

- Reindell H., K. König, H. Roßkamp und J. Keul:* «Sport- und Schreibtischherz». *Ärztl. Fortbildg.* 9, 4, (1959).
- Reischauer F.:* «Autofahren und Wirbelsäule». *Dtsch. Med. Wschr.* 84, 13, 617, (1959).
- Ruff S.:* «Die physiologische Wirkung hoher Beschleunigung». *Luftwissen* 7, 24, (1940).
- Schweisheimer W.:* «Autobeine». *Zbl. Verkehrsmed.* 6, 3, 187, (1960).
- Trautwein H. und I. Schlaap:* «Die Halswirbelsäule als krankheitsauslösender Faktor». *Med. Welt* 22, 1185, (1961).
- Wichmann B.:* «Die vegetative Dystonie». *Dtsch. Med. Wschr.* 60, 1500, (1934).

Anschrift des Verfassers:

Doz. Dr. R. Günther, Med. Univ. Klinik,  
Innsbruck.

Aus der Dermatologischen Klinik der Katholischen Universität Nijmegen, Holland. Leiter:  
Prof. Dr. J. W. H. Mali

## **Prophylaktische Maßnahmen gegen Kontaktekzeme bei der Verarbeitung von Epoxydharzen und deren Härtern<sup>1</sup>**

von *K. E. Malten*

### *Zusammenfassung*

Der Autor diskutiert die Möglichkeit von Präventivmaßnahmen gegen Hautschäden bei der Verarbeitung von Epoxydharzen an Hand der arbeitsdermatologischen Relation zwischen den zu verarbeitenden Stoffen und dem Arbeiter selber. So wird erläutert, wie durch Ersetzen, Mechanisieren, Absondern, durch arbeitshygienische und -methodische Maßnahmen, durch Selektion, persönliche Hygiene, Instruktion und Kontrolle eine Erniedrigung der Häufigkeit der Hautschäden bei der Epoxydverarbeitung erreicht werden kann.

### *Summary*

The autor discusses the possibilities of prevention of occupational dermatosis in working-up Epoxyresins on the basis of the relation which exists between the substances to be worked with and the worker who must perform the job. The problem how the frequency of occupational dermatosis can be lowered by substituting less harmful materials for the incriminated ones, by mechanizing the process, by separation of the hazardous phase of the processing cycle, by occupational hygienical and methodological measures, by selection, personal hygienic measures and supervisory instruction has been pondered over.

<sup>1</sup> Nach einem am 7. November 1963 vor der «Studiengruppe für Gesundheitsschutz in Industrie und Gewerbe», Zürich, gehaltenen Vortrag.

Auf eine eingehende Darstellung der Chemie und der Verwendung der Epoxydharze muß in diesem Artikel verzichtet werden. Statt dessen sei auf das Buch von Malten und Zielhuis und auf eine neuere Veröffentlichung in den «National Safety News» verwiesen. Dieser letzteren Veröffentlichung ist auch die nachfolgende Übersichtstabelle 1 entnommen, in welcher die Risiken bei den verschiedenen Epoxydharzen und die notwendigen Präventivmaßnahmen zusammengestellt sind.

Tabelle 1. Die häufigsten Epoxydharze; Risiko und prophylaktische Maßnahmen.

Material. . . . .	Primäre Haut-Toxizität	Hautsensibilisierende Wirkung	Schutzmaßnahmen
Unausgehärtete Epoxydharz-Ansätze; fest . . . . .	keine	keine	D
Unausgehärtete Epoxydharz-Ansätze; flüssig mit reaktiven flüssigen Streckmitteln (wie z.B. Butylglycidyläther) . . . . .	mild bis mäßig	mild bis stark	A B C
Unausgehärtete Epoxydharz-Ansätze; flüssig, ohne reaktive Streckmittel . .	mild bis mäßig	mild bis keine	A B
Ausgehärtete Epoxydharz-Ansätze . .	keine	keine	D
Polyamid-Härter . . . . .	praktisch keine	mild oder keine	A
Amin-Härter . . . . .	mild bis stark	mild bis stark	A B C D
Anhydrid-Härter . . . . .	mild	mild oder keine	A D
Peroxyd-Härter . . . . .	mild bis stark	mild oder keine	A B D
Reaktive flüssige Streckmittel (Epoxyd-Monomere) . . . . .	mild bis mäßig	mild bis stark	A B C D
Lösungsmittel . . . . .	Hautfett lösend	keine	A B C D

A bedeutet Hautschutz notwendig; B bedeutet Schutzbrille notwendig; C bedeutet örtliche Absaugung; D bedeutet Inhalation von Staub oder Dampf zu vermeiden.

Im Nachtrag zur Tabelle sei vermerkt, daß nach unserer Erfahrung (Malten und Zielhuis 1964) die flüssigen Epoxydharze ebenso häufig oder gar noch häufiger zur Sensibilisierung führen als die aliphatischen Aminhärter.

Allgemein kann man in der Bezeichnung zwischen dem Arbeiter und dem Stoff, der verarbeitet werden soll, verschiedene Stufen unterscheiden, wie sie im nachfolgenden Schema dargestellt sind. Von Fall zu Fall muß entschieden werden, auf welcher Stufe prophylaktische Maßnahmen notwendig und möglich

Stoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ersetzen</li> <li>Mechanisieren</li> <li>Absondern</li> <li>Arbeitshygiene</li> <li>Arbeitsmethode</li> <li>Selektion</li> <li>Persönliche Hygiene (Abhärtung)</li> <li>Instruktion</li> <li>Kontrolle</li> </ul>	<p>sind. Diejenigen Maßnahmen, die in der Nähe des Stoffes getroffen werden, sind am Zuverlässigsten, weil sie unabhängig von der Intelligenz oder der Laune des Arbeiters sind.</p> <p>Deswegen sind sie den Maßnahmen auf den letzten Stufen des Schemas vorzuziehen, aber es wird öfters aus technischen Gründen nicht möglich sein, auf den höheren Stufen viel zu verändern und zu verbessern.</p> <p>Wo es technisch möglich ist, sollten aliphatische Polyaminhärter durch Versamid 115 oder 140 (Malten und Zielhuis 1964) ersetzt werden. In elektrotechnischen Betrie-</p>
Arbeiter		<p>ben hat man versucht, Epoxydharze durch ungesättigte Polyesterharze zu ersetzen. Jedoch waren die technischen Ergebnisse schon bald unbefriedigend, so daß man wieder zur Benützung der Epoxydharze zurückkehren mußte. Dagegen konnte man in den gleichen Betrieben dort mit Erfolg zur <i>Mechanisierung</i> des Arbeitsprozesses übergehen, wo die Massenherstellung von kleinen uniformen Teilstückchen den Aufwand lohnte. Damit wurden die direkten Hautkontakte seltener, so daß kaum mehr Kontaktexzeme auftraten.</p>

In einem Flugzeugbetrieb waren etwa fünfzig Arbeiter mit der Produktion eines großen ungesättigten Polyester-Glasfaserkörpers beschäftigt, wobei kleine Teilstückchen mittels Epoxydharz eingeleimt wurden. Zwölf Arbeiter bekamen Hautschäden; neun davon wurden mittels Lämpchenproben untersucht. Ein Arbeiter war nur gegen Polyesterharz überempfindlich; vier hatten neben der Polyesterharz-Überempfindlichkeit eine zusätzliche Sensibilisierung für Epoxydharz und/oder dessen Aminhärter. Schließlich waren vier weitere Arbeiter ausschließlich gegen Epoxyd-Ingredienzien überempfindlich geworden. Wenn man nun weiß, daß bei der Verarbeitung von ungesättigten Polyestern an sich kaum primäre Sensibilisierungen auftreten, so ist für diesen Fall anzunehmen, daß sich die vier fraglichen Arbeiter ihre Polyestersensibilisierung erst sekundär im Anschluß an eine Epoxyd/Aminhärter-Sensibilisierung zugezogen haben. Somit ist vom betriebshygienischen Standpunkt aus zu fordern, daß die Fabrikation derartiger Polyesterkörper vom Einleimen kleiner Teilstückchen mittels Epoxyd *abzuseparieren* ist. Weil es sich dabei nur um eine kleine Detailarbeit handelt, kann diese Arbeit von drei Leuten geleistet werden. Damit sind siebenundvierzig der fünfzig Arbeiter keiner Epoxydexponierung mehr ausgesetzt (siehe Details: Malten und Zielhuis 1964).

*Arbeitshygienische* Maßnahmen beginnen beim Bau eines gut ventilierten separaten Raumes, der Mischküche. Hier werden die Ingredienzien in großen Behältern aufbewahrt und die für einen bestimmten Arbeitsgang berechneten Mengen an Kunstharz-Härtermischungen hergestellt und in kleinen Karton-

behältern, mit deutlichem Vermerk des Inhaltes, herausgegeben. (Diese Kartonbehälter müssen sofort nach Verwendung des Inhaltes fortgeworfen werden, wozu der entsprechende Abfallbehälter am besten in der Außenluft aufgestellt wird. Wo dies nicht möglich ist, soll der große Behälter für Abfallmaterial gut verschließbar sein. Die öftere Entleerung soll das Hilfspersonal mit Handschuhen vornehmen.) Das Übergießen von Flüssigkeiten aus großen Behältern in kleine muß durch ein System von (Pumpen und) Leitungen und Hähnen ersetzt werden. Werden dabei flüchtige oder staubende Substanzen verwendet, so muß für die Mischung ein Schrank mit Absaugung (50 Meter pro Minute nach Nat. Safety News, 1963) benützt werden. Das Blatt der Waage ist mit Papier zu belegen, das nach Beschmutzung entfernt wird. Das Mischen soll soweit möglich elektrisch vorgenommen werden. Die Mixerblätter muß man in einem Lösungsbad grob reinigen (z. B. mit Methylisobutylketon) und schließlich unter fließendem Lösungsmittel endgültig säubern. Dabei sollen die Arbeiter Handschuhe tragen und die Arbeit des Säuberns nur zu bestimmten Zeiten der Arbeitsschicht verrichten. Mit dem Bau einer solchen Mischküche sinkt die Mannigfaltigkeit der Kontakte für die Konstruktionsarbeiter im Betrieb selber.

Die Herausgabe der auf Maß und Form zugeschnittenen Glasfasergewebe geschieht von einem nebenan gelegenen Raum aus, in welchem sich ein großer Tisch mit einer etwa fünf Zentimeter hohen Umrandung befindet. An der Innenseite dieser Kante ist eine Schlitzabsaugung anzubringen. Auf diese Weise verringert man die Anzahl der Personen, die mit einer von Glasfasern traumatisierten Haut den sensibilisierenden Substanzen exponiert werden.

Wo auf große Flächen Epoxydharz-Aminhärter-Mischungen aufgebracht werden müssen, soll dies nur unter lokaler Absaugung geschehen. Bei Aushärtung in Öfen soll die Luft des Ofens während fünf Minuten vor der Öffnung der Türen abgesaugt werden. Der Aushärteprozeß muß wegen der Flüchtigkeit der Aminhärter unter Absaugung in einem Spezialraum stattfinden. Mit der Weiterverarbeitung (Sägen und Feilen von ausgehärtetem Material) sollte man erst nach einigen Tagen beginnen und dabei auch eine lokale Absaugung benützen. Der Arbeitstisch sollte mit Papier, das nach Beschmutzung entfernt wird, belegt werden. Beschmutzte Geräte und Werkzeuge sollen zentral von einer dazu bestimmten Hilfskraft mit Lösungsmitteln gesäubert werden, wobei Handschuhe getragen werden müssen. Die Kombination von Arbeiten mit hauttoxischen und mit hautsensibilisierenden Substanzen sollte vermieden werden. Jede kleine Hautverwundung muß sofort verbunden werden.

Die *Arbeitsmethode* sollte so organisiert werden, daß Hautkontakte mit noch ungehärtetem Material soweit möglich durch sauberes Arbeiten vermieden wird. Zur Applikation des Harzhärter-Gemisches soll man Spateln oder Spritzen verwenden. Pinsel dürfen nur vertikal gehalten werden, und deren Stiel muß einen breiten Schutzring aufweisen, um das Abtropfen auf den Griff zu ver-

hindern (man kann alte Plastikdeckel von breiten Flaschen verwenden). Kleinste Mengen müssen, besonders wenn sie in flüssiger Form auf bestimmte Punkte des Werkstückes zu applizieren sind, mittels Plastikspritzen angebracht werden. Es sollen so billige Spritzen verwendet werden, daß sie nach Gebrauch weggeworfen werden können. Wo eine große Innenfläche mit einer Harzhärter-Glasgewebe («Sandwich»)-Kombination versehen werden muß, lohnt es sich, diese ganze Kombination auf einer Plastikfolie auf einem flachen Tisch vorzuarbeiten. Sobald die Kombination die gewünschte Dicke erreicht hat, kann man sie als Ganzes an der Folie hochheben und dann gegen die Innenfläche andrücken. Dabei verhütet die Plastikfolie die Beschmutzung der Finger.

Im Hinblick auf die *Selektion* der Arbeiter sind keine allgemeingültigen Ratschläge möglich. Im allgemeinen soll man rotblonde Typen nicht mit Lösungsmitteln und dergleichen arbeiten lassen, weil diese ihre Haut häufiger schädigen, als dies bei Normalen oder gar bei Dunkelhäutigen der Fall ist (ausgenommen Malayer). Personen mit präexistentem Hautleiden sind aus solchen chemischen Betrieben fernzuhalten. Bei der Auswahl der Arbeiter muß man eine genügende Intelligenz, den Willen zu hygienischer Arbeit und zum Befolgen präventiver Vorschriften als wichtige Kriterien betrachten. Leute mit asthmatischer Veranlagung dürfen nicht mit aliphatischen Aminhärttern arbeiten. (Dernehl, 1963, fand in 8 Jahren bei 15 Asthmafällen derartige Substanzen als Ursache. Siehe auch Oltramare, 1961.)

*Persönliche Hygiene*, das heißt saubere Arbeit, ist die beste Prävention. Das Tragen von Schutzbrillen wird bei flüchtigen Stoffen empfohlen (siehe Tabelle). Man kann die Beschmutzung der Kleider durch das Tragen von Plastikärmeln und -schürzen aus Kunststoffolie verhüten. Diese sind eventuell täglich zu erneuern, weil ausgehärteter Kunstharz die Haut kratzt. Plastic- oder Gummihandschuhe werden häufig wegen der Behinderung der Hautausdünstung nicht getragen. Schutzsalben helfen ungenügend. Man kann von einer weniger als Zehntelmillimeter dicken Salbenschicht nicht erwarten, daß sie den mechanischen Belastungen dieser Arbeit gewachsen ist. Außerdem gibt es meines Wissens noch keine Schutzsalbe, die sowohl gegen die chemische Auswirkung des Epoxydharzes als auch gegen die des Polyaminhärters schützt. Diese Eigenschaft wäre unerlässlich, weil doch beide Stoffe im selben Arbeitsgang vorkommen und im Hinblick auf die Sensibilisierung etwa gleich gefährlich sind (Malten und Zielhuis, 1964).

Dagegen ist das einfache Einfetten der Haut und der Nagelfalten mit einer zu gleichen Teilen aus Lanolin und Vaseline bestehenden Salbe zu empfehlen. Auf diese Weise lösen sich Beschmutzungen hinterher leichter von der Haut, und diese wird nicht zusätzlich noch durch Lösungsmittel weiter geschädigt. Beschmutzungen müssen mit einem in Lösungsmittel getränkten Wattebausch strikt *lokal* entfernt werden (z. B. Alkohol-Aceton-Gemisch, Isopropanol oder

Methyläthylketon, je nach Zusammenstellung des zu lösenden Gemisches). Dabei muß das Händewaschen in diesem Lösungsmittel strengstens untersagt werden. Der Wattebausch wird nach Gebrauch fortgeworfen. Das so verwendete Lösungsmittel muß in einem Dispenser mit Fußpedal bereitgestellt werden. Diese lokale Reinigung muß man ein- oder zweimal wiederholen, wobei man nicht warten darf, bis das Kunstharz auf der Haut ausgehärtet ist. (Bei längerem Zuwarten ist ein Schälen der Haut zu befürchten!) Im Anschluß an diese Reinigung wird mit fließendem lauwarmen Wasser und einfacher Haushaltseife gewaschen und hinterher mit dem eigenen oder einem Papierhandtuch abgetrocknet. Zum Schluß kann eine hautkonservierende Salbe angewendet werden, z.B. «Eucerin» oder 10% Ac.boric, 10% ad Lanae, 10% Glycerin, 10% Wasser in Vaseline ad 100.

Wo dies der ausdrückliche Wunsch von Patienten mit beruflichen Kontakt-ekzemen ist, kann man gegebenenfalls den Versuch wagen, sie mit der Hoffnung weiterarbeiten zu lassen, daß sukzessive eine *Abhärtung* eintritt. Über die entsprechenden Voraussetzungen informiert die Arbeit von Peck et al. (1945). Es bleiben dies allerdings vorläufig noch Experimente, bis wir über die Vorgänge bei einer solchen «Abhärtung» besser Bescheid wissen. Jedenfalls konnte Dernehl (1963) bei den von ihm beobachteten Arbeitern keine solche «Abhärtung» erreichen.

Auf die *Instruktion und Kontrolle* der präventiven Maßnahmen legen wir sehr großen Wert. Voraussetzung dazu ist, daß man durch genaue Untersuchungen darüber orientiert ist, welche Stoffe sich toxisch und welche sich sensibilisierend auf die Haut auswirken, und daß man durch Lappchenproben in jedem einzelnen Fall weiß, welche Stoffe tatsächlich zu einer Gefährdung führen und inwiefern eine eventuelle Gruppenüberempfindlichkeit die Einschätzung der Gefährdung verfälschen könnte (siehe Malten und Zielhuis, 1964). Erst dann kann man präventive Maßnahmen für die ganze Belegschaft einer Fabrik vorschlagen, die aber nicht eingeführt werden sollten vor einer ausführlichen Aufklärung der ganzen Belegschaft über die objektive Sachlage. Dabei muß deutlich gesagt werden, daß es sich, im Gegensatz zu den Erwartungen der Laien, nicht um Stoffe handelt, deren Auswirkung auf die Haut sofort beim ersten Kontakt spürbar ist, wie z.B. an Brennen und Rötung. Deutlich soll gesagt werden, daß im Gegenteil diese Stoffe (soweit nicht derselbe Stoff ausnahmsweise sowohl toxische als allergische Auswirkungen auf die Haut hat) erst nach Wochen oder Monaten, bei einem Teil der Arbeiter meistens ohne vorherige Andeutung, Ekzemerscheinungen hervorrufen können. Sind diese Ekzeme einmal da, werden oft kleinste Spuren nicht mehr ertragen. Der Kontakt mit der sensibilisierenden Substanz muß im allgemeinen dann während der nächsten Monate oder Jahre vollkommen vermieden werden. Die Arbeiter müssen im voraus wissen, welche Stoffe diese Folgen zeitigen können. Deshalb muß auch jeder Behälter in der Fabrik etikettiert sein,

damit eine diffuse Angst vermieden wird und die Leute informiert sind, woher die Gefahr droht. Man sollte aber auch andererseits deutlich machen (am Beispiel des Terpentin im Bohnerwachs), daß es sich vergleichsweise nicht um exzessive Gefahren handelt und daß in jedem anderen Beruf ähnliche Gefahren vorkommen, wofür präventive Maßnahmen ebenso notwendig sind. Nur wenn man über die Gruppenüberempfindlichkeit orientiert ist, kann man dem Patienten bei der Frage der Arbeitswiederaufnahme raten. Epoxydharzüberempfindliche dürfen nicht mehr mit Epoxydharzen arbeiten. Dagegen schließt eine Sensibilisierung gegen die dabei verwendeten Härter die Wiederaufnahme der gleichen Arbeit, z. B. mit andern Härtern, in vielen Fällen nicht aus (siehe Näheres: Malten und Zielhuis, 1964). Unangemeldete Besuche in der Werkstatt geben nicht nur die Möglichkeit der Kontrolle der eingeführten präventiven Maßnahmen. Sie sind zugleich auch eine Selbstkontrolle auf die Tauglichkeit und praktische Ausführbarkeit der eingeführten Vorschriften.

#### *Literatur*

*National Safety News* 88, no, 2, Seite 96 (1963). Data Sheet 533: Epoxy Resin Systems.

*Peck S. M., J. G. Gant und L. Schwartz*: «Hardening» in industrial allergic dermatitis. *Ind. Med.* 14, 214 (1945).

*Malten K. E. und R. L. Zielhuis*: *Industrial Toxicology and Dermatology in the Production and Processing of Plastics*. Elsevier Publishing Co Amsterdam 1964.

*Dernehl C. U.*: Hazards to Health Associated with the Use of Epoxy Resins. *J. Occ. Med.* 5, 17 (1963).

*Oltramare M.*: Troubles digestifs et respiratoires lors de l'utilisation des résines époxyliques. *La Revue Lyonnaise de Médecine*, 1185 (1961).

Adresse des Autors: Dr. K. E. Malten, Lektor, Dermatologische Klinik der katholischen Universität. Nijmegen, Holland.