



Abb.: Dr. T. Daffner/Dr. C. Leibnath, UBW

Abb. 1 Blick von der Baustelle auf die Frauenkirche

# Horizontalfilterbrunnen als Beitrag zur Grundwassernutzung für die alternative Wärme- und Kältengewinnung

Horizontalfilterbrunnen (HBr) werden zwischenzeitlich für vielfältige Nutzungen adaptiert [6, 7, 11, 12, 13, 19]. Ihre ursprüngliche Hauptanwendung besteht in der auf einen Fassungsstandort mit ausreichender Grundwasserergiebigkeit konzentrierten Gewinnung von sehr viel Grundwasser. Darüber hinaus bieten sie noch eine Reihe weiterer Vorteile in Bezug auf die Brunnenalterung [19]. Seit mehr als zehn Jahren wird auch zunehmend mit Horizontalfilterbrunnen gefasstes Grundwasser für die zentrale Kälte- und Wärmeversorgung eingesetzt [16, 17]. An den Beispielen der geothermischen Wärmeversorgung des Lessinggymnasiums Hoyerswerda (seit 2013) [12, 16], der zentralen Kälteversorgung (ZKV) Dresden Neumarkt (seit 2007) [5, 9] und des Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnens (Neuentwicklung) werden die grundsätzlichen Lösungen und Erfahrungen vorgestellt.



**Die Anwendung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe** bezieht sich in der Regel auf die Nutzung der Wärmequelle Grundwasser (GW). Das Grundwasser besitzt den Vorteil, dass es relativ konstante Temperaturen, in der Regel ca. 10 °C, aufweist. Es kann im Winter als Wärmequelle und im Sommer zur Klimatisierung werden. Mit den im Grundwasser vorliegenden und konstanten Temperaturen kann gegenüber anderen Wärmequellen eine gute Jahresarbeitszahl erreicht werden. Die gewinnbare Entzugsleistung ist dann neben der Grundwassertemperatur abhängig von der genehmigten Temperaturdifferenz und dem witterungsbedingten Wärme-/Kältebedarf [8].

### Geothermische Wärmeversorgung Lessinggymnasium Hoyerswerda

Für die Stadt Hoyerswerda wurde durch die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) im Auftrage von Bund und dem Freistaat Sachsen ein System zur Grundwasserniederhaltung aufgebaut und in Betrieb genommen, das primär die Begrenzung des postmontanen Grundwasserwiederanstieges auf die vorbergbaulichen Grundwasserstände zum Ziel hat [4]. Dieses System ist seit 2004 in Betrieb und besteht aus drei Horizontalfilterbrunnen, die über ein Ableitungssystem das gehobene Grundwasser in den ebenfalls der Grundwasserniederhaltung dienenden Westrandgraben abschlagen (Abb. 2).

Die drei HBr sind anlagentechnisch in der Lage, ca. 24 m<sup>3</sup>/min zu fassen und abzuleiten. In der Regel wurden in den

letzten Jahren 6 bis 12 m<sup>3</sup>/min Grundwasser gehoben (Abb. 3). Insgesamt sind seit Inbetriebnahme 51.142.858 m<sup>3</sup> Grundwasser für den Schutz der Stadt gefördert worden. Derartige postmontane Schutzmaßnahmen werden vielerorts in Deutschland durchgeführt, beispielhaft sei auf die Maßnahmen der Emschergenossenschaft und Lippeverband (EGLV) verwiesen [20].

Es steht jetzt als dringende Aufgabe an, diese ohnehin gehobenen Grundwassermengen auch wirtschaftlich zu verwerten, um damit den Steuerzahler bzw. Konsumenten von „Ewigkeitskosten“ zu entlasten und auch gegen die in der Lausitz drohende Wasserknappheit gegenzusteuern. Als erster Schritt in diese Richtung wurde als Pilotprojekt die Beheizung des Lessinggymnasiums mit einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe auf Basis des Grundwasserniederhaltungssystems Hoyerswerda in Angriff genommen. Hierfür wurde im Schachtbauwerk (SBW) 6 (Abb. 2 und 5) ein Abzweig installiert, der einen Teilstrom zur Wärmepumpe im Lessinggymnasium überleitet und von dieser das Wasser wieder dem Ableitungssystem zuführt. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf war durch die Genehmigungsbehörde für diese Grundwassernutzung auf 4 K limitiert worden.

Die Grundwasserbeschaffenheit in Hoyerswerda weist eine geogene Belastung mit Eisen und Sulfat auf. Deshalb ist es für die technische Ausführung der Anlage von großer Bedeutung, dass an keiner Stelle Sauerstoff in das System gelangt. So wurden die HBr in trocken aufgestellter Ausführung errichtet und

teilweise mit einem anodischem Verankerungsschutz versehen [3]. Ebenso wird das gesamte Ableitungssystem, trotz günstiger geodätischer Verhältnisse, stets mit geringem Überdruck gefahren. Zu den technisch notwendigen Einheiten gehören im Übergabeschacht AUMA-gesteuerte Schieber für den Vor- und Rücklauf, Druck- und Temperatursonden sowie induktive Durchflussmesser (Abb. 5).

Im Zeitraum vom 03/2013 bis 12/2022 wurde insgesamt eine Gesamtgrundwassermenge von 1.485.259 m<sup>3</sup> für Wärmeversorgung genutzt, im Durchschnitt 0,29 m<sup>3</sup>/min und im Maximum auch nur 0,57 m<sup>3</sup>/min. In Abbildung 4 wird die mit dieser Anlage seit ihrer Inbetriebnahme im April 2013 erzeugte Wärme dargestellt. In Summe wurde bisher eine Gesamtarbeit von ca. 1.270 MWh Wärme erzeugt und damit das Lessinggymnasium sicher versorgt. Erkennbar ist der infolge der wärmeren Winter seit 2018 verringerte Wärmebedarf. Die Aufgaben der Betriebsführung konzentrieren sich auf:

- Monitoring von Wassermenge, Temperatur, Druck, Wasserbeschaffenheit
- Funktionalität der Schieber, Umwälzpumpe
- Funktionalität des Wärmeaustauschers

Während des zehnjährigen Betriebs konnte mit dieser Anlage die Versorgungssicherheit für das Lessinggymnasium gewährleistet werden, und dieser verlief praktisch störungsfrei. Diese Lösung zur geothermischen Verwertung von mit Horizontalfilterbrunnen gehob-

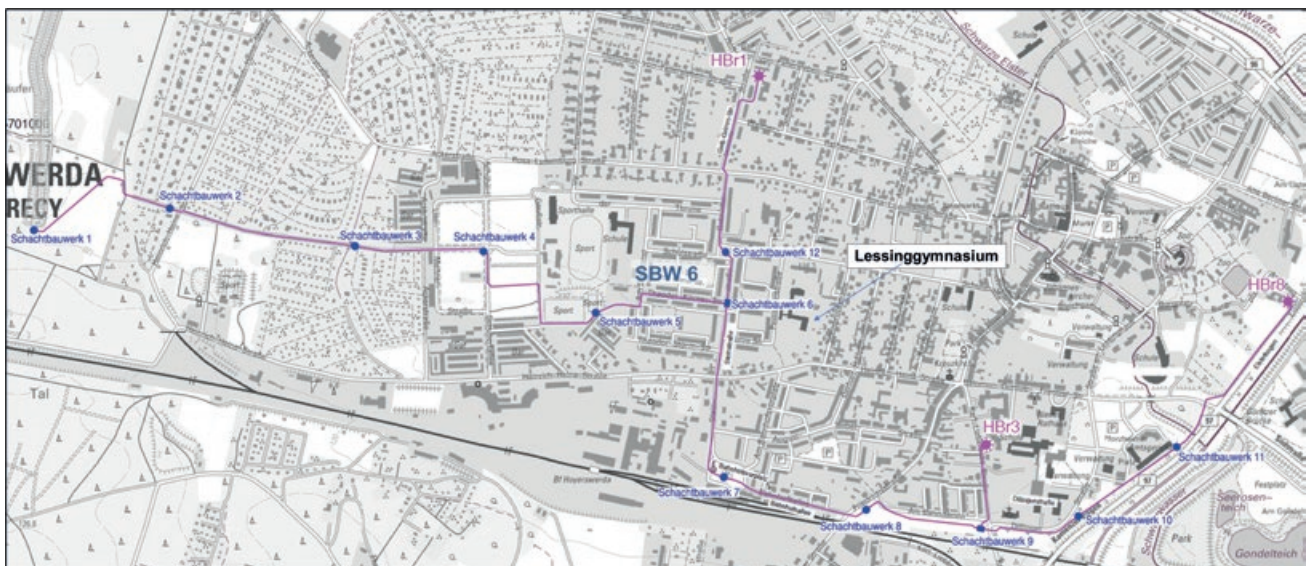


Abb. 2 System der Grundwasserniederhaltung für die Stadt Hoyerswerda

*Diese Lösung zur geothermischen Verwertung von mit Horizontalfilterbrunnen gehobenem Grundwasser bietet das Potenzial, Heizung und Klimatisierung mit fossilen Energieträgern Schritt für Schritt abzulösen.*

benem Grundwasser bietet das Potenzial, Heizung und Klimatisierung mit fossilen Energieträgern Schritt für Schritt abzulösen.

**Zentrale Kälteversorgung (ZKV)  
Dresden-Neumarkt**

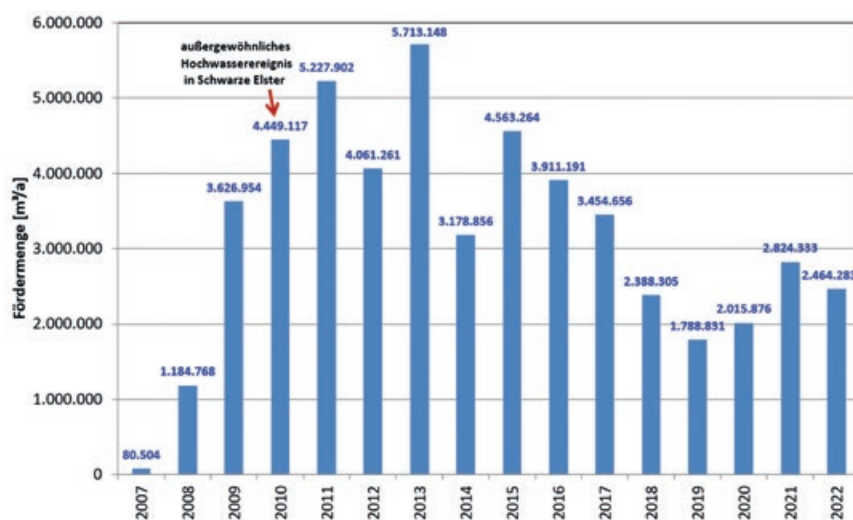
Der Dresdner Neumarkt kann als ein gelungenes Beispiel für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung im Spannungsfeld zur modernen Stadt- und Infrastrukturentwicklung bezeichnet werden. Nachdem der Neumarkt mit der

wiederaufgebauten Frauenkirche seinen Mittelpunkt wiederbekommen hatte, gewann er mit jedem neuen Quartier Schritt für Schritt seinen alten Glanz wieder. Zugleich sollten aufgrund des hohen Anspruches an die architektonische Qualität der neu entstehenden Gebäude auf historischen Grundrissen und mit überwiegend originalgetreu wiederhergestellten Fassaden keine haustechnischen Anlagen die Dachlandschaft prägen. Gleichzeitig soll aber eine moderne Funktionalität sicherstellt

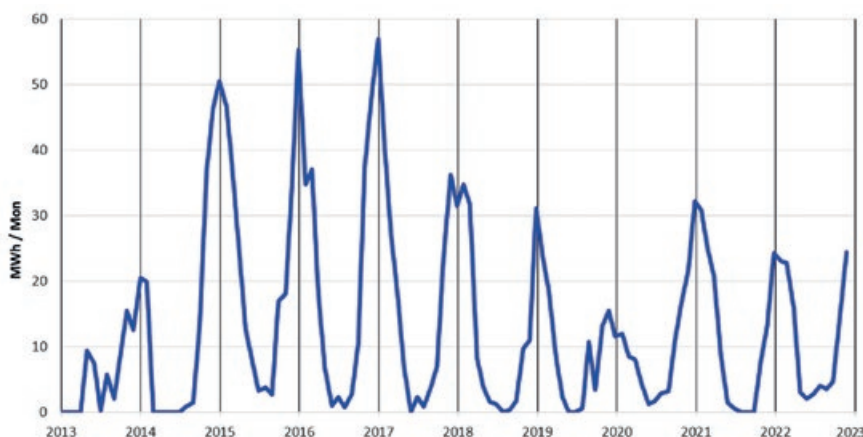
werden. Deshalb ist aus städteplanerischen Erwägungen heraus von Beginn an die Idee einer zentralen Kälteversorgung verfolgt worden, die eine Vielzahl von kleinen Kälteanlagen und Rückkühlwerken in und auf den Gebäuden am Neumarkt ersparen sollte. Zurecht sollte der Blick von der Laterne der Frauenkirche über das wiederaufgebaute Dresden nicht durch Kühltürme auf den Dächern getrübt werden.

Ebenso waren deshalb für zahlreiche Vertikalfilterbrunnen, die zur Sicherstellung des Kältebedarfs erforderlich gewesen wären, schlicht keine Flächen verfügbar, da es die unterirdische Wirtschaft, die Zentrale Tiefgarage und zahlreiche archäologische Besonderheiten zu schützen gilt. Einzig ein Horizontalfilterbrunnen direkt an der Südostecke des Kulturpalastes gab die Möglichkeit, die für eine grundwasserbasierte Kälteversorgung erforderliche Wassermenge bereitzustellen (Abb. 6). So wurde hier ein HBr mit zwei Horizontalfiltersträngen (Rohrachse ca. 14,60 m u. GOK) errichtet, wovon sich einer direkt unter den Arkaden des Kulturpalastes und der andere direkt an einem Wohngebäude befindet. Die hier vorliegenden hydrochemischen Verhältnisse gestatteten es, diesen HBr in der kostengünstigeren Nassaufstellung auszuführen. Das mittels zwei Unterwassermotorpumpen (UWM) gehobene Grundwasser wird direkt in den Keller des Kulturpalasts geleitet, wo sich drei Kältemaschinen und die gesamte EMSR befinden. Das erwärmte Grundwasser wird über eine Direktableitung der Elbe ökologisch verträglich zugeführt (Abb. 7).

Die Grundwassernutzung am Dresdner Neumarkt muss den hohen Anforderungen eines sensiblen Umfeldes genügen und unterliegt deshalb strenger behördlicher Reglementierung. Insbesondere muss Rücksicht auf die angrenzende historische Bebauung von unschätzbarem Wert (z. B. Frauenkirche, Dresdner Schloss, Johanneum) sowie auf im Umfeld vorhandene gleichgerichtete Grundwassernutzungen genommen werden.



**Abb. 3** Jährliche für die Grundwasserniederhaltung in der Stadt Hoyerswerda gehobene Grundwassermenge



**Abb. 4** Für das Lessinggymnasium Hoyerswerda aus der Grundwasserniederhaltung erzeugte Wärme





**Abb. 5** Blick in das SBW 6 mit Molchschleuse, Zu- und Rücklauf zur Wärmepumpe des Lessing-gymnasiums Hoyerswerda



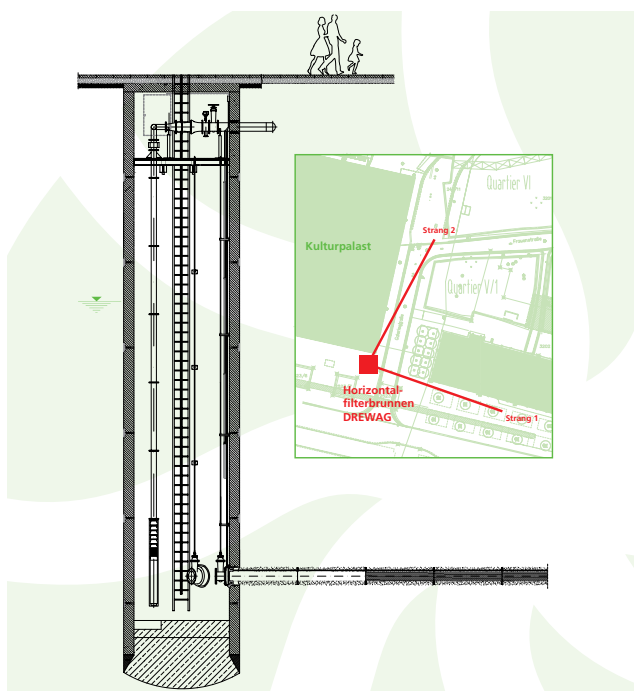
**Abb. 6** Blick von der Frauenkirche auf die HBr-Baustelle Kulturpalast

Zum Ausschluss von Baugrundrisiken für benachbarte Gebäude wurden durch das Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden auf der Basis von umfangreicher geohydraulischer Modellierung und geotechnischen Fachgutachten Melde- und Grenzgrundwasserstände festgelegt. Bei deren Unterschreitung ist der Betreiber verpflichtet, die Entnahme von Grundwasser zu drosseln oder ganz einzustellen [9]. Zur Kontrolle wurden durch den Betreiber vier Grundwassermessstellen (GWM) im Umfeld des Horizontalfilterbrunnens eingerichtet, deren

Messwerte kontinuierlich aufgezeichnet werden. Sie sind mit automatischen Warnsignalen und Meldekettten hinterlegt, die bei Erreichen der Meldewerte ausgelöst werden. Darüber hinaus werden hier auch Grundwassermessstellen der Landeshauptstadt Dresden betrieben, deren Messungen für Jedermann im Internet einsehbar sind.

Ein weiteres Konfliktpotenzial bzw. limitierenden Faktor stellt die Aufwärmung des Grundwassers in der Innenstadt dar, die z. B. durch permanente Wärmeinträge aus Tiefbebauung und/

oder Infiltration aus weiteren grundwasserbasierten Kälteanlagen induziert wird. In Anbetracht der ungebrochen boomenden Bautätigkeit muss weiter mit steigenden Grundwassertemperaturen gerechnet werden. Die in Abbildung 8 dargestellte Temperaturverteilung verdeutlicht dies. Zu deren Überwachung wird durch die Landeshauptstadt Dresden und DREWAG-Sachsenergie ein Temperaturmonitoring betrieben und mit einem 3D-Grundwasserströmungs- und Wärmeausbreitungsmodell gekoppelt (Abb. 9).



**Abb. 7** Vertikalschnitt des HBr Kulturpalast und die Leitungsverläufe für Rückkühlung und Fernkälte



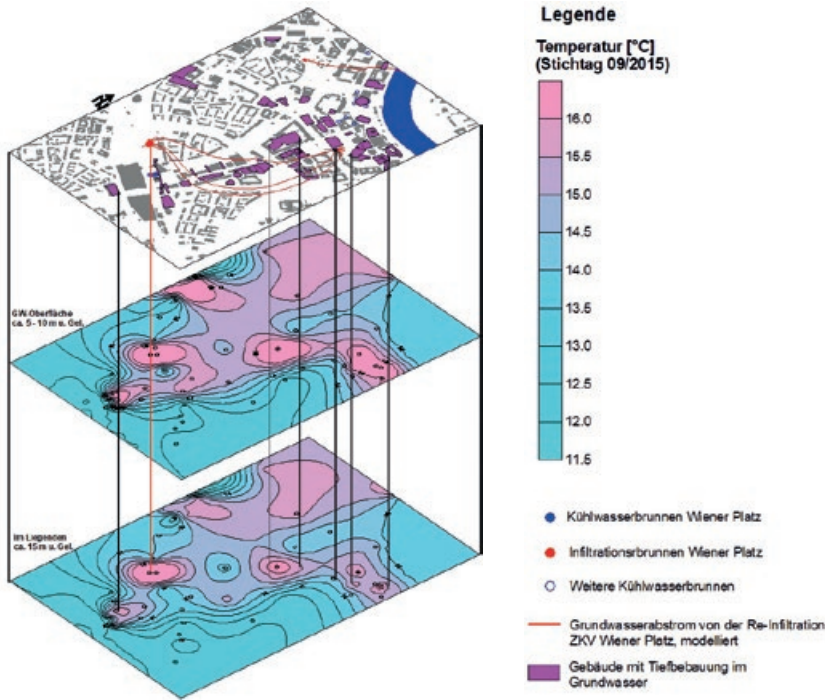


Abb. 8 Verteilung der Grundwassertemperatur in der Dresdner Innenstadt, messwertbasiert [9]

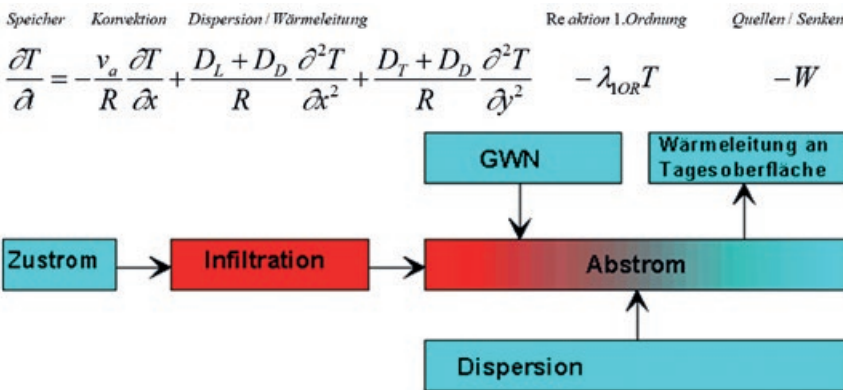


Abb. 9 Grundlagen des Wärmeausbreitungsmodells für die Dresdner Innenstadt [1, 2, 5, 18]



Abb. 10 Grundwasserentnahmen des HBr Kulturpalast Dresden im Zeitraum 2007 bis 2022 und Grundwasserstände im Umfeld

Es wurde frühzeitig erkannt, dass in Anbetracht des sich mit dem Klimawandel verringernden Grundwasserdargebots, steigenden Kältebedarfs und der oben beschriebenen Faktoren Situationen entstehen können, in denen aus oben genannten Gründen der Kältebedarf nicht mehr vollständig mit Grundwasser abgedeckt werden kann. So wurde im Sinne eines bivalenten Systems ein Verbund der ZKV Dresden-Neumarkt mit benachbarten luftgekühlten Anlagen eingerichtet. Mit diesem Verbundsystem ist eine hinreichende Vorsorge getroffen worden, um auch in hydrologischen Extremsituationen unabhängig von der Außentemperatur bei eingeschränkter Grundwassernutzung die Versorgungssicherheit mit „Kälte“ zu gewährleisten.

Insgesamt beläuft sich die Gesamtleistung des Dresdner Neumarktes auf 7,25 MW, wovon ca. 4 MW aus der Rückkühlung mit Grundwasser und ca. 3,25 MW aus dem Verbund mit luftgekühlten Anlagen aus der Brüdergasse und Hilton gespeist wird. Unter diesen Bedingungen erfolgt die Betriebsführung mit folgenden Schwerpunkten:

- Monitoring von Wassermenge, Temperatur, Druck, Wasserbeschaffenheit über das Leitsystem und Probenahme,
- permanente Überwachung der zulässigen Grundwasserabsenkung und der Einhaltung der Grenzgrundwasserstände mittels online-Überwachung,
- Prüfung der Funktionalität der Schieber im Schacht durch regelmäßige Betätigung
- regelmäßige Wartung der UWM,
- alle fünf Jahre Kontrolle des Sandaustrages und der Alterung der Filterstränge mittels Taucher und/oder Bogenschleuse,
- Überwachung der Funktionalität des Wärmeaustauschers.

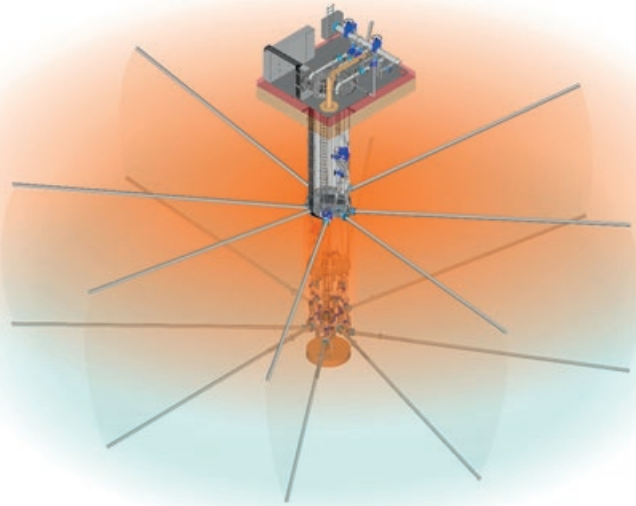
In Abbildung 10 sind die Fördermengen der Grundwasserstandsentwicklung an der benachbarten GWM Frauenkirche gegenübergestellt. Diese wird durch die ZKV Dresden-Neumarkt, aber auch durch andere Faktoren beeinflusst. Sie zeigt in der 2007 ausgeführten Einfahrphase des Horizontalfilterbrunnens eine Annäherung an den Meldewert. Durch Maßnahmen zur Optimierung der Betriebsführung konnte dann für lange Zeit eine Wiederholung dieser Entwicklung unterbunden werden.

In den extremen Trockenjahren seit 2018 stellten sich erneut kritische Grund-



wasserstände ein, die zusätzlich durch intensive Bautätigkeit im Umfeld mit bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen (GWA) getriggert wurden. Um dieser Entwicklung gegenzusteuern, wird seit 2018 eine temporäre Verbundrohrleitung betrieben, über welche das mit bauzeitlichen GWA gehobene Grundwasser der ZKV Dresden-Neumarkt bereitgestellt wird. Deshalb war in den letzten Jahren eine Verringerung der aus HBr der ZKV Dresden-Neumarkt Dresden entnommenen Wassermengen zu verzeichnen (Abb. 10).

Insgesamt ist zu berichten, dass sich diese Anlage seit 15 Jahren bewährt und praktisch störungsfrei betrieben wird. Sie weist aber in Anbetracht der endlichen Grundwasserressourcen und steigenden Grundwassertemperaturen keine Reserven mehr für eine Erweiterung zur Abdeckung des weiter zunehmenden Klimatisierungsbedarfs auf. Die einzige Möglichkeit der Leistungssteigerung ist der Übergang zu einer wärmebilanzneutralen Grundwasserbewirtschaftung, mit der den steigenden Grundwassertemperaturen entgegen gewirkt werden kann.



**Abb. 11** Konstruktiver Entwurf des Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen (HZBr)  
Brunnenstube / EMSR / Wärme-/Kälteanlagen / GWRA

**Grundwasserbasierte Wärme-/Kälteversorgung mittels Horizontalfilter – Zirkulationsbrunnen (HZBr) (seit 2023)**

Der Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen (HZBr) wurde entwickelt, um auch bei stark eingeschränkt zur Verfügung stehenden Flächen eine hohe Entzugsleistung an Wärme- und Kältepotenzial

aus dem Grundwasser realisieren zu können. In den meisten Fällen ist eine reine Wasserentnahme ohne Re-Infiltration nicht genehmigungsfähig und oft auch aus technisch-ökonomischen Gründen, z. B. bei großer Entfernung zur Vorflut oder hohen Einleitgebühren in die Kanalisation, nicht durchführbar.

CARBON CAPTURE AND STORAGE:

**Chancen und Risiken für die deutsche Industrie**

Die Sommer-Ausgabe der „DVGW energie | wasser-praxis“ (6+7/2023) erscheint mit Fachbeiträgen zu folgenden Themen:

- **Anpassung | Wasserstoff**  
Zur H<sub>2</sub>-Tauglichkeit von Anlagen und Anlagenkomponenten
- **Trinkwasser | Digitalisierung**  
Digitale Lösungen für eine wasserbewusste Gesellschaft
- **Speicherung | CO<sub>2</sub>**  
Chancen und Risiken der CCS-Technologie in Deutschland

Kostenloses Probeheft unter: [info@wvgw.de](mailto:info@wvgw.de)

**STÜWA**  
BRUNNENFILTER  
BOHRBEDARF

**Gemeinsam für mehr Wasser!**

„Zeitlich begrenzte Sonderpreise für Grundfos - Unterwasserpumpen!“

Quelle: Grundfos

STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH  
Tel. +49 52 44 - 40 70 | [info@stuewa.de](mailto:info@stuewa.de) | [www.stuewa.de](http://www.stuewa.de)

Da der terrestrische Wärmestrom in unseren Breiten nur schwach ausgeprägt ist, muss auch die Wärmebilanz ausgeglichen sein, damit sich keine unerwünschte Temperaturentwicklung einstellt, wobei insbesondere ein Überschuss an Wärme für das Grundwasser nachteilig sein kann und deshalb in der Regel unzulässig ist. Ein wechselseitiger Wärmeentzug und -eintrag kann im Sinne eines saisonalen Speichers betrieben werden. Dieser wird als „Aquiferspeicher“ (ATES – aquifer thermal energy storage) bezeichnet und in der VDI 4640 Teil 3 beschrieben. Die Kapazität dieser Speicher hängt von dem mit der Anlage erzielten durchströmten Volumen des Grundwasserleiters ab. Dem kommt die in unseren pleistozänen Grundwasserleitern in der Regel sehr ausgeprägte Anisotropie der Durchlässigkeit zugute, die eine laterale Ausbreitung des Strömungsfelds bei vertikal angeordneter Entnahme und Re-Infiltration begünstigt.

Bei Vertikalfilterbrunnen-Dubletten bildet sich entlang der horizontalen Verbindungslinie ein Strömungskorridor, dessen Speichervolumen maßgeblich vom Abstand und der Durchlässigkeit des Lockergesteins abhängt. Dies führt häufig zu erforderlichen Abständen, die in bebauten Gebieten nicht mehr realisiert werden können. Eine Anordnung der Filterstrecken senkrecht übereinander führt zu einer vertikalen Strömung

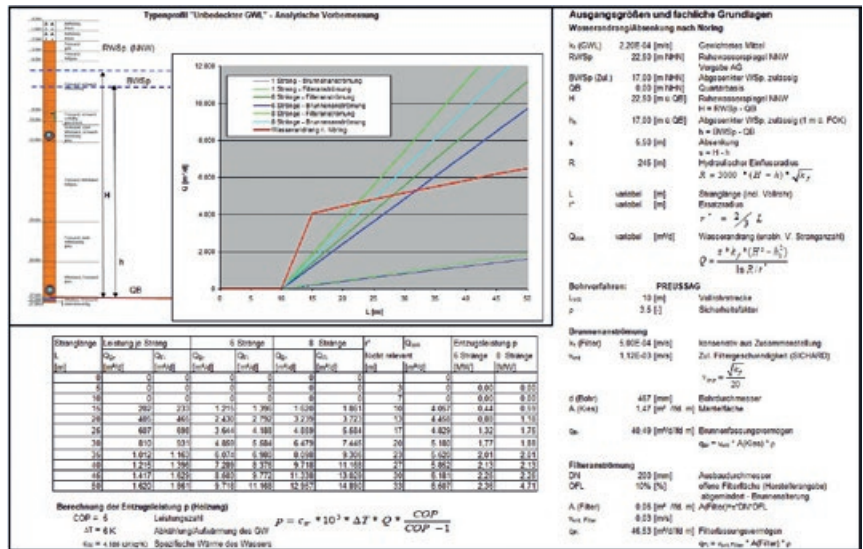


Abb. 12 Analytischer Nachweis des Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnens (HZBr)

zirkulär um die Achse dieses Grundwasserzirkulationsbrunnens, die sich infolge der Anisotropie weitläufig entwickelt. Die Strömung der Brunnen in „Aquiferspeichern“ kann sowohl im Durchflussprinzip als auch im Wechselbetrieb gerichtet stattfinden. Wenn Bedarf für große Spitzenleistungen besteht, erfordert dies hohe Grundwasser-Volumenströme, die wiederum u. a. von der Länge der Filterstrecken abhängig sind. Dabei kommt die Lösung mit Vertikalfilterbrunnen-Dubletten schnell an ihre Grenzen.

Um in geringmächtigeren Grundwasserleitern eine hohe Spitzenleistung und Jahresarbeit zu realisieren, kann mit HBr zwischen zwei Filterstrangebene, ähnlich den Grundwasserzirkulationsbrunnen mit vertikalen Filtern [10], eine vertikale Strömung ausgelöst werden, die über den Durchmesser der Installation weit hinaus reicht und insgesamt ein großes thermisch zu bewirtschaftendes Volumen eröffnet. Diese bleibt jedoch lokal begrenzt und verursacht auch wegen der Vertikalströmung nur geringe laterale Verziehnungen.



Abb. 13 Bilanz-Nachweis der geothermischen Wärmekapazität des HZBr mit und ohne Berücksichtigung des durch Anisotropie erweiterten Einflussbereichs

Der Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen (HZBr) wurde entwickelt, um auch bei stark eingeschränkt zur Verfügung stehenden Flächen eine hohe Entzugsleistung an Wärme- und Kältepotenzial aus dem Grundwasser realisieren zu können.

Diese Technologie befindet sich im Patentantragsverfahren, ist neu, innovativ, grundwasserschonend, ökologisch und zur energetischen Nutzung auch in eng besiedelten Gebieten eine leistungsfähige Option, die im Kostenrahmen vergleichbarer geschlossener Erdwärmesondensysteme liegt. Die mehrfache Installation von Filtersträngen im HZBr bietet durch die damit verbundene Redundanz entsprechende Betriebssicherheit. Neben der thermischen Nutzung können die HZBr auch zur Reinigung kontaminierter Wässer eingesetzt werden. Ganz wesentliche Ziele sind auch bei dieser Anwendung, die Absenkung bzw. Aufhöhung des GWSp lokal einzugrenzen. Voraussetzung ist, dass der Brunnenstandort u. a. folgende Anforderungen erfüllt:

- er muss geohydraulisch den Erfordernissen entsprechen, also möglichst sehr gute Gebirgsdurchlässigkeit besitzen [5];
- die Grundwasserleitermächtigkeit bestimmt die Leistungsparameter (Wärme, Kälte) proportional [11, 12, 13];

- der Platzbedarf für die temporäre Baustelle sollte mindestens 10 x 30 m betragen, etwas größer ist besser [13];
- für die Abteufung des DN 2800 - DN 3200 Senkschachtes gibt es platzsparende und bautechnologische Empfehlungen, dazu gehören u. a. bauzeitliche Widerlager gegen Auftrieb [13, 14];
- die Verwendung eines Portalkranes trägt zur Minimierung des Baulärms bei [9, 13];
- soll eine Wasseraufbereitungsanlage vor der Wärme-/Kälteanlage angeordnet werden;
- Nähe und Teufe möglicher Infrastruktur (z. B. Tiefgaragen, Kellergeschosse, Pumpwerke, Kanalisation usw.),
- Betriebsbedingte Zugänglichkeit für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten [15],
- Städtebauliche-architektonische Prämissen.

Die technisch-technologische Lösung des HZBr kennzeichnen:

- der Ausbau im Schacht kann trocken aufgestellt erfolgen, in zwei GW-Horizonten befinden sich die Filter (Abb. 11);

- über Ringleitungen und Pumpe erfolgt die GW-Ableitung off-site zum Wärmetauscher (Wärme-/Kälteanlage) und zurück über Leitungen/Ringleitung in die obere/untere Filterebene;
- die Anzahl der Filterstränge richtet sich u. a. nach der erforderlichen Wärme-/Kälteleistung, dem Schachtdurchmesser, der Grundwasserleitermächtigkeit, da der vertikale Filterachsenabstand 1 m und versetzt sein sollte. Das Beispiel in Abbildung 12 verfügt über 2 x 4 Filterstränge in der unteren Ebene und 2 x 4 Filterstränge in der oberen Ebene. Dabei sind jeweils vier Stränge versetzt zu einander positioniert, da die Mantelfläche des 2,50 m Pressringes dies statisch und bewehrungsseitig erfordert;
- der technische Ausbau im Schacht kann auch nass aufgestellt erfolgen, in zwei Horizonten befinden sich ebenfalls die Filter (Abb. 13);
- die Trennung zw. oberer und unterer Ebene erfolgt durch eine Druckkammer [14, 19];

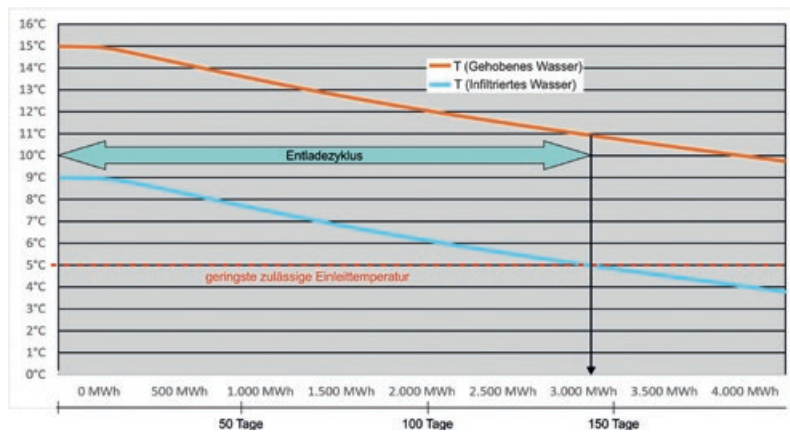
## Mit Edelstahl perfekt ausgerüstet und dauerhaft sicher!

Schächte sind erforderlich, um in Bauwerke für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung einsteigen zu können.

Wir liefern Bauteile aus Edelstahl, die Schächte dauerhaft sicher machen.







**Abb. 14** Beispiel für die Entwicklung der Grundwasserentnahme- und -einleittemperatur im Verlauf einer Heizperiode

- in der unteren Druckkammer werden druckwasserdicht die Tauchmäntel für die Tauchmantelpumpen eingebaut, der darüber liegende Schachtbereich wird hydrostatisch-gravimetrisch ausgebaut. Diese Ausbauf orm, kostengünstiger, bedarf jedoch einer großen Ausbauhöhe = Schachttiefe = Grundwasserleitermächtigkeit, infolge der hier einzusetzenden Tauchmantelpumpen;
- der technische Ausbau der Brunnenstube kann innerhalb des Schachtes (oberer Schachtring), als unterirdische oder oberirdische Stube errichtet werden. Dies richtet sich nach Umfang der EMSR und ob Elemente der Wärme-/ Kälteanlage und/oder einer GWRA inkludiert werden sollen [19].

**Genehmigungsrechtliches**

Horizontalfilterbrunnen sind eine etablierte und genehmigungsfähige Brunnentechnologie. Da das Grundwasser lediglich zirkuliert wird, und demnach keine Beeinflussung der Grundwasserbilanz und nur geringe Schwankungen des Grundwasserspiegels eintreten, darf dies baustatisch (inklusive Vernässung von Bausubstanz und Trockenfallen von

Holzpfahlgründungen oder Setzungen) und ökologisch positiv bewertet werden.

Innerhalb eines Temperaturkorridors von 5 bis 20 °C sind in der Regel geothermische Anwendungen genehmigungsfähig, die Höhe der Temperaturveränderung bei der thermischen Nutzung zwischen 3 und 6 K ist planungs- und ausführungsblich. Da kontaminierte Wässer vor Wiedereinleitung Grenzwerte der Wasserqualität nicht überschreiten dürfen, können Reinigungsmaßnahmen erforderlich sein, woraus zugleich durch den Betrieb noch eine langfristige Qualitätsverbesserung des Grundwassers resultiert.

**Analytischer und modellgestützter Nachweis**

In erster Näherung wird mittels der spezifischen Wärmekapazität des grundwassererfüllten Gebirges eine Abschätzung der zu erwartenden möglichen Wärme- bzw. Wärmekapazität kalkuliert (Abb. 12). In zweiter Näherung wird mit dem analytischen Ansatz nach NÖRING (Ersatzradiusmethode) für „bedeckte“ und „unbedeckte“ Grundwasserleiter (GWL) der Grundwasserandrang rechnerisch

ermittelt und dem Fassungsvermögen des Brunnenfilters und der Kieschüttung gegenübergestellt. Dabei sind die geohydraulischen Parameter und die Filtergeometrie variabel mit dem thermischen Bedarf abzugleichen (Abb. 13).

Im dritten Schritt erfolgte mittels numerischen Grundwasserströmungs- und Migrationsmodell (z. B. PCGEOFIM) eine, dem Erkundungsstand adäquate und weitgehend dem Planungserfordernis erforderliche genaue Nachweisführung. Gemäß Tabelle 1 wurden zunächst die Anzahl der Filterstränge und ihre Position zueinander zwischen der oberen und unteren Filterebene variiert. Es wurde insbesondere auf die Einhaltung der oben genannten drei wesentlichen Ziele Wert gelegt.

**Zusammenfassung**

- Horizontalfilterbrunnen (HBr) sind nachgewiesenermaßen bestens geeignet, sehr große Grundwassermengen für die Wärme- und Kälteversorgung von einem Standort aus zu fassen (Abb. 14). Sie stellen mit ihren bereits mehrfach vorgestellten Vorteilen eine sehr gute und ggf. wirtschaftliche Alternative zu anderen Grundwasserfassungsanlagen dar.
- Die vorgestellte neue technische Lösung des Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnens (HZBr) reflektiert in den vorgestellten Ausbauvarianten eine gute weitere Möglichkeit ökologisch und hydrothermalneutral das Grundwasser für Wärme- und Kälteanlagen zu nutzen. Eine Reinigung des zirkulierenden Grundwassers kann gleichzeitig vorgeschaltet oder durch In-situ-Verfahren stattfinden.
- Die in vielen deutschen Großstädte festzustellende Grundwassererwärmung durch Infrastruktur und zusätzliche Nutzung des Grundwassers zur Kälteversorgung von Bebauung kann mit dem HZBr entgegengewirkt werden.

Modellszenario	Ausbau	Maximale Entnahme [m³/d]	Spitzenleistung [MW]	Jahresarbeit [MWh]
BG23_2	2 Filterstränge à 40 m + 10 m Blindrohr am Schacht, Entnahme und Re-Infiltration parallel angeordnet	2.099	0,76	2.700
BG23_2V	2 Filterstränge à 40 m + 10 m Blindrohr am Schacht, Entnahme und Re-Infiltration um 90° „verdreht“	2.099	0,76	3.700
BG23_4	4 Filterstränge à 40 m + 10 m Blindrohr am Schacht, Entnahme und Re-Infiltration parallel angeordnet	4.199	1,53	3.700
BG23_8	8 Filterstränge à 40 m + 10 m Blindrohr am Schacht, Entnahme und Re-Infiltration parallel angeordnet	8.397	3,05	4.400
BG23_8K	8 Filterstränge à 25 m + 25 m Blindrohr am Schacht, Entnahme und Re-wInfiltration parallel angeordnet	5.248	1,91	4.900

**Tabelle 1** Beispiel für untersuchte Ausbau- und Berechnungsvarianten für den HZBr

- Die technisch ausgereiften Anwendungen von Horizontalfilterbrunnen führen zur Verbesserung des Arbeitsschutzes, der Betriebswirtschaft und der Erhöhung der Langlebigkeit der Filterelemente.
- Diese nachgewiesenen positiven Eigenschaften des HBr wurden nunmehr überführt in den Horizontalfilter-Zirkulationsbrunnen. Die vorteilhafte ausgleichende Ausnutzung von Wärme- und Kältepotenzial setzt eine hinreichende Grundwasserleitermächtigkeit und Anisotropie voraus.
- Mit der gleichzeitigen Förderung und Reinfiltration durch den HZBr wird eine weitestgehende Vermeidung von Grundwasserabsenkung und Grundwasseraufhöhung erreicht, was insbesondere innerstädtisch als verträglich gegenüber unterirdischer Wirtschaft und Bebauung gewertet werden darf.
- Die Kopplung der Grundwasserhebung mit Grundwasseraufbereitung anschließender thermischer Nutzung und Reinfiltration ist ebenso grundsätzlich möglich.

## Literatur

- [1] Busch, K.-F., Luckner, L.: Geohydraulik VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1972.
- [2] Hydrogeologisches Rahmengutachten Dresden-Innenstadt, unver. ARGE Umweltbüro GmbH Vogtland – Jessberger & Partner Büro Leipzig GmbH, Dresden, 1996.
- [3] Umweltbüro GmbH Vogtland, Patentschrift DE 10304119 A1, Weischlitz, 2004.
- [4] Daffner, T., Bilek, F., Illing, M.: Erfahrungen einer modellgestützten Grundwasserhaltung für das Stadtgebiet Hoyerswerda und seine Umlandgemeinden, Dresdner Grundwasserforschungstage des DGFZ e. V., Dresden 2005, ISSN 1430-0176.
- [5] Leibenath, C.: Energetische Nutzung der Grundwasserressourcen im Oberen Elbtal („Wasser-Wasser-Verfahren“) – Potenziale, Grenzen und Systemlösungen, 3. Sächsischer Geothermietag, Chemnitz, 25.04.2007.
- [6] Daffner, T., Hüper, G., Leibenath, C., Scheppat-Rosenkranz, B.: Erfahrungen bei der Planung von Horizontalfilterbrunnen in Nass- und Tockenaufstellung (Teil 1), bbr 05/2010.
- [7] Daffner, T.: Planung, Bau und Betrieb von Horizontalfilterbrunnen in Trocken- und Nassaufstellung, Berlin – Brandenburger Brunnentage, Potsdam, 7./8. 05.2012.
- [8] Korndörfer, C., Ullrich, K., Kretschmer, R., Niespor, R., Leibenath, C.: Zukunftsweisender Schutz und Nutzung von Grundwasser am Beispiel der Dresdner Innenstadt, Fachkonferenz „Wasser Erkundung-Bewirtschaftung-Schutz“, Bad Elster, 13.12.2012.
- [9] Leibenath, C., Niespor, R.: Beispiele für Systemlösungen zur Nutzung der Grundwasserressourcen im Oberen Elbtal für Gebäudeklimatisierung und Geothermie, Kolloquium Grundwassertemperatur, Dresden 07.11.2017.
- [10] Schlussbericht – Sachbericht KMU-innovativ – Verbundprojekt: Förderkennzeichen 01LY1507A und B KMU-innovativ – Verbundprojekt Klimaschutz: Hocheffiziente Nutzung geothermischer Energie -Integralsonde II, Geo-En Energy Technologies GmbH, Berlin, 11.12.2018.
- [11] Daffner, T., Börner, F., Klee, M., Ley, M., Wicklein, A.: Der Horizontalfilterbrunnen - Erfahrungen aus Planung, Bau, Monitoring und Regenerierung – Dresdner Grundwassertage, Dresden, 3./4.06.2019 ISSN 1430-0176.
- [12] Daffner, T., Klee, M., Leibenath, C., Scheppat-Rosenkranz, B.: Erfahrungen bei der Planung von Horizontalfilterbrunnen Teil 1, bbr 10/2019.
- [13] Daffner, T., Abt, J., Huber, M., Krahn, D.: Erfahrungen bei der Errichtung von Horizontalfilterbrunnen unter regulären und besonderen Bedingungen - Teil 3 bbr 01/2020.
- [14] Konstruktive Entwicklung der Horizontalfilterbrunnen in den Niederlanden, 3D-Konstruktionsmodell, unver., Umweltbüro GmbH Vogtland, Senftenberg, 10/2020.
- [15] Umweltbüro GmbH Vogtland, pigadi GmbH: Patentanmeldung 10 2022 113 984.0, Weischlitz, 2022.
- [16] Daffner, T.: Der Horizontalfilterbrunnen – im Spannungsfeld fallender Grundwasserstände. 3. Schweizer Brunnentag – Brunnenbau und Brunnenservice im Klimawandel, Sursee (CH), 24.08.2022.
- [17] Holzer, R., Pache, E., Pöschel, U.: Errichtung eines Horizontalfilterbrunnens für die Kälte- und Wärmeversorgung eines Bürokomplexes, Abstract zum European Geothermal Congress 2022.
- [18] Houben, G. J., Collins, S., Bakker, M., Daffner, T., Triller, F., Kacimov, A.: Review: Horizontal, directionally drilled and radial collector wells. Hydrogeology (2022) Journal 30: 329-357.
- [19] Houben, G. J., Daffner, T., Scheppat-Rosenkranz, B., Wicklein, A.: Der Horizontalfilterbrunnen – Know-how Übergabe an die 4. Generation, Fachkonferenz „Gesellschaft im Wandel mit Wasser und Klima“, Bad Elster, 22.09.2022.
- [20] Meyer, M., Getta, M.: Wasserwirtschaftliche Aufgaben am Emschersystem – eine Generationenaufgabe für Klima, Wasser und Gesellschaft, Fachkonferenz „Gesellschaft im Wandel mit Wasser und Klima“, Bad Elster, 22.09.2022.

## Autoren

Dr. Thomas Daffner  
 Dr. Carsten Leibenath  
 UBV - Umweltbüro GmbH Vogtland  
 Thossener Str. 6  
 08538 Weischlitz/i. Vogtland  
 ubv.lausitz-dresden@t-online.de  
 www.ubv-vogtland.de

Johannes Löffler  
 DREWAG - Stadwerke Dresden GmbH  
 Friedrich-List-Platz 2  
 01069 Dresden  
 Johannes.loeffler@sachsenenergie.de

Michael Viernickel  
 BMBF-Forschungsvorhaben „DemoSpeicher“  
 eZeit Ingenieure GmbH  
 Ella-Barowsky-Str. 69  
 10829 Berlin  
 mv@ezeit-ingenieure.de



**Erfahren Sie mehr über die **-bbr** !**  
[www.facebook.com/bbrfachmagazin](https://www.facebook.com/bbrfachmagazin)