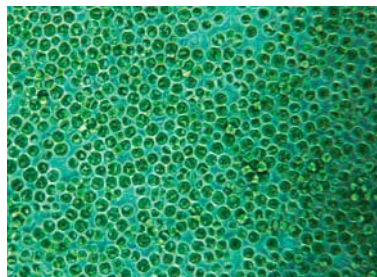


## Aus Wissenschaft und Forschung Toxische Stoffe durch Biomonitoring erkennen



Grünalge  
(Chlorella kessleri 400fach)

### Grünalgen und Biochip

Für die Anwendung des IMOLA (Bild 1) im Bereich der Wasserqualitätsüberwachung wird eine Grünalge (Chlorella kessleri) als biologischer Testorganismus verwendet. Diese Alge eignet sich aufgrund ihrer Form und ihrer besonderen Sensibilität gegenüber Schadstoffen besonders gut für die Verwendung als Biomonitoring-System für Wasser und Abwasser. Grünalgen betreiben Photosynthese und produzieren dabei Sauerstoff, der in das Wasser abgegeben wird. Diese Sauerstoffproduktion sowie die Änderung des pH-Wertes wird von einem Biosensorchip gemessen und kann direkt ohne Verzögerung online an einem Computer abgelesen werden.

### Messprinzip

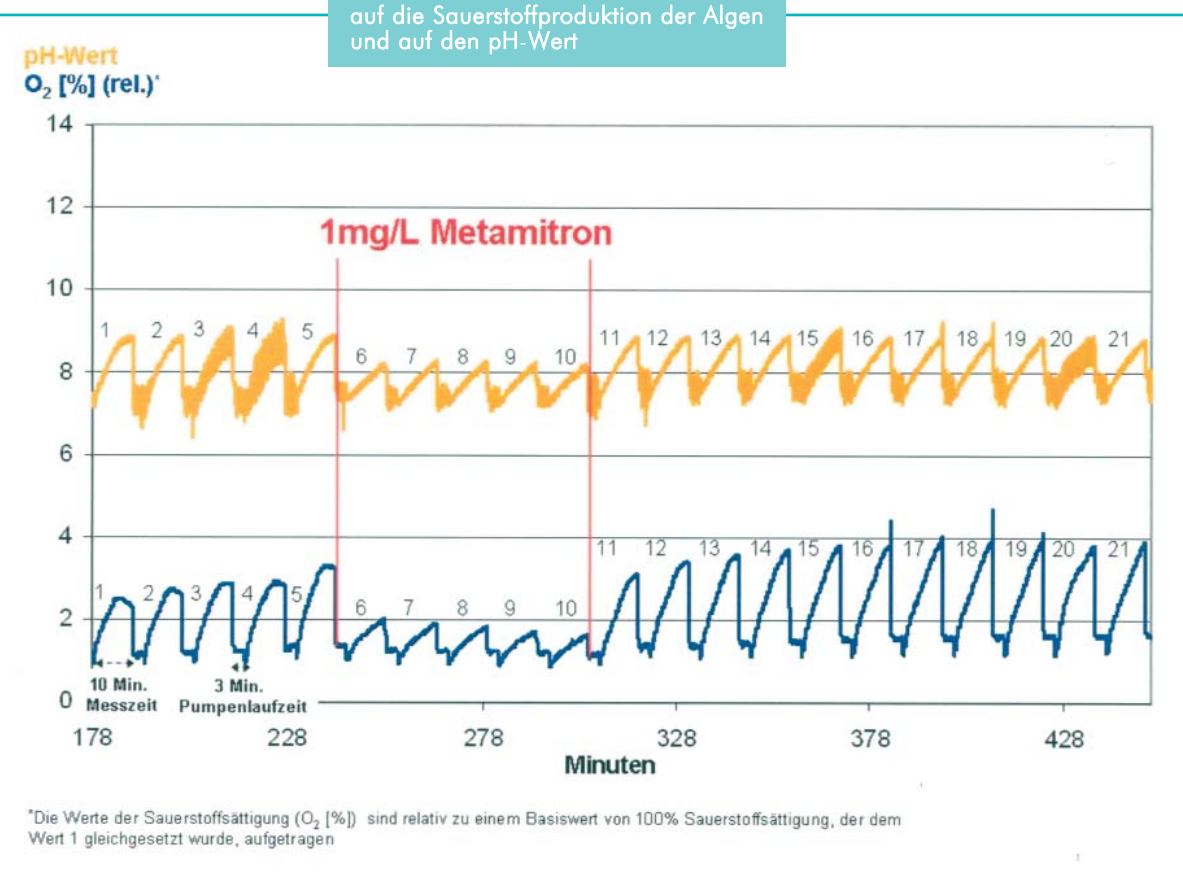
Die Grünalgen auf dem Chip reagieren auf veränderte Umweltbedingungen. Dadurch werden diese in ihrer Vitalität beeinträchtigt. Dies hat zur Folge, dass ihre Sauerstoffproduktion sinkt. Die Veränderung des pH-Wertes gibt indirekt Auskunft über den Zustand der Algenzellen: Durch die Photosynthese der Algen entsteht aus Wasser und dem im Wasser gelösten CO<sub>2</sub> organisches Material und Sauerstoff. Ein Prozent des im Wasser gelösten CO<sub>2</sub> wandelt sich in Kohlensäure um, was zu einer Änderung des pH-Wertes führt. Wird aber dem Wasser durch die Photosynthese der Algen CO<sub>2</sub> entzogen, so wird die Ansäuerung geringer und der pH-Wert steigt. Dieser Effekt kann durch den auf dem Biosensorchip integrierten pH-Sensor gemessen werden. Eine Beeinträchtigung der Photosynthese durch Schadstoffe führt also auch zu einem verringerten Anstieg des pH-Wertes.



Aufzucht von Grünalgen

Mit dem "Intelligenten mobilen Laboratorium" (IMOLA) steht eine neue Biomonitoring-Methode zur Messung toxischer Stoffe zur Verfügung. Schadstoffe im Wasser führen zu einer Veränderung des pH- und O<sub>2</sub>-Wertes. Über einen speziell entwickelten Biosensorchip lassen sich hieraus zuverlässig Rückschlüsse auf gefährliche Wasserinhaltsstoffe ziehen. Die Anwendungen sind vielfältig und reichen von der Trinkwasserüberwachung bis zur Messung am Zulauf einer Kläranlage, um die Biologie einer Kläranlage zu schützen.

2 Einfluss des Herbizids Metamitron auf die Sauerstoffproduktion der Algen und auf den pH-Wert



### Messzyklen

Zu Beginn einer Messung muss eine einfache Kalibrierung der Sensoren mit Standardlösungen durchgeführt werden. Über die zugehörige Software können Anzahl und Dauer der Messzyklen sowie die Gesamtdauer der Messung eingegeben werden. Ein Messzyklus besteht jeweils zum einen aus dem Austausch des Probenwassers in der Messkammer mittels einer eingebauten Mikropumpe und zum anderen aus der eigentlichen Messung, in der die Sauerstoffproduktion der Algen und die Veränderung des pH-Wertes in der Messkammer aufgezeichnet werden. Durch die Abfolge vom Austausch des Testwassers und der anschließenden Sauerstoffanreicherung durch die Algen ergibt sich ein typisches Sägezahnmuster.

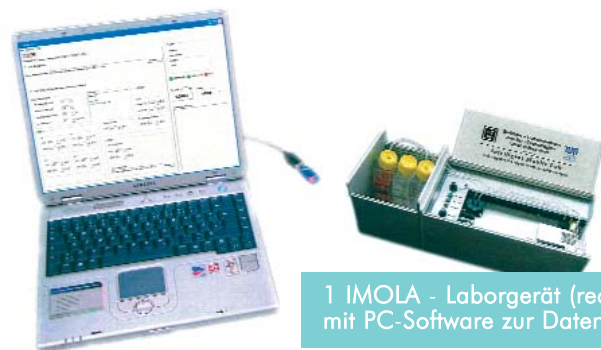
### Aufbau Biosensor

Der durch den zyklischen Wasseraustausch verursachte Durchfluss in der Messkammer macht es notwendig, die Algen mit dem Biosensorchip zu verbinden. Die Algen werden deshalb mit Druck in ein poröses Trägermaterial gepresst, in der sie somit fixiert werden. Dieser Träger wird direkt auf dem Biosensor aufgebracht und dort mittels eines kleinen Abstandsringes auf dem Chip positioniert. Eine konstante Beleuchtung mit ausreichend Licht für die Photosynthese der Algen wird durch integrierte LED-Lampen sichergestellt.

### Auswertung Messdaten

Bild 2 zeigt am Beispiel des Herbizids Metamitron den Verlauf der Sauerstoffsättigung des Wassers. Metamitron ist eine die Photosynthese der Algen hemmendes Pflanzenschutzmittel. Insgesamt wurden 22 Messzyklen gemessen. Jeder Zyklus bestand aus einer 3-minütigen Pumpenlaufzeit, in der das Probenwasser in der Messkammer ausgetauscht wurde und einer anschließenden 10-minütigen Messzeit.

Die ersten fünf Zyklen spiegeln die Reaktion der Algen auf Probenwasser wieder, das frei von Schadstoffen war. Ab dem Messzyklus Nummer sechs bis einschließlich dem zehnten Messzyklus wurde dieselbe Probe mit 1 mg/L Metamitron versetzt.



1 IMOLA - Laborgerät (rechts) mit PC-Software zur Datenauswertung

Die Sauerstoffproduktion nimmt sofort nach Zugabe des Herbizids deutlich ab. Nach dem zehnten Zyklus bis zum Ende der Messung wurde erneut jeweils das schadstofffreie Probenwasser in die Messkammer gepumpt.

### Zusammenfassung

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass dieses Messsystem effizient im Bereich der Wasserqualitätsüberwachung genutzt werden kann. Eine äußerst kurze Ansprechzeit auf die bisher getesteten Schadstoffe sowie die hohe Sensitivität der Algen auf bereits geringe Schadstoffkonzentrationen gehören zu den Vorzügen dieses Systems. Ein weiterer Vorteil von IMOLA ist, dass die Reaktion eines lebenden Organismus gemessen wird, der unmittelbar auf ein oder mehrere Umweltgifte im Wasser reagiert. Ohne einen Bioorganismus kann das Auftreten dieser schädlichen Substanzen im Wasser in vielen Fällen nur schwer detektiert werden und bedarf kostenintensiver chemischer Verfahren. Die Anwendungsmöglichkeiten sind sehr weitreichend. Eine interessante und wichtige Anwendung in der Abwassertechnik ist die Messung des Zulaufs einer kommunalen oder industriellen Kläranlage, um die Kläranlagenbiologie vor toxischen Stoffen zu schützen.

Autoren:  
Dipl.-Biol. Torsten Stadthagen  
Technische Universität München  
Limnologische Station Iffeldorf  
Hofmark 1-3  
D-82393 Iffeldorf  
Tel./Fax: +49 (0)8856 810-26/-40  
em@il: torsten.stadthagen@wzw.tum.de

Dipl.-Ing. Joachim Wiest  
Technische Universität München  
Heinz Nixdorf-Lehrstuhl  
für medizinische Elektronik  
Arcisstrasse 21  
D-80333 München  
Tel./Fax: +49 (0)8928 9229-54/-50  
em@il: wiest@tum.de

Vertrieb durch:  
Dr.-Ing. Volker Koschay  
GIMAT GmbH  
Obermühlstrasse 70  
D-82398 Polling  
Tel./Fax: +49 (0)881 628-10/-40  
em@il: gimat2000@aol.com  
Internet: www.gimat.de

Grünalge  
(Chlorella kessleri 1000fach)

