

**Öko
Kaufwien®**



Für Umwelt- und Klimaschutz

www.oekokauf.wien.at

Leitfaden Feuchtigkeitssperren

Dezember 2013



Stadt + Wien
Wien ist anders.

„ÖkoKauf Wien“
Arbeitsgruppe 08 Innenausbau
ArbeitsgruppenleiterIn:

Ing. Michael Grimburg
Magistratsabteilung 22 Umweltschutz
Dresdner Straße 45 – 47, 1220 Wien
Telefon: +43 1 4000 73563
E-Mail: michael.grimburg@wien.gv.at
www.oekokauf.wien.at

Impressum:
Herausgeber: Magistrat der Stadt Wien,
Programm für umweltgerechte Leistungen
„ÖkoKauf Wien“, 1082 Wien, Rathaus, www.oekokauf.wien.at

Leitfaden Feuchtigkeitssperren



Stand der Technik und Produktalternativen zur Vermeidung
gesundheitsschädlicher Stoffe bei der Belagsverlegung im „ÖkoKauf Wien“

Auftraggeber:
Magistratsabteilung 22 (Umweltschutz)
der Stadt Wien
im Rahmen des Programms „ÖkoKauf Wien“
Projektbetreuer: Ing. Michael Grimburg, MA 22
(Umweltschutz)

Auftragnehmer: bauXund gmbh
Ersteller: DI Franz Leutgeb
Ungargasse 64-66/St.4/202
A-1030 Wien
Telefon: +43 1 360 70 / 810
E-Mail: leutgeb@bauxund.at
www.bauxund.at

Diese Publikation entspricht den Richtlinien für die
Publikation von PDF-Dokumenten auf wien.at
bezüglich Barrierefreiheit.

Zusammenfassung

Zweck und Inhalt dieses Leitfadens ist es, die Verfügbarkeit von Alternativen zu chemischen Feuchtigkeitssperren auf Epoxidbasis unter Belagsverlegungen im Hinblick auf die Kriterien des „ÖkoKauf Wien“ zu überprüfen und zu dokumentieren und Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die ökologische Beschaffungspraxis der Stadt Wien abzuleiten.

Zu seiner Vorbereitung wurden in einem hochkarätig besetzten Workshop die Aspekte der Gesundheitsgefährdung, des Arbeitnehmerschutzes, die Vermeidbarkeit chemischer Feuchtigkeitssperren durch adäquate Trocknung und Estrichauswahl und die Verfügbarkeit von chemischen Alternativen diskutiert.

Die Beiträge und Stellungnahmen der Teilnehmer des Workshops flossen in die Endversion dieses Leitfadens ein, insbesondere die Schlussfolgerungen wurden aber eigenständig vom Autor formuliert und sind somit ausdrücklich seine und nicht jene des Workshops bzw. einzelner Teilnehmer.

Im Leitfaden wird zunächst die Problematik der Restfeuchte und des in den letzten Jahren zunehmenden Zugriffs auf Epoxide als Feuchtigkeitssperren unter Belagsverklebungen eingegangen. Es werden die wichtigen derzeit am Markt angebotenen chemischen Systeme kurz vorgestellt und ihre gesundheitliche Relevanz dargelegt. Von absolut größter Priorität ist dabei die gesundheitliche Gefährdung der ausführenden ArbeitnehmerInnen durch das extreme Sensibilisierungs-(Allergieauslösungs-)potenzial von Epoxidharzsystemen zu sehen.

Das (durch entsprechende Ausschlusskriterien in „ÖkoKauf Wien“-Kriterienkatalogen behandelte) Risiko des Gehalts an Stoffen (**Isocyanaten**) mit Krebsverdacht ist vergleichsweise nachrangig einzustufen, insbesondere deshalb, weil dieser Verdacht auf Aerosolwirkungen gründet, es zur Zeit keine Hinweise auf Aufnahme von **Isocyanaten** über die Haut gibt und Aerosole bei der gängigen Art der Estrichbeschichtungen (Rollen oder Streichen) nach derzeitigem Wissensstand nicht entstehen.

Die Estrichtrocknung als technisch, bauphysikalisch und ökologisch bester Maßnahme zur Vermeidung gesundheitsgefährdender Estrichbeschichtungen wird ebenso wie die gesundheitlich akzeptablen alternative chemischen Systeme zur Notfalls-Feuchtigkeitsabdichtung (**SMP**-Grundierungen, „all in one“- **SMP**-Systeme und **PVdC**-Dispersionen) beschrieben.

Die Schlussfolgerungen enthalten die Handlungsanleitungen für die Praxis, es wird dabei im Einklang mit der Philosophie des „ÖkoKauf Wien“, ökologisch fortschrittliche Produkte zu begünstigen, folgende Entscheidungspriorisierung in der Beschaffung vorgenommen:

1. Chemische Feuchtigkeitssperren dürfen nicht die Regel, sie müssen die Ausnahme sein. Dafür sprechen nicht nur Gründe des ArbeitnehmerInnen-schutzes, sondern insbesondere auch technische und bauphysikalische Gründe. Alles, was chemische Abdichtungen verhindert, hat im Zuge der Planung, Ausschreibung und Ausführung getan zu werden.
2. Ist in Ausnahmefällen eine chemische Sperre unvermeidbar, so sind bei Verfügbarkeit jedenfalls epoxid- und isocyanatfreie Systeme anzuwenden. Wobei die Vermeidung gesundheitsgefährdender Stoffe jedenfalls Priorität hat: D.h. ein Grundierung/Klebstoffsystem (bzw. Klebstoffhersteller) ist immer dann komplett zu ersetzen, wenn es Epoxide und **CMR-Stoffe (Isocyanate)** enthält, aber entsprechende Alternativsysteme am Markt verfügbar sind.
3. Ist in Ausnahmefällen für bestimmte Anwendungen keines der "alternativen" Systeme (**SMP**, „all in one“ oder **PVdC**) verfügbar bzw. geeignet, dann sind einkomponentige **PU**-Feuchtigkeitssperren ausdrücklich auch zulässig.

Ein umfangreiches Normen- und Inhaltsverzeichnis sowie ein Glossar runden den Leitfaden ab und ermöglichen den NutzerInnen insbesondere durch die Hinterlegung mit Hyperlinks die rasche Zugänglichkeit zu weiterführenden und detaillierteren Informationen.

Hinweis:

Verweise (Inhaltsverzeichnisse, [QUELLENANGABEN], Querverweise (⇒), [Hyperlinks](#), **Glossar**begriffe) sind in diesem Dokument aktiv, d.h. es kann also (Voraussetzung die Berechtigungen sind vorhanden) sowohl innerhalb des Dokuments als auch zu externen Quellen navigiert werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Danksagung	5
I. Feuchtigkeitssperren unter Belagsverlegungen: die aktuelle Situation	6
Restfeuchte belagsreifer Estriche	6
Feuchtigkeitssperren: konventionelle chemische Systeme	8
Epoxidharze	8
Polyurethan	9
Gesundheits- und Umweltgefährdung durch konventionelle chemische Feuchtigkeitssperren	10
Gesundheits- und Umweltgefährdung durch Epoxidharzsysteme	10
Gesundheitsgefährdung durch Polyurethansysteme	12
Gesundheitsrisiko und Vorkehrungen am Bau	12
Risikovergleich Epoxy- und PU-Systeme	19
II. Epoxidharz- und Polyurethansysteme im “ÖkoKauf Wien”	19
III. Alternativen zu gesundheitsgefährdenden Feuchtigkeitssperren	20
Trocknung	20
Alternative chemische Systeme	24
Polyvinylidenchlorid (PVdC)	24
Anwendung	24
Ökologische Einschätzung	25
Silanmodifizierte Polymere	26
Ökologische Einschätzung	27
Anwendung	28
„all in one“-Verklebung	29
IV. Verfügbarkeit und Anwendbarkeit chemischer Alternativsysteme	30
Ausnahmesituationen	31
V. Nebenrisiko Estrichverdübelung	34
VI. Schlussfolgerungen	36
Feuchtigkeitssperren unter Bodenbelägen	36
Estrichverdübelung	38
VII. Glossar	39
VIII. Quellen	45
Recht --45	
Europäische Union	45
Österreich	45
Deutschland	46
Normen	46
Literatur	48

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	maximal zulässige Restfeuchte gem. ÖNORM B 2218 und ÖNORM B 2236-1	6
Tab. 2:	Klasseneinteilung und Anforderungen an Schnellestriche [ÖNORM B 3732]	21

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Epoxide: Synthese Glycidether	9
Abb. 2:	Epoxide: Aminvernetzung	9
Abb. 3:	Polyurethane	9
Abb. 3:	Epoxidharzinduziertes Hautekzem	10
Abb. 6:	Hautschäden durch Härterkontakt	10
Abb. 6:	Epoxidallergie	10
Abb. 7:	Haut- und Atemwegserkrankungen bei Bodenlegern und Raumausstattern (Deutschland 2006 – 2010)	11
Abb. 8:	Ausschnitt aus einem Sicherheitsdatenblatt	14
Abb. 9a:	Betriebsanweisung für lösemittelfreie Epoxidharzprodukte (gekürzt)	15
Abb. 9b:	Betriebsanweisung für lösemittelfreie Epoxidharzprodukte (Forts.)	16
Abb. 9c:	Betriebsanweisung für lösemittelfreie Epoxidharzprodukte (Forts.): Gefährdungsbeurteilung Unternehmer (gekürzt)	17
Abb. 10:	Arbeit mit Epoxiden: Präventionsmaßnahmen	18
Abb. 11:	ArbeitnehmerInnenschutz bei Arbeiten mit Epoxiden: Wunsch ...	18
Abb. 12:	... und häufige Realität	18
Abb. 13:	Estrichverwölbung durch oberseitige Trocknung („Schüsseln“)	22
Abb. 14:	Estrichverwölbung nach Inbetriebnahme der Fußbodenheizung	22
Abb. 15:	Aufheizprotokoll für nicht beschleunigte Estriche	23
Abb. 16:	Strukturformel Polyvinylidenchlorid	24
Abb. 17:	Netzwerkbildung silanmodifizierter Polyether	26
Abb. 18:	Silanterminiertes Polyurethan (STP)	26
Abb. 20:	Modifizierte Zahnpachtel für „all in one“-SMP-Verklebungen	29
Abb. 21:	CM-Messung	41

Danksagung

Der erste Dank gebührt natürlich dem „ÖkoKauf Wien“, vor allem deshalb, weil er sich mit diesem Leitfaden bei ein enorm wichtigen Gesundheitsproblem an führender Position engagiert.

Es sei an dieser Stelle aber auch allen jenen gedankt, die durch ihre aktive Mitarbeit im Rahmen des Workshops oder durch Stellungnahmen zu diesem Leitfaden beigetragen haben – den Vertretern von Herstellerfirmen ebenso wie den von Verarbeitern (Estrichhersteller und Bodenleger). Dieser Dank ist ausdrücklich völlig unabhängig von der Tatsache, ob die jeweiligen Personen inhaltlich der gleichen Meinung wie der Verfasser waren bzw. sind.

Ganz besonderer Dank gebührt dabei den Herren Dr. Klaus Kersting von der **BG Bau**, Dr. Thomas Brokamp von der Fa. Bonakemi, Dr. Martin Schäfer von der Firma Wakol-Chemie und DI Hohenecker (**AUVA**) für ihre Beiträge.

Besonders bedanken möchte ich mich auch noch für die mir außerhalb des Workshops in individuellen Gesprächen und Telefonaten vermittelten Informationen bei Helmut D. Gratzl, BSc. (Fa. TPH, MC Bauchemie) und Herrn Christoph Schieber (Fa. ThermoWhite).

Die Tatsache, dass die Genannten und auch die Ungenannten zu diesem Leitfaden beigetragen haben, bedeutet nicht, dass sie für den Inhalt, insbesondere die Schlussfolgerungen dieses Leitfadens in irgendeiner Form Verantwortung tragen oder dass sie letztere gutgeheißen hätten.

I. Feuchtigkeitssperren unter Belagsverlegungen: die aktuelle Situation

Restfeuchte belagsreifer Estriche

Tab. 1 (Tabelle A.3 der [ÖNORM B 2218], ident mit Tabelle A.1 der [ÖNORM B B 2236-1]) zeigt die in Österreich normgemäß höchstzulässig Restfeuchte von Untergründen bei der Verlegung von Holzfußböden [ÖNORM B 2218]) und Bodenbelägen ([ÖNORM B B 2236-1]):

Tab. 1: maximal zulässige Restfeuchte gem. ÖNORM B 2218 und ÖNORM B 2236-1

Arten des Untergrundes	Maximal zulässiger Feuchtigkeitsgehalt
	%
Auf Zementbasis	
allgemein	2
kunsthartzmodifiziert	gemäß Angabe des Herstellers ^a
Fließestrich	gemäß Angabe des Herstellers ^a
Heizestrich	1,8 ^a
Auf Gips- und Calciumsulfatbasis	
allgemein	0
kunsthartzmodifiziert	gemäß Angabe des Herstellers ^a
Fließestrich	gemäß Angabe des Herstellers ^a
Heizestrich	0,3 ^a
Beschüttungsmaterialien	
z. B. feinteilarme Sande, Granulat, Hüttenbims, Splitt, Hochofenschlacke	Augenscheinlich trocken bis zur untersten Schichte ^b
Holz	max. 12 ^c
Holzwerkstoffe	max. 11 ^d
^a %, gemessen gemäß Calciumcarbidmethode. ^b als Anzeichen für etwaige vorhandene Restfeuchtigkeit kann eine Dunkelfärbung angesehen werden. ^c gemessen mit einem elektrischen Widerstandsmessgerät. ^d % der Masse, gemessen nach der Darmmethode.	

In den letzten Jahren lässt sich am Bau zumindest im Osten Österreichs die Tendenz beobachten, dass die für die Belagsreife erforderliche Restfeuchtigkeit von Zementestrichen zunehmend bzw. bereits überwiegend mit Hilfe chemischer Feuchtigkeitssperren, häufig mit zweikomponentigen Epoxidharzsystemen, hergestellt wird. Diese Beobachtung steht im Einklang mit Untersuchungen in Deutschland, die nachweisen, dass Estriche zum Zeitpunkt der Verlegung die für die **Belegereife** erforderliche Maximalfeuchtigkeit häufig noch nicht aufweisen [BROKAMP 2012].

Feuchtigkeitssperren unter Holzböden und Bodenbelägen sind in der Praxis nur bei zementbasierten Estrichen (**CT-Estrichen**) ein Thema:

Auf **CA-Estrichen** und **MA-Estrichen** als Mittel zur Erzielung der für die Belagsreife erforderlichen Feuchtigkeit wäre deswegen unsinnig und unzulässig, da diese Estriche zur Erreichung ihrer Endfestigkeit der physikalischen Trocknung auf den von der Norm vorgegebenen Wert zwingend bedürfen¹⁾.

Es gibt eine Reihe von Gründen, warum bei **CT-Estrichen** in letzter Zeit chemische Feuchtigkeitssperren fast schon routinemäßig ausgeführt werden:

- Planungsfehler, Zeitdruck und Zeitverzug im Bauablauf (mangelnde Trocknungszeit zwischen Estrichherstellung und Belagsverlegung)
- ungünstige klimatische Bedingungen, welche die Trocknungszeit erheblich verlängern oder eine Trocknung während längerer Zeiträume ganz verunmöglichen
- das Unterlassen der normgerechten Ausführung einer Dampfsperre zwischen Estrich und Rohboden. (Dies wird aus Kostengründen häufig auch deshalb unterlassen, da zum Zeitpunkt der Estrichherstellung die anschließende Feuchtigkeitsversiegelung bereits vorausgesetzt wird.)
- der zunehmende Einsatz von **CEM II(B)-Estrich-Zementen**²⁾, welche einerseits nach abgeschlossener Hydratation eine deutlich höhere Restfeuchte aufweisen als **CEM I-Estrich-Zemente** (und somit längere Trocknungszeiten erfordern; bei manchen **CEM IIB-Estrich-Zementen** liegt sogar die Ausgleichsfeuchtigkeit über der von der Norm geforderten Restfeuchtigkeit, eine normgerechte Restfeuchte ist in diesem Fall ohne chemische Hilfsmittel nicht herstellbar!) ³⁾

¹⁾ (Es mag in manchen Fällen erforderlich sein, nach Trocknung und Erzielung der Belagsreife eine Feuchtigkeitssperre zur Verhinderung nachträglicher Feuchteinträge auszuführen. Allerdings steht diese Maßnahme eigentlich in diametralem Widerspruch zu der Vorgabe, dass diese Estriche in feuchtigkeitsbelasteten Räumen nicht errichtet werden sollen (nur bis Beanspruchungsgruppe W3 gem. [ONORM B3392]). [FCIO 2010]

²⁾ **CEM II(B)-Zemente** werden deshalb zunehmend eingesetzt, da sie preislich deutlich günstiger als **CEM I-Zemente** sind. Ihr Einsatz ist aber auch Folge (sinnvoller) klimapolitischer Vorgaben, da zu ihrer Produktion deutlich weniger CO₂-Emissionen anfallen und somit aliquot weniger Verschmutzungszertifikate zu erwerben sind.

³⁾ Hier erscheinen zwei Vorgangsweisen möglich: auf solche Estrichqualitäten generell zu verzichten oder aber eine normabweichende Ausführung zulassen, wobei der Estrichhersteller die Gewährleistung zu übernehmen hat. Da ein Estrich mit Ausgleichsfeuchte im Gleichgewicht mit seiner Umgebung steht und somit keine Feuchtigkeit an diese abgibt, erscheint die zweite Variante akzeptabel. Es gilt natürlich auch in diesem Fall das Primat der natürlichen Trocknung zur Erzielung der (höheren) Restfeuchte.

Nach [ERNIG 2010] ist bei vielen **CEM II**-Zement-Estrichen das Trocknungsverhalten gar nicht auffällig unterschiedlich zu dem von **CEM I**-Zementen, offenbar sind aber Zementarten problematisch, bei denen die Zusammensetzung der hydraulischen Komponenten nicht vorgegeben ist, z.B. bei **CEM II/B-M⁴**-Zementen. Estriche aus **CEM II**-Zementen erfordern demnach aber eine geänderte Arbeits-technik, z.B. Abschleifen und Absaugen.

Feuchtigkeitssperren: konventionelle chemische Systeme

Am häufigsten als Feuchtigkeitssperren angewendet werden in der Praxis

- zweikomponentige Epoxidharzsysteme
- (meist ein-, selten zweikomponentige) Polyurethansysteme

Epoxidharze

sind duroplastische Kunstharze, die durch Reaktion des hochreaktiven Epichlorhydrins mit mehr (meist zwei)wertigen Phenolen oder Dicarbonsäuren entstehen (**Abb. 1**). Als Härter kommen dabei mehrfache Amine (aliphatische wie aromatische) zur Anwendung. Die reaktiven Epoxid(Ethylenoxid)gruppen reagieren dabei mit den Amingruppen in Additionsreaktionen bereits bei Zimmertemperatur.

In der Praxis wird ein Präpolymer (ein bereits bis zu einer bestimmten Molekülgröße vorpolymerisierter Stoff) mit dem Härter weiter zum gewünschten hochmolekularen Endzustand vernetzt (**Abb. 2**).

⁴⁾ Portlandkompositzemente mit variabler Zusammensetzung bei den Nicht-PZ-Hauptbestandteilen

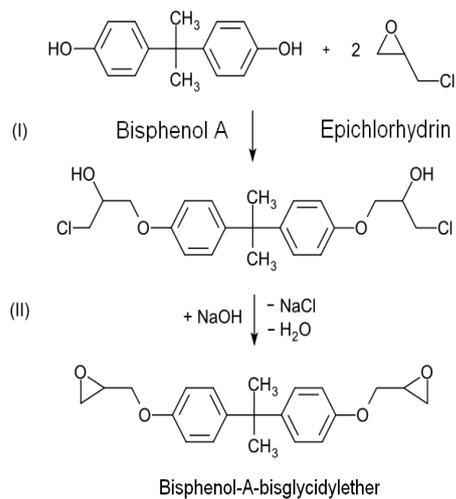


Abb. 1: Epoxide: Synthese Glycidether

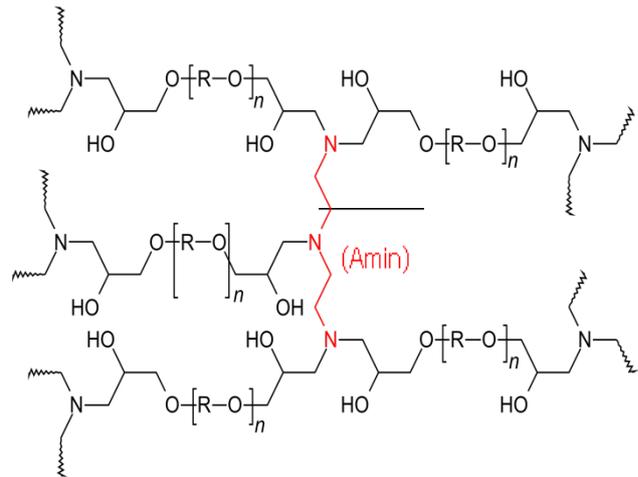


Abb. 2: Epoxide: Aminvernetzung

Polyurethan

Kunststoffe oder Kunstharze, die aus zweiwertigen Alkoholen (Diolen) durch Vernetzung mit **Diisocyanat**en entstehen, ihr Charakteristikum ist die sogenannte Urethan-Gruppe **-NH-CO-O-** (**Abb. 3**):

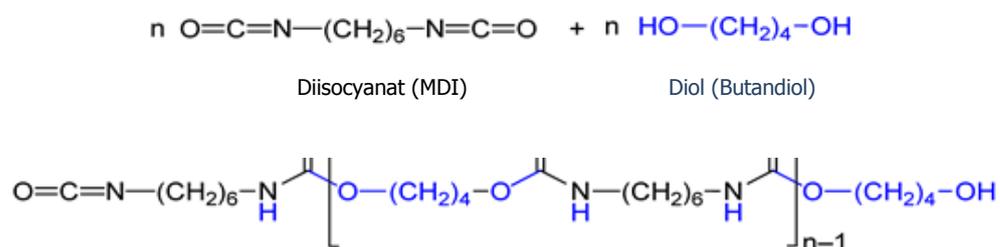


Abb. 3: Polyurethane

Gesundheits- und Umweltgefährdung durch konventionelle chemische Feuchtigkeitsperren

Gesundheits- und Umweltgefährdung durch Epoxidharzsysteme

Epoxidharzsysteme gehören zu den problematischsten Stoffen, die zur Zeit am Bau eingesetzt werden. Hervorstechend ist dabei insbesondere das als extrem hoch einzustufende Sensibilisierungspotenzial der dabei eingesetzten Reaktivstoffe (Harze, Aminhärter und Reaktivverdünner), aber auch eine erhebliche Anzahl weiterer relevante Schädwirkungen (ätzende Wirkung, Stoffe mit Verdacht auf krebsauslösendes oder reproduktionstoxisches Potenzial, endokrin wirksame Stoffe etc.).

Die Sensibilisierung erfolgt über Hautkontakt und ist durch häufig äußerst kurze Sensibilisierungsphasen und die Schwere der ausgelösten allergischen Symptome charakterisiert. Berichtet wird z.B., dass ArbeitnehmerInnen bereits in der Probezeit die typischen Reaktionen aufweisen



Abb. 6: Hautschäden durch Härterkontakt
[BG BAU 2010B]



Abb. 6: Epoxidallergie
[Goergens 2001]

[KERSTING 2012] oder dass diese bei manchen Betroffenen sogar von ausgehärteten Epoxidharzen bzw. in Räumen ausgelöst werden, in denen lediglich Epoxidgebände gelagert wurden. Die Konsequenz für die Erkrankten ist, dass sie keinerlei weiteren Umgang mit Epoxidharzen haben dürfen und meist ihren Beruf nicht weiter ausüben können. [KERSTING 2013].

Eine Auswertung von Haut und Atemwegserkrankungen bei den von der **BG Bau** erfassten anerkannten Berufskrankheiten zeigte, dass Epoxide in Deutschland mittlerweile die größte stofflich zuordnbare Ursache von bestätigten Haut- und Atemwegserkrankungen bei den Berufsgruppen Bodenleger und Raumausstatter sind (**Abb. 7**)

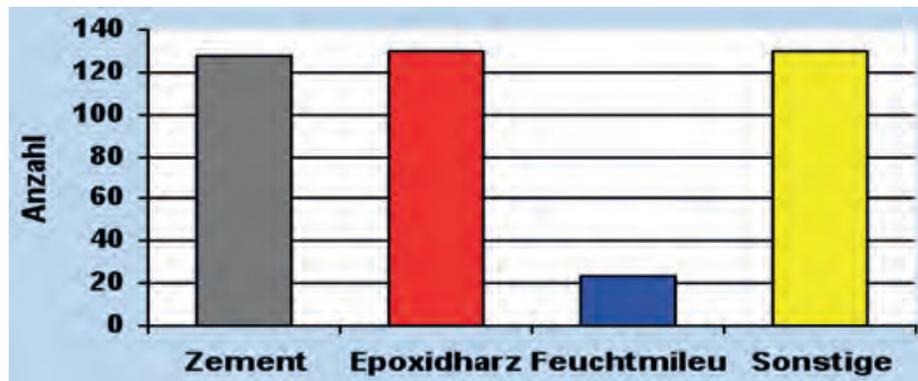


Abb. 7: Haut- und Atemwegserkrankungen bei Bodenlegern und Raumausstattern (Deutschland 2006 – 2010)
[Kersting 2012]

Auf diese besorgniserregende Situation wurde in Deutschland bereits durch den Gesetzgeber reagiert: Im Rahmen des dort geltenden Gefahrstoffrechts (auf Basis der Gefahrstoffverordnung [GSTVO 2010]) erlassene Rechtsvorschriften mit Richtliniencharakter, in Österreich gibt es kein analoges rechtliches Instrument) gilt für Epoxidharze das sogenannte Substitutionsgebot: Das bedeutet, dass Arbeitgeber die gesetzliche Verpflichtung haben, Epoxidharze bei Ersetzbarkeit durch andere Stoffe zu substituieren. Eine weitere Verpflichtung besteht in speziellen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen für Arbeitnehmer, welche mit Epoxidharzen arbeiten [KERSTING 2013].

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung wurden 51 in Epoxidharzsystemen vorkommende Stoffe einer Bewertung hinsichtlich ihres Sensibilisierungspotenzials unterworfen, Basis waren sowohl Literaturlauswertungen als auch in vitro und in vivo-Tests sowie Ergebnisse klinischer Untersuchungen.

Dabei konnten 16 Stoffe (3 Epoxidharze, 9 Aminhärter und 4 Reaktivverdünner) der höchsten Sensibilisierungsstoffe zugeordnet werden; bei knapp der Hälfte der Stoffe konnte aufgrund der derzeitigen Datenlage keine Zuordnung getroffen werden, hier muss aus Vorsorgegründen daher ebenfalls vom höchsten Sensibilisierungspotenzial ausgegangen werden. [FOBIG 2012]

Gesundheitsgefährdung durch Polyurethansysteme

Die größte Gesundheitsgefährdung von Polyurethansystemen geht von den als Reaktionspartner mehrwertiger Alkohole eingesetzten **Diisocyanaten** aus. Eine Anzahl von (insbesondere **aromatischen**) **Isocyanaten** (das mengenmäßig bedeutsamste ist **MDI**) steht chemikalienrechtlich seit 2010 ganz offiziell unter Krebsverdacht (meist Kat. 2), einige sind als **mutagen** eingestuft). [EU 2008/1272]

Aber auch bezüglich ihres Sensibilisierungspotenzials sind **Diisocyanate** als beträchtlich gefährlich einzustufen: Zum Unterschied zu den Epoxiden, wo die Sensibilisierung bislang ausschließlich über Hautkontakt nachgewiesen wurde, können Allergien hier sowohl über Hautkontakt als auch über den Atemweg induziert werden, wobei das Hauptrisiko eindeutig der Atemweg darstellt. [TRGS 430], [TRGS 430EX]

Das noch relativ schwach belegte Krebsrisiko der **Isocyanate** wurde bislang nur bei Versuchen mit Mäusen (bei Aerosoleinwirkung) festgestellt. Die deutsche MAK-Wert-Kommission hat den Krebsverdacht der Isocyanate zwar bestätigt, aber auf ihrer Skala mit der sehr niedrigen Stufe 4 bewertet. Bei normaler Ausführung von PU-Estrichbeschichtungen (Rollen oder Streichen, selten Spachteln) entstehen keine Aerosole.

Für eine Aufnahme über die Haut und Metabolisierung im Körper gibt es bislang nicht nur keine Hinweise, gezielte Untersuchungen konnten keine Belastung der ArbeitnehmerInnen nachweisen. Dies konnte sowohl durch Arbeitsplatzmessungen als auch durch Untersuchungen im biologischen Material untermauert werden. [KERSTING 2012] Der vermutliche Hauptgrund dafür liegt darin, dass **Isocyanate** aufgrund ihrer hohen Reaktivität bereits an der Körperoberfläche mit der Feuchtigkeit abreagieren und somit gar nicht in den Organismus eindringen können.

Gesundheitsrisiko und Vorkehrungen am Bau

In der Theorie wird durch die 100%ige Beachtung der einschlägigen gesetzlichen Sicherheitsvorschriften eine Gesundheitsgefährdung der mit Epoxiden hantierenden Arbeitnehmer ausgeschlossen.

Das entsprechende Sicherheitssystem basiert in Österreich auf folgenden Elementen:

- den Sicherheitsvorschriften im Sicherheitsdatenblatt (insbesondere im Abschnitt 8) (Beispiel: **Abb. 8**)
- den (gesetzlich verpflichtenden) Unterweisungen durch den Arbeitgeber

- In Deutschland stehen den ArbeitnehmerInnen, den Fachkräften für Arbeitssicherheit und den UnternehmerInnen zusätzlich **Betriebsanweisungen (Abb. 9a-c)** zur Verfügung, welche in verständlicher und kompakter Form die wesentlichen Gefahren des Produkts und die Sicherheitsmaßnahmen darstellen. Für bestimmte Produktgruppen existieren jeweils standardisierte, von den **Berufsgenossenschaft** öffentlich zur Verfügung gestellte Vorlagen mit Standardinhalten, die von der Produktart und bestimmten Gefahrenmerkmalen des jeweiligen Produkts abhängen. Die Zuordnung der **Betriebsanweisung** erfolgt beim Gefahrstoffinformationssystem der **BG Bau (GISBAU)** mit Hilfe eines Codesystems (**GISCODE**), welches Produktgruppe und Gefährdungskategorie gleichzeitig wiedergibt. Ein eigener Abschnitt (Abb. 9c, ⇨ S. 17) dient der Gefährdungsbeurteilung durch den/die verantwortlichen Unternehmer/in.

Schon ein kurzer Vergleich von **Abb. 8** mit **Abb. 9a-c** zeigt drastisch, um wieviel besser, ausführlicher, verständlicher und problemorientierter die Informationen einer **Betriebsanweisung** im Vergleich zu denen eines Sicherheitsdatenblattes sind. Man kann an dieser Stelle nur bedauern, dass österreichischen ArbeitnehmerInnen dieses Instrument gesetzlich nicht zur Verfügung steht.

Sicherheitsdatenblatt
gemäß 1907/2006/EG, Artikel 31

Druckdatum: XX.XX.20XX

Versionsnummer 15

überarbeitet am: XX.XX.20XX

Bezeichnung des Stoffes oder des Gemisches: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

7 Handhabung und Lagerung

7.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Persönliche Schutzkleidung tragen.

7.2 Umweltschutzmaßnahmen:

Nicht in die Kanalisation oder in Gewässer gelangen lassen.

Bei Eindringen in Gewässer oder Kanalisation zuständige Behörden benachrichtigen. Mit viel Wasser verdünnen.

7.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung:

Mit flüssigkeitsbindendem Material (Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder, Sägemehl) aufnehmen.

Kontaminiertes Material als Abfall nach Punkt 13 entsorgen.

7.4 Verweis auf andere Abschnitte

Informationen zur sicheren Handhabung siehe Abschnitt 7. Informationen zur persönlichen Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8. Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

Zusätzliche Hinweise zur Gestaltung technischer Anlagen:

Keine weiteren Angaben, siehe Punkt 7.

8 Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen, zu überwachenden Grenzwerten:

Das Produkt enthält keine relevanten Mengen von Stoffen mit arbeitsplatzbezogenen, zu überwachenden Grenzwerten.

Zusätzliche Hinweise: Als Grundlage dienen die bei der Erstellung gültigen Listen.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Persönliche Schutzausrüstung:

Allgemeine Schutz- und Hygienemaßnahmen:

Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten. Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

Atemschutz: nicht erforderlich.

Handschutz: Schutzhandschuhe.

Handschuhmaterial

Die Auswahl eines geeigneten Handschuhs ist nicht nur vom Material, sondern auch von weiteren Qualitätsmerkmalen abhängig und von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich. Da das Produkt eine Zubereitung aus mehreren Stoffen darstellt, ist die Beständigkeit von Handschuhmaterialien nicht vorausberechenbar und muß deshalb vor dem Einsatz überprüft werden.

Durchdringungszeit des Handschuhmaterials

Die genaue Durchbruchzeit ist beim Schutzhandschuhhersteller zu erfahren und einzuhalten.

Augenschutz: Dichtschließende Schutzbrille.

Körperschutz: Arbeitsschutzkleidung.

Abb. 8: Ausschnitt aus einem Sicherheitsdatenblatt



Epoxidharzprodukte, lösemittelfrei, sensibilisierend

GISCODE: RE 1



Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. (R20/21/22)
Verursacht Verätzungen. (R34)
Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich. (R43)
Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben. (R51/53)
Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren. (S26)
Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser und Seife (S28)
Nicht in die Kanalisation gelangen lassen. (S29)
Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen. (S36/37/39)
Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen. (S45)

Charakterisierung

Lösemittelfreie Epoxidharzprodukte bestehen aus einem Epoxidharz und einem Härterssystem.

Die Harzkomponente besteht aus einem Epoxidharz (Reaktionsprodukt aus Epichlorhydrin und Bisphenol A/F). Zusätzlich sind Reaktivverdünner (Glycidylether) enthalten. Als Härter werden in der Regel aliphatische Amine (z.B. Triethyltetramin), cycloaliphatische Amine (z.B. Isophorondiamin), Polyaminaddukte oder Polyaminoamide verwendet.

Epoxidharzprodukte gelten als lösemittelfrei, wenn sie innerhalb eines Tages nach dem Vermischen und Verarbeiten einen Massenverlust von maximal 1 % aufweisen. Nach weiteren 24 Stunden bei 80 °C darf der Massenverlust insgesamt maximal 2 % betragen.

Epoxidharzprodukte gelten auch dann als lösemittelfrei, wenn sie nur minimale Mengen (maximal 0,5%) flüchtige, organische Stoffe mit einem Siedepunkt von höchstens 200 °C enthalten (TRGS 610).

Die Harzkomponente kann 'reizend' und die Härterkomponente 'reizend' oder 'ätzend' sein. In dieser Information werden beide Gefährlichkeitsmerkmale berücksichtigt.

Die im folgenden beschriebenen Gefahren beziehen sich auf die Bedingungen, unter denen das Produkt laut Herstellerangaben verarbeitet werden soll.

Der GISCODE ist eine Zuordnung von Epoxidharzprodukten zu einer Produktgruppe mit gemeinsamen Gefährdungsmerkmalen. Den GISCODE finden Sie auf Gebinden, Sicherheitsdatenblättern und Technischen Merkblättern.

Gefahrstoffmessungen / Ermittlung

Aufgrund fehlender Grenzwerte sind Gefahrstoffmessungen nicht erforderlich.

Reizt die Atemwege, Augen und Haut: z.B. Husten, Atemnot, Augentränen, Brennen.

Direkter Kontakt kann Verätzungen verursachen, d.h. Hautgewebe und Schleimhäute zerstören.

Kann zu Allergien der Haut führen.

Sensibilisierte Personen können schon auf sehr geringe Konzentrationen an Epoxidharzen reagieren und sollten deshalb keinen weiteren Kontakt mit diesen Stoffen haben.

Brand- und Explosionsgefahren

Das Produkt ist brennbar.

Hygienemaßnahmen

Im Arbeitsbereich keine Lebensmittel aufbewahren sowie weder essen, trinken, schnupfen noch rauchen!

Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden!

Nach Arbeitsende und vor Pausen Hände gründlich reinigen!

Epoxidharze nur mit einem geeigneten Reinigungsmittel von der Haut entfernen. Auf keinen Fall Löse-/ Verdünnungsmittel für die Hautreinigung verwenden!

Hautpflegemittel nach der Arbeit verwenden (rückfettende Creme).

Verunreinigte Kleidung wechseln und reinigen!

Mit Epoxidharz verunreinigte Schutzhandschuhe sind zu entsorgen. Dabei sind die Hinweise zu Produktresten unter Entsorgung zu beachten.

Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen

Arbeiten bei Frischluftzufuhr (Fenster und Türen öffnen).

Beim Ab- und Umfüllen bzw. beim Mischen der Komponenten Verspritzen vermeiden.

Nach Zugabe des Härters zügig verarbeiten, da beim Aushärten hohe Temperaturen erreicht werden können.

Nicht auf heiße Flächen spritzen.

Ersatzstoffe - Ersatzprodukte - Ersatzverfahren

Die Verarbeitung von lösemittelfreien Epoxidharzen stellt durch die reizenden/ätzenden und sensibilisierenden Einzelkomponenten eine Gesundheitsgefährdung dar.

Der Einsatz von Epoxidharzen ist in der Regel technisch begründet. Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger gefährlicher Produkte möglich ist.

Gesundheitsgefährdung

Einatmen oder Hautkontakt kann zu Gesundheitsschäden führen.

Gefäße nicht offen stehen lassen.

Waschgelegenheit im Arbeitsbereich vorsehen.

Augendusche oder Augenspülflasche bereitstellen.

Abb. 9a: Betriebsanweisung für lösemittelfreie Epoxidharzprodukte (gekürzt)

Persönliche Schutzmaßnahmen

Augenschutz: Gestellbrille.

Bei Spritzgefahr: Korbbrille.

Handschutz: Für Tätigkeiten mit lösemittelfreien Epoxidharz-Produkten sind geeignete Handschuhfabrikate ermittelt worden (siehe unten).

Handschuhe aus: Nitril, Butylkautschuk.

Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind

Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert!

Atemschutz: Bei Spritzverfahren:

Partikelfiltrierende Halbmaske FFP2.

In nicht belüftbaren Räumen Gasfilter A1 (braun) verwenden.

Körperschutz: beim Anmischen

(Einweg-Chemikalienschutzanzug tragen).

langärmelige Arbeitsschutzkleidung tragen.

Bei Anwendung im Spritzverfahren muss Körperschutz (z.B.

Kunststoffschürze und Gesichtsschutz oder besser

Chemikalienschutzanzug) getragen werden!

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten (z.B. Handschutz, Atemschutz); immer auch Arzt verständigen!

Nach Augenkontakt: 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt aufsuchen!

Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.

Keine Verdünnungs-/Lösemittel o.ä. verwenden.

Nach Einatmen: Person an die frische Luft bringen.

Nach Verschlucken: Kein Erbrechen herbeiführen.

Den Mund mit Wasser ausspülen.

In kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen.

Handhabung

Reagiert mit Säuren und Oxidationsmitteln.

Zersetzt sich bei Erhitzen/Verbrennen in gefährliche Gase.

Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche ab 15 Jahren dürfen hiermit nur beschäftigt werden, wenn dieses zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich und die Aufsicht eines Fachkundigen sowie betriebsärztliche oder sicherheitstechnische Betreuung gewährleistet ist.

Vorsorgeuntersuchungen

Beim Tragen von Atemschutz ist eine spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung nach

- G(26): Atemschutzgeräte

zu veranlassen. Bei Atemschutzgeräten der Gruppe 1 nach BGR 190 ist die Vorsorgeuntersuchung lediglich anzubieten. Dazu gehören zum Beispiel: Filtergeräte mit Partikelfilter der Partikelfilterklassen P1 und P2 und partikelfiltrierende Halbmasken; gebläseunterstützte Filtergeräte mit Voll- oder Halbmaske; Druckluft-Schlauchgeräte und Frischluft-Druckschlauchgeräte, jeweils mit Atemanschlüssen mit Ausatemventilen.

Bei Tätigkeiten mit Belastung durch unausgehärtete Epoxidharze und Kontakt über die Haut oder die Atemwege sind Vorsorgeuntersuchungen nach

- G(24): Hauterkrankungen (mit Ausnahme von Hautkrebs) zu veranlassen.

Entsorgung

Nicht in Ausguss oder Mülltonne schütten.

Abfälle nicht vermischen! Zur ordnungsgemäßen Beseitigung bzw. Rückgewinnung in beständigen, verschleißbaren und gekennzeichneten Gefäßen getrennt sammeln.

Nicht mehr verwertbare Einzelkomponenten im vorgeschriebenen Verhältnis vermischen und aushärten lassen.

Ausgehärtete Produktreste sind kein Sonderabfall.

Nicht ausgehärtete Produktreste sind Sonderabfall.

Gebinde mit nicht ausgehärteten Produktresten sind Sonderabfall.

Restentleerte, ausgetrocknete Gebinde (tropffrei, spachtelrein) dem Recycling zuführen.

Restmengen sind unter Beachtung der örtlichen Vorschriften einer geordneten Abfallbeseitigung zuzuführen! Folgende EAK/AVV-Abfallschlüssel können in Frage kommen:

Ausgehärtete Produktreste:

080112 Farb- und Lackabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 01 11 fallen

080410 Klebstoff- und Dichtmassenabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 04 09 fallen

Lagerung

Behälter dicht geschlossen in einem gut belüfteten sowie gut beleuchtbaren Raum lagern. Zugang nur für fachkundiges Personal.

Nicht in Pausen-, Aufenthalts- oder Sanitärräumen sowie in Treppenträumen, Fluren, Flucht- und Rettungswegen, Durchgängen, Durchfahrten und engen Räumen lagern.

Die 1. Komponente fällt unter die Lagerklasse (LGK) 10 (brennbare Flüssigkeiten) der TRGS510.

Nicht mit Stoffen der folgenden LGK zusammenlagern: 1; 2A; 5.1A; 6.2; 7

Die Lagerung mit Stoffen der folgenden LGK ist nur unter den in der TRGS 510 genannten Bedingungen möglich: 4.1A; 4.2; 4.3; 5.1B; 5.1C; 5.2

Die 2. Komponente fällt unter die Lagerklasse (LGK) 8A (brennbar ätzend) der TRGS510.

Nicht mit Stoffen der folgenden LGK zusammenlagern: 1; 5.1A; 5.2; 6.2; 7

Die Lagerung mit Stoffen der folgenden LGK ist nur unter den in der TRGS 510 genannten Bedingungen möglich: 2A; 4.1A; 4.2; 4.3; 5.1B; 5.1C

Es handelt sich um eine Lauge. Laugen sind getrennt von Säuren zu lagern (ausreichender Abstand, Verwendung unterschiedlicher Auffangwannen).

Schadensfall

Nach Verschütten mit saugfähigem, unbrennbarem Material (z.B. Kieselgur, Blähglimmer, Sand) aufnehmen und wie unter Entsorgung beschrieben behandeln.

Geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver oder Wasser im Sprühstrahl.

Bei Brand entstehen gefährliche Gase/Dämpfe.

Brandbekämpfung nur mit persönlicher Schutzausrüstung.

Berst- und Explosionsgefahr durch Druckanstieg bei Erhitzung.

Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen. Das Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation muss vermieden werden.

Copyright

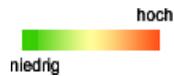
by GISBAU
Stand: 22.01.2013
Version: 24.0

Abb. 9b: Betriebsanweisung für lösemittelfreie Epoxidharzprodukte (Forts.)

Hilfe zur Gefährdungsbeurteilung

Orientierender Überblick zur inhalativen, dermalen und chemisch/physikalischen Gefährdung:

Erläuterung:



	Allgemein	Handanstrich	Spritzverfahren	Verfugen
Gefährdung durch Einatmen				
Gefährdung durch Hautkontakt				
Brand-/Explosionsgefährdung				

Die folgenden Angaben geben Auskunft darüber, ob die jeweiligen Punkte bei der Gefährdungsbeurteilung besonders zu berücksichtigen sind.

	Allgemein	Handanstrich	Spritzverfahren	Verfugen
Handschutz	JA	JA	JA	JA
Hautschutz	JA	JA	JA	JA
Atemschutz	JA	NEIN	JA	NEIN
Augenschutz	JA	JA	JA	JA
Körperschutz	JA	JA	JA	JA
Betriebsanweisung	JA	JA	JA	JA
Ersatzstoff notwendig	JA	JA	JA	JA
Grenzwertüberschreitung		NEIN		NEIN
Vorsorgeuntersuchungen	JA	JA	JA	JA
Beschäftigungsbeschränkungen	JA	JA	JA	JA

Gefährdungsbeurteilung

Die Tätigkeiten mit diesem Gefahrstoff werden entsprechend der Maßnahmen dieser GISBAU-Information durchgeführt. Im folgenden sind die betriebsspezifischen oder tätigkeitsbezogenen Ergänzungen und Abweichungen dokumentiert:

Gefährliche Eigenschaften:

Herstellerinformationen:

Physikalisch-chemische Wirkungen:

Substitutionsmöglichkeiten:

Arbeitsbedingungen:

Arbeitsplatzgrenzwerte / biologische Grenzwerte:

Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen:

Schlussfolgerungen aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen:

Sonstiges:

Abb. 9c: Betriebsanweisung für lösemittelfreie Epoxidharzprodukte (Forts.): Gefährdungsbeurteilung Unternehmer (gekürzt)

Aus verschiedenen Gründen ist die Situation am Bau besonders risikoreich: Hier herrschen meist suboptimale Verhältnisse: wechselnde klimatische Bedingungen (Es ist z.B. bei Hochsommertemperaturen schwer vorstell- und wohl auch kaum zumutbar, über lange Zeiträume mit vollem Haut- und ggfs. auch Atemschutz arbeiten zu müssen.), das häufig niedrige Ausbildungsniveau der hier einschlägig Beschäftigten, der besonders in Ostösterreich hohe Anteil von Beschäftigten ohne deutsche Muttersprache, Kosten- und Zeitdruck etc.

Und nicht zuletzt die Tatsache, dass Wissen und Bewusstsein um die reale Gefährdung leider noch extrem unterentwickelt sind. Nicht nur Architekten wird mittels Hochglanzbroschüren eine heile Epoxywelt vorgegaukelt, auch Informationen von und für Anwender strotzen häufig von grob falschen, selbst- oder fremdgefährdenden verharmlosenden Darstellungen (Abb. 12):

Bei der Arbeit mit Epoxidharzen gilt:

- Möglichst jeden Hautkontakt zu unausgehärteten Epoxidharzen und Harzkomponenten konsequent vermeiden.
- Den Sicherheitsanweisungen Folge leisten. Sie finden diese auf den Gebinden, in den Sicherheitsdatenblättern und in den vom Arbeitgeber erstellten Betriebsanweisungen.
- Nur die erforderliche Menge anmischen und die Komponenten nur in der empfohlenen Reihenfolge hinzufügen.
- Geeignete Arbeitsgeräte verwenden (z. B. langstielige Roller, Wisch- und Verteilgeräte, Spritzschutzschilde).
- Handrührwerke mit stufenlos regelbarer Rührgeschwindigkeit verwenden. Der Durchmesser des Rührkorbes sollte maximal 1/3 des Durchmessers des Mischgefäßes betragen.
- Mischgefäß nur bis 20 cm unterhalb der Kante füllen, um ein Überschwappen zu vermeiden.
- Zum Transport des Materials zum Einbauort Transportwagen verwenden.
- Im Arbeitsreich für ausreichende Lüftung sorgen.
- Beim Mischen, Injizieren und bei Spritzverfahren Augenschutz tragen (z. B. Schutzbrille, Gesichtsschutzschirm).
- Butyl- oder Nitrilhandschuhe verwenden, sofern der Epoxidharzhersteller nicht eine andere Handschuhart empfiehlt.
- Keinesfalls Leder- oder dünne Einmalhandschuhe tragen. Diese bieten keinen Schutz.
- Besonders beim Mischen oder bei Arbeiten im Knien Arbeitskleidung durch Verwendung zusätzlicher Schutzkleidung (z. B. Overall, Schutzhose, Schürze) vor Verschmutzung durch Epoxidharze schützen.
- Bei Spritzverfahren oder der Verwendung lösemittelhaltiger Produkte Atemschutz verwenden.
- Nach dem Händewaschen Hautpflegecreme auftragen.

Abb. 10: Arbeit mit Epoxiden: Präventionsmaßnahmen

[BG BAU 2010B]



Abb. 12: ... und häufige Realität

[EPOXY WEB 2013]

Risikovergleich Epoxy- und PU-Systeme

Ein Vergleich des Epoxidharzsystems insbesondere mit zweikomponentigen Polyurethansystemen mag aufgrund des beiden Systemen eigenen Gehalts an gesundheitsgefährdenden Stoffen auf den ersten Blick wie einer zwischen Teufel und Beelzebub anmuten.

Es ist aber trotz der Tatsache, dass beide Systeme immanent gefährlich sind, doch ein erheblicher Risikounterschied vorhanden, wobei im Vordergrund die Wahrscheinlichkeit des Eintretens schwerwiegender Gesundheitsbeeinträchtigungen steht:

Da die Gefahr der Krebsauslösung durch **Isocyanate** bislang ausschließlich über die Aerosolwirkung belegt wurde, da es durch Versuche belegte starke Hinweise dafür gibt, dass über die Haut keine nachweisbare Aufnahme erfolgt⁵⁾ (⇒ Gesundheitsgefährdung durch Polyurethansysteme S.12 bzw. [KERSTING 2012]), da die Gefahr der Sensibilisierung vorrangig bei Einatmen besteht und da Risiko und Schwere der Erkrankungen erheblich geringer sind als bei Epoxidharzsystemen (⇒ Gesundheits- und Umweltgefährdung durch Epoxidharzsysteme S.9 bzw. [KERSTING 2012]), sind PU-Beschichtungen (insbesondere einkomponentige) deutlich weniger kritisch einzustufen als Epoxide. Was aber jedenfalls nicht bedeutet, dass es um ungefährliche Stoffe geht.

II. Epoxidharz- und Polyurethansysteme im "ÖkoKauf Wien"

Zweikomponentige Epoxidharz- und Polyurethansysteme sind in mehreren Kriterienkatalogen des „ÖkoKauf Wien“ entweder für bestimmte Produktgruppen kategorisch verboten (z.B. Industrieböden im Kriterienkatalog für Beton- und Estrichbeschichtungen [ÖKOKAUF 8011] oder aber auf Anwendungen eingeschränkt, für die keine technischen Alternativen verfügbar sind.

Zusätzlich sind sie und auch ein großer Teil der Polyurethansysteme aber durch Kriterien verboten, welche bestimmte Arten gefährlicher Stoffe ausschließen:

MDI und **TDI** werden aufgrund ihrer Karzinogenitätskategorie als Komponente oder Bestandteil von PU-Systemen bereits ab einer Konzentration von 1% prinzipiell ausgeschlossen. Das Gleiche gilt für eine Reihe von Aminvernetzern insbesondere aufgrund ihrer carcinogenen oder reproduktionstoxischen Eigenschaften.

Bisphenol A ist als Bestandteil von Epoxidharz-Systemen als reproduktionstoxischer Stoff (Kat. 2) ebenfalls ab einem Gehalt von 1% ausgeschlossen.⁶⁾

Ein eigenes Ausschlusskriterium für „besonders stark **sensibilisierende**“ Stoffe ist mangels geeigneter wissenschaftlicher oder chemikalienrechtlicher Bewertungsparameter zur Zeit leider (noch) nicht möglich.

Für Estrichverdübelungen existiert zur Zeit noch kein anwendbarer Kriterienkatalog.

⁵⁾ N.B. was natürlich keinesfalls bedeutet, dass ein Hautkontakt mit diesen hochreaktiven Stoffen zulässig, harmlos oder gesundheitlich unbedenklich wäre!

⁶⁾ Es gibt zur Zeit aktive Initiativen im Rahmen des EU-Chemikalienrechts, die Einstufung von Bisphenol A von Kategorie 2 auf 1B zu verschärfen.

III. Alternativen zu gesundheitsgefährdenden Feuchtigkeitsperren

Trocknung

Die allererste und mit Sicherheit am wenigsten gesundheitsschädliche Alternative zu gesundheitsgefährdenden chemischen Feuchtigkeitsperren ist die selbstständige Trocknung, besser „Reifung“ des Estrichs. Diese beinhaltet die chemische Bindung des im Rohestrich enthaltenen Wassers durch Hydratation und die physikalische Trocknung. Endpunkt jeder Trocknung ist die Ausgleichsfeuchte, die vom Material und von der relativen Luftfeuchtigkeit der Umgebung abhängt.

In Branchenkreisen wird der zunehmende Einsatz von **CEM II**-(insbes. **CEM IIB**-)Zement-Estrichen dafür verantwortlich gemacht, dass heute längere Trocknungszeiten als in der Vergangenheit üblich seien. (**CEM II**-Zemente, -Betone und -Estriche enthalten einen deutlich bis überwiegend reduzierten Anteil Portlandzement, der durch alternative puzzolanisch bzw. hydraulisch wirksame Stoffe (z.B. Flugasche, gemahlene Schlacken, Kalkstein etc.) substituiert wird. Da letztere in der Regel weniger Wasser für die Hydratation benötigen (aus rheologischen Gründen am Anfang aber genauso viel Wasser wie bei CEM I-Estrichen nötig ist), verbleibt eine höhere Restfeuchte und es wird mehr Zeit zum Trocknen benötigt. Rezente Untersuchungen haben nachgewiesen, dass die für die **Belegereife** erforderliche Restfeuchtigkeit in vielen Fällen nicht gegeben ist. [BROKAMP 2012].

Es ist naheliegend, durch die Auswahl des für die Estrichherstellung verwendeten Zements ungünstiges Trocknungsverhalten zu vermeiden.

Da offensichtlich „die Umstellung auf **CEM II**-Zemente nicht mehr rückgängig zu machen sein wird“ [ERNIG 2010], erscheint es als Minimalanforderung zielführend, nur Zementarten zu verwenden bzw. zuzulassen, bei denen zumindest

- die Zusammensetzung der Nichtportlandzementanteile ausreichend klar definiert ist und
- die alternativen Hauptbestandteile die Hydratation begünstigen und nicht wesentlich verlangsamen.

Zur Abschätzung der Trocknungsdauer verwendeten Praktiker in der Vergangenheit die Faustformel

„ 1 cm Estrichdicke = 1 Woche Trocknungszeit“

Diese Faustformel gilt heute als überholt und weder naturwissenschaftlich noch praktisch nachvollziehbar.

Bei Idealbedingungen wird von Praktikern heute folgende Berechnungsf Faustformel angewandt [WKO 2014]:

$$\text{Anzahl der Tage zur Belegereife} = 1,6 \cdot (\text{Estrichdicke in cm})^2$$

Eine Möglichkeit, die Trocknung von Estrichen zu beschleunigen, besteht im Zusatz von Trocknungsbeschleunigern. Dabei handelt es sich in der Regel entweder um Luftporenbildner oder um Fließmittel. Erstere sind eher technisch kritisch zu sehen, da sie potenziell negative Auswirkungen auf die mechanische Festigkeit des Estrichs haben können.

Eine andere Möglichkeit (vor allem bei Zeitdruck) besteht darin, sogenannte Schnellestriche (auch „beschleunigte Estriche“) zu errichten. Schnellestriche sind Estriche, die nicht durch die [EN 13813] erfasst sind. Zur Grobcharakterisierung der Zeit, die bis zur **Belegereife** erforderlich ist, wird die sogenannte Schnellestrich-Klasse verwendet. Tab. 2 (Tab. A.7 in der Norm) gibt die Anzahl in Tagen an, bei der Zeitraum bis zum Erreichen des maximal zulässigen Feuchtigkeitsgehaltes gem. [ÖNORM B 3732] erreicht wird:

Tab. 2: Klasseneinteilung und Anforderungen an Schnellestriche [ÖNORM B 3732]

Schnellestrich-Klasse	SE 1	SE 2	SE 4	SE 7	SE 14	SE 21
	Zeitraum					
50-%-Festigkeit	≤	≤	≤	≤	≤	≤ 3
70-%-Festigkeit	≤	≤	≤	≤	≤	≤ 10
zulässiger Feuchtigkeitsgehalt	≤	≤	≤	≤	≤ 14	≤ 21

Die Trocknung von Estrichen ist eine ziemlich komplexe Angelegenheit: In der Anfangsphase (7 Tage) ist ein Austrocknen des Estrichs jedenfalls zu verhindern, eher hohe Umgebungsfeuchten und nicht zu hohe (aber jedenfalls über 5°C liegende) Umgebungstemperaturen sollten gewährleistet werden, Zug (bewirkt das „Schüsseln“ des Estrichs) und direkte Sonnenbestrahlung (kann Risse verursachen) sollten jedenfalls verhindert werden. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte während der ersten 14 Tage nicht unter 50% fallen.

Bei beschleunigten Estrichen kann diese Schutzzeit auch verkürzt werden, nach ihrem Ablauf soll der Estrich jedenfalls mindestens 70% der von der Norm geforderten Druckfestigkeit erreicht haben.

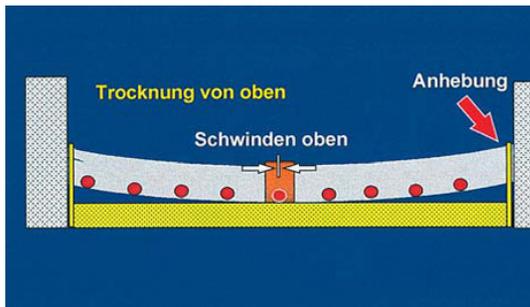


Abb. 13: Estrich verwölbung durch oberseitige Trocknung („Schüsseln“)
[RADTKE 2009]

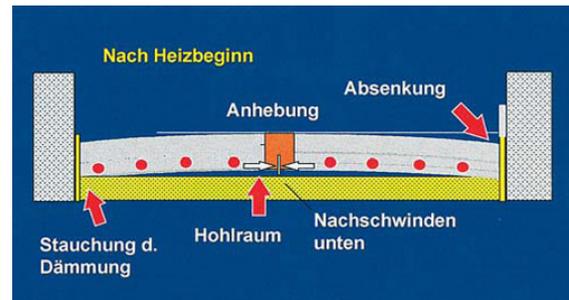


Abb. 14: Estrichverwölbung nach Inbetriebnahme der Fußbodenheizung
[RADTKE 2009]

Zur Verhinderung der angeführten unerwünschten Effekte muss in der ersten Phase nach Errichtung des Rohestrichs der Rohbau daher (provisorisch) verschlossen werden.

Bei **Heizestrichen** muss das „Ausheizen“ gem. [ÖNORM B 2242-2] durchgeführt werden. Dabei wird nach den Vorgaben des Herstellers (Zeit/Temperatur) beheizt und protokolliert, dieses Protokoll muss während der Heizphase jederzeit einsehbar sein und ist nach Beendigung dem Auftraggeber auszuhändigen (Beispiel: **Abb. 15**).

Bei zementgebundenen Estrichen darf mit dem Ausheizen erst nach Erreichung ihrer Endfestigkeit (frühestens nach 21 Tagen) begonnen werden, wobei Tage mit Temperaturen über 15°C zur Gänze, Tage mit Temperaturen zwischen 5 und 15°C nur zu 70% berücksichtigt werden. Ist nach der Ausheizung die Estrichfeuchtigkeit noch immer zu hoch, so muss der Ausheizvorgang wiederholt werden. [ÖNORM B 2242-2]

Nach diesem „Funktionsheizen“ soll bei **Heizestrichen** ein nochmaliges „Belegreifheizen“ (Aufheizen auf 50° Vorlauftemperatur zum Austreiben noch vorhandener Feuchtigkeit) durchgeführt werden.

Dabei wird frühestens 21 Tage nach der Estrichherstellung die Vorlauftemperatur für 3 Tage auf 25°C gehalten, anschließend wird auf die maximale Vorlauftemperatur erhöht, welche 4 Tage gehalten wird. Nach Einhaltung der vom Hersteller vorgegebenen Wartefristen wird die Vorlauftemperatur täglich um 5°C erhöht, bis die maximale Vorlauftemperatur erreicht ist. Anschließend ist der Estrich um täglich 10°C abzukühlen. [PAV-E 03]

Die Trocknungsdauer wird durch Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftaustausch und Estrichdicke bestimmt. Sie kann demnach durch regelmäßiges Stoßlüften (Austausch feuchter durch trockene Luft, besonders bei kaltem, feuchten Wetter) erfolgen, ggfs. auch alternierend mit Heizphasen. Die Trocknung funktioniert im Winter in beheizten Räumen sehr gut, im Sommer kann es vorkommen, dass die Außenluft bis zu 90% r.F. aufweist und demnach durch neu einströmende Luft Feuchtigkeit nicht abgeführt, sondern im Gegenteil in das Estrichsystem hineintransport wird. In diesen Fällen muss die Trocknung durch eine Luftentfeuchtung ergänzt werden. [PAV-E 03]

**Aufheizprotokoll für Heizestriche ohne Austrocknungsbeschleuniger
in Anlehnung an die ÖNORM B 2242-2, B 2242-6, B 2242-7**

Auftraggeber	
Bauvorhaben	
Bauabschnitt	
Bauteil / Stockwerk	

Estricharbeiten beendet am : _____

Tage:	Soll - Vorlauftemperatur:	Ist - Vorlauftemperatur:	Datum:	Prüfer:
Ab 22. Einbautag	20° C			
Ab 23. Einbautag	25° C			
Ab 24. Einbautag	30° C			
Ab 25. Einbautag	35° C			
Ab 26. Einbautag	40° C			
Ab 27. Einbautag	45° C			
Ab 28. Einbautag	50° C			
Ab 29. Einbautag	55° C			
Ab 30. Einbautag	55° C			
Ab 31. Einbautag	45° C			
Ab 32. Einbautag	35° C			
Ab 33. Einbautag	25° C			

Diese Aufheizprotokoll ist nur dann gültig, wenn die vorhergegangenen Tage eine Temperatur von über 12° aufweisen. Sollten ein oder mehrere Tage unter 12° sein, werden diese Tage nur mit 0,7 Tage gerechnet. Daher kann sich der Beginn des Aufheizens bis zu einer Woche verschieben.
Die Vorlauftemperatur ist so zu wählen, das sie am ersten Tag etwa der Oberflächentemperatur des Estrichs entspricht, jedoch mind. 15° beträgt. Dies kann die Ausheizzeit um einen Tag verlängern oder verkürzen.
Bei dampfsperrenden Bodenbelägen ist nach Beendigung des ersten Ausheizvorganges und nach dreitägiger Auskühlung nochmals bis zur max. Vorlauftemperatur, max. jedoch 55°, aufzuheizen und dies für 24 Stunden beizubehalten. Das zweite Aufheizen muß nicht mehr in Stufen erfolgen.
Ein eventuell erforderliches Aufheizen ist nach den Bestimmungen der Önorm B 2242-6 und B 2242-7 durchzuführen. Bei der gesamten Ausheizphase ist auf gutes Lüften zu achten aber unbedingt Zugluft zu vermeiden.

Achtung:
Vor Oberbelagsverlegung die Estrichtemperatur auf ca. 20 - 25° C absenken bzw. die erforderliche Estrichtemperatur des Oberbelagsverlegers einhalten. Während der Aufheizphase dürfen keine Verputzarbeiten ausgeübt werden und die Estrichfläche nicht zugestellt oder abgedeckt sein.
Für Abluft von hoher Luftfeuchtigkeit ohne Zugluft ist zu sorgen

Ausheizen mit automatischer Regelung ja nein

Ende des Ausheizens:
Heizungsfabrikat : _____

Während des Ausheizens sind die Räume nach Vorschrift des Estrichlegers belüftet worden ? ja nein

Die beheizte Fußbodenfläche war frei von Baumaterialien und anderen Abdeckungen ? ja nein

Achtung:
Vor Oberbelagsverlegung ist vom Bodenleger unbedingt eine CM - Feuchtemessung durchzuführen

CM - Messung am:	Messwert:	CM %
Bodenbelagsarbeiten begonnen am:		
Bodenbelagsarbeiten fertiggestellt:		

Abb. 15: Aufheizprotokoll für nicht beschleunigte Estriche
[SCHIEBER 2013]

Grundsätzlich ist die natürliche Trocknung einer chemischen Abdichtung überlegen und daher immer vorzuziehen. Abgesperrte Feuchtigkeit verschwindet nicht, sondern diffundiert im Bauwerk in Abhängigkeit von Temperatur- und Feuchtigkeitsgradienten und den Materialeigenschaften der durchwanderten Bauteile, das Endergebnis ist in der Regel die Kondensation an feuchtigkeitsundurchdringlichen bzw. kühleren Flächen. Unkontrolliert in Bauteilen diffundierende Feuchtigkeit kann zu unvorhersehbaren Folgeschäden führen: Verfärbungen, Materialschäden und vor allem zu Schimmelbildung. (Eine aus der Praxis bekannte Folgewirkung gesperrter Estriche ist z.B. das Schimmelwachstum auf Gipskartonplatten über den **Randfugen** gesperrter Estriche, also an der Stelle, an der die gesperrte Feuchtigkeit entweichen kann.)

Alternative chemische Systeme

Als Alternativsysteme werden in diesem Leitfaden alle jene chemischen Systeme bezeichnet, bei denen nach aktuellem Wissensstand die gravierendsten bei Epoxiden und Polyurethanen bekannten Gesundheitsrisiken in Bezug auf Erkrankungswahrscheinlichkeit oder Schwere nicht vorliegen. Das bedeutet im Einzelfall aber nicht, dass diese Stoffe nicht auch gesundheitsschädliche Wirkungen (z.B. ätzende oder reizende Wirkung auf die Haut) haben.

Die wichtigsten aktuell angebotenen Systeme sind die folgenden:

Polyvinylidenchlorid (PVdC)

Polyvinylidenchlorid ist chemisch das aus Vinylidenchlorid (1,1-Dichlorethen) durch Polymerisation gebildete Polymer, chemisch nahe mit dem ähnlich hergestellten Polyvinylchlorid (PVC) verwandt, von dem es sich lediglich durch ein zusätzliches Chloratom im Polymerbaustein unterscheidet:

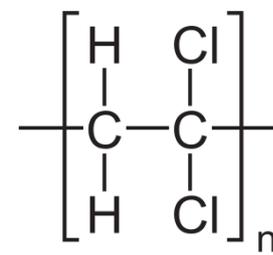


Abb. 16: Strukturformel Polyvinylidenchlorid

PVdC wird aufgrund seiner hervorragenden Barrierewirkung in verschiedenen Anwendungen als Dampf-, Sauerstoff- oder Feuchtigkeitssperre in meist sehr dünnen Filmdicken oder als gasdichte Folie (z.B. für Fleisch) verwendet.

Anwendung

PVdC-Dispersionen sind seit geraumer Zeit als feuchtigkeitsbremsende Grundierungen unter Belagsverlegungen im Einsatz. Mit Zunahme des Bewusstseins über die gesundheitsgefährdenden Eigenschaften anderer Materialien erleben sie derzeit eine Renaissance.

Unterschiedliche Herstellerangaben gibt es bezüglich der Kombination von **PVdC**-Dispersionsgrundierungen mit **SMP**-Klebstoffen: Manche Produkthersteller verlangen explizit die Herstellung einer Zwischenschicht, um das Risiko, dass Weichmacher aus dem Klebstoff⁷⁾ in die Dispersionssschicht migrieren und deren Funktion gefährden können, auszuschließen.

Es gibt andererseits aber sehr dezidierte gegenteilige Aussagen, wonach Weichmacher bei **PVdC**-Grundierungen absolut kein Problem darstellen: So hat die Fa. Bostik nach eigenen Angaben in mehrjährigen Versuchen (incl. Abrisstests) mit weichmacherhaltigen Klebstoffen absolut keine Funktionsminderungen bei der Grundierung festgestellt und gibt demgemäß auch keine diesbezüglichen Anforderungen vor. [GEHRING 2014]⁸⁾

In der Praxis ist eine Zwischenspachtelung bei der Verlegung elastischer Beläge ohnehin gängige Praxis (zum Ausgleich von Unebenheiten im Estrich).

Bei der Verklebung von Holzfußböden (wo Dispersionsklebstoffe mittlerweile zugunsten von **SMP**-basierten Klebstoffen fast verschwunden sind) ist zu berücksichtigen, ob herstellerseitig eine Zwischenschicht gefordert ist, zutreffendenfalls ist hier eine (bei Holzfußböden sonst unübliche) Zwischenspachtelung auszuführen.

Handelsübliche Produkte garantieren die Erreichung der normgerechten Restfeuchte beim Einsatz von **PVdC**-Dispersionen als Feuchtigkeitssperre derzeit bis zu etwa 3 – 4 % **CM** Ausgangsfeuchte.

Ökologische Einschätzung

Es gibt in allen relevanten Kriterienkatalogen des „ÖkoKauf Wien“ eine (auf einem Beschluss des Gemeinderats der Stadt Wien basierenden) Passus, der **halogenorganische Stoffe** als generell unerwünscht und sohin zu vermeiden qualifiziert. Dieser Passus trifft natürlich prinzipiell auch **PVdC** zu.

Da es bei diesem Kriterium aber eindeutig nicht um ein Gesundheitskriterium (von ArbeitnehmerInnen oder NutzerInnen), sondern um ein Umweltkriterium handelt, ist es angebracht und auch sinnvoll, in diesem Fall eine Mengenabschätzung zur Abschätzung der Umweltrelevanz vorzunehmen. Diese zeigt, dass aufgrund der geringen Filmdicken die tatsächlich eingesetzten Mengen an Chlororganika ein winziger und vernachlässigbarer Bruchteil im Vergleich zu vielen anderen Anwendungen von **halogenorganische Stoffen** sind, selbst im Vergleich zu Produkten, die aufgrund ihrer geringen Mengen in der Baupraxis gar nicht auf Ersetzbarkeit geprüft werden bzw. werden können.

Eine Güterabwägung zwischen der realen, hochwahrscheinlichen und die Lebensqualität der Betroffenen massiv beeinträchtigenden Gesundheitsgefährdung und einer von einer vergleichsweise sehr kleinen Menge ausgehenden langfristigen Umweltbeeinträchtigung muss in diesem Fall eindeutig dem Gesundheitsschutz den Vorrang geben.

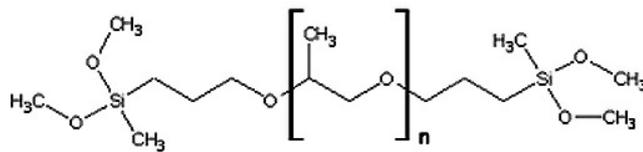
⁷⁾ Es muss angemerkt werden, dass es auch bei **SMP**-Parkettklebstoffen mittlerweile eine beträchtliche Anzahl komplett weichmacherfreier Produkte gibt., für die die angeführte Einschränkung somit nicht gilt.

⁸⁾ Funktionsminderungen und –verlust durch Weichmachermigration sind in der Praxis vor allem bei (weichen und mittelhartem) Acrylatsystemen ein (bekanntes) Thema.

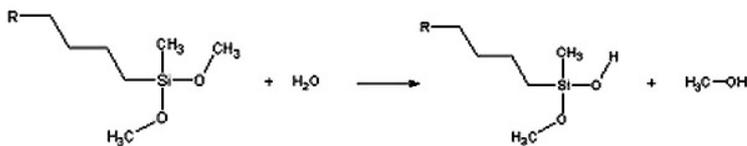
Silanmodifizierte Polymere

Silanmodifizierte Polymere (üblicherweise abgekürzt **SMP**) sind Stoffe, die auf einem Polymergerüst außen endständige Alkoxysilangruppen enthalten, welche unter Feuchtigkeiteinfluss unter Alkoholabspaltung miteinander vernetzen.

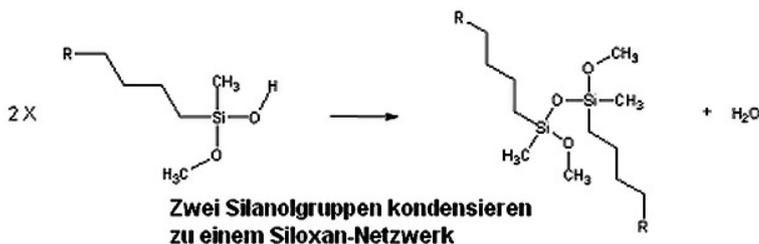
Im Bereich der Verlegewerkstoffe (Grundierungen und Klebstoffe) sind vor allem zwei Systeme von Bedeutung: Bei silanmodifizierten Polyethern (z.B. **SPPO**= silanmodifizierten Polypropylenglykolen) besteht das Polymergerüst aus Polyethern (**Abb. 17**), bei silanterminierten Polyurethanen (**STP**) aus Polyurethanen (**Abb. 18**).



Polypropylenglykol mit Methoxysilan-Endgruppen



Wasser hydrolysiert eine Methoxygruppe unter der Bildung von Silanol



Zwei Silanolgruppen kondensieren zu einem Siloxan-Netzwerk

Abb. 17: Netzwerkbildung silanmodifizierter Polyether

[MIKAELSSON 2011]

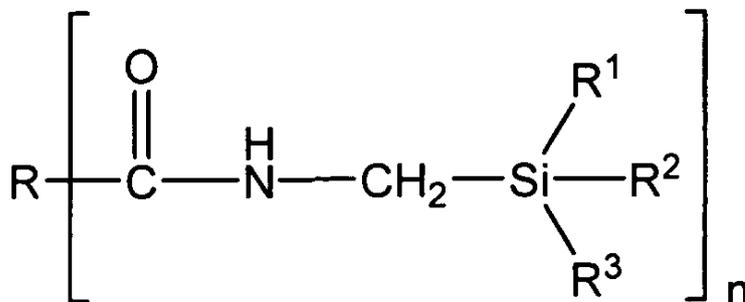


Abb. 18: Silanterminiertes Polyurethan (STP)

Ökologische Einschätzung

Nach heutigem Erkenntnisstand sind **SMP** als vergleichsweise ungefährliche chemische Substanzen einzuschätzen.

Die hervorstechendste Gefährdung geht von dem im Zuge des Abbindungsprozesses chemisch freigesetzten Alkohol (meist Methanol, selten Ethanol) aus.

Alkohole – insbesondere Methanol - sind ohne Zweifel Stoffe mit gesundheits-schädlichen Eigenschaften. Klammert man die massive Gesundheitsgefährdung durch chronischen Alkoholmissbrauch mit Ethanol hier aus, dann ist es vor allem die Toxizität von Methanol, die von Relevanz ist: Methanol ist von beträchtlicher Giftigkeit und wird sowohl über Inhalation als auch resorptiv (Aufnahme über die Haut) leicht aufgenommen. Es hat eine maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) von 200 ppm bzw. 260 mg/m³ [GKV 2011A] .

Bei der Beurteilung der Gefährlichkeit von Methanol ist entscheidend, dass es sich bei seiner Toxizität um eine akute handelt. Akuttoxische Stoffe können (im Unterschied zu chronischtoxischen Stoffen) auf Basis der aufgenommenen Dosis beurteilt werden und sind dann als gesundheitlich unproblematisch anzusehen, wenn sie unter einer bestimmten Expositionsschwelle (also z.B. Konzentration in Luft oder Nahrungsmitteln) liegen.

Es gibt zur Zeit noch keine Arbeitsplatzmessungen mit **SMP**-Grundierungen , wohl aber für Arbeiten mit **SMP**-Klebstoffen. Untersuchungen der **BG Bau** ergaben dabei Werte, die weniger als die Hälfte (43%) des in Deutschland zulässigen Arbeitsgrenzwerts AGW (Anm. bei Methanol identisch mit dem österreichischen MAK-Wert) betragen [RÜHL 2013].

Es ist davon auszugehen, dass bei Grundierungen die Werte zumindest nicht höher sind: Bei Verklebungen werden einerseits größere Mengen pro Fläche appliziert, außerdem wird mittels Zahnspachtel eine rillenförmige Oberfläche und somit ein erheblich höheres Oberfläche/Volumen-Verhältnis als bei Grundierungen erzeugt. Zwar wird bei der Verklebung durch Aufbringen des Belags eine wirksame Diffusionbremse zwischengeschaltet, doch auch **SMP**-Klebstoffe haben offene Zeiten in der Größenordnung von 20 - 30 Minuten, während die Trocknungszeiten von **SMP**-Grundierungen ca. 4 – 8 Stunden betragen.

Es ist also davon auszugehen, dass bei ordnungsgemäßem Arbeiten keine Gefährdung der AnwenderInnen vorliegt. Es muss allerdings aus Vorsorgegründen trotzdem Wert darauf gelegt werden,

- dass in den Räumen, in denen die **SMP**-Grundierung hergestellt wird, ein ausreichender Luftwechsel gewährleistet ist,
- dass sich keine Personen über längere Zeiträume in Räumen aufhalten, in denen eine frisch aufgebraute Grundierung ausreagiert
- und dass die Zeit, die ein Anwender mit der Ausführung von Grundierungen beschäftigt ist, durch Pausen oder durch Auswechseln mit anderen Personen begrenzt ist.

Anwendung

Silanmodifizierte Polymere, Polyurethane und Propylenoxide gelangen sowohl als feuchtigkeitssperrende Grundierungen als auch als Klebstoffe für Holzfußböden/Parkett zum Einsatz. Vor allem bei der Verklebung von Parkett haben sich **SMP**-Klebstoffe trotz nicht unbeträchtlicher Mehrkosten in den letzten Jahren als Standard durchgesetzt, was sich vor allem durch ihre deutlich besseren technischen Eigenschaften (Dauerelastizität – gleicht Spannungen aus, ermöglicht Fugenüberbrückung, Schubfestigkeit, hervorragende Klebeeigenschaften auf einer Vielzahl von Flächen etc.) erklärt. Überdies haben sie dadurch, dass sie einerseits Wasser zum chemischen Abbinden benötigen und andererseits eine vergleichsweise sehr geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen, die Eigenschaft, Feuchtigkeit „von unten“ sehr gut gegen die feuchteempfindlichen Beläge „oben“ abzupuffern. Durch ihre Fähigkeit, Bewegungen aufzunehmen, mildern sie außerdem die Kräfte, die bei feuchtigkeitsbedingten Dimensionsänderungen von Parkett auftreten, welche sowohl die Parkettoberfläche als auch den Estrichuntergrund gefährden können [MIKAELSSON 2011]:

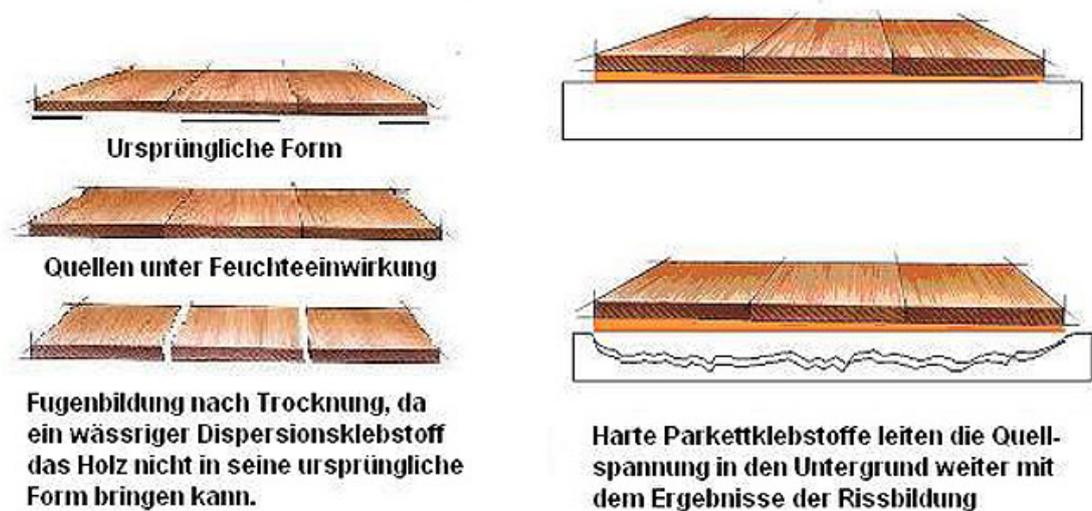


Abb. 19: Verformung des Parkettholzes unter variablen klimatischen Bedingungen
[MIKAELSSON 2011]

Da bei der Verlegung von Holzfußböden oder Parkett **SMP**-Klebstoffe derzeit Standard sind, treten prinzipiell keine Unverträglichkeiten zwischen **SMP**-Grundierung und **SMP**-Klebstoff auf. Allerdings sind Hersteller meist nicht bereit, irgendwelche Gewährleistungen zu akzeptieren, wenn Systemkomponenten eines Mitbewerbers zur Ausführung kommen, befürchtet wird auch hier eine Diffusion von Weichmachern aus dem Klebstoff in die Grundierung oder umgekehrt⁹⁾. (⇔ S. 24)

⁹⁾ Generell enthalten Grundierungen aber meist deutlich weniger Weichmacher als Klebstoffe; es gibt mittlerweile aber auch bereits eine Anzahl komplett weichmacherfreier **SMP**-Klebstoffe am Markt.

Von manchen Produktherstellern wird bei Kombination aus Dispersionsgrundierung und **SMP**-Klebstoff bzw. umgekehrt bei Kombination einer **SMP**-Grundierung mit einem Dispersionsklebstoff eine zwingende Zwischenspachtelung (i.d.R. mit Absanden) gefordert, um beide Phasen sauber zu trennen. (Diese Zwischenspachtelung ist bei elastischen Belägen ohnedies Standard.) Bei Holzbelägen war sie bislang nicht üblich, weshalb bei der Kombination Dispersionsgrundierung - **SMP**-Klebstoff (umgekehrt kommt in der Praxis praktisch nicht vor) bei manchen Produktsystemen ein zusätzlicher Arbeitsgang erforderlich ist, es gibt aber sehr wohl auch Hersteller, welche keine obligate Zwischenspachtelung verlangen (⇔ S. 24).

Es gibt am Markt reine **SMP**-Grundierungen als Feuchtigkeitssperren (Auftrag durch Rollen und/oder Spachteln), die Garantien bezüglich der abgesperreten Restfeuchte liegen im Bereich 5-6 %CM (also derzeit höher als bei **PVdC**-Grundierungen).

Vorsicht ist bei allen diffusionsdichten Belägen geboten (z.B. Kautschuk-, PVC-Beläge). Hier sind unter bestimmten Voraussetzungen bauphysikalische Situationen möglich, welche zu unerwünschten Feuchtigkeitsanreicherungen unterhalb des Belags führen können. (N.B. Dies gilt grundsätzlich für alle Feuchtigkeitssperren, also auch für Epoxid- oder PU-Systeme!) Eine Ausführung ohne Feuchtigkeitssperre (nach entsprechender Trocknung des Untergrunds) ist hier jedenfalls anzustreben, im Notfall sollten ausschließlich Systeme zur Anwendung kommen, die herstellereits getestet und somit auch gewährleistet werden.

„all in one“-Verklebung

Alternativ gibt es das sogenannte „**all in one**“- **SMP**-System mit „integrierter Dampfbremse“, das seinen Ursprung in Skandinavien hat und dort heute noch verbreitet ist. Dieses System kombiniert die Funktionen von (**SMP**-)Grundierung und (**SMP**-)Kleber ganz einfach in einem einzigen Arbeitsgang/Produkt durch einen entsprechenden Mehrauftrag (Größenordnung 1 mm Schichtdicke).

Für diese Art der Verklebungen wurde eine eigene Zahnpachtel mit seitlichen Distanzstiften entwickelt (**Abb. 20**). Dieses System wird allerdings nur für Nut-Feder-Parkette, nicht für Mosaikparkett empfohlen, da bei letzterem das Handling eher schwierig bis problematisch wäre.)

[SCHÄFER 2013]

IV. Verfügbarkeit und Anwendbarkeit chemischer Alternativsysteme

Zum Endredaktionszeitpunkt sind dem Verfasser dieses Leitfadens als alternative chemische Feuchtigkeitssperren (⇨ Alternative chemische Systeme S.24) bekannt:

☑ **SMP-Grundierungen:**

mindestens zwei Produkte von mind. 2 Herstellern (Bona, Murexin), mehrere Produkte anderer Hersteller kurz vor Markteinführung

☑ **PVdC-Emulsionen:**

mindestens 5 Produktalternativen von mind. 5 Herstellern (Bostik, Forbo, Stauf, Uzin, Wakol)

☑ **„all in one“-SMP-Systeme:**

mindestens 5 Produktalternativen von mind. 2 (Anm. mitteleuropäischen¹⁰) Herstellern (Stauf, Wakol)

Da sich die Anzahl verfügbarer Alternativprodukte und Hersteller im Laufe des letzten Jahres vor Redaktionsschluss sprunghaft vergrößert hat und da weitere Hersteller Alternativen in Prüfung haben und neue Produkte angekündigt haben, ist davon auszugehen, dass sich die Alternativenanzahl in kurzer Zeit noch deutlich erhöhen wird.

Die Hersteller, das ist für die Stadt Wien als öffentlicher Ausschreiber beschaffungsrechtlich ebenfalls von Relevanz, haben ihren Firmensitz in verschiedenen (zum Redaktionszeitpunkt mindestens drei) Mitgliedsstaaten der Europäischen Union.

Das bedeutet:

Es gibt (zusätzlich zur Möglichkeit, die Estrichtrocknung ohne chemische Feuchtigkeitssperre zu ermöglichen) **eine technisch, ökonomisch und beschaffungsrechtlich ausreichende Zahl von Produktalternativen ohne die gesundheitsgefährdenden Eigenschaften von Epoxidharzen und auch ohne Isocyanate mit Krebsverdacht.**

¹⁰) Der skandinavische Markt wurde nicht gesondert recherchiert, es gibt dort aber mit Sicherheit ebenfalls einschlägige Produkte.

Ausnahmesituationen

Bei den Diskussionen über die Grenzen epoxid- und isocyanatfreier Feuchtigkeitssperren wurden überraschend wenige Situationen genannt, in denen auf konventionelle Feuchtigkeitssperren auf Epoxidharz- oder **PU**-Basis nach derzeitigem Wissensstand möglicherweise nicht verzichtet werden kann:

- **wenn extreme mechanische Festigkeiten oder Chemikalienbeständigkeiten erzielt werden sollen**

Dies sind Anforderungen, die ausdrücklich über die einer Feuchtigkeitssperre hinausgehen, die somit nicht Thema dieses Leitfadens sind und in der Baupraxis daher als solche zu prüfen sind und hier dezidiert nicht behandelt sind.

- **unter elastischen Belägen und Laminatbelägen**

Grundsätzlich ist das Schadenspotenzial und somit die Feuchtigkeitssperrenproblematik unter elastischen Belägen meist weniger problematisch als unter Holzfußböden, chemische Feuchtigkeitssperren werden hier daher auch deutlich seltener eingesetzt. Eine wichtige Ausnahme bei der Feuchtigkeitsempfindlichkeit sind allerdings Beläge mit Rücken aus biogenen Fasern (z.B. Jute) oder biogene Beläge (z.B. Linoleum).

Auch für diese Beläge gilt das Primat der Trocknung: Kondensatbildung und Schimmelpilzbefall sind hier genauso möglich wie bei Holzfußböden und können nur durch Trocknung nachhaltig vermieden werden.

Ganz besonders gilt dies für diffusionsdichte Beläge (PVC, Kautschuk):

Hier soll jedenfalls eine Feuchtigkeit unter der Ausgleichsfeuchte sichergestellt werden, da ansonsten Feuchtetransport und bauphysikalisch nicht ausgeschlossen werden können!

Wie bereits auf S. 29 ausgeführt, gilt dies auch im Falle chemischer Feuchtigkeitssperren, und zwar unabhängig von ihrer Chemie.

Trocknung und Ausführung ohne Dampfbremse haben hier daher absolute Priorität, im Notfall sollen nur Feuchtigkeitssperren angebracht werden, die herstellerseitig für den jeweiligen Belag getestet wurden und somit gewährleistet werden.

Grundsätzlich richtig ist, dass die derzeit am Markt angebotenen alternativen Feuchtigkeitssperren nicht primär für elastische Beläge, sondern für die Verlegung von Parkett bzw. Holzfußböden entwickelt wurden (vor allem deshalb, weil Feuchtigkeit hier eine deutlich höheres Schädigungspotenzial hat als bei anderen Belagsarten).

Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie nicht auch unter anderen Belägen eingesetzt werden können. Wie auf S. 25 ausgeführt, ist in diesem Fall eine Zwischenspachtelung zwischen der alternativen Feuchtigkeitssperre und dem Belagskleber (bei elastischen Belägen meist Dispersionsklebstoffe) erforderlich (Anm. bei elastischen Belägen ohnehin üblich), da insbesondere **SMP**-Feuchtigkeitssperren Weichmacher enthalten können, welche bei direktem Kontakt mit dem Dispersionsklebstoff in diesen diffundieren und seine Funktion beeinträchtigen können.

- **bei Heizestrichen:**

Hier ist vor chemischen Abdichtungen jeglicher Art absolut zu warnen, da durch heizbedingten Feuchtigkeitstransport in Kombination mit Sperrschichten jedenfalls mit Kondensationseffekten zu rechnen ist und die Gefahr einer Schimmelpilzentwicklung somit dauerhaft virulent ist! Hinzu kommt in diesem Fall auch die Gefahr, dass unentdeckte Undichtigkeiten der Heizleitungen durch die chemische Sperre unentdeckt bleiben. Bei **Heizestrichen** ist die erforderliche Restfeuchte daher entweder durch natürliche Trocknung oder durch Ausheizen herzustellen (⇒ S. 20f.), allerdings muss Letzteres fachgerecht erfolgen, um unerwünschte Estrichverformungen (**Abb. 14** S. 22) zu verhindern.

- **bei Verbundestrichen, über nicht unterkellerten Räumen:**

Hier ist völlig unabhängig von der Art des Belags, seiner Verlegung bzw. Verklebung eine adäquate Wärmeisolierung zu planen und auszuführen, eine Feuchtigkeitssperre kann und soll keinesfalls eine nicht vorhandene Wärmeisolierung ersetzen!

Eine unzureichende Wärmeisolierung in Kombination mit einer Dampfbremse kann zu einem dauerhaften Kondensationsproblem mit allen Folgeproblemen (Schäden, Schimmelbildung) führen!

Bei einem fachgerecht wärmeisolierten Untergrundaufbau sind alternative Feuchtigkeitssperren jedenfalls anwendbar.

- **wenn gleichzeitig eine Verfestigung eines unzureichenden (z.B. sandenden) Estrichuntergrunds erzielt werden soll:**

Die Feuchtigkeitsabdichtung ist in diesem Fall gar nicht der Hauptzweck, die Anwendung bewegt sich also bestenfalls an der Systemgrenze dieses Leitfadens.

In solchen Fällen ist davon auszugehen, dass eine Abdichtung plus Verfestigung aus der Sicht des Auftraggebers wohl meistens die falsche Lösung ist, da unzureichend verfestigte Estriche auch nach einer Verfestigung zu weiteren Rissbildungen neigen. Die richtige Lösung wird in solchen Fällen (nach einer Bauteilprüfung gem. **[ÖNORM B 3732] Anhang B**) die Reparatur oder der Ersatz des mangelhaften Estrichs sein.

- **wenn damit (bei Sanierungen) gleichzeitig eine Abdichtung gegen problematische Stoffe (z.B. alte Bitumen-/Teerklebstoffe oder -beschichtungen) erzielt werden soll:**

Vor solchen „Sanierungen“ kann ebenfalls nur gewarnt werden, die Lösung des Problems wird durch so eine Maßnahme lediglich hinausgezögert und eine mögliche andauernde Gesundheitsgefährdung der NutzerInnen (über **Randfugen**, nachträgliche Rissbildungen etc.) wird in Kauf genommen!

Die einzig richtige Vorgangsweise besteht in solchen Fällen in der Komplettentfernung der problematischen schadstoffhaltigen Untergründe!

- **bei der Verklebung besonders anspruchsvoller Fußbodenkonstruktionen wie z.B. Massivdielen:**

Bei solchen Konstruktionen ist davon auszugehen, dass man sich jedenfalls im Grenzbereich dessen befindet, was eine Grundierungs/Klebstoff-System überhaupt leisten kann, da durch die unvermeidbaren Bewegungen des Belags aufgrund seines ungünstigen Fläche/Dicke-Verhältnisses enorme Kräfte auftreten können, die entweder Verformungen oder Rissbildungen beim Belag selber oder beim Estrichuntergrund bewirken können.

Es gibt für diesen Anwendungsbereich auch durchaus gegenläufige Herstellerempfehlungen: Besonders schubfeste, starre Verklebungen (etwa Epoxide, Polyurethane) reduzieren zwar die nachträglichen Verformungen beim Belag selber, verstärken aber das Risiko der Rissbildung im Estrich. Elastische Verklebungen (**SMP**) nehmen Bewegungsspannungen auf, verhindern damit aber weniger Verformungen im Belag selber.

Hier kann eine Empfehlung an Auftraggeber und Planer nur lauten, auf solche anspruchsvolle Konstruktionen nach Möglichkeit ganz zu verzichten.

- **wenn (bei Sanierungen) bei erdberührten Fußbodenkonstruktionen ein nachträglicher Feuchtigkeitstransport aus dem Untergrund verhindert werden soll:**

Dieser im Bereich der Stadt Wien wohl nur mit extremer Seltenheit mögliche Fall ist nicht durch eine chemische Lösung, sondern bautechnisch durch Herstellung einer nach unten isolierten Fußbodenkonstruktion und nicht durch eine nachträgliche Feuchtigkeitssperre oberhalb des Estrichs zu beheben.

V. Nebenrisiko Estrichverdübelung

Bei der Estrichverdübelung (auch Rissverharzung) werden Risse im Estrich durch sogenannte chemische Verdübelung überbrückt.

Risse entstehen als Folge von Zugspannungen z.B. durch Schwinden (Austrocknung), unterschiedliche Feuchtigkeitsgehalte in der Fläche, Temperaturdifferenzen im hergestellten Raum, temperaturbedingte Längenänderungen (Sonneneinstrahlung, Zugluft) und frühzeitige Belastungen (Baustofflagerungen, Gerüste, Leitern) [VÖEH-1].

Die Entstehung von Rissen wird bei der Estrichherstellung grundsätzlich durch die Ausführung und Anordnung von Fugen vermieden, besondere Bedeutung hat dies naturgemäß bei **Heizestrichen**. Die Fugen ermöglichen Horizontal- und Vertikalbewegungen der durch sie getrennten Estrichteile (**Bewegungsfugen**), trennen den Estrich von anderen Bauteilen (**Randfugen**), **Scheinfugen** (nachträglich eingeschnittene regelmäßig angeordnete Längs- und Querrfugen, etwa $\frac{1}{3}$ der Estrichdicke) verhindern die Rissbildung durch das Verkürzen/Schwinden des Estrichs [VDB-1].

Bei **Heizestrichen** sollen ab einer Fläche von etwa 40 m² bzw. darunter ab Seitenlängen von etwa 8 m jedenfalls **Bewegungsfugen** ausgeführt werden [VÖEH-2].

Risse sind auch ein mögliches Resultat von zu schnellem Trocknen, von Zugluft während der Estrichreifung oder von zu hohen Temperaturen sowie teilweise auch von zu hoher Zudosierung von Trocknungsbeschleunigern. [VDB-1], [VÖEH-1].

Auch bei Estrichverdübelungen finden (zweikomponentige) Epoxidsysteme sehr häufig Anwendung, die Argumente des Gesundheitsschutzes gelten somit analog wie bei den (im Bauablauf nachfolgenden und mengenmäßig natürlich wesentlich bedeutenderen) Feuchtigkeitsversiegelungen.

Zur Zeit gibt es für diese Produktgruppe noch keinen anwendbaren Kriterienkatalog des „ÖkoKauf Wien“.

Grundsätzlich ist bei der Bewertung der Gefährlichkeit von Epoxy-Estrichverdübelung zu unterscheiden zwischen offener Anwendung (einfaches Mischen der in zwei Behältern enthaltenen Komponenten, Auftragen z.B. mit Pinsel) und sogenannten QuickPacks, das sind Doppelkammersysteme, bei denen die bereits im richtigen Mischungsverhältnissen in aneinanderstoßenden Kammern vorliegenden Komponenten nach Durchstoßen einer Trennung im wesentlichen ohne Gefahr des Hautkontakts zunächst vermischt und anschließend mit Hilfe einer Pistole aufgetragen werden.

Außer den Gesundheitsargumenten (⇒ spricht gegen Epoxidverdübelungen aber auch das technische Argument, dass Epoxidesysteme prinzipiell starre Verbindungen bilden: Im Fall mechanischer oder thermischer Belastung reißt zwar die Epoxidverbindung selber nicht (Die Adhäsion zwischen Epoxidharz und Estrich ist hier um ein Vielfaches stärker als die Kohäsion innerhalb des Estrichs.), die Epoxidverharzung kann aber Bewegungen des Estrichs nicht kompensieren und der Estrich kann somit erneut Risse bilden – an einer anderen Stelle.

Zu epoxidbasierten Estrichverdübelungen gibt es folgende Alternativen:

a) keine Verdübelung:

Unter elastischen Belägen (insbesondere wenn wie üblich gespachtelt wird) sind kleinere Risse häufig gar nicht problematisch. Dies gilt allerdings nicht bei **Heizestrichen**, da über Risse unerwünschte Konvektionseffekte (z.B. unkontrollierter Feuchtigkeitstransport mit Gefahr der Schimmelbildung an Kondensationsstellen, inhomogenes Austrocknen mit vermehrter Rissbildung) auftreten können.

Auch unter **SMP**-Verklebungen sind kleinere Risse kaum ein Problem, da **SMP**-Klebstoffe dauerelastisch sind und somit Risse elastisch überbrücken können.

b) Chemische Alternativen:

- 2K-Polyurethansysteme (⇒ S. 9)
- **PMMA**- („Acryl“-)Systeme
- Silikatharze (Wasserglas-**Isocyanat**-Harze, auch Organomineralharze genannt)

VI. Schlussfolgerungen

Feuchtigkeitssperren unter Bodenbelägen

Belegereife Estriche können ohne gesundheitsschädliche Feuchtigkeitssperren errichtet werden!

- ☑ **Ist eine natürliche Trocknung des Estrichs im Bauablauf durchführbar, dann ist sie aus ökologischen und toxikologischen, aber auch aus technischen, hygienischen und bauphysikalischen Gründen einer chemischen Versiegelung immer vorzuziehen!**

Chemische Feuchtigkeitssperren müssen die Ausnahme im Notfall, dürfen keinesfalls die Regel sein!

Voraussetzung sind adäquate Planung und Ausschreibung:

- ☑ Zwischen Estrichherstellung und Belags- bzw. Parkettverlegung muss in der Bauzeitplanung –abhängig von der Jahreszeit- eine ausreichende Zeit zum Trocknen des Estrichs vorgesehen werden.
- ☑ Bereits in der Ausschreibung ist vorzuschreiben, dass nur Estrichqualitäten zum Einsatz kommen dürfen, bei denen unter den voraussichtlichen klimatischen Bedingungen die **Belegereife** auf dem Weg natürlicher Trocknung mit hoher Sicherheit erzielbar ist.
- ☑ Sind zeitliche Engpässe bei bestimmten Projekten wahrscheinlich, so ist die Estrichherstellung mit Hilfe von Schnellzementen der adäquaten Klasse auszusprechen (⇒ Tab. 2 S. 21)
- ☑ Es ist in jedem Fall sicherzustellen und auch zu kontrollieren, dass unterhalb des Estrichs eine Dampfbremse (**sd-Wert** mind. 100, besser 140) ausgeführt wird. Die entsprechenden (N.B. halogenfreien!) Folien müssen entweder miteinander verschweißt oder mind. 30 cm überlappend verlegt werden. Die Folie muss auf Fußbodenoberkante hochgezogen werden, damit seitlich noch Platz zum Verdunsten der noch vorhandenen Bauwerks-Restfeuchte vorhanden ist.
- ☑ Bei **Heizestrichen** ist die für die **Belegereife** erforderliche Restfeuchte ausschließlich durch Ausheizen, keinesfalls durch Versiegelung herzustellen (u.a. Gefahr der Schimmelbildung).

Vorgangsweise im Notfall:

- ☑ Lässt sich die von der Norm geforderte Restfeuchte durch natürliche (ggfs. heizungsunterstützte) Trocknung in Ausnahmesituationen auch durch Beachtung der o.a. Maßnahmen nicht erreichen, dann sind als chemische Feuchtigkeitssperren **Epoxy- sowie zweikomponentige Polyurethansysteme jedenfalls ausgeschlossen.**
- ☑ Chemische Feuchtigkeitssperren sind in diesem Fall mit folgender Priorisierung auszuführen:
 1. Ist zumindest eine der Alternativen
 - silanmodifizierte Polymere (**SMP**) als Spachtelgrundierung in Kombination mit einem **SMP**-Klebstoff (⇒ S.26f) oder
 - „all in one“-**SMP**-Systeme (⇒ S.29)
 - Feuchtigkeitssperren auf **PVdC**-Dispersionsbasis (in Kombination mit Spachtelung) (⇒ S.24f.)
 - einkomponentige **PU**-Systeme ohne **CMR-Stoffe**

verfügbar und technisch geeignet, **so ist eine dieser Alternativen auszuführen.**

Der eingesetzte Klebstoff hat dabei prinzipiell mit der verfügbaren alternativen Feuchtigkeitssperre kompatibel zu sein, nicht umgekehrt! ¹¹⁾

2. Ist für eine bestimmte Anwendung keine der genannten Systeme und auch keine andere technische Lösung verfügbar, so sind auch einkomponentige Polyurethanbeschichtungen, welche Isocyanate mit Krebsverdacht enthalten, als Feuchtigkeitssperren ausdrücklich zulässig, wobei auf die strenge Einhaltung der im Sicherheitsdatenblatt vorgegebenen Sicherheitsmaßnahmen Wert zu legen ist.

Die Nichtverfügbarkeit anderer Alternativen in diesem Fall durch entsprechende Nachweise (z.B. Bestätigungen mehrerer Produkt-hersteller) zu belegen bzw. zu begründen.

- ☑ Besonderer Augenmerk ist im Fall chemischer Feuchtigkeitssperren der kontrollierten Feuchtigkeitsabfuhr nach Ausführung der Grundierung zu widmen. Insbesondere ist eine ausreichend dimensionierte **Randfuge** auszuführen, sie darf keinesfalls (z.B. durch die Sockelleisten, Hochzüge) abgeschlossen werden, sowohl der Bauuntergrund als auch der Estrich selber müssen die Möglichkeit haben, über die **Randfuge** weiter abzutrocknen. (Sind Hochzüge (z.B. aus hygienischen Gründen) vorgesehen, dann ist jedenfalls zu trocknen und keinesfalls zu versiegeln!)

¹¹⁾ Dies bedeutet, dass im Fall, dass ein Klebstoffhersteller selber über keine der genannten oder gleichwertige Feuchtigkeitssperren verfügt und er sich nicht in der Lage sieht, die Gewährleistung bei Ausführung einer Feuchtigkeitssperre eines anderen Herstellers zu übernehmen, ein technisch geeignetes (mit der Grundierung kompatibles) Klebesystem des Grundierungs-herstellers nach dessen Vorgaben auszuführen ist.

Estrichverdübelung

Rissüberbrückungen sollen prinzipiell nur zur Anwendung kommen, wenn es relevante technische oder bauphysikalische Argumente dafür gibt.

Werden Rissüberbrückungen benötigt, dann gilt

- Epoxide sind auch bei dieser Anwendung ausgeschlossen.**

Für alle Alternativen zu Epoxidharzsystemen gilt:

- Systeme, bei denen eine oder beide Komponenten **CMR-Stoffe** oder Stoffe mit **CMR-Verdacht** enthalten (z.B. Polyurethan-, Wasserglas-Isocyanat-Systeme), dürfen **ausschließlich in Form von Doppelkammersystemen** („Quickpacks“), bei denen ein Hantieren mit den Einzelkomponenten nicht erforderlich ist zum Einsatz kommen, offene Anwendungen sind nicht zulässig!
- Systeme mit flüchtigen Reaktivstoffen (z.B. Methacrylaten in Acrylsystemen) dürfen ausschließlich in Bereichen mit quasi-Außenbedingungen (zumindest permanente Querlüftung während der Arbeiten!) eingesetzt werden.

VII. Glossar

Allergen

eine Substanz, die über Vermittlung des Immunsystems Überempfindlichkeitsreaktionen (allergische Reaktionen) auslöst

aromatische Kohlenwasserstoffe

cyclische (= ringförmige), planare (=ebene/flache) **Kohlenwasserstoffe** mit einer speziellen stabilen (meist sechseckigen) Ringstruktur. Viele Substanzen aus dieser Stoffgruppe haben gesundheitsschädliche, insbesondere **carcinogene**, **mutagene** und/oder **reproduktionstoxische** Eigenschaften

Ausgleichsfeuchtigkeit

ist bei Estrichen dann gegeben, wenn Luftfeuchtigkeit über dem Estrich ident mit der der umgebenden Raumluft ist

AUVA

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, eine Einrichtung der österreichischen Sozialversicherung, Teil der gesetzlichen Unfallversicherung; neben der Aufgabe des Versicherungsschutzes bei Arbeitsunfällen und Berufskrankheit für Erwerbstätige, SchülerInnen, Studierende, Kindergartenkinder und Mitarbeiter freiwilliger Organisationen auch umfangreiche Aufgaben bei Prävention und Rehabilitation

Baustellenestrich

Estrich, der auf der Baustelle (aus Trocken- oder Frischmörtel) gemischt und hergestellt wird

Bauwerksfuge

durch tragende und nichttragende Bauwerksteile durchgehende Fuge, welche sowohl im Estrich als auch im Belag an gleicher Stelle und in gleicher Dimension übernommen werden muss

Beanspruchungsgruppe

Belastungsstufe für den Grad der Beanspruchung aus Luftfeuchtigkeit (Tauwasser) sowie Reinigungs- und Spritzwasser, wobei die Größe der einzelnen Belastungen nach Intensität und Dauer qualifiziert wird [ÖNORM B 2207]

Belegereife

(auch „Verlegereife“) laut [ÖNORM B 3732] die Eigenschaft eines Estrichs, der hinsichtlich Oberflächenfestigkeit, Beschaffenheit und Restfeuchtigkeit den Bestimmungen der ÖNORMEN [B 2207], [B 2213], [B 2218] und [B 2242] entspricht.

Berufsgenossenschaft

Berufsgenossenschaften sind in Deutschland die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung für die Unternehmen der deutschen Privatwirtschaft und deren Beschäftigte; sie haben u.a. die Aufgabe, Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten sowie arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten.

Betriebsanweisung

ein strukturiertes und gesetzlich vorgegebenes Dokument des ArbeitnehmerInnenschutzes, weist auf Gefahren hin und zeigt Schutzmaßnahmen auf. Betriebsanweisungen müssen in Deutschland für biologische Arbeitsstoffe, Gefahrstoffe und Gemische, die gefährliche Stoffe enthalten sowie für Maschinen und andere technische Anlagen erstellt werden (in Österreich keine Entsprechung).

Bewegungsfuge

dient dazu, Verformungen und Bewegungen des Estrichs durch Schwinden, Temperatureinwirkung oder Belastung in horizontaler und vertikaler Richtung zu ermöglichen

BG Bau

Berufsgenossenschaft Bau

CA-Estrich

Estrich, dessen Bindemittel hauptsächlich aus Calciumsulfat-Binder (CaSO_4 -Binder) besteht. Als Calciumsulfate werden Anhydrit (wasserfreies Calciumsulfat) oder Gips (Calciumsulfat-Halbhydrat) eingesetzt.

carcinogen

krebserzeugend

CEM

Zementartenbezeichnung gemäß [EN 197-1]. Dabei werden die folgenden Hauptzementarten unterschieden:

- – CEM I Portlandzement
- – CEM II Portlandkompositzement
- – CEM III Hochofenzement
- – CEM IV Puzzolanzement
- – CEM V Kompositzement

Die genaue Zuordnung zu Unterarten ist in der Tab. 1 der [EN 197-1] festgelegt. (CEM IIB-L ist beispielsweise ein Portlandkalksteinzement mit 65-79% Portlandzement- und 21-35% Kalksteinanteil.)

CM

Feuchtigkeit, gemessen mit dem Calciumcarbid-Verfahren.

Calciumcarbid reagiert mit Feuchtigkeit unter Freisetzung von gasförmigem Ethin (Acetylen) zu Kalkhydrat:



(Calciumcarbid) (Wasser) (Kalkhydrat) (Acetylen)

Die Menge des entstehenden Gases ist proportional zur Wassermenge und verursacht (gemeinsam mit der entstehenden Reaktionswärme) einen (der allgemeinen Gasgleichung gehorchenden) Druckanstieg in der Manometerflasche, welcher als Messgröße mit einem Manometer gemessen wird (**Abb. 20**).

CMR-Stoffe

Stoffe mit krebserzeugender (**carcinogener**), erbgutschädigender (**mutagener**) oder Fruchtbarkeitsschädigender (**reproduktionstoxischer**) Wirkung oder mit Verdacht auf eine dieser Wirkungen

CT-Estrich (früher: ZE-Estrich)

(eng. cementitious screed) Zementestrich, eine speziell gemischte Betonqualität zur Erzeugung von Estrichen, Bindemittel ist der namensgebende Zement

Darr-Methode

Eine (meist mittels Kernbohrung entnommene) Materialprobe wird in einem Trockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Feuchtigkeit bestimmt sich durch die Gewichtsänderung vor und nach der Trocknung.

Diisocyanat

Stoff mit zwei **Isocyanat**gruppen im Molekül

endokrine Wirkung

hormonartige oder hormonähnliche Wirkung. Echte Hormone (z.B. Östrogen, Adrenalin) werden von den endokrinen Drüsen im Körper erzeugt und sind die Botenstoffe des Organismus. Pseudohormone ähneln in Teilen ihres Moleküls echten Hormonen und werden von Organismen mit echten Hormonen verwechselt.

Estrich auf Trennschicht

Estrich, der vom tragenden Untergrund durch eine dünne Zwischenlage (Trennschicht) getrennt ist

Fertigteilestrich

aus industriell vorgefertigten plattenförmigen Bauteilen hergestellter Estrich

Fließestrich

weicher, in der Regel fließmittelhaltiger, selbstnivellierender Estrich(mörtel), ohne nennenswertes Verteilen und Verdichten einbaubar

GISBAU

ein EDVgestütztes Gefahrstoff-Informationssystem der BG Bau (Berufsgenossenschaft Bau):

- Gefahrstoffinformationen
- Betriebsanweisungen
- WINGIS (online bzw. offline-Gefahrstoffinformationsdatenbank)

GISCODE

ein Codesystem, nach dem Produkte bestimmter Produktgruppen bei **GISBAU** bestimmten Gefahrenstufen zugeordnet werden und aus dem die Zuordnung zur korrekten **Betriebsanweisung** erfolgt

halogenorganische Stoffe

Stoffe, welche organisch gebundene Halogene (Stoffe der VII. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente, insbesondere Fluor, Chlor oder Jod)

Heizestrich

beheizbarer Estrich („Fußbodenheizung“), meist schwimmend ausgeführt

Isocyanat

ein Stoff mit der reaktiven Gruppe -N=C=O ; zweiwertige (Di)Isocyanate sind die hochreaktiven Vernetzer bei Polyurethansystemen; Isocyanate haben gesundheitsgefährdende Eigenschaften und stehen unter Krebsverdacht (⇒ S. 9)

Kohlenwasserstoff

ein Stoff, der ausschließlich oder im wesentlichen aus den chemischen Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff besteht

MA-Estrich

Magnesiaestrich (früher „Steinholzestrich“), enthält als Bindemittel kaustische Magnesia (durch Brennen aus Magnesiumcarbonat gewonnenes Magnesiumoxid), meist in Verbindung mit einer wässrigen Magnesiumchloridlösung

MDI

Methyldiphenyldiisocyanat, hochreaktives, unter Krebsverdacht stehendes Vernetzungsmittel für ein- und zweikomponentige Polyurethansysteme (bei zweikomponentigen PU-Systemen in der Härterkomponente enthalten)

mutagen

erbutschädigend

μ-Wert

Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ (auch Dampfsperwert) drückt aus, wie stark ein Baustoff die Diffusion von Wasserdampf bremst. Aus dem **sd-Wert** durch Multiplikation mit der Bauteildicke errechenbar.

PMMA

Polymethylmethacrylat, aus dem Monomer Methylmethacrylsäureester aufgebautes Polymer, im Sprachgebrauch unter Bezeichnungen wie „Acryl“ oder „Plexiglas“ bekannt

PU

Polyurethan (⇒ S. 9f.)

PVdC

Polyvinylidenchlorid (⇒ S. 24)

Randfuge

eine **Bewegungsfuge**, welche den Estrich an den ihn durchdringenden Bauteilen (insbes. den Wänden) begrenzt

reproduktionstoxisch

frucht- (Anm. embryo-) und fruchtbarkeitsschädigend

Scheinfuge

Scheinfugen durchtrennen den Estrich nicht vollständig, sondern sind an der Oberfläche angebrachte Kerben. Sie ermöglichen das Entstehen kontrollierter Risse bei Verformungen im Zuge der Estrichreifung.

Schwimmender Estrich

auf einer Dämmschicht hergestellter Estrich, der auf seiner Unterlage beweglich ist und keine unmittelbare Verbindung mit angrenzenden Bauteilen (z.B. Wänden) aufweist

sd-Wert

„Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke“ (Einheit: Meter (Luft)), ein theoretischer Wert, der die Dampfdurchlässigkeit eines Baustoffes mit einer definierten Dicke bestimmt, gibt (vereinfacht) die Dicke einer Luftschicht mit dem gleichen Diffusionswiderstand wie der Bauteil an. Aus dem **μ-Wert** durch Multiplikation mit der Dicke (in m) errechenbar.

Je höher der Wert, desto weniger Feuchtigkeit diffundiert durch das Material.

sensibilisierend

Sensibilisierung nennt man in der Immunologie den Vorgang der Immunisierung eines Organismus durch ein spezielles Antigen, das in Folge eine akute Immunantwort des Organismus provoziert

SMP

Silan**modifizierte Polymere** (⇒ S. 26)

SPPO

Silan**modifizierte Polypropylenglykole** (⇒ S. 26)

SPU,STP

Silan**terminierte Polyurethane** (⇒ S. 26)

TDI

Toluol-2,4-diisocyanat, neben **MDI** das in **PU**-Systemen (ausgenommen Beschichtungen) meistverwendete hochreaktive Vernetzungsmittel, wie letzteres unter Krebsverdacht

Verbundestrich

ein mit dem Tragbeton fest verbundener Estrich

VIII. Quellen

Recht

Europäische Union

- [EU 1989/391] Richtlinie des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/391/EWG) (ABl. L 183 vom 29.6.1989, S. 1) [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [EU 1998/24] Richtlinie 98/24/EG des Rates vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (vierzehnte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (ABl. L 131 vom 5.5.1998, S. 11), [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [EU 2000/39] Richtlinie 2000/39/EG der Kommission vom 8. Juni 2000 zur Festlegung einer ersten Liste von Arbeitsplatz-Richtgrenzwerten in Durchführung der Richtlinie 98/24/EG des Rates zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (ABl. L 142 vom 16.6.2000, S. 47), [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [EU 2004/37] Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit (Sechste Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG des Rates) (AbI. L 158 vom 30.4.2004, S. 50), [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [EU 2004/42] Richtlinie 2004/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. April 2004 über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aufgrund der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Farben und Lacken und in Produkten der Fahrzeugreparaturlackierung sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/13/EG (ABl. L 143 vom 30.4.2004, S. 87), [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [EU 2006/1907] 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 Chemikalienagentur, 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 (ABl. L 396 vom 30.12.2006, S. 1), [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [EU 2008/1272] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (ABl. L 353 vom 31.12.2008, S. 1) [\[WebLink\]](#)¹³⁾

Österreich

- [AAV 1983] Verordnung des Bundesministers für soziale Verwaltung vom 11. März 1983 über allgemeine Vorschriften zum Schutz des Lebens, der Gesundheit und der Sittlichkeit der Arbeitnehmer (Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung - AAV), BGBl. Nr. 218/1983, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [ARBIG 1993] Bundesgesetz über die Arbeitsinspektion (Arbeitsinspektionsgesetz 1993 - ArbIG), BGBl. Nr. 27/1993, [\[WebLink\]](#)¹³⁾

- [ASchG 1994] Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz - ASchG), BGBl. Nr. 450/1994, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [GKV 2011] Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2011, BGBl. II Nr. 253/2001, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [GKV 2011A] [GKV 2011], Anhang I (Stoffliste), BGBl. II Nr. 429/2001, [\[WebLink\]](#)¹³⁾

Deutschland

- [GSTVO 2010] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643) in der geltenden Fassung (Stand 2013), [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 400] Technische Regel für Gefahrstoffe 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, Ausgabe 2010, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 430] Technische Regel für Gefahrstoffe 430 „Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen“, Ausgabe 2009, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 430Ex] Technische Regel für Gefahrstoffe 430 „Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen, Katalog der Expositionsszenarien“, Ausgabe 2002, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 600] Technische Regel für Gefahrstoffe 600 „Substitution“, Ausgabe 2008, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 610] Technische Regel für Gefahrstoffe 610 „Ersatzstoffe und Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Vorstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich“, Ausgabe 2011, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 900] Technische Regel für Gefahrstoffe 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe 2006, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 907] Technische Regel für Gefahrstoffe 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“, Ausgabe 2006, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TRGS 910] Technische Regel für Gefahrstoffe 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, Ausgabe 2014, [\[WebLink\]](#)¹³⁾

Normen

Nummer	Teil	Titel	Untertitel	
CEN/TS	14472	1	Elastische, textile und Laminatbodenbeläge – Planung, Vorbereitung und Verlegung	Allgemeines
CEN/TS	14472	2	Elastische, textile und Laminatbodenbeläge – Planung, Vorbereitung und Verlegung	Textile Bodenbeläge
CEN/TS	14472	3	Elastische, textile und Laminatbodenbeläge – Planung, Vorbereitung und Verlegung	Laminatbodenbeläge
CEN/TS	14472	4	Elastische, textile und Laminatbodenbeläge – Planung, Vorbereitung und Verlegung	Elastische Bodenbeläge

Nummer	Teil	Titel	Untertitel	
DIN	18353	-	Estricharbeiten	-
DIN	18560	1	Estriche im Bauwesen	Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Ausführung
DIN	18560	2	Estriche im Bauwesen	Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche)
ÖNORM	B 2207	-	Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten Werkvertragsnorm	-
ÖNORM	B 2213	-	Steinmetz- und Kunststeinarbeiten - Werkvertragsnorm	-
ÖNORM	B 2218	-	Verlegung von Holzfußböden - Werkvertragsnorm	-
ÖNORM	B 2236	1	Klebearbeiten für Bodenbeläge - Werkvertragsnorm	-
ÖNORM	B 2242	1	Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm	Verfahrensbestimmungen
ÖNORM	B 2242	2	Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm	Vertragsbestimmungen für das Heizsystem
ÖNORM	B 2242	4	Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm	Vertragsbestimmungen für den Estrich
ÖNORM	B 2242	6	Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm	Vertragsbestimmungen für textile und elastische Beläge
ÖNORM	B 2242	7	Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm	Vertragsbestimmungen für Holzfußböden
ÖNORM	B 3392 ¹²⁾	-	Ausführung von Bauwerksabdichtungen	-
ÖNORM	B 3732	-	Estriche Planung, Ausführung, Produkte und deren Anforderungen Ergänzende Anforderungen zur ÖNORM EN 13813	-
ÖNORM	EN 197	1	Zement	Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
	EN 13318	-	Estrichmörtel und Estriche – Begriffe	-
	EN 13813	-	Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Eigenschaften und Anforderungen	-

¹²⁾ in Vorbereitung

Nummer	Teil	Titel	Untertitel	
	EN 13318	-	Estrichmörtel und Estriche - Begriffe	
	EN 13454	1	Calciumsulfat-Binder, Calciumsulfat-Compositbinder und Calciumsulfat-Werkmörtel für Estriche	Begriffe und Anforderungen
	EN 13454	2	Calciumsulfat-Binder, Calciumsulfat-Compositbinder und Calciumsulfat-Werkmörtel für Estriche	Prüfverfahren
	EN 13892	1	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen	Probenahme, Herstellung und Lagerung der Prüfkörper
	EN 13892	2	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen	Bestimmung der Biegezug- und Druckfestigkeit
	EN 13892	3	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen	Bestimmung des Verschleißwiderstandes nach Böhme
	EN 13892	5	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen	Bestimmung des Widerstandes gegen Rollbeanspruchung von Estrichen für Nuttschichten
	EN 13892	6	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen	Bestimmung der Oberflächenhärte
	EN 13892	7	Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen	Bestimmung des Widerstandes gegen Rollbeanspruchung von Estrichen mit Bodenbelägen
	EN 14016	1	Bindemittel für Magnesiaestriche – Kaustische Magnesia und Magnesiumchlorid	Begriffe und Anforderungen

Literatur

- [AUVA-1] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt: Epoxide – Harz und Härter. Haut und Hände – gut geschützt, Folder, http://www.auva.at/mediaDB/981188_Epoxide_Folder_Harz_und_H%C3%A4rter.pdf¹³⁾
- [AUVA-2] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt: Bauberufe – richtig zupacken mit gesunden Händen, Folder (und Plakat), http://www.auva.at/mediaDB/981189_Bau_Folder_Richtig_zupacken.pdf¹³⁾
- [BG BAU 2010A] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft: Vorsicht beim Umgang mit Epoxidharzen. Eine Information für Bauarbeiter. Faltblatt, Berlin 2010, http://www.bgbau-medien.de/html/pdf/epoxidharze_676_1.pdf¹³⁾
- [BG BAU 2010B] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft: Praxisleitfaden für den Umgang mit Epoxidharzen, Berlin 2010, <http://www.bgbau-medien.de/html/pdf/bau676.pdf>¹³⁾
- [BGR 227] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: BG-Regel 227 - Tätigkeiten mit Epoxidharzen, September 2006, <http://www.bgbau-medien.de/zh/bgr227/titel.htm>¹³⁾

¹³⁾ Hyperlinkdatum: Dezember 2013

- [BROKAMP 2012] Brokamp, T.: Belegereife und Feuchte. Versuche zur Trocknung von Estrichen, TKB-Bericht 1, März 2012, Bericht:
http://www.klebstoffe.com/07_publication/pdf/Untergrundfeuchte_zu_TKB1.pdf¹³⁾,
 Tabelle: http://www.klebstoffe.com/07_publication/pdf/Tabelle_3_zu_TKB1.pdf¹³⁾
- [EPOXY WEB 2013] [\[WebLink\]](#)¹³⁾,
[\[WebLink\]](#)¹³⁾,
http://galeria.cuiket.com.br/foto/epoxi-2-mm_21784.html¹³⁾,
http://pinturasalan.com/imagenes/ind_epoxi_big_1.jpg¹³⁾,
<http://specialtycoatings.files.wordpress.com/2012/03/coating-epoxy-over-old-epoxy.jpg>¹³⁾,
<http://ts2.mm.bing.net/th?id=H.4552000871204825&pid=15.1>¹³⁾,
<http://www.abbautechnik.at/images/epoxid15.jpg>¹³⁾,
<http://www.arqhys.com/policemento.html>¹³⁾,
<http://www.concrete-resurfacing-canberra.net.au/epoxy%20flooring.html>¹³⁾,
<http://www.thomasnet.com/articles/image/epoxy-floor-paint.jpg>¹³⁾
- [ERNIG 2010] Ernig, O., Müller, E.: „Bei CEM II machen nur B-M-Zemente Probleme“, Fußboden-technik 1/2010, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [FCIÖ 2010] Österreichischer Fliesenverband und Berufsgruppe Bauklebstoffe im Fachverband der chemischen Industrie Österreichs: Fliesenverlegung auf Gips: „Fliesenverlegung auf Gips und gipshaltigen Untergründen“, Merkblatt 4, Stand November 2010, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [FOBIG 2012] Heine, K. et al.: Ranking von Stoffen in Epoxidharzsystemen aufgrund ihrer sensibilisierenden Wirkstärken, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG) und Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), erstellt im Auftrag der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Freiburg/Göttingen 2012, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [GEHRING 2014] Jürgen Gehring, Leiter Entwicklung Bauklebstoffe, Bostik GmbH, persönliche Mitteilung, Jänner 2014
- [GOERGENS 2001] Goergens. U.: Erkrankungen durch Epoxidharze - Erfahrungen der Bau-Berufsgenossenschaften, Vortrag im Rahmen eines Workshop des Unterausschusses IV 'Arbeitsplatzbewertung' der Bau-Berufsgenossenschaft, Frankfurt am Main 2001, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [HOHENECKER 2012] Hohenecker, G.: Personenbezogene Schadstoffermittlung bei Epoxidharzen in der Bauwirtschaft, Sichere Arbeit x, Wien 2012, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [KALBERLAH 2007] Kalberlah, F.: Vergleichende Bewertung von Epoxidharzen. Teil A: Entwicklung eines Rankingsystems für Epoxidharze. Abschlussbericht zum Projekt F 2062, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Dortmund/Berlin/Dresden 2007, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [KERSTING 2012] Kersting, K., Schäfer, M.: Grundierungen zur Reduktion der Wasserdampfdiffusionsrate bei restfeuchten Zementestrichen im Blickpunkt der Arbeitssicherheit, BauPortal 12/2012, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [KERSTING 2013] Klaus Kersting, BG Bau, Vortrag im Rahmen des Workshops zur Vorbereitung dieses Leitfadens, Wien, 17.12.2013
- [MIKAELSSON 2011] Mikaelsson, H., Motzet. H.: „Elastische Parkettklebstoffe – Die Erfolgsgeschichte einer Innovation“, Aktuelle Wochenschau der GDCh, Woche 39, 2011, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [ÖKOKAUF 8006] „ÖkoKauf Wien“: Kriterienkatalog 8006 „Verlegewerkstoffe“, Wien, November 2013, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [ÖKOKAUF 8011] „ÖkoKauf Wien“: Kriterienkatalog 8011 „Beschichtungen für Estrich und Beton“, Wien, Mai 2013, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [PAV-E 01] PAVIDENSA: Empfehlung PAV-E 01: Spezielle Bedingungen für Heizestriche, Bern 2008, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [PAV-E 02] PAVIDENSA: Empfehlung PAV-E 02: „Ausführung von Estrichen“, Bern 2008, [\[WebLink\]](#)¹³⁾

- [PAV-E 03] PAVIDENSA: Empfehlung PAV-E 03: „Austrocknungsverhalten von Estrichen“, Bern 2008, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [PAV-E 13] PAVIDENSA: Empfehlung PAV-E 13: „Untergrund und Einbaudicken von Estrichen“, Bern 2008, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [RADTKE 2009] Radtke, F.: „Bodenverwölbungen bei Fußbodenheizungen“, in: „Das ABC der Flächenheizung und Flächenkühlung“, Winnenden Heizungs-Journal Verlags-GmbH, ISBN 3-924788-16-2, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [RÜHL 2013] Rühl, R., Kersting, K.: „Lösemittel in Parkettklebstoffen sind überflüssig“, BauPortal 8/2011, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [SCHÄFER 2013] Martin Schäfer, Wakol-Chemie GmbH, Vortrag im Rahmen des Workshops zur Vorbereitung dieses Leitfadens, Wien, 17.12.2013
- [SCHIEBER 2013] Quelle: Hr. Christoph Schieber, Bauleiter der Fa. KIWEST Estrich + Handels- GmbH
- [SCHNELL 1985] Schnell, W.: Zur Ermittlung von Belegreife und Ausgleichsfeuchte von mineralisch gebundenen Estrichen, boden, wand, decke 1/1985, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [SCHNELL 1993] Schnell, W.: Schnellestriche – Anspruch und Wirklichkeit, boden, wand, decke 4/1993, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [SCHNELL 1994] Schnell, W.: Werner Schnell, „Das Trocknungsverhalten von Estrichen – Beurteilung und Schlussfolgerungen für die Praxis“, in: Rainer Oswald (Hrsg.), „Aachener Bausachverständigentage 1994: Neubauprobleme – Feuchtigkeit und Wärmeschutz“, AIBau, Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1994, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB 2013] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Bericht 2: „Belegreife und Feuchte. Die KRL-Methode zur Bestimmung der Feuchte in Estrichen“, Düsseldorf 2013, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-1] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 1 „Kleben von Parkett“, Stand Februar 2012, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-2] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 2 „Kleben von Laminatböden“, Stand Dezember 1997, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-3] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 3 „Kleben von Elastomer-Bodenbelägen“, Stand Juli 2009, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-4] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 4 „Kleben von Linoleum-Bodenbelägen“, Stand Januar 2010, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-5] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 5 „Kleben von Kork-Bodenbelägen“, Stand September 2009, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-6] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 6 „Spachtelzahnungen für Bodenbelag-, Parkett- und Fliesenarbeiten“, Stand Mai 2007, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-7] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 7 „Kleben von PVC-Bodenbelägen“, Stand Februar 2010, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-8] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 8 „Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen für Bodenbelag- und Parkettarbeiten“, Stand Juni 2004, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [TKB-13] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 13 „Kleben von textilen Bodenbelägen“, Stand Februar 2011, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [UNGER 2011] Unger, A.: „Fußbodenatlas. Fußböden richtig planen und ausführen“, 7. Auflage 2011, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [VDB-1] Verband deutscher Betoningenieure.: „Leitaden 1 für den Einbau von zementgebundenem Fließestrich“, Stand Februar 2011, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [VÖEH-1] Verband der österreichischen Estrichhersteller: „Der Riss“, [\[WebLink\]](#)¹³⁾
- [VÖEH-2] Verband der österreichischen Estrichhersteller: „Fugen in Estrich“, [\[WebLink\]](#)¹³⁾

[WKO 2014]

Wirtschaftskammer Österreich, Bundesinnung der Bauhilfsgewerbe, Bundessparte Gewerbe und Handwerk: „ÖkoKauf Wien Leitfaden Feuchtigkeitssperren - Stellungnahme der Bundesinnung der Bauhilfsgewerbe“, 28.1.2014