bbe
biological · biophysical · engineering
moldaenke

www.bbe-moldaenke.de

FluoroProbe III

Die Sonde für Tiefenprofile von Mikroalgen

- Schnelle und einfache Algenüberwachung
- Geeignet für alle Oberflächengewässer: Seen, Talsperren, Flüsse und Badegewässer

Was leistet die FluoroProbe III?

Die FluoroProbe III ist eine Tauchsonde zur schnellen Messung von Chlorophyll-a im Phytoplankton

LEISTUNGEN

- Fundierte Bewertung der Wasserqualität
- Qualifizierte Messung von Chlorophyll-a
- Simultane Messung verschiedener Algenklassen
- Erkennung von Blaualgen
- Tiefenprofile in Echtzeit
- Dynamik von Algenblüten
- Erfassung von Phytoplankton
- Populationen

Wasser als Lebensgrundlage aller Organismen hat essentielle Bedeutung. Zunehmende anthropogene Belastungen von Gewässern erfordern vermehrte Aufmerksamkeit bei der Überwachung und Beurteilung der Wasserqualität. Neben physikalischen und chemischen Parametern erhält der Chlorophyll-a-Gehalt seine Bedeutung in der Erfassung und Bewertung charakteristischer Eigenschaften eines Wasserkörpers, da das Phytoplankton Hauptbestandteil der vorhandenen Biomasse in Flüssen, Seen und dem Meer ist.

Die FluoroProbe III misst *in vivo* den Chlorophyll-a-Gehalt von suspendiertem Phytoplankton. Mikroalgen verschiedener Klassen und Blaualgen (Cyanophyceen) sind Teil komplexer Ökosysteme, die in Beziehung zum Zooplankton und höheren Organismen stehen. Verschiedene Algenklassen (Dinoflagellaten) und Blaualgen sind für die Produktion von Biotoxinen bekannt. Phytoplankton verteilt sich im Gewässer auf unterschiedliche Tiefen, so dass die Abschätzung des Gehaltes eine schnelle und empfindliche Profilmessung erfordert.

Die Fluoreszenzmessung mit der FluoroProbe III erfüllt diese Ansprüche und erlaubt die Anfertigung eines kompletten Tauchprofils mit gleichzeitiger Analyse verschiedener Algenklassen in Echtzeit. Ergebnisse der Fluoreszenzspektroskopie von Kulturalgen und natürlich vorkommender Algen belegen die Vergleichbarkeit der spektralen Fluoreszenzeigenschaften und dienen so der Auswertung und der Quantifizierung von Chlorophyll-a-Gehalten natürlicher Populationen.

So kann die Entstehung von Algenblüten und deren Dynamik sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe hoch aufgelöst verfolgt werden. Fazit: Die FluoroProbe III eignet sich für umfassende Untersuchungen von Gewässern auf der Ebene des Phytoplanktons und der Erkennung von potentiell schädlichen Blaualgen.

Wie misst die FluoroProbe III den Chlorophyll-a-Gehalt?

Die Photosynthese nutzt die Lichtenergie der Sonne zur Energiegewinnung und -umwandlung in energiereiche Substanzen. Dieser Prozess ist eng gekoppelt an die Photosysteme von Algen und Cyanobakterien mit der zentralen Rolle des Chlorophyll-a bei der Umsetzung. Fluoreszenz – also die Abgabe zuvor aufgenommenen Lichts mit geringerem Energiegehalt – ist ein natürlicher Prozess. Bei Einstrahlung von Sonnenlicht oder künstlichem Licht wird ungenutzte oder überschüssige Energie unmittelbar abgegeben. Hierbei emittiert das lichtsammelnde Photosystem rotes Licht im Wellenlängenbereich von 685 – 700 nm, welches mit einem hochempfindlichen Photomultiplier exakt bestimmt wird. Bei geeigneter Anregung ist die Intensität des emittierten Fluoreszenzlichtes proportional zum Chlorophyll-a-Gehalt des Phytoplanktons. Neben Chlorophyll-a enthalten Algen und Cyanobakterien akzessorische Pigmente zur effektiven Lichtnutzung, die die Chlorophyll-a-Fluoreszenz in charakteristischer Weise beeinflussen.

Die Verwendung sechs verschiedener Leuchtdioden (LED) mit Anregungswellenlängen im sichtbaren Bereich von 370 bis 610 nm trägt dem Rechnung und ermöglicht die Differenzierung unterschiedlicher Algenklassen. Für eine konstante Anregung über die Einsatzzeit der FluoroProbe III sorgt eine integrierte Helligkeitsmessung der LEDs. Zur Vermeidung von Störlicht erfolgt die Anregung gepulst mit hoher Frequenz (6 KHz), so dass nur die gepulste und gefilterte Fluoreszenzantwort ausgewertet wird. Die Berechnung der Verteilung und der Menge an Chlorophyll-a erfolgt unter Anwendung der gespeicherten Fluoreszenzprofile (Fingerprints) der bekannten Algenklassen aus einer Algenbibliothek.

MESSUNGEN

- Chlorophyll-a-Fluoreszenz
- Akzessorische Pigmente
- Anregungswellenlängen
- Helligkeitsregelung der Anregung
- Hohe Messfrequenz
- Auswertung anhand von Algenspektren

> *„Mit der FluoroProbe kontrollieren wir regelmäßig unsere Trinkwassertalsperren. Gegenüber den ergänzenden Labormethoden liefert die FluoroProbe einen schnellen Überblick über die Algenzusammensetzung in den Talsperren. Insbesondere die Tiefenprofile helfen uns bei der Entscheidung, aus welcher Tiefe wir das Rohwasser für die Wasserwerke entnehmen."*
>
> ***Anita Nienhüser***
> *Bereichsleiterin Trinkwasser*
> *Bergisches Wasser- und Umweltlabor der BTV GmbH*

Welche zusätzlichen Eigenschaften zeichnet die FluoroProbe III aus?

Zusätzliche Daten der FluoroProbe III

Trübende Partikel haben einen Einfluss auf die *in vivo* Chlorophyllmessung durch Lichtabschwächung und Reflexion. Die optionale Transmissionsmessung mit automatischer Trübungskorrektur ist einmalig bei handelsüblichen Chlorophyllmessgeräten und verbessert die Messgenauigkeit für Chlorophyll-a entscheidend. Die gemessenen Trübungswerte werden angezeigt und gespeichert.

Der Einfluss von Gelbstoffen (Yellow Substances oder auch CDOM), die zur Gruppe der Huminstoffe gehören, überlagert die Fluoreszenzmessung von Chlorophyll insbesondere bei niedrigen Algengehalten.

EIGENSCHAFTEN

- Trübungsmessung und -kompensation
- CDOM (Colored dissolved organic matter)

EIGENSCHAFTEN

- Kalibrierung mit Algenkulturen
- Temperatursensor
- Tiefenbestimmung

bbe FluoroProbe III Anregungslicht

Hier helfen eine Bestimmung der Gelbstoffe und die automatische Korrektur. Die spektralen Eigenschaften der Gelbstoffe sind in der FluoroProbe III gespeichert und können bei Bedarf ortsspezifisch angepasst werden.
Gleiches gilt auch für Algen mit besonderen spektralen Eigenschaften: eine Kalibrierung auf eine neue Algenklasse erweitert den Anwendungsbereich oder erhöht die Genauigkeit der Zuordnung zu den Algenklassen. Der Vorteil liegt hier in der Verwendung echter Algen für die Berechnung von Chlorophyll-a-Werten natürlicher Proben.
Für Algen und Cyanobakterien spielen Nährstoffe, Licht und auch Temperatur eine wichtige Rolle. Zur Bestimmung der Umgebungstemperatur im Wasser dient der optionale Temperatursensor am Gehäuse der FluoroProbe III. Eine genaue Tiefenmessung erfolgt synchron mit einem eingebauten Drucksensor.

Einsatzgebiete der FluoroProbe III

OUTDOOR

- Einfache Bedienung
- Einstellungen
- Sinkgeschwindigkeit
- Tauchtiefe
- Riesiger Datenspeicher

Die FluoroProbe III im Feldeinsatz

Der Einsatz der FluoroProbe III im Gewässer, ob im Fluss, Stausee oder im Meer gelingt mit der zugehörigen Software bbe++. Die Software läuft auf jedem aktuellen windowsbasierten PC und kommuniziert über ein USB-Kabel oder die integrierte Bluetooth-Funktion des „DPA“. Dadurch können Daten in Echtzeit auf dem Endgerät angezeigt werden. bbe++ steuert alle Messungen, Datenübertragung sowie die Parametrisierung. Eine übersichtliche Oberfläche gestaltet die Messung sehr einfach: nach Messung des Luftdrucks an der Oberfläche (Taste) für die Tiefenbestimmung werden mit START oder STOP Beginn und Ende der Messung festgelegt. Die Tauchsonde wird per Hand oder über eine Winde in das Gewässer hinunter gelassen – mit einer empfohlenen Sinkgeschwindigkeit von etwa 30 cm/Sekunde. Die Messfrequenz kann bis zu 4 Messungen je Sekunde betragen. Die maximale Tauchtiefe mit Kabel beträgt 100 m. Hierbei können die Daten in Echtzeit am PC dargestellt werden. Die FluoroProbe III verfügt über einen internen Speicher für ca. 10 Millionen Daten. Mit einer Voreinstellung und einem speziellen Autostart-Stecker lässt sich die FluoroProbe III auch ohne Messkabel verwenden.

Mit Aufsetzen des Steckers wird der Messvorgang eingeleitet und solange vollzogen, bis der Stecker wieder entfernt wird. Über ein USB-Kabel oder die Bluetoothfunktion des „DPA“ können die Daten jederzeit auf einen PC oder auf den mitgelieferten USB-Stick übertragen werden. Die Einsatztiefe der FluoroProbe III beträgt bis zu 200 m Tiefe. Die interne Batterie versorgt die FluoroProbe III bei ausgedehntem Unterwassereinsatz ohne externe Spannungsquelle. Für den längeren Einsatz empfehlen sich der einstellbare Ruhemodus mit geringem Stromverbrauch und ein optionaler Wischer zur Beseitigung von Biofilmen auf der Optik. Beim Einsatz von der Bootskante hat sich ein Stahlkorb als Schutz gegen mechanische Schäden bewährt.

Der Einsatz der FluoroProbe III im Labor

Die FluoroProbe III findet ebenfalls Verwendung im Labor: hierzu wurde die Workstation 25 mit einem Küvettenhalter als Gestell für die Sonde entwickelt. Die Messung des Chlorophyll-a erfolgt in einer 25 ml Spezialküvette aus optischem Glas. Der optionale Rührmotor sorgt für eine homogene Verteilung der Probe, so dass ein Absetzen von Algen (insbesondere Diatomeen) vermieden wird. Störlicht wird durch Abdeckung der optischen Vorrichtung ausgeschlossen. Erhältlich ist auch eine Testküvette zur Funktionsprüfung der FluoroProbe III. Mit einer Durchflussvorrichtung (Ein- und Auslassanschluss) versehen kann die FluoroProbe III auch für die Durchflussmessung in Leitungssystemen eingesetzt werden. Der Probenwassertransport kann über eine externe Schlauchpumpe erfolgen.

Der Einsatzort, was wird gemacht?

Die Einsatzorte der FluoroProbe III sind vielfältig: im limnischen Bereich werden häufig Seen und Flüsse beprobt. Schwerpunkte sind ökologische Fragestellungen, insbesondere Veränderungen und Zustandsbewertungen. Untersuchungen erfolgen auch im Dienst der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der EU. Ebenfalls zur Qualitätsbewertung wird die Tauchsonde in Reservoiren und Talsperren eingesetzt. Häufige Anwendung ist die Untersuchung auf potentiell schädliche Blaualgen, wie *Microcystis aeruginosa* und *Planktothrix rubescens.* Hier reicht oft eine Oberflächenbeprobung nicht aus, da die Cyanobakterien bestimmte Tiefen jahreszeitbedingt bevorzugen.
Ziel sind Vorhersagen über die Dynamik von Blaualgenblüten. In Reservoiren gilt die Untersuchung der Vermeidung von Biotoxinen durch Blaualgen in der Trinkwasserzubereitung. Trinkwasserproduzenten in Japan verwenden die FluoroProbe III integriert in einem wasserführenden Rohrsystem. Forschungsreisen in der Karibik und in die Antarktis belegen die vielseitige Verwendbarkeit der FluoroProbe III. Küstennahe Gebiete werden häufig für Aquakulturen von Meeresfischen genutzt. Der Eintrag von Futter und die Bildung freier Nährstoffe fördert starkes Algenwachstum mit allen unerwünschten Begleitumständen. Die FluoroProbe III dokumentiert die Veränderungen präzise durch eine hohe Datendichte.

OUTDOOR

- Autostart-Stecker
- Erweiterte Tauchtiefe
- Energieverwaltung
- Langzeitmessungen
- Bluetooth-Funktion

ZUSÄTZLICHE ANWENDUNGEN

- Laboreinsatz mit Workstation 25 und Küvette
- Testküvette für Funktionstest
- Durchflussmessung

ANWENDER

- Talsperrenbetreiber
- Aquakulturbetreiber
- Trinkwasserproduzenten
- Gutachter
- Ökologen, Limnologen
- Ozeanographen

Die spektrale Analyse von Algen

Chlorophyll-a-Gehalt von Algen und Cyanobakterien

- Referenzspektren
- Fitverfahren

Der Daten- und Ladeadapter (DPA) mit Zubehör und inkl. Bluetooth-Funktion

BBE++ SOFTWARE

- Datenbank
- Grafische und tabellarische Darstellung
- Makroeinstellungen
- Basis- und Expertenmodus
- Neukalkulation
- Datenexport

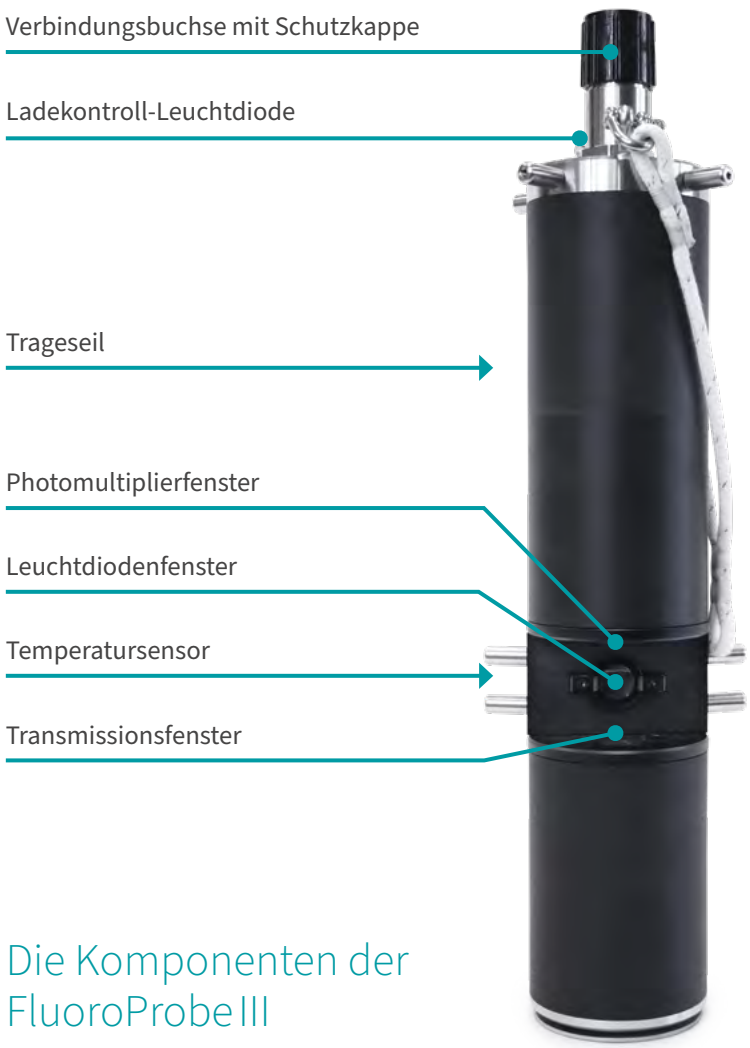
Wie wird Chlorophyll-a berechnet?

Die FluoroProbe III ist durch die werkseitige Kalibrierung mit standardisierten Algen für die sofortige Chlorophyllbestimmung vorbereitet. Für die Kalibrierung wird ein spezielles Spektralfluorometer (bbe ALA) verwendet, welches mittels HPLC-Analysen von extrahierten Algenpigmente kalibriert ist. HPLC-Analysen werden von externen Labors durchgeführt. In der FluoroProbe III sind die Referenzspektren der Algen gespeichert, die zur Berechnung des Chlorophyll-a-Gehaltes verwendet werden. Jede Algenklasse hat hinsichtlich der Form und Intensität ein charakteristisches Fluoreszenzspektrum (Fingerprint) bezogen auf den vorhandenen Chlorophyllgehalt. Basierend auf der linearen Kombination der Fluoreszenzsignale – hervorgerufen durch Algenfluoreszenz der Probenalgen – werden die erhaltenen Messwerte mit den Referenzdaten verglichen und mittels eines Fitverfahrens optimal auf die verschiedenen Algenklassen verteilt. Der Gesamt-Chlorophyll-a-Gehalt ergibt sich aus der Summe des Chlorophyll-a der einzelnen Algenklassen.

Die Software erlaubt zusätzliche Berechnungen unter Ausschaltung oder Zuschaltung verschiedener Algenklassen, um gegebenenfalls die Anpassung zu verbessern. Verschiedene Referenzdaten von Gelbstoffen können ebenfalls zur Berechnung hinzu gezogen werden.

Die FluoroProbe III verwendet die mitgelieferte Software bbe++ und speichert die Daten in einer Datenbank. bbe++ sorgt für die Datenausgabe sowie die graphische und tabellarische Darstellung der Ergebnisse. Makros erleichtern die Vorauswahl einer geeigneten Darstellung. Mit bbe++ wird die FluoroProbe III online betrieben und gesteuert. Der Zugriff ist gegliedert in einen übersichtlichen Basis- und einen komplexen Expertenmodus mit allen Möglichkeiten der fortschrittlichen Software. Der Basismodus umfasst alle wesentlichen Funktionen für den Betrieb im Feld und Labor. Der Expertenmodus ermöglicht die Optimierung für die vorhandenen Algenklassen mit einer Neuberechnung unter Verwendung weiterer Fingerprints. Mit bbe++ ergibt sich auch der problemlose Export von Daten in andere Programme (z.B. Excel).

Komponenten, Lieferumfang und Pflege



Die Komponenten der FluoroProbe III

LIEFERUMFANG

- Die Sonde „FluoroProbe III“
- Ladegerät
- DPA mit USB-Anschluss für den Datenaustausch
- Schutzkappe
- Lichtschirm
- Software
- Handbuch

Optional:

- Messkabel 10, 20, 30, 50, 100 m
- Kabeltrommel (für bis zu 100 m Kabel)
- Autostart-Stecker
- Workstation 25 mit Küvette
- Durchflussaufsatz
- Wischer
- Stahlkorb

Hinweise zur Pflege und Kalibrierung

Die FluoroProbe III ist fast vollständig wartungsfrei. Wie bei allen optischen Instrumenten ist der optische Strahlengang frei zu halten. Abspülen der Optik mit klarem Wasser ist meistens ausreichend. Bei Bewuchs empfiehlt sich die manuelle Reinigung oder der Einsatz eines optionalen Wischers mit Motor, der während des Messeinsatzes periodisch die Oberfläche mit einer Bürste reinigt.

Empfohlen wird eine Rekalibrierung der FluoroProbe III alle 2 Jahre, die in der bbe Kalibrierwerkstatt mit standardisierten Algen durchgeführt werden kann. Hierbei kann zeitgleich eine technische Inspektion erfolgen, die Fehlern beim späteren Feldeinsatz vorbeugt.

Im Dauerbetrieb mit 1 Messung/Sek. ist die maximale Messzeit 10 Stunden. Wird täglich 1x gemessen, muss die FluoroProbe III nach spätestens 30 Tagen wieder aufgeladen werden. Die Aufladezeit beträgt maximal 8 Stunden.

WARTUNG & SERVICE

- Reinigung
- Kalibrierung, Inspektion
- Betriebsdauer
- Laden

VORZÜGE

- Ersetzt einen erheblichen Anteil der zeitaufwändigen Arbeit im Labor
- Jegliche Proben-vorbereitung entfällt
- Perfekte Ergänzung zur Mikroskopie
- Echtzeitanalyse von Phytoplankton
- Hohe Messge-schwindigkeit
- Trübungskorrektur
- Gelbstoffkorrektur
- Kalibrierung mit Algenkulturen
- Verwendung kunden-eigener Spektren
- Interner Datenlogger
- Interne Spannungs-versorgung, wieder aufladbar
- Umfangreiches Zubehör

FluoroProbe III mit Hydrowiper nach mehrwöchigem Einsatz

Technische Details der FluoroProbe III

BEZEICHNUNG	WERTE
Messgrößen	Gesamtchlorophyll [µg chl-a/l], Grünalgen [µg chl-a/l], Cyanobakterien [µg chl-a/l], Diatomeen [µg chl-a/l], Cryptophyceenv [µg chl-a/l], Gelbstoffkorrektur, Wassertemperatur (optional), Transmission (optional), Tiefe
Messbereich	0 - 500 µg Chlorophyll-a/l
Messverfahren	Spektralfluorometrie
Auflösung	0,01 µg Chlorophyll-a/l
Transmission	0 - 100 %
Wassertemperatur	-2 bis 40°C
Gehäusematerial	Verstärkter Kunststoff / V4A Stahl
Gewicht	6,4 kg (7,2 kg inkl. Lichtschirm, im Wasser 4,2 kg)
Abmessungen (H x Ø)	450 x 140 mm
Spannung	24 V
Akkukapazität	3900 mAh
Laufzeit	Kontinuierlich ca. 10 Std; Intervall ca. 30 Tage
Speicherkapazität	2 GB Speicherkarte - 10 Millionen Datensätze
Schnittstelle	USB
Maximale Tauchtiefe	0 - 100 m (Standard) 0 - 200 m (Erweiterter Bereich)
Optionen	Küvettenhalter (Workstation 25), Temperatur-/Transmissionsmessung, Messkabel: 3 - 100 m, Hydro-Wiper-Einheit

Haben Sie Fragen? Treten Sie mit uns in Kontakt!

Ihr bbe-Händler vor Ort

bbe moldaenke

biological · biophysical · engineering

bbe Moldaenke GmbH
Preetzer Chaussee 177
24222 Schwentinental
Germany

Tel.: +49 (0) 431 - 380 40-0
Fax: +49 (0) 431 - 380 40-10
bbe@bbe-moldaenke.de