

# DWA-Regelwerk

## **Arbeitsblatt DWA-A 920-2**

**Bodenfunktionsansprache – Teil 2: Filter und Puffer für organische  
Chemikalien**

Dezember 2017





# DWA-Regelwerk

## **Arbeitsblatt DWA-A 920-2**

Bodenfunktionsansprache – Teil 2: Filter und Puffer für organische  
Chemikalien

Dezember 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:**

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](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Satz:**

Christiane Krieg, DWA

**Druck:**

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

**ISBN:**

978-3-88721-558-3 (Print)  
978-3-88721-559-0 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

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

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblatts 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

Das vorliegende Arbeitsblatt im DWA-Regelwerk ist ein Beitrag der DWA-Arbeitsgruppe GB-7.4 „Bodenfunktionsansprache“ im DWA-Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz, Boden und Grundwasser-Verunreinigung“. Ziel der AG Bodenfunktionsansprache ist es, eine Anleitung zur Bodenfunktionsbewertung zu erstellen. Der Schutz der Bodenfunktionen sowie die Vermeidung schädlicher Bodenveränderungen stehen im Mittelpunkt des Bodenschutzes und sind auf nationaler Ebene im Bundes-Bodenschutzgesetz verankert. Die technisch-naturwissenschaftliche Bewertung der Bodenfunktionen und der Bodengefährdung ist wichtiger Bestandteil verschiedener Planungsinstrumente. Die DWA-Regeln zur Bodenfunktionsansprache bilden eine Reihe von DWA-Merkblättern und DWA-Arbeitsblättern, in denen einerseits allgemein anerkannte Bewertungsschemata dargestellt werden, und andererseits festgehalten wird, wie die Bodenkennwerte, die in die Bewertung einfließen, ermittelt werden. Wissenschaftliche Grundlagen der Bewertungsmethoden werden zusammenfassend erläutert. Für die Erstellung der Arbeits- und Merkblätter wurden verbindliche Verfahrensweisen der in den einzelnen Bundesländern einschlägig verwendeten Anleitungen berücksichtigt, wo nötig ergänzt durch aktuelle Forschungsergebnisse.

Bereits im Regelwerk ihrer Vorgängerorganisationen hat die DWA die Ansprache und die Bewertung von Böden verankert. Es fehlte dort bislang jedoch an einer systematischen Zusammenstellung, die sich an den Vorgaben des Bundes-Bodenschutzgesetzes orientiert. Hinzu kommt, dass die vorhandenen DWA-Regeln zur Bodenansprache teilweise nicht mehr dem aktuellen Stand des Wissens entsprechen und sich daher Widersprüche zu anderen Richtlinien (z. B. der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5, DIN 4220) ergeben.

Die Arbeitsgruppe Bodenfunktionsansprache erstellt mit der Überarbeitung der bestehenden DWA-Arbeits- und Merkblätter eine Reihe von Regeln zur Bodenbewertung, deren Gliederung sich an den im Bundes-Bodenschutzgesetz genannten Bodenfunktionen bzw. -gefährdungen orientiert. Das hier vorliegende DWA-Arbeitsblatt „Bodenfunktionsansprache – Teil 2: Filter und Puffer für organische Chemikalien“ widmet sich der Fähigkeit von Böden, organische Chemikalien zu retardieren wie auch durch abiotische und biotische Prozesse abzubauen. Dabei wurde der Begriff „organische Chemikalie“ verwendet, der organische Verbindungen umfasst, die einem gezielten oder auch ungezielten (zum Beispiel als Nebenprodukt einer Verbrennung) chemischen Syntheseprozess entstammen und anthropogenen Ursprungs sind. Obwohl viele dieser Chemikalien nachteilige Wirkungen in der Umwelt zeigen und somit als Schadstoffe zu bezeichnen sind, wurde in diesem Arbeitsblatt bewusst auf eine toxikologische Bewertung verzichtet und mit der Begriffswahl offengelassen, ob es sich im speziellen Fall um einen Wirkstoff, Fremdstoff bzw. Schadstoff handelt. Die hier vorgestellte Bewertung gilt für alle diese Chemikalien; sie folgt weitgehend dem von BLUME & BRÜMMER (1987) vorgelegten Konzept, das ausgewählte Eigenschaften der Böden wie auch der organischen Chemikalien kombiniert. Dieses Konzept wurde in den vergangenen Jahren verfeinert und ergänzt; die neueste Fassung findet sich in der Dokumentation zur Datenbank des Niedersächsischen Informationssystems NIBIS (MÜLLER & WALDECK 2011). Dieses Bewertungskonzept bietet gegenüber anderen Verfahren, die nur auf die Eigenschaften der Böden oder der organischen Chemikalien fokussiert sind, eine deutlich bessere Aussageschärfe, da sich die Filter- und Pufferfunktion nur aus dem Zusammenspiel von Boden- und Chemikalieneigenschaften ergibt. Dennoch werden auch Hinweise auf andere Verfahren gegeben.

Das vorgestellte Bewertungskonzept hat zudem den Vorteil, dass ein begrenzter und relativ gut beschaffbarer Datensatz benötigt wird. Naturgemäß bedeutet eine Reduktion der Detailliertheit eine Reduktion der Aussagegenauigkeit für spezifische Fallsituationen. Dies erscheint aber für den Zweck einer regionalisierten Darstellung von Bodenfunktionen als Karte und damit räumlichen Mittelung der Ausprägung dieser Funktionen ausreichend. Zusätzlich werden Hinweise für Möglichkeiten einer detaillierteren Bewertung gegeben.

Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über alle Bodenfunktionen und Gefährdungen, mit denen sich die Arbeitsgruppe beschäftigt, und die für die einzelnen Bereiche zu berücksichtigenden bzw. zu überarbeitenden DVWK-Regeln und DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft.

In diesem Arbeitsblatt 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 alle Geschlechter.

### Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt DVWK-R 129/1995 (in Teilen)

Die Regel zur Wasserwirtschaft DVWK-R 129/1995 enthält einige allgemeine Hinweise zur Funktion von Böden als Filter, Puffer und Umwandler (Abschnitt 5, S. 16–17). Diese Funktionen werden im vorliegenden Arbeitsblatt DWA-A 920-2 weitergehend ausgeführt; das Arbeitsblatt DWA-A 920-2 ersetzt Abschnitt 5 der Regel DVWK-R 129/1995.

### Überblick über vorliegende/geplante Beiträge im Rahmen der Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M 920 „Bodenfunktionsansprache“:

Bodenfunktionen/Bodenveränderungen (Gliederung nach BBodSchG/BBodSchV)	
1. Lebensraumfunktion	1.1 Lebensgrundlage und Lebensraum für Kulturpflanzen (Entwurf Merkblatt DWA-M 920-4:2017) 1.2 Lebensgrundlage und Lebensraum für natürliche Vegetation 1.3 Lebensgrundlage und Lebensraum für Bodenorganismen
2. Funktion als Bestandteil des Naturhaushalts	2.1 Funktion des Bodens im Wasserhaushalt (Arbeitsblatt DWA-A 920-1:2016) 2.2 Funktion des Bodens im Nährstoffhaushalt, landwirtschaftliche Nutzung (Entwurf Merkblatt DWA-M 920-3:2016) 2.3 Funktion des Bodens im Nährstoffhaushalt, forstliche Nutzung 2.4 Kohlenstoffhaushalt
3. Funktion Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium	3.1 Filter und Puffer für anorganische sorbierbare Schadstoffe 3.2 Filter und Puffer für organische Chemikalien (Arbeitsblatt DWA-A 920-2:2017) 3.3 Puffervermögen des Bodens für saure Einträge 3.4 Filter für nicht sorbierbare Stoffe
4. Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	4.1 Archiv der Naturgeschichte 4.2 Archiv der Kulturgeschichte
5. Schädliche Bodenveränderung	Bodenerosion durch Wasser
	Bodenerosion durch Wind
	Verdichtung
	Humusschwund

## Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe GB-7.4 „Bodenfunktionsansprache“ im DWA-Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz, Boden- und Grundwasserverunreinigungen“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

BACHMANN, Jörg	Prof. Dr., Leibniz Universität Hannover, Hannover
BÖTTCHER, Jürgen	Prof. Dr., Leibniz Universität Hannover, Hannover
GLATZEL, Stephan	Prof. Dr., Universität Rostock, Rostock
HENNINGS, Volker	Dr., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
HÖPER, Heinrich	Dr., Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
LANG, Friederike	Prof. Dr., Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg (Sprecherin)
LENNARTZ, Bernd	Prof. Dr., Universität Rostock, Rostock
MÜLLER, Udo	Dr., Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
REISS, Stephan	Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, Potsdam
RENGER, Manfred	Prof. em. Dr., ehem. Technische Universität Berlin, Berlin
SCHREY, Heinz-Peter	Dr., Geologischer Dienst NRW, Krefeld
SCHÜLER, Gebhard	Prof. Dr., Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, Trippstadt
THIELE-BRUHN, Sören	Prof. Dr., Universität Trier, Trier
WILKE, Berndt-Michael	Prof. Dr. Dr., Technische Universität Berlin, Berlin

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b> .....	<b>5</b>
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Benutzerhinweis</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Verweisungen</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>9</b>
3.1 Definitionen .....	9
3.2 Symbole und Abkürzungen .....	13
<b>4 Zusammenstellung relevanter Stoffe bzw. Stoffklassen</b> .....	<b>16</b>
<b>5 Einflussgrößen der Sorption organischer Chemikalien</b> .....	<b>16</b>
5.1 Schlüsselparameter zur Kennzeichnung der Sorption organischer Chemikalien....	16
5.2 Weitere Einflussgrößen auf die Sorption organischer Chemikalien .....	18
<b>6 Abbau und Verflüchtigung organischer Chemikalien</b> .....	<b>19</b>
<b>7 Übersicht und Zusammenfassung bisher angewandeter Schätzverfahren</b> .....	<b>22</b>
7.1 Schätzung der Bindungseigenschaften von Böden für organische Chemikalien....	22
7.2 Schätzung der Bindungsstärke organischer Chemikalien .....	26
7.3 Schätzung der Abbaubarkeit organischer Chemikalien .....	29
7.4 Schätzung der Verflüchtigung organischer Chemikalien .....	33
<b>8 Ergänzende Parameter zur Abschätzung der Sorption</b> .....	<b>34</b>
8.1 Vorbemerkungen .....	34
8.2 Berücksichtigung der Nichtlinearität der Adsorption .....	34
8.3 Beitrag der Minerale des Bodens zur Adsorption .....	35
8.4 Sorptionsstärke in Abhängigkeit von der Sorptionsdauer .....	36
<b>9 Verknüpfung der gewonnenen Parameter zur Ableitung des Verhaltens organischer Chemikalien in Böden</b> .....	<b>36</b>
<b>10 Hinweise zu geeigneten Datensammlungen</b> .....	<b>38</b>
<b>11 Zusammenfassung</b> .....	<b>38</b>
<b>Anhang A (informativ) Übersichtstabellen zu prioritären bzw. umweltgefährdenden organischen Stoffen</b> .....	<b>39</b>
<b>Quellen und Literaturhinweise</b> .....	<b>51</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Wirkung von DOC in Konzentrationen von 0 mg/L bis 250 mg/L auf die effektive Sorption ( $\log K_{OC\text{eff}}$ ) organischer Chemikalien unterschiedlicher Polarität ( $\log K_{OW}$ ) .....	19
Bild 2:	Konzentrationsabnahme bei einer Abbaukinetik 1. Ordnung mit $C_0 = 8,85$ und $k = 0,019$ .....	30
Bild 3:	Beispiel für die Konzentrationsabnahme bei einem dreiphasigen metabolischen Abbau .....	31

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abbauwege bei bevorzugt aerobem oder anaerobem Abbau der in der BBodSchV geregelten Stoffgruppen .....	21
Tabelle 2:	Bindungsstufe FO <sub>b</sub> organischer Chemikalien in Böden unter dem Einfluss des Humusgehalts bzw. Zersetzungsgrades von Torf sowie der Bodenart .....	23
Tabelle 3:	Zu- bzw. Abschläge zur Berücksichtigung des pH-Einflusses auf die Bindungsstufe FO <sub>b</sub> organischer Chemikalien in Böden .....	23
Tabelle 4:	Ausgewählte Korrelationen zur Abschätzung des Sorptionskoeffizienten $K_{OC}$ ...	27
Tabelle 5:	Ausgewählte Korrelationen zur Abschätzung des Sorptionskoeffizienten $K_{OC}$ bzw. $K_d$ für ionisierbare Verbindungen .....	28
Tabelle 6:	Einstufung des Abbaus .....	32
Tabelle 7:	Abbau organischer Chemikalien in Böden hinsichtlich der Einstufung (eO), bezogen auf die mittlere Lufttemperatur der Vegetationsperiode oder des Jahrs als Maß für die Bodentemperatur und biologische Abbauleistung ....	32
Tabelle 8:	Einstufung der Verflüchtigung .....	33
Tabelle 9:	Wertezuschlag für die Einstufung der Beseitigung (eO) zur Berücksichtigung des Einflusses der möglichen Verflüchtigung .....	33
Tabelle 10:	Beziehung zwischen Kornfraktion und spezifischer Oberfläche .....	35
Tabelle 11:	Anreicherungsstufe FO <sub>a</sub> einer organischen Chemikalie im Oberboden in Abhängigkeit von der Bindungsstufe FO <sub>b</sub> und der Eliminierungsstufe FO <sub>e</sub> bei wiederholter Applikation .....	37
Tabelle 12:	Beurteilung des Verhaltens einer organischen Chemikalie im Boden .....	37
Tabelle A.1:	Prioritäre bzw. umweltgefährdende organische Stoffe nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung .....	39
Tabelle A.2:	Materialwerte für organische Chemikalien im Bodenmaterial nach der Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen und das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzbaustoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material .	47
Tabelle A.3:	Einstufungen der wichtigsten Parameter, die das Verhalten von Chemikalien in Böden bestimmen .....	48

## Benutzerhinweis

Dieses Arbeitsblatt 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 sowie allgemein anerkannt ist.

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

Dieses Arbeitsblatt 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 Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

## 1 Anwendungsbereich

Die Zahl, Produktion und Verwendung organischer Chemikalien nimmt stetig zu. Im Jahr 2008 waren von ca. 33,8 Millionen chemischer Verbindungen rund 19 Millionen kommerziell erwerbbar (CEFIC 2008). Damit nimmt auch die Umweltbelastung mit diesen Stoffen kontinuierlich zu, obwohl nicht alle Chemikalien zwangsläufig in die Umwelt gelangen. Bezüglich einer Umwelt- bzw. Bodengefährdung sind vor allem solche Stoffe relevant, die persistent, bioakkumulierend, toxisch bzw. kanzerogen, reproduktionstoxisch oder mutagen sind. Dies betrifft eine Reihe organischer Chemikalien unterschiedlicher Stoffklassen, die sich durch ein sehr breites Spektrum an unterschiedlichen molekularen und physikochemischen Eigenschaften auszeichnen (LITZ et al. 2004). Damit variieren auch das Verhalten und der Verbleib dieser Stoffe in Böden (WORCH & THIELE-BRUHN 2006). Daher ist es nicht möglich, die Filterung und Pufferung organischer Chemikalien allein auf Basis des Stoffbestands der Böden zu beurteilen bzw. die Filterung und Pufferung aller organischen Chemikalien in Böden mithilfe einer pauschalen Bewertung vorzunehmen. Stattdessen ist es notwendig, spezifische Eigenschaften des Stoffs oder zumindest der Stoffgruppe sowie des Bodens zu berücksichtigen.

In diesem Arbeitsblatt werden bestehende Bewertungsschemata skizziert. Das Arbeitsblatt befasst sich mit der Ableitung von Feldkennwerten der Filter- und Pufferfunktion von Böden gegenüber eingetragenen organischen Chemikalien und gibt Hinweise zu deren Bewertung. Dabei werden aktuelle Ansätze zur Berücksichtigung des Bodenstoffbestands wie auch der physikochemischen Eigenschaften organischer Chemikalien mit Bezug auf die Filter- und Pufferfunktion von Böden aufgeführt. Es ist nicht Ziel der Funktionsbewertung, eine vorliegende Kontamination zu bewerten sondern das Potenzial des Bodens, Chemikalien zu filtern und zu transformieren und damit zumindest zeitweise aus den Stoffkreisläufen der Umwelt zu entfernen. Dies erfolgt vorrangig durch die Sorption als wesentlicher Prozess der Filterung und Pufferung, die mit den weiteren Prozessen des Abbaus und der Verlagerung in enger Wechselwirkung steht. Möglichkeiten zur Abschätzung des Potenzials eines Bodens organische Chemikalien zu eliminieren – durch Abbau oder Verflüchtigung – werden vorgestellt; die für eine Verlagerung relevanten Prozesse werden dagegen in separaten Arbeitsblättern behandelt.

Das vorliegende Arbeitsblatt wendet sich an Bodenkundler, Geowissenschaftler, Wasserwirtschaftler und Berater der Land- und Forstwirtschaft.