

Strategie zur Ermittlung geeigneter Schutzhandschuhe gegen Chemikalien – ein branchenorientiertes Konzept

J. Cieslik, G. Röckel-Schütze, P. Paszkiewicz

Zusammenfassung Die Anzahl verschiedenartiger Chemikalien und chemischer Zubereitungen, mit denen Beschäftigte während ihrer Arbeit in Kontakt kommen, ist unüberschaubar hoch und stetig wachsend. Um Empfehlungen für geeignete Chemikalienschutzhandschuhe für Beschäftigte zu entwickeln, bedarf es einer praktikablen Strategie, die optimalerweise auch auf vielfältige Anwendungsfälle und häufig in der Praxis auftretende Fragestellungen übertragen werden kann. In diesem Artikel wird ein an Branchen orientiertes strategisches Konzept vorgestellt, in dessen Mittelpunkt eine ausführliche Methodenbeschreibung für die geläufigsten Varianten der Messung der chemischen Durchdringung (Permeation) steht und dessen Umsetzung an konkreten Beispielen veranschaulicht.

Strategy for identifying suitable gloves for protection against chemicals – a sector-oriented concept

Abstract The number of different chemicals and chemical preparations with which workers come into contact during their tasks is bewilderingly high, and continues to grow. In order for recommendations to be developed for suitable chemical protective gloves for workers, a practicable strategy is required that is ideally suited to application in a comprehensive range of cases and to problems frequently encountered in practice. This article describes a sector-oriented strategic concept that is based upon a comprehensive description of the most common methods used to measure chemical permeation. Application of the concept is illustrated with reference to specific examples.

1 Einleitung

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist die Auswahl von Chemikalienschutzhandschuhen für den jeweiligen speziellen Einsatzfall in der betrieblichen Praxis häufig ein großes Problem. Während es für eine Vielzahl von Einzelstoffen bereits auf gesicherten Erkenntnissen beruhende Empfehlungen für geeignete Handschuhmaterialien gibt, bleibt eine Lösung für eine beträchtliche Anzahl von Chemikalien offen. Dies sind vor allem solche Stoffe, deren Nachweis in geringsten Mengen in der chemischen Analytik eine besondere Herausforderung ist, insbesondere dann, wenn sie im Gemisch mit anderen Stoffen vorliegen. Diese Zubereitungen stellen einen schwer überschaubaren, stetig wachsenden Markt dar und werden mit der Zeit in ihrer Zusammensetzung qualitativ und quantitativ verändert, um sie den technischen Entwicklungen anzupassen. Hierbei ist es primär die Verpflichtung der Hersteller von Chemikalien – ob Einzelstoff oder Zubereitung –, den passenden Schutzhand-

schuh zu ermitteln und diese Information für den Anwender in den Sicherheitsdatenblättern darzulegen. Derzeit bestehen noch starke Defizite in der praktischen Umsetzung, obwohl die europäische Gesetzgebung durch die REACH-Verordnung [1] die Verpflichtung der Hersteller hierzu gesetzlich verankert.

Akteure im Arbeitsschutz sind deshalb gefordert, praxistaugliche Lösungen zu finden. Diese können aber nicht darin bestehen, die existierenden Lücken Zug um Zug zu schließen und sich jeden Einzelfalls anzunehmen. Vielmehr ist hier eine an Branchen ausgerichtete Strategie sinnvoll, bei der vornehmlich in ihrer Zusammensetzung typische und häufig verwendete Produkte untersucht werden. Auch wenn die Ableitung sicherheitsrelevanter Eigenschaften für ähnliche Substanzen bzw. deren Gemische streng wissenschaftlich gesehen nicht zulässig ist, so bietet ein solches Vorgehen zumindest einen akzeptablen Anhaltspunkt. Im Einzelfall müssen auch gefährliche Altstoffe, deren Verwendung mittlerweile verboten ist, im Hinblick auf deren Entsorgung untersucht werden, wie z. B. polychlorierte Biphenyle.

Ein wesentliches Kriterium für die Eignung eines Handschuhmaterials als Barriere gegen eine Chemikalie ist die chemische Durchdringung – auch Permeation genannt. Hierbei wird das Material in einer bestimmten Zeit durch Diffusion des betrachteten Stoffes durchwandert. Die hierfür benötigte Zeit wird Permeationszeit genannt und hängt von Einflussgrößen wie etwa der Temperatur und der Materialdicke ab. Mit zunehmender Dicke und abnehmender Temperatur erhöht sich die Durchdringungszeit. Mit Fokus auf chemische Einwirkungen ist die Permeationsmessung das Verfahren der Wahl, um die Eignung eines Handschuhmaterials zu prüfen. Sie wird nach standardisierten Prüfvorschriften durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf die Temperatur zu legen. Finden die Messungen bei 33 °C statt, ist dies gegenüber der Norm, Prüftemperatur (25 ± 1) °C, eine deutliche Verschärfung. Dies bildet aber die Situation in der Praxis, bei der die Handwärme auf den Handschuh übertragen wird, besser ab [2]. Bei Dauerkontakt mit der Chemikalie kann die Durchdringungszeit dann der potenziellen Tragedauer gleichgesetzt werden.

2 Strategisches Vorgehen

2.1 Abschätzung des Widerstandes gegen die chemische Durchdringung

Um ein branchenspezifisches Konzept (**Bild 1**) für den Handschutz gegen Chemikalien zu erarbeiten, wählt man im ersten Schritt branchentypische Zubereitungen aus, die die wesentlichen Tätigkeitsfelder, bei denen ein Umgang mit Chemikalien unvermeidbar ist, einbezieht. Häufig muss diese Auswahl aufgrund einer Vielzahl eingesetzter Produkte quantitativ eingegrenzt werden, was sich u. a. nach der Bedeutung, dem Gefährdungspotenzial, der Marktgängigkeit

Joachim Cieslik, Dipl.-Ing. Gerda Röckel-Schütze,
Dr. rer. nat. Peter Paszkiewicz,

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.

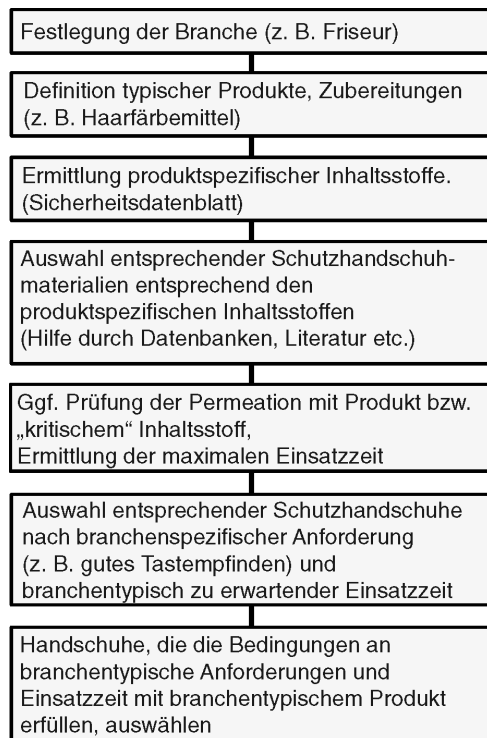


Bild 1. Darstellung einer branchenspezifischen Vorgehensweise.

und der Eignung als repräsentative Musterrezeptur für viele vergleichbare Produkte richtet.

Im nächsten Schritt werden die ausgewählten Produkte chemisch charakterisiert. Bei Stoffgemischen muss die qualitative und quantitative Zusammensetzung bekannt sein. Sind keine detaillierten Rezepturen zugänglich, führt kein Weg an einer vollständigen und deshalb sehr aufwendigen chemischen Analyse vorbei.

Mit dem Wissen um die chemische Zusammensetzung einer Zubereitung wird das Augenmerk auf denjenigen Einzelstoff gelegt, der die kürzeste Durchdringungszeit durch markttypische elastomere Handschuhmaterialien vermuten lässt. Dieser wird als Leitkomponente bezeichnet. Häufig sind dies die Substanzen, die als Hauptbestandteil auftreten, einen vergleichsweise niedrigen Siedepunkt haben, gute organische Lösemittleigenschaften aufweisen und damit eine hohe Mobilität in elastomeren Handschuhmaterialien erwarten lassen. Auch korrosive Stoffe, die aufgrund ihrer hohen chemischen Reaktivität (Oxidationspotenzial) auf derartige Materialien zerstörend wirken, kommen in Betracht.

Anhand der Leitkomponente können nun mögliche infrage kommende Handschuhmaterialien für die Permeationsprüfungen ausgewählt werden. Hierbei werden Permeationsdaten der Leitkomponente oder homologer Stoffe aus der Literatur oder aus Datenbanken [3] zur Orientierung herangezogen. Ziel dabei ist es, Handschuhmaterialien auszuwählen, die potenziell Schutz über die übliche Anwendungsdauer für die spezifische Tätigkeit mit dem relevanten chemischen Produkt bieten. Die zielsichere Bestimmung einer Leitkomponente als die für die Permeation kritische Substanz sowie die Auswahl von Handschuhmaterialien mit potenziell gutem Schutzvermögen verlangt ein hohes Maß an chemischer Intuition und langjährige Erfahrung in der Permeationsmessung mit komplexen Stoffen. Zur Messung

der Permeation, die letztendlich Anhaltspunkte für die maximale Tragedauer eines Schutzhandschuhs gegen ein Produkt liefern soll, wendet man Permeationsverfahren an, die in einschlägigen Normen beschrieben werden [4]. Die Detektion der nach dem bereits beschriebenen Verfahren ermittelten Leitkomponente kann allerdings eine große Herausforderung sein. Während die Erkennung der gängigsten organischen Lösemittel, Säuren und Laugen durch gut eingeführte und anerkannte Messverfahren zur Routine geworden sind, gibt es eine Vielzahl an Stoffen, die nicht ohne erheblichen Aufwand zu detektieren sind. Beispiele sind hier schwer flüchtige organische Verbindungen. In vielen Fällen ist dafür die Entwicklung eines spezifischen Messverfahrens notwendig.

2.2 Weitere Anforderungen

Die Auswahl eines geeigneten Schutzhandschuhs hängt neben der chemischen Beständigkeit, die die am schwierigsten zu bewertende Eigenschaft ist und deshalb hier im Vordergrund steht, von vielen anderen durch die jeweilige spezifische Tätigkeit bedingten Anforderungen ab. In der Praxis können eine bedeutende Rolle spielen:

- Häufigkeit und Dauer des Chemikalienkontakts,
- Art des Kontakts: vollständige Benetzung (z. B. durch Eintauchen), Teilexposition durch Spritzer, Sprühnebel oder kontaminierte Oberflächen,
- Konzentration und Temperatur der Chemikalie,
- mechanische Anforderungen an das Handschuhmaterial,
- thermischer Schutz,
- Abdeckungsgrad (nur die Hand, Unterarm oder Arm),
- Tastvermögen/Feinfühligkeit,
- Haftungsvermögen (trocken, nass, ölig),
- Größen- und Komfortanforderungen (ergonomische Anforderungen),
- zusätzliche Merkmale (z. B. Stulpen, Innenfutter, Durchbruchindikator).

In Abschnitt 4 wird die Umsetzung dieser allgemeinen Strategie an verschiedenen kurz zusammengefassten Beispielen veranschaulicht. Hierbei wird auch teilweise kurz Bezug auf neben der chemischen Beständigkeit erforderliche andere Gesichtspunkte genommen.

3 Experimentelle Methoden – Prüfung der chemischen Barriere

3.1 Permeation

Die Barrierewirkung eines Handschuhmaterials verhindert die Durchdringung von Chemikalien (Permeation). Dieser Schutz ist zeitlich begrenzt und hängt wesentlich von der Art und Beschaffenheit des Materials, der Chemikalie(n), deren Konzentration(en) und der Temperatur ab. Eine Vorhersage der Permeationszeit ist insbesondere bei komplexen Mischungen schwer zu treffen. Auch ähnlich benannte Materialien können sich in ihren Eigenschaften erheblich voneinander unterscheiden. Die Permeationszeit ist zuverlässig nur über eine Permeationsprüfung zu erhalten.

3.2 Prüfprinzip

Im einfachsten Fall trennt das zu untersuchende Material zwei Kammerhälften einer Prü fzelle (Bild 2). In die eine Kammerhälfte wird die zu vermessende Chemikalie gegeben. In der anderen Kammerhälfte, der Detektionsseite, sammelt sich über die Zeit die durch das Material diffundie-

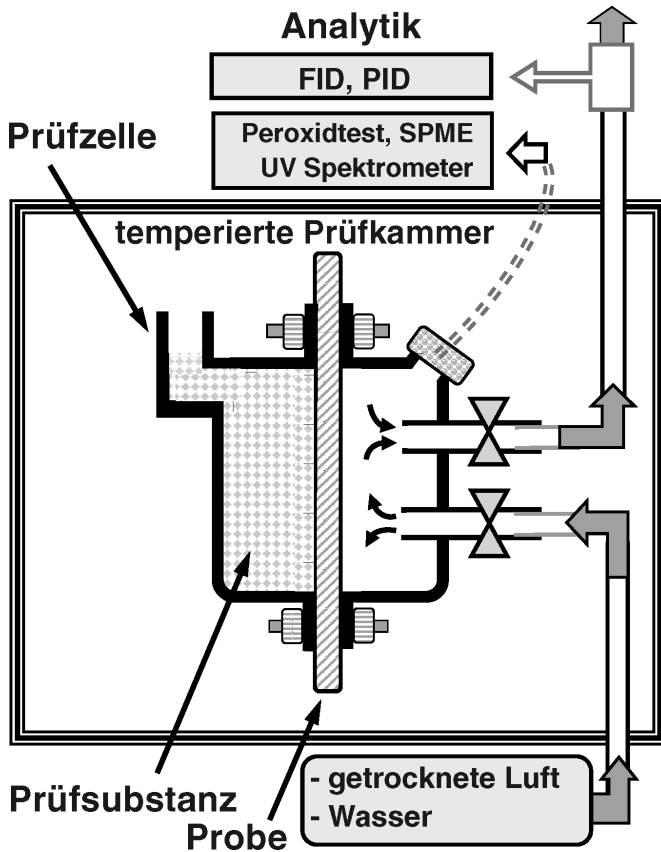


Bild 2. Prinzipieller Aufbau einer Permeationszelle nach DIN EN 374-3 [4].
PID = Photoionisationsdetektor; FID = Flammenionisationsdetektor; SPME = Solid Phase Micro Extraction

rende Chemikalie. Eine entsprechende zweiteilige Permeationsprüfzelle ist in DIN EN 374-5 [4] beschrieben. Gemessen wird die Zeit, die eine Chemikalie benötigt, um durch die Probe in die Detektionsseite der Prüfzelle zu gelangen, bis sie einen definierten Konzentrationswert erreicht. Durch die Messung der Konzentration über die Zeit lässt sich die Permeationsrate als Masse einer Chemikalie, die pro Zeit- und Flächeneinheit durch das Material dringt, ermitteln. Die Zeit, die eine Substanz benötigt, um eine definierte Permeationsrate (gemäß DIN EN 374-5: $1 \mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$) zu erreichen, ist die Durchbruchzeit.

Die Detektionsseite der Prüfzelle kann bei der Permeationsmessung entweder als offenes oder als geschlossenes System betrieben werden, in denen jeweils eine kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Konzentrationsmessung möglich ist. Welches System mit welchem Messmodus zum Einsatz kommt, entscheiden die Rahmenbedingungen.

3.2.1 Offenes System

Bei einem offenen System wird die Detektionsseite der Prüfzelle mit einem gasförmigen (z. B. Luft, Stickstoff) oder flüssigen (z. B. Wasser) Trägermedium, das keinen verändernden Einfluss auf das Probenmaterial ausüben darf, gleichmäßig durchströmt. Durch die Probe permeierte Substanzen werden vom Trägermedium aufgenommen und einer geeigneten Analytik zugeleitet. Von Vorteil ist hier das einfache und schnelle Verfahren. Insbesondere im Routineeinsatz mit Einzelsubstanzen erhält man ohne großen zeitlichen und apparativen Aufwand vergleichende Aussagen zur Durchbruchbeständigkeit von Handschuhmaterialien.

Der Nachteil ist die eingeschränkte Empfindlichkeit durch den Verdünnungseffekt.

Kontinuierliche Messung im offenen System

Eine Messung ist kontinuierlich, wenn eine Messgröße zeitlich ununterbrochen erfasst und zur Auswertung weitergeleitet wird. Jede Veränderung der Probeneigenschaften wird unmittelbar erkennbar. Zum Einsatz kommen hierbei Detektionssysteme, die eine direkte, verzögerungsfreie Messwertdarstellung erlauben. Dies sind bei Messungen in der Gasphase direkt anzeigende Kohlenwasserstoffdetektoren wie Flammenionisations-(FID), Photoionisations-(PID), Infrarot-(IR) oder auch spezielle gassensitive Detektoren oder Sensoren, wie z. B. für Schwefelwasserstoff (H_2S) und Sauerstoff (O_2). Bei Messungen in wässriger Phase sind dies u. a. Leitfähigkeits- und pH-Wert-Messungen. Aber auch Teststäbchen oder -röhrchen, die durch einen Farbumschlag eine sofortige Ergebnisdarstellung zeigen, sind möglich.

Diskontinuierliche Messung im offenen System

Kann eine Messgröße nur mit zeitlicher Unterbrechung erfasst werden, spricht man von einer diskontinuierlichen Messung. Dies ist bei Mischungen und gegebenenfalls unbekanntem Substanzen erforderlich, die eine aufwendigere stoffspezifische Analytik, z. B. Gaschromatographie (GC) gekoppelt mit Infrarot-(IR), Ultraviolett-(UV) oder Massenspektrometrie (MS) benötigen. Die Ergebnisse sind hier in der Regel erst nach Ende der Permeationsmessung verfügbar. Das Permeationsverhalten der Probe direkt zu beobachten, ist nicht möglich. Entsprechend der Aussageerwartung der Ergebnisse werden aus dem Trägermedium Proben in ausgewählten Zeitzyklen entnommen und entweder direkt analysiert oder bis zur Analytik in geeigneter Weise zwischengelagert.

3.2.2 Geschlossenes System

Bei einem geschlossenen System reichern sich in der Prüfzelle die permeierten Substanzen im Trägermedium der Detektionsseite an. Das Volumen der Detektionsseite ist somit durch die Geometrie der Kammer vorgegeben. Ein Vorteil des geschlossenen Systems liegt in der um den Faktor 10 höheren Empfindlichkeit.

Kontinuierliche Messung im geschlossenen System

Kann die Messgröße zeitlich ununterbrochen erfasst werden, ist auch hier eine kontinuierliche Messung möglich. Dazu müssen geeignete Messfühler in die Detektionsseite der Zelle eingebracht werden. Entsprechend unkompliziert ist die Messung mit Leitfähigkeit und pH-Elektroden. Auch spezielle Messfühler oder Sensoren, die stoffselektiv messen, kann man einsetzen (z. B. für H_2S , O_2). Bedingung ist, dass diese Systeme keine Substanz durch Messbedingungen verbrauchen. Dies führt in einem geschlossenen System zu Fehlbeurteilungen und die Ergebnisse müssen gegebenenfalls aufwendig in der Berechnung korrigiert werden. Messungen mit FID sind deswegen nicht möglich. Ein PID ist auch nicht einsetzbar, da er zur Messung einen entsprechenden Volumenstrom benötigt. Spezielle chemische Gassenoren, die in die Zelle eingebracht werden könnten, sind noch nicht stabil verfügbar.

Diskontinuierliche Messung im geschlossenen System

Sind komplexe Gemische oder Substanzen mit besonderen chemischen Eigenschaften zu messen, ist aufgrund der dann anzuwendenden Analytik keine kontinuierliche Messung möglich. Hier ist die Verfahrensweise analog dem Verfahren

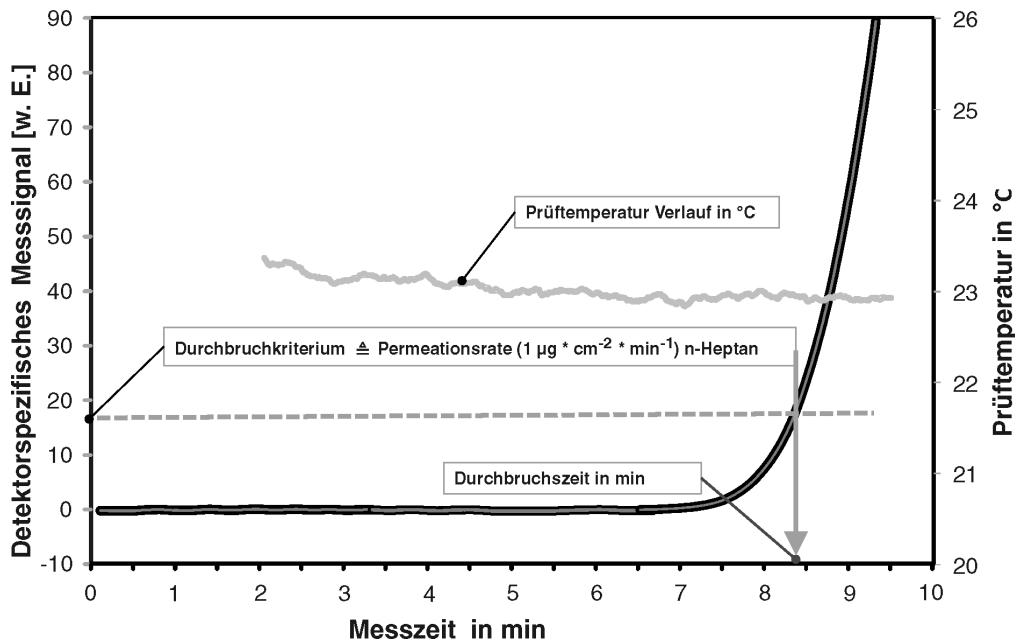


Bild 3. Durchbruchkurve einer 80 : 20-Shellsol/Ethanol-Mischung für 0,1 mm Nitril-Handschuhmaterial bei 23 °C.

bei der diskontinuierlichen Messung im offenen System. Nur wird die Probe nicht aus dem Trägergasstrom genommen, sondern direkt durch entsprechende Öffnungen der Detektionsseite der Prü fzelle. Dabei muss der Zelle entnommenes Volumen nach jedem Probenahmevorgang wieder ausgeglichen und die Konzentrationsergebnisse müssen durch definierte Berechnungen korrigiert werden. Entsprechend aufwendig gestaltet sich dadurch die Verfahrensweise.

Diskontinuierliche Messung im geschlossenen System mit SPME-GC-MS

Für die diskontinuierliche Messung im geschlossenen System wurde in jüngster Zeit ein neues Verfahren entwickelt. Es beruht auf dem Prinzip der Festphasenmikroextraktion (engl.: Solid Phase Micro Extraction, SPME) und ist eine lösungsmittelfreie Methode der Probenahme. Die Sorption erfolgt auf einer polymerbeschichteten Quarzglasfaser mit einem Durchmesser von 0,3 mm. Dieses Verfahren ermöglicht eine einfache Substanzentnahme aus der Prü fzelle und ist auch für schwerflüchtige Stoffe zugänglich. Das Sammelmedium kann wahlweise ein Gas oder eine Flüssigkeit sein. Das Verfahren der SPME benötigt in der Regel nur folgende Arbeitsschritte:

- Eine Faser wird in definierten Zeitintervallen durch ein Septum direkt in die Detektionsseite der Prü fzelle verbracht. Dort findet die Adsorption bzw. Anreicherung der zu messenden Stoffe statt.
- Die Desorption der adsorbierten Verbindungen von der Faser findet im GC-Injektor bei hohen Temperaturen statt. Durch diesen Temperatureinfluss werden die auf der Faserbeschichtung angelagerten Moleküle in die GC-Trennsäule überführt und anschließend im Massenspektrometer detektiert.
- Die Auswertung aller zu diesem Probenahmezeitpunkt durch die Probe permeierten Stoffe.

Dieses Verfahren vereinfacht die Probenahme im geschlossenen System erheblich, weil das aufwendige Ersetzen des Trägermediums nach Probenahme aus der Zelle entfällt. Die Menge an Substanz, die bei der Probenahme aus der Prü fzelle entnommen wird, ist in der Berechnung vernachlässigbar.

4 Branchentypische Beispiele

4.1 Reinigung und Entfetten von Bauteilen

4.1.1 Fragestellung

Zum Bedrucken der Seitenflächen von Bauteilen müssen die Druckflächen frei von Fetten, Ölen und Fingerabdrücken sein. Die Reinigung der unebenen Oberflächen ist nur manuell möglich. Es kommt ein Reinigungsmittel zum Einsatz, das mit einem mehrlagigen Vlies Tuch über einen Flüssigkeitssponder einmalig aufgenommen wird. Hierzu werden die Bauteile auf die Seitenflächen gelegt und in einem Arbeitsgang mit dem durchtränkten Vlies abgewischt. Die so gereinigten Teile werden ein-

zeln in die Druckvorrichtung eingelegt und bedruckt. Dieser Vorgang wird in diesem Zyklus wiederholt. Während des gesamten Vorgangs tragen die Beschäftigten Schutzhandschuhe. Es sollte untersucht werden, ob und wie lange die in der Praxis eingesetzten Schutzhandschuhe benutzt werden können.

4.1.2 Prüfkonzept

Für die Reinigung wird Spezialbenzin 80/110 LHN (Shellsol 80/110), eine komplexe Mischung von Alkanen, 20 % Ethanol zugesetzt. Permeationsmessungen sollen an zwei bereits verwendeten Nitrilhandschuh-Typen unterschiedlicher Dicke (0,14 und 0,10 mm) durchgeführt werden.

4.1.3 Aktivitäten und Messungen

An den verwendeten Handschuhmaterialien wurden Permeationsmessungen in Anlehnung an DIN EN 574-5 [4] mit der Benzin/Ethanol-Mischung durchgeführt. Dabei wurde die kontinuierliche Messung im offenen System angewendet. Die Messung erfolgte ohne Differenzierung der Komponenten mit FID als Detektor, die Kalibrierung mit n-Heptan (Bild 5).

4.1.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Beide Handschuhtypen zeigen in der Permeationsprüfung etwa identische Ergebnisse. Der Nitrilhandschuh Typ B ist besser geeignet, da er durch die geringere Materialdicke ein besseres Tragegefühl vermuten lässt. Dieser Handschuhtyp ist auch in der Praxis bevorzugt. An den Durchbruchzeiten orientiert sich die noch auf eine Temperatur von 33 °C zu korrigierende Einsatzzeit.

4.2 Aufarbeitung von Alttransformatoren

4.2.1 Fragestellung

Beim Aufarbeiten von Alttransformatoren werden polychlorbiphenyl(PCB)-haltige Öle (Transformatoröle) entfernt und einer sicheren Entsorgung zugeführt. Aufgrund des besonderen Gefährdungspotenzials der PCB muss geeignete

Schutzausrüstung getragen werden. Das Hauptaugenmerk für die Auswahl geeigneter Schutzhandschuhe liegt dabei auf den PCB-Inhaltsstoffen. Ziel der Untersuchung war, einen auf dem Markt erhältlichen Chemikalien-schutzhandschuh zu ermitteln, der die beste Barrierewirkung gegenüber der PCB-Mischung hat.

Tabelle 1. Prüfergebnisse für Nitrilhandschuhe, jeweils zwei Proben.

Handschuhtyp (Wandstärke)	Prüftemperatur in °C	Probendicke in mm	Durchbruchzeit in min
A (0,14 mm)	23,1	0,138	8
		0,142	8
B (0,10 mm)	23,0	0,104	8
		0,102	7

4.2.2 Prüfkonzept

Prüfsubstanz war verunreinigtes Transformatorenöl. In der Mischung wurden neben anderen Komponenten Chlorbenzole und PCB gefunden. Daraus wurden folgende Substanzen für die vergleichende Untersuchung ausgewählt: Dichlorbenzol, Trichlorbenzol, Tetrachlorbenzol, Pentachlorbenzol, Dichlorbiphenyl, Trichlorbiphenyl, Tetrachlorbiphenyl und Pentachlorbiphenyl.

Die in Tabelle 2 aufgeführten Handschuhmaterialien wurden zur Ermittlung des Permeationsverhaltens ausgewählt. Die maximale Messdauer wurde gemäß Praxisempfehlungen auf 240 min festgelegt.

Tabelle 2. Materialzusammensetzung und Dicke der ausgewählten Handschuhe.

Handschuhmaterial	Materialstärke in mm
Butylkautschuk	0,33
Butylkautschuk	0,76
Polychloropren	0,69
Polychloropren (zweischichtig)	0,72
Nitrilkautschuk	0,45
Nitrilkautschuk-Einmalhandschuh	0,12

4.2.3 Aktivitäten und Messungen

Die Detektion und Probenahme wurden aufgrund der komplexen Mischung mittels GC-MS-SPME und wegen besserer Praxisnähe bei 33 °C durchgeführt.

4.2.4 Ergebnisse

Die in dem Trafoöl enthaltenen Chlorbenzole zeigen sich als Wegbereiter für die höhermolekularen PCB. Beständigstes Material ist in diesem Vergleich der Nitrilkautschuk mit einer Dicke von 0,45 mm. Bis zum Ende der Messzeit von 240 min wurde keine Durchdringung der ausgewählten Prüfsubstanzen detektiert. Einmalhandschuhe aus Nitril sind für den Einsatz ungeeignet, da schon nach ca. 8 min (Bild 4) fast alle betrachteten Chlorbenzole hindurchgetreten sind und infolge der Durchtritt von PCB einsetzt. Die Messergebnisse beziehen sich nur auf die in dieser Untersuchung verwendete PCB-Mischung.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass beim Umgang mit den Trafoölen eine hohe Gefahr der Verschleppung besteht. Darum ist es empfehlenswert, die Handschuhe nur für den einmaligen Gebrauch einzusetzen und nach der Tätigkeit fachgerecht zu entsorgen. Besonderes Augenmerk ist auf das Ausziehen bzw. den Handschuhwechsel zu legen. Die Gefährdung der Kontami-

nation der Hand beim Handschuhwechsel muss durch geeignete Maßnahmen ausgeschlossen werden.

4.3 Handschuhe im Friseurhandwerk

4.3.1 Fragestellung

Bei Tätigkeiten im Friseurhandwerk wird mit einer Vielzahl von Zubereitungen umgegangen. Man muss davon ausgehen, dass einige Inhaltsstoffe Hauterkrankungen, wie irritative oder allergische Kontaktekzeme, auslösen können. Dies kann durch das Tragen geeigneter Handschuhe und den richtigen Umgang mit den Friseurchemikalien vermieden werden. Als Beispiel für die Auswahl geeigneter Schutzhandschuhe für eine bestimmte Tätigkeit sollte das Färben mit direktziehender Farbe dienen. Die Tragedauer soll mindestens 30 min betragen, sodass die Handschuhe während eines Arbeitsgangs nicht gewechselt werden müssen.

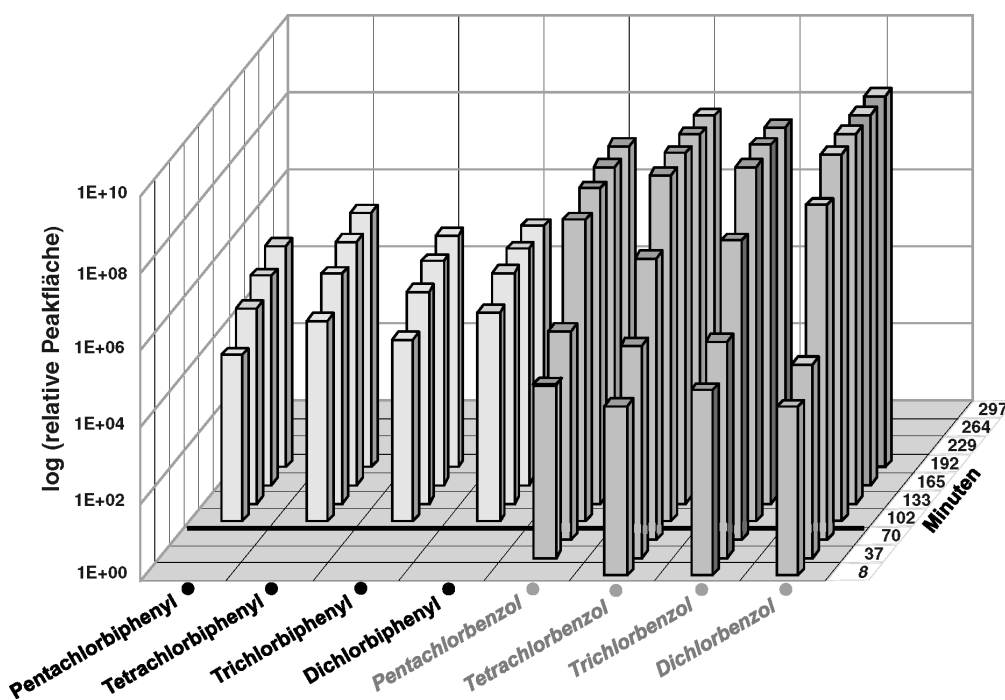


Bild 4. „Schleppereffekt“ an einem für Trafoöl ungeeigneten Nitril-Einweg-Handschuhmaterial bei 33 °C.

5 Zusammenfassung

Die Beispiele aus komplexen praktischen Fragestellungen zeigen, dass für die Auswahl von geeigneten Chemikalienschutzhandschuhen insbesondere im Hinblick auf die chemische Barrierewirkung gezielte Messungen mit den für die Tätigkeiten spezifischen Zubereitungen unverzichtbar sind. Eine Ableitung aus Ergebnissen von Einzelstoffmessungen unter standardisierten Bedingungen, die in verschiedenen Datenbanken zu finden sind, kann allenfalls

eine grobe Orientierung sein. Umso wichtiger ist es, durch die gezielte Auswahl an branchentypischen repräsentativen Zubereitungen und einer durchdachten Messstrategie eine große Anwendungsbreite abzudecken.

Darüber hinaus wird empfohlen, bei allen Handschuhen, die für einen bestimmten Einsatzzweck und auch für einen bestimmten Arbeitnehmer ausgewählt werden, potenzielle Allergien auf das Handschuhmaterial einzubeziehen. Auch sollte man bei der Auswahl der Handschuhe auf Größe, Passform und Stulpenlänge achten. Optimal sind hier Tragetests der Nutzer vor der erstmaligen Anwendung.

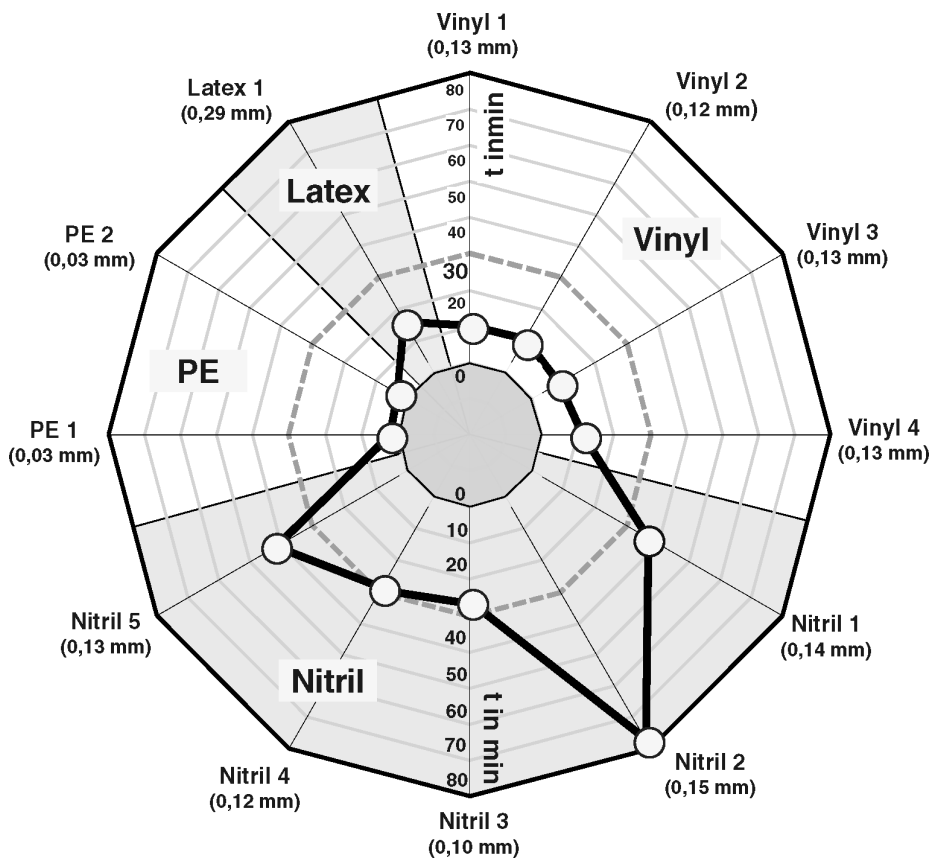


Bild 5. Spinnennetzplot der Durchbruchzeiten der Leitkomponente Benzylalkohol aus direktziehender Farbe für unterschiedliche Handschuhmaterialien bei 33 °C; in (): Materialdicke.

4.3.2 Prüfkonzept

Als Prüfsubstanz wurde eine direktziehende Farbe als komplexe Chemikalienmischung verwendet. Die Auswahl der Leitkomponente erfolgte zum Zeitpunkt der Untersuchung auf der Basis verschiedener Aspekte:

- hoher Prozentanteil im Gemisch,
- hohe Flüchtigkeit bzw. hoher Dampfdruck,
- Detektierbarkeit mit vorhandenen Detektoren.

Die direktziehende Farbe wird unverdünnt auf das Haar aufgetragen. Es wurde in Abstimmung auf die Dauer eines Arbeitsgangs maximal zwei Stunden bei 33 °C gemessen.

Die Auswahl der Handschuhe reduzierte sich wegen des notwendigen Tastgefühls auf den Bereich der dünnen Einmalhandschuhe. Diese werden aus den verschiedensten Materialien, wie Nitrilkautschuk (Nitril), Polychloropren (CR), Vinyl (PVC), Latex (NR) und Polyethylen (PE) hergestellt.

4.3.3 Aktivitäten und Messungen

Bei den Permeationsmessungen in Anlehnung an DIN EN 374-3 mit der direktziehenden Farbe wurde Benzylalkohol wegen seines Anteils von ca. 4 % und seiner Leichtflüchtigkeit als Leitkomponente ausgewählt. Mit Luft als Sammelmedium wurde auf Benzylalkohol kalibriert.

4.3.4 Ergebnisse

Beim Einsatz der direktziehenden Farbe erfüllten von allen getesteten Materialien nur die Nitrilhandschuhe das vorgegebene Kriterium von mindestens 30 min bezogen auf die Durchbruchzeit bei 33 °C. Die Messwerte liegen zwischen 26 und 79 min (Bild 5).

Literatur

- [1] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission (REACH-Verordnung). ABl. EG Nr. L 396 (2006), S. 1-851.
- [2] Polanz, O.; Paszkiewicz, P.: Praxisnahe Auswahl von Chemikalien-Schutzhandschuhen – ein neuer Ansatz. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 63 (2003) Nr. 10, S. 410-412.
- [3] GESTIS-Stoffdatenbank. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. www.dguv.de/ifa, Webcode: d11892.
- [4] DIN EN 374-3: Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 3: Bestimmung des Widerstandes gegen Permeation von Chemikalien. Berlin: Beuth 2003.