

Radioaktivität in Brunnen und im Förderwasser – ein Phänomen?

Grundwassergüte ■ Insbesondere bei älteren Brunnen wird immer wieder das Phänomen einer deutlich erhöhten Radioaktivität im Filterbereich festgestellt. Neueste Untersuchungen an Brunnen aus Mecklenburg-Vorpommern belegen jedoch auch im Grundwasser – gefördert aus geologischen Formationen, die nach der allgemeinen Lehrmeinung nur wenig radioaktive Elemente aufweisen dürften – erhöhte Urangelhalte.

Für Festgesteinsbrunnen, die oftmals noch in granitischen Gesteinen abgeteuft wurden, ist es nicht ungewöhnlich, wenn bei der Messung der natürlichen Gammastrahlung (GR-Log) Werte ermittelt werden, die oftmals um die 500 API und mehr betragen. Auch in Lockergesteinsformationen sind bis zu einem Meter mächtige, überwiegend tertiäre Schichtpakete gefunden worden, die

eine erhöhte Gammaaktivität aufweisen. Hierbei handelt es sich meist um so genannte „Glimmersande“, das heißt Sande mit einem erhöhten Glimmeranteil, der wiederum auf Grund seines Kaliumgehalts (40K) eine erhöhte Gammaaktivität besitzt – oder um so genannte „Grünsande“, die einen hohen Glaukonitgehalt haben, bei dem ebenfalls der kaliumgehalt für die Strahlungsaktivität ursächlich ist. Ver-

einzelt findet man auch so genannte Schwermineralseifen, deren hohe Gammaaktivität weitestgehend auf ihren Thorium- und Urangelhalt zurückzuführen ist. Zu Zeiten des „Kalten Krieges“ wurden derartige Vorkommen an Schwermineralseifen in der ehemaligen DDR sogar zentral erfasst, da sie als potenzielle Lieferanten des strategisch so bedeutenden Rohstoffes Uran galten.

Bekanntermaßen wurden alle aufgeführten geologischen Schichten nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt, da sie zumeist sehr tief liegen und zudem auf Grund ihrer feinkörnig schluffigen Matrix kaum wasserabgabefähig sind. Um so mehr verwundert, dass, insbesondere bei älteren Brunnen, immer wieder das Phänomen einer deutlich erhöhten Radioaktivität im Filterbereich festgestellt wird. Neueste Untersuchungen an Brunnen aus Mecklenburg-Vorpommern belegen jedoch auch, dass das Grundwasser dort – gefördert aus geologischen Formationen, die nach der allgemeinen Lehrmeinung nur wenig radioaktive Elemente aufweisen dürften – einen erhöhten Urangelhalt hat (Abb. 1).

Gammastrahlenmessung in Brunnen

Die mit der einfachen Gammastrahlenmessung (GR-Log) erfasste Radioaktivität resultiert überwiegend aus dem Zerfall der im Gestein vorhandenen Isotope des Kaliums, Thoriums und Urans (40K, 232Th und 238U). In tertiären und quartären Lockergesteinsformationen, wie wir sie in der gesamten norddeutschen Tiefebene antreffen, sind dabei Messwerte

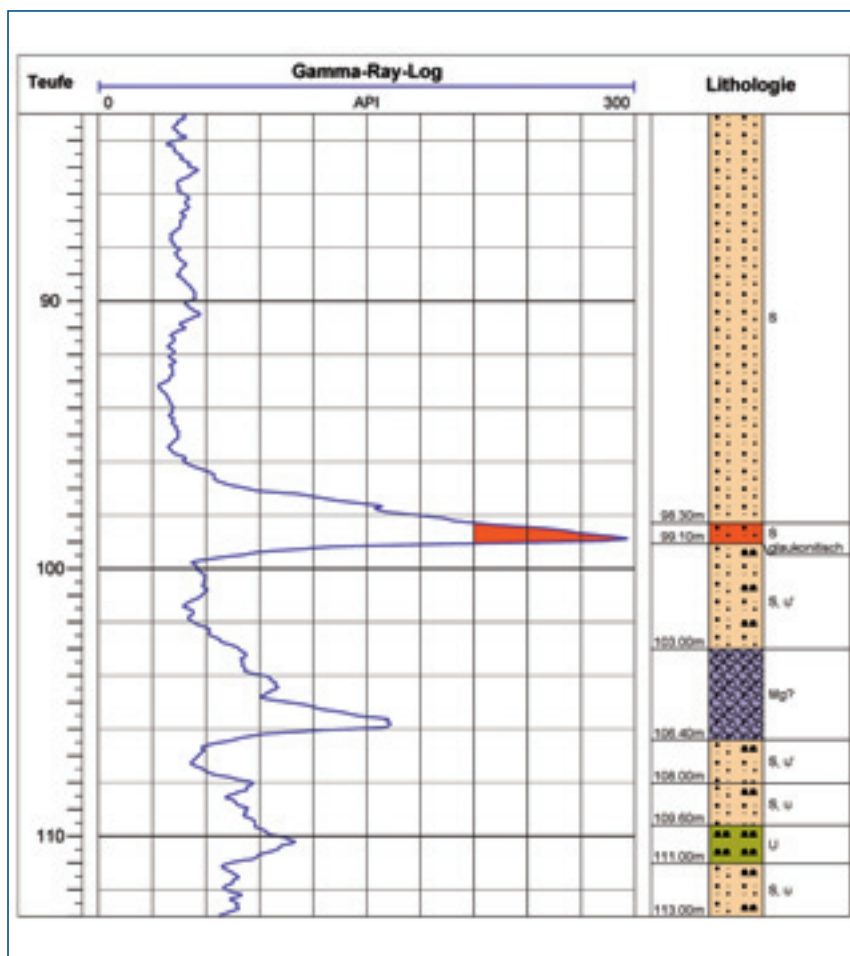
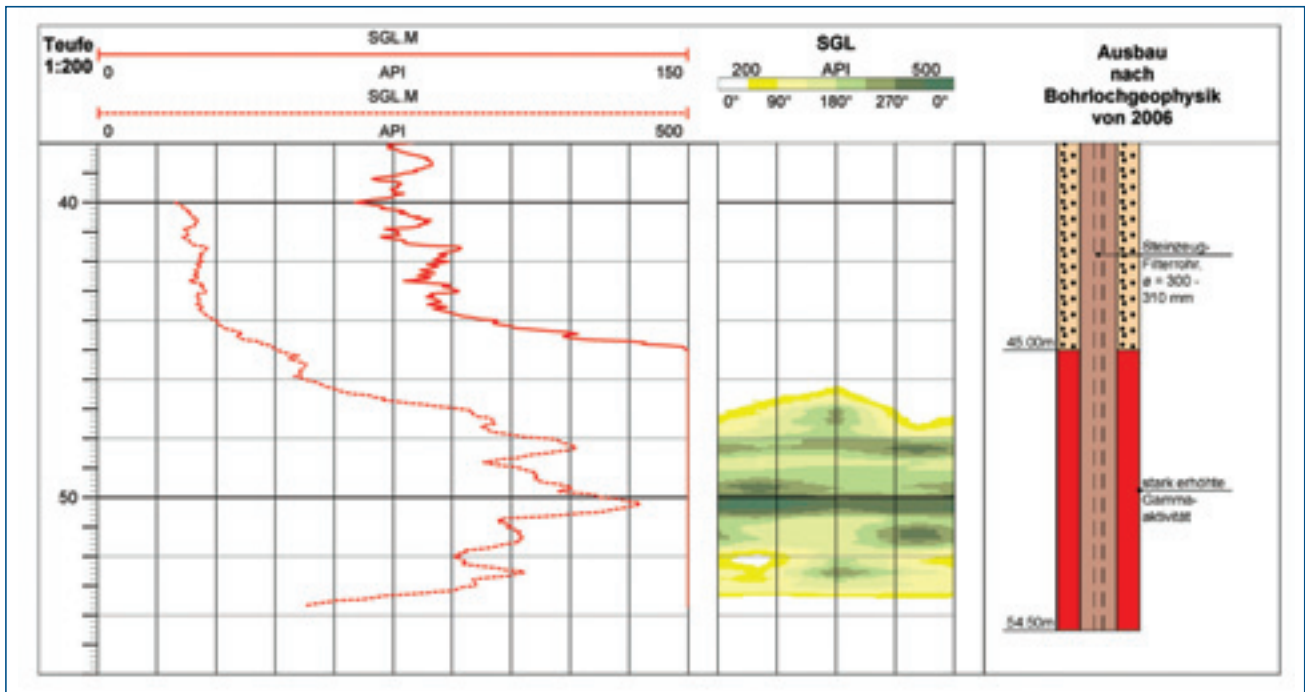


Abb. 1 Beispiel der Messung erhöhter Gammastrahlung in einer Aufschlussbohrung (Mecklenburg-Vorpommern)



Quelle: Blm-Storkow GmbH

Abb. 2 Segmentiertes Gamma-Ray-Log (SGL) aus einem Brunnen (Brandenburg)

- im Sand zwischen 10 bis 40 API,
- im Schluff zwischen 40 bis 90 API und
- im Ton zwischen 90 bis 150 API

als normal anzusehen. Stärker gammaaktive Tone treten dabei selten auf. Die in der Einleitung beschriebenen Sonderfälle der „Glimmer-“ und „Grünsande“ sowie der Schwermineraleisen lassen sich durch einen erfahrenen Geophysiker problemlos identifizieren und treten zudem meist nur in tieferen Lagen und dazu höchst selten auf.

Bei Routinemessungen in Brunnen, meist mit Teufen von nicht mehr als 100 m, konnten jedoch im Bereich der Filter zum Teil Gammaaktivitäten von mehr als 500 API gemessen werden. Bisher wurde diesem Phänomen kaum eine Bedeutung beigemessen, war doch das Ziel der durchgeführten Messungen nicht die Feststellung einer erhöhten Radioaktivität im Brunnen, son-

dern meist der Nachweis von Ringraumabdichtungen. Das genannte Phänomen konnte von den Verfassern bisher in Brunnen der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Berlin und Brandenburg gefunden werden. Dabei wurde festgestellt, dass die erhöhte Gammaaktivität in der Regel einhergeht mit einer deutlichen Ockerbildung im Bereich des Brunnenfilters. Die erhöhten Messwerte sind ganz offensichtlich an die Ockerbildung gebunden, das heißt gammastrahlungsaktive Materialien wurden in die Ockerschicht mit akkumuliert.

Den Autoren wurde berichtet, dass es bei Rückständen aus Brunnenregenerierungen aufgrund der erhöhten radioaktiven Strahlung schon zu Problemen der Entsorgung gekommen sein soll. In einem den Autoren bekannten Fall wurden in einem Brunnen auch spektrale Gammamessungen durchge-

führt; die Aufnahme der Gammastrahlung erfolgte entsprechend ihrer Energiespektren, um sie so bestimmten radioaktiven Isotopen zuordnen zu können. Dabei stellte sich zumindest in diesem Fall heraus, dass die gemessenen Aktivitäten ausschließlich auf erhöhte Gehalte an Uran-238 und Thorium-232 zurückzuführen war [1].

In **Abbildung 2** ist, beginnend bei 46 m bis zur Teufe von etwa 53 m, ein deutliches Maximum der Gammastrahlung zu erkennen. Die hohen Strahlungswerte sind ausschließlich im Filterbereich anzutreffen. Die Gammaaktivität erreicht dabei fast 500 API. Als normal könnte man Werte von 10 bis maximal 40 API ansehen. Das segmentierte Gamma-Ray-Log (SGL), dass die natürliche Gammastrahlung über 360°, somit über den gesamten Ringraum erfasst, weist dabei aus, dass die Strahlungsaktivität horizontal annähernd gleichverteilt über den Ringraum ist. ▶



BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH

D-15859 Storkow - Straße der Jugend 32 Tel./Fax: +49 33678 436 30 / 436 31 - <http://www.blm-storkow.de>

**Geophysikalische Messungen und
Kamerabefahrungen in Brunnen und Grundwassermessstellen**

Quelle: LAGuS-Mecklenburg-Vorpommern

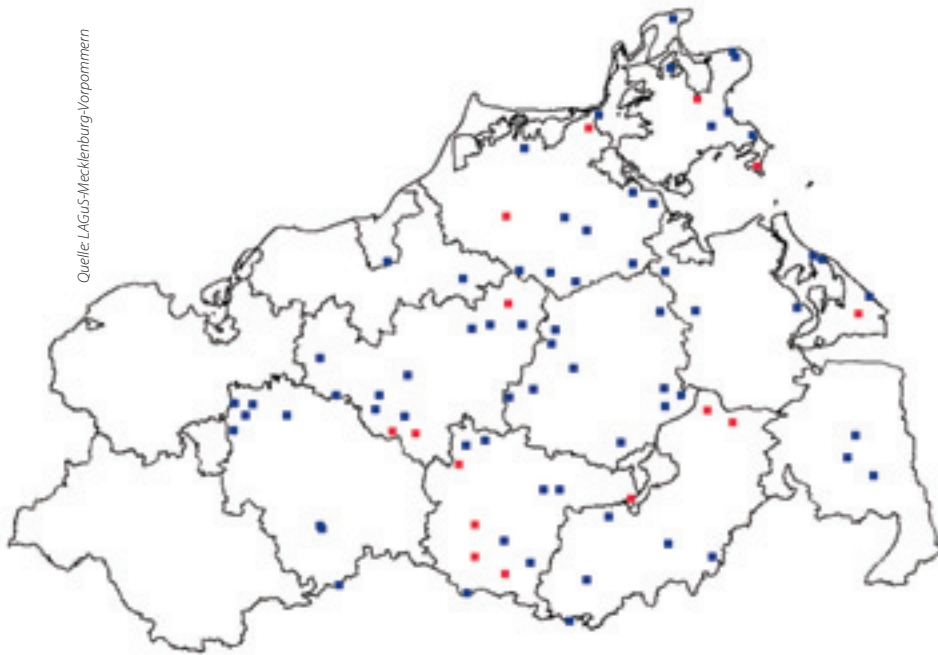


Abb. 3 Wasserwerksstandorte mit erhöhten Urangelhalten in Mecklenburg-Vorpommern (blaue Punkte bis 5 µg/l; rote Punkte > 5 µg/l)



Quelle: Bim-Storkow GmbH

Abb. 4 Das Mess-Equipment im Einsatz

Bekannt ist auch, dass es in Brunnen immer dann zu einer verstärkten Verockerung kommt, wenn im Bereich des Filters eine Änderung des pH-Wertes und/oder des Sauerstoffgehaltes erfolgt, was wiederum oftmals durch die Vermischung von sauerstoffreichen Oberflächenwässern mit dem geförderten Grundwasser verursacht wird. Hierfür seien fehlende Ringraumabdichtungen oder undichte Rohrverbindungen nur als zwei mögliche Ursachen genannt. Ausfällungserscheinungen von Eisen und Mangan sind die Folge. Denkbar ist, dass es infolge derartiger physikochemischer Prozesse auch zur Ausfällung von Uranverbindungen kommt. Unklar ist jedoch, woher dieses Uran stammt, durch welche Prozesse es mobilisiert und transportiert wird, welche Faktoren für die Anreicherung in der Ockerschicht verantwortlich sind und im Zusammenhang damit: warum dieses Phänomen nur bei vergleichsweise wenigen Brunnen zu finden ist?

Uran im Förderwasser

Das Uran gehört zu den natürlichen Radionukliden. Es ist ein vergleichsweise häufiges Schwermetall. In der Erdkruste kommt es mit 4 mg/kg vor und ist damit stärker vertreten als Elemente wie beispielsweise Cadmium, Zinn, Quecksilber oder Selen [2]. In der aquatischen Umwelt ist Uran ubiquitär verbreitet. Es wird in Flüssen, Meer-, Grund- und Trinkwässern gefunden [3], wobei der Gehalt im Grundwasser meist deutlich unter 2 µg/l liegt. Aus gesundheitlicher Sicht ist Uran nicht unbedenklich, da es als radioaktives Schwermetall sowohl die Nieren als auch die Leber schädigen kann. Schon aus diesem Grunde ist es geboten, dem Körper so wenig Uran wie möglich zuzuführen. Im Hinblick auf das Trinkwasser werden deshalb gegenwärtig verschiedene Grenzwerte

Anzahl der untersuchten Wasserversorgungsanlagen	Urankonzentration im Reinwasser
379	< 0,5 µg/l
80	zwischen 0,5 und 5,0 µg/l
10	zwischen 5,0 und 10,0 µg/l
7	>10,0 µg/l

Tabelle 1 Ergebnisse der Untersuchung zentraler Wasserversorgungsanlagen mit Wasserabgaben über 1.000 m³/Jahr

Anzahl der untersuchten Wasserversorgungsanlagen	Urankonzentration im Reinwasser
28	< 0,5 µg/l
178	zwischen 0,5 und 5,0 µg/l
19	zwischen 5,0 und 10,0 µg/l
11	>10,0 µg/l

Tabelle 2 Ergebnisse der Untersuchung von Kleinanlagen mit Leistungen unter 1.000 m³/Jahr

diskutiert [4] und eine verstärkte Überwachung gemäß § 6 der Trinkwasserverordnung [5] erwogen.

Hinsichtlich der Datenlage zum Vorkommen von Uran in Trinkwässern Deutschlands gibt es zurzeit erhebliche Defizite, die es vor dem Hintergrund der hygienischen Bewertungsdebatte dringend zu beseitigen gilt.

Nach der Durchführung orientierender Messungen im Jahre 2003 mit Befunden, die teilweise oberhalb von 2 µg/l (alter UBA-Leitwert) lagen, wurden 2004 in Zusammenarbeit mit den Gesundheitsämtern in Mecklenburg-Vorpommern Uran-Messungen durchgeführt. Die Analysen wurden mit einem ICP-MS-Gerät vom Typ X5 mit Xi-Interface der Firma Thermo Electron Corporation vorgenommen. Das Analysenverfahren beruhte auf der EN ISO 17294-2:2004 [6]. Die Methodenvalidierung erfolgte mittels einem auf NIST rückführbaren Uran-

standard (Ultra Scientific) nach DIN 32645. Mit dem Verfahren wurde eine Bestimmungsgrenze von 0,5 µg U/l erreicht. Von August 2004 bis Ende 2005 wurden von den 513 Wasserwerken Mecklenburg-Vorpommerns 476 mindestens einmal auf Uran untersucht, das sind 92,6 Prozent der Wasserwerke. Die Proben wurden am Wasserwerksausgang durch die zuständigen Gesundheitsämter entnommen.

An ausgewählten Standorten wurden auch die Förderbrunnen untersucht. Es zeigte sich, dass die eingesetzten Aufbereitungsverfahren zu keiner Uranreduktion im Reinwasser führten. Die Urankonzentrationen im Förderwasser und im Reinwasser sind nahezu gleich (Tab. 1). Der Maximalwert der Urankonzentration lag dabei bei einem Wasserwerk bei 26,4 µg/l. Gleichzeitig wurden Wasserproben aus 236 Kleinanlagen mit Wasserabgaben unter 1.000 m³/Jahr auf Uran unter-

sucht (Tab. 2). Der gemessene Maximalwert betrug hier 22,4 µg/l.

Der UBA-Leitwert [4] von 7 µg/l wurde damit in 12 Wasserwerken und in 18 Kleinanlagen überschritten. Bisher nahm man an, dass in der norddeutschen Tiefebene nicht mit Uran in erhöhten Konzentrationen zu rechnen sei. Aus der Häufigkeitsverteilung für Uran in Kleinanlagen lassen sich keine wesentlichen Unterschiede zu den Ergebnissen vergleichbarer Untersuchungen aus Sachsen und Bayern feststellen. Somit scheiden die bis da angenommenen geologischen Verhältnisse als alleinige Erklärung aus, denn in Thüringen und Bayern finden wir verstärkt Brunnen in Festgesteinen, in Mecklenburg-Vorpommern jedoch ausschließlich Brunnen in Lockergesteinsformationen. Die Verteilung der Wasserwerksstandorte mit erhöhten Urangelhalten in Mecklenburg-Vorpommern lässt zudem auch keinerlei Systematik erkennen (Abb. 3). ▶

www.brunnenfilter.de

individuell & schnell

JOHANN STOCKMANN
BRUNNENFILTERBAU · KUNSTSTOFFTECHNIK

DIN EN ISO 9001

Filter und Vollrohre aus PEHD:

Länge: bis 6.000 mm	geloht , auch teilweise
Durchmesser: bis 630 mm	Bohrung: 8,00/ 10,00/ 12,00/ 15,00
Gewindeverbindung möglich	Sonderbauteile:
quergeschlitzt , auch teilweise	Brunnenköpfe, auch in elektrisch leitfähig
Schlitze ab 0,20 mm abhängig von der Wandstärke	Teleskoprohre
	Kunststoffschweißprüfung nach DVS 2212

48231 Warendorf · Bartholomäusstr. 1 · Fon 0 25 84/93 00-0 · Fax 93 00 40

Ihr Partner für den Brunnenbau

STÜWA
BRUNNENFILTER
BOHRBEDARF

Aus eigener Produktion seit über 120 JAHREN

STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH
Hemmersweg 80 • D-33397 Rietberg (Varensell)
Tel.: 05244 / 407-0 • Fax: 05244 / 1670
Internet: www.stuewa.de
E-Mail: info@stuewa.de

Mögliche Ursachen und Fazit

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich weder bestätigen noch ausschließen, dass die in den Brunnen gemessene erhöhte Radioaktivität mit den im Wasser gefundenen erhöhten Urangehalten korrespondiert. Hierzu wäre notwendig, entsprechende Wasseranalysen in Brunnen mit hoher Gammaaktivität vorzunehmen bzw. in den Brunnen Gammamessungen durchzuführen, bei denen im Rohwasser erhöhte Urankonzentrationen festgestellt wurden. Beides ist bis zum heutigen Tag leider noch nicht erfolgt bzw. sind derartige Aktivitäten den Autoren nicht bekannt.

Als mögliche „Lieferanten“ des Urans, zumindest im Sinne einer Arbeitshypothese, sind dabei folgende zu diskutieren:

- aufsteigende Wässer aus tieferen geologischen Formationen, z. B. aus dem Bereich von Schwermineraleisen (Dies scheint jedoch unwahrscheinlich, da zum Teil massive bindige Schichten über den dafür in Frage kommenden geologischen Formationen lagern. Die Uranverbindungen der Schwermineraleisen sind auch weitestgehend wasserunlöslich.),
- Austrag von Düngemitteln durch die Landwirtschaft, insbesondere Phosphatdüngemittel, von denen ein erhöhter Urangehalt bekannt ist,
- frühere Versickerung von weitestgehend ungereinigten Kommunalabwässern auf so genannten „Rieselfeldern“ (Dies ist zumindest in einem Fall – aufgrund seiner Lage – als mögliche Ursache für die erhöhte Gammaaktivität im Brunnen denkbar.),
- industrielle Altlasten, etwa durch ehemalige Rüstungsbetriebe, in denen z. B. uranhaltige Farben verarbeitet wurden (Hier gab es bisher nur an einem Standort einen wagen Hinweis.),
- frühere Verwendung von starken Kobalt-60-Strahlenquellen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR zur Keimfreiheit des Förderwassers und zur Verhinderung der Verockerung der Brunnen (Dies erklärt aber nicht, warum erhöhte Gammaaktivitäten auch in Brunnen der alten Bundesländer gemessen wurden. Es kann auch deswegen weitestgehend ausge-

schlossen werden, da alle Strahlenquellen schon seit etwa zehn Jahren unversehrt aus den Brunnen geborgen wurden.),

- geochemisch oder anthropogen bedingte erhöhte Wasserlöslichkeit von im Gestein (z. B. in Kiesen) natürlich vorkommenden Uranverbindungen,
- brunnenbetriebsbedingte Änderungen der physikalischen und/oder chemischen Verhältnisse, die schließlich zur Mobilisierung, zum Transport und zur Ausfällung der gammaaktiven Substanzen führen.

Wahrscheinlich sind noch verschiedene andere hypothetische Ansätze denkbar, deren Stichhaltigkeit jedoch auch durch entsprechende Untersuchungen überprüft werden müsste.

Insgesamt muss festgestellt werden, dass hier ein erheblicher Untersuchungsbedarf besteht. Es kann auch nicht angenommen werden, dass die Uranbefunde im Förderwasser von Brunnen aus Mecklenburg-Vorpommern ein spezifisches Problem dieses Bundeslandes sind. In anderen Bundesländern mit vergleichbaren geologischen Verhältnissen (z. B. Brandenburg, Teile von Niedersachsen oder Schleswig-Holstein) wurden nach Kenntnis der Autoren bisher derartige Untersuchungen an Wasserproben, zumindest flächendeckend, noch nicht durchgeführt.

Bezüglich der Aufbereitung sind derartige Wässer als relativ problematisch zu betrachten. Ein weiteres Problem entstände im Zusammenhang mit der Aufbereitung des Wassers bei der Entsorgung der Aufbereitungsrückstände,

die entsprechend der Strahlenschutzverordnung als radioaktiver Sonderabfall deklariert werden müssten. Besser wäre es, schon im Vorfeld der Projektierung von Brunnenstandorten und/oder Brunnenbauwerken mehr Kenntnisse über die Zusammenhänge der hier beschriebenen Phänomene zu besitzen, um so zielgerichtet Brunnenstandorte auszuwählen und/oder bestimmte Brunnenbauweisen vorzunehmen oder Einfluss auf das Betriebsregime der Brunnen nehmen zu können. Um zu den hierfür notwendigen Erkenntnissen zu gelangen, sind jedoch noch deutlich weiter reichende als die von den Autoren kurz vorgestellten Untersuchungen erforderlich.

Die Autoren würden sich freuen, wenn sie Mitteilung darüber erhielten, wo und in welcher Form vergleichbare Phänomene wie hier beschrieben festgestellt wurden.

Literatur

- [1] B. Burde, E. Volkmar: *Technischer Bericht zu gammaspektrometrischen Untersuchungen; Bericht der BLM GmbH, unveröffentlichter Bericht 1992*
- [2] nach J. Dybek: „Zur Geochemie und Lagerstättenkunde des Urans“, 1962
- [3] F. J. Dahlkamp: „Uranium Ore Deposits“, Springer Verlag 1993
- [4] R. Konietzka, H. H. Dieter, J.-U. Voss: „Vorschlag für einen gesundheitlichen Leitwert für Uran im Trinkwasser“ in *Umweltmed. Forsch. Prax.* 10 (2), S. 133-143, 2005
- [5] *Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001, BGBl 2001, I Nr. 24, S. 959-980*
- [6] EN ISO 17294-2: 2004 *Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen*

Autoren:

Dipl.-Geol. Karsten Baumann
Bohrlochmessung-Storkow GmbH

Straße der Jugend 32
15859 Storkow
Tel.: 033678 4363-0
Fax: 033678 4363-1

E-Mail: baumann@blm-storkow.de
Internet: www.blm-storkow.de

Dr. rer. nat. Wilfried Puchert
Landesamt für Gesundheit und Soziales
Mecklenburg-Vorpommern
Dezernat Umwelthygiene/Umweltmedizin
Bornhövedstr. 78
19055 Schwerin
Tel.: 0385 5001-157
Fax: 0385 5001-118

E-Mail: wilfried.puchert@lagus.mv-regierung.de
Internet: www.lagus.mv-regierung.de 