

## Anmerkung zum Prüfbericht

Zweck des «Vergleichenden Prüfberichtes» ist die Gegenüberstellung von ausgewiesenen Barriere-Beutelfolien verschiedener Hersteller für den Einsatz im Caravanning. Im vorliegenden Dokument wird die Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit aufgrund bereitgestellter Muster bestimmt.

Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichts sind Eigentum des Auftraggebers. Die Verwertung der Ergebnisse durch Dritte, ihre Veröffentlichung oder der auszugsweisen Vervielfältigung ist untersagt und darf ausschliesslich nur mit Zustimmung der Clesana AG, Werdenstrasse 72, CH-9472 Grabs erfolgen.

Die Prüfung erfolgte durch das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11140-04-00).

Grabs, Clesana AG, 2024

# PRÜFBERICHT

## Bestimmung der Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit von Beutelfolien

Der Prüfbericht vom Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung bezieht sich auf die Bestimmung der Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit von Beutelfolien. Die Untersuchung wurde für folgende Proben durchgeführt: Huiyuandong (China), Clesana (Schweiz). Die Tests fanden im Zeitraum vom 8. März bis 25. März 2024 statt.

### Methoden:

#### Sauerstoffdurchlässigkeit:

Die Messungen wurden gemäß DIN 53380, Teil 3:1998-07, unter Verwendung eines spezifischen Trägergasverfahrens durchgeführt. Das Messgerät von Modern Controls, Inc. arbeitete bei einer Temperatur von 23 °C mit reinem Sauerstoff und einer relativen Feuchte von 53 %.

Proben wurden auf die Größe der Permeationszelle zugeschnitten. Die Permeationszelle bestand aus zwei Kammern: eine mit Sauerstoff und die andere mit Trägergas.

Der Sauerstoff, der durch die Probe permeierte, wurde von einem coulometrischen Sensor erfasst, der den Stromfluss maß und die Sauerstoffdurchlässigkeit berechnete.

#### Wasserdampfdurchlässigkeit:

In dem Prüfbericht wurden zwei verschiedene Verfahren zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Beutelfolien angewendet: das Elektrolyse-Verfahren und das gravimetrische Verfahren.

Elektrolyse-Verfahren: Diese Methode wurde für die Proben "Clesana" verwendet, basierend auf DIN EN ISO 15106-3. Hier wurde bei einer Temperatur von 23 °C und einem Feuchtegefälle von 85 % --> 0 % getestet.

Gravimetrisches Verfahren: Dieses Verfahren wurde für "Huiyuandong" nach DIN 53122-1:2001-08 durchgeführt. Proben wurden in Schalen mit Absorptionsmittel gelegt und regelmäßig gewogen, um die Gewichtszunahme und damit die Wasserdampfdurchlässigkeit zu berechnen.

Das Elektrolyse-Verfahren ist geeignet für Proben mit bis zu 50 g/(m<sup>2</sup> d) bzw. bei niedriger bis mittlerer Wasserdampfdurchlässigkeit, während das gravimetrische Verfahren auch für Materialien mit höherer Permeabilität (ab 50 g/(m<sup>2</sup> d)) nützlich ist. Zusammenfassend bietet die Anwendung beider Methoden eine detailliertere und genauere Bewertung der Wasserdampfdurchlässigkeit der unterschiedlichen Folienmaterialien, die im Prüfbericht untersucht wurden.

## Ergebnisse:

Die Ergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Prüfmuster und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tab. 1: Sauerstoffdurchlässigkeit (in  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \text{ d bar})$ ):

Musterbezeichnung	Probe 1	Probe 2
Huiyuandong (CN)	1.377,00	1.272,00
Clesana (CH)	1,62	1,51

Tab. 2: Wasserdampfdurchlässigkeit (Elektrolyse-Verfahren) (in  $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ):

Musterbezeichnung	Probe 1	Probe 2
Clesana (CH)	1,61	1,60

Tab. 2: Wasserdampfdurchlässigkeit (Gravimetrisches Verfahren) (in  $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ):

Musterbezeichnung	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Mittelwert $\pm$ s
Huiyuandong (CN)	119,00	123,00	128,00	124,00	124,00 $\pm$ 3,70

## Probenlagerung:

Die Proben werden für sechs Monate am Fraunhofer IVV aufbewahrt.

## Schlussfolgerung:

Der Bericht stellt fest, dass die Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit je nach Material der Beutelfolie erheblich variiert. Die Ergebnisse sind speziell für die untersuchten Proben relevant.

## Zusammenfassung

Der Prüfbericht des Fraunhofer-Instituts für Verfahrenstechnik und Verpackung analysiert die Sauerstoff- und Wasserdampfdurchlässigkeit verschiedener Beutelfolien, darunter die Beutelfolien der Hersteller „Huiyuandong“ und „Clesana“. Die Untersuchungen wurden im Zeitraum vom 8. März bis zum 25. März 2024 durchgeführt und der Prüfbericht am 28. März 2024 veröffentlicht.

Die Sauerstoffdurchlässigkeit wurde gemäß DIN 53380, Teil 3:1998-07, bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 53 % gemessen. Ein Gerät der Firma Modern Controls, Inc. wurde verwendet, das ein spezifisches Trägergasverfahren einsetzt. In einer zweigeteilten Permeationszelle wird die obere Kammer mit Sauerstoff und die untere mit Trägergas gespült. Der permeierte Sauerstoff wird vom Trägergas aufgenommen und zu einem coulometrischen Sensor transportiert, der den Sauerstofffluss in einen messbaren Strom umwandelt.

Für die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit kamen zwei Methoden zum Einsatz. Das Elektrolyse-Verfahren, durchgeführt nach DIN EN ISO 15106-3, wurde für die Clesana-Probe verwendet. Dabei permeiert der Wasserdampf aufgrund eines Feuchtegefälles durch die Probe und wird in einer Elektrolysezelle gespalten. Die Stärke des Elektrolysestroms erlaubt Rückschlüsse auf die durch die Probe permeierte Wasserdampfmenge. Das gravimetrische Verfahren, angewendet nach DIN 53122-1, wurde für die Huiyuandong-Probe genutzt. Hierbei werden Proben in Schalen mit Absorptionsmittel versiegelt und in einem klimatisierten Raum gelagert. Der durch die Probe permeierte Wasserdampf wird vom Absorptionsmittel aufgenommen, was zu einer Gewichtszunahme führt, die regelmäßig gemessen wird.

Die Ergebnisse der Sauerstoffdurchlässigkeitsprüfung zeigen, dass die Clesana Beutelfolie mit Werten von 1,62 und 1,51  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \text{ d bar})$  die niedrigste Durchlässigkeit aufweist. Im Gegensatz dazu zeigt die Huiyuandong Beutelfolie Werte von 1377 und 1272  $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \text{ d bar})$ , was auf eine über 900-fach bessere Sauerstoffbarriere der Clesana Beutelfolie hinweist. Auch bei der Wasserdampfdurchlässigkeit erreicht die Clesana Beutelfolie mit Werten von 1,61 und 1,60  $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$  im Elektrolyse-Verfahren die besten Ergebnisse. Im gravimetrischen Verfahren erzielt die Huiyuandong Beutelfolie einen Mittelwert von  $124 \pm 3,70 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ , was auf eine 80-fach geringere Wasserdampfdurchlässigkeit der Clesana Beutelfolie hinweist.

Der Fraunhofer-Prüfbericht hebt die Clesana Beutelfolie aufgrund ihrer überlegenen Barriere-Eigenschaften sowohl gegen Sauerstoff als auch gegen Wasserdampf hervor. Die niedrigen Durchlässigkeitswerte, und damit ihre Hochbarriere-Eigenschaften, machen die Clesana Beutelfolie zur bevorzugten Wahl für Anwendungen, die eine hohe Schutzfunktion erfordern. Die angewandten Prüfmethode bieten umfassende Einblicke in die Leistungsfähigkeit der Clesana Beutelfolie und unterstreichen ihre Eignung für den Einsatz in Verschleiß-Toiletten, die strenge Anforderungen an Sicherheit und Haltbarkeit stellen.