

## Umwelttechnik

### Respirometer

**BSBdigi - O<sub>2</sub>**

**BSBdigi - CO<sub>2</sub>**



### BSBdigi - Beschreibung

## **Applikationen**

- ◆ **Bestimmung des klassischen BSB<sub>5</sub> (n. DIN EN 1899-2, 1998-05 DEV H 52)**  
(s.a. Zusammenstellung relevanter Normen und Richtlinien)
- ◆ **Vollständige biologische Abbaubarkeit unter aeroben Bedingungen**  
(s.a. Zusammenstellung relevanter Normen und Richtlinien)
- ◆ **Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit nach DIN ISO EN 9408 L 22 (EN 29 408)**
- ◆ **Stoffwechselanalytik**
- ◆ **Abbauversuche in Wasser und Böden**
- ◆ **Automatische Kontrolle / Überwachung von Abwässern**
- ◆ **Toxizitätstests**
- ◆ **Abbauversuche chemischer Substanzen**
- ◆ **Bestimmung biologischer Aktivitäten**
- ◆ **Atmungsaktivität (AT<sub>4</sub>)**
- ◆ **Produktuntersuchungen**
- ◆ **Nachweis der biologischen Abbaubarkeit von Schadstoffen**
- ◆ **Bodenqualitätsanalyse / Altlastenanalyse**
- ◆ **Untersuchung von Bodenkontamination**
- ◆ **Rieselfeldanalyse**
- ◆ **Restmüllanalyse / Kompostierung**

## Vorteile

### Allgemeines System:

- ♦ Konstanter O<sub>2</sub>- Partialdruck
- ♦ Keine Stressbelastung der Mikroorganismen
- ♦ Durch den kontinuierlichen Ausgleich von verbrauchtem Sauerstoff sind auch sehr hohe Atmungsraten ohne Probenverdünnung möglich
- ♦ Für kleine Atmungsraten geeignet, wegen sehr hoher Genauigkeit
- ♦ Freiwerdendes CO<sub>2</sub> wird gebunden
- ♦ Abgeschlossenes Meßsystem - unabhängig von barometrischen Luftdruckschwankungen
- ♦ Für Langzeitmessungen
- ♦ Konstante reproduzierbare Versuchsbedingungen
- ♦ Modulare Bauweise, von 6 bis über 100 Messstellen flexibel aufrüstbar
- ♦ Online CO<sub>2</sub> Erfassung (Optional oder nachrüstbar)
- ♦ Optische Anzeige bei Grenzwert Über- bzw. Unterschreitung der O<sub>2</sub> Steuerung
- ♦ Für Proben geringer Sauerstoffzehrung, kann der Zeittakt bzw. die Genauigkeit um einen Faktor 10 erhöht werden – von 1 BSB auf 1/10 BSB.
- ♦ Auslieferung mit gültigem Zertifikat für 2 Jahre - über die Justierung des anliegenden Stroms am Sauerstofferzeuger, als wichtigsten Parameter der Sauerstoffproduktion
- ♦ Kalibrierservice – Nachkalibrierung alle 2 Jahre mit Zertifikat

## Vorteile

### Probenflaschen:

- ♦ Gewährleistete hohe Dichtigkeit
- ♦ Voll autoklavierbare Ausführung erhältlich
- ♦ Probenahme bei laufender Messung möglich – bei Sondergefäßen
- ♦ Verschiedene Volumina der Probengefäße stehen zur Verfügung:  
250 ml / 500 ml / 1.000ml  
Sondergefäße in kundenspezifischen Ausführungen
- ♦ Keine Wärmeeintrag in die Probe durch innovatives Magnetrührsystem

### Temperierung:

- ♦ Edelstahlausführung
- ♦ Isolierglastüren aus Sicherheitsglas
- ♦ Konstante Temperatur durch Umlufttemperierung, in der Probe  $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{K}$
- ♦ Klimatisierung wartungsfrei
- ♦ Keine Kontaminationsprobleme durch saubere Luftatmosphäre
- ♦ Einsatzgebiete von  $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $+50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Optional bis  $60^{\circ}\text{C}$ )
- ♦ Temperatur kalibrierbar
- ♦ Geringer Platzbedarf
- ♦ Sauberes arbeiten, kein tropfen und spritzen bei Entnahme der Probenflaschen
- ♦ Schnelle Reaktionszeit bei Umstellung der Temperatur
- ♦ Klimaschrank zur Vortemperierung geeignet
- ♦ Alarmmeldungen visuell LED und/oder akustisch - einstellbar für Temperatur und Türüberwachung
- ♦ Externer Alarmausgang

## Vorteile

### Software:

- ◆ MS- Windows Software, ab Windows 2000
- ◆ Einfache Software mit geringen Systemansprüchen
- ◆ Software für PC ab Pentium 1- Prozessoren einsetzbar
- ◆ Einfach zu bedienen mit allen notwendigen Bedienelementen
- ◆ Freie Auswahl der Messzellen
- ◆ Parallellauf beliebig vieler Messreihen
- ◆ Tagebuchfunktion für Versuchsdokumentation
- ◆ Automatisches Meldungsprotokoll
- ◆ Abbaukurve jederzeit grafisch darstellbar
- ◆ Datenexport bei laufender Messreihe jederzeit möglich
- ◆ Problemlose Übernahme der Daten in gängige Datenformate z.B. Excel
- ◆ Passwortschutz
- ◆ Selbststart nach Störungen, wie Stromausfall – kein Datenverlust
- ◆ Verwaltung bis über 100 Messstellen mit einer Software
- ◆ Berechnung des spezifischen Sauerstoffverbrauches nach DIN
- ◆ Berechnung des prozentualen biologischen Abbaues in Prozent nach DIN
- ◆ Netzwerkanbindung der Datenablage oder Datenübertragung
- ◆ Datenpufferung über mehrere Tage bei PC-Ausfall
- ◆ Zeitersparnis durch spezifische Voreinstellungen bei gleichen Messreihen
- ◆ Überwachung der Sauerstoffproduktion und Anzeige bei Toleranzüberschreitung
- ◆ Export / Import von Messreihen inklusive aller Daten

## Messverfahren BSBdigi O<sub>2</sub>

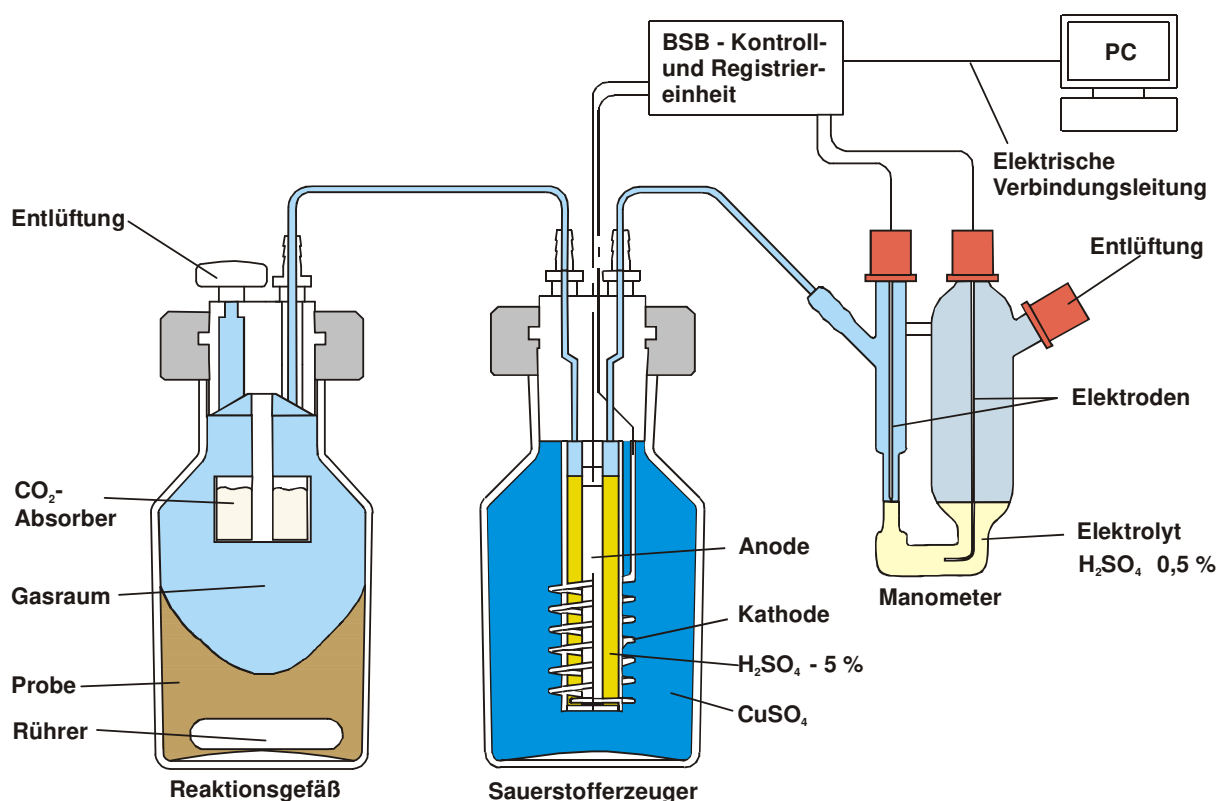
Mit Hilfe des Respirometers BSBdigi kann unter aeroben Bedingungen der Sauerstoffverbrauch (coulombmetrische Methode) als Funktion der Zeit verfolgt werden. Der Respirometer besteht aus dem Reaktionsgefäß mit jeweils einem CO<sub>2</sub>-Absorber-Körbchen im Kopfraum, einem elektrochemischen Sauerstofferzeuger, einem Schaltmanometer und einer Datenerfassungseinheit. Zum Atmosphärendruck bilden sie ein abgeschlossenes System, das in einem Thermoschrank oder Klimaraum untergebracht ist. Das System ist durch entsprechende Schlauchleitungen verbunden.

Die Probe wird im Reaktionsgefäß intensiv durchmischt, so, dass stets Sauerstoff bis zur Sättigung aufgenommen werden kann. Das entstehende Kohlenstoffdioxid wird vom Absorber (Natronkalk) gebunden. Durch den Sauerstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Absorption entsteht ein Unterdruck im Reaktionsgefäß. Dieser Unterdruck zieht die Elektrolyt- Flüssigkeit im Manometer nach oben. Es entsteht ein elektrischer Kontakt zwischen den Elektroden. Hierbei wird der Sauerstofferzeuger aktiviert.

Der entstehende Überdruck drückt die Elektrolyt- Flüssigkeit nach unten, die Sauerstofferzeugung wird eingestellt. Die elektrolytisch produzierte Sauerstoffmenge ist genau definiert.

(1 mg / L O<sub>2</sub> = 1 mg / L BSB).

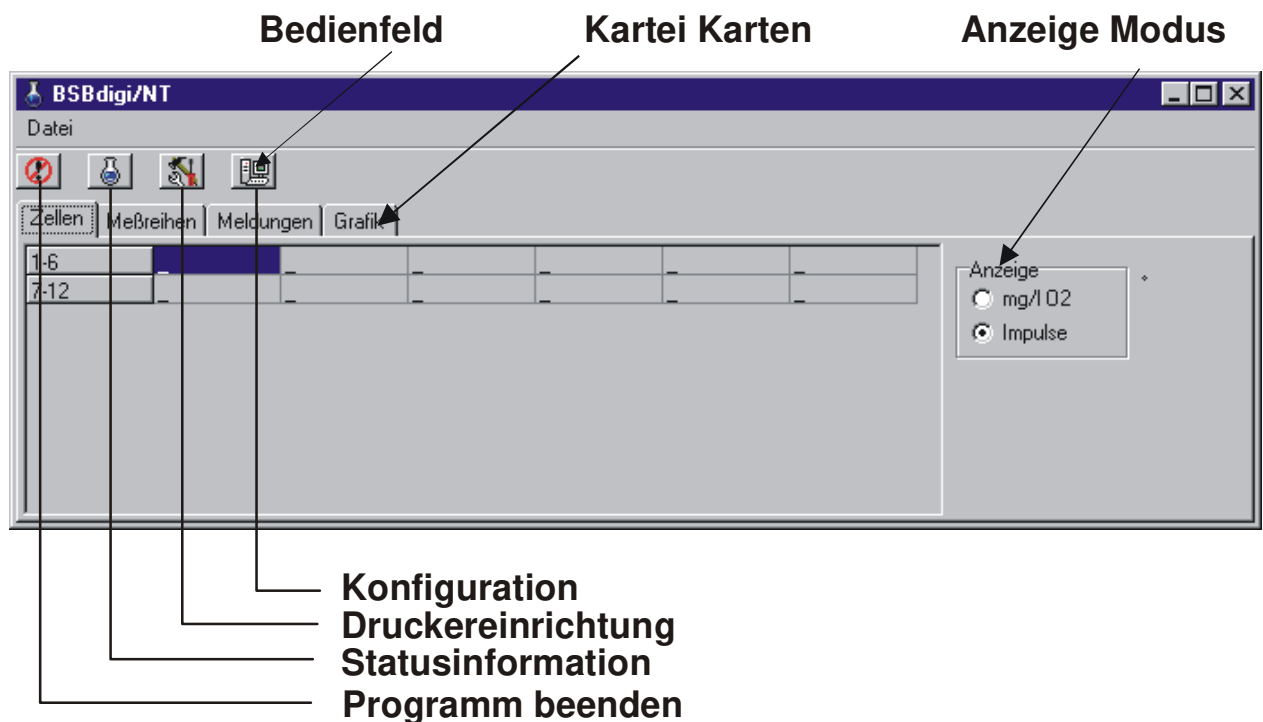
**Die Schaltzyklen werden über einen BSB- Messeinschub erfasst und angezeigt. Sie können auch online über eine digitale Ein-/Ausgabekarte in einem PC mit erfasst und gleich grafisch ausgewertet oder tabellarisch angezeigt werden.**



# Softwarebeschreibung

## Zum Erfassen und Auswerten der BSB - Messdaten

- ◆ einfache Software mit geringen Systemansprüchen
- ◆ Windows Software ab WIN 2000
- ◆ Automatische Berechnung des spezifischen  $O_2$  - Verbrauches nach DIN
- ◆ Berechnung des prozentualen biologischen Abbaues in Prozent nach DIN
- ◆ Bedienoberfläche in Fenstertechnik
- ◆ Freie Auswahl der Messzellen
- ◆ Ablauf mehrerer unterschiedlicher Versuchsreihen gleichzeitig
- ◆ Frei wählbare Raster zur Datenerfassung (min, h, d)
- ◆ Variable Gestaltung der Versuchsdauer
- ◆ Automatisches Meldungsprotokoll
- ◆ Tagebuchfunktion für Versuchsdokumentationen
- ◆ Passwortschutz
- ◆ Datenexport im ASCII-Format (Übertrag in Excel)
- ◆ Excel Vorlage zur schnellen automatisierten  $AT_4$  Auswertung
- ◆ Grafikfunktion zur Bildschirmausgabe von Versuchskurven
- ◆ Selbststart nach Störungen z.B. Stromausfall



Bildschirmaufbau

## Komponenten des Systems

Durch modulare Bauweise ist ein Aufbau des Gerätesystems BSBdigi von 6 Zellen bis über 100 Messstellen möglich.

Bestehende Geräte können problemlos auf- bzw. nachgerüstet werden. Probengefäße mit 100 ml, 250 ml, 500 ml und 1.000 ml Volumen stehen zur Auswahl. Mit O<sub>2</sub> oder integrierter CO<sub>2</sub> Messung.

Dieses modulare Gerätesystem lässt sich vielseitig zusammenstellen. Nachfolgend werden die einzelnen Module näher beschrieben:

### **BSBdigi Grundgerät - Rührgestell**

Die BSB-Grundeinheit / Rühreinheit ist grundsätzlich als 6er-Einheit aufgebaut für alle verfügbaren Probengefäße.

Reaktionsgefäße, Sauerstofferzeuger und Präzisionsmanometer sind auf dieser Grundeinheit entsprechend angeordnet. Der Antrieb der Magnetrührstäbe erfolgt durch einen wartungsfreien, verschleißarmen Antrieb. Dieser wird durch einen hochwertigen elektronisch kommutierten Elektromotor angetrieben, der hinter den Rührstellen platziert, womit ein Wärmeeintrag in die Probe vermieden wird. Die Grundeinheit ist auf vollausziehbaren Teleskopeinschüben im Thermostatschrank integriert. Maximal 3 dieser Einschübe passen in einen Schrank. Für temperierte Räume kann die Grundeinheit einzeln betrieben oder über entsprechende Gestellaufbauten übereinander angeordnet werden.

### **Probenmessgefäß**

Im Standard kommen 500 ml Probengefäße zum Einsatz. Für größere Probenmengen stehen dem Anwender auch 1.000 ml Gefäße zur Verfügung, bzw. kleinere auch mit 250 ml Gefäßen.

Das Probenmessgefäß nimmt die Probe auf. Am Verschlusselement sind die entsprechenden Anschlussteile und der Verbindungsschlauch zur Sauerstoffzelle und der Behälter für den CO<sub>2</sub>-Absorber integriert.

Als CO<sub>2</sub>-Absorber werden Natronkalk oder flüssige CO<sub>2</sub>-Absorber verwendet.

### **Sauerstoffzelle**

Neue Ausführung durch geänderte wartungsfreundliche Anordnung.

In der Sauerstoffzelle wird durch Elektrolyse Sauerstoff produziert.

Im Verschlusselement ist das komplette Elektrolyseelement integriert.

Als Elektrolyt wird Kupfersulfat verwendet. Da hierbei außer Sauerstoff keine weiteren Gase gebildet werden, kann das System vollkommen gegen den Außendruck abgeschlossen werden.

Die Standardflaschen sind in der Ausführung 500 ml. Als Sondergröße sind 1.000 ml Flaschen verfügbar.



## **Präzisionsmanometer mit Kontaktgeber**

Neue ablesungsfreundliche U- Form. Zusätzlich mit einer Skala versehen, damit ist eine Probennahme während der Messung ohne Beeinflussung des geschlossenen Systems möglich.

Das Präzisionsmanometer besteht aus Duran-Glas und hat 2 Edelstahlelektroden. Die Schaltelektrode hat ein spitz zulaufendes Ende und ist in einem Kapillar-Tauchrohr zentriert. Dieses nach unten offene Tauchrohr taucht in den Elektrolytenvorratsraum ein und bildet damit eine kommunizierende Röhre. An diesem Tauchrohr befindet sich der Anschluss zum Sauerstofferzeuger. Als Elektrolyt wird hier eine schwache  $H_2SO_4$ -Lösung eingesetzt.

## **BSBdigi Steuereinheit**

Für jede Messstelle wird eine BSBdigi Messeinheit für die konstante Stromerzeugung der Sauerstofferzeuger benötigt. Diese Einheiten sind in moderner Mikroprozessor - Technik ausgeführt und in den Rühreinheiten integriert. Eine Messeinheit beinhaltet die Technik für insgesamt 6 BSBdigi Messstellen, genau für ein Rührgestell.

Das für diese 6 Messstellen ausgelegte Netzteil befindet sich im Steuerungsteil oben im Inkubator.

Die präzise Taktung der BSBdigi Messstellen (konfigurierbar per Software) wird in dieser BSBdigi Messeinheit elektronisch per Mikroprozessor vorgegeben.

Die Messeinheit enthält somit die Konstantstromversorgung für die Sauerstoffzelle, die Takterzeugung und die Überwachung der Präzisionsmanometer.

In entsprechender Technik können fast beliebig viele Kommunikationseinheiten kaskadiert werden (max. 255 – was über 1.500 Messstellen bedeutet).

Jede BSB-Einheit wird in dieser Messeinheit registriert. Der BSB-Wert wird in einem elektronischen Speicher ähnlich eines PC RAM zwischengespeichert. Die Messwerte werden vom BSB-Rechner-System abgeholt und protokolliert. Die BSB Werte im Zwischenspeicher sind sicher gespeichert und können einen Stromausfall des PC's über mehrere Stunden puffern.

## **Thermostatschrank**

Neuer Thermostatschrank komplett in Edelstahl auf lenkbaren Gerätrollen.

Selbstschließende Türen aus Sicherheitsisolierglas mit Magnetdichtungsrahmen.

Platz für 3 BSBdigi Grundgeräte auf bedienerfreundlichen Teleskopauszügen.

Die digitale Steuerung bietet die Gewähr für eine exakte einstellbare Referenztemperatur von  $5,0 - 60,0^{\circ}C$  ( $\pm 0,5^{\circ}C$ ) durch zwangsgeführte Umluft, Auflösung  $0,1^{\circ}C$ .

Abweichung in der Flüssigprobe  $\pm 0,2^{\circ}C$ . Die Temperatur ist per Servicemenu kalibrierbar.

Überwachung jeder einzelnen Tür über Magnetkontakte. Visuelle Anzeige jeder geöffneten Tür auf dem Display per LED.

Einstellbare Alarmgrenzen für die eigene Temperaturkontrolle (Standard  $\pm 1,5^{\circ}C$ ).

Blinkende LED als visuelle Alarmmeldung im Display.

Einstellbare Alarmausgabe der Temperatur- und Türüberwachung zur akustischen Meldung und vorinstallierte externe Alarmausgabe über einen potentialfreien Kontakt. Maße: 85 x 70 x 195 cm (B x T x H).

## **BSBdigi Rechner**

Die Summe aller BSB - Werte werden am Messeinschub erfasst bzw. über die Recherauswertung pro Messzelle addiert und gespeichert. Siehe Software.

Die Ausgabe erfolgt wahlweise in Tabellenform oder als Grafik.

Alle Werte können jederzeit angezeigt werden.

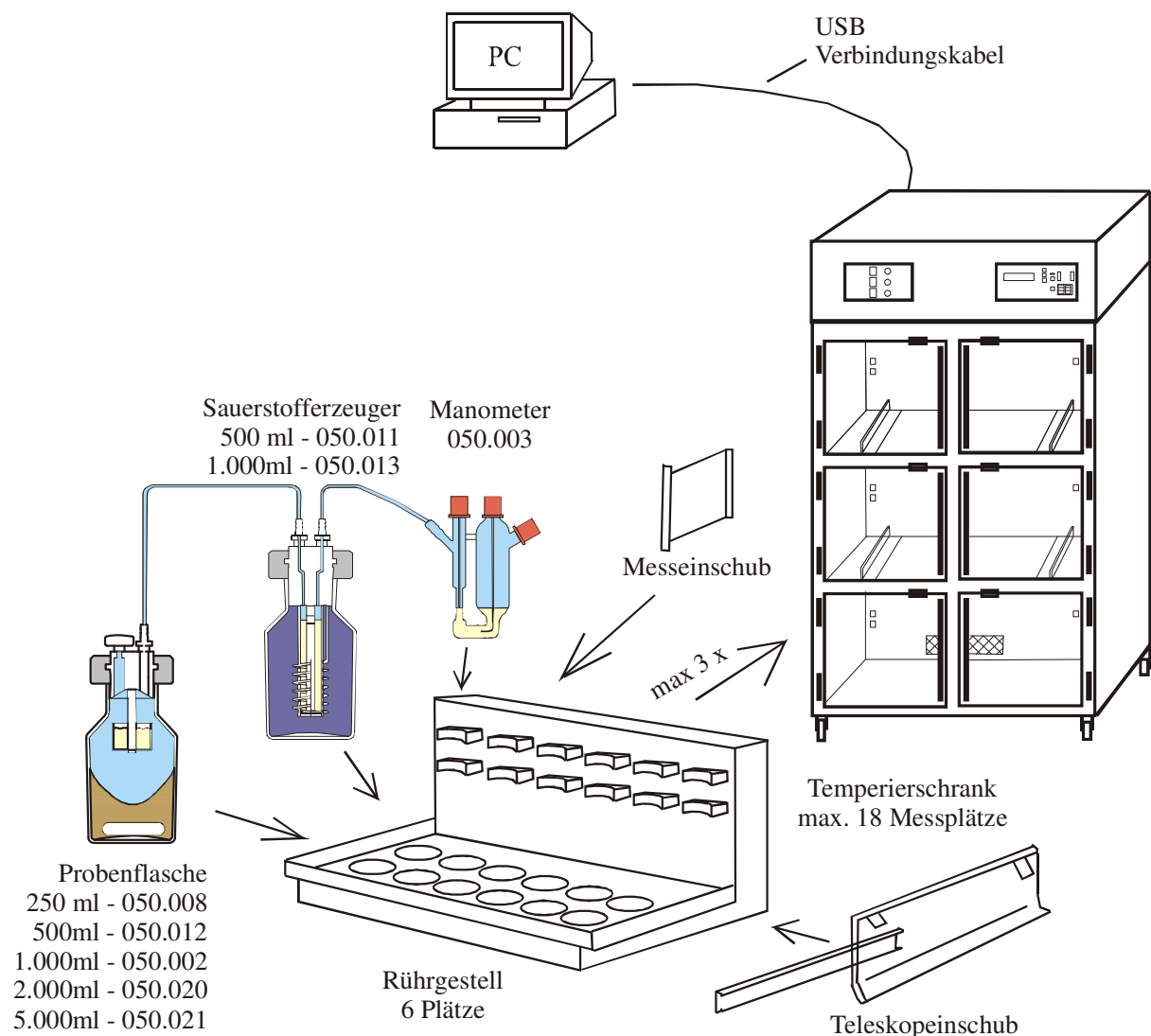
## BSB CO<sub>2</sub> - Leitfähigkeit

Alle Modelle können mit dieser zusätzlichen Elektronik zur CO<sub>2</sub> Messung ausgestattet bzw. nachgerüstet werden.

Zusätzlich zu den O<sub>2</sub> Werten, wird hier das absorbierte CO<sub>2</sub> in einer KOH Lösung über eine Leitfähigkeitsmessung bestimmt. Diese LF- Werte werden über die Software online erfasst und in mg CO<sub>2</sub> umgerechnet. Diese Umrechnung ist für eine 50 ml KOH Lösung 1mmol/L vorgegeben, kann aber für andere Lösungen selbst kalibriert werden.

Weitere Beschreibung nächste Seite.

# Systemanordnung



## Messverfahren BSBdigi CO<sub>2</sub>

### Neue Kombination O<sub>2</sub> – Messung gekoppelt mit einer CO<sub>2</sub> - Bestimmung

Methoden zur Bestimmung der aeroben biologischen Abbaubarkeit sind meist zeit-  
aufwendig und bei den klassischen Methoden nicht automatisiert.

Rückschlüsse sind nur möglich, bei Beachtung der grundlegenden biologischen Ab-  
baubarkeit von organischen Verbindungen, mit der Erfassung von der C - Umsetzung  
in CO<sub>2</sub> als Stoffwechselendprodukt, siehe Gl. 1.

Konventionelle Respirometer erlauben nur die kontinuierliche Messung des O<sub>2</sub> -  
Verbrauchs in einem biologischen System. Um die tatsächliche Mineralisation erfassen  
zu können, d. h. um das Stoffwechselendprodukt CO<sub>2</sub> des aeroben Abbaus zu  
bestimmen, wurde ein herkömmlicher Respirometer mit einer "einfachen" Messein-  
richtung erweitert, siehe Abbildung.

Das Reaktionsgefäß des Respirometers wurde so umgestaltet, dass eine parallele  
Leitfähigkeitsmessung zur Bestimmung der Summe des gelösten Kohlendioxids in  
Lauge möglich wurde (in Anlehnung an DEV G1).

Die gleichzeitige Erfassung der beiden maßgeblichen, das Abbauverhalten beschrei-  
benden Parameter Sauerstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Entwicklung ermöglicht die sichere  
und eindeutige Beurteilung des biologischen Abbaus und erlaubt eine C- Bilanzie-  
rung.

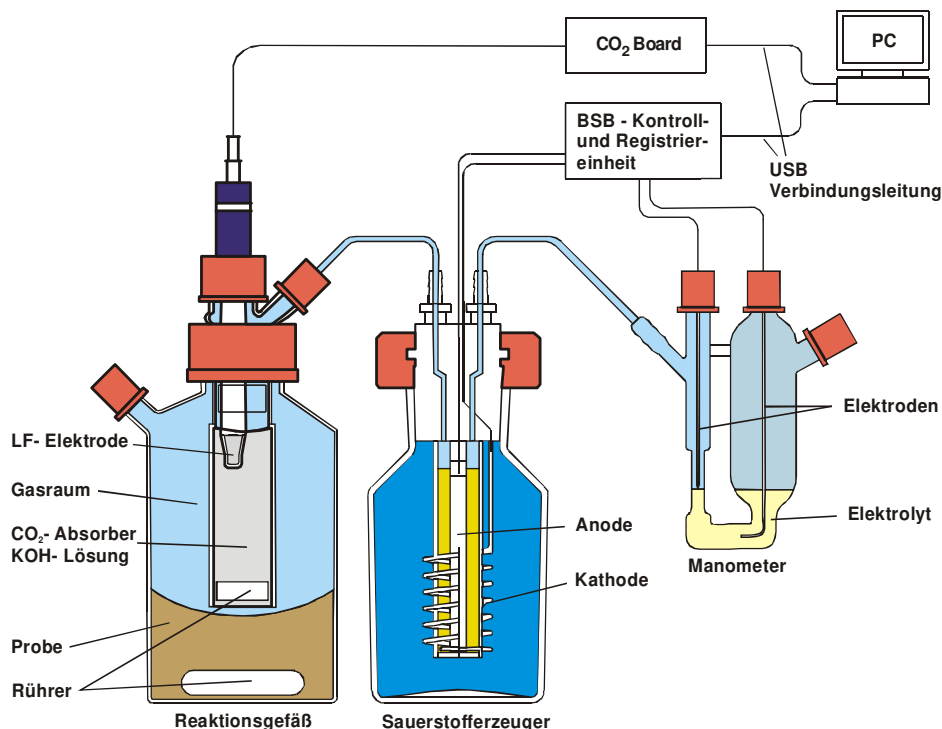
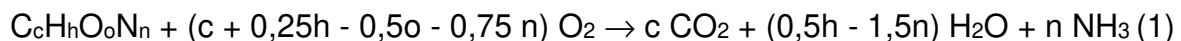


Abb.: Verbesserter Respirometer mit kontinuierlicher Messung von O<sub>2</sub>-Verbrauch und gleichzeitiger Ermittlung der CO<sub>2</sub> -Produktion, BSBdigi CO<sub>2</sub>

Beispiel:

Abb. 2 zeigt einen Abbautest mit dem biologisch leicht abbaubaren Polymer Poly- $\beta$ -hydroxybuttersäure-co- $\beta$ -valeriansäure (PHBV). Das Polymer-Pulver (600 mg/L) wurde in 250 mL Phosphat gepuffertem Mineralsalzmedium mit Belebtschlamm (1 %) angeimpft und bei 20°C inkubiert.

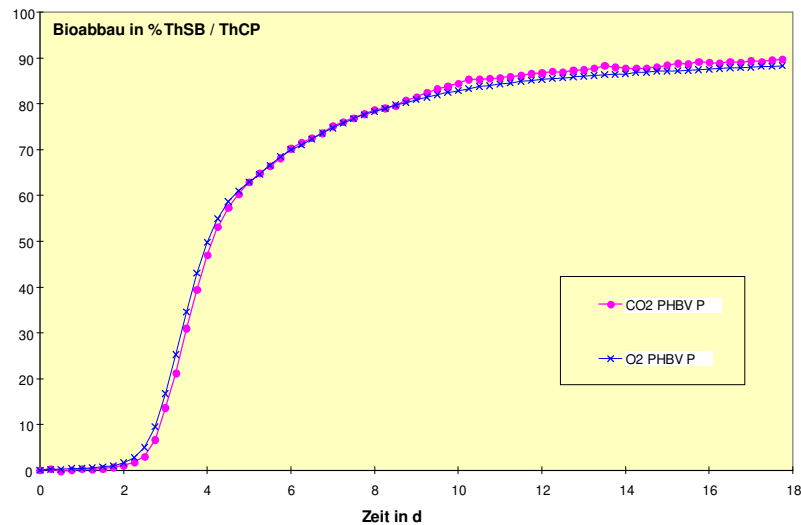


Abb. 2: PHBV Pulver Abbau im wässrigen System bei 20°C. Normierte Darstellung von O<sub>2</sub>-Verbrauch als Theoretischer Sauerstoffbedarf (ThSB) und CO<sub>2</sub>-Produktion als Theoretische Kohlendioxid Freisetzung (ThCP).

Bei der Betrachtung des Abbauverhaltens über die Testzeit ist der Theoretische Sauerstoffbedarf, ausgedrückt in % ThSB nahezu identisch mit der Theoretischen Kohlenstoffdioxid-Freisetzung in % ThCP ("Theoretical CO<sub>2</sub>-Production"). Nach einer Anlaufphase von 2,5 d beginnt der Abbau von PHBV und erreicht nach 18 d einen Endwert von 90 % ThCP. Über eine Kohlenstoff-Bilanz wurde eine C-Wiederfindungsrate von 101 % berechnet, bei der die Biomasse sowie der DOC (Dissolved Organic Carbon) mitberücksichtigt wird.

**Dieses neue Messgerät, basiert auf unserem Respirometer, Typ BSBdigi, welches gekoppelt mit einer "Einfach"- CO<sub>2</sub>- Bestimmung zu einem Prüfgerät BSB - CO<sub>2</sub> erweitert wurde, dass somit gleichzeitig die Durchführung des CO<sub>2</sub> -Sturm-Tests ermöglicht.**

**Es erlaubt durch die kontinuierliche Erfassung des Sauerstoffverbrauchs parallel zur Kohlenstoffdioxid-Produktion eine sichere Beurteilung der Mineralisation.**

## **Zusammenstellung relevanter Normen und Richtlinien für den aeroben Abbau (Respirometer BSB)**

- DEV G1 (1971): Bestimmung der Summe des gelösten Kohlendioxids,  
2. Konduktometrisches Verfahren, Deutsche Einheitsverfahren,  
6. Lief., Weinheim: VCH
- DIN EN 1899-1 (1998-05) (Ersatz 38409, T. 52, 1987-05): Wasserbeschaffenheit, Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs nach n Tagen (BSBn), T. 1: Verdünnungs- und Impfverfahren nach Zugabe von Allylthioharnstoff (ISO 5815: 1989, modifiziert, Dt. Fass. EN 1899-1: 1988, DEV H 51).
- DIN EN 1899-2 (1998-03) (Ersatz 38409, T. 52, 1987-11): Wasserbeschaffenheit, Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs nach n Tagen (BSBn), T. 2: Verfahren für unverdünnte Proben (ISO 5815: 1989, modifiziert, Dt. Fass. EN 1899-2: 1988, DEV H 52).  
Sowie deren Erweiterung des Verfahrens DIN EN 1899-2 (H 55)
- DIN EN 29439 (1993-04): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe im wässrigen Medium - Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxids  
( ISO 9439: 1990, Dt. Fass. EN 29439:1993; DEV L 23).
- DIN EN 29408 (1993-04): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe in einem wässrigen Medium über die Bestimmung des Sauerstoffbedarfs in einem geschlossenen Respirometer  
( ISO 9408: 1991; Dt. Fass. EN 29408: 1993; DEV L 22).
- DIN 54900-2 (1998) Prüfung der Kompostierbarkeit von Kunststoffen, T. 2: Prüfung auf vollständige biologische Abbaubarkeit in Laborversuchen; Verfahren 1 - Prüfung auf vollständige biologische Abbaubarkeit in wässrigem Medium durch Bestimmung des biochemischen Sauerstoffverbrauchs in einem geschlossenen Respirometer; Verfahren 2 - Prüfung auf vollständige biologische Abbaubarkeit in wässrigem Medium durch Bestimmung der Entwicklung von Kohlenstoffdioxid. Verfahren 3 - Prüfung auf vollständige biologische Abbaubarkeit und der Disintegration in Kompost durch Bestimmung der Entwicklung von Kohlenstoffdioxid.
- ISO 9408 (1991): Water Quality - Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds - Method by determining the oxygen demand in a closed respirometer.
- ISO 7827, 1994: Water quality - Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds - Method by analysis of dissolved organic carbon (DOC).

## **Zusammenstellung relevanter Normen und Richtlinien für den aeroben Abbau (Respirometer BSB - CO<sub>2</sub>)**

ISO/DIS 14851 (1997): Plastics - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability in an aqueous medium - Method by determining the oxygen demand in a closed respirometer.

ISO/DIS 14852 (1997): Plastics - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability in an aqueous medium - Method by analysis of released carbon dioxide.

ISO-Proposal (1998) Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a closed respirometer or the amount of carbon dioxide released.

OECD-Guidelines for Testing of Chemicals, Paris, ISBN 92-64-12221-4, 1981, 1992:

301 B:CO<sub>2</sub> Evolution Test, (Modified Version of OECD-Guidelines 1981), (Modifizierter Sturm Test: 84/449/EWG: C5, s.a. DIN EN 29439 (1993-04))

301 C: Modified MITI Test (I), (MITI: Ministry of International Trade and Industry, Japan) (Modifizierter MITI-Test: 84/449/EWG: C7)

301 F: Manometric Respirometry, unterscheidet sich von 301 C im Einsatz der Inokula; (Manostatischer Respirometer-Test, s.a. DIN EN 29408 (1993-04))

EG-RICHTLINIE (84/449/EWG) Ökotoxizitätsbestimmung:

In einem Anhang werden die Methoden zur Bestimmung der physikalisch-chemischen, toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften gemäß den Anhängen VII und VIII der Richtlinie 79/831/EWG beschrieben. Diese beruhen auf Methoden, die von den zuständigen internationalen Stellen (insbesondere OECD) anerkannt und empfohlen worden sind.

Die Methoden, bei denen der Respirometer BSB CO<sub>2</sub> zum Einsatz kommen kann, sind:

C: Methoden zur Bestimmung der Ökotoxizität

C.5. Abbaubarkeit - Biologische Abbaubarkeit - Modifizierter Sturm-Test

C.7. Abbaubarkeit - Biologische Abbaubarkeit - Modifizierter MITI-Test

C.8. Abbaubarkeit - Biochemischer Sauerstoffbedarf

## Beispiele - Referenzliste BSBdigi

TU Hamburg-Harburg 21073 Hamburg	Infraserv GmbH & Co KG Höchst KG 65926 Frankfurt / Main	Budapest University of Technology and Economics 1111 Budapest
AIT Austrian Institute of Technology A-2444 Seibersdorf	Fachhochschule Kaiserslautern Bauingenieurswesen 67657 Kaiserslautern	ZZV Department of Health Dalmatinova 3 8000 Novo Mesto Slovenien
Arkema Groupment de Recherches F-64170 Lacq	Institut für Ingenieurbiologie und Biotechnologie des Abwassers Universität Karlsruhe 76131 Karlsruhe	Universität Hamburg Institut für Bodenkunde Allende Platz 2 20146 Hamburg
Uni Stuttgart - Institut für Sied- lungswasserbau Abteilung Biologie 70569 Stuttgart	BASF S.A. Guaratinguetá Av. Brasil 791 12521-140 GUARATINGUETÁ BRASILien	Leuphana Universität 21339 Lüneburg
Fraunhofer Institut Grenzflächen und Bioverfahrens- technik 70569 Stuttgart	TU München 85350 Freising	Bio Chem Agrar GmbH Kupferstraße 6 04827 Gerichshain
BASF Pharma GmbH & Co KG 32423 Minden	Martin-Luther-Universität Halle- Wittenberg FB Verfahrenstechnik 06217 Merseburg	Eurofins Umwelt GmbH Löbstedter Str. 78 07749 Jena
Cilag AG Abteilung Sicherheit & Umwelt CH- 8201 Schaffhausen	BAM - Bundesanstalt für Materi- alforschung 12200 Berlin	FIRMENICH SA A l'attention de Division Recherche Service Logistique Rte des Jeunes 1 CH – 1211 Genève 8
Fachhochschule Gelsenkirchen Labor für Abwassertechnik 45877 Gelsenkirchen	Boehringer Ingelheim Pharma KG 88397 Biberach / Riss	Agrolab Labor GmbH Bruckberg + Kiel
Fachhochschule Biberach 88400 Biberach / Riss	UFZ – Umweltforschungszent- rum Leipzig-Halle GmbH 04301 Leipzig	Synlab Umweltinstitut GmbH Hauptstr. 105 04416 Markkleeberg
Steinbeis-Transferzentrum 72762 Reutlingen	LUXCONTROL S.A. L- 4330 Esch / Alzette	Fraunhofer IME Auf dem Aberg 1 57392 Schmallenberg
Umweltministerium Luxemburg L-1950 Luxemburg	Politechnika Warszawska Institut Systemów Inżynierii Środowiska 00-653 Warszawa (Polen)	
BASF AG BASF Agrarzentrum 67114 Limburgerhof		
Fachhochschule Anhalt 06366 Köthen		