

bbe

biological · biophysical · engineering

moldaenke



www.bbe-moldaenke.de

Algantoximeter II

Der Allrounder zur Ermittlung giftiger
Substanzen im Wasser



Universeller
Anwendungsbereich



Bewährte
bbe Messtechnik



Was leistet ein Algentoximeter?

Das Algentoximeter II ist ein Biomonitor zur Erkennung von Schadstoffen und Giften im Wasser

AUFGABEN UND LEISTUNG

- ▶ Prüfung der Wasserqualität
- ▶ Integration in bestehende Frühwarnsysteme
- ▶ Erkennung von Schadstoffen
- ▶ Einsatz von bewährten Testorganismen
- ▶ Messung der akuten Toxizität
- ▶ Erfassung und Bewertung von Alarmsituationen
- ▶ Automatisierte Prozesse

Wasser ist die wichtigste natürliche Ressource unserer Welt und damit lebensbestimmend für unsere Existenz und der unserer Nachkommen. Der Zugang zu Wasser in **ausreichender Qualität** ist Bestandteil des allgemeinen Menschenrechts. Klassische Bewertungsmethoden bestimmen als Maßstab den biologischen oder den chemischen Sauerstoffbedarf einer wässrigen Probe. Das reicht nicht aus, wenn in der wässrigen Probe giftige Stoffe vorhanden sind, die Schäden bei den Verbrauchern und in der Umwelt hervorrufen können. Hier helfen **biologische Organismen als Schadstoffanzeiger** oder Biomonitore, die auf Grund ihrer Physiologie auf die Anwesenheit von Schadstoffen reagieren. Bewertet wird die Toxizität, also der schädigende Einfluss auf den Organismus beim Kontakt mit einer giftigen oder schädigenden Substanz. Besondere Bedeutung kommt der Erkennung der **akuten Toxizität** zu, die bereits nach kurzer Zeit der Einwirkung ihre schädigende Wirkung entfaltet. Welche Organismen sind dazu geeignet und wie können sie als Biomonitore Verwendung finden?

Geeignet sind alle Organismen, die im Wasser lebensfähig sind und deren Reaktion auf die Schadstoffwirkung gut erkennbar ist. **Mikroalgen** besitzen diese Eigenschaften und werden daher bereits seit Jahrzehnten in **Biotests** eingesetzt. Diese Tests bewerten die Reproduktionsrate der Mikroalgen nach einer vorgegebenen Zeitdauer von 24 und 48 Stunden in zuvor gesammelten diskreten Wasserproben. Bei fließendem Gewässer oder Wasserverteilungssystemen bestehen andere Anforderungen: eine **kontinuierliche Überwachung** muss gewährleistet sein, um plötzlich auftretende Schadstoffwellen zeitnah erkennen

und Maßnahmen ergreifen zu können. Eine verzögerte Reaktionszeit bedingt die Gefahr ökologischer wie ökonomischer Schäden. Hier findet das Algentoximeter II als Biomonitor Verwendung. **Das Algentoximeter II verbindet biologische Kenntnisse mit technischem „Knowhow“** und verwendet standardisierte Mikroalgen in einer automatisierten Apparatur **zur schnellen Schadstofferkennung**. Schadstoffe im Wasser beeinträchtigen die eingesetzten Algen in ihrer Leistung drastisch. Trotz unbekannter Zusammensetzung der Inhaltsstoffe wird innerhalb kurzer Zeit eine vorhandene Toxizität angezeigt. Das schafft keine chemische oder physikalische Analyse. Mehr noch: oberhalb eines voreingestellten Schwellwerts **wird ein Alarm ausgelöst**. Das Algentoximeter II arbeitet kontinuierlich im Onlinebetrieb **vollautomatisiert 24/7** und ist auch per Fernzugriff zu bedienen.



Leicht erkennbarer Status der Toxizitätserkennung in der bbe-Software.

Wie misst das Algentoximeter II die Toxizität?

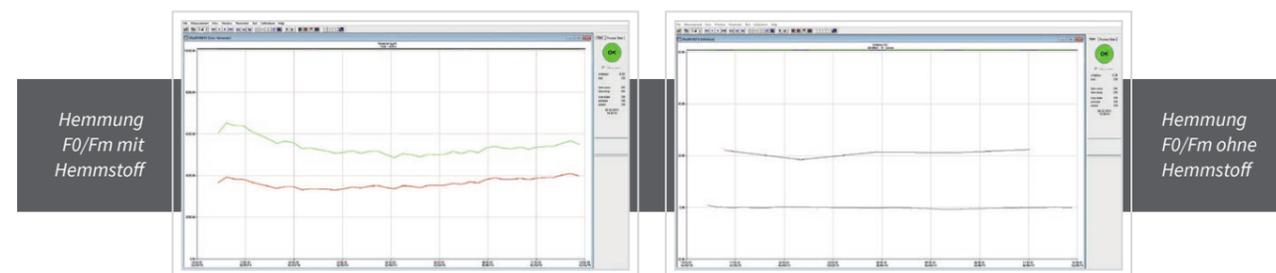
Fluoreszenz ist die Abgabe von Licht durch Moleküle nach vorheriger Anregung. Sie ist ein natürlicher Prozess, der bei Einstrahlung von Sonnenlicht oder künstlichem Licht auf Algen als Abgabe ungenutzter oder überschüssiger Energie unmittelbar erfolgt. Hierbei emittiert das lichtsammelnde Photosystem II rotes Licht im Wellenlängenbereich von 685-700 nm. Die Intensitäten werden im Algentoximeter erfasst und sind ein Maß für den **physiologischen Zustand der Alge**. Ermittelt wird die maximale Effizienz oder Quantenausbeute der Einstrahlung, die zur **Photosyntheseleistung** beiträgt. Diese ist eng verknüpft mit dem Stoffwechsel in der Photosynthese und sinkt unter der Einwirkung von Schadstoffen.

Verglichen werden eine Algenprobe gemischt mit Probenwasser und eine Referenz aus Algenprobe mit Referenzwasser (unbelastete Probe). Die **standardisierten Algen** stammen aus einem integrierten Photobioreaktor im Algentoximeter.

Die Messung beginnt mit einer Dunkelinkubation, mit der die Algen in einen Grundzustand überführt werden. Mit geringer Lichteinstrahlung wird die Leerlaufleistung der Photosynthese als Fluoreszenz (F0-Licht) gemessen. Sättigendes Starklicht erzwingt die maximale Anregung und Abgabe von überschüssiger Energie als Fm- Licht. Das Verhältnis (Fm-F0)/Fm ergibt die maximale Quantenausbeute, die für die Photosynthese genutzt werden kann. Der Wert wird auch als **Aktivität** bezeichnet und liegt **zwischen 0 und 1**. Vitale grüne Algen aus dem Fermenter wie *Chlorella vulgaris* erreichen eine Aktivität von 65%. **Geringe Schadstoffmengen erniedrigen die Aktivität deutlich** (Bild). Aus dem Vergleich Algen/Probe und Algen/Referenzwasser wird die Hemmung der Photosynthese ermittelt. Der so ermittelte Wert ist ein Maß für die Toxizität des Probenwassers. Für jede Messung werden frische Algen aus dem Fermenter eingesetzt. Der Messbetrieb ist quasi-kontinuierlich. Ein kompletter **Messzyklus dauert etwa 45 Minuten** und ist variabel einstellbar. Alle Messungen werden temperaturkontrolliert vorgenommen.

DIE MESSUNGEN

- ▶ Algenfluoreszenz
- ▶ Quantenausbeute
- ▶ Probenverarbeitung
- ▶ Messvorgang





Zusätzliche Daten des Algentoximeters II

✓ EIGENSCHAFTEN

- ▶ Verwendete Algen werden direkt im Gerät gehältert
- ▶ Süß- und Seewassertauglich
- ▶ Algenklassen-detektion
- ▶ Blaualgen-registrierung
- ▶ Probenschleifen
- ▶ Referenzgiftmessung
- ▶ Automatische Messkammer-reinigung

Welche zusätzlichen Eigenschaften zeichnet das Algentoximeter II aus?

Das Algentoximeter II ist **robust** in der Konstruktion und im Betrieb: der **integrierte Fermenter** sorgt durch optimiert gehälterte Algen für eine gleichbleibende hohe Aktivität und Qualität der Testalgen. Dazu werden sowohl die Konzentration als auch die Aktivität **ständig überprüft** und gegebenenfalls per Nährstoffzuführung angepasst. Die empfohlenen Mikroalgen (*Chlorella vulgaris*) sind leicht zu vermehren und bewährt bei ihrem Einsatz in der Toxizitätsmessung entsprechend der Norm **ISO 8692:2012**. Alternativ können auch andere Algenspezies Verwendung finden und so den **lokalen Ansprüchen** angepasst werden. Das Algentoximeter II berücksichtigt die natürlich vorkommenden Algen im Probenwasser und korrigiert damit die ermittelten Aktivitätswerte. Die Korrektur ermöglicht eine **hohe Genauigkeit**, die von anderen Toximetern nicht erreicht werden kann. Das Algentoximeter II kann sowohl mit Süßwasseralgen als auch mit maritimen Mikroalgen verwendet werden. Damit erweitert sich der Einsatzbereich von der Überwachung von Flüssen und Wasserleitungssystemen bis hin zum Küstenbereich.

Zur Anwendung

Das Algentoximeter II ermittelt die **unterschiedlichen Algenklassen im Probenwasser** und kann somit zusätzliche Informationen zum Aufkommen von potentiell schädlichen Blaualgen liefern. Zwei Varianten des Algentoximeters II stehen zur Auswahl: vorgeschaltete Probenschleifen dienen zur Dunkeladaption der Probe vor der Messung oder die Direktzuführung der Probe in den Sensor mit dortiger Dunkeladaption vor der Messung. Die Probenschleifen ermöglichen eine **höhere Messfrequenz** durch eine simultane Inkubation von zwei Proben. Alternativ verbessert eine direkte Adaption in der Messkammer die Präzision durch vereinfachte Pumpzyklen.

Zum Algentoximeter II ist ein Referenzgift zur **Qualitätssicherung** erhältlich. Periodisch wird die Hemmwirkung eines zugeführten Herbizides auf die Referenzalgen gemessen. Damit lässt sich die Sensitivität des Algentoximeters II regelmäßig und automatisch überprüfen. Die Sensorkammer ist mit einer **automatischen Reinigungsvorrichtung** ausgestattet, die den Bewuchs von Biofilmen verhindert und damit gleichbleibende Messqualität garantiert. Das Algentoximeter II ist eine Weiterentwicklung ausgehend vom Algentoximeter I, das sich in mehr als 15 Jahren im Dauerbetrieb bewährt hat.

Einsatz, Kontrolle und Wartung

Der Einsatz des Algentoximeters II

Der typische Einsatz des Algentoximeters ist die **Messtation** für die **kontinuierliche Überwachung** und Aufzeichnung physikalisch-chemischer und biologischer Daten mit dem Ziel, schädigende Einflüsse frühzeitig zu erkennen, sie zu verhindern oder zumindest zu mindern. Die Aufstellungs-orte sind verknüpft mit **Wasserversorgern** (Trinkwassergewinnung und -überwachung), **Kraftwerken**, **Umweltbehörden im Umweltschutz** (Gewässer, Flüsse) und **Kläranlagen** (nach der letzten Klärstufe). Zur adäquaten Verwendung ist möglicherweise eine Belüftung mit Temperaturanpassung (air condition) notwendig.

Das Algentoximeter II wird in einem Gebäude oder Labor nahe eines beständigen Probenstromes - oft einer Ringleitung - installiert, aus dem das zu untersuchende Probenwasser aus einem Überlaufopf druckfrei per Peristaltikpumpe entnommen wird. Alle weiteren Vorgänge finden **automatisiert** im Algentoximeter II statt. Dem Algentoximeter werden Kanister mit Nährlösung beigegeben, die zur Versorgung des Photobioreaktors für ca. 1 Woche sorgen. Danach werden geringfügige Wartungsarbeiten und die Erneuerung der Nährlösungen notwendig. Alle Einstellungen am Algentoximeter dienen dem automatischen Prozess der Toxizitätserfassung ohne direkten Zugriff des Operators auf das Gerät. Der **Fernzugriff** ist üblicherweise zugleich mit der **Einbindung in ein übergeordnetes Netzwerk** verbunden. Eine gründliche Einweisung und die Bestimmung einer verantwortlichen Person (Operator) ermöglichen den reibungslosen Betrieb in Zusammenarbeit mit dem bbe Service.

Fazit: Algentoximeter werden überall dort eingesetzt, wo potentiell gefährliche Substanzen auftreten können, deren Art und Zusammensetzung vorher nicht bekannt ist. In diesen Fällen wäre eine chemische Analytik - zumal kontinuierlich - nahezu undenkbar.

Die Wartung des Algentoximeters II

Wöchentlich: Zeitaufwand für den Operator etwa 2 Stunden

- Kontrolle der Zu- und Abläufe auf Verstopfungen
- Kontrolle von Nährlösung und Referenzgift
- Kontrolle der Algenkultur, ggf. Ersatz durch frische Algen
- Reinigung des Schlauchsystems
- Ggf. Probenschleifen austauschen

Für periodisch anfallenden Wartungsarbeiten (½ oder ganzjährig) können **Wartungsverträge** mit dem bbe Service abgeschlossen werden.

+ ZUSÄTZLICHE ANWENDUNGEN

- ▶ Trinkwassererzeugung
- ▶ Trinkwasserverteilung
- ▶ Umweltmonitoring in Flüssen und Seen
- ▶ Abfluss von Klärwerken
- ▶ Altlastensanierung

”

Wir verwenden das Algentoximeter seit mehr als 15 Jahren im Onlinebetrieb. Die Biomonitore sind wesentlicher Bestandteil unseres Frühwarnsystems.

“

Werner Blohm
Institut für Hygiene und Umwelt,
Stadt Hamburg

🔄 WARTUNG

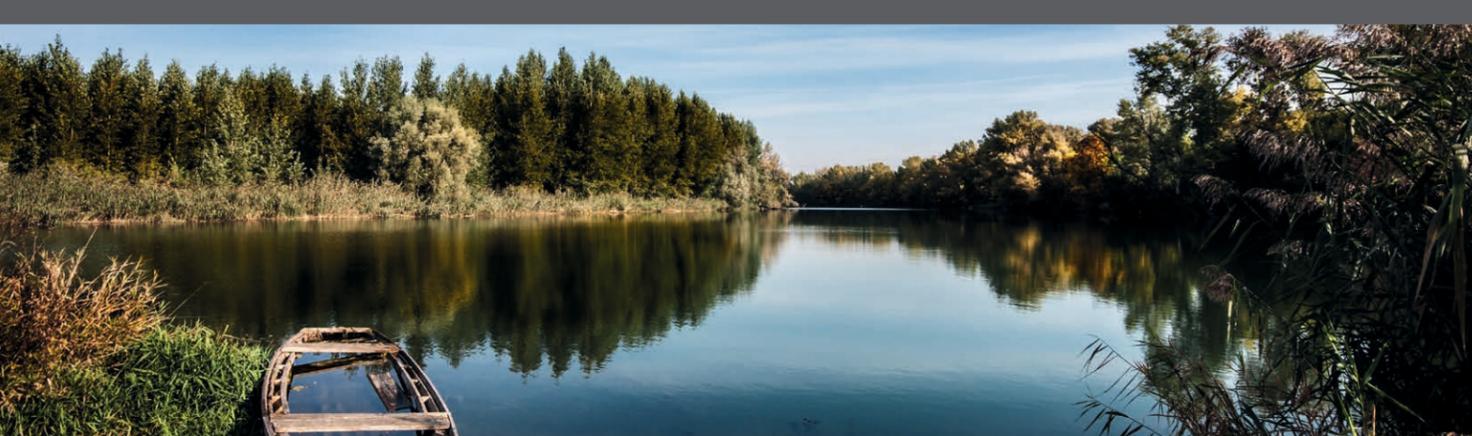
- ▶ Kontrollen
- ▶ Ersatz
- ▶ Reinigung

Monatlich:

- ▶ Wechseln der Pumpenschläuche

1/2 jährlich:

- ▶ Fermenter Reinigung und Schlauchwechsel

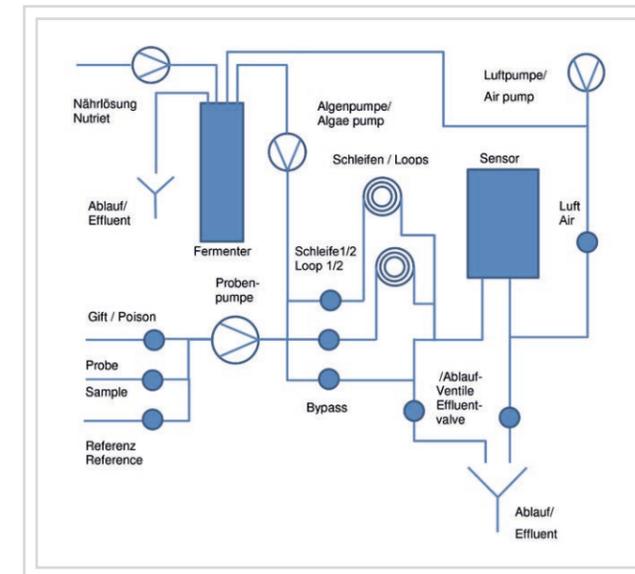


Die Komponenten des Algentoximeters II



Komponenten, Software und Hintergrund

Das Flussdiagramm des Algentoximeters II



Die Software und die Alarmerkennung

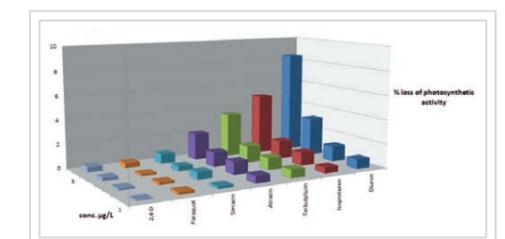
Die automatische Alarmerkennung im Algentoximeter erfolgt mit der installierten Software und liefert entscheidende Vorteile bei Zwischenfällen mit Giftstoffen. Mittels unserer Software werden Änderungen im Ablauf der Messwertfassung permanent und automatisch überprüft. Die Software ermittelt Sprünge in der Messwertkurve, die außerhalb der Standardabweichungen liegen. Mehrere dieser Abweichungen nacheinander verstärken den Hinweis für einen Alarmfall. Allerdings werden Änderungen durch Drift kompensiert, so dass ein Fehlalarm durch alleiniges Überschreiten eines Schwellwertes verhindert wird. Dieser Ablauf garantiert eine zuverlässige und zeitnahe Alarmerkennung. Eine Kalibrierung entfällt, da die Messwertkurve kontinuierlich registriert und ausgewertet wird. Die Empfindlichkeit der Toxizitätsmessung kann periodisch anhand einer zugeführten Giftprobe (=Herbizid) verfolgt werden.

+ Hintergrund: was erfasst ein Algentoximeter II?

Umfangreiche Untersuchungen über die Toxizität gefährlicher Substanzen sind in der „New Chemicals Database“ der EU festgehalten.

Bei Vergleichen mit anderen Testorganismen waren **Algen** insgesamt **sehr sensitiv**. Das Algentoximeter II erfasst primär alle Substanzen, die einen Einfluss auf das Photosystem II unmittelbar oder mittelbar nehmen. Verständlich ist daher, dass die Sensitivität für bestimmte Herbizide, die auf die Photosynthese wirken, am stärksten ausgeprägt ist (siehe Bild unten).

Im Vergleich zu Daphnien und Fischen als Testorganismen zeigen Mikroalgen häufig eine höhere Empfindlichkeit für **Aromaten**, **halogenierte Aromaten**, **chlorierte Kohlenwasserstoffe**, **substituierte organische Säuren**, **einige Schwermetalle** sowie **Tenside**. Stoffe, die bei anderen Toxizitätstests kaum eine Reaktion hervorrufen. Das Algentoximeter II ist ausgelegt zur Erfassung der Giftigkeit einer sehr breiten Palette verschiedener Substanzen und deren Mischungen. Die Art der chemischen Substanz kann mit dem Algentoximeter nicht erkannt werden. Empfehlenswert für eine weiterführende Analyse (Identifikation der Substanz) ist ein Probensammler in Verbindung mit dem Algentoximeter II.



Hemmender Einfluss von verschiedenen Giftstoffen auf die Algen im Algentoximeter II.



LIEFERUMFANG

- ▶ Algentoximeter II
- ▶ Spritze und Werkzeug
- ▶ Algen-Starter-Set
- ▶ Ersatzschläuche
- ▶ Vorratskanister
- ▶ Nährstoff zum Auflösen
- ▶ USB-Tastatur
- ▶ Software
- ▶ Plankton

Optional:

- ▶ Probenschleifen
- ▶ Referenzgiftmessung
- ▶ 2. unabhängiger Plakton Reaktor



VORZÜGE

- ▶ Breitgefächerte, hohe Empfindlichkeit
- ▶ Etablierter Schadstoffanzeiger
- ▶ Bewährte Technologie
- ▶ Lange Standzeit
- ▶ Geringer Wartungsaufwand
- ▶ Autonom arbeitender Fermenter
- ▶ Variabler Einsatzort
- ▶ Fernzugriff und Netzfähigkeit

Technische Details des Algentoximeters II

BEZEICHNUNG	WERTE
Messgrößen	Inhibition (Hemmung) der Photosynthese, Gesamtchlorophyll-a [$\mu\text{g Chl-a/l}$], Grünalgenkonzentration [$\mu\text{g Chl-a/l}$], Blaualgenkonzentration [$\mu\text{g Chl-a/l}$], Diatomeenkonzentration [$\mu\text{g Chl-a/l}$], CryptophyceaeKonzentration [$\mu\text{g Chl-a/l}$], Gelbstoffe, Photosyntheseaktivität (Genty), Transmission (bei 5 Wellenlängen)
Messbereich	0,3 - 500 $\mu\text{g Chl-a/l}$
Messverfahren	Spektralfluorometrie
Umgebungs-Temperatur	0 - 50°C
Gewicht	105 kg
Abmessung (H x W x D)	1100 x 600 x 680 mm
Schutzart	IP54
Spannung	110 - 240V 50/60 Hz
Leistung	600 W
Probentemperatur	5 - 30°C
Probenvolumen	30 ml
Interner PC	mit Touchdisplay und Tastatur
Wartungsintervall	> 7 Tage
Ausgänge	Modem, LAN, 2 x Analogausgang 4 - 20 mA, 2 x Relaisausgang, RS232



Probenwasser wird mit der Algentestlösung vermischt und anschließend analysiert

Haben Sie Fragen? Treten Sie mit uns in Kontakt!

Ihr bbe-Händler vor Ort

bbe

biological · biophysical · engineering

moldaenke

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

