



Abb.: Bohrlochmessung - Starkow GmbH

## Brunnen und Pegel als Altlasten – eine Betrachtung aus Sicht der Geophysik

Brunnen und Grundwassermessstellen sind aus dem Alltag nicht wegzudenken. Bei heute gebauten Pegeln und Brunnen ist deshalb umfänglich geregelt, wie sie zu errichten sind und welche Informationen über diese Bauwerke und das anstehende Gebirge im Aufschlusspunkt zusammengetragen und möglichst lange verfügbar gehalten werden sollen. Vor welche Herausforderungen man aber gestellt wird, wenn man unerwartet auf einen alten Brunnen oder Pegel stößt, keine Informationen dazu vorliegen hat, und wie dann die Bohrlochgeophysik ins Spiel kommt, wird hier näher beleuchtet.



## Brunnen und Grundwassermessstellen

(oft einfach nur Messstellen oder Pegel genannt) werden schon seit geraumer Zeit zur Erfüllung diverser Aufgaben errichtet. Ein Brunnen kann der Gewinnung von Trink-, Brauch- oder Löschwasser dienen, während Grundwassermessstellen die Beobachtung des Wasserspiegels und der Wasserqualität, sei es im Zusammenhang mit der Trinkwassernutzung oder auch mit belasteten Wässern, zur Aufgabe haben. Teilweise wurden auch Bohrungen, die zum Zweck der hydrologischen Erkundung abgeteuft wurden, später als Messstellen ausgebaut.

Heutzutage sind in Deutschland durch die Arbeitsblätter des DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. die Errichtung von Brunnen und Grundwassermessstellen sowie deren bauliche Qualitätskontrolle klar geregelt [1, 2]. Die in diesem Zusammenhang vorgenommenen Arbeitsschritte werden nach geltenden Standards durchgeführt und ebenso wie Informationen zum Ausbau und zur Lithologie dokumentiert. Zudem ist es eine Selbstverständlichkeit, dass diese Dokumentation archiviert wird. Ziel ist es, eine relativ lange Verfügbarkeit der Unterlagen zu gewährleisten. Die Betonung muss hier jedoch ganz klar auf das Wort „heutzutage“ gelegt werden. Denn die beispielsweise in Deutschland geltenden Regelwerke wurden erst im Laufe der letzten Jahrzehnte auf den Weg gebracht. Entsprechend gibt es viele Bauwerke, die eben nicht nach Standards, wie sie heute gültig sind, errichtet wurden. In Deutschland wird beispielsweise die Anzahl der Altbrunnen auf etwa 200.000 geschätzt. Zudem ergeben sich mit fortschreitender Zeit bei älteren Objekten Schwierigkeiten hinsichtlich der Verfügbarkeit der Dokumentation. Sofern eine solche angefertigt wurde, kann es dennoch passieren, dass sie im Laufe der Jahre unleserlich wird und im ungünstigsten Fall teilweise oder sogar vollständig verloren geht. Festzuhalten bleibt also: Selbst ein nach bauzeitlichen Maßstäben einwandfrei errichteter Brunnen bzw. eine solche Grundwassermessstelle kann gegebenenfalls heutigen Standards nicht mehr genügen. Ebenso kann die Baudo-



**Abb. 1 –** Ein Betonpfeiler und eine Pumpensteigleitung in einem Altbrunnen machen eine weitere Befahrung unmöglich.

kumentation aus verschiedenen Gründen für den heutigen Eigentümer auch nach umfangreicher Recherche nicht mehr verfügbar sein. Teilweise werden alte Brunnen oder Pegel „überraschenderweise“ beim Begehen eines neu erworbenen Grundstücks oder im Rahmen von Bauarbeiten vorzufinden.

Eventuell kommt es also dazu, dass ein Brunnen oder eine Messstelle schlimmstenfalls zu einer Altlast wird, von der eine Gefährdung des Grundwassers ausgehen kann, mindestens jedoch den jetzigen Eigentümer (Wasserwerk, Unternehmen, öffentliche Hand, Privatperson etc.) vor mehrere Aufgaben stellt. Bei der Bewältigung dieser Aufgaben nimmt die Bohrlochgeophysik eine entscheidende Rolle ein.

### Um welche Fragen geht es?

Je nach Vorhandensein und Vollständigkeit einer Baudokumentation sind die folgenden Punkte (oder nur einige davon) für den Eigentümer eines Brunnens oder einer Messstelle von Interesse:

### Lithologische Fragen

Sind lithologische und/oder hydrogeologische Besonderheiten im Umfeld des Bauwerks bekannt? Wie ist das Gebirge

im Aufschlusspunkt aufgebaut? Sind mehrere Grundwasserleiter vorhanden, die durch Grundwassergeringleiter voneinander getrennt werden? Wenn ja, welcher Grundwasserleiter wurde verfiltert und wo sind die Grundwassergeringleiter? Ist im schlimmsten Fall eine Kontamination von einzelnen Grundwasserstockwerken zu erwarten oder bekannt?

### Fragen zum Rohraufbau

Wie viele Rohrstränge sind vorhanden? Aus welchem Material bestehen die Rohrstränge? Wie tief reichen sie? Welchen Allgemeinzustand weisen sie auf? Wo befinden sich Filterstrecken? Befinden sich Fremdkörper und/oder Auflandungen in einem oder mehreren Rohrsträngen? Weist das Bauwerk eine Neigung auf? Wo liegen die Wasserspiegel?

### Fragen zur Hinterfüllung

Liegt eine Verfüllung des Ringraums vor? Lassen sich Anzeichen für Hinterfüllungslücken und/oder Brückenbildungen erkennen? Sind Tonsperren oder anderweitige hydraulische Abdichtungen im Ringraum vorhanden? Wenn ja, wie sind sie hinsichtlich ihrer hydraulischen Funktionsfähigkeit zu bewerten? ➔



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

**Weiteres Vorgehen**

Die Beantwortung dieser Fragen führt schlussendlich zu Überlegungen, wie mit dem Bauwerk weiter zu verfahren ist: Kann es gegebenenfalls weiter genutzt werden; und wenn ja, in welcher Form? Lohnt sich eine Regenerierung oder ist der Rückbau (unter Beachtung des DVGW-Arbeitsblattes W 135 [3]) in Angriff zu nehmen? Welches Rückbau- oder Regenerierungskonzept ist im konkreten Fall anzuwenden?

**Wie kann die Bohrlochgeophysik helfen?**

Einige der oben aufgeführten Fragen können durch mehr oder weniger intensive Recherchen und Begehungen vor Ort beantwortet werden. Unter Umständen finden sich verloren geglaubte Unterlagen zum Brunnen oder der Messstelle auch wieder. Jedoch bleiben oft Fragen offen, bei deren Beantwortung die Bohrlochgeophysik entscheidende Hilfestellungen leisten kann. Dabei sind häufig Messprogramme nötig, die den Umfang einer gewöhnlichen Neubaukontrolle oder Bestandsaufnahme [4, 5] übersteigen können. Im Folgenden soll auf die oben geschilderten Fragestellungen unter bohrlochgeophysikalischen Gesichtspunkten eingegangen werden. Die in diesem Rahmen aufkommende Aufzählung von einsetzbaren geophysikalischen Messverfahren erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Lesern, die an Erklärungen der aufgezählten Verfahren interes-

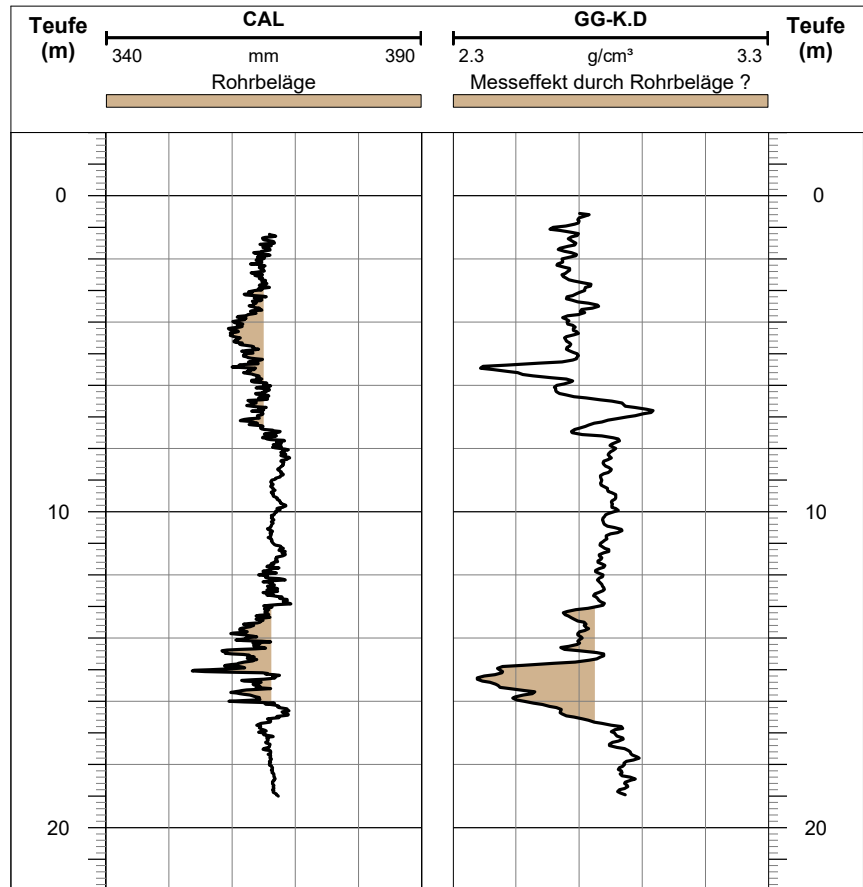


Abb. 2 – Messeffekte durch Rohrbeläge im Kaliber- und Gamma-Gamma-Dichte-Log

siert sind, die über die kurzen Erläuterungen in diesem Text hinausgehen, sei an dieser Stelle [4] (in diesem Jahr neu erscheinend) oder [6] empfohlen.

**Wie sieht der Rohraufbau aus?**

Bei einer Ortsbegehung lassen sich bereits vor umfänglicheren Untersuchungen oberflächlich erkennbare Rohrstränge aufnehmen. Durch Lotungen kann zudem die Lage des Wasserspiegels in einem oder mehreren Rohrsträngen (wenn beispielsweise Peilrohre vorhanden sind) sowie deren Endteufe bzw. die Oberkante der darin befindlichen Auflandungen bestimmt werden. Solche Angaben erleichtern im Vorfeld von geophysikalischen Untersuchungen die Planung erheblich. Sofern eine geophysikalische Untersuchung vorgenommen wird, ist der verantwortliche Messtechniker angehalten, die vor Ort vorgefundene Situation so genau wie möglich zu dokumentieren. Für Aussagen zum Allgemeinzustand des Brunnen- oder Messstellenrohrstrangs sowie eventuell von Peilrohren können im Anschluss an diese erste Bestandsaufnahme eine oder mehrere Fernsehsondierungen (OPT) mittels Kamera erfolgen. Dieses Verfahren dient gemeinsam mit dem Kaliber-

Log (CAL, Erfassung des Rohrinne-

messers durch Abtasten des Rohres mit einem oder mehreren mechanischen Armen) zunächst einmal zur Havarieprophylaxe, denn Verengungen des Rohrinne-

durchmessers oder Fremdkörper (Abb. 1) in einem Rohrstrang können für andere geophysikalische Messsonden zum Verhängnis werden. Zudem wird die Lage von Rohrverbindungen und Filterstrecken erfasst. Optisch kann außerdem das Rohrmaterial sowie dessen Zustand beurteilt werden. Ausbaumaterialwechsel (z. B. Kunststoff-Aufsatzrohr – Stahl-Filterrohr) werden bei guter Sicht ebenso erkannt wie Rohrbeläge oder mechanische Beschädigungen des Rohrstrangs (Scheuerstellen, Risse, Lochfraß o. Ä.). Solche Besonderheiten werden zum Teil auch in der CAL-Messung sichtbar und die Mächtigkeit von Belägen kann mit diesem Messverfahren quantifiziert werden (Abb. 2). Wie Abbildung 2 illustriert, wirken sich Änderungen des Rohrinne-

durchmessers auch auf andere Messverfahren wie das Gamma-Gamma-Dichte-Log (GG.D) aus, auf das später eingegangen wird. Kenntnisse über diese geometrische Größe sind daher als durchaus wichtig zu erachten. Erfahrungen des Autors und seiner Kollegen haben gezeigt, dass das Aussehen von Rohrverbindungen auch Schlüsse auf



Abb. 3 – Eine für „Gommernrohre“ typische Rohrverbindung mit charakteristischer Wellenform

## Selbst ein nach bauzeitlichen Maßstäben einwandfrei errichteter Brunnen bzw. eine solche Grundwassermessstelle kann heutigen Standards gegebenenfalls nicht mehr genügen.

die verwendete Rohrcharge zulassen kann. Als markantes Beispiel sind hier die in Ostdeutschland oft anzutreffenden „Gommernrohre“ (benannt nach dem Herstellungsort) zu nennen, die in der DDR beim Bau von Brunnen und Messstellen zum Einsatz kamen. Dabei handelt es sich um Stahlrohre, die mit einer vergleichsweise geringen Wanddicke produziert wurden. Dieser Rohrtyp weist eine charakteristische Wellenform an den Rohrverbindungen auf, die sowohl optisch (bei guter Sicht, Abb. 3) als auch im Kaliber-Log erkennbar ist. Die angetroffenen Sichtverhältnisse selbst liefern Informationen zu Trübungs- und Schwebstoffen im Wasser. Die Fernsehsondierung zeigt außerdem auf, aus welchem Grund eine Inspektion beendet wird oder gegebenenfalls abgebrochen werden sollte. Ursache kann ein Fremdkörper sein (Abb. 1), der die Weiterfahrt behindert, Auflandungen im Rohrstrang oder aber das Erreichen des Bodens der Messstelle oder des Brunnens. Sind Auflandungen der Grund für den Abbruch der Fernsehsondierung, liefert das Kaliber-Log die Information, bis in welche Tiefe diese Auflandungen weich sind und wo sich die Oberkante nicht mehr passierbarer Auflandungen/Fremdkörper bzw. die Endteufe des Bauwerks befindet.

Einschränkend muss hier erwähnt werden, dass die angesprochenen Informationen nur bei guter Sicht auf die Rohrwandung und das Innere des Rohrstrangs gewonnen werden können. Limitierende Faktoren sind hier Trübungen und Schwebstoffe im Wasser, aber auch starke Ablagerungen oder Bewüchse an Rohrwandungen. Zudem lässt eine Fernsehsondierung, bei allen Informationen, die sie idealerweise liefern kann, nur einen Blick auf die innere Rohrwandung zu. In Stahlrohren kann sich aber Korrosion auch von außen nach innen ausbreiten, sodass Rohre, die rein optisch von innen weitgehend intakt erscheinen, trotzdem aufgrund einer korrosiv reduzierten Wanddicke in ihrer Stabilität eingeschränkt sein können.

Für die Bestimmung der Wanddicke von Rohren aus metallischen Materialien bzw. Legierungen, insbesondere Schwarzstahl, wurde eigens das Elektromagnetische

Wanddicken-Log (EMDS) entwickelt (Messbeispiel in Abb. 4). Bei diesem Messverfahren wird das zeitliche Abklingen eines elektromagnetischen Feldes nach dem Abschalten einer Sendespule durch die Messung von Spannungen in einer Empfängerspule beobachtet. Dieses Abklingverhalten wird maßgeblich von der Wanddicke der Rohrwandung beeinflusst. Bei geeigneten Durchmesserverhältnissen (die mittels CAL untersucht werden können) ist somit die quantitative Berechnung einer Wanddicke relativ zu einem Referenzintervall möglich, das sich durch eine ausreichende Länge sowie ein gleichmäßiges, hohes Signalniveau auszeichnen sollte. Daraus können Aussagen über

die Standfestigkeit der verbauten Rohre abgeleitet werden. Eine EMDS-Messung kann auch dann sinnvoll sein, wenn es zunächst nicht danach aussieht, dass Stahl für den Bau des Brunnens oder der Messstelle verwendet wurde. Zum einen kann untertätig ein Ausbaumaterialwechsel erfolgen, der dann bereits durch eine Fernsehsondierung festgestellt werden kann, zum anderen ist das Messverfahren auch bei mehreren, teleskopiert eingebauten Rohrsträngen anwendbar. Somit kann die Tiefenreichweite von eventuell vorhandenen metallischen Schutz- und Sperrrohren bestimmt werden. Auch die Detektion von metallischen Bauteilen hinter dem untersuchten Rohrstrang ist möglich.

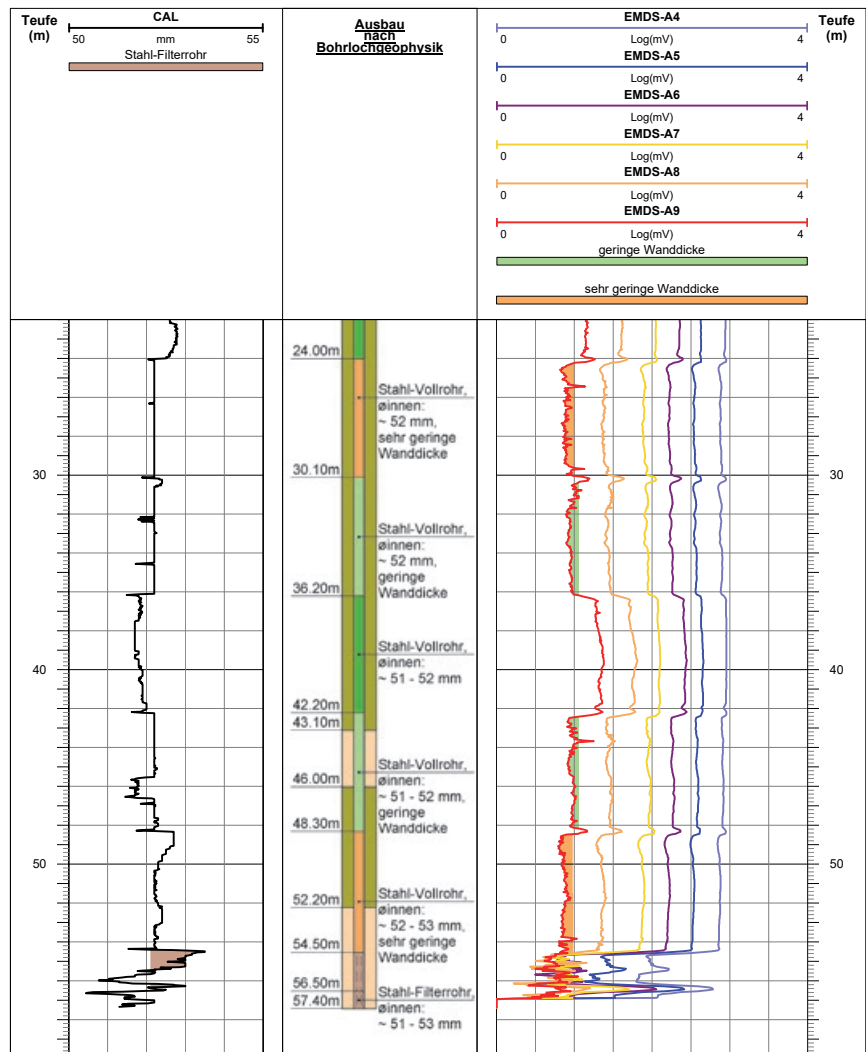


Abb. 4 – Rohre mit geringen Wanddicken werden durch das EMDS-Log lokalisiert.



Abbildung 5 zeigt einen besonders kuriosen Fall auf: Bei dem hier durch die Bohrlochmessung-Storkow GmbH untersuchten Altbrunnen war neben metallischen Bauteilen an den Verbindungen eines nicht metallischen Rohrs (wahrscheinlich Faserzement) anhand der EMDS-Messung ein Stahlrohr hinter dem Brunnenrohr im Bereich von 23,2 bis 28,2 m unter der Oberkante des Brunnenschachts nachgewiesen worden, bei dem es sich vermutlich um ein in der Bohrung verbliebenes Bohrrohr handelte. Solche Informationen sind entscheidend, wenn es beispielsweise an die Planung des Rückbaus geht. Ein wichtiges Kriterium bei der Entscheidung über das Fortbestehen oder den Rückbau des betroffenen Objekts ist die hydraulische Dichtheit des Aufsatzrohrstrangs. Diese kann im Falle von Kunststoff-Ausbauten (verfahrensbedingt nur unterhalb des Wasserspiegels) mit der Brunnenvariante des Fokussierten Elektro-Logs (FEL-B) überprüft werden, bei dem der spezifische elektrische Widerstand des Rohrstrangs mittels einer Mehr-Elektroden-Sonde gemessen wird. Sind elektrische Durchlässigkeiten vorhanden, äußert sich dies in lokalen Minima des elektrischen Widerstands. Solche Durchlässigkeiten sind als Hinweise auf mögliche Rohrleckagen zu bewerten. Es gilt hier jedoch bei den Messergebnissen dieselbe Gesetzmäßigkeit wie bei jedem anderen Screening-Verfahren: Sind keine elektrischen Durchlässigkeiten festzustellen, kann der Aufsatzrohrstrang auch als hydraulisch dicht bewertet werden. Das Vorhandensein von elektrischen Durchlässigkeiten bedeutet im Umkehrschluss jedoch nicht, dass mit Sicherheit eine Rohrleckage vorliegt. Abschließend kann die hydraulische Dichtheit des Aufsatzrohrstrangs unabhängig vom Rohrtyp nur durch einen Packertest (PA-T) bewertet werden. Bei diesem Test wird der Rohrstrang mit einem pneumatischen Packer abgesperrt und anschließend der Wasserspiegel aufgefüllt bzw. abgesenkt. Im Anschluss an dieses Vorgehen wird der Wasserspiegel über einen möglichst langen Zeitraum beobachtet. Treten keine Veränderungen auf, kann der Aufsatzrohrstrang als hydraulisch dicht bewertet werden.

Wenn schließlich der Rückbau eines Objekts durchgeführt werden soll, ist die Neigung des Bauwerks bzw. seine daraus resultierende horizontale Abweichung von Interesse. Diese kann mittels eines Bohrlochverlaufs-Logs (BA) bestimmt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Richtungsbestimmung einer BA-Sonde mit-

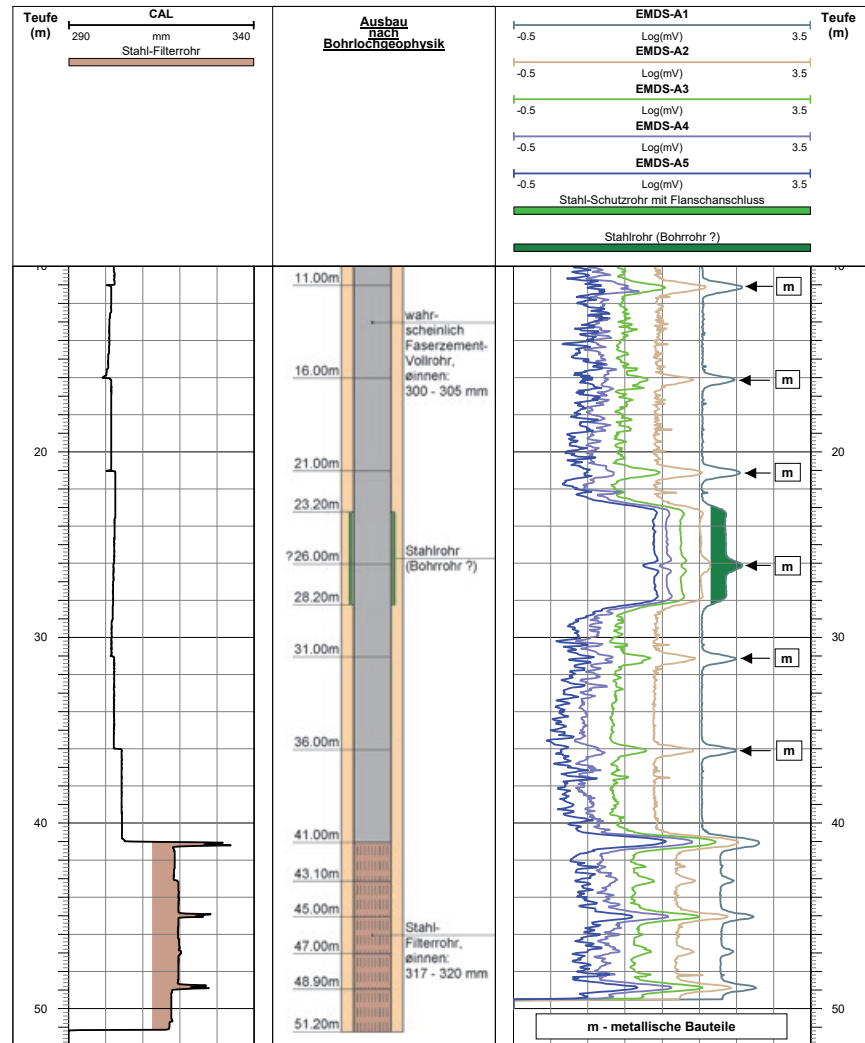


Abb. 5 – Vermutlich in der Bohrung verbliebenes Stahl-Bohrrohr, das unerwartet mittels einer EMDS-Messung detektiert werden konnte

tels Kompass erfolgt und deshalb bei Ausbauten aus magnetisierbaren Materialien nicht funktioniert. In diesem Fall kann nur unter der Annahme einer konstanten Neigungsrichtung die maximale horizontale Abweichung berechnet werden. Der Neigung eines Bauwerks kommt besondere Bedeutung zu, wenn ein Rohr überbohrt werden soll.

### Wie ist das anstehende Gebirge aufgebaut?

Zur Lithologie können in alten Brunnen und Grundwassermessstellen anhand der üblicherweise dafür verwendeten Bohrlochgeophysikalischen Verfahren nur bedingt Aussagen getroffen werden. Das zu diesem Zweck bei Neubaukontrollen eingesetzte Induktions-Log (IL), bei dem der spezifische elektrische Widerstand in möglichst großer Entfernung (man spricht in der Geophysik beim IL von einer hohen radialen Eindringtiefe) vom Rohrstrang durch ein Mehr-Spulen-System erfasst wird, ist nur dort wirkungsvoll einzuset-

zen, wo es nicht durch metallische Rohrstränge oder Bauteile, wie sie durch die EMDS-Messung lokalisiert werden können, gestört werden kann. Ein Messverfahren, das durch das Vorhandensein von Stahlrohren zwar beeinflusst wird, jedoch trotzdem noch auswertbare Ergebnisse liefert, ist das Gamma-Ray-Log (GR) bzw. das Segmentierte Gamma-Ray-Log (SGL). Bei diesen Verfahren wird, ähnlich wie beim bekannten Geigerzähler, die Gammastrahlung der hinter dem Rohr befindlichen Materialien gemessen. Das SGL erfasst diese Strahlung aufgrund der Verwendung von drei um 120 Grad versetzten, in Richtung des Rohrrinneren mit Blei abgeschirmten Detektoren in drei Segmenten. Auch hier ist die radiale Eindringtiefe des Verfahrens vergleichsweise hoch, sodass auch das hinter dem Ringraum der Messstelle oder des Brunnens befindliche Gebirge einen Einfluss auf die Messung hat. Dies gilt jedoch nur bei schmalen Ringräumen, die mit nur schwach gammaaktiven Materialien verfüllt wurden.

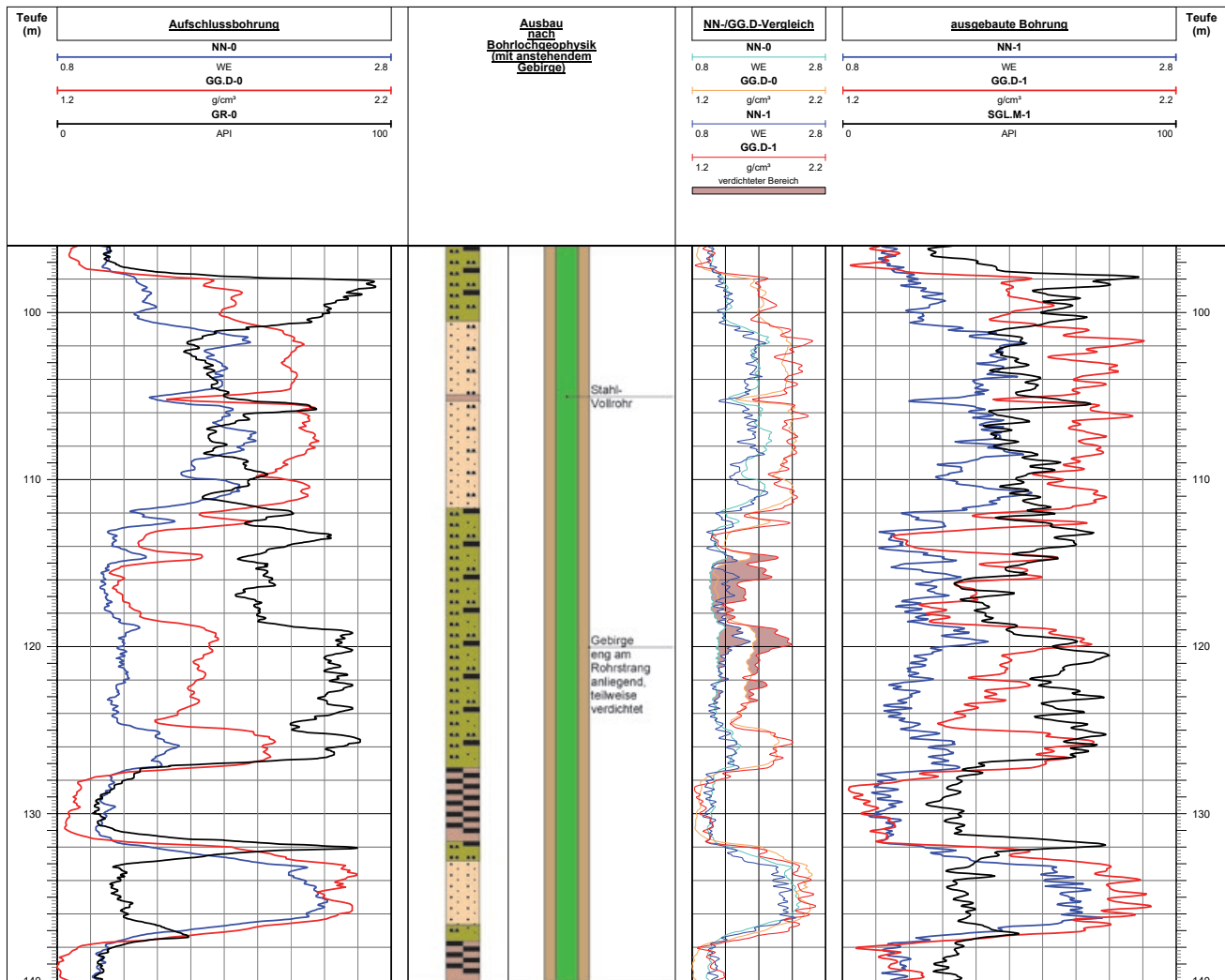


Abb. 6 – Eng am Rohrstrang anliegendes Gebirge kann manchmal auch nach GG.D und NN „sichtbar“ werden.

Für die Interpretation der Messergebnisse sind in jedem Fall geologische Vorab-Informationen nötig, wie etwa ein geologisches Vorprofil oder besser noch ein lithologisches Schichtenverzeichnis vom Aufschlusspunkt des Brunnens, der Messstelle oder einem benachbarten Aufschlusspunkt. Da allerdings, wie eingangs erwähnt, häufig die Vollständigkeit oder Verfügbarkeit der zur Baudokumentation gehörigen Unterlagen ein Problem bei der Untersuchung von alten Objekten darstellt, wird die Arbeit des interpretierenden Geophysikers hier oft erschwert. Es existieren jedoch Ausnahmefälle, denen im nächsten Abschnitt besondere Aufmerksamkeit zukommen soll.

#### Wie wurde der Ringraum verfüllt?

Der Frage nach der korrekten Ringraumverfüllung, insbesondere der nach heutigen Standards [1, 2] fachgerechten hydraulischen Ringraumabdichtung, kommt bei der Beurteilung eines Altbrunnens oder einer Altmessstelle eine entscheidende Bedeutung zu. Ist eine korrekte Abdichtung im Bereich von Grundwassergeringleitern nicht gegeben, bedeutet das fast schon automatisch das Aus für das Bauwerk. Geophysikalisch wird der Ringraum bei Altmessstellen genauso untersucht wie bei einer Neubaukontrolle. Zum Einsatz kommen neben der bereits beschriebenen GR- oder SGL-Messung noch das Gamma-Gamma-Dichte-(GG.D) und

das Neutron-Neutron-Log (NN). Diese beiden Messverfahren arbeiten mit radioaktiven Prüfstrahlern und messen mittels in definierten Abständen von der Strahlenquelle angebrachten Detektoren eine Reststrahlung, die nach dem Passieren des Rohres und des Ringraums noch registriert werden kann. Das GG.D-Log arbeitet dabei, analog zu dem aus der Medizin bekannten Röntgen-Verfahren, mit der Emission und Messung von Gammastrahlung. Grob vereinfacht gilt hier die Regel: Je höher die Dichte der Ringraummaterialien, desto geringer die verbleibende Gammastrahlung, die noch im Detektor registriert werden kann. Beim NN-Log wird Neutronenstrahlung aus der Strahlen-

» Geophysikalische Untersuchungen in Altbrunnen und Alt-Pegeln stellen eine entscheidende Hilfestellung dar, wenn es gilt, Entscheidungen zum Thema Weiter- nutzung, Regenerierung oder Rückbau dieser Bauwerke zu treffen. «

quelle emittiert. Auch hier wird ein oberhalb des Strahlers befindlicher Detektor für die Registrierung der nach Passieren des Ringraums verbleibenden Reststrahlung genutzt. Die Neutronenstrahlung wird dabei umso stärker gedämpft, je höher der Wasserstoffgehalt im Ringraum ist. Daher sind die Messwerte am niedrigsten, wenn sich eine wasserstauende Abdichtung wie etwa eine Tonsperre (Tone haben in der Regel einen hohen Wasserstoffgehalt) hinter dem Rohrstrang befindet. Zuvor wurde bereits ausgeführt, dass die Baudokumentationen von Altbrunnen und Altmessstellen nicht immer verfügbar sind. Somit gibt es oft keine Anhaltspunkte zu den für die Hinterfüllung verwendeten Materialien. Zudem ist aus einigen Erfahrungen bekannt, dass bei älteren Objekten nicht zwingend eine technische Verfüllung des Ringraums gegeben sein muss. Es besteht also die Möglichkeit, dass nach dem Ausbau lediglich das umliegende Gebirge eng an den Rohrstrang herangerückt ist. Entsprechend kann eine geophysikalische Interpretation bei einem solchen Projekt auch etwas vage ausfallen. Einen anderen Fall zeigt jedoch Ab-

bildung 6 auf. Bei dem hier untersuchten Objekt standen für die Interpretation Messdaten sowie eine geophysikalische Interpretation der zugehörigen Aufschlussmessung zur Verfügung, da es sich um eine hydrologische Erkundungsbohrung handelte, die anschließend als Messstelle ausgebaut wurde. Diese Daten waren bereits digitalisiert worden. Die anhand eines umfangreicheren Messprogramms [7] gewonnenen Interpretationsergebnisse ließen sich mittels der neuerlich durchgeführten NN- und GG.D-Messung erstaunlich gut nachvollziehen, sodass geschlussfolgert werden konnte, dass das anstehende Gebirge eng am Rohrstrang anlag. Im Vergleich mit der Aufschlussmessung erhöhte Messwerte des GG.D- und NN-Logs, also Erhöhungen der Dichte, die mit einer Verringerung des Wasserstoffgehaltes einhergehen, konnten somit eindeutig auf das Vorhandensein von Verdichtungszone zurückgeführt werden. Die gute Vergleichbarkeit mit den älteren Messungen war deshalb gewährleistet, weil das aufgrund der Stahlverrohrung stark gedämpfte Messsignal des GG.D-Logs in der Messstelle mithilfe der digi-

talisierten Aufschlussmessdaten optimal an die bestens bekannten lithologischen Verhältnisse angepasst werden konnte. Wenn wie im in Abbildung 6 illustrierten Fall das Gebirge eng an den Rohrstrang herangerückt ist, ist die Möglichkeit, dass auch bei bindigem Gebirge ein dünner, mit Sand gefüllter Ringspalt zwischen Rohrstrang und Gebirge entstanden ist, nach geophysikalischen Gesichtspunkten nicht restlos auszuschließen. In diesem Fall kann die hydraulische Absperrwirkung des Gebirges durch die Errichtung der Messstelle oder des Brunnens aufgehoben sein, was zu hydraulischen Kurzschlüssen führt. Die Funktionstüchtigkeit einer oberhalb des Filterrohres befindlichen Ringraumabdichtung, welcher Form auch immer, kann nach Geophysik jedoch mithilfe des Gasdynamischen Tests (GDT) überprüft werden. Bei diesem Test erfolgt zunächst für spätere Vergleichszwecke eine NN-Nullmessung. Im Anschluss daran wird Stickstoff über die Filterschlitz des Bauwerks in dessen Ringraum bzw. ins Gebirge eingebracht. Da der Stickstoff das Wasser im Ringraum verdrängt, sollte sich bei einer funktio-

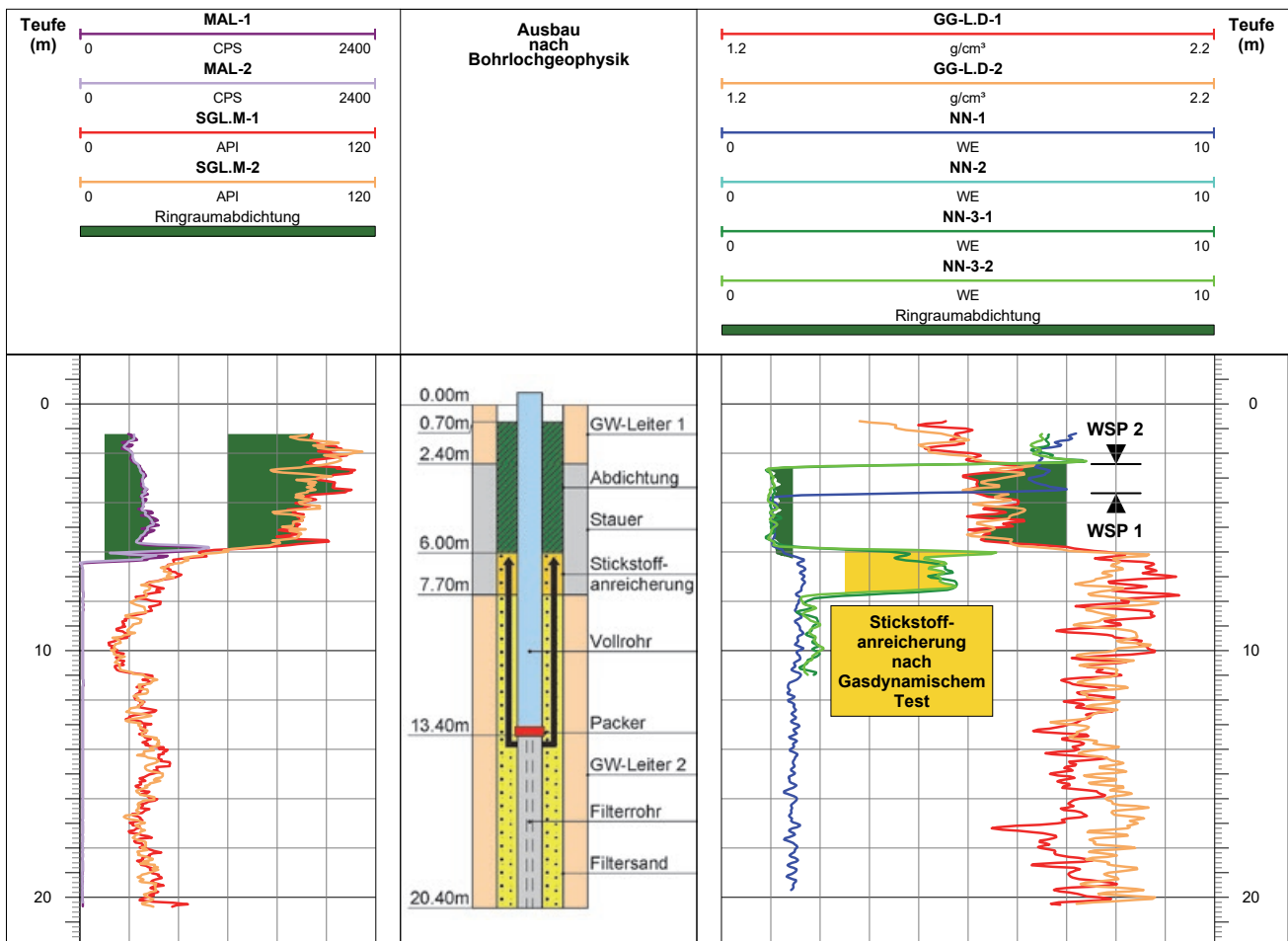


Abb. 7 – Messprinzip des Gasdynamischen Tests (GDT)

nierenden hydraulischen Abdichtung eine deutliche Erhöhung der NN-Messwerte unterhalb dieser Sperrschicht einstellen. Im Vorfeld dieser Untersuchung sind die Erfolgsaussichten des GDT dahingehend abzuschätzen, dass sich der Stickstoff möglichst nicht lateral im Gebirge ausbreiten kann, sondern infolge des lithologischen Aufbaus des Gebirges nach oben aufsteigt (Gasfalle). Das Messprinzip des GDT ist in Abbildung 7 skizziert.

### Welches Resümee kann also aus Sicht der Geophysik gezogen werden?

Brunnen und Pegel können dann zu Altlasten werden, wenn zu vermuten ist, dass sie ihre ursprüngliche Funktion nicht mehr erfüllen oder aber heute gültigen Standards nicht mehr genügen können. Dann stellt sich die Frage, wie weiter mit dem Bauwerk verfahren werden soll: Regenerierung oder Rückbau? Eine Antwort lässt sich insbesondere dann nur schwer finden, wenn nicht mehr alle oder gar keine Unterlagen (Baudokumentation o. Ä.) zur Verfügung stehen.

Die Geophysik kann, sowohl mit als auch ohne optische Untersuchungen, im Rahmen einer Zustandskontrolle entscheidende Hinweise erbringen, die zur Lösung dieses Problems beitragen. So kann optisch und mit geophysikalischen Messverfahren der Zustand der Verrohrung bzw. der verschiedenen zum Bauwerk gehörigen Rohrstränge beurteilt werden. Auch Fragen nach möglichen Hindernissen oder anderen Besonderheiten, die vor allem beim Rückbau zum Tragen kommen, werden oft im Rahmen der Kontrolle des Rohraufbaus geklärt. Als wichtige Verfahren sind hier die Fernsehsondierung (OPT), das Kaliber-Log (CAL) sowie das Elektromagnetische Wanddicken-Log (EMDS) zu nennen. Gegebenenfalls können auch das Fokussierte Elektro-Log (FEL-B) und/oder der Packertest (PA-T) zum Einsatz kommen. Die Neigung des Bauwerks wird durch das Bohrlochverlaufs-Log (BA) untersucht.

Die Fragen nach dem Gebirgsaufbau und der Ringraumverfüllung sind oft eng miteinander verwoben, denn letztendlich geht es vorrangig um Aussagen dazu, ob eine dem Gebirge angepasste Ringraumverfüllung eingebracht wurde. Das größte Augenmerk liegt auf der hydraulisch wirkungsvollen Abdichtung des Ringraums im Bereich von Grundwassergeringleitern. Die Geophysik kann diese Fragestellungen bei geeigneten Bedingungen mittels der radiometrischen Verfahren Gamma-Ray-Log (GR) bzw. Segmentiertem Gamma-Ray-Log (SGL), Gamma-Gamma-Dichte-Log (GG.D), bei Grundwassermessstellen von 100 bis 125 mm besser Dichte-Ringraumscanner-Log (RGG.D) und Neutron-Neutron-Log (NN) sowie gegebenenfalls auch mit dem Induktions-Log (IL) beantworten. Neben diesen eher konventionellen Methoden kann im Zusammenhang mit der hydraulischen Wirksamkeit von Ringraumabdichtungen teilweise auch der Gasdynamische Test (GDT) zur Untersuchung herangezogen werden.

Abschließend bleibt also zu sagen, dass geophysikalische Untersuchungen in Altbrunnen und Altpegeln eine entscheidende, wenn nicht gar unerlässliche Hilfestellung darstellen, wenn es gilt, Entscheidungen zum Thema Weiternutzung, Regenerierung oder Rückbau von diesen Bauwerken zu treffen.

### Literatur

- [1] DVGW-Arbeitsblatt W 121: Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen. wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.  
 [2] DVGW-Arbeitsblatt W 123: Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen. wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.

[3] DVGW-Arbeitsblatt W 135: Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen. wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.

[4] DVGW-Merkblatt W 110: Geophysikalische Untersuchungen in Bohrlöchern und Brunnen zur Erschließung von Grundwasser. wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.

[5] König, J., Baumann, K., Voß, Th. (2011): Detailausbaukontrolle einer Grundwassermessstelle mit bohrlochgeophysikalischen Methoden; bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau, Nr. 4/2011, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.

[6] Fricke, S., Schön, J. (1999): Praktische Bohrlochgeophysik; Spektrum Akademischer Verlag.

[7] Willwacher, I. (2018): Bohrlochgeophysikalische Aufschlussmessungen – ein Schaufenster in die Tiefe; bbr Leitungsbau | Brunnenbau | Geothermie, Nr. 11/2018, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.

### Autor

Jan Greitzke  
 Bohrlochmessung-Storkow GmbH  
 Schützenstr. 33  
 15859 Storkow  
 Tel.: 033678 436-42  
 greitzke@blm-storkow.de  
 www.blm-storkow.de



**STÜWA**  
 BRUNNENFILTER  
 BOHRBEDARF

Gemeinsam für  
 mehr Wasser

STÜWA Konrad Stüklerjürgen GmbH Tel.: 05244 / 407-0 www.stuewa.de