

# Thüringer Wasser-Journal

Heft 10

## 14. Thüringer Wasserkolloquium

Fachhochschule Erfurt  
Fachrichtung Bauingenieurwesen

12. März 2009



## Vorwort

Die deutsche Wasserwirtschaft unterliegt nach wie vor einer Vielzahl von Veränderungen und ist durch vielfältige Debatten geprägt. Als Stichworte seien kontroverse Themen wie die Liberalisierung, die Wasserpreisgestaltung und deren Politik, das neue Umweltgesetzbuch, der Klimawandel und damit einhergehend die Energie genannt. Trotz der anstehenden Umgestaltungen und Modernisierungen ist und bleibt die Wasserwirtschaft in Deutschland leistungsfähig und übernimmt eine führende Rolle innerhalb Europas.

Auf dem 14. Thüringer Wasserkolloquium wollen wir einige der gegenwärtigen Themen näher beleuchten und die aktuellen Diskussionen aufgreifen und fortführen. Als Veranstalter darf ich Ihnen an dieser Stelle neben der Fakultät Bauingenieurwesen und Konservierung/Restaurierung der Fachhochschule Erfurt, die BDEW-Landesgruppe Ost, die DVGW-Landesgruppe Ost und die Stadtwerke Erfurt vorstellen. Wir haben mit dem vorliegenden Programm versucht, möglichst viele Facetten der Wasserwirtschaft zu erfassen und Ihnen damit eine interessante Vortragsreihe zu gestalten. Und, wir möchten Sie einladen, sich in die Diskussion um die aktuellen Themen während des Thüringer Wasserkolloquiums einzubringen, und hoffen, dass wir mit der diesjährigen Veranstaltung wiederum im Sinne einer nachhaltigen und qualitativ hochwertige Trinkwasserversorgung einen Beitrag leisten können.

Die Veranstaltungsreihe Thüringer Wasserkolloquium, die im Jahr 2009 bereits zum 14. Mal stattfindet, kann mit recht als etabliert und traditionell bezeichnet werden. Sie hat sich im Laufe der Jahre erfolgreich und zu einer guten und geschätzten Größe in der Wasserversorgungskultur Mittel- und Ostdeutschlands entwickelt. Wir freuen uns daher sehr, dass das Kolloquium wiederum viele interessierte Teilnehmer angezogen hat und so hoffentlich zu einem Erfolg werden lässt. Ganz besonders hat uns die schon im Vorfeld erkennbar positive Resonanz gefreut. Es ist mir deshalb eine angenehme Pflicht im Namen der Veranstalter, den Referenten und den Vorsitzenden für ihre Bereitschaft zur Mitwirkung zu danken. Meine Anerkennung gilt auch allen Unternehmen, die als Aussteller ihrer Produkte, Technik und Literatur das Kolloquium unterstützt haben. Und "last but not least" ist allen Mitarbeiter/innen und Studierenden zu danken, die mit ihrem Engagement für eine vorbildliche Organisation und einen reibungslosen Ablauf gesorgt haben.

Erfurt, im März 2009

Prof. Dr.-Ing. Volker Spork



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Programm des 14. Thüringer Wasserkolloquiums</b>	7
<b>Benchmarking Wasser in Thüringen – Aktueller Stand</b> RA Henning Wündisch	9
<b>Determinanten der Wassernachfrage in Deutschland</b> Dipl.-Ing. Thomas Hillenbrand und Dipl.-Ing. Joachim Schleich	13
<b>Wasser für Conakry – Ein Thüringer Brunnenbauunternehmen in Guinea</b> Matthias Conrad	21
<b>Risiko- und Krisenmanagement in der Wasserversorgung – Die neuen DVGW-Hinweise W 1001 und W 1002</b> Dr. Claudia Castell-Exner, Dipl.-Ing. Thomas Zenz und Dipl.-Ing. Uwe Marquardt	27
<b>Analyse und Optimierung der Wasserkraftanlagen im Fernwasserversorgungssystem Nordthüringen</b> Dipl.-Ing. Uwe Weiß und M.Eng. Falko Hallebach	33
<b>Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Potenziale in Erfurt</b> Dipl.-Ing. (FH) Ines Benkert und Dipl.-Ing. Hans-Dieter Ludwig	39
<b>Erdwärmennutzung in Trinkwassereinzugsgebieten (DVGW - Positionspapier)</b> Dr. Claudia Castell-Exner	47
<b>Wasserpreise und Kartellrecht</b> RA Dr. Jörg Rehberg	65



# Programm 14. Thüringer Wasserkolloquium



## Thüringer Wasserkolloquium

---

### Programm

#### Plenarteil

Hörsaal 5 E 12

Moderation: *Prof. Dr.-Ing. Volker Spork*  
Fakultät für Bauingenieurwesen und Konservierung/Restaurierung  
Fachhochschule Erfurt

9:00 Uhr **Eröffnung und Begrüßung**  
Prof. Dr.-Ing. Heinrich H. Kill  
Präsident Fachhochschule Erfurt  
  
Dr.-Ing. Peter Rebohle  
Vizepräsident Wasser BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.  
  
Dipl.-Math. Rainer K. Otto  
Geschäftsführer SWE Stadtwerke Erfurt GmbH und  
ThüWa ThüringenWasser GmbH

Tagungsleitung: *Dr. rer. nat. Lutz Gaudig, Halle*  
Stellvertretender Vorsitzender der DVGW-Landesgruppe Ost (Wasser)

9:30 Uhr **Perspektiven der Trinkwasser- und Abwasserentsorgung in Thüringen – Fortschreibung des gemeinsamen Thesenpapiers**  
Dipl.-Math. Rainer K. Otto, Erfurt  
Mitglied des Vorstandes der BDEW-Landesgruppe Mitteldeutschland

Detlef Reuter, Erfurt  
Industrie- und Handelskammer Erfurt

10:00 Uhr **Benchmarking Wasser in Thüringen – aktueller Stand**  
Dipl.-Kaufm. Harald Kiesel, Nürnberg  
Rödl & Partner

10:20 Uhr *Kaffeepause*

10:50 Uhr **Determinanten der Wassernachfrage in Deutschland**  
Dipl.-Ing. Thomas Hillenbrand, Karlsruhe  
Fraunhofer-Institut Karlsruhe

11:30 Uhr **Der Studiengang Stadt- und Raumplanung der Fachhochschule Erfurt**  
Prof. Dr.-Ing. Heidi Sinning, Erfurt  
Fachhochschule Erfurt

11:50 Uhr **Wasser für Conakry – Ein Thüringer Brunnenbauunternehmen in Guinea**  
Matthias Conrad, Merxleben  
Brunnenbau Conrad GmbH

12:15 Uhr *Mittagspause mit Möglichkeit zum Besuch der Fachausstellung*

---



**Fachteil Technisch-wirtschaftliche Fragen**

Hörsaal 5 E 12

Tagungsleitung: Prof. Dr.-Ing. Volker Spork, Erfurt

- 13:45 Uhr Risiko- und Krisenmanagement in der Wasserversorgung – die neuen DVGW-Hinweise W 1001 und W 1002**  
Dr. Claudia Castell-Exner, Bonn  
DVGW-Hauptgeschäftsführung
- 14:10 Uhr Analyse und Optimierung der Wasserkraftanlagen im Fernwasserversorgungssystem Nordthüringen**  
M. Eng. Falko Hallebach, Bitterfeld-Wolfen  
envia INFRA GmbH  
  
Dipl.-Ing. Uwe Weiß, Erfurt  
Thüringer Fernwasserversorgung
- 14:35 Uhr Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Potenziale für Erfurt**  
Dipl.-Ing. (FH) Ines Benkert, Erfurt  
Fachhochschule Erfurt  
  
Dipl.-Ing. Hans-Dieter Ludwig, Erfurt  
Entwässerungsbetrieb Stadtverwaltung Erfurt
- 15:00 Uhr Kaffeepause**
- 15:30 Uhr Erdwärmenutzung in Trinkwassereinzugsgebieten**  
Dr. Claudia Castell-Exner, Bonn  
DVGW-Hauptgeschäftsführung

Ende gegen 16:15 Uhr

**Fachteil Betriebswirtschaftlich-rechtliche Fragen**

Hörsaal 5 E 11

Tagungsleitung: Dipl.-Math. Rainer K. Otto, Erfurt

- 13:45 Uhr Wasserpreise und Kartellrecht**  
RA Dr. Jörg Rehberg, Berlin  
BDEW-Hauptgeschäftsstelle
- 14:30 Uhr Rechtssichere Gestaltung von Internetseiten**  
RA Frank Tittel, Erfurt  
SWE Service GmbH
- 15:00 Uhr Kaffeepause**
- 15:30 Uhr Reagieren auf Veränderungen – Erfahrungen aus Beratersicht**  
Dr.-Ing. Günter Hensel, Dresden  
WAM Wasser Abwasser Management GmbH

Ende gegen 16:15 Uhr

---



## Benchmarking Wasser in Thüringen – Aktueller Stand



### Rödl & Partner Benchmarking Thüringen – aktueller Stand

14. Thüringer Wasserkolloquium  
am 12. März 2009

Rechtsanwälte  
Steuerberater  
Wirtschaftsprüfer

## Benchmarking Projekte Thüringen

Benchmarking Thüringen	Abwasser	Wasser
Projekttrunde	Ersterhebung	Zweite Erhebung
Betrachtungsjahr	Wirtschaftsjahre 2006/2007	Wirtschaftsjahr 2006
Teilnehmer	12 Unternehmen	15 Unternehmen
Wiederholer		12 Unternehmen
Projektstatus	abgeschlossen	abgeschlossen
Turnus	Jährlich?	Alle 3 Jahre

## Benchmarking Abwasser Projektstatus

- Projektdurchführung: FH Schmalkalden
- Fachliche Unterstützung: Rödl & Partner
- Kurzfristige Unterstützung der FH bei Erhebung / Berichterstellung durch Rödl & Partner (Vertraulichkeitserklärungen mit allen Teilnehmern)
- Erhebung der Daten sowie Plausibilisierung direkt über Rödl & Partner
- Individuelle Berichterstattung vollständig abgeschlossen
- Berichterstattung umfasst:
  - Individualbericht: Ergebnisse werden auf 10 Seiten dargestellt
  - Anlage zum Individualbericht: Graphische Darstellung der 43 Kennzahlen
- Offizieller Abschlussbericht / Abschlussveranstaltung
- Projektturnus => jährliche Erhebung?

3

## Benchmarking Wasser Projektstatus

- Projektdurchführung: FH Schmalkalden
- Fachliche Unterstützung: Rödl & Partner
- Kurzfristige Unterstützung der FH bei der Berichterstellung (Vertraulichkeit der Daten mittels Anonymisierung stets gewahrt)
- Individuelle Berichterstattung vollständig abgeschlossen
- Berichterstattung umfasst:
  - Individualbericht: Ergebnisse werden auf 22 Seiten dargestellt
  - Anlage zum Individualbericht: Graphische Darstellung der 82 Kennzahlen
- Projekt läuft weiterhin in bekannter Systematik
- Offizieller Abschlussbericht / Abschlussveranstaltung
- 3jähriger Projektturnus => Möglichkeit Einstiegsmodul (jährl. Erhebung)

4

## Ausblick

### Kartellverfahren Wasserpreise

- Aktuelle Verfahren in Hessen
- Beschluss OLG Frankfurt
- erste Anstrengungen auch in anderen Bundesländern
  - Kartellbehörden
  - Kommunalaufsicht

### Benchmarking als Antwort

- Deutliches Signal der Branche
- Instrument der teilnehmenden Unternehmen

### Weiterentwicklung Benchmarking

5

## Ihre Ansprechpartner



### Prof. Dr. Hubert Dechant

FH Schmalkalden  
Blechhammer  
98574 Schmalkalden

Tel.: 03683 688-1760  
E-Mail: h.dechant@fh-sm.de

### Rödl & Partner

#### Henning Wündisch Rechtsanwalt

Rödl & Partner GbR  
Äußere Sulzbacher Str. 100  
90491 Nürnberg

henning.wuendisch@roedl.de  
Tel.: +49 (9 11) 91 93-35 51  
Fax.: +49 (9 11) 91 93-35 49

6



## Determinanten der Wassernachfrage in Deutschland

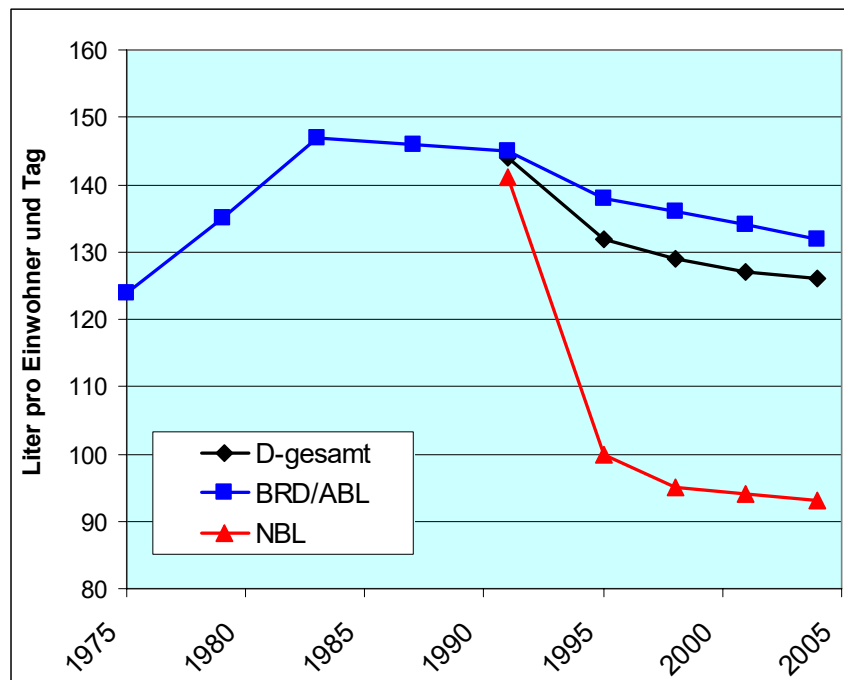
### 1 Einleitung

In Deutschland hat sich der spezifische Wasserverbrauch der Haushalte in den letzten 20 Jahren deutlich verändert. Im Gegensatz zu den Prognosen in den 70er Jahren, die von einem Anstieg des spezifischen Verbrauchs auf Werte über 200 l/(E\*d) ausgingen, kam es zu einem Rückgang von 1991 bis 2004 um 13%. Der aktuelle Verbrauch liegt damit auch im internationalen Vergleich zu anderen Industrieländern vergleichsweise niedrig.

Besonders interessant dabei ist die unterschiedliche Entwicklung zwischen den Neuen Bundesländern (NBL) und den Alten Bundesländern (ABL), die in Abbildung 1 dargestellt ist. Bei der ersten einheitlichen Erhebung für Gesamtdeutschland im Jahr 1991 waren die Verbrauchsmengen mit 145 l/(E\*d) in den ABL und 141 l/(E\*d) in den NBL vergleichbar. In den NBL fand danach jedoch ein deutlicher Rückgang auf inzwischen 93 l/(E\*d) statt, in Westdeutschland liegt er dagegen bei 132 l/(E\*d).

Die Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs spielt sowohl für die Wasserver- als auch Abwasserentsorgung eine wichtige Rolle: Abnehmende Verbrauchsmengen führen zu Umsatzrückgängen ohne dass aufgrund der hohen Fixkostenanteile Kosteneinsparungen in vergleichbarer Höhe realisiert werden könnten. Außerdem kann es aus betriebstechnischer Sicht zu Problemen bei der Wasserversorgung (lange Standzeiten in den Rohrnetzen und damit erhöhte Verkeimungsgefahr) sowie bei der Abwasserableitung (Geruchs- und Korrosionsprobleme aufgrund von Ablagerungen in den Kanälen) kommen. Vor diesem Hintergrund werden vom Fraunhofer ISI im Rahmen eines BMBF-Forschungsvorhabens detaillierte Analysen zu den Einflussfaktoren auf den einwohnerspezifischen Wasserverbrauch sowie zu den Ursachen für die unterschiedlichen Entwicklungen in den ABL und NBL durchgeführt (vgl. detaillierte Beschreibung bei Schleich/Hillenbrand, 2009 bzw. Schleich/Hillenbrand, 2007).

**Abb. 1:** Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs der Haushalte in Deutschland



## 2 Untersuchungsansatz

Zur Untersuchung der Determinanten auf den spezifischen Wasserverbrauch von Haushalten wurde ein ökonomischer Ansatz gewählt: verwendet wurden die in diesem Zusammenhang sehr häufig verwendeten log-log und semi-log-Modellansätze. Im log-log Modell werden alle Variablen in logarithmierter Form verwendet, bei semi-log Ansätzen gehen die abhängige und/oder erklärenden Variablen zumindest teilweise unlogarithmiert in die Schätzgleichung ein. Während das log-log Modell implizit konstante Elastizitäten für den gesamten Wertebereich der Variablen unterstellen, erlauben semi-log Modelle beispielsweise eine größere Nachfrageelastizität der Wassernachfrage bei höheren Wasserpreisen als bei niedrigen Preisen. Zusätzlich werden auch im log-log Modell lineare und quadratische Formen der erklärenden Variablen Einkommen verwendet, um den starken Einkommensunterschieden in den ABL und NBL Rechnung zu tragen und unterschiedliche Einkommensreagibilitäten der Wassernachfrage für Regionen mit hohen und niedrigen verfügbaren Einkommen zuzulassen. Grundlage des multivariaten Modells zur Erklärung der Zielgröße "Spezifischer Wasserverbrauch" waren Daten auf der Ebene von Wasserversorgern, einbezogen wurden knapp 600 Versorgungsgebiete. Bezugszeitraum war das Jahr 2003. Die ausgewählten, verfügbaren Erklärungsvariablen sind in Tabelle 1 beschrieben. Um die notwendige Konsistenz der Daten zu gewährleisten, konnten nur Versorger einbezogen werden, bei denen das Versorgungsgebiet mit der jeweiligen Kommune übereinstimmte. Insgesamt decken die einbezogenen Versorger etwa die Hälfte der deutschen Haushalte ab.

**Tab. 1:** Beschreibung der unabhängigen und abhängigen Variablen

<i>Variable</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Einheit</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Std. Abw.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	
WATER	Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag	berechnet auf Ebene der Wasserversorger aus der Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe und der Zahl der versorgten Einwohner	Liter	128,5	27,0	67,9	228,7
PRICE	Preis pro m <sup>3</sup>	Summe Wasser und Abwasser	€ / 1000 liters	3,79	0,72	1,99	7,10
INCOME	Durchschnittseinkommen	Durchschnittseinkommen privater Haushalte auf Kreisebene	Euro	16.541	2.037	12.735	21.893
SIZE	Haushaltsgröße	berechnet aus der Bevölkerungszahl und Zahl der Wohnungen auf Gemeindeebene	Anzahl Personen	2,03	0,26	1,49	3,66
AGE	Durchschnittsalter	berechnet aus Angaben zum Durchschnittsalter auf Gemeindeebene	Jahre	42,19	1,46	36,40	47,40
WELLS	Anteil Haushalte mit privaten Brunnen	berechnet aus Zahl privater Hausbrunnen bzw. Quellen und Zahl der Wohngebäude auf Kreisebene	%	0,01	0,02	0,00	0,20
ONEFAM	Anteil Einfamilienhäuser	berechnet aus Zahl der Einfamilienhäuser und Gesamtwohnungsanzahl	%	0,51	0,12	0,26	0,91
RAINDAYS	Zahl der Regentage im Sommer	Zahl der Regentage mit > 1 mm in Sommermonaten (April bis September) an einer nahe gelegenen Wetterstation	Anzahl Tage	7,90	1,00	5,00	10,80
TEMP	Durchschnittstemperatur Sommermonate	mittlere Sommerdurchschnittstemperatur einer nahe gelegenen Wetterstation	Celsius	16,72	1,04	13,10	19,80

### 3 Ergebnisse

Die in Tabelle 2 dargestellten Werte zeigen die Ergebnisse der Kleinst-Quadrate Schätzungen für das log-log Modell.<sup>1</sup> Die Parameter, für die sich ein signifikanter Einfluss auf den spezifischen Wasserverbrauch ergeben hat, sind in Abhängigkeit vom Signifikanzniveau gekennzeichnet.

Nach diesen Berechnungen ergibt sich eine Preiselastizität von -0,242, d.h. bei einer Steigerung der Preise um ein Prozent ergibt sich eine Abnahme des Trinkwasserverbrauchs von etwa 2,4 %. Im Vergleich zu anderen Untersuchungen (vgl. Auswertungen von Dalhuisen et al., 2003; Arbués et al., 2003, Klein et al.; 2007 oder Worthington/Hoffman, 2008) liegt dieser Wert eher im unteren Bereich der Ergebnisse. Dabei spielt sicherlich eine Rolle, dass der spezifische Wasserverbrauch in Deutschland im internationalen Vergleich vergleichsweise niedrig liegt. Das (zusätzliche) Wassereinsparpotenzial ist daher auch relativ kleiner, was sich in einer entsprechend (betragsmäßig) kleineren Preiselastizität widerspiegelt. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang besteht außerdem zwischen Einkommen und Wasserverbrauch, im Mittel liegt die Einkommenselastizität bei 0.355, in Regionen mit niedrigerem Einkommen (i.e. i.d.R. in den NBL) liegt sie wesentlich höher (0.789 im Durchschnitt für die NBL). Signifikanten Einfluss auf den Wasserverbrauch haben außerdem die Niederschlagshäufigkeit (zunehmender Verbrauch bei abnehmender Zahl an Regentagen im Sommer), die Haushaltsgröße (zunehmender Verbrauch bei abnehmender Personenzahl pro Haushalt) sowie die Zahl der Hausbrunnen im Versorgungsgebiet (zunehmender Verbrauch bei abnehmendem Anteil von Haushalten mit privaten Brunnen). Etwas überraschend war das Ergebnis, dass der Verbrauch auch bei höherem Durchschnittsalter zunimmt. Dagegen konnte für den Anteil an Einfamilienhäuser sowie für die Durchschnittstemperatur in den Sommermonaten kein statistisch signifikanter Einfluss auf den spezifischen Wasserverbrauch festgestellt werden.

Hinsichtlich des sehr unterschiedlichen Niveaus des spezifischen Wasserverbrauchs in den ABL und den NBL zeigen die Ergebnisse, dass vor allem das niedrigere Einkommen und die höheren Wasserpreise in den NBL zum niedrigeren Verbrauch an Trinkwasser beitragen. Unabhängig von den untersuchten Einzelparametern ergab sich außerdem ein im Vergleich zu einem westlichen Referenz-Bundesland (Schleswig-Holstein) signifikant niedrigerer Verbrauch für alle NBL, über den bspw. unterschiedliches Verhalten oder unterschiedliche technische Ausstattungen in den Haushalten (z.B. wassereffiziente Sanitär- und Haushaltsgeräte gerade in den NBL im Rahmen der Gebäudesanierungen nach der Wiedervereinigung sowie höherer Anteil an Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen mit der höchsten Effizienzklasse in den NBL; s. Schlomann et al., 2004) erfasst wird.

---

<sup>1</sup> Die Berechnungen anhand der semi-log Modelle führten zu sehr ähnlichen Ergebnissen und werden deshalb hier nicht näher ausgeführt, sind jedoch bei Schleich/Hillenbrand (2009) zusätzlich dokumentiert.



**Tab. 2:** Ergebnisse des log-log Modells (Kleinst-Quadrate Schätzung)

Variable	Parameter		Std. Abw.
<i>price</i>	-0,242	***	0,058
<i>income</i>	30,661	**	12,724
<i>income</i> <sup>2</sup>	-1,561	**	0,652
<i>size</i>	-0,436	**	0,179
<i>age</i>	0,603	*	0,329
<i>wells</i>	-0,014	**	0,006
<i>onefam</i>	0,073		0,065
<i>raindays</i>	-0,147	*	0,088
<i>temp</i>	-0,047		0,164
<i>constant</i>	-146,83	**	62,121
R <sup>2</sup>	0,6998		
Sample size	592		

\* signifikant bei einem Signifikanzniveau von 10%

\*\* signifikant bei einem Signifikanzniveau von 5%

\*\*\* signifikant bei einem Signifikanzniveau von 1%

## 4 Ausblick

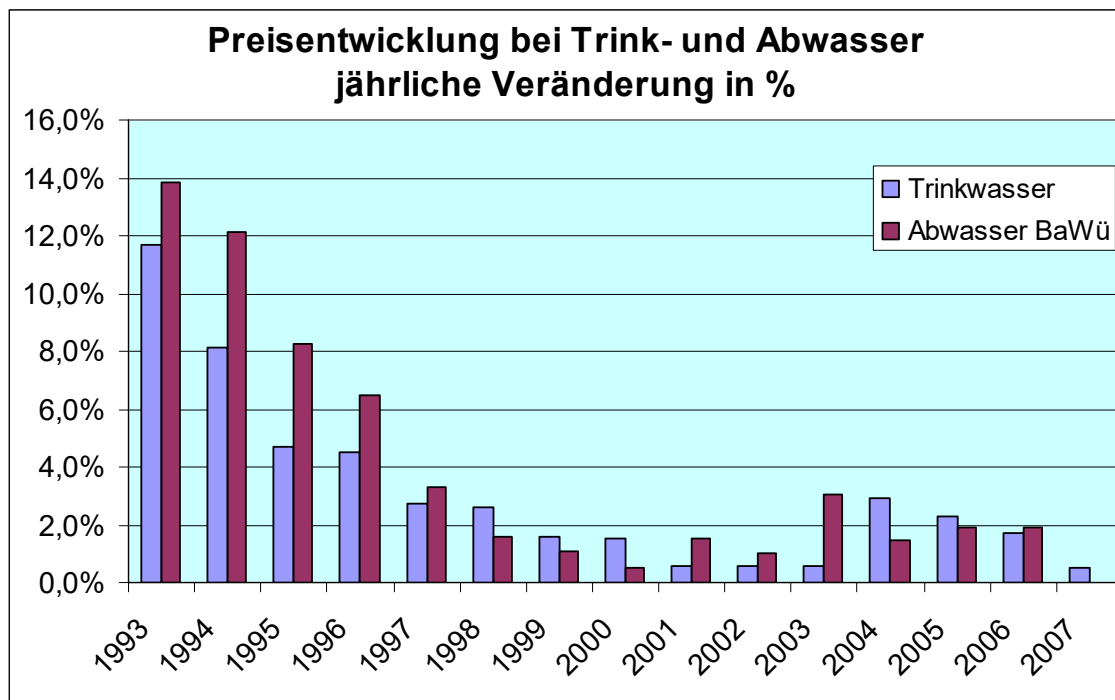
Für die Wasserver- und Abwasserentsorgung besitzt die künftige Entwicklung des Wasserverbrauchs aufgrund der damit verbundenen technischen und ökonomischen Konsequenzen große Bedeutung: Betriebswirtschaftlich bedeutet ein Rückgang des Wasserverbrauchs einen Anstieg des spezifischen Wasserpreises, da ein hoher Anteil der anfallenden Kosten Fixkosten darstellt, die dann auf eine entsprechend geringere Wassermenge umzulegen sind. Technisch betrachtet bedeutet der Rückgang der in den Wasser- und Abwassernetzen transportierten Wassermenge eine erhebliche Herausforderung für den Betrieb der Systeme: die Durchflusszeit in den Trinkwasserleitungen steigt dadurch an und damit auch die Gefahr einer Wiederverkeimung und in den Abwasserkanälen wird die Schleppkraft verringert, so dass es zu unerwünschten Ablagerungen und damit verbunden zu Geruchs- und Korrosionsproblemen kommen kann. Aus ökologischen Gesichtspunkten spielt zum einen der Schutz der Ressource Wasser eine Rolle, der bspw. bei den angelaufenen Bestrebungen auf EU-Ebene zu einem effizienten Umgang mit Wasser im Vordergrund steht, der allerdings immer auch unter dem Aspekt der (langfristigen) Wasserverfügbarkeit in der jeweiligen Region betrachtet werden muss. Zusätzliche ökologische Aspekte sind die mit einem sparsamen Umgang mit Wasser verbundenen Möglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs (Reduktion des Warmwasserverbrauchs, geringerer Energiebedarf bei der Wasser- und Abwasserverteilung und -behandlung) sowie die geringeren Aufwendungen für sonstige Betriebsmittel bei der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung.

Aus den hier vorgestellten Untersuchungen ergeben sich hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs von Haushalten folgende Konsequenzen:

- Die für Deutschland zu erwartenden Entwicklungen bei den Parametern Haushaltsgröße, Durchschnittsalter (alternde Bevölkerung aufgrund des demographischen Wandels), Anzahl der Regentage im Sommer (aufgrund der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels) und Einkommen werden zu einem Anstieg des spezifischen Wasserverbrauchs beitragen.
- Dem stehen mögliche Auswirkungen durch Veränderungen bei den Wasser- und Abwasserpreisen gegenüber. Hier fand in den 1990'er Jahren ein starker Preisanstieg statt, seit 1999 liegen die Preissteigerungen dagegen in der Größenordnung der allgemeinen Inflationsrate (vgl. Abbildung 2). Hinsichtlich der künftigen Preisentwicklung sind unterschiedliche Einflussfaktoren zu berücksichtigen: Besondere Bedeutung haben der u.a. von der DWA beklagte Investitionsstau im Bereich der Sanierung und Instandhaltung von Kanalnetzen, bei dessen Beseitigung es ggf. zukünftig wieder zu einem stärkeren Anstieg der Abwassergebühren kommen würde. Außerdem ist in Folge des demographischen Wandels mit zurückgehenden Nutzerzahlen und Absatzmengen zu rechnen, so dass aufgrund des hohen Fixkostenanteils ebenfalls ein Anstieg der Preise und Gebühren zu erwarten ist. Ein stärkerer Anstieg der Wasser- und Abwasserpreise würde dann zu einem Rückgang des spezifischen Wasserverbrauchs führen.

Zu den Ausgestaltungsmöglichkeiten der Tarife im Bereich der Wasserwirtschaft gibt es derzeit intensive Diskussionen: Teilweise wird angestrebt, den fixen Anteil in diesen Tarifen für den Endkunden deutlich zu erhöhen, um zum einen die Tarifstruktur stärker an die Kostenstruktur anzupassen und damit den Umsatz unabhängiger von der abgesetzten Wassermengen zu machen und um zum anderen durch ein Absenken der variablen Preise die Anreize für einen sparsamen Umgang mit Wasser zu verringern. Um Aussagen zu den dadurch zu erzielenden Veränderungen beim Wasserverbrauch der Konsumenten treffen zu können, sind allerdings weitergehende Untersuchungen notwendig. Dabei steht zum einen die Frage im Vordergrund, inwieweit die Verbraucher auf Grenz- oder Durchschnittskosten reagieren und inwieweit die Erkenntnisse zur Preiselastizität nicht nur bei einem Anstieg der Preise, sondern auch bei einem Rückgang der (variablen) Preise anzuwenden sind. Am Fraunhofer ISI laufen derzeit Untersuchungen, wie in diesem Spannungsfeld eine nachhaltige Tarifgestaltung aussehen könnte.

**Abb. 2:** Entwicklung der spezifischen Preise für Wasser (Werte für Deutschland, Quelle: BGW) und Abwasser (Werte für Baden-Württemberg, Quelle: Statistisches Landesamt)



Für die Gesamtentwicklung des zukünftigen Wasserverbrauchs spielen die Veränderungen bei den Einflussfaktoren auf den spezifischen Wasserverbrauch, die Bevölkerungsentwicklung im Versorgungsgebiet sowie die Entwicklung bei den über das öffentliche Netz ver-/entsorgten Gewerbe- und Industriekunden<sup>2</sup> eine Rolle. Aufgrund der sehr unterschiedlichen regionalen Entwicklungen beispielsweise hinsichtlich des demographischen oder des Klimawandels sind umfassende Analysen auf regionaler Ebene unter Berücksichtigung aller relevanter Randbedingungen notwendig, um langfristorientierte strategische Aussagen treffen zu können (vgl. Hillenbrand/Hiessl, 2006 und 2007). Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse können dazu wertvolle Hilfestellungen geben.

## Dank

Die vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen des vom BMBF unterstützten Forschungsvorhaben "GLOWA Elbe" erarbeitet.

## Literatur

- Arbués, F., Garcia-Valinas, M.A., Martínez-Espiñeira, R. (2003): Estimation of residential water demand: A state of the art review. *Journal of Socioeconomics* 32, 81–102.
- Dalhuisen, J.M., Florax, R.J.G.M., de Groot, H., Nijkamp, P. (2003): Price and income elasticities of residential water demand: A meta analysis. *Land Economics* 79, 292–308.

<sup>2</sup> Zu den hier zu erwartenden Entwicklungen vgl. Hillenbrand/Böhm (2008).

- Hillenbrand, T.; Böhm, E.(2008): Entwicklungstrends des industriellen Wassereinsatzes in Deutschland. KA: Abwasser, Abfall 55 (2008), 8, S. 872-882
- Hillenbrand, T.; Hiessl, H. (2006): Sich ändernde Planungsgrundlagen für Wasserinfrastruktursysteme. Teil 1: Klimawandel, demographischer Wandel, neue ökologische Anforderungen. KA - Abwasser, Abfall (53), Nr. 12, S. 1265-1271
- Hillenbrand, T.; Hiessl, H. (2007): Sich ändernde Planungsgrundlagen für Wasserinfrastruktursysteme. Teil 2: Technologischer Fortschritt und sonstige Veränderungen. KA - Abwasser, Abfall (54), Nr. 1, S. 47-53
- Klein, B., Kenney, D., Lowrey, J., Goemans, C. (2007): Factors influencing residential water demand: A review of the literature, University of Colorado Working paper version 1.12.07.
- Schleich, J.; Hillenbrand, T. (2009): Determinants of Residential Water Demand in Germany. Ecological Economics, im Druck;  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.11.012>
- Schleich, J.; Hillenbrand, T. (2007): Determinants of residential water demand in Germany. Karlsruhe: Sustainability and Innovation, No. S 3/2007, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 21 pp.; In: [http://www.isi.fhg.de/e/working%20papers/working-paper\\_water%20demand\\_final\\_02.pdf](http://www.isi.fhg.de/e/working%20papers/working-paper_water%20demand_final_02.pdf)
- Schlomann, B., Gruber, E., Eichhammer, W., Diekmann, J., Ziesing, H.-J., Rieke, H., Wittke, F., Herzog, T., Barbosa, M., Lutz, S., Broeske, U., Merten, D., Falkenberg, D., Nill, M., Kaltschmitt, M., Geiger, B., Kleeberger, H., Eckl, R. (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Bericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München.
- Worthington, A. ; Hoffman, M. (2008): An Empirical Survey of Residential Water Demand Modelling. Journal of Economic Surveys, Vol. 22, No. 5, pp. 842-871

Dipl.-Ing. Thomas Hillenbrand  
 Leiter Geschäftsfeld Wasserwirtschaft  
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
 Breslauer Straße 48  
 76139 Karlsruhe  
 Tel.: 0721 6809-119, -124 (Sekretariat)  
 Fax: 0721 6809-77-119  
 Email:thomas.hillenbrand@isi.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Joachim Schleich  
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
 Breslauer Straße 48  
 76139 Karlsruhe  
 Tel.: 0721 6809-124  
 Fax: 0721 6809-77-119

## Wasser für Conakry – Ein Thüringer Brunnenbauunternehmen in Guinea

### 1 Guinea

Guinea (siehe Abbildungen 1 und 2) ist ein Staat in Westafrika, der (von Nordwesten aus im Uhrzeigersinn) an Guinea-Bissau, Senegal, Mali, die Elfenbeinküste, Liberia, Sierra Leone und den Atlantik grenzt. Seine Unabhängigkeit erlangte die ehemalige französische Kolonie am 2. Oktober 1958. Trotz seiner Bodenschätze lebt der Großteil der Bürger in Armut, diese wurde durch Versuche zur Etablierung des Sozialismus und die Diktatur Sékou Tourés noch verstärkt. Die Hauptstadt von Guinea ist Conakry.

Bevölkerung: ca. 9,7 Mio. (2006) Einwohner; etwa 2/3 davon leben auf dem Lande, 1/3 in den Städten. Die Analphabetenquote bei 56 %, die Einschulungsrate im Grundschulbereich bei etwa 50 %, im Sekundärbereich bei 10 % und im Hochschulbereich bei 1 %.

Am 22. Dezember 2008 starb Guineas Präsident Lansana Conté nach 24jähriger Amtszeit und langer Krankheit. Unmittelbar danach verübte das Militär einen Putsch. Ein Hauptmann namens Moussa Dadis Camara erklärte im staatlichen Rundfunk, die Regierung sowie andere Institutionen der Republik seien aufgelöst, die Aktivitäten der Gewerkschaften würden unterbunden und die Verfassung außer Kraft gesetzt.

Am 24. Dezember wurde ein „Nationalrat für Demokratie und Entwicklung“ gebildet, an dessen Spitze als Staatsoberhaupt Camara steht. Dieser Nationalrat soll Guinea bis zu Neuwahlen regieren.



*Abb. 1: Übersichtskarte Westafrika und Guinea*



Abb. 2: Übersichtskarte Guinea

## 2 Probleme

Trotz großer Vorkommen an Bodenschätzen wie Gold, Silber, Diamanten und rund einem Drittel der Weltlagerung an Bauxit herrscht totale Armut. Die Versorgung mit Strom und Wasser ist – wenn überhaupt – nur stundenweise gegeben.

Dabei ist Guinea eines der niederschlagsreichsten Länder Afrikas mit im Schnitt 4.000-4.800 l/m<sup>2</sup> (zum Vergleich Deutschland 400-450 l/m<sup>2</sup>). Jedoch versickert das hauptsächlich während der beiden Regenzeiten niedergehende Wasser im Boden, da es im Prinzip keine wasserspeichernden Möglichkeiten wie Talsperren oder ähnliches gibt.

Das Ziel der neuen Regierung ist vornehmlich, das Land besser mit Wasser und Strom zu versorgen. Dabei ist man um eine Eindämmung der jahrzehntlang herrschenden Korruption bemüht. Man will binnen 18 Monaten bis zur Neuwahl der Regierung sicht- und spürbare Veränderungen erreichen.

Das gänzliche Fehlen vergleichbarer Infrastruktur wie Straßenverbindungen, Hotels, Werkstätten oder Reparaturzentren macht ein Arbeiten im Land zu einer nervenaufreibenden und kostspieligen Sache. Allein die Unterbringung des Personals in Hotels ist sehr teuer.

Wir haben deshalb 3 Häuser angemietet (2x Mitarbeiter aus Deutschland und 1x einheimische Mitarbeiter). Jedes Haus liegt bei ca. 800,-- Euro im Monat. Zur Miete kommen noch die Aufwendungen für durchgehend laufende Stromaggregate dazu. Somit bewegt sich ein Haus pro Monat etwa zwischen 4.000,00 und 5.000,00 Euro.

Qualifiziertes Personal vor Ort ist quasi nicht vorhanden. Man muss alle Arbeiter beaufsichtigen bzw. täglich neu anlernen. Es können kein Grundwissen oder primäre technische Fertigkeiten vorausgesetzt werden. Dennoch ist das Ziel, die Arbeiter vor Ort so anzulernen, dass sie später selbst in der Lage sind, unsere Anlagen zu bedienen.

### 3 Chronologie Arbeiten BBC

Im Sommer 2006 gingen wir als Subunternehmer einer Berliner Firma einen Vertrag zur Erstellung von Brunnen im Gebiet der Hauptstadt Conakry ein. Das gesamte Auftragsvolumen lag bei etwa 2,5 Mio. Euro. Ziel für uns war die Herstellung von 10 Brunnen zur Aufstockung der Wasserversorgung Conakrys.

Bereits der Transport unseres Bohrgerätes und der restlichen Ausrüstung gestaltete sich schwierig. Zur Schiffslaufzeit von etwa 4 Wochen kamen unerwartet noch etwa 2 Wochen, bis unsere Sachen aus dem Hafen Conakrys freigegeben wurde. Schließlich stellten wir fest, dass entweder auf dem Schiff oder im Hafen jegliche Treib- und Schmierstoffe aus dem Bohrgerät, dem Jeep und dem LKW abgelassen und wahrscheinlich verkauft wurden. Dazu verschwanden noch die Batterien der Fahrzeuge. Außerdem gab es Beschädigungen am Bohrgerät für die niemand verantwortlich zeichnen wollte.

Wir begannen etwa 5 Wochen verspätet unsere Arbeiten im Vertrauen auf unsere Auftraggeber und wurden wieder und wieder auf Zahlungen vertröstet. Zwischenzeitlich erfuhren wir, dass unser AG von der Regierung Guineas einen Vorschuss von 600.000,00 Euro bereits bekommen hatte. Dies entsprach auch den bis dahin durch uns erbrachten aufgelaufenen Arbeiten. Weitere Zahlungen an unseren AG erfolgten wohl nicht, so dass er seine Leistungen in Gefahr sah und sich deshalb zurückzog. Wir erhielten nur einen Teil unserer Aufwendungen. Die Arbeiten wurden im September 2006 vorläufig eingestellt.

Unser AG hatte augenscheinlich unsere Maschinen als Sicherheit gegeben, diese wurden beschlagnahmt und ein Rücktransport war nicht möglich.

Während des Jahres 2007 waren wir mit der Regierung Guineas in Verhandlungen, wie nun die Arbeiten fortgesetzt werden sollten.

Im Sommer 2008 wurden wir endlich von der Regierung Guineas direkt beauftragt. Der Auftrag sieht die Erstellung von 12 Stück Brunnen auf einer Fläche von 1,5 x 2,0 km sowie einer Sammel- und Pumpstation inkl. Anschluss an die bestehende Wasserzisterne (ca. 2.500 m<sup>3</sup>) vor und hat ein Volumen von 6 Mio. Euro.

Jeder Brunnen soll bei einer Endteufe zwischen 50 und 100 Metern eine Förderleistung von 50-100 m<sup>3</sup>/h bringen. Dazu kommt noch die Verlegung von etwa 14 km Rohrleitung. Das Wasser der Brunnen soll gesammelt und einem etwa 8 km entfernt gelegenen Hochbecken zugeführt werden. Man wollte eine stündliche Gesamtförderung von etwa 600 m<sup>3</sup> erreichen. Diese Wassermenge soll so die derzeitige Versorgung Conakrys (täglich ca. 800 – 1.000 m<sup>3</sup>) deutlich aufstocken. Zwar kommt man dem Bedarf von etwa 12.000 m<sup>3</sup>/d nur ein Stück entgegen, jedoch ist dies nur als ein Teil der zukünftigen Arbeiten anzusehen.

Bei der Planung standen uns kaum Karten und keine Planungsunterlagen zur Verfügung. Man sprach von einem Höhenunterschied zwischen Brunnen und Hochbehälter von etwa 35 m. Tatsächlich lag dieser bei knapp 70 m, was eine völlige Neudimensionierung unserer Anlage notwendig machte.

Außerdem machte uns die nur zeitweilig verfügbare (3-8 h am Tag) Stromversorgung zu schaffen. Wir entschlossen uns, die Anlage mit zusätzlichen Notstromaggregaten

auszustatten, so dass eine permanente Förderung gewährleistet sein würde. Wir begannen im September 2008 unsere Arbeiten.

Ende 2008 gab es Studentenunruhen und Aufstände, welches uns wieder zum Stillstand zwang. Seit dem Tod des Präsidenten vor Weihnachten 2008 und der Übernahme der Amtsgeschäfte durch das Militär können wir nun wieder unter vernünftigen Bedingungen arbeiten. Die prov. Regierung hat großes Interesse an diesen und weiteren Wassergewinnungsanlagen.

#### 4 Ist-Zustand

Im Moment sind 9 Brunnen mit der gewünschten Ergiebigkeit von 50-100 m<sup>3</sup>/h fertig gestellt und die Pumpstation wird gebaut. Die kilometerweiten Verbindungen der Brunnen mit der Pumpstation (Elektrokabel und Wasserleitungen) werden ab Ende März 2009 ausgeführt.

Die Bohrarbeiten (siehe Abbildung 3) gestalteten sich auf den ersten 30 Meter im Lockergestein durch die Eisenkern und Bauxiteinlagerungen sehr problematisch. Es mussten teilweise Gerölle in Autogröße durchörtert bzw. geräumt werden. Danach steht Vulkan- und Schiefergestein an. Dieses lässt sich ebenso nur schwer bohren und der Verschleiß der Bohrwerkzeuge stieg erheblich. Letztlich sind wir jedoch mit unseren Imlochhammer-Werkzeugen auch diesem Problem gewachsen. Der Bohrdurchmesser liegt bei 400 mm und die Brunnen werden mit Ausbau DN200 bestückt.

Die durch uns hergestellten Brunnen erfüllen alle gestellten Anforderungen auch nach deutschen Standards und die Regierung Guineas möchte weiter mit uns zusammenarbeiten. Diesbezüglich laufen schon Verhandlungen über weitere Projekte.



*Abb. 3: Bohrarbeiten in Guinea*



Bei unseren Arbeiten wurden entgegen bei den durch andere Unternehmen hergestellten Brunnen Wert auf Langlebigkeit gelegt. In unseren Augen kann nur Qualität überzeugen.

Man darf nicht glauben, in Afrika mal eben das „schnelle Geld“ verdienen zu können. Das Preisniveau liegt unter dem in Europa und man kann das lediglich durch günstige Arbeitskräfte kompensieren. Dazu kommt der Umstand, dass entgegen europäischen Geschäftsgebaren die Zahlungsziele bis zu 6 Monate nach Abnahme betragen können. Als Unternehmen geht man also immer in „Vorkasse“ und die Gelder werden nur etappenweise ausgezahlt. In der Regel gibt es keine Bürgschaften, das Risiko trägt der Unternehmer. Ein Vertrag ist in der Regel nur so stabil wie die aktuelle Regierung.

Besondere Aufmerksamkeit sollte man in Afrika der besonderen Mentalität schenken. Die religiösen und ethnischen Vorstellungen sind in jedem Fall zu respektieren, so merkwürdig sie auch erscheinen mögen. Am besten nimmt man sie als gegeben hin und mischt sich in auftretende Auseinandersetzungen nicht ein. Die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter ist und bleibt oberste Priorität. Denn nur unsere hochmotivierten Mitarbeiter, unser Know-how und eine gewisse Liquidität ließ uns die jahrelangen Anlaufschwierigkeiten überstehen. Man kann in Afrika in keinem Fall von europäischen Verhältnissen ausgehen, jedoch ist Afrika ein Markt der Zukunft für Unternehmen mit hohem Anspruch und „langem Atem“.

Trotz oder vielleicht auch wegen der momentanen Wirtschaftskrise hat sich der Schritt für uns gelohnt und die Zukunft in Afrika sieht viel versprechend aus. Wenn man mit den Gegebenheiten zu leben und arbeiten gelernt hat, wenn man der Mentalität Toleranz entgegen bringt und vor allem, wenn man der Sache seine Zeit lässt und nicht den „schnellen Euro“ sucht, ist Afrika in jedem Fall ein lohnendes Betätigungsfeld.

Matthias Conrad  
Brunnenbau Conrad GmbH  
Thamsbrücker Straße 10  
99947 Merxleben  
Tel.: 03603-3906-0  
E-Mail: [info@brunnenbau-conrad.de](mailto:info@brunnenbau-conrad.de)  
[www.brunnenbau-conrad.de](http://www.brunnenbau-conrad.de)



Dr. Claudia Castell-Exner  
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

Dipl.-Ing. Thomas Zenz  
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

Dipl.-Ing. Uwe Marquardt  
GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen

## **Risiko- und Krisenmanagement in der Wasserversorgung – Die neuen DVGW-Hinweise W 1001 und W 1002**

Das Thema „Sicherheit“ ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus von Diskussionen und Aktivitäten auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene gelangt. Neue Konzepte wie das Water Safety Plan-Konzept der Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder Normungsaktivitäten auf CEN- und ISO-Ebene wie auch Aktivitäten des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) sind Beispiele hierfür. Dabei wird bezüglich der Versorgungssicherheit der deutsche Begriff „Sicherheit“ sowohl auf Aspekte der Prozesssicherheit (Englisch: „Safety“) als auch auf die Sicherheit vor Eingriffen von Außen auf die Wasserversorgung (Englisch: „Security“) bezogen.

Der DVGW hat sich im Jahr 2006 in Abstimmung mit dem Bundesministerium für Gesundheit (BMG), dem Umweltbundesamt (UBA) und dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) die Aufgabe gestellt, ein Gesamtkonzept „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung“ zu entwickeln.

Die für diese Fragestellung von den Lenkungscommittees W-LK1 „Wasserwirtschaft, Wassergüte, Wasserwerke“ und W-LK2 „Wasserversorgungssysteme“ eingerichteten Projektkreise W 1001 und W 1002 haben die DVGW-Hinweise W 1001 „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Risikomanagement im Normalbetrieb“ und W 1002 „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Organisation und Management im Krisenfall“ erarbeitet; sie sind im August 2008 als Weißdruck erschienen.

Die Benummerung der neuen DVGW Hinweise W 1001 und W 1002 zeigt die Nähe zum DVGW-Arbeitsblatt W 1000 „Qualifikationsanforderungen an Trinkwasserversorgungsunternehmen“ als maßgeblichem Rahmenpapier zu Organisation und Management in der Trinkwasserversorgung. Die im Hinweis W 1001 dargelegte Methode eines risikobasierten und prozessorientierten Management und im Hinweis W 1002 beschriebenen Hinweise zu und Anforderungen an Organisation und Management im Krisenfall werden folglich auch die Fortentwicklung des Technischen Sicherheitsmanagement (TSM) und hier insbesondere des TSM-Leitfadens tangieren.

### **Risikomanagement im Normalbetrieb**

Im DVGW Hinweis W 1001 „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Risikomanagement im Normalbetrieb“ werden die Grundsätze für ein risikobasiertes und prozessorientiertes Management zur fortlaufenden, innerbetrieblichen Überprüfung und Optimierung der Versorgungssicherheit im Normalbetrieb dargestellt.

Diese Grundsätze sind eingebettet in die für die deutsche Wasserversorgung geltenden Ziele und Grundlagen der Versorgungssicherheit. Diese ist gegeben, wenn die

- gesundheitsbezogenen Ziele (d.h. die Anforderungen der Trinkwasserverordnung, DIN 2000 und DVGW W 1000 (A),
  - versorgungstechnischen Ziele (d.h. nach DIN 2000 und DVGW W 1000 (A) in ausreichender Menge und genügendem Druck, Trinkwasser an jeder Übergabestelle zur Verfügung zu stellen),
  - ästhetische Ziele (d.h. Trinkwasser bereit zu stellen, das nach DIN 2000 appetitlich ist, zum Genuss anregt, farblos, klar, kühl sowie geruchlich und geschmacklich einwandfrei ist)
- eingehalten sind.

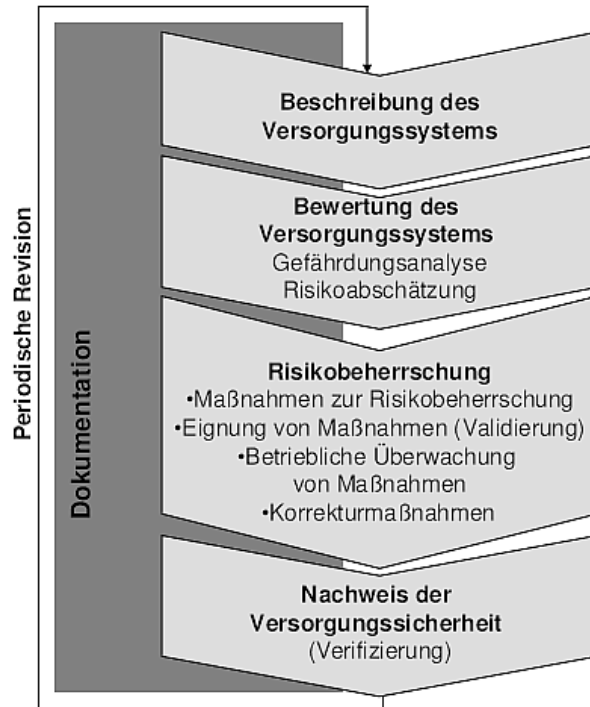
Unter „Normalbetrieb“ werden alle Betriebszustände und Prozesse inklusive Störungen in der Wasserversorgung verstanden, die durch die vom Versorger gewählten betriebsgewöhnlichen Mitteln und/oder Organisationsstrukturen beherrschbar sind.

Auf der Grundlage des DVGW-Arbeitsblattes W 1000 „Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Trinkwasserversorgern“ und den wesentlichen Elementen des von der WHO im Jahr 2004 vorgelegten Water-Safety-Plan-Konzeptes wird eine Methode dargelegt mit der Risiken im Betrieb der Trinkwasserversorgung systematisch ermittelt, bewertet und beherrscht werden können.

Wesentliche Bausteine der Methode sind (Bild 1):

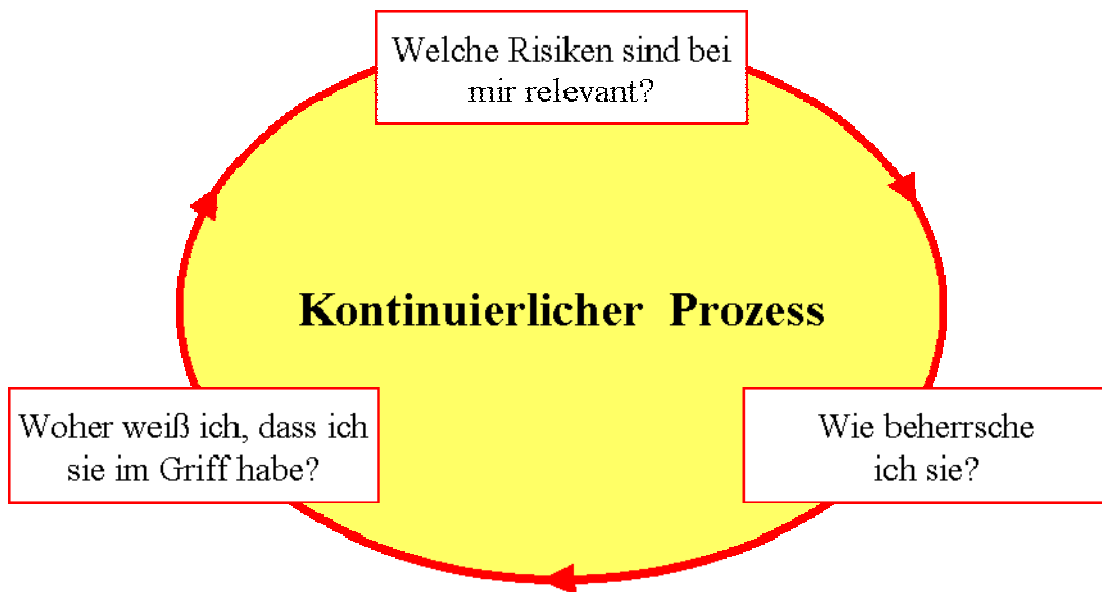
- Beschreibung des Versorgungssystems
- Bewertung des Versorgungssystems
  - Gefährdungsanalyse
  - Risikoabschätzung
- Risikobeherrschung
  - Festlegung von Maßnahmen
  - Eignung von Maßnahmen (Validierung)
  - Betriebliche Überwachung von Maßnahmen
  - Korrekturmaßnahmen
- Nachweis der Versorgungssicherheit (Verifizierung)

Abgerundet werden die vorgenannten Punkte durch die Dokumentation und die periodische Revision. Insbesondere letztere ermöglicht es, zunächst mit einzelnen Risiken bzw. mit Risiken behafteten (Teil-)Bereichen des Versorgungssystems zu beginnen, und den betrachteten Bereich nach und nach auszuweiten, bis eine vollständige Risikobetrachtung erfolgt ist.



**Bild 1:** Methode des risikobasierten und prozessorientierten Managements im Überblick (DVGW, 2008)

Bild 2 verdeutlicht das Grundprinzip der Fragestellungen eines risikobasierten und prozessorientierten Managements. Die periodische Revision ermöglicht das systematische Hinterfragen der betrieblichen Praxis, so dass Verbesserungspotential erkannt und aufgegriffen wird. Zusätzlich wird empfohlen, die Methode bei relevanten Veränderungen im Versorgungssystem, der gesetzlichen Vorgaben oder im Technischen Regelwerk erneut anzuwenden.



**Bild 2:** Grundprinzip der Fragestellungen eines risikobasierten und prozessorientierten Managements (Schmoll, O. und Müller-Wegener, U. Die dritte Auflage der WHO-Leitlinien für Trinkwasserqualität: Hintergrund und neue Entwicklungen. GWF Wasser Abwasser 145 (13), S. 10-16)

In gleicher Weise wie zur Ermittlung und Begegnung von Risiken bezüglich der Prozesssicherheit ist die Methode geeignet, Risiken, die aus Naturkatastrophen oder terroristischen Angriffen herrühren, zu identifizieren und zu begegnen.

Durch die Anwendung dieser Methode wird das auf Grundlage des DVGW W 1000 bestehende Technische Sicherheitsmanagement (TSM) ergänzt. Die im DVGW-Regelwerk beschriebene Vorgehensweise und Ausführung von technischen Verfahren, Abläufen und Prozessen im betrieblichen Alltag werden in diesem Risikomanagementansatz als prinzipiell geprüft (basisvalidiert) angesehen. D.h. sofern der Wasserversorger Maßnahmen zur Risikobeherrschung ergreifen muss, kann er bei fachgerechter Umsetzung der Technischen Regeln davon ausgehen, dass diese auch geeignet sind.

Aus Sicht des DVGW unterstützt die Methode eines risikobasierten und prozessorientierten Managements das Ziel, die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit eines Versorgungssystems langfristig zu sichern.

Spezifische Aspekte in diesem Zusammenhang sind:

- Sorgfältige Wahrnehmung der betriebliche Aufgaben (Überwindung der „Betriebsblindheit“)
- Anwendung der technischen Regeln
- Erkennen und Beseitigen von Schwachstellen im Versorgungssystem
- Unterstützung bei der betriebswirtschaftlichen Planung durch systematische Beurteilung des Versorgungssystems
- Förderung des innerbetrieblicher Erfahrungsaustausch und Sicherung des praktischen Betriebswissens
- Stärkung der Organisationssicherheit
- Verbesserung des gegenseitiges Verständnisses und der Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden und weiteren Akteuren sowie der Kommunikation mit der Öffentlichkeit

Zur Umsetzung der Methode im betrieblichen Alltag wird derzeit ein „Begleitprogramm“ entwickelt, das Hintergrundmaterialien ebenso umfassen wird wie Veröffentlichungen und entsprechende Seminarangebote des DVGW sowie Partnerorganisationen, wie bspw. dem BBK oder des UBA. Ein Überblick über dieses „Begleitprogramm“ ist auf der DVGW-Homepage in Vorbereitung.

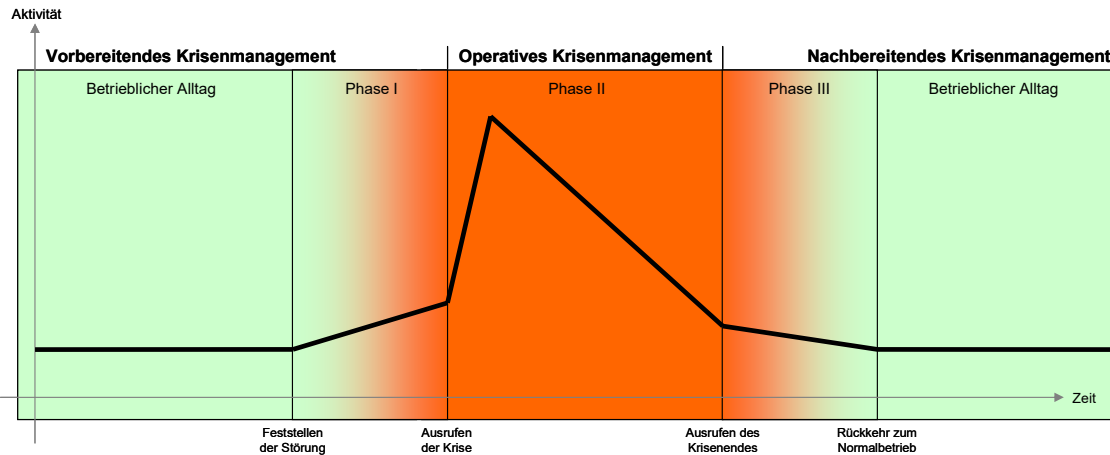
## **Organisation und Management im Krisenfall**

Auch bei einem noch so ausgefeilten Risikomanagement-System verbleibt immer ein gewisses Maß an Restrisiken, da

- bestimmte Risiken nicht erkannt werden bzw. erkannt werden können,
- keine oder vom Kosten/Nutzen-Verhältnis nur ungenügende Maßnahmen zur Risikobeherrschung durchgeführt werden können oder
- das Risiko als vermeintlich tragbar angesehen wird.

Für diese selten eintretenden, schwerlich vorhersehbaren und daher auch nicht planbaren Situationen, die vom Versorger nicht alleine mit seinen betriebsgewöhnlichen Mitteln oder Organisationsstrukturen beherrscht werden können und oftmals die Mitwirkung der zuständigen Behörden erforderlich machen, wurde der DVGW-Hinweis 1002 „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Organisation und Management im Krisenfall“ entwickelt.

Der Übergang zwischen Normalbetrieb (inkl. Störungsbeherrschung) und dem Krisenfall hängt für jedes Versorgungsunternehmen individuell davon ab, wie intensiv und umfassend es mittels des Risikomanagements die bestehenden Risiken identifiziert und bewertet sowie entsprechende Maßnahmen zur Risikobeherrschung eingeleitet und umgesetzt hat. Eine allgemeingültige Definition für den Krisenbeginn besteht daher nicht.



**Bild 3:** Betriebliche Aktivität während des krisenhaften Ablaufes einer Störung (DVGW, W 1002)

Im DVGW Hinweis W 1002 werden auf der Basis der bewährten Organisationsstrukturen der für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden die Grundlagen für ein betriebliches Krisenmanagement mit entsprechenden Empfehlungen für den Wasserversorger formuliert.

Schwerpunkte dabei sind:

- Mögliche Anlässe für eine Krise
- Phasen und Elemente des Krisenmanagements
- Die notwendige Aufbauorganisation im Krisenfall (Krisenstab)
- Die Ablauforganisation im Krisenstab (Alarmierung, Konstituierung, Arbeitsabläufe, Beendigung)

Darüber hinaus werden Hinweise gegeben zu

- der technischen Ausrüstung des Krisenstabes,
- Telekommunikationseinrichtungen und -bevorrechtigungen sowie
- der Durchführung von Übungen.

Weiterhin sind vielfältige Informationen über die Organisation des Katastrophen-/Krisenmanagements der zuständigen Behörden und der Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit diesen im Krisenfall wiedergegeben.

Mit der Veröffentlichung des Hinweises W 1002 wurde der DVGW-Hinweis W 1050 „Vorsorgeplanung für Notstandsfälle in der öffentlichen Trinkwasserversorgung“ zurückgezogen.

## Fazit

Der DVGW ergänzt mit den Hinweisen W 1001 (Risikomanagement im Normalbetrieb) und W 1002 (Organisation und Management im Krisenfall) seine Empfehlungen zu Organisation und Management in der Wasserversorgung (DVGW-Arbeitsblatt W 1000:2005) und schafft zum Thema Sicherheit ein Gesamtkonzept für die Branche. Die Hinweise werden zeitnah in das „Technische Sicherheitsmanagement“ des DVGW eingearbeitet, so dass die wesentlichen Elemente bei zukünftigen Erst- bzw. Wiederholungsprüfungen mitbetrachtet werden.

Zum Vorstellen der Inhalte des Hinweises W 1001 und seiner Verknüpfung zum Hinweis W 1002 wird am 7. Mai 2009 eine Auftaktveranstaltung im Gas-Wasser-Zentrum in Bonn stattfinden.

Weitere Informationen finden Sie unter:

<http://www.dvgw.de/wasser/organisation-management/>

Dr. Claudia Castell-Exner  
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn  
Josef-Wirmer-Straße 1-3  
53123 Bonn  
Tel.: 0228/9188-650  
Fax: 0228/9188-988  
E-Mail: [castell-exner@dvgw.de](mailto:castell-exner@dvgw.de)



## Analyse und Optimierung der Wasserkraftanlagen im Fernwasserversorgungssystem Nordthüringen

### 1 Einleitung

Die Verbundwasserversorgung Nordthüringen wurde aufgrund der ungleichen Niederschlagsverteilung zwischen dem Thüringer Wald und dem nördlichen Vorland bis Mitte der 70er Jahre errichtet. Seither werden über das Fernwasserversorgungssystem schwerpunktmäßig die Städte Gotha, Erfurt, Arnstadt, Weimar, Sömmerda, Apolda und Jena versorgt. Derzeit werden täglich zirka 63 000 m<sup>3</sup>/d Trinkwasser für das angeschlossene Versorgungsgebiet bereitgestellt. Das Rohwasser wird aus der Ohra-Talsperre entnommen und im Wasserwerk Luisenthal aufbereitet.



**Abb. 1:** Übersichtskarte des Fernwasserversorgungsgebietes Nordthüringen  
(Quelle: TFW)

Von Luisenthal fließt das Trinkwasser zirka 35 km im Gravitationsbetrieb zu dem zirka 280 m tiefer gelegenen Verbrauchsschwerpunkt Erfurt. Von Erfurt führen drei Hauptversorgungsleitungen nach Sömmerda, Weimar und Jena. Die weiterführenden Leitungen nach Weimar und Jena werden ebenfalls ohne zusätzlichen Einsatz von Druckerhöhungspumpen betrieben. Durch diese geographischen Bedingungen eignet sich das Versorgungssystem hervorragend zur Wasserkraftnutzung. Die Thüringer Fernwasserversorgung (TFW) betreibt bereits erfolgreich Wasserkraftanlagen. Im Fernwasserversorgungssystem Nordthüringen ist eine Francis-Turbine an der Ohra-Talsperre in der Rohwasserzuführung vor dem Wasserwerk Luisenthal installiert. An den beiden Hochbehältern bei Gotha und Bienstädt erzeugen als Turbinen arbeitende Pumpen in den Zulauf-

leitungen der Hochbehälter Elektroenergie. Diese bauen an Stelle von Ringkolbenventilen den Druck vor dem Behältereinlauf ab.

## 2 Untersuchung zur Optimierung der Wasserkraftnutzung

Der Rückgang des Wasserbedarfs hat seit 1990 zu erheblichen hydraulischen Veränderungen geführt. Bezogen auf den Auslegungszustand treten auf Grund kleiner Fließgeschwindigkeiten verringerte Druckverluste beim Transport des Wassers auf. Daraus ergibt sich im Vergleich zu früheren Betriebsbedingungen ein größeres nutzbares energetisches Potenzial. Ein weiterer Aspekt für die Überarbeitung des Wasserkraftnutzungskonzeptes sind die Änderungen der Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Mit dem novellierten Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), das zum 1. Januar 2009 in Kraft getreten ist, werden neue Anreize geschaffen, diese Technologie weiter auszubauen. Die mit den vor 2004 errichteten Bestandsanlagen erzeugte elektrische Energie wird mit 7,67 ct/kWh vergütet. Für neu errichtete Anlagen ist derzeit mit 12,76 ct/kWh Vergütung zu rechnen. Somit können Investitionen an Standorten, die bisher als unrentabel betrachtet wurden, rentabel werden.

Insgesamt wurden 8 Standorte auf ihre technische Eignung für den Einbau von Turbinen, verfügbare energetische Potenziale sowie die Wirtschaftlichkeit von Investitionen untersucht. Dabei sind die Bestandsanlagen einer detaillierten Analyse unterzogen worden, welche auf den Messdaten der Prozessleittechnik der TFW basieren. Die folgenden Abbildungen zeigen die Auswirkungen einer Turbinenradmodifizierung der Francis-Turbine in Luisenthal, die im vergangenen Jahr im Rahmen einer Revision an die aktuellen Betriebsbedingungen angepasst wurde. Diese Turbine erreicht nun ihr Wirkungsgradoptimum bei wesentlich geringeren Durchflusswerten, was eine Erhöhung der Jahresarbeit zur Folge hat.

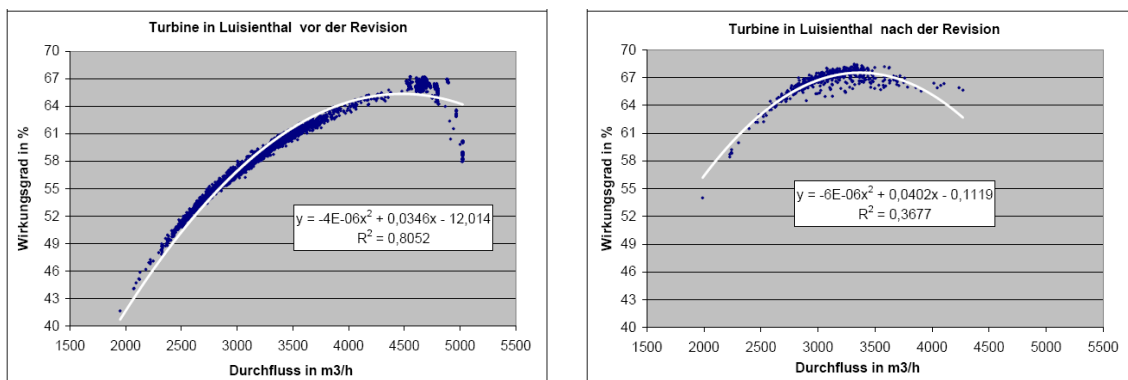


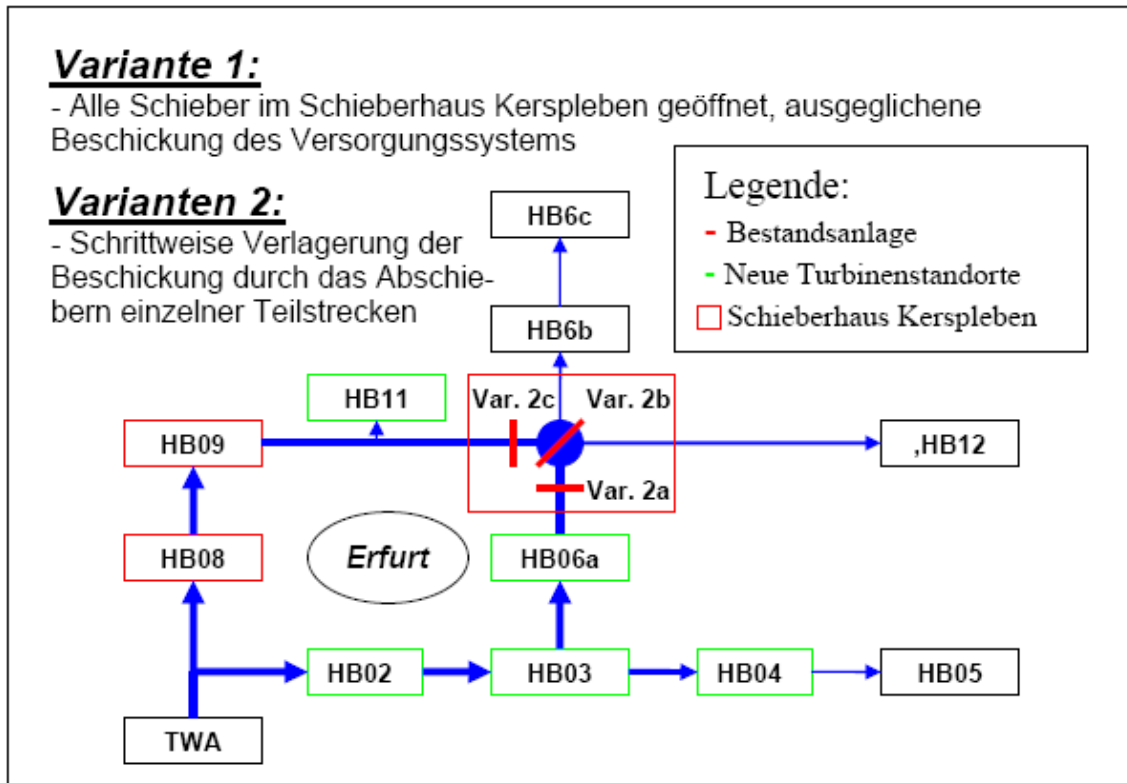
Abb. 2: Wirkungsgradkennlinien der Francis-Turbine in Luisenthal

Den Schwerpunkt der Untersuchung stellt die Gesamtoptimierung des wirtschaftlichen Gewinnes aus Wasserkraftnutzung dar. Diese Optimierungsaufgabe ergab sich aus der besonderen Struktur des Wasserversorgungssystems. Da die Versorgung über zwei getrennte Behälterkaskaden hin zum Verbrauchsschwerpunkt Erfurt vorgenommen werden kann, sind verschiedene Bewirtschaftungsvarianten des Systems durch eine Verlagerung der zur Versorgung benötigten Volumina möglich. Zwei Kriterien haben maßgeblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems:

a, Die Bewirtschaftungsvariante mit dem insgesamt geringsten Druckverlust beim Transport des Wassers weist das größte energetische Potenzial zur Wasserkraftnutzung

auf. Dies wird durch eine Verlagerung der Mengen auf die Leitungen mit dem größeren Querschnitt im Westen von Erfurt erreicht.

b, Eine Mengenverlagerung auf die Leitung im Osten verspricht einen wirtschaftlichen Vorteil, da durch die Neuinstallation von Anlagen der höhere Vergütungssatz nach dem EEG 2009 in Ansatz gebracht wird.

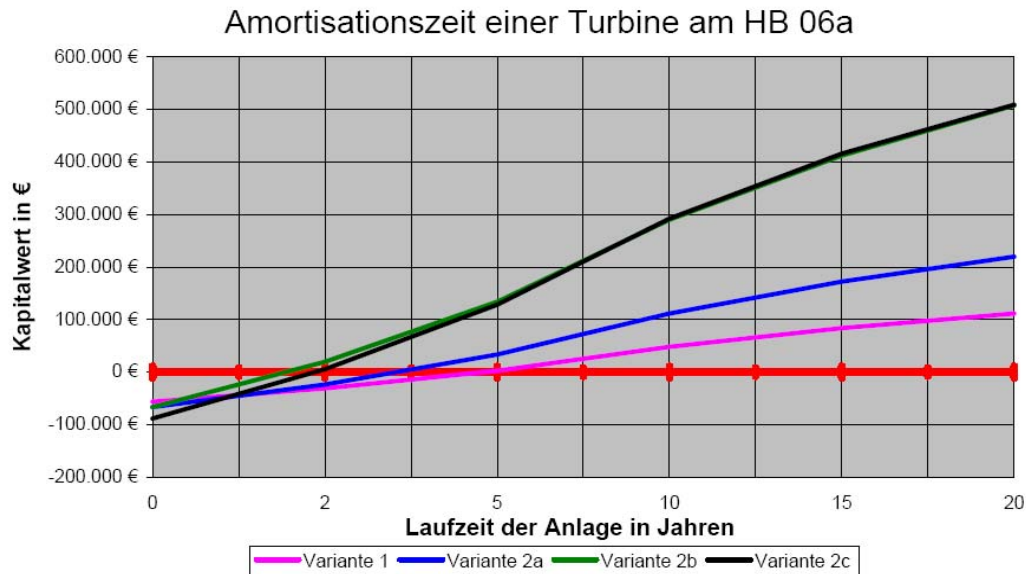


**Abb. 3:** Schematische Darstellung der Bewirtschaftungsvarianten

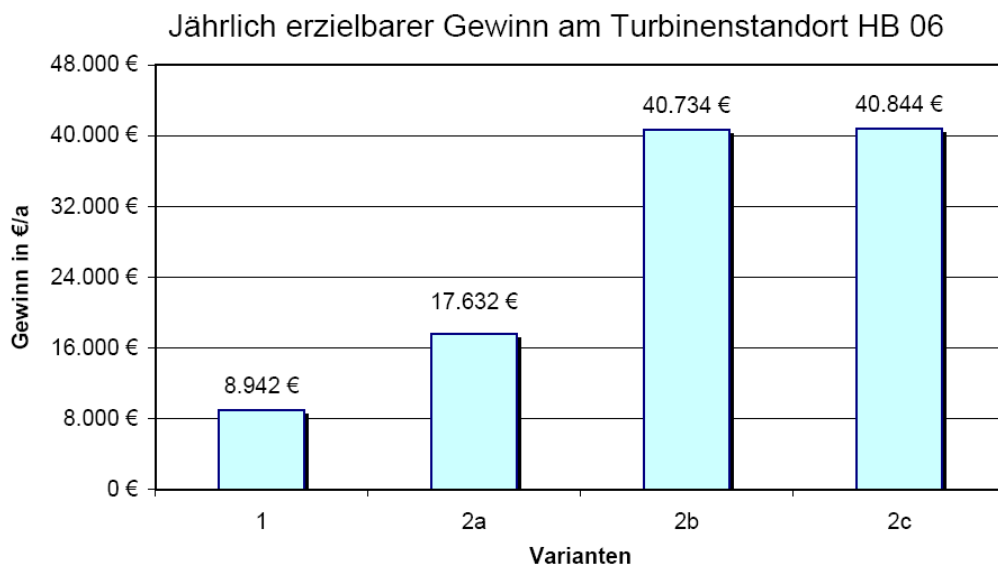
Um diese Optimierungsaufgabe zu lösen wurde ein hydraulisches Modell des Systems mit der Software STANET® erstellt. Damit war es möglich die Auswirkungen der Volumenstromverlagerung auf die Druckverhältnisse im gesamten Fernwasserversorgungssystem zu analysieren. Aus den variantenabhängigen Ergebnissen von Druck und Durchfluss sowie Herstellerdaten und den standortspezifischen Vergütungssätzen erfolgte eine betriebswirtschaftliche Untersuchung der einzelnen Standorte.

### 3 Wirtschaftliche Kosten-Nutzen-Bewertung/Ergebnisse

Die wirtschaftliche Kosten-Nutzen-Bewertung beruht auf dynamischen Berechnungsverfahren. Für jeden Standort sind die zu erwartenden Gewinne und die Amortisationszeiten in Abhängigkeit der Varianten ermittelt worden. In den nachfolgenden Darstellungen werden die Ergebnisse am Beispiel des Standortes am Hochbehälter 06a gezeigt.



**Abb. 3:** Grafische Ermittlung der Amortisationszeit mit der Kapitalwertmethode



**Abb. 4:** Auswirkung der Bewirtschaftungsvariante auf den Gewinn an einem Standort

Um die Auswirkungen der Bewirtschaftungsvarianten insgesamt bewerten zu können, wurde die in Abb. 5 ersichtliche Darstellungsweise gewählt. In den Diagrammen werden je betrachteter Variante die Gewinne der einzelnen Standorte summiert. Die Aufteilung der Ergebnisse in zwei Diagramme wurde vorgenommen, da grundsätzlich zwei Möglichkeiten des Systemausbaus bestehen. Eine ist die vollständige Anpassung des Systems an die optimalen hydraulischen Bedingungen. Dafür ist der „Ersatz der Bestandsanlagen“ notwendig.

Ein zweiter Ansatz ist der Ausbau ausschließlich neuer Standorte „ohne Ersatz der Bestandsanlagen“. Vorteile dieses Ansatzes sind ein verringertes Risiko für den Investor sowie eine maximale Nutzungsdauer der bestehenden Turbinen.

Die Auswertung der Ergebnisse ergab, dass auf Grund des höheren energetischen Potenzials mit der derzeitigen Bewirtschaftungsweise trotz der geringeren spezifischen Vergütung (7,67 ct/kWh) bei Bestandsanlagen der höchste Gewinn zu erwarten ist.

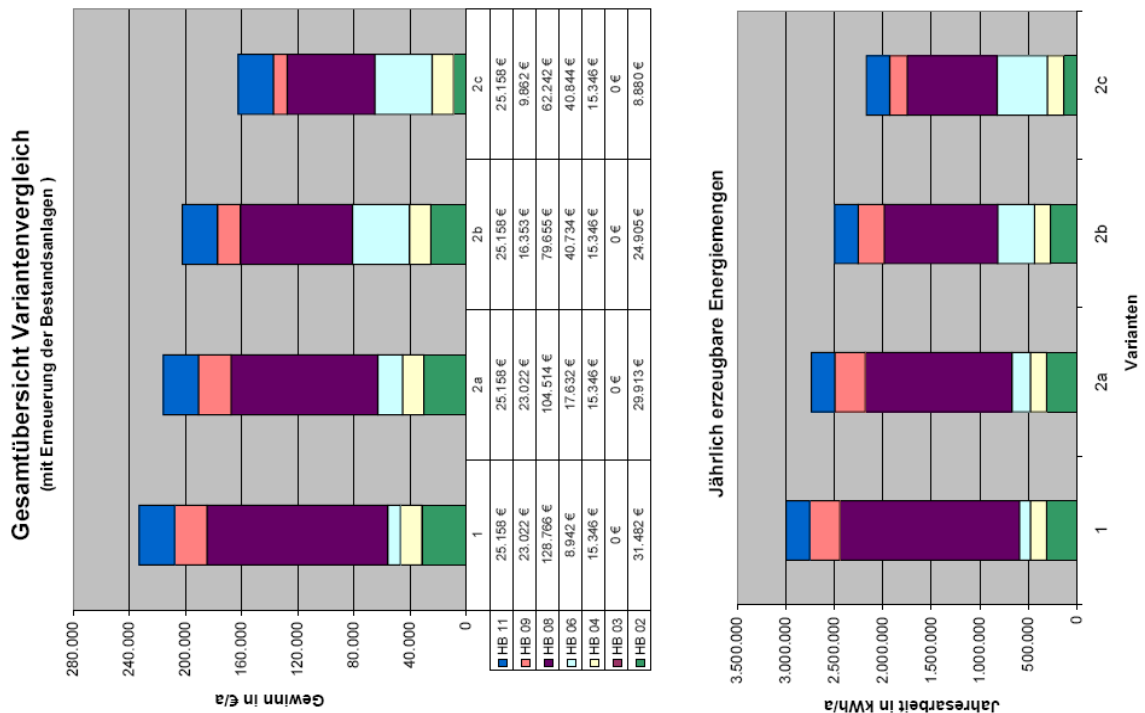
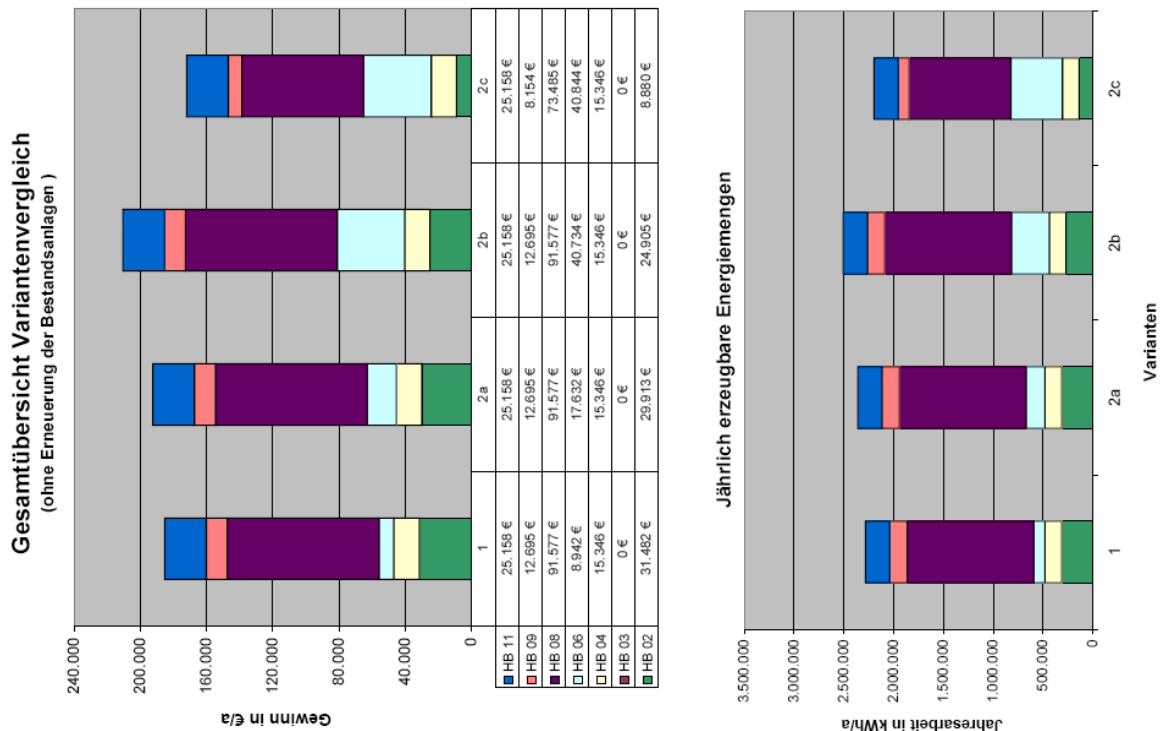


Abb. 5: Varianten vergleichende Darstellung der erzielbaren Gesamt-gewinne

Dies setzt aber einen Ausbau des gesamten Systems, also auch den der bestehenden Anlagen voraus. Bei einer Lösung „ohne Erneuerung der Bestandsanlagen“ schneidet die Bewirtschaftungsvariante 2b am günstigsten ab. Die Ergebnisse der komplexen Untersuchung zur Wasserkraftnutzung und deren Gesamtoptimierung wurden vom Ingenieurbüro für Wasser und Boden (IWB), Bannewitz verifiziert und weiterführend auf der Grundlage eines Tagesbewirtschaftungsmodells (STANET-TASI) bearbeitet. Sie finden bei zukünftigen Investitionsentscheidungen der TFW Anwendung.

## Quellen

[1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Entwurf des EEG 2009,

URL:[http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entwurf\\_ee\\_recht.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entwurf_ee_recht.pdf)

zuletzt abgerufen am 04.04.08

[2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Leitfaden für die Vergütung von Strom aus Wasserkraftanlagen,

URL:[http://www.bmu.de/files/gewaesserschutz/downloads/application/pdf/broschuere\\_leitfaden\\_wasserkraft.pdf](http://www.bmu.de/files/gewaesserschutz/downloads/application/pdf/broschuere_leitfaden_wasserkraft.pdf)

zuletzt abgerufen am 12.04.2008

[3] Bundesministerium der Justiz: Erneuerbare Energiengesetz vom 21.07.2004.

URL:[http://bundesrecht.juris.de/eeg\\_2004/index.html](http://bundesrecht.juris.de/eeg_2004/index.html)

zuletzt abgerufen am 12.04.2008

[4] Bundesamt für Konjunkturfragen: Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen,

URL: [http://www.energie.ch/bfk/ravel/12\\_51\\_2D.PDF](http://www.energie.ch/bfk/ravel/12_51_2D.PDF)

zuletzt abgerufen am 03.07.2008

Diese Untersuchung ist ein Kooperationsprojekt zwischen der Thüringer Fernwasserversorgung und der Fachhochschule Erfurt im Rahmen der Masterarbeit von Falko Hallebach. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Volker Spork, Prof. Dr.-Ing. Holger Hahn

Dipl.- Ing./Betriebswirt (VWA) Uwe Weiß

Thüringer Fernwasserversorgung

Haarbergstr. 37

99097 Erfurt

Tel.: 0361/5509-141

Fax: 0361/5509-111

E-Mail: [uwe.weiss@thueringer-fernwasser.de](mailto:uwe.weiss@thueringer-fernwasser.de)

M.Eng. Falko Hallebach

Lerchenweg 5

06254 Günthersdorf

Tel.: 0178/1913292

E-Mail: [falko\\_hallebach@gmx.de](mailto:falko_hallebach@gmx.de)

Dipl.-Ing. (FH) Ines Benkert  
Fachhochschule Erfurt, Fachrichtung Bauingenieurwesen, Erfurt

Dipl.-Ing. Hans-Dieter Ludwig  
Stadtverwaltung Erfurt, Tiefbau- und Verkehrsamt, Entwässerungsbetrieb, Erfurt

## **Wärmerückgewinnung aus Abwasser – Potenziale für Erfurt**

### **1 Einleitung**

Die Verwendung von erneuerbaren Energiequellen oder von vorhandener Energie mit Minimierung des Primärenergieverbrauchs gewinnt immer mehr an Bedeutung, da der Bedarf an notwendiger Energie unter weitgehender Schonung der Umwelt gedeckt werden soll. Die Nutzung von Abwärmepotential in Form von Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser in Freispiegelkanalisationen stellt ein dafür mögliches Verfahren dar. Abwasserwärmenutzung trägt zur Energie- und Ressourcenschonung bei und mindert die CO<sub>2</sub>-Belastung.

Die Nutzung von Trinkwasser ist meist mit einer Erwärmung verbunden. Große Mengen des täglich zum Duschen, Waschen, Spülen etc. benutzten Wassers gelangen noch warm in die Kanalisation. Dort weist das Abwasser in Abhängigkeit von der Jahreszeit eine Temperatur zwischen 10 und 20 °C auf. Um diese Wärme nicht ungenutzt ablaufen zu lassen, werden Abwasserwärmenutzungsanlagen AWWNA errichtet. Die gewonnene Wärmeenergie kann zur Beheizung von Gebäuden sowie zur Warmwasserversorgung eingesetzt werden.

### **2 Funktionsbeschreibung einer Abwasserwärmenutzungsanlage**

Die Hauptbestandteile einer AWWNA sind Wärmetauscher, Versorgungsleitungen und Wärmepumpe. Zur Nutzung der Abwasserwärme sind drei Wärmeübertragungsprozesse nötig. Für die Wärmerückgewinnung überträgt der meist im Kanal eingebaute Wärmetauscher die Wärme des Abwassers auf das in ihm zirkulierende Wärmeübertragungsmedium. Dieses wird durch Versorgungsleitungen einer Wärmepumpe zugeführt. Dort findet ein zweiter Wärmeübertrag an ein Arbeitsmedium in der Wärmepumpe statt. Dieses verdampft infolge der Wärmezufuhr aus der Kanalisation. Es erfolgt nun eine Verdichtung des verdampften Mediums, wodurch ein höheres Temperaturniveau erreicht wird. Mit einem dritten Wärmeübertrag speist man die zur Verfügung stehende Wärme in den Heizungskreislauf ein.

Mit der AWWNA kann man nicht nur Heizwärme für Heizzwecke und der Bereitstellung von Warmwasser produzieren, sondern man kann sie auch umgekehrt als Kältemaschine einsetzen. Im Sommer kann also durch diese Betriebsweise mit Abwasser gekühlt werden.

### **3 Technik der Wärmeabgewinnung**

Für eine AWWNA können Wärmetauscher zum Einsatz kommen, die im Kanalsystem montiert werden oder externe Wärmetauscher, die oberirdisch in der Nähe der Wärmepumpe stehen. Für eine reibungslose Funktionsweise der Anlage sind durch den Wärmetauscher das verschmutzte Abwasser und das saubere Heizsystem getrennt.

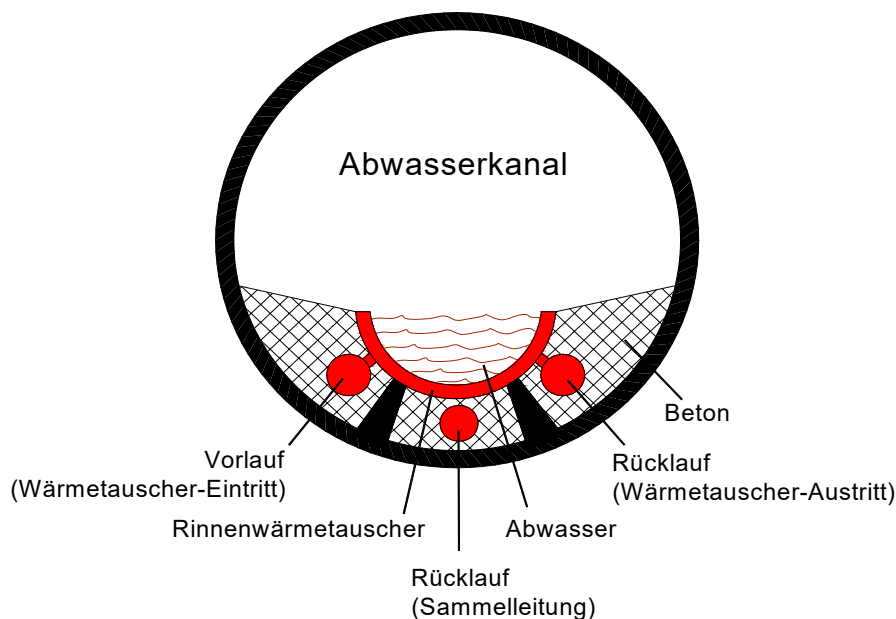
Im Folgenden wird eine Kanalwärmetauscher-Technik vorgestellt, die schon in der Praxis erprobt wurde.

- **Rabtherm-Wärmetauscher**

Die schweizer Rabtherm AG vermarktet Wärmetauscher, die in bestehende Kanäle, mit ausreichendem Querschnitt und Sohlgefälle, nachträglich eingebaut werden können. Bei neuen Kanälen empfiehlt es sich, die Wärmetauscher als vorgefertigte Bauteile komplett mit dem Abwasserrohr zu installieren.

Bestandteil eines Kanalwärmetauschers ist ein flaches Wärmetauscherelement aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Ein Wärmeübergang vom Abwasser zum Übertragungsmedium findet statt, wenn das Abwasser mit genügend Wärmepotential das Wärmetauscherelement überströmt. Das Wärmetauscherelement besteht meist aus rostfreiem Chromnickel-Stahl und verfügt über eine glatte Oberfläche zur Verhinderung von Ablagerungen, die den Wirkungsgrad des Wärmetauschers und den Abfluss des Abwassers beeinträchtigen können.

Das plattenartige Wärmetauscherelement besitzt Zwischenräume, die von einem Wärmeübertragungsmedium durchströmt werden. Zwischen den Doppelschalenelementen des Wärmetauschers wird das Übertragungsmedium (Wasser oder Wasser-Glykol-Gemisch) serpentinartig geführt. Dieses wird durch Vorlaufleitungen zum Wärmetauscher und durch Rücklaufleitungen vom Wärmetauscher weggeleitet, um es schließlich einer Wärmepumpe zuzuführen und eine höher verwertbare Wärmeenergie zu gewinnen.



**Abb. 1:** Querschnitt eines Wärmetauschers im Abwasserkanal

Die Vor- und Rücklaufleitungen bestehen meist aus Kunststoff und werden entweder unterhalb der Chromnickel-Stahlplatten einbetoniert (siehe Abbildung 1) oder im Kanaldeckenbereich eingebaut. Es ist dabei zu beachten, dass die Einbauten die Kapazität des Kanals nicht relevant vermindern. Möglichst kurze Vor- und Rücklaufleitungen sind von Vorteil, um Kosten und Druckverlust im Wärmeübertragungskreislauf zu minimieren. Bei regelmäßiger Kontrolle und Reinigung sowie der Durchführung von notwendi-



gen Reparaturen kleiner Schäden kann für Wärmetauscher mit einer mittleren Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren gerechnet werden.

Die Entzugsleistung der Kanalwärmetauscher ist abhängig von der Wassermenge, der Wassergeschwindigkeit, dem Gefälle sowie der Verschmutzung im Kanal und beträgt nach Herstellerangaben etwa 2 bis 5 kW/m<sup>2</sup> Wärmetauscher. Daraus ergibt sich eine nutzbare Leistung nach der Wärmepumpe von circa 3 bis 7 kW/m<sup>2</sup> Wärmetauscher.

#### **4 Potential in Erfurt**

In Zusammenarbeit der Fachhochschule Erfurt mit dem Tiefbau- und Verkehrsamt (Entwässerungsbetrieb) sowie dem Hochbauamt konnte ein Projekt zur Ermittlung des vorhandenen Potentials in der Landeshauptstadt Erfurt durchgeführt werden. Um Abwasserwärmenutzungsanlagen in Erfurt anwenden zu können, müssen bestimmte örtliche Bedingungen eingehalten sein. Es gibt einerseits Kriterien, die zum Einbau und zur optimalen Wirkung des Wärmetauschers in der Kanalisation erfüllt sein müssen, und andererseits Anforderungen für Gebäude, die zur bestmöglichen Ausnutzung der Wärme aus dem Abwasser unter Nutzung einer Wärmepumpe erbracht werden sollten.

- **Kanalnetz Betrachtung**

Als erstes wurde das Kanalnetz von Erfurt näher betrachtet und ermittelt, welche Kanalabschnitte ständig genügend Abwasser mit sich führen. Um genügend Wärmemenge zu erhalten, muss der Wärmetauscher beim Abfluss der maßgebenden Abwassermenge ganz im Abwasser eingetaucht sein. Maßgebend für den Einbau eines Wärmetauschers in die Kanalisation ist der Abwasseranfall bei Trockenwetter, das heißt das anfallende Abwasser aus Haushalt, Gewerbe, Industrie sowie das Fremdwasser. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen ist eine Wassermenge von mindestens 15 l/s [2] (Tagesmittel bei Trockenwetter) erforderlich, um genügend Wärmeenergie aus dem Abwasserkanal zu gewinnen.

Für den Einbau der Wärmetauscher ist die Zugänglichkeit des Kanals von großer Bedeutung. Der bestehende Kanal sollte mindestens einen Durchmesser von 800 mm bzw. ein Kanalquerschnitt von mindestens 800 x 800 mm besitzen und einen guten Zustand aufweisen sowie noch langfristig im Betrieb sein, damit der speziell angefertigte Wärmetauscher eingebaut und gewartet werden kann [2]. Beim Neubau eines Kanals mit vorgefertigten Kanalelementen und integrierten Wärmetauscher liegt das Minimum bei 500 mm Durchmesser, um eine ständig ausreichende Abwassermenge zur Verfügung zu haben. Auf Grundlage der Kanalgröße und der angeschlossenen Einwohnerzahlen lässt sich abschätzen in welchen Bereichen sich die unterirdischen Hauptsammler befinden, die diese Hauptanforderungen in Erfurt erfüllen.

Ein weiteres ausschlaggebendes Kriterium zur effektiven Wärmegewinnung ist die Abwassertemperatur. Je höher die mittlere Temperatur des Abwassers ist, desto besser kann die Abwasserwärme genutzt werden. Denn eine hohe Abwassertemperatur ermöglicht grundsätzlich eine größere Abkühlung bzw. einen größeren Wärmeentzug. Die Temperatur des Wassers sollte auch im Winter meistens über 10 °C liegen, um Wärme aus dem Abwasser zu entnehmen ohne dabei das Abwasser zu stark abzukühlen und eine eventuelle Einschränkung auf den Betrieb der nach geschalteten Abwasserreinigungsanlage auszulösen.

In Erfurt gibt es keine Indirekteinleiter, die dauerhaft Abwasser mit erhöhter Temperatur ins Kanalnetz einspeisen. Daten aus dem Jahr 2007 aus dem Klärwerk Erfurt Kühnhausen ergeben eine Abwassertemperatur von etwa 11,5 °C im Winter und von 19,5 °C im Sommer. Dies ist völlig ausreichend, um einen Wärmetauscher nutzen zu können ohne dabei die Kläranlagen in ihrer Funktion zu behindern.

Um eine einfache Konstruktion und Montage des Wärmetauschers zu ermöglichen sollte der Kanalabschnitt möglichst geradlinig verlaufen und keine Kurven aufweisen. Je nach Größe der Abwasserwärmenutzungsanlage ist ein gerader Kanalabschnitt von

20 bis 200 m Länge erforderlich [2]. Bei einer Länge von über 200 m würde die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Abwasser und Wärmetauschermedium zu klein für eine effiziente Wärmetauscherleistung werden. Eine zusätzliche Oberfläche aufgrund von längeren Wärmetauschern bringt nicht unbedingt mehr Leistung.

Das Gefälle ist bei der Dimensionierung des Wärmetauschers von Bedeutung. Ein größeres Gefälle führt zu größeren Abflussgeschwindigkeiten über die Wärmetauscheroberfläche, die schädliche Sielhautbildung wird minimiert und der Wärmeaustausch begünstigt. Allerdings bedeutet ein zu starkes Gefälle auch eine geringere Kontaktzeit des Abwassers mit der Wärmetauscheroberfläche. Ein günstiges Kanalgefälle liegt zwischen 1 - 6 ‰. Diese Kriterien werden von den meisten groß dimensionierten Haupt-sammeln in Erfurt erfüllt. In Abbildung 2 ist der Grenzbereich für eine potentielle AWNA schraffiert eingezeichnet.

- **Potentielle Abnehmer**

Nachdem die Kanalabschnitte ermittelt wurden, die einen Wärmetauschereinbau ermöglichen, konnte nach potentiellen Wärmeabnehmern gesucht werden. Der Kanalabschnitt mit den Wärmetauschern sollte in unmittelbarer Nähe zum Standort der Heizzentralen liegen. Die Nähe zu den potentiellen Wärmeabnehmern ermöglicht kurze Distanzen für die Leitungsführung zwischen Wärmequelle und Ort der Wärmenutzung, wodurch u.a. der Energieverbrauch für die Umwälzung möglichst gering bleibt. Eine Umgrenzung von 200 m um die entsprechenden Kanalabschnitte bildet den Grenzbereich für die effektive Nutzung von Abwärme aus dem Abwasser.

Die Nutzung von Abwasserwärmepumpen in neuen bzw. in bestehenden Gebäuden oder Gebäudegruppen ist empfehlenswert ab einem Leistungsbedarf für die Wärmeabgabe (für zum Beispiel Radiatoren, Fußbodenheizung) von mindestens 150 kW [1], was dem Bedarf von circa 50 Wohneinheiten entspricht. Nur durch eine große Wärmeabnahme seitens der Nutzer ergeben sich ausreichend hohe Deckungsbeiträge für den Wärmelieferanten zur Refinanzierung der Investition.

Eine Wärmepumpe arbeitet umso effizienter, desto niedriger die Temperaturen der Energienutzung liegen. Neubauten mit Niedertemperatur-Heizsystemen (Fußbodenheizung, Bauteilkonditionen) bieten deshalb besonders gute Voraussetzungen für die Energienutzung aus Abwasser. Für industrielle Prozesse, die hohe Temperaturen über 70 °C benötigen, sind die Heizungsanlagen mit Abwasser aus der Kanalisation weniger anwendbar.

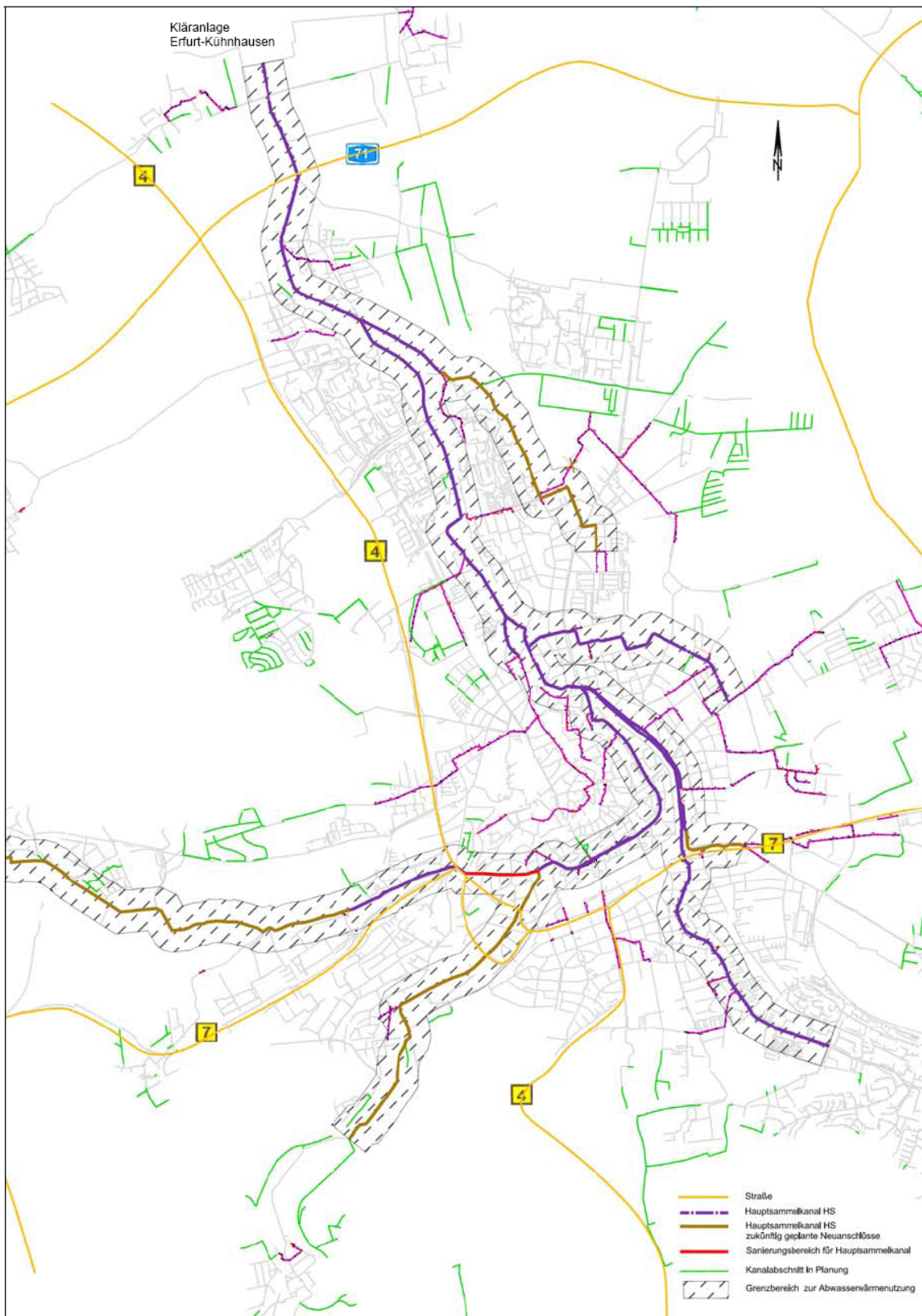


Abb. 2: Grenzbereich zur potentiellen Nutzung einer AWWA in Erfurt

Günstig auf den wirtschaftlichen Betrieb wirken sich ein möglichst ganzjähriger Wärmebedarf mit langen Betriebszeiten der Wärmepumpe (Raumheizung und Warmwasser). Die Investition lässt sich außerdem besser ausnutzen, wenn das Kanalabwasser im Sommer zum kühlen genutzt wird. Die Wärmepumpe wird in diesem Fall als Kältemaschine betrieben.

Öffentliche Gebäude, die sich in dem Grenzgebiet für die effektive Abwasserwärmenutzung befinden und die notwendigen Anforderungen erfüllen, wurden identifiziert und nach Kriterien, wie Abwasseranfall, Gefälle des Kanals, dauerhafte Nutzung der Abwasserwärme, Vorhandene Gebäudeheizung, Geforderte Heizleistung, Abstand zwischen Kanal und Abnehmer, in einer Rangordnung mit dreißig Standorten festgelegt. Für die ersten zwei Standorte konnte eine Vorbetrachtung durchgeführt werden, wobei die Abwärme des Abwassers in einem bivalenten Heizsystem genutzt wird. Die Wärmepumpe deckt die Grundlast und die Spitzenlast wird von dem im Gebäude schon vorhandenen Gaskessel abgedeckt.

## **5 Ausblick**

Die bisher durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass die Landeshauptstadt Erfurt ein ausreichendes Potential aufweist, um Abwärme aus dem Abwasser zu nutzen. Aufgrund der Gegebenheit, der ständig ausreichend vorhandenen Abwassermenge im Norden der Stadt, wo fast das gesamte städtische Abwasser zur Kläranlage fließt, werden einige Standorte dort weiter betrachtet. Eine gleichzeitige Werterhaltung des Kanals kann mit dem Wärmetauschereinbau durch gleichzeitigen Ausbau der Kanalsohle erreicht werden. Im Stadttinnern gibt es Kanalabschnitte, die in den nächsten Jahren saniert werden, in dessen Nähe auch ein potentieller Abnehmer neu errichtet wird. Dieses könnte sich kostentechnisch günstig auswirken. Bei Kanalisations-Neubauten kann der Wärmetauscher als zusätzliches Element schon in der Planungsphase einbezogen werden. Aufgrund steigender Energiepreise und dem technologischen Fortschritt im Bereich der Wärmepumpen und Wärmetauscher andererseits wird die Abwärmenutzung aus Abwasser zunehmend wirtschaftlich interessanter.

Die weitergehenden Betrachtungen an den ausgewählten Standorten, erfordern neue Grundlagendaten, insbesondere Abfluss- und Temperaturganglinien, um eine AWNA planen zu können und die Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Bei ausreichenden Resultaten könnte an einen der Standorte in Zukunft eine AWNA arbeiten und umweltschonend der Energiebedarf gedeckt bzw. die CO<sub>2</sub>-Emmission reduzieren werden.

Zukünftig könnten auch noch einige weitere Standorte attraktiv werden, da das Erfurter Kanalnetz durch Neuplanungen und Anschlüssen von Gemeinden erweitert wird. Außerdem werden durch laufende Forschungsarbeiten, unter anderem an neuen Wärmetauschermatten aus flexiblen Kunststoffmatten (Heatliner), die auch in den Randgebieten der Stadt eingesetzt werden können, neue Technologien entwickelt und neue Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung erstellt.

## Literatur

- [1] Ernst A. Müller, Felix Schmid: Heizen und Kühlen mit Abwasser, Ratgeber für Bauherren und Kommunen, Institut Energie in Infrastrukturanlagen, Zürich, 2005
- [2] Studer, Urs: Abwasser, die ungenutzte Wärmequelle, Rabtherm AG, Zürich, 2004

Dipl.-Ing. (FH) Ines Benkert  
Fachhochschule Erfurt  
Fakultät Bauingenieurwesen und Konservierung/Restaurierung  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Altonaer Straße 25a  
99085 Erfurt  
Tel: 0361-6700-922  
Fax: 0361-6700-903  
E-Mail: [ines.benkert@fh-erfurt.de](mailto:ines.benkert@fh-erfurt.de)

Dipl.-Ing. Hans-Dieter Ludwig  
Stadtverwaltung Erfurt  
Tiefbau- und Verkehrsamt  
Entwässerungsbetrieb  
Löberwallgraben 16  
99096 Erfurt  
Tel: 0361-655-3560  
Fax: 0361-655-3569  
E-Mail: [hans-dieter.ludwig@erfurt.de](mailto:hans-dieter.ludwig@erfurt.de)



## Erdwärmenutzung in Trinkwassereinzugsgebieten



### DVGW - Positionspapier

#### „Erdwärmenutzung in Trinkwassereinzugsgebieten“

Stand: 10. November 2008

---

Die Erdwärmenutzung hat in den vergangenen Jahren rasant zugenommen. Im Vordergrund steht der positive Effekt der Nutzung der Erdwärme als regenerative Energiequelle. Dabei sind auch die Gefährdungen, die von einzelnen Anlagen, wie auch aus der Summe der Anlagen für das Grundwasser ausgehen können, zu betrachten und unter Vorsorgeaspekten zu reglementieren. Insbesondere darf von der Nutzung der Erdwärme keine Gefährdung der Rohwasserressourcen ausgehen.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende Grundsätze für die Errichtung von Erdwärmesonden in Trinkwassereinzugsgebieten, die im Einzelfall auch für andere geothermische Anlagen wie Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe sowie Wärmepumpenanlagen mit Grundwasserbrunnen zutreffen:

1. Grundsätzliche Anzeige- und Genehmigungspflicht von geothermischen Anlagen bei den zuständigen Fachbehörden.
2. Nachweis der Einhaltung der rechtlichen Vorgaben und Anforderungen aus den Technischen Regeln, bei Planung, Bau und Betrieb durch unabhängige Sachverständige.
3. Vorrang des Schutzes der Trinkwasserressourcen vor der Erdwärme-Nutzung.
4. Die Erdwärmenutzung stellt in den Schutzzonen I, II und III/ III A ein hohes Gefährdungspotential dar (s. DVGW-Arbeitsblatt W 101). Aus Vorsorgegründen ist die Erdwärmenutzung in diesen Schutzzonen zu unterlassen. In Einzelfällen ist die Nutzung in der Schutzzone III B zu prüfen, wobei lediglich die Nutzung von Wasser als Wärmeträgermedium in Frage kommt.
5. Behördliche Bewirtschaftungspläne zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für die Erdwärmenutzung sollten entwickelt werden, einschließlich zugehöriger Programme zur Überwachung der Auswirkungen auf das Grundwasser.
6. Bei der Planung von Geothermischen Anlagen sind die Standortfaktoren (z. B. geotechnische Daten, konkurrierende Erdwärmennutzungen) ausreichend zu

ermitteln, Wärme- und Kältelastpläne abzuleiten und hinsichtlich der Dimensionierung der Anlagen zu Grunde zu legen.

7. Bau der Anlagen nur durch Fachfirmen mit W 120-Zertifikat oder mit gleichwertigem Zertifikat anderer EU-Mitgliedsstaaten; Vorlage des Zertifikats mit dem Bauantrag bei der zuständigen Genehmigungsbehörde.
8. Von den Bau- und Betriebsstoffen darf keine Gefährdung für das Grundwasser ausgehen.
9. Fortwährende Prüfbarkeit der Wirksamkeit der Ringraumabdichtung (Kontrollrohr in der Suspension).
10. Dokumentation und Überwachung von Bau und Betrieb der Anlagen. Übergabe der Dokumentation nach Fertigstellung der Anlage an die zuständige Behörde.
11. Haftungserklärung des Betreibers gemäß § 22 Wasserhaushaltsgesetz im Hinblick auf eine Beschaffenheitsänderung des Grundwassers.
12. Defekte sowie stillgelegte Anlagen sind fachgerecht in Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde zurückzubauen (s. DVGW-Arbeitsblatt W 135).

#### ➤ Hintergrund

Die Grundwassergefährdung im Einzugsbereich von Trinkwassergewinnungsanlagen hat insbesondere durch den Bau von Geothermischen Anlagen und dem damit verbundenen Eingriff in das Grundwasser infolge mangelhafter Planung, unsachgemäßem Bau und Betrieb und nicht ausreichender Kontrolle dieser Bauvorhaben drastisch zugenommen. Zu bemängeln sind Einträge in das Grundwasser im Rahmen der Bohrtätigkeiten, z. B. durch die Verwendung von Spülzusätzen, das Verbinden verschiedener Grundwasserstockwerke, Einträge durch das Auslaufen eines wassergefährdenden Wärmeträgermediums oder die Beschaffenheitsveränderung des Grundwassers durch Wärmeentzug/-eintrag. Heute verursachte Fehler machen sich erst viele Jahre später bemerkbar. Zudem können Summeneffekte, verursacht durch die Vielzahl der Anlagen, zu nachteiligen Beeinträchtigungen des Grundwassers führen.

In den meisten Bundesländern sind Leitfäden für die Erdwärmenutzung einschließlich der Anlagenplanung und -zulassung erschienen. Zudem hat der Verein Deutscher Ingenieure eine Richtlinie (VDI 4640) zur thermischen Nutzung des Untergrundes herausgegeben. Die wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkte werden in diesen Abhandlungen allerdings nicht einheitlich oder vielfach nicht ausreichend berücksichtigt.



Aus diesem Grund und angesichts von negativen Praxisbeispielen ist es erforderlich, die aus der Sicht der Trinkwassergewinnung und des Rohwasserschutzes relevanten Belange bei der Nutzung von Erdwärme herauszustellen und ableitbare Anforderungen an einen wasserwirtschaftlich unbedenklichen Einsatz von Geothermischen Anlagen zu formulieren.

#### ➤ **Anwendungsbereich**

Im Folgenden werden die Genehmigung, Errichtung und Überwachung von oberflächennahen Geothermischen Anlagen in Trinkwassereinzugsgebieten angesprochen. Damit sind alle Arten der Erdwärmenutzung bis zu einer Tiefe von 400 m gemeint. Dies beinhaltet Anlagen, die zu Heizzwecken dem Untergrund Wärme entziehen oder auch zur Kühlung von Gebäuden oder Prozessabläufen in der Industrie Wärme zuführen sowie Anlagen, die einen Wechselbetrieb vorsehen. Auch Anlagen, die eine Wärmespeicherung im Grundwasser vorsehen, fallen in den Anwendungsbereich.

Maßgaben zu den notwendigen Vorarbeiten im Zusammenhang mit der Planung, zur Qualitätssicherung während der Ausführung bzw. im Betrieb, zur Dokumentation und Überwachung sowie zu den eingesetzten Materialien aus Sicht des vorsorgenden Gewässerschutzes runden das DVGW-Positionspapier ab. Mit der Formulierung von Ausschlusskriterien erfolgt eine Einschränkung der Erdwärmenutzung in Trinkwassereinzugs- und Trinkwasserschutzgebieten.

#### ➤ **Begriffsbestimmungen**

Für die Ausführungen im Positionspapier werden folgende Begriffe definiert:

##### Geothermische Anlagen

Einrichtungen, die die natürliche Untergrundtemperatur verändern. Generell lassen sich geschlossene und offene Systeme unterscheiden. Bei geschlossenen Systemen wird das Wärmeträgermedium im Kreislauf geführt. Bei offenen Systemen wird Grundwasser entnommen und direkt in die Wärmetauscher eingespeist. Folgende technische Erschließungsformen sind derzeit hauptsächlich in Gebrauch:

- Erdwärmesonden: Diese kommen vorwiegend bei Einfamilienhäusern als Einzelsonden zur Anwendung. Zur Versorgung von Großbauten werden aber auch Multisondensysteme eingesetzt.
- Energiepfähle: Energiepfähle werden meistens bei Großbauwerken eingesetzt. Wärmeträgerrohre werden dabei in die aus statischer Sicht erforderli-

chen Gründungsmaßnahmen oder bereits in die Baugrubensicherungen integriert.

- Geothermische Brunnenanlagen: Im Gegensatz zu den Erdwärmesonden und Energiepfählen wird bei diesen Anlagen das Grundwasser selbst durch eine Entnahme und Wiedereinleitung mittels Brunnen genutzt. Diese Technik setzt ergiebige Grundwasserleiter voraus. Die Ausbreitung von Wärmefahnen und möglicherweise eingetragener Stoffe erfolgt nicht nur infolge der natürlichen Grundwasserströmung, sondern auch durch die Veränderung der Grundwasserströmung infolge der Entnahme und Zugabe.

Neben diesen klassischen Erschließungsformen sind noch die oberflächennahe Nutzung durch Erdwärmekollektoren bzw. die Erdwärmenutzung von Tunnelbauwerken zu nennen.

#### Beeinträchtigung des Grundwassers

Negative Veränderungen der Strömungsverhältnisse, der Beschaffenheit oder des Wärmehaushalts im Grundwasser.

#### Qualitätssicherung

Sicherstellung der Planung, des Baus, des Betriebs, der Überwachung und der Dokumentation von Geothermischen Anlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

### ➤ Erläuterungen zu den einzelnen Positionen

#### **Position 1 Anzeige- und Genehmigungspflicht für Erdwärmenutzungen**

Um das mögliche Risiko einer Erdwärmenutzung zu beurteilen, bedarf es nach Auffassung des DVGW zukünftig grundsätzlich einer wasserrechtlichen Anzeige der beabsichtigten Erdwärmenutzung bei der zuständigen Fachbehörde und einer Genehmigung durch diese.

Heute ist schon geregelt, dass es im Falle der Besorgnis nicht unerheblicher, schädlicher Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Grundwassers erforderlich sein kann, ein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren einzuleiten. Ebenfalls heute schon ist zu prüfen, ob eine Wärmegegewinnung im bergrechtlichen Sinne und damit die Verpflichtung zur Beantragung einer bergrechtlichen Erlaubnis vorliegt, bzw. bei

Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 100 m ist zu prüfen, ob ein bergrechtlicher Betriebsplan aufzustellen ist.

Die wesentlichen Rechtsgrundlagen für die Herstellung und den Betrieb von Geothermischen Anlagen bilden das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), die Landeswassergesetze (LWG) sowie das Bundesberggesetz (BBergG) in Verbindung mit dem Lagerstättengesetz). Darüber hinaus sind die Bestimmungen der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnungen zu beachten.

#### Wasserrecht

Geothermische Anlagen können nachteilige Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und insbesondere die stoffliche Beschaffenheit des Grundwassers haben. Nach § 1 a Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz ist „Jedermann verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten, um eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers zu erzielen, um die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes zu erhalten und um eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.“ In Abhängigkeit von der Art der Erdwärmennutzung und der Betrachtung der potenziellen Risiken durch die verwendeten Anlagenkomponenten können unterschiedliche Vorschriften des WHG einschlägig sein (§ 1 a Grundsatz, § 2 Erlaubnis- und Bewilligungserfordernis, § 3 Benutzungen, § 6 Versagung, § 7 Erlaubnis, § 8 Bewilligung, § 19 Wasserschutzgebiete, etc.).

#### Bergrecht

Das Bergrecht enthält Regelungen über die Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme. Nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 b Bundesberggesetz (BBergG) gilt Erdwärme als „bergfreier Bodenschatz“. Dies bedeutet, dass sich das Eigentum an einem Grundstück nicht auf die Erdwärme erstreckt. Für die Aufsuchung der Erdwärme bedarf es daher einer Erlaubnis nach § 7 BBergG und für die Gewinnung einer Bewilligung nach § 8 BBergG oder einer Verleihung von Bergwerkseigentum nach § 9 BBergG.

Bohrungen, die mehr als 100 m in den Boden eindringen sollen, sind grundsätzlich nach §127 BBergG der Bergbehörde vom Auftraggeber der Bohrung oder dem beauftragten Bohrunternehmer anzuzeigen. Aufgrund dieser Bohranzeige entscheidet die Bergbehörde, ob für die Bohrung, aus Rücksicht auf

den Schutz Beschäftigter oder Dritter oder wegen der Bedeutung der Bohrung, ein Betriebsplan nach § 51 ff. BBergG erforderlich ist.

#### Lagerstättenrecht

Nach § 4 Abs. 1 Lagerstättengesetz besteht eine Anzeigepflicht für das Abteufen von Bohrungen bei den staatlichen geologischen Diensten. Die Verpflichtung trifft jeden, der eine Bohrung auf eigene oder fremde Rechnung ausführt. Die Anzeige muss mindestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten erfolgen. Nach Abschluss der Arbeiten sind die Bohrergebnisse mitzuteilen.

#### Bodenschutzgesetz

Das Bodenschutzrecht ist bei der Nutzung von Erdwärme mit horizontalen im Boden verlegten Kollektoren tangiert. Bodenschutzrechtliche Anforderungen ergeben sich allgemein aus der Vorsorgepflicht in § 7 BBodSchG.

### **Position 2 Qualitätssicherung durch unabhängige Sachverständige**

Die Grundvoraussetzung für eine sach- und fachgerechte Herstellung von Geothermischen Anlagen ist die Kenntnis der rechtlichen Vorgaben und Anforderungen aus den Technischen Regeln sowie Sorgfalt und Sachverstand bei der Standortbeurteilung, der Anlagenauslegung, der Bauausführung und Überwachung. Diese Voraussetzungen sind in der Regel weder beim Bauherrn noch bei der bauausführenden Firma in vollem Umfang gegeben und können in der Intensität auch nicht von den Überwachungsbehörden erbracht werden. Dies kann nur von einem neutralen Sachverständigen geleistet werden, der die einzelnen Arbeitsschritte bei der Erstellung einer Anlage begleitet.

Der unabhängige Sachverständige sollte zwischen dem Kunden / Bohrunternehmen und der Genehmigungsbehörde agieren. Er zeichnet sich durch besondere Sachkunde, Objektivität und Vertrauenswürdigkeit aus und ist bei folgenden Arbeitsschritten involviert bzw. hat eine Kontroll- / Überwachungsfunktion:

- Vorerkundung, Planung
- Standortbeurteilung
- Erlaubnisverfahren
- Bau und Betrieb

- Dokumentation.

Die erforderliche Qualifikation besitzen öffentlich bestellte Sachverständige der IHK (z. B. für Hydrogeologie, für Wasserwirtschaft, für thermische Nutzung etc.), amtlich anerkannte Sachverständige, beratende Geowissenschaftler des Berufsverbandes Deutscher Geowissenschaftler e.V. (BDG), Geowissenschaftler mit entsprechender Berufserfahrung.

Je nach Aufgabenstellung sind folgende Anforderungen an den unabhängigen Sachverständigen zu stellen:

- Fachbezogenes Studium (Geo- bzw. Ingenieurwissenschaften) oder vergleichbares Studium,
- Mindestens 5-jährige praktische Tätigkeit im Bereich Planung, Betrieb, Unterhaltung in einem Fachbüro, Fachbehörde oder Wasserversorgungsunternehmen,
- Kenntnisse des DVGW-Regelwerks, Kenntnisse der Normen und Richtlinien (DIN, VDI, VOB etc.), Kenntnisse der Rechtsgrundlagen (Wasserrecht, Bergrecht, Lagerstättengesetz, Bundesbodenschutzgesetz, etc.),
- spezielle Kenntnisse: Wasserversorgung, Ressourcenmanagement, Bohr- und Ausbauarbeiten, thermische Nutzung, lokale Geologie/Hydrogeologie, geophysikalische Erkundungs-, Kontroll- und Überwachungsuntersuchungen etc.

### **Position 3 Vorrang des Schutzes der Trinkwasserressourcen**

Dem Schutz des Grundwassers ist Vorrang vor der Erdwärmenutzung einzuräumen. In Gebieten, in denen zur Erschließung der Erdwärme das erforderliche sehr hohe Schutzniveau nicht sichergestellt und unkalkulierbare Risiken für das Grundwasser insbesondere bezüglich der Beeinträchtigung der Beschaffenheit nicht ausgeschlossen werden können, sind geothermische Anlagen aus Sicht des Grundwasserschutzes grundsätzlich abzulehnen. Dies gilt insbesondere für:

- Karst-, stark geklüftete Festgesteinsgebiete, oder Grundwasserleiter mit ganz oder teilweise sehr starker Durchlässigkeit ( $k_f > 10^{-2}$  m/s)

- Aquifere mit ausgeprägter Stockwerksgliederung (Erdwärmenutzung nur im ersten Grundwasserstockwerk) und/oder hohen Druckunterschieden
- Aquifere mit artesisch gespanntem Grundwasser
- Bergbauggebiete mit Setzungsgefährdung
- Tektonisch aktive Gebiete
- Gebiete mit Verpressmaterial angreifendem Grundwasser
- Gebiete mit gasführenden Schichten
- Altlastenstandorte und deren Abstrombereiche
- Gebiete, in denen die Erdwärmenutzung gemäß zugehöriger Bewirtschaftungspläne vollständig ausgeschöpft ist.

#### **Position 4    Einschränkungen in Wasserschutzgebieten**

In den Schutzzonen I, II und III/IIIA von ausgewiesenen und geplanten Wasserschutzgebieten werden wegen der Nähe zu den Anlagen der Trinkwassergewinnung hohe Anforderungen an den Schutz des Grundwassers gestellt. Das Errichten von Geothermischen Anlagen birgt grundsätzlich Gefahren in sich, die auch trotz sorgfältigster Planung und Bauausführung nicht vollkommen ausgeräumt werden können. Die Erdwärmenutzung ist mit dem hohen Schutzeffordernis in den Schutzzonen I, II und III/IIIA nicht vereinbar und aus Vorsorgegründen zu unterlassen.

Falls die hydrogeologischen Bedingungen eine nachteilige Veränderung des Grundwassers infolge von Erdwärmesondenanlagen nicht besorgen lassen, ist im Einzelfall eine Ausnahme nur in der Schutzzone IIIB möglich, wenn als Wärmeträgerflüssigkeit Klarwasser eingesetzt wird (s. Leitfaden Baden-Württemberg). Das gleiche gilt für den weiteren Anstrombereich von Anlagen zur Gewinnung von Trinkwasser ohne bzw. bei einem zu klein festgesetzten Wasserschutzgebiet oder von Vorranggebieten für die Trinkwasserversorgung. Hierbei ist eine Temperaturregelung für den anhaltenden, sicheren Betrieb während der kalkulierten Lebenszeit der Anlage zwingend notwendig.

## **Position 5 Bewirtschaftungspläne**

Die gegenseitige Beeinflussung von Temperaturanomalien spielt eine wichtige Rolle insbesondere in Bereichen dichter Besiedlung mit intensiver Erdwärmenutzung. Es kommt im Umfeld der Anlagen zur Ausbildung von Kälte- bzw. Wärmefahnen im Grundwasserkörper. Durch einen entsprechenden regionalen Bewirtschaftungsplan der zuständigen Fachbehörde sind die gegenseitige Beeinträchtigung sowie die thermische Übernutzung des Aquifersystems zu verhindern. Hierbei sind unter Zugrundelegung der bereits vorhandenen Erdwärmenutzungen die Möglichkeiten und Grenzen weiterer zukünftiger Erdwärmenutzungen in einem Betrachtungsraum zu ermitteln, um eine geordnete Nutzung der Ressource sicherzustellen. Hierbei ist der Einsatz von numerischen Modellen in Betracht zu ziehen, um die Auswirkungen abschätzen zu können.

Mit Hilfe von thermischen Messnetzen können Auswirkungen der Bewirtschaftung überwacht und die Planung verifiziert bzw. ggf. an die tatsächlichen Verhältnisse angepasst werden.

## **Position 6 Ausreichende Standorterkundung**

Die Beurteilung der Eignung des Standorts für die Erdwärmenutzung muss nach wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Kriterien erfolgen. Für die Erdwärmenutzung sind insbesondere Informationen zum geologischen Schichtenaufbau, zum Grundwasserflurabstand, zu den Grundwasserfließverhältnissen und zur Stockwerkstrennung erforderlich. Diese Angaben sind bei den wasserwirtschaftlichen oder geologischen Fachbehörden erhältlich bzw. mittels eigener Erkundung zu ergänzen.

Bei der wasserwirtschaftlichen Prüfung ist zu klären, ob sich der Standort in Gebieten befindet, die sich für eine Erdwärmenutzung nicht eignen (Ausschlussgebiete, s. Position 3) oder ob bei der Errichtung mit besonderen Risiken und zusätzlichen Auflagen zu rechnen ist. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob bereits bestehende, benachbarte Grundwassernutzungen (auch Erdwärme) beeinträchtigt werden könnten.

Der geologische Schichtaufbau des für Erdwärmesonden genutzten Untergrundes kann nicht in allen Fällen in ausreichender Genauigkeit als bekannt vorausgesetzt werden. Letzteres gilt i. allgem. nur für homogene, ungestörte Lagerungsverhältnisse oder/und bei hoher Erkundungsdichte. In Gebieten mit stark wechselnden Lithosequenz, in geogen gestörten Untergründen und bei starkem Wechsel der Schichtmächtigkeiten ist eine teufengenaue Bohrgutaufnahme und -ansprache erforderlich. Bei Bohrverfahren ohne Kerngewinnung ist letzteres nur sehr schwierig oder gar nicht möglich. Die hinreichend genaue Kenntnis des Schichtaufbaus ist jedoch sowohl mit Blick auf den Schutz des Grundwassers (Abgrenzung von Grundwasserleitern und Grundwasserhemmern) als auch für die richtige Bemessung der Geothermischen Anlage von Bedeutung (beispielsweise hat Schluff eine um die Hälfte geringere Energieabgabe je Meter als Sand).

Bei komplizierten Untergrundverhältnissen und insbesondere bei der Erschließung von größeren Erdwärmesondenfeldern wird die Bohrlocherkundung mittels geeigneter bohrlochgeophysikalischer Messungen entsprechend den Ausführungen des DVGW-Arbeitsblattes W 110 empfohlen.

Auf der Grundlage dieser Informationen ist ein auf den Einzelfall abgestimmtes Vorprofil zu erstellen, das nicht nur für die Eignungsprüfung des Standorts, sondern auch für die Bemessung der Anlage und der Planung der Bohrung unerlässlich ist. Eine fehlerhafte Bemessung und Betrieb der Anlage führt nicht nur zu wirtschaftlichen Nachteilen, sie kann auch z. B. durch Vereisung des umgebenden Gebirges technische Probleme und Umweltgefährdungen hervorrufen. Hierbei muss auch eine genauere Wärmebilanz für die Detailgebiete erstellt werden; Wärmeatlanten können hier nur Näherungswerte liefern.

#### **Position 7    Einsatz zertifizierter Fachfirmen**

Um den aus wasserwirtschaftlicher Sicht geforderten Qualitätsstandard während der Errichtung von Geothermischen Anlagen erreichen zu können, sind mit den Bohr- und Ausbauarbeiten ausschließlich Bohrfirmen zu beauftragen, die als Fachfirma nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 120 oder gleichwertigen Verfahren anderer EU-Mitgliedstaaten zertifiziert sind und sowohl über die geeigneten Gerätschaften als auch über das entsprechend fachlich ausgebildete Bohrpersoneel verfügen. Das Zertifikat ist der zuständigen Fachbehörde



mit Vorlage des Genehmigungsantrages für die Erdwärmennutzung vorzulegen.

Die Durchführung der Bohrarbeiten sowie der anschließenden Arbeiten zum Ausbau der Geothermischen Anlage inklusive der sicheren und dauerhaften Verpressung des Bohrloches hat unter strenger Beachtung der entsprechenden einschlägigen DIN-Normen und Technischen Regeln des DVGW zu geschehen. Angepasst an die standörtlichen Untergrundverhältnisse ist das geeignete Bohrverfahren auszuwählen. Dabei soll die Bohrung möglichst lotrecht und kaliberhaltig abgeteuft werden.

Der Kontroll- und Überwachungsfunktion des unabhängigen Sachverständigen kommt hierbei eine entscheidende Bedeutung zu. Er hat dafür zu sorgen, dass die Vorgaben der Planung unter Beachtung aller Auflagen der genehmigenden Behörde eingehalten werden. Gegebenenfalls muss die ursprüngliche Planung kurzfristig an die im Zuge der Bohrarbeiten neu gewonnenen Erkenntnisse angepasst werden. Für den Noteinsatz im Störfall sind entsprechende Materialien und Gerätschaften auf der Baustelle vorzuhalten.

#### **Position 8    Unschädliche Bau- und Betriebsstoffe**

Die Errichtung und der Betrieb von Geothermischen Anlagen können nachteilige Auswirkungen auf die stoffliche Beschaffenheit des Grundwassers haben. Das betrifft vor allem unzulässige Stoffeinträge (Wasser schädigende Betriebsmittel) während der Bohr- und Ausbauphase, Leckagen der Sonde während der Betriebsphase, aber auch die Schaffung unerwünschter hydraulischer Verbindungen zwischen Grundwasserleitern unterschiedlicher Wasserbeschaffenheit und/oder Hydrodynamik durch fehlerhaften Ausbau der Bohrung. Um dies zu vermeiden, ergeben sich eine Reihe von Anforderungen an die Bau- und Betriebsstoffe sowie an das Material von Erdwärmesonden. Grundsätzlich gilt, dass die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und Technischen Regeln des DVGW zu beachten sind. Erdwärmesonden sowie zugehörige Anlagenteile müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen (Erdwärmesonden VDI 4640, Wärmepumpen DIN 8901). Sowohl von den Baustoffen als auch von den Betriebsstoffen darf keine Gefährdung des Grundwassers ausgehen.

### Bohrarbeiten

Falls Spülbohrverfahren angewendet werden, ist ein geschlossener Bohrspülungskreislauf sicherzustellen. Der Bohrenddurchmesser ist abhängig vom Bohrverfahren, der Stärke des Sondenbündels und entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt W 121 so zu wählen, dass eine ausreichende Stärke des Abdichtungsmaterials zwischen Sonde und Ringraum gegeben ist. Es dürfen nur Wasser mit Trinkwasserqualität und Spülmittel gemäß DVGW-Merkblatt W 116 verwendet werden, die keine chemischen oder mikrobiologischen Veränderungen im Untergrund bewirken. In diesem Zusammenhang sind die Vorgaben des DVGW-Merkblattes W 116 einzuhalten.

### Verfüllung des Bohrloches

Für die Verfüllung sind nur Baustoffe einzusetzen, deren hygienische Unbedenklichkeit gewährleistet ist. Der Nachweis ist über eine Unbedenklichkeitsbescheinigung eines akkreditierten Instituts zu erbringen. Die Angabe der Inhaltsstoffe erfolgt über ein Sicherheitsdatenblatt. Das Volumen sowie die physikalischen, (hydro-) chemischen und hydraulischen Eigenschaften der Verfüllung müssen dauerhaft beständig sein.

### Erdwärmesonde

Die für Erdwärmesonden verwendeten Materialien müssen der chemischen, thermischen und mechanischen Beanspruchung standhalten, dauerhaft dicht und beständig sein und dürfen keine Schadstoffe an das Grundwasser abgeben. Dazu gehört die Korrosionsbeständigkeit gegenüber der Wärmeträgerflüssigkeit oder aggressivem Grundwasser. Sofern die Materialien diesen Beanspruchungen nicht standhalten, werden die Sonden undicht und es können Grundwasserverunreinigungen entstehen. Es ist hochwertiges und hochdichtes Polyethylen (PE-HD) nach DIN 8074 und DIN 8075 einzusetzen. PE-HD zeichnet sich durch eine gute Verarbeitbarkeit, hohe Reißfestigkeit (Dehnung), gute Alterungsbeständigkeit und durch eine hohe Beständigkeit gegen den Angriff von heißem Wasser, Säuren und Laugen, Ester, Ketonen, Aminen, Alkoholen, Mineralölen sowie Fetten und Ölen aus. Geeignet sind Sonden aus PE 100 SDR-11 oder höherwertig mit einem Durchmesser von 32 oder 40 mm. Der Sondenfuß und seine Anschlüsse an die Sondenrohre sind werksseitig herzustellen (VDI 4640, Blatt 2). Die Verbindungen erfolgen durch Heizelementschweißen oder Spiegelschweißen nach den entsprechenden Teilen der DVS-Richtlinien 2207 und 2208.

Insbesondere bei dem heute gebräuchlichen Einsatz von HD-PE-Rohren als Sondenmaterial und dem Fehlen von Abstandshaltern kann es beim Einbau

zu irreversiblen Beschädigungen der Rohrwandung kommen, die spätere Leckagen nach sich ziehen. Wenn aufgrund der Bodenverhältnisse eine unzulässige Beschädigung der Rohroberfläche im Rahmen der Verlegung zu erwarten ist, ist daher ein zusätzlicher Rohraußenschutz zu verwenden. Alternativ können Abstandshalter zum Schutz gegen Beschädigungen eingesetzt werden. Diese gewährleisten auch das Einhalten eines allseitig gleichgroßen Ringraumes. Als Außenschutz gegen mechanische Belastungen (Riefen, Kerben), die die Lebensdauer der PE-Rohrleitungen beeinträchtigen, sind Umhüllungen bzw. Ummantelungen vorzusehen.

#### Wärmeträgermedium

Das Wärmeträgermedium ist so zu wählen, dass im Fall einer Leckage eine Grundwasser- und Bodenverschmutzung möglichst gering gehalten. Für Erdwärmeeinrichtungen in Trinkwassereinzugsgebieten ist ausschließlich Wasser als Wärmeträgermedium einzusetzen.

### **Position 9 Wirksame Ringraumabdichtung**

Die Verfüllung des Bohrlochringraumes um die Sonde sowie der Bereich zwischen den Sondenrohren sind vollständig und hohlraumfrei zu verfüllen und dienen der thermischen Ankopplung der Sonde an den Untergrund sowie der hydraulischen Abdichtung des Bohrloches in vertikaler Richtung. Sie wird benötigt, um dauerhafte hydraulische Kurzschlüsse zwischen Grundwasserstockwerken zu verhindern, die Sondenstränge vor Beschädigungen zu schützen und um der Gefahr von Setzungen entgegenzuwirken.

Zur Erstellung einer ordnungsgemäßen und damit qualitativ hochwertigen Erdwärmesonde ist ein ausreichender Bohr- bzw. Ringraumdurchmesser Voraussetzung. Der Bohrdurchmesser ist so zu wählen, dass zwischen dem mit Distanzstücken auf Abstand gehaltenen Sondenbündel und der Bohrlochwand ein allseitiger Ringraum von mindestens 40 mm verbleibt. Nur dadurch ist ein sicheres, dichtes und dauerhaftes Abdichten/Verpressen mittels geeigneter Suspension sowie ein zentrischer Einbau der entsprechenden Anlagenteile unter Verwendung von Zentriereinrichtungen zu gewährleisten. Das Verpressen hat fachgerecht mittels Verpressschlauch oder -gestänge zu erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Dichte der Suspension am Bohrlochmund der vorgegebenen Suspensionsdichte entspricht.

Zur Verpressung des Ringraumes muss eine grundwasserunschädliche, aushärtende, dauerhaft wasserdichte und frostbeständige Suspension verwendet werden. Hierfür sind z. B. Bentonit-Zement-Wasser-Suspensionen oder Bentonit-Zement-Sand-Wasser-Suspensionen geeignet. Es dürfen nur Hochofenzemente oder Zemente mit Chromatreduzierung zum Einsatz kommen.

Es sind zudem nur ausgewählte Suspensionen einzusetzen, deren Mischung auch unter Vorort-Bedingungen dem vom Hersteller empfohlenen Wasser-Feststoffwert gleichmäßig eingehalten werden kann. Abweichungen von den produktspezifischen Wasser/Feststoff-Werten führen zu einer geringeren Druckfestigkeit und zur Erhöhung der Durchlässigkeit der Suspension. Der Verfüllbaustoff hat dauerhaft einen Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \leq 10^{-9}$  m/s nach DIN 18130 T1 zu gewährleisten.

Bei betrieblich bedingten Frost-Tau-Wechseln ist ein Verfüllbaustoff zu verwenden, dessen abdichtende Funktion bei dieser Wechselbeanspruchung nicht beeinträchtigt wird. Ein Eignungsnachweis ist vor dem Einbau vorzulegen. Anlagen ohne betrieblich bedingten Frost-Tau-Wechsel im Bereich des Verfüllbaustoffes sind mit einem Frostwächter am Ausgang der Wärmepumpe auszustatten.

Der Verfüllvorgang ist mit einem Verpressprotokoll zu dokumentieren, in dem die folgenden Werte erfasst sind:

- verwendete Verarbeitungs- und Einbringtechnik
- verwendeter Baustoff (Angabe des Produktnamens bei werksgemischten Produkten oder des Mischungsverhältnisses bei Vor-Ort-Mischungen)
- Wasser-Feststoff-Verhältnis
- berechnetes Bohrlochvolumen in  $m^3$
- eingebrachte Suspensionsmenge in  $m^3$  (teufenbezogenes Verpressprotokoll)
- Dichte der Suspension mit einem Soll/Ist-Vergleich.

Im Nachgang zum Verfüllvorgang ist der lückenlose und ordnungsgemäße Einbau des Verfüllmaterials über die gesamte Teufe und die vollständige Ummantelung der Installationselemente zu prüfen. Materialdefizite oder Hinterfüllungslücken und Spalt- und Rissbildungen sind hierbei Hinweise für eine mangelhafte Abdichtwirkung und eine Gefährdung des Grundwassers. Eine Möglichkeit zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Verfüllvorganges und der

Bindigkeit der Suspension besteht in der Nutzung bohrlochgeophysikalischer Messmethoden. Speziell zur Kontrolle der Suspension über eine Sonde unmittelbar im Medienrohr der Erdwärmesonde sind Techniken in der Erprobung, die eingesetzt werden sollten, sobald sie verfügbar sind.

#### **Position 10 Überwachung von Bau und Betrieb sowie Anlagendokumentation**

Nur eine ordnungsgemäße Aufzeichnung der vorgenommenen Arbeiten ermöglicht spätere Recherchen bei einem möglichen weiteren Ausbau der Erdwärmennutzung oder bei möglicherweise eingetretenen Schäden. Daher ist es zwingend erforderlich, dass die Bohrung zur Errichtung der Erdwärmesonde(n) mit einem Schichtenverzeichnis gemäß DIN EN ISO 14689-1: 2003 einschließlich eingesetzten Spülmittelzusätzen dokumentiert, ein Ausbauplan über die eingebaute Erdwärmesonde mit Angaben über eingesetzte Werkstoffe (auch Verpressmaterial) und Dimensionen angefertigt und die Lage der Erdwärmesonde (Rechts-/Hochwert) vermessen wird. Darüber hinaus sollten die Wärmebedarfsberechnung sowie die Ergebnisse der evtl. im Vorfeld der Errichtung durchgeführten Versuche (z. B. Geophysik, Geothermal Response Test) für spätere Rückfragen zur Verfügung stehen. Die vorgenannten Unterlagen müssen dem Anlagenbetreiber wie auch der zuständigen Genehmigungsbehörde vorliegen. Insbesondere die Behörde benötigt diese Unterlagen, wenn im Umfeld weitere Erdwärmesonden errichtet und eine mögliche gegenseitige Beeinflussung der Funktion ausgeschlossen werden soll. Bei größeren Erdwärmeprojekten ist es darüber hinaus verhältnismäßig, Bodenproben der Bohrung(en) sowie Proben des eingesetzten Verpressmaterials beim Anlagenbetreiber zurückzustellen.

Vor der Erstbefüllung der Sonde mit dem Wärmeträgermedium ist eine Dichtigkeitskontrolle erforderlich. Die Erdwärmesonde ist einer Druckprüfung mit dem 1,5-fachen Nenndruck des eingesetzten Rohrmaterials zu unterziehen (VDI 4640, Blatt 2). Neben der Druckprüfung erfolgt aus Gründen der Funktionssicherheit eine Durchflussprüfung. Eine dauerhaft schädliche Veränderung des Grundwassers durch Leckagen beim Sondenbetrieb ist durch eine zusätzliche, selbsttätige Schutzvorkehrung an der Sondenanlage zur Begrenzung von Leckagemengen zu vermeiden.

#### **Position 11 Haftungserklärung des Betreibers**

Gemäß § 22 Wasserhaushaltsgesetz haftet derjenige für Schäden, der Stoffe in ein Gewässer einbringt, einleitet oder die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers verändert. Im Falle eines eingetretenen Schadens ist der Schadensverursacher zu einem Ersatz oder einer Entschädigung gegenüber dem Betroffenen verpflichtet, auf Antrag des Betroffenen auch noch nach Ablauf einer Frist von 30 Jahren. Diese Regelung ist ohne Einschränkung auch auf den Betreiber einer Anlage zur Erdwärmenutzung anzuwenden. In Form einer Haftungserklärung, die ein Betreiber einer Anlage zur Erdwärmenutzung gemäß § 22 WHG jeweils vor dem Baubeginn abgeben sollte, wird dieser auf die bestehenden Regelungen aufmerksam gemacht und auf die Inhalte des Gesetzes verpflichtet.

#### **Position 12 Rückbau defekter bzw. stillgelegter Anlagen**

Grundsätzlich sind Auswirkungen und Gefährdungen des Grundwassers auch bei der Aufgabe der Nutzung von Anlagen und beim Rückbau von Anlagen möglich. Die Gefährdungen und nachteilige Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit müssen daher verhindert werden. Beispielsweise ist bei der Außerbetriebnahme von Anlagen die Wärmeträgerflüssigkeit auszuspülen und zu entsorgen und die Sonde zur Verhinderung von Wasserwegsamkeiten fachgerecht zu verfüllen oder zurückzubauen (s. DVGW W 135). Hierbei ist zu beachten, dass ein Großteil der Bohrungen nicht mehr zugänglich ist. Daher ist mindestens zu fordern, dass Erdwärmebohrungen in den Wasserschutzgebieten so ausgebaut werden, dass mindestens eine nachträgliche Verfüllung der Anlage mit geeigneten Suspensionen möglich sein muss. Eine Überbohrung der Anlage ist in den meisten Fällen nicht möglich.

## ➤ Literatur

*Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 666)*

*Bundesberggesetz (BBergG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert durch Artikel 159 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)*

*Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz) vom 4. Dezember 1934 (RGBl. I S. 1223), zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes vom 10. Nov. 2001 (BGBl. I S. 2992)*

*DVGW W 101 (A), Richtlinien für Wasserschutzgebiete – Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser*

*DVGW W 110 (A), Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen - Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen*

*DVGW W 115 (A), Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser*

*DVGW W 116 (A), Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser*

*DVGW W 120 (A), Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung*

*DVGW W 121 (A), Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen*

*DVGW W 135 (A), Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen*

*VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 1: Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte*

*VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 2: Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen*

*VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 3: Unterirdische Thermische Energiespeicher*

*VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 4: Direkte Nutzungen*

*DIN 8901 Anforderungen an Wärmepumpen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen zum Schutz von Boden, Grund- und Oberflächenwasser*

*DIN EN ISO 14689-1: 2003 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1: 2003); Deutsche Fassung*

*Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Umweltministerium Baden-Württemberg (2005) – 28 S., Stuttgart*

*Leitfäden Erdwärmesonden in Bayern, Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., München in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (November 2003) – 20 S., 3. Auflage, München*

*Leitfaden für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren mit einer Heizleistung bis 30 kW.- Erdwärmennutzung in Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (August 2008) – 11 S., Berlin*

*Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Dezember 2006), Güstrow*

*Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen, Niedersächsisches Umweltministerium (Dezember 2006) – 21 S., Hannover*

*Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme, Merkblätter Band 48, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2004) – 46 S., Essen*

*Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (November 2002) – 18 S., 2. Fortschreibung, Mainz*

*Leitfaden Erdwärmennutzung, Ministerium für Umwelt Saarland (2008) – 24 S., Saarbrücken*

*Leitfaden für oberflächennahe Erdwärmeanlagen, Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (August 2006) – 42 S., Flintbek*

*Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Freistaat Sachsen – Landesamt für Umwelt und Geologie (September 2007) – 31 S., Dresden*

*Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz – Heft 1/2005, Stuttgart – Nutzung der Geothermie in Stuttgart*

Dr. Claudia Castell-Exner  
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn  
Josef-Wirmer-Straße 1-3  
53123 Bonn  
Tel.: 0228/9188-650  
Fax: 0228/9188-988  
E-Mail: [castell-exner@dvgw.de](mailto:castell-exner@dvgw.de)



## Wasserpreise und Kartellrecht



**bdew**  
Energie. Wasser. Leben.

**Aktuelle Bewertung der Kartellverfahren  
in Hessen aus Sicht des BDEW**

BDEW Bundesverband der  
Energie- und Wasserwirtschaft e.V. [www.bdew.de](http://www.bdew.de)

**Hintergrund**

**bdew**  
Energie. Wasser. Leben.

*„Wasser ist kein handelbares Wirtschaftsgut wie jedes andere,  
sondern vielmehr ein Erbe, das eine nachhaltige, d.h.  
sparsame, pflegliche und vorsorgende Bewirtschaftung auch  
im Interesse nachfolgender Generationen verlangt.“*

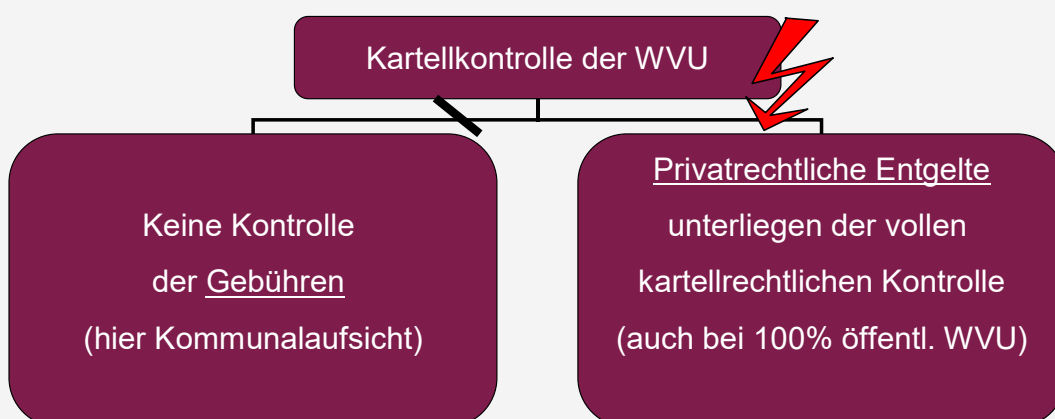
(EntschlieÙung des Deutschen Bundestages, 2001)

BDEW Bundesverband der  
Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 24.02.2009  
Seite 2

## Hintergrund

- Zwar gelten kartellrechtliche Ausnahmereiche für Wasser, aber „zum Preis“ einer strengen kartellrechtlichen Aufsicht
- Grundsätzlich ist die Kartellaufsicht neutral zu beurteilen, da sie das gesetzlich vorgegebene Preisaufsichtsinstrument für privatrechtliche Entgelte im Wassersektor ist.
- Daneben: (kommunale) **Fachaufsicht**, um eine qualitativ hochwertige und hygienisch einwandfreie Trinkwasserversorgung und einen flächendeckenden Gewässerschutz zu gewährleisten – es gilt das **Minimierungsgebot**
- Daneben: im **Gebührenrecht ebenfalls Kommunalaufsicht** (Genehmigung der jeweiligen Gebührensatzung)

## Kontrollbefugnisse der Kartellbehörden



## Kartellrechtlicher Hintergrund

- Die kartellrechtliche Aufsicht über Wasserversorgungsunternehmen war ursprünglich als kartellrechtlicher Ausnahmereich gemeinsam mit der Energieversorgung geregelt. Nach der Liberalisierung der Energieversorgung wurden die Sonderregelungen für die Wasserversorgung aufrechterhalten: Übergangsregelung gemäß § 131 Abs. 6 GWB i. V. m. §§ 103, 22 Abs. 5 GWB a. F.
- Die Sonderregelungen sind z. T. günstiger für die WVU, insgesamt aber schärfer als die regulären Regelungen für Marktbeherrscher (kein Erheblichkeitszuschlag, ungünstigere Beweislastregelung)

## Kartellrechtlicher Hintergrund

### Beweislastverteilung

- Kartellbehörde trägt Beweislast dafür, dass Preise **ungünstiger** sind als bei **gleichartigen WVU**

- WVU trägt die Beweislast für **abweichende Umstände**, die andere Preisgestaltung als bei Vergleichsunternehmen rechtfertigen

➔ Entscheidend ist die Frage, ob Umstände auf der Ebene der **Vergleichbarkeit der Unternehmen** oder der **abweichenden Umstände** anzusiedeln sind

## Kartellrechtlicher Hintergrund

- Diese Beweislastverteilung gehört zwar zur „strengen Kartellaufsicht“ – führt aber zu kaum leistbaren Pflichten für die betroffenen Unternehmen
- Betr. Unternehmen hat kaum die Möglichkeit, Fehler bei den Angaben der Vergleichsunternehmen zu widerlegen
- Begründung für abweichende höhere Preise extrem schwierig
- Maßstab für die Beweislast/Begründungstiefe legen letztlich Kartellbehörden bzw. das befassende Gericht fest

## OLG Frankfurt zu Wasserpreisen - allgemein

- Preissenkungsverfügung von ca. 30 % bestätigt
- erste Entscheidung dieser Art :
  - marktbeherrschende Stellung bejaht
  - **Gleichartigkeit der verglichenen WVU bejaht** – grobes Raster beim Vergleich mit anderen Unternehmen ausreichend – Kartellbehörde hat mehr Details untersucht als es ihre Pflicht gewesen wäre
  - Besonderheiten der Wasserversorgung nicht anerkannt und entsprechende Anwendung der Energierechtsprechung
  - aber: keine rückwirkende Missbrauchsverfügung

## OLG Frankfurt zu Wasserpreisen – konkrete Entscheidungsgründe (1)

- Gemeinsamkeiten zwischen Energie- und Wasserversorgung rechtfertigen **entsprechende Anwendung der Energierechtsprechung**, denn:
  - E und W unverzichtbare Handelsgüter
  - starke wirtschaftliche Machtstellung
  - Gewinnung und Aufbereitung stehen Gleichartigkeit nicht entgegen
- Verteilerkosten nur bei Rechtfertigung zu berücksichtigen
- „Metermengenwert“ berücksichtigt Abnehmerdichte
- Missbrauch setzt kein erhebliches Übersteigen der Vergleichspreise voraus

## OLG Frankfurt zu Wasserpreisen – konkrete Entscheidungsgründe (2)

- Abweichende Gründe – Rechtfertigung nicht gelungen und Preisunterschiede nicht ausreichend durch Unternehmen dargelegt
- Folgende Parameter sind bei der Rechtfertigung höherer Preise laut OLG **nicht zu berücksichtigen**
  - Höhere Kosten für Beschaffung und Einsatz von Fremd- oder Eigenkapital für Invest. betreffen nur individuell => nicht berücksichtigungsfähig
  - dito – höhere Baukostenzuschüsse
  - dito – Mehrkosten wegen Erneuerung von Hausanschlüssen, Netzerneuerungen, Netzinstandhaltungen, Netzbetrieb und Netzvw.
- KA wurde anteilig berücksichtigt – keine echte Entsch.

## OLG Frankfurt zu Wasserpreisen konkrete Entscheidungsgründe (3)

- Folgende Parameter sind bei der Rechtfertigung höherer Preise laut OLG **zu berücksichtigen**
  - Nicht optimiertes Verhältnis von Fremdbezug und Eigengewinnung
  - Wasserverteilungs- und Speicherkosten – bspw. Höhenunterschiede sind zu berücksichtigen – im vorliegenden Verfahren aber nicht genau genug geschehen – verlangt wird **Kostenstellenrechnung**
  - **Höheres Entgelt deckt nicht die Selbstkosten** – aber bloße Behauptung ist nicht ausreichend

## OLG Frankfurt zu Wasserpreisen – weitere Entwicklung

- Rechtsbeschwerde zum BGH ist zugelassen – Unternehmen wird Entscheidung zur Missbrauchsverfügung anfechten
- Landeskartellbehörde ficht die Entscheidung zur Rückwirkung an
- „Nachahmung“ durch andere Kartellbehörden ist wahrscheinlich (B.-W. hat Preisprüfung bereits angekündigt; andere Landeskartellbehörden reisen zu Informationsveranstaltungen)

## kartellrechtliche Missbrauchsverfügung bislang nur in Hessen

### Aktivitäten der Landeskartellbehörden in anderen Bundesländern:

- Rheinland-Pfalz: Sektorenuntersuchung nach § 32 e GWB
- NRW: Auskunftersuchen (informell) ruhen und Benchmarking wird von Wirtschaftsministerium unterstützt
- BW: Auskunftersuchen ruhen bis zum Abschluss der Gasnetzverfahren (Preisprüfung nach OLG Frankfurt angekündigt, außerdem 3 Neueinstellungen in der Landeskartellbehörde)
- Brandenburg: Auskunftsschreiben an die Unternehmen , um Marktübersicht zu erlangen – 10 Verfahren sind angekündigt (u.a. Frankfurt Oder)
- Bayern: vor 6 Jahren bereits Auskunftsschreiben an alle WVU; Unternehmen als Vergleichsunternehmen für Hessen; neue informelle Preisanfragen laufen;
- Sachsen: Das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit hat als Landeskartellbehörde an alle Wasserversorger einen Fragebogen zur Abfrage der Trinkwasserpreise versandt
- S.-H.: vereinzelte Auskunftsschreiben an WVU

## OLG Frankfurt – erste Bewertung

### Bedeutung

- Sogwirkung ist möglich
- Branche ist erheblichen Preisdruck ausgesetzt
- Presseecho relativ gering
- Öffentlichkeitsarbeit muss darauf vorbereiten
- **Kalkulationsfragen rücken in den Vordergrund**
- **Strukturänderung ggf. notwendig – aber nicht Aufgabe der Landeskartellbehörden**

### Kritik

- Kartellbehörden könnten zunehmend über Invest. entscheiden
- Vorsorgemaßnahmen bei WVU geraten unter Beschuss – Minimierungsgebot unberücks.
- rationale Unternehmensentscheidungen zeigen sich oft erst nach langer Zeit=> könnten nicht mehr berücks. werden
- Bedeutung der WVU für die Versorgung der Bevölkerung und für Ressourcenschutz verkannt

### Kritik

- **Anders als eine Regulierungsbehörde ist die Kartellbehörde nicht daran gebunden, die strukturellen Voraussetzungen zu akzeptieren – diese werden vielmehr auch als vorgelagerte unternehmerische Entscheidung überprüft**
- Keine Waffengleichheit, da Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse der Vergleichsunternehmen geschwärzt – Fehler bei der Datenerhebung oder –sammlung können nicht nachvollzogen werden
- Beweislastverteilung – einseitige Benachteiligung – derzeit bestimmt die Kartellbehörde den Prüfungsumfang und die Anforderungen an die Beweislast

### Kritik

- Vergleichsunternehmen können von Kartellbehörde beliebig ausgetauscht werden
- Auch bei 15 Vergleichsunternehmen besteht die Möglichkeit, dass Unternehmen im Vergleich, die keine ausreichende Kostendeckung und keine Eigenkapitalverzinsung haben – Substanzerhaltung (und damit richtige Unternehmerentscheidung) darf sich nicht nachteilig auswirken



### Detail – Kritik

- Baukostenzuschüsse wirken sich eindeutig auf Preis aus und sind nicht für Höhe des Preises insgesamt entscheidend – Nichtberücksichtigung ist unverständlich
- Grundsatz der ortsnahen Versorgung muss Wahl des Vorversorgers rechtfertigen (in der Regel keine freie unternehmerische Entscheidung)

## Möglicherweise relevante Fragestellungen in der Rechtsbeschwerde

- **Anwendung der Energie-Rechtsprechung auf Wasser**
  - Unterschiede zwischen Energie und Wasser
- **Gleichartigkeit**
  - Ist grundsätzlich anzuzweifeln
  - Verteilungskosten als relevantes Kriterium der Gleichartigkeit?
  - (wesentlicher Kostenfaktor; bei der Energie kann der wesentliche Kostenfaktor - dort Bezug und Erzeugung - prinzipiell Unvergleichbarkeit begründen)
- **Rechtfertigungsgründe**
  - Anwendung von weiteren Rechtfertigungsgründen (Netzerneuerung, Netzinstandhaltung, Netzbetrieb, Netzverwaltung, etc.)
  - Anforderungen an die Darlegungs- und Beweislast

## Mögliche weitere Folgen – „Gebührenrecht“

- **„Flucht ins Gebührenrecht“**
  - Zu Prüfen ist Umgehungstatbestand
  - Vergaberecht – Ausnahme von Ausschreibungspflicht
  - Message für die Branche
  - Zuständigkeit der Kartellbehörden für Gebühren (-)
- Beurteilung aus Branchensicht:
  - Konsequenz aus Unternehmenssicht nachvollziehbar
  - Erheblicher rechtlicher Aufwand
  - Erheblicher kommunikativer Aufwand

## Mögliche weitere Folgen

- Branche ist Veränderungsdruck ausgesetzt
- Erhöhung von Transparenz durch:
  - Verstärktes Benchmarking
  - Einheitliche Kalkulation in den Unternehmen
  - Kommunikation – Preisunterschiede müssen für Kunden erklärbar sein
- Es existieren 4 Hauptprobleme:
  - keine einheitliche Kalkulation (grds. Branchenproblematik)
  - Fehlen einer ausreichend detaillierten sowohl kaufmännischen als auch technischen Datenbasis (Kostenrechnung, technisches Informationssystem)
  - Politische Preise
  - Kartellrecht ist ein grober Preisvergleich

## Antithese

- Benchmarking und Untersuchungen der Landesrechnungshöfe kommen häufig zu dem Ergebnis, dass Wasserpreise zur Kostendeckung erhöht werden müssten (auch hessischer Landesrechnungshof)
- Auch Kostendeckung nach Wasserrahmenrichtlinie erhöht den Druck auf die Unternehmen
- Hieraus resultiert Unsicherheit für die Unternehmen – Marktinstrumente und Umweltschutzinstrumente laufen hier in entgegengesetzter Richtung
- Nach Wasserrahmenrichtlinie: „*Wasser ist keine übliche Handelsware*“

## Herzlichen Dank!

### **Dr. Jörg Rehberg**

Rechtsanwalt und Fachgebietsleiter im BDEW,  
Abteilung Wasser/Abwasser

Reinhardtstraße 32, 10117 Berlin

joerg.rehberg@bdew.de

+49 (0)30 300 199 1211

+49 (0)173 961 981 9



