



Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
Arbeitsanweisung	Dokument: 550-BIO-AA-014	
	Version: 01	
	Seite 1 von 9	

Inhalt

1.	Ziel.....	2
2.	Geltungsbereich.....	2
3.	Begriffe und Abkürzungen.....	2
4.	Zuständigkeiten.....	2
5.	Beschreibung des Ablaufes	3
5.1	Anwendungsbereich	3
5.2	Grundlagen des Verfahrens	3
5.3	Störungen	3
5.4	Abgleich mit einschlägigen Normen und LAWA-Merkblättern.....	3
5.5	Geräte und Arbeitsmaterialien.....	3
5.6	Chemikalien	4
5.7	Durchführung des Verfahrens	4
5.7.1	Probenvorbereitung und Filtration	4
5.7.2	Extraktion.....	4
5.7.3	Klärung der Extrakte	5
5.7.4	Durchführung der Messung.....	5
5.7.5	Entsorgung	6
5.8	Auswertung.....	6
5.8.1	Formeln zur Berechnung der Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehalte	6
5.8.2	Excel-Auswertedatei	7
5.8.3	Gültigkeits- und Prüfkriterien (vgl. auch 5.8.2).....	7
5.9	Qualitätssicherungsmaßnahmen.....	7
5.10	Messwerterfassung.....	7
6.	Nachweisführung	8
7.	Behandlung von Abweichungen.....	8
8.	Mitgeltende Unterlagen	8
9.	Anhang	9
9.1	Beispiel für Messprotokoll	9
10.	Hinweis zur Dokumentänderung	9

Erstellt von: FB55 (Sodtke)	Fachlich geprüft von: FB55 (Stommel)	QM-geprüft von: QMA FB55 (Spaltmann)	Freigegeben von: FBL FB55 (Dr. Arndt)
Datum / Unterschrift: <input type="checkbox"/> Abgelaufenes Zertifikat X Sodtke <hr/> Sodtke Signiert von: Sodtke, Heike	Datum / Unterschrift: <input type="checkbox"/> Abgelaufenes Zertifikat X Stommel <hr/> Stommel Signiert von: Stommel, Achim	Datum / Unterschrift: <input type="checkbox"/> Abgelaufenes Zertifikat X Spaltmann <hr/> Spaltmann Signiert von: Spaltmann, Christina	Datum / Unterschrift: <input type="checkbox"/> Abgelaufenes Zertifikat X Dr. Arndt <hr/> Dr. Arndt Signiert von: Arndt, Dr., Ilona

Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
Arbeitsanweisung	Dokument: 550-BIO-AA-014	
	Version: 01	
	Seite 2 von 9	

1. Ziel

Ziel dieser Arbeitsanweisung ist es, eine einheitliche Vorgehensweise bei der Bestimmung von Chlorophyll-a- und des Phaeopigmentgehaltes in Oberflächengewässern zu beschreiben.

2. Geltungsbereich

Gesamtes LANUV	<input type="checkbox"/>	
Abteilungen	<input type="checkbox"/> Abteilung 1	<input type="checkbox"/> Abteilung 2
	<input type="checkbox"/> Abteilung 3	<input type="checkbox"/> Abteilung 4
	<input checked="" type="checkbox"/> Abteilung 5	<input type="checkbox"/> Abteilung 6
	<input type="checkbox"/> Abteilung 7	<input type="checkbox"/> Abteilung 8
Fachbereiche	55	
Fach- bzw. Sachgebiete	55.3, 55.4, 55.7	


3. Begriffe und Abkürzungen

Es gelten die allgemeinen bzw. übergreifenden Begriffe und Abkürzungen des QM-Systems im LANUV, die im Dokument 000-ODO-SD-001 „Glossar des QM-Systems im LANUV“ aufgeführt sind. Nachfolgend sind zusätzlich in diesem Dokument verwendete Begriffe und Abkürzungen aufgeführt und erläutert.

Chlorophyll-a	Chlorophyll-a ist das bei allen photosynthetisch aktiven Organismen essentielle Photosynthese-Pigment
Phytoplankton	frei im Wasser schwebende photoautotrophe Planktonorganismen (z. B. „Blau“-, Grün-, Kieselalgen)
Photosynthese	Prozess, bei dem Pflanzen Lichtenergie in biochemisch verwertbare Energie umwandeln und Biomasse aufbauen
Biomasse	Gesamtmasse der zu einer bestimmten Zeit vorhandenen Organismen in einem Ökosystem
Phaeopigmente	Sammelbegriff für die Abbauprodukte des Chlorophyll-a
Trophiegrad	Einstufung über die Menge an verfügbaren Nährelemente in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen
LIMS	Labordatensystem für chemische Messwerte im LANUV

4. Zuständigkeiten

Zuständig für die Umsetzung dieser Arbeitsanweisung ist der Fachbereich 55. Die jeweilige Fachgebietsleitung regelt die Zuständigkeiten in den relevanten Fachgebieten vor Ort. Dies ist in der jeweiligen Liste der Standortspezifischen bzw. Stützpunktspezifischen Regelungen dokumentiert (siehe Kapitel 8: Mitgeltende Unterlagen).

<p align="center">Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern</p>	<p>Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen</p> 
<p align="center">Arbeitsanweisung</p>	<p>Dokument: 550-BIO-AA-014</p>
	<p>Version: 01</p>
	<p>Seite 3 von 9</p>

5. Beschreibung des Ablaufes

5.1 Anwendungsbereich

Diese Arbeitsanweisung beschreibt die Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehaltes aller Oberflächengewässer, in denen sich Phytoplankton entwickelt. Der Chlorophyll-a-Gehalt einer Wasserprobe erlaubt Rückschlüsse auf die Biomasse des Phytoplanktons in einem Gewässer und somit auch auf dessen Trophiegrad. Die Konzentration des Gehaltes an Phaeopigmenten kann mit diesem Verfahren abgeschätzt werden. Das Verhältnis der Chlorophyll-a- zur Phaeopigmentkonzentration kann wichtige Hinweise auf den physiologischen Zustand des Phytoplanktons geben.

5.2 Grundlagen des Verfahrens

Das Verfahren zur Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehaltes ist genormt nach DIN 38409-60:2019-12. Es beruht auf der spektralphotometrischen Messung eines ethanolischen Extraktes aus dem Filtrerrückstand einer Wasserprobe. Durch eine zweite Messung des Extraktes - nach quantitativer Überführung des Chlorophylls in Phaeopigmente - wird rechnerisch auf den ursprünglichen Chlorophyll-a-Gehalt der Wasserprobe rückgeschlossen.

5.3 Störungen

Chlorophyll-a ist besonders in extrahierter Lösung sehr lichtempfindlich. Wenn der Extrakt längere Zeit hellem Licht ausgesetzt wird, ist mit photochemischer Zerstörung des Pigments zu rechnen. Es ist deshalb unerlässlich, den Extrakt durch geeignete Maßnahmen vor UV-Licht zu schützen (z. B. durch die Verwendung lichtundurchlässiger Gefäße und durch Arbeiten im Labor bei Schwachlicht).

Ungeeignete Filter können bei dem Verfahren zu Trübungen führen. Trübungen, die bei der Homogenisierung, Extraktion und evtl. beim Ansäuern entstehen, müssen durch Filtration entfernt werden. Hierzu finden sich entsprechende Hinweise in der DIN 38409-60:2019-12.

Wasserproben mit einem hohen Gehalt an Phytoplankton und/oder Schwebstoffen verursachen oft zu lange Filtrationszeiten. Deshalb sollten sie gegebenenfalls verdünnt oder auf zwei Filter aufgeteilt werden. Alternativ kann auch weniger Probenvolumen filtriert werden, z.B. nur 500 ml.

Makroskopische Pflanzenteile in der Wasserprobe (z. B. Wasserlinsen, verdriftete benthische Fadenalgen, abgerissene Makrophytenteile) sowie große Zooplankter können das Messergebnis verfälschen. Sie sind aus der Wasserprobe zu entfernen, z.B. durch Siebung (Maschenweite 0,5 mm).


5.4 Abgleich mit einschlägigen Normen und LAWA-Merkblättern

Abweichungen von Normen und LAWA-Merkblättern kommen nicht vor.

5.5 Geräte und Arbeitsmaterialien

Folgenden Geräte und Arbeitsmaterialien werden verwendet:

- 1 l oder 2 l Polyethylenflaschen (PE-Flaschen)
- Filtriereinrichtung: Vakuumpumpe mit Barometer, 1 l- oder 2 l-Saugflasche und Edelstahl-Filtrationsaufsatz
- Filtrierapparat zur Aufnahme eines Messkolbens (Witt'scher Topf, durch Folie oder Lackierung vor Lichteinfall schützen)

<p align="center">Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern</p>	<p>Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen</p> 
<p align="center">Arbeitsanweisung</p>	<p>Dokument: 550-BIO-AA-014</p>
	<p>Version: 01</p>
	<p>Seite 4 von 9</p>

- Pinzette, kleine Schere
- Stabhomogenisator (z. B. von der Firma B. Braun (Potter S))
- Braunglasflaschen mit Deckel (50 oder 100 ml Volumen) als Extraktionsgefäße
- Glasfaserfilter aus Borosilicatglas, (z. B. Whatman, Typ GF 6), Durchmesser ca. 50 mm
- 50 oder 100 ml Messkolben mit Stopfen, aus Braunglas oder z. B. mit wiederverwendbaren dunklen Papiermanschetten vor Lichteinfall geschützt
- Rundkolben mit Heizpilz, Siedesteinchen und Rückflusskühler, oder Wasserbad zum Erhitzen des 90%igen Ethanol
- Membran-Rundfilter, Porenweite 0,45 µm, z. B. Membranfilter aus Celluloseacetat
- Geeignetes Spektralphotometer wie in der DIN 38409-60:2019-12 beschrieben
- Spritzflasche aus Polyethylen für 90%iges Ethanol
- 1 l Messzylinder aus Polyethylen oder Quarzglas
- Glastrichter aus Quarzglas
- Hitzebeständige Schutzhandschuhe
- Schutzbrille
- Eppendorf-Pipette (z. B. 150 µl oder 300 µl)

5.6 Chemikalien

Folgende Chemikalien werden verwendet:

- Ethanol (C₂H₅OH), 90%ig (hergestellt aus „Ethanol absolut“ oder aus mit Methylethylketon (MEK) vergälltem Ethanol)
- Salzsäure (HCl), c = 2 mol/l

5.7 Durchführung des Verfahrens

5.7.1 Probenvorbereitung und Filtration


Bei der Filtration ist darauf zu achten, dass der Vorgang lichtgeschützt und zügig durchgeführt wird. Je nach Trophiegrad ist ein geeignetes Probenvolumen (meist 1 – 2 l) zu wählen. Die entnommenen Wasserproben werden abgedunkelt und gekühlt transportiert.

Sie werden möglichst am Tag der Probenahme durch Anlegen von Vakuum über den o.g. Glasfaserfilter (s. 5.5) filtriert (Schutzbrille!). Das Vakuum sollte zwischen 30 und 50 kPa betragen, um Zerstörung von Algenzellen und damit Chlorophyllverluste zu vermeiden. Auch ein Trockensaugen der Filter ist aus diesem Grund unbedingt zu vermeiden. Setzt sich ein Glasfaserfilter zu, teilt man die Probe auf zwei Glasfaserfilter auf, um zu lange Filtrationszeiten mit eventuellem Chlorophyllverlust zu vermeiden. Alternativ kann bei stark eutrophen Gewässern auch das Probenvolumen verringert oder verdünnt werden. Das genaue filtrierte Probenvolumen wird in einem Messprotokoll (s. 9.1) notiert.

Wenn die anschließende Extraktion nicht direkt nach der Filtration erfolgen kann, können die Filter in Ausnahmefällen eingefroren werden. Dabei muss mit Verlusten gerechnet werden.

5.7.2 Extraktion

Das zur Extraktion des Chlorophyll-a erforderliche Volumen an Ethanol (pro Probe ca. 30 ml) wird in einem Rundkolben mit Heizpilz und aufgesetztem Rückflusskühler oder im Wasserbad zum Sieden gebracht (Schutzbrille! Siedeverzug durch Siedesteinchen verhindern!).

<p align="center">Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern</p>	<p>Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen</p> 
<p align="center">Arbeitsanweisung</p>	<p>Dokument: 550-BIO-AA-014</p>
	<p>Version: 01</p>
	<p>Seite 5 von 9</p>

Direkt nach der Filtration wird der mit Algen belegte Glasfaserfilter mithilfe einer Pinzette einmal gefaltet und über einer Braunglasflasche in kleine Stücke geschnitten. Dabei wird der Filter die ganze Zeit mit der Pinzette gehalten.

Anschließend werden die Filterstückchen mit so viel heißem Ethanol übergossen, dass sie vollständig bedeckt sind (Schutzhandschuhe, Schutzbrille!) - die Menge an Ethanol sollte der Menge an Filterstückchen angepasst sein. Alternativ können die Filterstückchen auch im Ethanolbad im Wasserbad im Wasserkocher erhitzt werden, der Deckel ist dabei nicht ganz zu schließen. Das Braunglas wird leicht geschwenkt, verschlossen und auf Raumtemperatur (z.B. im Wasserbad) abgekühlt.

Nach dem Abkühlen werden die Filterstückchen mitsamt dem Ethanol im Homogenisator zerkleinert. Die Filterstückchen sollten vollständig zerrieben sein, damit auch die Algen mit festen Zellwänden aufgebrochen werden.

Möchte man ein Endvolumen von 50 ml Extrakt erreichen (notwendig bei geringen Chl-a-Gehalten für eine Extinktion innerhalb des Messbereichs, s. 5.8.3), ist darauf zu achten, so wenig Ethanol wie möglich beim Homogenisieren und Nachspülen zu verwenden. Die Menge an Homogenisat sollte maximal 30 bis 40 ml betragen.

Wenn alle Filterstückchen zerrieben sind, wird das Homogenisat wieder in das Braunglas zurückgegeben. Benutzt man einen Homogenisator, bei dem sich jede Probe in einem eigenen verschließbaren Homogenisierglas befindet, entfällt das Umschütten.

Um Verschleppungen zu vermeiden, werden Homogenisierstab und/oder Homogenisierglas mit 90%igem Ethanol nachgespült.

In den verschlossenen Braunglasflaschen erfolgt nun die Extraktion des Chlorophyll-a für 6 bis 24 Stunden bei Raumtemperatur und Dunkelheit.

5.7.3 Klärung der Extrakte

Mit Hilfe des verdunkelten Witt'schen Topfes wird das Homogenisat aus dem Braunglas über einen Membran-Rundfilter (siehe 5.5) filtriert. Dabei wird das klare Filtrat über einen Glastrichter in einem 50 oder 100 ml Messkolben aufgefangen.

Der Filtrieraufsatz und der Membranfilter werden mit 90%igem Ethanol nachgewaschen. Dabei ist darauf zu achten, dass beim Nachwaschen die Eichmarke des verwendeten Messkolbens nicht überschritten wird.


Die Messkolben werden abschließend bis zur Eichmarke mit 90%igem Ethanol aufgefüllt, umgeschüttelt und lichtgeschützt bis zur zeitnahen Messung bei Raumtemperatur aufbewahrt.

5.7.4 Durchführung der Messung

Die erste photometrische Messung erfolgt bei 665 nm und 750 nm gegen 90%iges Ethanol. Es sollten pro Extrakt jeweils 2 Wiederholungsmessungen (Wdh. 1, Wdh. 2, vgl. 9.1 Messprotokoll und 5.8.2 Excel-Auswertedatei) erfolgen. Als Messküvetten werden je nach Chlorophyll-a-Konzentration 1 oder 5 cm Küvetten verwendet (s. 5.8.3).

Für die zweite Messung wird den Extrakten 2 M HCl zugegeben (0,3 ml 2 M HCl pro 100 ml Extrakt).

Nach einer Wartezeit von 5 bis längstens 30 Minuten erfolgt die 2. Messung mit den angesäuerten Extrakten gegen angesäuertes 90%iges Ethanol (0,3 ml 2 M HCl pro 100 ml). Auch hier sollten jeweils zwei Wiederholungsmessungen erfolgen.

<p align="center">Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern</p>	<p>Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen</p> 
<p align="center">Arbeitsanweisung</p>	<p>Dokument: 550-BIO-AA-014</p>
	<p>Version: 01</p>
	<p>Seite 6 von 9</p>

Die gemessenen Extinktionen werden im Messprotokoll notiert.

5.7.5 Entsorgung

Die angesäuerten Ethanolreste werden in Behältern (z. B. 10-l-Kanister) gesammelt, die für Lösemittelreste vorgesehen sind. Die fachgerechte Entsorgung erfolgt zentral bzw. je nach Standort-Vorgaben.

Alternativ können die Alkoholreste für weitere Arbeiten im Biologie-Labor (z. B. bei der Makrozoobenthosuntersuchung) verwendet werden.

5.8 Auswertung

5.8.1 Formeln zur Berechnung der Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehalte

Der **Chlorophyll-a-Gehalt** wird mit folgender Formel berechnet:

$$\beta_c = (A_v - A_n) * \frac{R}{R - 1} * \frac{VE}{VP * d * \alpha}$$

Mit R und α eingesetzt ergibt sich:

$$\beta_c = 29,6 * (A_v - A_n) * \frac{VE}{VP * d}$$

Der **Phaeopigment-Gehalt** wird mit folgender Gleichung berechnet:


$$\beta_p = \frac{R}{R - 1} * (R * A_n - A_v) * \frac{VE}{VP * d * \alpha}$$

Mit R und α eingesetzt ergibt sich:

$$\beta_p = 29,6 * (1,7 * A_n - A_v) * \frac{VE}{VP * d}$$

Darin bedeuten:

- β_c = Massenkonzentration des Chlorophyll-a in $\mu\text{g/l}$
- β_p = Massenkonzentration des Phaeopigmentes in $\mu\text{g/l}$
- A_v = Extinktion des Extraktes vor Ansäuern (bei 665 nm) abzüglich der Extinktion zur Trübungskorrektur (bei 750 nm): $A_v = A_{665v} - A_{750v}$

<p align="center">Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern</p>	<p>Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen</p> 
<p align="center">Arbeitsanweisung</p>	<p>Dokument: 550-BIO-AA-014</p>
	<p>Version: 01</p>
	<p>Seite 7 von 9</p>

- An* = Extinktion des Extraktes nach Ansäuern (bei 665 nm) abzüglich der Extinktion zur Trübungskorrektur (bei 750 nm): $An = A_{665n} - A_{750n}$
- R* = Verhältnis von A_{665n}/A_{665n} für reines Chlorophyll-a, hier gilt: $R = 1,7$
- VE* = Volumen des Extraktes in ml
- VP* = Volumen der filtrierten Wasserprobe in l
- d* = Schichtdicke der Küvette in cm
- α* = spezifischer Absorptionskoeffizient für Chlorophyll-a, hier gilt für 90%ige ethanolische Lsg.: $82 \cdot 10^{-3} \text{ml}/(\text{cm} \cdot \mu\text{g})$

5.8.2 Excel-Auswertedatei

Für die Berechnung der Chlorophyll-a- und der Phaeopigmentgehalte steht eine digitale Auswertedatei („Chlorophyll-a-Auswertedatei“) zur Verfügung (s. Kap. 8).

Die in der Zeile „Formelkontrolle nach DIN 38409-60:2019-12“ hinterlegten Formeln dienen als Vorlage. Sie können zur Berechnung der Chlorophyll- und Phaeopigment-Gehalte sowie der Gültigkeits- und Prüfkriterien (s. 5.8.3) verwendet werden.

Dazu werden die Formeln in die Zeilen der verschiedenen Probenahmeterminale kopiert.

5.8.3 Gültigkeits- und Prüfkriterien (vgl. auch 5.8.2)

Absorptionsverhältnis: Das Verhältnis der Absorption vor dem Ansäuern (A_v) zur Absorption nach dem Ansäuern (A_n) muss im Bereich 1,0 bis 1,7 liegen, ansonsten darf kein Ergebnis angegeben werden.

Der empfohlene Absorptionsbereich für den Chlorophyll-a-Extrakt liegt bei einer Extinktion von 0,02 bis 1,0. Dieser sollte durch Wahl der Probenmenge, des Extraktionsvolumens und/oder der Küvettschichtdicke eingehalten werden.

Die maximale Resttrübe (Extinktion bei 750 nm) sollte einen Wert von 0,002 je cm Schichtdicke nicht übersteigen (z. B. 5-cm-Küvette: $5 \times 0,002 = 0,01$). Bei einer Überschreitung sollte der Extrakt erneut geklärt werden.


5.9 Qualitätssicherungsmaßnahmen

Bei der Probenahme erfolgt eine doppelte Abfüllung. Für jeden Extrakt erfolgen 2 Wiederholungsmessungen. Die laboreigene Bestimmungsgrenze wird mind. 1 x jährlich ermittelt (vgl. DIN 38409-60:2019-12). Blindwerte werden regelmäßig mitbestimmt und sollten die Bestimmungsgrenze unterschreiten (vgl. DIN 38409-60:2019-12). Die o. g. Standorte führen Vergleichsuntersuchungen durch.

5.10 Messwerterfassung

Die berechneten Ergebnisse der Chlorophyll-a und Phaeopigment-Konzentrationen werden mit maximal einer Nachkomma-Stelle angegeben (höchstens 3 signifikante Stellen: z. B. 1,1 $\mu\text{g/l}$; 10,5 $\mu\text{g/l}$; 105 $\mu\text{g/l}$) und im LIMS erfasst.

Liegen die Ergebnisse unterhalb der laborinternen Bestimmungsgrenze, wird bei einer Bestimmungsgrenze von z. B. 1,3 $\mu\text{g/l}$ „< 1,3 $\mu\text{g/l}$ “ angegeben.

Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
Arbeitsanweisung	Dokument: 550-BIO-AA-014	
	Version: 01	
	Seite 8 von 9	

6. Nachweisführung


Dokument	Führung	Aufbewahrung	Zeit	Ort	Bemerkung
Messprotokoll	Bearbeitende Person	Laborbeschäftigte/ Bearbeitende Person	Mindestens 10 Jahre	s. Liste Standort-/ Stützpunkt-spezifische Regelungen	In Papierform / elektronisch gespeichert

7. Behandlung von Abweichungen

Bei Abweichungen vom hier geregelten Ablauf ist die für den Arbeitsbereich verantwortliche Leitung zu verständigen und entsprechend der Verfahrensanweisung „Umgang mit Abweichungen“ 000-OUA-VA-001 zu verfahren.

8. Mitgeltende Unterlagen

000-ODO-SD-001	Glossar des QM-Systems im LANUV
000-OUA-VA-001	Umgang mit Abweichungen
DIN 38409-60:2019-12	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) – Teil 60: Photometrische Bestimmung der Chlorophyll-a-Konzentration in Wasser (H 60)
Chlorophyll-a-Auswertedatei	Y:\LANUV\Abt5\FB55\Seen_TS_BWaStr\0_Arbeitsanleitungen
DIN 38402-12:1985-06	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Allgemeine Angaben (Gruppe A) – Probenahme aus stehenden Gewässern (A 12)
550-BIO-AA-004	Limnologische Vor-Ort-Untersuchung von Stehgewässern
600-BIO-AA-015	Kühl- und Gefriereinrichtungen und andere Geräte zur Thermostatisierung - Betrieb und Überprüfung
550-BIO-VA-002	Geräte und Einrichtungen

Bestimmung des Chlorophyll-a- und Phaeopigmentgehaltes von Oberflächengewässern	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	
Arbeitsanweisung	Dokument: 550-BIO-AA-014	
	Version: 01	
	Seite 9 von 9	

9. Anhang

9.1 Beispiel für Messprotokoll

Protokoll für die Messung von Chlorophyll-a nach DIN 38409-60:2019-12 (FG 55.3 LANUV 3/2022)

Gewässer: _____

Datum	PNA-Nummer:	Wiederholung Probe	VP (l) (Volumen Probe)	VE (ml) (Volumen Extrakt)	d (cm) Schichtdicke Küvette	Av: Extinktion vor Ansäuern (1. Messung)				An: Extinktion nach Ansäuern (2. Messung)			
						665 nm		750 nm (Trübung)		665 nm		750 nm (Trübung)	
						Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 1	Wdh. 2	Wdh. 1	Wdh. 2
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											
		A											
		B											

A, B = Wiederholung Probe

Wdh. 1, 2 = Wiederholung Messung

Datum:

Bearbeitende Person:

10. Hinweis zur Dokumentänderung

- entfällt -