, *bbr Wasser, Kanal- und Rohrleitungs-bau* 52/1, S. 38-42
- Uhl, W., Schaule, G (2002):** Establishment of HPC (R2A) for regrowth-control in non-chlorinated distributed systems. Paper presented at the NSF International /WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 161-170
- van der Kooij, D. (1990):** Assimilable organic carbon (AOC) in drinking water. In: McFeters G.A. (ed.): *Drinking water microbiology*. Springer Verlag, New York, pp. 57-87
- van der Kooij, D. (2002):** Managing Regrowth in drinking Water Distribution Systems. Paper, presented at the NSF International/WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 449-478
- Werner, P. (1985):** Eine Methode zur Bestimmung der Verkeimungsneigung von Trinkwasser. *Vom Wasser* 65, S. 257-270
- Wricke, B., Petzoldt, H., Krüger, M. (1999):** Güteveränderungen in einem Fernleitungssystem – Erste Ergebnisse eines Untersuchungsprogrammes der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH und des DVGW-TZW. Schriftenreihe des DVGW-Technologie-zentrums Wasser (TZW), Band 8, Karlsruhe, S. 129-146
- Zibuschka, F. (1991):** Begleitende mikrobiologische Untersuchungen in der NÖSIWAG-Pilotanlage, Bisamberg. *Österreichische Wasserwirtschaft* 43, S. 198-202
- Zibuschka, F. (1993):** Ein neues Verfahren zur Feststellung der Wassergüte. *Gas- Wasserwirtschaft* 47, S. 243-248
- Zibuschka, F. (1996):** Untersuchungen über die Verkeimungsneigung von Trinkwasser. Studie im Auftrag der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasser-fach. Wien
- Zibuschka, F. (2001):** Bedeutung der Mikrobiologie für das Wasserfach. Schriftenreihe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Heft 150, S. 7-17



Kritische Anmerkungen zur Wasserversorgung und Siedlungshygiene in Entwicklungsländern

Seit der „Rio Konferenz“¹ 1992 ist weltweit klar, dass eine lebenswerte Zukunft der Menschen von der Erhaltung und dem Schutz der natürlichen Umwelt abhängt. Zum ersten Mal war die Diskussion über umweltverträgliche Entwicklung nicht auf einen kleinen Kreis von Experten und Regierungsmitgliedern beschränkt. Im Gegenteil, die entscheidenden Impulse kamen aus der Mitte der Gesellschaft und stellten sicher, dass der eingeleitete Prozess nicht mehr umkehrbar ist. Auf dem Weltgipfel zur nachhaltigen Entwicklung in Johannesburg im August 2002 bekräftigten 10 Jahre später 191 Staaten die Bedeutung der in Rio entwickelten Agenda 21 und ihre Umsetzung auf lokaler Ebene.

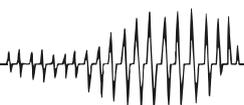
Weltweit haben ca. 2 Mrd. Menschen derzeit keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Deshalb sind auch Ihre Möglichkeiten den Lebensstandard zu verbessern stark eingeschränkt. Der Water Poverty Index² zeigt einen engen Zusammenhang zwischen Bruttosozialprodukt und Verfügbarkeit von Wasser. Die Länder der Welt am unteren Ende einer Skala, die Wasserverfügbarkeit, -verbrauch und Umwelteinflüsse bewertet, sind auch gleichzeitig die ärmsten. Die Beziehung zwischen Armut und Wasser ist äußerst komplex und wird von meteorologischen und hydrologischen Gegebenheiten, die die Wasserverfügbarkeit limitieren, und von vielen sozialen, ökonomischen und institutionellen Faktoren beeinflusst. Wasser ist eine wertvolle Naturressource, die vorsichtig und verantwortungsvoll behandelt und verwaltet werden muss.

Das Ziel betreffend Trinkwasserversorgung wurde bereits beim Millenniumgipfel der Vereinten Nationen vom September 2000 und bei der Internationalen Konferenz on Freshwater in Bonn 2001 klar definiert: Bis zum Jahr 2015 soll die Zahl der Menschen, die keinen Zugang zu sauberem Wasser haben, halbiert werden. Beim Weltgipfel in Johannesburg 2002 wurde darüber hinaus das Ziel festgesetzt, die Zahl der Menschen, die keine sanitäre Versorgung haben, bis 2015 zu halbieren. Im sogenannten CSD Prozess (Commission on Sustainable Development) sollen in weiterer Folge die Fortschritte bezüglich der Erreichung dieser Millennium Development Goals überprüft werden.

Aber auch diese weltweiten Ziele sollten bezüglich einer nachhaltigen Entwicklung in den Partnerländern überprüft und ihre Wirkungen hinterfragt werden. Grundsätzlich kann natürlich diesen Zielen nur zugestimmt werden, und es ist eher bedrückend festzustellen, dass in einer Welt, in der seit 10 Jahren die Globalisierung permanent und in allen Wirtschaftsbereichen zur Diskussion steht, diese Grundlagen eines menschenwürdigen Lebens für den größten Teil der Weltbevölkerung in Konferenzen extra eingefordert werden müssen (und im geplanten Zeitraum vermutlich bei weitem nicht erreicht werden). Darüber hinaus ist aber auch zu befürchten, dass durch die Reduktion der Zielsetzung auf zwei technische Parameter (die Anschlusszahlen für

¹ UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung 3.-14.6.1992 in Rio de Janeiro

² <http://www.nwl.ac.uk/research/WPI/images/wpifleafleta4.pdf>



Wasserversorgung und die für Abwasserentsorgung) die Maßnahmen wiederum – so wie in der gescheiterten Wasserdekade³ der 1980er-Jahre – nur in den Ballungsräumen der Entwicklungsländer gesetzt werden. Zum einen, weil natürlich in den Bereichen mit hoher Bevölkerungsdichte die spezifischen Anschlusskosten wesentlich geringer sind als in den ländlichen Bereichen, zum anderen weil in den Randzonen der großen Metropolen die Armut politisch relevant ist.

Durch diesen technischen Ansatz, werden auch die inneren und äußeren Widersprüche und Zielkonflikte der Siedlungswasserwirtschaft nicht erkannt und behandelt. Betrachtet man die Grundziele der Wasserversorgung – Wasser für alle in einer Region, Schutz der Wasserressourcen, Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Wirtschaftlichkeit, so werden schon darin schwer lösbare Widersprüche erkennbar.

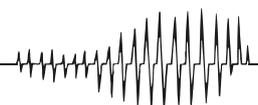
Die Interessenswidersprüche zwischen der Wassernutzung im Agrarbereich (insbesondere in der industriellen Landwirtschaft) und der Trinkwasserversorgung sind besonders gravierend. Die landwirtschaftliche Wasserversorgung – die ja in weiten Bereichen bis über 80 %⁴ des regional vorhandenen Wassers verbraucht und die Ressource mit Agrochemikalien zusätzlich schwer belastet, hat eine sehr starke Lobby, was von der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung nicht gesagt werden kann. Der Konflikt spielt sich dabei unter sehr ungleichen Partnern ab: auf der einen Seite eine hoch organisierte, gewinn-orientierte industrielle Landwirtschaft, die auch mit dem internationalen Handel in Verbindung steht; auf der anderen Seite die öffentliche Wasserversorgung der Kommunen, die keinerlei Gewinn verspricht, aber für die Bewohner von existenzieller Bedeutung ist.

Ein anderer immanenter Konflikt liegt im regionalen Interessenswiderspruch der Ressourcen Nutzung der großen Ballungsräume. Die Städte wachsen extrem schnell und unkoordiniert, verbrauchen die natürlichen Ressourcen des Umlandes und geben die Abfälle in flüssiger und fester Form an die Region wieder zurück Sie zerstören so die für sie selber notwendigen Lebensgrundlagen und die ihrer Unterlieger. Hier bedarf es einer wirklichen Bewirtschaftung und eines systemischen Ansatzes, der nicht ein-dimensional auf ökonomische Interessen konzentriert ist, damit das vielzitierte Wort der „integralen Wasserwirtschaft“ nicht zur leeren Hülse wird.

Stellt sich die Frage warum sich in den letzten Jahren die Situation der Wasserversorgung und Siedlungshygiene so wenig entwickelt bzw. so sehr verschlechtert hat. Nach der Wasserdekade in den 1980er-Jahren war man sich bewusst, dass diese Leistungen nicht nur ein technisches Problem darstellen. Alle – Regierungen, Verwaltungsapparate auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene so wie die zivile Gesellschaft sind nicht nur zur Errichtung der Wasser-Infrastruktur, sondern zu zahlreichen darüber hinaus gehenden Maßnahmen gefordert: der Bedarf ist zu definieren, der Betrieb langfristig zu erhalten; die Systeme sind an die sich verändernden Notwendigkeiten anzupassen, das Dargebot zu kontrollieren und zu schützen. Um das schneller und möglichst effizient und ökonomisch zu erreichen, setzten die großen multilateralen und bilateralen Geldgeber in den 1990er-Jahren auf die Privatwirt-

³ Unter dem Motto "Wasser für alle" 1977 auf der UN-Konferenz in Mar del Plata ausgerufen.

⁴ Siehe die Tabelle „Wasserverbrauch ausgewählter Länder nach Schätzungen der FAO für 2000“ im Glossar dieses Heftes.



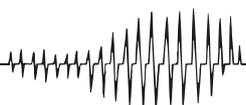
schaft und stoppten weitgehend die Förderung der öffentlichen Hand in den Entwicklungsländern. Das Ergebnis dieser Dekade ist ernüchternd und hat sogar in der Weltbank in den letzten zwei Jahren zu einem vollkommenen Umdenken geführt mit der Erkenntnis, dass zur Erreichung der von der UNO entwickelten Millennium Development Goals (MDG) wesentlich mehr im öffentlichen Sektor investiert werden muss als bisher.

Die österreichische Entwicklungszusammenarbeit (EZA) ist grundsätzlich für die Einbindung des privaten Marktes in alle Interventionen. Es stellt sich jedoch in der Wasserversorgung und Siedlungshygiene – die als Daseinsvorsorge einen wesentlich höheren Stellenwert als andere Versorgungsformen hat – die Frage, ob dafür überhaupt ein Markt möglich ist und wenn ja für welche Komponenten.⁵ Die Gefahr von Monopolbildungen und von stark überhöhten Gewinnerwartungen wird auch in Europa bereits erkannt und ist in Entwicklungsländern noch wesentlich größer, da die KonsumentInnen wegen der schwachen Institutionen und der schlechten Integration der dezentralen Regionen weniger Möglichkeiten haben ihre Rechte einzufordern. Die Voraussetzungen und Möglichkeiten für eine Entwicklung des Wassersektors müssen also in jedem einzelnen Fall genau geprüft und geplant werden, wobei die Einbindung aller Beteiligten, insbesondere der KonsumentInnen durch geeignete Organisationsformen und entsprechend der lokalen Agenda 2000 zu beachten ist. Die Grenzen der Privatisierung sind derzeit in vielen Fällen bereits erkennbar, da z.B. internationale Konzerne nur mehr bereit sind in gewinnversprechende Versorgungssysteme großer Städte zu investieren. Die österreichische EZA ist auf allen Ebenen lokal, regional und national in den Partnerländern in diese Diskussion eingebunden und fördert die Stärkung von eigenständigen und effizienten kommunalen Versorgungsformen unter Einbindung des privaten Sektors.

In der internationalen Diskussion wird immer von Abwasserbeseitigung bzw. -reinigung gesprochen. In weiten Regionen, insbesondere dort wo die besonders arme Bevölkerung betroffen ist, gibt es kein Abwasser im europäischen Sinn für eine Kanalisation und ihre so genannte Beseitigung (die außerdem unmöglich ist!). Aber gerade in diesem Bereich, der bei den Millennium Development Goals besonders angemerkt ist, müssen flächendeckend brauchbare siedlungshygienische Konzepte (sanitary strategies, Eco-Sanitation strategies) entwickelt werden. Das braucht natürlich viel Zeit und wenig Geld und ist in Europa nicht Stand der Technik – aus ökonomischer Sicht der Geldgeber unangenehm und deshalb nicht sehr beliebt.

In der Wasserversorgung werden bei Geberländern besonders auch die Leistungen der Katastrophenvorsorge im Bereich der Wasserversorgung und Siedlungshygiene angemerkt. Dieser Punkt sollte noch wesentlich deutlicher herausgearbeitet werden, und zwar im Sinn der jetzt zu Ende gegangenen „UN Decade of disaster prevention“. Gerade in Österreich ist da noch viel Bewusstseinsarbeit notwendig, da hierzulande noch am längst vergangenen Ansatz der Katastrophenhilfe festgehalten wird: D.h., man wartet bis irgendwo eine Katastrophe (ein Naturereignis das großen Schaden anrichtet) eintritt, fängt dann mit den Vorbereitungen eines meist unbrauchba-

⁵ Siehe auch W. Lauber „Privatisierung der Siedlungswasserwirtschaft – internationale Entwicklungen“ in diesem Heft.



ren, weil zu schwerfälligen Instrumentariums an, das Bundesheer wartet dann noch auf den Ministerratsbeschluss und kommt letztendlich wesentlich zu spät (z.B. bei der Flutkatastrophe in Mosambik 2000). Diese Vorgangsweise ist nicht nur recht wenig effektiv, sondern im entwicklungspolitischen Sinn auch kontraproduktiv. Sie verhindert jede Eigenvorsorge und Selbstverantwortung der Regierungen der betroffenen Länder und fördert durch den massiven Geldstrom unter unkoordinierten Bedingungen die Korruption. Im Gegensatz dazu hat sich international herumgesprochen, dass Naturereignisse weitgehend vorhersehbar sind, dass eine regionale Katastrophen Vorsorge die Empfindlichkeit der Bevölkerung gegenüber diesen Ereignissen wesentlich vermindern, so wie die Entwicklung einer Region stabilisieren kann und darüber hinaus wesentlich billiger kommt als externe Hilfestellung nach Katastrophen. Es ist allerdings viel plakativer Geld für spektakuläre Hilfsaktionen auszugeben, als für Katastrophen, die nicht stattfinden.⁶

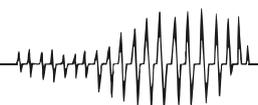
Helmut Jung

Konsulent für den Wassersektor,

Österreichische Entwicklungszusammenarbeit im Außenministerium

E-mail: helmut.jung@boku.ac.at

⁶ Kofi Annan, 1999. „Secretary-General to Decade for Natural Disaster Reduction“, Press Release SG/SM/7060 – 19990706; <http://www.reliefweb.int/w/rwb.nsf/0/c75de1d76f597112c12567a70043744e?OpenDocument>



Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Wassernutzung

Der Begriff der Nachhaltigkeit kommt im deutschen Sprachraum aus dem Bereich der Forstwirtschaft und hat zum Ziel den Wald so zu bewirtschaften, dass sein Bestand langfristig erhalten bleibt. In der Wasserwirtschaft geht es darum eine begrenzte aber erneuerbare Ressource, also den Kreislauf des Süßwassers, so zu nutzen, dass heute und für die nächsten Generationen alle lebenswichtigen Funktionen des Wassers für Mensch und Umwelt sichergestellt werden. Es ist die Aufgabe der Politik, die dafür notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen und laufend an die aktuellen Herausforderungen und den Wissensstand über die Zusammenhänge anzupassen. Der Fortschritt in der wissenschaftlichen Erkenntnis und die Änderungen in der Werthaltung der Gesellschaft müssen ihren Niederschlag in Gesetzeswerken finden, über welche Handlungsregeln, Aufgabenerfüllung und Verantwortlichkeit allgemein verbindlich geregelt werden. In diesem Zusammenhang spielt auch unser technisches Können eine ganz wichtige Rolle. Für Europa maßgebend ist in diesem Zusammenhang die Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), die weltweit einen Meilenstein des Gewässerschutzes und der Wassergütewirtschaft darstellt. Ihre Umsetzung in das österreichische Wasserrecht ist derzeit im Gange (WRG Novelle 2003).

Schlüsselworte: Wassergütewirtschaft, Gewässerschutz, rechtliche und institutionelle Aspekte

Nachhaltigkeit der Wassernutzung

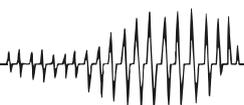
Die Entwicklung der belebten Natur inklusive der Menschheit ist untrennbar mit Wasser verbunden. Wasser kann daher als „primäres Lebensmittel“ bezeichnet werden. Daraus kann man ableiten, dass der Mensch ein Recht auf Nutzung des Wassers haben muss. Implizit ergibt sich daraus,

Framework Conditions for a Sustainable Use of Water

Sustainability was first used in the German language in the forestry sector and was related to the goal of maintaining existing forests in good condition over generations. Sustainable management of freshwater, which is a limited but renewable resource, aims at securing the multiple functions of water for humans and nature over generations. Policy has the task to create and continuously adapt a general framework to actual needs, knowledge and experience. Scientific progress and the continuous change in the ranking of values in society have to be translated into a binding legal and institutional framework that defines responsibilities and tasks. The available technology also plays an important role. The European Union has issued a new Water Framework Directive (2000/60/EC), representing a milestone in international water quality management legislation. This directive is currently being transferred into the Austrian Water Act (Water Act Amendment 2003).

Keywords: Water Quality Management, Water Protection, Legal and Institutional Aspects

dass dieses Recht daran zu binden ist, Verantwortung auch gegenüber den anderen „Nutzern“ des Wassers zu übernehmen, weil nur so gleichzeitig auch das eigene Überleben gesichert werden kann. Wasser erfüllt sehr viele Funktionen und es gibt zahlreiche Nutzungen von Wasser, aus denen sich auch Konflikte ergeben können. Um diese zu lösen oder zu vermeiden müssen Rahmenbedingungen und Verfahrensvorschriften erarbeitet werden. Dabei sind Mengen- und Qualitätsaspekte zu berücksichtigen, die in der Regel eng miteinander verbunden sind. Historisch gesehen wurde der Begriff Wasserwirtschaft zuerst über-



wiegend mit der Regelung der Wassermengenverteilung bzw. dem Schutz vor Hochwasser verknüpft, erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat sich die Wassergütewirtschaft entwickelt, die die Inhaltsstoffe von Wasser und Abwasser und deren Auswirkungen auf Nutzbarkeit und Gewässerschutz zum zentralen Anliegen gemacht hat.

Eine nachhaltige¹ Wasserwirtschaft braucht Rahmenbedingungen, die einerseits langfristig die Verfügbarkeit von Wasser in ausreichender Menge und Güte für Mensch und Umwelt sichern und andererseits Veränderungen zulassen. Diese sind zufolge der Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft in der Geschichte erforderlich und/oder werden durch Änderungen der klimatischen Bedingungen erzwungen. Aufgrund der engen Beziehungen zwischen den lokalen geographischen, wirtschaftlichen und klimatischen Bedingungen und der Wasserwirtschaft gibt es nur wenige Randbedingungen, die weltweit anwendbar sind. Die Anpassung an die örtlichen und historisch bedingten Gegebenheiten erfordert eine gewisse Flexibilität.

Das weltweit größte Problem der Wasserwirtschaft besteht derzeit in einem großen Mangel an gutem Wassermanagement. In vielen Regionen der Erde ist nicht die mangelnde Verfügbarkeit von Wasser das primäre Problem sondern das Fehlen eines nachhaltigen und an die örtlichen Bedingungen angepassten Umganges mit Wasser, bei dem Nutzung und Schutz der Ressource Wasser eng miteinander verknüpft werden müssen. Die Probleme werden speziell in vielen Entwicklungsländern dadurch verschärft, dass mit sinkender Verfügbarkeit von Wasser² das Management wesentlich mehr Wissen und Erfahrung braucht und die Konflikte um die Nutzung der begrenzten Ressource stark zunehmen.

Naturwissenschaftliche Grundlagen der Wasser(güte)wirtschaft

In dem von der Sonne angetriebenen Kreislauf des Süßwassers (Abbildung 1) finden wichtige natürliche und anthropogene Stofftransport- und Umwandlungsvorgänge statt. Bei der Verdunstung von Wasser von den Wasserflächen (Evaporation) und über die Pflanzen vom Land (Evapotranspiration) entsteht reiner unsichtbarer Wasserdampf. Dieser Destillationsschritt stellt den wichtigsten natürlichen Reinigungsschritt im Wasserkreislauf dar, weil z.B. die Abtrennung der Salze erfolgt, die im Wasser verbleiben und letztlich in die Meere gelangen. Erst durch die Kondensation entstehen winzige Wassertröpfchen, die wir als Wolken am Himmel erkennen. Im Moment der Tröpfchenbildung nimmt das Wasser alle Stoffe aus seiner Umgebung auf. So enthält der Niederschlag alle Bestandteile der Luft, sowohl die Gase (natürliche und vom Menschen verursachte) als auch die Feststoffe (Staub, Luftplankton). Wenn das Niederschlagswasser auf den Boden trifft und versickert oder abfließt, nimmt es alle Stoffe des Bodens auf, meist in sehr geringen Konzentrationen. Dennoch kann man feststellen, dass das Wasser erst durch die Anreicherung mit einer großen Vielzahl von Stoffen zum Lebensspender für die gesamte Biozönose der Erde wird. Reinstes Wasser ohne Inhaltsstoffe hat diese Eigenschaft nicht. Durch viele der menschlichen Aktivitäten werden Stoffströme (etwa von NO_x , SO_x , CKW, etc.) entweder direkt oder indirekt über Luft und Boden mit dem Wasser in Kontakt gebracht und teilweise von ihm aufgenommen. Dadurch werden Veränderungen in der Umwelt verursacht, die zumindest teilweise negative Wirkungen für Menschen und ihre Umwelt haben. Jedenfalls ist die Grenze zwischen dem ne-

¹ Nach der Definition des sog. Bruntlan-Berichtes: „...development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“ (WCED 1987)

² Gemeint ist hier immer Süßwasser

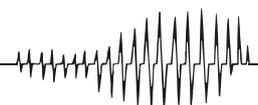
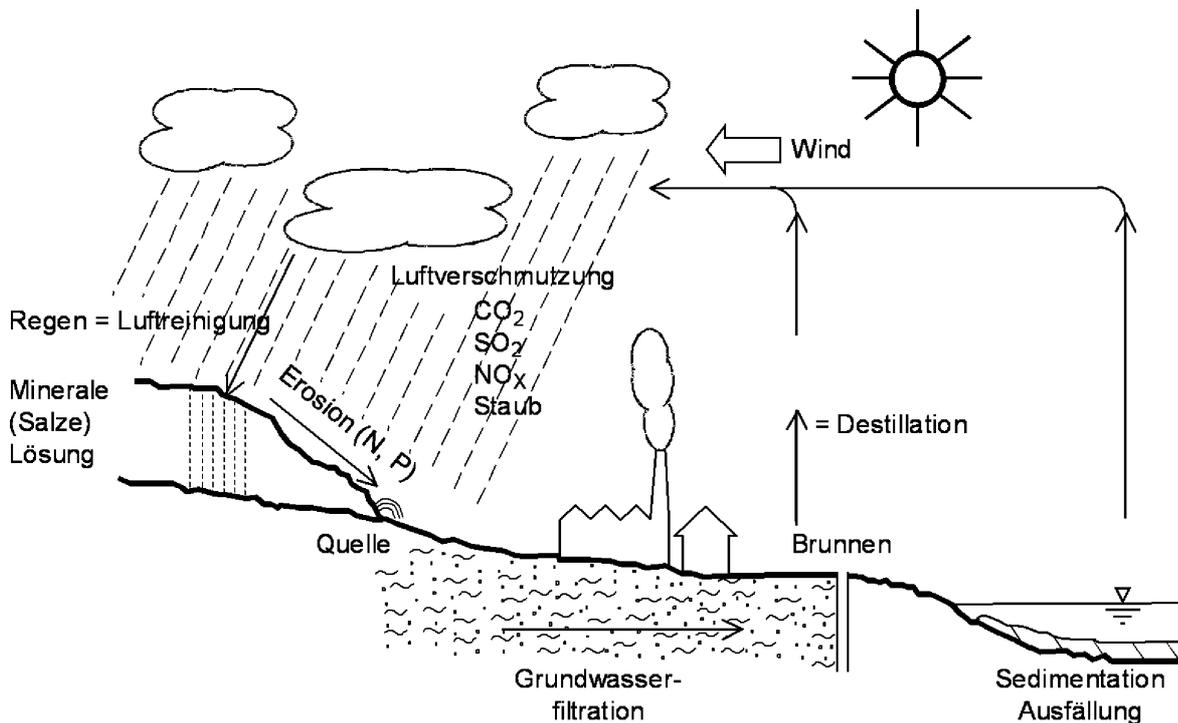


Abb. 1: Schematische Darstellung des Wasserkreislaufes in Hinblick auf die Inhaltsstoffe des Wassers und die natürlichen „Reinigungsprozesse“ (Wassergütekreislauf)



gativ besetzten Begriff Verschmutzung und der notwendigen Anreicherung des Wassers mit lebenswichtigen Stoffen im Wasser nicht scharf. Es muss auch ganz klar unterschieden werden zwischen dem Begriff Veränderung, der einen objektiven Tatbestand charakterisiert und dem Begriff Beeinträchtigung, der eine negative Bewertung einer Veränderung ausdrückt.

Wasser ist ein ideales Lösemittel für viele Stoffe, die über diesen Weg in die Gewässer und schließlich in die Meere gelangen. Sie unterliegen auf den Transportwegen verschiedenen physikalischen, chemischen und biochemischen Veränderungen. Nach dem ersten Hauptsatz der Wärmelehre³ können Masse (der chem. Elemente) und Energie nicht „verloren“ gehen (Masse- und Energieerhaltungssatz). Der Erhaltungssatz gilt nicht für chemische Verbindungen (Spezies), die auch in der Umwelt vielfältige Veränderungen erfahren.

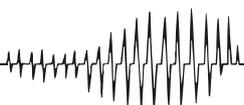
dungen (Spezies), die auch in der Umwelt vielfältige Veränderungen erfahren.

Die technische Gewinnung „sauberer“ Rohstoffe benötigt umso mehr Energie, in je geringerer Konzentration sie vorliegen. So braucht z.B. die Gewinnung von Metallen aus hochwertigen Erzen viel weniger Energie als ihre Rückgewinnung aus Hausmüll, wo sie in sehr geringen Konzentrationen vorliegen. Also nicht Stoffe und Energie gehen durch ihre Verwendung „verloren“ sondern ihre wirtschaftliche Nutzbarkeit. Die quantitative Beschreibung des „Verlustes“ an wertvollen Rohstoffen über Abwasser, Abfall und Abluft ist im zweiten Hauptsatz⁴ der Wärmelehre enthalten (Entropiesatz).

Für lebendige Systeme, in denen Ordnung aufgebaut wird, muss allerdings auch berücksichtigt werden, dass viele der poten-

³ 1. Hauptsatz der Thermodynamik: In einem abgeschlossenen System (kein Energieaustausch mit der Umgebung) bleibt die innere Energie E erhalten. (<http://saftack.fs.uni-bayreuth.de/thermo/hauptsatze.html>; 07.10.03)

⁴ 2. Hauptsatz der Thermodynamik: Es gibt eine extensive Zustandsgröße genannt Entropie, die bei allen in einem abgeschlossenen System ablaufenden Prozessen nicht abnehmen kann. (<http://saftack.fs.uni-bayreuth.de/thermo/hauptsatze.html>; 07.10.03)



ziellen Schadstoffe (z.B. viele Schwermetalle) in ganz geringen Konzentrationen zu „Wertstoffen“ für Organismen werden. Sie werden dann als Spurenelemente bezeichnet. Sie sind für die Entfaltung der Natur ganz wichtig. Viele der potenziellen organischen Schadstoffe (natürliche wie anthropogene) werden durch Verdünnung, physikalische, chemische und biochemische Umwandlungsprozesse in der Umwelt unschädlich gemacht. Die Grenze zwischen Schadstoff und Wertstoff ist für die Entfaltung von Organismen nicht einfach zu bestimmen. Jedenfalls muss man den „Verlust“ von Rohstoffen durch Verdünnung in Abfall und Abwasser hinsichtlich der technisch-wirtschaftlichen Nutzbarkeit durch den Menschen anders bewerten, als hinsichtlich der Auswirkungen auf natürliche Ökosysteme.

Natürliche Ökosysteme sind prinzipiell stark von den lokal verfügbaren geologischen Ressourcen (Bodenzusammensetzung) und den lokalen klimatischen Bedingungen geprägt, aber auch die zwei großen globalen Transportmittel Wasser und Luft beeinflussen ihre Entwicklung. Wasser und Luft bewirken eine natürliche globale Vernetzung über Stoff- und Informationstransfer. Der Mensch mit seiner kulturellen und technischen Entfaltung ist in dieses System eingebunden. So kann z.B. der erstmalige großtechnische Einsatz von Blei im Römischen Reich vor allem als Rohmaterial für die Trinkwasserversorgung an Hand erhöhter Bleikonzentrationen in den gleich alten Eisschichten der Antarktis eindeutig nachgewiesen werden. Das lokale und globale Zusammenleben von Mensch und Umwelt ist einerseits prinzipiell mit Risiken verbunden. Der natürliche globale Stoff- und Informationstransfer bewirkt andererseits einen dauernden wechselseitigen Anpassungsvorgang, der auch mit Chancen für neue positive Entwicklungen verbunden ist.

In jedem Falle wird der Begriff Schadstoff in der öffentlichen Diskussion viel zu leichtfertig gebraucht. Wie schon Paracelsus⁵ vor einem halben Jahrtausend erkannt hat, ist die Giftwirkung keine Eigenschaft von Stoffen sondern eine ihrer Dosis oder Konzentration. Damit für bestimmte Stoffe die Bezeichnung Schadstoff oder Gift von Relevanz für Entscheidungen über den Umgang mit den Stoffen ist, müssen sinnvolle Kriterien dafür festgelegt werden. Für diese Kriterien bilden die Analyse des Risikopotenzials und der jeweils aktuelle Wissensstand zwar eine wichtige Grundlage, aber sie können aus ihnen nicht abgeleitet werden. Es kann nicht jede Änderung der Stoffströme durch den Menschen nur negativ gesehen werden. Mit der Entdeckung des Ackerbaus hat der Mensch seit Jahrtausenden massiv in den natürlichen Haushalt eingegriffen, ohne (bis vor wenigen Jahrzehnten) die Nachhaltigkeit prinzipiell zu verletzen.

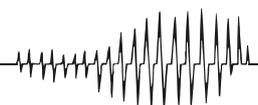
Objektive Beschreibung der Gewässer und die Bewertung ihrer Güte

Die Gewässer durchziehen unsere Lebensräume und die Landschaft wie ein Netz von Adern. So wie das Blut in unserem Körper erfüllt dieses Gewässersystem zwei überlebenswichtige Aufgaben, sie dienen einerseits der Ernährung und andererseits dem Abtransport der Stoffwechselprodukte. Das wichtigste Gliederungsmerkmal für die Gewässer sind die Flusseinzugsgebiete, die das gesamte hydrogeologische Einzugsgebiet der (großen) Flüsse sowie den vom Fluss beeinflussten Küstenbereich der Meere umfassen (EU-Wasserrahmenrichtlinie/WRRL).⁶

Ein wesentliches Merkmal aller Gewässer ist der dauernde Wandel von Durchfluss und Zusammensetzung. Schon Heraklit von

⁵ Paracelsus (Theophrast Bombast von Hohenheim): Arzt, Astrologe, Theologe, 1493-1541.

⁶ Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl 2000 L 327, 1 vom 22.12.2000.



Ephesos⁷ hat vor fast 2.500 Jahren festgestellt, dass man nicht zweimal in denselben Fluss steigen könne. Daraus ergeben sich besondere Schwierigkeiten bei der objektiven Beschreibung eines Gewässerzustandes durch Messwerte.⁸ Es ist daher notwendig, relativ häufig zu messen und dann die Messwerte unter Zuhilfenahme der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu aussagekräftigen Kennwerten für die Beschreibung des Zustandes zu verarbeiten. Die Veränderungsgeschwindigkeit variiert je nach Parameter um mehrere Größenordnungen (von Sekunden bis zu Jahrhunderten). Ein gänzlich anderes Problem ergibt sich durch die Tatsache, dass in Gewässern eine fast unendlich große Zahl von verschiedenen chemischen Verbindungen vorkommt, deren Konzentration ebenfalls um viele Größenordnungen schwankt. Wasser ist in dauernder Wechselwirkung mit den Gesteinen und Böden, den lebendigen Strukturen und organischen Materialien. So gesehen ist die Umwelt auch schon ohne den Menschen nahezu unendlich „verschmutzt“. Saubere Gewässer sind also nicht durch Abwesenheit von Inhaltsstoffen alleine beschreibbar, sondern ergeben sich aus einem komplexen Fließgleichgewicht von Stoffströmen und Lebensvorgängen, die praktisch nie konstant bleiben.

Zur objektiven Beschreibung der Gewässer nach Menge und Beschaffenheit verwenden wir heute zumindest vier verschiedene Messmethoden:

- Hydrologische Methoden (z.B. Niederschlags- und Durchflussmessung)
- Chemische und biochemische Analytik der Wasserinhaltsstoffe
- Biologische Indikatoren (Lebensgemeinschaften) für die Oberflächengewässer
- Ökologische (morphologische) Indikatoren für Einbettung der Gewässer in die Landschaft

Um die Messwerte zu interpretieren braucht man Modellvorstellungen über das Zusammenwirken der verschiedenen Stoff- und Wasserströme. Wenn man das vorhandene Wissen über die Zusammenhänge auch quantitativ zur Beschreibung des oben erwähnten Fließgleichgewichtes nutzbar machen will, muss man die bekannten Zusammenhänge in mathematische Modelle zusammenführen und dazu sind immer eine Reihe von Vereinfachungen und Abstraktionsschritten erforderlich. Daraus und aus der Unvollständigkeit des Wissens folgt, dass die Wirklichkeit auch mit komplexen Modellen nie vollständig und nie ganz richtig beschrieben werden kann.

Um aus der objektiven Beschreibung der Gewässer(Systeme) zu Handlungsmaximen für die Wasserwirtschaft zu kommen, ist es notwendig, Wertmaßstäbe für den Sollzustand zu entwickeln. Die Entscheidung über die Frage welcher Zustand des Wassers und der Gewässer und welche Nutzung des Wassers „gut“ und welche „schlecht“ sind, muss letztlich auf politischer Ebene gefällt werden, selbst wenn sie auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse erfolgt. Letzten Endes geht es auch um die Abwägung von Risiken bei verschiedenen Zielvorstellungen. Es ist dabei immer notwendig, die wirtschaftlichen Auswirkungen von Rahmenbedingungen und Maßnahmen zur Verbesserung des derzeitigen Zustandes im Auge zu behalten, also den Nutzen, den das Wasser ermöglicht und die Kosten für den Schutz des Wassers und der Umwelt. Nachdem sich die Wertvorstellungen der Menschen, das gesicherte Wissen über die Zusammenhänge und die technischen Möglichkeiten des Eingriffes in die Wasserwirtschaft laufend verändern, erscheint es notwendig, die Zusammenhänge mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen zu analysieren um die Konsensfindung zu erleichtern.

⁷ Heraklit von Ephesos: griechische Philosoph,; ca. 500 v. Chr.

⁸ siehe auch F. Zibuschka „Mikrobiologische Trinkwasserqualität im Lichte alter und neuer Untersuchungstechniken“ in diesem Heft.

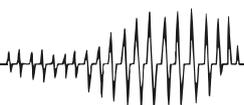
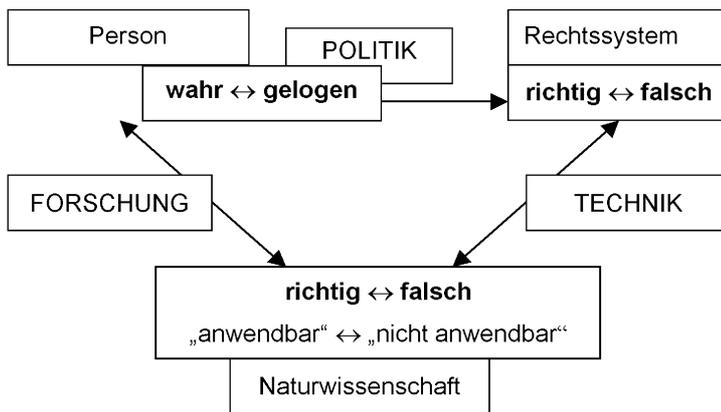


Abb. 2: Vereinfachtes Schema für Wertentscheidungen



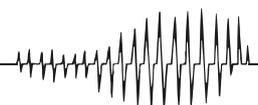
Bei den meisten Entscheidungen, die getroffen werden müssen, sind zumindest drei unterschiedliche Bewertungsschemata beteiligt. Das Ziel der folgenden Ausführungen ist es lediglich die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, dass einerseits eine weitere Reduktion der Kriterien nicht zulässig ist und dass man andererseits in der Diskussion immer wissen muss, mit welchen Kriterien man an die Lösung des Entscheidungsproblems herangeht. Es ist nicht das Ziel die Komplexität der Wirklichkeit bei der Entscheidungsfindung in ein vereinfachtes Schema zu pressen. Die gewagte Einbettung von Politik, Forschung und Technik erfolgte nur um eine Dominanz gewisser Problemstellungen in diesen Bereichen zu charakterisieren.

- Jede Person entwickelt für sich ein System von Grundannahmen (Überzeugungen, Glaubenssätze, Erfahrungen), aus denen eine bestimmte Werteordnung für Entscheidungen folgt. Bei jeder Diskussion mit anderen Menschen, aber auch bei der eigenen Entscheidungsfindung hat jeder die Möglichkeit seiner „Wahrheit“ zu folgen oder zu „lügen“, also gegen die eigene Wertordnung zu verstoßen. Kommunikation zwischen Menschen kann nur dann langfristig fruchtbar bleiben, wenn die Partner bei ihrer „Wahrheit“ bleiben, auch im Falle des Dissenses. Diese innere Wertordnung („Wahrheit“) bleibt das Geheimnis jeder Person und kann nicht gesichert

objektiv von außen beurteilt werden. Es ist eine Aufgabe der Politik aus dem Wandel der Wertvorstellungen eine verbindliche Gesetzgebung abzuleiten, die auf zumindest mehrheitlicher Akzeptanz beruht (z.B.: Trinkwasser darf die Gesundheit nicht beeinträchtigen).

- Logische Systeme wie die rechtlichen Rahmenbedingungen oder eine spezielle Philosophie beruhen auf einer beschränkten Anzahl von Axiomen, die entweder vorausgesetzt (geglaubt) oder im Konsens festgelegt werden. Bei einem Rechtssystem ist das z.B. die Verfassung, die auf einem Konsens beruht. An Hand der gesetzlichen Bestimmungen ist es für jedermann möglich zu entscheiden ob eine Handlung oder Entscheidung „richtig“, also im Sinne der Gesetze, oder „falsch“, im Widerspruch zu Gesetzen ist. Zur Stabilisierung des Rechtssystems wird dann häufig „richtig“ und „falsch“ mit „gut“ und „schlecht“ in Verbindung gebracht. Die Zuordnung von „richtig“ und „falsch“ zu Handlungen wandelt sich in der Geschichte und in unterschiedlichen Kulturen. Als sehr gutes Beispiel dafür kann die Entwicklung des Umweltrechtes während der letzten Dekaden angeführt werden. (z.B.: Damit Wasser für eine Trinkwasserversorgung verwendet werden darf, muss es den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entsprechen).

- Für naturwissenschaftliche Theorien und Modelle stellt die Falsifizierung durch das Experiment das entscheidende Kriterium für die „Richtigkeit“ dar. Eine naturwissenschaftliche Theorie oder Analyse gilt so lange als richtig, so lange experimentelle Messergebnisse im Einklang mit dem Modell der Wirklichkeit stehen. Dazu muss auch die Naturwissenschaft eine Reihe von Axiomen außer Frage stellen, die nicht aus Experimenten ableitbar sind. Die naturwissenschaftlichen Modelle haben sich in der praktischen Anwendung als äußerst verlässlich herausgestellt und sie sind weder von einer Person noch von einer persönlichen



Überzeugung abhängig. Sie ruhen auf dem Fundament des Konsenses über eine Methodik, mit der prinzipiell Jedermann die „Richtigkeit“ einer Aussage überprüfen kann. Vielfach beschreiben naturwissenschaftliche Modelle die Ursache-Wirkungszusammenhänge nur für bestimmte Problemstellungen ausreichend genau, sie sind dann nur beschränkt anwendbar (z.B.: Der lebenslange Genuss von Trinkwasser, das den gesetzlichen Anforderungen entspricht, führt zu keiner nachweisbaren Veränderung im Organismus der Konsumenten).

■ Jede Entscheidung muss auf der Grundlage unvollkommener Information erfolgen, auf der Grundlage eines unvollständigen Verständnisses der Zusammenhänge in der Gegenwart und der zukünftigen Konsequenzen. Jede Entscheidung ist daher mit Risiko verbunden. Das Risiko kann in der Regel nur dadurch verringert werden, dass kompetente Fachleute aus den verschiedenen betroffenen Fachgebieten zusammenarbeiten und die betroffenen Menschen gehört werden. Für die dabei auftretenden Diskussionen ist es notwendig diese drei nicht weiter reduzierbaren Beurteilungsschemata sauber auseinander zu halten. Die Frage, ob der Bau einer Kläranlage in einem bestimmten Fall auf der Grundlage einer wissenschaftlich geführten Analyse für Mensch und Umwelt als unbedenklich gilt, muss klar von der Frage getrennt werden, ob die vorgeschlagene Lösung im Einklang mit gesetzlichen Regelungen ist, oder ob ihre Umsetzung in ein politisches Programm aufgenommen werden soll.

Rechtliche Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Wasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft umfasst das Beziehungsgeflecht zwischen Wasser, Gewässern und den Menschen mit allen ihren Bedürfnissen. Die Wirtschaft hat es sich zur

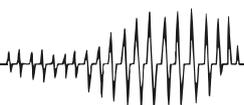
Aufgabe gemacht, die Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen auf effiziente Weise zu erreichen. Die Bedürfnisse des Menschen waren im Lauf der Geschichte entscheidenden Wandlungen unterworfen, daher müssen sich auch die Rahmenbedingungen ändern. Dennoch kann man gewisse Konstanten herausarbeiten. Es wird heute intensiv an einem Grundrechtskatalog für die Wasserwirtschaft gearbeitet, der auch Konflikte um Wasser zwischen Staaten, die in einem Flusseinzugsgebiet liegen, durchsetzbar regeln soll. Solche Grundrechte orientieren sich an Begriffen wie notwendig, gerecht und nachhaltig.

■ **Notwendig** bezieht sich auf das (über-)lebensnotwendige Minimum an Bedürfnisbefriedigung, also z.B. auf die Vermeidung von Hunger und Durst, das auch im Krisen- und Kriegsfall jederzeit gesichert werden muss.

Der überlebenswichtige Bedarf an Trinkwasser im eigentlichen Sinne des Wortes liegt je nach Klima zwischen 2 und 8 l je Einwohner (E) und Tag, die untere Grenze also bei weniger als 1 m³/E/Jahr⁹. Diese Wassermenge kann auch über Flaschen (Gebinde) verteilt werden. Wie viel Wasser der Mensch in seinem Haushalt braucht ist nicht so einfach festzulegen, weil stark von lokalen Bedingungen und kulturellen Gepflogenheiten abhängig. Der Bedarf dafür liegt etwa zwischen 20 und 50 m³ Wasser/E und Jahr, wobei die hygienischen Anforderungen bezüglich der Freiheit von Krankheitserregern ähnlich jenen für Trinkwasser sind, jene an die chemischen Qualitätsparameter könnten sich auch unterscheiden. Nachdem diese Wassermengen über Rohrnetze verteilt werden müssen, ergeben sich jedoch sehr hohe Anforderungen an die Wasserqualität.

Der größte Wasserbedarf entsteht für die Nahrungsmittelproduktion, für die etwa 1.000 bis 2.000 m³ je Einwohner und Jahr erforderlich sind. Dieser Wasserbedarf kann

⁹ 1 m³ = 1.000 l



prinzipiell auch durch Nahrungsmittelimporte substituiert werden. Nahrungsmittel können in eine entsprechende Menge so genannten „virtuellen“ Wassers umgerechnet werden.

Wasser hat für den Menschen auch eine lebenswichtige Transportfunktion. Jede Siedlung braucht einen minimalen einwohnerspezifischen „Durchfluss“ an Wasser um zumindest gewisse Stoffe in den menschlichen Ausscheidungen (z.B. Kochsalz) abzutransportieren.

Ebenso sind viele Gewerbe und Industriebranchen auf Wasser angewiesen. Es dient dort entweder als Rohmaterial, das in den Produkten verkauft wird (z.B. Getränkeindustrie) oder als Produktionshilfsmittel bzw. Transportmittel für Wärme (z.B. kalorische Kraftwerke) und „Abfälle“. Nicht nur in Österreich ist die Nutzung der Gewässer für die Erzeugung von elektrischer Energie bedeutend. Wasserkraft stellt immer noch die wirtschaftlich günstigste Nutzung von (erneuerbarer) Sonnenenergie dar. Weitere Nutzungen der Gewässer sind Fischerei, Tourismus und Schiffstransport.

■ Eine **gerechte** Aufteilung von Wasser auf verschiedene Nutzer zu erreichen ist an zwei Bedingungen gebunden:

1. Es muss über entscheidbare Kriterien ein Konsens gefunden werden.
2. Die darin implizit enthaltene Wertordnung muss als gerecht empfunden werden.

Je größer der Wassermangel (verfügbare Wassermenge kleiner als 1.500 m³ je Einwohner und Jahr) in einer Region ist, desto schwieriger wird die „gerechte Aufteilung des Mangels“ (z.B. hat Jemen nur 200 m³/Einwohner an erneuerbarem Wasser zur Verfügung).

■ **Nachhaltig** kann in der Wasserwirtschaft eine Handlungsweise bezeichnet werden, die die Verfügbarkeit von Wasser in ausreichender Menge und Qualität für Mensch und Umwelt über Generationen hinweg si-

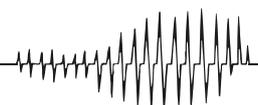
chert. So darf z.B. eine Grundwasserentnahme nicht größer sein als die Grundwasserneubildung (Grundwasserstand darf langfristig nicht sinken). Oder es darf durch eine Abwassereinleitung in einen Fluss die Nutzbarkeit des Flusswassers unterhalb der Einleitung z.B. etwa für die Trinkwassergewinnung nicht beeinträchtigt werden.

Aus allen diesen Hinweisen kann man entnehmen, dass es sinnvoll ist, einen Rechtsanspruch auf Wassernutzung in die Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Wasserwirtschaft aufzunehmen. Nachdem jedoch die Nutzung des Wassers mit einer Veränderung seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie häufig mit einer Veränderung der Gewässerausbildung (Morphologie) bzw. der Abflussverhältnisse verbunden ist, muss der Schutz der Umwelt und die Erhaltung der Qualität für alle anderen Nutzer ebenfalls in den Rahmenbedingung festgehalten werden. Nutzung und Schutz von Wasser und Gewässern müssen als komplementäre Ziele verstanden werden. Die Verteidigung der Nutzungsrechte und der Schutzrechte sollte so organisiert werden, dass der Interessensausgleich überwiegend auf der Grundlage von Konsensen und nicht von Zwangsrechten erfolgt.

Damit der Konflikt zwischen Nutzung und Schutz der Gewässer nicht der Willkür unterliegt, muss eine rechtliche Grundlage vorhanden sein, die die Rangordnung der Werte und die Ziele des Gewässerschutzes allgemein festlegt sowie auch die dazugehörigen Verwaltungsverfahren regelt, wie dies in Österreich durch das Wasserrechtsgesetz WRG 1959¹⁰ gegeben ist.¹¹ Auf der Grundlage des Gesetzes müssen dann möglichst eindeutig definierte Anforderungen an die Qualität der eingeleiteten Abwässer (Emissionen) und die angestrebte Qualität der Gewässer (Immission) durch Verordnungen festgelegt werden.

¹⁰ BGBl 1959/215 (Wiederverlautbarung des WRG von 1934), zuletzt idF BGBl I 2002/156

¹¹ siehe auch G. Schnedl „Wasserrecht in Österreich – Verfügungsrecht der Grundeigentümer“ in diesem Heft.



In Österreich wird im wasserrechtlichen Bewilligungsverfahren für Abwassereinleitungen in ein Gewässer ein so genannter „kombinierter Ansatz“ verwendet. Er sieht zwei Kriterien für einen ausreichenden Gewässerschutz vor:

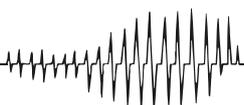
■ **Vorsorgeprinzip:** Es bedeutet, dass unabhängig von der Veränderung eines Gewässers durch anthropogene Emissionen ein Mindeststandard an Rückhalt der Verschmutzung erfolgen muss, der sich am Stand der Technik (beste verfügbare Technik) zur Vermeidung von Verunreinigung orientiert. So werden z.B. bei der Trinkwassergewinnung aus dem Grundwasser im Einzugsgebiet der Brunnen Schutzzonen definiert und in diesen Schutzzonen die Nutzung der Flächen deutlich eingeschränkt. Dies hat Entschädigungsansprüche der betroffenen Grundeigentümer zur Folge. Daraus kann man erkennen, dass auch wirtschaftliche Überlegungen zu berücksichtigen sind (Kosten-Nutzen-Verhältnis). Für kommunale und industrielle Abwässer gibt es Mindestanforderungen an die Reinigung und Vermeidung, die unabhängig davon eingehalten werden müssen, ob durch eine Abwassereinleitung das betroffene Gewässer beeinträchtigt werden kann oder nicht. Der Stand der Technik wird über die Beschreibung der Mindestqualität (Grenzwerte) des gereinigten Abwassers in Emissionsverordnungen festgelegt. In der Zwischenzeit gibt es für verschiedenste Abwässer (vor allem aus Industrie und Gewerbe) solche Verordnungen, um die Rechtssicherheit für alle Beteiligten zu verbessern.

■ **Immissionsprinzip:** Es darf durch die Nutzung des Wassers zu keiner Beeinträchtigung der Gewässergüte kommen. Die angestrebte Gewässergüte orientiert sich an dem „natürlichen Zustand“ der Oberflächengewässer und an der Trinkwasserqualität für das Grundwasser. Die angestrebte Gewässergüte muss wiederum durch entsprechende Parameter be-

schrieben werden (können) um auch hier Rechtssicherheit zu erreichen.

Wenn etwa die Nitratkonzentration in einem Grundwasserkörper über dem Grenzwert für Trinkwasser liegt, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um diese Grenzwertüberschreitung zu beheben. Im Rahmen eines Sanierungsprojektes können z.B. Dünge- und Produktionsmethoden der Landwirtschaft verändert werden. Die Maßnahmen orientieren sich nicht am Vorsorgegedanken sondern an dem Schutzziel, Grundwasser flächendeckend in Trinkwasserqualität zu erhalten.

Bei jeder Gewässerbelastung ist das jeweils strengere Kriterium (Vorsorge- oder Immissionsanforderung) für die Bewilligung einer Gewässernutzung und die darin enthaltenen Bedingungen, unter denen die Nutzung bewilligt wird, anzuwenden. Beispielhaft wird für die Einleitung von Abwasser in die Donau, wegen des großen Durchflusses, meist das Vorsorgeprinzip maßgebend sein. Soll die Einleitung des Abwassers einer größeren Gemeinde in einen sehr kleinen Fluss (häufige Situation im südlichen Wiener Becken) erfolgen, wird vorwiegend das Immissionsprinzip für die Auflagen, unter denen eine Bewilligung erteilt werden kann, maßgebend sein. Die erforderliche Reinigungsleistung der Kläranlage muss dann über den „Stand der Technik“ hinausgehen. Das heißt vorerst einmal, dass der ökonomische Aspekt, der im Vorsorgeprinzip ein wesentliches Kriterium für die Definition des Standes der Technik (englisch: best available technique) darstellt, gegenüber dem Gewässerschutzprinzip in den Hintergrund tritt. Damit kann es z.B. beispielsweise notwendig werden, den Stand des Wissens als Kriterium für eine Konsenserteilung heranzuziehen (also z.B. die Anwendung neu entwickelter Sonderverfahren der Produktion und Abwasserreinigung für einen betroffenen Industriebetrieb).



In Österreich hat jeder die gesetzliche Verpflichtung¹², jede Verunreinigung von Gewässern zu vermeiden, die den Schutzziele des Wasserrechtsgesetzes zuwiderläuft. Die teilweise Übernahme dieser Verpflichtung der Bürger durch ihre Gemeinde (z.B. bezüglich der Abwasserentsorgung) ist also nicht zwingend, wenn sie nicht etwa durch z.B. Landesgesetze verpflichtend gemacht wird.

Mit der EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)¹³ wurde weltweit eine neue Qualität des Gewässerschutzes geschaffen. Dieses umfassende Gesetzeswerk muss bis Ende 2003 in nationales Recht der Mitgliedstaaten umgesetzt werden. Neu für Österreich ist der Zwang, Wasserwirtschaft auf der Ebene von Flussgebieten zu organisieren. Ein Flussgebiet erstreckt sich von der Mündung des Flusses in das Meer inklusive der davon beeinflussten Küstengebiete bis zu den Grenzen des hydrologischen Einzugsgebietes. Für jedes dieser Flussgebiete (für Österreich sind es Donau, Rhein und Elbe, bzw. Schwarzes Meer und Nordsee) muss ein akkordierter Flusseinzugsgebiets- Bewirtschaftungsplan erstellt werden. Die Erstellung dieser Bewirtschaftungspläne muss auch ein Bürgerbeteiligungsverfahren enthalten. Nachdem Österreich nur in Einzugsgebieten von Flüssen liegt, die mehrere Staaten durchfließen, müssen auch eine internationale Kooperation und eine Koordinierung dieser Pläne erfolgen. Die langfristige Sicherung der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung hat in diesen Plänen oberste Priorität, was für Flächennutzung und Abwasserableitung auch grenzüberschreitende Konsequenzen hat. Hier sind vor allem Konflikte mit Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe zu lösen. Aber auch eine Reihe anderer Güteprobleme werden eine enge Kooperation aller Staaten in einem

Flusseinzugsgebiet erforderlich machen (z.B. die Eutrophierung des Schwarzen Meeres durch die Donau).

Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Nachdem alle Menschen Wassernutzer sind, müssen die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft im Bewusstsein der Gesellschaft verankert werden. Ebenso wichtig ist die Schaffung eines institutionellen und organisatorischen Grundgerüsts in dem Fachleute der verschiedensten Disziplinen gemeinsam die Wasserwirtschaft verantwortlich gestalten und betreiben.

Hand in Hand mit einer Bewusstseinsänderung in der Gesellschaft bezüglich des Wertes von Wasser konnten große Erfolge erzielt werden. So wurde z.B. der Trinkwasserbedarf seit etwa 1985 völlig vom Wirtschaftswachstum entkoppelt, die Beeinträchtigung der Güte unserer Gewässer weitgehend zurückgedrängt.

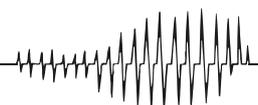
Eine Reihe neuer Studienrichtungen an den Universitäten und Fachschulen ist entstanden. Neue Berufe und Privatunternehmen haben sich entwickelt. Die Lehrpläne an den Schulen verlangen eine Behandlung der Thematik.

Die Wasserwirtschaft stellt auch einen wichtigen Wirtschaftszweig dar. So betragen alleine die Produktionskosten für die Wasserver- und Abwasserentsorgung etwa 2 bis 3 % des Bruttoinlandsproduktes (Kosz 1996). Der gesamten Wasserwirtschaft können etwa 7% des BIP zugeordnet werden (mündliche Mitteilung von W. Stalzer, BMLFUW).

Besondere Erwähnung verdienen die Fachvereine, wie der Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV)

¹² §31 WRG 1959

¹³ Siehe auch J. Barbis, I. Rungg „Rechtliche Rahmenbedingungen eines nachhaltigen Umgangs mit der Ressource Wasser auf europäischer Ebene“ in diesem Heft



und die Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW). Beide haben eine bereits etwa 100-jährige Geschichte. Sie stellen Plattformen des Interessensausgleiches, der Vermittlung von Wissen und Erfahrung und des Zusammenwirkens von Menschen zur Gestaltung der Wasserwirtschaft mit allen ihren komplexen Problemen dar. Beide Vereine tragen wesentlich zur laufenden Weiterbildung der Fachleute sowie zur Aus- und Fortbildung des Betriebspersonals für Wasserversorgung, Abwasserreinigung, Kanalbetrieb und Gewässerbetreuung bei. Diese Vereine organisieren die Erarbeitung von Regelwerken, die für die Umsetzung der gesetzlichen Bestimmungen in praktisches Handeln entscheidend sind, weil in den Fachausschüssen die konkurrierenden Interessen durch Fachleute vertreten sind und ein Konsens gefunden werden muss.

In den letzten vier Jahrzehnten wurden in der Wasserwirtschaft epochale Veränderungen durchgesetzt, ohne dass es je zu offenen Auseinandersetzungen gekommen ist. Mit der Umsetzung der WRRL kommen viele neue Aufgaben auf uns zu. In der Wasserwirtschaft muss in langen Zeiträumen, über nationale Grenzen hinaus in großen geografischen Gebieten und in komplexen Zusammenhängen gedacht und gehandelt werden. Dafür muss der Konsensfindung ein sehr hoher Stellenwert eingeräumt werden. In der liberalen Wirtschaftsstruktur dagegen hat der Wettbewerb einen hohen Stellenwert. Die wirtschaftlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen müssen daher so gestaltet werden, dass der Wettbewerb die Konsensfähigkeit und die Entwicklung einer nachhaltigen Wasserwirtschaft nicht behindert:

„Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das verteidigt, geschützt und entsprechend behandelt werden muss.“ (Aus der Präambel der WWRL)

Helmut Kroiss

Jg. 1944, Studium des Bauingenieurwesens in Wien; o.Univ. Prof. für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Fakultät für Bauingenieurwesen der TU Wien; Leiter der Abteilung Wassergütewirtschaft.

E-mail: hkroiss@iwag.tuwien.ac.at

Literatur

Kosz M. (1996): Volkswirtschaftliche Kosten der Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft. Schriftenreihe des ÖWAV Heft 104, S. 95-115

Kroiss, H. (2001): Kosten-Nutzen Überlegungen zu Zielvorgaben in der Wasserwirtschaft. Vortrag gehalten bei einem Workshop „Flussgebietsmanagement“ in Essen, unveröffentlicht

Kroiss, H. (2002a): Concepts of sustainability, cycling of materials in the anthroposphere and environment. Annals of the European Academy of Sciences and Arts, Vol.34, Nr.XII, MMII, Georg Olms Verlag Hildesheim, Zürich, New York, pp 171-193

Kroiss, H. (Hg.) (2002b): Kosten-Nutzenüberlegungen zur Gewässerschutzpolitik in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des ländlichen Raumes. Studie im Auftrag des BMLFUW (wird in der Schriftenreihe des Ministeriums veröffentlicht)

WCED, World Commission on Environment and Development (1987): Our Common Future (Brundtland-Bericht). University Press, New York, Oxford

