

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 517

Gewässermonitoring – Strategien und Methoden zur Erfassung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit von Fließgewässern

April 2017



DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 517

Gewässermonitoring – Strategien und Methoden zur Erfassung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit von Fließgewässern

April 2017



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

Herausgeber und Vertrieb:

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

Satz:

DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-88721-440-1 (Print)
978-3-88721-441-8 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2017

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Unsere heimischen Fließgewässer werden in vielfältiger Weise genutzt. Sie bieten den Lebensraum für eine große Zahl von wassergebundenen Organismen, von Wasserpflanzen, Kleinkrebsen bis hin zu den Fischen. Aber auch der Mensch hat schon früh die Chancen der Bäche und Flussläufe erkannt und sich entlang der Fließgewässer angesiedelt. Neben der bequemen Verfügbarkeit der Fließgewässer als Trinkwasserressource machten die angrenzenden, hervorragenden Aueböden eine ertragreiche Landwirtschaft möglich. Der Mensch lernte die Wasserkraft zu nutzen, aber auch, dass sich mit der vorherrschenden Strömung der Fließgewässer unerwünschte Abfallstoffe aus der Siedlungstätigkeit entledigen ließen. Wenn auch heute ein Bewusstseinswandel eingetreten ist und der Stand der Abwasserreinigung in der Bundesrepublik als hervorragend bezeichnet werden kann, so geht weiterhin vom menschlichen Tun eine Belastung der Fließgewässer aus. Diese kann zum Nachteil für die heimische wassergebundene Lebewelt sein, aber auch den Menschen, zum Beispiel als Unterlieger einer flussaufwärts gelegenen Wassernutzung, selbst zum Nachteil werden („*Everyone lives downstream*“ UNO 1999).

Allgemeiner Konsens besteht darüber, dass das Wasser unserer Fließgewässer so beschaffen sein muss, dass eine intakte, artenreiche Lebensgesellschaft gewährleistet ist und gleichzeitig eine moderate Nutzung der Bäche und Flussläufe durch den Menschen möglich gemacht wird. Hierbei genießen verschiedene Nutzungsformen, wie z. B. die Entnahme von Oberflächenwasser für die Trinkwassernutzung, die Beregnung und Bewässerung von Freilandkulturen sowie die Freizeitnutzung, einen hohen gesellschaftlichen Stellenwert.

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) hat u. a. für die Fließgewässer das zeitnahe Erreichen des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials zum Ziel erklärt. Zur Erfüllung dieser ambitionierten Zielvorgabe ist ein umfangreicher Anforderungskatalog formuliert worden. Die dort genannten Qualitätsansprüche können jedoch nur erfüllt werden, wenn man das Motto beherzigt: „Wer Qualität will, muss Qualität messen!“. Die hierfür erforderlichen Messprogramme haben die Aufgabe, langfristig und zusammenhängend die Wirkungen von Maßnahmen systematisch zu erfassen. Die geforderte Strategie, die dazu dient, kohärente Realdatensätze zur Erhellung der Prozessabläufe und Wirkungen in den Fließgewässern zu generieren, nennt man Fließgewässermonitoring. Unter dem Begriff Monitoring wird hierbei eine Erhebungsmethode verstanden, bei der Messdaten durch regelmäßiges Beobachten mit einer festgelegten Zielsetzung mit vergleichbaren Methoden gewonnen und archiviert werden (UN/ECE 2000).

Gemäß WRRL sind im Rahmen des Monitorings die Gewässerflora, das Makrozoobenthos, die Fische und die physikalisch-chemische Beschaffenheit des Wassers zu untersuchen. Dabei bewegen sich die Monitoringmaßnahmen zur Erfassung der biologischen Merkmale auf der Ebene der Wirkungen. Die physikalisch-chemischen Untersuchungen dienen demgegenüber in erster Linie dazu, die für einen Gewässerzustand ursächlich verantwortlichen Steuergrößen zu erfassen und umfassend zu beschreiben.

Geeignete Maßnahmen zur Feststellung der physikalisch-chemischen Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer sind die regelmäßig durchgeführten Untersuchungen anhand der Proben aus der freien Wassersäule. In der Freiwasserzone können die im Wasser gelösten und die mit der Strömung transportierten ungelösten Stoffe untersucht werden. Aber insbesondere bei der Vielzahl der kleinen bis mittleren Fließgewässer kommt dem Stoffaustausch mit dem Gewässersediment eine entscheidende Bedeutung zu. Deshalb sind regelmäßige Untersuchungen der Gewässersedimente entlang des Gewässerverlaufs ebenfalls von großer Bedeutung. Ein Problem der vorgenannten manuellen Probenahmen sind die zeitlichen und räumlichen Lücken der Untersuchungen. In diesem Zusammenhang müssen die Online-Monitoring-Strategien genannt werden, die zwar wegen des hohen finanziellen und personellen Aufwands auf wenige Standorte und auch hinsichtlich des messbaren Parameterkanons begrenzt sind, aber zeitlich bezogen lückenlose Aufzeichnungen von deren Beschaffenheit ermöglichen.

Mit der Vorlage dieses Merkblattes soll denjenigen, die für das Monitoring – insbesondere für Strategien und Methoden zur Erfassung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit von Fließgewässern – verantwortlich sind, eine qualifizierte Fachinformation an die Hand gegeben werden.

Das Merkblatt ersetzt das DVWK-Merkblatt 218/1990 „Beurteilung der Aussagekraft des biochemischen Sauerstoffbedarfs“, das DVWK-Merkblatt 228/1996 „Aussagekraft von Gewässergüteparametern in Fließgewässern – Teil III: Hinweise zur Probenahme für physikalisch-chemische Untersuchungen“ sowie das DVWK-Merkblatt 201/1982 „Meßstationen zur Erfassung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern“. Im vorliegenden Merkblatt werden die wesentlichen monitoringrelevanten Kenngrößen beschrieben. In diesem Zusammenhang wird auf folgende Merkblätter hingewiesen: DVWK-Merkblatt 227/1993 „Aussagekraft von Gewässergüteparametern in Fließgewässern – Teil I: Allgemeine Kenngrößen, Nährstoffe, Spurenstoffe und anorganische Schadstoffe, Biologische Kenngrößen“ und DVWK-Merkblatt 228/1996 „Aussagekraft von Gewässergüteparametern in Fließgewässern – Teil II: Summenparameter für Kohlenstoffverbindungen und sauerstoffverbrauchende Substanzen, Mineralstoffe, Organische Schadstoffe, Hygienische Kennwerte“. In diesen Merkblättern werden ausführliche Erläuterungen zu weiteren Parametern gegeben, die Aussagen zur Wasserbeschaffenheit ermöglichen.

Bergheim, März 2017

Dr. Ekkehard Christoffels

In diesem Merkblatt wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf beide Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Merkblatt DVWK-M 228/1996

Merkblatt DVWK-M 218/1990/Teil III

Merkblatt DVWK-M 201/1982

Verfasser

Das Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe HW-2.1 „Messnetze zur Erfassung der Wasserbeschaffenheit“ im DWA-Fachausschuss HW-2 „Qualitative Hydrologie“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

CHRISTOFFELS, Ekkehard	Dr. rer. nat., Erftverband, Bergheim (Sprecher)
FINK, Manfred	Dr. rer. nat., Friedrich-Schiller-Universität, Jena
FOHRER, Nicola	Prof. Dr. agr., Universität Kiel, Kiel
KLEIN, Christina	Dr. rer. nat., Universität des Saarlandes, Saarbrücken (aktuell: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden
MEYER, Angelika	Dipl.-Geogr., Universität des Saarlandes, Saarbrücken
SCHULZ, Fred	Dr. rer. nat., Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek
SCHWANDT, Daniel	Dr. rer. nat., Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	5
Bilderverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Benutzerhinweis	10
1 Anwendungsbereich	10
2 Monitoring	11
2.1 Begriffsbestimmungen und Monitoringziele.....	11
2.2 Methoden des Monitorings	14
2.2.1 Ort der Messung	14
2.2.2 Zeitpunkt der Messung	16
3 Monitoringrelevante Einflussgrößen auf die Beschaffenheit der oberirdischen Fließgewässer	17
3.1 Vorbemerkungen	17
3.2 Natürliche Hintergrundwerte	18
3.3 Stoffeinträge in die Fließgewässer	18
3.3.1 Allgemeines	18
3.3.2 Abflusskomponenten des Landschaftswasserhaushalts	19
3.3.3 Abflusskomponenten der Siedlungsentwässerung	21
3.4 Gewässerkompartimente	23
4 Messnetzkonfiguration, räumliche und zeitliche Repräsentativität von Messnetzen	24
5 Praktische Umsetzung	25
5.1 Gewinnung und Behandlung von Proben	25
5.1.1 Kennzeichnung der Messstelle	25
5.1.2 Probenahme	25
5.1.2.1 Probenahme aus der Wasserphase	26
5.1.2.2 Probenahme von Feststoffen	27
5.1.3 Arbeitssicherheit bei der Probenahme	29
5.1.4 Probenkennzeichnung	30
5.1.5 Probenkonservierung und -transport	30
5.1.6 Probenvorbereitung	31
5.2 Konzeption von Online-Gewässergütemessstationen	31
5.2.1 Vorbemerkungen	31
5.2.2 Standortauswahl.....	32
5.2.3 Energieversorgung	32
5.2.4 Messungen innerhalb des Gewässers (in situ)	32
5.2.5 Messungen außerhalb des Gewässers (on site).....	33
5.2.6 Probenvorbereitung.....	35
5.2.7 Klimatisierung	36

5.2.8	Auswahl der Bestimmungsmethoden	36
5.2.9	Bereitstellung repräsentativer Daten aus Online-Messstationen.....	37
5.3	Datenmanagement	37
5.3.1	Datendokumentation	37
5.3.2	Datenprüfung, Qualitätskontrolle	38
5.3.3	Datenaufbereitung.....	38
5.3.4	Datenbereitstellung.....	38
5.4	Mögliche Fehler beim Monitoring und der Interpretation von Messdaten	38
6	Monitoringrelevante Kenngrößen und Stoffgruppen.....	40
6.1	Vorbemerkungen	40
6.2	Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen.....	40
6.2.1	Geruch.....	40
6.2.2	Färbung.....	40
6.2.3	Trübung.....	40
6.2.4	Abfiltrierbare Stoffe.....	41
6.2.5	Wassertemperatur.....	41
6.2.6	Gelöster Sauerstoff.....	41
6.2.7	pH-Wert	42
6.2.8	Elektrische Leitfähigkeit.....	43
6.3	Summarische Kenngrößen, Kationen und Anionen	43
6.3.1	Vorbemerkungen	43
6.3.2	Wasserhärte.....	44
6.3.3	Gesamter organischer Kohlenstoff und gelöster organischer Kohlenstoff	44
6.3.4	Biochemischer Sauerstoffbedarf	44
6.3.5	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	45
6.3.6	Chlorid.....	46
6.3.7	Sulfat.....	46
6.4	Nährstoffe	46
6.4.1	Vorbemerkungen	46
6.4.2	Stickstoff	47
6.4.3	Orthophosphat und Gesamtphosphor	50
6.5	Metalle und Halbmetalle	50
6.5.1	Aluminium.....	51
6.5.2	Arsen.....	51
6.5.3	Blei	51
6.5.4	Cadmium.....	51
6.5.5	Chrom	52
6.5.6	Eisen	52
6.5.7	Kobalt.....	52
6.5.8	Kupfer	52
6.5.9	Mangan	53
6.5.10	Nickel.....	53
6.5.11	Quecksilber.....	53
6.5.12	Selen	53
6.5.13	Silber.....	54

6.5.14	Thallium	54
6.5.15	Zink	54
6.6	Organische Stoffgruppen	55
6.6.1	Vorbemerkungen	55
6.6.2	Pflanzenschutzmittel und Biozide	56
6.6.3	Arzneistoffe	56
6.6.4	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	57
6.6.5	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	57
6.6.6	Waschmittel und Kosmetika	58
6.6.7	Organozinnverbindungen	58
6.6.8	Mineralöle	58
6.6.9	Flammschutzmittel	59
6.6.10	Poly- und Perfluorierte Chemikalien	59
6.6.11	Komplexbildner	59
6.6.12	Phthalate	60
6.6.13	Bisphenol A	60
6.7	Analytische Messunsicherheiten	60
6.8	Bedeutung und Ermittlung von Stofffrachten	61
7	Wechselbeziehung zwischen Monitoring und Modellierung	62
	Quellen und Literaturhinweise	64

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Monitoringzyklus – schematischer Ablauf	12
Bild 2:	Schematische Darstellung von In-situ-, On-site- und Off-site-Messungen	14
Bild 3:	Diskontinuierliche Probenahme zur Erlangung von Mischproben, SW 1, SW 2 = Schwellenwerte	17
Bild 4:	Eintragspfade in Oberflächengewässer und Grundwasser	19
Bild 5:	Komponenten des Landschaftswasserhaushalts	20
Bild 6:	Prinzip der Entwässerung von anfallendem Niederschlagswasser in Siedlungslagen im Misch- und Trennsystem	22
Bild 7:	Bildung und Rückgang von Sedimentauflagen durch Ablagerung und Remobilisierung von Schwebstoffen	23
Bild 8:	Schwebstoffsammler als korbähnlicher Edelstahlbehälter mit Probenahmegefäßen aus Kunststoff (z. B. PE)	28
Bild 9:	Mobile Gewässermessstation mit Solarpaneelen und Gasgenerator	32
Bild 10:	Schwenkbare Vorrichtung im Gewässer zur Entnahme von Probengut bei einer böschungseitigen Schachanlage nach dem Prinzip kommunizierender Röhren	34
Bild 11:	Typische Tagesgänge des Sauerstoffgehalts an Schönwettertagen am Beispiel von kleinen Fließgewässern	42
Bild 12:	Stickstoffkreislauf in Fließgewässern	47
Bild 13:	Ammoniakstickstoff-Grenzkonzentration (0,1 mg/l) für akut toxische Wirkung bei Forellen bzw. chronisch toxische Wirkung bei Aal und Karpfen	49
Bild 14:	Interaktionen zwischen Monitoring, Modellierung und Management	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von In-situ-, On-site- und Off-site-Messungen	15
Tabelle 2: Beispiele für Leitfähigkeiten (Bezugszeitraum 2001 – 2005)	43
Tabelle 3: Härtebereiche nach dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz	44
Tabelle 4: Prozentualer Anteil des Ammoniaks in wässrigen Ammoniumlösungen in Abhängigkeit von pH-Wert und der Wassertemperatur	48

Benutzerhinweis

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 dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jedermann steht die Anwendung des Merkblattes 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.

1 Anwendungsbereich

Das vorliegende Merkblatt gibt einen Überblick über die Methoden zur Erfassung der physikalischen und chemischen Wasserbeschaffenheit der oberirdischen Fließgewässer. Das Merkblatt richtet sich damit an die Wasserbehörden und Wasserverbände, welche gehalten sind, geeignete Monitoringsysteme im Zuge der Flussgebietsbewirtschaftung bzw. bei der Umsetzung der WRRL aufzubauen. Externe Berater, wie z. B. Ingenieurgesellschaften, werden gegebenenfalls mit der Umsetzung der aufgestellten Messnetzkonzepte beauftragt. Ihnen kann das vorliegende Merkblatt Anregungen und wertvolle Hinweise für den Aufbau funktionsfähiger Monitoringsysteme geben. Das Merkblatt dient auch den forschungsorientierten Einrichtungen als Hilfestellung bei der Etablierung von geeigneten Systemen zur Generierung von geforderten validen Basisdaten hinsichtlich der Wasserbeschaffenheit der oberirdischen Fließgewässer. Häufig ist die Erfassung der physikalischen und chemischen Wasserbeschaffenheit mit entsprechendem Geräteeinsatz verbunden. Die Geräteanbieter benötigen deshalb Hinweise zu den wesentlichen Rahmen- und Umgebungsbedingungen. Ihnen gibt das Merkblatt einen Überblick über die vorherrschenden Einsatzgebiete und die Anforderungen, die sich aus einem sinnvollen Zusammenspiel der zum Einsatz kommenden Systemkomponenten ergeben.

Wegen der thematischen Breite, die mit Monitoringstrategien verbunden ist, widmet sich das vorliegende Merkblatt ausschließlich dem Monitoring der Fließgewässer zur Feststellung der physikalisch-chemischen Wasserbeschaffenheit. Biologische Aspekte (z. B. auch Biotamonitoring) werden nur angesprochen, soweit diese im Zusammenhang mit den physikalisch-chemischen Untersuchungen zur Feststellung der Beschaffenheit von Belang sind. Ebenso werden nanoskalige Partikel und Mikroplastik sowie deren Messwerterfassung wegen der speziellen stofflichen Besonderheiten in diesem Merkblatt nicht behandelt.

Die mit dem Online-Monitoring erzielbare Datendichte erlaubt weitergehende Informationen hinsichtlich der zeitlich dynamischen Stoffkonzentrationsverläufe im Gewässer (z. B. lückenlose Tages- und Wochenganglinien oder Stoßbelastungen). Insbesondere zu den Verfahren des Online-Monitorings ist der Kenntnisstand noch sehr uneinheitlich. Spezielle Fragestellungen, beispielsweise die Störfallerfassung, wurden bearbeitet (UBA 2004). Allgemeingültige Empfehlungen zur Etablierung von Online-Monitoringstrategien fehlen bislang. Deshalb soll dieser thematische Aspekt einen Schwerpunkt des vorliegenden Merkblattes darstellen.