

DIN EN ISO 23977-1



ICS 83.080.01

Einsprüche bis 2021-07-28

Entwurf

**Kunststoffe –
Bestimmung des aeroben Bioabbaus von Meerwasser ausgesetzten
Kunststoff-Materialien –
Teil 1: Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxids
(ISO 23977-1:2020);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 23977-1:2021**

Plastics –

Determination of the aerobic biodegradation of plastic materials exposed to seawater –
Part 1: Method by analysis of evolved carbon dioxide (ISO 23977-1:2020);
German and English version prEN ISO 23977-1:2021

Plastiques –

Détermination de la biodégradation aérobie des matières plastiques exposées à l'eau de mer –
Partie 1: Méthode par analyse du dioxyde de carbone dégagé (ISO 23977-1:2020);
Version allemande et anglaise prEN ISO 23977-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-05-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnk@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 23977-1:2020 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 23977-1:2021 durch das Technische Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ übernommen, dessen Sekretariat von NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-03-02 AA „Bioabbaubare Kunststoffe“ im DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 5667-3	siehe	DIN EN ISO 5667-3
ISO 8245	siehe	DIN ISO 8245
ISO 10210	siehe	DIN EN ISO 10210
ISO 10523	siehe	DIN EN ISO 10523
ISO 11261	siehe	DIN ISO 11261
ISO 14851	siehe	DIN EN ISO 14851
ISO 14852	siehe	DIN EN ISO 14852
ISO 14853	siehe	DIN EN ISO 14853
ISO 14855-1	siehe	DIN EN ISO 14855-1
ISO 14855-2	siehe	DIN EN ISO 14855-2
ISO 15985	siehe	DIN EN ISO 15985
ISO 17556:2019	siehe	DIN EN ISO 17556:2019-09
ISO 18830	siehe	DIN EN ISO 18830
ISO 19679	siehe	DIN EN ISO 19679

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5667-3, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben*

DIN EN ISO 10210, *Kunststoffe — Verfahren für die Probenvorbereitung zur Prüfung des Bioabbaus von Kunststoff-Materialien*

DIN EN ISO 10523, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung des pH-Werts*

DIN ISO 11261, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung von Gesamt-Stickstoff — Modifiziertes Kjeldahl-Verfahren*

DIN EN ISO 14851, *Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoff-Materialien in einem wässrigen Medium — Verfahren mittels Messung des Sauerstoffbedarfs in einem geschlossenen Respirometer*

DIN EN ISO 14852, *Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoff-Materialien in einem wässrigen Medium — Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxides*

DIN EN ISO 14853, *Kunststoffe — Bestimmung des vollständigen anaeroben Bioabbaus von Kunststoff-Materialien in einem wässrigen Medium — Verfahren mittels Analyse der Biogasentwicklung*

DIN EN ISO 14855-1, *Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoff-Materialien unter den Bedingungen kontrollierter Kompostierung — Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxides — Teil 1: Allgemeines Verfahren*

DIN EN ISO 14855-2, *Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoff-Materialien unter den Bedingungen kontrollierter Kompostierung — Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxides — Teil 2: Gravimetrische Messung des freigesetzten Kohlenstoffdioxides im Labormaßstab*

DIN EN ISO 15985, *Kunststoffe — Bestimmung des vollständigen anaeroben Bioabbaus unter anaeroben High-Solid-Aufschlussbedingungen — Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Biogases*

DIN EN ISO 17556:2019-09, *Kunststoffe — Bestimmung der vollständigen aeroben Bioabbaubarkeit von Kunststoffmaterialien im Boden durch Messung des Sauerstoffbedarfs in einem Respirometer oder der Menge des entstandenen Kohlendioxids (ISO 17556:2019); Deutsche Fassung EN ISO 17556:2019*

DIN EN ISO 18830, *Kunststoffe — Bestimmung des aeroben Bioabbaus von nicht-schwimmenden Kunststoffmaterialien in einer Meerwasser/Sediment-Schnittstelle — Prüfverfahren mittels Messung des Sauerstoffbedarfes in einem geschlossenen Respirometer*

DIN EN ISO 19679, *Kunststoffe — Bestimmung des aeroben Bioabbaus von nicht-schwimmenden Kunststoffmaterialien in einer Meerwasser/Sediment-Schnittstelle — Prüfverfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxids*

DIN ISO 8245, *Wasserbeschaffenheit; Richtlinien zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC)*

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Kunststoffe — Bestimmung des aeroben Bioabbaus von Meerwasser ausgesetzten Kunststoff-Materialien — Teil 1: Verfahren mittels Analyse des freigesetzten Kohlenstoffdioxids (ISO 23977-1:2020)
<i>Titel en:</i>	Plastics — Determination of the aerobic biodegradation of plastic materials exposed to seawater — Part 1: Method by analysis of evolved carbon dioxide (ISO 23977-1:2020)
<i>Titel fr:</i>	Plastiques — Détermination de la biodégradation aérobie des matières plastiques exposées à l'eau de mer — Partie 1: Méthode par analyse du dioxyde de carbone dégagé (ISO 23977-1:2020)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	9
5 Prüfumgebung	10
6 Reagenzien	10
6.1 Wasser	10
6.2 Natürliches Meerwasser/Sediment	10
7 Prüfeinrichtung	11
8 Verfahren	11
8.1 Prüfmaterial	11
8.2 Referenzmaterialien	12
8.3 Prüfaufbau	12
8.4 Vorkonditionierungsphase	13
8.5 Beginn der Prüfung	13
8.6 Kohlendioxidmessung	14
8.7 Ende der Prüfung	15
9 Berechnung und Auswertung der Ergebnisse	15
9.1 Berechnung	15
9.1.1 Menge an erzeugtem CO ₂	15
9.1.2 Prozentualer Anteil des Bioabbaus	17
9.2 Sichtprüfung	18
9.3 Angabe und Auswertung der Ergebnisse	18
10 Gültigkeit der Ergebnisse	18
11 Prüfbericht	19
Anhang A (informativ) Beispiel eines Respirometersystems	20
Literaturhinweise	22

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 23977-1:2020 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics,“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ als prEN ISO 23977-1:2021 übernommen, dessen Sekretariat von NBN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 23977-1:2020 wurde von CEN als prEN ISO 23977-1:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 14, *Environmental aspects* erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 23997 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Entsprechend dem United Nations Environment Program (UNEP) besteht eine der bemerkenswertesten Eigenschaften synthetischer Polymere und Kunststoffe in ihrer Dauerhaftigkeit, die in Kombination mit ihrem versehentlichen Verlust, der vorsätzlichen Freisetzung und einem schlechten Abfallmanagement zu einer allgegenwärtigen Verbreitung von Kunststoff in Ozeanen geführt hat (UNEP, 2015^[16]).

Es ist allgemein bekannt und dokumentiert, dass Abfall im Meer eine Gefahr darstellen und im Meer lebende Organismen ebenso wie Menschen negativ beeinflussen kann. Die Abbaubarkeit von Kunststoffmaterialien im Meer ist einer der Faktoren, die die Auswirkung und Stärke der Effekte beeinflussen. Die unkontrollierte Verbreitung von biologisch abbaubarem Kunststoff in der Natur ist nicht wünschenswert. Die Bioabbaubarkeit von Produkten kann keine Rechtfertigung für die Verbreitung von Abfallstoffen sein, die eigentlich stofflich verwertet und recycelt werden sollten. Jedoch besteht ein Interesse an Prüfverfahren, in denen die Geschwindigkeit und der Grad des Bioabbaus in natürlichen Umgebungen festgestellt werden, damit eine bessere Charakterisierung des Verhaltens von Kunststoff in diesen speziellen Umgebungen möglich ist. Der Grad und die Rate des Bioabbaus sind daher von erheblichem Interesse, um einen Hinweis auf die potentielle Bioabbaubarkeit von Kunststoffen bei Exposition gegenüber verschiedenen Meereshabitaten zu erhalten.

ISO/TC 61/SC 14 hat mehrere Prüfverfahren für die Prüfung des Bioabbaus von Kunststoffen festgelegt, die verschiedene Umweltkompartimente und Prüfbedingungen abdecken, wie in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1 — Prüfverfahren für die Prüfung der Bioabbaubarkeit von Kunststoffen

Bedingungen		Prüfverfahren
Umweltkompartiment	Anwesenheit/Abwesenheit von Sauerstoff	
Kontrollierte Kompostierungsbedingungen	Aerobe Bedingungen	ISO 14855-1
		ISO 14855-2
Anaerobe Verdauungsbedingungen mit hohem Feststoffgehalt	Anaerobe Bedingungen	ISO 15985
Kontrolliertes anaerobes Schlammsystem	Anaerobe Bedingungen	ISO 13975
Boden	Aerobe Bedingungen	ISO 17556
Wässriges Medium	Aerobe Bedingungen	ISO 14851
	Aerobe Bedingungen	ISO 14852
	Anaerobe Bedingungen	ISO 14853
Übergang zwischen Meerwasser/sandigem Sediment	Aerobe Bedingungen	ISO 18830 ^a
		ISO 19679 ^a
Meeressediment	Aerobe Bedingungen	ISO 22404 ^a
Meerwasser	Aerobe Bedingungen	ISO 23977-1 ^a
		ISO 23977-2 ^a

^a Prüfverfahren für die Messung des Bioabbaus von Kunststoffmaterialien bei Exposition gegenüber Meeresmikroben.

Alle Prüfverfahren für den Bioabbau im Meer basieren auf einer Exposition von Kunststoffmaterialien gegenüber Meeresproben (Meerwasser und/oder Sediment), die in Küstenbereichen entnommen wurden. Aus quantitativer Sicht sind diese Verfahren nicht äquivalent, weil beispielsweise die Mikrobendichte im Meerwasser grundsätzlich geringer ist als die im Sediment bestimmte Dichte. Darüber hinaus kann sich die Zusammensetzung und Diversität der Mikroben unterscheiden. Des Weiteren ist die Nährstoffkonzentration im Sediment üblicherweise höher als im Meerwasser.

Dieses Dokument bietet ein Prüfverfahren unter Laborbedingungen für die Bestimmung des Bioabbaugrads von Kunststoffmaterialien, die der Mikrobenpopulation in Meerwasser aus der Pelagialzone ausgesetzt sind. Im Anschluss an den Bioabbau wird das freigesetzte CO₂ gemessen.

Die Prüfung wird entweder nur mit Meerwasser durchgeführt („Pelagialmeerwasserprüfung“) oder mit Meerwasser, dem ein wenig Sediment hinzugefügt wurde („Prüfung von Meerwasser mit gelöstem Sediment“).

Die Pelagialmeerwasserprüfung simuliert die in Offshore-Bereichen angetroffenen Bedingungen mit geringen Wasserströmungen und geringen Gezeitenbewegungen, während die Prüfung des Meerwassers mit gelöstem Sediment Bedingungen simuliert, die in Küstenbereichen mit starken Wasserströmungen und Gezeitenbewegungen auftreten könnten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Laborprüfverfahren für die Bestimmung des Grads und der Rate der aeroben Zersetzung von Kunststoffmaterialien fest. Der Bioabbau wird durch die Messung des CO₂, das von Kunststoffmaterialien in Kontakt mit Meerwasser aus Küstenbereichen freigesetzt wird, unter Laborbedingungen bestimmt.

Die in diesem Dokument beschriebenen Bedingungen entsprechen möglicherweise nicht immer den optimalen Bedingungen für den maximalen Grad des Bioabbaus, jedoch ist dieses Prüfverfahren dafür ausgelegt, einen Hinweis auf die potentielle Bioabbaubarkeit von Kunststoffmaterialien zu liefern.

ANMERKUNG Dieses Dokument behandelt Kunststoffmaterialien, kann aber auch für andere Materialien verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 5667-3, *Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of water samples*

ISO 8245, *Water quality — Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC)*

ISO 10210, *Plastics — Methods for the preparation of samples for biodegradation testing of plastic materials*

ISO 10523, *Water quality — Determination of pH*

ISO 11261, *Soil quality — Determination of total nitrogen — Modified Kjeldahl method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Pelagialzone

Gewässer über dem Meeresboden

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch bezeichnet als offenes Gewässer oder Wassersäule.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Oberfläche der Pelagialzone wird durch windgetriebene Wellen bewegt. Sie ist der Atmosphäre und dem Sonnenlicht ausgesetzt. Mit zunehmender Tiefe steigt der Druck, die Temperatur sinkt und das Licht und die Energie der Oberflächenwellen werden gedämpft.

[QUELLE: ISO 22766:2020, 3.4]

3.2
gelöster anorganischer Kohlenstoff
DIC, en: dissolved inorganic carbon
Teil des anorganischen Kohlenstoffs in Wasser, der durch ein festgelegtes Phasentrennverfahren nicht abgetrennt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Phasentrennverfahren können beispielsweise durch Zentrifugation bei $40\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ für 15 min oder durch Membranfiltration mit Membranen, deren Porendurchmesser $0,2\text{ }\mu\text{m}$ bis $0,45\text{ }\mu\text{m}$ beträgt, erreicht werden.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.4]

3.3
theoretische Menge an gebildetem Kohlenstoffdioxid
ThCO₂
maximale theoretische Menge an Kohlenstoffdioxid, die sich nach der vollständigen Oxidation einer chemischen Verbindung ergibt, berechnet aus der Molekularformel

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Milligramm an Kohlenstoffdioxid je Milligramm oder Gramm der Prüfverbindung angegeben.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.5]

3.4
Gesamtmenge an organischem Kohlenstoff
TOC, en: total organic carbon
Menge Kohlenstoff, gebunden in einer organischen Substanz

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gesamtmenge an organischem Kohlenstoff wird angegeben in Milligramm Kohlenstoff je 100 mg Substanz.

[QUELLE: ISO 17556:2019, 3.14]

3.5
gelöster organischer Kohlenstoff
DOC, en: dissolved organic carbon
Teil des organischen Kohlenstoffs in Wasser, der durch ein festgelegtes Phasentrennverfahren nicht abgetrennt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Phasentrennung lässt sich beispielsweise durch Zentrifugation bei $40\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ für 15 min oder durch Membranfiltration mit Membranen, deren Porendurchmesser $0,2\text{ }\mu\text{m}$ bis $0,45\text{ }\mu\text{m}$ beträgt, erreichen.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.7]

3.6
Verzögerungsphase
Zeit zwischen dem Beginn einer Prüfung und dem Erreichen einer ausreichenden Adaption und/oder Selektion der abbauenden Mikroorganismen sowie einem Anstieg des Grades des Bioabbaus einer chemischen Verbindung oder einer organischen Substanz bis auf etwa 10 % des *maximalen Grades des Bioabbaus* (3.8)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Tagen gemessen.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.8]

3.7

Bioabbauphase

Zeit vom Ende der *Verzögerungsphase* (3.6) einer Prüfung bis zum Erreichen der Plateauphase

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Tagen gemessen.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.10]

3.8

maximaler Grad des Bioabbaus

Grad des Bioabbaus einer chemischen Verbindung oder einer organischen Substanz in einer Prüfung, oberhalb dessen während dieser Prüfung kein weiterer Bioabbau stattfindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Er wird in Prozent gemessen.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.9]

3.9

Plateauphase

Zeit vom Ende der *Bioabbauphase* (3.7) bis zum Ende der Prüfung

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Tagen gemessen.

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.11]

3.10

Vorkonditionierung

vorgeschaltete Inkubation eines Inokulums unter den Bedingungen der nachfolgenden Prüfung, jedoch ohne das Vorliegen der zu prüfenden chemischen Verbindung oder organischen Substanz, wobei das Ziel darin besteht, die Prüfung durch die Akklimatisierung der Mikroorganismen an die Prüfbedingungen zu verbessern

[QUELLE: ISO 14852:—, 3.13]

4 Kurzbeschreibung

Dieses Dokument beschreibt zwei Variationen eines Prüfverfahrens zur Bestimmung der Bioabbaubarkeit von Kunststoffmaterialien durch die indigene Mikroorganismenpopulation in natürlichem Meerwasser unter Verwendung eines statischen wasserhaltigen Prüfsystems. Diese Prüfung wird unter mesophilen Bedingungen über einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren durch Inkubation von Kunststoffmaterialien entweder nur mit Meerwasser („Pelagialmeerwasserprüfung“) oder mit Meerwasser, dem eine geringe Menge Sediment hinzugefügt wurde („Prüfung von Meerwasser mit gelöstem Sediment“) von demselben Ort, an dem die Meerwasserprobe entnommen wurde, durchgeführt.

Im Anschluss an den Bioabbau erfolgt die Messung der Freisetzung von Kohlenstoffdioxid anhand eines geeigneten Analyseverfahrens. Der Grad des Bioabbaus wird durch den Vergleich zwischen der Menge des gebildeten Kohlenstoffdioxids und der theoretischen Menge [theoretische Menge des freigesetzten Kohlenstoffdioxids (ThCO_2)] bestimmt und als Prozentsatz angegeben. Das Prüfergebnis ist der anhand der Plateauphase der Bioabbaukurve bestimmte höchste Grad des Bioabbaus. Das Prinzip eines Systems für die Messung von freigesetztem Kohlenstoffdioxid ist in ISO 14852:—, Anhang A angegeben.

5 Prüfungsumgebung

Die Inkubation muss im Dunkeln oder in diffusem Licht in einem abgeschlossenen Raum erfolgen, der frei von Dämpfen ist, die die Meeresmikroorganismen inhibieren, und der konstant bei einer mesophilen Temperatur gehalten wird. Die Temperatur sollte vorzugsweise 15 °C bis 25 °C, aber nicht mehr als 28 °C, mit einer Genauigkeit von ± 1 °C betragen. Jede Änderung der Temperatur muss begründet und eindeutig im Prüfbericht angegeben werden.

ANMERKUNG Die Prüfergebnisse basieren auf Temperaturen, welche von den realen Bedingungen in der Meeresumwelt abweichen können.

6 Reagenzien

Es dürfen nur Reagenzien mit anerkannter Analysenreinheit verwendet werden.

6.1 Wasser

Destilliertes oder deionisiertes Wasser, das frei von toxischen Substanzen (insbesondere Kupfer) ist und weniger als 2 mg/l TOC enthält.

6.2 Natürliches Meerwasser/Sediment

Die Probenahme, Konservierung, Handhabung, der Transport und die Lagerung von natürlichem Meerwasser und gegebenenfalls Sediment, das von der gleichen Stelle wie das Meerwasser entnommen wurde, müssen ISO 5667-3 entsprechen.

Vor dem Gebrauch werden grobe Partikel aus dem Meerwasser und gegebenenfalls dem Sediment durch geeignete Mittel entfernt. Das verwendete Verfahren muss angegeben werden.

Meerwasser kann mit einem Papierfilter gefiltert werden, um grobe Partikel zu entfernen. Es wird empfohlen, die Menge an groben Partikeln im Sediment durch mindestens zwei Waschschriffe mit gefiltertem Meerwasser ohne grobe Partikel zu entfernen.

Der TOC, pH-Wert und Stickstoffgehalt des Meerwassers und gegebenenfalls der Sedimentproben werden nach ISO 8245, ISO 10523 und ISO 11261 gemessen.

Wenn ein hoher TOC-Gehalt der Meerwasserprobe festgestellt wird, sollte das Meerwasser etwa eine Woche vor dem Gebrauch vorkonditioniert werden. Wenn beispielsweise die Hintergrundkonzentration des TOC mehr als 20 % des gesamten TOC nach Hinzugabe des Prüfobjekts beträgt, wird das Meerwasser und gegebenenfalls die Sedimentprobe unter aeroben Bedingungen bei Prüftemperatur und im Dunkeln oder bei diffusem Licht gerührt, um den Gehalt an leicht abbaubarem organischem Material zu reduzieren.

Die folgenden Informationen werden zu dem Meerwasser und gegebenenfalls zu der Sedimentprobe angegeben:

- Datum der Sammlung;
- Tiefe der Sammlung (m);
- Erscheinungsbild der Probe - trüb, klar usw.;
- Temperatur zum Zeitpunkt der Sammlung (°C);
- Salzhaltigkeit (PSU);

- gesamter organischer Kohlenstoff (TOC; mg/l);
- Stickstoff (Gesamt-N; mg/l);
- pH;
- Beschreibung der drei Vorkonditionierungsprozesse, sofern anwendbar.

7 Prüfeinrichtung

Es wird sichergestellt, dass alle Glasgeräte gründlich gereinigt und insbesondere frei von organischer oder toxischer Substanz sind. Gefordert ist die übliche Laborausrüstung und Folgendes:

7.1 Prüfkolben. Biometer-Kolben mit einem Volumen von etwa 300 ml sind geeignet. Die Gefäße müssen sich in einem Raum mit konstanter Temperatur oder in einer Apparatur mit Thermostatregelung (z. B. Wasserbad) befinden.

Es können auch Reaktoren von größerem oder geringerem Volumen verwendet werden, sofern die Umgebungsbedingungen davon nicht beeinträchtigt werden.

7.2 Behälter für den CO₂-Absorber (z. B. Becherglas), der sich in dem Luftraum eines Prüfkolbens befinden und mit 10 ml Ba(OH)₂ 0,012 5 mol/l oder 3 ml KOH 0,5 mol/l gefüllt werden muss.

Als Alternative zu Ba(OH)₂ und KOH können 4 ml NaOH 1 mol/l als CO₂-Absorber verwendet werden.

Eine geeignete Einrichtung wird im Anhang A, Bild A.1 gezeigt.

7.3 Analyseeinrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffdioxids, bestehend aus einer beliebigen geeigneten Apparatur mit ausreichender Genauigkeit, wie etwa ein CO₂-Analysegerät oder Analysegerät für gelösten anorganischen Kohlenstoff (DIC) oder eine Apparatur für die titrimetrische Bestimmung nach der vollständigen Absorption in einer basischen Lösung, muss verwendet werden.

7.4 Analysenwaage, die eine Genauigkeit von mindestens 0,1 mg haben muss.

7.5 Magnetrührer.

7.6 pH-Messgerät.

8 Verfahren

8.1 Prüfmateri al

Die Probe muss eine bekannte Masse aufweisen und ausreichend Kohlenstoff enthalten, sodass das erzeugte CO₂ mit dem gewählten System in angemessener Weise gemessen werden kann. Es wird eine Prüfmateri alkonzentration von mindestens 100 mg je Liter Meerwasser verwendet. Diese Probenmasse sollte einem TOC von etwa 60 mg/l entsprechen. Die größtmögliche Masse einer Probe je Kolben ist durch die Sauerstoffzufuhr in dem Glaskolben beschränkt. Die empfohlene Menge je Liter Meerwasser beträgt 150 mg bis 300 mg des Prüfmateri als je Liter Meerwasser. Der TOC wird aus der Summenformel berechnet oder mithilfe eines geeigneten analytischen Verfahrens bestimmt (z. B. Elementaranalyse oder Messung nach ISO 8245) und der ThCO₂ wird berechnet.