

Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission VI, Klimawandel und Gebietswasserhaushalt II

Titel der Tagung: Böden - eine endliche Ressource

Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 5. - 9. September 2009, Bonn

Berichte der DBG <http://www.dbges.de>

## **Auswirkungen eines veränderten Gebietswasserhaushaltes auf die Qualität von zur Trinkwassergewinnung genutzten Wasserressourcen**

C. Nolte & R. Fohrmann

### **Einleitung**

Die Wasserwirtschaft in Deutschland wird sich aufgrund der sich ändernden klimatischen Bedingungen auf neue Rahmenbedingungen einstellen müssen. Erhöhte Sommertemperaturen sowie Änderungen der Niederschlagsverteilung und -intensität bedingen Verschiebungen beim Gebietswasserhaushalt, die Auswirkungen auf die Qualität der bewirtschafteten Grund- und Oberflächenwasserkörper haben werden.

### **Methode**

Am Beispiel von vier ausgewählten Projektgebieten in Nordrhein-Westfalen wurden einzelne Komponenten des derzeitigen Gebietswasserhaushaltes ausgewertet und maßgebliche Prozesse des Stofftransportes und -umsatzes analysiert.

Die vorgestellten Gebiete liegen in den Flussgebietseinheiten Rhein und Ems sowie in den Rhein-Teileinzugsgebieten Rheingraben-Nord und Ruhr. Es werden sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte von bewirtschafteten Grund- und Oberflächenwasserkörpern betrachtet. Auf der Grundlage der in den letzten Jahrzehnten beobachteten sowie bis zum Jahr 2060 vorher gesagten Klimaänderungen werden die Konse-

quenzen für die Wasserqualität im regionalen und sektoralen Maßstab erörtert. Ziel ist es, in einer ersten Näherung die Betroffenheit der Trinkwasserversorgungsunternehmen in NRW abzuschätzen.

### **Ergebnisse**

In der im Auftrag des Landes Nordrhein-Westfalen erstellten Studie des PIK Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. zur Art und Ausmaß der Klimaänderungen in NRW wurden kleinräumige Klimaprojektionen (18 x 18 km) durchgeführt **/1/ /2/**. Bezogen auf ausgewählte Größen des Gebietswasserhaushaltes wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Die mittlere Jahreslufttemperatur in NRW stieg seit 1890 bis heute um ca. 1,2 °C an. Dieser Anstieg wird sich weiter fortsetzen und zwar um 1,9 °C (2031 - 2060) gegenüber der Referenzperiode 1961 - 1990 (Szenario A1B).
- Insgesamt ist von höheren Bodentemperaturen auszugehen.
- Die Niederschlagsmenge wird leicht steigen (+ 4 % in 2051 - 2060 im Vergleich zu 1961 - 1990); die Winter werden nasser (+ 10 - 20 %), die Sommer tendenziell trockener (bis - 20 %).
- Niederschlagsextreme werden häufiger: z. B. Tage > 10 mm + 14 %; > 20 mm + 30 % (letzteres entspricht einer Zunahme um bis zu 8 Tagen / Jahr, 2036 - 2065 im Vergleich 1961 - 1990).
- Leichter Anstieg der Jahresmittelabflüsse, Zunahme kleiner und mittlerer Hochwässer, längere Perioden mit Niedrigwasserabfluss (insbesondere Ems und Wupper).
- Leichter Anstieg der Grundwasserneubildung, Spanne von - 20 mm bis + 55 mm.

Die genannten Änderungen wirken sich bereits heute auf den Stofftransport und -umsatz im Boden und Gewässer aus (z. B. Mineralisation, Verschiebung Bodensättigung, längere Phasen mit Niedrigwasser, Trübungsspitzen etc. **/3/**).

So ergab z. B. die Auswertung der in der IWW-Datenbank vorgehaltenen 7.700 Temperaturmessungen von insgesamt 160 Rohwässern mehrheitlich eine Tendenz zu stei-

---

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH,

Moritzstraße 26, 45476 Mülheim a. d. Ruhr  
Homepage: <http://www.iww-online.de>

Email: [c.nolte@iww-online.de](mailto:c.nolte@iww-online.de)

[r.fohrmann@iww-online.de](mailto:r.fohrmann@iww-online.de)

genden Werten (ca. 72 %). Berücksichtigt wurden ca. 30 (Trinkwasser-)Gewinnungsgebiete. Es wurden Messwerte aus den Jahren 1992 - 2007 verwendet, wobei je Brunnen in der Regel 2 - 4 Messungen / Jahr vorlagen.

Der Anstieg der Grundwassertemperatur betrug durchschnittlich 0,7 °C (von 10,5 °C auf 11,2 °C, = 0,04°C/Jahr). Bei 16 % der Rohwässer fiel die Temperatur tendenziell ab, bei 12 % der Wässer war kein Trend zu erkennen. Die Verteilung der Anstiege war in sich plausibel (Wald < Acker, Tiefbrunnen < Flachbrunnen etc.).

LANUV NRW weist ca. 60 % der dort betrachteten Grundwässer mit Trend zu steigenden Temperaturen aus (+ 0,5 °C / 20 Jahren, = 0,025°C / Jahr, Zeitreihen von 1987 - 2006 *14*).

Die möglichen Konsequenzen für die im Grundwasser ablaufenden Stoffumsetzungsprozesse (z. B. Nitratabbau) sind derzeit völlig unklar. Fest steht nur, dass höhere Temperaturen biologische und chemische Prozesse begünstigen.

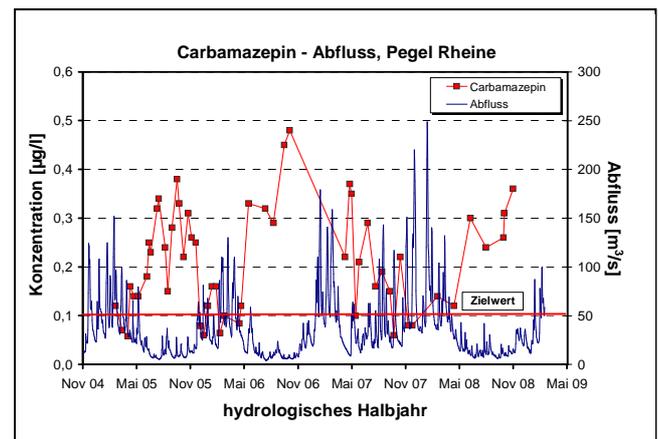
Bei einem weiteren Projektgebiet handelt es sich um ein Talsperreneinzugsgebiet im Sauerland. Hier wurde im Jahr 2008 eine Gefährdungsanalyse des potenziell zur Trinkwasserproduktion entnommenen Rohwassers durchgeführt *15*. Es zeigte sich, dass insbesondere bei Starkniederschlägen (> 10 mm/Tag) mit einer temporären Verschlechterung der Talsperrenzuläufe zu rechnen ist (z. B. durch partikelgebundene Stoffeinträge oder Abwassereinleitungen, **Foto 1**).



**Foto 1:** Stoffeintrag über Erosion (links) und Einleitung von Abwasser (rechts) in Talsperrenzuläufe

Diese Situation wird sich in den kommenden Jahrzehnten verschärfen, ein Aspekt, der bei der Planung des Aufbereitungskonzeptes Berücksichtigung fand.

Die **Abbildung 1** zeigt den engen Zusammenhang zwischen den in der Ems gemessenen Konzentrationen des Antiepileptikums Carbamazepin und dem Abfluss (Pegel Rheine). Das Beispiel aus einem weiteren Projektgebiet verdeutlicht, dass längere Perioden mit Niedrigwasserabfluss durch Aufkonzentrierung zu erhöhten Stoffkonzentrationen im Gewässer führen.



**Abbildung 1:** Zusammenhang zwischen der Konzentration von Mikroverunreinigungen (am Beispiel von Carbamazepin) und dem Emsabfluss *16/ 17/ 18*)

Je nach Ausgestaltung des Multi-Barrieren-Prinzips (Uferfiltrat, Aufbereitung etc.) können die Belastungen bis in das Roh- bzw. Trinkwasser durchschlagen. Neben Carbamazepin sind insbesondere die Konzentrationen der Umweltkontaminanten Diclofenac (Schmerzmittel), Iopamidol und Amidotriozoesäure (Röntgenkontrastmittel), TCP (Flammschutzmittel) und EDTA (Komplexbildner) zu beachten.

Im Kontext der hier diskutierten Klimaänderungen gilt es, die notwendigen Anpassungsstrategien so umzusetzen, dass auch bei verschärften Rahmenbedingungen für die oben genannten Stoffe die angestrebten Zielwerte im Gewässer mit den im abgegebenen Trinkwasser einzuhaltenen Gesundheitlichen Orientierungswerten im Einklang stehen. Sollte dies der Fall sein reichen naturnahe und physikalisch-chemische Aufbereitungstechniken aus, um ein qualitativ hochwertiges Trinkwasser zu produzieren. Die stoffspezifischen Eigenschaften und

die zu erwartenden Maximalkonzentrationen sind zu beachten. Aus Sicht des Wasserversorgers gilt es, sich z. B. in Form eines entsprechenden Niedrigwassermanagements auf die neue Situation einzustellen.

Das andere Extrem eines klimabedingt veränderten Wasserhaushaltes sind Hochwässer. Am Beispiel der Versorgungseinrichtungen der Stadtwerke Düsseldorf AG (SWD AG) wurde im zweiten Halbjahr 2008 die Betroffenheit bei Hochwasser analysiert **/9/**. Als Ergebnis wurde eine konkrete Auflistung von Gefährdungspunkten vorgelegt, die wichtige Impulse für den angemessenen internen Umgang mit diesem Risiko gab.

So haben sich die Wasserhaushaltsgrößen im Rheineinzugsgebiet insbesondere in den letzten drei Jahrzehnten deutlich verändert. Der mittlere Winterabfluss am Pegel Köln nahm um + 436 m<sup>3</sup>/s bzw. 21 % im Zeitraum 1901 - 2000 zu **/10/**.

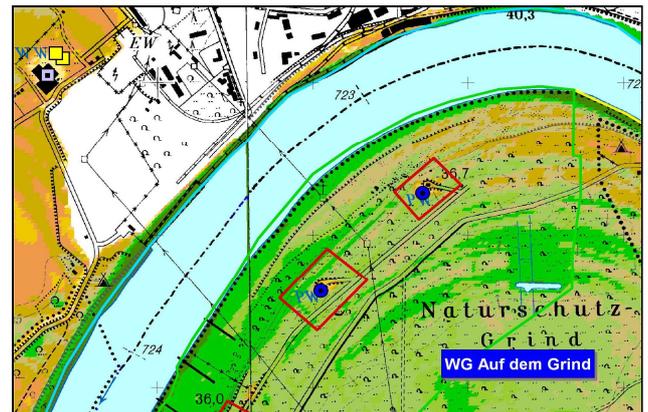
Eine Besonderheit ergibt sich für das im Süden von Düsseldorf gelegene Gewinnungsgebiet Auf dem Grind. Die sieben Horizontalfilterbrunnen werden alle auf einer Halbinsel betrieben, die zu zwei Drittel von dem in diesem Bereich stark mäandrierenden Verlauf des Rheins umgeben wird. Das Gebiet wird regelmäßig überflutet (zuletzt 1995/96). Es stellte sich die Frage, ob und - wenn ja - wie hoch die exponierten Pumpwerke sowie die hinter dem Inlandsdeich betriebene EMSR-Technik überflutet werden (**Foto 2**).



**Foto 2:** Pumpwerk auf der Rheinhalbinsel Auf dem Grind, Düsseldorf

Für ein Hochwasser, welches sich alle 100 Jahre einstellt (= HQ<sub>100</sub>) ergab sich eine mittlere Überflutung von ca. 0,7 m (bezogen auf die Höhenlagen der Eingangsschwellen an den Pumpwerken). Bei HQ<sub>500</sub> erreicht die Überflutung einen Wert von ca. 1,5 m. Das

im Landesinneren liegende Schaltheus würde ca. 3,0 m hoch überflutet (s. **Karte 1**, hier nur ein Ausschnitt).



**Karte 1:** Überflutungshöhen auf der Rheinhalbinsel Auf dem Grind bei HQ<sub>500</sub> (gelb < 1 m, grün > 5 m, Kartenausschnitt)

Über die nach dem Projektabschluss eingeleiteten gezielten baulichen Vorsorgemaßnahmen, durch ein entsprechend ausgelegtes Betriebsmanagement sowie durch die anstehende Sanierung der für die weiteren Anlagen der SWD AG wichtigen Hochwasserschutzanlage Lohhausen wird nicht nur die Anlagensicherheit der Trinkwasserversorgung weiter erhöht sondern auch das Schadpotenzial minimiert.

## Zusammenfassung

Am Beispiel von vier Projektgebieten werden im Zusammenhang mit dem Klimawandel ausgewählte und auf die Rohwasserqualitäten Einfluss nehmende Faktoren erörtert. Dabei wird gezeigt, dass die Beschaffenheiten an einzelne Komponenten des Gebietswasserhaushaltes gekoppelt sind. Auf der Grundlage der für das Land Nordrhein-Westfalen vorliegenden kleinräumigen Klimaprojektionen wurden Art und Ausmaß der veränderten Wasserhaushaltsgrößen benannt.

Neben den möglicherweise eher untergeordneten quantitativen Veränderungen ist insbesondere mit (nachteiligen) qualitativen Veränderungen zu rechnen. Betroffen sind alle relevanten Rohwasserarten (Grundwasser, Talsperren, Gewinnung von uferfiltriertem Oberflächenwasser). Durch die Zunahme von Wetterextremen wird der gebietspezifische Stoffabbau und -rückhalt gemindert. Ob und in welchem Umfang die hierdurch ausgelöste Schwächung des

Multi-Barrieren-Prinzips durch technische Maßnahmen kompensiert werden muss, kann nur im Einzelfall abgewogen und entschieden werden.

Keywords: Rohwasserqualität, Trinkwassergewinnung, Anpassungsstrategien, Wasserwirtschaft, Klimawandel, Nordrhein-Westfalen, Multi-Barrieren-Prinzip

## Literatur

**/1/** PIK Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen, Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren, Abschlussbericht. Studie im Auftrag des MUNLV NRW, [http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/abschluss\\_pik\\_0904.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/abschluss_pik_0904.pdf).

**/2/** MUNLV NRW (2009): Anpassung an den Klimawandel - Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

**/3/** Fohrmann, R. (2007): Auswirkungen des Klimawandels im Schnittpunkt Wasserwirtschaft / Flächennutzung. In: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH [Hrsg.]: Folgen des Klimawandels für die Wasserwirtschaft - Herausforderungen und Lösungen. 20. Mülheimer Wassertechnisches Seminar 22.11.2007. Mülheim a. d. Ruhr.

**/4/** Leuchs, W., Bergmann, S., Levacher, D., Neumann, P. (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt. In: IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH [Hrsg.]: Folgen des Klimawandels für die Wasserwirtschaft - Herausforderungen und Lösungen. 20. Mülheimer Wassertechnisches Seminar 22.11.2007. Mülheim a. d. Ruhr.

**/5/** IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser, Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (2008): Beurteilung der Hennetalsperre als Rohwasserressource zur Trinkwasserproduktion 1. Teilgutachten, unveröffentlicht, Mülheim a. d. Ruhr.

**/6/** LANUV NRW Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2009): Angaben zu ausgewählten Wasserinhaltsstoffen der Ems, gemessen am Pegel Rheine, 1996 - 2009. Düsseldorf.

**/7/** Wasser- und Schifffahrtsamt Meppen (2009): Angaben zum Abfluss der Ems, gemessen am Pegel Rheine, 1950 - 2009, Meppen.

**/8/** DVGW, ARW, ATT, AWBR, AWWR, AWE (2009): Forderungen zum Schutz von Oberflächenwasser zur Sicherung der Trinkwasserversorgung, Memorandum. Oktober 2009.

**/9/** Nolte, C, Hein, A. Kamphausen, S. (2009): Wenn Flüsse über die Ufer treten - Gefährdungsanalyse am Beispiel der Stadtwerke Düsseldorf. ZfK Zeitung für kommunale Wirtschaft, S. 17, Ausgabe September 2009, München.

**/10/** KHR/CHR Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (2007): Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert. Bericht Nr. I-22, Lelystad, Niederlande.

## Dank

Für die vorgestellten Auswertungen wurden von folgenden Unternehmen Daten zur Verfügung gestellt: Stadtwerke Düsseldorf AG, Hochsauerlandwasser GmbH. Zahlreiche Daten lieferte zudem das LANUV NRW. Hierfür sowie für die Bereitschaft zur fachliche Unterstützung sei an dieser Stelle allen Beteiligten gedankt.