

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 920-3

**Bodenfunktionsansprache –
Teil 3: Funktion des Bodens im Nährstoffhaushalt (N, P, K, Ca, Mg, S)
ackerbaulich genutzter Standorte**

Dezember 2018



DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 920-3

Bodenfunktionsansprache –
Teil 3: Funktion des Bodens im Nährstoffhaushalt (N, P, K, Ca, Mg, S)
ackerbaulich genutzter Standorte

Dezember 2018



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

Satz:

Silke Vass-Wolff, DWA

Druck:

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

ISBN:

978-3-88721-673-3 (Print)

978-3-88721-674-0 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2018

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 Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Das vorliegende Merkblatt im DWA-Regelwerk ist ein Beitrag der DWA-Arbeitsgruppe GB-7.4 „Bodenfunktionsansprache“, im Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz – Bodenfunktionen und Altlasten“. 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 (BBodSchG) 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 Regelwerke 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 ergeben.

Die Arbeitsgruppe Bodenfunktionsansprache stellt mit der Überarbeitung der bestehenden DWA-Arbeits- und Merkblätter eine Reihe von Regeln zur Bodenbewertung bereit, deren Gliederung sich an den im Bundes-Bodenschutzgesetz genannten Bodenfunktionen bzw. -gefährdungen orientiert. Das hier vorliegende DWA-Merkblatt „Bodenfunktionsansprache – Teil 3: Funktion des Bodens im Nährstoffhaushalt (N, P, K, Ca, Mg, S) ackerbaulich genutzter Standorte“ widmet sich der Funktion des Bodens im Nährstoffhaushalt. Es fasst wesentliche Grundlagen der Nährstoff-Nachlieferung aus der Mineralphase und der Speicherung und Transformation von Nährstoffen in ackerbaulich genutzten Böden zusammen. Die Arbeit geht weiterhin auf die Problematik von Nährstoffverlusten ein. Für zahlreiche Aspekte liefert das Merkblatt einfach anwendbare Verfahren zur Einschätzung und Bewertung der Funktionen des Bodens im Nährstoffhaushalt. Durch die Zusammenführung grundlegenden Wissens mit Bewertungsverfahren, die bislang auf zahlreiche Publikationen und Anleitungen verteilt waren, schließt diese Arbeit eine wichtige Lücke und rundet somit das vorliegende DWA-Regelwerk ab.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe Bodenfunktionsansprache setzen sich zusammen aus Vertretern von Fach- und Oberbehörden, von Hochschulen und Forschungsinstituten sowie aus dem Bereich der Ingenieurbüros.

In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt DVWK-R 129/1995

Das vorliegende Merkblatt DWA-M 920-3 ersetzt die Unterabschnitte 4.2 „Nährstoffe“ und 8.5 „Charakterisierung des Austauschverhaltens“ des Arbeitsblatts DVWK-R 129/1995. Einschränkung ist darauf hinzuweisen, dass im Merkblatt DWA-M 920-3 lediglich die Beurteilung ackerbaulich genutzter Standorte ersetzt wird. Die Ausführungen im Arbeitsblatt DVWK-R 129/1995 in Bezug auf Humusaufgaben (Unterabschnitt 4.2), z. B. Waldstandorte, und Torfe (Unterabschnitt 8.5.5), z. B. entwässerte Moore, sind weiterhin gültig und werden durch das Merkblatt DWA-M 920-3 nicht ersetzt.

Überblick über entstandene/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 (Merkblatt DWA-M 920-4:2018) 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 (Merkblatt DWA-M 920-3:2018) 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 Schadstoffe (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 Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe GB-7.4 „Bodenfunktionsansprache“ im DWA-Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz – Bodenfunktionen und Altlasten“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

BACHMANN, Jörg	Prof. Dr., Leibniz Universität Hannover, Hannover
BÖTTCHER, Jürgen	Prof. Dr., Leibniz Universität Hannover, Hannover
ELHAUS, Dirk	Dipl.-Geogr., Geologischer Dienst NRW, Krefeld
EVERS, Jan	Dr., Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen
HENNINGS, Volker	Dr., Büro für Bodenfunktionsbewertung, Hannover
HÖPER, Heinrich	Dr. sc. agr., 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
RENGER, Manfred	Prof. em. Dr., ehem. Technische Universität Berlin, Berlin
SCHREY, Heinz-Peter	Dr., Geologischer Dienst NRW, Krefeld
SCHÜLER, Gebhard	Prof. Dr., Forstliche Versuchsanstalt, Trippstadt
THIELE-BRUHN, Sören	Prof. Dr., Universität Trier, Trier
UTERMANN, Jens	Prof. Dr., Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Dessau-Roßlau
WILKE, Berndt-Michael	Prof. Dr. Dr., Technische Universität Berlin, Berlin

Als Gäste haben mitgewirkt:

DUIJNISVELD, Wilhelmus	Prof. Dr., Leibniz Universität Hannover, Hannover
DULTZ, Stefan	Dr., Leibniz Universität Hannover, Hannover
HEUMANN, Sabine	Dr., Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
REX, Martin	Dr., FEhS-Institut für Baustoff-Forschung e.V., Duisburg

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasser	.....	5
Inhalt	.....	6
Bilderverzeichnis	.....	7
Tabellenverzeichnis	.....	8
Hinweis für die Benutzung	.....	10
1 Anwendungsbereich	.....	10
2 Verweisungen	.....	11
3 Symbole und Abkürzungen	.....	12
4 Nährstoff-Nachlieferung aus der Mineralphase	.....	13
4.1 Allgemeines	.....	13
4.2 Art der Mineralphase	.....	13
4.3 Vorkommen von Silicaten in Böden	.....	16
4.4 Verwitterbarkeit der Silicate	.....	19
4.5 Elementfreisetzung aus der Mineralverwitterung	.....	19
4.6 Eintrag von Silicaten in Böden	.....	22
4.7 Biotische Silicatverwitterung	.....	23
4.8 Untersuchungsmethoden zur Nährstoffnachlieferung	.....	24
4.9 Resümee	.....	26
5 Speicherung von Nährstoffen	.....	27
5.1 Sorption/Austausch: Ca, Mg, K	.....	27
5.1.1 Allgemeines	.....	27
5.1.2 Kationenaustauschkapazität (KAK) von Böden	.....	27
5.1.3 Einfache Abschätzung der KAK	.....	28
5.1.4 Berechnung der KAK mit einer Pedotransferfunktion	.....	30
5.2 Bindungsformen und Sorption: P	.....	32
5.2.1 Allgemeines	.....	32
5.2.2 P in organischer Substanz	.....	33
5.2.3 Sorptionsprozesse	.....	33
5.3 Immobilisierung in organischer Substanz: N, S	.....	35
5.3.1 Gehalte an N und S in Boden und Pflanze	.....	35
5.3.2 Abschätzung der Höhe der Immobilisierung in organischer Substanz	.....	36
6 Transformation und Mobilisierung von Nährstoffen	.....	39
6.1 Alterung/pH-abhängige Lösung: P	.....	39
6.2 Mineralisierung: N, S	.....	42
6.2.1 Prozesse	.....	42
6.2.2 Abschätzung der Höhe der N-Nettomineralisation aus organischer Substanz	.....	43
7 Nährstoffverluste	.....	48

7.1	Nitrat- und Sulfatauswaschung aus Böden ins Grundwasser.....	48
7.1.1	Nitratauswaschung.....	48
7.1.2	Sulfatauswaschung.....	55
7.2	Entgasung von NH ₃ und N ₂ , N ₂ O (Denitrifikationspotenzial)	56
7.2.1	Allgemeines	56
7.2.2	Entgasung von NH ₃	56
7.2.3	Schätzrahmen für NH ₃ -Verluste	57
7.2.4	Gasförmige Entbindung von N ₂ und N ₂ O	59
7.2.5	Bewertung des Denitrifikationspotenzials und des N ₂ O-Emissionspotenzials	60
7.3	P-Verluste durch Erosion und Auswaschung	62
	Quellen und Literaturhinweise	66

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Elektronenmikroskopische Aufnahme eines perthitisch entmischten Feldspats aus einer podsolierten Braunerde aus Bärhalde-Granit (Schwarzwald). Die vorhandenen Poren sind auf die leichtere Verwitterbarkeit des in Lamellen vorliegenden Na-Feldspats in einem Wirtskristall aus K-Feldspat zurückzuführen	16
Bild 2:	Abhängigkeit zwischen Mineralarten und Korngrößen in einem weichselzeitlichen Geschiebemergel Ostholsteins.....	17
Bild 3:	Mineralogische Zusammensetzung von verbreitet auftretenden magmatischen Gesteinen. Die Bezeichnung des vulkanitischen Gesteinsäquivalentes ist der magmatischen Gesteinsbezeichnung nachgestellt	17
Bild 4:	Tomographische Aufnahme zur Ablagerung von SiO ₂ in der Blattspreite von Reis. SiO ₂ , in dem gezeigten Blattquerschnitt hell erscheinend, wird unterhalb der Kutikula auf der Blattober- und Blattunterseite abgelagert und bildet damit eine Doppelschicht. Außerdem ist SiO ₂ in spezifischen Zellen entlang der Leitbündel konzentriert	22
Bild 5:	Elektronenmikroskopische Aufnahme von Pilzhyphen an der Oberfläche eines Mineralpartikels.....	23
Bild 6:	Einteilung verschiedener organischer Säuren nach dem Einfluss auf die Lösung des Glimmer-minerales Phlogopit. Extraktion mit 0,1 M Lösungen bei 60°C	24
Bild 7:	HCl-lösliches K, Mg und Ca aus 12 Korngrößenfraktionen < 2 – 10000 µm die aus Proben der A- und B-Horizonte von sieben Böden aus Geschiebedecksand in NW-Deutschland separiert wurden.....	25
Bild 8:	P-Bindungsformen und ihre Löslichkeit in Abhängigkeit vom pH-Wert (Ca-Aktivität: 2,5 mmol l ⁻¹ für Ca-Phosphate) im Gleichgewicht mit Goethit und Gibbsit (für Strengit bzw. Variscit).....	32
Bild 9:	Einfluss der Bodenart auf die Phosphatverteilung in der Umgebung sechs Tage alter Rapswurzelzonen.....	35
Bild 10:	Abnahme des CAL- und wasserlöslichen Bodenphosphats nach einer P-Vorratsdüngung (20 mg P/100 g) in einer schwach podsolierten Braunerde [pH 6,2] und einer sauren Pseudogley-Braunerde [pH 4,1]	39
Bild 11:	Formen des anorganischen Phosphats im Boden eingestuft nach Zugänglichkeit, Extrahierbarkeit und Verfügbarkeit	40
Bild 12:	Phosphataufnahme von Zuckerrüben und Raps in Abhängigkeit von der Bodentemperatur.	40

Bild 13:	Einfluss der Bodenverdichtung auf P-Aufnahme und P-Gehalte von Wintergerste bei einem P-Gehalt von 120 mg DL-P kg ⁻¹	41
Bild 14:	Mittlere Phosphatentzüge durch Sommergerste aus 3 Erntejahren ohne und mit Kompost (26 kg P ha ⁻¹) in dem Feldversuch Bergen-Katensen auf Sandboden über 5 Jahre	41
Bild 15:	Langjährige mittlere monatliche Werte für (a) Niederschlag N in Hannover (oben, Daten des DWD: langjähriger mittlerer jährlicher Niederschlag 662 mm/a) und (b) Sickerwasserrate SR aus dem Wurzelraum (unten; Sandboden bzw. Lössboden, langjährige mittlere jährliche Sickerwasserrate 283 mm/a bzw. 196 mm/a, Raum Hannover, Sommerweizen	50
Bild 16:	Zeit-Tiefen-Kurven für einen Podsol aus Sand (oben) und eine Parabraunerde aus Löss (unten). Fruchtfolge: ab Frühjahr Sommergetreide nach Schwarzbrache. Die Schraffierung beschreibt beispielhaft die konvektive Verlagerung von Nitrat in Böden	51
Bild 17:	Schematisches Beispiel für die Nitratverlagerung in der Hauptauswaschungsperiode. Der schraffierte Bereich zeigt, dass 75% des Nitrats sich Anfang Juni bereits unterhalb des Wurzelraums der Folgefrucht befindet	52
Bild 18:	Langjährige mittlere Nitratauswaschungsgefahr in Abhängigkeit von der Bodenart Löss (lehmiger Schluff) bzw. Sand (feinsandiger Mittelsand) für grundwasserferne Ackerstandorte im Raum Hannover (Fruchtfolge Sommergetreide nach Schwarzbrache im Winterhalbjahr; langjährige mittlere monatliche Verteilung der Sickerwasserrate wie dargestellt in Bild 15).	53
Bild 19:	Beziehung zwischen der relativen P-Sättigung der Sorptionsträger und der P-Konzentration (BSE-P) in ausgewählten niederrheinischen Böden	63
Bild 20:	Anreicherung des Phosphors im Bodenprofil auf Dauergrünland in einem P-Düngungsversuch mit jährlicher P-Düngung über 60 Jahre.....	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Häufigkeit der Minerale und Elemente in der Erdkruste	14
Tabelle 2:	Mittlere chemische Zusammensetzung verschiedener Magmatite und Sedimente	18
Tabelle 3:	Abhängigkeit der potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot) von der Feinbodenart	28
Tabelle 4:	Abhängigkeit der potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot) vom Humusgehalt.....	29
Tabelle 5:	Einstufung und Bewertung der potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAKpot)	29
Tabelle 6:	pH-abhängige Umrechnungsfaktoren (fpH) zur Bestimmung der effektiven Kationenaustauschkapazität aus der potenziellen Kationenaustauschkapazität....	30
Tabelle 7:	Einstufung und Bewertung des Basensättigungsgrades (BS %)	30
Tabelle 8:	pH-Werte und P-Gehalte im Calcium-Acetat-Lactat-Extrakt (CAL-P) im Boden langjähriger Kalkversuche in Abhängigkeit von Bodenart, Kalkdüngung und Kalkform	34
Tabelle 9:	Kennwerte zu Stickstoff und Schwefel in Ap-Horizonten von Ackerböden (Tiefe 30 cm) und in landwirtschaftlichen Kulturpflanzen	35
Tabelle 10:	Beispiel zur Berechnung der N-Immobilisierung bei Abbau von 6000 kg Getreidestroh.	37
Tabelle 11:	Bewertung des standörtlichen N-Immobilisierungspotenzials von Böden in Abhängigkeit von der Nutzung.....	38

Tabelle 12: Mittlere Faktoren FHerbst in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Herbsttemperatur des Vorjahres (September bis November) für die Poolgröße Nfast	44
Tabelle 13: Mittlere Faktoren FVorfrucht in Abhängigkeit von der Vorfrucht für die Poolgröße Nfast.	44
Tabelle 14: Poolgrößen Nslow und Nfast (alternativ zu Gleichung 8) in Abhängigkeit vom mittleren Tongehalt der Bodenart (KA5, 2005) zur Berechnung der N-Nettomineralisation NNetMin	44
Tabelle 15: Durchschnittliche Werte für die beiden Reaktionskoeffizienten kfast und kslow in Abhängigkeit von der Temperatur.	45
Tabelle 16: Wassergehaltsfaktoren (WF) der N-Nettomineralisation in Abhängigkeit vom volumetrischem Wassergehalt (WG) und von der Bodenart sowie mittlere Werte für alle Bodenarten.	45
Tabelle 17: Beispiel zur Berechnung der N-Nettomineralisation NNetMin unter Winterweizen mit Vorfrucht Zuckerrüben (Vorjahrestemperatur im Herbst 9°C) im Lössboden der Körnung Ut3 in zwei Zeiträumen (je 61 Tage): a) 1.3.-30.4. mit durchschnittlich 10°C und Wassergehalten um 30%; b) 1.5.-30.6. mit durchschnittlich 20°C und Wassergehalten um 20%	46
Tabelle 18: Bewertung des standörtlichen N-Mineralisationspotenzials von Böden in Abhängigkeit von der Nutzung	47
Tabelle 19: Wichtige Einflussgrößen auf Nitratauswaschung aus dem Wurzelraum.	49
Tabelle 20: Einstufung und Bewertung der standörtlichen Nitratauswaschungsgefahr (NAG) auf Basis der Austauschhäufigkeit der Bodenlösung	54
Tabelle 21: Berechnung der Nitratauswaschungsgefährdung (Austauschhäufigkeit) für zwei verschiedene Böden am gleichen klimatischen Standort.	55
Tabelle 22: Schätzskala für die Infiltration von Flüssigmist	57
Tabelle 23: Potenzielle NH ₃ -Gesamtverluste (% der ausgebrachten Ammoniak- plus Ammonium-N-Menge) nach Flüssigmistausbringung in Abhängigkeit von Infiltration und Temperatur (°C) nach Ausbringung.	58
Tabelle 24: Minderungsfaktoren für NH ₃ -Verluste in Abhängigkeit von der Zeit (Stunden h bzw. Tage d) und Temperatur (°C)	58
Tabelle 25: Minderungsfaktoren für NH ₃ -Verluste in Abhängigkeit von Niederschlagsmenge (mm) und Temperatur (°C)	58
Tabelle 26: Bewertungsschema des standörtlichen Denitrifikationspotenzials landwirtschaftlich genutzter Böden	60
Tabelle 27: Einstufung des N ₂ O-Emissionspotenzials	61
Tabelle 28: Einstufung des Phosphoraustrags in Klassen der potenziellen Gewässergefährdung	63
Tabelle 29: Schätzrahmen zur Ermittlung von P-Verlusten durch vertikalen Austrag in landwirtschaftlichen Betrieben	65

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.

1 Anwendungsbereich

Pflanzen benötigen zum Wachstum zahlreiche Nährstoffe. Die meisten nehmen sie über das Wurzelsystem auf. Dabei spielt der Boden eine wichtige Rolle, da er – abgesehen von direkter Zufuhr z. B. durch Düngung – nicht nur die gespeicherte bzw. speicherbare Nährstoffmenge beeinflusst, sondern auch die Verfügbarkeit der Nährstoffe reguliert. In den meisten Fällen bedeutet Verfügbarkeit von Nährstoffen für die Wurzelaufnahme, dass die Nährstoffe in der Bodenlösung gelöst vorliegen. Die im Boden gespeicherten Nährstoffvorräte hingegen sind in bzw. an den festen Bodenbestandteilen (Minerale, organische Substanz) lokalisiert. Sie können nur dann für die Aufnahme verfügbar werden, wenn sie aus der Speicherform in die gelöste Form übergehen. Je nach Bindungsform sind dafür unterschiedliche Prozesse (z. B. Lösung, Kationenaustausch) verantwortlich. Der Nährstoffhaushalt von Böden wird aber auch von entgegengesetzter Festlegung und Immobilisierung beeinflusst. Die Richtung und Geschwindigkeit der verschiedenen Prozesse hängt von zahlreichen Faktoren ab. Dazu gehören insbesondere Temperatur, Wassergehalt, Durchlüftung und pH-Wert des Bodens, aber auch Körnung und Mineralausstattung des Bodenmaterials und nicht zuletzt anthropogene Einflüsse wie Stoffzufuhr (Düngung, atmosphärische Deposition) und Art der Nutzung. Die genannten Faktoren beeinflussen weiterhin die Verlustgrößen im Nährstoffhaushalt der Böden, besonders die Nährstoffauswaschung und – sofern Gasphasen von Bedeutung sind – auch gasförmige Verluste.

Von den großflächig verbreiteten Nutzungsarten unterscheiden sich ackerbauliche und forstliche Bodennutzung hinsichtlich des Nährstoffhaushalts besonders deutlich. Im Ackerbau findet regelmäßige Nährstoffzufuhr und Regulierung der Bodenazidität durch Düngung statt. Der Boden wird in der Regel alljährlich bearbeitet, meist dabei gewendet und durchmischt. Je nach Standorts- und Witterungsgegebenheiten wird der Wasserhaushalt des Bodens oft durch Wasserzufuhr (Beregnung) oder Entwässerung (Dränage) geregelt. Im Gegensatz dazu ist in Forsten Düngung auf episodische Ereignisse wie z. B. Kalkung begrenzt, Forstböden werden in der Regel nur selten mechanisch bearbeitet und Eingriffe in den Wasserhaushalt sind eine Ausnahme. Jedoch waren und sind Forstböden meist mehr oder weniger starken Stoffeinträgen (besonders Säureeinträge) durch atmosphärische Deposition ausgesetzt. Dadurch werden Nährstoffgehalte und –umsetzungen in Forstböden meist durch andere Regulationsmechanismen bestimmt als in Ackerböden.