

# **Thüringer Wasser-Journal**

**Heft 14**

## **18. Thüringer Wasserkolloquium**

**Fachhochschule Erfurt  
Fachrichtung Bauingenieurwesen**

**7. März 2013**

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

## Vorwort

Auch in diesem Jahr freuen wir uns, Sie beim Thüringer Wasserkolloquium in Erfurt begrüßen zu können. In gewohnter Weise haben die BDEW-Landesgruppe Mitteldeutschland, die DVGW-Landesgruppe Mitteldeutschland, die ThüringenWasser GmbH der Stadtwerke Erfurt und die Fakultät Bauingenieurwesen und Konservierung/Restaurierung der Fachhochschule Erfurt die Veranstaltung gemeinsam vorbereitet.

Zum Auftakt des diesjährigen Kolloquiums haben wir bewusst ein kontrovers diskutiertes Thema gewählt – Hydraulic Fracturing oder kurz Fracking. Auch wenn in Thüringen die Aktivitäten zurzeit ruhen, ist diese unkonventionelle Förderung von Gas aktuell in der bundesweiten und auch europäischen Diskussion; denn trotz aller Risiken beim Fracking müssen wir uns auch der Herausforderung der weltweiten Verknappung der fossilen Energien stellen. Durch die jüngste Einigung des Bundesumwelt- und Bundeswirtschaftsministeriums, die das Fracking prinzipiell - aber nur unter strengen Auflagen - zulässt, wird die Notwendigkeit zum weiteren Dialog bekräftigt. Wir freuen uns daher auf zwei fundierte Fach- und Positionsvorträge zum Thema und auf eine anschließende Diskussion im bzw. mit dem Auditorium.

Aber auch die Aufgaben und Problemstellungen im Tagesgeschäft der Wasserversorgung sind durch Fachvorträge wieder hervorragend abgedeckt. So werden die Fragen der Rehabilitation von Rohrleitungen, der Brunnenregenerierung und des Risikomanagements in Wassereinzugsgebieten beleuchtet. Zum Abschluss der Veranstaltung wollen wir Ihnen einen Einblick in die wunderbare Welt der Bleßberghöhle geben, die nach ihrer Entdeckung nur für kurze Zeit und einem ausgewählten Personenkreis zugänglich war. Sie sind eingeladen, das Kolloquium zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch zu nutzen und die anstehenden Fragen gemeinsam zu diskutieren, um es für alle Beteiligten auch bei der 18. Auflage zu einer gelungenen und nutzbringenden Veranstaltung werden zu lassen.

Wir freuen uns sehr, dass das Kolloquium wieder viele Teilnehmer angezogen hat. Die Veranstaltung wäre aber nicht ohne die Referenten und deren Vorbereitungen und Bemühungen denkbar, so dass ihnen und auch den Vorsitzenden unser besonderer Dank gilt. Dank geht auch an die vielen ausstellenden Unternehmen, die etablierte Produkte, neueste technische Entwicklungen und Literatur präsentieren und so mit der Fachausstellung die Veranstaltung bereichern. Im Namen der Veranstalter möchte ich an dieser Stelle ganz besonders dem Team der Mitarbeiter/innen und Studierenden danken, die auch diesmal wieder durch die hervorragende Vorbereitung, intensive Mitarbeit und ihr Engagement den Weg für ein erfolgreiches Kolloquium bereitet haben.

Erfurt, im März 2013

Volker Spork



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Programm des 18. Thüringer Wasserkolloquiums</b>	6
<b>Umweltfreundlichkeit und nachhaltige Rehabilitation von Druckrohrleitungen</b>	
Prof. Dr. habil. Harald Roscher	9
<b>Untersuchungen zur optimalen Rehabilitation einer historischen Rohwasser- und Turbinendruckleitung</b>	
Michael Kirchner	27
<b>Risikomanagement in Wassereinzugsgebieten</b>	
Sebastian Sturm	33
<b>Brunnenregenerierung und Brunnenmanagement nach DVGW-Arbeitsblatt W 130</b>	
Maik Schmidt	39
<b>Verborgene Welten: Die Bleißberghöhle Eine sensationelle geologische Entdeckung in Thüringen</b>	
Reinhard Birle	59

# Programm 18. Thüringer Wasserkolloquium

## Moderation

Prof. Dr. Volker Spork  
Fakultät für Bauingenieurwesen und Konservierung/Restaurierung  
Fachhochschule Erfurt

## 9:00 Uhr Eröffnung

Prof. Dr. sc. agr. Kerstin Wydra  
Präsidentin  
Fachhochschule Erfurt

Dr. Peter Michalik  
Vorsitzender Landeslenkungskreis Wasser  
BDEW-Landesgruppe Mitteldeutschland

Andreas Reinhardt  
Geschäftsführer ThüWa Thüringen Wasser GmbH

## Grußwort

Jürgen Reinholz  
Thüringer Minister für Landwirtschaft, Forsten,  
Umwelt und Naturschutz (angefragt)

## Tagungsleitung

Peter Podzimski, Riesa  
Vorsitzender Fachvorstand Wasser  
der DVGW-Landesgruppe Mitteldeutschland

## Fracking – Ein kontrovers diskutiertes Thema

### 9:30 Uhr Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten – Mythos und Wirklichkeit

Dr. Harald Kassner  
Exxon Mobil Produktion Deutschland GmbH, Hannover

### 10:10 Uhr Positionierung des BDEW zum Thema Fracking

Dr. Michaela Schmitz  
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.,  
Berlin

10:45 Uhr Kaffeepause

### 11:15 Uhr Umweltfreundliche und nachhaltige Rehabilitation von Druckrohrleitungen

Prof. Dr. habil. Harald Roscher, Weimar

### 11:45 Uhr Vorstellung von studentischen Arbeiten der Fachhochschule Erfurt

Untersuchungen zur optimalen Rehabilitierung einer  
historischen Rohwasser- und Turbinendruckleitung  
Michael Kirchner

12:00 Uhr Mittagspause  
mit Möglichkeit zum Besuch der Fachausstellung

## **Tagungsleitung**

Andreas Reinhardt, Erfurt

### **13:30 Uhr Risikomanagement in Wassereinzugsgebieten**

Sebastian Sturm

DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe

### **14:00 Uhr Brunnenregenerierung und Brunnenmanagement nach DVGW-Arbeitsblatt W 130**

Gerhard Etschel

Etschel Brunnenservice GmbH, Planegg

**14:45 Uhr** Kaffeepause

### **15:15 Uhr Verborgene Welten: Die Bleißberghöhle – Eine sensationelle geologische Entdeckung in Thüringen**

Reinhard Birle

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Erfurt

Ende gegen 16:00 Uhr





## **Umweltfreundliche und nachhaltige Rehabilitation von Druckrohrleitungen**

### **Teil 1 Umweltvorsorge bei der Rehabilitation der Rohrleitungssubstanz [1]**

#### **1 Die Begriffe Umwelt und Nachhaltigkeit**

Die **Umweltlehre** in ihrer heutigen Bedeutung ist die Wissenschaft von den Beziehungen der Organismen zu ihrer Umwelt, wobei unter Umwelt die Gesamtheit aller ökologischen Faktoren (Umweltfaktoren) zu verstehen ist, unterteilt in die abiotische (unbelebte Umwelt) und die biotische Umwelt (lebende Umwelt). Vor 100 Jahren kannte man den Begriff **Umwelt** nicht und verwendete den Begriff Ökologie, welcher eigentlich für Biologie stand und seine Wurzeln im Griechischen hat (1909 veröffentlicht Jacob Johann von Uexküll das Buch „Umwelt der Tiere“. Maßgeblich war in den letzten Jahrzehnten die folgende Bedeutung des Umweltbegriffes „Die Umgebung eines Lebewesens, die auf diese einwirkt und seine Lebensumstände beeinflusst.“)

Der Begriff Umwelt wird in der nachfolgenden Betrachtung in die natürliche, technische und soziale Umwelt gegliedert.

In der gegenwärtigen Bedeutung entspricht der Begriff Umwelt dem aus den USA stammenden Begriff „environment protection“ (Umweltschutz).

**Nachhaltigkeit** ist ein Konzept und heißt, ein natürliches System ausschließlich so zu nutzen, dass es seine wesentlichen Charakteristika langfristig erhalten bleiben.

Der Begriff Nachhaltigkeit geht auf eine Publikation von Hans Carl von Carlowitz von 1713 zurück, in der von der „nachhaltenden Nutzung“ der Wälder schrieb, ohne aber weiter auszuführen, wie sie zu erreichen sei.

#### **2 Natürliche, technische und soziale Umwelt im Kontext zur Verlegung einer Rohrleitung**

Die Verlegung einer Rohrleitung, unabhängig davon ob neu in einer neuen Trasse oder als Sanierung oder als Erneuerung in alter Trasse, ist ein Eingriff in die Umwelt der dort wohnenden Menschen sowie ein Eingriff in ihr soziales Umfeld, aber auch in das Wirtschaftsleben.

Es können Schäden auftreten, Ressourcen verbraucht bzw. genutzt werden.  
Betrachtet man die **natürliche Umwelt** so können Schäden eintreten an:

- Bäumen,
- der übrigen Vegetation und dem
- Wasserhaushalt.

Betrachtet man die **technische Umwelt**, so ergeben sich Belastungen aus:

- Abgasen, insbesondere CO<sub>2</sub>-Belastung sowie Ausstoß von Dieselpartikeln bei Aushub- und Einbauarbeiten und Transportfahrten,
- Umwegen und Erzeugung von Verkehrsstau und
- Lärm

Betrachtet man die **soziale Umwelt** einschließlich der wirtschaftlichen Folgen, so werden beeinträchtigt:

- das Leben der Bewohner während der Bauzeit,
- das Geschäftsleben,
- Dienstleistungen und soziale Dienste.

Nicht außer acht zu lassen sind potenzielle Gefahren durch offene Baugruben bzw. Gräben, Übergänge über offene Gräben, Sicherungsmaßnahmen durch Ersatzversorgungen. Zu unterscheiden sind messbare Größen und nicht messbare Größen, bzw. Belastungen oder Beeinträchtigungen.

### 3 Dauer des Eingriffs und dessen Folgen

Wesentliche Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Inanspruchnahme der o.g. Faktoren bzw. der Zeitdauer der Baumaßnahmen im Vergleich der Neuverlegung einer Rohrleitung im offenen Graben bzw. bei grabenlosen Verfahren. Für letztere sind lediglich Start- und Zielgruben erforderlich und deren Flächen- und Ressourcenverbrauch (bzw. -Inanspruchnahme) wesentlich geringer sind.

Treten Schäden auf, sollte wie in der Risikoberwertung von Schäden im Gasbereich in

- Personenschaden,
- Sachschaden,
- Leistungsschaden - Ausfall einer Leitung

unterschieden werden.

Die fachgerechte Bewertung von Gefährdungen, Schutzziele, und der Schutzwürdigkeit muss einen größeren Raum bekommen.

In praxi heißt das, welche **Umweltvorsorge** ist zu treffen und welche Umweltstandards sind bei Baumaßnahmen heranzuziehen?

Zukünftig sollte auch bei der Bewertung von Baumaßnahmen hinsichtlich ihrer Eingriffe und Folgen unterschieden werden in:

- Zentrumsgebiete,
- Hauptnetzstraßen,
- Nebennetzstraßen
- Außengebiete

Baumaßnahmen in städtischen Straße bringen Einschränkungen und Belastungen für die in der Straße wohnenden Personen, aber auch für die Bewohner eines Quartiers durch:

- Verkehrsumleitungen
  - Mehr Fahr-Kilometer für private und dienstliche Fahrzeuge (Krankentransporte, medizinische Dienste, Hauswirtschafts- und Altenpflege, Müllabfuhr, ggf. Anlieferung, bei Wohnungswechsel usw.)
- längere Fußwege einschließlich der potenziellen Gefahren durch offene Baugruben
  - spielende Kinder, Neugierde von Bewohnern)
- Wegfall von Parkplätzen und weitere Wege bei der Suche nach Parkplätzen

Zeitlich gesehen sind von Interesse:

- die Dauer der Baumaßnahmen,
- die Dauer der Belastungen (Baulärm, Abgase, Staub),
- der Fahrverkehr: privat und öffentlich,
- die Baustelleneinrichtungen usw.

Grabenlose Bauverfahren einzusetzen heißt demzufolge eine umweltschonende Rehabilitation durchzuführen. Umweltschonende Rehabilitation ist eine Aufgabe des 21. Jahrhunderts. Bestehende Rohrnetze müssen an heutige und zukünftige Anforderungen angepasst werden.

Grabenlose Verfahren sind heute ausgereift und bewährt. Standen anfangs Baupreise im Vordergrund sind es heute und zukünftig Umweltaspekte.

Der Bedeutungswandel von der wirtschaftlichen Betrachtung hin zur Umweltvorsorge umfasst:

- die Wohnumwelt bzw. das Wohnumfeld der Menschen\*
  - Wohnumfeld (Beeinträchtigung durch Verschmutzung, Dauer der Baumaßnahmen, Gefährdung der Bewohner durch Baustellen)
  - Umwege für Bewohner
  - Nichtbenutzung der Parkplätze
  - Beeinträchtigung des Geschäftslebens - Umsatzverluste
  - Lärm durch Bauarbeiten während der Verfahrensdurchführung
  - Transporte von Boden (Abtransport von Boden, Antransport von Einbaumaterial)
  - Abgase
  - Erschütterungen
  - Regenwetter
    - \*(Wohnumfeld - wie viele Bewohner sind betroffen
      - Einwohner/km Straße
      - Einwohnerdichte)
- die Bewertung von Schäden
  - kleine Schäden mit geringem Wasserverlust
  - große mit großem Wasserverlust
  - Folgen von Schäden (Unterspülungen, Bauwerken und Straßensetzungen)
  - die Staukosten durch Schäden
  - Transportfahrten durch Stadt oder Containerlagerung von Boden bei Wiedereinbau
- Lage der Schäden in Hauptnetz- oder Nebennetzstraßen die Vermeidung von Straßenschäden durch grabenlose Verlegung von Versorgungsleitungen im Zuge der Erneuerung

- den Baumschutz
  - Schädigung von Baumwurzeln durch Verlegung von Versorgungsleitungen im Wurzelbereich von Bäumen
  - Weiterentwickelte Verfahren der Erneuerung von Rohrleitungen
    - Berliner Hilfsrohrverfahren (Entfernung des Altrohres; Berücksichtigung des Berliner Straßengesetzes)
    - Spülbohren zur Verlegung unter Bäumen (Altrohrleitungen verbleibt im stark befahrenen Straßenraum)
- den Ressourcenverbrauch von Sand, Straßenbaustoffen
- die Inanspruchnahme von Deponieraum
- Gefährdung benachbarter Leitungen

#### 4 Nachhaltigkeit

Wie beim Begriff Umwelt, ist auch bei dem Begriff Nachhaltigkeit zu unterscheiden in

- **ökologische Nachhaltigkeit,**
- **ökonomische Nachhaltigkeit und**
- **soziale Nachhaltigkeit.**

**Die ökologische Nachhaltigkeit** umschreibt die Zieldimension, Natur und Umwelt für die nachfolgenden Generationen zu erhalten. Dies umfasst den Erhalt der Artenvielfalt, den Klimaschutz, die Pflege von Kultur- und Landschaftsräumen in ihrer ursprünglichen Gestalt sowie generell einen schonenden Umgang mit der natürlichen Umgebung.

**Die ökonomische Nachhaltigkeit** stellt das Postulat auf, dass die Wirtschaftsweise so angelegt ist, dass sie dauerhaft eine tragfähige Grundlage für Erwerb und Wohlstand bietet. Von besonderer Bedeutung ist hier der Schutz wirtschaftlicher Ressourcen vor Ausbeutung.

**Die soziale Nachhaltigkeit** versteht die Entwicklung der Gesellschaft als einen Weg, der Partizipation für alle Mitglieder einer Gemeinschaft ermöglicht. Diese umfasst einen Ausgleich sozialer Kräfte mit dem Ziel, eine auf Dauer zukunftsfähige, lebenswerte Gesellschaft zu erreichen.

Entwicklung zukunftsfähig zu machen, heißt, dass die gegenwärtige Generation ihre Bedürfnisse befriedigt, ohne die Fähigkeit der zukünftigen Generation zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen zu können.“ „Regenerierbare lebende Ressourcen dürfen nur in dem Maße genutzt werden, wie Bestände natürlich nachwachsen“

## Teil 2      **Gegenüberstellung grabenloser und offener Bauweise der Rohrerneuerung [2]**

### **1    Ziele der Sanierung und Erneuerung von Druckrohrleitungen**

Die **Nutzungsdauer** aller Rohrmaterialien und Rohrverbindungen sowie von Armaturen der Wasser- und Gasleitungen sowie Kanäle sind begrenzt und von vielen Einflussfaktoren abhängig.

Durch rechtzeitiges Sanieren kann die Nutzungsdauer wesentlich verlängert werden.

Hierfür sind Zustandsuntersuchungen bzw. -bewertungen sind erforderlich, um das wirtschaftlichste Verfahren einzusetzen.

**Ziel von Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen sind funktionstüchtige über lange Zeit möglichst schadensfreie Versorgungsnetze.**

Die Verfahrensentwicklung grabenloser Bauweisen in den letzten Jahrzehnten ermöglicht eine umwelt- und ressourcenschonende Sanierung und Erneuerung der Rohre. Der Erfolg der grabenlosen Bauverfahren veranlasste die Rohrindustrie zur stetigen Weiterentwicklung der **Rohrmaterialien und Rohrverbindungen**.

Zu nennen sind hier insbesondere

- Duktulguss- und Stahlrohrleitungen mit korrosionssicherem und widerstandsfähigem Außenschutz,
- Zugfeste Rohrverbindungen von Duktul- und Stahlrohrleitungen für den Einsatz beim Berstlining und anderen Verfahren,
- Kunststoffrohre mit erhöhter Zeitstandsfestigkeit, aus vernetztem Polyethylen und als Mehrschichtrohre,
- Entwicklung der Schweißtechnik bei Kunststoffrohren,
- Entwicklung von Gewebeschläuchen für Gas- und Wasserleitungen,

### **2    Vorteile grabenloser Bauweisen**

Grabenlose Bauweisen werden in zunehmendem Maße eingesetzt. Ihre Vorteile bestehen insbesondere darin, dass

- neue Trassen nicht erforderlich sind (begrenzter unterirdischer Bauraum),
- Straßenaufbrüche minimiert werden,
- geringere Verkehrsbeeinträchtigungen durch die Anlage von Einzelbaugruben entstehen,
- erhebliche Reduzierungen von Erdarbeiten und Oberflächenaufbrüchen sowie Kostenreduzierungen durch Einsparung von Erd- und Oberflächenarbeiten ermöglicht werden, (Transporte von großen Bodenmassen entfallen (Abtransport von Bodenmaterial und Antransport von Sand),
- eine geringere Deponiebelastung durch Aushub- und Straßenaufbruchmaterial möglich ist (weniger Bedarf an Austauschmaterial zum Wiederverfüllen),
- eine große Zahl an Parkplätzen während der Baumaßnahmen erhalten bleibt,
- der Baumbestand und Bepflanzungen geschont werden, ebenso die Straßeneinrichtung und Bepflanzungen (Pflanztröge u.a.),
- kürzere Bauzeiten und damit kurze Versorgungsausfälle erreicht werden,
- Anwohner und Anlieger durch Lärm, Staub, Abgase weniger belastigt werden,
- keine Erschütterungen auftreten und z.T. Nacharbeit möglich ist,

- der Straßen- und Anlieferverkehr von Geschäften weniger beeinträchtigt wird,
- geringere Spätschäden auftreten, z.B. Bodenabsenkungen und Schäden an Straßendecken,
- Haltestellen der öffentlichen Verkehrsmittel weiter genutzt werden können,
- usw.

Außerdem treten geringere Störungen des normalen Tagesablaufes der Bevölkerung ein (wenige Rohrgrabenbrücken, geringere Unfallgefahr). Weiterhin sind weniger verkehrspolizeiliche Maßnahmen erforderlich.

Bei einigen Verfahren entsteht zusätzlich die kompakte Einheit Altrrohr/ Ringraumverfüllung/ Neurohr, die erheblich widerstandsfähiger gegen Baggerangriffe ist. Das Altrrohr wird zugleich Bestandteil der neuen Leitung und muss nicht entsorgt werden.

Eine zunehmende Rolle spielen die Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen, Vermeidung von Umweltbelastungen und die indirekten Beeinträchtigungen als Folge der Baumaßnahmen.

### **3 Probleme und Nachteile der offenen Bauweise**

Zunehmend treten die Probleme und Nachteile der offenen Bauweise in das öffentliche Bewusstsein. Insbesondere sind das:

- Umleitungen - Verkehrsstau - erhöhte Unfallgefahr - Abgase,
- Nachhaltiges Beschädigen und Verkürzen der Lebensdauer von Straßendecken,
- Ausbaggern, Abfahren, Deponieren von Aushubmaterial, Boden-Antransport mit Schwerlastverkehr,
- Schmutz- und Abgasbelastungen durch die o.g. Transportfahrten,
- Schadensrisiko für vorhandene Leitungen,
- Verletzen von Wurzeln der Baumpflanzungen,
- Absenken des Grundwassers (Schäden an Bäumen und Bepflanzungen),
- Mögliche Setzungen von Gebäuden (besonders historische Bauwerke) und Straßen,
- Schlechte Rohrbettung und Grabenverfüllung können zu Leitungs- und Straßenschäden. führen,
- Umsatzeinbußen des Handels über längere Zeiträume usw.

Die offene Bauweise ist außerdem wetterabhängig (erschwertes wetterabhängiges Arbeiten, nicht alle Rohrmaterialien können bei sehr niedrigen Temperaturen eingebaut werden).

### **4 Offene Bauweise und grabenlose Bauweisen im Vergleich**

Die heute angewandten Sanierungs- und Erneuerungsverfahren sind ausgereifte und bewährte Alternativen zur Rohrverlegung im offenen Graben.

An das Rohrmaterial werden solche Anforderungen gestellt, dass durch das angewandte Verfahren keine Schädigungen desselben eintreten.

Selbst unter der Voraussetzung, dass bei der Verlegung der Leitungen im offenen Rohrgraben die jeweilig gültigen Vorschriften und Regelwerke eingehalten werden, ist damit zu rechnen, dass sich die ursprüngliche Struktur und die bodenmechanischen Eigenschaften des Verfüllmaterials im Laufe der Zeit durch Nachverdichtung sowie durch den Chemismus des Sickerwassers und durch Wechselwirkungen mit dem ursprünglichen Boden verändern.

Nicht völlig auszuschließen ist der Einbau nicht geeigneter Materialien wie Steinen, Holz, Papier, Laub usw. Hohlräume können bereits bei der Verfüllung oder durch das Ausspülen von feinkörnigem Material entstehen und Einsenkungen verursachen. Damit ist mit Schäden an Straßendecken durch die Verkehrsbelastungen zu rechnen.

Zu betrachten sind insbesondere folgende Aspekte:

- der **Geräteinsatz und Transportfahrten** (Mehrausstattung an Baumaschinen bei der offenen Bauweise, dagegen bei der grabenlosen Bauweise Baugrubenherstellung mit minimalem Geräteinsatz; Mehraufwand der offenen Bauweise durch die erforderlichen LKW-Fahrten für den Abtransport des Grabenaushubes und den Antransport des Verfüllmaterials).
- die **benötigten Baustoffmengen** sind bei offener Bauweise höher (Sand, Asphaltrecyclingmaterial sowie Feinasphalt; bei grabenlosen Bauweisen sind Einsparungen von ca. 80 bis 85 Prozent gegenüber der offenen Bauweise zu erwarten).
- die **benötigte Bauzeit** ist bei der offenen Bauweise wesentlich höher als bei grabenlosen Bauweisen. Sie ist bei grabenlosen Verfahren verfahrensabhängig.
- die **beanspruchte Verkehrsfläche** ist bei offener Bauweise größer als bei grabenlosen Bauweisen, da bei grabenlosen Bauweisen nur der Platzbedarf für Geräte und Material sowie die Arbeitsräume an den Gruben erforderlich sind.
- die **Lärm- und Staubanfall sind bei offener Bauweise höher und sind jahreszeitlich abhängig**. Das Verhältnis von offener zu grabenloser Bauweise beträgt mindestens 10:1, ist vielfach jedoch deutlich höher.
- die mit CO<sub>2</sub>-Belastungen einhergehenden Aushub-, Rohrbau- und Verfüllarbeiten sowie Transportfahrten sind verfahrensbedingt bei den grabenlosen Bauweisen deutlich geringer als bei der offenen Bauweise. Als Praxiswert sind Reduzierungen auf 25 % bekannt.
- die **Indirekten Kosten sind vielfältig**. Verlege- oder Sanierungsmaßnahmen stellen eine Beeinträchtigung der oberirdischen Verkehrssituation dar. Insbesondere in innerstädtischen Bereichen ergeben sich Behinderungen des Verkehrsflusses oder der Geschäftstätigkeit. Hinzu kommen Lärm- und Schadstoffmissionen. Diese Beeinträchtigungen werden zwar durch die jeweilige Baumaßnahme verursacht, sie werden jedoch dem jeweiligen Auftraggeber bzw. der Baumaßnahme nicht angelastet. Sie verursachen der Allgemeinheit Kosten oder führen zu besonderen individuellen Belastungen, die erhebliche Größenordnungen erreichen können.

Weiterhin sind in Betracht zu ziehen:

- Oberflächenfolgekosten, Kosten durch Verkehrsbeeinträchtigungen, Kosten durch Schädigungen des Bewuchses, Kosten durch die Beeinflussung des Einzelhandels, gesundheitliche Folgekosten.
- Abgas- und Staubemissionen bei der offenen Bauweise können zu gesundheitlichen Folgekosten führen. Gehörschäden, Atemwegserkrankungen, Stressbelastungen u. a. müssen von den Krankenkassen und den Patienten getragen werden.

### **Teil 3 Keyhole-Technik - das Schlüsselloch zur Rohrleitung -Von der Idee zur Realität**

\* **Keyhole** (Schlüsselloch) - im amerikanischen Sprachgebrauch verwendet für kleines Bohrloch

#### **1 Grabenlose Erneuerung von Wasser- und Gasleitungen wird durch Keyhole-Technik attraktiver und umweltfreundlicher**

Ein bisher unzureichend gelöstes Problem ist bei grabenlosen Sanierungs- und Erneuerungsverfahren die Ausführung der Hausanschlüsse, für die große Baugruben erforderlich sind und bei denen Setzungserscheinungen der wieder „instand gesetzten“ Straßen und Rissbildungen in den Fahrbahndecken als Folgeschäden auftreten. Gleichzeitig verursachen Hausanschlüsse durch große Hausanschlussgruben und den Straßendeckenschluss relativ hohe Kosten.

Mit der Keyhole-Technik - dem „Schlüsselloch“ zur Rohrleitung - und dem Einbau der Hausanschluss-Armaturen von der Straßenoberfläche aus und im Idealfall dem Verschluss des Bohrloches bei Beton- oder Asphaltstraßen mit dem Bohrkern kann auch dieses Problem gelöst werden.

Für die Erhaltung und Erneuerung der Wasser-, Gas- und Abwassernetze können nach erfolgreicher Entwicklung in den letzten beiden Jahrzehnten grabenlose Bauverfahren eingesetzt werden, **so dass insbesondere städtische Straßen im 21. Jahrhundert „nicht noch einmal aufgegraben werden müssen.“**

Nachfolgend werden die Probleme der bisherigen Hausanschlusstechnik bei grabenloser Erneuerung von Wasser- und Gasleitungen sowie die Arbeiten der letzten 3 Jahre zur Entwicklung der Keyhole-Technik einschließlich einer Versuchsbaustelle dargestellt

#### **2 Straßen-Folgeschäden im Bereich der Hausanschlussgruben**

Bisher treten bei grabenlosen Sanierungs- und Erneuerungsverfahren infolge der Verfüllung und des Straßendeckenschlusses der Hausanschlussgruben durch Setzungserscheinungen der wieder „instand gesetzten“ Straßen Folgeschäden auf.

Bereits in den 80er Jahren versuchte Kottmann in Stuttgart durch abgestufte Fahrbahndecken Setzungen bei Längsneuverlegung von Rohrleitungen und bei Hausanschlussgruben zu vermeiden. Die Belastungen durch den Straßenverkehr führten zu Setzungen im Bereich der Leitungstrassen und der Hausanschlussgruben bei Armaturenauswechslungen, da durch die verminderte Deckstärke im Randbereich der Baugrube das Abbrechen und die Rissbildung nicht zu verhindern ist.

Auch der Deckenschluss mit Fugenband führt nicht zur Lösung des Problems. Die Ursache ist im Tragverhalten im Bereich der Hausanschlussgrube bzw. in der Rohrleitungstrasse und der Dauerhaftigkeit des Fugenbandes und der Vergussmasse zu suchen.

Bei Pflasterdecken ist die Wiederherstellung des ursprünglichen Spannungszustandes nicht möglich, da die Pflasterdecken bei Neupflasterung durch das Quergefälle im Bereich der Baugruben diesen Spannungszustand verlieren.

Hinzu kommt noch ein weiterer Aspekt. Beim Überfahren der „verschlossenen Baugrube“ bzw. Straßendecke wird durch den Sog der Fahrzeugreifen der Sand herausgesaugt. Dagegen wird in den „alten Pflasterfugen“, in welchen verdichteten Sand vorhanden ist, kein Absaugen erfolgt. Nachfolgend tritt Regen- oder Tauwasser in die Fugen ein und die Setzungserscheinungen werden verstärkt.

**Straßendecken werden schließlich zu Flickendecken.**



### **3 Möglichkeiten des Spannungsabbaus in der Straßendecke bei Verkehrsbelastungen**

Wie Rissbilder von Hausanschlussgruben zeigen, treten Risse von den Eckpunkten der Baugruben auf. Ursache für die Rissbildung in bituminösen Fahrbahndecken sind auch die Arbeiten zur Herstellung der Hausanschlussgrube durch Einschnitte in den Eckpunkten.

Zum Abbau der Spannungen und der Anfälligkeit besteht die Möglichkeit die Verschnitttechnologie bei der Ausbildung der Baugruben zu ändern.

Auch bei der bisherigen Form der Hausanschlussbaugruben ist bereits eine Verbesserung der Spannungsverhältnisse in einer Betonplatte bzw. Bitumendecke möglich. Als Arbeitsraum für die Herstellung des Hausanschlusses werden die Eckbereiche ohnehin nicht gebraucht.

Die Annäherung an die Idealform (Kreis) in einer Betonplatte führt zu einer besseren Spannungsverteilung in der Straßendecke.

### **4 Entwicklung der Keyhole-Technik in Deutschland**

Im Frühsommer 2009 lud der Verfasser die Herren Sebastian Schwarzer (Produktspezialist für die grabenlose Rohrerneuerung) und Elmar Koch (Konstruktionsleiter für die grabenlose Rohrerneuerung), beide von der TRACTO-TECHNIK Lennestadt, zu einer Beratung nach Weimar ein.

Anliegen des Verfassers war es, die grabenlose Erneuerung von Wasser- und Gasleitungen durch Veränderung der Hausanschlusstechnik attraktiver und zugleich umweltfreundlicher zu machen.

Durch das Niederbringen von Bohrlöchern auf den Trassen der im Berstverfahren eingezogenen Leitungen und nach Freilegen der Leitung die Hausanschlussarmaturen zu montieren. Für die Montage der Hausanschlussarmaturen im Bohrloch sollten die guten Kontakte des Verfassers zu dem Armaturenhersteller EWE in Braunschweig genutzt werden (siehe dazu unten).

Dabei interessierten ihn insbesondere die tiefer liegenden Wasserleitungen, da Gasleitungen in der BRD z.Z. bevorzugt mit offenen Rohrgräben erneuert werden bzw. Schlauchliner oder Kunststoffrohre im Rohreinzugsverfahren unterschiedlicher Art bei einem ausreichenden Altrohrzustand eingebaut werden.

Weiterhin sollten die oben beschriebenen Straßenschäden durch den in offener Baugrube erstellten Hausanschlüssen vermindert bzw. beseitigt werden.

In den Publikationen des Verfassers [3] bzw. [4] sind die Probleme der Wiederherstellung von Straßendecken dargestellt. Sie bestehen insbesondere darin, dass Stadtstraßen im Verlaufe ihrer mehr als 100jährigen neueren Entwicklungsgeschichte einen sehr unterschiedlichen Aufbau von Trag- und Deckschichten aufweisen., sodass auch bei der Wiederherstellung diese Unterschiede zu beachten sind. Anzutreffen sind Pflasterdecken, Pflasterdecken mit Asphaltüberzug, seltener Betondecken und Asphaltdecken wie im Ausland.

### **5 Keyhole-Technik für Gasleitungen im Ausland**

In den USA wird die Keyhole-Technik für Gas-Hausanschlüsse bereits seit vielen Jahren angewandt. Als Hauptgründe für die Anwendung dieser Technik wird insbesondere hohes Verkehrsaufkommen angegeben und die Vermeidung von Straßensperrungen.

In den USA dürfen z. B. neu erstellte Straßendecken 5 Jahre lang wegen der Folgeschäden und -kosten nicht aufgerissen werden. Die Keyhole-Bohrlöcher sind dagegen er-

laubt, weil durch den entnommenen und wieder eingesetzten Bohrkern aus Beton oder Asphalt die Straßenbaukosten zur Wiederherstellung der Straßen reduziert werden. Seit kurzem beschäftigt man sich auch in Frankreich für Gasleitungen mit der Keyhole-Technik und hat TRACTO-TECHNIK mit Entwicklungsarbeiten beauftragt.

Zu beachten ist bei der Betrachtung der Keyhole-Technik des Auslandes, dass Straßen als Betonstraßen und Asphaltstraßen mit einer großen Deckenstärke gebaut worden sind und gebaut werden, so dass Bohrkern entnommen und wieder eingesetzt werden können.

Gezeigt wird in Dokumentationen der Einsatz der Keyhole-Technik bei Betonstraßendecken und die Möglichkeit einen „idealen Bohrkern“ zu entnehmen und auch nach Herstellung der Hausanschlüsse auch wieder einzusetzen.

Bei der Betrachtung der Erfahrungen in diesen Ländern sind also sowohl die unterschiedlichen Straßenbautechnologien als auch die klimatischen Bedingungen (Frosttiefe usw.) zu beachten.

## 6 Armaturendichte als wesentliches Kriterium für den Einsatz Keyhole-Technik

Ein wesentliches Kriterium für die Wirtschaftlichkeit der Erneuerung der Leitungssysteme in grabenloser Bauweise sind die Hausanschlüsse, da sie z.Z. noch große Baugruben erfordern - z. B. bei Wasserrohrleitungen 1 m \* 1,5 m und Baugrubensohltiefen von 1,0 bis 1,5 m in Abhängigkeit von der Frosttiefe, dem Durchmesser der Leitung, dem Durchfluss bzw. der Fließgeschwindigkeit usw.

In der Bundesrepublik Deutschland kann von folgenden Werten der Armaturendichte und der versorgten Einwohner pro km Wasserrohrnetz ausgegangen werden:

<u>Armaturen</u>	<u>pro km Rohrnetz</u>	
Hausanschlüsse	35 – 50	Stück
Hydranten	6 - 9	Stück
Absperrarmaturen	7 – 11	Stück
<u>Versorgte Einwohner</u>	<u>pro km Rohrnetz</u>	
in Großstädten	300 - 450	Personen
in Kleinstädten	100 - 220	Personen
großräumige Versorgung.	20 - 80	Personen

Bei 400.000 km Wasserleitungen ist in der BRD mit ca. 15 Mio. Hausanschlüssen zu rechnen, bei Gasleitungen sind es ca. 8 Mio. - **ein großes Potenzial für den Einsatz der Keyhole-Technik.**

### 6.1 Hausanschlussdichte

Als Maßstab kann die **Hausanschlussdichte** herangezogen werden unter welcher die **Anzahl der Hausanschlüsse/100 m Leitungstrasse** zu verstehen ist.

Bebauungen aus der sog. Gründerzeit (zwischen 1870 und dem Beginn des 2. Weltkrieges) haben Hausanschlussdichtewerte von 8 bis 12 HA/100 m Leitungstrasse.

In Außenstadtgebieten mit Einzelhausbebauung und Grundstücksgrößen von 500 m<sup>2</sup> bis 1000 m<sup>2</sup>

(20 m \* 25 m bzw. 20 m \* 50 m; d.h. Frontlängen von 20 m) sinken die Hausanschlussdichtewerte auf 2,5 bis 10 HA / 100 m bei beidseitiger Bebauung. Villengrundstücken mit Grundstücksgrößen von 1000 m<sup>2</sup> und mehr haben noch niedrigere Hausanschlussdichten.

## **7 Baugrubengröße und Tiefenlage der Leitung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Aufgrund der in der Bundesrepublik zu berücksichtigenden Frosttiefe werden Wasserleitungen in unterschiedlicher Tiefenlage bzw. mit unterschiedlicher Überdeckung (weitere Faktoren: Dimension der Leitung, Durchfluss usw.) eingebaut. Daraus folgt, dass die Baugruben für die Hausanschlüsse mit unterschiedlichen Tiefen ausgeführt werden müssen.

Eine Überschlagsrechnung zeigt die mögliche Reduzierung des Aushub- und Einbaumaterials eindeutig. Pro 1000 ausgewechselter Hausanschlüssen ist z.Z. mit ca. 2000 m<sup>3</sup> Aushub- und Einbaumaterials zu rechnen und damit mit den o.g. Deponie-, Transport- und Materialkosten.

Erforderlicher Grabenaushub bei 1,0 bzw. 1,5 m Baugrubensohle:

1,5 bis 2,25 m<sup>3</sup> (1 m \* 1,0 m \* 1,5 m bzw. 1 m \* 1,0 m \* 1,5 m)

Erforderlicher Aushub eines Bohrloch (D) 1,0 bzw. 1,5 m Baugrubensohle:

D = 0,65 m    0,3 m<sup>3</sup>    bzw. 0,5 m<sup>3</sup>

## **8 Armaturenproblematik und Partnersuche (EWE)**

### **8.1 Entscheidendes Fachgespräch auf der WAT 2011 in Berlin ([1])**

Ein wichtiges Fachgespräch fand auf Initiative des Verfassers auf der WAT Berlin 2011 am Stand von EWE mit den Herren Ewe, Koch statt.

Im Gespräch ergab sich, dass die angestrebte Lösung mit bereits vorhandenen Armaturen-Bauteilen möglich wäre. Gleichzeitig wurde von Herrn Ewe die Mitarbeit an der Lösung zugesagt. Die Entwicklungsarbeit und Versuche fanden bei EWE-Armaturen statt und haben nachfolgenden Stand erreicht.

### **8.2 EWE-Armaturen**

Die Anforderungen an einzusetzende Anbohrarmaturen und deren Werkzeuge wurden gemeinsam festgelegt. In erster Linie waren dies:

- ein Anbohrarmaturensystem für alle Rohrarten,
- Armaturen für den Wasser- und Gaseinsatz,
- Montage der Brücke/Schelle, insbesondere der Schraubverbindungen von der Straßenoberfläche aus,
- Rohrvorbereitung nach den jeweiligen Anforderungen des Rohrmaterials bzw. der Anbohrarmaturen-Dichtungen von der Straßenoberfläche aus,
- Anbohrung der Rohrleitung unter Druck über die Armatur, von der Straßenoberfläche aus,
- Integration des EWE-Hülensystems für Korrosionsschutz, Abdichtung oder Abstützung im Anbohrloch,
- Anschluss der HA-Leitung unter Berücksichtigung der von TRACTOTECHNIK vorgegebenen Abgangshöhe,
- Spülvorgang beim Wassereinsatz,
- Druckprobe beim Gaseinsatz

Die Serien-Anbohrarmaturen von EWE bieten ideale Voraussetzungen, den genannten Anforderungen gerecht zu werden.

Das EWE-Lieferprogramm umfasst DVGW-zertifizierte Armaturen für jede Rohrart und für die Medien Wasser und Gas.

Als Absperrventil wurde die Kugelventil-Anbohrarmatur ausgewählt, da diese eine integrierte Hilfsabsperrung enthält, die mittels eines langen Hebelwerkzeuges von der Straßenoberfläche bedient werden kann.

Des Weiteren kann die Armatur entweder mit Oberteil für Betriebsabsperrung oder mit Stopfen für eine „verlorene“ Anbohrung installiert werden.

Als nützliche Funktion hat sich die drehbare Verbindung in der Schnittstelle Ventil/Anbohrschelle erwiesen. Diese vor über 20 Jahren von EWE entwickelte Technik ist hier besonders vorteilhaft, da das Ventil mit seinem bereits montierten Fitting bei der Schraubenmontage aus dem Arbeitsraum geschwenkt werden kann. Danach ist eine exakte Ausrichtung zur HA-Leitung auch außerhalb von rechtwinklig abgehenden Leitungen möglich.

Das Reinigen der Rohroberfläche sowie das Setzen und Montieren der Armatur geschieht über Spezial-Werkzeuge, die für diese Anwendung entwickelt wurden. Das vorhandene EWE-Anbohrwerkzeug musste nur auf die besondere Arbeitstiefe von bis zu 1,5 m verlängert werden und kann problemlos genutzt werden.

Zur Hausanschluss-Leitungs-Verbindung befinden sich am Markt unterschiedliche Steck-Fittings, die für Gas oder Wasser zertifiziert sind. Diese werden im Vorfeld, ggf. zusammen mit dem Gas-Strömungswächter, an den Anbohrarmaturen montiert. Das Einstecken der Hausanschlussleitung in den Fitting lässt sich aufgrund der engen Führung durch das Schutzrohr von der Kellerseite aus leicht realisieren.

Der Spülvorgang wird bei der Wasseranbohrung ebenfalls über die angeschlossene Hausanschlussleitung durchgeführt. Für die Gasanwendung werden die Armatur und die Verbindungsittings von der Kellerseite aus einer Druckprobe unterzogen.

## **9 Herstellung des Bohrloches und der Hausanschlüsse**

Auf der BAUMA 2010 in München stellte TRACTO-TECHNIK einen Prototyp eines Bohrgerätes vor. Allerdings waren zu dieser Zeit Fragen der Hausanschlusstechnik noch nicht geklärt.

Zu lösen waren zu diesem Zeitpunkt folgende Gesichtspunkte:

- Herstellung des Bohrloches,
- Entnahme des Bodenmaterials,
- Freilegung der bereits eingebauten Leitung,
- Einbau der Armatur,
- Herstellung der Hausanschlussleitung,
- Verbindung der Hausanschlussleitung mit der Armatur,
- Wiedereinbau des Bodenmaterials,
- Herstellung (Verschließen) der Straßendecke und
- technologische Fragen der Reihenfolge der Bauarbeiten

Problematisch sind insbesondere Straßendecken mit Pflaster und später aufgebrachteter Bitumen-Verschleißschicht, da das Bohren ist nicht ohne Entnahme des Pflasters möglich ist (siehe dazu oben 2.)

## 10 Informationstag von TRACTO-TECHNIK in Lennestadt in Zusammenarbeit mit dem DVGW

Inzwischen wurden durch TRACTO-TECHNIK in Zusammenarbeit mit verschiedenen Unternehmen Erprobungen durchgeführt über die Koch in der Energie-Wasser-Praxis [5] und auf dem 7. Deutsches Symposium für die grabenlose Leitungserneuerung in Siegen [6] berichtet hat.

Am 2.10.2012 fand in Lennestadt bei der Fa. TRACTO-TECHNIK auf der Demonstrationsbaustelle des Unternehmens die Vorführung des verfügbaren Geräteparkes statt.

Für die **Herstellung des Bohrloches** wurde von **TRACTO-TECHNIK der GRUNOPIT K** entwickelt, mit dem das Bohrloch mit einem Durchmesser von 65 cm hergestellt wird. Mit einem Saugbagger kann das gelöste Bodenmaterial aus dem Bohrloch entfernt werden. Dabei werden bei der Freilegung der Versorgungsleitung einige Hilfsgeräte (Spaten usw.) eingesetzt und zugleich das Bodenmaterial abgesaugt, um die Leitung nicht zu beschädigen.

Danach können mit unterschiedlichen Verfahren die Hausanschlussleitungen für die Wasser- bzw. Gasversorgung zwischen Bohrloch und Gebäude eingebaut werden und nachfolgend die Armatur von der Geländeoberfläche aus installiert werden - ein Betreten des Bohrloches erfolgt aus Sicherheitsgründen (und Platzmangel) nicht.

Die **Herstellung der Hausanschlussleitung** kann sowohl vom Haus aus als auch vom Bohrloch her erfolgen. Dafür stehen zur Zeit folgende Verfahren zur Verfügung:

- Grabenlose Verlegung der Hausanschlussleitungen mittels steuerbarer Micro-Drillanlage
- Sanierung von bestehenden Hausanschlussleitungen mit Austausch der Altleitung mittels Seilzuggerät
- Sanierung von bestehenden Hausanschlussleitungen mittels ortbarer Erdraketen aus dem Keller heraus

Für die Verbindung der Hausanschlussleitung mit der Versorgungsleitung hat das Unternehmen EWE aus Braunschweig die oben beschriebene Gerätetechnik entwickelt. Das Unterteil der Anschlussarmatur wird von der Geländeoberfläche aus mit der in **Abbildung 6** gezeigten Vorrichtung eingebracht und anschließend das Oberteil mit der Armatur aufgesetzt.

Mit den EWE-Armaturen ist der Anschluss an Versorgungsleitungen unterschiedlicher Rohrmaterialien möglich (siehe oben).

Zur Vorbereitung des Anschlusses neuer Hausanschlussleitungen gehört die Reinigung der Altleitungen.

Für die Reinigung außen verschmutzter und noch zulässig korrodierter metallischer Altleitungen (mit ausreichender statischer Sicherheit) können Reinigungsbänder verwendet werden, welche umlaufend um das Altrohr bewegt werden.

Alte Armaturen können ebenfalls mit Schneidgeräten von oben entfernt werden. Danach kann der Anschluss der Armaturen wie oben beschrieben erfolgen.

Ebenfalls möglich ist das Anschweißen von Kunststoffarmaturen. Dafür muss mit einem Schälgerät die Oxidschicht der Kunststoffrohrleitung entfernt werden. Das Bohrloch mit 65 cm Durchmesser lässt das Schälen zu, so dass auch diese Anschlussvariante realisiert werden kann.

Im „Idealfall - runder Bohrkern“ ist bei Beton- bzw. Bitumendecken (Mindeststärke 15 cm) das Einsetzen des Bohrkernes nach vorausgegangener Verfüllung des Bohrloches möglich. Der Zwischenraum zwischen Straßendecke und Bohrkern kann mit einer Vergussmasse, welche dauerhaft frostbeständig und gering schrumpfend sein muss, gefüllt werden.

**Es muss jedoch unbedingt beachtet werden, dass Straßen und Fußwege in Deutschland einen anderen Deckenaufbau haben als im Ausland und somit der „Idealfall - runder Bohrkern“ nicht immer realisiert werden kann (siehe dazu oben).**

### **Fazit und Ausblick sowie Forschungsbedarf**

Die Keyhole-Technik gibt den grabenlosen Bauverfahren wesentliche Impulse.

- Durch die Keyhole-Technik entfallen die großen Hausanschlussgruben und die Straßendecken werden geschont.
- Die Keyhole-Technik wird die Wirtschaftlichkeit grabenloser Verfahren für die Erneuerung der Wasser- und Gasrohrnetze wesentlich beeinflussen und verbessern.
- Weiterentwicklungen sind für das Wiederverfüllen und Verschließen der Keyholes erforderlich. Für die Straßendecken ist zu untersuchen, welchen Einfluss Keyholes auf die Tragfähigkeit von Straßendecken bei unterschiedlichen Verkehrsbelastungen haben.
- Ebenso sind Untersuchungen zum Einfluss der Hausanschlussdichte auf die Wirtschaftlichkeit der Erneuerungsverfahren erforderlich.
- Zu klären ist, ob Keyholes dem 5-jährigen Aufgrabeverbot widersprechen.

Ca. 15 Mio. Wasserhausanschlüsse und ca. 8 Mio. Gashausanschlüsse bieten ein riesiges Potenzial für diese Technik. Zu betrachten sind nicht nur zu erneuernde Wasser- und Gasleitungen, sondern auch intakte Rohrleitungen mit zu erneuernden Hausanschlüssen.

**Grabenlosen Leitungserneuerungen mit Keyholes gehört die Zukunft.**

- [1] Roscher, H. u.a.  
Rehabilitation von Wasserversorgungsnetzen  
überarbeitete Auflage 2009, 424 S. ca 370 Abb. 42 farbige Bildtafeln mit DVD,  
Hardcover  
Huss-Medien GmbH ISBN 978-3-345-00919-8  
Vulkan-Verlag GmbH ISBN 978-3.8027-2850-1
- [2] Roscher, H. u.a.  
Rehabilitation von Rohrleitungen, 2. Auflage 2008  
Sanierung und Erneuerung von Rohrleitungen der Technischen Versorgung  
Bauhaus-Universität Weimar Weiterbildendes Studium  
WW 91, Zertifikat- und Masterstudiengang
- [3] Roscher, H. (Obmann),  
Manske, W, Richter, B., Schlenther, N., Schwarzer, S., Sturm M., Zech, H.  
Vorteile grabenloser Bauverfahren für die Erhaltung und Erneuerung von Was-  
ser-, Gas- und Abwasserleitungen  
RSV Information Nr. 11, Oktober 2011
- [4] Roscher, H., Koch, E., Barkowsky, S.  
Keyhole - das Schlüsselloch zur Rohrleitung  
Grabenlose Rehabilitation von Rohrleitungen wird attraktiver  
3R international 51 (2012) 1-2 , S. 72 - 80
- [5] Informationstag in Lennestadt TRACTO-TECHNIK in Zusammenarbeit mit  
dem DVGW Lennestadt 2.10 2012



**Abbildung 1: Risse in der Straßendecke**



**Abbildung 2: „Idealer“ Bohrkern**



**Abbildung 3: Absaugen des Bodenmaterials aus dem Bohrloch**





**Abbildung 4: EWE-Armatur im Bohrloch**



**Abbildung 5: TRACTO-TECHNIK Bohrgerät und Grundotugger**



**Abbildung 6: EWE-Armatur**

Prof. Dr. habil. Harald Roscher  
R.-Siewert-Str. 20a  
99425 Weimar  
Telefon: 03642-501381  
E-Mail: [roscher.h@t-online.de](mailto:roscher.h@t-online.de)

## **Vorstellung von studentischen Arbeiten der Fachhochschule Erfurt**

### **Untersuchungen zur optimalen Rehabilitation einer histori- schen Rohwasser- und Turbinendruckleitung**

#### **1 Einleitung**

Der Wasserverband Nordhausen bezieht ca. 40 % seines mittleren täglichen Wasserbedarfs von der, am südlichen Rand des Mittelgebirges Harz gelegenen, Talsperre Neustadt. Von dieser wird das Rohwasser über eine ca. 10,4 km lange, nunmehr 107 Jahre alte DN 400 GGL Rohwasser – und Turbinendruckleitung (Talsperrenleitung) bis nach Nordhausen zum Wasserwerk Puschkinstraße geleitet, wo es zu Trinkwasser aufbereitet wird. Wie die Bezeichnung „Turbinendruckleitung“ bereits verrät, befindet sich im zuvor erwähnten Wasserwerk eine Turbine, in Form einer einstrahligen Gegendruck – Pelton – Turbine (GDPT). Mit deren Hilfe erzeugt der Wasserverband Nordhausen seit dem Jahr 2011 saubere elektrische Energie aus Wasserkraft. Er folgt damit einer langjährigen Tradition, da sich bereits zur Inbetriebnahme der Talsperrenleitung im Jahr 1906 eine Turbine, mit einem 630 mm Peltonrad, im Wasserwerk befand.

Die Planung und die Bauausführung der Talsperrenleitung stellten zur damaligen Zeit eine technische Meisterleistung dar, da deren Trasse in einem sehr welligen Gelände mit teilweise sehr schwierigen Baugrundverhältnissen (Grauwackeschiefer / Karstgebiet) und großen Höhendifferenzen verläuft. Durch diese Höhenunterschiede ergaben sich Ruhedrucke von bis zu 22 bar, die es zu bewältigen galt. Zudem waren in Deutschland, zu dieser Zeit, noch keine standardisierten Sicherungsarmaturen, wie sie heutzutage in der Wasserwirtschaft üblich sind, gebräuchlich, was für die planenden Ingenieure eine große Herausforderung darstellte.

#### **2 Ziel der Untersuchung**

Die durchgeführte Untersuchung hatte zum Ziel, die Entscheidung, ob. bzw. wie die Talsperrenleitung rehabilitiert werden sollte, zu erleichtern. Dabei kam es vor allem darauf an, diejenigen Rehabilitationsverfahren zu ermitteln, die sich, im Fall einer notwendigen Rehabilitation, bestmöglich an die vorherrschenden Randbedingungen anpassen. Besonderes Augenmerk lag dabei, neben der Ermittlung technisch sinnvoller Verfahren bzw. Varianten und der Schätzung der zu erwartenden Investitionsvolumina, auf der Untersuchung der Auswirkungen auf die GDPT und die daraus resultierende Wirtschaftlichkeit.

### 3 Herangehensweise und Ergebnisse

Um eine Entscheidung treffen zu können, ob die Talsperrenleitung einer Rehabilitation unterzogen werden muss und welche Rehabilitationsverfahren ggf. zur Anwendung kommen können, waren diverse Voruntersuchungen notwendig. So wurde die Leitung an insgesamt 11 Stellen geöffnet und auf ca. 53 % ihrer Länge einer TV – Inspektion unterzogen. Im Zuge dieser Untersuchung wurden an signifikanten Stellen der Leitungstrasse Boden-, Grundwasser- und Rohrproben entnommen, mit deren Hilfe die Eigenschaften des vorhandenen Baugrundes bzw. der materialtechnische Zustand der Rohrleitung punktuell ermittelt werden konnten.

Die durchgeführte TV-Inspektion ergab, dass, neben den zu erwartenden Inkrustierungen, auch Ablagerungen von Geröll vorhanden sind, die den Querschnitt teilweise um bis zu 30 % einschnüren. Zudem wurden im Bereich des vorliegenden Karstgebietes vermehrt Lageabweichungen in Form von Unterbögen (Wasserständen bis zu 100 %) vorgefunden. Die Auswertung der Boden – und Grundwasserproben hatte zum Ergebnis, dass der vor Ort anstehende Baugrund größtenteils verdrängungsfähig ist und das eine Korrosionswahrscheinlichkeit für Beton- bzw. unlegierte und niedrig legierte Eisenwerkstoffe von gering bis hoch zu erwarten ist. Interessant waren auch die Ergebnisse aus der materialtechnischen Untersuchung der Rohrproben. Hier wurde festgestellt, dass es sich um eine Rohrleitung aus Grauguss mit Lamellengraphit der Rohrgeneration II (GGL II) handelt. Ein typisches Schadensbild für diesen Leitungstyp ist die so genannte Graphitierung, die auch im vorliegenden Fall, mit Flächenanteilen von bis zu 60 % und Tiefen von bis zu 9,0 mm, vermehrt festgestellt wurde. Hauptziel einer materialtechnischen Untersuchung ist jedoch die Erstellung einer Prognose zur technischen Restnutzungsdauer einer Rohrleitung. Hierbei wurde ermittelt, dass diese im Bereich 0 – 32 Jahre liegt.

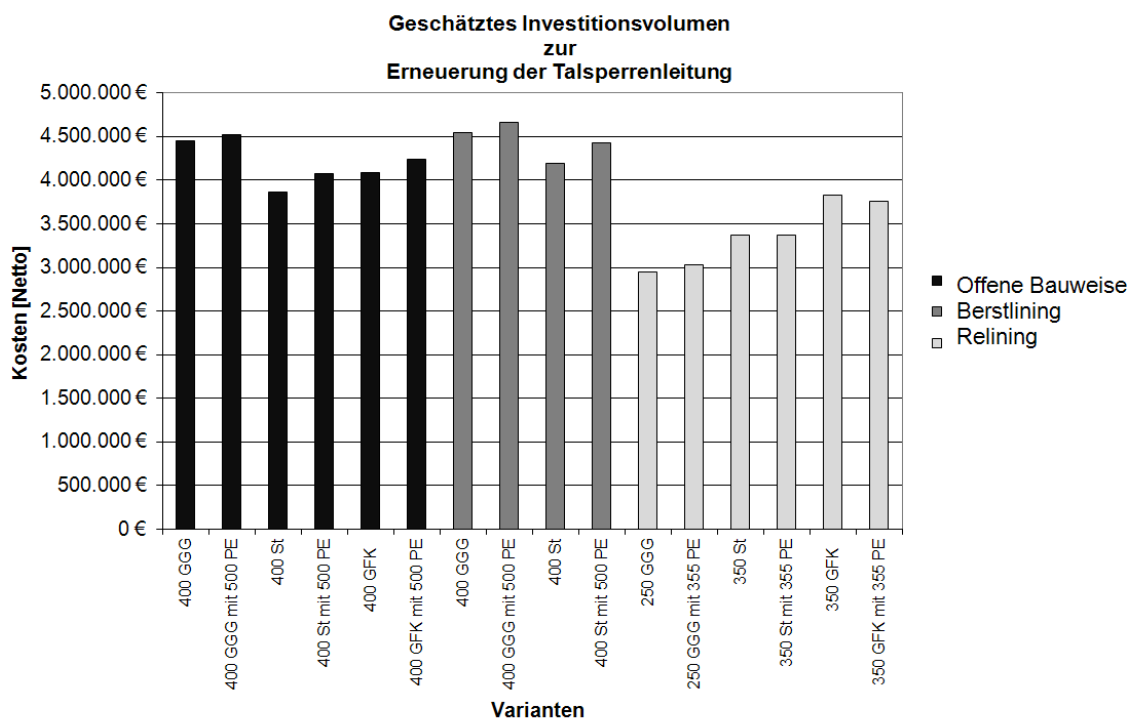
Die aus den Voruntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse ließen nur die Schlussfolgerung zu, dass die Talsperrenleitung möglichst bald einer Rehabilitation unterzogen werden sollte, um auch in Zukunft eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Nach dieser Feststellung stellte sich die Frage, wie dies erfolgen kann und sollte. Aus diesem Grund, wurde eine umfangreiche Recherche über Rehabilitationsverfahren für Trinkwasserleitungen durchgeführt. Im Anschluss daran folgte eine Prüfung auf Anwendbarkeit im vorliegenden Fall.

Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass von den insgesamt 44 ermittelten Rehabilitationsverfahren (6 Sanierungs- und 38 Erneuerungsverfahren), aufgrund mangelnder statischer Tragfähigkeit des Altrohres und der hohen vorhandenen Druckstufe, nur 21 der ermittelten Verfahren zur Anwendung kommen könnten. Da es sich bei vielen dieser Verfahren um „Exoten“ handelt, wurden für weitere Betrachtungen die offene Bauweise, das Berstlining und das Relining ausgewählt. Für jedes dieser drei Verfahren wurden Variantenstudien mit Rohrleitungen aus den Werkstoffen GGG, Stahl, GFK und PE (PE nur im ersten Trassenabschnitte mit niedriger Druckstufe) durchgeführt. Dabei war zu beachten, dass die momentane Nennweite möglichst beibehalten bzw. nur geringfügig reduziert wird, um negative Auswirkungen auf die Energiegewinnung aus Wasserkraft zu vermeiden.

Um den Investitionsbedarf zur Erneuerung der Talsperrenleitung abschätzen zu können, wurde für die oben erwähnten Verfahren und Rohrwerkstoffe eine Kostenschätzung (vgl. Abbildung 1) durchgeführt.

Interessant ist, dass beim Bersten mit 400 GGG und 500 PE mit dem größte Investitionsvolumen (4.665.000 € Netto / 158 %) zu rechnen ist. Dies liegt vor allem daran, dass mit zunehmender Nennweite auch die Kosten für den Rohrbau (Berstmaschine) stark ansteigen. Weniger überraschend ist, dass im Fall des Relining mit 250 GGG die geringsten Investitionskosten (2.945.000 € Netto / 100 %) anfallen, da hier mit erheblich geringeren Kosten für den Rohrbau zu rechnen ist. Zudem konnte im Fall des Relining, die alte Trassenführung nahezu beibehalten werden, was bei der offenen Bauweise und dem Berstlining teilweise nicht möglich war.



**Abbildung 1 – Geschätztes Investitionsvolumen (Netto) je Erneuerungsverfahren**

Die Auswahl einer der untersuchten Varianten, konnte im vorliegenden Fall nicht allein auf Grund des zu erwartenden Investitionsvolumens erfolgen, da sich, wie bereits erwähnt, im Wasserwerk Puschkinstraße eine GDPT befindet, über die elektrische Energie aus Wasserkraft erzeugt wird. Aus diesem Grund, wurde mit Hilfe eines Software – Modells (STANET 8.4.38) der Talsperrenleitung die hydraulische Leistungsfähigkeit einer jeden Variante ermittelt und in Bezug auf negative Auswirkungen geprüft.

Ergebnis dieser Überprüfung ist, dass mit der Erneuerung in offener Bauweise, unter Verwendung von GFK – Rohren, die besten Ergebnisse erreicht werden könnten. So wurde für den maßgeblichen Lastfall ( $Q_{d,m} = 4.500 \text{ m}^3/\text{d}$ ) eine Nettofallhöhe an der GDPT von 189 m ermittelt, mit der sich einer Jahresarbeit von 710.580 kW/h erzielen ließe. Die Variante des Relining mit 250 GGG Rohren stellt in diesem Zusammenhang die schlechteste der untersuchten Varianten dar. Hier wurde für den gleichen Lastfall

lediglich eine Nettofallhöhe von 153 m berechnet, was einer Jahresarbeit von 575.230 kW/h und damit verbundenen Einbußen von bis zu 19 % entspräche.

Mit diesen Ergebnissen und den ermittelten Investitionskosten der untersuchten Varianten wurde abschließend eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch dynamische Kostenvergleichsrechnung nach LAWA durchgeführt. Als maßgebliche Nutzungsdauer wurde hierbei der nach LAWA empfohlene Zeitraum von 50 Jahren angesetzt.

Mit Hilfe verschiedener Sensitivbetrachtungen wurde festgestellt, dass nicht das Relining mit 250 GGG (geringste Investitionskosten) sondern das Relining mit 350 Stahl die wirtschaftlichste aller untersuchten Varianten darstellt. Zudem wurde ermittelt, dass der Amortisationszeitpunkt für diese Erneuerungsvariante, je nach Teuerungsrate des Stroms, zwischen 26 und 42 Jahren (vgl. Abbildungen 2 & 3) liegen könnte.

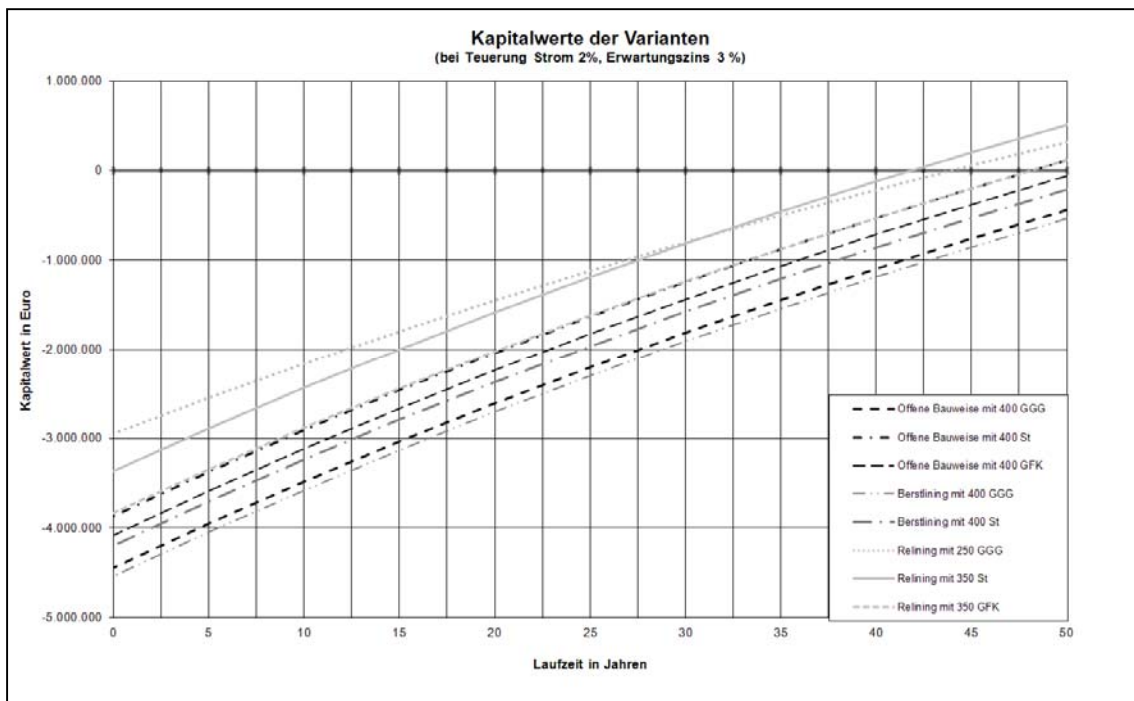
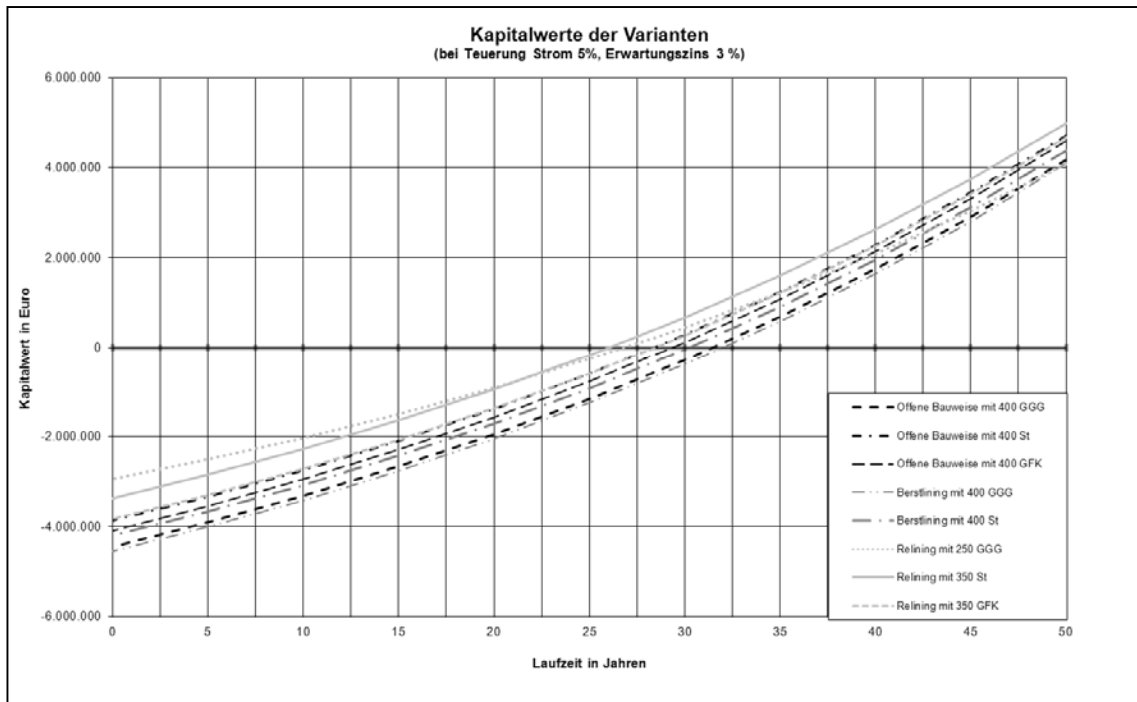


Abbildung 2 – Kapitalwerte der Varianten  $i=2\%$  /  $e=3\%$



**Abbildung 3 – Kapitalwerte der Varianten  $i=5\%$  /  $e=3\%$**

Michael Kirchner  
 Fachhochschule Erfurt  
 Fakultät Bauingenieurwesen und Konservierung/Restaurierung  
 Altonaer Str. 25  
 99085 Erfurt  
 Telefon: 0361 6700 901  
 E-Mail: kirchner\_michael@gmx.net

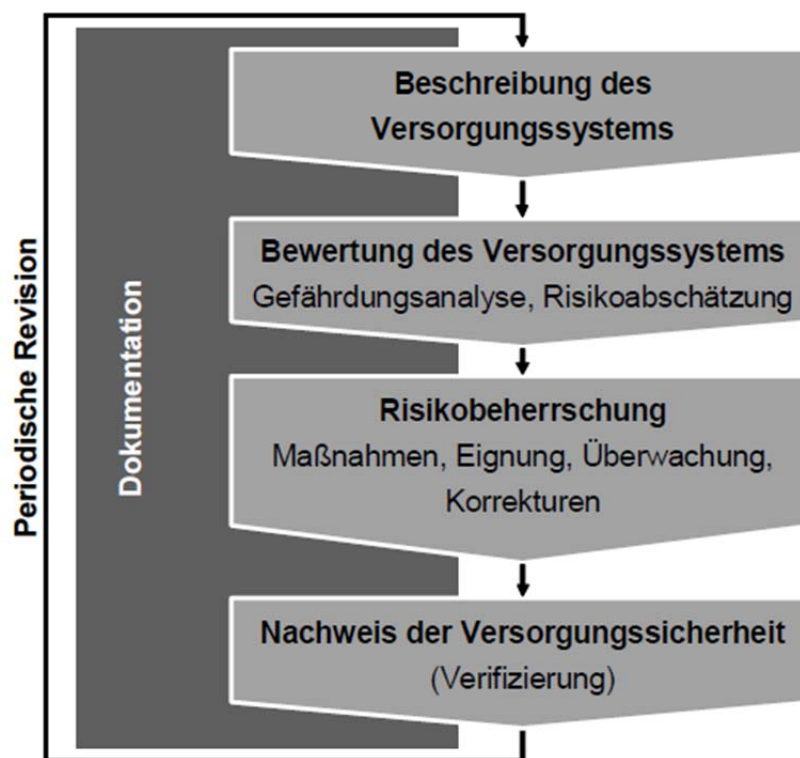




## Risikomanagement in Wassereinzugsgebieten

### 1 Einleitung

Im DVGW-Hinweis W 1001 zur „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb“ [1] greift der DVGW die Anregungen aus der Fortschreibung der WHO-Leitlinien für Trinkwasserqualität [2] auf, in denen die Umsetzung des *Water Safety Plan (WSP)*, einem prozessorientierten Risikomanagementsystem für die Wasserversorgung, empfohlen wird [3, 4]. Beim prozessorientierten Risikomanagement sollen für die gesamte Versorgungskette Gefährdungen und Risiken für die Trinkwasserversorgung systematisch erfasst und bewertet werden. Die Vorgehensweise nach DVGW-Hinweis W 1001 ist in Bild 1 dargestellt.



**Bild 1:** Methode des Risikomanagements nach DVGW-Hinweis W 1001 (aus [5], verändert nach [1])

Als Prozessschritt beim Risikomanagement ist auch der Ressourcenschutz zu berücksichtigen. Der Schutz des Einzugsgebietes stellt dabei die erste Barriere im so genannten Multi-Barrieren-System dar. In diesem Beitrag wird der Ansatz für ein systematisches, prozessorientiertes Risikomanagement für den Ressourcenschutz vorgestellt und auf Grundlage der am TZW dazu vorliegenden Erfahrungen erläutert.

## 2 Systembeschreibung (Bestandsaufnahme)

Basis für das Erkennen von Gefährdungen der Versorgungssicherheit ist eine aktuelle Beschreibung des Versorgungssystems. Eine derartige Bestandsaufnahme für ein Einzugsgebiet weist viele Elemente einer klassischen geowissenschaftlichen Standortbeschreibung auf, die aber um die einschlägigen wasserwirtschaftlichen Informationen ergänzt werden muss. So sind neben hydrogeologischen Unterlagen, Luftbildern, topographischen und bodenkundlichen Karten sowie Angaben zur Landnutzung auch Fördermengen, Brunnenausbaupläne sowie das Überwachungsmessnetz und -konzept zu erfassen und zu dokumentieren. Bei größeren Geodatenmengen bietet sich hier der Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS) an.

Wichtige Hinweise, etwa auf bestehende Belastungen oder bestimmte raum-zeitliche Zusammenhänge können auch aus der Auswertung der vorliegenden mikrobiologischen und chemisch-physikalischen Analysendaten zur Grund-, Roh- und Trinkwasserbeschaffenheit gewonnen werden. Die Auswertung vorhandener Informationen wird in der Regel durch Vor-Ort-Termine, und gegebenenfalls durch zusätzliche Kartierungen oder Messungen ergänzt. Insgesamt ist es bei dem Prozess des Risikomanagements erforderlich, eine qualifizierte, interdisziplinäre Projektgruppe zusammenzustellen, so dass z. B. das unverzichtbare Wissen ortskundiger Mitarbeiter des Versorgungsunternehmens sowie externes Fachwissen einbezogen werden kann.

## 3 Gefährdungsanalyse

Im Rahmen der Gefährdungsanalyse werden im untersuchten Einzugsgebiet Gefährdungen, die die Roh- bzw. Trinkwasserqualität oder die Versorgungssicherheit beeinträchtigen können, in Verbindung mit den sie auslösenden Ereignissen erfasst. Als *Gefährdung* gilt eine „*mögliche biologische, chemische, physikalische oder radiologische Beeinträchtigung im Versorgungssystem*“. Als *Ereignis* wird der Auslöser bezeichnet, „*der direkt oder indirekt zum Eintreten einer Gefährdung im Versorgungssystem führt*“ [1].

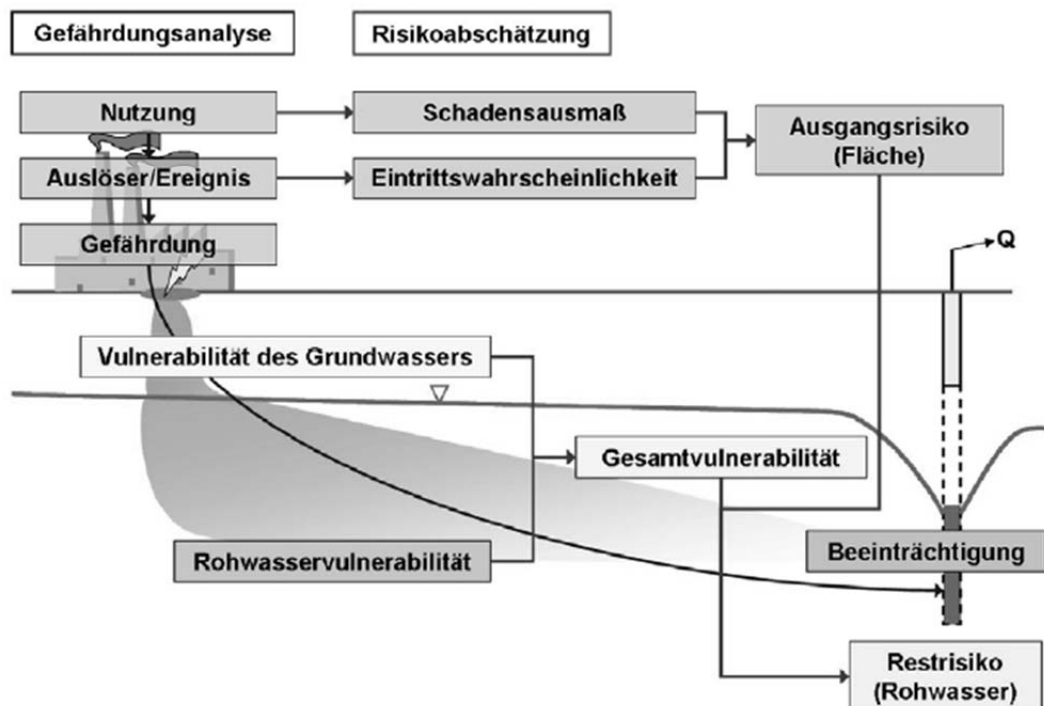
Die zentrale Fragestellung bei der Gefährdungsanalyse lautet: „*Was kann wo passieren?*“. Im Ressourcenschutz gilt es, das Gefährdungspotential aller relevanten Landnutzungen und Einrichtungen im Einzugsgebiet einzuschätzen. Gefährdungen können im Einzugsgebiet z. B. von Industrie, Abwasserbeseitigung, Verkehr, Eingriffen in den Untergrund, Landwirtschaft und sonstigen anthropogenen, aber auch geoge-

nen, Faktoren ausgehen. Beim Einsatz eines GIS kann die Bewertung zudem räumlich ausgewertet oder kartographisch dargestellt werden.

#### 4 Risikoabschätzung

Die Risikoabschätzung dient „der Priorisierung von Risiken hinsichtlich ihrer potentiellen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit und den daraus abzuleitenden Maßnahmen. Bei Gefährdungen der Gesundheit ist in der Regel von einem hohen Risiko auszugehen“ [1].

Das am TZW angewandte Modell der Risikobewertung im Einzugsgebiet ist in Bild 2 schematisch für eine Grundwassergewinnung dargestellt: Das Restrisiko für das genutzte Rohwasser ergibt sich aus der Kombination von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit der identifizierten Auslöser für Gefährdungen im Einzugsgebiet (Ausgangsrisiko) und der relevanten bodenkundlich-hydro(geo)logischen Standorteigenschaften im Einzugsgebiet (Gesamtvulnerabilität).



**Bild 2:** TZW-Konzeptmodell zur Risikoabschätzung im Einzugsgebiet: Nicht nur die möglichen Auslöser im Einzugsgebiet, sondern auch die Standorteigenschaften und die Art der genutzten Rohwasserressource bestimmen maßgeblich das Risiko für das Rohwasser

Zwar ist es prinzipiell denkbar, Ursache-Wirkungsbeziehungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten mathematisch quantitativ abbilden und modellieren zu können, aller-

dings fehlt beim Ressourcenschutz in den meisten Fällen die entsprechende Datenbasis. Daher werden hier in der Regel semi-quantitative oder qualitative Ansätze verwendet. Ein Beispiel ist die sogenannte „Risiko-Matrix“, in der Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit jeweils in die Klassen (z. B. „hoch“, „mittel“ und „gering“) eingestuft werden und sich aus der Kombination der beiden Aspekte die entsprechende Risikoabschätzung ergibt.

Hinweise auf das Schadensausmaß von Einrichtungen und Handlungen, die als mögliche Auslöser von Gefährdungen in Betracht kommen, gibt z. B. das DVGW-Regelwerk. Wertvoll bei der Einschätzung des Schadensausmaßes ist auch erfahrungsbasiertes Wissen von Mitarbeitern des Wasserversorgungsunternehmens oder externe Fachwissen.

Bei einer standortbezogenen Risikoabschätzung kann neben der Lage einer Gefährdung im Wasserschutzgebiet auch die bodenkundlich-hydrogeologisch bedingte Verschmutzungsempfindlichkeit (oder „intrinsische Vulnerabilität“) des Grundwassers (vgl. etwa [7, 8]) berücksichtigt werden. Für die Bewertung der Grundwasserüberdeckung kann bei entsprechender Datenbasis auch wiederum ein GIS eingesetzt werden. Alternativ können hier aber auch vereinfachende, an den jeweiligen Einzelfall angepasste Ansätze angewendet werden.

## **5 Maßnahmen zur Risikobeherrschung**

Für die als „hoch“ bewerteten Risiken müssen Maßnahmen zur Risikobeherrschung erarbeitet werden. Um Risiken dauerhaft zu eliminieren oder zu minimieren, können die Maßnahmen an einer Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit und/oder des Schadensausmaßes ansetzen. Dabei können zum einen die natürlichen Standortfaktoren berücksichtigt werden (z. B. Schadstoffabbau im Abstrom einer Altlast, Anbau von Zwischenfrüchten oder gar Ankauf und Extensivierung von Flächen mit besonders leichten Böden zur Verringerung der Nitratauswaschung). Aber auch technische Maßnahmen (z. B. Substitution wassergefährdender Stoffe in Produktionsprozessen, Auffangwannen, doppelwandige Rohrleitungen), organisatorische Anordnungen (Kontrollen und Begehungen etc.) oder personelle Aktivitäten (Schulungen, Information, Öffentlichkeitsarbeit u. a.) bieten Ansätze zur Risikobeherrschung.

Geeignete Maßnahmen zur Risikobeherrschung, die das Wasserversorgungsunternehmen im WSG ergreifen kann, sind z. B. der Schutz der Fassungsgebiete (Zone I) gegen unbefugtes Betreten. Auch regelmäßige Begehungen, deren Ergebnisse in einem Inspektionsprotokoll festgehalten werden, gehören zu geeigneten Maßnahmen nach dem technischen Regelwerk (z. B. DVGW-Arbeitsblätter W 125, W 127, DIN 2001). Sie sind zudem nach § 14 Abs. 4 TrinkwV 2001 mindestens jährlich vorgeschrieben und dienen dazu, Verunreinigungen oder bautechnische Mängel an den Fassungsanlagen zu erkennen und ihren hygienisch einwandfreien Zustand und Betrieb zu gewährleisten. Für die Schutzzonen II und III sind in der WSG-Verordnung

nach DVGW-Arbeitsblatt W 101 geeignete Nutzungsbeschränkungen nach Standortverhältnissen festzulegen und zu überwachen [6]. Im Einzugsgebiet ist zudem ein risikoangepasstes Grund- oder Oberflächenwassermonitoring zu etablieren und zu betreiben (vgl. etwa DVGW-Arbeitsblatt W 108).

Allerdings ist der Handlungsspielraum des WVU im Einzugsgebiet oft teils stark eingeschränkt. Zum einen befinden sich die Flächen meist überwiegend nicht im Besitz des Wasserversorgers, zum andern liegt die Gewässeraufsicht oder die Festsetzung von Wasserschutzgebieten zunächst im Zuständigkeitsbereich der Behörden. Umso größere Bedeutung kommt daher der Kooperation mit Behörden (gemeinsamer Überwachungsplan, Einbindung in Alarm- und Meldekettten) und dem Austausch mit anderen Wasserversorgern zu. Auch Kooperationen mit den anderen Akteuren im Einzugsgebiet, z. B. auf dem Gebiet der Gewässer schützenden Landwirtschaft (vgl. DVGW-Arbeitsblatt W 104), können geeignete Maßnahmen der Risikominderung und -beherrschung darstellen. Maßnahmen im Einzugsgebiet sind oft auch auf ihre langfristige Wirkung auszulegen.

Verbleibende, erkannte hohe Risiken, deren Beherrschung im Einzugsgebiet nicht möglich ist, müssen durch nachfolgende Barrieren (Brunnenmanagement, Aufbereitung, Desinfektion etc.) beherrscht oder weiter minimiert werden. Die Risikoabschätzung im Einzugsgebiet dient in diesem Fall auch der Beurteilung der bestehenden oder zukünftigen Aufbereitungserfordernis (vgl. [9]). Der Nachweis, dass mit den gewählten Maßnahmen die gesetzten Ziele und die erforderliche Versorgungssicherheit erreicht werden (Verifizierung), wird letztlich durch die „Endproduktkontrolle“, also die analytische Überwachung des Trinkwassers auf mikrobiologische und chemisch-physikalische Parameter, aber auch durch die Kundenzufriedenheit erbracht.

## **6 Dokumentation und Revision**

Die Vorgehensweise, die Ergebnisse von Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung sowie die gewählten Maßnahmen zur Risikobeherrschung sind zu dokumentieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass das Zustandekommen der Entscheidungen im Rahmen des Risikomanagements transparent und nachvollziehbar ist und die festgelegten Maßnahmen auch dauerhaft umgesetzt werden („gelebtes Risikomanagement“). Die Ergebnisse der Risikoanalyse im Einzugsgebiet können kartografisch dargestellt werden („Risiko-Karte“) und in Geoinformations-Systemen vorgehalten, systematisch ausgewertet und fortgeschrieben werden.

Die Visualisierung der Ergebnisse in Form von Karten stellt ein anschauliches und gut nutzbares Werkzeug für die Risikokommunikation dar. Eine transparente Dokumentation ist vor allem bei der erforderlichen periodischen Revision hilfreich: Das Risikomanagement ist generell als zyklischer Prozess aufzufassen, bei dem neue Informationen, erkannte Kenntnisdefizite oder methodisch bedingte Einschränkungen im Rahmen der Revision fortlaufend berücksichtigt werden können und müssen.

## 7 Fazit

Die beschriebene Vorgehensweise zum Risikomanagement als Umsetzung des DVGW-Hinweises W 1001 lässt sich ideal für den Schutz und die gezielte Überwachung von Trinkwassereinzugsgebieten heranziehen. Sie bietet den Rahmen für eine systematische Bündelung aller Schritte und Maßnahmen, die etwa im Rahmen einer Schutzgebietsausweisung und der Erstellung der entsprechenden Schutzgebietsverordnung ergriffen wurden oder werden müssen.

Ein systematische Risikomanagement im Einzugsgebiet erlaubt zudem die Integration aller betrieblichen Schutz- und Überwachungsmaßnahmen zur Kontrolle und Sicherstellung der Roh- und Trinkwassergüte, dem Monitoring von Boden und Grundwasser sowie der behördlichen Überwachung der Wasserressourcen und bietet die Grundlage für eine koordinierte Vorgehensweise bei der Information von und Kooperation mit allen anderen im Wasserschutzgebiet Tätigen.

Ein wirksames Risikomanagement ist zudem eine wertvolle Entscheidungshilfe bei der Bewertung künftiger Risiken oder Planungen im WSG oder zur Beurteilung der bestehenden oder zukünftigen Aufbereitungserfordernis. Erfahrungen aus entsprechenden Projekten bei Wasserversorgungsunternehmen liegen am TZW vor, wobei die Vorgehensweise bei der Umsetzung des DVGW-Hinweises W 1001 jeweils flexibel an die Ziele und Gegebenheiten im Einzelfall angepasst werden konnte.

## 8 Literatur

- [1] DVGW Technische Mitteilung Hinweis W 1001 - Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Risikomanagement im Normalbetrieb. August (2008)
- [2] WHO (World Health Organization): Guidelines for Drinking-water Quality. 3[1, Recommendations]. (2004)
- [3] Bethmann, D.; Baus, C.; Castell-Exner, C.: Das WHO Water Safety Plan-Konzept. DVGW energie | wasser-praxis 4, 58-62 (2006)
- [4] Castell-Exner, C.; Zenz, T.; Marquardt, U.: Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - die neuen DVGW-Hinweise W 1001 und W 1002. bbr 04, 54-57 (2009)
- [5] Sturm, S.; Kiefer, J.: Risikomanagement im Ressourcenschutz. DVGW energie | wasser-praxis 6, 12-18 (2010)
- [6] Sturm, S.: Schutz von Wassergewinnungsgebieten - Das neue DVGW-Arbeitsblatt W 101. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 28, ISSN 1434-5765, 75-92 (2005)
- [7] Goldscheider, N.; Klute, M.; Sturm, S.; Hötzl, H.: The PI method - a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. Z.angew.Geol. 46[3], 157-166 (2000)
- [8] Sturm, S.; Kiefer, J.: Bewertung der Vulnerabilität von Grundwasservorkommen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 18, ISSN 1434-5765,, 79-96 (2002)
- [9] Baldauf, G.; Böckle, K.; Hamsch, B.; Kiefer, J.; Lipp, P.; Müller, U.; Sturm, S.: Neuartige Kriterien zur Beurteilung der Notwendigkeit und Art von Aufbereitungsanlagen bei Vorliegen mikrobiell belasteter Rohwässer. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 44, ISSN 1434-5765 (2003)

Dipl.-Geoökol. Sebastian Sturm

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Abteilung Grundwasser und Boden

Karlsruher Str. 84

76139 Karlsruhe

Telefon: 0721 9678-207

E-Mail: [sebastian.sturm@tzw.de](mailto:sebastian.sturm@tzw.de)

## Brunnenregenerierung und Brunnenmanagement nach DVGW-Arbeitsblatt W 130

### Markt

**In Deutschland gibt es rund 125000  
kommunale und industrielle Brunnen?**

- im Schnitt muß jeder Brunnen alle 25 Jahre regeneriert werden
- Manche Brunnen jährlich
- Manche Brunnen nicht einmal in 100 Jahren
- Regenerierungsbedarf abhängig von Geologie und Betrieb
- Problem alternder Brunnen ist global



### Erfahrung

**Auf welche Erfahrungen können  
wir zurückgreifen?**

- 25.000 Bohrungen  
(Etschel&Meyer)  
deutschlandweit
- 5.000 Brunnenregenerierungen
- Hunderte Brunnenentwicklungen
- ausführliches, komplettes  
Bohrarchiv  
(seit 1919)

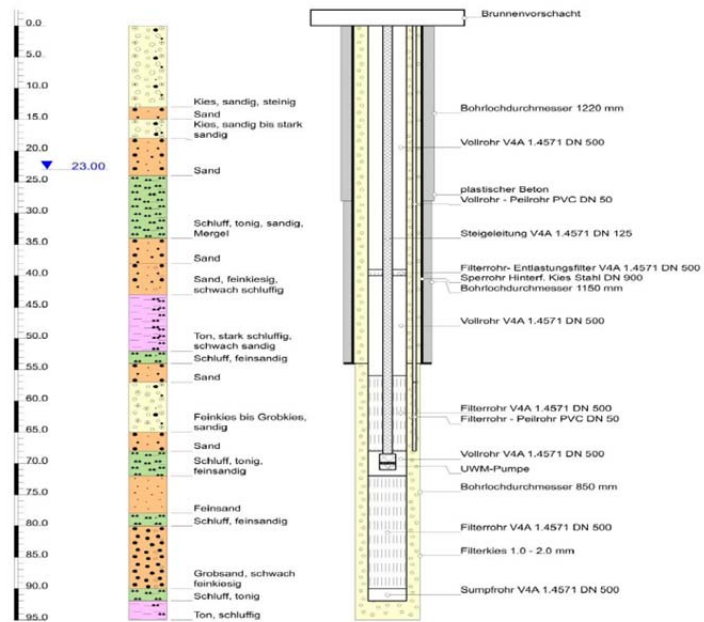


## Klassischer Trinkwasserbrunnen

Zeichnung: Ing.Büro Dr.Knorr



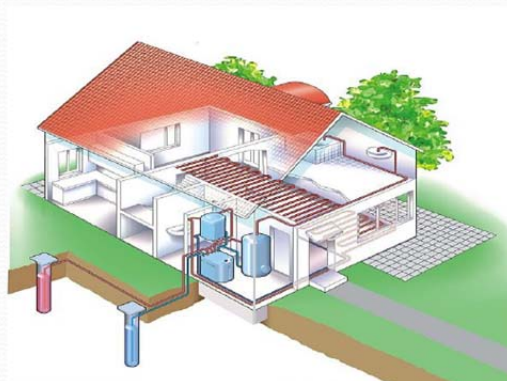
## Tiefbrunnen



## Wasser-Wasser Geothermische Brunnen

Bei geothermischen Wasser-Wasser Anlagen gibt es jeweils Förderbrunnen und Schluckbrunnen. Im Falle einer Regenerierung müssen beide bearbeitet werden, da die Förder- und Schluckleistung aufeinander abgestimmt sind!

Foto: Terrasond





## Brunnenregenerierung

Warum verlieren Brunnen an Leistung ?

Häufigste Ursachen:

Verockerung – Verschleimung –

Versinterung – Versandung - Korrosion



Fotos: Piewak&Partner



## Ursachen für nachlassende Brunnenleistung:

Brunnenverockerung = verstopfte Wasserwege



Filterrohrverockerung



Filterrohrversandung



## Ursachen der Brunnenalterung

Korrodierte Steigleitung



Korrosion am Brunnenausbau



Zugesetzte Pumpe durch Ocker

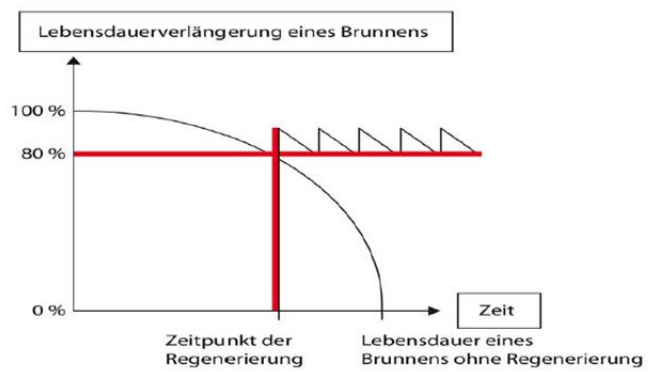


## Alternativen ZUR Regenerierung:

- Neue Bohrung
  - Brunnensanierung
  - Im schlechtesten Fall :
  - Neubohrung und Verfüllung des alten Brunnen
- sehr teuer
  - teuer
  - am teuersten!



## Wozu dienen Brunnenregenerierungen ?



## Brunnenregenerierung

Es gibt eine Vielzahl mechanischer und chemisch-mechanischer Regenerierverfahren (siehe DVGW Merkblatt W 130 )

Die marktführenden Verfahren sind:

Mechanisch: das Druckwellenimpulsverfahren ( JET Master )

Chemisch: das Kieswäscherverfahren ( KONTREG Master )

Anmerkung: ca. 90% aller Regenerierungen werden mittlerweile rein mechanisch ausgeführt !



## Brunnenanalyse

### Regelmäßige Brunnenkontrollen mit dem TV Master

Wenn Sie etwas über den aktuellen Status ihrer Wassergewinnungsanlage erfahren möchten, nutzen sie die Möglichkeit der regelmäßigen Kontrolle mit Fernsehuntersuchungen ( TV Master). **Mit lasergesteuerter Schadensstellenvermessung !**

#### Faustregel:

- alle fünf Jahre oder spätestens wenn Pumpe gezogen wird



## Lasergesteuerte Schadensstellenvermessung



Vermessung von  
Schlitzbrüchen,  
Schadensstellen,  
Schlitzweiten,  
Schlitzbreiten usw....

Beurteilung der Gefahr für  
Kieseinbrüche



## Brunnenservice

### *Dokumentation*

**Nach DVGW W 120 zertifizierte Unternehmen bieten Ihren Kunden sofort vor Ort eine Ergebnisdokumentation.**

*Anhand dieser Video/Foto-Dokumentation können kritische Stellen geortet und entsprechende Lösungsansätze, z. B. eine Brunnenregenerierung aufgezeigt werden.*



## Brunnenregenerierung

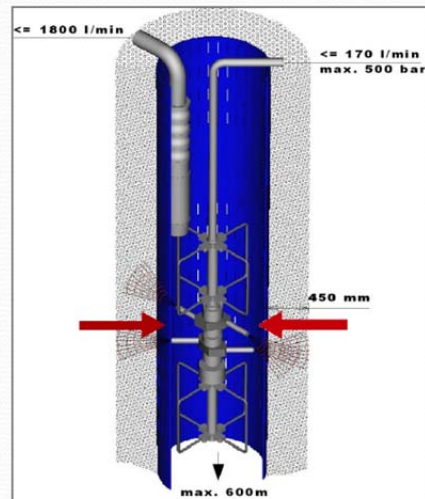
**Kernfrage:**  
*rein mechanisch  
oder  
mechanisch -  
chemisch?*

**Rechtliche Voraussetzungen:**  
Mechanisch – nur Anzeigepflichtig  
Chemisch-mechanisch Genehmigungspflichtig



## Brunnenregenerierung - mechanisch

### *Druckwellenimpulsverfahren mit Wasserhochdruck - Prinzip*



## Brunnenservice - mechanisch

### *Hier: Druckwellenimpulsverfahren mit Wasserhochdruck*

#### **Vorteile:**

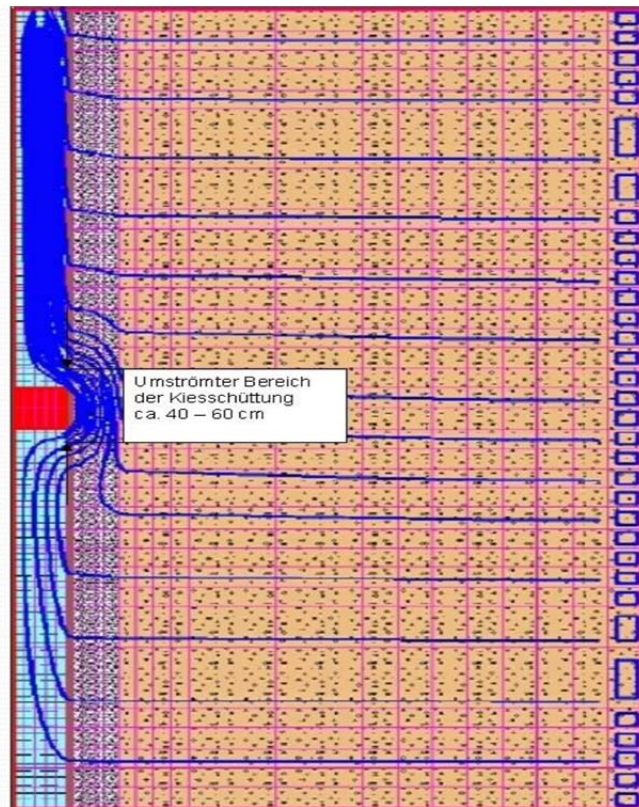
- hohe Tiefenwirkung nach W 130 und W 55/99
- dadurch bedingt hohe Nachhaltigkeit der Maßnahme
- keine Einleitung von Chemie in Grundwasserleiter
- nur Anzeigepflichtig, nicht Genehmigungspflichtig
- anwendbar in allen Filterausbaumaterialien ( soweit baulicher Zustand in Ordnung



## Brunnenentwicklung

Graphische Darstellung  
des umströmten  
Bereiches in der  
Kiesschüttung

(Basisgrafik aus W  
55/99)



## Brunnenregenerierung - mechanisch

**Wie wirkt das Druckwellenimpulsverfahren  
mit Wasserhochdruck ?**

- durch Druckwellen
- wirksame Eindringtiefe bis 45 cm\*
- die Druckimpulse sind noch 2 m von der Filterrohrwand messbar\*
- kein Wasserstrahl – sondern Generierung von permanent schwingenden Druckwellen (7.000 U/min)



\*gem. DVGW Forschungsvorhaben Dresden W 55/99



## Chemische Regenerierung

- Mit KONTREG Master Kieswäscher
- + optional zur mechanischen Reinigung
- nur bei härtesten Inkrustierungen
- auf Basis der Ergebnisse eines Zwischenpumpversuches

Ausführung gemäß DVGW Merkblattes W 130



## KONTREG Master – chemische Regenerierung

Vorteile:

1. intensive abschnittsweise Bearbeitung
2. Auswahl des richtigen, auf den Brunnenausbau abgestimmten Regenerates
3. PH-Wert online Messung im jeweiligen Abschnitt garantiert Kontrolle der Einwirkzeit

Allerdings: aufwendige, kostenintensive wasserrechtliche Genehmigung erforderlich !





## Brunnenregenerierung

### *Was ist bei einer Regenerierung nach W 130 wichtig?*

*Aufbrechen und Mobilisierung der Brunnenverockerung und/oder -versandung*

➤ **TRENNEN**

*Gleichzeitiges Abpumpen der gelösten Verockerungen und/oder Versandungen*

➤ **TRANSPORTIEREN**

*Regelmäßige Kontrolle und Dokumentation der herausgespülten Schmutzfracht*

➤ **MESSEN**



## Brunnenregenerierung

Reinigen der Steigleitung



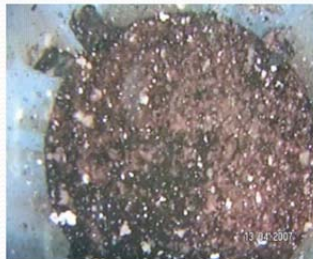
Überprüfen der Pumpe



## Brunnenservice

*Abschließende Maßnahmen:*

- Abschlußpumpversuch
- Mammut-Pumpe zum Abpumpen der gelösten Stoffe aus dem Pumpensumpf
- Pumpenwiedereinbau und Desinfektion

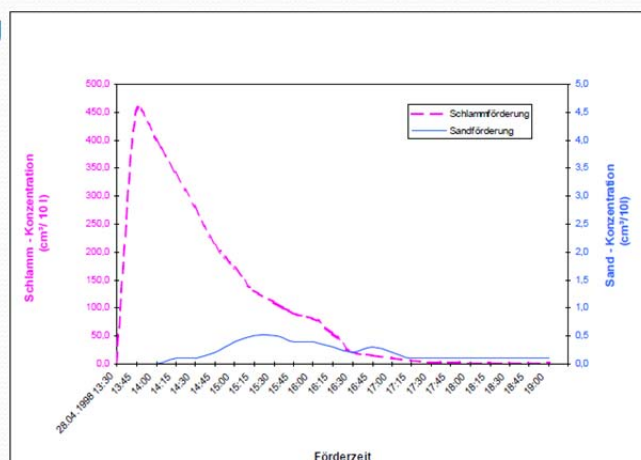


## Brunnenregenerierung

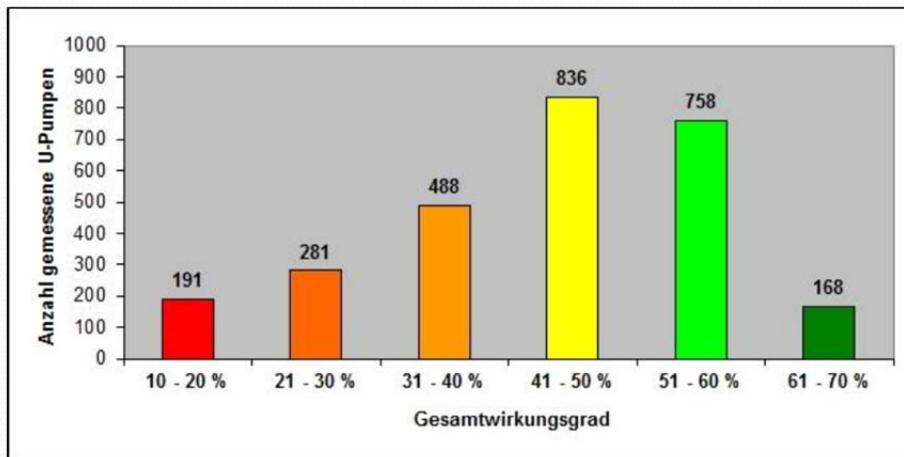
*Wie lange dauert eine Regenerierung ?*

*Beispiel: 50 m tiefer Brunnen*

*Mechanisch: 2 – 3 Tage  
Chemisch-  
Mechanisch: 5 – 7 Tage*



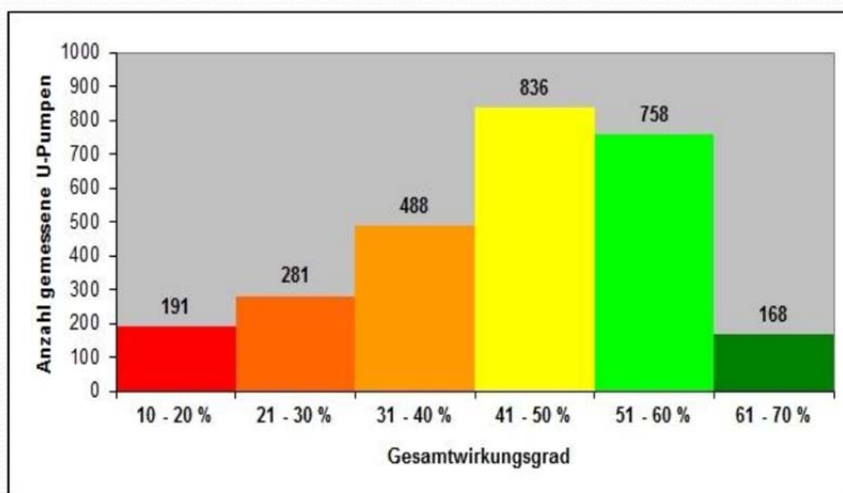
- Energieeffizienz Untersuchung von Brunnenpumpen (2722 Stück)



Quelle: KSB



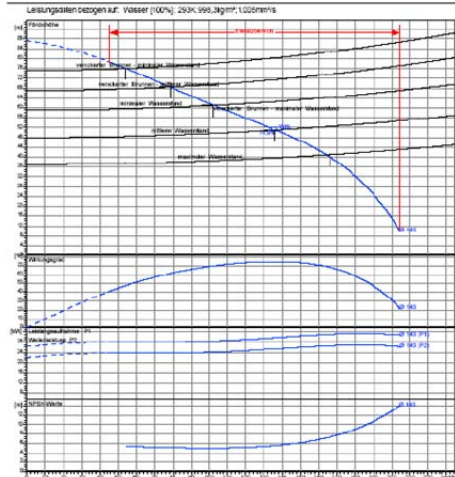
### Studie über Pumpenwirkungsgrade in Deutschland



Quelle: KSB



Kennlinien Unterwassermotorpumpe      Pumpe K 67      Stufen 3      Motor NU 80-2/40



Pumpe		Betriebspunktdaten	
Stufenzahl	3	Volumenstrom	132,00 m³/h
Laufzeit	ausgelegt 123 min	Polhöhe	51 m
Hubhöhe	2500 mm	Wellenleistung	24,1 kW
Frequenz	30 Hz	Pumpenleistungsgrad	70 %
Laufzeit	1800 min	Leistungsaufnahme	28,4 kW
Motor		NfGH-Wert der Pumpe	3 m
Bereitstellung	32 kW	Stromart	230 V
Gen. Betriebszustand			



Diagramm: EMU



## Energieeinsparung

**Pumpe arbeitet im Bestpunkt:**

137 m³/h x 51 m bei  $\eta_{Pumpe}$  74,9 %;  $\eta_{Motor}$  88 % →  $\eta_{Gesamt}$  65,9 %

$$P_1 = \frac{Q[l/min] \times H[m]}{61,1 \times \eta_{\Sigma}}$$

$$P_1 = \frac{2283[l/min] \times 51[m]}{61,1 \times 65,9}$$

$$P_1 = 28,9 \text{ kW}$$



## Energieeinsparung

**Fördervolumen bei 4000 h:**

$$4000 \text{ h} \times 137 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 548.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Energie bei 4000 h} = 4000 \text{ h} \times 28,9 \text{ kW} \rightarrow 115.600 \text{ kWh}$$

Energiepreis: 0,13 € pro kWh

$$\rightarrow 115.600 \text{ kWh} \times 0,13 \text{ €/kWh} = \mathbf{15.028,-- \text{ €}}$$



## Energieeinsparung

**Pumpe arbeitet im verockerten Brunnen bei mittlerem Wasserstand:**

$$78 \text{ m}^3/\text{h} \times 68,2 \text{ m bei } \eta_{\text{Pumpe}} 61 \% ; \eta_{\text{Motor}} 86 \% \rightarrow \eta_{\text{Gesamt}} 52,5 \%$$

$$P_1 = \frac{Q[\text{l}/\text{min}] \times H[\text{m}]}{61,1 \times \eta_{\Sigma}}$$

$$P_1 = \frac{1300[\text{l}/\text{min}] \times 68,2[\text{m}]}{61,1 \times 52,5}$$

$$P_1 = 27,64 \text{ kW}$$



## Energieeinsparung

Um das Fördervolumen von 548.000 m<sup>3</sup> zu fördern bei 78 m<sup>3</sup>/h muss die Pumpe:

$$\frac{548.000 \text{ m}^3}{78 \text{ m}^3 / \text{h}} = 7025 \text{ h} \quad \text{arbeiten!}$$

7025 h x 78 m<sup>3</sup>/h → 547.950 m<sup>3</sup>

Energie bei 7025 h = 7025 h x 27,64 kW → 194.171 kWh

Energiepreis: 0,13 € pro kW

→ 194.171 kWh \* 0,13 €/kW = **25.274,-- €**



## Energieeinsparung

### Vergleich:

Pumpe im Bestpunkt: 15.928,-- € Energiekosten im Jahr

Pumpe nicht im Bestpunkt: 25.274,-- € Energiekosten im Jahr

**Daraus ergeben sich im Jahr erhöhte Betriebskosten von 9.346,-- €**

### Zum Vergleich:

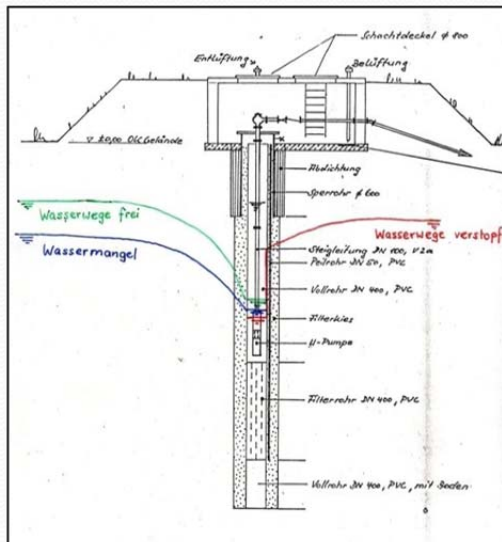
Die mechanische Regenerierung eines ca. 50m tiefen  
Brunnens mit dem Druckwellenimpulsverfahren mit  
Wasserhochdruck (**JET Master**)

kostet ca. 8.500,- 10.000 € ( zzgl. TV+Pumpenein- und  
ausbau ) **und bringt Pumpe wieder Richtung Bestpunkt**



## Brunnenservice

Woran kann man die Notwendigkeit einer Brunnenregenerierung erkennen?



## Brunnenservice

Wirkungsweise des Druckwellenimpulsverfahrens mit Wasserhochdruck:

PVC-Filterrohre vor und nach der Reinigung mit dem JET Master®:



vor der Reinigung



nach der Reinigung



## Brunnenservice

### Wirkungsweise des Etschel JET Master®:

OBO Kunstharzpressholz-Filterrohre vor und nach der Reinigung mit dem Etschel JET Master®:



vor der Reinigung



nach der Reinigung



## Brunnenmanagement

Nur durch die Berechnung von Q spez. können eindeutige Werte für die Brunnenbeobachtung im Rahmen eines Brunnenmanagementsystem festgestellt werden.

Folgende Berechnung ist dazu notwendig:

$Q \text{ spez.} = \text{Fördermenge in l/s} : (\text{abgesenkter, beharrender Wasserspiegel} - R_{wsp}) = x \text{ l/s pro m Absenkung}$

1. Wert aus Pumpversuch nach Neubohrung = Referenzwert (100%)
2. Wert aus Messungen vor Ort, oder PV vor Regenerierung mit gleichem Q wie 1.
3. Vergleich der beiden Werte und Berechnung des prozentualen Unterschied  
Ist der Wert aus 2. um 10% bis max. 20 % (gemäß DVGW W 130) gegenüber dem Wert aus 1. gefallen, ist eine Regenerierung anzuraten und erfolgversprechend.
4. In der Praxis werden oft Werte über 20% Leistungsverlust gemessen. Eine Regenerierung ist dann nur noch schwer in der Lage oder nur mit großen finanziellen Aufwand, die Leistungsfähigkeit wieder auf 100 % zu bringen

Hierzu bedarf es in vielen Fällen einer Überarbeitung der durch das Fachpersonal zu messenden Werte im Brunnen im Rahmen eines Brunnenmanagementsystem

(Wie, wann und wie lange, was zu messen ist !)



## Brunnenservice

***Brunnen sind wertvolle Bauwerke, deren Lebensdauer durch regelmäßige Regenerierungen oder Sanierungen entscheidend verlängert werden kann.***

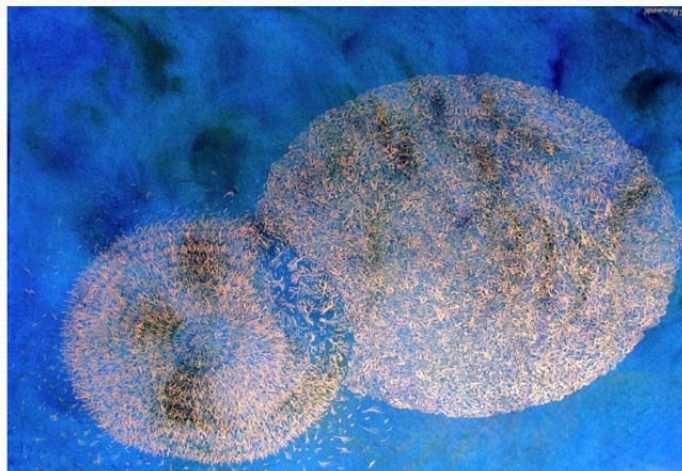
*Gerade Brunnen, die durch das ihnen zufließende Wasser zur Verockerung, Versinterung, Versandung oder Verschlammung neigen, können durch geeignete Regenerierungsverfahren oder Sanierungen in ihrem Lebenszyklus entscheidend verlängert werden.*

*Das Einsparungspotential gegenüber einer Neubohrung kann enorm sein.*



## Brunnenservice

***Fazit: Geben Sie Ihrer Trinkwasserversorgungsanlage eine zweite Chance !***



Ölgemälde: Christina Etschel





**VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT**

**Etschel Brunnenservice GmbH**

Ihre regionalen Ansprechpartner finden Sie unter

**[www.etbs.de](http://www.etbs.de)**

Maik Schmidt  
Etschel Brunnenservice GmbH  
Rudolfstr. 112  
82152 Planegg  
Telefon: 089 420 496-51  
E-Mail: [m.schmidt@etbs.de](mailto:m.schmidt@etbs.de)

## **Die Bleißberghöhle Eine sensationelle geologische Entdeckung in Thüringen**



**Abbildung 1: Bleißberghöhle Westflügel massige Sinterbildung**

„Wer sich einmal wirklich versenkt hat in das unendlich reiche Wechselspiel der geologischen Erscheinungen, der lernt aber nicht nur die ihn umgebende Welt als eine harmonische Einheit betrachten, in der sich die kleinsten natürlichen Ereignisse zu großen Gedankenketten zusammenfügen, sondern er gewinnt für sich die eindrucksvolle und ergreifende Vorstellung, dass die Welt der toten Steine, der starren Felsen, der erstreckenden Gebirge nicht leblos ist, vielmehr sich in jedem Augenblick bewegt und verändert“. Diese Worte von J. WALTHER (Hallenser Professor der Geologie, 1912) beschreiben sehr anschaulich, was alle Besucher, die die „Bleßberghöhle“ sehen durften, sehr schnell begriffen haben. Selbst Geologen und Bergleute, die schon auf manche Schönheit in der Tiefe der Erde stießen oder dieser entrissen, waren von dieser Entdeckung fasziniert.

Zu verdanken haben wir die Entdeckung der „Bleßberghöhle“ der Planung des Bauprojekts der Deutschen Einheit Nr. 8, dem Bau der ICE-Strecke Berlin-Leipzig-Erfurt-Nürnberg-München mit dem Streckenabschnitt 8.1 Erfurt-Ebensfeld (Streckenlänge 107 km). Dieser Abschnitt beinhaltet die Querung des Thüringer Waldes mit 22 Tunneln mit einer Gesamtlänge von rund 41 km und 30 Talbrücken mit einer Gesamtlänge von rund 12 km.

Im Dezember 2006 begann der Bau des ICE-Tunnels Bleßberg, der zwischen den Ortschaften Stelzen und Mausendorf liegt. Bei der Auffahrung des Tunnels trafen die Tunnelbauer im März 2008 ca. 250 m vor dem Südportal auf einen kleinen Hohlraum. Nachdem 500 m<sup>3</sup> Beton den angetroffenen Hohlraum nicht verfüllten, wurde dieser geöffnet und näher erkundet. Der eingelaufene Beton ergoss sich bis zu einem unterirdischen See, den die Tunnelbauer nicht überwinden konnten. Mitglieder des Thüringer Höhlenvereins e. V. wurden informiert.



**Abbildung 2: Bleißberghöhle Westflügel Sinterlappen**

Auf vieles waren die Höhlenforscher vorbereitet, nur nicht darauf, gleich einen See überwinden zu müssen. Zwei Teilnehmer versuchten den See mit einer Wassertemperatur von etwa 9° C ohne Neoprenanzug zu durchschwimmen. Sie mussten umkehren. Aufgrund der kurzen Zeit, die ihnen für eine Ersterkundung zur Verfügung stand - die Bauleitung hatte den Mitgliedern des Thüringer Höhlenforschervereins nur 3 Stunden eingeräumt - versuchte es dann Günter Malcher. Er schaffte es, den 75 m langen See ohne Neoprenanzug zu durchschwimmen und erkundete zunächst ganz allein den Westteil der Karsthöhle. Kurze Zeit später erreichten weitere Mitglieder, mit Neoprenanzügen ausgestattet, den hinteren Teil. Sie machten die ersten Bilder von den wunderschönen Sinterbildungen. Die Information der Höhlenforscher mit ihren Bildern an die Medien löste dann das bekannte, große öffentliche Interesse an der entdeckten Tropfsteinhöhle aus. Noch bevor die Thüringer Behörden davon erfuhren, wurde der Westteil der Höhle aufgrund des engen Terminplans für die Tunnelarbeiten wieder verschlossen und der angrenzende Hohlraum zum ICE-Tunnel mit Beton verfüllt, eine Standardlösung beim Tunnelbau für angetroffene Hohlräume in Karstgebieten.

Die Tunnelbauer hatten die Ausdehnung der Karsthöhle jedoch unterschätzt. Nach weiteren vier Sprengungen tat sich in der Mitte der Sohle des Vortriebs ein weiteres Loch mit einer Tiefe von mehr als 7 m auf. Eine Ersterkundung erbrachte, dass dies ein weiterer Zugang zu einer Karsthöhle war. Aufgrund des Ausmaßes der Ausdehnung Richtung Osten und der Sinterbildungen wurde nunmehr sofort der Geologische Landesdienst herbeigerufen. Deren Erkundungen ergaben, dass es sich hierbei um eine wahre Schatzkammer, ein echtes Naturwunder handelte.

Aber auch dies ließ manche Verantwortlichen bei der Bauausführung zum Tunnelbau unberührt. Sie sahen keine Notwendigkeit, den Tunnelvortrieb deshalb zu stoppen. Das Thüringer Altbergbau- und unterirdische Hohlraumgesetz schreibt jedoch vor, dass kein derartiger Hohlraum ohne Genehmigung verschlossen oder geöffnet werden darf. Zuständig dafür ist das Thüringer Landesbergamt. Dieses übernahm sofort die Aufsicht über den Umgang mit der aufgefundenen „Bleßberghöhle“.



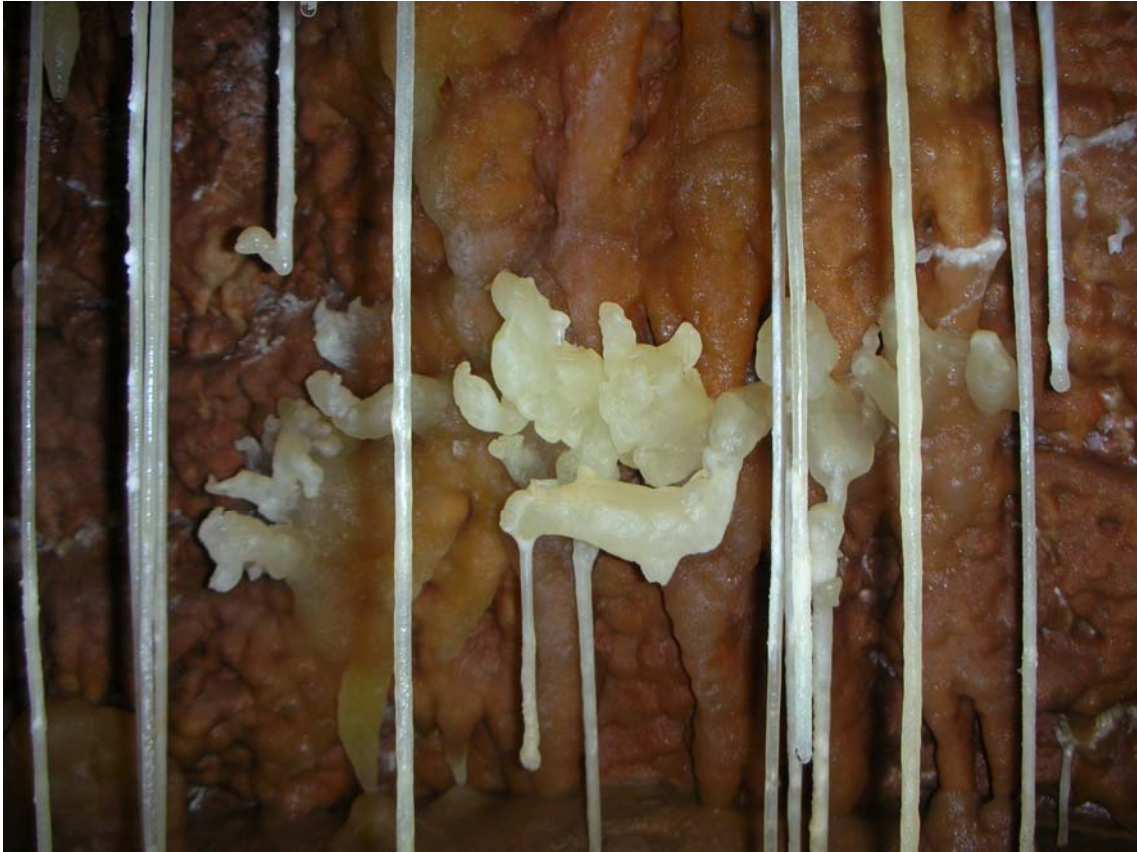
Abbildung 3: Bleißberghöhle Westflügel 75m-See

Die Höhle ist ein Geschenk der Natur, welches die gesamte Öffentlichkeit in Thüringen sofort in seinen Bann zog, nachdem die ersten Bilder über die Medien veröffentlicht wurden. Daher war es auch verständlich, dass von allen Seiten der Wunsch bestand, dieses Thüringer Naturwunder der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Anfangs wollte man dem nach Möglichkeit auch nachkommen. Dabei darf man nicht außer Acht lassen, dass bei einem Eingriff in einen so sensiblen, vor Mensch und Tier bisher geschützten Raum, der sich ständig durch jeden Wassertropfen ändert, auch viel zerstört werden kann. Andererseits bestand durch das Offenhalten der Karsthöhle die Chance, dass viele Menschen einen Einblick in diese faszinierende verborgene Welt erhalten. Bevor man jedoch eine solche Entscheidung treffen konnte, musste die „Bleßberghöhle“ zunächst vom Geologischen Landesdienst erkundet werden.

Nach Erkundung und Bestandsaufnahme dieses geologischen Naturwunders war für alle Beteiligten, die diese Karsthöhle gesehen hatten, klar, dass eine öffentliche Erschließung der „Bleßberghöhle“ nicht in Frage kommt. Der zu erwartende, sehr hohe Publikumsverkehr in der Höhle hätte besondere Sicherheitsvorkehrungen erfordert, die den gesamten Sinterschmuck gefährdet hätten. Allein die kurzzeitige Öffnung hinterlässt für immer einen Abdruck unseres Wirkens in der Höhle. Allen Beteiligten war nach einer ersten Besichtigung aber auch klar, dass aufgrund der sehr schönen und vielschichtigen Sinterablagerungen, den zahlreichen über Jahrtausende gewachsenen Stalagmiten und Stalaktiten die Höhle einen moralischen Anspruch auf Schutz hat. Wir sollten deshalb auch den Mut haben, einen solchen Naturschatz zu schützen und zu bewahren.

Aufgrund des großen öffentlichen Interesses hatte das Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz vorsorglich beschlossen, Filmaufnahmen anfertigen zu lassen, da zu Beginn völlig offen war, ob die „Bleßberghöhle“ der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden kann oder nicht. Dazu wurden die mit der Bauleitplanung des ICE-Tunnels eingeräumten Erkundungszeiten Ende 2008 und Anfang 2009 für den Ost- und Westflügel genutzt. Nach der Entscheidung zum dauerhaften Verschluss der „Bleßberghöhle“ ist es umso erfreulicher, dass dieses Filmdokument vorliegt.





**Abbildung 4: Bleßberghöhle, Westflügel Excentriques**

Der Film, der im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz angefertigt worden ist, verschafft allen ein Gesamtbild von der Entdeckung und Entstehung der Höhle, die die Höhle nicht selbst in Augenschein nehmen konnten. Durch das Filmmaterial haben wir die Möglichkeit, ein Naturwunder Thüringens vielen interessierten Bürgern bis nach Hause in das Wohnzimmer oder den Kindern in die Schule zu bringen. Gleichwohl kann es das Gefühl nicht ersetzen, welches man beim ersten Betreten dieser bislang verborgenen Welt erfährt. Der Thüringer Höhlenforscher Günter Malcher, der den Westteil der „Bleßberghöhle“ mit seiner schönen und reichhaltigen Formenvielfalt als Erster gesehen hatte, brachte seine Gefühle in einem Interview mit folgenden Worten zum Ausdruck: „Das war wie Ostern und Weihnachten an einem Tag, ... das war ein Ereignis, was wenige Höhlenforscher in ihrem Leben haben, ... das war einmalig, das ist nicht zu toppen, das werden wir in unserem Leben, so glaube ich, nie wieder erleben“.

Weitere DVDs mit dem Film „Die Bleßberghöhle“ können vom Ref. Presse/Öffentlichkeitsarbeit des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Beethovenstraße 3, 99096 Erfurt, E-Mail [poststelle@tmlfun.thueringen.de](mailto:poststelle@tmlfun.thueringen.de) kostenlos bezogen werden.

Reinhard Birle  
Oberamtsrat, Bergbauingenieur (FH)  
Referat Bergbau/Strahlenschutz  
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz  
Beethovenstraße 3  
99096 Erfurt  
Telefon: 0361 37 99416  
E-Mail: reinhard.birle@tmlfun.thueringen.de