

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 641

Methoden zur Charakterisierung von Grundwasser-See Interaktionen

Juli 2023

Entwurf

Frist zur Stellungnahme: 30. September 2023

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Einsprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheberrechtlich verwertet werden.

Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

VORSCHAU

Gemeinsames Merkblatt

der Deutschen Gesellschaft für Limnologie e. V. (DGL),

der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2023

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthem GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-96862-585-0 (Print)

978-3-96862-586-7 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

1 Vorwort

2 Das Merkblatt DWA-M 641 „Methoden zur Charakterisierung von Grundwasser-See Interaktionen“
3 wurde entwickelt, um die Lücke zwischen der Seenkunde und der Hydrogeologie zu schließen, da die
4 Interaktion zwischen Grundwasser und See eine wichtige Rolle für beide Wasserkörper spielt. Das
5 Merkblatt soll den aktuellen Stand der Technik darstellen und damit die Basis für fachgerechte Un-
6 tersuchungen sein und gegebenenfalls die Entwicklung von Maßnahmen unterstützen.

7 Da sowohl das Grundwasser als auch die Seen in Mitteleuropa den zunehmenden Folgen der Klima-
8 krise ausgesetzt sind, ist die Kenntnis über die Austauschvorgänge zwischen Grundwasser und See
9 sowohl hinsichtlich Menge als auch Wasserinhaltsstoffen von großer Bedeutung. In Zukunft ist mit
10 weiter abnehmenden Neubildungsraten für das Grundwasser zu rechnen und damit auch mit vermin-
11 derten Zustromraten aus dem Grundwasser in Seen. Bei gleichbleibenden Nährstofffrachten kann
12 dies vor allem Auswirkungen auf die Wasserqualität und Eutrophierung von Seen haben. Aber auch
13 der zunehmende Siedlungs- und Nutzungsdruck auf die Seen mit deren ober- und unterirdischen Ein-
14 zugsgebieten stellt das wasserwirtschaftliche Management vor weitere Herausforderungen zusam-
15 men mit dem Klimawandel.

16 Das Merkblatt befasst sich zunächst mit den Methoden, um die Wasserbilanz des Einzugsgebiets nach
17 dem aktuellen Stand der Technik erfassen zu können und beschreibt kurz die wesentlichen Prozesse
18 in Seen. Hier sei vor allem auf die weiterführende Fachliteratur und das Regelwerk der DWA verwie-
19 sen, um die im Merkblatt enthaltenen Informationen zu ergänzen. Im Merkblatt wurde ein Schwer-
20 punkt auf die messtechnische Erfassung der Wasseraustauschraten gelegt und es werden physikali-
21 sche, chemische und biologische Methoden aufgezeigt.

22 Ein weiterer Schwerpunkt des Merkblatts liegt in der Anwendung von numerischen Modellen, um ei-
23 nerseits quantitative Aussagen zu den Austauschraten zu erhalten und andererseits die gemessenen
24 Informationen interpretieren zu können. Denn vor allem die unterschiedliche Dynamik in den Seen
25 gegenüber dem Grundwasser macht den Einsatz von numerischen Werkzeugen zur Identifizierung der
26 Austauschprozesse unabdingbar. Für das Grundwasser ist hier auf das Regelwerk des DVGW mit dem
27 Arbeitsblatt W 107 und den Leitfäden der FH-DGG hinzuweisen. Die Anwendung von Seemodellen ist
28 im Merkblatt entsprechend ausführlicher beschrieben. Zusätzlich gibt das Merkblatt auch Hinweise,
29 mit welchen Aufwendungen bei der Anwendung zu rechnen ist.

30 Das Merkblatt ist zunächst an Fachbehörden und Fachbüros adressiert. Es gibt aber auch Hinweise, um
31 politische Entscheidungsprozesse im Management von Seen und deren Einzugsgebiet zu unterstützen.
32 Hier soll vor allem der nicht zu unterschätzende Aufwand für eine fachgerechte Untersuchung und Pla-
33 nung von Maßnahmen vermittelt werden. Mit der Einbindung von numerischen Methoden ermöglicht die
34 im Merkblatt vorgeschlagene Vorgehensweise auch die Prognose bei veränderten Rahmenbedingungen,
35 zum Beispiel bei sich weiterhin ändernden hydrologischen Verhältnissen auf Grund des Klimawandels.

36 Die in dem Merkblatt dokumentierten Methoden basieren auf Forschungsprojekten, die von der Deut-
37 schen Forschungsgemeinschaft und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert
38 wurden. Wichtige Bausteine der Veröffentlichung wurden im Rahmen des vom BMBF geförderten Ver-
39 bundprojekts SEEZEICHEN des Förderschwerpunkts Nachhaltiges Wassermanagement bearbeitet.
40 Für weitergehende detaillierte Informationen sei auf die Forschungsliteratur verweisen.

41 Leinfelden-Echterdingen, im Mai 2023

Ulrich Lang

42 In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personen-
43 bezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die
44 weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich,
45 wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise
46 auf alle Geschlechter.

- 1 **Frühere Ausgaben**
- 2 Kein Vorgängerdokument
- 3 **DWA-Klimakennung**
- 4 Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung ausgezeichnet. Über diese Klimakennung können Anwendende des DWA-Regelwerks schnell und einfach erkennen, in welcher Intensität sich eine technische Regel mit dem Thema Klimaanpassung und Klimaschutz auseinandersetzt. Das vorliegende Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:
- 8 **KA2** = Das Merkblatt hat direkten Bezug zur Klimaanpassung
- 9 **KS2** = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern
- 10 Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.de/klimakennung verfügbar ist.
- 11

Frist zur Stellungnahme

Dieses Merkblatt wird bis zum

30. September 2023

zur Diskussion gestellt. Für den Zeitraum des öffentlichen Beteiligungsverfahrens kann der Entwurf kostenfrei im DWA-Entwurfsportal (DWA-direkt): www.dwa.de/entwurfsportal eingesehen werden.

Dort und unter www.dwa.de/Stellungnahmen-Entwurf finden Sie eine digitale Vorlage für Ihre Stellungnahme.

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Einsprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheberrechtlich verwertet werden. Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

Stellungnahmen sind zu richten – gerne auch per E-Mail – an:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
soelter@dwa.de

1 Verfasserinnen und Verfasser

2 Dieses Merkblatt wurde von der DWA/DGL-Arbeitsgruppe GB-3.7 „Methoden zur Charakterisierung
3 von Grundwasser-See-Systemen und deren Interaktion“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Ge-
4 wässer und Boden“ (HA GB) im Fachausschuss GB-3 „Natürliche und künstliche Seen“ erarbeitet.

5 An der Erarbeitung des Merkblatts haben folgende Personen mitgewirkt:

LANG, Ulrich	Dr.-Ing., Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH, Leinfeld-Echterdingen (Sprecher)
LEWANDOWSKI, Jörg	PD Dr. rer. nat., Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Abteilung Ökohydrologie und Biogeochemie, Berlin und Humboldt Universität Berlin, Geographisches Institut, Berlin (stellv. Sprecher)
FAIBT, Michael	Dipl.-Ing. (FH), BWV-Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung, Bereich Qualitätssicherung u. Forschungslabor, Sipplingen-Süßenmühle
GILFEDDER, Benjamin Silas	Dr. rer. nat., Universität Bayreuth, Limnologische Forschungsstation, Bayreuth
HANNAPPEL, Stephan	Dr., HYDOR Consult GmbH, Berlin
KRAHN, Kim Jasmin	Dr., TU Braunschweig, Institut für Geosysteme und Bioindikation, Braunschweig
SCHWALB, Antje	Prof. Dr., TU Braunschweig, Institut für Geosysteme und Bioindikation, Braunschweig
WOLF, Thomas	Dr., LUBW, Institut für Seenforschung, Langenargen

6 Die Arbeitsgruppe GB-3.7 „Methoden zur Charakterisierung von Grundwasser-See-Systemen und de-
7 ren Interaktion“ ist dem DWA/DGL-Fachausschuss GB-3 „Natürliche und künstliche Seen“ zugeord-
8 net, dem folgende Mitglieder angehören:

SOMMERHÄUSER, Mario	Dr. rer. nat., Abteilungsleiter Fluss und Landschaft, Emschergenossenschaft und Lippeverband, Essen (Obmann)
ROSE, Udo	Dipl.-Biol., Dr. rer. nat., Erftverband, Bergheim (stellv. Obmann)
GRÜNEBERG, Björn	Dr. rer. nat., Prüfleiter FB IV-2, Landeslabor Berlin-Brandenburg, Berlin
KRAUSE, Dieter	Dr., Aurach
LANG, Ulrich	Dr.-Ing., Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH, Leinfeld-Echterdingen
SPIEKER, Jürgen	Dr., KLS Gewässerschutz GmbH, Hamburg

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

SCHRENK, Georg	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
----------------	--

1	Inhalt	
2	Vorwort	3
3	Verfasserinnen und Verfasser	5
4	Bilderverzeichnis	8
5	Tabellenverzeichnis	9
6	Hinweis für die Benutzung	10
7	Einleitung	10
8	1 Anwendungsbereich	12
9	2 Verweisungen	13
10	3 Begriffe	13
11	3.1 Definitionen	13
12	3.2 Abkürzungen	15
13	3.3 Formelzeichen	17
14	4 Einzugsgebiet	19
15	4.1 Vorbemerkung	19
16	4.2 Oberirdisches Einzugsgebiet	19
17	4.2.1 Datenbasis	19
18	4.2.2 Hydrologisches Modell	19
19	4.3 Unterirdisches Einzugsgebiet	20
20	4.3.1 Datenbasis	20
21	4.3.2 Hydrogeologisches Modell	21
22	5 Seen	21
23	5.1 Seetypen	21
24	5.2 Physikalische Prozesse	22
25	5.3 Chemische Prozesse	23
26	5.4 Biologie	26
27	5.5 Langzeitmonitoring mit Sedimentkernen	27
28	6 Grenzzone Grundwasser – See	29
29	7 Messmethoden und Werkzeuge zur Identifizierung und	
30	Quantifizierung von Grundwasserzustrom	31
31	7.1 Physikalische Methoden/Werkzeuge	31
32	7.1.1 Seepagemeter	31
33	7.1.2 Hydraulische Gradienten	33
34	7.1.3 Temperatur als Tracer	35
35	7.1.4 Wasserbilanz	37
36	7.1.5 Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet	38
37	7.2 Chemische und isotopische Methoden	39
38	7.2.1 Allgemeines	39
39	7.2.2 Chlorid	40

1	7.2.3	Stabile Wasser-Isotope	42
2	7.2.4	Radon-222.....	44
3	7.2.5	Organische Spurenstoffe.....	46
4	7.3	Biologische Methoden/Werkzeuge.....	46
5	7.3.1	Allgemeines	46
6	7.3.2	Artenspektren von Bioindikatoren	46
7	7.3.3	Indikator-Arten	47
8	7.3.4	Stabile Isotopenanalysen an kalkschaligen Organismen	49
9	7.4	Statistische Auswertungsmethoden	49
10	8	Messmethoden und Werkzeuge zur Quantifizierung von	
11		grundwasserbürtigen Stoffflüssen	53
12	8.1	Allgemeines	53
13	8.2	Grundwassermessstellen.....	53
14	8.3	Piezometer und Mini-Piezometer	54
15	8.4	Mini-Point Sampler.....	55
16	8.5	Multilevel-Piezometer	56
17	8.6	Seepage-Meter	57
18	9	Modellwerkzeuge.....	58
19	9.1	Grundwassermodell	58
20	9.2	Mischungsrechnung	59
21	9.3	Chemische Modellierung.....	60
22	9.4	Seenmodellierung	61
23	9.4.1	Allgemeines	61
24	9.4.2	Hydrodynamische Modellierung von Seewasserkörpern	62
25	9.4.3	Tracer-Transportmodelle.....	63
26	9.4.4	Inverse Ermittlung von Grundwasserzutritten.....	64
27	9.5	Gekoppelte Grundwasser-See-Modellierung	65
28	9.6	Modelle und Realität.....	67
29	9.7	Modellüberprüfung.....	67
30	9.8	Fazit.....	68
31	10	Zusammenfassung.....	69
32	11	Kosten- und Umweltauswirkungen	70
33		Quellen und Literaturhinweise	71

1	Bilderverzeichnis	
2	Bild 1: Laterale Abweichung des ober- vom unterirdischen Einzugsgebiet von etwa	
3	zwei Kilometer anhand eines Beispiels am Arendsee in Sachsen-Anhalt	20
4	Bild 2: Labile Schichtung des Sees im Frühjahr (a), thermische Schichtung im Sommer	
5	bis Herbst (b), labile Schichtung des Bodensees im Spätherbst bis Winter (c)	
6	und Vollzirkulation im Februar bis März (d)	23
7	Bild 3: Tiefenprofil-Werte von Calcium über einen Jahresverlauf von vier	
8	Quartalen der Freiwassermessstellen	24
9	Bild 4: Langfristige Entwicklung der Gesamtphosphorkonzentrationen	
10	veröffentlicht von IGKB	25
11	Bild 5: Grundwasserzustrom zu einem See bei homogenem Aquifer.	
12	a) Aufsicht: Fließpfade senkrecht zur Uferlinie fokussieren sich auf Buchten.	
13	b) Schnitt: Fließpfade senkrecht zum Seeboden fokussieren sich auf den	
14	Uferbereich	29
15	Bild 6: Grundwasserzustrom zu einem See bei heterogenem Grundwasserleiter.	
16	a) Schnitt: erhöhter Grundwasserzustrom in einem Horizont mit erhöhter	
17	hydraulischer Durchlässigkeit. b) Schnitt durch Grundwassersystem mit zwei	
18	Grundwasserleitern, die durch einen Geringleiter (<i>Aquitard</i>) getrennt werden:	
19	erhöhter Grundwasserzustrom in Ufernähe und direkt unter dem	
20	Grundwassergeringleiter	30
21	Bild 7: Seepagemeter zur Quantifizierung des lakustrinen Grundwasserzustroms	32
22	Bild 8: Grundwassermessstellen zur Quantifizierung des lakustrinen Grundwasser-	
23	zustroms basierend auf dem Darcy-Gesetz. a) Messung der Wasserstands-	
24	gradienten zwischen zwei Grundwassermessstellen. b) Messung des	
25	Grundwasserzustroms zwischen einer landseitigen Messstelle und dem See.	
26	c) Messung des vertikalen Grundwasserzustroms in einer seeseitigen	
27	Messstelle	34
28	Bild 9: Verwendung von Temperaturlanzen zur Quantifizierung des lakustrinen	
29	Grundwasserzustroms. a) Temperaturlanze zur Messung der Temperaturen	
30	in verschiedenen Sedimenttiefen. b) Auswertung anhand der Krümmung	
31	des Temperaturtiefenprofils. c) Auswertung anhand der Phasenverschiebung	
32	und/oder Dämpfung der Amplitude von zwei Temperaturzeitreihen in	
33	verschiedenen Sedimenttiefen. Die Positionen der Temperatursensoren	
34	der violetten und grünen Zeitreihe sind in a) dargestellt	35
35	Bild 10: Die räumlich-verteilte Temperaturmessung mit einem Glasfaserkabel	
36	(<i>fibre-optic distributed temperature sensing</i> – fo-DTS) dient zur Mustererkennung ..	36
37	Bild 11: Wasserspiegel-Fluktuations Methode	38
38	Bild 12: Allgemeines konzeptionelles Modell der Verwendung von Tracern zur	
39	Identifizierung und Quantifizierung von Grundwasserzu- und -abstrom von Seen ..	40
40	Bild 13: Übersicht über Fraktionierungsprozesse, die die Isotopensignatur	
41	von Wasser bestimmen	42
42	Bild 14: Landseitige Sauerstoff-Isotopensignaturen des Grundwassers im	
43	Uferbereich des Arendsees	43
44	Bild 15: Rn-222-Konzentrationen über dem Seeboden im Steißlinger See,	
45	Baden-Württemberg 2017	45
46	Bild 16: Potenzielle Bioindikatoren für die Identifizierung von Grundwasserzutritten	
47	in Seen. A: <i>Pseudocandona marchica</i> (Ostrakode), B: <i>Darwinula stevensoni</i> (Ostrakode),	
48	C: <i>Prionocypris zenkeri</i> (Ostrakode), D: <i>Microtendipes pedellus</i> -type (Chironomide),	
49	F: Makrophytenbesatz in einem Quellaufstiegsgebiet	48

1	Bild 17:	Multiparametrische statistische Darstellungsformen zur Klassifizierung	
2		unterschiedlicher Wasserproben aus dem Bereich Mehrerau. Von links nach	
3		rechts – Dendrogramm-Plot, Matrixscatterplot Probencluster-Boxplot	50
4	Bild 18:	NMDS-Analyse von Merkmalsvektoren der Wasserproben aus dem Bereich	
5		Mehrerau	51
6	Bild 19:	Bohrung einer Grundwassermessstelle	54
7	Bild 20:	Errichtung eines Piezometers mit 2 Zoll Durchmesser mit Handbohrer	55
8	Bild 21:	Mini-Point Sampler in einem Bachbett	56
9	Bild 22:	Multilevel-Piezometer mit Probenahme am linken Piezometer	56
10	Bild 23:	Zum Einbau hergerichteter Seepage-Meter mit Beschwerung und	
11		Sammelbeutel im grauen Kasten.....	57
12	Bild 24:	Mit PHREEQC in einer inversen Modellierung errechnete Grundwasseranteile	
13		in Seebodennähe im Steisslinger See – von links nach rechts – im März 2017,	
14		Juli 2017 und November 2017	60
15	Bild 25:	Beispiel für die Simulation der Ausbreitung von Radon-haltigem Grundwasser	
16		im Bodensee	64
17	Bild 26:	Modellierte Radonkonzentrationen für verschiedene Zustromraten und	
18		Messwerte im Februar 2017 mit Darstellung der Messpositionen in der	
19		Bregenzer Bucht	65
20	Bild 27:	Zeitskalen der Prozesse im See und im Grundwasser	66
21	Bild 28:	Kopplungskonzept bei der Modellierung des Austauschs von Masse und Energie	
22		zwischen See und Grundwasserleiter, vom Grundwassermodell werden die	
23		Austauschraten $Q(x,t)$, die Massenflüsse (x,t) und gegebenenfalls	
24		Wassertemperaturen $T(x,t)$ an das Seemodell übergeben, vom Seemodell	
25		werden die Seewasserstände $h(x,t)$, die Stoffkonzentrationen $c(x,t)$ und	
26		gegebenenfalls die Wassertemperaturen $T(x,t)$ an das Grundwassermodell	
27		übergeben.....	66
28	Tabellenverzeichnis		
29	Tabelle 1:	Größenordnungen der hydraulischen Leitfähigkeiten k_f der einzelnen	
30		Korngrößen nach DIN 18130-1	34
31			

1

Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

2 Einleitung

3 Seen sind ein wesentlicher Bestandteil der mitteleuropäischen Landschaft und häufig einem hohen
4 Nutzungs- und Siedlungsdruck ausgesetzt. Seen stehen oftmals in Verbindung zu anderen oberirdi-
5 schen Gewässern oder werden von diesen gespeist. Bei Quellseen beginnen die Fließgewässer am
6 Ausfluss des Sees. Mit dem Untergrund besteht – je nach Ausprägung und Durchlässigkeit der Sedi-
7 mente am Seeboden – eine hydraulische Verbindung zum Grundwasser durch Kopplung der Seen mit
8 dem Grundwasserleiter. Damit ergibt sich eine Vielzahl von Eintragungsmöglichkeiten in Seen, die sowohl
9 den Wasserhaushalt als auch den Stoffhaushalt der Seen bestimmen.

10 Der Eintragungspfad über das Grundwasser ist für viele Seen quantitativ sehr bedeutsam und kann lang-
11 fristige Auswirkungen auf Seen haben. Oft wird dieser Pfad als die vergessene oder verborgene Kom-
12 ponente der Wasserbilanz bezeichnet, da diese nicht sichtbar und schwer messbar ist sowie von der
13 Heterogenität des Aquifers und Sediments abhängt. Daraus ergibt sich das Ziel, diese bisher häufig
14 „unbekannte Komponente“ des Wasserhaushalts in Seen besser zu erfassen, um den damit verbun-
15 denen Stoffeintrag und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Gewässerqualität zu quanti-
16 fizieren und zu bewerten.

17 Bei den großen voralpinen Seen ist die Hauptbilanzkomponente der Zufluss über die oberirdischen
18 Gewässer. Der Grundwasserzustrom ist dagegen in der Regel ein vergleichsweise kleines Bilanzglied.
19 Bei Seen im norddeutschen Tiefland ist es aufgrund der zumeist gegebenen hydraulischen Verbindungen
20 zwischen Grundwasser und See oft umgekehrt, der Grundwasserzustrom überwiegt deutlich denjeni-
21 gen der oberirdischen Fließgewässer. Die Interaktion zwischen See und Grundwasser findet über die
22 Grenzfläche Seeboden statt. Der Zu- bzw. Abfluss wird gesteuert vom Druckunterschied zwischen
23 dem Seewasser und dem Grundwasser. Im Grundwasserleiter wird das Fließen über den hydraulischen
24 Gradienten und die hydraulische Durchlässigkeit bestimmt. Der horizontale Seespiegel ist da-
25 bei eine wesentliche Randbedingung für den Grundwasserleiter.

26 Es findet nicht nur ein Wasserfluss, sondern auch ein Stofffluss über die Grenzfläche Grundwasser-
27 See statt, der sowohl im See als auch im Grundwasser die hydrochemischen, physikalischen und bio-
28 logischen Verhältnisse beeinflussen kann. Grundwassereinträge mit Nährstoffen wie Phosphor kön-
29 nen einen wesentlichen Einfluss auf die Eutrophierung von Seen haben. Auf der anderen Seite können

VORSCHAU

Der vorliegende Entwurf zum DWA-Merkblatt „Methoden zur Charakterisierung von Grundwasser-See Interaktionen“ zeigt Möglichkeiten zur Bestimmung und Analyse von Grundwasser-See-Systemen in der Praxis auf. Es werden unterschiedliche Mess- und Auswertungsmethoden vorgestellt, mit denen lokal oder seewert der Austausch zwischen Grundwasser und See ermittelt werden kann. Es sind sowohl Methoden, die auf Wasserflüsse, als auch Methoden, die auf die Stoffflüsse abzielen und damit eine breite Anwendung in der Praxis ermöglichen.

In Ergänzung zu den Messmethoden wird vorgestellt, wie numerische Modelle eine Quantifizierung der Prozesse ermöglichen bzw. ergänzen können. Es werden Modellanwendungen für Seen und Grundwasser sowie in der kombinierten Betrachtung vorgestellt. Es sei aber auch darauf hingewiesen, dass es für die Modellierung von Prozessen im Grundwasser und Seen eigenständige Regelwerkspublikationen gibt, die regelmäßig fortgeschrieben und erweitert werden. Das hier vorliegende Merkblatt ergänzt diese Regelwerkspublikationen. Es gilt nur bedingt für Talsperren, Tagebaurestseen und Flachseen.

Das Merkblatt richtet sich an fachlich Interessierte und Entscheidungsträger aus Genehmigungsbehörden, Planungsbüros, Trinkwasserversorgern und weitere Interessenträger, wie zum Beispiel aus Naturschutzverbänden.

VORSCHAU

ISBN: 978-3-96862-585-0 (Print)
978-3-96862-586-7 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
info@dwa.de · www.dwa.de