

DIN 6139-2

ICS 55.040

**Verpackung –
Sauerstoffabsorber für Verpackungsanwendungen –
Teil 2: Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit**

Packaging –
Oxygen scavengers for packaging applications –
Part 2: Determination of the rate of reaction

Emballage –
Absorbeurs d'oxygène pour utilisations dans les emballages –
Partie 2: Détermination de la vitesse de réaction

Gesamtumfang 15 Seiten

DIN-Normenausschuss Verpackungswesen (NAVp)

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Beschreibung des Verfahrens, Geräte, Probenahme, Messverfahren	5
5 Durchführung	5
5.1 Allgemeines	5
5.2 Probenaufbereitung	8
5.3 Messfrequenz und Messdauer	8
5.4 Prüftemperatur	8
5.5 Darstellung und Angabe der Ergebnisse	8
6 Prüfbericht	9
7 Beispiele für die Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten verschiedener Materialien	11
7.1 Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeitskonstante bei sauerstoffabsorbierenden PET-Flaschen	11
7.2 Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeitskonstante bei Sachets	12
7.3 Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten bei flächigen Proben	13
Literaturhinweise	15

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 115-02-06 AA „Aktive Verpackungen/Sauerstoffabsorber“ des DIN-Normenausschusses Verpackungswesen (NAVp) erstellt.

Der vorliegende Teil 2 dient der Beschreibung von Verfahren zur Charakterisierung der Reaktionskinetik von Sauerstoffabsorbern. Sie wird über die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante dargestellt. Um die Verfahren „praxisfreundlich“ zu gestalten, wurde mit mehreren Vereinfachungen gearbeitet.

Die Forschungsarbeiten zur Erstellung der Norm wurden in dem Projekt „Erarbeitung einer Prüfnorm zur Bestimmung der Zehrkinetik von aktiv sauerstoff-zehrenden Verpackungen (OxyNorm)“ durchgeführt. Sie wurden durch das Ministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Durchführung und die Auswertung der Messung zur Charakterisierung der Sauerstoffabsorptionskinetik von Substanzen, Packstoffen, Packmitteln und Packhilfsmitteln, die dazu bestimmt sind, Sauerstoff zu absorbieren. Sie umfasst aktive und aktivierbare Systeme. Die Kinetik wird über die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante dargestellt.

Diese Norm legt nicht die Reduzierung der Sauerstoffpermeation durch den Einsatz von Sauerstoffabsorbern („Aktive Sauerstoffbarriere“) fest. Diese kann nach DIN 53380-3 [18] und DIN 53380-5 [19] bestimmt werden.

Es muss beachtet werden, dass die Sauerstoffabsorption einiger sauerstoffabsorbierender Systeme beispielsweise durch Feuchtigkeit, Wärme oder UV-Strahlung aktiviert werden muss. Zusätzlich muss beachtet werden, dass bei aktiven Sauerstoffbarrieren die Sauerstoffdurchlässigkeit ansteigt, wenn der Sauerstoffabsorber erschöpft ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN 6139-1:2011-05, *Verpackung — Sauerstoffabsorber für Verpackungsanwendungen — Teil 1: Bestimmung der Kapazität*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 6139-1 und die folgenden Begriffe.

3.1 Reaktionsgeschwindigkeit
(en: rate of reaction)
allgemeiner Begriff für die Schnelligkeit des Umsatzes eines Eduktes oder mehrerer Edukte zu einem oder mehreren Produkt(en)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Geschwindigkeit v der Reaktion eines Eduktes oder Produktes ist der Differentialquotient der Stoffmenge n und der Zeit t ; siehe auch Literaturhinweise [1] bis [5].

$$v = -\frac{dn_A}{dt}$$

Die Reaktionsgeschwindigkeit ist häufig keine Konstante, sondern abhängig von der Zeit, der Temperatur, dem Einfluss von Katalysatoren und der Konzentration von Edukten [2].

Anmerkung 2 zum Begriff: Der physikalisch korrekte Begriff für die Reaktionsgeschwindigkeit ist die Reaktionsrate. Da in der Praxis die Benennung Reaktionsgeschwindigkeit geläufiger ist, wird diese Benennung in dieser Norm verwendet.

3.2 Reaktion nullter Ordnung
(en: zero order reaction)
Reaktion, die mit konstanter Geschwindigkeit abläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Geschwindigkeit ist unabhängig von der Konzentration der Edukte.

3.3 Reaktion erster Ordnung
(en: first order reaction)
Reaktion, bei der die Reaktionsgeschwindigkeit abhängig von der Konzentration eines Eduktes ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Zerfallsreaktionen folgen häufig einer Reaktion erster Ordnung [2], [3].

3.4**Reaktion zweiter Ordnung**

(en: second order reaction)

Reaktion bei der die Reaktionsgeschwindigkeit abhängig von der Konzentration von zwei Edukten ist oder Reaktion bei der zwei Moleküle eines Eduktes miteinander reagieren [2], [3]

3.5**Reaktion pseudonullter Ordnung oder Reaktion scheinbar nullter Ordnung**

(en: reaction of pseudo zero order or apparent zero order)

Reaktion, die sich durch eine Reaktion nullter Ordnung beschreiben lässt, obwohl eine Reaktion höherer Ordnung vorliegt

3.6**Reaktion pseudoerster Ordnung oder Reaktion scheinbar erster Ordnung**

(en: reaction of pseudo first order or apparent first order)

Reaktion, die sich durch eine Reaktion erster Ordnung beschreiben lässt, obwohl eine Reaktion höherer Ordnung vorliegt

3.7**Normierung**

(en: normalisation)

Beziehen eines Messwertes auf einen oder andere probenspezifische(n) Parameter

Anmerkung 1 zum Begriff: Durch Normierung werden verschiedene Ergebnisse in den Zustand der Vergleichbarkeit zueinander gebracht.

4 Beschreibung des Verfahrens, Geräte, Probenahme, Messverfahren

Für die Beschreibung der Sauerstoffabsorptionskinetik werden die in DIN 6139-1 beschriebenen Verfahren, die dort beschriebenen Geräte, die Probenahme und die Messverfahren verwendet. Zusätzlich wird ein Druckmessgerät zur Bestimmung des Umgebungsdrucks benötigt.

5 Durchführung**5.1 Allgemeines**

Vereinfachung: Für die Beschreibung der Sauerstoffabsorptionskinetik wird vereinfachend angenommen, dass der funktionelle Zusammenhang zwischen Sauerstoffpartialdruck und Zeit, bei geschlossenen Systemgrenzen (geschlossene Messzelle), durch eine Reaktion nullter oder erster Ordnung beschrieben werden kann. Häufig handelt es sich dabei um eine Näherung. Dieses Auswerteverfahren wird häufig auf die ersten zwei Drittel der Reaktion angewendet in Bezug auf die Gesamtabsorptionskapazität.

Aktivierung: Viele Sauerstoffabsorber müssen aktiviert werden oder die Aktivierung erfolgt über die Gleichgewichtsfeuchte des Packgutes. In diesem Fall wird häufig eine Aktivierungsphase beobachtet [6]. Die Sauerstoffabsorptionsgeschwindigkeit erhöht sich nach der Aktivierungsphase. Dies bedeutet, dass die Reaktionsgeschwindigkeit größer wird.

Pseudonulle Ordnung: Reaktionen pseudonullter Ordnung treten vielfach bei einem Überschuss von Edukten auf. Mit dieser Reaktionsordnung können häufig hinreichend genau kleine Umsetzungen beschrieben werden [2]. Dieses Verhalten wurde bei mehreren Absorbern beobachtet [7]. Ein Beispiel ist die Reaktion eines eisenbasierten Absorbers mit Sauerstoff [6].

Pseudoerste Ordnung: Ein Beispiel für eine Reaktion pseudoerster Ordnung ist die Reaktion eines Sauerstoffabsorbers mit Sauerstoff. Durch die Reaktion wird der Absorber verbraucht. Liegt der Absorber im Überschuss vor, ist die Reaktion scheinbar nur von dem Sauerstoffpartialdruck abhängig und kann daher häufig durch eine Reaktion erster Ordnung beschrieben werden.

Reaktionsgeschwindigkeitskonstante: Die Reaktionskinetik wird über die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante beschrieben.