Bestimmung von Hintergrundwerten, Regionalisierung von Beschaffenheitsdaten und Ableitung von Schwellenwerten für das Grundwasser Sachsen-Anhalts gemäß der Grundwasserrichtlinie der EU

Dr. Stephan Hannappel [1], Dipl. Ing. Angela Scheibner [2], Dipl. Ing. (FH) Eike Barthel [2] & Dr. Rolf Kater

[1] HYDOR Consult GmbH, Am Borsigturm 40, 13507 Berlin, hannappel@hydor.de

[2] Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) Sachsen-Anhalt, Willi-Brundert-Str. 14, 06132 Halle (Saale), Eike.Barthel@lhw.mlu.sachsen-anhalt.de, ang

[3] Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Straße 38, 06118 Halle (Saale), Kater@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

HYDOR

LHW Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) www.lhw.sachsen-anhalt.de

Zielstellung

Ziel der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist es, nach einheitlichen Kriterien für das Grundwasser einen guten chemischen Zustand zu erreichen bzw. zu bewahren. Die „Richtlinie des europäischen Parlamentes und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung“ (GWTR) präzisiert diese Zielstellung durch konkrete Kriterien, anhand derer der „gute chemische Zustand“ zu erreichen ist. Zur Erfüllung der Aufgaben, sind detaillierte fachspezifische Bewertungen erforderlich. Hierzu zählen u. a. die Ermittlung der aktuellen und flächenhaften chemischen Konzentrationen im Grundwasser im Verhältnis zu den im Anhang I der GWTR aufgeführten Grundwasserqualitätsnormen und Schwellenwerten. Diese orientieren sich an dem Schutz des Grundwasserkörpers unter besonderer Berücksichtigung seiner Auswirkungen auf verbundene Oberflächengewässer und davon unmittelbar abhängende terrestrische Ökosysteme und Feuchtgebiete.

Eine bedeutende Grundlage bilden die Hintergrundwerte, die in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Verhältnissen das weitestgehend natürliche und anthropogen unbeeinflusste Grundwasser charakterisieren. Die festzulegenden Hintergrundwerte stellen ein wichtiges Kriterium bei der Aufstellung von Monitoring- und Maßnahmeplänen dar. Sie bilden darüber hinaus die Grundlage für die Festlegung von grundwasserkörperbezogenen Schwellenwerten zur Beurteilung von Grundwasserschäden (LAWA 2007, BMU 2008).

Die für das Grundwasser in Sachsen-Anhalt ermittelten natürlichen Hintergrundwerte wurden über rangstatistische Methoden erarbeitet (HYDOR 2008). Des Weiteren wurde für typische Parameter der diffusen Belastung eine Regionalisierung durchgeführt. Anschließend wurden für jeden Grundwasserkörper die Schwellenwerte berechnet, anhand derer anschließend der „gute chemische Zustand“ des Grundwasserköpers ermittelt werden konnte.

Datenbasis Hintergrundgehalte

Die Bearbeitung geschah mit digital verfügbaren punktbezogenen Daten aus Beständen des LHW und des Landesamtes für Geologie und Bergbau (LAGB). Sie basierten einerseits auf punktbezogenen Daten zu Grundwasseraufschlüssen (s. Abb. 1) und andererseits auf flächenbezogenen Daten zur Verbreitung hydrogeochemisch relevanter und wasserwirtschaftlich genutzter Einheiten bzw. Grundwasserleiter in Sachsen-Anhalt. Diese wurden vor der statistischen Auswertung der punktbezogenen Daten flächenhaft ausgewiesen. Sie dienten dann als raumbezogene Grundlage für die Ermittlung der Hintergrundgehalte. Der hydrochemische Bezug wurde bei der Ausweisung beachtet. Grundwasserleiter, deren geochemische Eigenschaften einen relevanten Einfluss auf die Beschaffenheitsentwicklung des Grundwassers erwarten lassen, wurden dementsprechend besonders beachtet.

Für die Ausweisung wurden bisher vorhandene und räumlich in Sachsen-Anhalt ausgewiesene Einheiten (z. B. hydrogeologische Räume, Einheiten der HK 50) verwendet. Die Ausweisung der 14 Bezugseinheiten wurde seitens des LAGB vorgenommen (s. Abb. 1):

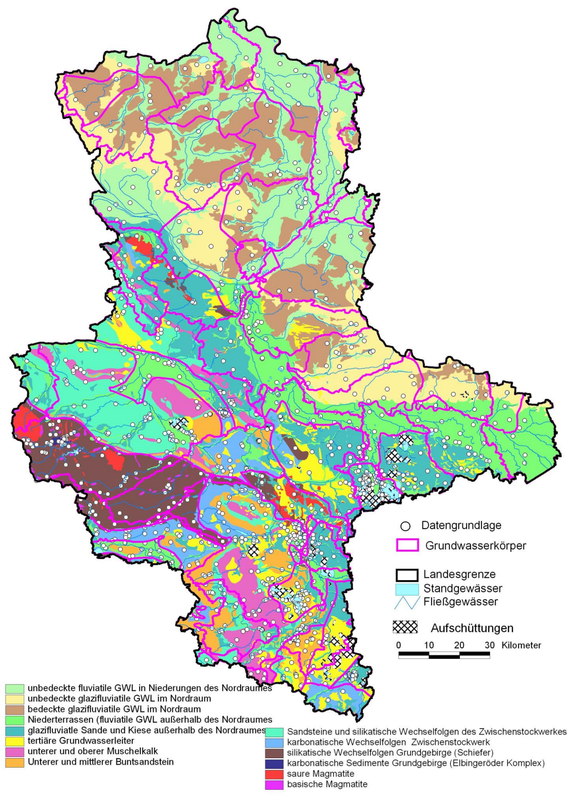

Abb. 1: Vierzehn hydrogeologische Bezugseinheiten in Sachsen-Anhalt

Die Ausweisung lehnt sich methodisch an die Bezugseinheiten der bundesweiten Bestimmung der „natürlichen, ubiquitär überprägten Grundwasserbeschaffenheit“ (KUNKEL et al. 2004) an, berücksichtigte aber auch die landesspezifschen Gegebenheiten und nicht zuletzt die tatsächlich vorhandene Datenbasis.

Aufbereitung der Datenbasis

Die Aufbereitung der punktbezogenen Datenbasis umfasste u. a. messwertbezogene Plausibilitätsprüfungen, die Ermittlung von Ionenbilanzabweichungen und die Eliminierung von Analysen mit einer Abweichung > 10 % Ionenbilanzfehler. Außerdem wurden parameterbezogen die hydrochemischen Unterschiede zwischen den Bezugseinheiten analysiert (s. Abb. 2) und die Vielfalt der Bezugs-

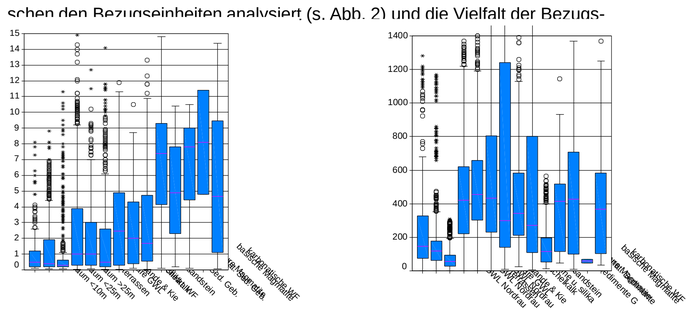

Abb. 2: Parameterbezogene Konzentrationsunterschiede zwischen den 14 ausgewählten hydrogeologischen Bezugseinheiten

einheiten innerhalb der 77 ausgewiesenen „Grundwasserkörper“ des Landes Sachsen-Anhalt ermittelt (s. Abb. 3). Letztere stellen das zentrale räumliche Gliederungselement zur Umsetzung der Aufgaben der wasserrahmen- und Grundwasserrichtlinie für die nächsten Jahre dar.

Ermittlung der Hintergrundwerte

Für die Bestimmung der Hintergrundwerte war es notwendig, ein landesspezifisches Verfahren zu entwickeln, da hierzu länderübergreifend in Deutschland keine Methoden existieren. Unter dem Begriff „Hintergrundwerte“ i. S. von „natürlicher Grundwasserbeschaffenheit“ wurde auf die Begriffsdefinition des ATV-DVWK/DVGW-Projektkreises „Natürliche Grundwasserbeschaffenheit“ zurück gegriffen, die in SCHENK (2003) veröffentlicht ist. Danach weist ein Grundwasser eine natürliche Beschaffenheit auf, wenn sein Stoffgehalt:

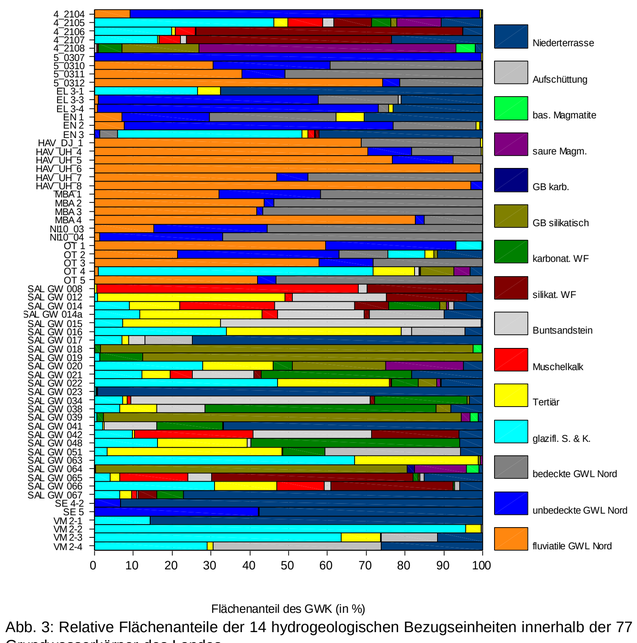

Abb. 3: Relative Flächenanteile der 14 hydrogeologischen Bezugseinheiten innerhalb der 77 Grundwasserkörper des Landes

„… aus anthropogen nicht wesentlich veränderten Böden und Gesteinen aufgenommen wurde“. Als solche gelten Böden und Gesteine, „…die der normalen, für eine Jahrhunderte alte Kulturlandschaft typischen Überprägung unterliegen“.

Diese Definition unterscheidet sich vom bisher gebräuchlichen Verständnis durch die Einbeziehung einer anthropogenen Überprägungskomponente. Sie be-sagt allerdings auch, dass der betreffende Stoffgehalt aus nicht „wesentlich veränderten Böden und Gesteinen“ stammen muss. Die Frage ist also z. B., ob hohe Nitratgehalte vor allem aus dem natürlichen Stoffinhalt der Böden und Gesteine stammen oder von außen zugeführt wurden. Für diesen Stoff ist davon auszugehen, dass der Stickstoff nicht aus den Böden und Gesteinen selbst stammt, sondern aus anthropogen zugeführten Komponenten. Deswegen können also aktuell hohe Nitratgehalte eindeutig als anthropogene Belastungen interpretiert werden. Als rein „natürlich“ wären diese Werte nur dann zu interpretieren, wenn sie aus den Böden und Gesteinen selbst stammen und durch Aktivitäten des Menschen lediglich verstärkt mobilisiert worden sind.

Zur Ableitung konzentrations- und parameterbezogener Spannweiten der Hintergrundwerte wurde ein rangstatistisches Verfahren (s. Abb. 4) entwickelt und eingesetzt, das in einem iterativen Ablauf (s. Abb. 5) jeweils charakteristische „Beeinflussungstypen“ postuliert und Analysen aus der Datenbasis aussondert, die oberhalb bestimmter Schwellenwerte von Leitparametern liegen, die als typisch für die Beeinflussung angesehen werden.

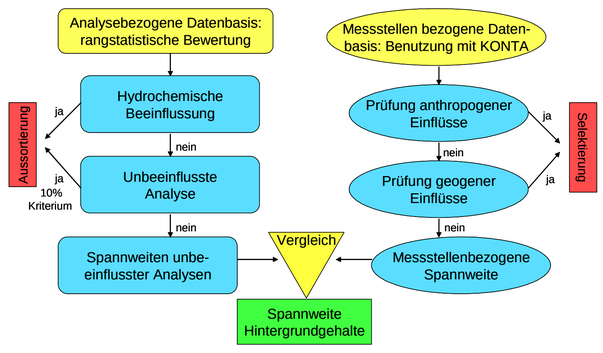

Abb. 4: Schema der Methodik zur Ausweisung der Hintergrundgehalte

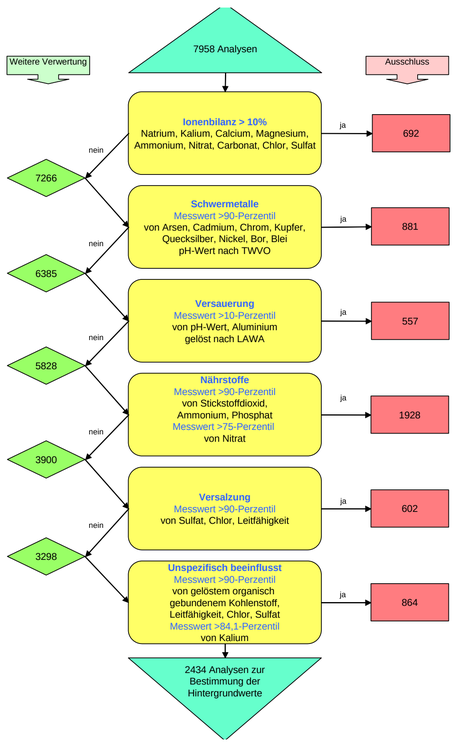

Abb. 5: Ablauf des iterativen rangstatistischern Verfahrens der Beeinflussungstypen

Das Verfahren wurde bereits in einer Reihe von Ländern für überregionale Fragestellungen eingesetzt (LUA 1996, Lückstädt et al. 2004, HYDOR 2006, KUHN et al. 2007). Mit den 2434 Grundwasseranalysen wurden anschließend die Spannweiten der Hintergrundwerte für etwa 30 Parameter festgelegt. Tab. 1 zeigt diese differenziert nach den hydrogeologischen Bezugseinheiten.

Tab. 1: Spannweiten der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit

Hydrogeologische Bezugseinheit	Ammonium	Nitrat	Chlorid	Sulfat
Einheit	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Quartär Nordraum < 10 m	0,03 - 0,50	0,2 - 3,7	3 - 73	55 - 197
Quartär Nordraum 10 - 25 m	0,39 - 0,30	0,1 - 1,8	9 - 60	189 - 122
Quartär Nordraum > 25 m	0,07 - 0,20	0,1 - 0,7	1 - 53	8 - 100
Niederterrasse	0,02 - 0,90	0,1 - 13,0	40 - 427	246 - 625
glazifluviatile Sande & Kiese	0,02 - 0,40	0,1 - 14,0	18 - 166	167 - 506
Tertiär	0,09 - 1,40	0,1 - 1,0	19 - 178	38 - 512
Muschelkalk	0,02 - 0,06	0,1 - 10,9	28 - 144	154 - 543
Buntsandstein (su & sm)	0,02 - 0,08	0,1 - 8,4	12 - 83	30 - 229
silikatische Wechselfolgen	0,02 - 0,35	0,1 - 7,6	11 - 105	82 - 520
karbonatische Wechselfolgen	0,02 - 0,05	13,9 - 7,7	20 - 87	112 - 700
Grundgebirge silikatisch	0,02 - 0,03	2,0 - 14,0	5 - 22	27 - 121
Grundgebirge karbonatisch	0,01 - 0,02	2,3 - 8,7	19 - 58	9 - 123
saure Magmatite	0,01 - 0,03	- 8,0	- 37	8 - 16
basische Magmatite	- 0,1	- 2,7	0,3 - 7,4	48 - 65

Regionalisierung ausgewählter Parameter

Anschließend wurde für fünf typische Inhaltsstoffe des diffus wirksamen Eintrages (Nitrat, Ammonium, Chlorid, Sulfat und Kalium) eine geostatistisch basierte Regionalisierung der Beschaffenheitsdaten auf Grundlage einer - mit Daten vom LAGB - erweiterten Datenbasis vorgenommen. Im Ergebnis stehen flächenbezogene Angaben zu den Konzentrationen der Stoffe, die mittels des in Baden-Württemberg entwickelten Programms SIMIK+ (Bardossy et al 1997), das ebenfalls bereits in einer Reihe weiterer Bundesländer eingesetzt worden ist (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen), ermittelt wurden. Abb. 6 zeigt exemplarisch das Ergebnis für Nitrat:

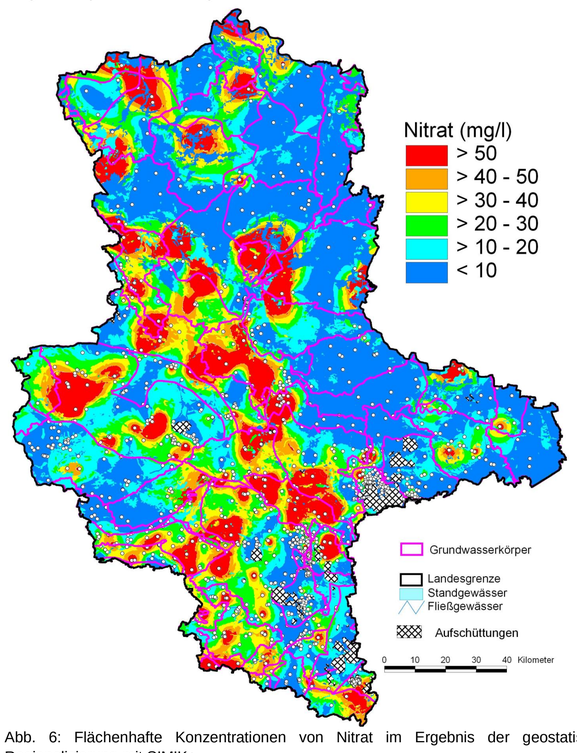

Abb. 6: Flächenhafte Konzentrationen von Nitrat im Ergebnis der geostatistischen Regionalisierung mit SIMIK+

Die Ergebnisse der Regionalisierung dienten anschließend als Grundlage zur Ermittlung des chemischen Zustandes der 77 Grundwasserkörper des Landes. Hierbei wurde dem seitens der LAWA und des BMU empfohlenen Ansatz gefolgt, indem die Flächengrößen pro Körper ermittelt wurden, innerhalb derer die Konzentrationen der Stoffe, für die nach der Grundwasserrichtlinie Schwellenwerte festzulegen sind, oberhalb dieser Werte liegen. Lagen die vorher ermittelten Hintergrundwerte in den hydrogeologischen Bezugseinheiten über den Schwellenwerten, wurden letztere bei dieser Analyse entsprechend angehoben, so dass den hydrogeologischen Besonderheiten in einigen Landesteilen Rechnung getragen werden konnte.

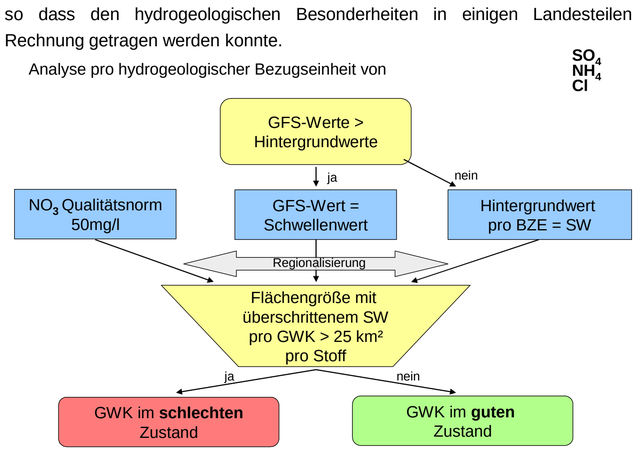

Abb. 7: Schema zur Bewertung der Grundwasserkörper

Im Anschluss an dieses für vier Parameter durchgeführte Verfahren wurde eine parameterübergreifende Aggregierung der Zustandsbewertung vorgenommen. Dabei zeigte sich, dass nach dieser Methode 36 der 77 Körper im “schlechten” Zustand (s. Abb. 8) sind, so dass hier jeweils Maßnahmen ergriffen werden müssten. Für weitere in der Richtlinie aufgeführte Stoffe (Pflanzenschutzmittel, Chlorkohlenwasserstoffe und Spurenelemente) konnte diese Analyse bisher mangels einer ausreichenden Datengrundlage nicht durchgeführt werden.

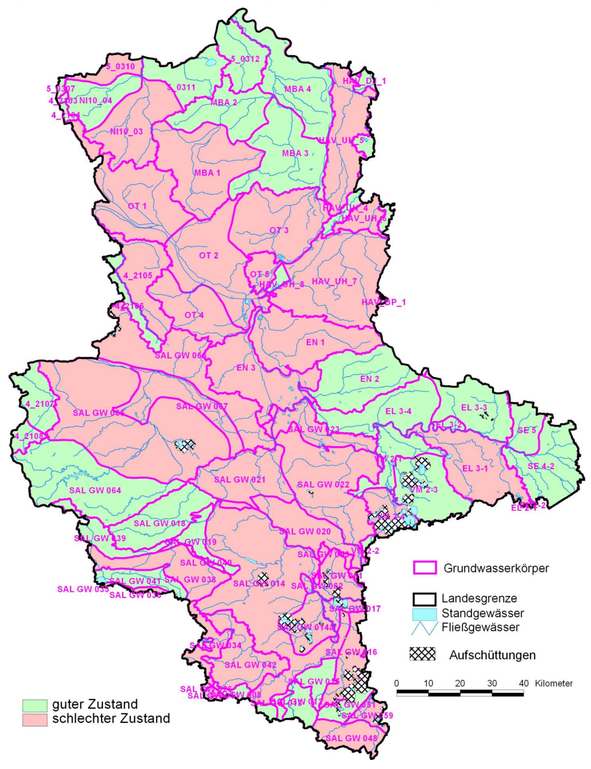

Abb. 8: Parameterübergreifende Aggregierung der Bewertung des chemischen Zustandes der Grundwasserkörper

Literatur

BÁRDOSSY, A., U. HABERLANDT UND J. GRIMM-STRELE (1997): Interpolation of Groundwater Quality Parameters Using Additional Information, geoENV I - Geostatistics for Environmental Applications, Kluver Academic Publishers.

BMU (2008): Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Entwurf, Stand: 18.01.2008 (unveröff.)

HYDOR (2006): Methodik zur chemischen Charakterisierung von Grundwasserkörpern nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie durch Grundwassermessstellen.- FuE-Bericht im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Radebeul (unveröff.)

HYDOR (2008): Bestimmung von Hintergrundwerten für das Grundwasser Sachsen-Anhalts einschließlich Regionalisierung und Ableitung von Schwellenwerten.- Bericht an den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, Halle (unveröff.)

KUHN, K., LANKAU, R., HANNAPPEL, S. & B. GABRIEL (2007): Grundwassermonitoring gemäß WRRL in Sachsen unter Nutzung von Beschaffenheitsmustern.- Wasser & Abfall, Heft 1/07, Wiesbaden.

KUNKEL, R., VOIGT, H.-J., WENDLAND, F. & S. HANNAPPEL (2004): Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland.- Schriftenreihe des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 47, ISBN 3-89336-353-X, Jülich.

LAWA (2007): Fachliche Umsetzung der Grundwasser-Tochterrichtlinie (GWTR), Sachstandsbericht LAWA – Unterausschuss, Stand: 15.03.2007

LUA (1996): Basisbericht zur Grundwassergüte von Brandenburg.- Hrsg.: Landesumweltamt Brandenburg, Fachbeiträge, Titelreihe Nr. 15, Potsdam.

LÜCKSTÄDT, M., BUSSE, W. & S. HANNAPPEL (2004): Grundwasser.- In: Geologie von Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.: G. Katzung, 580 S., ISBN 3-510-65210-X), E. Schweizerbart’sche Verlagsbuch-handlung, Stuttgart.

SCHENK, V. (2003): Natürliche Grundwasserbeschaffenheit. Definition und Abgrenzung gegen verwandte Begriffe. Grundwasser, 8 (2), 122-124, Hannover.