



Hydrologie — Hydrographische Begriffe und Zeichen Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN ISO 772

Hydrology — Hydrographic terms and symbols — Additional provisions
concerning ÖNORM EN ISO 772

Hydrologie — Termes et symboles hydrographiques — Dispositions
complémentaires à ÖNORM EN ISO 772

Medieninhaber und Hersteller

Austrian Standards Institute/
Österreichisches Normungsinstitut
Heinestraße 38, 1020 Wien

Copyright © Austrian Standards Institute 2016

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!
E-Mail: publishing@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at/nutzungsrechte

Verkauf von in- und ausländischen Normen und Regelwerken durch
Austrian Standards plus GmbH
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at
Webshop: www.austrian-standards.at/webshop
Tel.: +43 1 213 00-300
Fax: +43 1 213 00-818

ICS 01.040.17; 17.120.20

Ersatz für ÖNORM B 2400:2015-03

zuständig Komitee 039
Hydrologie

Inhalt

Vorwort3
 Vorwort zu ÖNORM B 2400:20153
 1 Anwendungsbereich3
 2 Normative Verweisungen4
 3 Begriffe4
 3.1 Allgemeine Begriffe.....4
 3.2 Wasser in der Atmosphäre7
 3.3 Wasser auf der Erdoberfläche (Oberflächenwasser).....9
 3.4 Durch Wasser bewegte feste Stoffe13
 3.5 Eis und Schnee16
 3.6 Wasser unter der Erdoberfläche (unterirdisches Wasser)19
 3.7 Hydrographische Kenngrößen und ihre statistischen Grundlagen30
 4 Abkürzungen für hydrographische Hauptwerte.....36
 5 Systematik der gewählten Ausdrücke und Zeichen38
 Anhang A (normativ) Zeichen in den hydrologischen Festlegungen39
 Anhang B (normativ) Graphische Darstellungen zu Wasser unter der Erdoberfläche42
 Anhang C (normativ) Graphische Darstellungen statistischer Kenngrößen45
 Literaturhinweise47
 Stichwortverzeichnis.....50

Vorwort

Diese Ausgabe berichtigt die Ausgabe ÖNORM B 2400:2015 und wurde ohne formelles Verfahren neu herausgegeben.

Folgende Änderungen wurden vorgenommen:

- Die Definition zu Begriff [3.6.48](#) wurde korrigiert.
- Die Einleitungssätze und die Bildunterschriften zu [Bild B.1](#) und [Bild B.2](#) wurden korrigiert.
- Das [Stichwortverzeichnis](#) wurde angepasst.

Vorwort zu ÖNORM B 2400:2015

Aufgrund der CEN-Übernahmeverpflichtung für Europäische Normen und der damit verbundenen Zurückziehung von nationalen Normen wurde die ÖNORM B 2400:2004 im Jahr 2011 zurückgezogen und durch die ÖNORM EN ISO 772:2011 ersetzt.

Nachdem in der ÖNORM EN ISO 772:2011 viele Begriffe der Hydrologie die in Österreich Anwendung finden nicht enthalten sind, wurden in der vorliegenden Neuauflage der ÖNORM B 2400 zusätzliche nationale Benennungen, Definitionen und Zeichen festgelegt.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der ÖNORM B 2400:2004 sind nachfolgend angeführt, wobei diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Wesentliche Änderungen sind:

- Es wurde eine Anpassung an die ÖNORM EN ISO 772:2011 vorgenommen.
- Das Dokument wurde neu strukturiert.
- Alle Begriffe wurden entsprechend dem Stand der Technik auf Aktualität geprüft und angepasst.
- Die Begriffe betreffend durch Wasser bewegte Stoffe wurden erweitert.
- Die bildlichen Darstellungen wurden in die neuen Anhänge B und C zusammengefasst.

Einige Begriffe, die bereits in der ÖNORM EN ISO 772:2011 definiert sind, wurden hinsichtlich der in Österreich üblichen hydrologischen Praxis mittels Anmerkungen erläutert.

Geschlechtsbezogene Aussagen in dieser ÖNORM sind auf Grund der Gleichstellung für beiderlei Geschlecht aufzufassen bzw. auszulegen.

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM gibt in Ergänzung zur ÖNORM EN ISO 772 Benennungen, Definitionen und Zeichen an, die auf dem Gebiet der hydrologischen Festlegungen verwendet werden.

Im Folgenden werden Begriffe aus folgenden Begriffsfeldern definiert:

- 1) Allgemeine Begriffe,
- 2) Wasser in der Atmosphäre,
- 3) Wasser auf der Erdoberfläche (Oberflächenwasser),
- 4) durch Wasser bewegte feste Stoffe,
- 5) Eis und Schnee,
- 6) Wasser unter der Erdoberfläche (unterirdisches Wasser),
- 7) hydrographische Kenngrößen und ihre statistischen Grundlagen.

In der ÖNORM EN ISO 772 sind vorwiegend Benennungen, Definitionen und Symbole angegeben, die auf dem Gebiet der hydrometrischen Festlegungen verwendet werden. Dies sind neben den allgemeinen Begriffen, Geschwindigkeitsflächen-Verfahren, Überfälle, Wehre und Messkanäle. Des Weiteren werden Verdünnungsverfahren, Geräte und Ausrüstungen sowie Sedimenttransport und Unsicherheiten bei hydrometrischen Festlegungen behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Rechtsvorschriften sind immer in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

ÖNORM EN ISO 772, *Hydrometrie – Begriffe und Zeichen (ISO 772:2011)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser ÖNORM gelten die folgenden Begriffe:

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Abflussjahr; Haushaltsjahr; Wasserwirtschaftsjahr; hydrographisches Jahr
einjähriger, nach hydrographischen Gesichtspunkten abgegrenzter Zeitabschnitt

ANMERKUNG In der Gletscherkunde (Zweig der Glaziologie) wird unter natürlichem Haushaltsjahr (Massenhaushaltsjahr) die Zeitspanne zwischen zwei Jahresminima des Wasserwertes eines bestimmten Punktes eines Gletschers verstanden.

3.1.2

Abflussregime
charakteristischer Gang des Abflusses eines Gewässers, bedingt durch das Klima, die Vegetation, die geologischen und geomorphologischen Gegebenheiten und durch die anthropogenen Einflüsse im zugehörigen Einzugsgebiet

3.1.3

Beileitung; Überleitung

Anlage zur Zuleitung von Wasser aus dem eigenen bzw. einem fremden Einzugsgebiet zur Erhöhung des Wasserdargebotes

3.1.4

Gewässer

in der Natur fließendes oder stehendes Wasser, einschließlich Gewässerbett und/oder Grundwasserleiter

ANMERKUNG Um ein Gewässer handelt es sich auch dann, wenn dieses zeitweise nicht Wasser führend ist.

3.1.5

Glaziologie

Wissenschaft, die sich mit den Eigenschaften, dem Vorkommen, den Ansammlungen und der Bewegung von Eis in all seinen Formen, insbesondere Gletschern, befasst

3.1.6

Hydrogeologie

Untersuchung von unterirdischem Wasser in dessen geologischem Kontext

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.144]

ANMERKUNG Hydrogeologie ist die Wissenschaft von den Erscheinungsformen, den Eigenschaften, den Wechselwirkungen und dem Verhalten des Wassers in der Erdrinde. Als Benennung wird entsprechend der Betrachtungsweise entweder Hydrogeologie oder Geohydrologie verwendet.

3.1.7**Hydrographie**

Teil der Hydrologie, der sich mit der quantitativen Erfassung und Beschreibung des Wasserkreislaufes auf, unter und über der Erdoberfläche sowie mit der Behandlung der damit zusammenhängenden Fragen beschäftigt

3.1.8**Hydrologie**

Wissenschaft, die sich mit Wasser über, auf und unter der Erdoberfläche, seinen Erscheinungsformen, der Zirkulation und Verteilung in Raum und Zeit sowie seinen Eigenschaften und seiner Interaktion mit der Umwelt befasst

3.1.9**Hydrometeorologie**

Wissenschaft, die sich mit den Wechselwirkungen zwischen atmosphärischen Vorgängen im Wasserkreislauf und den hydrologischen Prozessen befasst

3.1.10**Hydrometrie**

Wissenschaft von der Wassermessung, einschließlich der angewendeten Verfahren, Techniken und Geräteausrüstung

ANMERKUNG 1 Das Adjektiv ist „hydrometrisch“.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.142]

ANMERKUNG 2 Unter Wassermessung wird das hydrographische und hydraulische Messwesen verstanden.

3.1.11**Isolinien; Isoplethen; Linien gleicher Zahlenwerte**

Linien, die in einer planlichen Darstellung jene Punkte miteinander verbinden, an denen ein bestimmtes Merkmal den gleichen Wert hat

In [Tabelle 1](#) sind Beispiele für Isolinien angeführt.

Tabelle 1 — Beispiele für Isolinien

Benennung	Definition
Isobathen	Linien gleicher Wassertiefe
Isochionen	Linien gleicher Schneehöhe, Tagesanzahl mit Schneefall, Schneebedeckungsdauer
Isochronen	Linien gleicher Fließzeit, Laufzeit
Isohyeten	Linien gleicher Niederschlagshöhe
Isohypsen	Linien gleicher Höhe über dem Bezugshorizont
Isotachen	Linien gleicher Geschwindigkeit
Isothermen	Linien gleicher Temperatur

3.1.12**nutzbares Wasserdargebot**

Wasservolumen, das aus dem natürlichen Wasserkreislauf und entsprechend den bestehenden wasserwirtschaftlichen Verhältnissen (zB Bewirtschaftung, Zu- und Ableitungen, Restwasserabgaben, rechtliche Rahmenbedingungen) der Entnahme aus Oberflächen- und Grundwassern, bezogen auf einen bestimmten Zeitabschnitt und auf einen bestimmten Ort, zur Verfügung steht

ÖNORM B 2400:2016-03

ANMERKUNG Das nutzbare Wasserdargebot kann sich sowohl durch natürliche Einflüsse im Einzugsgebiet als auch durch anthropogene Veränderungen der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse jahreszeitlich und auch über mehrere Jahre hin ändern.

3.1.13**Restwasser**

Durchfluss, der an einer bestimmten Stelle in der Restwasserstrecke im Gewässerbett oberirdisch vorhanden ist

3.1.14**Rückhalthöhe; Aufbrauchhöhe**

Wassermenge, auf eine anzugebende Fläche als Höhe einer Wassersäule angegeben

3.1.15**Schwall**

rascher Anstieg des Abflusses bzw. des Wasserstandes

ANMERKUNG Die rasche Abfluss- bzw. Wasseränderung kann natürliche sowie anthropogene Ursachen (zB Einsatz von Speicherkraftwerken) haben.

3.1.16**Stauhaltung**

Gewässerabschnitt zwischen Stauwurzel und Sperrenstelle

3.1.17**Stauwurzel**

Übergangsstelle, ab der zwischen ungestautem und gestautem Wasserlauf bei einem bestimmten anzugebenden Durchfluss kein messbarer Höhenunterschied festzustellen ist

ANMERKUNG Die Lage der Stauwurzel ist vom Abfluss abhängig.

3.1.18**Stauziel**

behördlich festgelegter, oberer Wasserstand eines Speicherbeckens im Normalbetrieb, bezogen auf einen geodätischen Bezugspunkt

ANMERKUNG Bei Flusskraftwerken kann für den Normalbetrieb neben dem Stauziel auch eine Stauzieltoleranz festgelegt sein.

3.1.19**Sunk**

rascher Rückgang des Abflusses bzw. des Wasserstandes

ANMERKUNG Die rasche Abfluss- bzw. Wasseränderung kann natürliche sowie anthropogene Ursachen (zB Einsatz von Speicherkraftwerken) haben.

3.1.20**Vorflut**

Möglichkeit für das Wasser, unmittelbar oder nach künstlicher Hebung durch Schwerkraft abzufließen

3.1.21**Vorfluter**

der Vorflut dienendes Gewässer

3.1.22**Vorratsänderung, V_R**

Vergrößerung ($V_R > 0$) bzw. Verminderung ($V_R < 0$) des gesamten (ober- und unterirdischen) Wasservorrates eines Gebietes während eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.1.23**Wasserbilanz**

quantitative Gegenüberstellung von Komponenten des Wasserkreislaufs, einschließlich der Vorratsänderung des Wassers in einem Gebiet, während eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.1.24**Wasserdargebot**

Wasservolumen, das aus dem natürlichen Wasserkreislauf in Oberflächen- und Grundwassern, bezogen auf einen bestimmten Zeitabschnitt und einen bestimmten Ort, zur Verfügung steht

3.1.25**Wasserkreislauf**

ständige Bewegung von Wasser in allen seinen Zustandsformen über, auf und unter der Erdoberfläche

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.143]

ANMERKUNG Teile des Wasserkreislaufes können temporär nicht in Bewegung sein. Wesentliche Komponenten des Wasserkreislaufes sind Verdunstung, Kondensation zur Wolkenbildung, Niederschlag, Abfluss und Vorratsänderung.

3.1.26**Wasserwirtschaft**

zielorientierte Zuordnung aller menschlichen Einwirkungen auf das ober- und unterirdische Wasser bezüglich Menge, Qualität und Ökologie

3.2 Wasser in der Atmosphäre**3.2.1****Gebietsniederschlag**

Niederschlagshöhe eines bestimmten Gebietes

3.2.2**Gebietsverdunstung**

Verdunstungshöhe eines bestimmten Gebietes

3.2.3**Interzeption**

durch die Vegetation aufgefangener und vorübergehend zurückgehaltener Teil des Niederschlages

3.2.4**Niederschlag**

Sammelbezeichnung für flüssige oder feste Kondensationsprodukte der Atmosphäre, welche auf die Erdoberfläche gelangen

BEISPIEL Regen (●), Schnee (*), Hagel (▲), Graupel (△), Tau (⊃), Reif (⊂), Raureif (v), nässender Nebel (≡).

ANMERKUNG (): Zeichen, die der Hydrographische Dienst verwendet.

3.2.5**Niederschlagsdauer**

Zeitabschnitt, währenddessen das Niederschlagsereignis stattfindet

3.2.6**Niederschlagsgebiet**

von einem bestimmten Niederschlagsereignis betroffenes Gebiet, dessen Fläche in der Horizontalprojektion gemessen wird

3.2.7**Niederschlagshöhe**

Niederschlag, in flüssiger oder fester Form, an einem bestimmten Ort (Punktniederschlag, zB an einer Messstelle) oder – unter Annahme gleichmäßiger Verteilung – auf eine Fläche während eines anzugebenden Zeitabschnittes, als Höhe einer Wassersäule ausgedrückt

3.2.8**Niederschlagsintensität**

Niederschlagshöhe, geteilt durch die Niederschlagsdauer oder durch einen zugehörigen Teilabschnitt der Niederschlagsdauer

3.2.9**Niederschlagsmenge; Niederschlagsfracht**

Volumen des Niederschlags, der auf ein bestimmtes Gebiet innerhalb eines anzugebenden Zeitabschnittes fällt

3.2.10**Niederschlagsspende**

Niederschlagsmenge, geteilt durch die Niederschlagsdauer oder einen zugehörigen Teilabschnitt der Niederschlagsdauer und durch die Fläche des Niederschlagsgebietes oder des Einzugsgebietes

3.2.11**Starkniederschlag**

Niederschlag, welcher während einer bestimmten Dauer eine bestimmte Niederschlagshöhe erreicht oder überschreitet

ANMERKUNG Im Hydrographischen Jahrbuch von Österreich zur Abgrenzung von Starkniederschlägen wird die vereinfachte Formel nach Wussow verwendet.

$$h_N = \sqrt{5 \cdot t_N} \quad (1)$$

Es bedeutet:

h_N Niederschlagshöhe, in mm

t_N Niederschlagsdauer, in min (maximal 1440 min)

3.2.12**Verdunstung**

Abgabe von Wasserdampf von der Oberfläche der Erde an die Atmosphäre,

BEISPIEL Verdunstung von vegetationsfreien Landflächen (Bodenverdunstung), Verdunstung von freien Wasserflächen, Verdunstung durch Pflanzen, hervorgerufen durch biologische Prozesse (Transpiration), gesamte Boden- und Pflanzenverdunstung, einschließlich jener aus der Interzeption (Landverdunstung, Evapotranspiration).s

3.2.12.1**aktuelle Verdunstung**

tatsächliche Verdunstungshöhe unter den gegebenen meteorologischen Bedingungen und aufgrund des jeweils verfügbaren Wassers

3.2.12.2**potentielle Verdunstung**

Verdunstungshöhe unter den gegebenen meteorologischen Bedingungen, wenn keine Begrenzung im Wassernachschub herrscht

3.2.13**Verdunstungsfracht**

durch Verdunstung abgegebenes Wasservolumen eines bestimmten Gebietes innerhalb eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.2.14**Verdunstungshöhe**

gesamte Verdunstung an einem bestimmten Ort (zB Messstelle) oder – unter Annahme gleichmäßiger Verteilung – von einer Fläche während eines anzugebenden Zeitabschnittes, als Höhe einer Wassersäule ausgedrückt

3.3 Wasser auf der Erdoberfläche (Oberflächenwasser)**3.3.1****Abfluss allgemein**

Komponente des Wasserkreislaufes, die sich als Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung unter Berücksichtigung der Vorratsänderung ergibt

3.3.2**Abfluss, bezogen auf ein Einzugsgebiet**

Quotient aus dem Wasservolumen aus einem Einzugsgebiet, das den (die) Durchflussquerschnitt(e) in einem Talprofil während einer bestimmten Zeit durchfließt, und dieser Zeit

3.3.3**Abflussbeiwert**

Quotient aus Abflussfracht und zugehöriger Niederschlagsfracht

3.3.4**Abflussfracht**

über einen anzugebenden Zeitabschnitt (zB 1 Jahr) integrierter Abfluss

3.3.5**Abflusshöhe**

Quotient aus Abflussfracht und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

3.3.6**Abflusspende**

Quotient aus Abfluss und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

3.3.7**Durchfluss**

Q

Flüssigkeitsvolumen, das in einer Zeiteinheit durch einen Querschnitt fließt

ANMERKUNG 1 Dieser Begriff ist kein Synonym für Strömung.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.35]

ANMERKUNG 2 Der Querschnitt entspricht dem Durchflussquerschnitt.

3.3.8**Durchflussermittlung**

alle Arbeitsgänge, die für die Durchflussmessung in einem Fließgewässer erforderlich sind

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.39]

ANMERKUNG Die Bestimmung des Durchflusses erfolgt durch Messung oder mittels einer Durchflussfunktion.

3.3.9**Durchflussfunktion**

Zusammenhang zwischen den maßgebenden Messgrößen und dem zugehörigen Durchfluss

BEISPIEL Maßgebende Messgrößen sind zB Wasserstand, Stellung der Wehrverschlüsse, Turbinenleistung.

3.3.9.1**Pegelschlüssel; Wasserstand-Durchfluss-Beziehung**

Zusammenhang zwischen dem Wasserstand und dem Durchfluss in einem bestimmten Gewässerquerschnitt (zB Pegelprofil)

3.3.9.2**Schlüsselkurve**

graphische Darstellung des Pegelschlüssels

3.3.10**Durchflussquerschnitt**

Schnittfläche durch den Wasserkörper eines Fließgewässers normal zur mittleren Strömungsrichtung

3.3.11**Einzugsgebiet**

ein Teil der Landfläche, der von einer Wasserscheide eingeschlossen ist und von dem der direkte Oberflächenabfluss von Niederschlag durch Schwerkraft in ein Fließgewässer oder einen anderen Wasserkörper entwässert wird

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.176]

ANMERKUNG Einzugsgebiet ist die in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gebietes, welches von Wasserscheiden begrenzt wird.

3.3.11.1**hydrographisches Einzugsgebiet**

Einzugsgebiet, dem der Abfluss an einer bestimmten Stelle eines Gewässers aufgrund natürlicher Verhältnisse tatsächlich entstammt

ANMERKUNG Die Einzugsgebiete von Quellen sind hydrographische Einzugsgebiete.

3.3.11.2**orographisches Einzugsgebiet**

Einzugsgebiet, das von oberirdischen Wasserscheiden begrenzt wird

3.3.11.3**wirksames Einzugsgebiet**

durch Zu- und/oder Ableitungen in seiner Größe verändertes hydrographisches Einzugsgebiet

3.3.12**Fließbeiwert**

Beiwert zur Berücksichtigung hydraulischer Eigenschaften eines Fließgewässers

3.3.13**Fließgeschwindigkeit**

<Strömung> Verhältnis der Entfernung, die von einem sich in einer festgelegten Richtung bewegenden Wasserkörper zurückgelegt wird, zu der dafür aufgewendeten Zeit

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.43]

ANMERKUNG Die Fließgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit des Wassers in einem bestimmten Punkt des oberirdischen Gewässers in Fließrichtung.

3.3.14**Fließgewässer**

ständig oder zeitweise fließendes oberirdisches Gewässer

ANMERKUNG Das Fließgewässer ist eine Sammelbezeichnung für Bach, Fluss, Strom, Kanal und Ähnliches.

3.3.15**Fließzeit**

Zeit, in der ein Wasserteilchen eine bestimmte Strecke zurücklegt

3.3.16**Gewässerbett**

natürliche oder künstliche Eintiefung der Landoberfläche, die dauerhaft oder häufig mit Wasser gefüllt ist

Es umfasst Gewässersohle, Ufer, Nebengerinne, Seitenarme und Hochwasser-Flutmulden.

3.3.17**Gewässersohle**

unterer Teil des Gewässerbettes

3.3.18**Hochwasser-Abflussgebiet**

im Zuge eines Hochwasserereignisses zufolge Oberflächenabfluss wasserbedeckte und durch Hochwasser-Anschlaglinien begrenzte Fläche

ANMERKUNG In Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung kann eine Unterscheidung zwischen dem durchströmten und dem überstauten Teil des Hochwasser-Abflussgebietes zweckmäßig sein.

3.3.19**Wasser-Anschlaglinie**

Schnittlinie des Wasserspiegels mit dem Gelände

3.3.20**Lauflänge**

Länge eines Fließgewässers zwischen zwei Durchflussquerschnitten, gemessen in der Horizontalprojektion der ausgeglichenen Mittellinie des Gewässerbettes

3.3.21**Laufzeit**

Zeitunterschied zwischen dem Eintreten gleichwertiger Wasserstands- oder Durchflusszustände eines bestimmten Ereignisses in zwei Durchflussquerschnitten

Die Laufzeit ist zB der Zeitunterschied des Durchgangs eines Hochwasserscheitels an zwei Messstellen.

3.3.22**mittlere Geschwindigkeit**

<in einem Querschnitt> Fließgeschwindigkeit in einem gegebenen Querschnitt eines Stromes, erhalten durch Division des Durchflusses durch die Querschnittsfläche des Stromes an diesem Querschnitt

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.64]

ANMERKUNG Die mittlere Geschwindigkeit in einem Querschnitt wird auch als Durchflussgeschwindigkeit bezeichnet.

3.3.23**mittlere Geschwindigkeit**

<einer Stromstrecke> Fließgeschwindigkeit, berechnet durch Division des Durchflusses durch die mittlere Querschnittsfläche des Fließgewässers längs der Stromstrecke

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.65]

ANMERKUNG Die Querschnittsfläche und der Querschnitt entsprechen dem Durchflussquerschnitt.

3.3.24**Oberflächengeschwindigkeit**

Fließgeschwindigkeit einer Flüssigkeit an deren Oberfläche an einem gegebenen Punkt

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.62]

3.3.25**Pegel**

Einrichtung einer Pegelstation zur Messung der Höhe des Wasserspiegels, bezogen auf einen Bezugspunkt

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.41]

3.3.26**Pegelnulppunkt**

Höhenlage des Nullpunktes des Pegels, auf den der Pegel des Wasserspiegels bezogen wird

ANMERKUNG Der Pegelnulppunkt bezieht sich auf einen Höhenfestpunkt.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.116]

3.3.27**Sohlgefälle S**

Höhenunterschied der Sohle je Einheit der horizontalen Entfernung, gemessen in Fließrichtung

ANMERKUNG Das Gefälle ist gewöhnlich in Fließrichtung mathematisch negativ.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.47]

3.3.28**stehendes Gewässer**

ständig oder zeitweise vorhandenes oberirdisches Gewässer, das durch keine oder eine sehr geringe Fließgeschwindigkeit charakterisiert ist

ANMERKUNG Das stehende Gewässer ist eine Sammelbezeichnung für See, Speichersee, Teich, Weiher, Tümpel, Lacke u. dgl.

3.3.29**Stromstrich**

ausgeglichene Verbindungslinie der Punkte größter Oberflächengeschwindigkeit in aufeinander folgenden Durchflussquerschnitten eines Fließgewässers

3.3.30**Talweg**

Linie größter Tiefe und damit tiefste Wasserführung längs des Stromgerinnes

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.32]

ANMERKUNG Der Talweg ist die ausgleichende Verbindungslinie der tiefsten Punkte eines Gewässerbettes oder eines Tals.

3.3.31**Ufer**

seitlicher Teil des Gewässerbettes über dem Wasserspiegel

3.3.32**Überschwemmungsgebiet; Überflutungsgebiet**

Teil des Hochwasser-Abflussgebietes außerhalb des Gewässerbettes, der infolge des Ausuferens vom Wasser überschwemmt oder durchflossen wird bzw. für die Hochwasserentlastung oder die Hochwasserrückhaltung benötigt wird

ANMERKUNG In Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung kann eine Unterscheidung zwischen dem durchströmten und dem überstauten Teil des Überschwemmungsgebietes bzw. Überflutungsgebietes zweckmäßig sein.

3.3.33**Wasserscheide**

Grenze zwischen Einzugsgebieten, von der aus Wasser verschiedenen Orten zufließt, wobei zwischen ober- und unterirdischen Wasserscheiden zu unterscheiden ist

3.3.34**Wasserspiegel**

von der Oberfläche eines Fließ- oder Standgewässers erreichte Höhe

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.170]

ANMERKUNG Der Wasserspiegel ist die Grenzfläche des Wasserkörpers eines oberirdischen Gewässers gegen die Atmosphäre, die auch als Wasseroberfläche bezeichnet wird.

3.3.35**Wasserstand; Pegelhöhe; Wasserspiegel**

Höhenlage der freien Oberfläche eines Stromes, Kanals, Flusses, Sees oder Speicherbeckens, bezogen auf einen festgelegten Bezugspunkt

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.79]

ANMERKUNG 1 Die freie Oberfläche entspricht dem Wasserspiegel.

ANMERKUNG 2 Wenn der Bezugspunkt ein Pegelnullpunkt ist, kann der Wasserstand als Pegelstand bezeichnet werden.

3.3.36**Wasserspiegelgefälle**

Höhenunterschied der Stromoberfläche je Entfernungseinheit, gemessen in Fließrichtung

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.50]

ANMERKUNG Die Stromoberfläche entspricht dem Wasserspiegel.

3.3.37**Wassertiefe**

Vertikalabstand des Wasserspiegels von der Gewässersohle

3.3.38**Zufluss**

Quotient aus dem Wasservolumen, das an einer definierten Stelle eines Gewässers (Bachfassung, See, Pegel, Kraftwerk, Speicher u. dgl.) in einer bestimmten Zeit zufließt, und dieser Zeit

3.4 Durch Wasser bewegte feste Stoffe**3.4.1****Abtragshöhe**

Quotient aus der Summe von Geschiebefracht, Schwebstofffracht und Fracht bestimmter chemisch gelöster Stoffe, jeweils ausgedrückt als Volumen, und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

ANMERKUNG Von den bestimmten chemisch gelösten Stoffen tragen vor allem die Calcium- und Magnesiumverbindungen zur Abtragshöhe bei.

3.4.2**Dichte der Schwebstoffteilchen**

Quotient aus der Masse der Schwebstoffteilchen und deren Volumen

3.4.3**Erosion**

Vorgang des Abtragens (Ablösens) fester Stoffe durch die mechanische Einwirkung von Wasser, Eis, Schnee oder Wind, Temperaturänderung und Vegetation

3.4.4**Feststoff**

Sedimente (Ton, Schluff, Sand, Kies, Geröll oder Blockgeröll), eingeteilt nach dem Äquivalentdurchmesser in Übereinstimmung mit [Tabelle 2](#).

Tabelle 2 — Kornfraktion von Feststoffen

Kornfraktion	Korngröße mm
Ton	< 0,002
Schluff	> 0,002 bis < 0,075
Sand	> 0,075 bis < 4,75
Kies	> 4,75 bis < 80
Geröll, Schotter	> 80 bis < 300
Blockgeröll	> 300

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 6.56]

ANMERKUNG 1 Feststoffe sind die Gesamtheit von Geschiebe, Schwebstoffen und Schwimmstoffen.

ANMERKUNG 2 Unter Sedimente werden bereits abgelagerte Stoffe verstanden.

ANMERKUNG 3 In der ÖNORM EN ISO 14688-1 sind die Grenzen der Korngrößenklassen wie folgt festgelegt: Ton < 0,002 mm, Schluff > 0,002 bis < 0,063 mm, Sand > 0,063 bis < 2 mm, Kies > 2 bis < 63 mm, Stein (Geröll, Schotter) > 63 bis < 200 mm, Blöcke > 200 mm.

3.4.5**Geschiebe**

der Teil der Gesamtfracht (Transport), der sich in nahezu ständigem Kontakt mit der Gewässersohle befindet und durch Rollen, Gleiten oder Springen vorwärts bewegt wird

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 6.8]

ANMERKUNG Unter Gesamtfracht ist die gesamte Feststofffracht gemeint.

3.4.6**Geschiebeabtrag**

Quotient aus Geschiebefracht und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

3.4.7**Geschiebefracht**

über einen anzugebenden Zeitabschnitt (zB 1 Jahr) integrierter Geschiebetransport

3.4.8**Geschiebespende**

Quotient aus Geschiebetransport und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

3.4.9**Geschiebetransport; Geschiebefluss**

Quotient aus der durch einen Durchflussquerschnitt beförderte Geschiebemasse, gewogen in trockenem Zustand, und der betrachteten Zeit

3.4.10**Geschiebetrieb**

Quotient aus Geschiebetransport und der Breite jenes Teiles des Durchflussquerschnittes, in dem die Geschiebebewegung herrscht

3.4.11**isokinetisch**

Bedingung, bei der die Eintrittsgeschwindigkeit des Probenehmers für Schwebstoff gleich der Umgebungsgeschwindigkeit ist

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 6.65]

ANMERKUNG Isokinetisch ist die Bedingung, bei der die Einströmgeschwindigkeit der Schwebstoffprobe in den Probenehmer gleich der Umgebungsgeschwindigkeit ist.

3.4.12**Schwebstoff**

der Teil der Feststofffracht, der durch Turbulenz im fließenden Wasser in Suspension gehalten wird

ANMERKUNG 1 Der Schwebstoff bewegt sich mit praktisch derselben Geschwindigkeit wie das fließende Wasser.

ANMERKUNG 2 Der Schwebstofftransport wird im Allgemeinen in Masse oder Volumen je Zeiteinheit angegeben.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 6.7]

3.4.13**Schwebstoffabtrag**

Quotient aus Schwebstofffracht und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

3.4.14**Schwebstofffracht**

über einen anzugebenden Zeitabschnitt (zB 1 Jahr) integrierter Schwebstofftransport

3.4.15**Schwebstoffkonzentration; Schwebstoffgehalt**

Quotient aus der in einer Wasserprobe enthaltenen Schwebstoffmasse, gewogen in trockenem Zustand, und dem Volumen der Probe

3.4.16**Schwebstoffkonzentration im Querprofil**

die aus Vielpunkt- oder Integrationsentnahmen bzw. durch alternative Methoden gewonnene und über das Durchflussprofil gemittelte Schwebstoffkonzentration

BEISPIEL Ein Beispiel für alternative Methode ist die Messung mit Acoustic Doppler Current Profiler zur Schwebstoffkonzentrationsauswertung.

3.4.17**Schwebstoffspende**

Quotient aus Schwebstofftransport und der Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes

3.4.18**Schwebstofftransport; Schwebstofffluss**

Quotient aus der durch einen Durchflussquerschnitt beförderten Schwebstoffmasse, gewogen in trockenem Zustand, und der Dauer der betrachteten Zeit

3.4.19**Schüttdichte; Lagerungsdichte**

Quotient aus Geschiebemasse bzw. Schwebstoffmasse und Schüttvolumen bzw. Lagerungsvolumen

3.4.20**Schwimmstoffe**

festen Stoffe, die auf der Wasseroberfläche und/oder im Wasser schwimmen, ausgenommen Eis

3.4.21**Sedimentation**

Gesamtergebnis der 5 Sediment-Prozesse (Ablagerung, Bewegungsbeginn, Erosion, Transport und Verdichtung)

ANMERKUNG 1 Beispiele sind Verwitterung und Entfernen.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 6.63]

ANMERKUNG 2 Sedimentation ist der Vorgang der Ablagerung von Feststoffen, welche durch ein Gewässer oder durch oberirdisch flächenhaft abfließendes Wasser transportiert werden.

3.5 Eis und Schnee**3.5.1****Ablation**

Abnahme des gebundenen Wassers (fest, flüssig, gasförmig) in einem definierten Gebiet (zB Höhenstufe) der Schneedecke oder des Gletschers für einen definierten Zeitraum (zB Haushaltsjahr)

ANMERKUNG Für einen Zeitabschnitt wird die auf eine Fläche bezogene mittlere Ablation (b_a) als Höhe einer Wassersäule in mm, die Gesamtablation (B_a) in m^3 Wasser angegeben. Das Betrachtungsgebiet und der Betrachtungszeitraum werden angegeben.

3.5.2**Ablationsgebiet; Zehrgebiet**

in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gletschers, in dem in einem Haushaltsjahr die Abnahme des gebundenen Wassers (fest, flüssig, gasförmig) größer ist als die Zunahme

3.5.3**Akkumulation**

Zunahme des gebundenen Wassers (fest, flüssig, gasförmig) in einem definierten Gebiet (zB Höhenstufe) der Schneedecke oder des Gletschers für einen definierten Zeitraum (zB Haushaltsjahr)

ANMERKUNG Für einen Zeitabschnitt wird die auf eine Fläche bezogene mittlere Akkumulation (b_c) als Höhe einer Wassersäule in mm, die Gesamtakkumulation (B_c) in m^3 Wasser angegeben. Das Betrachtungsgebiet und der Betrachtungszeitraum werden angegeben.

3.5.4**Akkumulationsgebiet; Nährgebiet**

in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gletschers, in dem in einem Haushaltsjahr die Akkumulation größer ist als die Ablation

3.5.5**Altschnee**

im laufenden Haushaltsjahr gefallener, noch vorhandener Schnee, mit Ausnahme des Neuschnees

3.5.6**Eisabgang**

Abschwimmen von Eis bei Aufbrechen einer Eisdecke oder eines Eisstoßes

3.5.7**Eisdecke**

Eisschicht, die sich auf der Oberfläche eines Sees oder Flusses bildet

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.107]

ANMERKUNG Die Eisdecke ist ein Oberflächeneis, das ein Fließgewässer im Allgemeinen auf ganzer Breite oder ein stehendes Gewässer in großer Ausdehnung bedeckt.

3.5.8**Eisstöß; Eisstau**

zusammengeschobene und/oder zusammengefrorene, regellos angehäuften Eisschollen, die bei einem Fließgewässer den Durchflussquerschnitt einengen können

3.5.9**Eistreiben**

Abschwimmen von Eis in schwammigen Massen oder in kleineren oder größeren Eisschollen

3.5.10**Firn**

Schnee, der eine Schmelz-Gefrier-Druck-Metamorphose erfahren hat

ANMERKUNG Firn ist in der Glaziologie definiert als Schnee, der eine Schmelz-Gefrier-Druck-Metamorphose erfahren hat und in vorhergehenden Haushaltsjahren gefallen ist.

3.5.11**Gleichgewichtslinie**

Trennlinie zwischen Akkumulations- und Ablationsgebiet eines Gletschers

Entlang dieser Linie halten sich Akkumulation und Ablation in einem Haushaltsjahr das Gleichgewicht.

ANMERKUNG Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird als Absoluthöhe angegeben. Sie kann in extremen Haushaltsjahren außerhalb des betreffenden Gletschers liegen.

3.5.12**Gletscher**

Gesamtheit einer zusammenhängenden Masse aus Gletschereis, Firn, Altschnee und Neuschnee, die sich meist der Schwerkraft folgend langsam zu Tal bewegt

3.5.13**Gletschereis**

Metamorphoseprodukt des Firns ohne zusammenhängende Poren

3.5.14**Grundeis**

untergetauchtes Eis, an der Sohle anhaftend, unabhängig von der Art seiner Bildung

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.105]

ANMERKUNG Als Grundeis wird auch Eis bezeichnet, das sich an dem unter Wasser liegenden Teil des Gewässerbettes gebildet hat.

3.5.15**Massenbilanz**

Akkumulation abzüglich Ablation, bezogen auf einen Gletscher

ANMERKUNG Für einen Zeitabschnitt wird die auf eine Fläche bezogene mittlere Massenbilanz (b) als Höhe einer Wassersäule in mm, die Gesamtmassenbilanz (B) in m^3 Wasser angegeben. Eine positive bzw. negative Massenbilanz bezogen auf ein Haushaltsjahr wird auch als positives bzw. negatives Haushaltsjahr bezeichnet.

3.5.16**Neuschnee**

frisch gefallener Schnee, der noch keiner merklichen Metamorphose unterlegen ist

ANMERKUNG Im Messwesen wird jener Schnee, der innerhalb der letzten 24 Stunden vor dem Messzeitpunkt gefallen ist, als Neuschnee bezeichnet.

3.5.17**Neuschneehöhe; Neuschneezuwachs**

lotrecht gemessene Höhe des Neuschnees im Zustand der natürlichen Lagerungsdichte

ANMERKUNG Das Fallen von Neuschnee bewirkt auf Grund von Schmelz- oder Setzungsprozessen in der Schneedecke nicht zwingend eine Vergrößerung der Schneehöhe, allerdings kann sich auf Grund von Windverfrachtung oder Kondensationsprozessen ohne Neuschneezuwachs die Schneehöhe vergrößern.

3.5.18**Neuschneesumme**

Summe aufeinanderfolgender Neuschneehöhen über einen anzugebenden Zeitraum (zB Tage oder Zeitraum der Winterdecke)

3.5.19**Oberflächeneis**

Eisschicht, die sich auf der Oberfläche eines stehenden Gewässers oder eines Fließgewässers bildet

3.5.20**Randeis**

Oberflächeneis längs des Ufers eines Gewässers

3.5.21**Schneedecke**

räumliche Gesamtheit des abgelagerten Schnees im natürlichen Schichtverband

3.5.22**Schneedichte**

Quotient aus der Masse des Schnees und dessen Volumen

ANMERKUNG Die Schneedichte kann auch als Quotient aus dem Wasserwert der Schneedecke und der Schneehöhe) ermittelt werden.

$$\rho_{\text{Sch}} = \frac{h_{\text{WS}}}{h_{\text{S}}} \quad (2)$$

Es bedeutet:

ρ_{Sch} Schneedichte, in g/cm^3

h_{WS} Wasserwert der Schneedecke, in $\text{g/cm}^2 \triangleq \text{cm Wassersäule}$

h_{S} Schneehöhe, in cm

3.5.23**Schneehöhe; Gesamtschneehöhe; Schneedeckenmächtigkeit; Schneeakkumulation**

an einem Messpunkt lotrecht gemessene Höhe der Schneedecke zu einem anzugebenden Zeitpunkt

3.5.24**Wasserinhalt; Wassergehalt**

Wasser, das in flüssiger Form in der Schneedecke oder im Eis enthalten ist

3.5.25**Wasserwert; Wasseräquivalent**

Wasser (fest, flüssig, gasförmig), das in der Schneedecke und/oder im Gletschereis gebunden ist und als Höhe einer Wassersäule angegeben wird

3.5.26**Winterdecke**

Längste, ununterbrochene, natürliche Schneebedeckung innerhalb eines Haushaltsjahres im Bereich eines bestimmten Ortes (zB der Messstelle)

3.6 Wasser unter der Erdoberfläche (unterirdisches Wasser)**3.6.1****Abstandsgeschwindigkeit**

scheinbare Strecke, die vom Grundwasser in der gesättigten Zone je Zeiteinheit zurückgelegt wird

ANMERKUNG 1 Sie ist definiert als das Produkt aus dem Durchlässigkeitsbeiwert und dem Grundwassergefälle, geteilt durch den Hohlraumanteil des Porenstoffes, durch den sich das Grundwasser bewegt.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.8]

ANMERKUNG 2 Für eine Gültigkeit auch bei geneigter Grundwasserströmung ist das Standrohrspiegelgefälle zu verwenden.

$$v_a = \frac{k_f \cdot I}{n_f} \quad (3)$$

Es bedeutet:

v_a	Abstandsgeschwindigkeit
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert
I	Standrohrspiegelgefälle
n_f	durchflusswirksamer Hohlraumanteil

ANMERKUNG 3 Zur Bestimmung der Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers werden sehr oft Markierungsversuche durchgeführt. Bei der Auswertung der Ganglinie der Konzentrationen des Markierungsmittels ergibt sich eine Differenzierung in die maximale Abstandsgeschwindigkeit (nach dem ersten Auftreten des Markierungsmittels), die mittlere Abstandsgeschwindigkeit (nach dem Durchgang der halben Menge des beobachteten Markierungsmittels) und die dominierende Abstandsgeschwindigkeit (nach dem Zeitpunkt des Durchganges der höchsten Konzentration des Markierungsmittels).

3.6.2**Abstichmaß**

Höhenunterschied zwischen dem Messpunkt und dem freien Wasserspiegel

3.6.3**Aufenthaltsdauer; Verweildauer**

Zeit ab dem Eintritt des Wassers in den Untergrund bis zum Austritt oder zur Entnahme

3.6.4**Brunnen**

Bauwerk zur Fassung von nicht natürlich zutage tretendem unterirdischem Wasser

3.6.4.1**artesischer Brunnen**

Bauwerk zur Fassung von artesisch gespanntem Grundwasser

3.6.5**Deckschichte**

sehr gering durchlässiger Teil der Grundwasserüberdeckung

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.6.6**Durchlässigkeit**

Merkmal eines Materials, das die Geschwindigkeit bestimmt, mit der Flüssigkeiten unter Differenzdruck durch dieses Material strömen

ANMERKUNG 1 Im Falle von Wasser wird sie als hydraulische Leitfähigkeit bezeichnet.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.75]

ANMERKUNG 2 Die Durchlässigkeit wird auch als Permeabilität bezeichnet.

3.6.7**Durchlässigkeitsbeiwert für Grundwasser; hydraulische Leitfähigkeit für Grundwasser**

Volumen an Wasser bei der vorliegenden kinematischen Viskosität, das in einer Einheitszeit bei einem Einheits-Grundwassergefälle durch eine Einheitsfläche fließt, gemessen senkrecht zur Strömungsrichtung

ANMERKUNG 1 Siehe auch 8.34 Darcy-Gesetz.

ANMERKUNG 2 Diese Definition setzt ein isotropes Medium voraus, in dem die Poren vollständig mit Wasser gefüllt sind.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.59]

ANMERKUNG 3 Der Durchlässigkeitsbeiwert wird für eine bestimmte Temperatur und Dichte bestimmt als Quotient aus Filtergeschwindigkeit und zugehörigem Standrohrspiegelgefälle.

$$k_f = \frac{v_f}{I} = \frac{Q}{A \cdot I} \quad (4)$$

Es bedeutet:

k_f	Durchlässigkeitsbeiwert
v_f	Filtergeschwindigkeit
I	Standrohrspiegelgefälle
Q	Grundwasserdurchfluss
A	Fläche des Grundwasserdurchfluss-Querschnitts

3.6.8**Filtergeschwindigkeit**

Quotient aus Grundwasserdurchfluss und der zugehörigen Fläche des Grundwasser-Durchflussquerschnitts bzw. das Produkt aus Durchlässigkeitsbeiwert und Standrohrspiegelgefälle.

Durch Umformung der Darcy'schen Gesetzes ergibt sich:

$$v_f = \frac{Q}{A} \cdot I \quad (5)$$

Es bedeutet:

v_f	Filtergeschwindigkeit
Q	Grundwasserdurchfluss
A	Fläche des Grundwasser-Durchflussquerschnitts
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert
I	Standrohrspiegelgefälle

3.6.9

Flurabstand

Höhenunterschied zwischen Grundwasseroberfläche des ersten Grundwasserstockwerkes und der Geländeoberfläche

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in Anhang B angeführt.

3.6.10

gesättigte Zone

Zone, in der die Hohlräume von Gestein oder anderen Materialien mit Wasser gefüllt sind, bei einem Druck, der höher als der atmosphärische Druck ist

ANMERKUNG 1 Die untere Druckgrenze ist die freie Grundwasseroberfläche.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.113]

ANMERKUNG 2 Davon abweichend ist es im wissenschaftlichen Sprachgebrauch in Österreich üblich, die Unterscheidung zwischen gesättigter Zone und ungesättigter Zone anhand des Vorhandenseins von Luft im Boden zu treffen. Alle Boden- oder Gesteinsbereiche, in denen die Hohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind, werden der gesättigten Zone zugerechnet. Das schließt den geschlossenen Kapillarsaum mit ein, obwohl der Porenwasserdruck in diesem Bereich geringer ist als der atmosphärische Druck. Die gesättigte Zone umfasst den Bereich des Grundwassers und den Bereich des geschlossenen Kapillarsaums.

ANMERKUNG 3 Die freie Grundwasseroberfläche steht unter gleichem Druck, wie er in der Atmosphäre herrscht.

3.6.11

Grundwasser

Wasser innerhalb der gesättigten Zone

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.48]

ANMERKUNG 1 In Österreich wird Grundwasser als unterirdisches Wasser definiert, das die unterirdischen Hohlräume (Poren, Klüfte u. dgl.) zusammenhängend ausfüllt, unter gleichem oder größerem Druck steht, als er in der Atmosphäre herrscht und dessen Bewegung durch Schwerkraft und Reibungskräfte bestimmt wird.

ANMERKUNG 2 In Österreich wird der geschlossene Kapillarsaum der gesättigten Zone aber nicht dem Grundwasser zugeordnet.

3.6.11.1

Karstgrundwasser

Grundwasser in den Hohlräumen verkarsteter Festgesteine

ANMERKUNG Die Hohlräume in der phreatischen Zone sind dauerhaft, die in der semiphreatischen Zone zeitweise mit Karstgrundwasser gefüllt.

3.6.11.2

Kluftgrundwasser

Grundwasser in den Trennfugen (zB Klüften) nicht verkarsteter Festgesteine

3.6.11.3

Porengrundwasser

Grundwasser in Locker- oder Festgesteinen, deren durchflusswirksame Hohlräume überwiegend aus Poren gebildet werden

3.6.12

Grundwasserbilanz

Gesetzmäßigkeit, dass sämtliche Eingaben von Wasser in einem bestimmten Gebiet und Zeitraum gleich der Summe sämtlicher Ausgaben von Wasser und den Änderungen des Wasservorrates in demselben Gebiet und Zeitraum sind

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.49]

ÖNORM B 2400:2016-03

ANMERKUNG In die Grundwasserbilanz sind alle Komponenten des Grundwassers (Grundwasserneubildung, Entnahme, Abfluss und Vorratsänderung) einzubeziehen.

3.6.13**Grundwasserdurchfluss**

Quotient aus dem Grundwasservolumen, das einen bestimmten Grundwasserdurchfluss-Querschnitt durchfließt, und der Zeit

3.6.14**Grundwasserdurchfluss-Querschnitt**

Fläche eines Schnittes durch den durchströmten Bereich eines Grundwasserleiters normal zur Hauptströmungsrichtung

3.6.15**Grundwasserfließzeit**

Zeit, die das Grundwasser für das Zurücklegen eines bestimmten Weges benötigt

3.6.16**Grundwassergebiet**

hydrologisch und/oder geographisch abgrenzbares Gebiet mit einem Grundwasservorkommen

3.6.17**Grundwasserhöhengleiche; Grundwasserisohypse**

Linie, die die Punkte verbindet, die dieselbe Grundwasserdruckhöhe haben

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.37]

ANMERKUNG Eine weitere Bezeichnung ist Grundwasserschichtenlinie. Die Grundwasserdruckhöhe entspricht der Standrohrspiegelhöhe. In der Regel ist die Grundwassergleiche eine Linie gleichen Grundwasserstandes zu einem bestimmten Zeitpunkt.

3.6.18**Grundwasserkörper**

hydrologisch abgegrenztes Grundwasservolumen in einem oder mehreren Grundwasserleitern

3.6.19**Grundwasserleiter**

Schicht, Gruppe von Schichten oder Teil einer Schicht, die/der ausreichend gesättigtes durchlässiges Material enthält, um bedeutsame Mengen an Wasser an Brunnen, Bohrlöcher oder Quellen abzugeben

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.10]

ANMERKUNG Ein Grundwasserleiter (Aquifer) ist ein gut durchlässiger Boden- oder Gesteinskörper, in dessen Hohlräumen Grundwasser fließen oder stehen kann (unabhängig von Nutzungen).

3.6.20**Grundwassermächtigkeit**

Höhenunterschied zwischen der Grundwasseroberfläche und der Grundwassersohle

ANMERKUNG Siehe [Anhang B](#).

3.6.21**Grundwasserneubildung**

Anreicherung oder Zugang von Wasser zum Grundwasservorrat durch natürliche Prozesse oder künstliche Verfahren

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.57]

ANMERKUNG Natürliche Prozesse zur Anreicherung eines Grundwasserleiters sind zB Infiltration aus dem Niederschlag oder Vorfluter, Hangwasserzuflüsse und unterirdische Quellaustritte.

3.6.22**Grundwasserneubildungsrate**

Wasservolumen, das einem Grundwasserkörper in einem bestimmten Zeitabschnitt zufließt

3.6.23**Grundwasseroberfläche**

obere Grenze eines ungespannten Grundwasserkörpers, bei der der Wasserdruck gleich dem atmosphärischen Druck ist

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.77]

ANMERKUNG Dies ist die Definition für eine freie Grundwasseroberfläche, aber auch gespannte Grundwasserkörper verfügen über eine Grundwasseroberfläche. Diese ist prinzipiell die obere Grenzfläche des Grundwassers in einem Grundwasserleiter (siehe [Anhang B](#)).

3.6.24**Grundwasserschwankungsbereich**

Bereich, innerhalb dessen die Lage der Grundwasseroberfläche während eines definierten Zeitraumes schwankt

3.6.25**Grundwassersohle**

untere Grenzfläche eines Grundwasserleiters

3.6.26**Grundwasserspiegel**

in Grundwasseraufschlüssen (zB Brunnen, Rohren) feststellbare Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre

3.6.26.1**artesisch gespanntes Grundwasser**

gespanntes Grundwasser, dessen Grundwasserdruckfläche über der örtlichen Geländeoberfläche liegt

3.6.26.2**freies Grundwasser**

Grundwasser, dessen Grundwasseroberfläche und Grundwasserdruckfläche identisch sind

3.6.26.3**gespannter Grundwasserleiter; gespanntes Grundwasser**

Grundwasser, das mit einem hinreichend undurchlässigen Material überlagert ist, das außer an der Anreicherungsfläche die freie hydraulische Verbindung mit dem darüber liegenden Grundwasser behindert

ANMERKUNG 1 Gespanntes Grundwasser fließt aufgrund des Druckhöhenunterschiedes zwischen Anreicherungs- und Abgabefläche des gespannten Wasserkörpers unter Druck und steht unter ausreichendem Druck, um über die Sohle der oberen Deckschicht zu steigen, wenn dazu die Möglichkeit besteht.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011:2011, Begriff 8.27]

ANMERKUNG 2 Bei gespanntem Grundwasser liegt dessen Grundwasserdruckfläche über der Grundwasseroberfläche (siehe [Anhang B](#)).

3.6.26.4**Grundwasserdruckfläche**

Oberfläche, die der Standrohrspiegelhöhe des Grundwassers entspricht

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.82]

ANMERKUNG Die Grundwasserdruckfläche ist der geometrische Ort aller Standrohrspiegelhöhen der Grundwasseroberfläche.

3.6.27**Grundwasserspiegelgefälle**

Quotient aus der Differenz des Grundwasserstandes in zwei in der Fließrichtung des Grundwassers gelegenen Grundwasseraufschlüssen und deren Horizontalabstand

Siehe [Bild B.2](#).

ANMERKUNG In der Praxis wird das Grundwasserspiegelgefälle vereinfacht auch als Grundwassergefälle bezeichnet.

3.6.28**Grundwasserstand**

Höhe des Grundwasserspiegels, bezogen auf eine anzugebende Referenzhöhe

3.6.29**Grundwasserstauer**

undurchlässige Schicht, die keine miteinander verbundenen Poren hat und deshalb kein Wasser absorbieren oder übertragen kann

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.13]

ANMERKUNG Die Durchlässigkeit des Boden- oder Gesteinskörpers, der den Grundwasserstauer bildet, ist so viel geringer als die des Grundwasserleiters, dass er auf Grund seiner flächenhaften Erstreckung als hydraulisch wirksame Begrenzung des Grundwasserleiters angesehen werden kann.

3.6.30**Grundwasserstockwerk**

Grundwasserleiter, der durch vergleichsweise gering durchlässige Böden oder Gesteinsschichten von darüber- und/oder darunterliegenden Grundwasserleitern getrennt ist

ANMERKUNG Als erstes Grundwasserstockwerk wird der der Geländeoberfläche nächstliegende Grundwasserleiter bezeichnet.

3.6.31**Grundwasserüberdeckung**

Boden- oder Gesteinskörper oberhalb der Grundwasseroberfläche

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.6.32**Haftwasser; Adhäsionswasser**

Wasser, das über dem adsorbierten Wasser einen Film um die Bodenteilchen bildet und von intermolekularen Anziehungskräften gehalten wird, nachdem das Gravitationswasser abgelaufen ist; es hat jedoch eine geringere (Haft-)Festigkeit als Adsorptionswasser und es erfolgt keine wahrnehmbare Abstrahlung von Wärme

ANMERKUNG 1 Adsorbiertes Wasser ist vollständig gebunden, während Haftwasser oder Häutchenwasser sich von einem Teilchen zum anderen bewegen kann.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.4]

ANMERKUNG 2 Unterirdisches Wasser, das durch Adhäsionskräfte und oder osmotische Kräfte an Bodenteilchen oder an Gesteinsflächen festgehalten wird.

3.6.33**Hangwasser**

unterirdisches Wasser, das sich in den Hohlräumen von Hängen talwärts bewegt

3.6.34**Hohlraumanteil** n

Verhältnis des Volumens des Porenraumes in einer Probe zum Gesamtvolumen dieser Probe

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.81]

ANMERKUNG Der Hohlraumanteil wird als Quotient aus dem Volumen aller Hohlräume eines Boden- oder Gesteinskörpers und dessen Gesamtvolumen angegeben. Der Hohlraumanteil in Böden oder Lockergesteinen wird als Porenanteil bezeichnet.

$$n = \frac{V_h}{V_g} \quad (6)$$

Es bedeutet:

 n Hohlraumanteil V_h Volumen aller Hohlräume V_g Gesamtvolumen**3.6.34.1****durchflusswirksamer Hohlraumanteil**

Hohlraumanteil, bei dem nur die vom Grundwasser durchfließbaren Hohlräume berücksichtigt sind

3.6.34.2**Speicherkoeffizient**

Verhältnis des Volumens an Wasser, das aus einem Speicher in einen gespannten Grundwasserleiter je Einheitsfläche je Einheit in dem Maße abgegeben wird, wie die Druckhöhe im Einheitsvolumen zurückgeht

ANMERKUNG 1 Das Verhältnis wird als Einheitsabstand zum Einheitsvolumen angegeben.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.96]

ANMERKUNG 2 Die Verwendung des Begriffs „gespannter Grundwasserleiter“ ist missverständlich. Auch nicht gespannte Grundwasserleiter haben einen Speicherkoeffizienten. Der Speicherkoeffizient wird als Wasservolumen definiert, das ein Grundwasserleiter, bezogen auf eine Flächeneinheit pro Einheit der Druckhöhenänderung, abgibt oder aufnimmt.

3.6.34.3**speichernutzbarer Hohlraumanteil; wirksamer Hohlraumanteil**

Hohlraumanteil, bei dem nur die bei einer Höhenänderung der Grundwasseroberfläche entleerbaren oder auffüllbaren Hohlräume berücksichtigt sind

3.6.35**Kapillarraum**

Zone unmittelbar über der freien Grundwasseroberfläche, die sich bis zur Grenze des kapillaren Aufstiegs des Wassers erstreckt

ANMERKUNG 1 Er kann ausschließlich aus Kapillarwasser bestehen oder mit Gravitationswasser kombiniert sein, das sich im Übergang zur freien Grundwasseroberfläche befindet. Sämtliche Poren sind gefüllt, das Wasser ist jedoch einem Druck ausgesetzt, der geringer als der Luftdruck ist.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.30]

ANMERKUNG 2 Der Kapillarraum wird auch Kapillarsaum genannt und tritt in der Regel nur in feinklüftigen oder feinporigen Gesteinen auf.

3.6.35.1**offener Kapillarsaum**

Bereich des Kapillarsaumes, in dem nicht alle Hohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind

Der offene Kapillarsaum gehört der ungesättigten Zone an.

3.6.35.2**geschlossener Kapillarsaum**

Bereich des Kapillarsaumes, in dem alle Hohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind

Der geschlossene Kapillarsaum gehört der gesättigten Zone an.

3.6.36**Kapillarwasser**

unterirdisches Wasser, das entgegen der Schwerkraft durch Oberflächenspannung in den kapillaren Boden- oder Gesteinshohlräumen aufsteigen kann und dort gehalten wird

3.6.37**Karstwasser**

unterirdisches Wasser in den Hohlräumen verkarsteter Festgesteine

3.6.38**Kluftwasser**

unterirdisches Wasser in den Trennfugen (zB Klüften) nicht verkarsteter Festgesteine

3.6.39**Messpunkt; Bezugspunkt einer Grundwassermessstelle**

dauerhafter Bezugspunkt, der an der Verrohrung markiert ist

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.122]

ANMERKUNG Der Bezugspunkt einer Grundwassermessstelle dient der Ermittlung des Abstichmaßes und ist dauerhaft an der Messstelle zu kennzeichnen.

3.6.40**nutzbares Grundwasserdargebot**

Anteil der Grundwasserneubildungsrate, dessen Nutzung technisch, wasserwirtschaftlich und rechtlich möglich ist

3.6.41**Pegelrohr; Peilrohr**

lotrecht abgeteuftes, im Bereich des Grundwasserkörpers perforiertes Rohr zur Ermittlung des Grundwasserspiegels

ANMERKUNG Der Begriff „Peilrohr“ findet vorwiegend im Brunnenbau Verwendung.

3.6.41.1**vollkommenes Pegelrohr**

Pegelrohr, das bis zum Grundwasserstauer reicht

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.6.41.2**unvollkommenes Pegelrohr**

Pegelrohr, das nicht bis zum Grundwasserstauer reicht

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.6.42**Pegelrohrspiegelhöhe**

Höhe des Grundwasserspiegels in einem Pegelrohr, bezogen auf eine anzugebende Referenzhöhe

ANMERKUNG Bei einer annähernd horizontalen Grundwasserströmung ist die Pegelrohrspiegelhöhe identisch mit der Standrohrspiegelhöhe.

3.6.43**Poren**

Hohlräume verschiedener Gestalt und Größe in Gesteinen, die mit Luft und/oder Wasser gefüllt sind und miteinander in Verbindung stehen

3.6.44**Porenwasser**

Wasser, das in eine Gesteinsformation eingedrungen ist und für einen geologisch langen Zeitraum in den Poren des Gesteinsmaterials (entweder Sediment- oder Ergussgestein) eingeschlossen war und daher für einen beträchtlichen Teil eines geologischen Zeitalters nicht in Kontakt mit der Atmosphäre war, das sich bis zur Grenze des kapillaren Aufstiegs des Wassers erstreckt

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.29]

ANMERKUNG Diese Definition beschreibt konnates Wasser und wurde in der deutschen Übersetzung dem Begriff „Porenwasser“ zugeordnet. Üblicherweise wird als Porenwasser unterirdisches Wasser in Locker- oder Festgesteinen, deren durchflusswirksame Hohlräume überwiegend aus Poren gebildet werden, bezeichnet.

3.6.45**Potential**

Größe, die die in einem Teilchen an einem Ort enthaltene Energie beschreibt

3.6.46**Potentiallinie; Äquipotentiallinie**

Linie, die die Punkte gleichen Potentials verbindet

ANMERKUNG In einem Grundwasserkörper schneiden sich Potential- und Stromlinien im rechten Winkel. Bei geneigter Strömung sind auch die Potentiallinien geneigt (siehe Anhang B). Alle Punkte einer Potentiallinie haben die gleiche Standrohrspiegelhöhe.

3.6.47**Quelle**

räumlich begrenzte, natürliche Austrittsstelle von unterirdischem Wasser

3.6.48**Quellschüttung**

Quotient aus dem aus einer Quelle austretenden Wasservolumen und der Zeit

3.6.49**Schüttungszahl**

Verhältnis zwischen größter und kleinster Quellschüttung während eines längeren anzugebenden Zeitabschnittes

ANMERKUNG Übliche Schreibweise: $\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}$

Es bedeutet:

Q_{\max} größte Quellschüttung

Q_{\min} kleinste Quellschüttung

3.6.50**Sickerwasser; Eluat**

Flüssigkeit, die durch festen Abfall gesickert ist

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.66]

ANMERKUNG In der Hydrologie bezeichnet man als Sickerwasser zum einen in Abwärtsbewegung befindliches unterirdisches Wasser in der ungesättigten Zone (Gravitationswasser) und zum anderen Wasser, das ein Bauwerk (zB einen Damm) durch- und/oder unterströmt. Der Begriff „Eluat“ wird in der Hydrologie nicht verwendet.

3.6.51**Standrohr**

lotrecht abgeteuftes, vollwandiges, unten offenes Rohr zur Ermittlung der Standrohrspiegelhöhe

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.6.52**Standrohrspiegelgefälle; Grundwasserdruckgefälle**

Quotient aus der Differenz der Standrohrspiegelhöhen zweier Punkte einer Stromlinie und ihrem horizontalen Abstand

ANMERKUNG 1 Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

ANMERKUNG 2 In der Natur ist im Allgemeinen nur das Grundwasserdruckgefälle feststellbar.

ANMERKUNG 3 Das Standrohrspiegelgefälle spielt im Darcy'schen Gesetz eine Rolle, das besagt dass die Wassermenge, die in einem porösen Gesteinskörper bei laminarer Strömung ein zur Fließrichtung normales Flächenelement in der Zeiteinheit durchfließt (das entspricht dem Grundwasserdruckgefälle), das Produkt aus Durchlässigkeitsbeiwert, durchflossener Fläche und Standrohrspiegelgefälle ist.

$$Q = k_f \cdot A \cdot I \quad (7)$$

Es bedeutet:

Q Grundwasserdruckgefälle

k_f Durchlässigkeitsbeiwert

A Fläche des Grundwasserdruckgefälle-Querschnitts

I Standrohrspiegelgefälle

Da das Standrohrspiegelgefälle zwischen zwei Punkten einer Stromlinie bestimmt wird, gilt auch das Darcy'sche Gesetz, streng genommen, jeweils für eine Stromlinie.

3.6.53**Standrohrspiegelhöhe; hydraulische Druckhöhe**

Höhe der Grundwasserdruckfläche (bei gespanntem Grundwasserleiter) oder der freien Grundwasseroberfläche (bei ungespanntem Grundwasserleiter) an einem bestimmten Punkt über einer Bezugshöhe

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.60]

ANMERKUNG Diese Definition ist nur gültig für eine annähernd horizontale Grundwasserströmung, denn dann sind die Potentiallinien lotrecht, bzw. bei geneigter Grundwasserströmung für jene Raumpunkte, die auf der Grundwasseroberfläche liegen. Eine weitere Bezeichnung ist die hydrostatische Druckhöhe. Die Standrohrspiegelhöhe entspricht der Summe von geodätischer Höhe und Druckhöhe im Fußpunkt des Standrohrs.

3.6.54**Tiefengrundwasser; Tiefenwasser**

Grundwasser in den tieferen Schichten der Erdkruste, das eine weiträumige Überlagerung durch Deckschichten, eine lange Aufenthaltsdauer und meist besondere physikalisch-chemische Eigenschaften aufweist

3.6.55**Transmissivität**

Durchfluss, mit dem Wasser mit vorherrschender kinematischer Viskosität bei einem Einheits-Grundwassergefälle durch eine Einheitsbreite des gesättigten Grundwasserleiters übertragen wird

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.98]

ANMERKUNG Das Transportvermögen bzw. die Transmissivität ist das Integral des Durchlässigkeitsbeiwerts über die Grundwassermächtigkeit. Bei konstantem Durchlässigkeitsbeiwert kann das Transportvermögen bzw. die Transmissivität aus der Grundwassermächtigkeit errechnet werden.

$$T = k_f \cdot h_{GW} \quad (8)$$

Es bedeutet:

T Transportvermögen, Transmissivität

k_f Durchlässigkeitsbeiwert

h_{GW} Grundwassermächtigkeit

3.6.56**ungesättigte Zone**

Erd- oder Gesteinsstoffe zwischen der Bodenoberfläche und der freien Grundwasseroberfläche

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 8.103]

ANMERKUNG 1 Davon abweichend ist es im wissenschaftlichen Sprachgebrauch in Österreich üblich, die Unterscheidung zwischen ungesättigter Zone und gesättigter Zone anhand des Vorhandenseins von Luft im Boden zu treffen. Alle Boden- oder Gesteinsbereiche, in denen die Hohlräume nicht oder nicht vollständig mit Wasser gefüllt sind, werden der ungesättigten Zone zugerechnet. Das schließt den geschlossenen Kapillarsaum, in dem keine Luft vorhanden ist, weil alle Hohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind, nicht mit ein, obwohl er oberhalb der freien Grundwasseroberfläche liegt.

ANMERKUNG 2 Beim Karstwasser wird die ungesättigte Zone vorzugsweise als vadose Zone bezeichnet.

3.6.57**unterirdisches Wasser**

Wasser in den Hohlräumen der Erdrinde

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.6.58**Versickerung; Infiltration**

Eindringen von Wasser in den Untergrund durch die Grundwasserüberdeckung oder direkt in den Grundwasserkörper

Ein Beispiel für einen Grundwasserkörper ist der Schluckbrunnen.

3.6.59**Versickerungshöhe**

Versickerung unter Annahme gleichmäßiger flächenhafter Verteilung während eines anzugebenden Zeitabschnittes, als Höhe einer Wassersäule ausgedrückt

3.6.60**Versickerungsintensität**

Quotient aus Versickerungshöhe und Dauer der Versickerung

3.6.61**Versinkung**

räumlich eng begrenztes rasches Eindringen von oberirdischem Wasser in den Untergrund

3.6.62**wahre Grundwassergeschwindigkeit; Bahngeschwindigkeit**

tatsächliche, sowohl der Richtung als auch der Größe nach sich dauernd ändernde Geschwindigkeit eines Grundwasserteilchens

3.6.63**Wasseranteil**

Verhältnis des Wasservolumens zum Gesamtvolumen einer Bodenprobe

3.6.64**Wassergehalt**

Verhältnis der Masse des Wassers zur Masse der getrockneten Festsubstanz einer Bodenprobe

3.7 Hydrographische Kenngrößen und ihre statistischen Grundlagen**3.7.1****arithmetisches Mittel**

Quotient aus der Summe der Merkmalswerte und deren Anzahl

3.7.2**Bemessungshochwasser**

Scheitel und/oder Fracht eines Hochwasserdurchflusses, auf dem/der alle Teile einer wasserbaulichen Anlage zur Erreichung des beabsichtigten Schutzzieles zu bemessen sind

3.7.3**Dauerlinie**

zeichnerische Darstellung von zeitlich äquidistant liegenden, beobachteten oder berechneten Merkmalswerten in der Reihenfolge ihrer Größe

ANMERKUNG Die Werte werden im Allgemeinen der Größe nach fallend über der Zeitachse aufgetragen (Überschreitungsdauerlinie). Anfangs- und Endpunkt der Dauerlinie werden durch den Maximal- und den Minimalwert der zugrunde liegenden Merkmalswerte bestimmt (siehe [Anhang B](#)).

3.7.4**Dauerzahl**

Abszissenwert, den die Dauerlinie einem bestimmten Merkmalswert zuordnet, und der die Dauer angibt, innerhalb welcher dieser Merkmalswert erreicht oder überschritten wird

ANMERKUNG Die Dauer kann auch als Prozentwert der Gesamtdauer mit dem zugehörigen Merkmalswert angegeben werden, zB $Q_{95\%}$ ist für einen Abfluss mit einer Überschreitungsdauer von 347 Tagen pro Jahr gleichzusetzen.

3.7.5**Ganglinie**

Verhältnis zwischen Zeit und Variablen der Wasserströmung, wie zB Tiefe, Durchfluss, Wasserstand und Geschwindigkeit, in Form von graphischen Darstellungen, Bildungsmaterial oder Tabellen

ANMERKUNG Üblicherweise werden Wasserstands- und Durchflussganglinien bei offenen Gerinnen verwendet.

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.149]

ANMERKUNG Im Allgemeinen sind Ganglinien eine Darstellung des zeitlichen Verlaufs von beobachteten oder berechneten Merkmalswerten.

3.7.6**Grundgesamtheit**

Gesamtheit der in Betracht gezogenen Einheiten

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 7.6]

ANMERKUNG Der Begriff „Einheiten“ ist im Sinne von Merkmalswerten zu verstehen.

3.7.7**Häufigkeit; Besetzungszahl**

Zahl, die angibt, wie oft ein bestimmter Wert in einer Reihe von Merkmalswerten auftritt, oder wie viele dieser Merkmalswerte innerhalb vorher definierter Wertebereiche (Klassen) liegen

3.7.8**Häufigkeitslinie**

zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen den Merkmalswerten und ihrer Häufigkeit

Siehe [Anhang C](#).

3.7.9**Histogramm**

Häufigkeitslinie für in Wertebereiche (Klassen) gegliederte Merkmalswerte

Für das Auftragen des Histogramms muss in jeder Klasse die relative Häufigkeit durch die Klassenbreite dividiert werden (siehe [Anhang C](#)).

3.7.10**Hochwasser**

Wasserstand oder Abfluss, der eine zu bestimmende Grenze überschreitet

Dieser Grenzwert wird aus den Wasserstands- bzw. Durchflusswerten und/oder den örtlichen topographischen Gegebenheiten bestimmt, zB das niederste (kleinste) Jahreshochwasser einer Beobachtungszeitreihe.

3.7.10.1**höchstes Hochwasser; größtes Hochwasser**

überhaupt bekannt gewordener, höchster Wasserstand oder größter Abfluss

3.7.10.2**mittleres Hochwasser**

arithmetisches Mittel aller Hochwasser während eines bestimmten Zeitabschnittes

3.7.10.3**rechnungsmäßig höchstes Hochwasser; rechnerisch größtes Hochwasser**

durch theoretische Überlegungen und Berechnungen als größtmögliches Hochwasser angesehener Wert

3.7.11**Jahreshochwasser**

höchster kurzzeitiger Spitzenabfluss an dem entsprechenden Beobachtungspunkt, der jedes Jahr einmal erreicht oder überschritten wird

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 1.172]

ANMERKUNG Jahreshochwasser wird hier als statistische Kenngröße (HQ_1) definiert. In der österreichischen hydrologischen Praxis wird mit Jahreshochwasser der höchste Wasserstand oder größte Abfluss eines Kalenderjahres bezeichnet.

3.7.11.1**höchstes Jahreshochwasser; größtes Jahreshochwasser**

höchstes (größtes) der Jahreshochwasser einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

3.7.11.2**mittleres Jahreshochwasser**

arithmetisches Mittel der Jahreshochwasser einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

3.7.11.3**niederstes Jahreshochwasser; kleinstes Jahreshochwasser**

niederstes (kleinstes) der Jahreshochwasser einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

ÖNORM B 2400:2016-03**3.7.12****Jahresniederwasser**

niederster Wasserstand oder kleinster Abfluss während eines Kalenderjahres

3.7.12.1**höchstes Jahresniederwasser; größtes Jahresniederwasser**

höchstes (größtes) der Jahresniederwasser einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

3.7.12.2**mittleres Jahresniederwasser**

arithmetisches Mittel der Jahresniederwasser einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

3.7.12.3**mittleres Jahresniederwasser, berechnet aus den niedersten Tagesmittelwerten; mittleres Jahresniederwasser berechnet aus den kleinsten Tagesmittelwerten**

arithmetisches Mittel der in den jeweiligen Jahren aufgetretenen niedersten (kleinsten) Tagesmittelwerte einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

3.7.12.4**niederstes Jahresniederwasser; kleinstes Jahresniederwasser**

niederstes (kleinstes) der Jahresniederwasser einer Reihe von Jahren, die anzugeben sind

3.7.13**Jährlichkeit**

Reziprokwert der Überschreitungswahrscheinlichkeit bzw. der Unterschreitungswahrscheinlichkeit von extremen Merkmalswerten

BEISPIEL:

$$\text{bei Hochwasser: } T_n = \frac{1}{P_{\bar{u}}} \quad (9)$$

$$\text{bei Niederwasser: } T_n = \frac{1}{P_u} \quad (10)$$

Es bedeutet:

T_n Jährlichkeit

$P_{\bar{u}}$ Überschreitungswahrscheinlichkeit

P_u Unterschreitungswahrscheinlichkeit

3.7.14**Median; Zentralwert**

Merkmalswert, der im Durchschnitt gleich oft über- wie unterschritten wird

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang B](#) angeführt.

3.7.15**Merkmal**

zahlenmäßig fassbare, definierte Größe

ANMERKUNG 1 Zum Beispiel Durchfluss oder Niederschlag an einer Messstelle.

ANMERKUNG 2 In ÖNORM EN ISO 772:2011, Abschnitte 7.6 und 7.7 wird der Begriff „Einheit“ im Sinne von Merkmal verwendet.

3.7.16**Merkmalswert**

Zahlenwert eines Merkmals

BEISPIEL $Q = 25 \text{ m}^3/\text{s}; h_N = 70 \text{ mm}.$

3.7.17**Mittelwasser**

arithmetisches Mittel des Wasserstandes oder des Abflusses während eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.17.1**höchstes Jahres-Mittelwasser; größtes Jahres-Mittelwasser**

höchstes (größtes) Jahresmittel des Wasserstandes oder des Abflusses eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.17.2**höchstes Monats-Mittelwasser; größtes Monats-Mittelwasser**

höchstes (größtes) Monatsmittel des Wasserstandes oder des Abflusses eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.17.3**niedrigstes Jahres-Mittelwasser; kleinstes Jahres-Mittelwasser**

niedrigstes (kleinstes) Jahresmittel des Wasserstandes oder des Abflusses eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.17.4**niedrigstes Monats-Mittelwasser; kleinstes Monats-Mittelwasser**

niedrigstes (kleinstes) Monatsmittel des Wasserstandes oder des Abflusses eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.18**mittlere Dauerlinie**

Linie, die durch arithmetische Mittelbildung der Dauerzahlen der zur Mittelbildung herangezogenen Dauerlinien über den gesamten Bereich entsteht, in dem Merkmalswerte aufgetreten sind (Abszissen- oder Zeit-Mittelung)

3.7.19**Modalwert**

Merkmalswert, dessen Auftreten am häufigsten zu erwarten ist

ANMERKUNG Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang C](#) angeführt.

3.7.20***n*-jährliches Hochwasser**

Hochwasser, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich ist dem Reziprokwert von *n*

BEISPIEL Die Überschreitungswahrscheinlichkeit eines 100-jährlichen Hochwassers = $\frac{1}{100} = 0,01 \hat{=} 1 \%$.

ANMERKUNG In einer unendlich lang gedachten Reihe von Beobachtungsjahren wird das *n*-jährliche Hochwasser im Durchschnitt alle *n*-Jahre erreicht oder überschritten. Aus dieser Angabe ist der Zeitpunkt, wann dieses Ereignis eintritt, nicht bestimmbar.

3.7.21**Niederwasser**

Wasserstand oder Abfluss, der eine zu bestimmende Grenze unterschreitet

ANMERKUNG Diese Grenze wird aus den Wasserstands- bzw. Abflusswerten und/oder den örtlichen topographischen Gegebenheiten bestimmt, zB das höchste (größte) Jahresniederwasser.

3.7.21.1**mittleres Niederwasser**

arithmetisches Mittel aller Niederwasser während eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.21.2**niedrigstes Niederwasser; kleinstes Niederwasser**

überhaupt bekannt gewordener niedrigster Wasserstand oder kleinster Abfluss

3.7.21.3**rechnungsmäßig niedrigstes Niederwasser; rechnerisch kleinstes Niederwasser**

durch theoretische Überlegungen und Berechnungen als niedrigstes mögliches, natürliches Niederwasser angesehenen Wert

3.7.23**Normaljahr; Regeljahr**

ideelles Jahr, das durch die Normalwerte beschrieben ist

3.7.24**Normalzahl; Normalwert**

arithmetisches Mittel gleichartiger Merkmalswerte über einen vorgegebenen Zeitabschnitt

Der Zeitabschnitt ist anzugeben.

3.7.25**relative Häufigkeit**

Quotient aus der Häufigkeit und der Gesamtzahl der Merkmalswerte, aus der die Häufigkeit ermittelt wird

3.7.26**repräsentative Stichprobe**

Teil einer Grundgesamtheit von Merkmalswerten, die durch einen Auswahlprozess mit Zufallsprinzip aus dieser entnommen und stellvertretend für die Grundgesamtheit sind

3.7.27**Sicherheitshochwasser**

Scheitel und/oder Fracht eines Hochwasserdurchflusses unter Extrembedingungen (Überschreitung des Bemessungshochwassers), auf dem/der eine wasserbauliche Anlage (zB Sperrbauwerk) zu bemessen ist

ANMERKUNG Aus sicherheitstechnischer Sicht werden bei Abfuhr eines Sicherheitshochwassers (SHQ) Schäden am Bauwerk in Kauf genommen. Die Standsicherheit muss jedoch weiterhin gegeben sein.

3.7.28**Summenlinie**

Linie, die durch fortschreitende Summation von Merkmalswerten über die auf der Abszissenachse aufgetragene unabhängige Variable entsteht

ANMERKUNG Ein Teil einer Grundgesamtheit kann auch dann als repräsentative Stichprobe angesehen werden, wenn das bestimmende Auswahlprinzip, wie in der Hydrologie üblich, zwar nicht zufällig, aber von den auszuwertenden Merkmalen stochastisch unabhängig ist.

3.7.29**Standardabweichung**

Parameter, der die Streuung von n -Merkmalswerten unter Annahme einer Gauß'schen Normalverteilung charakterisiert

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (11)$$

Es bedeutet:

n	Anzahl der Merkmalswerte
s	Standardabweichung
x_i	i -ter Merkmalswert
\bar{x}	arithmetisches Mittel von n -Merkmalswerten

3.7.30

Stichprobe; Probe

eine oder mehrere Einheiten, die aus der Grundgesamtheit entnommen wurden und für die Bereitstellung von Angaben über die Grundgesamtheit und möglicherweise als Grundlage für eine Entscheidung hinsichtlich einer Grundgesamtheit oder des Prozesses, der sie erzeugt, vorgesehen sind

[QUELLE: ÖNORM EN ISO 772:2011, Begriff 7.7]

ANMERKUNG Der Begriff Einheiten ist im Sinne von Merkmalswerten zu verstehen.

3.7.31

Tagesniederwasser

niederstes (kleinstes) Tagesmittel des Wasserstandes (Abflusses) eines bestimmten Zeitabschnittes (Monat, Saison, Jahr) über eine anzugebende Jahresreihe

3.7.31.1

mittleres Tagesniederwasser

arithmetisches Mittel der niedersten (kleinsten) Tagesmittel des Wasserstandes (Abflusses) eines bestimmten Zeitabschnittes (Monat, Saison, Jahr) über eine anzugebende Jahresreihe

3.7.31.2

niederstes Tagesniederwasser; kleinstes Tagesniederwasser;

niederstes (kleinstes) Tagesmittel des Wasserstandes oder des Abflusses eines anzugebenden Zeitabschnittes

3.7.31.3

niederstes, jemals beobachtetes Tagesniederwasser; kleinstes, jemals beobachtetes Tagesniederwasser

überhaupt bekannt gewordener, niederster Wasserstand oder kleinster Abfluss, bezogen auf Tagesmittelwerte

3.7.32

Terminwert

zu einem bestimmten, meist regelmäßig wiederkehrenden Zeitpunkt beobachteter Merkmalswert

3.7.33

Überschreitungswahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit, mit der ein Merkmal einen vorgegebenen Merkmalswert oder Schwellenwert überschreitet

Die Überschreitungswahrscheinlichkeit P_u ergibt sich als Differenz zwischen der Zahl 1 und der Unterschreitungswahrscheinlichkeit P_u dieses Schwellenwertes (siehe [Anhang C](#)).

3.7.34

Unterschreitungswahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit, mit der ein Merkmal einen vorgegebenen Merkmalswert oder Schwellenwert unterschreitet oder höchstens erreicht

Sie ist gleich jenem Wert, den die Verteilungsfunktion diesem Schwellenwert zuordnet (siehe [Anhang C](#)).

ANMERKUNG Die Unterschreitungswahrscheinlichkeit P_u ist eine Zahl zwischen 0 und 1.

3.7.35**Variationskoeffizient**

Quotient aus Standardabweichung und arithmetischem Mittel einer Stichprobe

3.7.36**Verteilungsfunktion**

Funktion, die angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Merkmal einen bestimmten Merkmalswert unterschreitet oder höchstens erreicht

Sie ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion durch fortschreitende Integration über das Merkmal (siehe [Anhang C](#)).

3.7.37**Vertrauensbereich; Konfidenzintervall**

Bereich, in dem ein gesuchter Merkmalswert mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit vermutet wird

3.7.38**Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion**

Funktion, welche die Verteilung der Merkmalswerte längs der Merkmalsachse beschreibt

ANMERKUNG 1 Sie kann als Approximation des Histogramms durch eine mathematische Funktion veranschaulicht werden.

ANMERKUNG 2 Eine bildliche Darstellung ist in [Anhang C](#) angeführt.

4 Abkürzungen für hydrographische Hauptwerte

[Tabelle 3](#) gibt einen Überblick über die hydrographischen Hauptwerte und deren Abkürzungen.

Tabelle 3 — Bezeichnungen für hydrographische Hauptwerte (fortgesetzt)

Bezeichnung	Wasserstand <i>W</i>	Abfluss ^a <i>Q</i>	Abflussspende ^a <i>q</i>	Wassertemperatur <i>T</i>
	cm	m ³ /s	l/(s · km ²)	°C
durch theoretische Überlegungen und Berechnungen ermittelter, höchstmöglicher Wert	RHHW	RHHQ	RHHq	RHHT
Sicherheitshochwasser	—	SHQ	—	—
Bemessungshochwasser	—	BHQ	—	—
überhaupt bekannter höchster Wert	HHW	HHQ	HHq	HHT
höchster Wert im betrachteten Zeitabschnitt	HW	HQ	Hq	HT
<i>n</i> -jährliches Hochwasser	HW _{<i>n</i>}	HQ _{<i>n</i>}	Hq _{<i>n</i>}	—
höchstes (größtes) Jahreshochwasser	HW _{max}	HQ _{max}	Hq _{max}	—
höchster (größter) Monats-(Jahres-)mittelwert im betrachteten Zeitabschnitt	HMW (HJMW)	HMQ (HJMQ)	HMq (HJMq)	HMT (HJMT)
Mittelwert im betrachteten Zeitabschnitt	MW	MQ	Mq	MT
niederster (kleinster) Monats-(Jahres-)mittelwert im betrachteten Zeitabschnitt	NMW (NJMW)	NMQ (NJMQ)	NMq (NJMq)	NMT (NJMT)
Mittel der Jahreshöchstwerte im betrachteten Zeitabschnitt	MJHW	MJHQ	MJHq	MJHT
Jahreshochwasser	HW _{Jahreszahl} ^b	HQ _{Jahreszahl} ^b	Hq _{Jahreszahl} ^b	—

Tabelle 3 — Bezeichnungen für hydrographische Hauptwerte (fortgesetzt)

Bezeichnung	Wasserstand W	Abfluss ^a Q	Abflussspende ^a q	Wassertemperatur T
	cm	m ³ /s	l/(s · km ²)	°C
niederstes (kleinstes) Jahreshochwasser	HW _{min}	HQ _{min}	Hq _{min}	—
Mittel aller Hochwerte im betrachteten Zeitabschnitt	MHW	MHQ	MHq	MHT
mittleres Tagesniederwasser im betrachteten Zeitabschnitt	MNWT	MNQ _T	MNq _T	—
niederstes (kleinstes) Tagesniederwasser im betrachteten Zeitabschnitt	NWT	NQT	Nq _T	—
niederstes (kleinstes) jemals beobachtetes Tagesniederwasser	NNW _T	NNQ _T	NNq _T	—
Mittel aller Niederwasser im betrachteten Zeitabschnitt	MNW	MNQ	MNq	—
Mittel der Jahresniederstwerte im betrachteten Zeitabschnitt	MJNW	MJNQ	MJNq	MJNT
Jahresniederwasser	NW _{Jahreszahl} ^b	NQ _{Jahreszahl} ^b	Nq _{Jahreszahl} ^b	—
höchstes (größtes) Jahresniederwasser	NW _{max}	NQ _{max}	Nq _{max}	—
niederster Wert im betrachteten Zeitabschnitt	NW	NQ	Nq	NT
niederstes (kleinstes) Jahresniederwasser	NW _{min}	NQ _{min}	Nq _{min}	—
mittleres Jahresniederwasser berechnet aus den jährlich niedersten Tagesniederwassern	MJNWT	MJNQ _T	MJNq _T	—
überhaupt bekannter niederster Wert	NNW	NNQ	NNq	NNT
durch theoretische Überlegungen und Berechnungen ermittelter, niederstmöglicher, niedrigstmöglicher Wert	RNNW	RNNQ	RNNq	RNNT
<p>^a Die Abflüsse bzw. die Abflussspenden bei MJHW, MHW, MW, MJNW und MNW werden durch folgende Zeichen ausgedrückt: Q(MJHW), Q(MHW), Q(MW), Q(MJNW) und Q(MNW) bzw. q(MJHW), q(MHW), q(MW), q(MJNW) und q(MNW). Q(MW) ist zB jener Abfluss, der nach dem Pegelschlüssel dem mittleren Wasserstand MW zugeordnet ist, während MQ das Mittel aus den einzelnen Abflusswerten selbst ist.</p> <p>^b Statt des Index „Jahreszahl“ wird das Jahr des Ereignisses angegeben.</p>				
Für die hydrographischen Hauptwerte von Grundwasserstand und Grundwassertemperatur werden analog zu Wasserstand und Wassertemperatur als Zeichen RHHGW, HHGW, HGW, MGW, NGW, NNGW sowie HHGWT, HGWT, MGWT, NGWT und NNGWT verwendet.				

5 Systematik der gewählten Ausdrücke und Zeichen

Tabelle 4 zeigt die Systematik der gewählten Ausdrücke und Zeichen.

Tabelle 4 — Hydrographische Elemente

Hydrographische Elemente	Ausdruck						
	Gehalt	Trieb	Fluss	Fracht	Spende	Höhe	Intensität
Niederschlag	–	–	–	V_N	r_N	h_N	i_N
Schnee	–	–	–	–	–	h_S	–
Neuschnee	–	–	–	–	–	h_{NS}	–
Verdunstung	–	–	–	V_V	–	h_V	–
Abfluss	–	–	Q	V_A	q	h_A	–
Rückhalt	–	–	–	V_R	–	h_R	–
Geschiebe	–	g_o	Q_g	V_G $V_{G,m}$	g_g	h_{GS}	–
Schwabstoffe	s_o	–	Q_s	V_S $V_{S,m}$	s	h_{GS}	–
Versickerung	–	–	–	–	–	h_v	i_v

Es bedeutet:

Gehalt Quotient aus Masse und Wasserprobenvolumen

Trieb Quotient aus Masse und Dauer sowie der wirksamen Gerinnebreite

Fluss Quotient aus Volumen bzw. Masse und Dauer

Fracht Gesamtvolumen bzw. -masse in größerem Zeitabschnitt

Spende Quotient aus Fluss und Fläche des Einzugsgebietes; Ausnahme: Niederschlagsspende

Höhe Quotient aus Fracht und Fläche des Einzugsgebietes; Ausnahme: Schneehöhe, Versickerungshöhe

Intensität Quotient aus Höhe und Zeitabschnitt bzw. Dauer

Anhang A (normativ)

Zeichen in den hydrologischen Festlegungen

Tabelle A.1 zeigt einen Überblick der in Österreich verwendeten Abkürzungen für hydrographische Begriffe und Größen.

Tabelle A.1 — Abkürzungen für hydrographische Begriffe und Größen (fortgesetzt)

Benennung	Zeichen	Einheit(en)
Abfluss, bezogen auf ein Einzugsgebiet	Q	m^3/s ; l/s
Abflussbeiwert	a	–
Abflussfracht	V_A	m^3
Abflusshöhe	h_A	m; mm
Abflussspende	q	$m^3/(s \cdot km^2)$; l/(s · km ²); l/(s · ha)
Ablationsgebiet; Zehrgebiet	A_a	km ² ; ha
Abstandsgeschwindigkeit	v_a	m/s; m/d
Abstichmaß	^a	m; cm
Abtragshöhe	h_{GS}	mm
Akkumulationsgebiet; Nährgebiet	A_c	km ² ; ha
aktuelle Verdunstung	$h_{V,a}$	mm
Dichte der Schwebstoffteilchen	ρ_S	t/m ³ ; g/cm ³
Durchfluss	Q	m^3/s ; l/s
Durchflussgeschwindigkeit; mittlere Fließgeschwindigkeit	v_m	m/s
Durchflussquerschnitt	A_Q	m ²
durchflusswirksamer Hohlraumanteil	n_f	1; %
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	m/s
Einzugsgebiet	A_E	km ² ; ha
Filtergeschwindigkeit	v_f	m/s
Fließgeschwindigkeit	v	m/s
Fließzeit	^a	h; min
Flurabstand	^a	m
Gebietsniederschlag	$h_{G,N}$	mm
Gebietsverdunstung	$h_{G,V}$	mm
Geschiebeabtrag	$V'_{G,m}$	kg/km ² ; t/km ²
Geschiebefluss	Q_g	kg/s
Geschiebefracht	$V_{G,m}$ V_G	t, kg; m ³
Geschiebespende	g_g	kg/(s · km ²)
Geschiebetrieb	g_O	kg/(s · m)
Grundwasserdurchfluss	Q_{GW}	m^3/s
Grundwasserdurchfluss-Querschnitt	A_{GW}	m ²
Grundwasserfließzeit	^a	d; h
Grundwassermächtigkeit	h_{GW}	m

^a kein spezifisches Zeichen in Verwendung

Tabelle A.1 — Abkürzungen für hydrographische Begriffe und Größen (fortgesetzt)

Benennung	Zeichen	Einheit(en)
Grundwasserneubildung	^a	m ³ /s
Grundwasserneubildungsrate	^a	m ³ /s
Grundwasserspiegelgefälle	<i>I</i> _{SP}	1; ‰; ‰‰
Grundwasserstand	<i>GW</i>	m
Hochwasserabflussgebiet	^a	km ² ; ha
Hohlraumanteil	<i>n</i>	1; ‰
hydrographisches Einzugsgebiet	^a	km ² ; ha
Lauflänge	^a	km; m
Laufzeit	^a	h; min
Neuschneehöhe	<i>h</i> _{NS}	cm
Niederschlagsdauer	<i>t</i> _N	d; h; min
Niederschlagsfracht	<i>V</i> _N	m ³
Niederschlagsgebiet	<i>A</i> _N	km ² ; ha
Niederschlagshöhe	<i>h</i> _N	mm; 1 mm ≙ 1 l/m ²
Niederschlagsintensität	<i>i</i> _N	mm/min; mm/h; 1 mm/min ≙ 16,7 m ³ /(s · km ²); 1 m ³ /(s · km ²) = 10 l/(s · ha)
Niederschlagsspende	<i>r</i> _N	m ³ /(s · km ²); l/(s · ha); 1 m ³ /(s · km ²) = 10 l/(s · ha); 1 l/(s · ha) ≙ 0,6 mm/min
nutzbares Grundwasserdargebot	^a	m ³ /s
Oberflächengeschwindigkeit	<i>v</i> _O	m/s
orographisches Einzugsgebiet	^a	km ² ; ha
Pegelrohrspiegelhöhe	<i>h</i> _p	m
potentielle Verdunstung	<i>h</i> _{V,p}	mm
Quellschüttung	<i>Q</i>	m ³ /s; l/s
Rückhalthöhe bzw. Aufbrauchhöhe	<i>h</i> _R	mm
Schneedichte	<i>ρ</i> _{Sch}	g/cm ³
Schneehöhe	<i>h</i> _S	m; cm
Schüttdichte; Lagerungsdichte	<i>ρ</i> _f	t/m ³ ; g/cm ³
Schwebstoffabtrag	<i>V</i> ' _{S,m}	kg/km ² ; t/km ²
Schwebstofffluss	<i>Q</i> _S	kg/s
Schwebstofffracht	<i>V</i> _{S,m} ; <i>V</i> _S	t, kg; m ³
Schwebstoffgehalt	<i>s</i> _O	g/m ³ ; mg/l
Schwebstoffspende	<i>s</i>	kg/(s · km ²)
Sohlgefälle	<i>I</i> _S	1; ‰; ‰‰
Speicherkoeffizient	<i>S</i>	1; ‰
speichernutzbarer Hohlraum	<i>n</i> _{Sp}	1; ‰
Standrohr-Spiegelgefälle	<i>I</i> _{St}	1; ‰; ‰‰
Standrohr-Spiegelhöhe	<i>h</i> _{St}	m
Transportvermögen; Transmissivität	<i>T</i>	m ² /s
Überschwemmungsgebiet; Überflutungsgebiet	^a	km ² ; ha
^a kein spezifisches Zeichen in Verwendung		

Tabelle A.1 — Abkürzungen für hydrographische Begriffe und Größen (fortgesetzt)

Benennung	Zeichen	Einheit(en)
Verdunstungsfracht	V_V	m^3
Verdunstungshöhe	h_V	mm
Versickerungshöhe	h_v	mm
Versickerungsintensität	i_V	mm/h; 1 mm/h $\hat{=}$ 1 l/(h · m ²); 1 l/(h · m ²) = 0,000278 l/(s · m ²)
Vorratsänderung (Rückhalt bzw. Aufbrauch)	V_R	m^3
wahre Grundwassergeschwindigkeit; Bahngeschwindigkeit	v_W	m/s
Wasseranteil	n_1	1; %
Wassergehalt	w	1; %
Wasserspiegelgefälle	$I; I_W$	1; %; ‰
Wasserstand	W	m; cm
Wassertiefe	t_W	m; cm
Wasserwert der Schneedecke oder des Gletschers; Wasseräquivalent	h_{WS}	mm
Winterdecke	^a	d
wirksames Einzugsgebiet	^a	km ² ; ha
^a kein spezifisches Zeichen in Verwendung		

Anhang B (normativ)

Graphische Darstellungen zu Wasser unter der Erdoberfläche

Bild B.1 zeigt die Einteilung des unterirdischen Wassers.

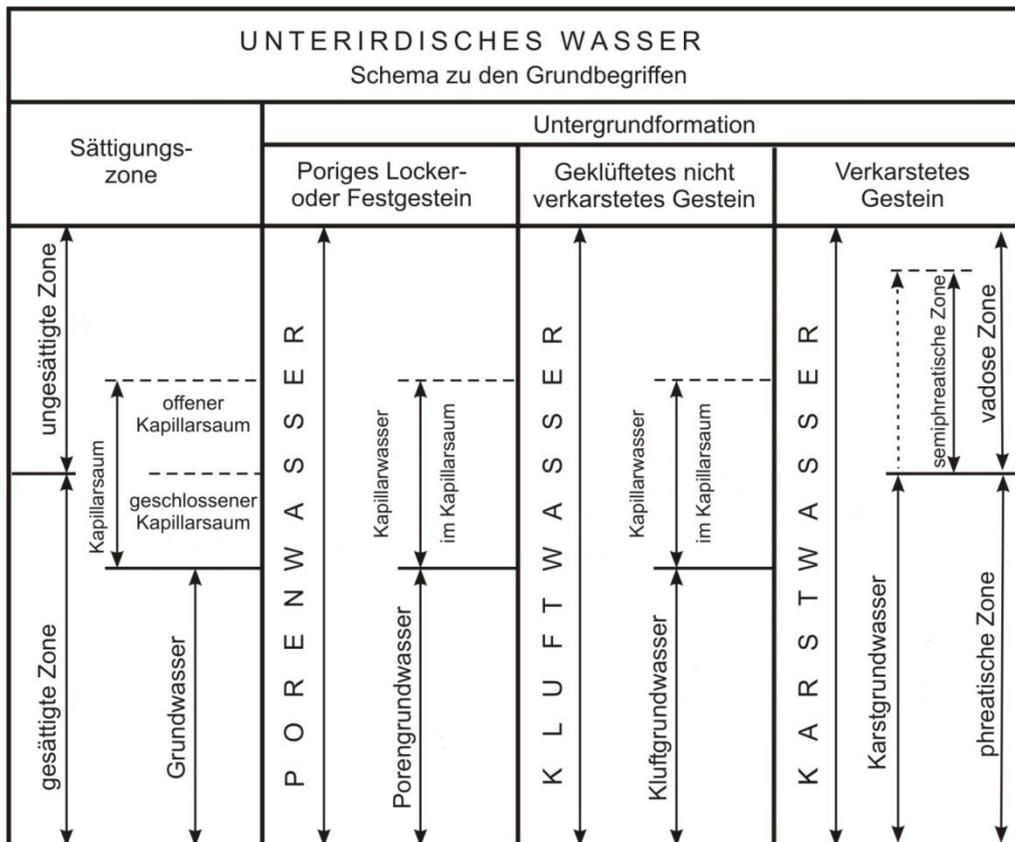


Bild B.1 — Einteilung des unterirdischen Wassers

Bild B.3 zeigt eine schematische Darstellung der Begriffe bei gespannten Grundwasserverhältnissen.

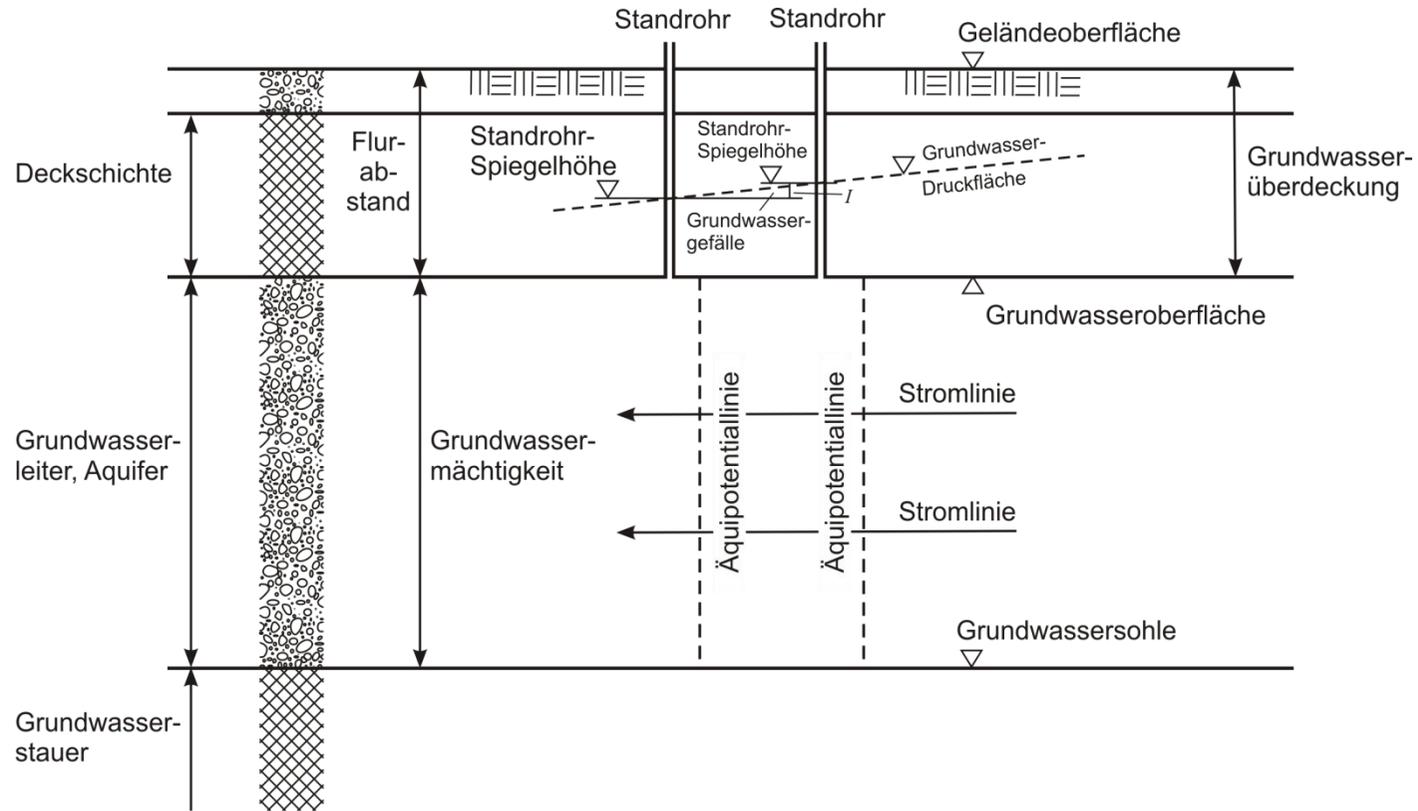


Bild B.3 — Gespanntes Grundwasser – Vertikale Strömungsebene

Anhang C (normativ)

Graphische Darstellungen statistischer Kenngrößen

Bild C.1 zeigt den Zusammenhang zwischen Ganglinie, Häufigkeitslinie und Dauerlinie.

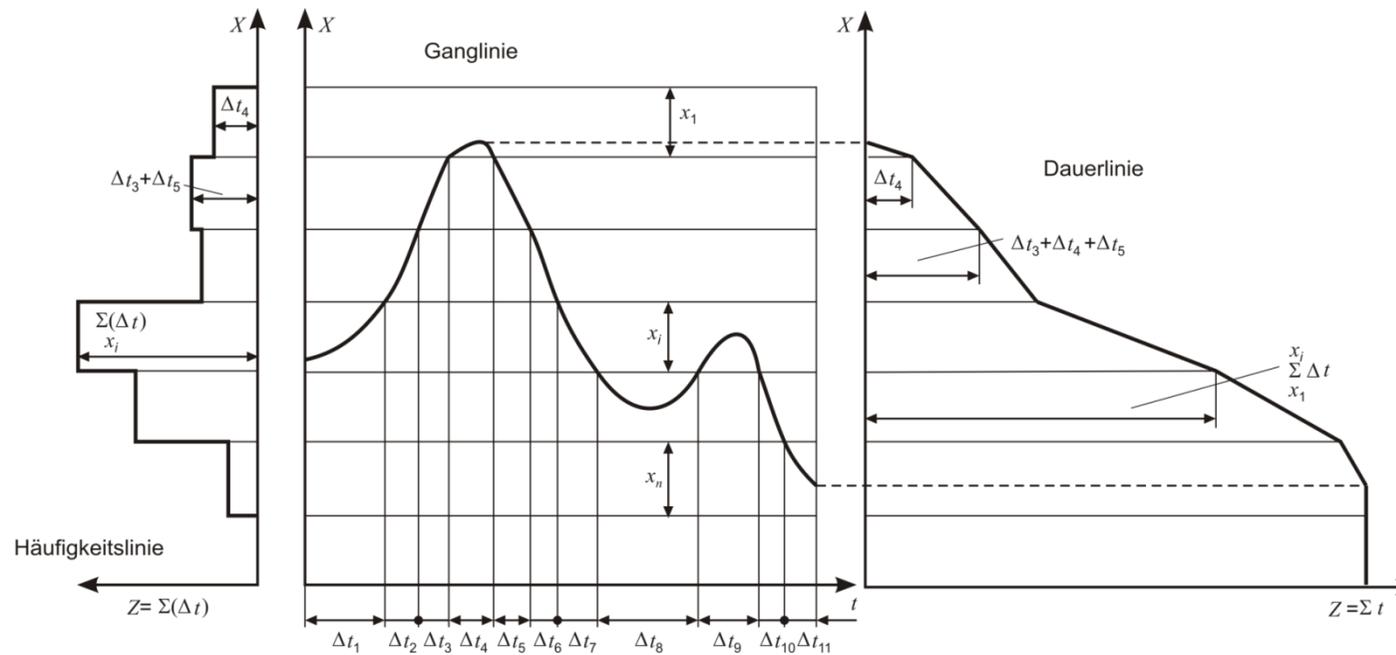


Bild C.1 — Ganglinie, Häufigkeitslinie und Dauerlinie

Bild C.2 zeigt den Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion und der Verteilungsfunktion.

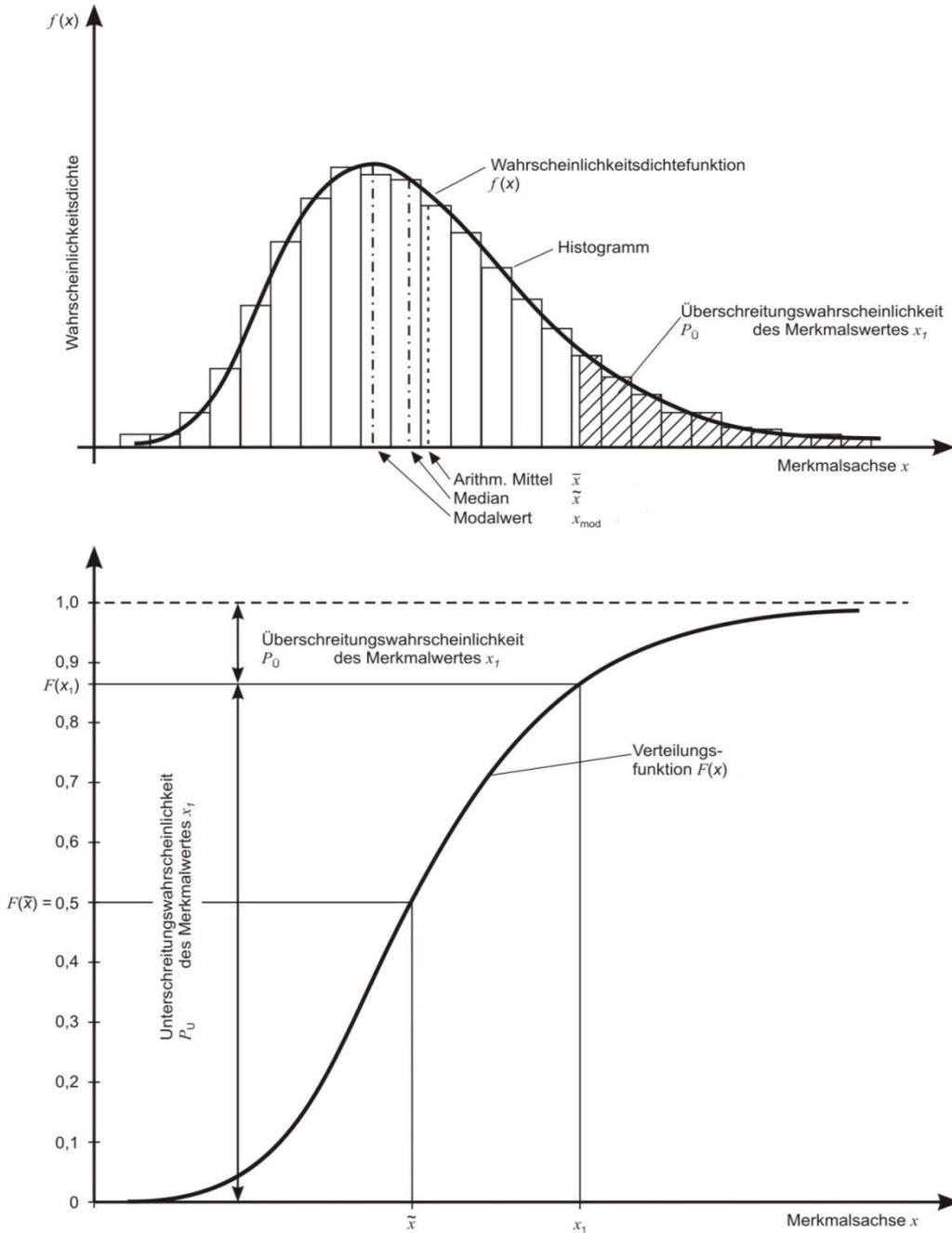


Bild C.2 — Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, Verteilungsfunktion

Literaturhinweise

ÖNORM EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002+Amd 1:2013) (konsolidierte Fassung)*

ÖNORM B 2601, *Wassererschließung – Brunnen – Planung, Bau und Betrieb*

ÖNORM B 2602, *Wassererschließung – Quellfassungsanlagen – Planung, Bau und Betrieb*

ÖNORM M 7103, *Begriffe der Energiewirtschaft – Wasserkraftwirtschaft*

[1] *Arbeitsgruppe Quellbeobachtung des Hydrographischen Dienstes in Österreich: Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich. Wien 2009.*

[2] *Arbeitsgruppe „Schwebstoffmessung im Hydrographischen Dienst“: Schwebstoffe im Fließgewässer, Leitfaden zur Erfassung des Schwebstofftransportes des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien 2008.*

[3] *Hydrographischer Dienst in Österreich: Pegelordnung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Sektion Wasser, Abteilung Wasserhaushalt (Hydrographisches Zentralbüro). Wien 2001.*

[4] *Hydrographischer Dienst in Österreich: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2011, 119. Band. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Abteilung IV/4 – Wasserhaushalt, Wien 2011.*

[URL:http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/wasserkreislauf/hydrographische_daten/jahrbuecher/JB2011.html](http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/wasserkreislauf/hydrographische_daten/jahrbuecher/JB2011.html) (2014-10-31)

[5] *Österreichische Staubeckenkommission, TU Wien – Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie: Leitfaden Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten. Wien 2009.*

[6] *Österreichische Staubeckenkommission, TU Wien – Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie: Leitfaden zum Nachweis der Hochwassersicherheit von Talsperren, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien 2009.*

Stichwortverzeichnis

- A**
- Abfluss allgemein 3.3.1
 - Abfluss bezogen auf ein Einzugsgebiet 3.3.2
 - Abflussbeiwert 3.3.3
 - Abflussfracht 3.3.4
 - Abflusshöhe 3.3.5
 - Abflussjahr 3.1.1
 - Abflussregime 3.1.2
 - Abflussspende 3.3.6
 - Ablation 3.5.1
 - Ablationsgebiet 3.5.2
 - Abstandsgeschwindigkeit 3.6.1
 - Abstichmaß 3.6.2
 - Abtragshöhe 3.4.1
 - Adhäsionswasser 3.6.32
 - Akkumulation 3.5.3
 - Akkumulationsgebiet 3.5.4
 - aktuelle Verdunstung 3.2.12.1
 - Allgemeine Begriffe 3.1
 - Altschnee 3.5.5
 - Äquipotentiallinie 3.6.46
 - arithmetisches Mittel 3.7.1
 - artesisch gespanntes Grundwasser 3.6.26.1
 - artesischer Brunnen 3.6.4.1
 - Aufbrauchhöhe 3.1.14
 - Aufenthaltsdauer 3.6.3
- B**
- Bahngeschwindigkeit 3.6.62
 - Beileitung 3.1.3
 - Bemessungshochwasser 3.7.2
 - Besetzungszahl 3.7.7
 - Bezugspunkt 3.6.39
 - Brunnen 3.6.4
- D**
- Dauerlinie 3.7.3
 - Dauerzahl 3.7.4
 - Deckschicht 3.6.5
 - Dichte der Schwebstoffteilchen 3.4.2
 - Durchfluss Q 3.3.7
 - Durchflussermittlung 3.3.8
 - Durchflussfunktion 3.3.9
 - Durchflussquerschnitt 3.3.10
 - durchflusswirksamer Hohlraumanteil 3.6.34.1
 - Durchlässigkeit 3.6.6
 - Durchlässigkeitsbeiwert für Grundwasser 3.6.7
- E**
- Einzugsgebiet 3.3.11
 - Eisabgang 3.5.6
 - Eisdecke 3.5.7
 - Eisstau 3.5.8
 - Eisstoß 3.5.8
 - Eistreiben 3.5.9
 - Eluat 3.6.50
 - Erosion 3.4.3
- F**
- Feststoff 3.4.4
 - Filtergeschwindigkeit 3.6.8
 - Firn 3.5.10
 - Fließbeiwert 3.3.12
 - Fließgeschwindigkeit 3.3.13
 - Fließgewässer 3.3.14
 - Fließzeit 3.3.15
 - Flurabstand 3.6.9
 - freies Grundwasser 3.6.26.2
- G**
- Ganglinie 3.7.5
 - Gebietsverdunstung 3.2.2
 - Gesamtschneehöhe 3.5.23
 - gesättigte Zone 3.6.10
 - Geschiebe 3.4.5
 - Geschiebeabtrag 3.4.6
 - Geschiebefluss 3.4.9
 - Geschiebefracht 3.4.7
 - Geschiebespende 3.4.8
 - Geschiebetransport 3.4.9
 - Geschiebetrieb 3.4.10
 - geschlossener Kapillarsaum 3.6.35.2
 - gespannter Grundwasserleiter 3.6.26.3
 - gespanntes Grundwasser 3.6.26.3
 - Gewässer 3.1.4
 - Gewässerbett 3.3.16
 - Gewässersohle 3.3.17
 - Glaziologie 3.1.5
 - Gleichgewichtslinie 3.5.11
 - Gletscher 3.5.12
 - Gletschereis 3.5.13
 - größtes Hochwasser 3.7.10.1
 - größtes Jahreshochwasser 3.7.11.1
 - größtes Jahres-Mittelwasser 3.7.17.1
 - größtes Jahresniederwasser 3.7.12.1
 - größtes Monats-Mittelwasser 3.7.17.2
 - Grundeis 3.5.14
 - Grundgesamtheit 3.7.6
 - Grundwasser 3.6.11
 - Grundwasserbilanz 3.6.12
 - Grundwasserdruckfläche 3.6.26.4
 - Grundwasserdruckgefälle 3.6.52
 - Grundwasserdurchfluss 3.6.13
 - Grundwasserdurchflussquerschnitt 3.6.14

Grundwasserfließzeit 3.6.15
 Grundwassergebiet 3.6.16
 Grundwasserhöhengleiche 3.6.17
 Grundwasserisohypse 3.6.17
 Grundwasserkörper 3.6.18
 Grundwasserleiter 3.6.19
 Grundwassermächtigkeit 3.6.20
 Grundwasserneubildung 3.6.21
 Grundwasserneubildungsrate 3.6.22
 Grundwasseroberfläche 3.6.29, 3.6.23
 Grundwasserschwankungsbereich 3.6.24
 Grundwassersohle 3.6.25
 Grundwasserspiegel 3.6.26
 Grundwasserspiegelgefälle 3.6.27
 Grundwasserstand 3.6.28
 Grundwasserstockwerk 3.6.30
 Grundwasserüberdeckung 3.6.31

H

Haftwasser 3.6.32
 Hangwasser 3.6.33
 Häufigkeit 3.7.7
 Häufigkeitslinie 3.7.8
 Haushaltsjahr 3.1.1
 Histogramm 3.7.9
 höchstes Hochwasser 3.7.10.1
 höchstes Jahreshochwasser 3.7.11.1
 höchstes Jahres-Mittelwasser 3.7.17.1
 höchstes Jahresniederwasser 3.7.12.1
 höchstes Monats-Mittelwasser 3.7.17.2
 Hochwasser 3.7.10
 Hochwasser-Abflussgebiet 3.3.18
 Hochwasser-Anschlaglinie 3.3.19
 Hohlraumanteil 3.6.34
 hydraulische Druckhöhe 3.6.53
 hydraulische Leitfähigkeit für Grundwasser 3.6.7
 Hydrogeologie 3.1.6
 Hydrographie 3.1.7
 hydrographisches Einzugsgebiet 3.3.11.1
 hydrographisches Jahr 3.1.1
 Hydrologie 3.1.8
 Hydrometeorologie 3.1.9
 Hydrometrie 3.1.10

I

Infiltration 3.6.58
 isokinetisch 3.4.11
 Isolinien 3.1.11
 Isolethen 3.1.11

J

Jahreshochwasser 3.7.11
 Jahresniederwasser 3.7.12
 Jährlichkeit 3.7.13

K

Kapillarraum 3.6.35
 Kapillarwasser 3.6.36
 Karstgrundwasser 3.6.11.1
 Karstwasser 3.6.37
 kleinstes Jahres -Mittelwasser 3.7.17.3
 kleinstes Jahreshochwasser 3.7.11.3
 kleinstes Jahresniederwasser 3.7.12.4
 kleinstes jemals beobachtetes
 Tagesniederwasser 3.7.31.3
 kleinstes Monats-Mittelwasser 3.7.17.4
 kleinstes Niederwasser 3.7.21.2
 kleinstes Tagesniederwasser 3.7.31.2
 Kluftgrundwasser 3.6.11.2
 Kluftwasser 3.6.38
 Konfidenzintervall 3.7.37

L

Lagerungsdichte 3.4.19
 Lauflänge 3.3.20
 Laufzeit 3.3.21
 Linien gleicher Zahlenwerte 3.1.11

M

Massenbilanz 3.5.15
 Median 3.7.14
 Merkmal 3.7.15
 Merkmalswert 3.7.16
 Messpunkt 3.6.39
 Mittelwasser 3.7.17
 mittlere Dauerlinie 3.7.18
 mittlere Geschwindigkeit 3.3.22
 mittleres Hochwasser 3.7.10.2
 mittleres Jahreshochwasser 3.7.11.2
 mittleres Jahresniederwasser 3.7.12.2
 mittleres Jahresniederwasser berechnet aus den
 kleinsten Tagesmittelwerten 3.7.12.3
 mittleres Jahresniederwasser berechnet aus den
 niedersten Tagesmittelwerten 3.7.12.3
 mittleres Niederwasser 3.7.21.1
 mittleres Tagesniederwasser 3.7.31.1
 Modalwert 3.7.19

N

Nährgebiet 3.5.4
 Neuschnee 3.5.16
 Neuschneehöhe 3.5.17
 Neuschneesumme 3.5.18
 Neuschneezuwachs 3.5.17
 Niederschlag 3.2.4
 Niederschlagsdauer 3.2.5
 Niederschlagsfracht 3.2.9
 Niederschlagsgebiet 3.2.6
 Niederschlagshöhe 3.2.7
 Niederschlagsintensität 3.2.8

Niederschlagsmenge 3.2.9
 Niederschlagsspende 3.2.10
 niederstes Jahres -Mittelwasser 3.7.17.3
 niederstes Jahreshochwasser 3.7.11.3
 niederstes Jahresniederwasser 3.7.12.4
 niederstes jemals beobachtetes
 Tagesniederwasser 3.7.31.3
 niederstes Monats-Mittelwasser 3.7.17.4
 niederstes Niederwasser 3.7.21.2
 niederstes Tagesniederwasser 3.7.31.2
 Niederwasser 3.7.21
 n-jährliches Hochwasser 3.7.20
 Normaljahr 3.7.23
 Normalwert 3.7.24
 Normalzahl 3.7.24
 nutzbares Grundwasserdargebot 3.6.40
 Nutzbares Wasserdargebot 3.1.12

O

Oberflächeneis 3.5.19
 Oberflächengeschwindigkeit 3.3.24
 offener Kapillarsaum 3.6.35.1
 orographisches Einzugsgebiet 3.3.11.2

P

Pegel 3.3.25
 Pegelhöhe 3.3.35
 Pegelnullpunkt 3.3.26
 Pegelrohr 3.6.41
 Pegelrohrspiegelhöhe 3.6.42
 Pegelschlüssel 3.3.9.1
 Peilrohr 3.6.41
 Poren 3.6.43
 Porengrundwasser 3.6.11.3
 Porenwasser 3.6.44
 Potential 3.6.45
 Potentiallinie 3.6.46
 potentielle Verdunstung 3.2.12.2
 Probe 3.7.30

Q

Quelle 3.6.47
 Quellschüttung 3.6.48

R

Randeis 3.5.20
 rechnungsmäßig größtes Hochwasser 3.7.10.3
 rechnungsmäßig höchstes Hochwasser 3.7.10.3
 rechnungsmäßig kleinstes Niederwasser 3.7.21.3
 rechnungsmäßig niederstes Niederwasser 3.7.21.3
 Regeljahr 3.7.23
 relative Häufigkeit 3.7.25
 repräsentative Stichprobe 3.7.26
 Restwasser 3.1.13
 Rückhalthöhe 3.1.14

S

Schlüsselkurve 3.3.9.2
 Schneeakkumulation 3.5.23
 Schneedecke 3.5.21
 Schneedeckenmächtigkeit 3.5.23
 Schneedichte 3.5.22
 Schneehöhe 3.5.23
 Schüttdichte 3.4.19
 Schüttungszahl 3.6.49
 Schwall 3.1.15
 Schwebstoff 3.4.12
 Schwebstoffabtrag 3.4.13
 Schwebstofffluss 3.4.18
 Schwebstofffracht 3.4.14
 Schwebstoffgehalt 3.4.15
 Schwebstoffkonzentration 3.4.15
 Schwebstoffkonzentration im Querprofil 3.4.16
 Schwebstoffspende 3.4.17
 Schwebstofftransport 3.4.18
 Schwimmstoffe 3.4.20
 Sedimentation 3.4.21
 Sicherheitshochwasser 3.7.27
 Sickerwasser 3.6.50
 Skunk 3.1.19
 Sohlgefälle 3.3.27
 Speicherkoeffizient 3.6.34.2
 speichernutzbarer Hohlraumanteil 3.6.34.3
 Standardabweichung 3.7.29
 Standrohr 3.6.51
 Standrohrspiegelgefälle 3.6.52
 Standrohrspiegelhöhe 3.6.53
 Starkniederschlag 3.2.11
 Stauhaltung 3.1.16
 Stauwurzel 3.2.3, 3.2.1, 3.1.17
 Stauziel 3.1.18
 stehendes Gewässer 3.3.28
 Stichprobe 3.7.30
 Stromstrich 3.3.29
 Summenlinie 3.7.28

T

Tagesniederwasser 3.7.31
 Talweg 3.3.30
 Terminwert 3.7.32
 Tiefengrundwasser 3.6.54
 Tiefenwasser 3.6.54
 Transmissivität 3.6.55

U

Überflutungsgebiet 3.3.32
 Überleitung 3.1.3
 Überschreitungswahrscheinlichkeit 3.7.33
 Überschwemmungsgebiet 3.3.32
 Ufer 3.3.31
 ungesättigte Zone 3.6.56
 unterirdisches Wasser 3.6.57

Unterschreitungswahrscheinlichkeit [3.7.34](#)
 unvollkommenes Pegelrohr [3.6.41.2](#)

V

Variationskoeffizient [3.7.35](#)
 Verdunstung [3.2.12](#)
 Verdunstungsfracht [3.2.13](#)
 Verdunstungshöhe [3.2.14](#)
 Versickerung [3.6.58](#)
 Versickerungshöhe [3.6.59](#)
 Versickerungsintensität [3.6.60](#)
 Versinkung [3.6.61](#)
 Verteilungsfunktion [3.7.36](#)
 Vertrauensbereich [3.7.37](#)
 Verweildauer [3.6.3](#)
 vollkommenes Pegelrohr [3.6.41.1](#)
 Vorflut [3.1.20](#)
 Vorfluter [3.1.21](#)
 Vorratsänderung [3.1.22](#)

W

wahre Grundwassergeschwindigkeit [3.6.62](#)
 Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion [3.7.38](#)
 Wasseranteil [3.6.63](#)
 Wasseräquivalent [3.5.25](#)

Wasserbilanz [3.1.23](#)
 Wasserdargebot [3.1.24](#)
 Wassergehalt [3.6.64](#)
 Wassergehalt [3.5.24](#)
 Wasserinhalt [3.5.24](#)
 Wasserkreislauf [3.1.25](#)
 Wasserscheide [3.3.33](#)
 Wasserspiegel [3.3.34](#)
 Wasserspiegel [3.3.35](#)
 Wasserspiegelgefälle [3.3.36](#)
 Wasserstand [3.3.35](#)
 Wasserstands-Durchfluss-Beziehung [3.3.9.1](#)
 Wassertiefe [3.3.37](#)
 Wasserwert [3.5.25](#)
 Wasserwirtschaft [3.1.26](#)
 Wasserwirtschaftsjahr [3.1.1](#)
 Winterdecke [3.5.26](#)
 wirksamer Hohlraumanteil [3.6.34.3](#)
 wirksames Einzugsgebiet [3.3.11.3](#)

Z

Zehrgebiet [3.5.2](#)
 Zentralwert [3.7.14](#)
 Zufluss [3.3.38](#)

WICHTIGE INFORMATIONEN FÜR NORM-ANWENDER

Normen sind Regeln

Normen werden im Dialog und Konsens aller Betroffenen und Interessierten entwickelt. Sie legen Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen, Systeme und Qualifikationen fest und definieren, wie die Einhaltung dieser Anforderungen überprüft wird. Von Ihrem Wesen her sind Normen Empfehlungen. Ihre Anwendung ist somit freiwillig, aber naheliegend, denn Normen dokumentieren den aktuellen Stand der Technik: das, was in einem bestimmten Fachgebiet „Standard“ ist. Dafür bürgen das hohe Fachwissen und die Erfahrung der Expertinnen und Experten in den zuständigen Komitees auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene sowie die Kompetenz von Austrian Standards Institute / Österreichisches Normungsinstitut und seiner Komitee-Manager.

Aktualität des Normenwerks

Analog zur technischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung unterliegen Normen einem kontinuierlichen Wandel. Sie werden vom zuständigen Komitee laufend auf Aktualität überprüft und bei Bedarf überarbeitet und dem aktuellen Stand der Technik angepasst. Für den Anwender von Normen ist es daher wichtig, immer Zugriff auf die neuesten Ausgaben der Normen seines Fachgebiets zu haben, um sicherzustellen, dass seine Produkte und Produktionsverfahren bzw. Dienstleistungen den Markterfordernissen entsprechen.

Wissen um Veränderungen

Änderungen in den Normenwerken informiert zu sein und um stets Zugriff auf die jeweils gültigen Fassungen zu haben, bietet die **Austrian Standards plus GmbH** den Norm-Anwendern zahlreiche und auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittene Angebote. Das reicht von klassischen Fachgebiets-Abonnements bis hin zu innovativen kundenspezifischen Online-Lösungen und Update-Services. Die Austrian Standards plus GmbH ist ein hundertprozentiges Tochterunternehmen von Austrian Standards Institute.

Internationale und ausländische Normen & Regelwerke

Über Austrian Standards plus Publishing können auch Internationale Normen (ISO) sowie Normen und Regelwerke aus allen Ländern der Welt bezogen werden – ein besonders wichtiger Service für die exportorientierte Wirtschaft. Ebenso sind Dokumente anderer österreichischer Regelseiter bei Austrian Standards plus Publishing erhältlich.

Weiterbildung zu Normen

Austrian Standards bietet Ihnen verschiedene Weiterbildungsformate – von Workshops und Seminaren bis hin zu Lehrgängen. Experten, die zum Großteil selbst an der Entwicklung der Normen mitwirken, vermitteln Ihnen Informationen und Know-how aus erster Hand.

Normkonformität

Um die Einhaltung von Normen objektiv nachweisen zu können, bietet Ihnen Austrian Standards die Möglichkeit der Zertifizierung von Produkten, Dienstleistungen und Personen auf Normkonformität.

Kontakt

Customer Service

Tel.: +43 1 213 00-300

Fax: +43 1 213 00-818

E-Mail: sales@austrian-standards.at

Austrian Standards

Heinestraße 38

1020 Wien

www.austrian-standards.at

ISO 9001:2008 certified by SQS



Kanalanlagen — Planung, Ausführung, Prüfung, Betrieb

Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN 476, ÖNORM EN 752 und ÖNORM EN 1610

Drain and sewer systems — Design, construction, testing, operation — Complementary provisions concerning ÖNORM EN 476, ÖNORM EN 752 and ÖNORM EN 1610

Systèmes locaux de canalisation d'égout — Dispositions complémentaires pour la planification, exécution, essai et exploitation — Dispositions complémentaires concernant ÖNORM EN 476, ÖNORM EN 752 et ÖNORM EN 1610

Medieninhaber und Hersteller

Austrian Standards Institute
Österreichisches Normungsinstitut
Heinestraße 38, 1020 Wien

Copyright © Austrian Standards Institute 2017

Alle Rechte vorbehalten Nachdruck oder
Vervielfältigung, Ausnahme auf oder in sonstige Medien
oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!
E-Mail: publishing@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at/nutzungsrechte

Verkauf von in- und ausländischen Normen und
Regelwerken durch
Austrian Standards plus GmbH
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at
Webshop: www.austrian-standards.at/webshop
Tel.: +43 1 213 00-300
Fax: +43 1 213 00-818

ICS 23.040.01; 93.020; 93.025; 93.030

Ersatz für ÖNORM B 2503:2012-08

Zuständig Komitee 120
Abwassertechnik

Inhalt

Seite

Vorwort 4

1 Anwendungsbereich..... 4

2 Normative Verweisungen..... 5

3 Begriffe 7

4 Allgemeines..... 7

4.1 Planung 7

4.2 Qualifikation der Bauausführenden 8

4.3 Art der Ausführung 8

4.4 Statische Bemessung von Kanalanlagen..... 8

4.5 Koordinierung mit anderen Einbauten 8

4.6 Überbauung..... 9

4.7 Bepflanzungen 9

4.8 Höhenlage 9

4.9 Hydraulische Bemessung 9

4.10 Dichtheit 9

4.11 Frostsicherheit, Rückstau..... 9

4.12 Trennung von anderen Medien..... 10

4.13 Einleitungsbeschränkungen..... 10

4.14 Richtungsänderungen..... 10

4.15 Gefälle und Richtungen 10

4.16 Einmündungen 12

4.17 Be- und Entlüftung..... 12

4.18 Erweiterungen 12

4.19 Zugang/Zufahrt..... 12

4.20 Arbeitssicherheit..... 12

5 Bauteile und Baustoffe12

5.1 Allgemeines 12

5.2 Chemische Beständigkeit zementgebundener Werkstoffe 13

5.2.1 Allgemeines 13

5.2.2 Beton 13

5.2.3 Faserzement..... 14

5.2.4 Duktiles Gusseisen mit Zementmörtelauskleidung..... 15

6 Bauausführung.....15

6.1 Kanalleitungsteile..... 15

6.2 Kanalgraben 15

6.2.1 Allgemeines 15

6.2.2 Ausführung der Leitungszone 16

6.2.3 Ausführung der Hauptverfüllung und Entfernen des Verbaus 16

6.2.4 Nachweis der ordnungsgemäßen Verdichtung..... 16

6.3 Ortbetonkanäle und Kanäle in Verbundbauweise 16

6.3.1 Allgemeines 16

6.3.2 Ortbetonkanäle aus bewehrtem Beton, Stahl- oder Spannbeton..... 17

6.3.3 Kanäle in Verbundbauweise..... 17

6.4 Schächte..... 17

6.5 Straßenabläufe..... 17

6.6 Entlastungsbauwerke 18

6.7 Ausmündungsbauwerke 18

6.8 Nachträgliche Herstellung von Anschlüssen 18

6.9 Alternative Verlegemethoden..... 18

6.9.1 Allgemeines 18

6.9.2 Grabenarme Leitungsverlegung mittels Verlegepflug 19

6.10 Kanalverlegung in bergmännisch hergestellten Querschnitten 19

7	Prüfungen von Rohrleitungen, Schächten, Inspektionsöffnungen sowie Behältern.....	19
7.1	Allgemeines	19
7.2	Prüfung während der Verlegung (Vorprüfung)	20
7.3	Sichtprüfung	20
7.4	Prüfvoraussetzungen	20
7.4.1	Allgemeines	20
7.4.2	Vergleichs- und Eignungsprüfung	20
7.5	Anforderungen an die Dichtheitsprüfung.....	22
7.5.1	Allgemeines	22
7.5.2	Prüfungen von Freispiegelleitungen	23
7.5.3	Prüfung von Druck- und Unterdruck-Entwässerungssystemen im Abwasserbereich	25
7.5.4	Prüfung einzelner Schächte und Inspektionsöffnungen in Freispiegelleitungen	25
7.5.5	Prüfung einzelner Behälter	26
7.5.6	Prüfbericht.....	28
8	Wartung/Inspektion und Dichtheitsprüfung bei in Betrieb befindlichen Kanalanlagen	28
8.1	Wartung	28
8.2	Dichtheitsprüfung nach Ablauf der Gewährleistungspflicht	28
9	Bestandsdokumentation (Kanalkataster).....	28
	Anhang A (informativ) Beispiele für die Berechnung der Prüfzeit für Behälter	29
	Anhang B (informativ) Beispiel für einen Prüfplan in der Ausführungsphase	31
	Anhang C (informativ) Beispiel für eine Checkliste in der Ausführungsphase	35
	Anhang D (informativ) Übersicht der Bauverfahren im Leitungsbau	38
	Literaturhinweise	39

Vorwort

Die vorliegende Ausgabe ersetzt die Ausgabe ÖNORM B 2503:2012, die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind nachfolgend angeführt, wobei diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Im Zuge der Aktualisierung der ÖNORM wurde

- die Darstellung des Anwendungsbereichs an die ÖNORM B 2501 angepasst,
- der [Abschnitt 2](#) „Normative Verweisungen“ aktualisiert,
- im neuen [Abschnitt 3](#) „Begriffe“ auf die dazu geltenden ÖNORMEN verwiesen,
- in [4.1](#) „Planung“ eine Darlegung von Auswahlkriterien für Rohre eingefügt,
- in [4.9](#) „Hydraulische Bemessung“ der maximale Füllungsgrad von Schmutzwasserleitungen neu definiert,
- in [4.11](#) „Frostsicherheit, Rückstau“ die Bestimmungen an die Formulierungen in der ÖNORM B 2501 angepasst,
- der [Abschnitt 4.20](#) „Arbeitssicherheit“ neu eingefügt,
- der Abschnitt 5.3 gestrichen und in den erweiterten [Abschnitt 4.1](#) eingefügt,
- der Absatz zur Verwendung von Anschlussstücken aus [3.16](#) „Einmündungen“ in [6.4](#) „Schächte“ verschoben,
- der [Abschnitt 6.9](#) „Alternative Verlegemethoden“ neu eingefügt,
- der [Abschnitt 6.10](#) „Kanalverlegung in bergmännisch hergestellten Querschnitten“ neu eingefügt,
- in [7.4.1](#) „Allgemeines“ die Eichung und Kalibrierung der Messmittel zur Dichtheitsprüfung neu formuliert,
- in [7.5.5](#) „Prüfung einzelner Behälter“ die Erstprüfung eines neuen Behälters festgelegt,
- der informative [Anhang B](#) „Beispiel für einen Prüfplan in der Ausführungsphase“ neu eingefügt,
- der informative [Anhang C](#) „Beispiel für eine Checkliste in der Ausführungsphase“ neu eingefügt,
- der informative [Anhang D](#) „Übersicht der Bauverfahren im Leitungsbau“ neu eingefügt.

Geschlechtsbezogene Aussagen in dieser ÖNORM sind auf Grund der Gleichstellung für beiderlei Geschlecht aufzufassen bzw. auszulegen.

1 Anwendungsbereich

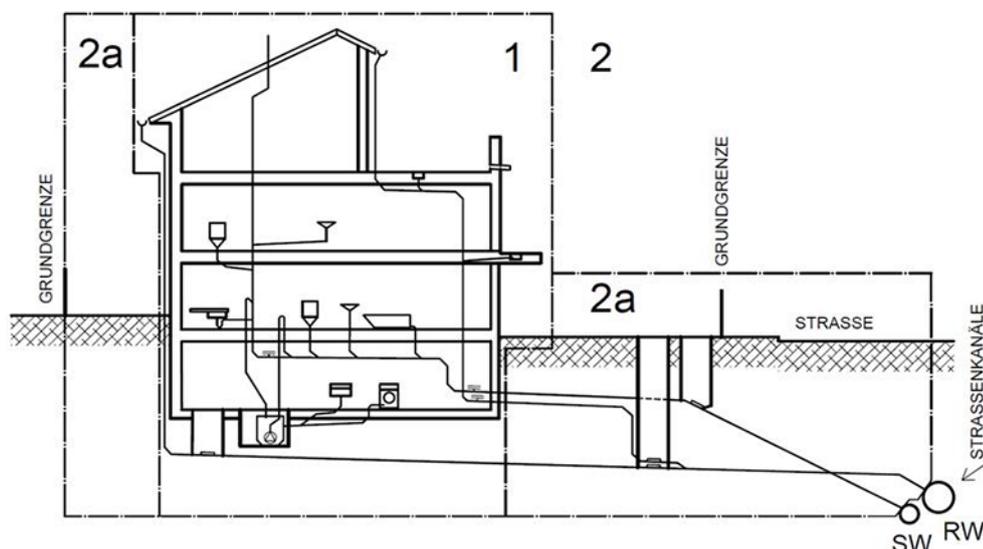
Die vorliegende ÖNORM enthält Festlegungen für die Planung, Ausführung und den Betrieb von Kanalanlagen, die in der ÖNORM EN 1610 oder anderen zutreffenden Europäischen Normen nicht geregelt sind. Weiters werden ergänzende Bestimmungen für die Prüfung von neu errichteten und sanierten Abwasser-Rohrleitungen mit Luft oder mit Wasser und Bestimmungen für die Prüfung von Schächten, Inspektionsöffnungen und Behältern mit Wasser festgelegt.

Im Sinne der ÖNORM EN 1610 werden in dieser ÖNORM nationale Bestimmungen bezüglich Sicherheit und Gesundheit mit dem Ziel berücksichtigt, den in Österreich gültigen Stand der Technik zu erhalten.

Diese ÖNORM ist gemeinsam mit ÖNORM EN 476, ÖNORM EN 752, ÖNORM EN 16933-2 und ÖNORM EN 1610 anzuwenden.

Nicht Gegenstand dieser ÖNORM sind Prüfungen für Druck- und Unterdruck-Entwässerungssysteme. Diese werden in ÖNORM EN 1671, ÖNORM EN 805 und ÖNORM EN 1091 behandelt.

Im Bild 1 sind die Geltungsbereiche der ÖNORM B 2501 und der vorliegenden ÖNORM dargestellt.



Legende:

- | | | | |
|----|---|----|---------------|
| 1 | Anwendungsbereich „innerhalb von Gebäuden“ für die ÖNORM B 2501 sowie ÖNORM EN 12056 (alle Teile) | SW | Schmutzwasser |
| 2 | Anwendungsbereich „außerhalb von Gebäuden“ für die vorliegende ÖNORM sowie ÖNORM EN 752 und ÖNORM EN 1610 | RW | Regenwasser |
| 2a | Anwendungsbereich „außerhalb von Gebäuden“ für die ÖNORM B 2501, die vorliegende ÖNORM sowie ÖNORM EN 752 und ÖNORM EN 1610 | | |

Bild 1 — Prinzipbild zum Geltungsbereich der jeweiligen Regelwerke

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Rechtsvorschriften sind immer in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

ÖNORM B 1992-1-1, *Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen*

ÖNORM B 2107 (alle Teile), *Koordination von Bauarbeiten für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz von Personen*

ÖNORM B 2205, *Erdarbeiten – Werkvertragsnorm*

ÖNORM B 2500, *Abwassertechnik – Entstehung und Entsorgung von Abwasser – Benennungen und ihre Definitionen sowie Zeichen – Nationale Ergänzungen zu ÖNORM EN 16323*

ÖNORM B 2501, *Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Planung, Ausführung und Prüfung – Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752*

ÖNORM B 2503:2017-11

ÖNORM B 2504¹⁾, *Schächte für Entwässerungsanlagen – Ausführung und Baugrundsätze von Einsteig-, Kontroll- und Probenahmeschächten*

ÖNORM B 2533, *Koordinierung unterirdischer Einbauten – Planungsrichtlinien*

ÖNORM B 3327-1, *Zemente gemäß ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen – Teil 1: Zusätzliche Anforderungen*

ÖNORM B 4707, *Bewehrungsstahl – Anforderungen, Klassifizierung und Prüfung*

ÖNORM B 4710-1¹⁾, *Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität – Teil 1: Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206 für Normal- und Schwerbeton*

ÖNORM B 4758, *Spannstähle – Anforderungen, Klassifizierung und Konformitätsnachweis*

ÖNORM B 5012, *Statische Berechnung erdverlegter Rohrleitungen für die Wasserversorgung und die Abwasser-Entsorgung*

ÖNORM B 5013 (alle Teile), *Oberflächenschutz mit organischen Schutzmaterialien im Siedlungswasserbau*

ÖNORM B 5016, *Erdarbeiten für Rohrleitungen des Siedlungs- und Industrierwasserbaues – Qualitätssicherung der Verdichtungsarbeiten*

ÖNORM B 5110-1, *Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Teil 1: Austauschbare Aufsätze und Abdeckungen aus Gusseisen – Ergänzende Bestimmungen zu den ÖNORMEN EN 124-1 und -2*

ÖNORM B 5110-2, *Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Teil 2: Nicht austauschbare Aufsätze und Abdeckungen aus Gusseisen – Ergänzende Bestimmungen zu den ÖNORMEN EN 124-1 und -2*

ÖNORM EN 124 (alle Teile), *Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen*

ÖNORM EN 476, *Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Abwasserleitungen und -kanäle*

ÖNORM EN 512, *Faserzementprodukte – Druckrohre und Verbindungen*

ÖNORM EN 588-1, *Faserzementrohre für Abwasserleitungen und Abwasserkanäle – Teil 1: Rohre, Rohrverbindungen und Formstücke für Freispiegelleitungen*

ÖNORM EN 681-1, *Elastomer-Dichtungen – Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung – Teil 1: Vulkanisierter Gummi*

ÖNORM EN 752, *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement*

ÖNORM EN 805, *Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden*

ÖNORM EN 1091, *Unterdruckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden*

ÖNORM EN 1610, *Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*

ÖNORM EN 1671, *Druckentwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden*

ÖNORM EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

ÖNORM EN 16323, *Wörterbuch für Begriffe der Abwassertechnik (mehrsprachige Fassung: en/fr/de)*

ÖNORM EN 16933-21, *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Planung – Teil 2: Hydraulische Berechnung*

ÖNORM Z 1020, *Verbandkästen für Arbeitsstätten und Baustellen – Anforderungen, Inhalt, Prüfung*

¹⁾ in Vorbereitung

ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020, *Konformitätsbewertung – Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen (ISO/IEC 17020:2012)*

ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005)*

BGBl. Nr. 152/1950, *Maß- und Eichgesetz – MEG*

BGBl. Nr. 215/1959, *Wasserrechtsgesetz – WRG*

BGBl. Nr. 450/1994, *ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG*

BGBl. Nr. 218/1983, *Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung – AAV*

BGBl. Nr. 340/1994, *Bauarbeiterschutzverordnung – BauV*

BGBl. Nr. 186/1996, *Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV*

BGBl. Nr. 222/1998, *Indirekteinleiterverordnung – IEV*

ÖWAV Regelblatt 32, *Sicherheit auf Abwasserableitungsanlagen (Kanalisationsanlagen) – Teil A: Errichtung – Anforderungen an Bau und Ausrüstung, Teil B: Betrieb*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser ÖNORM gelten die Begriffe nach ÖNORM EN 1610 und ÖNORM EN 16323 und ÖNORM B 2500.

Mit den in dieser ÖNORM verwendeten Oberbegriffen „Kanal“ bzw. „Kanalanlagen“ sind die in den oben genannten ÖNORMEN definierten Abwasseranlagen bzw. Anlagenteile gemeint.

4 Allgemeines

4.1 Planung

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitte 4.1 und 4.2

Der Planer hat die umweltrelevanten Bedingungen, die Regeln der Technik, die gesetzlichen behördlichen Vorschriften sowie die Wirtschaftlichkeit der Kanalanlage unter Bedachtnahme auf die kalkulatorische Nutzungsdauer (in der Regel mindestens 50 Jahre) zu berücksichtigen. Dahingehend sollten Überlegungen hinsichtlich Nutzungsdauer, Betriebssicherheit und Kosten für die gesamte Kanalanlage angestellt werden. Dies betrifft sowohl die Verlegung wie auch die Wahl der Rohrmaterialien.

Der Planer/Ausschreibende hat im Hinblick auf die Qualität der Bauausführung Maßnahmen zur Eigenkontrolle durch den Bauausführenden und zur Fremdüberwachung durch die örtliche Bauaufsicht festzulegen. Ein Beispiel für einen Prüfplan ist im [Anhang B](#) dargestellt. Ein Beispiel für eine Checkliste in der Ausführungsphase ist im [Anhang C](#) dargestellt. Diese Beispiele können gemeinsam als Hilfsmittel für die Ausführungsphase verwendet werden.

Im Hinblick auf den Einsatzbereich (insbesondere bei Einsatz im Schmutzwasserbereich), die Beständigkeit, die Nutzungsdauer und die Eignung für eine spätere Sanierung (zB grabenlos) sollten Bauherr oder Planer bei der Ausschreibung und der Bauabwicklung besonderes Augenmerk auf nachstehende Herstellerangaben legen:

- Wanddicke der wasserberührenden Schicht, da sie Einfluss auf die Abriebbeständigkeit und die Eignung für die Hochdruck- und mechanische Reinigung hat,
- die Angaben zum Wandaufbau (zB Vollwandaufbau, Wandaufbau mit Schichten, Wandaufbau mit Hohlkammern bzw. Schaumschichten),

ÖNORM B 2503:2017-11

- die Angaben zur Längsbiegesteifigkeit,
- die Angaben zum Widerstand gegen äußere Schlagbeanspruchung (vor allem bei tiefen Temperaturen),
- die Angaben zur Dichtheit der Muffenverbindung inklusive Wurzeleinwuchssicherheit,
- die Angaben zur Abriebfestigkeit sowie zur dynamischen Spülbeständigkeit,
- die Angaben der Kompatibilität zu anderen Rohrsystemen,
- die Angaben für einen dichten und fachgerechten Schachtanschluss,
- die Angaben zur Auswahl der Bettungsmaterialien,
- die Angaben zur Ausführung der Bettung und Verfüllung des Rohrgrabens,
- die statischen Grundlagen (Lastannahmen, Bettungsbedingungen),
- die Eignung für eine nachträgliche Herstellung von Anschlüssen,
- die Angaben zur Entsorgung sowie Wiederverwertung der Rohrmaterialien.

Bei erdverlegten, drucklosen Abwasserkanälen ist im Bereich feststoffhaltiger Abwässer auf eine ausreichende Längsbiegefestigkeit der Rohre Bedacht zu nehmen. Es sollten nur solche Rohre verwendet werden, die auch bei schwierigen Einbaubedingungen eine gesicherte Einhaltung der vorgegebenen Gefällelinie ermöglichen.

4.2 Qualifikation der Bauausführenden

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 15

Die Ausführung von Kanalanlagen hat durch befugte Fachfirmen mit qualifiziertem Fachpersonal nach den Regeln der Technik, den gesetzlichen und behördlichen Vorschriften und nach den Ausführungsbestimmungen dieser ÖNORM sowie den im [Abschnitt 2](#) angeführten einschlägigen Normen zu erfolgen.

4.3 Art der Ausführung

Nach der Art der Ausführung wird zwischen verlegten Rohrkanälen aus vorgefertigten Teilen und Ortbetonkanälen unterschieden. Kanäle sollten mit kreisförmigen, dürfen aber auch mit anderen zweckentsprechenden Querschnitten ausgeführt werden.

4.4 Statische Bemessung von Kanalanlagen

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 4.1

Kananlagen sind unter Berücksichtigung von Erddruck, Wasserdruck, Einbaubedingungen (zB Ziehen des Verbaus), Einbettungsbedingungen und Verkehrslasten entsprechend den statischen Erfordernissen zu bemessen. Es sind daher vom Planer/Ausschreibenden entsprechende Einbau- und Betriebsbedingungen vorzugeben. Für erdverlegte Rohrkanäle ist ein Standsicherheitsnachweis oder ein Verformungsnachweis zu führen.

Der Bauausführende hat sich zu vergewissern, dass die der statischen Berechnung zugrunde gelegten Annahmen den örtlichen Gegebenheiten entsprechen und die in der statischen Berechnung vorgegebenen Einbaubedingungen bei der Bauausführung eingehalten werden. Die örtliche Bauaufsicht hat dies (stichprobenartig) mit den in ÖNORM B 5016 beschriebenen Verfahren zu überprüfen.

4.5 Koordinierung mit anderen Einbauten

Bei der Planung von Kanalanlagen ist für die Koordinierung mit anderen Einbauten die ÖNORM B 2533 zu berücksichtigen.

Durch Fremdeinbauten in Kanalanlagen dürfen der Betrieb und die Wartung nicht beeinträchtigt werden.

4.6 Überbauung

Kanäle sind möglichst nicht zu überbauen. Sind Überbauungen unvermeidlich, sind deren Fundamente so zu gründen, dass zusätzliche Auflasten auf den Kanal vermieden werden und Umbauarbeiten ohne wesentlichen Mehraufwand erfolgen können.

4.7 Bepflanzungen

Hinsichtlich bestehender Bäume gelten die Bestimmungen der ÖNORM B 2533. Bei neu zu pflanzenden Bäumen sollte im Allgemeinen ein Abstand von 5 m zu der Kanalauswand gewählt werden.

4.8 Höhenlage

Die Vermessung der Kanalanlagen ist an die geodätischen Höhenfestpunkte des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen koordinativ anzuschließen und nach Möglichkeit unter Verwendung der digitalen Katastermappe darzustellen.

4.9 Hydraulische Bemessung

Der Querschnitt der Bauteile der Kanalanlagen ist vom Planer nach dem gewählten Bemessungsabfluss zu bestimmen. Bei Mischwasser- und Regenwasserkanälen sind die abflusswirksame Fläche und der Bemessungsregen wesentliche Bemessungsgrößen. Die optimalen Nennweiten (DN) der Kanalstränge für Abwasser sind unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung (zB Flächenwidmung), der benötigten Schleppkraft (abhängig von Gefälle, Wassertiefe und Geschwindigkeit) und der vorgesehenen Reinigungs- und Kontrollgeräte festzulegen, dürfen jedoch bei Freispiegelkanälen für Rohabwasser DN 150, für mechanisch geklärtes Abwasser DN 100 und für biologisch geklärtes Abwasser DN 80 nicht unterschreiten. Der festgelegte Querschnitt darf durch Kanalleitungsteile oder Baukonstruktionen nicht eingeschränkt werden.

Schmutzwasserkanäle sollten zur Sicherstellung einer ausreichenden Luftströmung (Belüftung) einen entsprechenden Freiraum oberhalb des Wasserspiegels aufweisen. Der Füllungsgrad darf daher unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung beim täglichen, maximalen stündlichen Spitzenabfluss höchstens 75 % betragen.

4.10 Dichtheit

Kanalanlagen müssen gegenüber innerem und äußerem Wasserdruck dicht sein. Deshalb müssen insbesondere auch alle Verbindungen so konstruiert und eingebaut sein, dass die Wasserdichtheit auch bei einem äußeren Druck von mindestens 50 kPa dauerhaft sichergestellt bleibt. Die innere und äußere Wasserdichtheit muss auch bei Abweichungen gemäß 4.14 sichergestellt sein.

4.11 Frostsicherheit, Rückstau

Kanäle müssen so tief verlegt werden, dass sie frostfrei liegen.

Die für die zu entwässernden Grundstücke und Objekte maßgebliche Rückstauenebene ist von der zuständigen Behörde bzw. vom Planer festzulegen. Bei Fehlen dieser Angabe ist die maßgebliche Rückstauenebene mit 15 cm über dem Niveau des gegen die Fließrichtung gesehenen nächsten Kanalschachtes mit offenem Gerinne oder Einlaufgitters anzusetzen. Erhöht sich auf Grund von vorgeplanten Straßebauten dieser Punkt, ist dies zu berücksichtigen.

Im Bereich besonderer örtlicher Gegebenheiten, in dem der mögliche Rückstau offensichtlich nicht durch die Straßenhöhe vorgegeben ist, wie Geländeanhöhen und Kuppen einerseits, Straßensenken, Unterführungen und Überschwemmungsgebiete andererseits, ist die maßgebliche Rückstauenebene unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten anzunehmen.

Bei Kanälen, die mittels Kanalnetzsteuerung bewirtschaftet werden, darf der Kanalnetzbetreiber tiefer liegende Niveaus als die maßgebliche Rückstauenebene festlegen.

4.12 Trennung von anderen Medien

In Schmutzwasserleitungen dürfen keine Regen-, Kühl- oder Drainagewasser, in Regenwasserleitungen keine Schmutzwässer eingeleitet werden.

4.13 Einleitungsbeschränkungen

Hochkonzentrierte Abwässer (Jauche, Silosickersaft, Geläger, Stechblut, Schlempe u. dgl.) dürfen in Misch- und Schmutzwasserkanäle nicht eingeleitet werden. Für die Einleitung von Abwässern aus Industriebetrieben sind außerdem die branchenspezifischen Abwasseremissionsverordnungen und die IEV zu berücksichtigen.

Ergänzung zur ÖNORM EN 752:

Die Emissionsbegrenzungen für Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation sind der AAEV zu entnehmen.

4.14 Richtungsänderungen

Nicht begehbare Kanäle (lichte Höhe bis zu 1000 mm) sollten zwischen den Schächten geradlinig geführt werden, sofern nicht besondere Gelände- und Bodenverhältnisse schon bei der Planung eine Ausnahme erfordern und die Gefahr von Verstopfungen nicht gegeben ist.

Richtungsänderungen bei begehbaren Kanälen sind bogenförmig zu gestalten. Bei begehbaren Rohr- und Ortbetonkanälen gilt für die Längsachse ein minimaler Radius, der das 2,5fache der horizontalen lichten Weite zu betragen hat. Fertigteilbögen dürfen auch als Segmentbögen ausgebildet werden, wobei die Längsachsen zweier aufeinander folgender Einzelsegmente ebenfalls einen Bogen mit einem Mindestradius, der der 2,5fachen horizontalen lichten Weite entspricht und eine Abwinkelung von jeweils höchstens 22,5° aufweisen dürfen (zB Segmentbogen 45° dreiteilig).

Bei Richtungsänderungen sind die Leitungen gemäß statischen Erfordernissen gegen Verschieben infolge Umlenkkkräfte zu sichern.

An der Oberfläche nicht erkennbare Richtungsänderungen sind einzumessen. In besonderen topographischen Verhältnissen sind zusätzlich dauerhafte Markierungen erforderlich.

Sind bei nicht begehbaren Kanälen horizontale und vertikale Richtungsänderungen zwischen den Schächten geplant, ist je Rohrverbindung nur die halbe maximal erlaubte (gemäß Herstellervorgaben) Abwinkelung zulässig. Bei Schlauchleitungen darf ein Verlegeradius von 50 m nicht unterschritten werden. Vom Planer muss sichergestellt werden, dass die Inspektion mittels TV-Kamera möglich ist. In begründeten Ausnahmefällen darf zwischen zwei Schächten eine einzige ausgerundete Richtungsänderung von maximal 45° erfolgen.

4.15 Gefälle und Richtungen

Vorgaben für Mindestgefälle und Mindestfließgeschwindigkeit sind in ÖNORM EN 16933-2 beschrieben.

Plangemäße Gefälle und Richtungen sind einzuhalten. Die zulässige horizontale Abweichung $a_{h,max}$ bzw. die zulässige vertikale Abweichung $a_{v,max}$ ist [Tabelle 1](#) bzw. [Bild 2](#) zu entnehmen. Die maximal zulässigen Abweichungen gelten nur so weit, als sie kein Gegengefälle hervorrufen.

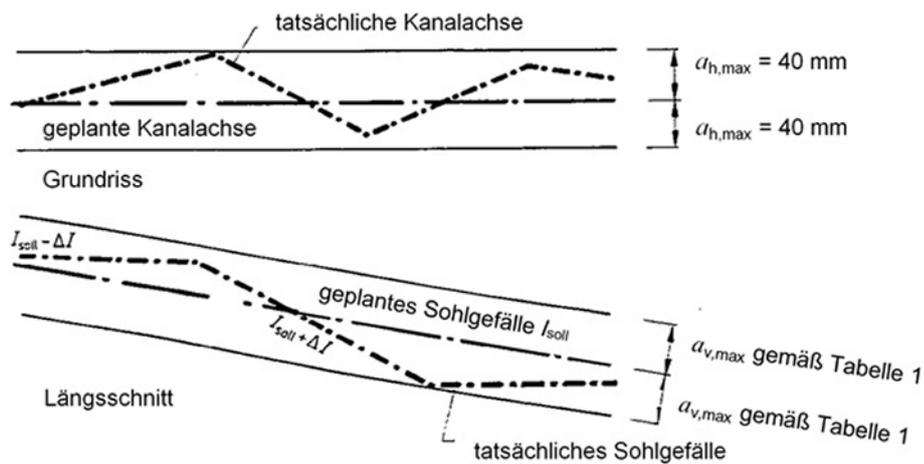
Tabelle 1 — Zulässige Abweichungen vom plangemäßen Gefälle und von der plangemäßen Richtung

Maßangabe in mm

DN/ID bzw. lichte Höhe	Horizontale Abweichung $a_{h,max}$ der tatsächlichen Kanalachse von der geplanten Kanalachse	Vertikale Abweichung $a_{v,max}$ der tatsächlichen Gefällelinie (Sohle) von der geplanten, bei einem geplanten Gefälle I_{soll} von			Zulässige Höhendifferenz der Sohle im Stoß	Zulässige horizontale Versetzung in Kämpferhöhe
		unter 5 ‰	5 ‰ bis 20 ‰	über 20 ‰		
bis 200	40	10	15	20	5	10
über 200 bis 400		10	15	20	7	10
über 400 bis 900		12	17	25	9	15
über 900		15	20	30	10	20

Die Zu- und Abnahmen ΔI gegenüber dem geplanten Gefälle I_{soll} dürfen bei $I_{soll} \leq 20 \text{ ‰}$ den Wert 5 mm/m, bei $I_{soll} > 20 \text{ ‰}$ den Wert 10 mm/m nicht überschreiten (gemäß Bild 2).

Für alle Sohlshalen in Ortbetonkanälen ist die maximal zulässige Höhendifferenz an der Sohllinie im Stoß (in Fließrichtung gesehen) +2 mm bzw. -5 mm, wobei Gegenstöße vermieden werden sollten.



Legende:

- I_{soll} geplantes Gefälle
- ΔI Zu- und Abnahme gegenüber dem geplanten Gefälle
- $a_{v,max}$ vertikale Abweichung der tatsächlichen Gefällelinie (Sohle) von der geplanten Gefällelinie
- $a_{h,max}$ horizontale Abweichung der tatsächlichen Kanalachse von der geplanten Kanalachse

Bild 2 — Zulässige Abweichungen von Richtung und Gefälle

Der Nachweis der Mindestgeschwindigkeit beim Spitzenabfluss darf entfallen, wenn folgende Mindestgefälle eingehalten werden:

- Leitungen für Rohabwasser 1 %,
- Hausanschluss 2 %,
- Leitungen für mechanisch geklärtes Abwasser 1 %,
- Leitungen für biologisch geklärtes Abwasser 0,5 %.

ÖNORM B 2503:2017-11

4.16 Einmündungen

Bei der Einmündung von Nebensammlern in den Hauptsammler ist bei der Planung auf die hydraulische Funktionstüchtigkeit der beiden Systeme Rücksicht zu nehmen.

Die Vereinigung von zwei Kanälen hat in der Regel unter einem Winkel von 45° in Fließrichtung und/oder in einem Schacht zu erfolgen.

Die Einmündungen von Abwasserleitungen und Straßenabläufen in Rohr- oder Ortbetonkanäle und Schächte sollten möglichst unmittelbar über dem zu erwartenden Trockenwetterabfluss erfolgen. Der lichte Querschnitt darf durch die Einmündung nicht verengt werden.

Hausanschlüsse sowie kleine Kanalzuläufe dürfen gegebenenfalls auch in einem Winkel von 90° zu den Hauptsträngen erfolgen.

4.17 Be- und Entlüftung

Die Kanalbe- und -entlüftung bei Schmutzwasserkanälen ist so anzuordnen, dass das Eindringen von Oberflächenwasser und von Fremdstoffen minimiert wird. Für Luftzirkulation in den Kanalleitungen ist zu sorgen.

4.18 Erweiterungen

Anschlüsse für eine spätere Benützung müssen dauerhaft wasserdicht und luftdicht verschlossen werden.

4.19 Zugang/Zufahrt

Die Zufahrt zu Schächten, die zur ordnungsgemäßen maschinellen Wartung der Kanäle erforderlich ist, muss sichergestellt sein. Schachtabdeckungen und Einlaufgitter sind ständig zugänglich zu halten und dürfen nicht überdeckt werden.

4.20 Arbeitssicherheit

Werden im Zusammenhang mit dieser ÖNORM, insbesondere beim Befahren von und Arbeiten in Schächten, Kanälen bzw. Behältern Arbeitnehmer beschäftigt, sind die diesbezüglichen gesetzlichen Bestimmungen und die ÖNORM B 2107 (alle Teile) einzuhalten.

Grundsätzlich haben alle Arbeitgeber immer die Arbeitnehmerschutzvorschriften wie Evaluierung, Unterweisung, Information, Koordination, Alleinarbeitsplatz, Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumentation, System der Befahrerlaubnis (Befahrerlaubnisschein), Gasmess- und Gaswarneinrichtung, Höhensicherungs- und Rettungsgeräte u. dgl. umzusetzen.

5 Bauteile und Baustoffe

5.1 Allgemeines

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 5.1 und Anhang C

Für Kanalanlagen dürfen nur solche Werkstoffe verwendet werden, die gegen die zu erwartenden physikalischen und chemischen Einwirkungen genügend widerstandsfähig sind und die Herstellung dauerhaft wasserdichter Kanäle ermöglichen. Daher sind für die zur Verwendung gelangenden Werkstoffe und Bauteile sowie für die vertraglichen Bestimmungen die einschlägigen ÖNORMEN einzuhalten.

Der Planer hat die Produktanforderungen unter anderem an Hand von Bezugnahmen zu ÖNORMEN, ONRs und Gütevorschriften festzulegen und die technische Eignung der gewählten Produkte an Hand von Prüfberichten einer akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle zu prüfen.

Der Hersteller hat durch ein Qualitätssicherungssystem sicherzustellen, dass alle in den Produktnormen festgelegten und vom Planer vorgegebenen Produktnormen erfüllt werden.

Für die Festlegung der Oberflächenschutz-Maßnahmen sind die Bestimmungen der ÖNORM EN B 5013 (alle Teile) anzuwenden.

Rohre und Formstücke müssen dem Abrieb durch Feststoffe im häuslichen Schmutzwasser und Oberflächenwasser widerstehen. In den Produktnormen können Prüfungen des Abriebwiderstandes (der Abriebfestigkeit) vorgeschrieben sein.

Auf die erforderliche Beständigkeit der Kanäle gegenüber Reinigung mittels Hochdruck-Spülverfahren ist zu achten.

ANMERKUNG Siehe dazu auch ÖWAV Regelblatt 34.

5.2 Chemische Beständigkeit zementgebundener Werkstoffe

5.2.1 Allgemeines

Für zementgebundene Werkstoffe sind bei Vorhandensein aggressiver Wässer und Böden die nachfolgend angeführten Bedingungen einzuhalten. In allen Fällen, in denen chemische Angriffe zu erwarten sind, über die keine konkreten Angaben vorliegen, sind chemische Untersuchungen der abzuleitenden Wässer, des Grundwassers und/oder des Bodens durchzuführen.

5.2.2 Beton

Für Rohrkanäle und Fertigteilschächte aus Beton ist die [Tabelle 2](#), für Ortbetonkanäle und nicht sofort ausgeschaltete Bauteile aus Beton (zB Behälter) ist die [Tabelle 3](#) anzuwenden.

Für die Einteilung der Belastungen in die Aggressivitätsstufen AS 0, AS 1, AS 2, AS 2L und AS 3 gelten die in [Tabelle 2](#) und [Tabelle 3](#) angeführten Klassen zusammen mit den in ÖNORM B 4710-1:2017, Tabelle 2 festgelegten Grenzwerten. Die Festlegung der Expositionsklassen ist in ÖNORM B 4710-1:2017, Tabelle 2, die Festlegung der Betonzusammensetzung für die Expositionsklassen ist in ÖNORM B 4710-1:2017, Tabelle 20 geregelt.

Tabelle 2 — Aggressivitätsstufen des Abwassers und Grundwassers – Anforderungen an Rohrkanäle und Fertigteilschächte aus Beton

Aggressivitätsstufen	Expositionsklassen gemäß ÖNORM B 4710-1:2017	
	chemischer Angriff	sonstige Angriffe
AS 0	XA1L	XC3/XD2/XF1
AS 1	XA1L/XA1T	XC3/XD2/XF1
AS 2	XA1L/XA2T	XC4/XD3/XF1
AS 2L ^a	XA2L/XA2T	XC4/XD3/XF1
AS 3 ^b	XA3L/XA3T	XC4/XD3/XF2/XF3
^a Wenn ein starker lösender Angriff gemäß ÖNORM B 4710-1:2017, Tabelle 2 (XA2L) zu erwarten ist.		
^b Bei nicht durch die Expositionsklassen abgedeckten Angriffen sind Sondermaßnahmen zu vereinbaren.		

Tabelle 3 — Aggressivitätsstufen des Abwassers und Grundwassers – Anforderungen an Ortbetonkanäle und nicht sofort ausgeschalte Bauteile

Aggressivitätsstufen	Expositionsklassen gemäß ÖNORM B 4710-1:2017		Empfohlene Betonsorten
	chemischer Angriff	sonstige Angriffe	
AS 0	XA1L	XC3/XD2/XF1/SB	C25/30/B2
AS 1	XA1L/XA1T	XC3/XD2/XF3/SB	C25/30/B3C ₃ Afrei
AS 2	XA1L/XA2T	XC4/XD3/XF3/SB	C25/30/XC4/XD3/XF3/XA1L/XA2T
AS 2L ^a	XA2L/XA2T	XC4/XD3/XF3/SB	C25/30/B6C ₃ Afrei
AS 3 ^b	XA3L/XA3T	XC4/XD3/XF3/SB	C30/37/HL-SW

^a Wenn ein starker lösender Angriff gemäß ÖNORM B 4710-1:2017, Tabelle 2 (XA2L) zu erwarten ist.

^b Bei nicht durch die Expositionsklassen abgedeckten Angriffen sind Sondermaßnahmen zu vereinbaren.

5.2.3 Faserzement

Für Rohrkanäle aus Faserzement sind [Tabelle 4](#) und [Tabelle 5](#) anzuwenden.

Die Aggressivitätsstufe ergibt sich aus jener Stufe, die dem jeweils ungünstigsten Wert einer Spalte der [Tabelle 4](#) entspricht oder aus einer um ein Grad höheren Stufe, wenn zwei oder mehrere Werte im obersten Viertel einer Stufe (bei pH-Wert und Gesamthärte im untersten Viertel) liegen.

Tabelle 4 — Aggressivitätsstufen des Abwassers und Grundwassers – Anforderungen an Kanäle aus Faserzement

Aggressivitätsstufe	Chemische Eigenschaften des Abwassers oder Grundwassers					Rohrkanäle aus Faserzement ^a	
	pH-Wert ^b	Kalkaggressives Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	Gesamthärte	Ammonium (NH ₄ ⁺) ^c	Magnesium (Mg ²⁺)	W/B-Wert ^d	Wasser-aufnahme ^e
		mg/l	°dH	mg/l	mg/l	-	l/m ²
AS 0 (nicht angreifend)	> 6,5	< 15	> 3	< 15	< 100	„wasserdicht“ gemäß ÖNORM EN 588-1 bzw. ÖNORM EN 512	
AS 1 (schwach angreifend)	6,5 bis 5,5	15 bis 30	0 bis 3	15 bis 30	100 bis 300		
AS 2 (stark angreifend)	< 5,5 bis 4,5 ^a	> 30 bis 60	-	> 30 bis 60	> 300 bis 1500	< 0,35 oder Oberflächenschutz ^f	< 0,03 oder Oberflächenschutz ^f
AS 3g (sehr stark angreifend)	< 4,5	> 60	-	> 60	> 1500	Sondermaßnahmen nötig, jedoch zusätzlich: < 0,35	Sondermaßnahmen nötig, jedoch zusätzlich: < 0,03

^a Weitere Anforderungen an Faserzement-Rohre gemäß ÖNORM EN 588-1 bzw. ÖNORM EN 512.

^b Ein Oberflächenschutz ist immer dann vorzusehen, wenn das Abwasser einen pH-Wert < 5,5 hat.

^c Auszunehmen ist Ammoniak in Gasform (zB aus Faulschlamm).

^d Zu ermitteln sinngemäß nach ONR 23303.

^e Prüfdruck gemäß [7.4.2.2.2](#)

^f Die Eignung des Oberflächenschutzsystems und -materials gemäß ÖNORM B 5013-2 ist durch einen Prüfbericht einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen.

^g Die Ursache für AS 3 ist dem Bauausführenden stets bekannt zu geben; die Sondermaßnahmen sind darauf abzustimmen.

Wenn mit Sulfatangriff gerechnet werden muss, ist außerdem [Tabelle 5](#) zu beachten. Die Anforderungen, die bei den jeweiligen Aggressivitätsstufen an die Beschaffenheit von Kanälen aus Faserzement bei den verschiedenen Sulfatangriffen nach [Tabelle 5](#) gestellt werden, ergeben sich aus [Tabelle 4](#).

Tabelle 5 — Sulfatangriff auf Kanäle aus Faserzement

Sulfatgehalt		Zugrunde zu legende Aggressivitätsstufe ^a bei Verwendung von	
im Ab- und Grundwasser: Sulfat (SO ₄) in mg /l	im Boden: Sulfat (SO ₄) im lufttrockenen Boden in mg/kg	Zement (Hochofenzement CEM III)	erhöht sulfatbeständiger Zement ^b (CEM I C3A-frei)
bis 200	bis 1000	AS 0	AS 0
über 200 bis 400	über 1000 bis 2000	AS 0	AS 0
über 400 bis 600	über 2000 bis 3000	AS 2	AS 0
über 600 bis 1500	über 3000 bis 5000	– ^c	AS 1
über 1500 bis 2500	über 5000 bis 8000	– ^c	AS 2
über 2500	über 8000	– ^c	AS 2

^a Anforderungen für Rohrkanäle aus Faserzement (gemäß [Tabelle 2](#)).

^b Erhöht sulfatbeständiger Zement (CEM I C₃A-frei) ist Normenzement nach ÖNORM B 3327-1 mit höchstens 3 % Tricalciumaluminat.

^c Bei Verwendung dieses Zementes ist ausschließlich CEM III B, C zulässig.

5.2.4 Duktiles Gusseisen mit Zementmörtelauskleidung

Rohre aus duktilem Gusseisen mit Tonerde-Zementmörtelauskleidung sind für den Transport aller Oberflächenwässer und häuslicher Abwässer geeignet. Für Industrieabwässer sind sie nur dann geeignet, wenn sie nie Säuregraden unter pH 4 und über pH 12 ausgesetzt werden.

6 Bauausführung

6.1 Kanalleitungsteile

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 8

Transport, Handhabung und Lagerung sowie Einbau der Kanalleitungsteile sind nach den Angaben der Hersteller unter Berücksichtigung der Festlegungen in ÖNORM B 5012, ÖNORM B 5016 und ÖNORM EN 1610 durchzuführen.

Der Bauausführende hat für eine fachgerechte Übernahme und sachgerechte Lagerung von Bauteilen und Baustoffen entsprechend den Vorgaben in den Produktnormen und/oder den Vorschriften des Herstellers zu sorgen. Die Übernahme ist auf dem Lieferschein zu bestätigen.

6.2 Kanalgraben

6.2.1 Allgemeines

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitte 5.2 und 5.3

Der Planer/Ausschreiber hat die zu verwendenden Bauteile und Baustoffe (zB Bettungsmaterial, Material für die Hauptverfüllung) genau zu spezifizieren und die Maßnahmen für die Eigenkontrolle und die Fremdkontrolle auf der Baustelle festzulegen.

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 6

Die Herstellung des Kanalgrabens, die Arbeiten im Kanalgraben und dessen Wiederverfüllung haben unter Berücksichtigung des ASchG, der AAV, der BauV sowie gemäß den Festlegungen in ÖNORM B 2205, ÖNORM B 5012, ÖNORM B 5016 und ÖNORM EN 1610 und nach den Vorgaben des Planers zu erfolgen.

ÖNORM B 2503:2017-11**6.2.2 Ausführung der Leitungszone**

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitte 7,11.2 und 11.3

Die Einbringung des Bettungsmaterials hat so sorgfältig zu erfolgen, dass keine Hohlräume in der Bettungszone entstehen und das plangemäße Gefälle der Rohrsohle erhalten bleibt.

Beim Entfernen des Verbaus kann es zu nachteiligen Auswirkungen auf das verlegte Rohr kommen. Wenn die Sicherheit der Bauausführenden nicht gefährdet wird, darf bei entsprechend standfesten Böden auf diesen Verbau im Bereich der Bettungsschicht verzichtet werden.

6.2.3 Ausführung der Hauptverfüllung und Entfernen des Verbaus

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitte 7, 11.4 und 11.5

Um Auflockerungen der Verfüllung und/oder des an den Rohrgraben grenzenden Bodens zu vermeiden, ist auf das laufende Ziehen des Verbaus entsprechend dem Verfüll-Fortschritt, jedenfalls vor dem Verdichten, zu achten. Wo dies nicht möglich ist, sind geeignete Maßnahmen zu setzen.

Im Bereich der Verfüllzone ist so weit wie möglich das Aushubmaterial wiederzuverwenden. Falls dies nicht möglich ist, ist die Verwendung von Recyclingmaterial anzustreben.

6.2.4 Nachweis der ordnungsgemäßen Verdichtung

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 7 und 12.4

Um nachteilige Auswirkungen von späteren Setzungen im Fall unzureichender Verdichtung zu vermeiden, ist im Bereich von Verkehrsflächen während der Wiederverfüllung vor Wiederherstellen der Oberfläche der vorgegebene Verdichtungsgrad (zB durch dynamische Lastplattenversuche, Rammsondierung) nachzuweisen.

6.3 Ortbetonkanäle und Kanäle in Verbundbauweise**6.3.1 Allgemeines**

Die Wanddicke der Kanalprofile aus Ortbeton ist nach den statischen Erfordernissen zu bemessen; sie muss jedoch mindestens 15 cm betragen.

Die Mindestanforderungen in Hinblick auf die Betonsorten gemäß ÖNORM B 4710-1 sowie die Anforderungen gemäß [Tabelle 2](#) und [Tabelle 3](#) dieser ÖNORM sind einzuhalten.

Für den Betoneinbau sowie für das Fördern, Verdichten und Nachbehandeln gilt ÖNORM B 4710-1:2017, Anhang J.

Die Schalung ist bis zum ausreichenden Erhärten des Betons unverrückbar auszuführen.

Wenn es die Bodenverhältnisse zulassen, sollten Ortbetonkanäle satt an die Grabenwände betoniert werden. Ist dies nicht möglich, muss der Zwischenraum zwischen dem Kanalbauwerk und den Grabenwänden mit geeignetem Material (zB mit Magerbeton) ausgefüllt werden, das ordnungsgemäß zu verdichten ist.

Bei betonangreifenden Wässern, Böden und Gasen ist ÖNORM B 4710-1:2017, Abschnitt 5 zu beachten. Wenn eine erhöhte Abriebbeanspruchung zu erwarten ist, sind die besonderen Festlegungen der ÖNORM B 4710-1 für verschleißbeanspruchten Beton (Expositionsklassen XM1 bis XM3) zu berücksichtigen.

Die Innenflächen der Kanäle müssen glatt sein. Wird die Innenfläche verkleidet, beschichtet oder ausgebessert, so sind die vom Erzeuger des hierfür verwendeten Materials erstellten Verarbeitungsrichtlinien genau einzuhalten. Bei Oberflächenschutz mit organischen Schutzmaterialien sind die Festlegungen der ÖNORM B 5013 (alle Teile) einzuhalten.

6.3.2 Ortbetonkanäle aus bewehrtem Beton, Stahl- oder Spannbeton

Je nach statischem Erfordernis (zB bei wenig tragfähigen Böden, bei Kanälen, die unter Innendruck stehen, oder fallweise bei großen Profilen) sind Ortbetonkanäle aus bewehrtem Beton, Stahl- oder Spannbeton, herzustellen. Es sind dabei die diesbezüglichen Bestimmungen gemäß ÖNORM B 4707, ÖNORM EN 1992-1-1, ÖNORM B 1992-1-1 und ÖNORM B 4758 zu beachten.

Im Übrigen gelten die Bestimmungen gemäß 6.3.1.

6.3.3 Kanäle in Verbundbauweise

Die Herstellung von Kanälen ist auch in Verbundbauweise (unter Verwendung von Fertigteilen und/oder mit Verkleidungselementen) möglich. Die Innenfläche der Verkleidung muss glatt sein. Die Fugenstöße dürfen die zulässigen Abweichungen gemäß [Tabelle 1](#) nicht überschreiten. Fugen sind mit Dichtmaterial und/oder mit Dichtungselementen gemäß ÖNORM EN 681-1, die eine entsprechende chemische Beständigkeit aufweisen, zu verschließen.

Die Fertigteile und/oder Verkleidungselemente sind unter genauer Einhaltung der Vorschriften der Erzeuger- bzw. Lieferfirmen zu versetzen. Krafteinwirkungen, zB durch Baumaschinen und sonstige Geräte, die in der statischen Berechnung nicht berücksichtigt sind, haben zu unterbleiben. Allenfalls vorhandene Markierungen zur Kennzeichnung der optimalen Einschubtiefe sind unbedingt zu beachten.

6.4 Schächte

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 8.7.4

Rohrkanäle sind an Schächte durch Verwendung von Anschlussstücken oder kurzen Rohrstücken anzuschließen, um in Abhängigkeit vom gewählten Rohrwerkstoff auf das unterschiedliche Setzungsverhalten Bedacht zu nehmen. Zudem ist auf eine sorgfältige Verdichtung im Bereich der Rohrsohle und der Bettungszone im Schachtbereich zu achten.

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 8.9

Schächte sind Bestandteile von Kanalanlagen. Sie dienen der Begehung, Überwachung, Reinigung und Lüftung des Kanalnetzes sowie als Fluchtweg. Schächte sind wasserdicht herzustellen. Ausgenommen sind Schächte mit geschlossener Rohrdurchführung und dichter Inspektionsöffnung, wenn gemäß den Planungsanforderungen die Wasserdichtheit nicht gefordert wird. Um Setzungsschäden zu vermeiden, ist für alle Schächte eine ausreichende Fundierung sicherzustellen.

Die Mindestmaße der Schächte sowie die Anforderungen an die bauliche Ausgestaltung sind in ÖNORM B 2504 festgelegt. Die Abdeckungen sind gemäß ÖNORM EN 124 (alle Teile) und ÖNORM B 5110-1 bzw. ÖNORM B 5110-2 auszuführen.

Zulässige Abweichungen der Anschlüsse sind der [Tabelle 1](#) zu entnehmen.

Der Abstand einzelner Schächte eines Kanals und die freie Rinnenlänge im Schacht sind unter Berücksichtigung der Reinigungsgeräte, TV-Kameras, des geringen Gefälles, der Richtungsänderungen, Einmündungen (zB Hausanschlüsse) und Sicherheitsanforderungen (bei begehbaren Kanälen) auszuwählen, jedoch darf der Schachtabstand bei $DN \leq 200$ mm den Wert von 150 m und bei $DN > 200$ mm den Wert von 200 m nicht überschreiten.

Bei Trennsystemen sind entweder getrennte Schächte für Schmutz- und Regenwasserkanäle oder aber Schächte mit einem zusätzlichen dicht geführten Gerinne für Regenwasser oder Schmutzwasser vorzusehen.

6.5 Straßenabläufe

Straßenabläufe müssen mit befahrbaren Einlaufgittern gemäß ÖNORM EN 124 (alle Teile) und ÖNORM B 5110-1 bzw. ÖNORM B 5110-2 abgedeckt und mit Sandfängen, deren Sohle mindestens 50 cm unterhalb der Sohle des Ablaufrohres liegt, oder mit Schmutzeimern versehen werden. Bei den Abdeckungen sind die Stege bzw. Schlitze quer zur Fahrtrichtung anzuordnen. Um zu vermeiden, dass das Oberflä-

chenwasser größere Strecken auf der Fahrbahn zurücklegt, sollte die Entfernung der Einlaufgitter zueinander höchstens 40 m betragen. Einlaufgitter sollten in jedem Fall vor jeder Straßenkreuzung sowie vor jeder Änderung einer Querneigung (Verwindung) der Fahrbahn angeordnet werden. Einlaufgitter sind möglichst nahe den Randsteinen anzuordnen. Die Ablaufrohre müssen in frostfreier Tiefe verlegt sein sowie ein Mindestgefälle von 2 ‰ und einen Mindestdurchmesser von DN 150 mm aufweisen. Die Einmündung in den Straßenkanal darf je nach dessen Tiefenlage unmittelbar in das Kanalprofil oder in einen Schacht erfolgen. Der Einbau von Geruchsverschlüssen in Straßenabläufe ist zu vermeiden.

6.6 Entlastungsbauwerke

Mischwasserüberläufe (früher als Regenüberläufe bezeichnet), Mischwasser-Überlaufbecken (früher als Regenwasser-Rückhaltebecken bezeichnet) und Mischwasser-Rückhaltebecken dienen zur hydraulischen Entlastung der Mischwasser-Kanalisation bei Niederschlagsereignissen. Die Bemessung hat nach der kritischen Regenspende in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen (Fließzeit, Vorflut u. dgl.) bzw. über Mindestwirkungsgrade der Weiterleitung der Frachten bestimmter Inhaltstoffe des Mischwassers zur Kläranlage zu erfolgen.

Mischwasserüberläufe werden zur Abminderung hoher Mischwasser-Abflussspitzen im Kanalnetz verwendet.

Mischwasser-Überlaufbecken dienen einerseits der Zwischenspeicherung jener Mischwassermenge, die unter Berücksichtigung vorgegebener Wirkungsgrade zeitversetzt zur biologischen Abwasserreinigung weitergeleitet werden muss, und andererseits der Entlastung der überschüssigen Mischwassermenge in einen Vorfluter.

Mischwasser-Rückhaltebecken sind anzuordnen, wenn das Kanalnetz größere Mischwasser-Abflussspitzen nicht weiterleiten kann und eine Mischwasserentlastung in einen Vorfluter nicht möglich ist.

Lang gezogene Mischwasser-Überlaufbecken werden auch als Stauraumkanäle bezeichnet.

Bei der konstruktiven Gestaltung der Entlastungsbauwerke sind einschlägige Regelwerke zu berücksichtigen.

6.7 Ausmündungsbauwerke

Die Ausmündung eines Kanals in einen Vorfluter sollte möglichst in einem Winkel von 45° zur Fließrichtung erfolgen. Das Ausmündungsbauwerk sollte bündig mit dem Vorfluterprofil abschließen.

6.8 Nachträgliche Herstellung von Anschlüssen

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 9

Die Herstellung nachträglicher Anschlüsse sollte möglichst unter Verwendung von Fertigteilen oder erprobten vorgefertigten Verbindungsstücken erfolgen. Sollte der Austausch kurzer Rohrstücke erforderlich sein, so sind hierbei die Bestimmungen gemäß ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 8.6.5 über das Ablängen von Rohren zu beachten.

6.9 Alternative Verlegemethoden

6.9.1 Allgemeines

Bei einer Neuverlegung oder einem Ersatz einer Leitung sollten die alternativen Baumethoden des grabenlosen bzw. grabenarmen Bauens auch in Betracht gezogen werden. Eine Übersicht über die Bauverfahren im Leitungsbau ist im [Anhang D](#) dargestellt.

Der Oberbegriff des grabenlosen bzw. grabenarmen Bauens schließt eine große Vielfalt von unterschiedlichen Baumethoden, Verfahrenstechniken und Technologien ein. Vor der Entscheidung für ein bestimmtes grabenloses bzw. grabenarmes Bauverfahren ist in jedem Fall die Anwendbarkeit und Eignung für den jeweiligen Einzelfall eingehend zu prüfen.

Bei grabenlosen bzw. grabenarmen Baumethoden sind nachstehende Punkte bei der Planung und Ausführung zu beachten:

- umfangreiche Erhebung der vorhandenen Einbauten (durch Einsicht in Planunterlagen, Ausführung von Probeschürfe u. dgl.);
- Ausführung von Bodenuntersuchung zur Festlegung des geeigneten Verfahrens;
- Wahl des geeigneten Rohrmaterials in Abhängigkeit vom geplanten Verlegeverfahren;
- Dokumentation aller erfolgten Arbeiten als Teil der Qualitätssicherung der Baustelle.

Bei der Druckprüfung von Sanierungsverfahren ist besonders ÖNORM EN 805:2000, Abschnitt 11.3.3.2 zu beachten.

6.9.2 Grabenarme Leitungsverlegung mittels Verlegepflug

Eine Möglichkeit der grabenarmen Leitungsverlegung von Druckleitungen, Kabelschutzrohren und Lichtwellenleitereinblasrohren (Dimensionen 50 mm bis 450 mm) bis 2 m Verlegetiefe stellt das Pflugverfahren mittels Verlegepflug dar. Hierbei wird das Erdreich mittels eines Verlegeschwertes auseinandergedrückt, die Verlegespitze räumt und formt dabei die Sohle des Verlegeeinschnittes und drückt den Boden und hervorstehende Steine fest. Die Rohreinführungseinheit, welche mit dem Pflugschwert gekoppelt ist, verlegt die Leitungen zugkraftarm und spannungsfrei.

Bei dieser Verlegeart sind nachstehende Punkte bei Planung und Ausführung zu beachten:

- Die geplante Leitungstrasse sollte möglichst frei von querenden Leitungen anderer Einbautenträger sein.
- Die Auswahl des Rohrmaterials ist auf die vorhandenen Bodenverhältnisse abzustimmen.
- Da der verlegte Rohrstrang zur Gänze an der Oberfläche vorgefertigt wird, ist bei der Planung des Platzbedarfs und der Realisierung der Verkehrsmaßnahmen darauf Bedacht zu nehmen.
- Es sollte eine Rohreinführungseinheit verwendet werden, die nach den Maßkriterien der Rohrhersteller konstruiert wurde, um eine Unterschreitung der zugelassenen Biegeradien der verlegten Leitungen zu vermeiden.
- Die zeitgleiche elektronische Vermessung der Lage und Höhe der verlegten Leitung direkt am Pfluggerät ist zur exakten Dokumentation der verlegten Trasse erforderlich.
- Die Messabweichungen aufgrund von Schiefstellung des Pfluggerätes (Längs- und Querneigung) muss dabei mittels Neigungssensoren kompensiert werden.

6.10 Kanalverlegung in bergmännisch hergestellten Querschnitten

Wird für die Verlegung eines Kanals/von Kanälen eine bergmännische Unterfahrung hergestellt und muss der Querschnitt für die Verlegung betreten werden, so hat dessen lichte Höhe mindestens 120 cm und dessen lichte Breite mindesten 80 cm zu betragen. Diese Mindestlichtmaße sind zwischen den aussteifenden Konstruktionen der Sicherungsmaßnahmen einzuhalten.

Nach Verlegung des Kanals/der Kanäle ist der Kanal/sind die Kanäle gegen Aufschwimmen in geeigneter Weise zu sichern und der verbleibende Restraum hohlraumfrei (zB mit Magerbeton, fließfähigen Materialien od. gleichwertig) zu verfüllen.

7 Prüfungen von Rohrleitungen, Schächten, Inspektionsöffnungen sowie Behältern

7.1 Allgemeines

Im Sinne der ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13 werden in dieser ÖNORM nachstehende Ergänzungen und Bestimmungen festgelegt.

7.2 Prüfung während der Verlegung (Vorprüfung)

Eine Vorprüfung auf Dichtheit darf vor Einbringen der Seitenverfüllung durchgeführt werden. Für die Feststellung der Dichtheit ist die Rohrleitung jedoch nach Verfüllen und Verdichten des Kanalgrabens und Entfernen des Verbaus (Pölzung) gemäß 7.5 zu prüfen.

7.3 Sichtprüfung

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 12.2

Nach Abschluss der Errichtung ist – unabhängig von der Dichtheitsprüfung – eine Sichtprüfung der neu hergestellten Kanalanlage gemäß ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 12.2 und/oder der Behälter durchzuführen. Über die Sichtprüfungen sind nachweislich Protokolle zu führen.

ANMERKUNG Anlässlich der Sichtprüfung (zB mit Kanal-TV) kann bei der Prüfung der Richtung und Höhenlage die Beschickung der Kanalanlage mit einer geringen Menge (Rein-)Wassers erfolgen. Die sich dabei ausbildende Breite des Wasserspiegels erleichtert die Beurteilung von Bereichen mit zu geringem Gefälle und Gegengefälle.

7.4 Prüfvoraussetzungen

7.4.1 Allgemeines

Für die Dichtheitsprüfungen gemäß dieser ÖNORM ist eine gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 akkreditierte Prüf- und Inspektionsstelle für Dichtheitsprüfungen, deren Akkreditierung den Inhalt dieser ÖNORM abdeckt, berechtigt.

Darüber hinaus dürfen Dichtheitsprüfungen gemäß dieser ÖNORM auch von unabhängigen Prüffirmen oder Organisationen (zB Körperschaften öffentlichen Rechts) durchgeführt werden, für die die folgenden Anforderungen gelten:

- Die Dichtheitsprüfungen vor Ort gemäß 7.5 sind durch Prüfer (physische Personen), die über eine praktische und theoretische Fachausbildung (zB VÖEB/ÖWAV-Kurs) verfügen, durchzuführen. Die Prüfer haben alle 24 Monate ohne Übergangsfrist das positive Ergebnis einer Vergleichs- und Eignungsprüfung gemäß 7.4.2 nachzuweisen
- Alle verwendeten Messmittel müssen geeicht und kalibriert sein.
- Für die Dichtheitsprüfungen sind rückführbare Messmittel im Sinne des MEG einzusetzen.

Diese Messmittel müssen jährlich kalibriert werden.

Die gesetzliche Nacheichfrist der Messgeräte ist einzuhalten.

Ist aus der Kalibrierung ersichtlich, dass sich ein geeichtes Messgerät außerhalb der Verkehrsfehlergrenze befindet, so ist dieses Messgerät zu justieren und reparieren und anschließend der gesetzlichen Eichung zuzuführen oder das Messgerät ist auszuscheiden.

Diese Messmittel sind gemeinsam mit der dazugehörenden Prüfausrüstung jährlich ohne Übergangsfrist einer Vergleichs- und Eignungsprüfung gemäß 7.4.2 zu unterziehen.

7.4.2 Vergleichs- und Eignungsprüfung

Die Vergleichs- und Eignungsprüfung, bestehend aus den Kontrollen gemäß 7.4.2.1, den Prüfungen gemäß 7.4.2.2 sowie der Ausstellung der Überprüfungsberichte gemäß 7.4.2.3, darf nur von einer für diese ÖNORM gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle durchgeführt werden.

7.4.2.1 Kontrolle der Prüfausrüstung

Die Kontrollen der Prüfausrüstung müssen Folgendes beinhalten:

- a) Kontrolle auf Vollständigkeit der erforderlichen Prüfausrüstung für die unter 7.4.2.2 angeführten, jeweils zutreffenden Prüfungen, auch hinsichtlich des Aufliegens der erforderlichen Normen in der aktuellen Ausgabe, zumindest der vorliegenden ÖNORM, der ÖNORM EN 1610, ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 und ÖWAV RB 32 sowie, je nach gewünschter Prüfung, der ÖNORM EN 805, ÖNORM EN 1091 und ÖNORM EN 1671;
- b) Kontrolle der Kalibrierscheine sowie der erforderlichen Eichscheine für alle verwendeten Messmittel, die zur Prüfung gemäß dieser ÖNORM eingesetzt werden;
- c) Kontrolle für die Sicherstellung der Vertraulichkeit gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007, Abschnitte 4.1.5 c) und d) („Schriftliche Vereinbarung der physischen Person (Prüfer) mit der Prüffirma“);
- d) Kontrolle des Vorhandenseins der Ausrüstung bestehend aus: Erste-Hilfe-Koffer nach ÖNORM Z 1020, Dreibein mit Bergwinde für Personen und Sicherheitsgeschirr;
- e) Kontrolle des Vorhandenseins eines Gaswarngerätes (mit EX-OX-TOX-TOX-4-Kanal-Funktionen, d. h. mit CH₄-, O₂-, CO₂-, H₂S-Sensoren) gemäß ÖWAV Regelblatt 32 sowie eines dafür gültigen Wartungsberichtes oder Kalibrierscheines (d. h. nicht älter als 12 Monate). Für die Funktionsfähigkeit des Gaswarngerätes hat der Anwender die Herstellerangaben einzuhalten;
- f) Kontrolle der Funktionsfähigkeit der installierten Sicherheitseinrichtung, die gegen Zerstörung des Prüfobjektes wirkt;
- g) Kontrolle des Vorhandenseins eines nicht zugriffsfähigen GPS (Global Positioning System), integriert im kalibrierten/geeichten Druckmessgerät.

7.4.2.2 Prüfungen für die Vergleichs- und Eignungsprüfung

Der Prüfer (die physische Person) hat alle 24 Monate unter Aufsicht der für Vergleichs- und Eignungsprüfungen akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle mit obiger Prüfausrüstung Prüfungen gemäß 7.4.2.2.1 a) und b) und 7.4.2.2.2 a) bis d) durchzuführen. Die bei den Prüfungen vom Prüfer zu erstellenden Prüfberichte sind von der akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle auf Vollständigkeit und Reproduzierbarkeit zu überprüfen. Ebenso sind sämtliche Messwerte und Zeitdaten, die von der verwendeten Messeinrichtung auf das Prüfprotokoll übertragen wurden, zu überprüfen. Ein nachträglicher Zugriff auf diese Messwerte und Zeitdaten darf nicht möglich sein.

Zusätzlich zu den in der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007, Abschnitt 5.10 geforderten Angaben muss der Prüfbericht folgende Punkte enthalten:

- a) Aufzeichnungen der Messwertdaten für alle Prüfungen, dargestellt in Form eines Druck-Zeit-Diagramms. Die Druckwerte sind auf der lotrechten Achse und die Zeitwerte sind auf der waagrechten Achse (kontinuierlich und elektronisch) aufzuzeichnen;
- b) Angaben über die an der Prüfung beteiligten Personen (inklusive der 2. Person, die zur Sicherung vorgeschrieben ist);
- c) Messmittelstandort/Prüfortbestimmung von einem nicht zugriffsfähigen GPS (Global Positioning System), integriert im kalibrierten/geeichten Druckmessgerät, in Grad und Minuten und der Zeit (UTC = Universal Coordinated Time), automatisch übernommen;
- d) Atmosphärendruck bei Prüfbeginn und Prüfende;
- e) Prüfdruck bei Prüfbeginn und Prüfende;
- f) alle Angaben, die für eine Wiederholung der Prüfung erforderlich sind, um eine exakte Reproduzierbarkeit sicherzustellen;
- g) Aufzeichnungen über visuelle Schäden;
- h) Dokumentation vom Prüfer im Prüfbericht, ob das geprüfte Objekt gemäß dieser ÖNORM „dicht“ oder „undicht“ ist.

7.4.2.2.1 Prüfungen mit Luft

Prüfungen mit Luft, die im Rahmen der Vergleichs- und Eignungsprüfung durchgeführt werden:

- a) Überwachungsprüfung (Test der Prüfausrüstung auf Dichtheit) an einer Kanalstrecke mit maximal 5 m Länge und einem maximalen Durchmesser von DN 150, mit 500 mbar Überdruck, einer Prüfzeit von 30 Minuten und mit einem zulässigen Druckabfall von 5 mbar;
- b) vier Rohrleitungsprüfungen gemäß 7.5.2.1 an Prüfstrecken von DN 50 bis maximal DN 2500 (Eiprofil, Kreisprofil, Sonderprofil); je nach angestrebter Prüfbefugnis; bezogen auf den Rohrquerschnitt;
- c) gegebenenfalls eine Unterdruckprüfung mit einer Messmittelgenauigkeit von $\pm 0,5$ mbar gemäß 7.5.3.

7.4.2.2.2 Prüfungen mit Wasser

Prüfungen mit Wasser, die im Rahmen der Vergleichs- und Eignungsprüfungen durchgeführt werden:

- a) Schachtprüfung gemäß 7.5.4;
- b) Behälterprüfung gemäß 7.5.5;
- c) Rohrleitungsprüfung bis 50 kPa gemäß 7.5.2.2;
- d) visuelle Infiltrationsprüfung gemäß 7.5.1;
- e) Zusätzlich darf eine Druck- bzw. Pumpleitungsprüfung gemäß ÖNORM EN 805 mit einer Messmittelgenauigkeit von ± 1 kPa gemäß 7.5.3 mit bis zu 1600 kPa (16 bar) am tiefsten Punkt der Rohrleitung vorgenommen werden. Drücke über 1600 kPa werden mit dieser Vergleichs- und Eignungsprüfung nicht abgedeckt.

7.4.2.3 Überprüfungsberichte der akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle

Die von der gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020 und ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle ausgestellten Überprüfungsberichte haben alle Angaben gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020:2004, Abschnitt 13 (Inspektionsbericht) über die positiv abgeschlossenen Prüfungen der Vergleichs- und Eignungsprüfung zu enthalten.

- a) Prüfbescheinigung für den Prüfer (physische Person), gültig für 24 Monate nach durchgeführter Prüfung;
- b) Inspektionsbericht für die Prüffirma über sämtliche Messmittel und die Prüfausrüstung, gültig für 12 Monate nach durchgeführter Prüfung.

Sämtliche Prüfungen dieser Vergleichs- und Eignungsprüfung müssen von der akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle nachvollziehbar dokumentiert werden.

7.5 Anforderungen an die Dichtheitsprüfung**7.5.1 Allgemeines**

Ergänzend zur ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 12.3 sind sämtliche Rohrleitungen einschließlich der Anschlüsse sowie Schächte, Inspektionsöffnungen und Behälter auf Dichtheit zu prüfen.

Bei Schächten mit geschlossener Rohrdurchführung und dichter Inspektionsöffnung darf, wenn gemäß den Planungsanforderungen die Wasserdichtheit nicht gefordert wird, die Dichtheitsprüfung der Schächte entfallen.

Für sanierte Leitungen gelten die gleichen Anforderungen wie für neu verlegte Leitungen. Die Prüfzeit ist gemäß Tabelle 6 oder gemäß Tabelle 7 in Abhängigkeit vom Sanierungswerkstoff zu wählen. Bei punktueller Sanierung sind die Anforderungen des Grundwerkstoffes maßgebend. Bei partieller Sanierung sind die Anforderungen an die Dichtheitsprüfung vom Auftraggeber festzulegen.

Die Prüfung der Dichtheit von Freispiegelleitungen darf mit Luft oder Wasser erfolgen. Aus sicherheitstechnischen Gründen ist die Prüfung von Schächten und Behältern (wegen Unfallgefahr und Gefährdung des Bauwerkes) jedoch ausschließlich mit Wasser durchzuführen. Rohrleitungen sind getrennt von anderen Bauwerken (zB Behälter, Schächte) zu prüfen.

Die Prüfungen der Rohrleitungen sind in Haltungen (von Schacht zu Schacht inklusive der dazwischenliegenden Anschlüsse bis zu eventuellen Kontrollschächten) durchzuführen.

Sollte kein Hausanschlussschacht oder Putzstück gemäß den Bestimmungen der ÖNORM B 2501 vorhanden sein, so ist der Hauptstrang bzw. die zu prüfende Rohrleitung in Teilabschnitten zu prüfen.

Ist der Grundwasserspiegel höher als der Rohrscheitel bzw. höher als die Sohle des Schacht- oder Behälterbodens, ist vor der Dichtheitsprüfung eine visuelle Infiltrationsprüfung durchzuführen. Die Dichtheitsprüfung darf erst dann vorgenommen werden, wenn kein sichtbarer Wassereintritt festzustellen ist. Eine feuchte Rohrwandung ist zulässig.

Bei Rohrleitungen in Schutzrohren (zB Rohr-im-Rohr-System) ist (zB in Wasserschutzgebieten) das Schutzrohr und die Rohrleitung getrennt gemäß 7.5.2.1 oder 7.5.2.2 zu prüfen.

Die Abdichtelemente sind auf die verwendeten Rohrwerkstoffe abzustimmen.

Nach Füllung von Rohrleitungen, Schächten oder Inspektionsöffnungen und Behältern mit Wasser und Erreichen des erforderlichen Prüfdruckes kann eine Vorbereitungszeit – gemäß ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13.3 – erforderlich sein. Eine Beruhigungszeit nach Abschluss der Füllung mit Wasser von etwa 10 Minuten wird jedoch für den Temperatúrausgleich (Messmittel, Prüfmedium) empfohlen. Die Vorbereitungszeit, zB bei trockenen Betonrohren oder bei zementgebundenen Rohrsystemen sowie bei Schächten und Behältern aus Wasser aufnehmenden Werkstoffen, ist nach den Erfordernissen zu wählen.

Der Fülldruck beim Druckaufbau darf maximal um 15 % höher sein als der zulässige vorgegebene Prüfdruck. Das Prüfobjekt ist mittels Überdruck-Sicherheitseinrichtung in der Druckaufbauleitung gegen Zerstörung zu sichern.

Die Prüfungen sind vom Prüfer (Prüfvoraussetzungen gemäß 7.4) ausschließlich in Anwesenheit einer Sicherungsperson durchzuführen (gemäß § 61 ASchG).

Der von einer akkreditierten Prüf- und Inspektionsstelle ausgestellte Überprüfungsbericht über die durchgeführte Vergleichs- und Eignungsprüfung, in dem auch enthalten sein muss, dass die genannte physische Person Prüfungen vor Ort gemäß dieser ÖNORM durchführen darf, ist vom Prüfer gemeinsam mit den Papieren gemäß 7.4.2.1 a) als Bestandteil der Prüfausrüstung bei Prüfungen vor Ort in Originalfassung mitzuführen.

7.5.2 Prüfungen von Freispiegelleitungen

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13

Die Prüfung auf Dichtheit von grundsätzlich gereinigten Freispiegelleitungen ist entweder mit Luft (Verfahren „L“) oder mit Wasser (Verfahren „W“), wie in ÖNORM EN 1610:2015, Bild 6 und Bild 7 dargestellt, durchzuführen. Das Prüfverfahren ist durch den Auftraggeber zu bestimmen. Eine Muffenprüfung ersetzt nicht die Kanaldichtheitsprüfung.

7.5.2.1 Prüfung mit Luft (Verfahren „L“)

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13.2

In Anlehnung an ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13.2 werden für nachfolgende Klassen LE und LF Prüfanforderungen festgelegt, die verbindlich einzuhalten sind. Die Prüfzeiten für Sonderprofile sind mit dem Vergleichsdurchmesser aus dem Querschnitt zu ermitteln und auf den in [Tabelle 6](#) oder [Tabelle 7](#) jeweils nächstgelegenen Wert anzuwenden. Die zulässige Messwertabweichung darf nicht mehr als $\pm 0,5$ mbar betragen.

Tabelle 6 — Prüfdruck, Druckabfall und Prüfzeiten für die Prüfung mit Luft – Klasse LE, für alle Rohrwerkstoffe, ausgenommen Beton

Maßangabe in mm

$p_0 = 200 \text{ mbar} \pm 1 \text{ mbar}; \Delta P = 15 \text{ mbar}$														
DN	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
t in min	5	7,5	9	10	11	12,5	14	15	17,5	20	22	25	30	35
$p_0 = 100 \text{ mbar} \pm 1 \text{ mbar}; \Delta P = 10 \text{ mbar}$														
DN	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2500	–	–
t in min	52	57	65	68	70	75	77	82	87	95	105	120	–	–

Tabelle 7 — Prüfdruck, Druckabfall und Prüfzeiten für die Prüfung mit Luft – Klasse LF, für Rohre aus Beton

Maßangabe in mm

$p_0 = 200 \text{ mbar} \pm 1 \text{ mbar}; \Delta P = 15 \text{ mbar}$														
DN	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
t in min	2,5	4	4,5	5	5,5	6	7	7,5	9	10	11	12,5	15	17,5
$p_0 = 100 \text{ mbar} \pm 1 \text{ mbar}; \Delta P = 10 \text{ mbar}$														
DN	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2500	–	–
t in min	26	28	32	34	35	37	38	41	43	47	52	60	–	–

Vor der Prüfung ist nach dem Druckaufbau die Beruhigungszeit einzuhalten. Die Beruhigungszeit bei der Druckprüfung mit Luft beträgt zumindest 1 Minute für DN 100, 1,5 Minuten für DN 150, 2 Minuten für DN 200 usw. Innerhalb dieser Beruhigungszeit ist der Prüfdruck p_0 gemäß [Tabelle 6](#) für das Verfahren LE oder gemäß [Tabelle 7](#) für das Verfahren LF bis zum Beharrungszustand einzustellen. Danach darf mit der Prüfung begonnen werden. Die Abweichung der Prüfzeit t darf $\pm 5 \text{ s}$ betragen. Falls der nach der Prüfzeit gemessene Druckabfall Δp geringer ist als der bzw. gleich ist dem in [Tabelle 6](#) oder [Tabelle 7](#) angegebenen Wert, gilt die Rohrleitung als dicht gemäß den Anforderungen dieser ÖNORM.

Für den Fall, dass die Prüfung mit Luft zu einem negativen Ergebnis führt und die Ursache nicht eindeutig feststellbar ist, ist für die endgültige Beurteilung der Dichtheit das Ergebnis einer Prüfung mit Wasser gemäß [7.5.2.2](#) maßgebend.

Die Prüfklassen LE und LF mit Luft entsprechen den Prüfklassen WE und WF mit Wasser (gemäß [7.5.2.2](#)).

7.5.2.2 Prüfung mit Wasser (Verfahren „W“)

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13.3

7.5.2.2.1 Prüfdruck

Der Prüfdruck der Rohrleitung hat in allen Fällen (unabhängig von der Verlegetiefe des Kanals), bezogen auf die jeweils tiefste Stelle der Kanalsohle der Prüfstrecke/Haltung, $50 \text{ kPa} \pm 0,05 \text{ kPa}$ (entspricht etwa 5 m Wassersäule) zu betragen. Der Prüfdruck darf jedoch gemäß dieser ÖNORM an keiner Stelle der Kanalsohle $30 \text{ kPa} \pm 0,05 \text{ kPa}$ unterschreiten. Der Prüfdruck muss, bezogen auf Messung des Prüfdruckes am Rohrscheitel, innerhalb der in der ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13.3.1 festgelegten Bandbreite liegen.

Ist der Höhenunterschied zwischen der Kanalsohle an einer Schachteinmündung und der maßgeblichen Rückstauenebene in der Prüfstrecke größer als 5 m, so sind vom Planer die zu erwartenden Stauhöhen abzuschätzen. Dieser Betriebsfall ist bei der Planung zu berücksichtigen. Der erhöhte Prüfdruck ist für die Dichtheitsprüfung vorzuschreiben und es ist gemäß [7.5.3](#) vorzugehen.

7.5.2.2.2 Prüfzeit für Rohrleitungen

Die Prüfzeit muss $30 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$ betragen.

7.5.2.2.3 Prüfungsanforderungen für Rohrleitungen

In Anlehnung an ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 13.3.3 werden für die Klassen WE und WF nachfolgende Prüfanforderungen festgelegt, die verbindlich einzuhalten sind:

Klasse WE für alle Rohrwerkstoffe, ausgenommen Beton

Die Prüfkriterien in Korrelation zu Prüfverfahren LE gemäß [Tabelle 6](#) sind wie folgt:

- Der zulässige Wasserverlust darf nicht mehr als 0,06 l je m² benetzter innerer Oberfläche betragen.
- Die zulässige Abweichung des ermittelten Wasserverlustes darf nicht mehr als ±4 % betragen.

Klasse WF für Rohre aus Beton

Die Prüfkriterien in Korrelation zu Prüfverfahren LF gemäß [Tabelle 7](#) sind wie folgt:

- Der zulässige Wasserverlust darf nicht mehr als 0,10 l je m² benetzter innerer Oberfläche betragen.
- Die zulässige Abweichung des ermittelten Wasserverlustes darf nicht mehr als ±4 % betragen.

7.5.3 Prüfung von Druck- und Unterdruck-Entwässerungssystemen im Abwasserbereich

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitt 14

Für Druck- oder Unterdruck-Entwässerungssysteme im Abwasserbereich sind zusätzlich zu den Anforderungen dieser ÖNORM auch die Prüfvorgaben in ÖNORM EN 1671, ÖNORM EN 805 und ÖNORM EN 1091 zu berücksichtigen.

7.5.4 Prüfung einzelner Schächte und Inspektionsöffnungen in Freispiegelleitungen

Ergänzung zu ÖNORM EN 1610:2015, Abschnitte 13.1 und 13.2

Für die Prüfung gelten einheitlich für alle Werkstoffe und für alle Abmessungen und Tiefen die folgenden Anforderungen:

Im Regelfall ist der Schacht bis 1,0 m ± 0,1 m unter Geländeoberkante (GOK) mit Wasser zu füllen und zu prüfen. Bei Vorliegen von besonderen Gegebenheiten (zB Trinkwasserschutzgebiete, Hochwasserzonen) sind für die Prüfung besondere Rahmenbedingungen (zB Prüfung bis GOK, Mindestprüfdruck, Rückstau) festzulegen.

Die Ermittlung des Wasserverlustes erfolgt durch eine Feststellung der Pegelveränderung. Die Art der Feststellung der Pegelveränderung ist freigestellt, diese hat sich auf eine SI-Einheit (Normal) zu beziehen.

Der Prüfdruck (entspricht der Füllhöhe bzw. dem hydrostatischen Druck) ist mit einer Genauigkeit von ± 0,1 kPa an der Sohle des Schachtes als Bezugspunkt zu messen und nachweislich und nachvollziehbar in den Prüfbericht zu übertragen. Der maximale Prüfdruck für die Prüfung einzelner Schächte beträgt 50 kPa ± 0,1 kPa über Rohrsohle (entspricht etwa eine 5-m-Wassersäule).

Für Schächte unter 1,5 m Tiefe beträgt der Prüfdruck 1 kPa ± 0,1 kPa über Rohrscheitel (entspricht etwa 0,1 m Wassersäule). Sollte in Ausnahmefällen ein höherer Prüfdruck erforderlich sein, so ist dieser vom Planer vorzugeben und bei der Ausführung der Schächte zu berücksichtigen.

Der Anfangsprüfdruck und der Verlauf des Prüfdruckes über die gesamte Prüfzeit sind zu messen und aufzuzeichnen. Bei der Prüfung müssen Einbauten, wie zB Steighilfen, Rohranschlüsse (Übergangsverbindungen Rohr/Schacht), Absturzbauwerke (Absturzpfeifen), bereits eingebaut sein und mitgeprüft werden.

Die Prüfzeit beträgt 20 min ± 1 min.

Sollte nach einer Prüfzeit von 10 min ± 0,5 min der Schacht weniger als die Hälfte des zulässigen Wasserverlustes aufweisen, so darf die Prüfung beendet werden und der Schacht gilt gemäß dieser ÖNORM als „dicht“.

Der zulässige Wasserverlust darf maximal 0,2 l/m² benetzter innerer Oberfläche betragen.

Der Wasserverlust ist mit geeichten Messmitteln zu messen und in den Prüfbericht zu übertragen.

Die eingesetzten Messmittel müssen das Ausmaß des Wasserverlustes mit einer Genauigkeit (zulässige Fehlerabweichung) von $\pm 0,02 \text{ l/m}^2$ benetzter innerer Oberfläche erfassen können.

7.5.5 Prüfung einzelner Behälter

Für die Prüfung einzelner Behälter einer Kanalanlage (zB Speicherbecken, Hebewerke, Sonderbauwerke, Senkgruben, Kleinkläranlagen) gelten einheitlich für alle Werkstoffe und für alle Abmessungen und Tiefen die folgenden Anforderungen:

Bei der Erstprüfung von Behältern ist der Behälter bis zum Scheitel der höchstgelegenen Rohrdurchführung der Medienrohre, mindestens jedoch bis zum höchstmöglichen Betriebswasserspiegel zu füllen. Bei wiederkehrenden Prüfungen ist der Behälter bis zum höchstmöglichen Betriebswasserspiegel (Regelbetriebsfall) zu füllen. In Sonderfällen ist vom Auftraggeber die Höhe der Wasserfüllung vorzugeben. Bei der Prüfung müssen sämtliche Einbauten, wie zB Steighilfen, Rohranschlüsse, Absturzbauwerke (Absturzpfeifen), bereits eingebaut sein.

Diese Prüfmethode kann auch für andere Behälter, deren Dichtheitsprüfung nicht in anderen Normen geregelt ist, herangezogen werden.

Der Prüfdruck (entspricht der Füllhöhe bzw. dem hydrostatischen Druck) ist mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1 \text{ kPa}$ am Boden des Behälters als Bezugspunkt zu messen und nachweislich und nachvollziehbar in den Prüfbericht zu übertragen.

Die Ermittlung des Wasserverlustes erfolgt durch eine Feststellung der Pegelveränderung. Die Art der Feststellung der Pegelveränderung ist freigestellt, diese hat sich auf eine SI-Einheit (Normal) zu beziehen.

Die Verdunstung des Prüfmediums Wasser sowie ein eventueller Niederschlag während des Prüfzeitraumes sind zu berücksichtigen und im Prüfbericht zu dokumentieren.

Der zulässige spezifische Wasserverlust Δl in $\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ist vorgegeben und beträgt, beginnend bei 0 m^2 innerer benetzter Oberfläche $0,20 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ und linear abnehmend bis 400 m^2 innerer benetzter Oberfläche, $0,05 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ (gemäß Bild 3).

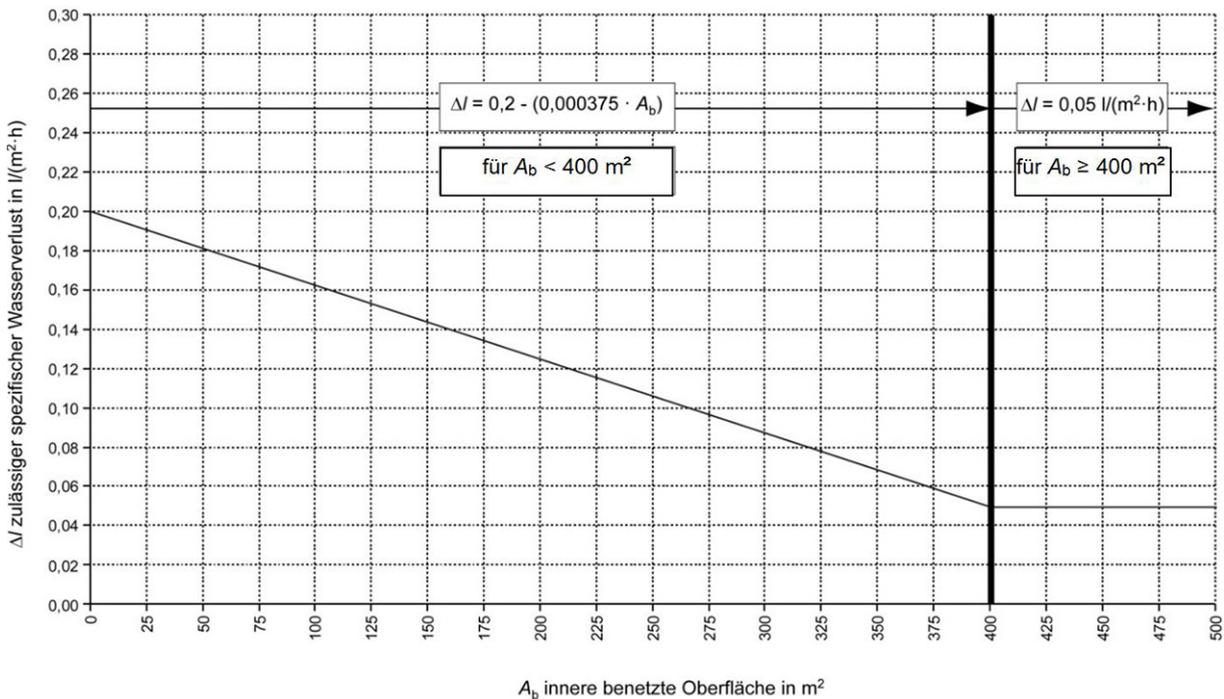


Bild 3 — Darstellung des zulässigen spezifischen Wasserverlustes

Daraus ist der gesamt (maximal) zulässige Wasserverlust Δl_b in m^3/h zu berechnen.

$$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b$$

Dazu ist die innere benetzte Oberfläche A_b in m^2 heranzuziehen.

Daraus kann die maximal zulässige Pegelveränderung Δh_{max} in m/h errechnet werden.

Der tatsächliche Wasserverlust $\Delta l_{b,eff}$ ist durch Messung der tatsächlichen Pegelveränderung Δh_{eff} in der Prüfzeit t festzustellen.

Der tatsächliche Wasserverlust $\Delta l_{b,eff}$ darf den gesamt zulässigen Wasserverlust Δl_b in der Prüfzeit t nicht überschreiten.

Ist der tatsächliche Wasserverlust kleiner als bzw. gleich dem gesamt zulässigen Wasserverlust, so gilt der Behälter im Sinne dieser ÖNORM als „dicht“.

Die maximale Abweichung (Genauigkeit) des gemessenen Wertes Δh_{eff} in m/h bei der Messung des tatsächlichen Wasserverlustes ist das Verhältnis der Genauigkeit G in m des Pegelstand-Messgerätes zur Prüfzeit t in h unter Einfluss der gewünschten Genauigkeit der Messung (dargestellt durch den Faktor f). Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die Prüfzeit t in h .

Die maximale Abweichung des gemessenen Wertes Δh_{eff} darf 10 % der maximal zulässigen Pegelveränderung Δh_{max} nicht überschreiten. In diesem Fall ist der Faktor $f = 10$ für die Berechnung zu verwenden.

Für höhere Genauigkeiten, zB 5 %, kann somit der Faktor 20 herangezogen werden (gemäß [Tabelle 8](#)).

Für die Genauigkeit der Messung ist der Faktor $f = 10$ oder größer heranzuziehen, gemäß [Tabelle 8](#).

ANMERKUNG 1 Daraus ist zu erkennen: je größer der Faktor, umso genauer wird das Ergebnis. Je genauer man messen will, umso länger wird die Prüfzeit.

Tabelle 8 — Berechnung der Faktoren für die anzuwendende Prüfzeit

Maximale Abweichung der Werte Δl_b oder Δh_{max} in %	Berechnung	Faktor f
10 %	100 %/10 %	10
5 %	100 %/5 %	20
1 %	100 %/1 %	100

ANMERKUNG 2 Berechnungsbeispiele sind im [Anhang A](#) enthalten.

Berechnung der erforderlichen Prüfzeit t :

$$t = \frac{A_w \cdot G \cdot f}{l_b} \tag{1}$$

Es bedeutet:

t Prüfzeit, in h

A_w Wasserspiegelfläche, in m^2

Δl_b gesamt zulässiger Wasserverlust, in m^3/h

G Genauigkeit des Messgerätes zur Feststellung der Pegelveränderung, in m

f Faktor in Abhängigkeit von der Genauigkeit der Messung

7.5.6 Prüfbericht

Über jede durchgeführte Dichtheitsprüfung ist vom Prüfer vor Ort ein Prüfbericht gemäß ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007, Abschnitt 5.10. zu erstellen, welcher zusätzlich auch alle Angaben gemäß [7.4.2.3](#) enthalten muss. Die Original-Prüfberichte sind vor Ort vom berechtigten Prüfer zu unterschreiben. Die Prüfberichte müssen von der Prüfstelle/Prüffirma mindestens 5 Jahre aufbewahrt werden.

8 Wartung/Inspektion und Dichtheitsprüfung bei in Betrieb befindlichen Kanalanlagen

8.1 Wartung

Eine Wartung der Leitungen, Schächte und Behälter ist durchzuführen. Insbesondere wird auf die Bestimmungen in ÖNORM EN 752, der ÖWAV RB 22 und ÖWAV RB 34 sowie auf die Bestimmungen des WRG verwiesen.

Im Falle der Anwendung von Hochdruckreinigung ist auf die spezifischen Eigenschaften der Rohre und Schächte Bedacht zu nehmen.

8.2 Dichtheitsprüfung nach Ablauf der Gewährleistungspflicht

Bei im Betrieb befindlichen Kanalhaltungen, die nicht in Trinkwasserschutzgebieten liegen, darf die Prüfung der Dichtheit mit Luft gemäß [7.5.2.1](#) mit halber Prüfzeit und mit dem halben zulässigen Druckabfall vorgenommen werden.

ANMERKUNG Die Verminderung der Prüfzeit auf die Hälfte ist darin begründet, dass der Rückstau von in Betrieb befindlichen Kanälen so klein wie möglich zu halten ist und kostenaufwendiges Umpumpen vermieden werden sollte.

Für alle anderen Teile der Kanalanlage gelten die Prüfbedingungen gemäß [Abschnitt 7](#).

9 Bestandsdokumentation (Kanalkataster)

Die gesamte Kanalisationsanlage (Haltungen, Schächte, Anschlussleitungen) inklusive Sonderbauwerke ist in einer geeigneten Bestandsdokumentation zu erfassen.

Vorzugsweise sollte die Abbildung und Dokumentation der Anlagenteile der Kanalisationsanlage in Form eines digitalen Leitungsinformationssystems erfolgen. Dabei ist neben dem Anlagenbestand auch der Anlagenzustand zu erfassen, zu dokumentieren und die digitale Technologie dem jeweiligen Stand der Technik anzupassen.

Die Bestandsdokumentation ist laufend zu aktualisieren, wobei insbesondere bei digitalen Leitungsinformationssystemen auf eine historische Datenführung Bedacht zu nehmen ist.

Einschlägige Hinweise gemäß ÖNORM EN 752 und ÖWAV Regelblatt 40 sind zu beachten.

Anhang A (informativ)

Beispiele für die Berechnung der Prüfzeit für Behälter

A.1 Beispiel 1

Behälter (zylindrisch): Durchmesser $d = 6,0$ m

Füllhöhe $h = 3,5$ m

Genauigkeit G des Pegelstand-Messgerätes = 0,00005 m (0,05 mm)

Maximale Abweichung vom gemessenen Wert: 10 % bzw. als Faktor $f = 10$

Die innere benetzte Oberfläche A_b in m^2 ergibt sich wie folgt:

$$A_b = \text{benetzte Wandfläche} + \text{Bodenfläche}$$

$$\text{Wandfläche} = d \cdot \pi \cdot h = 6,0 \text{ m} \cdot \pi \cdot 3,5 \text{ m} = 65,97 \text{ m}^2$$

$$\text{Bodenfläche} = (d^2 \cdot \pi) / 4 = ((6,0 \text{ m})^2 \cdot \pi) / 4 = 28,27 \text{ m}^2$$

$$\text{innere benetzte Oberfläche: } A_b = 65,97 \text{ m}^2 + 28,27 \text{ m}^2 = 94,24 \text{ m}^2$$

Die Wasserspiegelfläche A_w in m^2 ergibt sich wie folgt:

$$A_w = (d^2 \cdot \pi) / 4 = ((6,0 \text{ m})^2 \cdot \pi) / 4 = 28,27 \text{ m}^2$$

Berechnung des zulässigen spezifischen Wasserverlustes Δl in $l/(m^2 \cdot h)$ für $A_b < 400 \text{ m}^2$ (gemäß Bild 3):

$$\Delta l = 0,2 \text{ l}/(m^2 \cdot h) - [(0,2 \text{ l}/(m^2 \cdot h) - 0,05 \text{ l}/(m^2 \cdot h)) / 400 \text{ m}^2] \cdot A_b =$$

$$= 0,2 \text{ l}/(m^2 \cdot h) - (0,000375 \text{ l}/(m^4 \cdot h) \cdot 94,24 \text{ m}^2) = 0,165 \text{ l}/(m^2 \cdot h) = 0,000165 \text{ m}^3/(m^2 \cdot h)$$

Gesamt zulässiger Wasserverlust des Behälters (100 %) Δl_b in m^3/h :

$$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,000165 \text{ m}^3/(m^2 \cdot h) \cdot 94,24 \text{ m}^2 = 0,0155 \text{ m}^3/h$$

Berechnung der Prüfzeit t in h:

Maximal zulässiger Wasserverlust während der Prüfzeit t von 54 min 36 s:

$$\Delta l_b \cdot t = 0,0155 \text{ m}^3/h \cdot 0,91 \text{ h} = 0,0141 \text{ m}^3 \text{ oder } 14,1 \text{ l}$$

Maximal zulässige Pegeländerung:

$$\Delta h_{\max} = \Delta l_b / A_w = 0,0155 \text{ m}^3/h / 28,27 \text{ m}^2 = 0,00055 \text{ m}/h$$

Maximal zulässige Pegeländerung während der Prüfzeit t von 54 min 36 s:

$$\Delta h_{\max} \cdot t = 0,00055 \text{ m}/h \cdot 0,91 \text{ h} = 0,0005 \text{ m} \text{ oder } 0,5 \text{ mm}$$

ÖNORM B 2503:2017-11**A.2 Beispiel 2**

Behälter (Form: kubisch):

Länge $l = 15,0$ m

Breite $b = 7,5$ m

Füllhöhe $h = 7,8$ m

Genauigkeit G des Pegelstand-Messgerätes = 0,0002 m (0,2 mm)

Maximale Abweichung vom gemessenen Wert: 5 % bzw. als Faktor $f = 20$

Die innere benetzte Oberfläche A_b in m^2 ergibt sich wie folgt:

$A_b = \text{Wandfläche} + \text{Bodenfläche}$

Wandfläche = $U \cdot h = (l + l + b + b) \cdot h = (15,0 \text{ m} + 15,0 \text{ m} + 7,5 \text{ m} + 7,5 \text{ m}) \cdot 7,8 \text{ m} = 351,0 \text{ m}^2$

Bodenfläche = $l \cdot b = 15,0 \text{ m} \cdot 7,5 \text{ m} = 112,5 \text{ m}^2$

Innere benetzte Oberfläche: $A_b = 351,0 \text{ m}^2 + 112,5 \text{ m}^2 = 463,5 \text{ m}^2$

Die Wasserspiegelfläche A_w in m^2 ergibt sich wie folgt:

$A_w = l \cdot b = 15,0 \text{ m} \cdot 7,5 \text{ m} = 112,5 \text{ m}^2$

Berechnung des zulässigen spezifischen Wasserverlustes Δl in $l/(m^2 \cdot h)$:

$\Delta l = 0,05 \text{ l}/(m^2 \cdot h)$ für $A_b \geq 400 \text{ m}^2$ (gemäß [Bild 3](#))

$\Delta l = 0,00005 \text{ m}^3/(m^2 \cdot h)$

Gesamt zulässiger Wasserverlust des Behälters (100 %) Δl_b in m^3/h :

$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,00005 \text{ m}^3/(m^2 \cdot h) \cdot 463,5 \text{ m}^2 = 0,0232 \text{ m}^3/h$

Berechnung der Prüfzeit t in h:

Maximal zulässiger Wasserverlust während der Prüfzeit t von 19 h 24 min

$\Delta l_b \cdot t = 0,0232 \text{ m}^3/h \cdot 19,4 \text{ h} = 0,45 \text{ m}^3$ oder 450,1 Liter

Maximal zulässige Pegeländerung:

$\Delta h_{\max} = \Delta l_b / A_w = 0,0232 \text{ m}^3/h / 112,5 \text{ m}^2 = 0,00021 \text{ m}/h$

Maximal zulässige Pegeländerung während der Prüfzeit t von 19 h 24 min:

$\Delta h_{\max} \cdot t = 0,00021 \text{ m}/h \cdot 19,4 \text{ h} = 0,004074 \text{ m}$ oder 4 mm (gerundeter Wert).

Anhang B (informativ)

Beispiel für einen Prüfplan in der Ausführungsphase

Baulosname/Straße

Neubau Umbau Sanierung

Rohrkanal DN:

Profilkanal (Maße):

Schächte:

Rohrmaterial:

Material:

Material:

Länge:

Länge:

Anzahl:

Sonstige Bauwerke:

Geschäftszahl:

TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH Anzahl	NICHT ERFORDERLICH	ERLEDIGT
Druckprüfung der Haltung lt. Ausschreibung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckprüfung des Schachtes lt. Ausschreibung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kamerabefahrung bis DN/Profil vor Übernahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Begehung Profilkanal vor Übernahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material bei Rohrkanälen			
Konformitätszeugnisse und Zertifikate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Augenscheinliche Prüfung des Rohrmaterials vor Ort; Sichtung der Qualitätskennzeichnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung der Lieferscheine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fertigteile			
Leistungserklärung bzw. Fremdüberwachungsnachweis gemäß Bauproduktenverordnung der EU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Augenscheinliche Prüfung der Fertigteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung der Lieferscheine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bohrkernentnahme und Festbetonprüfung bei vermuteten Qualitätsmängel durch Prüfanstalt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schachtabdeckungen			
Augenscheinliche Prüfung vor Ort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung der Lieferscheine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einsteigleitern			
Augenscheinliche Prüfung vor Ort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aushub			
Kriegsmittelerkundung bzw. Feuerwerker während des Aushubs bei Erfordernis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chemische Bauaufsicht während des Aushubs bei Erfordernis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH Anzahl	NICHT ERFORDERLICH	ERLEDIGT
Verfüllmaterial			
Augenscheinliche Prüfung vor Ort (Korngröße, Kornverteilung, nicht erlaubte Fremdstoffe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gutachten über die Eignung von Recyclingmaterial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lastplattenversuche lt. Vorschriften des Straßenerhalters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rammsondierungen (bei großen Verfülltiefen) lt. Vorschriften des Straßenerhalters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualitätsnachweis des Lieferanten vor Erstlieferung (Künettenfüllmaterial)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung der Lieferscheine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beton ab einer Qualität von C25/30 B6 C3A-frei mit oder ohne Kunststofffasern			
Konformitätsnachweis der Betonmischanlage vor Erstlieferung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung der Lieferscheine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identitätsprüfung (Luftporengehalt, WZ-Wert, Ausbreitungsmaß) ab 50 m ³ bis 2000 m ³ und je weitere 2000 m ³ bei negativem Ergebnis -> Identitätsprüfung per Betonkernprüfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identitätsprüfung bei Sonderbauwerken pro wesentlichen Bauteil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prellhammerprüfung bei Ortbetoneiprofilkanälen und Bauwerken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prüfung am Festbeton (Wassereindringtiefe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewehrungsbeschau bzw. Eisenabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorpressrohre			
Leistungserklärung gemäß Bauproduktenverordnung der EU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statischer Nachweis vor Baubeginn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Augenscheinliche Prüfung der Betonüberdeckung der Bewehrung und Schäden vor Ort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bohrkernentnahme bei Stahlbetonrohren zur Festbetonprüfung durch Prüfanstalt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Festbetonprüfung (Wassereindringtiefe) der Bohrkerne durch Prüfanstalt			
Kurzrohrrelining (unterirdische Sanierung PP/GFUP)			
Eigen- und Fremdüberwachungsnachweise sowie Zertifikate vor Baubeginn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materialdickennachweis lt. Statik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachweis über Bündigkeit mit Altkanal durch Abklopfen und eventuelle Stichprobenbohrungen vor Ort an den zugänglichen Stellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualitätsnachweis des Herstellers über das Hohlraumverfüllmaterial vor Einbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlauchrelining			
Eigen- und Fremdüberwachungsnachweise sowie Zertifikate vor Baubeginn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materialdickennachweis lt. Statik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachweis über Bündigkeit mit Altkanal durch Abklopfen und eventuelle Stichprobenbohrungen vor Ort an den zugänglichen Stellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH Anzahl	NICHT ERFORDERLICH	ERLEDIGT
Polymerbetonsohlschalen			
Augenscheinliche Prüfung der Maßhaltigkeit vor Einbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Augenscheinliche Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrotechnik			
FAT-Test (Factory Acceptance Test)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SAT-Test (Site Acceptance Test)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SIT-Test (Site Integration Test)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreiselpumpen – Kanalradpumpen			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konformitätsnachweis, Zertifikate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schneckenpumpen			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rohrleitungssystem – Steig-, Entleerungs- und Sammeldruckleitung			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rohrschieber manuell und/oder inkl. Antrieb			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konformitätsnachweis, Zertifikate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rückschlagklappen – Kugelrückschlagventil			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stahlschütz manuell und/oder inkl. Antrieb			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ÖNORM B 2503:2017-11

TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH Anzahl	NICHT ERFORDERLICH	ERLEDIGT
Dammtafel – Dammbalken			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wartungssteg – Gitterrost – Geländer			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stahltragwerke – Flächenabdeckungen			
Augenscheinliche Prüfung der Anzahl, Vollständigkeit, Formschluss der Verbindungsmittel, Beschädigung der Oberflächenbeschichtung, Roststellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zertifikate, Nachweise, Prüfprotokolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vertiefte Prüfung unter Zuziehung eines Fachkundigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang C (informativ)

Beispiel für eine Checkliste in der Ausführungsphase

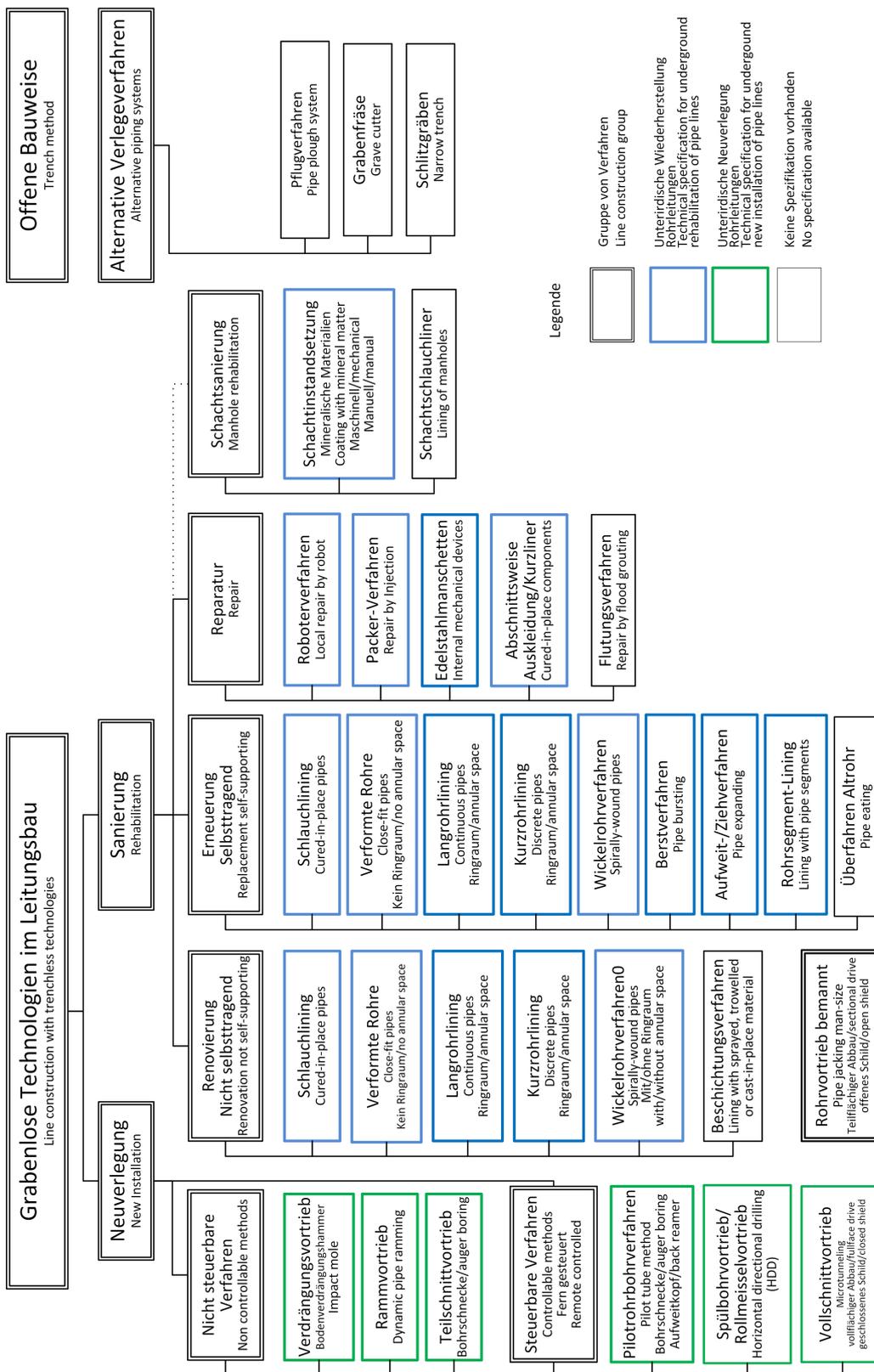
TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH	ERLEDIGT	NICHT ERFORDERLICH
Ansuchen um Verhandlung gemäß § 90 STVO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teilnahme an der Verkehrsverhandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mitteilung der Baueinleitung an die vorgesehenen Stellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durchführung der Öffentlichkeitsarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koordinierung der Arbeiten bzw. Kontaktaufnahme mit der Straßenverwaltung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufnahme des Straßenzustands zwischen Bauinspektion, Baufirma und Straßenverwaltung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erstbegehung des Baufelds und der Lagerplätze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koordinierung der Arbeiten bzw. Kontaktaufnahme mit dem Netzbetreiber zur Abklärung der Befahrung der Kanäle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meldung an des Arbeitsinspektoriat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontaktaufnahme mit dem Baustellenkoordinator	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abstimmung des SIGE-Plans auf die Baustelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erstellung besonderer Pläne für die Abwicklung des Bauvorhabens wie zB Baustelleneinrichtungspläne, Pläne zur Führung von Produktenleitungen, Darstellung von Lärmschutzmaßnahmen, Verkehrsführungspläne Betonierablaufpläne, Pläne von Wasserhaltungen u. dgl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baubesprechungen/Projektteamsitzungen abhalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontaktaufnahme/Ortsaugenschein mit Einbautenträgern bei erforderlichen Umlegungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bestellung und Koordinierung der Einbautenumlegungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beweissicherungsverfahren bei Anrainerobjekten durchführen oder veranlassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwingungsmessungen bei der Rammung von Spundbohlen als Baugrubenverbau festlegen und kontrollieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Höhenfestpunktnetz kontrollieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Absteckung der Trasse durch Baufirma/Bauinspektion/durch Geometer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suchschlitze zur Trassenangabe/Einbautenfeststellung durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermessung des Urgeländes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bestandssohlhöhen kontrollieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statische Berechnungen diverser Bauwerke oder Einbauten veranlassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statische Berechnungen von Baugrubenverbauten veranlassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkehrszeichen gemäß Bescheid aufstellen lassen und überprüfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH	ERLEDIGT	NICHT ERFORDERLICH
Koordinierung von Umleitungsstrecken, provisorische VLSA, Bodenmarkierungen etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baum- und Strauchrodungen festlegen, melden und überwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kampfmittelerkundungen koordinieren (nach Erfordernis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Festlegung und Kontrolle von Zwischenlagerplätzen für Baumaterialien, Aushub etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hinweistafeln gemäß Verkehrsbescheid aufstellen lassen und überprüfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lage der Anschlussstellen/Anschlussleitungen mit den Grundeigentümer/Anrainer festlegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lage der Anschlusspunkte für die Straßenentwässerung mit der Straßenverwaltung festlegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontrollnivelements Sohle und Profile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deponiezuordnung für den Künettenaushub/Baugrubenaushub veranlassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baugrundbeschau bei Bauwerken oder Beschau der Aushubsohle nach Erfordernis durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vergleich der in der Planung/Ausschreibung genannten besonderen geotechnischen Rahmenbedingungen (Bodenaufbau, Grundwasserhältnisse, Nachbarfundamente, Kontaminationen u. dgl.) mit den vor Ort angetroffenen Verhältnissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dokumentation besonderer Umstände der Leistungserbringung, relevanter Bauablaufstörungen und Abweichungen vom Bauvertrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materialprüfungen gemäß Prüfbuch im Anhang B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verdichtungskontrollen gemäß Prüfbuch im Anhang B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betonprüfungen gemäß Prüfbuch im Anhang B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewehrungsabnahmen gemäß Prüfbuch im Anhang B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teilübernahmen durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlussvermessung durchführen oder koordinieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Festlegung von Rekultivierungsmaßnahmen die durch die Baufirma ausgeführt werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dichtheitsprüfungen der Kanäle/Schächte/Bauwerke durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kanalbegehung/Kanalbefahrung zur Feststellung der Mängelfreiheit durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abnahmetest der elektrischen und maschinellen Ausrüstung durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einschulung des Betriebspersonals über die Funktionen der elektrischen und maschinellen Ausrüstung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dokumentation geringfügiger Mängel vor der Übernahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feststellung der Einhaltung der Leistungsfrist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abnahmebegehung des Baufelds und der Lagerplätze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Übernahmeverhandlung durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bestandsplankontrolle + Kontrolle weiterer Unterlagen der Kanalanlage (zB: Dokumentation der elektrotechnischen und maschinellen Ausrüstung, Betriebshandbuch u. dgl.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TÄTIGKEIT	ERFORDERLICH	ERLEDIGT	NICHT ERFORDERLICH
Baustellendokumentation (Baubuch, Lieferscheine, geologische Dokumentation u. dgl.) abschließen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontrolle der Behebung der bei der Übernahme benannten geringfügigen Mängel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Festlegung von Rekultivierungsmaßnahmen, die durch externe Auftragnehmer ausgeführt werden, in Abstimmung mit dem Grundeigentümer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang D (informativ)

Übersicht der Bauverfahren im Leitungsbau



Literaturhinweise

- [1] ÖNORM B 5072, *Einsteig- und Kontrollschächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton – Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN 1917*
- [2] ÖNORM B 5074, *Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN 1916 – Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton*
- [3] ÖNORM B 5161, *Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung sowie für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck – Rohre, Rohrverbindungen und Formstücke aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Ergänzende Anforderungen zu ÖNORM EN 1796 und ÖNORM EN 14364*
- [4] ÖNORM B 5163, *Rohrleitungssysteme für drucklose Abwasserleitungen und -kanäle – Nicht-kreisrunde Rohre und Rohrverbindungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) auf der Basis von ungesättigten Polyesterharzen (UP) – Anforderungen und Prüfungen*
- [5] ÖNORM EN 295, *Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle (alle Teile)*
- [6] ÖNORM EN 598, *Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung – Anforderungen und Prüfverfahren*
- [7] ÖNORM EN 1401-1, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem*
- [8] ÖNORM EN 1433, *Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Beurteilung der Konformität (konsolidierte Fassung)*
- [9] ÖNORM EN 1852-1, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen (PP) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem*
- [10] ÖNORM EN 1916, *Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton (konsolidierte Fassung)*
- [11] ÖNORM EN 1917, *Einsteig- und Kontrollschächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton (konsolidierte Fassung)*
- [12] ÖNORM EN 12050, *Abwasserhebeanlagen für die Gebäude- und Grundstücksentwässerung (alle Teile)*
- [13] ÖNORM EN 12056, *Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden (alle Teile)*
- [14] ÖNORM EN 12201-1, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen – Polyethylen (PE) – Teil 1: Allgemeines*
- [15] ÖNORM EN 12666-1, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polyethylen (PE) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem*
- [16] ÖNORM EN 12889, *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*
- [17] ÖNORM EN 13101, *Steigeisen für Steigeisengänge in Schächten – Anforderungen, Kennzeichnung, Prüfung und Beurteilung der Konformität*
- [18] ÖNORM EN 13380, *Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Renovierung und Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden*
- [19] ÖNORM EN 13476, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Rohrleitungssysteme mit profilierter Wandung aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) (alle Teile)*

ÖNORM B 2503:2017-11

- [20] *ÖNORM EN 13508, Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden (alle Teile)*
- [21] *ÖNORM EN 13566-2, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 2: Rohrstrang-Lining*
- [22] *ÖNORM EN 13598, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) (alle Teile)*
- [23] *ÖNORM EN 14364, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Festlegungen für Rohre, Formstücke und Verbindungen*
- [24] *ÖNORM EN 14396, Ortsfeste Steigleitern für Schächte*
- [25] *ÖNORM EN 14457, Allgemeine Anforderungen an Bauteile, die bei grabenlosem Einbau von Abwasserleitungen und -kanälen verwendet werden*
- [26] *ÖNORM EN 14636, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für drucklos betriebene Abwasserkanäle und -leitungen – Gefüllte Polyesterharzformstoffe (PRC) (alle Teile)*
- [27] *ÖNORM EN 14654-1, Management und Überwachung von betrieblichen Maßnahmen in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 1: Reinigung*
- [28] *ÖNORM EN 14758-1, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen mit mineralischen Additiven (PP-MD) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem*
- [29] *ÖNORM EN 14801, Bedingungen für die Klassifizierung von Produkten für Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung nach auftretenden Drücken*
- [30] *ÖNORM EN 15383, Kunststoff Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von Polyesterharz (UP) – Einsteigschächte und Kontrollschächte*
- [31] *ÖNORM EN 15885, Klassifizierung und Leistungsmerkmale von Techniken für die Renovierung und Reparatur von Abwasserkanälen und -leitungen*
- [32] *ÖNORM EN ISO 11295, Klassifizierung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Informationen zur Planung (ISO 11295:2010)*
- [33] *ÖNORM EN ISO 11296, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) (alle Teile)*
- [34] *ÖNORM EN ISO 11296-7, Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 7: Wickelrohr-Lining (ISO 11296-7:2011)*
- [35] *BGBl. Nr. 185/1993, Umweltförderungsgesetz – UFG, idgF*
- [36] *ONR CEN/TS 15223, Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Gültige Berechnungsparameter von erdverlegten thermoplastischen Rohrleitungssystemen (CEN/TS 15223:2008)*
- [37] *ONR CEN/TR 1046, Thermoplastische Rohrleitungs- und Schutzrohr-Systeme – Systeme außerhalb der Gebäudestruktur zum Transport von Wasser oder Abwasser – Verfahren zur unterirdischen Verlegung*
- [38] *ONR 23303, Prüfverfahren Beton (PVB) – Nationale Anwendung der Prüfnormen für Beton und seiner Ausgangsstoffe*
- [39] *REGELBLATT ÖWAV 11, Richtlinien für die abwassertechnische Berechnung und Dimensionierung von Abwasserkanälen*

- [40] REGELBLATT ÖWAV 22, *Betrieb von Kanalisationsanlagen*
- [41] REGELBLATT ÖWAV 25, *Abwasserentsorgung in dünn besiedelten Gebieten*
- [43] REGELBLATT ÖWAV 34, *Hochdruckreinigung von Kanälen*
- [44] REGELBLATT ÖWAV 40, *Leitungsinformationssystem – Wasser und Abwasser*
- [45] Technische Richtlinie für die Siedlungswasserwirtschaft gemäß § 13, Absatz 3 des Umweltförderungsgesetzes, Herausgeber: BMLFUW
- [46] ATV-Arbeitsblatt A 128, *Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen*
- [47] DWA Arbeitsblatt A 166, *Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung*
- [48] DWA Merkblatt M 176, *Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung*
- [49] *Leitlinie 1 – Qualitätssicherung bei Produkten – Österreichische Güteanforderungen für Erzeugnisse im Siedlungswasserbau*, Güteanforderungen, Arge ÖGA (Hrsg.), <http://www.gris.at/oega/>
- [50] *Leitlinie 2 – Qualitätssicherung bei Ingenieur- und Bauleistungen – Österreichische Güteanforderungen für Erzeugnisse im Siedlungswasserbau*, Güteanforderungen, Arge ÖGA (Hrsg.), <http://www.gris.at/oega/>

WICHTIGE INFORMATIONEN FÜR ANWENDER VON ÖNORMEN

Standards/Normen

Standards sind von Fachleuten erarbeitete Empfehlungen. Sie dienen dem Wohl und der Sicherheit aller und machen das Leben einfacher. Standards, wie z. B. ÖNORMEN, stehen für Qualität und damit für Vertrauen in Produkte und Leistungen.

Sie werden in Dialog und Konsens aller Betroffenen und Interessierten entwickelt, legen Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen, Systeme und Qualifikationen fest und definieren Kriterien für deren Überprüfung.

Aktualität des Normenwerks/Wissen um Veränderungen

Analog zur technischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung unterliegen Standards/Normen einem kontinuierlichen Wandel. Sie werden vom zuständigen Komitee regelmäßig auf Aktualität, Notwendigkeit sowie Zweckmäßigkeit überprüft und bei Bedarf überarbeitet. Für den Anwender von Standards/Normen ist es daher wichtig, immer Zugriff auf die jeweils gültigen Fassungen zu haben, um sicherzustellen, dass Produkte und Produktionsverfahren bzw. Dienstleistungen und Prozesse den aktuellen Markterfordernissen entsprechen.

Austrian Standards Institute bietet kundenspezifische Lösungen für ein professionelles Standards-Management. Informationen über die Angebote von Austrian Standards finden Sie hier:

<http://www.austrian-standards.at/produkte-leistungen/standards-professionell-managen/>

Internationale und ausländische Standards

Bei Austrian Standards können Sie auch Internationale Normen (ISO) beziehen, ebenso nationale Normen und Regelwerke aus anderen Ländern und Dokumente anderer in- und ausländischer Organisationen, die Regeln veröffentlichen.

Weiterbildung und Know-how-Transfer

Austrian Standards bietet zahlreiche Informations- und Weiterbildungsmöglichkeiten rund um Standards: Fachliteratur zu einzelnen Standards, Seminare, Lehrgänge oder Fachkongresse. Autorinnen/Autoren und Vortragende wirken oft selbst an der Entwicklung der Standards mit und vermitteln Informationen und Know-how aus erster Hand. Mehr dazu auf:

<http://www.austrian-standards.at/fachliteratur> | <http://www.austrian-standards.at/seminare>

Kontakt

Customer Service

Tel.: +43 1 213 00-300

Fax: +43 1 213 00-355

E-Mail: service@austrian-standards.at

Austrian Standards

Heinestraße 38 | 1020 Wien

Österreich

www.austrian-standards.at

ISO 9001:2008 certified by SQS



BGBl. II - Ausgegeben am 27. Mai 2019 - Nr. 133

Durchflußmessung in Kläranlagen Venturigerinne und induktive Durchflußmeßgeräte

ÖNORM M 5880

Flow measurement in wastewater treatment plants –
Venturi flumes and inductive flowmeters

Auch Normengruppe U2

Ersatz für Ausgabe 1981-07

Mesurage du debit dans des installations pour l'épuration
des eaux usées – Canaux Venturi et appareils
de mesurage inductive

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM ist für die Durchflußmessung in Kläranlagen anzuwenden. Für kommunale Kläranlagen ist der in ÖNORM M 5875 festgelegte Anwendungsbereich maßgebend. In der vorliegenden ÖNORM werden die Durchflußmessung in Venturigerinnen mit rechteckigem Gerinneprofil und die induktive Durchflußmessung behandelt; andere Profile und Meßmethoden sind nicht Gegenstand dieser ÖNORM.

Die genaue Situierung der Meßeinrichtung ist bei allen Meßverfahren vom Erzeuger anzugeben. Beim Einbau der Meßgeräte sind die Angaben des Erzeugers zu befolgen.

2 Begriffsbestimmung

Für die Anwendung dieser ÖNORM gilt die folgende Definition:

Durchfluß: Wasservolumen, das den Durchflußquerschnitt während einer bestimmten Zeit durchfließt, geteilt durch diese Zeit (Definition aus ÖNORM B 2400).

Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fortsetzung Seiten 2 bis 4

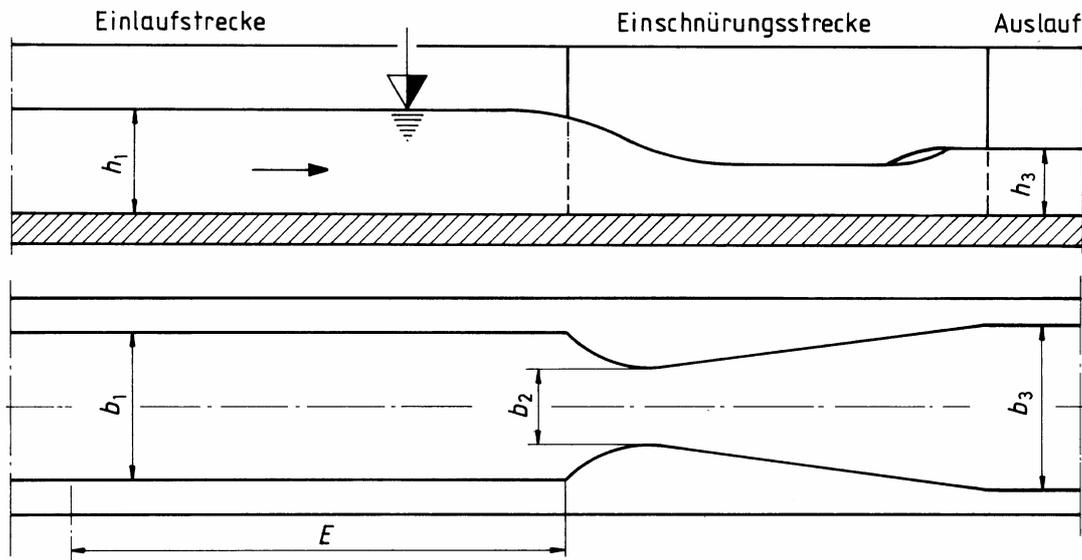
Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

3 Durchflußmessung mittels Venturigerinne

Das Venturigerinne sollte so dimensioniert werden, daß der Durchfluß sowohl nach Inbetriebnahme der Anlage als auch nach einem vorgesehenen Endausbau mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden kann.

Für Berechnungen wird auf ISO 1438, ÖNORM B 2402, DIN 19559-1 und DIN 19559-2 hingewiesen.

Bild 1 zeigt im Aufriß den charakteristischen Verlauf des Wasserspiegels sowie den Grundriß eines Venturigerinnes.



- E = Länge der geraden Einlaufstrecke
- b_1 = Gerinnebreite in der geraden Einlaufstrecke
- b_2 = Breite in der Venturieinschnürung
- b_3 = Gerinnebreite im Auslauf
- h_1 = Stauhöhe
- h_3 = Unterwasserhöhe

Bild 1

Die Einlaufstrecke des Kanals darf ein maximales Gefälle von 3 ‰ aufweisen. Die Länge E der geraden Einlaufstrecke ist ausreichend zu bemessen. Bei dem üblichen Einschnürungsverhältnis $b_1 : b_2 = 2 : 1$ darf die Länge der Einlaufstrecke $10 \cdot b_1$ nicht unterschreiten.

Die Gerinnebreite b_1 darf nicht kleiner als 200 mm sein. Zweckmäßigerweise sollte sie nur ein ganzzahliges Vielfaches von 100 mm betragen.

Der Bemessungsdurchfluß Q_{bem} ist der maximale Durchfluß Q , welcher mit einem Venturigerinne mit Abmessungen nach Tabelle 1 gemessen werden kann.

In Tabelle 1 sind für verschiedene Bemessungsdurchflüsse Q_{bem} beim Einschnürungsverhältnis $b_1 : b_2 = 2 : 1$ die empfohlenen Gerinnebreiten b_1 sowie die zugehörigen Werte für b_2 , E_{min} , h_{1bem} und h_{3max} angegeben.

Die im Bild 1 im Grundriß dargestellte Form und die Länge der Einschnürungsstrecke sowie die zugehörigen Maßtoleranzen sind vom Hersteller der Meßeinrichtung anzugeben. Die Gerinnebreite b_3 im Auslauf darf nicht geringer als b_1 sein.

Der Auslauf darf nicht eingestaut sein und die Unterwasserhöhe h_3 bei Q_{bem} daher einen Wert von h_{3max} nicht überschreiten.

Tabelle 1: Venturigerinne mit rechteckigem Querschnitt und Einschnürungsverhältnis $b_1 : b_2 = 2 : 1$

Q_{bem} in l/s	20	50	120	200	300	400	600	800	1000
b_1 in m	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
b_2 in m	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
E_{min} in m	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_{1bem} in m	≈ 0,25	≈ 0,35	≈ 0,5	≈ 0,6	≈ 0,7	≈ 0,75	≈ 0,9	≈ 1,0	≈ 1,1
h_{3max} in m	0,17	0,25	0,35	0,45	0,5	0,55	0,65	0,7	0,75

3 Meßmethoden für die Stauhöhe h_1

Die Höhe des Wasserspiegels ist in der Einlaufstrecke des Gerinnes zu messen. Nachstehend werden einige Meßmethoden kurz beschrieben:

- (1) **Lufteinperlmethode:** Bei diesem Verfahren perlt an der Meßstelle Druckluft aus einem Rohr. Die Öffnung des Rohres befindet sich unter dem tiefsten Punkt des zu messenden Wasserspiegels. Der an dieser Stelle herrschende Druck wird von einem geeigneten Gerät in eine dem Durchfluß proportionale Meßgröße umgewandelt.
- (2) **Echolotmethode:** Bei diesem Verfahren erfolgt die Messung berührungslos. Ein Schallsender über dem Gerinne sendet Impulse aus, die von der Wasseroberfläche reflektiert werden. Die Schalllaufzeit wird in eine dem Durchfluß proportionale Größe umgewandelt.
- (3) **Schwimmermethode:** Bei diesem älteren Verfahren betätigt ein Schwimmer über eine mechanische Verbindung ein Gerät, das die Höhenlage des Schwimmers in eine dem Durchfluß proportionale Meßgröße umwandelt. Dieses bei älteren Anlagen eingesetzte Verfahren wird aufgrund seines personal- und wartungsintensiven Aufwandes und seiner Störanfälligkeit in Neuanlagen nicht mehr eingesetzt.

4 Drucksonde

Im offenen Meßgerinne wird der Druck, den die Höhe des Wasserstandes auf einen am Boden befindlichen Druckaufnehmer ausübt, erfaßt. Die Messung des Druckes kann als indirektes Meßverfahren zur Messung des Wasserstandes herangezogen werden.

Dabei können unterschiedliche physikalische Effekte genutzt werden. Gebräuchlich sind u. a. induktive, kapazitive und piezoresistente Abgriffe sowie die Dehnungsmessung. Die Art des genutzten Effektes ist für den Anwender im Prinzip unerheblich.

5 Induktive Durchflußmessung

In einem geschlossenen Rohrsystem kann unabhängig von Druck, Temperatur und Viskosität der Durchfluß bei voll gefülltem Rohr mit induktiven Durchflußmessern gemessen werden, wenn das zu messende Medium eine spezifische elektrische Leitfähigkeit von mindestens $5 \mu\text{S}/\text{cm}$ besitzt. Im Abwasser liegt die spezifische elektrische Leitfähigkeit erfahrungsgemäß meist über $200 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Hinsichtlich der Ausführung und Einbaubedingungen solcher Geräte wird auf ÖNORM EN ISO 6817 verwiesen.

5.1 Meßverfahren

Das Meßverfahren beruht auf dem Faradayschen Induktionsgesetz. Die induzierte Spannung ist der magnetischen Induktion, der Länge des Leiters im Magnetfeld und der Geschwindigkeit, mit welcher der Leiter die Kraftlinien des Feldes schneidet, direkt proportional.

Im Meßgeber sind die Induktion und, als Folge des unveränderlichen Abstandes der Meßelektroden, auch die Län-

ge des Leiters im Magnetfeld für jede einzelne Nennweite konstant. Daher ist die Spannung zwischen den Elektroden eine lineare Funktion der Fließgeschwindigkeit des Mediums.

5.2 Meßgeber

Der Meßgeber besteht aus einem Meßrohr aus nichtmagnetischem Material mit elektrisch isolierender Innenauskleidung, einem Elektromagneten und zwei an der Innenwand des Meßrohres isoliert eingesetzten Elektroden.

5.3 Einbaubedingungen

Das Meßrohr kann in jeder beliebigen Länge eingebaut werden, muß jedoch auch bei Nulldurchfluß voll gefüllt sein. Die Nennweite des Meßgebers muß so gewählt werden, daß die Durchflußgeschwindigkeit beim Bemessungsdurchfluß Q_{bem} mindestens $1,0 \text{ m/s}$ beträgt. Das Elektrodenkabel darf nicht in unmittelbarer Nähe von Starkstromkabeln verlegt werden, um eine Induktion durch Störspannungen auszuschließen.

6 Registrierung und Zählung

Die Durchflußmenge muß registriert werden. Ein nachgeschalteter Zähler mit automatischer Registrierung und gesonderter Ausgabe der Tagesmenge ist zweckmäßig. So ist eine zeitliche Rückverfolgung von Ereignissen möglich. Ein Zähler mit mindestens sechs Dekaden ist zweckmäßig. Der registrierte Meßwert sollte in l/s aufgezeichnet werden.

Zur Ausgabe des Meßsignales muß der Verstärker im Ausgang einen eingepprägten Gleichstrom von 4 mA bis 20 mA (allenfalls 0 mA bis 20 mA) liefern. Das Gerät muß für einen Widerstand von mindestens 300Ω geeignet sein. Die Ausgabe eines digitalen Ausgangssignales, welches zur Weiterleitung bzw. Verarbeitung in ein Prozeßleitsystem geeignet ist, wird empfohlen.

7 Zulässiger Meßfehler

Der registrierte bzw. gezählte Wert darf bei Q_{bem} vom tatsächlichen Durchfluß nicht mehr als 5% abweichen. Der sich so ergebende Absolutwert der Abweichung in l/s gilt

- bei Venturigerinnen von Q_{bem} bis $0,2 Q_{\text{bem}}$
- bei induktiven Durchflußmeßgeräten von Q_{bem} bis $0,1 Q_{\text{bem}}$.

8 Bezugsnormen

ÖNORM B 2402 Durchflußmessung in offenen Meßgerinnen – Venturikanäle

ÖNORM EN ISO 6817 Durchflußmessung von leitfähigen Flüssigkeiten in geschlossenen Leitungen – Verfahren mit magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräten (ISO 6817:1992)

ISO 1438-1975 Liquid flow measurement in open channels using thin plate weirs and venturi flumes

DIN 19559-1 Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Allgemeine Angaben

DIN 19559-2 Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Venturi-Kanäle

9 Hinweis auf andere Unterlagen

ÖNORM B 2400 Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen

ÖNORM M 5875 Ausstattung von kommunalen Kläranlagen mit ortsfest eingebauten Geräten zur Betriebsüberwachung

ÖNORM M 5877 Betriebsüberwachung in kommunalen Kläranlagen – Eigenüberwachung

ÖNORM M 5883 Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Wasser und Abwasser

ÖWAV-Regelblatt Nr. 10 Richtlinien für die Ausführung von Abwassermeßschächten



BGBI. II - Ausgegeben am 27. Mai 2019 - Nr. 133

Wasseruntersuchung

Bestimmung von nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen mit dem Dragendorff-Reagens

ÖNORM

M 6253

Teil 2

*Water analysis;
determination of nonionic surfactants
using Dragendorff reagent*

Auch Normengruppen C und US 2

Vorbemerkung

Diese ÖNORM stimmt inhaltlich weitgehend überein mit ISO 7875/2-1984.

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt eine Methode für die Bestimmung von nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen mit dem Dragendorff-Reagens.

Diese ÖNORM ist auf die Bestimmung von niedrigen Konzentrationen an wismutaktiven Substanzen (BiAS), z. B. nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen vom Typ der Alkylphenol-Alkylenoxid-Addukte und der Alkohol-Alkylenoxid-Addukte anzuwenden, sofern sie durch Strippen entfernt und mit Dragendorff-Reagens gefällt werden können (z. B. Ethoxylate mit etwa 5 bis 30 Ethylenoxidgruppen pro Molekül). Die Methode ist geeignet für Rohabwasser und Abflüsse von Abwasserreinigungsanlagen. Bei der Untersuchung von Oberflächenwässern kann es notwendig sein, große Probenvolumina zu untersuchen (bis 5000 ml).

Die Nachweisgrenze liegt bei einem Gehalt von 0,05 mg je Liter bei einem Probenvolumen von 1000 ml, der optimale Anwendungsbereich liegt bei 0,25 mg bis 0,80 mg in der Analysenprobe.

2 Grundlage des Verfahrens

Die oberflächenaktiven Substanzen werden durch Strippen der Probe nach 6.1 in Ethylacetat von der wäßrigen in die organische Phase übergeführt. Dieses wird abgedampft und die nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen werden mit Dragendorff-Reagens ($\text{KBiJ}_4 + \text{BaCl}_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$) gefällt.

Nach Abtrennen und Auflösen des Niederschlages erfolgt die potentiometrische Bestimmung des Wismuts, welches der Massenkonzentration an nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen äquivalent ist, mit Pyrrolidin-Dithiocarbamat-Lösung. Wismut kann auch mittels Atomabsorptions-Spektrometrie oder UV-Spektrometrie bestimmt werden.

Fortsetzung Seiten 2 bis 8

Nach dieser ÖNORM ist eine Normkennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Textstellen in kursiver Schrift, ausgenommen Formelzeichen, sind nicht Normtext. Zitierungen von Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung. Auslegungen (Interpretationen) und Erläuterungen zu ÖNORMEN sind laut Geschäftsordnung des ON nur dann authentisch, wenn sie vom ON aufgrund einer Beschlüßfassung im zuständigen FNA herausgegeben werden.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

3 Reagenzien

Für die Analyse sind, wenn nicht anders angegeben, nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ und nur destilliertes Wasser oder Wasser vergleichbarer Qualität zu verwenden.

3.1 Natriumchlorid, NaCl

3.2 Natriumhydrogencarbonat, NaHCO₃

3.3 Ethylacetat, C₄H₈O₂, frisch destilliert

3.4 Methanol, CH₃OH, frisch destilliert, in einer Glasflasche aufbewahrt.

3.5 Essigsäure, CH₃COOH, 100% (m/m), ρ = 1,05 g/ml

3.6 Salzsäure-Lösung

1,0 ml HCl (ρ = 1,12 mg/l, 25 % [V/V]) sind zu 100 ml Wasser zuzugeben.

3.7 Methanolische Salzsäure

11,0 ml HCl (ρ = 1,12 mg/l, 25 % [V/V]) sind mit Methanol nach 3.4 auf 100 ml aufzufüllen.

3.8 Schwefelsäure, c (H₂SO₄) ≈ 0,5 mol/l

3.9 Ammoniak-Lösung

10,0 ml Ammoniak (ρ = 0,91 g/ml, 25 % [V/V]) sind zu 250 ml Wasser zuzugeben.

3.10 Ammoniumtartrat-Lösung

12,4 g Weinsäure, C₄H₆O₆, sind zu 12,4 g Ammoniak (ρ = 0,91 g/ml) zuzugeben und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

3.11 Lösung A

1,7 g basisches Wismut(III)oxidnitrat-Monohydrat, BiONO₃ · H₂O, sind in 20 ml Essigsäure nach 3.5 zu lösen und mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

65,0 g Kaliumjodid, KJ, sind in etwa 200 ml Wasser zu lösen.

Beide Lösungen sind in einem 1000-ml-Meßkolben zu vermischen und mit 200 ml Essigsäure nach 3.5 zu versetzen; dann ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Bei dunkler Lagerung ist diese Lösung etwa eine Woche stabil.

3.12 Lösung B

290,0 g Bariumchlorid-Dihydrat, BaCl₂ · 2 H₂O, sind in 1000 ml Wasser zu lösen.

3.13 Fallungsreagens

Zwei Volumsteile Lösung A nach 3.11 und ein Volumteil Lösung B nach 3.12 sind zu mischen.

Diese Lösung ist in einer dunklen Glasflasche etwa eine Woche stabil.

3.14 Acetatpuffer

40,0 g Natriumhydroxid, NaOH, sind in etwa 500 ml Wasser zu lösen und mit 120 ml Essigsäure nach 3.5 zu versetzen. Nach Durchmischen und Kühlen ist im Meßkolben mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

3.15 Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung, $c(\text{C}_5\text{H}_8\text{NNaS}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) \approx 0,5 \text{ mmol/l}$

103,0 mg Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Dihydrat, $\text{C}_5\text{H}_8\text{NNaS}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, sind in etwa 500 ml Wasser zu lösen. Nach Zugabe von 10,0 ml Amylalkohol, $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$, und 0,5 g Natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3 , ist mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

3.16 Kupfersulfat, Stammlösung

1,249 g Kupfer(II)sulfat-Pentahydrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, sind in 50 ml Schwefelsäure nach 3.8 und 200 ml Wasser zu lösen; dann ist mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Zerbrochene und weiche Kristalle dürfen nicht verwendet werden.

3.17 Kupfersulfat, Standardlösung

50,0 ml der Kupfersulfatstammlösung nach 3.16 und 10,0 ml Schwefelsäure nach 3.8 sind mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

3.18 Bromkresolpurpur-Lösung

0,1 g Bromkresolpurpur, $\text{C}_{21}\text{H}_{16}\text{Br}_2\text{O}_5\text{S}$, ist in 100 ml Methanol nach 3.4 zu lösen.

3.19 Kationentauscher-Harz, SO_3H^+ -Form, Korngröße 0,15 mm bis 0,3 mm, alkoholbeständig.

4 Geräte

Alle Glasgeräte sind sorgfältig mit Wasser und ethanolischer Salzsäure ($\approx 10\%$ m/m) zu waschen und anschließend mit Wasser zu spülen.

Übliche Laborgeräte und

4.1 Stripper (siehe Bild)

Zur besseren Reinigung sollte der Apparat nach Möglichkeit mit einem Kugelschliff nach dem Stripper versehen sein. Auch die Halterung sollte lösbar sein.

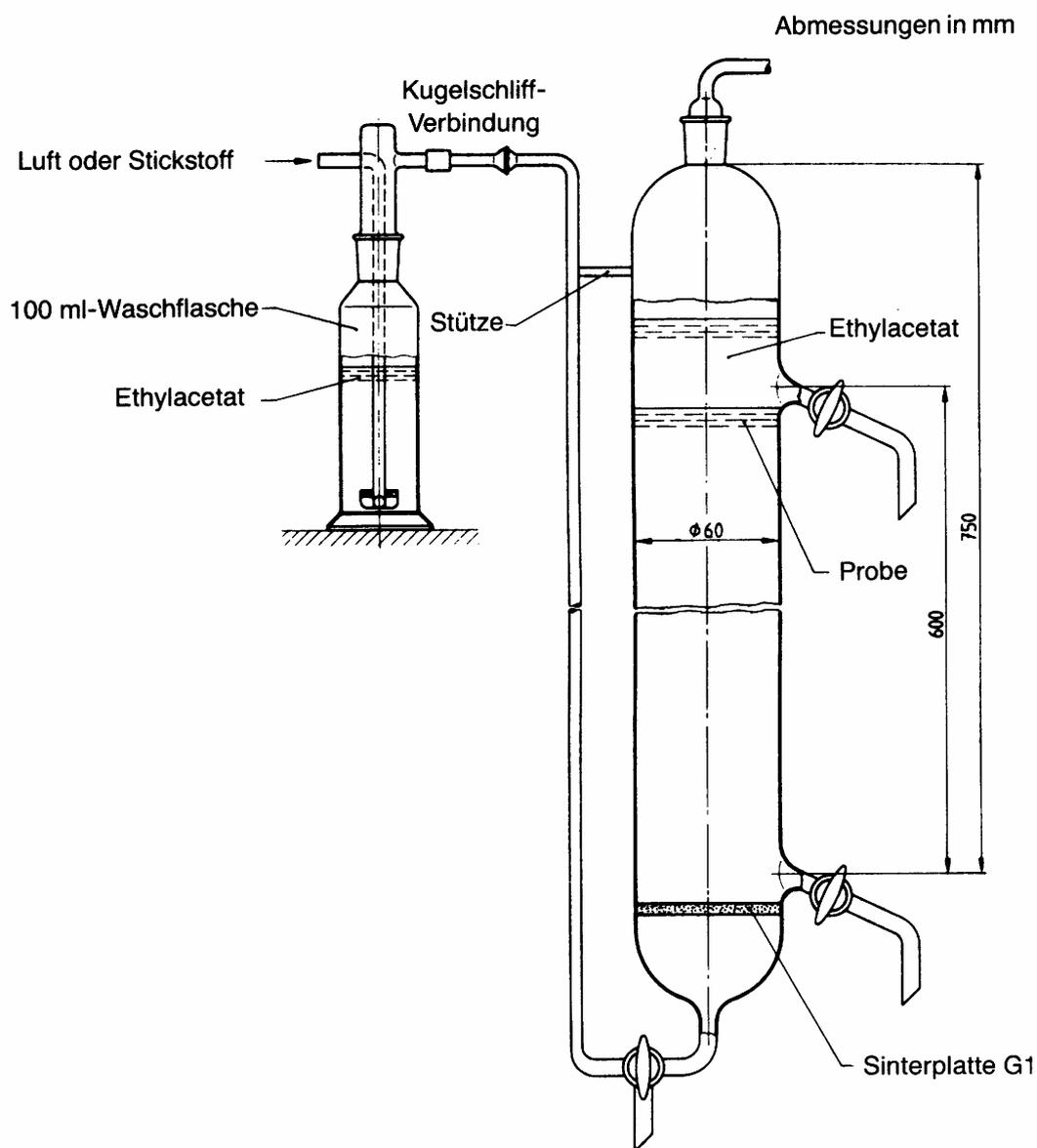


Bild: Stripper

4.2 Ionentauscher-Säule, 16 mm Durchmesser, 200 mm lang.

4.3 Potentiometer, mit Schreiber

Mit Platin/Kalomel- oder Platin/Silberchlorid-Elektroden, Bereich bis 250 mV, mit automatischer Bürette mit 20 ml bis 25 ml Inhalt, oder entsprechende manuell zu bedienende Ausrüstung.

5 Probenentnahme und Proben

Hinweise für die Probenentnahme siehe ÖNORM M 6258¹⁾ und ÖNORM M 6259.

Die ÖNORM M 6258 stimmt teilweise mit ISO 5667/2, die ÖNORM M 6259 teilweise mit ISO/DIS 5667/3 überein.

Proben sollten nicht durch eine Schaumschicht hindurch entnommen werden. Für die Probenentnahme und -lagerung sind saubere Glasflaschen, mit Methanol nach 3.4 gereinigt, zu verwenden. Zur kurzzeitigen Konservierung wird eine Kühlung auf 4 °C empfohlen. Die Zugabe eines Desinfektionsmittels zur Konservierung bis zu vier Tagen (mit 1 % [V/V] einer 40 %igen [V/V] Formaldehydlösung) oder bis zu acht Tagen (Sättigung mit Chloroform) ist zu erwägen.

Die Proben sollten normalerweise frei von suspendierten Stoffen, welche durch Zentrifugieren abgetrennt werden können, sein; sollte eine derartige Abtrennung durchgeführt werden, ist zu beachten, daß an suspendierte Stoffe adsorbierte oberflächenaktive Substanzen dann nicht bestimmt werden.

6 Durchführung

6.1 Anreichern und Abtrennen der oberflächenaktiven Substanzen

Das Gerät nach 4.1 ist in einem gut funktionierenden Abzug aufzustellen, um Ethylacetatdämpfe abführen zu können.

Die Analysenprobe sollte zentrifugiert werden, wenn größere Mengen suspendierter Stoffe - mehr als 0,3 g je Liter - vorhanden sind.

Ein genau abgemessenes Volumen der Laborprobe (Analysenprobe), welche zwischen 0,2 mg und 1,0 mg nichtionische oberflächenaktive Substanzen enthält, ist in den Stripper einzufüllen. Etwa 100 g Natriumchlorid nach 3.1 und 5 g Natriumhydrogencarbonat nach 3.2 sind abzuwägen. Wenn das Probenvolumen größer als 500 ml ist, sind die Salze in fester Form zuzugeben und durch Durchblasen von Stickstoff oder Luft aufzulösen. Bei kleineren Probenvolumina sind die Salze in 400 ml Wasser zu lösen und als Lösung zuzugeben.

Wenn nötig, ist mit Wasser bis zur Höhe des oberen Hahnes aufzufüllen. Dann sind 100 ml Ethylacetat nach 3.3 zuzugeben. Die Waschflasche in der Gasleitung (Stickstoff oder Luft) ist zu zwei Drittel mit Ethylacetat zu füllen. Der Gasstrom durch den Apparat sollte zwischen 20 l und 50 l je Stunde betragen. Es wird empfohlen, ein Durchflußmeßgerät zu verwenden. Der Gasstrom sollte so eingestellt sein, daß die Phasen getrennt bleiben und an der Phasengrenzfläche keine Turbulenzen auftreten. Dadurch wird das Ausmaß der Vermischung und Lösung des Ethylacetats im Wasser gering gehalten. Der Gasstrom ist nach fünf Minuten abzuschalten.

Wenn mehr als 20 % (V/V) der organischen Phase durch Lösen in der wäßrigen Phase verlorengehen, ist die Probe zu verwerfen.

Die organische Phase ist quantitativ in einen Scheidetrichter überzuführen. Wasser im Scheidetrichter - es sollten nur einige ml sein - ist in den Stripper zurückzugeben.

Die Ethylacetat-Lösung ist durch ein trockenes Filter in einen 250-ml-Erlenmeyerkolben zu filtrieren. Dann sind weitere 100 ml Ethylacetat in den Stripper einzubringen und es ist neuerlich Stickstoff oder Luft während fünf Minuten durchzublasen. Die organische Phase ist in denselben Scheidetrichter abzulassen, durch denselben Filter zu filtrieren und mit der ersten Lösung zu vereinigen. Scheidetrichter und Filter sind mit 25 ml Ethylacetat

¹⁾ Bis zur Herausgabe der ÖNORM M 6258 ist ISO 5667/2 heranzuziehen.

zu waschen. In einem Abzug ist das gesamte Ethylacetat auf dem Wasserbad abzdampfen. Zur Beschleunigung des Vorgangs ist Luft auf die Oberfläche der Lösung zu blasen.

6.2 Blindprobe

Mit jeder Probenreihe ist parallel eine Blindprobe mitzuführen, die aus 5 ml Methanol nach 3.4 und 40 ml Wasser besteht. Der Verbrauch an Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung muß unter 1 ml liegen, sonst müssen die Reagenzien auf ihren Schwermetall-Gehalt überprüft werden.

6.3 Fällung und Filtration

Der trockene Rückstand von 6.1 ist nach Entfernen der Störsubstanzen (siehe Abschnitt 8) in 5 ml Methanol nach 3.4 zu lösen, in ein Becherglas zu überführen und mit 40 ml Wasser und 0,5 ml Salzsäure nach 3.6 zu versetzen. Unter Rühren mit dem Magnetrührer sind mit der Meßpipette oder der Meßbürette tropfenweise 30 ml Fällungsreagens nach 3.13 zuzugeben. Der Niederschlag entsteht während des Rührens. Nach 10 Minuten ist das Rühren zu beenden und noch mindestens weitere 5 Minuten zu warten.

Ein Glasfiltertiegel (Porengröße 4, Inhalt 40 ml) ist mit einem geeigneten Adapter auf eine 500-ml-Saugflasche aufzusetzen. Zum Schutz der Fritte darf ein Glasfaserfilter eingelegt werden. Das Glasfaserfilter ist vorher mit etwa 2 ml Essigsäure nach 3.5 bei Unterdruck zu befeuchten, dann ist durch die Fritte zu filtrieren (Gummimanschetten dürfen keinesfalls mit den Reagenzien in Beruhung kommen). Es wird empfohlen, eine Polyethylenspritzflasche für die Essigsäure zu verwenden. Es ist nicht notwendig, den Niederschlag quantitativ auf das Filter zu überführen, weil der gelöste Niederschlag vor der Titration in dasselbe Becherglas zuruckgeleert wird, eventuelle Niederschlagsreste werden dann aufgelöst.

6.4 Auflösen des Niederschlags

Der Filtertiegel ist in einem Glasadapter auf eine 350-ml-Saugflasche aufzusetzen. Der Niederschlag ist durch dreimalige Zugabe von je 10 ml heißer (etwa 80 °C) Ammoniumtartrat-Lösung nach 3.10 aufzulösen. Der Inhalt der zweiten Saugflasche und weitere 20 ml heißer Tartrat-Lösung sind in das Becherglas zu überführen, um den restlichen Niederschlag aufzulösen. Tiegel, Adapter und Saugflasche sind mit weiteren 20 ml heißer Tartrat-Lösung sorgfältig zu waschen, um Niederschlagsreste aufzulösen. Tiegel, Adapter und Saugflasche sind sorgfältig mit 100 ml bis zu 150 ml Wasser zu waschen; dieses ist ebenfalls in das Becherglas zu überführen.

6.5 Titerstellung der Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung

Die Konzentration der Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung nach 3.15 ist vor jeder Verwendung zu überprüfen, bei routinemäßig durchgeführten Bestimmungen einmal täglich. Dazu wird eine Mischung aus 10 ml Kupfersulfat-Standardlösung nach 3.17, 10 ml Acetatpuffer nach 3.14 und 100 ml Wasser titriert (siehe 6.6).

Der Faktor der Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung wird nach der Gleichung

$$t = \frac{V_1}{V_2}$$

berechnet.

Hierin bedeutet:

V_1 das Volumen der Standardlösung in ml (hier 10 ml)

V_2 den Verbrauch an Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung in ml

6.6 Titration

Unter Rühren mit einem Magnetrührer sind der Lösung gemäß 6.4 einige Tropfen Bromkresolpurpur-Lösung nach 3.18 und Ammoniak-Lösung nach 3.9 hinzuzufügen, bis die Farbe nach violett umschlägt (die Lösung kann wegen des Waschens mit Essigsäure leicht sauer sein).

Dann sind 10 ml Acetatpuffer nach 3.14 zuzugeben und die Elektroden einzutauchen; danach ist mit in die Lösung eingetauchter Büretten spitze mit Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung nach 3.15 bis nach dem

Potentialabfall zu titrieren. Die Titrationsgeschwindigkeit ist auf 2 ml je Minute einzustellen, der Papiervorschub auf etwa 4 cm je Minute.

Der Endpunkt ist der Schnittpunkt der Tangenten der beiden Äste der Potentialkurve. Manchmal können die Knicke in den Potentialkurven abgeflacht sein; das kann durch sorgfältige Reinigung der Platinelektroden (Putzen mit feinem Schmirgelpapier) behoben werden.

7 Angabe der Ergebnisse

7.1 Berechnung

Da jede nichtionische oberflächenaktive Substanz ihren eigenen Umrechnungsfaktor, abhängig von der Ethylenoxidkette, hat, wird die Berechnung im allgemeinen auf eine Standardsubstanz bezogen. Zu diesem Zweck eignet sich ein Nonylphenol mit 10 Ethylen-oxid-Einheiten (NP 10). Für diese Substanz wurde ein empirischer Faktor von 54 Einheiten bestimmt. Das bedeutet, daß 1 ml Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung nach 3.15 54 µg NP 10 entspricht.

Die Massenkonzentration β der Probe an nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen in mg/l, ausgedrückt als NP 10, ist zu berechnen aus:

$$\beta = \frac{(b - c) \cdot t \cdot f}{a}$$

Hierin bedeutet:

- a das Probenvolumen in ml
- b den Verbrauch der Probe an Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung in ml
- c den Verbrauch der Blindprobe an Natrium-pyrrolidin-1-dithiocarbonsäure-Lösung
- t den Faktor der Natrium-pyrrolidin-1 -dithiocarbonsäure-Lösung (siehe 6.5)
- f den Berechnungsfaktor (54 mg/l)

7.2 Reproduzierbarkeit

Im Konzentrationsbereich von etwa 0,5 mg/l bis 1,0 mg/l wurde die relative Standardabweichung $s_r = \pm 10 \%$ berechnet.

8 Störungen

Anionische oberflächenaktive Substanzen bis zum zehnfachen Überschuß stören nicht. Kationische oberflächenaktive Substanzen werden mitbestimmt und müssen, wenn nötig, durch Ionenaustausch abgetrennt werden. Obwohl das Strippen Polyethylenglykole und die meisten nichtoberflächenaktiven Stoffe, welche sonst stören würden, ausschließt, gibt es wenige genaue Informationen über Störsubstanzen und ihre Effekte. In Proben mit hohem Anteil an suspendierten Feststoffen kann die Gesamterfassung erschwert sein (siehe 6.1).

Kationische oberflächenaktive Substanzen reagieren mit dem Fällungsreagens nach 3.13 und täuschen eine nichtionische oberflächenaktive Substanz vor. Sind sie vorhanden, müssen sie folgendermaßen entfernt werden:

Der Verdampfungsrückstand des Ethylenacetatextraktes ist in etwa 20 ml Methanol nach 3.4 zu lösen und durch eine Ionentauschersäule nach 4.2, gefüllt mit 10 ml Kationentauscher-Harz nach 3.19, laufen zu lassen. Der Durchfluß ist auf schnelles Tropfen einzustellen. Die Säule ist mit etwa 50 ml bis 60 ml Methanol zu waschen, die vereinigten Methanol-Lösungen sind im Abzug auf dem Wasserbad einzudampfen. Weiter ist nach 6.3 vorzugehen. Wenn höhere ethoxylierte oberflächenaktive Substanzen erwartet werden (mehr als 25 Ethylenoxidgruppen pro Molekül), ist eine Mischung aus vier Volumsteilen Methanol und einem Volumsteil Dichlormethan anstatt des reinen Methanols zu verwenden.

Das Kationentauscher-Harz ist vor jeder Verwendung mit methanolischer Salzsäure-Lösung nach 3.7 zu regenerieren.

Die Säule ist dann mit Methanol zu spülen, bis bei Zugabe von Methylrot keine Reaktion mehr auftritt. Das Kationentauscher-Harz ist unter Methanol aufzubewahren.

9 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Daten zu umfassen:

- (1) Hinweis auf diese ÖNORM
- (2) genaue Bezeichnung der Probe
- (3) genaue Beschreibung der angewendeten Methode
- (4) Ergebnis und Berechnungsweise
- (5) besondere Vorfälle, die nicht in dieser ÖNORM geregelt sind
- (6) alle Vorgänge, die nicht in dieser ÖNORM geregelt sind, oder nicht zwingend vorgeschrieben werden
- (7) Name und Unterschrift des für die Prüfung Verantwortlichen

10 Zitierte Normen

- ÖNORM M 6258¹⁾ Wasseruntersuchung; Probenentnahme; Richtlinien für die Probenentnahme-Technik (in Vorbereitung)
- ÖNORM M 6259 Wasseruntersuchung; Konservierung und Behandlung von Wasserproben
- ISO 5667/2-1982 Water quality; sampling; guidance on sampling techniques
Wasseruntersuchung; Probenentnahme; Richtlinien für die Probenentnahme-Technik
- ISO/DIS 5667/3-1985 Water quality; sampling; guidance on the preservation and handling of samples
Wasseruntersuchung; Probenentnahme; Konservierung und Behandlung von Wasserproben
- ISO 7875/2-1984 Water quality; determination of surfactants; determination of non-ionic surfactants using Dragendorff reagent
Wassergüte; Bestimmung von oberflächenaktiven Substanzen; Bestimmung von nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen mit dem Dragendorff-Reagens

11 Hinweise auf andere Normen

- ÖNORM M 6253 Teil 1 Wasseruntersuchung; Bestimmung von anionischen oberflächenaktiven Substanzen mit der spektrophotometrischen Methode mittels Methylenblau
- ISO 7875/1-1984 Water quality; determination of surfactants; determination of the anionic surfactants by the methylene blue spectrometric method
Wasseruntersuchung; Bestimmung von oberflächenaktiven Substanzen; Bestimmung von anionischen oberflächenaktiven Substanzen mit der spektrometrischen Methode mittels Methylenblau

¹⁾ Bis zur Herausgabe der ÖNORM M 6258 ist ISO 5667/2 heranzuziehen.



Wasseruntersuchung

Richtlinien für die Probenentnahme-Technik

Probenentnahme von Abwasser

ÖNORM

M 6258

Water analysis –
Guidance on sampling technique –
Sampling of waste water

Analyse de l'eau –
Guide général sur les techniques
d'échantillonnage – Echantil –
lonnage des eaux usées

Vorbemerkung

Abwasser ist ein dem natürlichen Kreislauf entzogenes und in seiner Beschaffenheit chemisch und/oder physikalisch nachteilig verändertes Wasser (ÖNORM B 2500). Die verschiedenen Abwässer enthalten vielfach neben den gelösten oder emulgierten verunreinigenden Stoffen auch Feststoffe verschiedener Korngrößen und Grobstoffe, die sowohl Sinkstoffe als auch Schwimmstoffe sein können. Handelt es sich um rasch sedimentierende oder aufschwimmende Stoffe, dann ist eine repräsentative Probenentnahme unter Einschluß dieser Stoffe meist nicht möglich. Der Gehalt an diesen Stoffen muß dann – sofern erforderlich – gesondert ermittelt werden, diese Ermittlung ist nicht Gegenstand dieser ÖNORM.

Die Abwässer können sowohl hinsichtlich ihrer Zusammensetzung als auch hinsichtlich ihrer Menge zeitlich variieren oder auch nur stoßweise anfallen. Bei der Beurteilung von Abwasser spielt außer der Zusammensetzung auch die Temperatur des Abwassers zum Zeitpunkt der Probenentnahme eine Rolle. Auch die Witterung zum Zeitpunkt der Probenentnahme ist wichtig.

Abwasser kann, etwa durch Niederschläge, Schmelzwasser oder Fremdwasser, verändert werden.

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM ist für die Entnahme von Proben aus Abwasser aller Art anzuwenden. Durch die Anwendung dieser ÖNORM soll sichergestellt werden, daß für die nachfolgenden Untersuchungen repräsentative Proben entnommen werden und vergleichbare Untersuchungsergebnisse sichergestellt sind.

Diese ÖNORM legt eine einheitliche Vorgangsweise bei der Entnahme von Abwasserproben sowie bei der nachfolgenden Behandlung und beim Transport fest.

Diese ÖNORM ist nicht auf die Erfassung von rasch sedimentierenden und/oder aufschwimmenden Stoffen und von Grobstoffen und Schlämmen anzuwenden.

Für die Probenentnahme von Schlämmen ist ÖNORM M 6291 anzuwenden.

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Abwasserarten (im Sinne dieser ÖNORM):

- (1) einheitliches Abwasser definierter Menge, das aus einer Produktions- oder BehandlungschARGE entstanden ist;
- (2) kontinuierlich aus einem bestimmten Produktionsprozeß entstandenes Abwasser gleicher oder schwankender Menge;
- (3) kontinuierlich aus einem bestimmten Produktionsprozeß entstandenes Abwasser schwankender Konzentration und Menge;
- (4) vereinigte Abwässer aus verschiedenen Anfallstellen; diese Abwässer weisen stets qualitative und quantitative Schwankungen auf (Kanalabwässer aller Art).

2.2 Stichprobe:

Probe, die an einem bestimmten Punkt zu einer bestimmten Zeit gezogen wird.

2.3 Sammelprobe:

Probe, die aus mehreren über Raum und/oder Zeit gemittelten Einzelproben besteht.

Fortsetzung Seiten 2 bis 7

Nach dieser ÖNORM ist eine Kennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.
Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

Verkauf von ÖNORMEN und andere Normen durch:
Österreichisches Normungsinstitut (ON), Heinestraße 38,
Postfach 130, A-1021 Wien, Telefon: (0222) 26 75 35,
Telex: 115960 norm a, Telefax: (0222) 26 75 52

© ON – 1992
Alle Rechte vorbehalten; Nachdruck oder Vervielfältigung,
Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger
nur mit Zustimmung des ON gestattet!

PG 10

2.4 Mischprobe:

Sammelprobe, die über eine festgelegte Strecke, Fläche oder über einen Rauminhalt gemittelt ist.

2.5 Dauerprobe:

Sammelprobe, die über einen festgelegten Zeitabschnitt gemittelt ist.

2.6 zeitproportionale Dauerprobe:

Sammelprobe, bei der in konstanten Zeitabständen konstante Probenvolumina entnommen und vereinigt werden.

Derartige Proben eignen sich zur Bestimmung von Mittelwerten und Meßgrößen während eines bestimmten Zeitabschnittes. Eine Frachtberechnung ist nur bei gleichbleibendem Abflußvolumen oder gleichbleibender Konzentration der Meßgröße möglich.

2.7 mengenproportionale Dauerprobe:

Sammelprobe, bei der in konstanten Zeitabständen dem jeweiligen Durchfluß proportionale Probenvolumina oder konstante Probenvolumina in dem Durchfluß proportionalen Zeitabständen (Intervaldosierung) entnommen und vereinigt werden.

Derartige Proben sind auch bei schwankenden Abflußvolumina zur Frachtermittlung geeignet.

2.8 Durchschnittsprobe:

Dauerproben, die während einer Minstdauer von 24 h und/oder einer Dauer von mehreren aufeinanderfolgenden Tagen entnommen werden.

2.9 repräsentative Probe:

Probe, deren Eigenschaften weitestgehend den Durchschnittseigenschaften der Gesamtmenge des Abwassers entsprechen.

Die Begriffsbestimmungen 2.2 bis 2.7 sind mit jenen der ÖNORM M 5881 identisch.

3 Geräte

Probenentnahmegерäte und Probenbehälter sind sorgfältig zu reinigen. Die Art der Reinigung und das Behältermaterial sind auf die im Anschluß zu bestimmenden Parameter abzustimmen.

3.1 Werkstoffe

Diejenigen Werkstoffe, die mit dem Abwasser in Berührung kommen, sind so zu wählen, daß eine Veränderung der Wasserprobe möglichst ausgeschlossen ist. Gummi ist

nicht geeignet, da bei diesem Werkstoff Fehler durch Adsorption und Desorption auftreten.

Sind Veränderungen durch Diffusion zu erwarten, dürfen nur Glas-, Borosilikatglas- oder Metallbehälter eingesetzt werden.

Für die Bestimmung von flüchtigen gelösten Stoffen müssen grundsätzlich Glasflaschen mit eingeschliffenem Glasstopfen eingesetzt werden, Kunststoffe dürfen nicht verwendet werden.

Müssen Proben eingefroren werden, sind nur Kunststoff- oder Metallbehälter verwendbar.

Auf ÖNORM M 6259 wird hingewiesen.

3.2 Geräte für die händische Probenentnahme**3.2.1 Schöpfbecher**

Schöpfbecher sind einseitig offene Gefäße, die an Stangen oder Leinen befestigt sein können.

Sie sind geeignet zur Entnahme von Proben aus oberflächennahen Wasserschichten.

3.2.2 Schöpfgeräte

Schöpfgeräte sind durch Klappen oder Ventile verschließbare Hohlkörper.

Sie dienen insbesondere zur Entnahme von Wasserproben aus größeren sowie aus definierten Wassertiefen.

3.2.3 Dauerprobenentnahmegерäte gemäß ÖNORM M 5881

Diese Geräte bestehen aus einer Fördereinrichtung, einer Steuerungseinrichtung, einer Dosiereinrichtung, einem Probenverteiler und einem Probenaufbewahrungsteil. Eine Trennung der Fördereinrichtung vom eigentlichen Probenentnahmegерät ist zweckmäßig.

4 Durchführung

Bei der Entnahme von Proben ist auf mögliche Gefahrenmomente zu achten (geöffnete Schächte, Betreten von Kanalschächten, Kanaldeckel in Verkehrsflächen), die einschlägigen Sicherheitsvorschriften sind einzuhalten.

Die Probenentnahme und die Festlegung der Probenmenge ist in der Regel vom Untersuchungslabor vorzugeben. Nimmt die untersuchende Anstalt die Beurteilung nicht selbst vor, ist auch die Absprache mit der beurteilenden Stelle notwendig.

4.1 Entnahmestelle

Die Probenentnahmestelle muß so gewählt werden, daß repräsentative Proben erhalten werden. Sie ist genau zu beschreiben, damit sie jederzeit wiedergefunden werden kann.

Für wiederkehrende Probenentnahmen ist von Zeit zu Zeit zu prüfen, ob die Probenentnahmestelle beibehalten werden kann.

Es kann nützlich sein, die Probenentnahmestelle photographisch zu dokumentieren

4.2 Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenentnahme

Abhängig vom Zweck der Probenentnahme können Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Probenentnahme sehr unterschiedlich sein, behördliche Vorschriften sind zu berücksichtigen.

Die Zusammensetzung aller Abwässer unterliegt Schwankungen. Ob zufällige oder systematische Schwankungen vorliegen, kann an Einzelproben mit Hilfe der Statistik erkannt werden (ISO 5667-1 ist zu beachten).

4.3 Probenentnahme für die Untersuchung der Abwasserbeschaffenheit

Abhängig vom Untersuchungszweck sind Stichproben oder Dauerproben über einen bestimmten Zeitabschnitt zu entnehmen.

Sollen flüchtige Stoffe oder gelöste Gase bestimmt werden (z. B. flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, Benzin, flüchtige aromatische Stoffe, Wasserstoffsulfid, Ammoniak o. ä.), dürfen keine Dauerproben entnommen und das Probenvolumen darf nicht über Vakuum angesaugt werden. Die Proben für die nachfolgende Bestimmung dieser Parameter sind in Form von Stichproben in Glasflaschen mit Glasschliffstopfen zu entnehmen, die Flaschen sind langsam bis zum Überlaufen zu füllen. Soll der zeitliche Verlauf der Konzentration beobachtet werden, müssen diese Stichproben in entsprechend kurzen Zeitabständen entnommen werden.

Werden Dauerproben über mehr als 2 h gesammelt, müssen die absetzbaren Stoffe gemäß ÖNORM M 6271 getrennt in Stichproben oder Zwei-Stunden-Dauerproben bestimmt werden, da durch die längere Probensammlung überhöhte Werte entstehen können.

Bei der Probenentnahme ist darauf zu achten, daß das entnommene Probenvolumen für die durchzuführenden Untersuchungen ausreicht. Das Probenvolumen ist vorzugsweise im Einvernehmen mit dem Untersuchungslabor festzulegen.

Bei zeitproportionalen Dauerproben sollten die Zeitintervalle zwischen den Einzelproben-Entnahmen bei Zwei-Stunden-Dauerproben nicht mehr als 5 min, bei Tagesdauerproben nicht mehr als 30 min betragen. Bei stark schwankender Abwasserbeschaffenheit müssen die Intervalle kürzer gewählt werden.

4.4 Probenentnahme zur Ermittlung des Wirkungsgrades einer Abwasserreinigungsanlage

Bei der Ermittlung des Wirkungsgrades einer Abwasserreinigungsanlage kann es erforderlich sein, die Proben der

Verweilzeit des Wassers entsprechend zeitlich versetzt dem Abwasserstrom zu entnehmen. Stichproben sind für diesen Zweck im allgemeinen ungeeignet, andererseits werden bei zu langer Probenentnahmedauer Konzentrationsschwankungen nicht erkannt.

4.5 Probenentnahme bei besonderen Vorkommnissen

Beim Auftreten besonderer Vorkommnisse (z. B. Gebrechen, Einleitung von die Abwasserreinigungsanlage beeinträchtigenden Stoffen) ist meist nur die Entnahme von Stichproben möglich, die zeitgerecht zu entnehmen sind. Da eine einzelne Stichprobe wenig aussagt, sollten mehrere Proben in sinnvollen Zeitabständen an derselben Stelle entnommen werden.

Es kann auch notwendig sein, an mehreren Stellen Stichproben zu entnehmen, da erst eine Anzahl raum- und zeitüberdeckender Proben ein klares Bild ergibt.

4.6 Probenentnahme für orientierende und systematische Untersuchungen

Für orientierende Untersuchungen, die über eine grobe Abschätzung der Abwasserzusammensetzung nicht hinausgehen, reichen im allgemeinen einige Stichproben.

Für systematische Untersuchungen, wie sie z. B. zur Ermittlung von Korrelationen und zur Aufstellung von Bilanzen notwendig sind, können zahlreiche Dauerproben erforderlich sein.

5 Probenentnahmetechnik

Die Proben sind im Regelfall aus etwa 20 cm Wassertiefe zu entnehmen, um Verfälschungen durch aufschwimmende Stoffe zu vermeiden. Handhabungen – wie etwa Umfüllen, Schütteln o. ä. – der Proben sind auf ein Minimum zu beschränken, da dadurch Veränderungen der Probe eintreten können.

Das Probenvolumen ist auf Untersuchungsprogramm und -umfang abzustimmen, es kann zwischen einigen Millilitern und einigen Litern schwanken.

Proben für die Untersuchung zahlreicher Inhaltsstoffe müssen an Ort und Stelle auf mehrere kleinere Probenbehälter aufgeteilt werden, um die für die einzelnen Bestimmungen notwendigen Konservierungsschritte ermöglichen zu können. Die Proben sind vor der Teilung gut zu durchmischen.

Abwasserproben sollten nicht durch Schütteln gemischt werden, da Schaumbildungen auftreten können und der Sauerstoffgehalt verändert wird. Gut bewährt hat sich das Mischen mit einem umgekehrten Trichter oder einem Rührstab mit Lochscheibe (siehe z. B. ÖNORM N 2500), der im Abwasser auf- und abbewegt wird. Ist das nicht möglich, sollte die Probe kurz vor dem Abfüllen in die Transportgefäße durch Rühren gut durchgemischt werden.

Um auch ungelöste Stoffe repräsentativ entnehmen zu können, muß die Probenentnahmetechnik so gewählt werden, daß keine Entmischung stattfindet.

Erfolgt die Probenentnahme im Ablauf zum Vorfluter, ist auf einen möglichen Rückstau oder auf eine Gegenströmung aus dem Vorfluter zu achten.

Abwasserproben aus nicht durchflossenen Sammelbehältern oder Sammelbecken sind sofort nach guter Durchmischung zu entnehmen.

Zur Ermittlung der Fracht sind bei gleichbleibenden oder nur gering schwankenden Abwasserfrachten zeitproportionale Dauerproben zu entnehmen. Schwankt der Abfluß stark, sind nur durchflußproportionale Dauerproben zulässig.

6 Vorbehandlung, Transport und Konservierung der Proben

Die gefüllten Probenbehälter sind fest zu verschließen, kühl und dunkel zu lagern und so rasch wie möglich der Analyse zuzuführen. Sie sind mit einer eindeutigen Probenkennzeichnung und dem Entnahmedatum deutlich und dauerhaft zu versehen.

Da sich Rohabwasser und teilbiologisch gereinigtes Abwasser durch biologische Umsetzungen besonders schnell verändern, müssen vor allem diese Abwässer durch geeignete Vorbehandlungs- und Konservierungsmaßnahmen vor wesentlichen Veränderungen bewahrt werden. ÖNORM M 6259 enthält die für die einzelnen Parameter notwendigen Konservierungsmaßnahmen.

Alle während oder nach der Probenentnahme durchgeführten Vorbehandlungs- und Konservierungsmaßnahmen sind im Probenentnahmeprotokoll gemäß Abschnitt 7 anzugeben. Meßgrößen (z. B. Temperatur, pH-Wert), bei denen keine Konservierung möglich ist, müssen an Ort und Stelle bestimmt werden.

Auch die absetzbaren Stoffe gemäß ÖNORM M 6271 müssen an Stichproben an Ort und Stelle bestimmt werden, da durch das Stehenlassen der Probe Veränderungen im Verhältnis von gelösten zu ungelösten Stoffen auftreten können.

Proben, an denen ein biologischer Test (etwa der Fischtest gemäß ÖNORM M 6263 Teil 1 oder DIN 38 412 Teil 20) vorgenommen werden soll, sind umgehend dem Untersuchungslabor zuzuleiten.

Behälter mit Proben für einige biologische Untersuchungen dürfen nicht vollständig gefüllt werden, um das Entstehen von anaeroben Verhältnissen während des Transportes zu vermeiden. Auch bei bestimmten anderen Parametern (z. B. Kohlenwasserstoffe) darf der Behälter nicht vollständig gefüllt werden.

Als Konservierungsmaßnahmen kommen Kühlung auf etwa 4°C, Einfrieren auf mindestens -18°C oder die Zugabe bestimmter Chemikalien in Frage (siehe ÖNORM M 6259).

Die geringsten Veränderungen der Probe entstehen durch die Kühlung. Beim Einfrieren können nach dem Auftauen oft Ausflockungen auftreten, es muß daher neuerlich homogenisiert werden.

Die Konservierung mit Chemikalien ist nur dann zulässig, wenn die zugegebene Chemikalie die nachfolgenden Analysen nicht stört.

ÖNORM M 6259, DIN 38 411 Teil 1 und DIN 38 412 Teil 1 sind zu beachten.

7 Probenentnahmeprotokoll

Dem Probenentnehmer sollte eine Kontroll-Liste vorliegen, die die an Ort und Stelle durchzuführenden Messungen und die aufzuzeichnenden Daten enthält. Die an Ort und Stelle durchzuführenden Messungen und die aufzuzeichnenden Daten sind in ein Probenentnahmeprotokoll aufzunehmen, das dem Laboratorium für die Auswertung dient. Für Routineproben sind Formulare empfehlenswert.

Da alle Wahrnehmungen während der Probenentnahme für die Auswertung der nachfolgenden Analysen wichtig sein können, sollte die Probenentnahme möglichst von der auswertenden und beurteilenden Stelle vorgenommen werden. Über die an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen ist ein möglichst genauer Ortsbefund zu verfassen.

Bei der Abfassung des Probenentnahmeprotokolls sind die Begriffsbestimmungen des [Abschnittes 2](#) zu beachten.

Das Probenentnahmeprotokoll hat weiters folgende Angaben zu enthalten:

- Gegenstand und Zweck der Untersuchung (Betrieb, Kanalabschnitt, Anlage o. ä.), Auftraggeber;
- Ort, Datum, Uhrzeit und Dauer der Probenentnahme, Probenentnehmer, eventuell weitere Anwesende;
- genaue Bezeichnung der Probenentnahmestelle(n);
- Art der Probenentnahme;
- Wetterverhältnisse und Lufttemperatur;
- Ergebnisse der Durchflußmessung;
- Bezeichnung der entnommenen Proben;
- Ergebnisse der an Ort und Stelle vorgenommenen Messungen;
- Angaben über Probenvorbereitung und Probenkonservierung;
- Angaben über den Probentransport;
- Datum des Einganges der Proben im Laboratorium;
- Anzahl und Volumen der Proben oder Teilproben;
- gegebenenfalls Angaben über Abweichungen von dieser ÖNORM.

Gegebenenfalls kann das erforderliche Analysenprogramm für die einzelnen Proben angegeben werden.

Es kann in besonderen Fällen notwendig sein, dem Protokoll eine Lageskizze beizufügen.

Ergänzend können auch Angaben über die Lagerbedingungen der Wasserproben bis zur Übergabe an das Laboratorium, über die Entnahme von Gegenproben und über die

Beobachtung nachträglicher Veränderungen gemacht werden.

[Anhang A](#) enthält ein Beispiel eines Formulars für ein Probenentnahmeprotokoll für Abwasser.

8 Bezugsnormen

- ÖNORM M 5881 Anforderungen an Dauerprobenentnahmegeräte für die Entnahme von Wasserproben
- ÖNORM M 6259 Wasseruntersuchung; Konservierung und Behandlung von Wasserproben
- ÖNORM M 6263 Teil 1 Testverfahren mit Wasserorganismen; Bestimmung der akuten Toxizität von Wasserinhaltsstoffen gegenüber *Salmo gairdneri* Richardson (Regenbogenforelle); statischer Test
- ÖNORM M 6271 Wasseruntersuchung; Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe im Wasser und Abwasser
- ISO 5667-1:1980 Water quality; sampling; part 1: guidance on the design of sampling programmes
Wassergüte; Probenentnahme; Teil 1: Richtlinien für die Erstellung von Probenentnahmeprogrammen

DIN 38 411 Teil 1 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; mikrobiologische Verfahren (Gruppe K); Vorbereitung zur mikrobiologischen Untersuchung von Wasserproben (K 1)

DIN 38 412 Teil 1 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L); Allgemeine Hinweise zur Planung, Durchführung und Auswertung biologischer Testverfahren (L 1)

DIN 38 412 Teil 20 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L); Bestimmung der Giftwirkung von Abwässern auf Fische – Fischtest (L 20)

9 Hinweis auf andere Unterlagen

- ÖNORM B 2500 Abwassertechnik; Entstehung und Entsorgung von Abwasser; Begriffsbestimmungen und Zeichen
- ÖNORM M 6291 Untersuchung von Klärschlämmen, Probenentnahme
- ÖNORM N 2500 Milch und Milchprodukte; Methoden der Probenentnahme

Kühlung der Probe auf etwa 4° C:

während der Probenentnahme ja nein; während des Transports ja nein

Dunkelhalten der Probe bei Entnahme und Transport: ja nein

Konservierungsmaßnahme:

für Parameter Kennzeichnung der Probe

Konservierungsmittel und -menge
.....

für Parameter Kennzeichnung der Probe

Konservierungsmittel und -menge
.....

für Parameter Kennzeichnung der Probe

Konservierungsmittel und -menge
.....

Die Probenentnahme und obige Arbeiten haben ausgeführt:

Sonstige Anwesende:
.....

Name/Institution:

Unterschrift:

Die Proben wurden übergeben:

am um Uhr an

Ortsbefund:

Bemerkungen:
.....
.....
.....



Wasseruntersuchung

Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs

ÖNORM

M 6265

Water analysis; determination of the chemical oxygen demand

Stimmt inhaltlich überein mit (=) ISO 6060:1989

Qualité de l'eau; détermination de la demande chimique en oxygène

Vorbemerkung

Diese ÖNORM stimmt inhaltlich überein mit ISO 6060:1989, ergänzend dazu wird im [Anhang](#) ein Kurzzeitverfahren zusätzlich beschrieben.

Im Rahmen des CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ wird auch die Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfes bearbeitet werden, ISO 6060:1989 dient als Arbeitsunterlage.

Der nach der Dichromatmethode bestimmte Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) eines Wassers kann als ungefähres Maß für den theoretischen Sauerstoffbedarf- das heißt, für den Sauerstoffverbrauch bei der vollständigen chemischen Oxidation der organischen Inhaltsstoffe zu anorganischen Endprodukten (siehe auch [Abschnitt 9](#)) - angesehen werden. Das Ausmaß der Übereinstimmung der Analysenergebnisse mit dem theoretischen Wert hängt primär von der Vollständigkeit der Oxidation ab. Eine große Anzahl organischer Verbindungen wird zwischen 80 % und 90 % oxidiert. Wenn in einem Wasser, wie etwa einem kommunalen Abwasser, diese Verbindungen vorherrschen, ergibt der CSB-Wert einen realistischen Schätzwert für den theoretischen Sauerstoffbedarf. Für andere Wässer, die hohe Anteile an unter den Reaktionsbedingungen schwer oxidierbaren Substanzen enthalten, ergibt der CSB keinen guten Anhaltspunkt. Dies kann bei einigen Industrieabwässern der Fall sein.

Die Bedeutung des CSB hängt von der Zusammensetzung des zu untersuchenden Wassers ab; das sollte bei der Beurteilung der nach der in dieser ÖNORM beschriebenen Methode erhaltenen Werte berücksichtigt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt ein Verfahren für die Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB) in Wasser.

Das Verfahren ist anwendbar auf Wässer mit einem CSB zwischen 30 mg/l und 700 mg/l. Der Chloridgehalt darf nicht über 1000 mg/l liegen. Wasserproben, die diesen Anforderungen entsprechen, können direkt analysiert werden.

Liegt der CSB über 700 mg/l, wird die Wasserprobe verdünnt. Am genauesten arbeitet die Methode im Bereich von 300 mg/l bis 600 mg/l.

Bei den vorgegebenen Reaktionsbedingungen werden organische Verbindungen weitgehend oxidiert. Ausnahmen bilden Verbindungen mit bestimmten Strukturelementen (z. B. Pyridinringe, quaternäre Stickstoffverbindungen). Flüchtige hydrophobe Substanzen können verdampfen und dadurch der Oxidation entgehen. Anorganische Verbindungen, die unter den Reaktionsbedingungen oxidiert werden, sind z. B.

- Bromid- und Jodidionen;
- bestimmte Schwefelverbindungen;
- Nitriten und
- bestimmte Metallverbindungen.

Andererseits können auch einige Verbindungen unter den vorgegebenen Bedingungen als Oxidationsmittel reagieren. Je nach dem Verwendungszweck der Analysenergebnisse sind diese Tatsachen zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Störungen, besonders durch Chloride, wird auf [Abschnitt 9](#) verwiesen.

Fortsetzung Seiten 2 bis 8

Nach dieser ÖNORM ist eine Normkennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Textstellen in kursiver Schrift, ausgenommen Formelzeichen, sind nicht Normtext. Zitierungen von Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung. Auslegungen (Interpretationen) und Erläuterungen zu ÖNORMEN sind laut Geschäftsordnung des ON nur dann authentisch, wenn sie vom ON aufgrund einer Beschlussfassung im zuständigen FNA herausgegeben werden.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

2 Begriffsbestimmung

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB): Massenkonzentration an Sauerstoff, die der Masse an Dichromat, die mit den gelösten und suspendierten Wasserinhaltsstoffen reagiert – wenn die Wasserprobe unter vorgegebenen Reaktionsbedingungen mit diesem Oxidationsmittel behandelt wird –, äquivalent ist.

3 Grundlage des Verfahrens

Die Analysenprobe wird in Gegenwart von Quecksilber(II)sulfat mit einer bekannten Menge Kaliumdichromat und einem Silberkatalysator in stark schwefelsaurer Lösung während einer festgelegten Zeit am Rückfluß gekocht, ein Teil des Kaliumdichromats wird dabei durch oxidierbare Stoffe reduziert. Das nicht verbrauchte Kaliumdichromat wird anschließend mit Ammonium-eisen(II)-sulfat titriert. Der CSB wird aus der Masse des reduzierten Kaliumdichromats berechnet.

1 mol Dichromat, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, entspricht 1,5 mol Sauerstoff, O_2 .

Enthält die Probe mehr als 1000 mg/l an Chloriden, muß eine modifizierte Vorgangsweise gewählt werden.

An dieser modifizierten Vorgangsweise sowie an einer Methode für die Bestimmung des CSB im Bereich unter 30 mg/l wird derzeit im Rahmen des ISO/TC 147 „Water quality“ gearbeitet.

4 Reagenzien

ACHTUNG! – Bei der Durchführung dieser Methode werden hochkonzentrierte Lösungen von Schwefelsäure und Dichromat benötigt. Schutzbekleidung, Schutzhandschuhe und Augenschutz muß benutzt werden. Verschüttete Reagenzien werden am besten mit viel Wasser abgeschwemmt.

Die Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure muß immer vorsichtig unter leichtem Schwenken des Gefäßinhaltes erfolgen.

Vorsicht ist auch geboten bei der Handhabung von Lösungen, die Silbersulfat und Quecksilbersulfat enthalten, da diese Substanzen giftig sind.

Verbrauchte Reagenzien enthalten Quecksilber, Silber und Chromsalze. Sie sind nachweislich gemäß Abfallwirtschaftsgesetz zu entsorgen.

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden; als Wasser ist bidestilliertes Wasser oder Wasser gleichen Reinheitsgrades heranzuziehen.

Die Qualität des Wassers ist für die Genauigkeit der Ergebnisse wichtig. Die Wasserqualität muß durch die Bestimmung von Blindwerten (siehe 7.2) und Parallelproben, die nicht gekocht, sonst aber genauso behandelt werden, überprüft werden. Die Verbrauchsmengen an Ammonium-eisen(II)-sulfat bei der Titration dieser beiden Proben sind miteinander zu vergleichen: eine Differenz größer als 0,5 ml weist auf eine schlechte Wasserqualität hin. Bei Bestimmungen im Bereich unter 100 mg/l darf diese Differenz nicht größer als 0,2 ml sein. Destilliertes Wasser kann oft dadurch gereinigt werden, daß man es aus einer sauren Lösung von Kaliumdichromat oder Kaliumpermanganat in einer Allglas- oder Quarzapparatur neuerlich destilliert.

4.1 Schwefelsäure, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \text{ mol/l}$

500 ml Wasser sind langsam und vorsichtig mit 220 ml Schwefelsäure ($\rho = 1,84 \text{ g/ml}$) zu versetzen. Nach dem Abkühlen ist mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

4.2 Silbersulfathältige Schwefelsäure-Lösung

10 g Silbersulfat, Ag_2SO_4 , sind mit 35 ml Wasser zu versetzen, dann sind langsam und vorsichtig 965 ml Schwefelsäure ($\rho = 1,84 \text{ g/ml}$) zuzusetzen. Bis zur vollständigen Lösung können ein bis zwei Tage vergehen; der Lösungsvorgang wird durch Rühren beschleunigt.

4.3 Quecksilbersulfathältige Kaliumdichromat-Standardlösung, $c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,04 \text{ mol/l}$

80 g Quecksilber(II)sulfat, HgSO_4 , sind in 800 ml Wasser zu lösen. Dann sind vorsichtig 100 ml Schwefelsäure ($\rho = 1,84 \text{ g/ml}$) zuzusetzen. Nach dem Abkühlen sind 11,768 g Kaliumdichromat - vorher 2 h bei $105 \text{ }^\circ\text{C}$ getrocknet und im Exsikkator abgekühlt - in dieser Lösung aufzulösen. Danach ist die Lösung quantitativ in einen 1000-ml-Meßkolben zu überführen und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Diese Lösung ist mindestens einen Monat stabil.

Die Kaliumdichromat-Standardlösung kann auch ohne Quecksilber hergestellt werden. In diesem Fall müssen der Probe vor Zugabe der quecksilberfreien Kaliumdichromat-Standardlösung 0,4 g Quecksilber(II)sulfat zugesetzt werden, danach muß gut gemischt werden.

4.4 Ammonium-eisen(II)-sulfat-Standardlösung, $c[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}] \approx 0,12 \text{ mol/l}$

47g Ammonium-eisen(II)-sulfat-Hexahydrat sind in Wasser zu lösen, mit 20 ml Schwefelsäure ($\rho = 1,84 \text{ g/ml}$) zu versetzen, abzukühlen, und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Der Titer dieser Lösung ist täglich wie folgt zu stellen:

10 ml Kaliumdichromat-Standardlösung gemäß 4.3 sind mit Schwefelsäure gemäß 4.1 auf etwa 100 ml zu verdünnen. Diese Lösung ist mit der Ammoniumeisen(II)-sulfat-Standardlösung zu titrieren, dabei sind 2 oder 3 Tropfen Ferroin gemäß 4.6 als Indikator zuzugeben.

Die Konzentration c der Ammonium-eisen(II)-sulfat-Lösung ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$c = \frac{10,0 \times 0,040 \times 6}{V} = \frac{2,4}{V}$$

Hierin bedeutet V den Verbrauch an Ammonium-eisen(II)-sulfat.

Handelsübliche Lösungen mit garantierter Konzentration dürfen ebenfalls verwendet werden.

4.5 Kalium-hydrogenphthalat-Standardlösung, $c(\text{KC}_8\text{H}_5\text{O}_4) = 2,0824 \text{ mmol/l}$

0,4251 g Kalium-hydrogenphthalat – vorher bei $105 \text{ }^\circ\text{C}$ getrocknet – sind in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Diese Lösung hat einen theoretischen CSB von 500 mg/l.

Diese Lösung ist mindestens 1 Woche stabil, wenn sie bei etwa $4 \text{ }^\circ\text{C}$ gelagert wird.

4.6 Ferroin-Indikator-Lösung

0,7 g Eisen(II)sulfat-Heptahydrat, $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ oder 1 g Ammoniumeisen(II)-sulfat-Hexahydrat, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen.

Dann sind 1,50 g 1,10-Phenanthrolin-Monohydrat, $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, zuzugeben. Es ist so lange zu schütteln, bis alles gelöst ist, danach ist auf 100 ml aufzufüllen.

Diese Lösung ist mehrere Monate stabil, wenn sie im Dunklen gelagert wird. Sie ist ebenfalls im Handel erhältlich.

5 Geräte

Übliche Laborgeräte und

5.1 Rückflußeinrichtung, bestehend aus einem 250-ml-Schliffgefäß, verbunden mit einem Kühler, der Verluste an flüchtigem Material verhindern soll.

Der Kühler kann mit Wasser oder Luft gekühlt werden.

Neue Geräte sind gründlich zu reinigen, dabei ist wie in 7.2 für den Blindwert beschrieben vorzugehen. Für die Bestimmung des CSB verwendete Geräte dürfen nur mit destilliertem Wasser gereinigt werden, es dürfen keine Detergentien verwendet werden.

5.2 Heizvorrichtung, die geeignet ist, das Reaktionsgemisch innerhalb von 10 min zum Sieden zu bringen. Örtliche Überhitzung muß vermieden werden.

5.3 Barette, Nennvolumen 10 ml, Graduierung 0,02 ml, entsprechend ISO 385-1 (= DIN 12 700 Teil 1).

5.4 Siedehilfen, rauhe Glasperlen mit einem Durchmesser von 2 mm bis 3 mm, oder andere geeignete Siedehilfen, die vorher wie in 5.1 beschrieben gereinigt werden müssen.

Die Glasgeräte sind peinlich sauber zu halten und vor Staub zu schützen. Sie dürfen nur für die CSB-Bestimmung verwendet werden.

6 Probenentnahme und Proben

Die Laborproben sind vorzugsweise in Glasgefäßen zu entnehmen, Polyethylengefäße sind aber ebenfalls geeignet. Die Proben sind so rasch wie möglich, jedenfalls aber innerhalb von 5 Tagen nach der Probenentnahme zu analysieren. Müssen die Proben vor der Analyse gelagert werden, sind sie mit 10 ml Schwefelsäure gemäß 4.1 je Liter Probe zu konservieren und bei 0 °C bis 5 °C zu lagern. Vor der Entnahme der Analysenprobe sind die Gefäße zu schütteln. Es muß sichergestellt sein, daß der Inhalt der Gefäße gut homogenisiert ist, bevor die Analysenprobe entnommen wird.

7 Durchführung

7.1 Bestimmung

10 ml der Probe (verdünnt, falls notwendig) sind in das Schliffgefäß der Rückflußeinrichtung gemäß 5.1 einzubringen, mit 5 ml ± 0,01 ml Kaliumdichromat-Standardlösung gemäß 4.3 und einigen Siedehilfen zu versetzen und gut zu mischen.

Dann sind langsam 15 ml silbersulfathaltiger Schwefelsäure-Lösung gemäß 4.2 zuzugeben, der Kühler ist anschließend sofort aufzusetzen.

Das Reaktionsgemisch ist innerhalb von 10 min zum Sieden zu erhitzen und weitere 110 min am Sieden zu halten.

Danach ist das Schliffgefäß sofort in kaltem Wasser auf etwa 60 °C abzukühlen. Der Kühler ist mit einer kleinen Wassermenge nachzuwaschen und anschließend zu entfernen. Das Reaktionsgemisch ist auf etwa 75 ml zu verdünnen und auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen.

Der Überschuß an Kaliumdichromat ist mit der Ammonium-eisen(II)-sulfat-Standardlösung gemäß 4.4 mit 1 bis 2 Tropfen Ferroin gemäß 4.6 als Indikator zu titrieren.

Das Reaktionsgemisch sollte schwach und ohne Stoßen kochen. Stoßweises Kochen deutet auf örtliche Überhitzung hin, wodurch falsche Ergebnisse erhalten werden können. Stoßweises Kochen kann durch zu starkes Erhitzen oder durch unwirksame Siedehilfen hervorgerufen werden.

Obwohl die zugegebene Menge an Ferroin nicht kritisch ist, sollte sie so konstant wie möglich gehalten werden. Als Endpunkt ist die erste scharfe Farbänderung von blaugrün auf rötlichbraun zu werten, auch wenn die blau-grüne Farbe nach einigen Minuten wieder auftritt.

7.2 Blindwertbestimmung

Mit jeder Probenserie sind 2 Blindwertbestimmungen mitzuführen. Anstelle der Probe sind 10 ml Wasser gemäß 7.1 zu behandeln, siehe auch Abschnitt 4.

7.3 Kontrollbestimmung

Zur Überprüfung der Reagenzien und der Durchführung der Analyse sind 10 ml der Kalium-hydrogenphthalat-Standardlösung gemäß 4.5 ebenso zu behandeln wie die Proben.

Der theoretische CSB dieser Lösung ist 500 mg/l; die Analysendurchführung ist als zufriedenstellend anzusehen, wenn das Ergebnis dieser Kontrollbestimmung mindestens 96 % dieses Wertes erreicht.

Eine Blindwertbestimmung gemäß 7.2 ist ebenfalls vorzunehmen.

8 Angabe des Ergebnisses

8.1 Berechnung

Der Chemische Sauerstoffbedarf, CSB, angegeben in Milligramm Sauerstoff je Liter, ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\frac{8000 c (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Hierin bedeutet:

- c Konzentration der Ammonium-eisen(II)-sulfat-Standardlösung, berechnet [gemäß 4.4](#), in mol/l
 V_0 Volumen der Analysenprobe vor Verdünnung (falls anwendbar), in ml
 V_1 Verbrauch an Ammonium-eisen(II)-sulfat-Standardlösung bei der Titration der Blindwertlösung
 V_2 Verbrauch an Ammonium-eisen(II)-sulfat-Standardlösung bei der Titration der Analysenprobe
 8000 molare Masse von $\frac{1}{2}$ O in mg/mol.

Das Ergebnis ist auf ganze mg/l genau anzugeben, Werte unter 30 mg/l sind als „< 30 mg/l“ anzugeben.

8.2 Wiederholbarkeit

Bei einem Ringversuch mit einer sehr ähnlichen Methode¹⁾ wurde bei der Analyse eines Abwassers durch verschiedene Laboratorien eine Standardabweichung von weniger als 10 mg/l gefunden.

Etwa 40 Laboratorien untersuchten Proben im CSB-Bereich von 500 mg/l. Die Standardabweichung betrug 20 mg/l für Kalium-hydrogenphthalat-Standardlösung und 25 mg/l für Abwasser aus einer Papierfabrik. Im Bereich von 50 mg/l betrug die Standardabweichung bei einem ähnlichen Abwasser 10 mg/l.

Bei einer anderen Untersuchung wurden 2 Abwasserproben durch 32 Laboratorien untersucht. Die CSB-Werte lagen bei 140 mg/l und 160 mg/l, die Standardabweichung zwischen den Laboratorien betrug in beiden Fällen 14 mg/l.

9 Störungen

Das Untersuchungsverfahren ist gegen einige Störungen empfindlich, hauptsächlich gegen Chloride. Anorganische reduzierende Substanzen, wie Nitrite, Sulfide, Eisen(II), erhöhen das Ergebnis. Der durch diese Substanzen hervorgerufene CSB wird allgemein in den Gesamt-CSB der Probe eingeschlossen.

Die Störung durch Chloride wird durch Zugabe von Quecksilber(II)sulfat herabgesetzt, aber nicht entfernt. Quecksilber(II)sulfat bindet das Chloridion als löslichen Chloromercurat(II)-Komplex. Liegt der Chloridgehalt über 1000 mg/l, muß ein modifiziertes Verfahren angewendet werden (siehe auch [Abschnitt 3](#)).

Aromatische Kohlenwasserstoffe und Pyridin werden nicht nennenswert oxidiert. Einige sehr leicht flüchtige Substanzen können der Oxidation durch Verdampfen entgehen. Geradkettige aliphatische Verbindungen werden durch die silbersulfathältige Schwefelsäure-Lösung [gemäß 4.2](#) wirkungsvoll oxidiert.

10 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- (1) Hinweis auf diese ÖNORM;
- (2) alle Informationen, die zur Identifizierung der Probe benötigt werden;
- (3) Angabe des Ergebnisses [gemäß Abschnitt 8](#);
- (4) Einzelheiten aller Vorgänge, die nicht in dieser ÖNORM beschrieben oder nicht zwingend vorgeschrieben sind;
- (5) Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

¹⁾ Chemical Oxygen Demand of Polluted and Waste Waters; Her Majesty's Stationery Office, London, 1978

11 Bezugsnormen

DIN 12 700 Teil 1 Laborgeräte aus Glas; Büretten; allgemeine Bestimmungen

12 Hinweis auf andere Unterlagen

ÖNORM M 6259 Wasseruntersuchung; Konservierung und Behandlung von Wasserproben

DIN 38 409 Teil 41 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) im Bereich über 15 mg/l (H 41)

ISO 385-1 : 1984 Laboratory glassware; burettes; part 1: general requirements
Laborgeräte aus Glas; Büretten; Teil 1: allgemeine Anforderungen

BGBl. Nr. 325/1990 Abfallwirtschaftsgesetz

BGBl. Nr. 553/1989 Sonderabfallnachweisverordnung

Her Majesty's Stationery Office: Chemical Oxygen Demand of Polluted and Waste Waters; London 1978

Anhang A

Kurzzeitverfahren für die Bestimmung des CSB

A.1 Anwendungsbereich

Siehe Abschnitt 1.

A.2 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden; als Wasser ist bidestilliertes Wasser oder Wasser gleichen Reinheitsgrades heranzuziehen.

A.2.1 Schwefelsäure, H_2SO_4 , $p = 1,84 \text{ g/ml}$

A.2.2 Silbersulfathältige Schwefelsäure

80 g Silbersulfat, Ag_2SO_4 , sind in Schwefelsäure gemäß A.2.1 zu lösen und mit dieser Schwefelsäure auf 1000 ml aufzufüllen.

Die Lösung muß mindestens einen Tag vor Gebrauch angesetzt werden.

A.2.3 Schwefelsäure, 1 + 1 verdünnt, $p = 1,55 \text{ g/ml}$

A.2.4 Kaliumdichromat-Lösung, $c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \approx 0,008 \text{ mol/l}$

Kaliumdichromat ist 2 h bei $105 \text{ }^\circ\text{C}$ zu trocknen und im Exsikkator abzukühlen. 2,452 g des getrockneten Kaliumdichromats sind in einem Meßkolben in Wasser zu lösen und auf 1000 ml aufzufüllen.

Handelsübliche Lösungen mit garantierter Konzentration dürfen ebenfalls verwendet werden.

A.2.5 Ammonium-eisen(II)-sulfat-Lösung, $c[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}] \approx 0,05 \text{ mol/l}$

19,5 g Ammonium-eisen(II)-sulfat sind in ausgekochtem Wasser zu lösen, mit 20 ml Schwefelsäure gemäß A.2.1 zu versetzen, abzukühlen und auf 1000 ml aufzufüllen.

Der Titer dieser Lösung muß täglich vor Gebrauch gestellt werden, dabei ist analog 4.4 vorzugehen.

A.2.6 Quecksilber(II)-sulfat-Lösung

100 g Quecksilber(II)-sulfat, HgSO_4 , sind mit 700 ml Wasser zu versetzen und 15 min zu rühren; danach sind 200 ml verdünnte Schwefelsäure gemäß A.2.3 zuzugeben, dann ist mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen. Die Lösung muß farblos bleiben.

A.2.7 Ferroin-Indikator-Lösung gemäß 4.6

A.3 Geräte

Siehe Abschnitt 5.

A.4 Durchführung

In den Kolben sind in dieser Reihenfolge

5,0 ml Quecksilber(II)-sulfat-Lösung gemäß A.2.6,

10,0 ml Probe,

20,0 ml Kaliumdichromat-Lösung gemäß A.2.4 und

3 bis 5 Siedehilfen gemäß 5.4

einzubringen. Der Kolben ist an den Rückflußkühler anzuschließen, bei laufender Kühlung sind durch den Kühler 40 ml Schwefelsäure gemäß A.2.1 zuzugeben. Nach Durchmischen ist die Heizung einzuschalten; 5 min nach Siedebeginn sind 5,0 ml silbersulfathältige Schwefelsäure gemäß A.2.2 durch den Kühler dem Reaktionsgemisch zuzugeben. Nach weiteren 10 min ist der Kochvorgang zu beenden und der Kolben 15 min an der Luft abkühlen zu lassen. Danach sind 50 ml Wasser vorsichtig durch den Kühler zuzugeben. Der Kolben ist unter Abspülen des Schliffes abzunehmen und in kaltem Leitungswasser auf Raumtemperatur abzukühlen.

Nach Zugabe von drei Tropfen Ferroin-Indikator-Lösung [gemäß A.2.7](#) ist mit Ammonium-eisen(II)-sulfat-Lösung gemäß [A.2.5](#) zu titrieren. Die Ermittlung des Endpunktes kann auch auf geeignete elektrochemische Weise erfolgen.

Als Blindwert sind an Stelle der Probe 10,0 ml Wasser zu titrieren.

A.5 Angabe der Ergebnisse

Der Chemische Sauerstoffbedarf, CSB, angegeben in Milligramm Sauerstoff je Liter, ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\frac{8000 c (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Hierin bedeutet

c Konzentration der Ammonium-eisen(II)-sulfat-Lösung, berechnet [gemäß A.2.5](#), in mol/l

V_0 Volumen der Analysenprobe vor Verdünnung (falls anwendbar), in ml

V_1 Verbrauch an Ammonium-eisen(II)-sulfat-Lösung bei der Titration der Blindwertlösung

V_2 Verbrauch an Ammonium-eisen(II)-sulfat-Lösung bei der Titration der Analysenprobe

8000 molare Masse von $\frac{1}{2}$ O in mg/mol.

Das Ergebnis ist auf ganze mg/l genau anzugeben, Werte unter 30 mg/l sind als „< 30 mg/l“ anzugeben.



Auch Normengruppen C und U2

Ersatz für Ausgabe 1984-11

ICS 13.060.50

Wasseruntersuchung – Bestimmung der Summe von Calcium und Magnesium durch komplexometrische Titration

Water analysis – Determination of the sum of calcium and magnesium by complexometric method

Analyse de l'eau – Dosage de la totalité de calcium et magnésium par la méthode complexométrique

Fortsetzung
ÖNORM M 6268 Seiten 2 bis 8

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Grundlage des Verfahrens	3
4 Störungen	3
5 Geräte	3
6 Reagenzien	4
6.1 Allgemeines	4
6.2 Natriumhydroxidlösung	4
6.3 Pufferlösungen	4
6.4 EDTA-Lösung	4
6.5 Eriochromschwarz-Indikatorlösung	4
6.6 Triethanolamin	4
7 Durchführung	4
7.1 Probenentnahme und Probenvorbehandlung	4
7.2 Analyse	5
7.2.1 Vortitration	5
7.2.2 Haupttitration	5
8 Auswertung	5
9 Angabe des Ergebnisses	6
10 Analysenbericht	6
Anhang A (informativ): Erläuterungen	7
A.1 Allgemeines	7
A.2 Gesamthärte	7
A.3 Deutscher Härtegrad	7
A.4 Umrechnung	7
Anhang B (informativ): Literaturhinweise	8

Vorbemerkung

Es ist zu empfehlen, bei den Untersuchungen nach dieser ÖNORM Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten und bestehende Sicherheitseinrichtungen zu beachten.

ANMERKUNG:

Anwender dieser ÖNORM sollten mit der üblichen Laborpraxis vertraut sein. Diese ÖNORM gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundene Sicherheitsaspekte anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, angemessene Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zu treffen und sicherzustellen, dass diese mit internationalen Festlegungen übereinstimmen.

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt die Bestimmung der Summe von Calcium- und Magnesium-Ionen in Grundwasser, Oberflächenwasser und Trinkwasser. Die Methode ist nicht für Abwasser und Wasser mit hohem Salzgehalt, wie Meerwasser, geeignet. Die kleinste Calcium- und Magnesium-Konzentration, die gemessen werden kann, beträgt 0,05 mmol/l.

Der Anwendungsbereich kann durch Verwendung eines geeigneten Probenvolumens für die Titration erweitert werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser ÖNORM sind. Datierte Verweisungen erfassen spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Vertragspartnern, die diese ÖNORM anwenden, wird jedoch empfohlen, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen ist die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments anzuwenden. Rechtsvorschriften sind immer in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

ÖNORM EN ISO 3696 Wasser für analytische Laborzwecke – Spezifikation und Prüfverfahren (ISO 3696:1987)

ÖNORM EN ISO 5667-3 Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben (ISO 5667-3:1994)

3 Grundlage des Verfahrens

Die Bestimmung beruht auf der komplexometrischen Titration von Calcium- und Magnesium-Ionen mit einer wässrigen Lösung des Dinatriumsalzes der Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA). Als Indikator wird Eriochromschwarz T, welches mit Calcium- und Magnesiumionen einen weinroten bis violetten Farbstoff bildet, herangezogen. Die Titration wird bei einem pH-Wert von 10 durchgeführt.

Das Ergebnis wird in molaren Einheiten angegeben. Wenn der Calciumgehalt getrennt bestimmt wird, kann die Konzentration von Magnesium berechnet werden.

4 Störungen

Aluminium, Barium, Blei, Eisen, Kupfer, Mangan, Strontium, Zink und Zinn stören die Bestimmung, weil sie entweder mittitriert werden oder den Farbumschlag beeinträchtigen.

Störende Metalle können zum Beispiel maskiert werden. Eine Beeinflussung durch Eisen in Konzentrationen kleiner gleich 10 mg Fe pro l kann durch Zugabe von 250 mg Natriumcyanid (Vorsicht: starkes Gift) oder wenigen Millilitern Triethanolamin unmittelbar vor der Titration ausgeschaltet werden. Cyanid verringert außerdem die Störung durch Zink, Kupfer und Kobalt. Triethanolamin verringert eine durch Aluminium verursachte Störung. Bei dem pH-Wert der Titration können Phosphat-Ionen eine Ausfällung der Erdalkali-Ionen bewirken.

Die Störung durch Carbonationen wird beseitigt, indem die Probe aufgeköcht und dann auf etwa 50 °C abgekühlt wird.

Wenn diese oder andere Störungen (zB durch Huminstoffe oder andere Komplexbildner) nicht beseitigt werden können, sind Calcium bzw. Magnesium mit Hilfe einer anderen Methode, nicht jedoch nach diesem Verfahren zu bestimmen.

5 Geräte

Neben üblichen Laborgeräten ist zu verwenden:

- Bürette, 25 ml, in Einheiten von 0,05 ml graduiert, oder eine dieser Genauigkeit entsprechende Titrationseinrichtung (zB Titrator).

6 Reagenzien

6.1 Allgemeines

Es dürfen nur Chemikalien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ (p. a.) herangezogen werden. Als Wasser darf nur Wasser, welches zumindest den Anforderungen gemäß ÖNORM EN ISO 3696 – Qualität 3 entspricht, verwendet werden.

6.2 Natriumhydroxidlösung, $c(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol/l}$

Herstellung:

- 8 g Natriumhydroxid, NaOH, sind in 100 ml Wasser aufzulösen;
- die Lösung ist in einer Polyethylenflasche aufzubewahren.

6.3 Pufferlösungen, pH-Wert = 10

Herstellung:

- In einem 1000-ml-Messkolben 67,5 g Ammoniumchlorid, NH_4Cl , in 570 ml Ammoniak-Lösung, NH_3 , $\rho = 0,91 \text{ g/ml}$, lösen;
- dann 0,5 g EDTA-Dinatrium-Magnesiumsalz, $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2\text{Mg}$, zufügen;
- diese Lösung mit Wasser gemäß 6.1 bis zur Marke auffüllen;
- die Lösung in einer Polyethylenflasche aufbewahren.

Nach dem Verdünnen mit Wasser auf 100 ml muss der pH-Wert 10,0 betragen.

ANMERKUNG:

Diese Lösung ist nur begrenzt haltbar.

6.4 EDTA-Lösung, $c(\text{EDTA}) = 0,01 \text{ mol/l}$

Es werden handelsübliche EDTA-Lösungen, die entweder gebrauchsfertig geliefert oder durch Verdünnen von halbfertigen Konzentraten hergestellt werden, verwendet. Dabei sind die Angaben des Herstellers bezüglich der Haltbarkeit der Lösungen zu beachten.

Wird die EDTA-Lösung selbst hergestellt, ist wie folgt vorzugehen:

- Ethylendinitrilotetraessigsäure-Dinatriumsalz-Dihydrat, $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ bei $80 \text{ }^\circ\text{C}$ bis zur Massekonstanz trocken;
- 3,725 g in Wasser gemäß 6.1 lösen;
- die Lösung in einem 1000-ml-Messkolben mit Wasser gemäß 6.1 bis zur Marke auffüllen.

Die Konzentration ist in regelmäßigen Abständen nachzuprüfen.

6.5 Eriochromschwarz-Indikatorlösung

Zur Herstellung sind 0,5 g Eriochromschwarz T (1-Hydroxy-2-naphthylazo)-6-nitro-2-naphthol-4-sulfonsäure-Natriumsalz, in 100 ml Triethanolamin, $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ zu lösen.

ANMERKUNG:

Um den Farbumschlag besser erkenntlich zu machen, können der Lösung 0,17 g Metalinsalz, 4'-Anilidoazobenzol-sulfonsäure-(3)-Natriumsalz, zugefügt werden. Die Farbe schlägt dann bei der Titration von Rot über Blass-Grau nach Grün um.

6.6 Triethanolamin, $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$

7 Durchführung

7.1 Probenentnahme und Probenvorbehandlung

Wenn bei der Probenentnahme eine Konservierung erforderlich ist, ist sie gemäß ÖNORM EN ISO 5667-3 durchzuführen. Wenn keine Konservierung durchgeführt wird, ist die Probe innerhalb von 24 Stunden nach der Probenentnahme zu analysieren.

Wenn mit dem Ausfällen von Calcium- bzw. Magnesiumverbindungen zu rechnen ist, muss die Bestimmung vor Ort durchgeführt werden.

Eine allenfalls notwendige Filtration ist gemäß ÖNORM EN ISO 5667-3 durchzuführen.

Ist ein Gesamtgehalt von Calcium und Magnesium über 4 mmol/l zu erwarten, so ist ein bekannter Volumenteil der Probe zu verdünnen, um den geforderten Bereich einzustellen. Das Volumen der verwendeten Wasserprobe V_p ist bei der Berechnung zu berücksichtigen.

Proben, die zur Konservierung angesäuert wurden, sind mit Natriumhydroxidlösung gemäß 6.2 zu neutralisieren, wobei eine dem Säurezusatz äquivalente Menge an Natriumhydroxidlösung gemäß 6.2 zuzugeben ist.

ANMERKUNG:

Störungen durch Phosphat und Carbonat werden verringert, wenn vor der Titration verdünnt wird.

7.2 Analyse

7.2.1 Vortitration

Vorgangsweise:

- (1) 50 ml der Wasserprobe sind in einen Erlenmeyerkolben, Nennvolumen 250 ml, zu pipettieren.
- (2) Nach Zugabe von 4 ml Pufferlösung nach 6.3 und drei Tropfen Eriochromschwarz-Indikatorlösung nach 6.5 sollte die Lösung eine weinrote bis violette Farbe und einen pH-Wert von $10,0 \pm 0,2$ haben. Andernfalls ist eine weitere Zugabe von Pufferlösung erforderlich.
- (3) Die Lösung ist sofort mit EDTA-Lösung nach 6.4 unter ständigem Rühren zu titrieren. Zu Beginn sollte ziemlich schnell, gegen Ende langsam titriert werden. Wenn die Farbe der Lösung von Rotviolett nach Blau umzuschlagen beginnt, ist die EDTA-Lösung nur noch tropfenweise zuzugeben. Der Titrationsendpunkt ist erreicht, wenn der letzte rote Schimmer verschwunden ist. Nach Zugabe eines weiteren Tropfens EDTA-Lösung darf sich die Farbe nicht mehr ändern.

Werden bei der Titration weniger als 0,5 ml EDTA-Lösung verbraucht, so ist die Untersuchung mit einem größeren Volumen der Wasserprobe zu wiederholen (falls dies für den Untersuchungszweck nötig ist).

Werden bei der Titration mehr als 20 ml EDTA-Lösung verbraucht, so ist die Untersuchung mit einem kleineren Volumen der Wasserprobe zu wiederholen; dabei ist die Probe mit Wasser auf ca. 50 ml zu verdünnen.

7.2.2 Haupttitration

Eine zweite Probe desselben Wassers ist auf folgende Weise zu titrieren:

- (1) 50 ml sind in einen Erlenmeyerkolben zu pipettieren.
- (2) Dazu sind etwa 0,5 ml weniger EDTA-Lösung zuzugeben, als bei der Vortitration verbraucht wurden.
- (3) Nach Zufügen von 4 ml Pufferlösung nach 6.3 und drei Tropfen Eriochromschwarz-Indikatorlösung nach 6.5 ist die Wasserprobe tropfenweise mit EDTA-Lösung nach 6.4 bis zum Endpunkt zu titrieren.

Wenn sich hierbei der Verbrauch an EDTA-Lösung um mehr als 0,2 ml von dem der Vortitration unterscheidet, muss eine dritte Probe in gleicher Weise untersucht werden.

8 Auswertung

Die Gesamt-Stoffmengenkonzentration der Wasserprobe an Calcium- und Magnesium-Ionen wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$c(\text{Ca+Mg}) = \frac{V_E \cdot c_E \cdot f}{V_p} \quad (1)$$

Hierin bedeutet:

$c(\text{Ca+Mg})$	Summe der Stoffmengenkonzentrationen der Wasserprobe an Calcium und Magnesium, in Millimol je Liter (mmol/l)
V_E	Volumen der bei der Titration verbrauchten EDTA-Lösung, in Milliliter (ml)
V_p	Volumen der verwendeten Wasserprobe, in Milliliter (ml)
c_E	Stoffmengenkonzentration der EDTA-Lösung, in Mol je Liter (mol/l)
f	Umrechnungsfaktor, $f = 1000 \text{ mmol/mol}$.

ANMERKUNG:

1 mmol Ca $\hat{=}$ 40,08 mg Ca

1 mmol Mg $\hat{=}$ 24,31 mg Mg

9 Angabe des Ergebnisses

Alle Messergebnisse sind mit einer gewissen Unschärfe behaftet; diese relative Unschärfe ist häufig im unteren Anwendungsbereich des Verfahrens am größten.

Die Messergebnis-Unschärfe kann im Einzelfall aus der Dokumentation der Qualitätssicherungsdaten eines Laboratoriums abgeschätzt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Abschätzung ist mit der externen analytischen Qualitätssicherung gegeben, bei der durch Ringversuche die Messergebnis-Unschärfe im Vergleich der Messwerte mehrerer Laboratorien erfasst werden können.

ANMERKUNG:

Matrixeinflüsse können die Messergebnis-Unschärfe erheblich verändern.

Es werden auf 0,01 mmol/l gerundete Werte, höchstens jedoch 3 signifikante Stellen angegeben.

BEISPIEL:

Summe an Ca- und Mg-Ionen in mmol/l: 5,64

10 Analysenbericht

Der Analysenbericht muss sich auf diese ÖNORM beziehen und mindestens folgende Einzelheiten enthalten:

- Bezeichnung des Verfahrens;
- Identität der Wasserprobe;
- Angabe des Ergebnisses [nach Abschnitt 9](#);
- Probenvorbereitung, falls eine solche durchgeführt wurde;
- Beschreibung jeder Abweichung von diesem Verfahren und Angabe aller Umstände, die das Ergebnis beeinflusst haben.

Anhang A (informativ): Erläuterungen

A.1 Allgemeines

Die Wasserhärte ist eine bekannte Möglichkeit zur Beschreibung des Calcium- und Magnesiumgehalts von Wässern. Es gibt verschiedene Arten von Wasserhärten (Gesamthärte, Carbonathärte und andere). Verschiedene Länder haben verschiedene Definitionen dafür aufgestellt. In Österreich ist die Angabe in deutschen Härtegraden (°dH) gebräuchlich, daneben gibt es u.a. noch englische Härtegrade (°Clark), französische Härtegrade und US-Härtegrade.

A.2 Gesamthärte

Die Gesamthärte ist die Gesamtkonzentration an Erdalkalien (im Wesentlichen: Calcium und Magnesium).

A.3 Deutscher Härtegrad

Ein deutscher Härtegrad (1 °dH) ist die Härte, die durch einen CaO-Gehalt von 10 mg/l (0,178 mmol/l) verursacht wird.

A.4 Umrechnung

In der [Tabelle A.1](#) wird die Umrechnung zwischen der in Österreich gebräuchlichen Angabe in deutschen Härtegraden und den in anderen Ländern gebräuchlichen Angaben wiedergegeben.

Tabelle A.1

		–	deutscher Härtegrad	englischer Härtegrad	französischer Härtegrad	US-Härtegrad
		mmol/l	°dH	°Clark	Grad	ppm
–	mmol/l	1	5,61	7,02	10	100
deutscher Härtegrad	°dH	0,178	1	1,25	1,7	17,8
englischer Härtegrad	°Clark	0,143	0,80	1	1,43	14,3
französischer Härtegrad	Grad	0,1	0,56	0,70	1	10
US-Härtegrad	ppm	0,01	0,056	0,070	0,1	1

Anhang B (informativ): Literaturhinweise

DIN 38406-3 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Kationen (Gruppe E) – Teil 3: Bestimmung von Calcium und Magnesium, komplexometrisches Verfahren (E 3)



BGBl. II - Ausgegeben am 27. Mai 2019 - Nr. 133

Wasseruntersuchung

Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe in Wasser und Abwasser

ÖNORM M 6271

*Water analysis;
determination of the settleable matter
by volume in water and waste water*

Auch Normengruppe US 2

Vorbemerkung

Die Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe dient in erster Linie der Überwachung klärtechnischer und wasseraufbereitungstechnischer Maßnahmen und der Beantwortung praktischer Fragen der Gewässerreinigung.

Dieser Volumenanteil wird an einer repräsentativen Probe unter festgelegten Bedingungen ermittelt; Einheit: ml/l

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt zwei Verfahren, die für Wässer, in denen der Volumenanteil der absetzbaren Stoffe über 0,1 ml/l liegt, geeignet sind.

Für übliche Untersuchungen wird von einem Probenvolumen von 2 l ausgegangen. Für Schiedsuntersuchungen und in Sonderfällen ist es zweckmäßig, Proben mit einem Volumen von 10 l zu verwenden.

2 Begriffsbestimmung

absetzbare Stoffe (im Sinne dieser ÖNORM): im Wasser enthaltene ungelöste Stoffe, die sich unter festgelegten Bedingungen in einem Sedimentierglas im Laufe einer bestimmten Zeit absetzen.

3 Grundlagen der Verfahren

Das Absetzverhalten ungelöster Stoffe ist von einer Reihe von Einflüssen abhängig. Vergleichbare Meßergebnisse können nur unter festgelegten Untersuchungsbedingungen gewonnen werden.

Folgende Einflußgrößen sind von Bedeutung:

- Beschaffenheit der Probe,
- Größe, Form und scheinbare Dichte der sich absetzenden Partikel sowie deren elektrische Ladung; den Partikeln anhaftende Gasbläschen; Oberflächenspannung und Dichte der wäßrigen Phase; Turbulenz durch Eigenbewegung von Organismen,
- äußere Bedingungen,
- Form, Größe und Werkstoff des Absetzgefäßes (Sedimentierglas),
- Temperatur,
- Absetzdauer, Zutritt von Luft.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist selbst bei Normung der äußeren Bedingungen nicht allein von der Menge der ungelösten Partikel abhängig, sondern auch von den Eigenschaften und Wirkungen aller beteiligten Phasen, sowohl der festen und flüssigen als auch der gasförmigen. Daher gibt es keinen konstanten Umrechnungsfaktor vom Volumen zur Masse der absetzbaren Stoffe.

Fortsetzung Seiten 2 bis 5

Textstellen in Kursivschrift, ausgenommen Formelzeichen, sind nicht Normtext.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

4 Störungen

Da das Volumen der Stoffe, die im Augenblick der Probenentnahme absetzfähig sind, festgestellt werden soll, ist die Bestimmung unverzüglich nach der Probenentnahme durchzuführen, da die Lagerung und der Transport von erheblichem Einfluß auf das Volumen der absetzbaren Stoffe sein können.

Ebenfalls können Erschütterungen während der Sedimentation und Wärmeströmungen, z. B. durch Sonnenbestrahlung, zu Störungen führen. Bei Wasserproben, die stark gefärbt oder getrübt sind, kann die Bestimmung schwierig sein. Falls auch bei intensiver Durchleuchtung keine obere Begrenzung der abgesetzten Stoffe erkennbar ist, kann das Verfahren nicht angewendet werden.

Ist die obere Begrenzungslinie der abgesetzten Stoffe nicht horizontal oder nicht eben, so ist eine interpolierte Grenzlinie festzulegen.

5 Geräte

- Absetzglas, konisches Sedimentierglas, z. B. nach DIN 12672 Teil 1 (Bild 1) oder nach DIN 12672 Teil 2 (Sedimentierglas mit Ablasshahn) (Bild 2),
- Haltevorrichtung (Ständer für Absetzgläser).

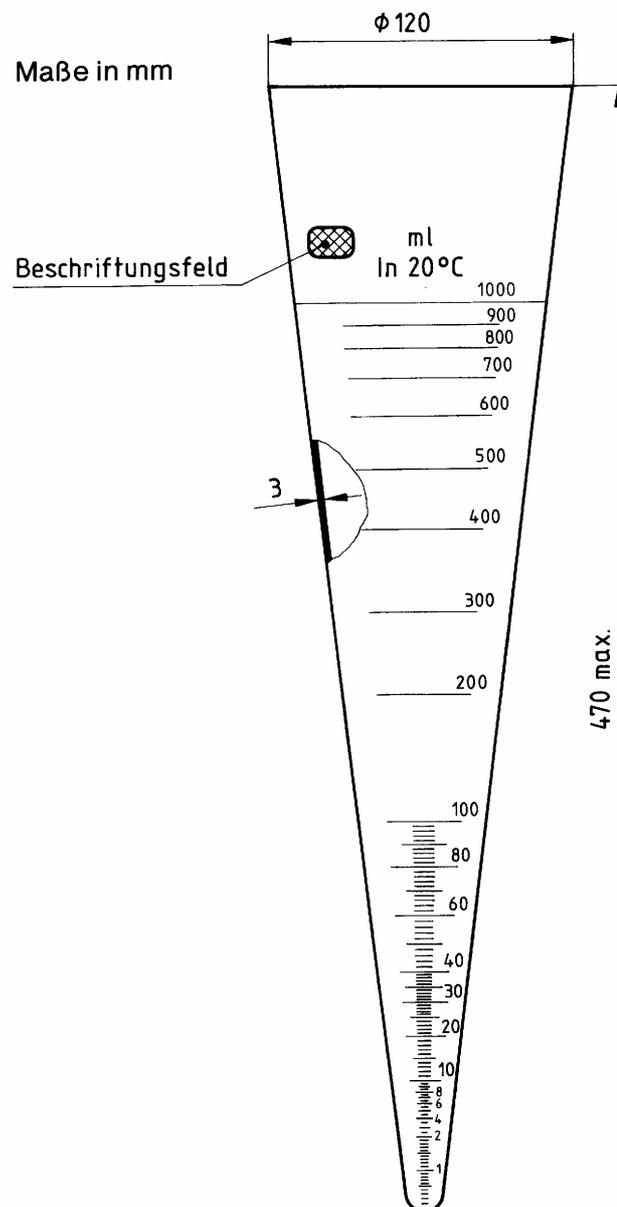


Bild 1: Sedimentierglas

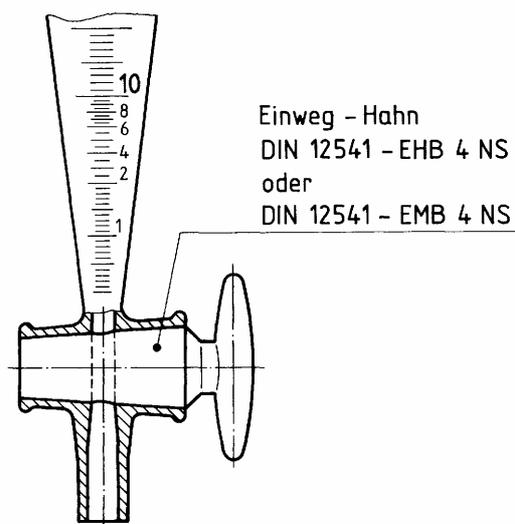


Bild 2: Teil des Sedimentierglases mit Ablaufhahn nach DIN 12672 Teil 2

6 Durchführung

6.1 Verfahren mit 2 l Probenvolumen

Zwei Absetzgläser sind senkrecht, erschütterungsfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt aufzustellen. In die Absetzgläser sind unmittelbar nach der Entnahme je 1 l Probe zu geben. Dabei ist auf die Homogenität der Wasser- oder Abwasserprobe zu achten. Die Temperaturen in den Absetzgläsern sollen sich während der Bestimmung möglichst wenig von der Entnahmetemperatur entfernen, jedoch nicht über 25 °C liegen.

Die Absetzgläser sind jeweils nach 50 Minuten und 110 Minuten ruckartig dreimal um etwa 90 Grad zu drehen, um an der Glaswand haftende Teilchen zu lösen. Das Absetzvolumen ist in beiden Gläsern 2 Stunden nach Einfüllen der Probe abzulesen, und zwar in Augenhöhe an der horizontalen oberen Begrenzung der abgesetzten Stoffe. Übertagen einige wenige Einzelteilchen die Grenzlinie, so bleiben sie unberücksichtigt. Ist die obere Begrenzung nicht eben oder nicht horizontal, so ist der Mittelwert zu bilden, der sich aus der Ablesung der oberen und der unteren einhüllenden Horizontalebene ableitet.

6.2 Verfahren mit 10 l Probevolumen

Insgesamt sind 10 Absetzgläser senkrecht, erschütterungsfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt aufzustellen. In die Absetzgläser sind unmittelbar nach der Entnahme je 1 l Probe zu geben. Dabei ist auf die Homogenität der Wasser- oder Abwasserprobe zu achten. Die Temperaturen in den Absetzgläsern sollen sich während der Bestimmung möglichst wenig von der Entnahmetemperatur entfernen, jedoch nicht über 25 °C liegen.

Die Absetzgläser sind jeweils nach 20 Minuten, 50 Minuten, 80 Minuten und 110 Minuten ruckartig dreimal um etwa 90 Grad zu drehen, um an der Glaswand haftende Teilchen zu lösen.

Das Absetzvolumen ist in allen Gläsern 2 Stunden nach Einfüllen der Probe abzulesen, und zwar in Augenhöhe an der horizontalen oberen Begrenzung der abgesetzten Stoffe. Übertagen einige wenige Einzelteilchen die Grenzlinie, so bleiben sie unberücksichtigt. Ist die obere Begrenzung nicht eben oder nicht horizontal, so ist der Mittelwert zu bilden, der sich aus der Ablesung der oberen und der unteren einhüllenden Horizontalebene ableitet.

7 Auswertung

7.1 Verfahren nach Abschnitt 6.1

Aus den beiden erhaltenen Meßwerten ist der arithmetische Mittelwert ($\bar{\varphi}$) zu bilden.

7.2 Verfahren nach Abschnitt 6.2

Wegen der Unterschiede in den Eigenschaften der zu untersuchenden Wasser- oder Abwasserprobe gehört bei der Auswertung des Verfahrens nach Abschnitt 6.2 zur Angabe des Ergebnisses auch der Wert der Streuung (formal ausgedrückt als Vertrauensbereich $T_{\bar{\varphi}}$) mehrerer Einzelmessungen an ein und derselben Wasser- oder Abwasserprobe.

Aus der erhaltenen Meßreihe von 10 Meßwerten ist der arithmetische Mittelwert ($\bar{\varphi}$) und die Standardabweichung (s_{φ}) nach den Gleichungen

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 \dots \varphi_{10}}{10} = \frac{\sum \varphi_i}{10}$$

und

$$s_{\varphi} = \sqrt{\frac{\sum (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}{9}}$$

zu berechnen.

In den Gleichungen bedeutet:

$\bar{\varphi}$ arithmetischer Mittelwert des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe, in ml/l

s_{φ} Standardabweichung des Einzelwertes des Volumenanteils, in ml/l

φ_i Einzelmesswerte des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe, in ml/l

Da es bei der unmittelbaren visuellen Ablesung nicht angebracht erscheint, von möglichen meßtechnischen Ausreißern zu sprechen, erübrigt sich hier ein Ausreißertest. Die Standardabweichung s_{φ} ist annähernd gleich dem Vertrauensbereich $T_{\bar{\varphi}}$ für eine statistische Sicherheit von 99%, da $\frac{t}{\sqrt{N}}$ für 10 Einzelablesungen den Zahlenwert von 1,028 ergibt.

(t = Studentfaktor; N = Zahl der Einzelbestimmungen)

Es ist also: $T_{\bar{\varphi}} = 1,028 \cdot s_{\varphi}$ oder $T_{\bar{\varphi}} \approx s$.

8 Angabe des Ergebnisses

8.1 Verfahren nach Abschnitt 6.1

Als Ergebnis ist der Mittelwert anzugeben.

Es sind bei Werten < 2 ml/l auf 0,1 ml/l

≥ 2 ml/l bis 10 ml/l auf 0,5 ml/l

> 10 ml/l bis 40 ml/l auf 1 ml/l

> 40 ml/l auf 2 ml/l

gerundete Werte anzugeben, höchstens 2 signifikante Stellen.

Beispiele:

Volumenanteil der absetzbaren Stoffe:

(1) 5,5 ml/l

(2) 56 ml/l

8.2 Verfahren nach **Abschnitt 6.2**

Als Ergebnis ist stets der Mittelwert $\bar{\varphi}$ und der Vertrauensbereich $T_{\bar{\varphi}}$ anzugeben; hierbei sind sowohl für das arithmetische Mittel $\bar{\varphi}$ als auch für den Vertrauensbereich $T_{\bar{\varphi}}$ gleichviele Dezimalstellen anzugeben.

Beispiel:

Volumenanteil der absetzbaren Stoffe:

(1) (0,33 ± 0,07) ml/l

(2) (1,52 ± 0,31) ml/l

(3) (21,0 ± 3,5) ml/l

9 Zitierte Normen

DIN 12 541 Teil 1 Laborgeräte aus Glas; Einweg-Kegelhähne

DIN 12 672 Teil 1 Laborgeräte aus Glas; Sedimentierglas, konisch

DIN 12 672 Teil 2 Laborgeräte aus Glas; Sedimentierglas, konisch, mit Ablaufhahn

10 Hinweis auf andere Normen und Literatur

ÖNORM M 5877 Betriebsüberwachung in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen

ÖWWV Regelblatt 6 Richtlinie für die Fremdüberwachung biologischer Abwasserreinigungsanlagen

ÖWWV Regelblatt 7 Hinweise für die Mindesteinrichtungen von Kläranlagenlabors

Koppe, P.: Die Bestimmung der abfiltrierbaren und absetzbaren Stoffe in Wässern. Vom Wasser 52 (1979) 49–59

Koppe, P.: Über die Bestimmung der absetzbaren Stoffe. Gewässerschutz, Wasser, Abwasser [Aachen], Bd. 31 (1979)



Wasseruntersuchung

Bestimmung der Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen und ihres Glührückstandes

Ö N O R M

M 6274

*Water analysis;
determination of the mass concentration
of filterable matter
and its residue on ignition*

Auch Normengruppen C und US 2

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen Fachleute oder Fachinstitutionen einzuschalten.

1 Begriffsbestimmungen

1.1 abfiltrierbare Stoffe (im Sinne dieser ÖNORM): volumenbezogene Masse der in Wasser ungelösten Stoffe, die unter bestimmten Bedingungen abfiltriert und nach einem festgelegten Trocknungsprozeß ausgewogen werden; Einheit: mg/l.

Abfiltrierbare Stoffe können Sink-, Schweb- und Schwimmstoffe organischer oder anorganischer Zusammensetzung sein. Sinkstoffe, die sich unter definierten Bedingungen (siehe ÖNORM M 6271) absetzen, werden als absetzbare Stoffe bezeichnet.

1.2 Glührückstand: nach dem Glühen der abfiltrierten Stoffe unter bestimmten Bedingungen zurückbleibende Masse; Einheit: mg/l.

1.3 Glühverlust: Differenz zwischen der Masse der abfiltrierbaren Stoffe und der Masse ihres Glührückstandes; Einheit: mg/l.

Die organischen Bestandteile der ungelösten Stoffe stellen meist nur eine Teilmenge des Glühverlustes dar; der Glühverlust ist also nicht gleichbedeutend mit der Masse der abfiltrierbaren organischen Substanz.

2 Qualitative Beschreibung der abfiltrierbaren Stoffe

Im Wasser enthaltene abfiltrierbare Stoffe werden nach ihrem Sedimentationsverhalten sowie nach Größe, Form und Färbung der Einzelteilchen wie folgt unterschieden:

- nach dem Sedimentationsverhalten: Sinkstoff, Schwebstoff, Schwimmstoff;
- nach der Größe der Teilchen: sehr fein, fein, grob, sehr grob;
- nach der Form der Teilchen: körnig, flockig, faserig, tonig, kristallin.

Die abfiltrierbaren Stoffe einer Wasserprobe werden qualitativ beschrieben, z. B. als feinflockige, rötlich-gelbe Sinkstoffe oder als grobfaserige, weiß-graue Schwimmstoffe.

Nach dieser ÖNORM ist eine Kennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Textstellen in Kursivschrift, ausgenommen Formelzeichen, sind nicht Normtext.

Fortsetzung Seiten 2 bis 7

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

3 Quantitative Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und ihres Glührückstandes

Die Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe ist in der Regel mittels Papierfilter durchzuführen (Abschnitt 3.1).

3.1 Bestimmung der mittels Papierfilter abfiltrierbaren Stoffe

3.1.1 Anwendungsbereich

Dieses Verfahren wird bei Wässern angewendet, bei denen die in Abschnitt 3.2.1 angeführten Verhältnisse nicht vorliegen.

3.1.2 Störungen

Das zu filtrierende Probenvolumen muß repräsentativ sein. Das kann u. U. durch Filtrieren des gesamten Inhalts des Probengefäßes erreicht werden. Um Fehler durch nachträglich auftretende Ausflockungen zu vermeiden, ist die Filtration unverzüglich nach der Probenentnahme vorzunehmen. Falls das Papierfilter durch Wasserinhaltsstoffe angegriffen wird, ist das Verfahren nach Abschnitt 3.2 anzuwenden.

3.1.3 Geräte und Reagenzien

- Papierfilter, Durchmesser vorzugsweise 55 mm, bei sehr hohen Gehalten 70 mm, z. B. nach DIN 12 448, Rundfilter A 55 bzw. A 70 aschefrei, schnell filtrierend (Durchflußdauer 6 s bis 12 s, ermittelt z. B. nach DIN 53 137)
- Filtriergerät: Porzellannutsche, Größe dem Filter entsprechend, z. B. nach DIN 12 905, Filternutsche 55 oder Filtriergerät mit Filterplatte (z. B. Fritte) mit abnehmbarem Oberteil (das Filter wird zwischen Filterplatte und Oberteil festgehalten), oder ähnliches Filtriergerät
- Analysenwaage
- niedriges Wägegglas mit Verschlusstopfen, z. B. nach DIN 12 605
- Porzellantiegel, Nennvolumen 40 ml bis 50 ml, z. B. nach DIN 12 904, Tiegel 2/50
- Saugflasche, Nennvolumen 1 l bis 2 l, nach DIN 12 476, Saugflasche — A 1
- Vakuumpumpe, z. B. Wasserstrahlpumpe, mit Sicherheitsflasche, z. B. nach DIN 12 480 bzw. DIN 12 481
- Wärmeschrank mit zwangsläufiger Durchlüftung oder mit natürlicher Durchlüftung bei verstellbaren Durchlüftungsöffnungen, z. B. nach DIN 12 880 Teil 1, auf (105 ± 2) °C regelbar
- Thermometer zum Wärmeschrank, z. B. nach DIN 12 781, Stockthermometer — 1/—20/150—150
- Exsikkator, z. B. nach DIN 12 491, mit Silicagel als Trocknungsmittel
- Glühofen mit Regelthermostat, Regelung auf ± 20 °C sollte sichergestellt sein
- destilliertes oder deionisiertes Wasser

3.1.4 Durchführung

Das Papierfilter ist im Filtriergerät mit etwa 100 ml destilliertem Wasser auszuwaschen; danach ist das Papierfilter in einem geöffneten Wägegglas bei (105 ± 2) °C bis zur Massekonstanz zu trocknen.

Wägegglas und Filter sind bei geöffnetem Verschlußdeckel im Exsikkator innerhalb von 30 min bis 60 min auf Raumtemperatur abzukühlen. Zur Wägung ist das Wägegglas zu verschließen und das Wägegglas mit Filter auf 1 mg genau zu wägen (Masse *b*). Wegen der hygroskopischen Eigenschaften des Papierfilters ist darauf zu achten, daß der Wägevorgang möglichst kurz ist. Die relative Luftfeuchtigkeit im Waagengehäuse ist unter Kontrolle zu halten.

Das Papierfilter ist in das Filtriergerät einzulegen und mit destilliertem Wasser anzufeuchten. Dann ist ein derart abgemessenes Volumen der gut umgeschüttelten Probe zu filtrieren, daß einerseits eine Mindestmasse von 20 mg abfiltrierbarer Stoffe zu erwarten ist, andererseits der erhaltene Filterrückstand innerhalb der zweistündigen Trocknungszeit im Wärmeschrank trocken wird.

Bei Wässern, die einen hohen Gehalt an gelösten Stoffen (über 1 g/l) enthalten, ist ein Nachwaschen zu deren möglichst restlosem Entfernen aus dem Filter notwendig. Das geschieht durch portionsweise Aufgabe von dreimal je 10 ml destilliertem Wasser.

Liegt bei solchen Wässern auch eine Massenkonzentration an ungelösten Stoffen über 1 g/l vor, muß das Waschwasservolumen auf dreimal je 20 ml erhöht werden.

Anschließend ist das Filter in dasselbe Wägegglas zu geben und ohne Verschußdeckel 120 min bei $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ zu trocknen.

Zur Wägung ist das offene Wägegglas innerhalb von 30 min bis 60 min im Exsikkator auf Raumtemperatur abzukühlen. Nach Öffnen des Exsikkators ist das Wägegglas sofort mit dem Verschußdeckel zu verschließen und unmittelbar danach ist das verschlossene Gefäß auf 1 mg genau zu wägen (Masse *a*); dabei sind die obengenannten Wägebbedingungen einzuhalten.

Im gleichen Arbeitsgang ist ein Porzellantiegel bei $550 ^\circ\text{C}$ 20 min im Glühofen zu glühen und — nach dem Erkalten auf Raumtemperatur im Exsikkator — auf 1 mg genau zu wägen (Masse *d*).

Das Papierfilter mit den abfiltrierbaren Stoffen ist quantitativ in den Porzellantiegel überzuführen und dieser ist mit Inhalt erneut bei $550 ^\circ\text{C}$ 60 min zu glühen.

Bei hohem Gehalt an organischen Stoffen können Verluste durch Entflammen oder Verpuffen eintreten; die Probe muß in diesem Fall zunächst bis zur Verkohlung langsam erhitzt werden.

Nach dem Abkühlen im Exsikkator auf Raumtemperatur ist der Porzellantiegel mit dem Glührückstand auf 1 mg genau zu wägen (Masse *c*).

Auch hier ist darauf zu achten, daß die Wägung sofort nach der Entnahme des Porzellantiegels aus dem Exsikkator erfolgt und der Wägevorgang möglichst kurzfristig abgeschlossen wird.

Die Masse des geglühten Rückstandes wird als konstant angesehen, wenn sie nach weiterem halbstündigen Glühen bei $550 ^\circ\text{C}$ im vorgeheizten Ofen von der vorhergehenden um nicht mehr als 1 % abweicht. Andernfalls ist der Glühvorgang zu wiederholen, bis Massekonstanz erreicht ist.

3.1.5 Auswertung

Die Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen im Wasser ergibt sich aus der Gleichung

$$\beta_1 = \frac{(a - b) \cdot f}{V}$$

Der Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe ergibt sich aus der Gleichung

$$\beta_2 = \frac{(c - d) \cdot f}{V}$$

Der Glühverlust der abfiltrierbaren Stoffe ergibt sich aus der Gleichung

$$\beta_3 = \beta_1 - \beta_2$$

In den Gleichungen bedeutet

- a* Masse des Wägeglasses mit Verschußdeckel, Papierfilter und abfiltrierten Stoffen in g;
- b* Masse des Wägeglasses mit Verschußdeckel und Papierfilter in g;
- c* Masse des Porzellantiegels mit Glührückstand in g;
- d* Masse des Porzellantiegels in g;
- f* 1000 (Faktor zum Umrechnen von g auf mg);
- V* Volumen der filtrierten Wasserprobe in l;
- β_1 Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen im Wasser in mg/l;
- β_2 Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe in mg/l;
- β_3 Glühverlust der abfiltrierbaren Stoffe in mg/l;

3.1.6 Angabe des Ergebnisses

Es sind bei einer Massenkonzentration

≤ 100 mg/l auf 1 mg/l,

> 100 mg/l auf 10 mg/l

gerundete Werte anzugeben, höchstens 2 signifikante Stellen.

Das verwendete Filter ist genau zu benennen.

Weicht die Temperatur der Probe bei der Filtration deutlich von der Raumtemperatur ab, so ist sie anzugeben. Falls die Filtration nicht unmittelbar nach der Probenentnahme durchgeführt wurde, ist die dazwischenliegende Zeit anzugeben.

Beispiele:

Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen	81 mg/l
(Papierfilter Firma ; Nr.)	
Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen	2500 mg/l
(Papierfilter Firma ; Nr.)	
Glührückstand der abfiltrierten Stoffe	110 mg/l

3.2 Bestimmung der mittels Glasfaserfilter abfiltrierbaren Stoffe

3.2.1 Anwendungsbereich

Das Verfahren eignet sich wegen der höheren Filtrationsgeschwindigkeit besonders zur Untersuchung von Wässern mit einem Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen über 20 mg/l, da größere Probenvolumina schneller filtriert werden können.

Außerdem wird es angewandt, wenn Papierfilter durch Wasserinhaltsstoffe (z. B. starke Basen oder Säuren) angegriffen werden (vergleiche Abschnitt 3.1.2). Wegen der möglichen Veränderung des Filtermaterials sollte der Glührückstand nur bei 500 °C bestimmt werden.

3.2.2 Störungen

Wegen der oft beträchtlichen Inhomogenität der abfiltrierbaren Stoffe wird ausdrücklich auf die Bedeutung der richtigen Probenentnahme hingewiesen.

Das zu filtrierende Probenvolumen muß repräsentativ sein. Das kann u. U. nur durch Filtrieren des gesamten Inhaltes des Probengefäßes erreicht werden. Um Fehler durch nachträglich auftretende Ausflockungen zu vermeiden, ist die Filtration unverzüglich nach der Probenentnahme vorzunehmen.

3.2.3 Geräte und Reagenzien

- Glasfaserfilter aus Borosilicatglas ohne Bindemittel, flächenbezogene Masse 70 g/m², Durchmesser 5 cm, Faserdurchmesser 0,5 µm bis 1,5 µm, Porenweite 0,3 µm bis 1 µm
- Porzellannutsche oder Filtriergerät mit Filterplatte (z. B. Fritte) mit abnehmbarem Oberteil (das Filter wird zwischen Filterplatte und Oberteil festgehalten), oder ähnliches Filtriergerät
- niedriges Wägegglas mit Verschlussstopfen, z. B. nach DIN 12 605
- Porzellanschale, flach, Durchmesser 63 mm, z. B. nach DIN 12 903, Abdampfschale — A 63
- Analysenwaage
- Pinzette
- Saugflasche, Nennvolumen 1 l bis 2 l, nach DIN 12 476, Saugflasche — A 1
- Vakuumpumpe, z. B. Wasserstrahlpumpe mit Sicherheitsflasche, z. B. nach DIN 12 480 bzw. DIN 12 481
- Wärmeschrank mit zwangsläufiger Durchlüftung oder mit natürlicher Durchlüftung bei verstellbaren Durchlüftungsöffnungen, z. B. nach DIN 12 880 Teil 1, auf (105 ± 2) °C regelbar

- Thermometer zum Wärmeschrank, z. B. nach DIN 12 781, Stockthermometer — 1/—20/150—150
- Exsikkator, z. B. nach DIN 12 491, mit Silicagel als Trocknungsmittel
- Glühofen mit Regelthermostat, Regelung auf ± 20 °C sollte möglichst sichergestellt sein
- destilliertes oder deionisiertes Wasser

3.2.4 Durchführung

Das Glasfaserfilter ist in das Filtriergerät einzulegen, mit destilliertem Wasser zu waschen und anschließend zu trocknen; es ist in eine Porzellanschale zu geben und mit dieser im Ofen bei 500 °C 20 min zu glühen. Nach dem Erkalten im Exsikkator sind Porzellanschale und Filter auf 1 mg genau zu wägen (Masse *e*).

Das Filter ist in ein Wägegglas zu geben, welches zuvor im Wärmeschrank 2 h bei (105 ± 2) °C bei geöffnetem Verschlußdeckel getrocknet und im Exsikkator abgekühlt wurde. Danach ist das Wägegglas sofort zu verschließen.

Filter und Wägegglas sind zu wägen (Masse *g*). Es ist darauf zu achten, daß der Wägevorgang möglichst kurzfristig abgeschlossen wird. Die relative Luftfeuchtigkeit im Waagegehäuse ist unter Kontrolle zu halten.

Dann ist das Glasfaserfilter in das Filtriergerät einzulegen und ein so abgemessenes Volumen der gut umgeschüttelten Wasserprobe mittels Vakuumpumpe zu filtrieren, daß einerseits eine Mindestmasse von 20 mg abfiltrierbarer Stoffe zu erwarten ist, andererseits der erhaltene Filtrerrückstand innerhalb der zweistündigen Trocknungszeit auch trocken wird.

Bei Wässern, die eine Massenkonzentration an gelösten Stoffen über 1 g/l enthalten, ist ein Nachwaschen zu deren möglichst restlosem Entfernen aus dem Filter notwendig. Das geschieht durch portionsweise Aufgabe von dreimal je 10 ml destilliertem Wasser.

Liegt bei solchen Wässern auch eine Massenkonzentration an ungelösten Stoffen über 1 g/l vor, muß das Waschwasservolumen auf dreimal je 20 ml erhöht werden.

Das Filter muß gut trockengesaugt werden, weil es sonst an der Unterlage haftet. Es ist mit dem Rückstand mittels Pinzette in dasselbe Wägegglas zu geben, in dem es zuvor gewogen wurde.

Wägegglas und Filter sind mit geöffnetem Verschlußdeckel, 120 min im Wärmeschrank bei (105 ± 2) °C zu trocknen. Anschließend sind Wägegglas und Filter bei geöffnetem Verschlußdeckel im Exsikkator innerhalb von 30 min bis 60 min auf Raumtemperatur abzukühlen. Nach dem Abkühlen ist der Exsikkator zu öffnen, das Wägegglas sofort mit dem Verschlußdeckel zu verschließen und unmittelbar danach das verschlossene Glas mit dem Glasfaserfilter und den abfiltrierten Stoffen auf 1 mg genau zu wägen (Masse *h*). Auch bei diesem Wägevorgang muß sichergestellt sein, daß die Zeit zwischen der Entnahme des Wägeglasses aus dem Exsikkator und dem Ende der Wägung möglichst kurz und bei Paralleluntersuchungen gleich groß ist; die relative Luftfeuchtigkeit im Waagegehäuse ist unter Kontrolle zu halten.

Das Glasfaserfilter mit den abfiltrierten Stoffen ist in dieselbe Porzellanschale zu geben, mit der es gewogen wurde (siehe Abschnitt 3.2.4, Absatz 1); beide sind zusammen erneut bei 500 °C 60 min zu glühen.

Nach dem Abkühlen im Exsikkator auf Raumtemperatur ist die Porzellanschale mit Inhalt auf 1 mg genau zu wägen (Masse *k*).

Auch hier ist darauf zu achten, daß die Wägung sofort nach der Entnahme der Porzellanschale aus dem Exsikkator erfolgt und der Wägevorgang möglichst kurzfristig abgeschlossen wird.

Die Masse des geglühten Rückstandes wird als konstant angesehen, wenn sie nach weiterem halbstündigen Glühen bei 500 °C im vorgeheiztem Ofen von der vorhergehenden um nicht mehr als 1% abweicht. Andernfalls ist der Glühvorgang zu wiederholen, bis Massekonstanz erreicht ist.

3.2.5 Auswertung

Die Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen im Wasser ergibt sich aus der Gleichung

$$\beta_4 = \frac{(h - g) \cdot f}{V}$$

Der Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe ergibt sich aus der Gleichung

$$\beta_5 = \frac{(k - e) \cdot f}{V}$$

Der Glühverlust der abfiltrierbaren Stoffe ergibt sich aus der Gleichung

$$\beta_6 = \beta_4 - \beta_5$$

In den Gleichungen bedeutet

- h* Masse des Wäageglases mit Verschußdeckel, Glasfaserfilter und abfiltrierten Stoffen in g;
g Masse des Wäageglases mit Verschußdeckel und Glasfaserfilter in g;
k Masse der Porzellanschale mit Glasfaserfilter und Glührückstand in g;
e Masse der Porzellanschale mit Glasfaserfilter in g;
f 1000 (Faktor zum Umrechnen von g auf mg);
V Volumen der filtrierten Wasserprobe in l;
 β_4 Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen im Wasser in mg/l;
 β_5 Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe in mg/l;
 β_6 Glühverlust der abfiltrierbaren Stoffe in mg/l;

3.2.6 Angabe des Ergebnisses

Es sind bei einer Massenkonzentration

$$\leq 100 \text{ mg/l auf } 1 \text{ mg/l,}$$

$$> 100 \text{ mg/l auf } 10 \text{ mg/l}$$

gerundete Werte anzugeben, höchstens 2 signifikante Stellen.

Das verwendete Filter ist genau zu benennen.

Weicht die Temperatur der Probe bei der Filtration deutlich von der Raumtemperatur ab, so ist sie anzugeben. Falls die Filtration nicht unmittelbar nach der Probenentnahme durchgeführt wurde, ist die dazwischenliegende Zeit anzugeben.

Beispiel:

Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen	16 mg/l
(Glasfaserfilter der Firma ; Nr. ; Porenweite)	
Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe	11 mg/l

4 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat sich auf diese ÖNORM zu beziehen und folgende Angaben zu enthalten:

- genaue Bezeichnung der Wasserprobe
- Angabe der Ergebnisse nach Abschnitt 3.1.6 oder nach Abschnitt 3.2.6
- Probenvorbehandlung, falls durchgeführt
- Abweichungen von dieser ÖNORM
- Datum
- Name und Unterschrift

5 Zitierte Normen

- ÖNORM M 6271 Wasseruntersuchung; Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe im Wasser und Abwasser
- DIN 12 448 Laborgeräte aus Papierfaserstoffen; Papierfilter
- DIN 12 476 Laborgeräte aus Glas; Saugflaschen, konische Form
- DIN 12 480 Laborgeräte aus Glas; Dreihalsflaschen (Woulffsche Flaschen)
- DIN 12 481 Laborgeräte aus Glas; Dreihalsflaschen mit Bodentubus (Woulffsche Flaschen)
- DIN 12 491 Laborgeräte aus Glas; Vakuum-Exsikkatoren
- DIN 12 605 Laborgeräte aus Glas; Wägegläser
- DIN 12 781 Laborgeräte aus Glas; Labor-Stockthermometer
- DIN 12 880 Teil 1 Elektrische Laborgeräte; Wärmeschränke, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, Allgemeine technische Anforderungen
- DIN 12 903 Laborgeräte aus Hartporzellan; Abdampfschalen mit Ausguß
- DIN 12 904 Laborgeräte aus Hartporzellan; Tiegel und Tiegeldeckel
- DIN 12 905 Laborgeräte aus Hartporzellan; Filternutschen und Filtertrichter
- DIN 53 137 Prüfung von Filtrierpapier; Bestimmung der Filtriergeschwindigkeit am frei hängenden Filter



Wasseruntersuchung
Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes
nach 5 Tagen (BSB₅)
Verdünnungsmethode ohne Nitrifikationshemmung

ÖNORM
M 6277

Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after 5 days (BOD₅) – Dilution and seeding method without inhibition of nitrification

Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) – Méthode par dilution et ensemencement sans inhibition de la nitrification

Auch Normengruppen C und U2

Zusammen mit ÖNORM EN 1899-1 und ÖNORM EN 1899-2

Ersatz für Ausgabe 1992-02

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt eine Methode für die empirische und konventionelle Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes von Wässern nach dem Verdünnungsprinzip ohne Nitrifikationshemmung.

Die Methode ist auf alle Wässer mit einem biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB) über 3 mg Sauerstoff pro Liter bis 6000 mg Sauerstoff pro Liter anwendbar. Bei einem BSB über 6000 mg Sauerstoff pro Liter kann die Methode angewendet werden, aber wegen der durch die Verdünnungen verursachten Fehler ist das Ergebnis mit Vorsicht zu interpretieren.

Das Ergebnis ist die Summe einer Reihe biochemischer und chemischer Reaktionen. Es hat nicht den genauen, eindeutigen Charakter wie ein Ergebnis zB einer einzelnen, genau definierten chemischen Reaktion. Trotzdem erhält man einen Hinweis auf die Wasserqualität.

Die Bestimmung kann durch eine Reihe verschiedener Substanzen beeinflusst werden. Substanzen, welche für Mikroorganismen toxisch sind, wie zB Bakterizide, toxisch wirkende Metall-Ionen oder freies Chlor, behindern die biochemische Oxidation. Algen und nitrifizierende Mikroorganismen können zu überhöhten Ergebnissen führen.

ÖNORM EN 1899-1 beschreibt die Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs nach n Tagen (BSB_n) mit dem Verdünnungs- und Impfverfahren mit Zugabe von Allylthioharnstoff, ÖNORM EN 1899-2 die Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfes nach n Tagen (BSB_n) mit dem Verfahren für unverdünnte Proben. In beiden ÖNORMEN werden sowohl der BSB₅ als auch der BSB₇, der in den nordischen Ländern weit verbreitet ist, beschrieben.

Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fortsetzung Seiten 2 bis 5

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

2 Begriffsbestimmung

Für die Anwendung dieser ÖNORM gilt die folgende Definition.

biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB): Massenkonzentration an gelöstem Sauerstoff, welcher durch biologische Oxidation von organischen und/oder anorganischen Wasserinhaltsstoffen unter festgelegten Bedingungen verbraucht wird.

(Definition aus ISO 6107-2)

In dieser ÖNORM wird unter "biologischer Oxidation" "biochemische Oxidation" verstanden.

3 Grundlage des Verfahrens

Die zu analysierende Wasserprobe wird neutralisiert und mit unterschiedlichen Mengen eines sauerstoffreichen Verdünnungswassers, das mit aeroben Mikroorganismen beimpft ist, versetzt.

Dann wird die vollkommen gefüllte und verschlossene Flasche im Dunklen bei einer bestimmten Temperatur während des festgelegten Zeitabschnittes von 5 Tagen inkubiert. Die Konzentration an gelöstem Sauerstoff wird vor und nach der Inkubation gemessen. Dann wird die pro Liter Wasser verbrauchte Menge an Sauerstoff berechnet.

Gleichzeitig wird mit einer Standardlösung von Glucose und Glutaminsäure eine Kontrollbestimmung durchgeführt.

4 Reagenzien

Für die Bestimmung sind nur Chemikalien des Reinheitsgrades "zur Analyse" zu verwenden.

4.1 Wasser gemäß ÖNORM EN ISO 3969 Qualität 3. Das Wasser darf nicht mehr als 0,01 mg Kupfer pro Liter enthalten und muß frei von Chlor, Chloraminen, Alkalien, organischen Substanzen und Säuren sein.

4.2 Impfwasser

Wenn die Probe selbst nicht genügend adaptierte Mikroorganismen enthält, muß eine der folgenden Arten von Impfwasser verwendet werden:

- (1) kommunales Abwasser aus einem Hauptkanal oder aus einem Kanal aus einem Wohngebiet ohne starke industrielle Verunreinigung. Das Wasser ist vor Gebrauch zu dekantieren.
- (2) 100 g Gartenerde sind mit 1 l Wasser zu mischen und 10 min stehen zu lassen. 10 ml des Überstandes sind mit Wasser auf 1 l aufzufüllen.
- (3) Oberflächenwasser, das kommunales Abwasser enthält.
- (4) abgesetzter Abfluß aus einer Abwasserreinigungsanlage.
- (5) Wasser aus dem Vorfluter stromabwärts von der Einleitstelle des zu untersuchenden Wassers, oder Wasser, das an dieses Wasser adaptierte Mikroorganismen enthält, welche im Laboratorium gezüchtet wurden (bei Industrieabwässern, die schwer abbaubare Stoffe enthalten).

4.3 Salzlösungen

Die in der Folge angeführten Lösungen sind mindestens ein Monat stabil, sie sind in Glasflaschen im Dunklen aufzubewahren. Beim Auftreten von Niederschlägen oder Bewuchs sind sie zu verwerfen.

4.3.1 Phosphat-Pufferlösung

8,5 g Kalium-dihydrogenphosphat, KH_2PO_4 , 21,75 g Dikaliumhydrogenphosphat, K_2HPO_4 , 33,4 g Dinatriumhydrogenphosphat-Heptahydrat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, und 1,7 g Ammoniumchlorid, NH_4Cl , sind in etwa 500 ml Wasser zu lösen. Dann ist auf 1000 ml aufzufüllen und zu mischen.

Der pH-Wert dieser Pufferlösung sollte ohne weitere Korrektur 7,2 betragen.

4.3.2 Magnesiumsulfat-Heptahydrat, Lösung mit 22,5 g/l.

22,5 g Magnesiumsulfat-Heptahydrat, $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen. Dann ist auf 1000 ml aufzufüllen und zu mischen.

4.3.3 Calciumchlorid, Lösung mit 27,5 g/l.

27,5 g wasserfreies Calciumchlorid, CaCl_2 , - oder eine äquivalente Menge wasserhaltiges Calciumchlorid (zB $36,4 \text{ g CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) - sind in Wasser zu lösen. Dann ist auf 1000 ml aufzufüllen und zu mischen.

4.3.4 Eisen(III)chlorid-Hexahydrat, Lösung mit 0,25 g/l.

0,25 g Eisen(III)chlorid-Hexahydrat, $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen. Dann ist auf 1000 ml aufzufüllen und zu mischen.

4.4 Verdünnungswasser

Je 1 ml der Salzlösungen gemäß [4.3.1](#), [4.3.2](#), [4.3.3](#) und [4.3.4](#) ist zu etwa 500 ml Wasser zuzugeben, dann ist auf 1000 ml aufzufüllen und zu mischen. Diese Lösung ist auf eine Temperatur von $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ zu bringen und bei dieser Temperatur zu lagern; dann ist eine Stunde zu belüften, bis die Konzentration an gelöstem Sauerstoff mindestens 8 mg/l beträgt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Lösung nicht verunreinigt wird, insbesondere nicht durch organische Substanzen, oxidierende oder reduzierende Substanzen oder Metall-Ionen.

Diese Lösung ist innerhalb von 24 h nach der Herstellung zu verwenden, Reste sind nach Ende der Arbeitszeit zu verwerfen.

4.5 Beimpftes Verdünnungswasser

5,0 ml bis 20 ml - je nach Herkunft des Impfwassers gemäß [4.2](#) - sind einem Liter des Verdünnungswassers gemäß [4.4](#) zuzugeben. Das beimpfte Verdünnungswasser ist unmittelbar vor dem Gebrauch bei 20 °C aufzubewahren, Reste sind nach Ende der Arbeitszeit zu verwerfen.

Die Sauerstoffzehrung (fünf Tage, 20 °C) des beimpften Verdünnungswassers (entspricht dem Blindwert gemäß [7.3](#)) sollte 0,5 mg/l Sauerstoff nicht unterschreiten.

4.6 Salzsäure, HCl, $c(\text{HCl}) \approx 0,5 \text{ mol/l}$.

4.7 Natriumhydroxid, NaOH, Lösung mit $\approx 20 \text{ g/l}$.

4.8 Natriumsulfit, Na_2SO_3 , Lösung mit $\approx 0,5 \text{ mol/l}$ (63,0 g/l).

4.9 Glucose-Glutaminsäure-Standardlösung

Wasserfreie Glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, und Glutaminsäure, $\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_4\text{N}$, sind eine Stunde bei $105 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ zu trocknen. Jeweils $150 \text{ mg} \pm 1 \text{ mg}$ sind zu wägen und gemeinsam in Wasser zu lösen. Dann ist auf 1000 ml aufzufüllen und zu mischen.

Diese Lösung ist unmittelbar vor Gebrauch herzustellen, Reste sind nach Ende der Arbeitszeit zu verwerfen.

5 Geräte

Die Glasgeräte sind sorgfältig rein und frei von toxischen und biologisch abbaubaren Substanzen zu halten und vor Verunreinigungen zu schützen.

Übliche Laborgeräte sowie

5.1 Inkubationsflaschen, Enghalsflaschen (zB Winklerflaschen), vorzugsweise mit einem Volumen von 250 ml bis 300 ml, mit Schliffstopfen, vorzugsweise Steilbrustflaschen.

5.2 Einrichtung zum Aufbewahren der Flaschen, zB Brutschrank, der auf eine Temperatur von $20 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ eingestellt werden kann.

5.3 Gerät zur Bestimmung der Konzentration an gelöstem Sauerstoff (gemäß ÖNORM EN 25813 oder ÖNORM EN 25814).

5.4 Kühlmöglichkeit (0 °C bis 4 °C) für den Transport und die Lagerung der Probe.

5.5 Verdünnungsgefäß, auf 1 ml genau graduiertes Glasgefäß mit Glasstopfen. Das Volumen des Gefäßes muß auf das Volumen der verdünnten Probe abgestimmt sein.

6 Lagerung der Probe

Die Probe ist bei einer Temperatur von 0 °C bis 4 °C in einer vollkommen gefüllten und dicht verschlossenen Flasche zu lagern, bis die Bestimmung durchgeführt wird.

Die Bestimmung des BSB ist so bald wie möglich durchzuführen, wenn möglich innerhalb von 24 Stunden nach der Probenentnahme.

7 Durchführung

7.1 Vorbehandlung

7.1.1 Neutralisation der Probe

Wenn der pH-Wert der Probe nicht zwischen 6 und 8 liegt, ist sie zu neutralisieren, nachdem durch einen getrennt vorgenommenen Test das notwendige Volumen Salzsäure gemäß 4.6 oder Natriumhydroxid gemäß 4.7 bestimmt wurde. Fallweise entstehende Niederschläge stören die Bestimmung nicht.

7.1.2 Behandlung der Probe bei Vorhandensein von freiem und/oder gebundenem Chlor

Freies und gebundenes Chlor in der Probe ist durch Zugabe der benötigten Menge Natriumsulfitlösung gemäß 4.8 zu zerstören; dabei muß die Zugabe eines Überschusses vermieden werden.

Methoden zur Bestimmung von freiem und/oder gebundenem Chlor werden in ÖNORM M 6255 (titrimetrische Methode) und ÖNORM M 6256 (colorimetrische Methode) beschrieben.

7.2 Vorbereitung der Proben

Da es schwierig ist, die genau richtige Verdünnung herauszufinden, sollten mehrere Verdünnungen in geometrischer Progression hergestellt werden. Die Verdünnung, die dem wahrscheinlichen BSB_5 entspricht, sollte mit in der Reihe enthalten sein (siehe Tabelle 1).

Die Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) (gemäß ÖNORM EN 1484) und/oder des Chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB) (gemäß ÖNORM M 6265) kann bei der Wahl der Verdünnung helfen.

Es ist darauf zu achten, daß repräsentative Proben entnommen werden.

Die Probe ist auf eine Temperatur von $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ zu bringen und in einem halbvollen Gefäß zu schütteln, um eine mögliche Übersättigung mit Sauerstoff zu entfernen.

Ein bekanntes Volumen der Probe ist in das Verdünnungsgefäß gemäß 5.5 einzubringen, mit beimpftem Verdünnungswasser gemäß 4.5 zu verdünnen und zu mischen. Einschluß von Luftblasen ist zu vermeiden.

Wenn der Verdünnungsfaktor größer als 100 ist, ist die Verdünnung in zwei oder mehr Schritten durchzuführen.

Tabelle 1: Empfohlene Verdünnungen für die Bestimmung des BSB₅

Erwarteter BSB ₅ (mg/l)			Verdünnungsfaktor	Resultat	i.a. anwendbar auf ¹⁾
3	bis	6	zwischen 1 und 2	0,5	R
4	bis	12	2	0,5	R, E
10	bis	30	5	0,5	R, E
20	bis	60	10	1	E
40	bis	120	20	2	S
100	bis	300	50	5	S, C
200	bis	600	100	10	S, C
400	bis	1200	200	20	I, C
1000	bis	3000	500	50	I
2000	bis	6000	1000	100	I

¹⁾ R: Flußwasser
 E: biologisch gereinigtes Wasser
 S: geklärtes Wasser oder leicht verunreinigtes Industrieabwasser
 C: Rohabwasser
 I: stark verunreinigtes Industrieabwasser

7.3 Blindwertbestimmung

Parallel zur Bestimmung ist eine Blindprobe mit dem beimpften Verdünnungswasser, mit dem auch die Probe verdünnt wurde, zu untersuchen.

7.4 Bestimmung

Mit jeder Verdünnung gemäß 7.2 sind zwei Inkubationsflaschen gemäß 5.1 bis zum Übergehen so zu füllen, daß keine Luft in die Probe eingebracht wird. Die Anwendung eines Siphons kann dafür zweckmäßig sein.

Luftblasen, die an der Wand haften, müssen entfernt werden. Die Flaschen sind so zu verschließen, daß keine Luftblasen eingeschlossen sind.

Die Flaschen sind in zwei Gruppen aufzuteilen, die je eine Flasche jeder Verdünnung und eine Flasche mit der Blindprobe gemäß 7.3 enthalten.

Die eine Gruppe von Flaschen ist in den Behälter gemäß 5.2 zu geben und während 5 Tagen im Dunklen zu halten.

In der anderen Gruppe von Flaschen ist die Konzentration an gelöstem Sauerstoff sofort in den Verdünnungen und in der Blindprobe entweder gemäß ÖNORM EN 25813 oder ÖNORM EN 25814 zu bestimmen.

Nach der Inkubationszeit von 5 Tagen ist die Konzentration an gelöstem Sauerstoff in jeder Verdünnung und in der Blindprobe gemäß ÖNORM EN 25813 oder ÖNORM EN 25814 zu bestimmen.

7.5 Kontrollbestimmung

Um das beimpfte Verdünnungswasser, das Impfwasser und die Durchführung zu überprüfen, ist eine Kontrollbestimmung durchzuführen; dafür sind 20 ml der Glucose-Glutaminsäure-Standardlösung gemäß 4.9 mit beimpftem Verdünnungswasser gemäß 4.5 auf 1000 ml aufzufüllen und gemäß 7.4 zu untersuchen.

Der BSB₅ sollte zwischen 180 mg/l und 230 mg/l liegen. Wenn das nicht der Fall ist, ist das Impfwasser und/oder die Durchführung zu überprüfen.

Die Kontrollbestimmung ist parallel zur Testserie durchzuführen.

8 Angabe der Ergebnisse

Aus den Verdünnungen ist jene auszuwählen, für die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{r_1}{3} \leq (r_1 - r_2) \leq \frac{2r_2}{3}$$

Hierin bedeutet:

r₁ die Massenkonzentration an gelöstem Sauerstoff in der Analysenprobe zu Beginn der Bestimmung, in mg/l

r₂ die Massenkonzentration an gelöstem Sauerstoff der gleichen Analysenprobe nach 5 Tagen, in mg/l

Der biochemische Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen (BSB₅), in mg Sauerstoff pro Liter, ergibt sich aus der Gleichung:

$$BSB_5 = \left[(r_1 - r_2) - \frac{V_t - V_e}{V_t} \cdot (r_3 - r_4) \right] \cdot \frac{V_t}{V_e}$$

Hierin bedeutet:

r₁, r₂ siehe (1)

r₃ die Massenkonzentration an gelöstem Sauerstoff in der Blindprobe zu Beginn der Bestimmung, in mg/l

r₄ die Massenkonzentration an gelöstem Sauerstoff in der Blindprobe nach 5 Tagen, in mg/l

V_e das Volumen der Laborprobe, das für die Herstellung der jeweiligen Analysenprobe verwendet wurde, in ml

V_t das Gesamtvolumen der Analysenprobe, in ml

Wenn mehrere Verdünnungen in den richtigen Bereich fallen, ist der Mittelwert aus den Ergebnissen für diese Verdünnungen zu bilden.

Das Ergebnis ist bei einem BSB₅ unter 10 mg/l auf ganze mg genau, zwischen 10 mg/l und 100 mg/l mit 2 signifikanten Stellen, über 1000 mg/l mit 3 signifikanten Stellen anzugeben.

9 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Daten zu umfassen:

- (1) einen Hinweis auf diese ÖNORM
- (2) Datum und Uhrzeit der Probenentnahme
- (3) Lagerung der Probe, Art der Probenvorbehandlung
- (4) Datum und Uhrzeit des Untersuchungsbeginns
- (5) Art des Impfwassers
- (6) Inkubationsdauer in Tagen (5)
- (7) Ergebnis mit Berechnungsmethode
- (8) besondere Vorkommnisse
- (9) Angaben über Abweichungen von der in dieser ÖNORM festgelegten Vorgangsweise sowie alle Umstände, die das Ergebnis beeinflusst haben könnten
- (10) Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

10 Bezugsnormen

- ÖNORM EN 1484 Wasseranalytik - Anleitung zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)
- ÖNORM EN 1899-1 Wasseranalytik - Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs nach n Tagen (BSB_n) - Teil 1: Verdünnungs- und Impfverfahren mit Zugabe von Allylthioharnstoff
- ÖNORM EN 1899-2 Wasseranalytik - Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs nach n Tagen (BSB_n) - Teil 2: Verfahren für unverdünnte Proben
- ÖNORM EN 25813 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des gelösten Sauerstoffs - Iodometrisches Verfahren (ISO 5813:1983)
- ÖNORM EN 25814 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des gelösten Sauerstoffs - Elektrochemisches Verfahren (ISO 5814:1990)
- ÖNORM M 6255 Wasseruntersuchung; Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor - Titrimetrische Methode mit N,N-diethyl-1,4-phenylendiamin
- ÖNORM M 6256 Wasseruntersuchung; Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor - Colorimetrische Methode mit N,N-diethyl-1,4-phenylendiamin für die Routineüberwachung
- ÖNORM M 6265 Wasseruntersuchung - Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfes



Wasseruntersuchung; Bestimmung von Gesamtcyanid und leicht freisetzbarem Cyanid

ÖNORM M 6285

*Water quality; determination of
total cyanide and easily liberatable
cyanide*

*Qualité de l'eau; dosage des cyanures
totaux et des cyanures aisément libérables*

Auch Normengruppen C und US 2

*Stimmt inhaltlich überein mit
(=) ISO 6703-1:1984 und
ISO 6703-2:1984*

Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß Cyanide sehr giftig sind; daher muß beim Umgang mit Cyaniden und ihren Lösungen ganz besonders vorsichtig vorgegangen werden.

Alle Verfahrensschritte müssen in einem Abzug durchgeführt werden. Kontakt der Lösungen mit Haut und Augen ist zu vermeiden. Beim Pipettieren müssen stets Sicherheitspipetten verwendet werden. Proben und Lösungen, die Cyanide oder Schwermetalle enthalten, sind den Vorschriften gemäß zu entsorgen.

Auch einige der für die Analysen benötigten Reagenzien, z. B. Pyridin, gelten als gefährliche Arbeitsstoffe.

Vorbemerkung

Cyanide können in Wasser als Blausäure, Cyanidionen oder als komplexe Cyanide vorliegen. Sie können als Gesamtcyanid oder als leicht freisetzbares Cyanid bestimmt werden. Wenn cyanidhaltige Wässer gechlort werden, entsteht Chlorcyan, das getrennt bestimmt werden muß.

Die Internationale Norm, die dieser ÖNORM zugrunde liegt, besteht aus 4 Teilen:

- Teil 1: Bestimmung von Gesamtcyanid*
- Teil 2: Bestimmung von leicht freisetzbarem Cyanid*
- Teil 3: Bestimmung von Chlorcyan*
- Teil 4: Bestimmung von Cyanid durch Diffusion bei pH 6*

Die in den Teilen 1, 2 und 3 beschriebenen Methoden sind für die Überwachung der Wasserqualität und für die Analyse von kommunalem Abwasser und Industrieabwasser geeignet. Sie sind den derzeit gängigen Verfahren für die Entgiftung von Cyaniden in Abwasserreinigungsanlagen angepaßt und beruhen auf der Abtrennung der freigesetzten Blausäure (oder – im Teil 3 – des freigesetzten Chlorcyans) durch Strippen mit einem Trägergas.

Die Methode, die in Teil 4 beschrieben wird, ist – abhängig von der Kupfer- und Nickelkonzentration – für die Bestimmung geringer Mengen an Cyanid geeignet.

Diese ÖNORM umfaßt 5 Abschnitte, die Verfahren beschreiben. 2 Abschnitte beschreiben – für Gesamtcyanid und leicht freisetzbares Cyanid getrennt – die Freisetzung und Absorption von Blausäure (Abschnitte 3 und 4), die anderen 3 behandeln alternative Methoden für die quantitative Bestimmung des Cyanidions, und zwar:

- die photometrische Bestimmung mit Pyridin/Barbitursäure (Abschnitt 5);*
- die titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes (Abschnitt 6);*
- die titrimetrische Methode mit Indikator (Abschnitt 7).*

Die Beschreibung dreier alternativer Methoden ist notwendig, weil jede Methode ihre Vor- und Nachteile hat und keine universell angewendet werden kann.

Die Anwendbarkeit der einzelnen Methoden wird in den Abschnitten 1, 5, 6 und 7 beschrieben.

Fortsetzung Seiten 2 bis 14

Nach dieser ÖNORM ist eine Normkennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Textstellen in kursiver Schrift, ausgenommen Formelzeichen, sind nicht Normentext. Zitierungen von Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung, Auslegungen (Interpretationen) und Erläuterungen zu ÖNORMEN sind laut Geschäftsordnung des ON nur dann authentisch, wenn sie vom ON aufgrund einer Beschlußfassung im zuständigen FNA herausgegeben werden.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

Inhaltsverzeichnis

- 1 Zweck und Anwendungsbereich**
- 2 Begriffsbestimmungen**
- 3 Freisetzung und Absorption von Blausäure zur Bestimmung von Gesamtcyanid**
- 4 Freisetzung und Absorption von Blausäure zur Bestimmung von leicht freisetzbarem Cyanid**
- 5 Bestimmung des Cyanidions; photometrische Methode mit Pyridin/Barbitursäure**
- 6 Bestimmung des Cyanidions; titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes**
- 7 Bestimmung des Cyanidions; titrimetrische Methode mit Indikator**
- 8 Hinweis auf andere Unterlagen**

1 Zweck und Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt 3 Methoden für die Bestimmung von Gesamtcyanid gemäß 2.1 und leicht freisetzbarem Cyanid gemäß 2.2 in Wasser.

Die Methoden sind für Wasser, das weniger als 100 mg Gesamtcyanid oder leicht freisetzbares Cyanid je Liter enthält, geeignet. Höhere Konzentrationen an Gesamtcyanid oder leicht freisetzbarem Cyanid können durch entsprechende Verdünnung der Probe bestimmt werden.

Die Methoden sind in folgenden Konzentrationsbereichen anwendbar:

- die photometrische Methode mit Pyridin/Barbitursäure: 0,002 mg bis 0,025 mg in der Analysenprobe;
- die titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes: mehr als 0,005 mg in der Analysenprobe;
- die titrimetrische Methode mit Indikator: mehr als 0,05 mg in der Analysenprobe.

Folgende Verbindungen stören das Zersetzungs- und Abtrennungsverfahren dann nicht, wenn sie einzeln oder nebeneinander höchstens in den folgenden Massenkonzentrationen vorliegen. Sind Aldehyde, z. B. Methanal (*Formaldehyd*) vorhanden, werden wegen der Bildung von Cyanhydrin zu niedrige Werte erhalten.

Tabelle 1: Störungen

Störende Substanz	Grenzkonzentration in mg/l
Sulfid	1000
Polysulfid	500
Sulfide und Polysulfide	1000
Thiosulfat	1000
Thiocyanat	1000
Sulfit	500
Carbonat	1000
Cyanat	1000
Nitrat	500
Nitrit	500
Ammonium	2000
Eisen (II) und Eisen (III)	5000
Silber	50
Quecksilber	50
Chromat	300
Propionsäure	1000
Phenol	1000
Anthracen	100
Naphthalin	100
Methoxybenzaldehyd (Anisaldehyd)	10
3,4-Methoxydioxybenzaldehyd (Piperonal)	10
Pyrrol	100
Pyridin	10
Chlor (elementar)	250
Wasserstoffperoxid	10
Perborat	10

Wenn zu erwarten ist, daß eine dieser Grenzkonzentrationen überschritten wird, muß die Probe vor der Stabilisierung (siehe 3.4) mit destilliertem Wasser verdünnt werden.

Andere Störungen ergeben sich durch die Gegenwart von Fettsäuren, welche mitdestilliert werden und während der Titration der alkalischen Lösungen (siehe 3.5.1) Seifen bilden, sowie durch die Gegenwart von elementarem Schwefel.

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Gesamtcyanid (im Sinne dieser ÖNORM): Summe aller einfachen oder komplex gebundenen Cyanide einschließlich organischer Verbindungen, die cyanogene Gruppen enthalten, die unter den Bedingungen gemäß Abschnitt 3 Blausäure freisetzen.

Cyanhydrine werden zum Teil erfaßt. CN-Gruppen von Verbindungen können in Wasser teilweise oder vollständig zu Cyanidionen oder Blausäure umgesetzt werden. Mononitrile (R-CN), Cyanate und Thiocyanate sowie Chlorcyan werden nicht erfaßt.

2.2 leicht freisetzbares Cyanid (im Sinne dieser ÖNORM): Cyanid, das aus Stoffen mit Cyanidgruppen entsteht, die bei pH 4 und Raumtemperatur einen meßbaren Blausäuredampfdruck haben.

Diese Stoffe schließen alle chlorierbaren Cyanide, besonders Blausäure, Alkali- und Erdalkalicyanide und komplexe Cyanide von Zink, Cadmium, Silber, Kupfer und Nickel ein. Komplexe Cyanide von Eisen und Cobalt, Nitrile, Cyanate, Thiocyanate und Chlorcyan werden nicht erfaßt.

3 Freisetzung und Absorption von Blausäure zur Bestimmung von Gesamtcyanid

3.1 Grundlage des Verfahrens

Die Probe wird mit Salzsäure in Gegenwart von Kupfer(II)ionen erhitzt. Die freigesetzte Blausäure wird in einem Luftstrom in ein Absorptionsgefäß mit Natriumhydroxid-Lösung eingeleitet.

Komplexe Cobaltcyanide werden nicht quantitativ erfaßt, da sie – je nach der vorliegenden Konzentration – nur zu 5% bis 15% zersetzt werden; das gleiche gilt für einige organische Cyanoverbindungen.

Die Wirkung des hier festgelegten Aufschlusses auf Cyanhydrin ist noch nicht ganz bekannt.

3.2 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ und nur destilliertes Wasser oder entionisiertes Wasser zu verwenden.

3.2.1 Salzsäure, $\rho = 1,12$ g/ml.

3.2.2 Salzsäure, $c(\text{HCl}) = 1$ mol/l.

3.2.3 Natriumhydroxid, $c(\text{NaOH}) = 1$ mol/l.

3.2.4 Natriumhydroxid, $c(\text{NaOH}) = 5$ mol/l.

3.2.5 Zinn(II)chlorid-Lösung¹⁾

50 g Zinn(II)chlorid-Dihydrat, $\text{SnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ sind in 40 ml Salzsäure gemäß 3.2.2 zu lösen und mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

Diese Lösung ist etwa eine Woche haltbar.

3.2.6 Phenolphthalein, trichlormethanhaltige Lösung

0,03 mg Phenolphthalein, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$, sind in 90 ml Ethanol aufzulösen und mit 10 ml Trichlormethan (*Chloroform*) zu versetzen.

3.2.7 Zink- und Cadmiumsulfat-Lösung¹⁾

100 g Zinksulfat-Heptahydrat, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, und 100 g Cadmiumsulfat-Oktahydrat, $3 \text{CdSO}_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

3.2.8 Kupfer(II)sulfat-Lösung

200 g Kupfer(II)sulfat-Pentahydrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen und auf 1000 ml aufzufüllen.

3.2.9 Cadmiumacetat-Lösung¹⁾

300 g Cadmiumacetat-Dihydrat, $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

3.2.10 Pufferlösung, pH = 5,4

6 g Natriumhydroxid, NaOH, sind in etwa 50 ml Wasser zu lösen, mit 11,8 g Bernsteinsäure, $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$, zu versetzen und auf 100 ml aufzufüllen.

¹⁾ SnCl_2 wird als Reduktionsmittel zugegeben; Zinksalze werden zugegeben, um stabile Zink-hexacyanoferrate zu bilden, Cadmiumsalze werden als Sulfidakzeptor und Bakterizid zugegeben.

3.3 Geräte

übliche Laborgeräte sowie

3.3.1 Gerät für die Abtrennung der Blausäure durch Strippen

Der in Bild 1 gezeigte Apparat oder ein gleich geeigneter wird für die Bestimmung empfohlen; er besteht aus den folgenden Teilen:

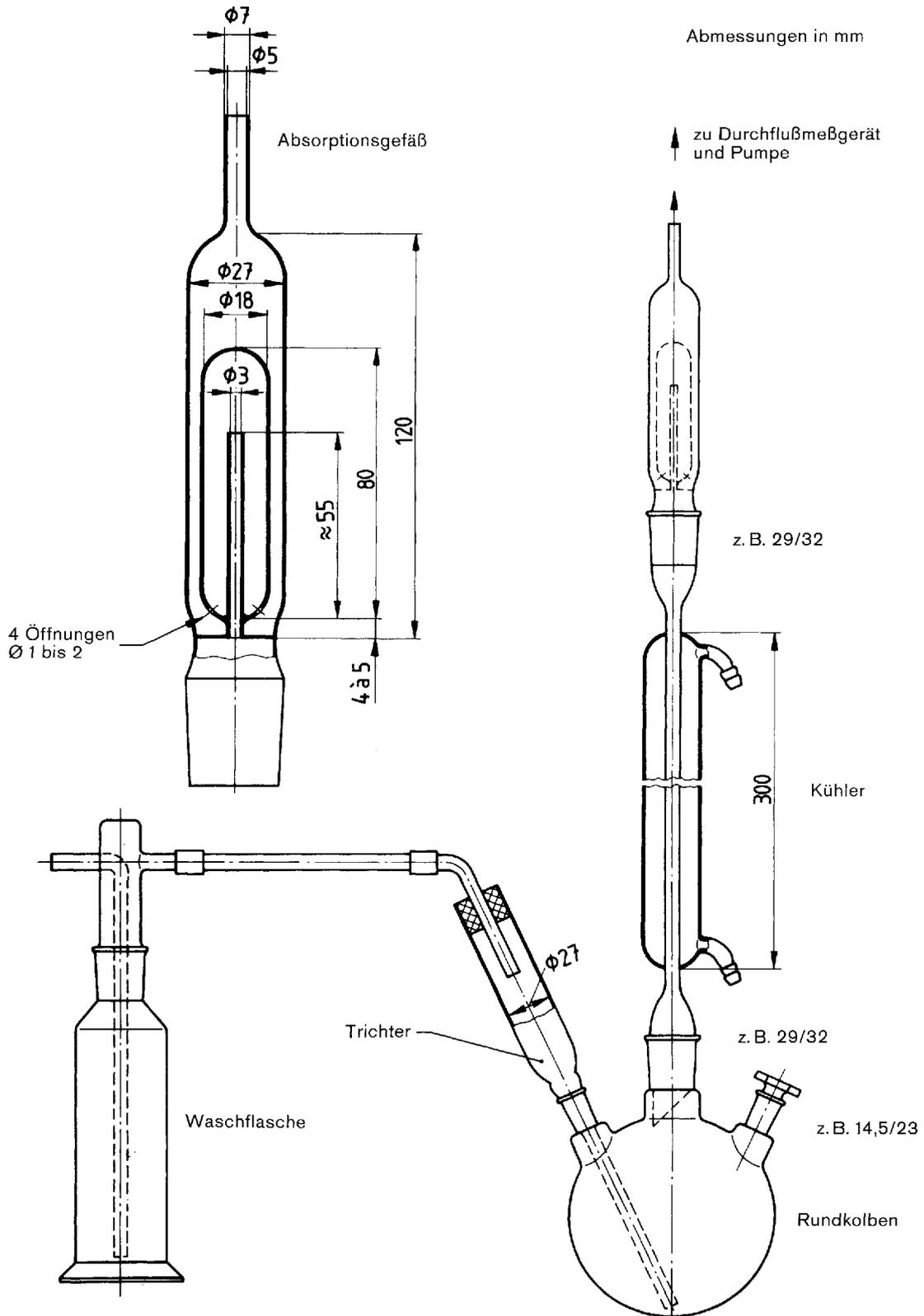


Bild 1: Gerät für die Abtrennung der Blausäure durch Strippen

- 3.3.1.1** Dreihalskolben, 500 ml, mit Schliffverbindungen.
- 3.3.1.2** Rückflußkühler (z. B. Liebigkühler).
- 3.3.1.3** Absorptionsgefäß mit Rückflußsicherung.
- 3.3.1.4** Trichter.
- 3.3.1.5** Durchflußmeßgerät für die Messung des Luftdurchsatzes.
- 3.3.1.6** Waschflasche, 250 ml, für die Luftreinigung.
- 3.3.2** pH-Meter mit Glaselektrode, die dicht in die Seitenhülse des Kolbens paßt.
- 3.3.3** Meßkolben mit einer Marke, Inhalt 25, 50, 250 und 1000 ml.

3.4 Probenentnahme und Proben

Wenn die Probe ungelöste Cyanide enthält, ist es notwendig, die homogene Verteilung der ungelösten Substanzen in der Probe und den Verdünnungen sicherzustellen.

Unmittelbar nach der Probenentnahme sind der Probe oder der verdünnten Probe 5 ml Natriumhydroxid gemäß 3.2.4, 10 ml Phenolphthalein gemäß 3.2.6 und 5 ml Zinn(II)chlorid-Lösung gemäß 3.2.5 je Liter zuzusetzen. Dann ist der pH-Wert durch tropfenweise Zugabe von Salzsäure gemäß 3.2.2 auf etwa 8 einzustellen (leichte Rosa-Färbung der Probe). Gefärbte Lösungen sind mit Hilfe eines pH-Meters oder eines pH-Indikatorpapiers ebenfalls auf diesen Wert einzustellen. Zuletzt sind 10 ml der Zink- und Cadmiumsulfat-Lösung gemäß 3.2.7 je Liter Probe zuzusetzen.

Nach Zugabe der Zink- und Cadmiumsulfat-Lösung bildet sich ein Niederschlag, der Hexacyanoferrat enthalten kann. Deshalb muß die Probe vor der Entnahme der Analysenprobe homogenisiert werden. Wenn Parallelbestimmungen vorgenommen werden, sind die einzelnen Analysenproben so rasch wie möglich zu entnehmen, um Verluste durch Entweichen von gasförmiger Blausäure zu vermeiden, da durch die Manipulation das Gleichgewicht zwischen gasförmiger Blausäure und gelöster Blausäure in der vorbehandelten Probe gestört wird. Wenn das benötigte Probenvolumen bereits vor der Probenentnahme bekannt ist, ist es ratsam, nur diese Menge zu entnehmen und die Analyse an der gesamten Probe vorzunehmen.

Die Analyse ist so bald wie möglich durchzuführen. Wenn eine Lagerung nicht zu vermeiden ist, sind die Proben kühl und dunkel zu lagern.

3.5 Durchführung

3.5.1 Freisetzung und Absorption von Blausäure

10 ml der Natriumhydroxid-Lösung gemäß 3.2.3 sind in das Absorptionsgefäß gemäß 3.3.1.3 einzubringen. Dann ist das Absorptionsgefäß mit dem Rückflußkühler und dieser mit dem Destillationskolben zu verbinden. In weiterer Folge ist die Ansaugleitung anzuschließen und der Luftdurchsatz auf etwa 20 l/h einzustellen. Dann sind – in dieser Reihenfolge – 30 ml Wasser, 10 ml Kupfer(II)sulfat-Lösung gemäß 3.2.8, 2 ml Zinn(II)chlorid-Lösung gemäß 3.2.5, 100 ml Probe (siehe 3.4) und 10 ml Salzsäure gemäß 3.2.1 durch den Trichter einzubringen. Die Waschflasche – mit etwa 100 ml Natriumhydroxid-Lösung gemäß 3.2.3 gefüllt – ist an den Trichter anzuschließen und der Destillationskolben ist zu erhitzen, bis der Kolbeninhalt kocht. Der Luftdurchsatz ist wieder auf 20 l/h einzustellen. Es sollten aus dem Rückflußkühler etwa 1 bis 2 Tropfen je Sekunde zurücktropfen.

Werden niedrige Cyanidkonzentrationen (unter 0,1 mg/l) erwartet, kann das Probenvolumen auf 200 ml erhöht werden. In diesem Fall ist das Volumen der Kupfer(II)sulfat-Lösung gemäß 3.2.8 auf 20 ml, das der Zinn(II)chlorid-Lösung gemäß 3.2.5 auf 4 ml, und das der Salzsäure gemäß 3.2.1 auf 20 ml zu erhöhen.

Nach einer Stunde ist der Kochvorgang abzubrechen.²⁾

3.5.2 Blindwertbestimmung

Parallel zu jeder Bestimmung ist eine Blindwertbestimmung vorzunehmen. Dabei ist die Probe durch cyanidfreies Wasser zu ersetzen, das genauso wie die Probe vorbehandelt wurde (siehe 3.4) und gemäß 3.5.1 und weiter gemäß der jeweils geeigneten Analysenvorschrift zu behandeln ist.

²⁾ Wenn der Kolbeninhalt trüb ist, oder wenn eine Störung erwartet wird (etwa wenn die Probe mehr als 1000 mg Sulfid oder Fettsäuren enthält), ist der Koch- und Strippvorgang zu wiederholen.

Der Inhalt des Absorptionsgefäßes ist durch den Trichter in einen weiteren Destillierkolben mit 10 ml Cadmiumacetat-Lösung gemäß 3.2.9 und 40 ml Pufferlösung gemäß 3.2.10 zu überführen.

Das Absorptionsgefäß ist sorgfältig mit etwa 60 ml Wasser zu waschen, die Lösungen sind im Destillierkolben zu vereinigen. Dann ist der Strippvorgang ohne Zugabe weiterer Reagenzien wie in 3.5.1 beschrieben zu wiederholen.

3.5.3 Quantitative Bestimmung des Cyanidions

Die quantitative Bestimmung ist entweder gemäß Abschnitt 5 (photometrische Methode mit Pyridin/Barbitursäure), Abschnitt 6 (titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes) oder Abschnitt 7 (titrimetrische Methode mit Indikator) vorzunehmen.

4 Freisetzung und Absorption von Blausäure zur Bestimmung von leicht freisetzbarem Cyanid

4.1 Grundlage des Verfahrens

Die Probe wird bei pH 4 mit metallischem Zink und EDTA behandelt, die freigesetzte Blausäure wird in einem Luftstrom in ein Absorptionsgefäß mit Natriumhydroxid-Lösung eingeleitet.

4.2 Reagenzien

Siehe 3.2, zusätzlich:

4.2.1 Pufferlösung, pH = 4,0

80 g Kalium-Hydrogenphthalat, $C_8H_5KO_4$, sind in 920 ml warmem Wasser zu lösen.

4.2.2 EDTA-Lösung

100 g Ethylen-dinitrilo-tetraessigsäure-Dinatriumsalz, $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$, sind in 940 ml warmem Wasser zu lösen.

4.2.3 Zinkstaub

4.3 Geräte

Siehe 3.3.1.

4.4 Probenentnahme und Proben

Siehe 3.4, zusätzlich gilt:

Wenn Hexacyanoverbindungen nicht erfaßt werden sollen, ist die Zinn(II)chlorid-Lösung gemäß 3.2.5 der Menge der oxidierenden Stoffe anzugleichen. Es sollte nicht mehr als 0,1 ml Zinn(II)chlorid-Lösung im Überschuß zugegeben werden.

4.5 Durchführung

4.5.1 Freisetzung und Absorption von Blausäure

10 ml der Natriumhydroxid-Lösung gemäß 3.2.3 sind in das Absorptionsgefäß gemäß 3.3.1.3 einzubringen. Dann ist das Absorptionsgefäß mit dem Rückflußkühler und dieser mit dem Destillationskolben zu verbinden. In weiterer Folge ist die Ansaugleitung anzuschließen und der Luftdurchsatz auf 30 l/h bis 60 l/h einzustellen. Dann sind – in dieser Reihenfolge – 10 ml Zink- und Cadmiumsulfat-Lösung gemäß 3.2.7, 10 ml EDTA-Lösung gemäß 4.2.2, 50 ml Pufferlösung gemäß 4.2.1 und 100 ml Probe (siehe 4.4) einzubringen. Dann ist der pH-Wert mit Hilfe einer Glaselektrode durch tropfenweise Zugabe von Salzsäure gemäß 3.2.2 oder Natriumhydroxid-Lösung gemäß 3.2.3 auf einen Wert von $3,9 \pm 0,1$ einzustellen. Dann ist die Glaselektrode zu entfernen, der Lösung 0,3 g Zinkstaub gemäß 4.2.3 durch den Seitenansatz zuzusetzen und dieser sofort zu verschließen. Die Waschflasche – mit etwa 100 ml Natriumhydroxid-Lösung gemäß 3.2.3 gefüllt – ist an den Trichter anzuschließen, der Luftdurchsatz ist wieder auf 30 l/h bis 60 l/h einzustellen. Nach 4 h ist das Strippen zu beenden. Werden niedrige Cyanidkonzentrationen (unter 0,1 mg/l) erwartet, kann das Probenvolumen auf 200 ml erhöht werden. In diesem Fall ist das Volumen der Zink- und Cadmiumsulfat-Lösung gemäß 3.2.7 auf 20 ml, das der Pufferlösung gemäß 4.2.1 auf 100 ml und die Zinkstaubmenge auf 0,6 g zu erhöhen.

4.5.2 Blindwertbestimmung

Parallel zu jeder Bestimmung ist eine Blindwertbestimmung vorzunehmen. Dabei ist die Probe durch cyanidfreies Wasser zu ersetzen, das genauso wie die Probe vorbehandelt wurde (siehe 4.4). Anschließend ist gemäß 4.5.1 und weiter gemäß der jeweils geeigneten Analysenvorschrift vorzugehen.

4.5.3 Quantitative Bestimmung des Cyanidions

Die quantitative Bestimmung ist entweder gemäß Abschnitt 5 (photometrische Methode mit Pyridin/Barbitursäure), Abschnitt 6 (titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes) oder Abschnitt 7 (titrimetrische Methode mit Indikator) vorzunehmen.

5 Bestimmung des Cyanidions; photometrische Methode mit Pyridin/Barbitursäure

5.1 Anwendbarkeit

Diese Methode kann auf Absorptionslösungen angewendet werden, die 0,002 mg bis 0,025 mg Cyanid enthalten. Absorptionslösungen mit höheren Cyanidkonzentrationen können mit Natriumhydroxid-Lösung gemäß 5.3.1 verdünnt werden.

Diese Methode ist nicht geeignet, wenn Stickstoffoxide oder Schwefeldioxid bei der Abtrennung von Cyanid in das Absorptionsgefäß gelangen können. Substanzen, die die Reaktion der Chloramin-T-Lösung beeinflussen, stören ebenfalls.

Weiters können gefärbte oder trübe Lösungen sowie Lösungen, die Farbstoffe bilden, nicht nach dieser Methode analysiert werden.

Im Hinblick auf die genannten Störungen wird empfohlen, daß die Ergebnisse durch Titration mit Silbernitratlösung (siehe Abschnitt 6 und 7) überprüft werden.

5.2 Grundlage des Verfahrens

Durch Reaktion des Cyanidions mit dem freien Chlor des Chloramin-T wird Chlorcyan gebildet, das mit Pyridin Glutacondialdehyd bildet, der in weiterer Folge mit 2 mol Barbitursäure zu einem rotvioletten Farbstoff kondensiert.

5.3 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ und nur destilliertes Wasser oder entionisiertes Wasser zu verwenden.

5.3.1 Natriumhydroxid, $c(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ mol/l}$.

5.3.2 Kaliumcyanid, KCN.

5.3.3 Chloramin-T-Lösung

0,5 g Chloramin-T-Trihydrat, $\text{C}_7\text{H}_7\text{ClNNaO}_2\text{S} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, sind in einem 50-ml-Meßkolben in Wasser zu lösen und auf 50 ml aufzufüllen. Trübe Lösungen sind zu filtrieren.

Diese Lösung ist etwa eine Woche haltbar.

5.3.4 Pyridin/Barbitursäure-Lösung

3 g Barbitursäure, $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$, sind in einen 50-ml-Meßkolben einzubringen, mit möglichst wenig Wasser – gerade genug, um die Barbitursäure zu befeuchten – vom Kolbenhals zu waschen und mit 15 ml Pyridin, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$, zu versetzen und zu mischen. Nach Zugabe von 3 ml Salzsäure gemäß 3.2.1 ist mit Wasser auf 50 ml aufzufüllen.

Die Lösung ist über Nacht im Kühlschrank aufzubewahren und – wenn nötig – durch Filtration von ungelöster Barbitursäure zu befreien.

Die Lösung ist einen Tag stabil, wenn sie im Dunkeln gelagert wird, und eine Woche, wenn sie im Kühlschrank gelagert wird.

5.3.5 Kaliumcyanid-Standardlösung mit 10 mg CN^- je Liter.

25 mg Kaliumcyanid, KCN, sind in Natriumhydroxid gemäß 5.3.1 zu lösen und mit Natriumhydroxid in einem Meßkolben auf 1000 ml aufzufüllen.

Der Titer dieser Lösung ist durch Titration mit Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.1 unmittelbar vor Verwendung oder täglich (wenn viele Bestimmungen vorgenommen werden) zu stellen.

5.4 Geräte

Übliche Laborgeräte sowie

5.4.1 Spektrophotometer mit Küvetten mit einer optischen Länge von 10 mm.

5.5 Durchführung

5.5.1 Bestimmung

Der Inhalt des Absorptionsgefäßes ist in einen 25-ml-Meßkolben einzubringen. Das Absorptionsgefäß ist dreimal mit je etwa 3 ml Wasser zu waschen, das Waschwasser ist ebenfalls in den Kolben einzubringen, dann ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen und zu mischen.

Mit einer Pipette sind 10 ml dieser Lösung in einen weiteren 25-ml-Meßkolben einzubringen und mit 2 ml Pufferlösung gemäß 3.2.10, 4 ml Salzsäure gemäß 3.2.2 und 1 ml Chloramin-T-Lösung gemäß 5.3.3 – jeweils unter gutem Durchmischen – zu versetzen. Der Kolben ist zu verschließen und 5 min \pm 1 min stehen zu lassen.

Dann sind 3 ml Pyridin/Barbitursäure-Lösung gemäß 5.3.4 zuzugeben und mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Die Absorption ist bei 578 nm mit einer Küvette mit einer optischen Länge von 10 mm gegen Natriumhydroxid gemäß 5.3.1 zu messen. Die Messung muß 20 min \pm 5 min nach Zugabe der Pyridin/Barbitursäure-Lösung durchgeführt werden.

Die Blindwertlösung gemäß 3.5.2 bzw. 4.5.2 ist ebenso zu behandeln.

5.5.2 Aufstellen der Kalibrierkurve

5.5.2.1 Herstellen der Kalibrierlösungen

Mit einer Sicherheitspipette sind 2; 5; 20 und 25 ml der Kaliumcyanid-Standardlösung gemäß 5.3.5 in eine Reihe von 250-ml-Meßkolben einzubringen, mit Natriumhydroxid gemäß 5.3.1 aufzufüllen und zu mischen.

Dann ist gemäß 5.5.1, 2. und 3. Absatz vorzugehen.

5.5.2.2 Spektrophotometrische Messung

Es ist gemäß 5.5.1, 4. Absatz vorzugehen

5.5.2.3 Kalibrierkurve

Aus den erhaltenen Daten ist eine Kalibrierkurve – Absorption gegen Cyanidkonzentration – zu erstellen. Die Beziehung ist linear. Die Kalibrierkurve ist von Zeit zu Zeit zu überprüfen, besonders wenn neue Chargen von Chemikalien benutzt werden.

Die Konzentration der Kalibrierlösungen ist durch Titration mit Silbernitrat-Lösung zu überprüfen.

5.6 Angabe des Ergebnisses

Die Massenkonzentration an Gesamtcyanid β_{CN} in mg/l ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\beta_{CN} = \frac{(m_a - m_b) \cdot 1000}{f_1 \cdot f_2 \cdot V_s}$$

Hierin bedeutet:

m_a ... Cyanidgehalt der Probenlösung in mg, aus der Kalibrierkurve abgelesen;

m_b ... Cyanidgehalt der Blindwertlösung in mg, aus der Kalibrierkurve abgelesen;

V_s Volumen der Probe in ml;

f_1 = 0,4, da nur 40% des Inhaltes des Absorptionsgefäßes für die Bestimmung benützt werden;

f_2 = 0,97, da das Volumen der Probe durch die bei der Probenentnahme zugesetzten Konservierungsmittel erhöht wird. Wenn bei der Neutralisation mehr als 10 ml Reagens je Liter Probe zugesetzt wurden, erniedrigt sich dieser Faktor um jeweils 0,01 je 10 ml.

Das Ergebnis ist in mg/l unter Berücksichtigung der Genauigkeit gemäß Tabelle 2 anzugeben.

5.7 Genauigkeit

Die Daten zur Genauigkeit der Tabelle 2 stammen aus einem Ringversuch; die Proben wurden aus dem Grundwasser im Bereich einer Deponie entnommen.

Tabelle 2: Genauigkeit

Probe	Anzahl der Laboratorien	Massenkonzentration an Cyanid in mg/l	Vergleichsvariationskoeffizient in %
Kalium-hexacyanoferrat(III)-Lösung	14	4,4	8
Stabilisierte Probe	17	0,60	28
Stabilisierte Probe mit zugesetztem Kalium-hexacyanoferrat(III)	17	1,0	25

5.8 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- einen Hinweis auf diese ÖNORM und auf die verwendete Methode (z.B. Gesamtcyanid gemäß ÖNORM M 6285, photometrische Methode);
- das Ergebnis und die Berechnungsweise;
- ungewöhnliche Vorgänge während der Analyse;
- Angaben über Abweichungen von der in dieser ÖNORM festgelegten Vorgangsweise sowie alle Umstände, die das Ergebnis beeinflusst haben könnten;
- Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

6 Bestimmung des Cyanidions; titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes

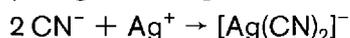
6.1 Anwendbarkeit

Diese Methode kann auf Absorptionslösungen angewendet werden, die mehr als 0,005 mg Cyanid enthalten.

Diese Methode ist nicht geeignet, wenn die Absorptionslösung trüb ist, jedoch können leicht trübe Lösungen titriert werden, wenn sie vorher durch Schütteln mit 1 ml bis 2 ml Kohlenstofftetrachlorid gereinigt werden. Die Phasentrennung kann durch Zentrifugieren beschleunigt werden.

6.2 Grundlage des Verfahrens und Reaktionsgleichungen

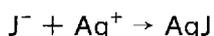
Zunächst wird ein Silber-Cyanid-Komplex gemäß folgender Gleichung gebildet:



der – in Gegenwart eines Überschusses an Silberionen – zum Ausfallen von Silbercyanid führt:



Die Endbestimmung erfolgt durch Zugabe von Kaliumjodid, da die Löslichkeit von Silberjodid geringer als die von Silbercyanid ist:



Die Bildung von kolloidalem Silberjodid wird durch den Tyndall-Effekt angezeigt.

6.3 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ und nur destilliertes Wasser oder entionisiertes Wasser zu verwenden.

6.3.1 Silbernitrat-Lösung, $c(\text{AgNO}_3) = 0,01 \text{ mol/l}$.

6.3.2 Silbernitrat-Lösung, $c(\text{AgNO}_3) = 0,001 \text{ mol/l}$.

Diese Lösung und die verwendete Bürette sind im Dunkeln aufzubewahren. Der Titer der Lösung ist häufig zu überprüfen, oder die Lösung ist vor Gebrauch aus der Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.1 herzustellen.

6.3.3 Kaliumjodid-Lösung

20 g Kaliumjodid sind in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

6.4 Geräte (siehe Bild 2)

Übliche Laborgeräte sowie

6.4.1 Automatische Bürette aus dunklem Glas, 10 ml, die eine Genauigkeit von 0,005 ml aufweist, oder **Mikrobürette**, falls eine automatische Bürette nicht zur Verfügung steht.

6.4.2 Magnetrührer, mit dunkler Standfläche und dunklem Stäbchen.

6.4.3 Starke Lichtquelle, zum Beispiel eine Mikroskoplampe mit einstellbarer Fokussierlinse und Lochblende, oder ein Diaprojektor mit Lochblende oder eine Zweistrahlampe mit Faseroptiksystem. Der Durchmesser der Öffnung sollte 4 mm bis 6 mm groß sein.

6.4.4 Titrierkolben aus Glas ohne Markierung, mit einem Innendurchmesser von etwa 25 mm und einem Fassungsvermögen von 20 ml.

6.5 Durchführung

Der Inhalt des Absorptionsgefäßes ist in einen 25-ml-Meßkolben einzubringen. Das Absorptionsgefäß ist dreimal mit je etwa 3 ml Wasser zu waschen, das Waschwasser ist ebenfalls in den Kolben einzubringen, dann ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen und zu mischen.

Die Titration sollte vorzugsweise in einem abgedunkelten Raum durchgeführt werden.

Der Meßkolben ist in den Lichtstrahl zu stellen (siehe Bild 2). Wenn die Lösung trüb ist, ist 6.1 zu beachten. Ansonsten sind mit einer Pipette je 10 ml der Probe in 2 Titrierkolben gemäß 6.4.4 einzubringen, die Lösungen sind jeweils mit 1 ml Kaliumjodid-Lösung gemäß 6.3.3 zu versetzen.

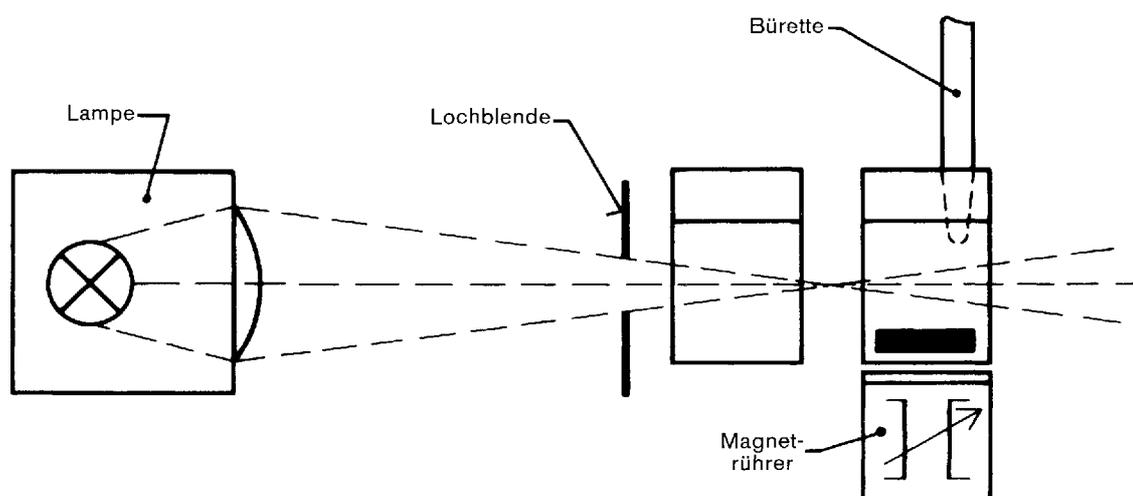


Bild 2: Gerät für die Bestimmung von Cyanidionen unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes

Ein Titrierkolben ist auf den Magnetrührer zu stellen, und das Stäbchen ist in die Lösung zu geben. Der andere Kolben ist zwischen den ersten Kolben und die Lichtquelle zu stellen (siehe Bild 2). Wenn eine Zweistrahllampe verwendet wird, sind die Kolben nebeneinander zu stellen. Die Spitze der Bürette, die die Silbernitrat-Lösung enthält, muß in die Lösung eintauchen, dann ist der Magnetrührer einzuschalten und die Titration zu beginnen. Es muß langsam titriert werden, da die Bildung von Silberjodid langsam erfolgt.

Der Endpunkt ist erreicht, wenn die durch den Tyndall-Effekt hervorgerufene Trübung gut sichtbar ist. Er kann leicht durch Vergleich mit der Referenzprobe, der kein Silbernitrat zugesetzt wurde, erkannt werden. Der Verbrauch an Silbernitrat ist festzuhalten. Wenn mehr als 5 ml verbraucht werden, sind mit einer Sicherheitspipette 2 kleinere aliquote Teile (z. B. 1 ml) der Lösung im Meßkolben in den Titrierkolben zu überführen und mit Natriumhydroxid gemäß 5.3.1 auf 10 ml aufzufüllen. Dann ist die Titration zu wiederholen.

Die Titrierkolben sind auszutauschen, und das Stäbchen ist in den zweiten Kolben zu überführen. Die zweite Lösung ist bis zur gleichen Trübung zu titrieren wie die erste, der Verbrauch an Silbernitrat ist festzuhalten.

Die Blindwertlösung ist ebenso zu behandeln. Der Verbrauch an Silbernitrat bei den beiden Blindwertbestimmungen ist meist 0,02 ml; 0,04 ml sollten bei beiden Blindwertbestimmungen nicht überschritten werden.

6.6 Angabe des Ergebnisses

Die Massenkonzentration an Gesamtcyanid β_{CN} in mg/l ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\beta_{\text{CN}} = \frac{(V_1 + V_2 - V_0) \cdot f_1 \cdot 1000}{f_2 \cdot f_3 \cdot V_s}$$

Hierin bedeutet:

- V_0 Gesamtvolumen in ml der bei beiden Titrationen der Blindwertlösung verbrauchten Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2;
- V_1 Volumen in ml der bei der ersten Titration verbrauchten Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2;
- V_2 Volumen in ml der bei der zweiten Titration verbrauchten Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2;
- V_s Volumen in ml der Probe
- f_1 = 0,052; Masse in mg an Cyanid, die 1 ml Silbernitrat-Lösung mit 0,001 mol/l entspricht;
- f_2 = 0,8, da nur 80% des Inhaltes des Absorptionsgefäßes für die Titration eingesetzt wird;
- f_3 = 0,97, da das Volumen der Probe durch die bei der Probenentnahme zugesetzten Konservierungsmittel erhöht wird. Wenn bei der Neutralisation mehr als 10 ml Reagens je Liter Probe zugesetzt wurden, erniedrigt sich dieser Faktor um jeweils 0,01 je 10 ml.

Das Ergebnis ist in mg/l unter Berücksichtigung der Genauigkeit gemäß Tabelle 3 anzugeben.

6.7 Genauigkeit

Die Daten zur Genauigkeit der Tabelle 3 stammen aus einem Ringversuch; die Proben wurden aus dem Grundwasser im Bereich einer Deponie entnommen.

Tabelle 3: Genauigkeit

Probe	Anzahl der Laboratorien	Massenkonzentration an Cyanid in mg/l	Vergleichsvariationskoeffizient in %
Kalium-hexacyanoferrat(III)-Lösung	14	4,5	11
Stabilisierte Probe	17	0,62	31
Stabilisierte Probe mit zugesetztem Kalium-hexacyanoferrat(III)	17	1,0	21

6.8 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- einen Hinweis auf diese ÖNORM und auf die verwendete Methode (z. B. leicht freisetzbare Cyanid gemäß ÖNORM M 6285, titrimetrische Methode unter Ausnutzung des Tyndall-Effektes);
- das Ergebnis und die Berechnungsweise;
- ungewöhnliche Vorgänge während der Analyse;
- Angaben über Abweichungen von der in dieser ÖNORM festgelegten Vorgangsweise sowie alle Umstände, die das Ergebnis beeinflusst haben könnten;
- Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

7 Bestimmung des Cyanidions; titrimetrische Methode mit Indikator

7.1 Anwendbarkeit

Diese Methode kann auf Absorptionslösungen angewendet werden, die mehr als 0,05 mg Cyanid enthalten.

Diese Methode ist nicht geeignet, wenn die Absorptionslösung gefärbt oder stark trüb ist. Mit einer potentiometrischen Endpunktsbestimmung kann diese Methode aber auch auf gefärbte und stark trübe Lösungen angewendet werden.

7.2 Grundlage des Verfahrens

Der Inhalt des Absorptionsgefäßes wird mit Silbernitrat-Lösung titriert; überschüssige Silberionen bilden mit 5-(4-Dimethylaminobenzyliden)-rhodanin einen roten Silberkomplex.

7.3 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ und nur destilliertes Wasser oder entionisiertes Wasser zu verwenden.

Zusätzlich zu den in 6.3 genannten Reagenzien:

7.3.1 Indikatorlösung

0,02 g 5-(4-Dimethylaminobenzyliden)-rhodanin, $C_{12}H_{12}N_2OS_2$, sind in Propan-2-on (*Aceton*) zu lösen und mit Propan-2-on (*Aceton*) auf 100 ml aufzufüllen.

Diese Lösung ist etwa eine Woche stabil, wenn sie im Dunklen gelagert wird.

7.4 Geräte

übliche Laborgeräte sowie

7.4.1 Magnetprüher mit Stäbchen

7.4.2 Bürette, 10 ml

7.4.3 Titrierkolben, 50 ml, aus Glas

7.5 Durchführung

Der Inhalt des Absorptionsgefäßes ist in ein 50-ml-Becherglas zu überführen. Das Absorptionsgefäß ist dreimal mit je etwa 5 ml Wasser zu waschen, das Waschwasser ist ebenfalls in das Becherglas einzubringen. Dann sind 0,1 ml Indikatorlösung gemäß 7.3.1 zuzusetzen, die Spitze der Bürette, die die Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2 enthält, ist in die Lösung einzutauchen. Dann ist der Magnetprüher einzuschalten und zu titrieren, bis die Farbe von gelb nach rot umschlägt.

Die Farbe ist nur kurze Zeit stabil.

Wenn mehr als 10 ml Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2 verbraucht werden, ist die Titration unter Verwendung der Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.1 zu wiederholen.

Die Blindwertbestimmung ist an 10 ml Natriumhydroxid gemäß 5.3.1 ebenso durchzuführen.

Der Verbrauch an Silbernitrat bei der Blindwertbestimmung ist meist 0,08 ml; 0,2 ml sollten nicht überschritten werden.

7.6 Angabe des Ergebnisses

Die Massenkonzentration an Gesamtcyanid β_{CN} in mg/l ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\beta_{\text{CN}} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot f_1 \cdot 1000}{f_2 \cdot V_s}$$

Hierin bedeutet:

V_0 Volumen in ml der bei der Titration der Blindwertlösung verbrauchten Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2;

V_1 Volumen in ml der bei der Titration der Probe verbrauchten Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.2;

V_s Volumen in ml der Probe;

f_1 = 0,052; das ist die Masse in mg an Cyanid, die 1 ml Silbernitrat-Lösung mit 0,001 mol/l entspricht;

f_2 = 0,97, da das Volumen der Probe durch die bei der Probenentnahme zugesetzten Konservierungsmittel erhöht wird. Wenn bei der Neutralisation mehr als 10 ml Reagens je Liter Probe zugesetzt wurden, erniedrigt sich dieser Faktor um jeweils 0,01 je 10 ml.

Das Ergebnis ist auf hundertstel mg/l genau anzugeben.

Wenn die Silbernitrat-Lösung gemäß 6.3.1 eingesetzt wurde, muß eine entsprechende Korrektur angebracht werden.

7.7 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- einen Hinweis auf diese ÖNORM und auf die verwendete Methode (z. B. Gesamtcyanid gemäß ÖNORM M 6285, titrimetrische Methode mit Indikator);
- das Ergebnis und die Berechnungsweise;
- ungewöhnliche Vorgänge während der Analyse;
- Angaben über Abweichungen von der in dieser ÖNORM festgelegten Vorgangsweise sowie alle Umstände, die das Ergebnis beeinflusst haben könnten;
- Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

8 Hinweis auf andere Unterlagen

ISO 6703-1:1984 Water quality; determination of cyanide; part 1: determination of total cyanide
Wassergüte; Bestimmung von Cyanid; Teil 1: Bestimmung von Gesamtcyanid

ISO 6703-2:1984 Water quality; determination of cyanide; part 2: determination of easily liberatable cyanide
Wassergüte; Bestimmung von Cyanid; Teil 2: Bestimmung von leicht freisetzbarem Cyanid



BGBl. II - Ausgegeben am 27. Mai 2019 - Nr. 133

Wasseruntersuchung

Bestimmung des Phenolindex

Spektrophotometrische Methoden

mit 4-Aminoantipyrin nach Destillation

ÖNORM

M 6286

Water quality; determination of phenol index; 4-aminoantipyrine spectrometric methods after distillation

Auch Normengruppen C und US 2
Stimmt inhaltlich überein mit (=) ISO 6439: 1984

Qualité de l'eau; détermination de l'indice phénol; méthodes spectrométriques à l'amino-4-antipyrine après distillation

Vorbemerkung

Der in dieser ÖNORM verwendete Begriff „Phenolindex“ umfaßt nur Phenole, die mit 4-Aminoantipyrin unter den angegebenen Bedingungen einen Farbstoff bilden.

Wenn ein Wasser Phenol (C_6H_5OH) enthält, sind zumeist auch andere Phenole vorhanden, deren Empfindlichkeit gegenüber den Reagenzien, die bei den beschriebenen Methoden eingesetzt werden, nicht notwendigerweise gleich ist.

Die prozentuelle Zusammensetzung der verschiedenen Phenole (2.1) in einer Probe ist nicht voraussagbar. Es ist daher klar, daß ein Standard, der eine Mischung von Phenolen enthält, nicht auf alle Proben angewendet werden kann. Aus diesem Grund wurde Phenol, C_6H_5OH , selbst als Standard gewählt, und jede Färbung durch Reaktion anderer Phenole wird als Phenol gemessen und als „Phenolindex“ (2.2) angegeben.

Es ist nicht möglich, mit den in dieser ÖNORM beschriebenen Verfahren zwischen verschiedenen Arten von Phenolen zu unterscheiden. Einige Phenole mit Substituenten wie Alkyl-, Aryl- und Nitrogruppen in Stellung 4 bilden keinen Farbstoff mit 4-Aminoantipyrin. Phenole mit Substituenten wie Carboxyl-, Halogen-, Hydroxyl-, Methoxyl- oder Sulfonsäuregruppen in Stellung 4 bilden jedoch einen Farbstoff mit 4-Aminoantipyrin. Der Phenolindex umfaßt daher nur diejenigen Phenolverbindungen, die unter den angegebenen Bedingungen erfaßt werden.

1 Zweck und Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt Methoden für die Bestimmung des Phenolindex (2.2) in Trinkwasser, Oberflächenwasser, Brackwasser (Salzwasser) sowie in Kommunal- und Industrieabwässern.

Nach einer vorangegangenen Destillation werden die Proben folgendermaßen weiterbehandelt:

Methode A (direkte spektrophotometrische Methode); diese Methode ist geeignet für die Bestimmung des Phenolindex in Proben, die mehr als 0,10 mg/l in wäßriger Phase (ohne Chloroformextraktion) enthalten, wobei Phenol als Standard verwendet wird.

Methode B (Trichlormethan-Extraktions-Methode): diese Methode ist geeignet für die Bestimmung des Phenolindex ohne Verdünnung im Bereich von 0,002 mg/l bis 0,10 mg/l, wenn der Farbstoff extrahiert und in der Trichlormethanphase konzentriert wird, wobei Phenol als Standard verwendet wird.

Fortsetzung Seiten 2 bis 10

Nach dieser ÖNORM ist eine Normkennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Textstellen in kursiver Schrift, ausgenommen Formelzeichen, sind nicht Normtext. Zitierungen von Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung. Auslegungen (Interpretationen) und Erläuterungen zu ÖNORMEN sind laut Geschäftsordnung des ON nur dann authentisch, wenn sie vom ON aufgrund einer Beschlusfassung im zuständigen FNA herausgegeben werden.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Phenole (im Sinne dieser ÖNORM): Hydroxyderivate des Benzols und seiner Homologen.

2.2 Phenolindex: Zahlenwert, der eine Konzentration – in mg Phenol je Liter – von verschiedenen Phenolen – auf der Basis einer Farbreaktion mit 4-Aminoantipyrin unter vorgegebenen Bedingungen – angibt.

3 Methode A: direkte spektrophotometrische Methode

3.1 Grundlage des Verfahrens

Die flüchtigen Phenole werden durch Destillation aus der wäßrigen Phase von den Verunreinigungen und Konservierungsmitteln abgetrennt.

Die wasserdampflichen Phenole reagieren mit 4-Aminoantipyrin bei einem pH-Wert von $10,0 \pm 0,2$ in Gegenwart von Kalium-hexacyanoferrat (III) zu einem Antipyrinfarbstoff.

Die Messung des spektralen Absorptionsmaßes des Farbstoffes erfolgt bei 510 nm. Der Phenolindex wird als mg Phenol, C_6H_5OH , je Liter angegeben.

Die kleinste erfaßbare Menge liegt bei 0,01 mg Phenol, wenn eine Küvette mit einer optischen Länge von 50 mm und 100 ml Destillat für die Bestimmung verwendet werden.

3.2 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Chemikalien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden; als Wasser ist nur destilliertes Wasser oder Wasser vergleichbarer Qualität zu verwenden.

3.2.1 4-Aminoantipyrin, Lösung mit 20 g/l

2,0 g 4-Aminoantipyrin, $C_{11}H_{13}N_3O$, sind in Wasser zu lösen und auf 100 ml aufzufüllen.

Dieses Reagens ist unmittelbar vor der Verwendung herzustellen.

3.2.2 Ammoniumchlorid, Lösung mit 20 g/l

20 g Ammoniumchlorid, NH_4Cl , sind in Wasser zu lösen und auf 1000 ml aufzufüllen.

3.2.3 Ammoniumhydroxid, $\rho = 0,90$ g/ml

3.2.4 Kalium-natrium-Tartrat¹⁾, Pufferlösung mit pH = 10

34 g Ammoniumchlorid, NH_4Cl , 200 g Kalium-natrium-Tartrat, $NaKC_4H_4O_6$, und 15 ml Ammoniumhydroxid gemäß 3.2.3 sind in 700 ml Wasser zu lösen und auf 1000 ml aufzufüllen. Der pH-Wert ist mit Ammoniumhydroxid einzustellen.

3.2.5 Kupfer(II)sulfat-Pentahydrat, $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$

3.2.6 Kupfer(II)sulfat, Lösung mit 100 g/l

190 g Kupfer(II)sulfat-Pentahydrat gemäß 3.2.5 sind in Wasser zu lösen und auf 1000 ml aufzufüllen.

3.2.7 Salzsäure, $\rho = 1,19$ g/ml

3.2.8 Methylorange, Indikatorlösung

0,5 g Methylorange, $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$, sind in Wasser zu lösen und auf 100 ml aufzufüllen.

¹⁾ IUPAC-Name: Kalium-natrium-2,3-dihydroxy-butandioat

3.2.9 Phenol-Stammlösung mit 1,00 g Phenol je Liter

1,00 g Phenol, C_6H_5OH , ist in frisch abgekochtem und wieder abgekühltem Wasser in einem 1000-ml-Meßkolben aufzulösen und mit ebenso behandeltem Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Diese Lösung sollte innerhalb von 30 Tagen nach der Herstellung aufgebraucht werden.

Anmerkung 1

Phenol sollte nicht mit der Haut in Berührung kommen!

Anmerkung 2

Das Phenol darf nicht flüchtig oder verfärbt sein. Die Überprüfung der Phenolkonzentration durch Titration nach der im [Anhang](#) beschriebenen Methode kann notwendig sein.

3.2.10 Phenol-Standardlösung mit 0,01 g Phenol je Liter

10 ml der Phenol-Stammlösung gemäß 3.2.9 sind mit frisch abgekochtem und wieder abgekühltem Wasser in einem 1000-ml-Meßkolben auf 1000 ml aufzufüllen.

1 ml dieser Standardlösung enthält 0,01 mg C_6H_5OH .

Diese Lösung ist am Tage des Gebrauches herzustellen.

3.2.11 Phenol-Standardlösung mit 0,001 g Phenol je Liter

50 ml der Phenol-Stammlösung gemäß 3.2.10 sind mit frisch abgekochtem und wieder abgekühltem Wasser in einem 500-ml-Meßkolben auf 500 ml aufzufüllen.

1 ml dieser Standardlösung enthält 0,001 mg C_6H_5OH .

Diese Lösung ist innerhalb von 2 Stunden aufzubrauchen.

3.2.12 Phosphorsäure, $\rho = 1,70$ g/ml**3.2.13 Phosphorsäure**, Lösung 1 + 9 verdünnt

1 Volumsteil Phosphorsäure, H_3PO_4 , gemäß 3.2.12 ist mit 9 Volumsteilen Wasser zu mischen.

3.2.14 Kalium-hexacyanoferrat(III), Lösung mit 80 g/l

8,0 g Kalium-hexacyanoferrat(III), $K_3[Fe(CN)_6]$, sind in Wasser zu lösen, auf 100 ml aufzufüllen und, wenn nötig, zu filtrieren.

Diese Lösung ist innerhalb einer Woche aufzubrauchen.

3.2.15 Natriumsulfat, Na_2SO_4 , wasserfrei und granuliert**3.2.16 Spezialreagenzien für trübe Lösungen****3.2.16.1** Schwefelsäure, Lösung mit 0,5 mol/l**3.2.16.2** Natriumchlorid, NaCl**3.2.16.3** Natriumhydroxid, Lösung mit 2,5 mol/l

10 g NaOH sind in 100 ml Wasser zu lösen.

3.2.16.4 Trichlormethan (Chloroform)**3.3 Geräte**

3.3.1 Destillationsapparat mit einem 1-l-Borosilikatglas-Destillierkolben und Schlangenkühler nach Graham oder ähnlichem Kühler.

3.3.2 p H -Meter mit geeigneten Elektroden

3.3.3 Spektrophotometer (mit Filter für die kontinuierliche oder diskontinuierliche Variation der Wellenlänge), geeignet für die Messung bei 510 nm und für Küvetten mit einer optischen Länge zwischen 10 mm und 100 mm. Die Küvettenlänge ist vom spektralen Absorptionsmaß und der Charakteristik des Spektrophotometers abhängig. Im allgemeinen sollte, wenn die Absorption in einer Küvette größer als 1 ist, die nächst kleinere eingesetzt werden.

3.4 Probenentnahme und Proben

Die Probenentnahme der verschiedenen Wasserarten sollte gemäß den ÖNORMEN M 6257²⁾, M 6258³⁾ und M 6259 unter Beachtung der folgenden zusätzlichen Vorsichtsmaßnahmen vorgenommen werden. Die Proben sind in Glasflaschen zu entnehmen.

Da Phenole in Wasser sowohl chemisch sowie biochemisch oxidiert werden können, sind die Wasserproben möglichst innerhalb von 4 Stunden nach der Probenentnahme zu untersuchen. Ist dies nicht möglich, sind die Proben bei der Entnahme wie folgt zu konservieren:

- (1) Die Proben sind mit Phosphorsäure gemäß 3.2.13 auf einen pH-Wert von etwa 4 (unter Verwendung von Methylorange gemäß 3.2.8 oder eines pH-Meters) zu bringen.
- (2) Die biochemische Oxidation der Phenole ist durch Zugabe von 1,0 g Kupfer(II)sulfat gemäß 3.2.5 je Liter Probe zu unterbinden.
- (3) Die Probe ist kühl (bei 5 °C bis 10 °C) zu lagern und innerhalb von 24 Stunden nach der Probenentnahme zu analysieren.

3.5 Destillation

Die Verwendung von Kupfer(II)sulfat, wie in 3.5.1 beschrieben, während der Destillation von sauren Proben erlaubt die Bildung von Kupfer(II)sulfid ohne weiteren Zerfall des Wasserstoffsulfides (H₂S). Die saure Lösung verhindert auch das Ausfallen von Kupfer(II)hydroxid, welches als Oxidationsmittel für Phenole wirkt.

3.5.1 500 ml der Probe sind in ein Becherglas einzubringen. Wenn die Probe nicht mit Kupfer(II)sulfat konserviert wurde, sind 5 ml Kupfer(II)sulfat-Lösung gemäß 3.2.6 zuzusetzen und anschließend ist der pH-Wert der Lösung mit Phosphorsäure gemäß 3.2.13 auf einen Wert zwischen 1 und 2 einzustellen. Dann ist die Mischung in die Destillationsapparatur gemäß 3.3.1 einzubringen. Als Vorlage ist ein graduierter 500-ml-Meßzylinder zu verwenden.

400 ml der Probe sind überzudestillieren, dann ist die Destillation zu unterbrechen. Wenn die Lösung nicht mehr siedet, sind 1000 ml Wasser in den Destillierkolben einzubringen, dann ist nochmals zu destillieren, bis 500 ml Destillat in die Vorlage übergegangen sind.

Anmerkung

Es ist auch möglich, kleinere Probenvolumina zu destillieren.

3.5.2 Wenn das Destillat trüb ist, kann manchmal eine zweite Destillation helfen. Das trübe Destillat ist mit Phosphorsäure gemäß 3.2.13 anzusäuern, dann sind 5 ml Kupfer(II)sulfat-Lösung gemäß 3.2.6 zuzugeben und die Destillation wie in 3.5.1 beschrieben zu wiederholen. Diese zweite Destillation entfernt normalerweise die Trübung. Wenn jedoch auch das zweite Destillat trüb ist, ist eine weitere Probe gemäß 3.5.3 zu extrahieren.

3.5.3 500 ml der Laborprobe sind – so rasch wie möglich – wie folgt zu extrahieren:

Nach Zugabe von 4 Tropfen Methylorange gemäß 3.2.8 ist so lange Schwefelsäure gemäß 3.2.16.1 zuzusetzen, bis die Lösung sauer reagiert. Dann ist die Lösung in einen Scheidetrichter zu überführen, mit

²⁾ In Vorbereitung, bis dahin ISO 5667-1 : 1980 anzuwenden.

³⁾ In Vorbereitung, bis dahin ISO 5667-2 : 1982 anzuwenden.

150 g Natriumchlorid gemäß 3.2.16.2 zu versetzen und fünfmal mit Trichlormethan zu extrahieren. Für die erste Extraktion sind 40 ml, für die weiteren Extraktionen jeweils 25 ml Trichlormethan einzusetzen. Die Trichlormethanschicht ist jeweils in einen zweiten Scheidetrichter einzubringen und dreimal mit Natriumhydroxid gemäß 3.2.16.3 zu extrahieren. Für die erste Extraktion sind 4 ml, für die weiteren Extraktionen sind jeweils 3 ml Natriumhydroxid einzusetzen. Die alkalischen Extrakte sind zu vereinigen, auf dem Wasserbad zu erwärmen, bis das Trichlormethan verdampft ist, abzukühlen und mit Wasser auf 500 ml aufzufüllen. Danach ist die Destillation wie in 3.5.1 beschrieben vorzunehmen.

Anmerkung

In einigen Fällen kann bei der Extraktion von Abwässern mit hohen Konzentrationen an Phenolen während der Extraktion eine Temperaturerhöhung stattfinden.

3.6 Durchführung

3.6.1 Analysenprobe

100 ml des Destillates – oder ein anderer geeigneter aliquoter Teil auf 100 ml aufgefüllt –, das nicht mehr als das Äquivalent von 0,5 mg Phenol enthält, sind in ein 250-ml-Becherglas einzubringen. Wenn bekannt ist, daß die Probe mehr als 0,5 mg Phenol je 100 ml enthält, ist ein kleineres Analysenprobenvolumen einzusetzen. Welches Aliquot geeignet ist, muß durch Versuche herausgefunden werden. Aus praktischen Gründen sollte das Analysenprobenvolumen jedoch nicht kleiner als 10 ml sein. Das Destillat und alle Lösungen müssen Raumtemperatur aufweisen.

3.6.2 Blindwertbestimmung

Parallel zu den Bestimmungen ist eine Blindwertbestimmung mit 100 ml Wasser anstelle der Analysenprobe durchzuführen.

3.6.3 Erstellen der Kalibrierkurve

3.6.3.1 Herstellen der Kalibrierlösungen

In sieben 500-ml-Meßkolben mit einer Marke sind 0; 25; 100; 150; 200 und 250 ml Phenol-Standardlösung gemäß 3.2.10 einzubringen und mit Wasser auf 500 ml aufzufüllen. Alle Lösungen müssen Raumtemperatur haben. Die Kalibrierlösungen sind wie in 3.5.1 beschrieben zu behandeln.

3.6.3.2 Bildung des Farbstoffes

Die Kalibrierlösungen sind gemäß 3.6.4 zu behandeln.

3.6.3.3 Photometrische Messung

Nach 15 min sind die Lösungen in die Küvetten des Spektrophotometers einzufüllen, dann ist das spektrale Absorptionsmaß bei 510 nm mit Wasser in der Referenzküvette zu messen.

3.6.3.4 Aufstellen der Kalibrierkurve

Das spektrale Absorptionsmaß ist gegen die Masse an Phenol in mg aufzutragen.

3.6.4 Bestimmung

Jeder Probenlösung gemäß 3.6.1 sind 5 ml Pufferlösung gemäß 3.2.4 oder 5 ml Ammoniumchlorid-Lösung gemäß 3.2.2 zuzusetzen, der pH-Wert ist mit Ammoniumhydroxid gemäß 3.2.3 auf $10 \pm 0,2$ einzustellen. Dann sind 2,0 ml 4-Aminoantipyrin-Lösung gemäß 3.2.1 zuzusetzen, anschließend ist zu mischen. Danach sind 2,0 ml Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung gemäß 3.2.14 zuzugeben und es ist sofort erneut zu mischen.

Nach 15 min ist das spektrale Absorptionsmaß bei der Wellenlänge des Absorptionsmaximums (etwa 510 nm) gegen Wasser in der Referenzküvette zu messen (siehe auch 3.3.3). Durch Ablesen aus der Kalibrierkurve

gemäß 3.6.3.4 ist die Masse an Phenoläquivalent in mg, die den Phenolen in der Analysenprobe entspricht, unter Berücksichtigung des Blindwertes gemäß 3.6.2 abzulesen.

3.7 Angabe des Ergebnisses

Der Phenolindex in mg je Liter ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\frac{m}{V_0} \cdot 1000$$

Hierin bedeutet

m Masse an Phenol, entsprechend den Phenolen in der Analysenprobe, in mg

V_0 olumen der Analysenprobe in ml

3.8 Störungen

Die häufigsten in Wasserproben auftretenden Störungen sind phenolabbauende Mikroorganismen, oxidierende und reduzierende Substanzen sowie ein stark alkalisches Milieu in der Probe. Der biologische Abbau wird durch Zugabe von Kupfer(II)sulfat [siehe 3.4(2)] hintangehalten. Das Ansäuern mit Phosphorsäure bedingt einerseits, daß Kupfer(II) vorhanden ist, und verhindert andererseits chemische Reaktionen durch stark alkalische Lösungen. Notwendige Vorbehandlungsmethoden zum Entfernen störender Verbindungen können zu unvermeidbaren Verlusten bestimmter Typen von Phenolen führen.

Aus diesem Grund kann es bei stark verunreinigten Abwässern notwendig sein, spezielle Methoden der Vorbehandlung zum Entfernen der Störungen und zum quantitativen Erfassen der Phenole einzusetzen.

Einige derartige Methoden werden im folgenden beschrieben.

3.8.1 Oxidierende Stoffe

Wenn die Probe nach Chlor riecht oder wenn beim Ansäuern Jod aus Kaliumjodid freigesetzt wird, sollten diese oxidierenden Verbindungen unmittelbar nach der Probenentnahme entfernt werden.

Eisen(II)sulfat-Lösung oder Ascorbinsäure-Lösung sollten zum Zersetzen der oxidierenden Substanzen zugesetzt werden, ein Überschuß dieser Verbindungen stört nicht, da sie beim Destillieren abgetrennt werden.

3.8.2 Öl und Teer

Wenn die Probe Öl oder Teer enthält, können Phenole in diesen Verbindungen gelöst sein. Eine alkalische Extraktion ohne Zugabe von Kupfer(II)sulfat kann zum Entfernen von Teer und Öl eingesetzt werden. Der pH-Wert der Probe ist mit Natriumhydroxid gemäß 3.2.16.3 auf einen Wert zwischen 12 und 12,5 zu bringen, um die Extraktion von Phenolen zu vermeiden. Die Probe ist möglichst rasch mit Kohlenstofftetrachlorid zu extrahieren, die organische Phase ist zu verwerfen. Allfällige Reste von Kohlenstofftetrachlorid sind durch leichtes Erwärmen zu entfernen, dann ist der pH-Wert mit Phosphorsäure auf 4 einzustellen.

3.8.3 Schwefelverbindungen

Verbindungen, die beim Ansäuern Wasserstoffsulfid, H_2S , freisetzen, können die Bestimmung des Phenolindex stören. Die Behandlung der angesäuerten Probe mit Kupfer(II)sulfat entfernt normalerweise diese Störungen. Es ist so viel Kupfer(II)sulfat zuzusetzen, daß eine leichte Blaufärbung auftritt, oder so viel, bis kein Kupfer(II)sulfid-Niederschlag mehr gebildet wird, dann ist die Probe mit Phosphorsäure gemäß 3.2.12 anzusäuern, bis der Indikator umschlägt.

3.8.4 Reduzierende Substanzen

Sind reduzierende Substanzen vorhanden, so ist ein Überschuß an Kalium-hexacyanoferrat(III) gemäß 3.2.14 zuzusetzen.

3.8.5 Amine

Unter den angegebenen Bedingungen werden einige Amine als Phenole miterfaßt, es werden daher überhöhte Werte gefunden. Diese Störung kann vermindert werden, wenn bei einem pH-Wert von 0,5 destilliert wird.

4 Methode B: Trichlormethan-Extraktions-Methode

4.1 Grundlage des Verfahrens

Die Phenole werden durch Destillation von den Verunreinigungen und Konservierungsmitteln abgetrennt.

Die wasserdampfvlüchtigen Phenole reagieren mit 4-Aminoantipyrin bei einem pH-Wert von $10,0 \pm 0,2$ in Gegenwart von Kalium-hexacyanoferrat(III) zu einem Antipyrinfarbstoff.

Der gebildete Farbstoff wird aus der wäßrigen Lösung mit Trichlormethan extrahiert und das spektrale Absorptionsmaß bei 460 nm gemessen. Der Phenolindex wird als mg Phenol, C₆H₅OH, je Liter angegeben.

Die Nachweisgrenze liegt bei 0,005 mg Phenol, wenn die Probe mit 25 ml Trichlormethan extrahiert wird und Küvetten mit einer optischen Länge von 50 mm eingesetzt werden, oder wenn mit 50 ml Trichlormethan extrahiert wird und Küvetten mit einer optischen Länge von 100 mm verwendet werden. Der niedrigste meßbare Phenolindex liegt bei 0,002 mg/l in 500 ml Destillat.

Anmerkung

Die Nachweisgrenze wurde nach einem in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführten Ringtest mit einer mit Methode B fast identen Methode mit 0,01 mg/l bestimmt.

4.2 Reagenzien

Siehe 3.2.

4.3 Geräte

Siehe 3.3, mit der folgenden Änderung und Ergänzung:

4.3.1 Spektrophotometer, wie in 3.3.3, jedoch für die Messung bei 460 nm geeignet.

4.3.2 Büchnertrichter, mit grober Fritte oder Phasenseparatorfilter.

4.4 Probenentnahme und Proben

Siehe 3.4.

4.5 Durchführung

4.5.1 Analysenprobe

500 ml des Destillates – oder ein geeigneter aliquoter Teil, welcher nicht mehr als das Äquivalent von 0,05 mg Phenol enthält, auf 500 ml aufgefüllt – sind in ein 1-l-Becherglas einzubringen. Welches Aliquot geeignet ist, muß durch Versuche herausgefunden werden. Aus praktischen Gründen sollte das Analysenprobenvolumen jedoch nicht kleiner als 50 ml sein. Das Destillat und alle Lösungen müssen Raumtemperatur aufweisen.

4.5.2 Blindwertbestimmung

Parallel zu den Bestimmungen ist eine Blindwertbestimmung mit 500 ml Wasser anstelle der Analysenprobe durchzuführen.

4.5.3 Erstellen der Kalibrierkurve

4.5.3.1 Herstellen der Kalibrierlösungen

In neun 500-ml-Meßkolben mit einer Marke sind 0; 1; 2; 5; 10; 30; 40 und 50 ml Phenol-Standardlösung gemäß 3.2.11 einzubringen und mit Wasser auf 500 ml aufzufüllen. Alle Lösungen müssen Raumtemperatur haben. Die Kalibrierlösungen sind wie in 3.5.1 beschrieben zu behandeln.

4.5.3.2 Bildung des Farbstoffes

Die Kalibrierlösungen sind wie in 4.5.4 beschrieben zu behandeln.

4.5.3.3 Photometrische Messung

Das spektrale Absorptionsmaß der Kalibrierlösung ist bei 460 nm gegen Trichlormethan in der Referenzküvette zu messen.

4.5.3.4 Aufstellen der Kalibrierkurve

Das spektrale Absorptionsmaß ist gegen die Masse an Phenol in mg aufzutragen.

4.5.4 Bestimmung

Zu jeder Analysenprobe gemäß 4.5.1 sind 20 ml Pufferlösung gemäß 3.2.4 zuzugeben, dann ist der pH-Wert – wenn nötig – mit Ammoniumhydroxid gemäß 3.2.3 auf $10 \pm 0,2$ einzustellen. Dann ist die Lösung in einen 1-l-Scheidetrichter zu überführen, mit 3,0 ml 4-Aminoantipyrin-Lösung gemäß 3.2.1 zu versetzen und zu mischen. Danach sind 3,0 ml Kalium-hexacyanoferrat(III)-Lösung gemäß 3.2.14 zuzusetzen und es ist neuerlich zu mischen. Die Farbstoffbildung dauert 15 min.

Anschließend sind in jedem Scheidetrichter genau 25 ml Trichlormethan gemäß 3.2.16.4 einzubringen, wenn Küvetten mit einer optischen Länge zwischen 10 mm und 50 mm, genau 50 ml Trichlormethan, wenn 100-mm-Küvetten verwendet werden. Der Scheidetrichter ist 1 min lang intensiv zu schütteln, anschließend ist die Phasentrennung abzuwarten.

Jeder der Trichlormethanextrakte ist durch einen Büchnertrichter gemäß 4.3.2, welcher 5 g Natriumsulfat gemäß 3.2.15 oder ein anderes zum Entfernen von Wasser geeignetes System enthält, direkt in 25-ml-Meßkolben (50-ml-Meßkolben für 100-mm-Küvetten) zu filtrieren und mit Trichlormethan bis zur Marke aufzufüllen. Die Messung sollte innerhalb einer Stunde vorgenommen werden.

Der Nullpunkt des Spektrophotometers ist mit Trichlormethan bei 460 nm abzugleichen, dann sind Blindwert und Proben bei derselben Wellenlänge zu messen. Durch Ablesen aus der Kalibrierkurve gemäß 4.5.3.4 ist die Masse an Phenoläquivalent in mg, die den Phenolen in der Analysenprobe entspricht, unter Berücksichtigung des Blindwertes gemäß 4.5.2 abzulesen.

4.6 Angabe des Ergebnisses

Der Phenolindex in mg je Liter ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$\frac{m}{V_0} \cdot 1000$$

Hierin bedeutet

m Masse an Phenol, entsprechend den Phenolen in der Analysenprobe, in mg

V_0 Volumen der Analysenprobe in ml

4.7 Störungen

Siehe 3.8.

5 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- (1) Hinweis auf diese ÖNORM;
- (2) genaue Beschreibung der Probe;
- (3) Phenolindex in mg/l;
- (4) verwendete Methode;
- (5) Vorbehandlung der Analysenprobe;
- (6) ungewöhnliche Vorgänge während der Bestimmung;
- (7) Einzelheiten aller Vorgänge, die nicht in dieser ÖNORM beschrieben oder nicht zwingend vorgeschrieben sind;
- (8) Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

6 Bezugsnormen

ÖNORM M 6259	Wasseruntersuchung; Konservierung und Behandlung von Wasserproben
ISO 5667-1 : 1980	Water quality; sampling; part 1: guidance on the design of sampling programmes <i>Wassergüte; Probenentnahme; Teil 1: Richtlinien für die Aufstellung von Probenentnahme-Programmen</i>
ISO 5667-2 : 1982	Water quality; sampling; part 2: guidance on sampling techniques <i>Wassergüte; Probenentnahme; Teil 2: Richtlinien für die Probenentnahme-Technik</i>

7 Hinweis auf andere Unterlagen

ÖNORM M 6257	Wasseruntersuchung; Richtlinien zur Aufstellung von Probenentnahmeprogrammen (in Vorbereitung)
ÖNORM M 6258	Wasseruntersuchung; Richtlinien für die Probenentnahme-Technik (in Vorbereitung)

Anhang

Überprüfen der Konzentration der Phenol-Stammlösung gemäß 3.2.9

Zu 100 ml Wasser in einem 500-ml-Erlenmeyerkolben mit Glasstopfen sind 50,0 ml Phenol-Stammlösung gemäß 3.2.9 und 10,0 ml Bromat-Bromid-Lösung, $c = 1/60 \text{ mol/l}$, zuzugeben. Unmittelbar danach sind 5 ml Salzsäure gemäß 4.2.7 zuzusetzen; der verschlossene Kolben ist vorsichtig zu schwenken. Wenn die braune Farbe des freien Broms nicht bestehen bleibt, sind weitere 10-ml-Portionen der Bromat-Bromid-Lösung zuzusetzen, bis die Farbe bestehen bleibt. Der Kolben ist 10 min verschlossen stehen zu lassen, dann ist 1 g Kaliumjodid zuzusetzen. Üblicherweise werden 40 ml Bromat-Bromid-Lösung benötigt, wenn die Stammlösung 1000 mg Phenol je Liter enthält.

Anstelle der Lösung ist mit Wasser auf die gleiche Art eine Blindwertlösung herzustellen.

Blindwert und Probe sind mit Natriumthiosulfat-Lösung, $c = 0,0125 \text{ mol/l}$, mit Stärke als Indikator zu titrieren.

Die Konzentration β in mg je Liter ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\beta = 7,842 \cdot (V_1 - V_2 - V_3)$$

Hierin bedeutet

V_1 Verbrauch an Natriumthiosulfat-Lösung für den Blindwert in ml

V_2 zugegebenes Volumen an Bromat-Bromid-Lösung in ml

V_3 Verbrauch an Natriumthiosulfat-Lösung für die Probe in ml



Wasseruntersuchung

Bestimmung von Chrom(VI)

Spektrophotometrische Methode mit 1,5-Diphenylcarbazid

ÖNORM

M 6288

Water quality - Determination of chromium(VI) - Spectrophotometric method using 1,5-diphenyl carbazide

Qualité de l'eau - Dosage du chrome(VI) - Méthode spectrométrique au 1,5-diphényle carbazide

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung von Chrom(VI) in natürlichen Wässern und Abwässern in Massenkonzentrationen von 0,05 mg/l bis 3 mg/l. Dabei muß alles Chrom(VI) gelöst vorliegen, was in der Regel der Fall ist. In Gegenwart von Blei, Barium oder Silber können jedoch schwerlösliche Chromate ausfallen; das im Niederschlag enthaltene Chrom(VI) wird daher hier nicht miterfaßt.

2 Grundlage des Verfahrens

Chrom(VI) oxidiert 1,5-Diphenylcarbazid zu 1,5-Diphenylcarbazon, das mit Chrom einen rotviolett gefärbten Komplex bildet. Das spektrale Absorptionsmaß des Farbstoffes steht in linearer Beziehung zur Chrom(VI)-Konzentration und wird bei 550 nm gemessen.

Chrom(III) und andere störende Metalle werden vor der Chrom(VI)-Bestimmung aus phosphatgepufferter Lösung unter Zusatz von Aluminiumsulfat gefällt und abfiltriert. Wertigkeitsänderungen des Chroms durch oxidierende oder reduzierende Wasserinhaltsstoffe werden durch die im folgenden beschriebenen Vorbehandlungsschritte vermieden.

Oxidierende Stoffe werden durch Zugabe von Sulfit zur neutralisierten Wasserprobe reduziert, wobei Chrom(VI) nicht reagiert. Überschüssiges Sulfit sowie stark reduzierende Stoffe werden anschließend mit Hypochlorit oxidiert. Der Hypochlorit-Überschuß sowie aus Ammonium-Stickstoff gebildete störende Chloramine werden durch Zugabe von Natriumchlorid nach dem Ansäuern zu Chlor umgesetzt, welches durch Ausblasen mit Luft entfernt wird.

Bei sehr gering verunreinigten Wässern, z. B. natürlichen Wässern, gut gereinigten Abläufen biologischer Kläranlagen oder ähnlichen Wasserproben, kann die Vorbehandlung mit Hypochlorit in der Regel entfallen.

Fortsetzung Seiten 2 bis 7

Nach dieser ÖNORM ist eine Kennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

3 Störungen

Trotz der in Abschnitt 2 beschriebenen Vorbehandlung kann es bei einigen Abwasserarten zu einer langsamen Reduktion von Chrom(VI) kommen. Insbesondere können bei Deponiesickerwässern, häuslichen Rohabwässern und bestimmten Chemieabwässern schon nach wenigen Stunden Chrom(VI)-Verluste auftreten. Derartige Proben sind daher möglichst bald nach der Entnahme zu untersuchen.

Nitrit stört in Konzentrationen über 20 mg/l die Bildung des Farbstoffes.

Neben Ammoniumstickstoff, der im untersuchten Bereich bis 500 mg/l nicht stört, können auch Aminverbindungen von Hypochlorit in Chloramine umgewandelt werden, die dann nicht in allen Fällen durch die Zugabe von Natriumchlorid zersetzt werden. Störungen durch Chloramine zeigen sich im allgemeinen durch eine Gelb- oder Braunfärbung der Probe bei der Farbreaktion mit Diphenylcarbazid.

4 Geräte

4.1 Spektrophotometer oder **Filterphotometer**.

4.2 Küvetten, optische Länge 10 mm bis 50 mm.

4.3 pH-Meßgerät mit Glaselektrode.

4.4 Meßpipetten, Nennvolumen 2 ml und 5 ml.

4.5 Vollpipetten, Nennvolumen 50 ml.

4.6 Meßzylinder, Nennvolumen 250 ml.

4.7 Meßkolben, Nennvolumen 100 ml und 1000 ml.

4.8 Gaseinleitungsrohr.

4.9 Gasdurchflußmeßgerät.

4.10 Membranfiltrationseinrichtung mit Filtern mit einer Porenweite von 0,2 µm.

5 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden; als Wasser ist bidestilliertes Wasser oder Wasser gleichen Reinheitsgrades heranzuziehen.

5.1 Phosphat-Pufferlösung, $\text{pH} = 9,0 \pm 0,2$

456 g Dikalium-hydrogenphosphat-Trihydrat, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, sind in 1000 ml Wasser zu lösen; der pH-Wert der Lösung ist zu prüfen und gegebenenfalls einzustellen.

5.2 Natriumhydroxid-Lösung

20 g Natriumhydroxid, NaOH, sind in 100 ml Wasser zu lösen.

5.3 Phosphorsäure-Lösung 1

10 ml Phosphorsäure, $\rho = 1,71 \text{ g/ml}$, sind mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

5.4 Phosphorsäure-Lösung 2

700 ml Phosphorsäure, $\rho = 1,71 \text{ g/ml}$, sind mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

5.5 Aluminiumsulfat-Lösung

247 g Aluminiumsulfat-18-hydrat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$, sind in 1000 ml Wasser zu lösen.

5.6 Natriumsulfit-Lösung

11,8 g Natriumsulfit, Na_2SO_3 , sind in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

Diese Lösung ist etwa eine Woche haltbar.

5.7 Sulfit-Testpapier**5.8 Diphenylcarbazid-Lösung**

1 g 1,5-Diphenylcarbazid (DPC), $\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}$, sind in 100 ml Propanon (*Aceton*) zu lösen und mit einem Tropfen Eisessig anzusäuern.

Diese Lösung muß in einer braunen Glasflasche aufbewahrt werden; sie ist im Kühlschrank bei 4°C etwa eine Woche haltbar.

5.9 Natriumhypochlorit-Lösung

70 ml Natriumhypochlorit-Lösung, NaOCl , mit etwa 150 g Cl_2 je Liter, sind mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Diese Lösung muß in einer braunen Glasflasche aufbewahrt werden; sie ist im Kühlschrank bei 4°C etwa eine Woche haltbar.

5.10 Kaliumjodid-Stärke-Papier**5.11 Chrom(VI)-Stammlösung**

2,829 g Kaliumdichromat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, sind in einem 1000-ml-Meßkolben in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

1 ml dieser Lösung enthält 1 mg Chrom.

5.12 Chrom(VI)-Standardlösung

5 ml Chrom(VI)-Stammlösung gemäß 5.11 sind in einem 1000-ml-Meßkolben mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

1 ml dieser Lösung enthält $5 \mu\text{g}$ Chrom.

5.13 Natriumchlorid, NaCl .

6 Probenentnahme und Probenvorbehandlung am Entnahmeort

Ist nicht sicher, ob oxidierende Substanzen berücksichtigt werden müssen, sind zwei Proben zu entnehmen; eine ist gemäß 6.1 und 7.1, die andere gemäß 6.2 und 7.2 zu behandeln. Stimmen die Ergebnisse überein, kann für weitere Untersuchungen das Verfahren gemäß 6.1 und 7.1 angewendet werden.

6.1 Probenentnahme ohne Berücksichtigung oxidierender oder reduzierender Substanzen

1000 ml der Wasserprobe sind in eine Glas- oder Kunststoff-Flasche zu füllen, mit 10 ml Pufferlösung gemäß 5.1 zu versetzen und zu schütteln. Danach ist der pH-Wert zu messen; er sollte zwischen 7,5 und 8,0 liegen.

Liegt er außerhalb dieses Bereiches, ist er mit Natriumhydroxid-Lösung gemäß 5.2 oder Phosphorsäure-Lösung 1 gemäß 5.3 auf diesen pH-Bereich einzustellen.

Dann ist 1 ml Aluminiumsulfat-Lösung gemäß 5.5 zuzusetzen, zu schütteln und der pH-Wert zu messen. Liegt er nicht im Bereich von 7,0 bis 7,2, ist er mit Phosphorsäure-Lösung 1 gemäß 5.3 auf diesen Bereich einzustellen.

6.2 Probenentnahme unter Berücksichtigung oxidierender oder reduzierender Substanzen

1000 ml der Wasserprobe sind in eine Glas- oder Kunststoff-Flasche zu füllen, mit 10 ml Pufferlösung gemäß 5.1 zu versetzen und zu schütteln. Danach ist der pH-Wert zu messen; er sollte zwischen 7,5 und 8,0 liegen.

Liegt er außerhalb dieses Bereiches, ist er mit Natriumhydroxid-Lösung gemäß 5.2 oder Phosphorsäure-Lösung 1 gemäß 5.3 auf diesen pH-Bereich einzustellen.

Dann ist 1 ml Aluminiumsulfat-Lösung gemäß 5.5 zuzusetzen, zu schütteln und der pH-Wert zu messen. Liegt er nicht im Bereich von 7,0 bis 7,2, ist er mit Phosphorsäure-Lösung 1 gemäß 5.3 auf diesen Bereich einzustellen.

Anschließend ist 1 ml Natriumsulfit-Lösung gemäß 5.6 zuzusetzen, dann ist mit Sulfit-Testpapier zu überprüfen, ob ein Sulfitüberschuß vorliegt. Ist das nicht der Fall, muß weitere Sulfit-Lösung zugegeben werden, bis ein Sulfitüberschuß nachweisbar ist.

7 Durchführung

7.1 Durchführung ohne Berücksichtigung oxidierender oder reduzierender Substanzen

200 ml der gemäß 6.1 vorbehandelten und mindestens 2 h stehengelassenen Probe sind dekantierend über ein Membranfilter zu filtrieren. Die ersten 50 ml des Filtrates sind zu verwerfen.

50 ml des Filtrates sind in einen 100-ml-Meßkolben zu überführen, mit 2 ml Phosphorsäure-Lösung 2 gemäß 5.4 und 2 ml Diphenylcarbazid-Lösung gemäß 5.8 zu versetzen und mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

Nach 5 min bis 10 min ist das spektrale Absorptionsmaß bei einer Wellenlänge von 550 nm gegen Wasser in der Referenzküvette zu messen.

Die Intensität der Färbung bleibt mindestens 30 min unverändert.

Bei Chrom(VI)-Konzentrationen unter 0,5 mg/l sind Küvetten mit einer optischen Länge von 50 mm, bei Chrom(VI)-Konzentrationen von 0,5 mg/l bis 3 mg/l sind Küvetten mit einer optischen Länge von 10 mm zu verwenden. Liegt die Chrom(VI)-Konzentration über 3 mg/l, ist die Messung mit einem aliquoten Teil des Filtrates zu wiederholen.

Die Blindwertbestimmung ist an Wasser, dem die Reagenzien zugesetzt werden, vorzunehmen.

Die Fällungsreagenzien gemäß 6.1 und 6.2 werden im Blindwert nicht berücksichtigt, sie haben keinen Einfluß auf das Ergebnis.

Der bei der Blindwertbestimmung erhaltene Wert A_0 wird mit dem aus der Kalibrierkurve erhaltenen Wert $A_{0,K}$ verglichen; bei signifikanten Unterschieden muß eine neue Kalibrierkurve aufgestellt werden.

Ist die Probe nach der Filtration gefärbt, ist ein weiteres Aliquot der filtrierten Probe für die Blindwertbestimmung heranzuziehen.

7.2 Durchführung unter Berücksichtigung oxidierender oder reduzierender Substanzen

200 ml der gemäß 6.2 vorbehandelten und mindestens 2 h stehengelassenen Probe sind dekantierend über ein Membranfilter zu filtrieren. Die ersten 50 ml des Filtrates sind zu verwerfen.

50 ml des Filtrates sind in einen 100-ml-Meßkolben zu überführen, mit 1 ml Natriumhypochlorit-Lösung gemäß 5.9 zu versetzen und etwa 1 min stehenzulassen. Mit Kaliumjodid-Stärke-Papier gemäß 5.10 ist zu prüfen, ob ein Überschuß an freiem Chlor vorliegt; ist das nicht der Fall, muß weitere Natriumhypochlorit-Lösung zugesetzt werden, bis ein Überschuß an freiem Chlor nachweisbar ist.

Danach sind 2 ml Phosphorsäure-Lösung 2 gemäß 5.4 zuzufügen, 10 g Natriumchlorid gemäß 5.13 in der Probe zu lösen, und anschließend ist im Abzug ein Luftstrom mit einer Strömungsgeschwindigkeit von etwa 40 l/h während 40 min durch die Probe zu leiten.

Danach sind 2 ml Diphenylcarbazid-Lösung gemäß 5.8 zuzusetzen, und es ist mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

Nach 5 min bis 10 min ist das spektrale Absorptionsmaß bei einer Wellenlänge von 550 nm gegen Wasser in der Referenzküvette zu messen.

Die Intensität der Färbung bleibt mindestens 30 min unverändert.

Bei Chrom(VI)-Konzentrationen unter 0,5 mg/l sind Küvetten mit einer optischen Länge von 50 mm, bei Chrom(VI)-Konzentrationen von 0,5 mg/l bis 3 mg/l sind Küvetten mit einer optischen Länge von 10 mm zu verwenden. Liegt die Chrom(VI)-Konzentration über 3 mg/l, ist die Messung mit einem aliquoten Teil des Filtrates zu wiederholen.

Die Blindwertbestimmung ist an Wasser, dem die Reagenzien zugesetzt werden, vorzunehmen.

Die Fällungsreagenzien gemäß 6.1 und 6.2 werden im Blindwert nicht berücksichtigt, sie haben keinen Einfluß auf das Ergebnis.

Der bei der Blindwertbestimmung erhaltene Wert A_0 wird mit dem aus der Kalibrierkurve erhaltenen Wert $A_{0,K}$ verglichen; bei signifikanten Unterschieden muß eine neue Kalibrierkurve aufgestellt werden.

Ist die Probe nach der Filtration gefärbt oder entsteht bei farblosen Filtraten mit Hypochlorit eine Färbung, ist ein weiteres Aliquot der filtrierten und gegebenenfalls mit Hypochlorit versetzten Probe für die Blindwertbestimmung heranzuziehen.

8 Erstellen der Kalibrierkurve

Je nach erwarteter Chrom(VI)-Konzentration sind aus der Chrom(VI)-Standardlösung gemäß 5.12 Bezugslösungen herzustellen, deren Konzentrationen den erwarteten Meßbereich möglichst gleichmäßig überdecken.

Diese Bezugslösungen sind nur am Tage der Herstellung zu verwenden. Für den Bereich von 0,05 mg/l bis 0,5 mg/l (Küvetten mit einer optischen Länge von 50 mm) ist beispielsweise wie folgt vorzugehen:

In 7 100-ml-Meßkolben sind mit der Pipette 0; 0,5; 1; 2; 3; 4 und 5 ml Chrom(VI)-Standardlösung gemäß 5.12 einzubringen, mit etwa 40 ml Wasser zu verdünnen, mit 2 ml Phosphorsäure-Lösung 2 gemäß 5.4 und 2 ml Diphenylcarbazid-Lösung gemäß 5.8 zu versetzen und mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen.

Nach 5 min bis 10 min ist das spektrale Absorptionsmaß bei einer Wellenlänge von 550 nm gegen Wasser in der Referenzküvette zu messen.

Die Chrom(VI)-Konzentrationen der Bezugslösungen betragen 0; 0,025; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 und 0,25 mg Chrom(VI) je Liter.

Die Kalibrierkurve – für Küvetten mit 10 mm und 50 mm getrennt – ist durch Auftragen des spektralen Absorptionsmaßes gegen die Konzentration graphisch oder rechnerisch zu erstellen. Die Steigung der Geraden ist ein Maß für die Empfindlichkeit b (Einheit l/mg), der Ordinatenabschnitt ergibt den Blindwert $A_{0,K}$. Die Kalibrierkurve ist periodisch zu überprüfen, vor allem dann, wenn neue Chargen von Reagenzien verwendet werden.

9 Angabe des Ergebnisses

Die Massenkonzentration an Chrom(VI), $\beta_{\text{Cr(VI)}}$, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\beta_{\text{Cr(VI)}} = \frac{(A_P - A_{0,K}) \cdot f}{b}$$

Hierin bedeutet:

$\beta_{\text{Cr(VI)}}$ Massenkonzentration an Chrom(VI) in mg/l

A_P spektrales Absorptionsmaß der Probe

$A_{0,K}$ aus der Kalibrierkurve erhaltener Blindwert in mg/l (der mitgeführte Blindwert sollte nicht signifikant abweichen, siehe 7.1 und 7.2)

b Empfindlichkeit gemäß Abschnitt 8 in l/mg

f Verdünnungsfaktor, hier: $f = 2$

Diese Berechnungsformel gilt für ein Probenvolumen von 50 ml, Verdünnungsschritte sind zu berücksichtigen.

Die Werte sind bei Massenkonzentrationen an Chrom(VI) von

$\beta \leq 10$ mg/l ... auf hundertstel mg/l

$\beta > 10$ mg/l ... auf zehntel mg/l

genau anzugeben, jedoch nicht mit mehr als 3 signifikanten Stellen.

Beispiel: Chrom(VI) ... 1,13 mg/l.

10 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- (1) Hinweis auf diese ÖNORM;
- (2) alle Informationen, die zur Identifizierung der Probe benötigt werden;
- (3) Angabe des Ergebnisses gemäß Abschnitt 9;
- (4) Probenvorbehandlung, falls durchgeführt;
- (5) Einzelheiten aller Vorgänge, die nicht in dieser ÖNORM beschrieben oder nicht zwingend vorgeschrieben sind;
- (6) Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

11 Verfahrenskenndaten

Tabelle 1: Verfahrenskenndaten

Matrix	L	N	O	OP	x	\bar{x}	R	σ_R	CV_R	σ_r	CV_r
Oberflächenwasser	15	58	14	19,4	0,72	0,67	93,2	0,004	5,5	0,002	3,3
häusliches Abwasser	18	71	1	1,4	0,180	0,166	92,1	0,012	6,9	0,002	1,4
behandeltes Abwasser (Gemüsekonservenerzeugung)	18	72	0	0,0	0,630	0,543	86,1	0,107	19,7	0,021	3,9
behandeltes Abwasser (Galvanisierbetrieb)	17	67	5	6,9	1,180	1,112	94,2	0,088	7,9	0,20	1,8
Hierin bedeutet: L Anzahl der Laboratorien R..... Wiederfindungsrate N Anzahl der Werte σ_R Vergleichsstandardabweichung O Anzahl der Ausreißer CV_R ... Vergleichsvariationskoeffizient OP ... Prozentsatz der Ausreißer σ_r Wiederholstandardabweichung x wahrer Wert CV_r ... Wiederholvariationskoeffizient \bar{x} Mittelwert											

12 Hinweis auf andere Unterlagen

- DIN 38 405 Teil 24 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); photometrische Bestimmung von Chrom(VI) mittels 1,5-Diphenylcarbazid (D24)
- ISO 9174 :1990 Water quality; determination of total chromium; atomic absorption spectrometric method
Wasserqualität; Bestimmung von Gesamtchrom; Methode mittels Atomabsorptionsspektrometrie



Wasseruntersuchung

Bestimmung von Fluorid

ÖNORM M 6607

Water analysis — Determination of fluoride

Analyse de l'eau — Dosage du fluorure

Vorbemerkung

Fluorid-Ionen kommen in fast allen Grund- und Oberflächenwässern vor. Ihre Konzentration hängt hauptsächlich von den hydrogeologischen Verhältnissen ab und liegt meist unter 1 mg/l. Bestimmte industrielle Abwässer enthalten Fluorid-Ionen auch in höheren Konzentrationen.

Der Fluorid-Meßwert ist auch abhängig von der Art und der Konzentration gleichzeitig im Wasser vorliegender Kationen, wie Ca^{2+} , Al^{3+} oder Fe^{3+} , die mit Fluorid-Ionen Verbindungen von geringem Löslichkeitsprodukt oder geringer Dissoziation bilden. Ferner gibt es stabile Bor-Fluor-Komplexe.

Es werden zwei Verfahren beschrieben (direkte Messung mit fluoridselektiver Elektrode und Messung nach Aufschluß und Destillation), die Auswahl richtet sich nach der Fragestellung.

1 Anwendungsbereich

1.1 Direkte Bestimmung von Fluorid mittels fluoridselektiver Elektrode

Das Verfahren ist direkt anwendbar auf Trink- und Oberflächenwasser mit einer Konzentration an gelöstem Fluorid von etwa 0,2 mg/l bis 2000 mg/l. Nach Konzentrationsanhebung gemäß 6.2 können auch niedrigere Konzentrationen bis ungefähr 0,02 mg/l bestimmt werden. Der gleiche Anwendungsbereich gilt auch für verschiedene Abwässer, es muß aber mittels des Verfahrens mit Aufschluß und Destillation gemäß 1.2 überprüft werden, ob die Direktmessung für das jeweilige Abwasser geeignet ist.

Sind unspezifische Matrixeinflüsse zu erwarten oder soll der Gesamtgehalt eines Wassers an Fluorid unter Einschluß auch schwerlöslicher Verbindungen bestimmt werden, so ist die Messung mit Aufschluß und Destillation gemäß 1.2 notwendig.

1.2 Bestimmung des anorganisch gebundenen Gesamtfluorids nach Aufschluß und Destillation

Das Verfahren ist anwendbar auf anorganisch hoch belastete Abwässer mit einer Fluorid-Ionenkonzentration über 0,2 mg/l. Je nach Problemstellung (Erfassung ungelöster oder partikulärer Anteile erwünscht oder nicht) ist die Wasserprobe vor der Bestimmung durch ein 0,45- μm -Membranfilter zu filtrieren.

2 Grundlage des Verfahrens

Bei Kontakt einer fluoridselektiven Elektrode mit einer wäßrigen Lösung, die Fluorid enthält, stellt sich zwischen Meß- und Bezugs elektrode eine Kettenspannung ein, deren Höhe dem Logarithmus des Zahlenwertes der Fluoridionenaktivität proportional ist.

Temperatur und Ionenstärke beeinflussen ebenfalls die Kettenspannung, sie müssen daher bei Kalibrierung und Messung übereinstimmen und konstant gehalten werden.

Die Fluoridionenaktivität ist auch vom pH-Wert abhängig. Als günstiger Bereich für die Messung haben sich pH-Werte von 5 bis 7 erwiesen. pH-Wert und Ionenstärke werden mit speziellen Pufferlösungen eingestellt. Unter diesen Voraussetzungen kann im folgenden von Fluoridkonzentrationen gesprochen werden.

Fluoridselektive Elektroden weisen im Bereich zwischen 0,2 mg/l und 2000 mg/l eine lineare Beziehung zwischen der Kettenspannung und dem Logarithmus des Zahlenwertes der Fluoridionenaktivität auf.

Für das Verfahren gemäß 1.2 wird die Wasserprobe vor der Bestimmung der Fluoridkonzentration alkalisch eingedampft und der Rückstand mit Natriumhydroxid aufgeschlossen. Danach wird das Fluorid mittels Wasserdampfdestillation in Gegenwart eines Phosphorsäure-Schwefelsäure-Gemisches abgetrennt.

Nach dieser ÖNORM ist eine Kennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.
Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fortsetzung Seiten 2 bis 8

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

3 Störungen

Einige Kationen, z. B. Al^{3+} und Fe^{3+} , können sehr stabile Fluorid-Komplexe bilden, von denen einige schwer löslich sind. Undissoziierte Fluorid-Komplexe werden durch Zusatz der Pufferlösung weitgehend dekomplexiert.

Hinsichtlich des Einflusses von Aluminium, Calcium und Magnesium wird auf Tabelle 4 verwiesen.

Das Anion BF_4 wird durch Zusatz der Pufferlösung nicht dekomplexiert; der entsprechende Fluoridgehalt wird bei der Messung daher nicht erfaßt. In einigen Fällen können auch organische Inhaltsstoffe zu Störungen der Messung führen. Diese Störungen werden durch Anwendung des Verfahrens gemäß 1.2 ausgeschlossen.

4 Reagenzien

4.1 Salzsäure, $c(\text{HCl}) \approx 1 \text{ mol/l}$

4.2 Natriumhydroxid, $c(\text{NaOH}) \approx 1 \text{ mol/l}$

4.3 Pufferlösung

Die zur Messung mittels fluoridselektiver Elektrode verwendeten speziellen Pufferlösungen sind verschieden zusammengesetzt und auch unter der Bezeichnung „TISAB“ (total ionic strength adjustment buffer) bekannt.

300 g Natriumcitrat, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$, sind in einem 1000-ml-Becherglas mit etwa 700 ml Wasser zu versetzen und unter Rühren mit dem Magnetrührer gemäß 5.5 zu lösen. Danach sind 22 g 1,2-Cyclohexylen-dinitrilo-tetraessigsäure, $\text{C}_{14}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ und 60 g Natriumchlorid, NaCl , zuzusetzen und zu lösen. Die Lösung ist in einen 1000-ml-Meßkolben zu überführen und mit Wasser aufzufüllen.

Die Lösung ist in einer Kunststoff-Flasche aufzubewahren. Sie ist unbrauchbar, wenn sich darin flockige Niederschläge bilden.

Diese Pufferlösung hat einen pH-Wert von 5,8.

Handelsübliche Lösungen mit garantierter Zusammensetzung dürfen ebenfalls verwendet werden.

4.4 Fluorid-Stammlösung, $\beta(\text{F}) = 1,0 \text{ g/l}$

2,210 g Natriumfluorid, NaF , vorher 2 h bei 120°C getrocknet, sind in einem 1000-ml-Meßkolben in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 1000 ml aufzufüllen.

Diese Lösung ist mehrere Monate haltbar, wenn sie in einer Kunststoff-Flasche aufbewahrt wird.

4.5 Fluorid-Standardlösungen, mit $\beta(\text{F}) = 10,0; 5,0; 1,0; 0,5$ und $0,2 \text{ mg/l}$

Die Standardlösungen sind gemäß Tabelle 1 herzustellen, wobei das jeweils eingesetzte Volumen mit destilliertem Wasser auf jeweils 1000 ml aufzufüllen ist.

Tabelle 1

eingesetzte Lösung	eingesetztes Volumen	erhaltene Lösung
Fluorid-Stammlösung gemäß 4.4	10 ml	Fluorid-Standardlösung A mit 10 mg/l
Fluorid-Stammlösung gemäß 4.4	5 ml	Fluorid-Standardlösung B mit 5 mg/l
Fluorid-Standardlösung A	100 ml	Fluorid-Standardlösung C mit 1 mg/l
Fluorid-Standardlösung B	100 ml	Fluorid-Standardlösung D mit 0,5 mg/l
Fluorid-Standardlösung A	20 ml	Fluorid-Standardlösung E mit 0,2 mg/l

4.6 Salzsäure, HCl , $\rho = 1,12 \text{ g/ml}$

4.7 Phosphorsäure, H_3PO_4 , $\rho = 1,71 \text{ g/ml}$

4.8 Schwefelsäure, H_2SO_4 , $\rho = 1,64 \text{ g/ml}$

4.9 Natriumhydroxid, NaOH, fest**4.10 Methylrot-Lösung**

0,2 g Methylrot-Natriumsalz, $C_{15}H_{14}N_3NaO_2$, sind in 100 ml Ethanol zu lösen.

5 Geräte

5.1 Fluoridselektive Elektrode mit Bezugselektrode (z. B. Quecksilber/Quecksilberchlorid-, Silber/Silberchlorid-Elektrode) oder entsprechende Einstabmeßkette.

5.2 Spannungsmesser mit einer Auflösung von 0,1 mV, geeignet zum Einsatz bei ionenselektiven Elektroden, z. B. Eingangswiderstand $\geq 10^{12} \Omega$.

Es wird empfohlen, das Gerät mit einem Schreiber zu betreiben, um die Kontrolle der Potentialkonstanz zu vereinfachen.

5.3 Vorrichtung zur Membranfiltration mit **Membranfilter** mit einer Porenweite von 0,45 μm .

5.4 Thermostat, Temperaturkonstanz $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.5 Magnetrührer mit kunststoffummanteltem Rührstäbchen.

5.6 Glaselektroden-Meßkette zur pH-Wert-Messung.

5.7 Meßgefäß, Nennvolumen 100 ml, mit Durchflußmantel für die Thermostatflüssigkeit.

5.8 Bechergläser, Nennvolumen 150 ml und 1000 ml.

5.9 Uhrgläser, passend zu den Meßgefäßen.

5.10 Standflaschen, Nennvolumen 1 l, aus geeigneten Kunststoffen, z. B. Polyolefinen, Nennvolumen 500 ml aus braunem Glas.

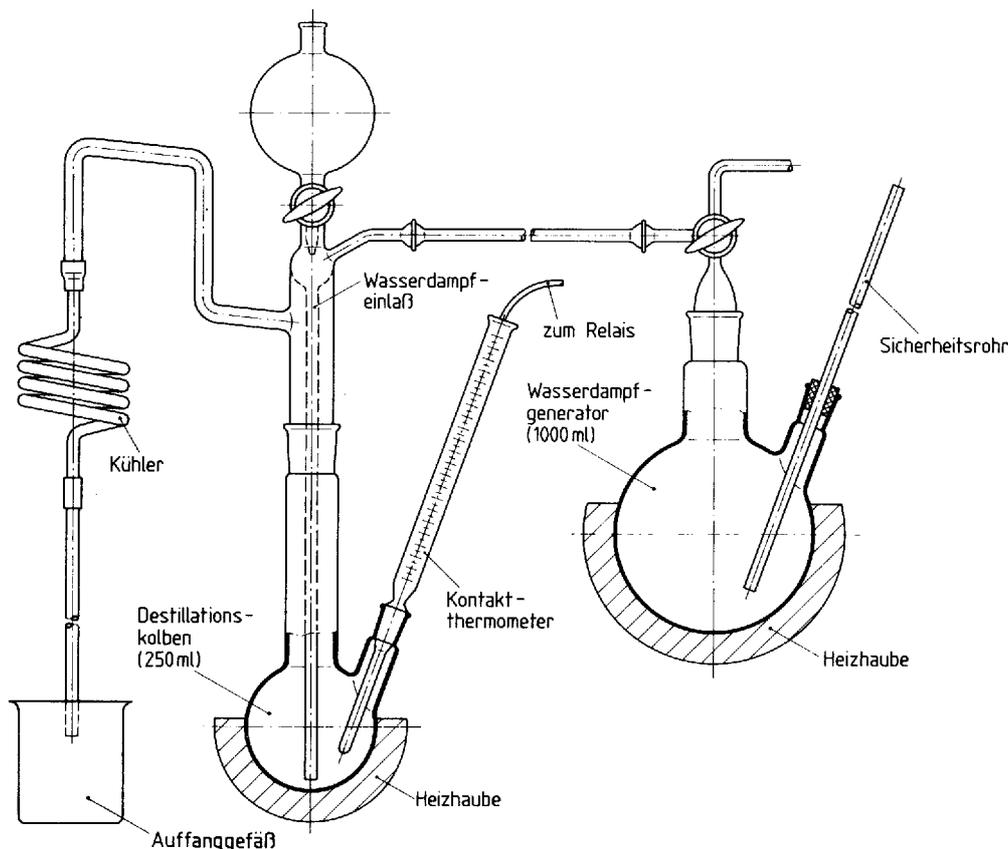
5.11 Meßkolben, Nennvolumen 100, 250, 500 und 1000 ml.

5.12 Vollpipetten, Nennvolumen 5, 10, 20, 25, 50 und 100 ml.

5.13 Kolbenhubpipette, Nennvolumen 500 μl .

5.14 Nickelschalen

5.15 Tiegel aus Nickel oder Glaskohlenstoff, Nennvolumen 60 ml

5.16 Destillationsapparat aus Borosilikatglas, z. B. gemäß Bild 1.**Bild 1**

5.17 Thermometer, geeignet für Temperaturen bis 200 °C.

5.18 Rundkolben, Nennvolumen 1000 ml.

6 Durchführung

Die Wasserproben müssen so bald wie möglich, spätestens jedoch 3 Tage nach der Probenentnahme analysiert werden. Da sich der Elektroden-Nullpunkt und die Elektroden-Steilheit der fluoridselektiven Elektrode im allgemeinen im Lauf der Zeit verändern, ist die Kalibrierkurve an jedem Meßtag zu überprüfen.

Um die Gleichgewichtseinstellung zu beschleunigen, ist die Elektrode vor der Messung zu konditionieren. Dazu ist die Elektrode 1 h vor Meßbeginn in ein Meßgefäß gemäß 5.7 einzutauchen, das mit Kalibrierlösung E gemäß Tabelle 2 gefüllt ist. Nach Abspülen mit der ersten zu messenden Lösung ist die Elektrode einsatzbereit.

6.1 Direkte Bestimmung von Fluorid mittels fluoridselektiver Elektrode

Die Wasserprobe ist durch das Membranfilter gemäß 5.3 zu filtrieren. Eine Messung ohne Filtration ist möglich, dies ist im Analysenbericht festzuhalten.

25 ml Pufferlösung gemäß 4.3 sind in einem Meßgefäß gemäß 5.7 vorzulegen und dann mittels Pipette gemäß 5.12 mit 25 ml der Wasserprobe zu versetzen. Der pH-Wert muß $5,8 \pm 0,2$ betragen; erforderlichenfalls ist er mit möglichst wenig der Salzsäure gemäß 4.1 oder der Natriumhydroxid-Lösung gemäß 4.2 einzustellen, dabei darf sich kein Niederschlag bilden. Die durch die pH-Wert-Einstellung verursachte Verdünnung ist bei der Berechnung zu berücksichtigen.

Ist die Fluoridkonzentration in den Proben ungefähr bekannt, sollten die Messungen bei der niedrigsten Konzentration beginnen und bei der höchsten enden. Wenn nach einer Messung einer sehr hohen Konzentration wieder eine niedrige gemessen werden soll, muß die Elektrode dazwischen neuerlich konditioniert werden.

Sobald die Temperatur konstant bei $25 \text{ °C} \pm 0,5 \text{ °C}$ liegt, ist ein Rührstäbchen in das Meßgerät zu geben und dieses auf dem Magnetrührer gemäß 5.5 zu stellen. Die Elektroden gemäß 5.1 sind in die Lösung einzutauchen und zu fixieren. Die Drehzahl des Rührers ist auf etwa 180 min^{-1} bis 200 min^{-1} einzustellen.

Wenn sich die Kettenspannung der Meßkette in 5 min um nicht mehr als 0,5 mV ändert, ist der Magnetrührer auszuschalten und der Meßwert nach frühestens 15 s abzulesen.

Vor der nächsten Messung sind Rührstäbchen und Elektrode mit der nächsten zu messenden Lösung zu spülen.

6.2 Messung nach Konzentrationsanhebung

Enthält eine Wasserprobe weniger als 0,2 mg Fluorid je Liter, ist die Konzentration so anzuheben, daß sie im linearen Arbeitsbereich der Elektrode liegt.

Dazu sind dem Gemisch aus Pufferlösung und Probe (siehe 6.1) 500 µl der Fluorid-Standardlösung A gemäß Tabelle 1 zuzusetzen und dann ist die Bestimmung wie in 6.1 beschrieben durchzuführen.

Das zugesetzte Volumen von 500 µl bedingt eine Verdünnung von 1%, die im gegebenen Konzentrationsbereich vernachlässigt werden kann.

Werden längere Meßreihen durchgeführt, ist zur Kontrolle der Kalibrierkurve die Kalibrierlösung C gemäß Tabelle 2 oder eine Kalibrierlösung, deren Konzentrationsniveau den zu bestimmenden Konzentrationen nahe liegt, mitzuführen; eventuelle Abweichungen sind zu berücksichtigen.

6.3 Aufstellen der Kalibrierkurve

Je nach dem zu erwartenden Konzentrationsbereich in den Proben ist eine Kalibrierkurve aus mindestens 5 Kalibrierlösungen zu erstellen. Für den Bereich von 0,2 mg/l bis 10 mg/l beispielsweise ist gemäß Tabelle 2 vorzugehen.

Tabelle 2

Kalibrierlösung	Pufferlösung ml	Standardlösung	
		Bezeichnung gemäß Tabelle 1	Volumen in ml
A	25	A	25
B	25	B	25
C	25	C	25
D	25	D	25
E	25	E	25

Die Kalibrierlösungen sind in steigender Konzentration zu messen, zwischen den Messungen ist die Elektrode mit der jeweils folgenden Lösung zu spülen. Nach der Meßreihe ist die Elektrode 5 min bis 10 min zu konditionieren, dann ist die Messung zu wiederholen.

Die Einzelwerte der beiden Meßreihen dürfen um nicht mehr als $\pm 0,5$ mV voneinander abweichen, andernfalls ist die Kalibrierung zu wiederholen.

Für die graphische Auswertung sind die Meßpunkte auf halblogarithmisches Papier aufzutragen, die Massenkonzentrationen in mg/l auf der logarithmisch geteilten Abszisse, die Kettenspannung in mV auf der dekadisch geteilten Ordinate. Aus den Meßwerten kann auch eine Regressionsgerade berechnet werden.

6.4 Bestimmung nach Aufschluß und Destillation

500 ml der durch Schütteln homogenisierten Wasserprobe sind in eine Nickelschale zu überführen; wenn die Fluoridkonzentration über 2000 mg/l liegt, ist ein kleineres Analysenprobenvolumen zu wählen. Dann ist der pH-Wert mit Natriumhydroxid gemäß 4.2 auf einen Wert von 11 bis 12 zu bringen und die Lösung auf etwa 30 ml einzuengen. Die eingeeengte Lösung ist in einen Tiegel gemäß 5.15 zu überführen und ohne Überhitzen und Verspritzen zur Trockene einzudampfen.

Danach ist der Rückstand mit 2 g Natriumhydroxid gemäß 4.9 zu überschichten und auf 400 °C bis 500 °C (schwache Rotglut) zu erhitzen. Nach dem Abkühlen ist die Schmelze mit wenig Wasser aufzunehmen (die Lösung ist nicht immer klar).

Die Aufschlußlösung ist in einen Destillationskolben zu überführen, wobei das Gesamtvolumen nicht mehr als 50 ml betragen sollte. Nachdem der Kolben an die Destillationsapparatur angeschlossen wurde, ist der Kolbeninhalt vorsichtig mit 60 ml Schwefelsäure gemäß 4.8 und 10 ml Phosphorsäure gemäß 4.7 zu versetzen. In die Vorlage sind 20 ml Natriumhydroxid-Lösung gemäß 4.2 einzubringen. Das Ablaufrohr muß in die Lösung eintauchen.

Die Destillation ist so lange fortzusetzen, bis die Temperatur im Kolbensumpf 155 °C beträgt; diese Temperatur ist dann durch Regelung annähernd konstant zu halten. Die Wasserdampfzufuhr ist so einzuregeln, daß sich eine Destillationsgeschwindigkeit von 10 ml/min ergibt.

Die Destillation ist zu beenden, wenn etwa 450 ml Destillat übergegangen ist. Das Kühlerende ist abzuspülen, anschließend ist die Lösung gegen Methylrot zu neutralisieren und mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Anschließend ist die Fluoridkonzentration wie in 6.1 beschrieben zu bestimmen.

7 Auswertung

7.1 Graphische Auswertung

Die Massenkonzentration der Wasserprobe an Fluorid ist direkt aus der Kalibrierkurve abzulesen.

7.2 Mathematische Auswertung

Zwischen der Kettenspannung E und der Fluoridkonzentration β besteht kein linearer, sondern ein logarithmischer Zusammenhang. Die Geradengleichung

$$y = a + bx$$

kann deshalb durch Einsetzen des Logarithmus des Zahlenwertes der Konzentration formuliert werden:

$$E = a + b \cdot \lg[\beta] \tag{1}$$

Hierin bedeutet

E ... Meßkettenspannung

a ... Meßkettenspannung bei $\beta = 1$ mg/l in mV

b ... Steigung der Analysenfunktion in mV

$[\beta]$... Zahlenwert der Fluorid-Massenkonzentration in mg/l

Die Koeffizienten a und b sind aus den Kalibrierdaten nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$a = \frac{\sum E_i}{N} - b \cdot \frac{\sum \lg[\beta_i]}{N} \tag{2}$$

$$b = \frac{N \cdot \sum E_i \cdot \lg[\beta_i] - (\sum E_i) \cdot (\sum \lg[\beta_i])}{N \cdot \sum (\lg[\beta_i])^2 - (\sum \lg[\beta_i])^2} \tag{3}$$

Hierin bedeutet

E, a, b und $[\beta]$... siehe Legende zu Gleichung 1

N ... Anzahl der Kalibrierpunkte

i ... Laufvariable; $i = 1, 2, 3, \dots N$

Ein Rechenbeispiel für $N = 9$ Kalibrierpunkte zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3

i	β_i mg/l	$\lg[\beta_i]$	E_i mV
1	0,2	- 0,70	107,0
2	1	0,00	83,7
3	2	0,30	56,3
4	10	1,00	26,7
5	20	1,30	0,3
6	100	2,00	- 25,7
7	200	2,30	- 61,7
8	1000	3,00	- 104,0
9	2000	3,30	- 119,0

Es ergeben sich folgende Werte für die Koeffizienten:

a: 77,9 mV

b: -59,0 mV

Für die Berechnung der Fluoridkonzentration β_p einer Wasserprobe gilt:

$$\lg[\beta_p] = \frac{E - a}{b} \quad (4)$$

Für eine Wasserprobe, die die Kettenspannung $E_p = 87,0$ mV aufweist, ergibt sich mit Gleichung 4:

$$\lg[\beta_p] = \frac{87,0 - 77,9}{-59,0} \quad (5)$$

$$\lg[\beta_p] = -0,1537 \quad (6)$$

und hieraus $\beta_p = 0,70$ mg/l.

Falls das Verfahren nach Konzentrationsanhebung gemäß 6.2 angewendet wurde, muß die vorgegebene Fluorid-Massenkonzentration von 0,2 mg/l vom Ergebnis abgezogen werden.

Für die Bestimmung nach Aufschluß und Destillation ist folgende Gleichung anzuwenden:

$$\beta = \frac{(\beta_D - \beta_0) \cdot V_D}{V_p} \quad (7)$$

Hierin bedeutet

β ... Massenkonzentration an Fluorid in der Wasserprobe in mg/l

β_D ... Massenkonzentration an Fluorid im Destillat der Wasserprobe in mg/l

β_0 ... Massenkonzentration an Fluorid im Destillat der Blindprobe in mg/l

V_p ... Volumen der Wasserprobe in ml

V_D ... Volumen des Destillates in ml

7.3 Angabe des Ergebnisses

Das Ergebnis ist bei Massenkonzentrationen an Fluorid von

< 1 mg/l auf 0,01 mg/l

≥ 1 mg/l auf 0,1 mg/l

genau mit höchstens 3 signifikanten Stellen anzugeben.

Beispiele: Fluorid: 0,75 mg/l

Fluorid: 4,5 mg/l

7.4 Verfahrenskenndaten

Diese Daten wurden bei einem Ringversuch erhalten, der 1982 in Deutschland durchgeführt wurde.

Tabelle 4

Nr.	Probe	<i>L</i>	<i>N</i>	β	\bar{x}	<i>SR</i>	<i>VR</i>	<i>SI</i>	<i>VI</i>	<i>WFR</i>
1	Trinkwasser	12	48	0,275	0,283	0,021	7,4	0,0068	2,4	—
2	Trinkwasser + F ⁻	13	52	2,4 + 0,275	2,596	0,103	4,0	0,0395	1,5	—
3	Trinkwasser + F ⁻ + 15 mg Al 100 mg Mg 500 mg Ca	13	52	5,0 + 0,275	4,340	0,110	2,5	0,0559	1,3	—
4 ¹⁾	Destilliertes Wasser + F ⁻ + 100 mg Fe 15 mg Al 100 mg Mg 500 mg Ca	11	43	0,6	0,531	0,024	4,5	0,0116	2,2	88,5
5 ¹⁾	Destilliertes Wasser + F ⁻ + 100 mg Fe 15 mg Al 100 mg Mg 500 mg Ca	12	48	8,6	6,864	0,195	2,8	0,0701	1,0	79,8
6 ¹⁾	wie Nr. 5 + F ⁻	12	48	60,6	46,351	1,560	3,4	0,6433	1,4	76,5

¹⁾ Bei den Proben 4, 5 und 6 beruht der Fluorid-Gehalt lediglich auf den verschiedenen Massenkonzentrationen durch Zudosierung.

Tabelle 5

Nr.	<i>L</i>	<i>N</i>	Ausreißer %	β	\bar{x}	<i>SR</i>	<i>VR</i>	<i>SI</i>	<i>VI</i>	<i>WFR</i>
1	13	48	12,7	0,60	0,667	0,152	22,7	0,026	3,90	111,2
2	12	48	14,3	6,00	5,63	0,316	5,6	0,233	4,13	93,8
3	13	50	9,1	60,0	55,5	3,806	6,9	1,757	3,17	92,5

Hierin bedeutet

- L* ... Anzahl der Laboratorien
N ... Anzahl der Analysenwerte } ausreißerfrei
 β ... Massenkonzentration an Fluorid, in mg/l
 \bar{x} ... Gesamtmittelwert, in mg/l
SR ... Vergleichsstandardabweichung, in mg/l
VR ... Vergleichsvariationskoeffizient, in %
SI ... Wiederholstandardabweichung, in mg/l
VI ... Wiederholvariationskoeffizient, in %
WFR ... Wiederfindungsrate, in %

8 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- (1) Hinweis auf diese ÖNORM;
- (2) alle Informationen, die zur Identifizierung der Probe benötigt werden;
- (3) Ergebnis und Berechnungsweise;
- (4) Probenvorbehandlung, falls durchgeführt;
- (5) Einzelheiten aller Vorgänge, die nicht in dieser ÖNORM beschrieben oder nicht zwingend vorgeschrieben sind;
- (6) Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.



Auch Normengruppen C und U2

ICS 13.060.01

**Wasseruntersuchung
Bestimmung der extrahierbaren organisch
gebundenen Halogene (EOX)**

Water analysis – Determination of extractable organic bound halogens (EOX)

Analyse de l'eau – Dosage des organohalogènes extractibles (EOX)

Fortsetzung
ÖNORM M 6614 Seiten 2 bis 7

Medieninhaber und Hersteller: Österreichisches Normungsinstitut, A-1021 Wien
Copyright © ON - 2001. Alle Rechte vorbehalten;
Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger
nur mit Zustimmung des ON gestattet!
Verkauf von in- und ausländischen Normen und technischen Regelwerken durch:
ON Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, Postfach 130, A-1021 Wien
Tel.: (+43 1) 213 00-805, Fax: (+43 1) 213 00-818, E-Mail: sales@on-norm.at,
Internet: <http://www.on-norm.at>

Fachnormenausschuss 161
Abwassertechnik

Inhaltsverzeichnis

1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	3
3 Grundlage des Verfahrens	3
4 Störungen	3
5 Geräte	3
6 Reagenzien	3
7 Durchführung	4
7.1 Probenentnahme und -vorbereitung	4
7.2 Extraktion	5
7.3 Verbrennung des organischen Extraktes	5
7.4 Halogenidbestimmung im Verbrennungskondensat	5
7.5 Kontrolle der Mineralisierung	5
7.6 Blindprobe	5
7.7 Wiederfindungsrate	5
8 Aufstellen der Kalibrierkurve	6
9 Auswertung	6
10 Angabe des Ergebnisses	6
11 Analysenbericht	7
12 Verfahrenskenndaten	7

1 Anwendungsbereich

Das Verfahren ist auf alle Wässer anwendbar, deren Gehalt an extrahierbaren organisch gebundenen Halogenverbindungen (EOX), berechnet als Chlorid, über 20 µg/l liegt. Dies bezieht sich auf den Teil der organischen Halogenverbindungen, der unter den in dieser ÖNORM angegebenen Bedingungen durch Pentan oder durch Hexan oder Heptan erfasst wird.

Die Erfassung von polaren Stoffen ist unvollständig.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieser ÖNORM gilt der folgende Begriff:

extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX)

Gesamtheit der Halogene (Chlor, Brom, Iod), die in organischen Verbindungen enthalten sind und unter den Bedingungen des Verfahrens gemäß dieser ÖNORM erfasst werden können, angegeben als Cl in µg/l.

3 Grundlage des Verfahrens

Die organisch gebundenen Halogene werden in zwei Schritten mit Pentan, Hexan oder Heptan aus dem Wasser extrahiert. Beim zweiten Extraktionsschritt kann an Stelle von Pentan, Hexan oder Heptan auch ein anderes Lösungsmittel, zB Diisopropylether (siehe 7.2) verwendet werden.

Der Extrakt wird in einer Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme verbrannt. Die im Kondensat anfallenden Mineralisierungsprodukte werden auf der Basis einer argentometrischen Reaktion oder durch ein gleichwertiges Verfahren bestimmt.

4 Störungen

Bei schlechter Phasentrennung zwischen der wässrigen Phase und der des Extraktionsmittels sind zusätzliche Arbeitsschritte notwendig. Zur Verbesserung der Phasentrennung können beispielsweise folgende Verfahren angewendet werden:

- Zentrifugieren in geschlossenen Gefäßen unter Kühlung
- Aufarbeiten eines Teils der wässrigen Phase mit anschließender sorgfältiger Trocknung mit Hilfe von wasserfreiem Natriumsulfat (die in 7.2 angegebene Masse Natriumsulfat muss das gesamte Wasser binden)
- Zusatz eines halogenfreien Entschäumers.

Bei Wässern mit einem hohen Gehalt an Calcium-Ionen kann Calciumsulfat ausfallen. Niedrig siedende Verbindungen können bei Erwärmung der Probe ausgasen und dadurch der Erfassung entgehen. In diesem Fall ist für ausreichende Kühlung zu sorgen und auf eine pH-Einstellung zu verzichten (siehe 7.1).

5 Geräte

5.1 Glasflasche zur Probenentnahme

Nennvolumen 1000 ml, mit Vollschliffstopfen

5.2 Messkolben

Nennvolumen 1000 ml, mit tief angebrachter Messmarke

5.3 Messkolben

Nennvolumen 50, 100 und 1000 ml

5.4 Vollpipetten

Nennvolumen 2, 5, 10, 20 und 25 ml; Dispenser, Nennvolumen 50 ml, mit wählbarem Volumen

5.5 Magnetrührer

für Drehzahlen bis 1100 min⁻¹

5.6 Verbrennungsapparat

zB Wickbold-Apparatur

5.7 Halogenid-Detektionsgerät

zB Coulometer, Elektrode, Photometer

6 Reagenzien

Als Reagenzien sind nur solche des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden.

Die in 6.5 genannten Extraktionsmittel sowie die Gase (6.6 und 6.7) sind auf ihre Reinheit zu prüfen, um sicherzustellen, dass ihr Gehalt an extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen vernachlässigbar klein ist im Vergleich zum niedrigsten zu bestimmenden EOX-Gehalt. Gleiches gilt für das gegebenenfalls zusätzlich verwendete Lösungsmittel für den zweiten Extraktionsschritt.

6.1 Schwefelsäure, H_2SO_4 , $\rho = 1,84 \text{ g/ml}$

6.2 Natriumhydroxid, NaOH

6.3 Natriumhydroxid-Lösung, $c(\text{NaOH}) = 10 \text{ mol/l}$

40 g NaOH sind in Wasser zu lösen, die Lösung ist mit Wasser auf 100 ml aufzufüllen und in einer Polyethylenflasche aufzubewahren.

6.4 Natriumsulfat, Na_2SO_4

1 h bei $600 \text{ }^\circ\text{C}$ geglüht, um organische Halogenverbindungen zu entfernen. Das geglühte Natriumsulfat ist trocken aufzubewahren.

6.5 Pentan, C_5H_{12} , alternativ **Hexan**, C_6H_{14} , oder **Heptan**, C_7H_{16}

6.6 Sauerstoff, O_2

6.7 Wasserstoff, H_2

6.8 Pentachlorphenol, $\text{C}_6\text{Cl}_5\text{OH}$

6.9 Halogen-Stammlösung: $\rho (\text{Cl}) = 100 \text{ mg/l}$

15 mg Pentachlorphenol (6.8) sind in einen 100-ml-Messkolben einzuwägen und mit Pentan, Hexan oder Heptan bis zur Marke aufzufüllen.

Die Lösung ist etwa eine Woche haltbar.

6.10 Halogen-Standardlösung: $\rho (\text{Cl}) = 10 \text{ mg/l}$

10 ml der Halogen-Stammlösung (6.9) sind in einen 100-ml-Messkolben zu pipettieren und mit Pentan, Hexan oder Heptan (6.5) bis zur Marke aufzufüllen.

Die Lösung ist etwa eine Woche haltbar.

6.11 Chlorid-Stammlösung: $\rho (\text{Cl}) = 100 \text{ mg/l}$

0,1648 g Natriumchlorid sind in einem 1000-ml-Messkolben in Wasser zu lösen, dann ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

6.12 Chlorid-Standardlösung, $\rho (\text{Cl}) = 1000 \text{ } \mu\text{g/l}$:

10 ml der Chlorid-Stammlösung (6.11) sind in einen 1000-ml-Messkolben zu pipettieren, die Lösung ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Die Lösung ist am Tage des Gebrauches herzustellen.

Der im zweiten Extraktionsschritt erforderlichenfalls verwendete Diisopropylether, $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$, ist zur Bindung eventuell entstehender Etherperoxide über Natriumhydroxid (6.2) in einer braunen Flasche aufzubewahren. Aus Sicherheitsgründen ist das Lösemittel zu verwerfen, sobald sich feste Partikel abscheiden.

7 Durchführung

7.1 Probenentnahme und -vorbereitung

Zur Probenentnahme sind ausschließlich Glasgefäße zu verwenden. Diese sind blasenfrei und randvoll zu füllen.

Die Wasserprobe ist so bald wie möglich nach der Probenentnahme zu untersuchen. Ist dies nicht möglich, ist die Probe bis zur Durchführung der Analyse bei $4 \text{ }^\circ\text{C}$ im Dunkeln zu lagern. Vor Beginn der Analyse ist die Wasserprobe auf Raumtemperatur zu bringen.

20 g Natriumsulfat (6.4) und 950 ml der Wasserprobe sind in einen 1000-ml-Messkolben mit tief angesetzter Messmarke einzubringen.

Der pH-Wert der Analysenprobe ist mit Schwefelsäure (6.1) oder mit Natriumhydroxid-Lösung (6.3) auf 6 bis 8 einzustellen, anschließend ist die Lösung mit der zu untersuchenden Wasserprobe bis zur Marke aufzufüllen.

Bei extrem sauren Wasserproben wird die pH-Einstellung mit festem Natriumhydroxid (6.2) vorgenommen. Bei extremen pH-Werten in der Original-Wasserprobe muss die Einstellung des pH-Wertes nach Auffüllen überprüft werden.

Proben, die freies Chlor enthalten, sind unmittelbar nach der Probenahme mit einem geeigneten Reduktionsmittel (zB Natriumthiosulfat) zu versetzen.

7.2 Extraktion

Nach Zugabe eines Magnetrührstabes ist die so vorbehandelte Wasserprobe mit 25 ml Pentan, Hexan oder Heptan (6.5) zu versetzen, der Messkolben ist zu verschließen und das Gemisch 10 min mit einer Drehzahl von etwa 1100 min^{-1} zu rühren.

Nach der Phasentrennung (etwa 10 min) ist der Extrakt vorsichtig und so vollständig wie möglich abzupipettieren und in einen 50-ml-Messkolben zu überführen.

Zu der im Messkolben verbliebenen Wasserprobe sind 25 ml Pentan, Hexan oder Heptan (6.5) zuzugeben. Für den weiteren Extraktionsschritt darf auch ein anderes geeignetes Extraktionsmittel verwendet werden. Wird Diisopropylether eingesetzt, muss die Natriumsulfatzugabe erhöht werden.

Nach Verschließen des Messkolbens ist das Gemisch erneut 10 min unter den gleichen Bedingungen zu rühren. Nach der Phasentrennung ist der zweite Extrakt abzupipettieren und mit dem ersten im Messkolben zu vereinigen.

Das Volumen des Gesamtextraktes ist mit Pentan, Hexan oder Heptan (6.5) bis zur Marke aufzufüllen.

Je nach dem Feuchtigkeitsgehalt sind mindestens 4 g Natriumsulfat (6.4) in den Messkolben zu geben, dann ist etwa 2 min zu schütteln. Danach ist das Salz absetzen zu lassen.

7.3 Verbrennung des organischen Extraktes

Je nach dem Gehalt an Halogenen ist ein aliquoter Teil des Extraktvolumens nach Anweisungen des Herstellers der Verbrennungsapparatur zu verbrennen. Es ist darauf zu achten, dass kein Natriumsulfat in den Verbrennungsraum gelangt. Die Ansaugrate ist so einzustellen, dass die Flamme rußfrei brennt. Als Vorlage ist ein Messkolben mit geeignetem Volumen, zB 50 ml, zu verwenden.

Zur vollständigen Erfassung der extrahierten Stoffe und zur Reinigung der Geräteteile sind anschließend mindestens zweimal mindestens 2 ml Extraktionsmittel (6.5) zu verbrennen und in derselben Vorlage aufzufangen. Das anfallende Kondensat ist mit Wasser bis zur Messmarke aufzufüllen.

Reinigung und Vorbereitung der Verbrennungsapparatur:

Nach längerem Stillstand der Apparatur ist der Brenner herauszunehmen und durch einen Normschliffkern mit Schlaucholive zu ersetzen. Ein Kunststoffschlauch ist zum Spülen der Apparatur an die Olive anzuschließen. Über diesen Schlauch ist die Apparatur mit etwa 5 l heißem Wasser zu spülen. Danach ist der Brenner einzusetzen, der Ansaughahn zu schließen und etwa 10 min brennen zu lassen. Im Kondensat ist Chlorid zu messen und erneut etwa 10 min brennen zu lassen. Das Verfahren ist zu wiederholen, bis die Blindwerte konstant bleiben. Die Blindwerte sind aufzuzeichnen, um Veränderungen festzustellen.

7.4 Halogenidbestimmung im Verbrennungskondensat

Im Gesamtvolumen, in einem aliquoten Teil, gegebenenfalls im Konzentrat, oder im Kondensat, ist das Halogenid zu bestimmen.

Zur Verbesserung der Bestimmungsgrenze dürfen das Volumen der Wasserprobe (7.1), das Volumen des Extraktes (7.2) und das Volumen des Kondensates (7.3) in Abhängigkeit von dem Gehalt an organischen Halogenverbindungen frei gewählt werden; das muss in der Auswertung entsprechend berücksichtigt werden. Das Verhältnis des Wasserprobenvolumens zum Volumen des Extraktionsmittels muss auf jeden Fall 20:1 sein. Aus dem gleichen Grunde kann auch die wässrige Lösung der Mineralisierungsprodukte in Quarzgefäßen eingeengt werden.

7.5 Kontrolle der Mineralisierung

Zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der gesamten Apparatur und der Detektion sind zweimal je 10 ml der Halogen-Standardlösung (6.10) wie in 7.3 und 7.4 beschrieben zu behandeln. Die Wiederfindungsrate an organisch gebundenem Chlor muss je Standardlösung (6.10) mindestens 90 % betragen.

7.6 Blindprobe

Zur Bestimmung des Blindwertes sind in jeder Serie 50 ml Pentan, Hexan oder Heptan (6.5) bzw. 25 ml Pentan, Hexan oder Heptan und 25 ml weiteren Extraktionsmittels mit der gleichen Masse Natriumsulfat (6.4) wie bei der Durchführung der Messungen (7.2) zu versetzen, analog entsprechende Aliquote zu mineralisieren (7.3) und zu detektieren (7.4). Bei der Blindwertbestimmung sind die gleichen Extraktionsmittel einzusetzen wie in 7.2.

Es sind drei Blindwertbestimmungen durchzuführen.

7.7 Wiederfindungsrate

Wiederfindungsraten des Extraktionsmittels über 80 % sind anzustreben. Geringere Wiederfindungsraten müssen mit dem Ergebnis angegeben werden.

8 Aufstellen der Kalibrierkurve

Entsprechend dem zu erwartenden Gehalt an extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen sind 10 Kalibrierlösungen mit Hilfe von wässrigen Natriumchlorid-Lösungen herzustellen, deren Konzentrationen den erwarteten Messbereich gleichmäßig überdecken. Für den Bereich von 20 µg/l bis 200 µg/l an extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen, berechnet als Chlorid, ist beispielsweise folgendermaßen vorgehen:

In zehn 100-ml-Messkolben sind zwischen 2 ml und 20 ml der Chlorid-Standardlösung (6.12) zu pipettieren. Die Kolben sind mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen. In allen 10 Proben ist die Massenkonzentration an Chlorid zu bestimmen.

Diese Kalibrierlösungen enthalten folgende Chloridkonzentrationen: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 und 200 µg/l.

In einem Koordinatensystem sind auf der Abszisse die Massenkonzentrationen der Kalibrierlösungen an Chlorid aufzutragen. Sie sind nach Gleichung (1) zu berechnen:

$$\rho_E = \frac{V_S \cdot \rho_S}{V_E} \quad (1)$$

Hier bedeutet:

ρ_E Massenkonzentration der jeweiligen Kalibrierlösung an Chlorid, in µg/l

V_S eingesetztes Volumen der Chlorid-Standardlösung

V_E maximales Kalibrierlösungsvolumen (hier $V_E = 100$ ml), in ml

ρ_S Massenkonzentration der eingesetzten Chlorid-Standardlösung (6.12) an Chlorid, in µg/l

Auf der Ordinate sind die zugehörigen abgelesenen Messwerte aufzutragen. Für die so erhaltene Messwertreihe ist die Ausgleichsgerade zu ermitteln. Die Steigung dieser Geraden ergibt die Empfindlichkeit b . Die Steigung und der Ordinatenabschnitt der Geraden sind von Zeit zu Zeit auf signifikante Abweichungen zu überprüfen, besonders wenn eine neue Charge einer der benötigten Chemikalien zur Anwendung kommt. Berechnete Blindwerte (Ordinatenabschnitt der Kalibriergeraden) und gemessene Blindwerte (7.6) dürfen nicht signifikant voneinander abweichen.

Für den Halogenid-Detektionsteil gilt bei der Kalibrierung: $S_{XO} = 0,015$ mg/l bis 0,020 mg/l.

9 Auswertung

Die Massenkonzentration der Wasserprobe an extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen ρ (EOX) ist nach Gleichung (2) zu berechnen:

$$\rho = \frac{V_{EM} \cdot V_{VG} \cdot (N - N_0)}{V_E \cdot V_V \cdot b} \quad (2)$$

Hierin bedeutet:

ρ Massenkonzentration des Wassers an EOX, berechnet als Chlorid, in µg/l

V_{EM} Gesamtvolumen des organischen Extrakts (7.2), in ml, hier $V_{EM} = 50$ ml

V_E zur Verbrennung (7.3) eingesetztes Teilvolumen des Extrakts, in ml

V_{VG} Volumen der wässrigen Lösung der Verbrennungsprodukte (7.3), in ml

V_V zur Halogenidbestimmung eingesetztes Teilvolumen der wässrigen Lösung der Verbrennungsprodukte (7.4), in ml

N Halogenid-Messwert der Wasserprobe, in µg/l

N_0 berechneter Blindwert der Kalibriergeraden, in µg/l

b Empfindlichkeit (nach Abschnitt 8)

10 Angabe des Ergebnisses

Die Werte für den Gehalt eines Wassers an extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen (EOX), berechnet als Chlorid, sind wie folgt anzugeben:

von 20 µg/l bis 100 µg/l auf 1 µg/l genau

über 100 µg/l auf 10 µg/l genau, jedoch

nicht mehr als 2 signifikante Stellen.

Zur Angabe des Ergebnisses gehört auch der Hinweis, welche(s) Extraktionsmittel verwendet wurde(n).

BEISPIEL:

Gehalt der Wasserprobe an mit Pentan extrahierbaren organisch gebundenen Halogenen (EOX), berechnet als Chlorid: 55 µg/l

11 Analysenbericht

Der Bericht muss sich auf diese ÖNORM beziehen und folgende Einzelheiten enthalten:

- a) genaue Identifizierung der Wasserprobe
- b) Angabe des Ergebnisses [nach Abschnitt 10](#)
- c) Probenvorbehandlung, falls eine solche durchgeführt wurde
- d) jede Abweichung von diesem Verfahren und Angabe aller Umstände, die gegebenenfalls das Ergebnis beeinflusst haben.

12 Verfahrenskenndaten

Ein Ringversuch, durchgeführt in Deutschland im Jahre 1983 an zum Teil aufgestockten Abwasserproben, erbrachte die folgenden Ergebnisse. Bei diesem Ringversuch wurde bei der zweiten Extraktion Diisopropylether verwendet.

Versuch	N	NA	NAP	\bar{x}	X_{Soll}	WFR	SR	VR	SI	VI
1	131	0	0	195	237	82,4	44,8	22,9	20,6	10,5
2	122	3	2,4	67,6	89	75,4	22,3	32,9	13,4	19,8
3	157	0	0	236	299	79,0	54,8	23,2	15,8	6,7
5	175	1	0,6	603	757	80,8	122	20,3	26,7	4,4

Hierin bedeutet:	
N	gültige Zahl der Messwerte
NA	alle Ausreißer
NAP	Ausreißerrate (in %)
\bar{x}	Gesamtmittelwert in µg/l
X_{Soll}	Sollwert in µg/l
WFR	Wiederfindungsrate (in %)
SR	Vergleichsstandardabweichung in µg/l
VR	Relative Vergleichsstandardabweichung (in %)
SI	Wiederholstandardabweichung in µg/l
VI	Wiederholvariationskoeffizient (in %)



BGBl. II - Ausgegeben am 27. Mai 2019 - Nr. 133

Wasseruntersuchung Bestimmung von gelöstem und leicht freisetzbarem Sulfid

ÖNORM M 6615

Water analysis – Determination of dissolved and easily liberated sulfide

Analyse de l'eau – Dosage du sulfide dissous et du sulfide aisément libéré

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung von gelöstem und leicht freisetzbarem Sulfid in Wasser und Abwasser.

Das Verfahren ist geeignet zur Bestimmung von gelöstem und leicht freisetzbarem Sulfid in Massenkonzentrationen von 0,04 mg/l bis 1,5 mg/l. Wird das Probenvolumen vermindert, können auch höhere Konzentrationen bestimmt werden.

Bei der Bestimmung von leicht freisetzbarem Sulfid werden gelöste Sulfide vollständig erfaßt, ungelöste je nach Löslichkeit und Alterungszustand ganz oder teilweise (zB Sulfide von Zink, Eisen, Mangan). Einige Sulfide werden praktisch nicht erfaßt (zB Quecksilbersulfid). Schwefelorganische Verbindungen können zersetzt und so miterfaßt werden. Der Sulfidanteil von Polysulfiden wird bei der Bestimmung von gelöstem Sulfid nur unvollständig erfaßt, bei der Bestimmung von leicht freisetzbarem Sulfid durch Zugabe von Zinkacetat stabilisiert.

2 Störungen

Folgende Ionen stören, wenn die angegebenen Konzentrationen überschritten werden:

- Cyanid 2 mg/l
- Jodid 20 mg/l
- Thiosulfat 900 mg/l
- Thiocyanat 900 mg/l
- Sulfit 700 mg/l.

Nach dieser ÖNORM ist eine Kennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fortsetzung Seiten 2 bis 5

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

3 Grundlage des Verfahrens

3.1 Bestimmung von gelöstem Sulfid

Suspendierte Stoffe sowie schwerlösliche Sulfide werden durch Filtration gemäß [Abschnitt 6](#) abgetrennt. Das im Filtrat enthaltene gelöste Sulfid wird durch Ausblasen mit Stickstoff in eine mit Zinkacetat-Lösung beschickte Vorlage überführt.

3.2 Bestimmung von leicht freisetzbarem Sulfid

In der Wasserprobe enthaltenes gelöstes Sulfid wird durch Zugabe von Zinkacetat stabilisiert. Das leicht freisetzbare Sulfid wird durch Ausblasen mit Stickstoff bei pH 4 in eine mit Zinkacetat-Lösung beschickte Vorlage überführt.

3.3 Farbreaktion

Durch Zufügen einer sauren Dimethyl-p-phenylendiamin-Lösung wird in der Vorlage Leukomethylenblau gebildet, das durch Zugabe von Eisen(III)-Ionen zu Methylenblau oxidiert wird. Die Extinktion dieser Lösung wird bei 665 nm photometrisch gemessen.

4 Geräte

Übliche Laborgeräte sowie

4.1 Filtrationsgerät, zB Dreiringkolbenspritze, Nennvolumen 50 ml, mit Filtrationsvorsatz, Porenweite 0,45 µm oder **Druckfiltrationsgerät** (für schwer zu filtrierende Wässer) mit Membranfilter, Porenweite 0,45 µm.

4.2 Ausblas-Apparatur zur Sulfidabtrennung, zB gemäß [Bild 1](#), bestehend aus einem Reaktionskolben, Nennvolumen 250 ml, mit seitlichem Schliffaufsatz für Tropftrichter, Nennvolumen 100 ml, und bis zum Kolbenboden reichendem Gaseinleitungsrohr, lotrecht aufgesetztem Kühler oder Steigrohr, und Adsorptionsgefäß.

4.3 Steilbrustflasche mit Schliffstopfen, Nennvolumen 500 ml

4.4 Mikroliterspritzen

4.5 Gasversorgung mit Stickstoff, Masseanteil 99,996 %

4.6 Gasdurchfluß-Meßgerät, geeignet für einen Volumenstrom von 40 l/h

4.7 pH-Meßgerät mit geeigneter Elektrode

4.8 Spektrophotometer oder **Filterphotometer**, geeignet für Messungen bei 665 nm mit **Küvetten** mit einer optischen Länge von 1 cm.

5 Reagenzien

Für die Analyse sind nur Reagenzien des Reinheitsgrades "zur Analyse" zu verwenden. Als Wasser ist bidestilliertes Wasser oder Wasser vergleichbarer Qualität, das durch geeignete Maßnahmen, zB Auskochen oder Begasen mit Stickstoff, von Sauerstoff befreit wurde, zu verwenden.

5.1 Schwefelsäure, $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g/ml}$

5.2 Natriumhydroxid-Lösung, $\omega(\text{NaOH}) = 32 \%$
[$c(\text{NaOH}) \approx 10 \text{ mol/l}$]

5.3 Zinkacetat-Lösung mit 20 g/l

20 g Zinkacetat-Dihydrat, $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, sind in Wasser zu lösen und mit Wasser auf 1000 ml zu verdünnen. Eine eventuell auftretende Trübung stört die Bestimmung nicht.

5.4 Phthalat-Pufferlösung, pH $4,0 \pm 0,1$

80 g Kalium-hydrogenphthalat, $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$, sind in 920 ml Wasser zu lösen. Der pH-Wert der Lösung ist zu überprüfen und gegebenenfalls mit Natriumhydroxid-Lösung oder Salzsäure (c jeweils 1 mol/l) auf $4,0 \pm 0,1$ einzustellen.

5.5 Alkalische Ascorbat-Lösung, pH $10,0 \pm 0,1$

10 g Ascorbinsäure, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, sind in 90 ml Wasser zu lösen und mit Natriumhydroxid-Lösung gemäß [5.2](#) auf einen pH-Wert von 10 einzustellen; danach ist die Flasche sofort zu verschließen. Die Lösung ist am Tage des Gebrauches frisch anzusetzen.

5.6 Farbreagens-Lösung

2 g N,N-Dimethyl-1,4-phenylendiammoniumchlorid, $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{Cl}_2\text{N}_2$, sind in einem 1000-ml-Meßkolben mit 200 ml Wasser aufzuschlämmen. Dann sind vorsichtig 200 ml Schwefelsäure gemäß [5.1](#) zuzusetzen. Nach dem Abkühlen ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

5.7 Ammonium-eisen(III)sulfat-Lösung

50 g Ammonium-eisen(III)sulfat-Dodekahydrat, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, sind in einem 500-ml-Meßkolben mit 10 ml Schwefelsäure gemäß [5.1](#) zu versetzen und mit Wasser vorsichtig bis zur Marke aufzufüllen.

5.8 Sulfid-Stammlösung

Eine geeignete Masse Natriumsulfid-Hydrat, $\text{Na}_2\text{S} \cdot x \text{H}_2\text{O}$, Masseanteil an Thiosulfat unter 0,5 %, entsprechend etwa 0,5 g Sulfid-Schwefel, sind in einem 1000-ml-Meßkolben in Wasser zu lösen und mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Diese Lösung ist nur 2 bis 3 Tage haltbar.

5.9 Sulfid-Standardlösung

10 ml Sulfid-Stammlösung gemäß [5.8](#) sind mittels Pipette in einen 1000-ml-Meßkolben zu überführen und mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

1 ml dieser Lösung enthält etwa 5 µg Sulfid. Die genaue Konzentration ist jodometrisch zu bestimmen.

Die Lösung ist am Tage des Gebrauches frisch anzusetzen.

5.10 Phenolphthalein-Lösung in Ethanol, $\omega = 0,1 \%$

5.11 EDTA-Lösung

100 g Ethylen-dinitrilo-tetraessigsäure-Dinatriumsalz-Dihydrat, $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, sind in 940 ml erwärmtem Wasser zu lösen.

Abmessungen in mm

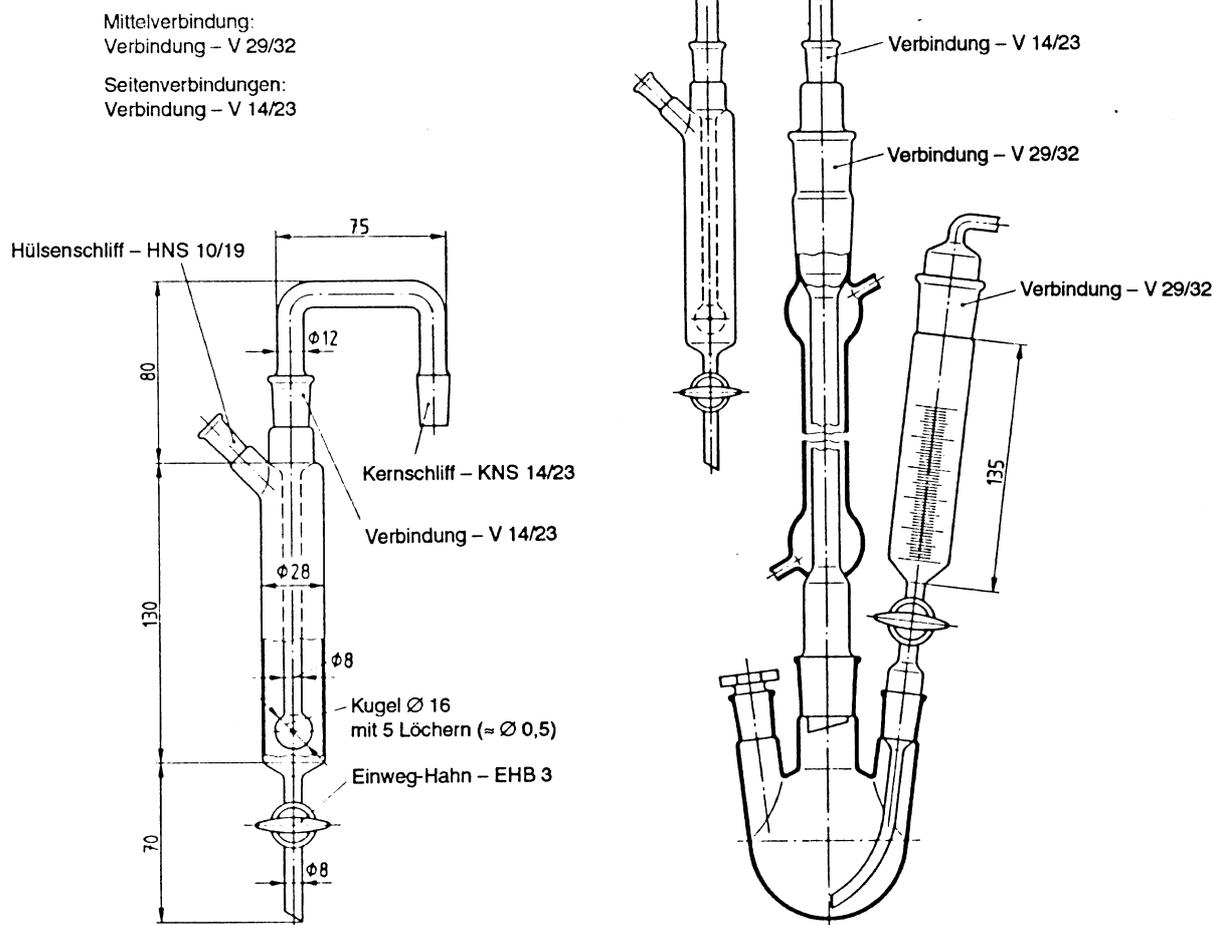


Bild 1

6 Probenentnahme und Probenvorbehandlung am Entnahmeort

Wenn nicht abzusehen ist, ob die Sulfidkonzentration innerhalb des Arbeitsbereiches des Verfahrens liegt, sind mehrere Proben zu entnehmen, um die Untersuchung kleinerer Teilmengen zu ermöglichen.

6.1 Probenentnahme für die Bestimmung von gelöstem Sulfid

Das konservierte Filtrat ist möglichst bald, spätestens jedoch nach 24 h zu untersuchen.

6.1.1 Leicht filtrierbare Proben

In einem 50-ml-Meßkolben sind 5 ml alkalische Ascorbat-Lösung gemäß 5.5 vorzulegen. Die Wasserprobe ist in eine Dreiringkolbenspritze einzuziehen, ein Filtrationsvorsatz ist zu befestigen und so viel Wasserprobe in den Meßkolben zu filtrieren, bis die Marke erreicht ist.

6.1.2 Schwer filtrierbare Proben

In einem 50-ml-Meßkolben sind 5 ml alkalische Ascorbat-Lösung gemäß 5.5 vorzulegen. Der Meßkolben und das Druckfiltrationsgerät sind etwa 10 min mit Stickstoff zu spülen. Das Vorratsgefäß ist mit der zu untersuchenden Wasser-

probe vollständig zu füllen, die Wasserprobe ist mit Stickstoff mit einem Überdruck von höchstens 2 bar bis zur Marke in den Meßkolben zu filtrieren.

Die Verbindung zwischen Druckfiltrationsgerät und Meßkolben muß so beschaffen sein, daß ein Luftzutritt weitgehend vermieden wird. Die Filtrationszeit sollte 5 min nicht überschreiten.

In Wässern, die in der angegebenen Zeit nicht filtrierbar sind, kann nur das leicht freisetzbare Sulfid in der unfiltrierten Wasserprobe bestimmt werden.

Als Alternative zur Filtration sei auch die Möglichkeit der Zentrifugation genannt. Auch hier ist darauf zu achten, daß vor dem Zentrifugieren mit Stickstoff gespült wird und während des Zentrifugierens der Luftzutritt durch Verschließen weitestgehend vermieden wird.

6.2 Probenentnahme für die Bestimmung von leicht freisetzbarem Sulfid

In einer Steilbrustflasche gemäß 4.3 sind 10 ml Zinkacetat-Lösung gemäß 5.3 vorzulegen, dann sind 490 ml der zu untersuchenden Wasserprobe zuzufügen und gut zu mischen. Nach Zugabe von einigen Tropfen Phenolphthalein-Lösung gemäß 5.10 ist Natriumhydroxid-Lösung gemäß 5.2 zuzusetzen, bis die Lösung rosa ist. Bei alkalischen und/oder

stark gefärbten Wasserproben ist der pH-Wert der Wasserprobe mittels pH-Meter einzustellen. Die Flasche ist mit dem Schliffstopfen zu verschließen.

Die konservierte Probe ist möglichst bald, spätestens jedoch nach 72 h zu untersuchen. Die Probe ist bis zur Untersuchung bei 4 °C zu lagern.

7 Durchführung

7.1 Bestimmung von gelöstem Sulfid

Im Reaktionskolben gemäß 4.2 sind 25 ml Phthalat-Pufferlösung gemäß 5.4, im Absorptionsgefäß 20 ml Zinkacetat-Lösung gemäß 5.3 vorzulegen. Die Apparatur ist zusammenzubauen und 10 min mit Stickstoff zu spülen (40 l/min). Die gemäß Abschnitt 6 erhaltene Laborprobe ist über den Tropftrichter in den Reaktionskolben einzubringen, der Tropftrichter ist mit wenig Wasser nachzuwaschen. Anschließend ist 30 min lang Stickstoff durchzuleiten (40 l/min).

Das Absorptionsgefäß ist abzunehmen, durch den seitlichen Schliffansatz sind 10 ml Farbreagens-Lösung gemäß 5.6 und anschließend 1 ml Ammonium-eisen(III)sulfat-Lösung gemäß 5.7 zuzugeben. Das Absorptionsgefäß ist mit Wasser aufzufüllen, zu verschließen, zu schütteln und 10 min stehen zu lassen.

Die Lösung ist in einen 100-ml-Meßkolben abzulassen und das Absorptionsgefäß gründlich mit Wasser zu spülen. Das Waschwasser ist ebenfalls in den Meßkolben zu überführen, dann ist mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Anschließend ist das spektrale Absorptionsmaß der Lösung mit dem Photometer bei 665 nm zu bestimmen.

Eine Blindprobe (Wasser) ist ebenso zu behandeln. Der Blindwert darf nicht signifikant vom berechneten Wert (siehe Abschnitt 8) abweichen.

Bei Massenkonzentrationen an Sulfid über 1,5 mg/l muß die Bestimmung mit einem kleineren Probenvolumen wiederholt werden.

7.2 Bestimmung von leicht freisetzbarem Sulfid

Im Reaktionskolben gemäß 4.2 sind 25 ml Phthalat-Pufferlösung gemäß 5.4 und 5 ml EDTA-Lösung gemäß 5.11, im Absorptionsgefäß 20 ml Zinkacetat-Lösung gemäß 5.3 vorzulegen.

Die gemäß 6.2 konservierte Probe ist mittels Magnetrührer kräftig zu durchmischen, ein Aliquot (höchstens 50 ml) ist bei laufendem Rührer zu entnehmen.

Ansonsten ist gemäß 7.1 vorzugehen, es ist jedoch 60 min lang Stickstoff durchzuleiten (40 l/min).

8 Kalibrierung

Die Kalibrierkurve ist nicht über den gesamten Bereich, der mit einer 1-cm-Küvette gemessen werden kann, linear. Es muß jeweils ein linearer Bereich gewählt werden.

Je nach der zu erwartenden Konzentration an Sulfid in der Wasserprobe sind aus der Sulfid-Standardlösung gemäß 5.9 Kalibrierlösungen herzustellen, die den zu erwartenden Meßbereich möglichst gleichmäßig überdecken.

Für den Bereich von 0,2 mg/l bis 0,7 mg/l (entsprechend 0,01 mg bis 0,03 mg Sulfid) zB ist folgendermaßen vorzugehen:

In sieben 100-ml-Meßkolben sind jeweils 30 ml Zinkacetat-Lösung gemäß 5.3 vorzulegen. Dann sind – neben der Blindprobe – 4, 6, 8, 10, 12 und 14 ml der Sulfid-Standardlösung gemäß 5.9 zuzugeben. Danach sind 10 ml Farbreagens-Lösung gemäß 5.6 und anschließend 1 ml Ammonium-eisen(III)sulfat-Lösung gemäß 5.7 zuzugeben, dann ist mit Wasser auf etwa 40 ml zu verdünnen. Die Kolben sind zu verschließen, zu schütteln und mit Wasser bis zur Marke aufzufüllen.

Nach 10 min bis 20 min ist das spektrale Absorptionsmaß der Lösung mit dem Photometer bei 665 nm gegen Wasser zu bestimmen.

Die Kalibrierlösungen enthalten etwa die folgenden Massenkonzentrationen an Sulfid: 0 (Blindwert); 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 und 0,7 mg/l. Die genauen Konzentrationen der Sulfid-Lösungen sind jodometrisch zu bestimmen.

Aus den erhaltenen Werten ist eine Kalibrierkurve – Konzentration in mg/l gegen spektrales Absorptionsmaß – zu erstellen.

Die Steigung der Kalibrierkurve ist ein Maß für die Empfindlichkeit, der Ordinatenabschnitt ist das spektrale Absorptionsmaß A_{s0} des Blindwertes. Dieser sowie die Steigung der Geraden sind von Zeit zu Zeit auf signifikante Unterschiede zu überprüfen, besonders wenn eine neue Charge von Reagenzien verwendet wird. Für jedes Photometer und für jede Schichtdicke muß eine eigene Kalibrierkurve erstellt werden.

9 Auswertung

9.1 Berechnung

Die Massenkonzentration an gelöstem Sulfid, β_{Sg} , in mg/l, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\beta_{Sg} = \frac{(A_s - A_{s0}) \cdot f}{b \cdot V}$$

Hierin bedeutet

- β_{Sg} Massenkonzentration an gelöstem Sulfid in mg/l
- A_s spektrales Absorptionsmaß der Probe
- A_{s0} berechnetes spektrales Absorptionsmaß des Blindwertes
- f Kalibrierfaktor, hier: $f = 100$ ml
- b Maß für die Empfindlichkeit, ermittelt gemäß Abschnitt 8, in l/mg
- V Probenvolumen, hier: $V = 45$ ml

Die Massenkonzentration an leicht freisetzbarem Sulfid, β_{Sf} , in mg/l, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\beta_{Sf} = \frac{(A_s - A_{s0}) \cdot f \cdot V_2}{b \cdot V_1 \cdot V_3}$$

Hierin bedeutet

- β_{Sf} Massenkonzentration an leicht freisetzbarem Sulfid in mg/l
- A_s spektrales Absorptionsmaß der Probe
- A_{s0} berechnetes spektrales Absorptionsmaß des Blindwertes
- f Kalibrierfaktor, hier: $f = 100$ ml
- V_2 Korrekturwert für das Volumen, hier: $V_2 = 500$ ml
- b Maß für die Empfindlichkeit, ermittelt gemäß Abschnitt 8, in l/mg
- V_1 Probenvolumen, hier: $V = 45$ ml
- V_3 Korrekturwert für das Volumen, hier $V_3 = 490$ ml

Allfällige weitere Verdünnungsschritte sind bei der Berechnung ebenfalls zu berücksichtigen.

9.2 Angabe des Ergebnisses

Die Massenkonzentration des Wassers an gelöstem bzw. leicht freisetzbarem Sulfid ist auf hundertstel mg zu runden, jedoch sind nicht mehr als 2 signifikante Stellen anzugeben.

Beispiele: gelöstes Sulfid 0,55 mg/l
leicht freisetzbares Sulfid 1,2 mg/l

10 Analysenbericht

Der Analysenbericht hat folgende Angaben zu enthalten:

- einen Hinweis auf diese ÖNORM und auf die verwendete Methode (zB gelöstes Sulfid);
- alle Angaben, die für die genaue Identifizierung der Probe benötigt werden;
- das Ergebnis gemäß [Abschnitt 9](#) und die Berechnungsweise;
- Probenvorbehandlung;
- Angaben über Abweichungen von der in dieser ÖNORM festgelegten Vorgangsweise sowie alle Umstände, die das Ergebnis beeinflusst haben könnten;
- Name und Unterschrift des für die Analyse Verantwortlichen.

11 Verfahrenskenndaten

Die Daten stammen aus in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführten Untersuchungen.

11.1 Gelöstes Sulfid

Da einerseits die Filtration der nicht stabilisierten Probe Bestandteil der Norm ist, andererseits aber wegen der Instabilität des gelösten Sulfids der sonst übliche Probenversand nicht möglich war, wurde anstelle eines Ringversuches ein Vergleichsversuch durch die Teilnehmer gemeinsam in einem Laboratorium durchgeführt. Die Bestimmungen erfolgten an einer vorbereiteten Sulfid-Lösung mit einer Massenkonzentration von etwa 1 mg/l. Wegen der nur beschränkt zur Verfügung stehenden Zeit mußte auf eine individuelle Kalibrierkurvenerstellung verzichtet werden. Die Funktion der Kalibrierkurve wurde vorab durch das gastgebende Laboratorium aufgestellt:

$$y = 0,01079 x + 0,0228$$

Bei dem Vergleichsversuch wurden die Verfahrenskenn-
daten gemäß [Tabelle 1](#) erhalten.

Tabelle 1: Verfahrenskenndaten

	L	N	NAP %	x_{Soll} µg/l	\bar{x} µg/l	WFR %	SR µg/l	VR %	SI µg/l	VI %
Blindprobe	7	28	0,0	–	0,0084	–	0,0036	42,7	0,0032	38,1
Probe	7	28	0,0	–	51,838	–	0,9397	1,8	0,9288	1,8

Hierin bedeutet:

L Anzahl der Laboratorien	WFR Wiederfindungsrate
N Anzahl der Werte	SR Vergleichsstandardabweichung
NAP Prozentsatz der Ausreißer	VR Vergleichsvariationskoeffizient
x_{Soll} konventionell richtiger Wert	SI Wiederholstandardabweichung
\bar{x} Gesamtmittelwert	VI Wiederholvariationskoeffizient

11.2 Leicht freisetzbares Sulfid

Tabelle 2: Verfahrenskenndaten

	L	N	NAP %	x_{Soll} mg/l	\bar{x} mg/l	WFR %	SR mg/l	VR %	SI mg/l	VI %
kommunales Abwasser	7	24	14,3	0,971	0,959	98,8	0,051	5,3	0,019	1,9
Industrieabwasser	7	24	14,3	1,222	1,240	101	0,061	4,9	0,036	2,9

Legende siehe [Tabelle 1](#).

12 Hinweis auf andere Unterlagen

DIN 38405 Teil 26 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Anionen (Gruppe D) – Photometrische Bestimmung des gelösten Sulfids (D 26)

DIN 38405 Teil 27 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Anionen (Gruppe D) – Bestimmung von leicht freisetzbarem Sulfid (D 27) (derzeit Entwurf)



BGBl. II - Ausgegeben am 27. Mai 2019 - Nr. 133

Wasseruntersuchung Bestimmung der Temperatur

ÖNORM M 6616

Water analysis – Determination of temperature

Analyse de l'eau – Détermination de la température

1 Allgemeines

Zu jeder Wasseruntersuchung gehört die Angabe der Temperatur des Wassers am Ort der Probenentnahme und oft auch die Angabe der Temperatur der umgebenden Luft, weil ua. die Löslichkeit von Gasen in Wasser und die Geschwindigkeit von Reaktionen temperaturabhängige Größen sind.

2 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM beschreibt die Methoden zur Bestimmung der Temperatur von Wasser und Luft.

3 Geräte

3.1 Flüssigkeitsthermometer, geeicht, für die Kalibrierung der Messung der Temperatur des Wassers, Meßbereich etwa -5 °C bis $+50\text{ °C}$, Skalenteilungswert $0,1\text{ °C}$.

3.2 Flüssigkeitsthermometer, für die Messung der Temperatur der Luft, Meßbereich etwa -20 °C bis $+50\text{ °C}$, Skalenteilungswert $0,5\text{ °C}$.

3.3 Spezialthermometer, zB Schöpftthermometer, Maximumthermometer, elektrische Temperaturmeßgeräte, für die Messung vor Ort, auch für besondere Zwecke (zB Messung in größeren Wassertiefen, Messung warmer Wässer).

Nach dieser ÖNORM ist eine Kennzeichnung gemäß § 3 Normengesetz 1971 unzulässig.

Hinweise auf Normen ohne Ausgabedatum beziehen sich auf die jeweils geltende Fassung.

Fortsetzung Seite 2

Fachnormenausschuß
161
Abwassermeßtechnik

