

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung
Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L)
Bestimmung von Sauerstoffproduktion und Sauerstoff-
verbrauch im Gewässer mit der Hell-Dunkelflaschen-Methode
SPG und *SVG* (L 13) (Biogene Belüftungsrate)

DIN
38 412
Teil 13

German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; bio-assays (group L); determination of oxygen production and oxygen consumption in waters by means of the light and dark bottles technique *OPW* and *OCW* (L 13) (Biogenic Aeration Rate)

Méthodes normalisées allemandes pour l'analyse des eaux, des eaux résiduaires et des boues; essais biologiques (groupe L); détermination de la production et la consommation d'oxygène dans les eaux avec la méthode des bouteilles claire-et-obscur, *POE* et *COE* (L 13) (La rate d'aération biologique)

Diese Norm wurde gemeinsam mit der Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker aufgestellt (siehe Erläuterungen).

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten.

1 Anwendungsbereich

Das Verfahren ist auf eutrophe Oberflächengewässer anwendbar.

2 Zweck

Das Verfahren dient der Bestimmung der Sauerstoffbruttoproduktion und des Sauerstoffverbrauchs suspendierter Organismen im Gewässer, insbesondere als Maß für die Primärproduktion und die „Biogene Belüftung“, wobei die Auswirkungen von Wasserinhaltsstoffen auf die Organismen in das Untersuchungsergebnis eingehen.

3 Allgemeine Angaben

Im Wasser enthaltenes Phytoplankton assimiliert Kohlenstoffdioxid photosynthetisch zu organischer Substanz (Primärproduktion). Der dabei freiwerdende Sauerstoff steht für Abbauprozesse zur Verfügung; andererseits verbraucht Phytoplankton auch Sauerstoff zur Dissimilation (Sauerstoffverbrauch).

Sauerstoffproduktion und Sauerstoffverbrauch werden im Gewässer durch in-situ-Messungen mit der Hell-Dunkelflaschen-Methode unter natürlichen Licht- und Temperaturbedingungen bestimmt.

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

4 Begriffe

Unter der mit der Hell-Dunkelflaschen-Methode bestimmten Sauerstoffproduktion im Gewässer (*SPG*) versteht man die Sauerstoffbruttoproduktion, die in einer Wasserprobe durch natürlicherweise darin vorhandenes Phytoplankton in einer bestimmten Zeit, z. B. in 24 Stunden, unter den thermischen und lichtklimatischen Bedingungen des natürlichen Lebensraumes zustande kommt.

Unter dem mit der Hell-Dunkelflaschen-Methode bestimmten Sauerstoffverbrauch im Gewässer (*SVG*) versteht man den Sauerstoffverbrauch, der sich in einer vom Licht abgeschlossenen Wasserprobe durch natürlicherweise darin vorhandene Mikroorganismen in einer bestimmten Zeit, z. B. in 24 Stunden, unter den thermischen Bedingungen des natürlichen Lebensraumes ergibt.

5 Grundlagen des Verfahrens

Durch Aufstellung einer Sauerstoffbilanz von in Glasflaschen oder anderen geeigneten Inkubationsgefäßen, z. B. Acrylglasröhren, gasdicht verschlossen und im Gewässer selbst exponierten Wasserproben kann die Sauerstoffproduktion im Gewässer (*SPG*) ermittelt werden [1, 2]. Mit dem Verfahren wird die Bruttoproduktion des Phytoplanktons erfaßt [3]. Aus diesem Wert läßt sich die Menge des durch Primärproduktion gebildeten organischen Kohlenstoffs abschätzen [4].

Wenn die Expositionszeit weniger als 1 Tag beträgt, kann unter Annahme einer linear proportionalen Beziehung zwischen eingestrahlttem Licht und biogener Produktion durch Multiplikation mit dem Faktor f die tägliche Sauerstoffproduktion (SPG_d) näherungsweise bestimmt werden [5]. Der Faktor f ist gleich dem Quotienten aus der Strahlungsmenge während des Tages (Q_d) und der Strahlungsmenge während der Expositionszeit (Q_e).

Bei der Interpretation von *SPG*-Werten sind in der Regel auch die Werte des Sauerstoffverbrauchs im Gewässer (*SVG*) von Interesse; arbeitstechnisch ist eine kombinierte Bestimmung beider Größen zweckmäßig.

6 Störungen

Störungen durch chemisch oder biologisch oxidierbare Substanzen sind möglich, wenn die Sauerstoffzehrung des zu untersuchenden Wassers während der Expositionszeit den in ihm durch Belüften erreichbaren Sauerstoffgehalt übersteigt. Ferner können Stoffe stören, die die Sauerstoffbestimmung beeinflussen.

Bei starker Sauerstoffübersättigung in den Hellflaschen können durch Ausgasung zu niedrige Werte erhalten werden. Auch die Anwesenheit von photochemisch oxidierbaren Stoffen täuscht eine zu geringe Sauerstoffproduktion vor. Durch die Belüftung kann, z. B. bedingt durch Eintragung von Kohlenstoffdioxid, durch Änderung des pH-Wertes oder durch Austreibung flüchtiger Stoffe, die Sauerstoffproduktion in der Flasche von der im Gewässer abweichen.

7 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens zur Bestimmung von Sauerstoffproduktion (SPG) und Sauerstoffverbrauch (SVG) im Gewässer mit der Hell-Dunkel-flaschen-Methode (L 13):

Verfahren DIN 38 412 – L 13

8 Geräte und Chemikalien

- Geräte und Chemikalien zur iodometrischen Sauerstoffbestimmung (siehe DIN 38 408 Teil 21, z. Z. Entwurf) oder eine Meßeinrichtung zur amperometrischen Sauerstoffbestimmung¹⁾
- Standflaschen mit Kegelschliff und Glasstopfen, Borosilicatglas, Nennvolumen 100 bis 300 ml oder Röhren aus Acrylglas (mit Ventil- und Schraubverschluß, Dunkelröhre lichtdicht verklebt)²⁾
- Lichtundurchlässige Hüllen, z. B. aus Kunststoff- oder Aluminiumfolie, zum Abdunkeln der Dunkelproben
- Traggestänge zur Exposition der Flaschen im Gewässer. In jeder Tiefe müssen mindestens 2 Hell- und 2 Dunkelflaschen in waagerechter Lage befestigt werden können, ohne daß eine nennenswerte Beschattung der Flaschen eintritt
- Wasserschöpfer oder Pumpe zur Entnahme von Wasserproben aus verschiedenen Tiefen
- Belüftungseinrichtung, z. B. Belüfterpumpe mit Belüfterstein
- Sichtscheibe, z. B. nach DIN 38 404 Teil 2
- Quecksilber(II)-chlorid-Lösung: 3 g HgCl_2 , zur Analyse, werden in 1 l deionisiertem Wasser oder Wasser gleichen Reinheitsgrades gelöst. Aus Sicherheitsgründen wird die Lösung mit 1 g Eosin, bläulich, für die Mikroskopie, kenntlich gemacht.³⁾

9 Durchführung

Die Wahl der Expositionstiefe (Probenahmetiefe) richtet sich nach der Sichttiefe des Gewässers. Sollen nur SPG und SVG der trophogenen Schicht bestimmt werden, so wird als maximale Expositionstiefe das Vierfache der mit der Sichtscheibe ermittelten Sichttiefe⁴⁾ gewählt. Wenn der SVG auch unterhalb der trophogenen Schicht bestimmt werden soll, werden

¹⁾ Norm in Vorbereitung

²⁾ Eine Anleitung zum Bau der Ventilröhren oder ein Herstellernachweis sind beim Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN erhältlich.

³⁾ Auf sichere Entsorgung der Quecksilber(II)-chlorid-Lösung, z. B. durch Verwendung selektiver Ionenaustauscherharze, ist zu achten.

⁴⁾ Siehe DIN 38 404 Teil 2, Ausgabe Dezember 1976, Abschnitt 3.3

entsprechend größere Expositionstiefen gewählt. Im Oberflächenbereich sind kleine Abstände der Expositionstiefen zweckmäßig. In tieferen Bereichen werden größere Abstände gewählt. Bei einer Sichttiefe von 1 m sind z. B. folgende Tiefen zweckmäßig:

0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,3; 1,6; 2,0; 3,0; 4,0 m.

Aus jeder Expositionstiefe (h) wird eine Wasserprobe entnommen und auf Sauerstoffsättigung (100 ± 20)% gebracht. Je Expositionstiefe werden 3 Flaschenpaare mit der Wasserprobe gefüllt und blasenfrei verschlossen. In 2 Flaschen (Ausgangsprouben, A_h) wird der Sauerstoff sofort für die iodometrische Bestimmung chemisch gebunden, oder die Proben werden durch Zugabe von 1 ml Quecksilber(II)-chlorid-Lösung (nach Abschnitt 8) pro 100 ml Wasserprobe ($\cong 30$ mg/l HgCl_2) fixiert; dieses Flaschenpaar wird bis zur späteren Sauerstoffbestimmung im Dunkeln und geschützt vor größeren Temperaturschwankungen aufbewahrt. Zwei Flaschen (Dunkelproben, D_h) werden lichtdicht abgedunkelt und zusammen mit dem dritten Flaschenpaar (Hellproben, H_h) am Traggestänge befestigt und in der Expositionstiefe (h) im Gewässer exponiert. Nach Ablauf der Expositionszeit wird in allen 6 Flaschen der Sauerstoffgehalt nach DIN 38 408 Teil 21 (z. Z. Entwurf) bzw. amperometrisch¹⁾ bestimmt.

Wenn am Ort der Messung keine Schichtung, insbesondere keine Schichtung des Phytoplanktons, vorliegt (wie es z. B. in ungestauten Fließgewässern normalerweise der Fall ist), darf man auf die Entnahme von Tiefenwasser verzichten und die Untersuchung in allen Tiefen mit Oberflächenwasser durchführen. Eine stratigraphisch lückenlose Messung ist mit Hilfe von Ventilröhren möglich, mit denen eine definierte Wassersäule im Gewässer abgegrenzt werden kann. Es entfällt dabei die Wahl der Expositionstiefen, die Entnahme von Wasserproben, das Abfüllen in Inkubationsgefäße und die anschließende Exposition in einzelne Wassertiefen [2].

10 Auswertung

Die Sauerstoffproduktion im Gewässer wird für jede Expositionstiefe nach folgender Gleichung berechnet:

$$SPG_{v,n} = SH_h - SD_h \quad (1)$$

Der Sauerstoffverbrauch im Gewässer wird für jede Expositionstiefe nach folgender Gleichung berechnet:

$$SVG_{v,n} = SA_h - SD_h \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

h Index für die jeweilige Expositionstiefe

$SPG_{v,n}$ Volumenbezogene Sauerstoffproduktion im Gewässer bei der Expositionstiefe h , in g/m^3 (= mg/l)

$SVG_{v,n}$ Volumenbezogener Sauerstoffverbrauch im Gewässer bei der Expositionstiefe h , in g/m^3

¹⁾ Siehe Seite 3