



DGUV Test

Prüf- und Zertifizierungsstelle

Fachbereich Persönliche Schutzausrüstungen

Europäisch notifizierte Stelle
Kenn-Nummer 0299

Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Chemikalienschutzhandschuhen für benzylalkoholhaltige Epoxidharze

Stand 01.2026

GSS-PS-20

Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test
Fachbereich Persönliche Schutzausrüstungen
Zwengenberger Strasse 68
42781 Haan

Wir prüfen für Sie. Mit Sicherheit.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	3
1 Allgemeines	3
1.1 Anwendungsbereich	3
1.2 Prüfgrundlagen	4
1.3 Gültigkeit	4
2 Begriffe	4
2.1 Aktiver Inhaltsstoff	4
2.2 Permeation	4
2.3 Kumulative Permeationsmasse	5
2.4 Durchbruch	5
2.5 Erster Nachweis	5
2.6 Tragedauer	5
2.7 Epoxidharz	5
2.8 Anwender	5
2.9 Werkstoff für Schutzhandschuhe	6
2.10 Prüfchemikalie	6
2.11 Surrogat	6
2.12 Offener Kreislauf	6
2.13 Geschlossener Kreislauf	6
3. Anforderungen	7
3.1 Anforderungen an die Materialproben	7
3.2 Anforderung für die Permeationsmessungen	7
4. Ablauf der Prüfung	7
4.1 Probenahme für die Permeation	7
4.2 Durchführung der Permeationsmessung	8
4.3 Ergebnisse der Permeationsmessung	8
5 Prüfbericht	8
6 Kennzeichnung	9
6.1 Allgemeines	9
7 Informationen des Herstellers	9
7.1 Allgemeines	9
7.2 Besonderes	9
Anhang A: Beschreibung der eingesetzten Messverfahren und Bewertungen	10

1	Ausgangssituation.....	10
1.1	Inhaltsstoffe in Epoxidharzen	10
1.2	Standardmessverfahren	10
1.3	Stoffspezifische Permeationsmessverfahren.....	10
2	Voruntersuchungen.....	11
2.1	Reihenfolge der Permeation.....	11
2.2	Flüchtigkeit der Glycidylether.....	11
3	Ansatz	11
4	Festlegungen	13
4.1	Referenz Epoxidharz-Mischung.....	13
4.2	Surrogat.....	13
4.3	Temperatur	13
4.4	Stoffspezifischer Nachweis.....	13
4.5	Messung mit Standardmessverfahren	14
5	Literatur	14

Vorbemerkung

Dieser Prüfgrundsatz beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der Tragedauer von Chemikalienschutzhandschuhen [CSH] bei Einsatz von Epoxidharz-Produkten unter Anwendung von Standardprüfverfahren für die Permeation durch Handschuhe. Das Verfahren beruht auf der Anwendung eines mit den Standardmessverfahren detektierbaren Surrogats, bei dem die Durchbruchszeit kürzer ist als die Permeation der sensibilisierenden Inhaltstoffe des Epoxidharz-Produkts. Die für diesen Ansatz zugrunde liegenden Daten wurden repräsentativ mit Hilfe eines Stoff-selektiven Messverfahrens, das auch die sensibilisierenden Inhaltsstoffe erfasst, an ausgewählten Epoxidharz-Produkten und am Surrogat erhoben. Das Verfahren ist in Anhang A beschrieben.

Der hier vorliegende Prüfgrundsatz ist eine Gemeinschaftsarbeit der folgenden Prüf- und Zertifizierungsstellen im DGUV Test:

- Prüf- und Zertifizierungsstelle Fachbereich Persönliche Schutzausrüstungen
- Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)

Jegliche Änderungen an den Inhalten des Prüfgrundsatzes muss unter den beteiligten Prüf- und Zertifizierungsstellen abgestimmt werden. Aktuelle Kontaktdaten der Prüf- und Zertifizierungsstellen sind auf der Internetseite <https://www.dguv.de/dguv-test> hinterlegt

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Mindestanforderungen für die Leistung, Klassifizierung und Kennzeichnung von Handschuhen fest, die von Anwendenden bei der Handhabung von Epoxidharzbestandteilen getragen werden. Handschuhe, die von diesem Prüfgrundsatz abgedeckt werden, umfassen Handschuhe aus Elastomeren und anderen luftundurchlässigen Werkstoffen. Es handelt sich um zusätzliche Anforderung an einen bereits nach EU-Verordnung 2016/425 [01] zugelassenen Chemikalienschutzhandschuh gemäß DIN EN ISO 374-1:2018 [02].

Die beschriebenen Anforderungen müssen durch ein entsprechend akkreditiertes Prüflabor nachgewiesen werden.

Dieses Dokument gilt nur für Benzylalkohol-haltige Epoxidharze mit Glycidylethern als Reaktivverdünner und Diaminen als Härter.

1.2 Prüfgrundlagen

Das folgende Dokument wird 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).

DIN EN 16523-1:2018-12 Bestimmung des Widerstands von Materialien gegen die Permeation von Chemikalien - Teil 1: Permeation durch potentiell gefährliche flüssige Chemikalien unter Dauerkontakt; Deutsche Fassung DIN EN 16523-1:2015+A1:2018 [03]

1.3 Gültigkeit

Ein auf Grundlage dieses Prüfgrundsatzes ausgestelltes Zertifikat besitzt eine Gültigkeit bis zum Ablaufdatum der vorgelegten EU-Baumusterprüfbescheinigung gemäß EU-Verordnung 2016/425.

Ein solches Zertifikat berechtigt den Inhaber nur dann, die beschriebenen Produkte in Verkehr zu bringen, sofern zusätzlich auch eine gültige Bescheinigung über die Durchführung von Überwachungsmaßnahmen gemäß EU-Verordnung 2016/425 Anhang VII (Modul C2) oder Anhang VIII (Modul D) vorliegt.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1 Aktiver Inhaltsstoff

Bestandteil eines Epoxidharzes, der als aktive Substanz in hinreichender Menge vorhanden und entsprechend zu verarbeiten ist. In diesem Prüfgrundsatz werden Benzylalkohol, Glycidylether und Diamine als aktive Stoffe im Prüfprozess definiert. Die Harzmoleküle sind aufgrund ihrer Größe nicht als aktive Stoffe anzusehen.

2.2 Permeation

Bewegungsvorgang einer Chemikalie durch einen Werkstoff auf molekularer Ebene.

- Adsorption an den Werkstoff
- Diffusion der aufgenommenen Moleküle in den Werkstoff und
- Desorption der Moleküle von der entgegengesetzten (inneren) Oberfläche des Werkstoffs.

Mit Hilfe der Permeationsmessung wird die Permeationsrate ermittelt, die den Stoff-Fluss in μg pro cm^2 Fläche der exponierten Membran in einer Minute angibt.

2.3 Kumulative Permeationsmasse

Die kumulative Permeationsmasse beschreibt die Gesamtmasse an Prüfsubstanz, die eine definierte Fläche der Probe durchdrungen hat.

2.4 Durchbruch

Der Zeitpunkt des Durchbruchs einer Chemikalie (oder eines Gemisches) wird als erreicht angesehen, wenn entweder die Summe der Permeationsraten der Bestandteile einen Fluss von $1 \mu\text{g} / \text{cm}^2 \text{ Fläche} / \text{min}$. erreicht, oder die kumulative Masse an durchgedrungener Substanz einen festgelegten Grenzwert überschreitet.

2.5 Erster Nachweis

In diesem Prüfgrundsatz wird unter dem ersten Nachweis der Stoffe die Konzentration einzelner Substanzen verstanden, die bei einer Permeation der Stoffe in einem geschlossenen Kreislauf erstmalig in der Sammelzelle nachgewiesen werden können.

Als Untergrenze der Empfindlichkeit des ersten Nachweises wird hier eine Konzentration verstanden, die sich einstellt, wenn pro cm^2 Fläche $0,25 \mu\text{g}$ des Stoffes in der Sammelzelle enthalten sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Menge entspricht der Konzentrationsänderung, die sich nach einer einminütigen Permeation mit einem Fluss von $0,25 \mu\text{g} / \text{cm}^2 / \text{min}$ einstellt.

2.6 Tragedauer

Die Tragedauer beschreibt die Zeit, die ein Chemikalienschutzhandschuh zum Schutz gegen gefährliche Substanzen verwendet werden darf.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Tragedauer für die in diesem Prüfgrundsatz positiv getesteten Chemikalienschutzhandschuhe beträgt maximal 240 Minuten.

2.7 Epoxidharz

Epoxidharze sind Kunstharze, die Epoxidgruppen enthalten. Sie werden im Allgemeinen als flüssige oder plastische (Knetmasse) Zweikomponentensysteme verwendet. Diese setzen sich meist aus einer Komponente A, dem Harz, und einer Komponente B, dem Härter, zusammen, die beim Vermischen zu einem Polyether reagieren.

2.8 Anwender

Person, die Komponenten von Epoxidharzsystemen handhabt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Handhabung umfasst Aufgaben wie das Mischen, Befüllen, Übertragen oder Anwenden von Epoxidharzsystemen, Einstellen oder Reparieren der Teile der Misch-, Belade- oder Anwendungsausrüstung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Reinigung von Werkzeugen und Werkstücken ist explizit ausgenommen, da für diese Tätigkeiten weitere Gefahrstoffe

eingesetzt werden, die im Rahmen dieses Prüfgrundsatzes nicht betrachtet wurden.

2.9 Werkstoff für Schutzhandschuhe

Jeder Werkstoff oder jede Werkstoffkombination, der bzw. die für Schutzhandschuhe verwendet wird, um Hände oder Hände und Arme gegen direkten Kontakt mit einer gefährlichen Chemikalie zu isolieren.

2.10 Prüfchemikalie

Flüssigkeit, der die Probe des Handschuhwerkstoffes zu Prüfzwecken ausgesetzt wird. Hier handelt es sich um eine Mustersubstanz, die einen oder mehrere aktive Stoffe in der Anwendung von Epoxidharzen enthält.

2.11 Surrogat

Ein Surrogat ist ein Stoff oder Stoffgemisch, mit dem die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen geprüft werden kann, ohne den für die durchzuführende Tätigkeit eigentlich einzusetzenden Stoff zu verwenden. Das Surrogat muss weniger gefährlich als der eigentlich einzusetzende Stoff sein. Es muss vergleichbare physikalisch-chemische Eigenschaften aufweisen. Dazu gehört z. B. ein ähnliches Freisetzungsvorverhalten. Für das Surrogat muss ein geeignetes Messverfahren zur Verfügung stehen [04].

2.12 Offener Kreislauf

Beim offenen Kreislauf (open loop) wird die Sammelkammer der Permeationsmesszelle kontinuierlich mit dem Sammelmedium gespült und dieses anschließend in einen Detektor geleitet, der die Konzentration quasi kontinuierlich misst. Es erfolgt keine Rückführung in die Sammelkammer. Aufgrund dieses Spülvorgangs ist die in der Sammelzelle ermittelte Konzentration direkt proportional zur Permeationsrate und kann somit direkt ausgegeben werden.

Dieses Verfahren wird üblicherweise angewendet, wenn FIDs (Flammenionisationsdetektoren) oder PIDs (Photoionisationsdetektoren) eingesetzt werden.

2.13 Geschlossener Kreislauf

Beim geschlossenen Kreislauf (closed loop) wird der Sammelkammer der Permeationsmesszelle während der Messungen

- kein Sammelmedium entnommen (z. B. in-situ-Messung) oder
- die für die Messung entnommene Menge des Sammelmediums zurückgeführt oder
- das Sammelmedium nach der Messung wieder in die Sammelkammer zurückgeleitet.

Das bedeutet, dass die Konzentration der Stoffe in der Sammelzelle - anders als beim offenen Kreislauf - im Verlauf der Permeationsmessung kontinuierlich zunimmt. Über die Berechnung der Änderung der Konzentration in Abhängigkeit von der Zeit wird die Permeationsrate berechnet.

Bei diesem Verfahren können auch nicht-kontinuierliche Probenahme-Analyse-Verfahren eingesetzt werden. Dabei kann die Probenahme z. B. aus der Aufnahme des

Sammelmediums, Extraktion mit Sorptionsmitteln (z. B. SPME, siehe Anhang) oder Anpressen von Sorptionsmitteln an die Membran erfolgen. Für die anschließende Analytik stehen viele Analysenverfahren, wie GC, GC/MS, HPLC oder HPLC/MS zur Verfügung, bei denen das Sammelmedium direkt oder die vom Sorptionsmittel extrahierten Stoffe analysiert werden.

3. Anforderungen

3.1 Anforderungen an die Materialproben

Jede zu prüfende Materialprobe muss in der Prüfzelle abgedichtet werden können. Dazu muss sie den Anforderungen nach DIN EN 16523-1:2018, Abschnitt 7, entsprechen. Mechanische Anforderungen

Schutzhandschuhe für Epoxidharzbestandteile müssen die folgenden mechanischen Anforderungen nach DIN EN 388:2019 [05] erfüllen:

- Abriebfestigkeit (6.1) Leistungsstufe: 3
- Durchstichkraft (6.5) Leistungsstufe: 1

3.2 Anforderung für die Permeationsmessungen

Die mit Surrogat ermittelten Durchbruchszeiten müssen für die Permeationsmessungen **240 Minuten** überschreiten.

Die normalisierte Durchbruchszeit wird für 3 Prüfstücke festgelegt. Der Mittelwert A1 wird berechnet.

Wenn die 3 Prüfergebnisse innerhalb von 20 % von A1 liegen (im Bereich $[0,8 \times A1, 1,2 \times A1]$), ist die Prüfung validiert. Das niedrigste Ergebnis ist das Prüfergebnis.

Wenn die 3 Prüfergebnisse nicht im festgelegten Bereich liegen, ist eine neue Reihe von 3 Proben zu prüfen.

Die normalisierte Permeationsrate wird für 3 Prüfstücke bestimmt. Der Mittelwert A2 wird berechnet.

Wenn die zweite Reihe der 3 Prüfergebnisse innerhalb von 20 % von A2 liegt (im Bereich $[0,8 \times A2, 1,2 \times A2]$), ist die zweite Prüfung validiert. Das niedrigste Ergebnis dieser zweiten Reihe ist das Ergebnis der Prüfung.

Wenn die zweite Reihe der 3 Prüfergebnisse nicht im festgelegten Bereich liegt, werden die Ergebnisse angegeben und das geprüfte Produkt wird als nicht homogen bezeichnet.

4. Ablauf der Prüfung

4.1 Probenahme für die Permeation

Es sind drei Proben aus dem Bereich der Handinnenfläche zu entnehmen.

Wenn der Handschuh 400 mm oder länger ist und für die Stulpe ein Schutz gegen chemische Risiken angegeben wird, sind drei zusätzliche Proben zu entnehmen, bei denen die Mitte 80 mm vom Rand der Stulpe entfernt ist.

Sollte die Konstruktion eines Handschuhs mehrere Oberflächenmaterialien aufweisen, müssen alle Oberflächenmaterialien getestet werden und die Anforderungen dieses Prüfgrundsatzes erfüllen.

4.2 Durchführung der Permeationsmessung

Die Permeation wird nach der DIN EN 16523-1:2018, jedoch bei einer Temperatur von **33 ± 1°C** durchgeführt.

Als Prüfchemikalie wird ein Surrogat verwendet, das aus einer Lösung mit

- 50 Masse-% Benzylalkohol, CAS Nr. 100-51-6
- 50 Masse-% PEG 400 (Polyethylenglycol), CAS Nr. 25322-68-3

besteht.

4.2.1 Ergebnisse durch die Bestimmung der Permeationsrate

Der Durchbruch ist der Zeitpunkt, bei dem die Permeationsrate von $1.0 \mu\text{g} / \text{cm}^2 / \text{min}$ erstmalig erreicht wird.

4.2.2 Ergebnisse durch die Bestimmung der kumulativen Permeationsmasse

Zudem wird der Zeitpunkt bestimmt, an dem die kumulative Permeationsmasse den Grenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ überschreitet.

4.3 Ergebnisse der Permeationsmessung

Alle unter 4.2.1 und 4.2.2 bestimmten Zeiten müssen, die in Abschnitt 3.2 gestellten Anforderungen, erfüllen. Wenn dies der Fall ist, kann die Prüfung als „bestanden“ angesehen werden.

5 Prüfbericht

In Ergänzung zu den in DIN EN 16523-1:2018 aufgelisteten Informationen, müssen die folgenden Informationen in Prüfbericht enthalten sein:

- a) Verweis auf diesen Prüfgrundsatz
- b) alle Kurven der Permeationsrate, die in der Prüfung gemäß 4.2 ermittelt wurden
- c) jegliche Beobachtungen zu den Proben;
- d) jegliche Abweichung vom Prüfverfahren und ihre Begründung

6 Kennzeichnung

6.1 Allgemeines

Die Kennzeichnung der Schutzhandschuhe muss in Übereinstimmung mit der Anforderung an die Kennzeichnung von Schutzhandschuhen nach DIN EN ISO 21420:2024 [06] und DIN EN ISO 374-1:2018 erfolgen.

7 Informationen des Herstellers

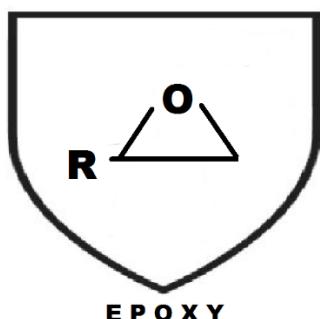
7.1 Allgemeines

Die Informationen des Herstellers der Schutzhandschuhe muss in Übereinstimmung mit der Anforderung an die Information des Herstellers von Schutzhandschuhen nach DIN EN ISO 21420:2024 und DIN EN ISO 374-1:2018 erfolgen.

7.2 Besonderes

Es ist in der Information des Herstellers auf die maximale Tragedauer von 240 Minuten hinzuweisen.

Zusätzlich muss die Information des Herstellers das in diesem Prüfgrundsatz verwendete Piktogramm und den Verweis auf diesen Prüfgrundsatz enthalten:



Des Weiteren muss das Ergebnis der Permeationsprüfung (Abschnitt 4.3) unter Angabe dieses Prüfgrundsatzes angegeben werden.

Anhang A: Beschreibung der eingesetzten Messverfahren und Bewertungen

1 Ausgangssituation

1.1 Inhaltsstoffe in Epoxidharzen

Die für dieses Verfahren zugrunde liegenden Epoxidharze bestehen aus einer Harz- und einer Härter-Komponente, die von den Anwendern für die Verarbeitung gemischt werden. Diese beinhalten insbesondere folgende Stoffe:

- Bisphenol-A-Diglycidylether oder Bisphenol-F-Diglycidylether als Glycidylbasierte-Epoxidharz-Komponente
- sensibilisierende Diamine, wie Isophorondiamin und m-Xylylendiamin als Härter
- sensibilisierende Glycidylether, wie 1,6 Hexandioldiglycidylether und Alkyl-(C12-C14)-Glycidylether als Reaktivbeschleuniger
- Benzylalkohol als Lösemittel bzw. Beschleuniger

Für die Festlegung der Tragedauer von Schutzhandschuhen ist gerade die Kenntnis der Permeation dieser Stoffe durch das Handschuhmaterial erforderlich.

1.2 Standardmessverfahren

Mit den in DIN EN 16523-1:2018-12 eingesetzten Messverfahren können üblicherweise keine stoffselektiven Bestimmungen der Permeation der einzelnen Inhaltsstoffe durchgeführt werden. Es erfolgt eine Detektion aller mit dem jeweiligen Messverfahren (zumeist FID und PID) detektierbaren Stoffe, die als Summensignal ausgegeben werden. Die für Reihenuntersuchungen geeigneten Messverfahren sind darauf ausgelegt, einen Stofffluss von 1,0 µg / cm² / min zu erfassen.

Mit diesen Detektoren kann in den Messzellen nur Benzylalkohol aufgrund dessen ausreichender Flüchtigkeit in der Gasphase nachgewiesen werden. Die besonders relevanten, sensibilisierenden Diamine und Glycidylether, die die Tragedauer begrenzen, können mit diesen Messmethoden jedoch nicht untersucht werden.

1.3 Stoffspezifische Permeationsmessverfahren

Für die Detektion der Stoffe wurde ein stoffselektives Messverfahren angewendet, das auf der Sammlung der Stoffe auf einem Thermodesorptionssystem (SMPE = solid-phase micro extraction) [07] in Kombination mit einem GC/MS-System aus wässriger oder aus der Gasphase beruht [08, 09]. Mit diesem Verfahren können die Permeationsuntersuchungen direkt an einem (realen) Produkt durchgeführt werden.

Auch wenn das Verfahren die verschiedenen Stoffe in den Produkten gezielt und empfindlich nachweisen kann, ist die Anwendung für Reihenuntersuchungen aufgrund des hohen instrumentellen und personellen Aufwandes nicht praktikabel.

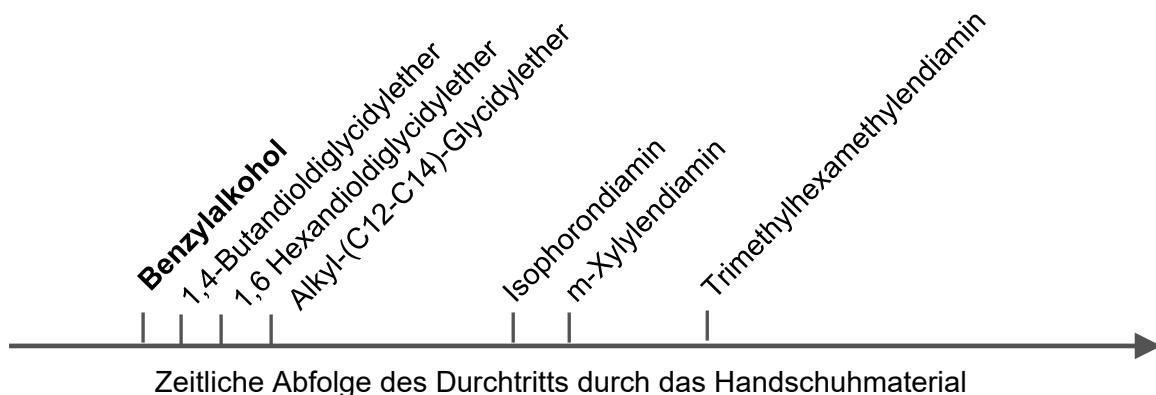
2 Voruntersuchungen

Mit Hilfe von stoffselektiven Permeationsmessungen wurden bei über 30 Handschuhprodukten und einer Reihe von Epoxidharz-Produkten die Permeation von Benzylalkohol, den verschiedenen Glycidylethern und Diaminen untersucht. Dabei erfolgten die Permeationsuntersuchungen an den reinen Harz- und Härter-Komponenten (als reasonable-worst-case-Bedingung) und an angemischten Epoxidharzen. Es wurde dabei der erste Durchtritt durch das Handschuhmaterial (Zeitpunkt des ersten Nachweises in der Sammelzelle) ermittelt.

2.1 Reihenfolge der Permeation

Es hat sich gezeigt, dass die Reihenfolge des Durchtritts der Stoffe bei allen Handschuh- und Epoxidharz-Produkten gleich ist:

Benzylalkohol / 1,4-Butandioldiglycidylether < 1,6 Hexandioldiglycidylether < Alkyl-(C12-C14)-Glycidylether << Isophorondiamin < m-Xylylendiamin < Trimethylhexamethylenediamin



Die Harzkomponenten Bisphenol-A-Diglycidylether, Bisphenol-F-Diglycidylether konnten mit dem Verfahren nicht untersucht werden. Es ist aber davon auszugehen, dass diese aufgrund ihrer Größe deutlich später durch das Handschuhmaterial wandern als die im Vergleich dazu viel kleineren Reaktivbeschleuniger und Diamine.

2.2 Flüchtigkeit der Glycidylether

Glycidylether besitzen eine für die Analytik ausreichende Flüchtigkeit sowohl als Reinstoff als auch im Produkt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Glycidylether nach Permeation durch das Handschuhmaterial nicht in die Gasphase übergehen. Sie können jedoch in einem wässrigen Sammelmedium nachgewiesen werden.

3 Ansatz

Aus den Voruntersuchungen ist bekannt, dass bei Verwendung von Benzylalkohol-haltigen Epoxidharzprodukten Benzylalkohol immer mit bzw. vor den sensibilisierenden Stoffen durch das Handschuhmaterial permeiert. Das bedeutet, dass die Permeation von Benzylalkohol auch als Referenz für die sensibilisierenden Stoffe eingesetzt werden kann.

Wird anstelle von Epoxidharz ein Benzylalkohol-haltiges Surrogat verwendet, bei dem die Stoffe so schnell permeieren, dass beim erstmaligen Erreichen eines Flusses von $1,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ (Durchbruch) bei der Messung der aktiven Inhaltsstoffe des Epoxidharzes noch kein Nachweis der unter 1.1 genannten Stoffe erfolgt, kann auf eine stoffspezifische Bestimmung der Inhaltsstoffe verzichtet werden.

Zeitpunkt des Durchbruches < Zeitpunkt erster Nachweis
im Surrogat im Epoxidharz

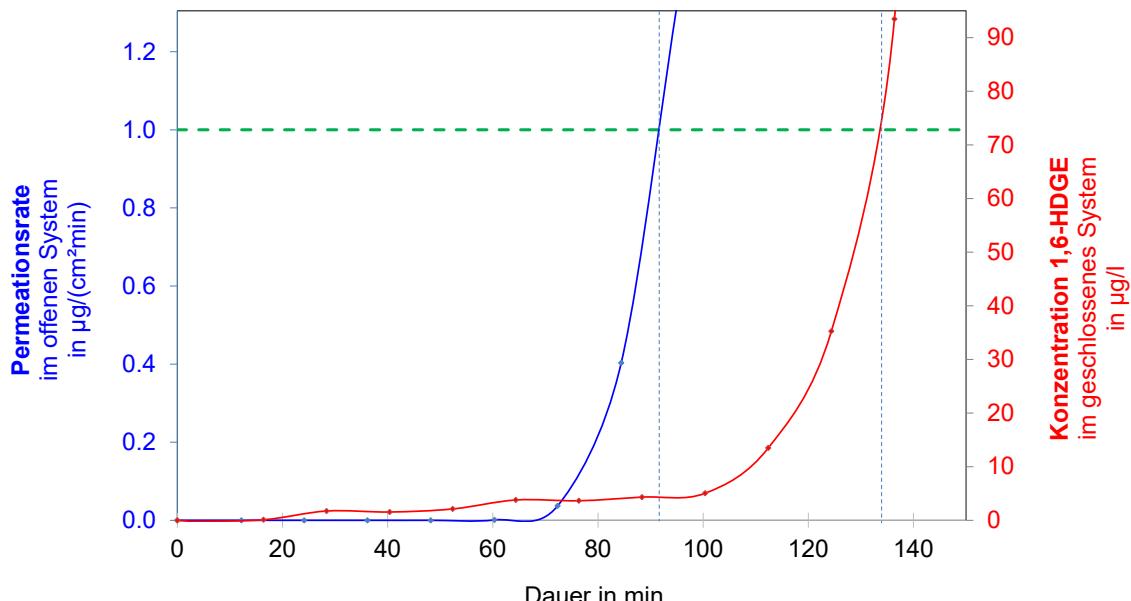
Für die Prüfung der Eignung des Surrogats wird ein Referenz-Epoxidharz-Gemisch verwendet, dass aus der Harzkomponente und verschiedenen Glycidylethern besteht, die von den sensibilisierenden Stoffen am schnellsten durch das Handschuhmaterial permeieren.

Die Zusammensetzung wird anhand einer Literaturrecherche der Sicherheitsdatenblätter üblicher Epoxidharz-Produkte ermittelt.

Nach dem Nachweis der Eignung des Surrogats mit Hilfe eines stoffselektiven Messverfahrens können die Eignungsprüfungen der Handschuhe mit Hilfe der Standardmessverfahren unter Verwendung des Surrogats mit Zielsubstanz Benzylalkohol durchgeführt werden, obwohl die Permeation der aktiven, sensibilisierenden Stoffe selbst nicht ermittelt werden kann.

In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse einer stoffselektiven Permeationsmessung im geschlossenen System an der Harzkomponente eines exemplarisch ausgewählten Epoxidharzes (rot, rechte Achse) und eine Summenparametermessung mit einem Standardmessverfahren am Surrogat (blau, linke Achse) am gleichen Handschuhmaterial zusammen aufgetragen.

Die grüne Linie beschreibt a) beim Surrogat den Fluß beim Durchbruch im offenen System von $1,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2\text{ min}^{-1}$ (linke Y-Achse) und b) beim Epoxidharz die Konzentration im geschlossenen System, bei der der erste Nachweis bei $0,25 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (entspricht einer Konzentration von $71,15 \mu\text{g}/\text{l}$ in der verwendeten Messzelle) erreicht ist (rechte Y-Achse).



Der Durchbruch im Surrogat wurde bei 92 Minuten erreicht, der erste Nachweis von 1,6-HDGE im EP-Harz erfolgte bei 134 Minuten erreicht.

Anmerkung 1: Die für die stoffselektive Berechnung zugrunde liegenden Parameter sind:
Volumen der Messzelle: 46,31 ml, Kontaktfläche zur Membran: 13,17 cm².

4 Festlegungen

4.1 Referenz Epoxidharz-Mischung

Für die Auswahl einer geeigneten Referenz-Epoxidharz-Mischung wurden im Rahmen einer Marktanalyse die Gehalte der Inhaltsstoffe gemäß den Angaben in den Sicherheitsdatenblättern untersucht. Die untenstehende Zusammensetzung wurde anhand der maximal angegebenen Gehalte für 1,6-Hexandioldiglycidylether abgeleitet.

Für die Referenzuntersuchungen wird folgendes Gemisch eingesetzt:

Stoffname	CAS	Konzentration
Bisphenol A - Harz	80-05-7	80 %
Benzylalkohol	100-51-6	10 %
1,6-Hexandioldiglycidylester [1,6-HDGE]	16096-31-4	10 %

Anmerkung 1: Auf die Erstellung einer Referenz-Härter-Komponente wurde verzichtet, da die dort enthaltenen Diamine deutlich später permeieren als die Glycidylether in der Harzkomponente.

4.2 Surrogat

Für die Referenzuntersuchungen wird folgendes Gemisch eingesetzt:

Stoffname	CAS	Konzentration
PEG 400 (Polyethylenglycol) MW 380 – 420)	25322-68-3	50 %
Benzylalkohol	100-51-6	50 %

4.3 Temperatur

Die Permeationsmessungen erfolgen bei **33 ± 1 °C**.

4.4 Stoffspezifischer Nachweis

Die Stoffe, die im unter 4.1 definierten Gemisch enthalten sind, werden im geschlossenen System stoffspezifisch ermittelt.

Zur Detektion der Permeation können kontinuierliche bzw. halbkontinuierliche Messverfahren ebenso verwendet werden, wie der analytische Nachweis der Stoffe aus der Messzelle nach einem Permeationsexperiment, das nach 240 Minuten beendet wurde.

Die Stoffe gelten als nachgewiesen, wenn die Konzentration der einzelnen Stoffe in der Messzelle höher ist als die Konzentration, die erreicht wird, wenn **0,25 µg** der Stoffe pro cm² Fläche der exponierten Membran **in einer Minute** durch die Membran permeiert sind.

4.5 Messung mit Standardmessverfahren

Das Messsystem ist auf Benzylalkohol als aktive Substanz zu kalibrieren (PEG400 permeiert nicht in die Messzelle und ist daher nicht zu berücksichtigen).

Die Messung kann im offenen System erfolgen.

5 Literatur

- [01] EU-Verordnung 2016/425 Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates (Text von Bedeutung für den EWR)
- [02] DIN EN ISO 374-1:2018 Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen - Teil 1: Terminologie und Leistungsanforderungen für chemische Risiken (ISO 374-1:2016 + Amd. 1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 374-1:2016 + A1:2018
- [03] DIN EN 16523-1:2015+A1:2018 Bestimmung des Widerstands von Materialien gegen die Permeation von Chemikalien - Teil 1: Permeation durch potentiell gefährliche flüssige Chemikalien unter Dauerkontakt; Deutsche Fassung EN 16523-1:2015+A1:2018
- [04] TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“; Ausgabe August 2023; GMBI 2023, S. 898-920 [Nr.42] (v.11.9.2023)
- [05] DIN EN 388:2019 Schutzhandschuhe gegen mechanische Risiken; Deutsche Fassung EN 388:2016+A1:2018
- [06] DIN EN ISO 21420:2024 Schutzhandschuhe - Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (ISO 21420:2020 + Amd 1:2022); Deutsche Fassung EN ISO 21420:2020 + A1:2024
- [07] Pawlyszin, J.: Solid Phase Microextraction Theory and Practice; Wiley-VCH, New York, 1997
- [08] Abschlussbericht DGUV-Nr. 617.0-FF0248 „Entwicklung und Evaluierung eines Messverfahrens zur Bestimmung der Permeation von Epoxidharz(EP)-Inhaltsstoffen durch Chemikalienschutzhandschuhe (CSH)“, 2007

- [09] Abschlussbericht DGUV-Nr. 617.0-FF0269 617 „Entwicklung und Evaluierung eines praxisorientierten Messverfahrens zur Bestimmung der Permeation von Stoffgemischen und Produkten (Zubereitungen) durch Persönliche Schutzausrüstung (PSA), wie Chemikalienschutzhandschuhe, -schuhe und -kleidung“, 2012