



Umwelttechnik

Respirometer

BSBdigi - O₂

BSBdigi - CO₂

Beschreibung

Applikationen

- ◆ **Bestimmung des klassischen BSB₅ (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)**
- ◆ **Stoffwechsellanalytik**
- ◆ **Vollständige biologische Abbaubarkeit unter aeroben Bedingungen
(s.a. Zusammenstellung relevanter Normen und Richtlinien)**
- ◆ **Abbauversuche in Wasser und Böden**
- ◆ **Automatische Kontrolle / Überwachung von Abwässern**
- ◆ **Toxizitätstests**
- ◆ **Abbauversuche chemischer Substanzen**
- ◆ **Bestimmung biologischer Aktivitäten**
- ◆ **Atmungsaktivität (AT₄)**
- ◆ **Produktuntersuchungen**
- ◆ **Nachweis der biologischen Abbaubarkeit von Schadstoffen**
- ◆ **Bodenqualitätsanalyse / Altlastenanalyse**
- ◆ **Untersuchung von Bodenkontamination**
- ◆ **Rieselfeldanalyse**
- ◆ **Restmüllanalyse / Kompostierung**

Vorteile

Allgemeines System:

- ◆ Konstanter O₂- 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 CO₂ wird gebunden
- ◆ Abgeschlossenes Meßsystem - unabhängig von barometrischen Luftdruckschwankungen
- ◆ Für Langzeitmessungen
- ◆ Konstante reproduzierbare Versuchsbedingungen
- ◆ Modulare Bauweise, von 1 bis über 100 Messstellen flexibel aufrüstbar
- ◆ Online CO₂ Erfassung (Optional oder nachrüstbar)
- ◆ Optische Anzeige bei Grenzwert Über- bzw. Unterschreitung der O₂ Steuerung
- ◆ Für Proben geringer Sauerstoffzehrung, kann der Zeittakt bzw. die Genauigkeit um einen Faktor 10 erhöht werden – von 1 BSB auf 1/10 BSB.

Vorteile

Probenflaschen:

- ◆ Gewährleistete hohe Dichtigkeit
- ◆ Voll autoklavierbare Ausführung erhältlich
- ◆ Probenahme bei laufender Messung möglich
- ◆ Verschiedene Volumina der Probengefäße stehen zur Verfügung:
250 ml / 500 ml / 1.000ml / 2.000ml / 5.000 ml
Sondergefäße in kundenspezifischen Ausführungen
- ◆ Keine Wärmeeintrag in die Probe durch innovatives Magnetrührsystem

Temperierung:

- ◆ Konstante Temperatur durch Lufttemperierung, in der Probe $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{K}$
- ◆ Klimatisierung wartungsfrei
- ◆ Keine Kontaminationsprobleme durch saubere Luftatmosphäre
- ◆ Einsatzgebiete von $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ (Optional bis $6 \text{ }^\circ\text{C}$)
- ◆ Geringer Platzbedarf
- ◆ Sauberes arbeiten, kein tropfen und spritzen bei Entnahme der Probenflaschen
- ◆ Schnelle Reaktionszeit bei Umstellung der Temperatur
- ◆ Klimaschrank besonders auch zur Vortemperierung geeignet

Vorteile

Software:

- ◆ MS- Dos oder MS- Windows Software, beide in Fenstertechnik
- ◆ Einfache Software mit geringen Systemansprüchen
- ◆ Software für PC ab Pentium 1- Prozessoren einsetzbar
- ◆ MS- Windows Software einsetzbar ab WIN 95
- ◆ Einfach zu bedienen mit allen notwendigen Bedienelementen
- ◆ Freie Auswahl der Meßzellen
- ◆ Ablauf mehrere Messreihen parallel
- ◆ Tagebuchfunktion für Versuchsdokumentation
- ◆ Automatisches Meldungsprotokoll
- ◆ Abbaukurve jederzeit grafisch darstellbar
- ◆ 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

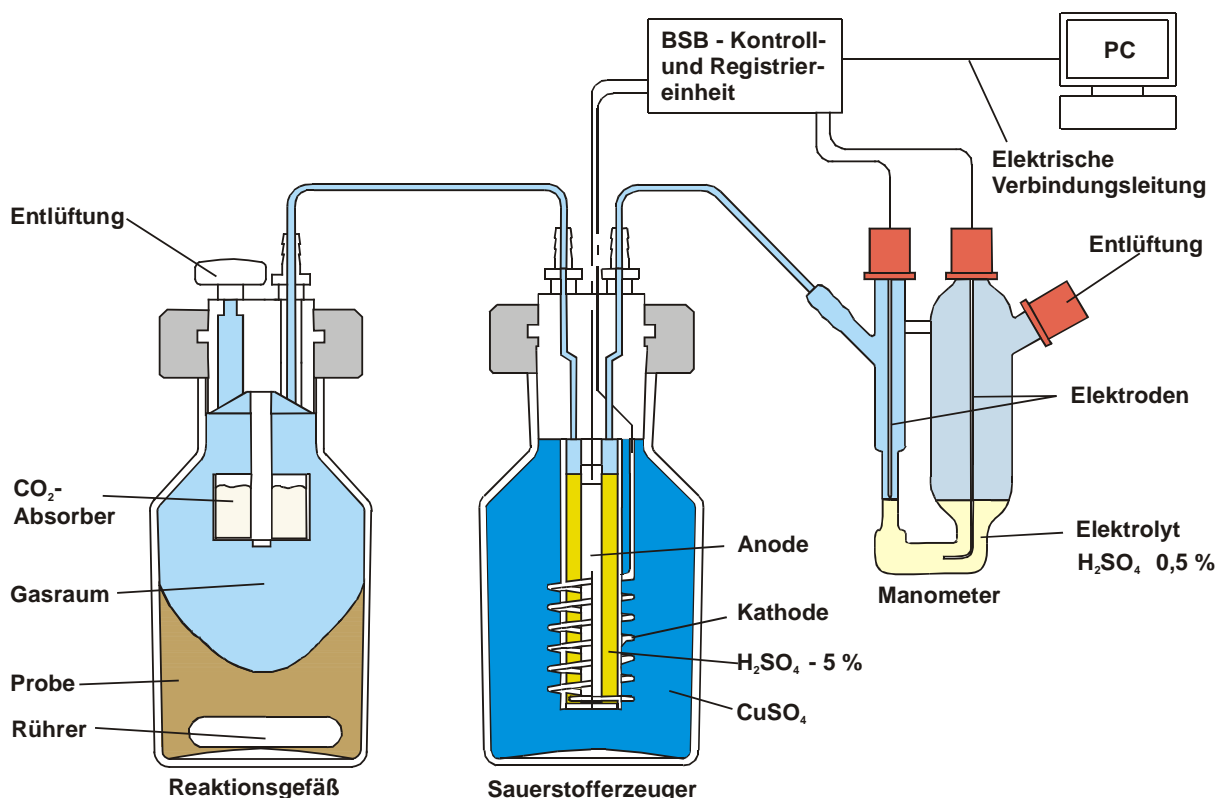
Messverfahren BSBdigi O₂

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 CO₂-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 CO₂-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 entstehen

de Überdruck drückt die Elektrolyt- Flüssigkeit nach unten, die Sauerstofferzeugung wird eingestellt. Die elektrolytisch produzierte Sauerstoffmenge ist genau definiert. (1 mg / L O₂ = 1 mg / L BSB).

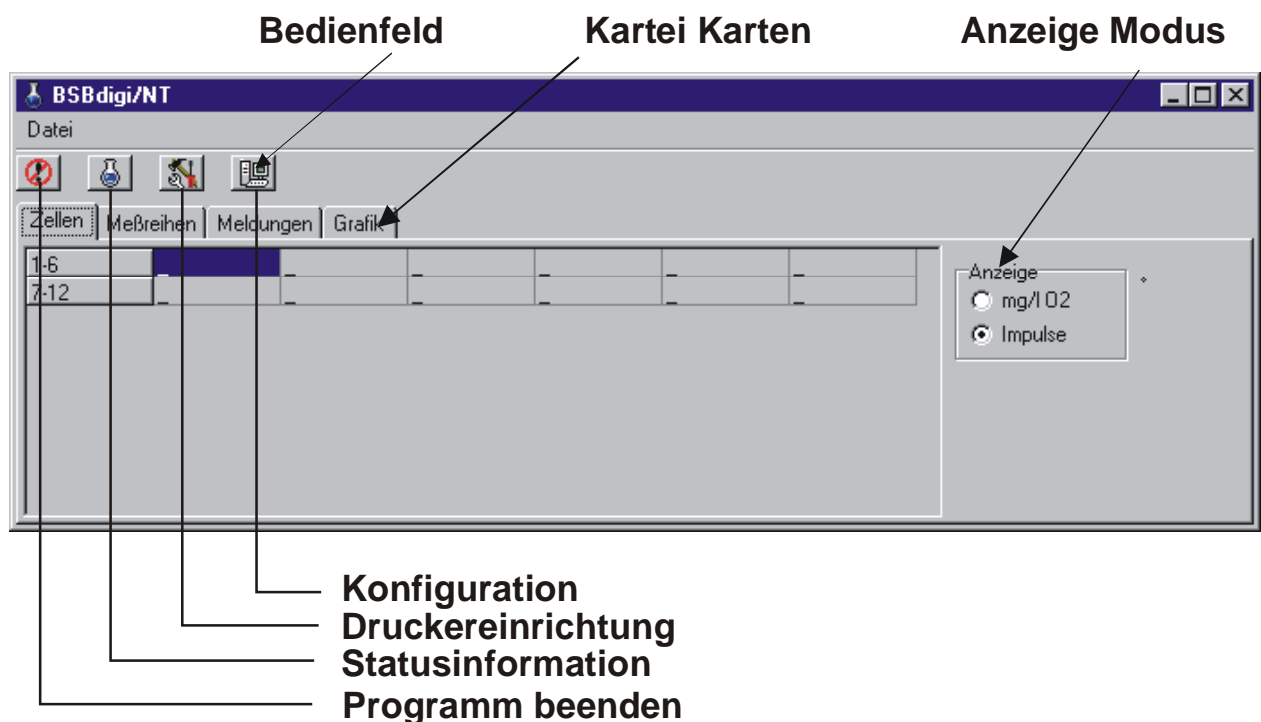
Die Schaltzyklen werden über einen BSB- Messeinschub erfasst und angezeigt. Sie können auch online über eine digitale Ein-/Ausgabekarte in einem PC mit erfasst und gleich grafisch ausgewertet oder tabellarisch angezeigt werden.



Softwarebeschreibung

Zum Erfassen und Auswerten der BSB - Messdaten

- ◆ einfache Software mit geringen Systemansprüchen
- ◆ MS-DOS oder Windows Software (ab WIN 95 bis XP)
- ◆ Automatische Berechnung des spezifischen O₂ - Verbrauches nach DIN
- ◆ Berechnung des prozentualen biologischen Abbaues in Prozent nach DIN
- ◆ Bedienoberfläche in SAA-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
- ◆ Bildschirmschoner
- ◆ Passwortschutz
- ◆ Datenexport im ASCII-Format (Übertrag in Excel)
- ◆ Druckertreiber für handelsübliche Drucker
- ◆ Grafikfunktion zur Bildschirmausgabe von Versuchskurven
- ◆ Selbststart nach Störungen z.B. Stromausfall



Bildschirmaufbau

Komponenten des Systems

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

Bestehende Geräte können problemlos auf- bzw. nachgerüstet werden. Oder auf Probengefäße mit 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1.000 ml, 2.000 ml bzw. 5.000 ml Volumen umgerüstet werden.

Auch auf die neuen Probengefäße mit integrierter CO₂ Messung kann nachträglich genauso problemlos umgerüstet werden.

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

BSBdigi Grundgerät - Rührgestell

Die BSB-Grundeinheit / Rühreinheit ist standardmäßig als 6er-Einheit aufgebaut. Reaktionsgefäße, Sauerstofferzeuger und Präzisionsmanometer sind auf dieser Grundeinheit entsprechend angeordnet. Der Antrieb der Magnetrührstäbe erfolgt durch einen wartungsfreien, verschleißarmen Keilrippenriemenantrieb. Dieser wird durch einen hochwertigen elektronisch kommutierten Elektromotor angetrieben. Dieser ist hinter den Rührstellen platziert, womit ein Wärmeeintrag in die Probe vermieden wird.

Die Grundeinheit kann einzeln oder über entsprechende Gestellaufbauten auf Teleskopeinschüben bzw. im Thermostatschrank in mehreren 6er-Einheiten übereinander angeordnet werden.

Die Ausführungen mit 3 x 1 L, 3 x 2 L oder 3 x 5 L Probengefäßen und vergrößerten Sauerstofferzeugern entsprechen grundsätzlich dem Standardaufbau.

Probenmessgefäß

Im Standard kommen 500 ml Probengefäße zum Einsatz. Für größere Probenmengen stehen dem Anwender auch 1.000 ml, 2.000 ml und 5.000 ml Gefäße zur Verfügung, bzw. neu 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 CO₂-Absorber integriert.

Als CO₂-Absorber werden Natronkalk oder NaOH-Plätzchen 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.

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 Messeinschub

Jeder Messstelle wird ein BSBdigi Messeinschub zugeordnet. Der Reaktionsverlauf wird kontinuierlich elektronisch und durch mechanische Zähler überwacht. Die Informationen der mechanischen Zähler bleibt erhalten z.B. bei Rechnerabsturz oder Stromausfall. Die Einschübe sind in 19" Technik ausgeführt und in einem 19"-Rack elektronisch verschalten. Ein 19"-Rack beinhaltet maximal 6 BSBdigi Einschübe mit je einem Netzteil und Takteinschub. In entsprechenden 19"-Schränken können mehrere dieser 19"-Racks untereinander aufgebaut werden. Der DIGI-Einschub enthält die Konstantstromversorgung für die Sauerstoffzelle, der 19"-Takteinschub den Präzisionstaktgeber für die Dauer des Stromflusses.

Für eine höhere Empfindlichkeit bei niederen BSB Werten kann der Ableserhythmus verzehnfacht werden.

Parallel dazu werden optionell die Daten auf ein BSBdigi- PC-System weitergeleitet.

Thermostatschrank

Neuer Thermostatschrank mit Digitalsteuerung, bietet die Gewähr für eine exakte Referenztemperatur von 5 - 50°C ($\pm 0,2^\circ C$) durch Umluft. Abweichung in der Flüssigprobe kleiner $\pm 0,1^\circ C$. Er bietet Platz von 6 bis maximal 18 Messstellen. Die BSBdigi Grundgeräte max. 3 Stück, werden in entsprechende Teleskopauszüge montiert und garantieren damit hohen Bedienkomfort. Maße: 74 x 74 x 170 cm (B x T x H).

BSBdigi Rechner

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

Die Ausgabe erfolgt wahlweise in Tabellenform oder als Grafik.

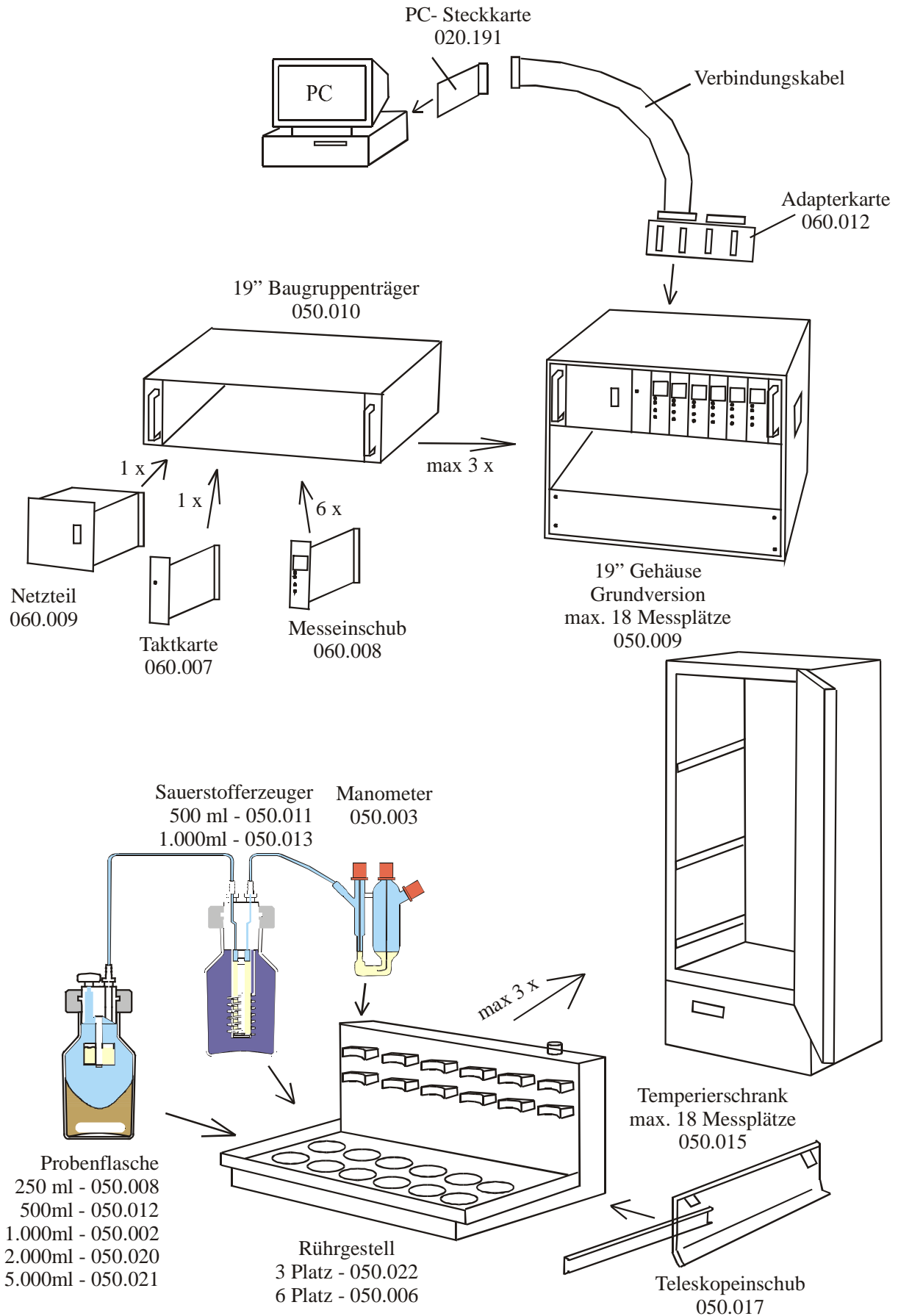
Alle Werte können jederzeit angezeigt werden.

BSB CO₂ - Leitfähigkeit

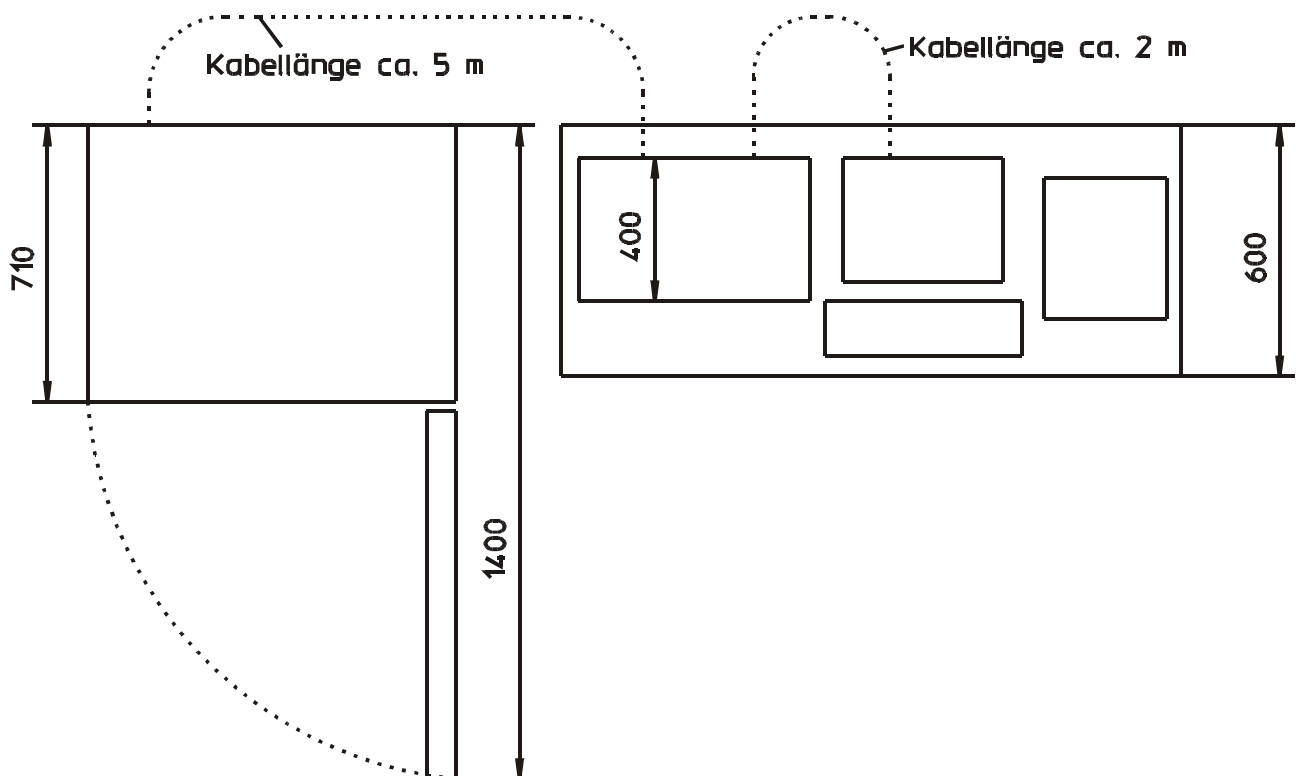
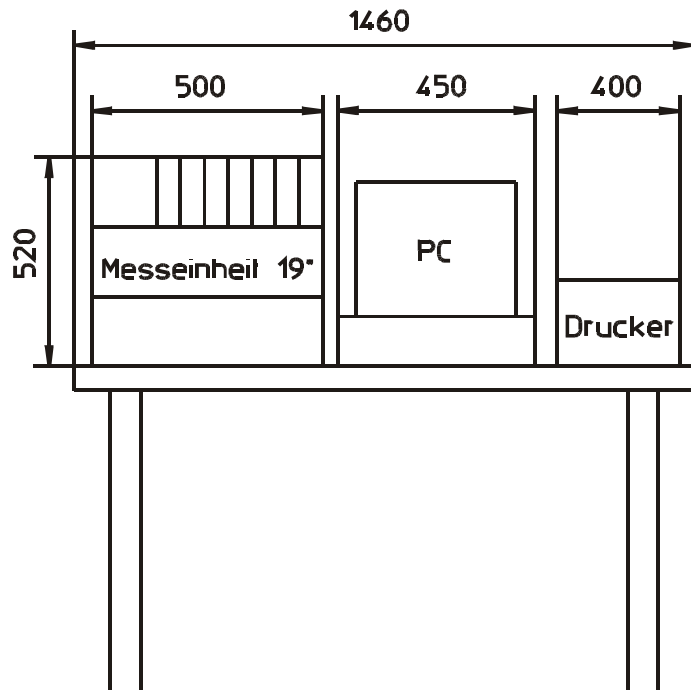
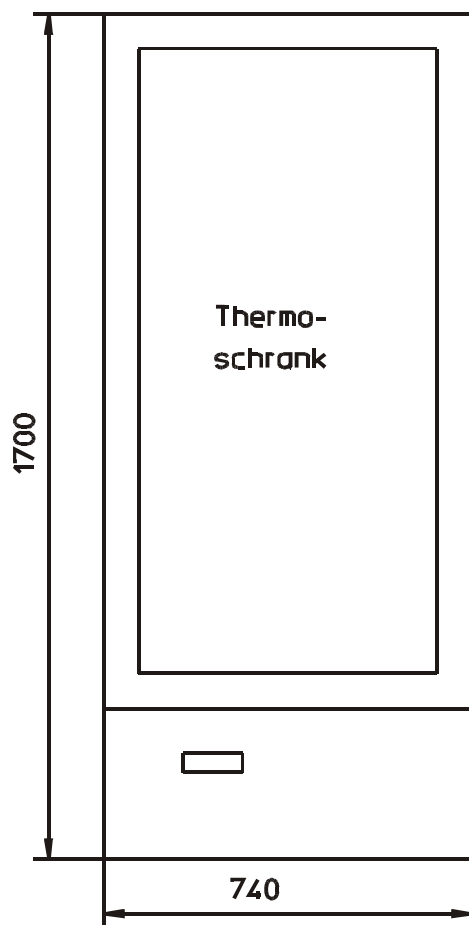
Alle Modelle können mit dieser Messung auf- bzw. nachgerüstet werden.

Zusätzlich zu den BSB Werten, wird hier der CO₂ Eintrag über eine Leitfähigkeitsmessung bestimmt. Diese LF- Werte und die dazugehörigen Temperaturwerte in den entsprechenden Probengefäßen werden über den Rechner online erfasst und können grafisch ausgewertet werden. Beschreibung weiter hinten.

Systemanordnung



Platzbedarf - Maßzeichnung



Die 19" Messeinheit kann auch auf dem Thermoschrank platziert werden.

Messverfahren BSBdigi CO₂

Neue Kombination O₂ – Messung gekoppelt mit einer CO₂ - 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 Abbaubarkeit von organischen Verbindungen, mit der Erfassung von der C - Umsetzung in CO₂ als Stoffwechselendprodukt, siehe Gl. 1.

Konventionelle Respirometer erlauben nur die kontinuierliche Messung des O₂ - Verbrauchs in einem biologischen System. Um die tatsächliche Mineralisation erfassen zu können, d. h. um das Stoffwechselendprodukt CO₂ des aeroben Abbaus zu bestimmen, wurde ein herkömmlicher Respirometer mit einer "einfachen" Messeinrichtung erweitert, siehe Abb. 1.

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 beschreibenden Parameter Sauerstoffverbrauch und CO₂-Entwicklung ermöglicht die sichere und eindeutige Beurteilung des biologischen Abbaus und erlaubt eine C- Bilanzierung.

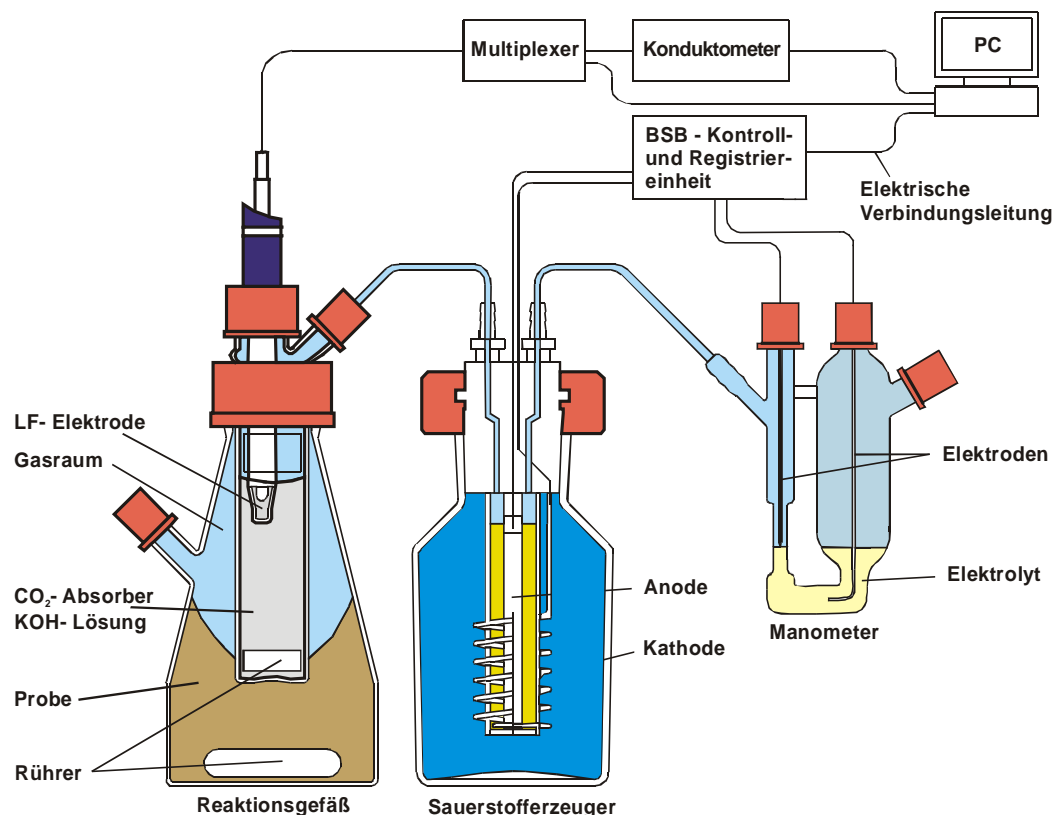
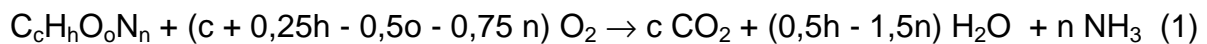


Abb.: Verbessertes Respirometer mit kontinuierlicher Messung von O₂-Verbrauch und gleichzeitiger Ermittlung der CO₂-Produktion, BSBdigi CO₂

Beispiel:

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

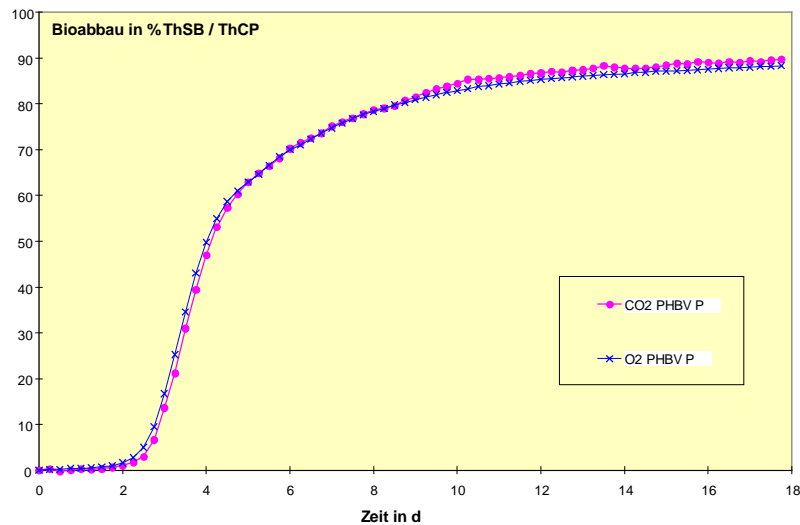


Abb. 2: PHBV Pulver Abbau im wässrigen System bei 20°C. Normierte Darstellung von O₂-Verbrauch als Theoretischer Sauerstoffbedarf (ThSB) und CO₂-Produktion als Theoretische Kohlendioxid Freisetzung (ThCP).

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 CO₂-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) mit berücksichtigt wird.

Dieses neue Messgerät, basiert auf unserem Respirometer, Typ BSBdigi, welches gekoppelt mit einer "Einfach"- CO₂ - Bestimmung zu einem Prüfgerät BSB - CO₂ erweitert wurde, das somit gleichzeitig die Durchführung des CO₂ -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 - CO₂)

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: CO₂ 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 CO₂ 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

Referenzliste BSBdigi

TU Hamburg-Harburg 21073 Hamburg	Technische Fachhochschule 15745 Wildau	Hochschule Bremen Angewandte Mikrobiologie 28199 Bremen
Züblin Umwelttechnik GmbH 70567 Stuttgart	Dr. Fintelmann & Dr. Meyer 22761 Hamburg	Martin Luther Universität Halle- Wittenberg FB Verfahrentechnik 06217 Merseburg
Keramchemie 56425 Siershahn	Umweltministerium Luxemburg L-1950 Luxemburg	Internationales Hochschulinstitut Zittau 02763 Zittau
Uni Stuttgart - Institut für Siedlungswasserbau Abteilung Abwassertechnik 70569 Stuttgart	BASF AG BASF Agrarzentrum 67114 Limburgerhof	BAM - Bundesanstalt für Materialforschung 12200 Berlin
Landesumweltamt Brandenburg Forschungsstelle Trebbin 14959 Trebbin	Université de Compiègne Frankreich	Boehringer Ingelheim Pharma KG 88397 Biberach / Riss
Uni Stuttgart - Institut für Siedlungswasserbau Abteilung Biologie 70569 Stuttgart	Fachhochschule Anhalt 06366 Köthen	UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH 04301 Leipzig
Fraunhofer Institut Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik 70569 Stuttgart	Hochschule für Technik und Wirtschaft 09648 Mittweida	LUXCONTROL S.A. L- 4330 Esch / Alzette
BASF AG 67056 Ludwigshafen	Infraserv GmbH & Co KG Höchst KG 65926 Frankfurt / Main	Politechnika Warszawska Instytut Systemów Inżynierii Środowiska 00-653 Warszawa (Polen)
Cilag AG Abteilung Sicherheit & Umwelt CH- 8201 Schaffhausen	Fachhochschule Kaiserslautern Bauingenieurswesen 67657 Kaiserslautern	Budapest University of Technology and Economics 1111 Budapest
Fachhochschule Gelsenkirchen Labor für Abwassertechnik 45877 Gelsenkirchen	Institut für Ingenieurbiologie und Biotechnologie des Abwassers Universität Karlsruhe 76131 Karlsruhe	ZZV Department of Health Dalmatinova 3 8000 Novo Mesto Slovenien
Kläranlage Kreßbronn 88079 Kreßbronn	BASF S.A. Guaratinguetá Av. Brasil 791 Mr. Celso Hoffmann 12521-140 GUARATINGUETÁ BRASIL IEN	Universität Hamburg Institut für Bodenkunde Allende Platz 2 20146 Hamburg
Kläranlage Stockacher Aach 78333 Stockach	Institut für Agrartechnik Bornim E. V. (ATB) 14469 Potsdam - Bornim	
Fachhochschule Biberach 88400 Biberach / Riss	Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik & Recycling Uni Erlangen- Nürnberg 91058 Erlangen	
Steinbeis-Transferzentrum für Angewandte und Umweltchemie 72762 Reutlingen		