

Renate Scherg

MATERIAL ÖKOLOGIE

Gesundheitsbezogene Bewertung von
Baustoffen und Einrichtungsmaterialien

Eine Informationsbroschüre der

Schadstoffberatung Tübingen

2003

Impressum

Autorin, Redaktion und Layout:

Renate Scherg

Herausgeber:

Wissenschaftsladen Tübingen e.V.

© Copyright 2003 by

Wissenschaftsladen Tübingen e.V.

Kronenstr. 4

72070 Tübingen

Tel.: 0 70 71 – 25 22 19

Fax: 0 70 71 – 20 88 37

Alle Rechte vorbehalten

2. überarbeitete Auflage 2003

Inhalt

ALLGEMEINE HINWEISE UND TIPPS	6
TIPPS FÜR HEIMWERKER.....	7
HEIZEN UND LÜFTEN	10
SCHIMMEL	12
Schimmel - was ist das?	12
Wann kommt es zur Schimmelbildung?	13
Folgen des Schimmelbefalls	14
Was tun?	14
Schimmelbehandlung:	15
Rechtliche Aspekte	16
DÄMMSTOFFE	17
Wärmedurchgangskoeffizient U	18
Wärmeleitfähigkeit λ	18
Mineralfasern	19
"Nachwachsende" Dämmstoffe	20
Was und wo ?	20
Wärmedämmstoffe im Vergleich	21
Einstufung von Künstlichen Mineralfasern (KMF)	22
Kanzergenitätsindex gemäß TRGS 905	22
Sonstige gesundheitliche Auswirkungen von KMF	23
Die neuen Mineralwolle Dämmstoffe	23
ASBESTHALTIGE NACHTSPEICHER	24
ETERNIT	25
Asbesthaltiger Faserzement	25
Asbestfreier Faserzement	26
WANDBELÄGE	27
Putze	27
Tapeten	27
Papiertapeten	27
Raufasertapeten	28
Naturtapeten	28
Textiltapeten	29
Flüssigtapeten/Faserputze	29
Schaum- oder Vinyltapeten	29

FLIESEN	31
BODENBELÄGE	33
PARKETT	33
Fertigparkett	33
Massivholzparkett	34
Verlegung	34
Oberflächenbehandlung	34
Hinweise und Tipps	36
KORKBODEN	38
LINOLEUM	39
LAMINAT	40
TEPPICHBODEN	42
Teppichboden-Ausrüstungen	43
Teppich-Gütesiegel	44
WOLLSCHUTZMITTEL	45
Pyrethroide	45
HOLZSCHUTZ	47
Holzschutzmittel	47
Einbringverfahren	48
Wasserlösliche Holzschutzmittel	49
Wasseremulgierbare Holzschutzmittel	50
Steinkohleteeröle	51
Lösemittelhaltige Holzschutzmittel	51
Konstruktiver Holzschutz	52
SPANPLATTEN UND HOLZWERKSTOFFE	53
Formaldehyd	53
Emissionsklassen	54
Typenbezeichnungen	54
Holzwerkstoffe	55
KLEBSTOFFE	56
Stark lösemittelhaltige Kleber	56
Lösemittelhaltige Kleber	56
Lösemittelarme Klebstoffe	57
Lösemittelfreie Klebstoffe	57
Reaktionsklebstoffe	57
Leime	58
Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit	58
FARBEN UND LACKE	59
Wasserlösliche Anstrichmittel	59
Wasserverdünnbare Anstrichmittel	60
Kalkfarben	60

Zementfarben	60
Dispersionsfarben	61
Reinsilikat- und Dispersionsilikatfarben	62
Lösemittelhaltige Anstrichmittel	63
Lacke	63
Wasserlacke	63
Öllacke und -farben	64
Ölhaltige Lacke mit Kunststoff-Bindemitteln	64
Dispersionslacke	65
Nitrozelluloselacke	65
Schellack	66
Polyurethanlacke	66
Polyesterharzlacke	67
Epoxyharzlacke	67
Lasuren	67
Effekt- und Strukturbeschichtungen	68
Grundierungen	68
Imprägnierungen	69
Farbstoffbeizen	70
Chemische Beizen	70
MONTAGESCHÄUME.....	72
POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB).....	74
Verwendung	74
Einfluß von PCB`s auf die Umwelt	75
Stoffwechselverhalten	75
Krankheitsbilder beim Menschen	76
Richtwerte	76
Sanierungsmaßnahmen	76
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK).....	78
Verwendung	78
Carbolineum	78
PAK-Belastungen	79
Toxikologie und Belastung des Menschen:	79
Bewertungskategorien	79
Grenz- und Richtwerte	80
Sanierungsverfahren	80
LITERATUR.....	82
STICHWORTVERZEICHNIS.....	83

ALLGEMEINE HINWEISE UND TIPPS

- **Massivholz bei Bodenbelag und Möbeln**
ist robust, langlebig, abschleifbar, reparabel.
- **Kalk-, Silikat- oder Caseinfarben an den Wänden**
sind offenporig, schimmelhemmend, frei von Lösemitteln, Konservierungsstoffen, Zuschlägen und problemlos zu entsorgen.
- **Glatte Bodenbeläge (Kork, Linoleum, Parkett) mit gewachster oder geölter Oberfläche**
sind offenporig, pflegeleicht, günstig fürs Raumklima (puffern die Raumfeuchtigkeit) und für Allergiker geeignet.
- **Bodenbeläge nicht verkleben**
dann ergibt sich keine Raumlufbelastung durch die Lösemittel des Klebers, oder eine Beeinträchtigung des Raumes durch ein geruchsintensives Reaktionsprodukt zwischen Alt und Neu. Außerdem sind die Bodenbeläge leichter austauschbar.
- **Kleine Teppiche**
bieten Wohnlichkeit und Wärme, sind waschbar bzw. leichter zu säubern als große Teppiche oder Teppichböden und reduzieren bei regelmäßiger Reinigung die Staubbelastung.
- **Möbel an Außenwänden 5 cm abrücken**
so kann die Luft dahinter frei zirkulieren und es bildet sich kein Schimmel.
- **Einheimische Produkte bevorzugen**
weil in Deutschland z.T. stärkere Auflagen und Grenzwerte für schädliche Inhaltsstoffe gelten als im Ausland. Außerdem unterstützen Sie die heimische Wirtschaft.
- **Deklarationen beachten**
Beschreibungen und Informationen auf Etiketten und Beipackzetteln können erste Hinweise auf Schadstoffe enthalten. Bei Unsicherheit nachfragen.
- **Robuste Pflanzen in Haus und Garten**
brauchen keine Pflanzenschutzmittel.
- **Reduzierte Putzmittelpalette (Neutralseife, Essigreiniger, Scheuersand)**
erspart Ihnen zu viel Chemie im Haushalt und hilft die Abwasserbelastung zu senken.
- **Kontrolliertes Lüften (Stoßlüftung: 3 - 4 mal täglich 5 - 10 min.)**
entfernt verbrauchte und belastete Raumluf und ist energiesparender als Kipp- oder Dauerlüftung.

TIPPS FÜR HEIMWERKER

Handwerksmaßnahmen haben in der Regel den Sinn und Zweck, Altes oder Fehlerhaftes zu ersetzen und die Wiederherstellung nach neuesten Standards auszuführen.

Dabei ist es wichtig, die richtigen Materialien zu verwenden, damit nicht neue Fehler- oder Schadstoffquellen ins Haus geholt werden.

Durch die bewusste Wahl von dampfoffenen Materialien und Oberflächen kann einer späteren Raumlufbelastungen vorgebeugt werden.

Wir geben Ihnen deshalb folgende Hinweise und grundlegende Tipps:

- Wo es möglich ist, **Massivholz** verwenden. Holz ist ein unbedenklicher, nachwachsender, natürlicher Baustoff mit hohem Vermögen, Feuchtigkeit zu puffern. Ist seine Oberfläche unbehandelt oder nur mit baubiologisch empfohlenen Präparaten eingelassen und gepflegt, verbleibt es nachhaltig robust, langlebig und reparaturfreundlich.
Die Entsorgung von Abfällen unbehandelter Hölzer ist problemlos über den Hausmüll oder die Holzabfuhr möglich. Anders jedoch bei einer konkreten Holzschutzmittel-Behandlungen, oder nach dem Einsatz von Insektiziden z.B. im Rahmen von Erhaltungs- und Restaurierungsmaßnahmen. Diese Abfälle sind Sondermüll und müssen getrennt entsorgt werden.
- **Verbundhölzer** wie Sperrholz, Tischlerplatte oder Multiplex enthalten Leime, die Lösemittel und Formaldehyd enthalten können. Falls an der Oberfläche unbehandelt, ist die Entsorgung wie Massivholz über Hausmüll und Holzabfuhr möglich. Mit Anstrichen aller Art oder Beschichtungen (Furnier, Kunststoff, Laminat) sind diese Materialien eher schwer zu entsorgen, Lamine und PVC-Beschichtungen sind Sondermüll. Bitte erkundigen Sie sich bei Ihren lokalen / regionalen Abfall- und Entsorgungsbetrieben
- **Pressspanplatten** werden auch heute noch in der Regel mit formaldehydhaltigem Leim gebunden, selbst sogenannte E 1 - Platten enthalten Formaldehyd und ergeben bei größerer offener Oberfläche (z.B. Regale, Schränke, Wände, Verkleidungen ohne Beschichtungen) u.U. eine messbare Raumbelastung. Furniere oder Kunststoffbeschichtungen reduzieren zwar die Formaldehyd-Abgabe, aber an offenen Kanten und aus Bohrlöchern entweicht es dennoch.
- Die etablierte E 1 – Norm bestimmt einen unter definierten Versuchsbedingungen erlangten Abgasungswert in die Raumluf. In der Realität wird bei einer vermehrten Anzahl und Fläche pressspanhaltiger Holzwerkstoffe im Raum jedoch der Norm-Wert oftmals überschritten. Rohe, unbehandelte Pressspanplatten können über den

Hausmüll und die Holzabfuhr entsorgt werden, mit Anstrichen oder Beschichtungen versehen gilt das gleiche wie für Verbundhölzer.

- **Kunststoffe** können Weichmacher und Flammschutzmittel enthalten. In den letzten Jahren wurden vermehrt gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit Weichmachern und Flammschutzmitteln beobachtet. Kunststoffe sind in der Produktion/Herstellung energieverschwendend und abwasserbelastend, in der Nutzung begrenzt (sie werden mit der Zeit brüchig und sind nur ungenügend reparabel) und in der Entsorgung Sondermüll. Im Brandfall entstehen giftige Dioxine. Reine Kunststoffe wie Polyethylen(PE) oder Polypropylen(PP) können zwar recycelt werden, die daraus hergestellten Produkte sind aber immer von minderer Qualität als die Erstprodukte.
- **Polystyrol** wird als Bauschaum oder in Form von Hartschaumplatten (Styropor) verwendet. Bei der Bearbeitung werden Styrol, Benzol und Flammschutzmittel frei, die gesundheitsschädlich sind. Im Brandfalle werden zusätzlich noch die giftigen Substanzen Toluol und Xylol freigesetzt, eine unmittelbare Reizung der Atemwege ist die Folge. Das Recycling von Polystyrol-Hartschaum hat keine praktische Bedeutung. Auf der Deponie können Abbauprodukte zur Schadstoffbelastung des Sickerwassers und zu Ausgasungen der Deponie führen.
- **Künstliche Mineralfasern** wie Stein- oder Mineralwolle werden heute nach ihrer Fähigkeit, Krebs zu erzeugen, eingeteilt. Fasern mit der Kennzeichnung KI* 40 und größer [*Kanzergenitäts-Index] sind als „nicht krebserzeugend“ eingestuft. Dennoch sollten ausreichende Arbeitsschutzmaßnahmen getroffen werden (siehe weiter unten).
- Die Art der verwendeten **Farben und Lacke** richtet sich nach dem Verwendungszweck. Zur Färbung von Holz genügen wasserlösliche Beizen und anschließendes Einlassen mit Leinöl. Als deckenden Anstrich bieten Naturharzfarben eine umwelt- und gesundheitsschonende Alternative zu lösemittelhaltigen Varianten. Auch die sogenannten Wasserlacke enthalten Lösemittel, außerdem benötigen sie zur Haltbarkeit und Konsistenz Zusatz- und Konservierungsstoffe.
- **Bodenbeläge** sollen robust, langlebig, reparaturfreundlich sowie gut fürs Raumklima sein. All diese Kriterien treffen am ehesten auf Massivholz-Parkett zu, das schwimmend verlegt und gewachst bzw. geölt wird. Linoleum als reines Naturprodukt ist eine gute Alternative, wenn z.B. zu wenig Höhe für ein Parkett ist. Bei Kork muss auf die Verarbeitung und Oberflächenbehandlung geachtet werden, damit man sich keine Formaldehyd- oder Lösemittelquelle ins Haus holt.
- **Wandbeläge** sollten, wie Bodenbeläge, möglichst offenporig sein. Empfehlenswert sind Rauhfaserpapeten oder Kalkputze. Als Anstrich sind Kalk/Kasein- oder Silikatfarben geeignet, zusätzlich zur Dampfdurchlässigkeit besitzen sie eine desinfizierende Wirkung, d.h. sie beugen einer Schimmelbildung vor.
- Für **Kinderspielzeug** nur unbehandelte Materialien wie Massivholz verwenden. Kunststoffe, Farben und Lacke meiden, sie werden, v.a. von Kleinkindern, leicht abgeleckt und abgerieben. Keine lösemittelhaltigen Kleber verwenden, lieber Holz- oder Weißleim.

- **Holzschutzmittel** im Innenbereich sind unnötig. Im Außenbereich möglichst konstruktiven Holzschutz betreiben, d.h. durch gute Belüftung und bodenferne Anbringung die Möglichkeit von Fäulnisbildung oder Schädlingsbefall verhindern.
- Für **elektrische Installationen** möglichst PVC-freie Kabel verwenden. Im Brandfall kommt es durch PVC zu hohen Dioxinbelastungen und damit zu Schäden bis hin zur Unbewohnbarkeit von Wohnungen.

Außer der Wahl der richtigen Materialien ist auch die richtige Verarbeitung und ein **ausreichender Arbeitsschutz** wichtig:

- **Staub-, Faserschutz:** Beim Bohren, Sägen, Schleifen sollte der entstehende Staub sofort in einen hierzu geeigneten Auffangbeutel (Feinstaubabscheidung) abgesaugt werden. Grundsätzlich sollte mit Staubmaske gearbeitet werden. Bei der direkten Verarbeitung von Mineralfasern zusätzlich Arbeitsanzug und Handschuhe tragen.
- **Umgang mit Lösemitteln:** möglichst nur im Freien verarbeiten. Falls dies nicht möglich ist, nur in gut belüfteten Räumen arbeiten. Handschuhe anziehen, denn die Lösemittel werden auch über die Haut aufgenommen und belasten den Organismus. Verarbeitungszeiten auf maximal 30 Minuten beschränken, ausreichende Pausen einlegen, den Arbeitsbereich verlassen um frische Luft zu atmen.
- **Arbeitskleidung:** Arbeitsanzug, Handschuhe und Staubmaske sind die wichtigsten "Arbeitsgeräte" des Heimwerkers, nicht nur des Handwerkers. Sie schützen vor Verletzung und Aufnahme von Schadstoffen über die Atemwege sowie die Haut.

HEIZEN UND LÜFTEN

Es besteht ein Zusammenhang zwischen Heizen und Lüften: Die Luft kann, je nach Temperatur, Wasserdampf aufnehmen oder abgeben. Bei der Abkühlung kann dies Probleme durch Kondensation (tropfenförmiger Niederschlag von Wasserdampf) mit anschließender Schimmelbildung ergeben. Andererseits kann die warme, feuchtigkeitshaltige Luft gut hinausgelüftet werden. Bei der Lüftung in der kalten Jahreszeit werden so warme, "feuchte" Luftmassen durch kältere, "trockenere" Luft ausgetauscht. Diese "trockene", kalte Außenluft kann nach der Erwärmung auf Zimmertemperatur wieder Feuchtigkeit aus dem Raum aufnehmen, die beim nächsten Lüftungsvorgang wieder ins Freie abtransportiert wird.

Bei der (heute nur noch selten anzutreffenden) Raumheizung mit **Einzelöfen** war die Grundregel: Vor dem Heizen lüften. Da der Luftsauerstoff für den Verbrennungsprozeß unentbehrlich war, wurde auch tagsüber mehrmals gelüftet. Die Kamine zogen mit den Abgasen auch Raumluft ab, die über Fugen und Spalten in Fenstern und Türen wieder angesaugt wurde. Auf diese Art war ein regelmäßiger Luftaustausch und auch ein Abtransport angereicherter Schadstoffe gewährleistet.

Moderne **Heizanlagen** haben die traditionellen Lüftungsgewohnheiten verändert. Diese Heizungen sind in der Regel zentral angeordnet. Auch die erforderliche Verbrennungsluft wird zentral angesaugt. Eine heizungsbedingte Belüftung der Räume ist damit nicht mehr erforderlich.

Energiesparende, luftdicht schließende **Fenster** und **Türen** haben ebenfalls zur Senkung der Lüftungsraten in Wohnräumen beigetragen. Somit verbleiben aus Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen austretende Schadstoffe wie z.B. Formaldehyd und Lösemittel länger im Raum und können sich in der Raumluft anreichern. Zahlreiche gesundheitliche Beschwerden sind heute auf eine solche Raumluftbelastung zurückzuführen.

Es wäre aber falsch, moderne Energiesparmaßnahmen wegen der genannten Effekte abzulehnen. Im Gegenteil: eine stetige Weiterentwicklung energiesparender Konstruktionen und Verhaltensweisen ist unumgänglich. Deshalb muß auf die moderne Ausstattung der Wohnräume mit geänderten **Lüftungsgewohnheiten** reagiert werden. Die Grundregel hierfür lautet: **oft - kurz - kräftig**. Das heißt: drei- bis viermal täglich für fünf bis fünfzehn Minuten Querlüftung oder Durchzug. Eine solche Lüftung wird auch "Stoßbelüftung" genannt.

Die Fenster aus Gründen der Energieeinsparung geschlossen zu halten oder nur teilweise zu öffnen (z.B. Kipplüftung), wäre eine verfehlte Reaktion auf falsch verstandenes Energiesparen. Gerade bei gekippten Fenstern kühlt die Fensternische besonders stark aus und begünstigt die Kondensation der feuchten Raumluft und damit die Schimmelbildung.

In Gebäuden mit Zentralheizungsanlagen sind in der Regel die **Heizkörper unter Fenstern** montiert. Dabei sollte folgendes beachtet werden:

- Fensterbretter, die den Heizkörper abdecken, behindern eine ausreichende Wärmeversorgung der Fensterbereiche. Sie sollten gekürzt oder mit Luftschlitzen versehen werden, die den Wärmestrom in den Fensterbereich ermöglichen.
- Heizkörperverkleidungen behindern in jedem Fall die Wärmeabgabe eines Heizkörpers und sollten deshalb entfernt werden. Soll eine Heizkörperverkleidung aber erhalten bleiben, kann durch Öffnung der oberen Abdeckung ein Wärmestau verhindert und der Fensterbereich durch den Wärmestrom erwärmt werden.

Moderne Heizanlagen sind mit einer Regelung zur **Absenkung der Raumtemperatur** bei Abwesenheit oder während der Nacht ausgestattet. Das ist aus Gründen der Energieeinsparung sehr sinnvoll. Zeitlich begrenzte Temperaturabsenkungen innerhalb einer Wohnung sollten allerdings eine Differenz von vier Grad Celsius nicht übersteigen.

Ein durchschnittlicher **Heizenergiebedarf** lässt sich nicht allgemein gültig festlegen. Die notwendige Wärmemenge ist abhängig von der Beschaffenheit der Außenwände, dem Zustand und der Konstruktionsart der Fenster, der Größe und der Lage des Raumes und dem Nutzerverhalten. Die Kosten eines unabhängigen Heizungsfachmannes oder Bauphysikers für eine exakte Wärmebedarfsermittlung sollten nicht gescheut werden. Eine Investition, die sich beim Anschaffungspreis einer Heizanlage und den Brennstoffkosten auszahlt.

Der Griff zur **Elektroheizung**, z.B. für nicht beheizbare Räume, lässt die Stromrechnung in die Höhe schnellen.

Heizlüfter sind für eine Dauerheizung die denkbar ungünstigste Lösung. Die erwärmte Luft aus dem Gebläse kann zwar vorübergehend Wasserdampf aufnehmen, wird aber an den kaltbleibenden Wänden sehr schnell wieder abgekühlt und die eben aufgenommene Feuchtigkeit kondensiert sofort.

Die Verwendung elektrisch betriebener, transportabler **Ölradiatoren**, mit einem Thermostat zur Regelung der Raumtemperatur und damit des Energieverbrauchs, ist dagegen das kleinere Übel.

SCHIMMEL

Wenn Tapeten oder Schränke Stockflecken oder pelzartige Überzüge aufweisen - spätestens dann wird Schimmelbefall in Wohnräumen als störend empfunden. Mit dem Pilz wächst auch die Frage: Kann mich das krankmachen?

Tatsächlich können Schimmelpilze auf drei Arten zu einer **Beeinträchtigung der Gesundheit** führen:

1. Der Pilz bildet in seinem Stoffwechsel giftige Substanzen, z.B. die sogenannten Aflatoxine. Diese Stoffe wirken jedoch nur dann auf den Menschen schädlich, wenn sie über verschimmelte Lebensmittel oder Einatmen von Teilen des Schimmelbelages in den Kreislauf gelangen.
2. Der Pilz benützt menschliches Gewebe als Nährstoffquelle und erzeugt Krankheiten. Anfällig für Erkrankungen durch Schimmelpilze sind besonders die Schleimhäute in Lunge, Nase und Mund. Die größte Gefahr geht von den Sporen aus, die zur Vermehrung in großer Anzahl in die Raumluft abgegeben werden. Die Sporen gelangen über die Atemwege in Bronchien und Lunge. Sind die Atemwegsgewebe vorgeschädigt, kann es zu einer Auskeimung und damit zu Erkrankung, z.B. in Form von Asthma, kommen. In schweren Fällen können Nerven- und Nierenfunktionsstörungen sowie Entzündungen der Herzinnenhäute auftreten.
3. Nach wiederholtem Kontakt mit Pilzen oder Pilzsporen kann es zu allergischen Reaktionen kommen. Allergien sind Überempfindlichkeiten des menschlichen Immunsystems, das nun den Organismus nicht mehr vor der Schädigung durch körperfremde Stoffe schützen kann. Je mehr Allergenen (künstliche oder natürliche allergieauslösende Stoffe) der Organismus in seiner Umwelt ausgesetzt ist, desto empfindlicher wird er und desto öfter reagiert er mit Allergien.

Eine Krankheit, die man als "Schimmelkrankheit" bezeichnen könnte, gibt es allerdings nicht. Neben Schimmel gibt es viele weitere Ursachen, die zu einem Krankheitsausbruch beitragen können. Die Unmenge an Chemikalien und ihre ständig steigende Zahl ermöglicht zunehmend eine Überlastung des menschlichen Immunsystems und damit die Entstehung allergischer Erkrankungen.

Schimmel - was ist das?

Bei Schimmel handelt es sich um Pilze, die zuerst an der Oberfläche, später auch in die Tiefe gehend, die Wand und andere Materialien besiedeln. Stockflecken sind einzelne, meist runde Kolonien der Pilze, die aus einer einzigen Spore ausgekeimt sind.

Pilzforscher unterscheiden ca. 10 000 Schimmelpilzarten, von denen aber nur wenige in Wohnräumen vorgefunden werden. Einen "Wandschimmelpilz" gibt es nicht. Es herrscht ein buntes Nebeneinander verschiedener Arten, gehäuft treten *Aspergillus*- und *Penicillium*- sowie auch *Cladosporium*-Arten auf.

Pilze besitzen, im Gegensatz zu Pflanzen, kein Chlorophyll und sind daher nicht in der Lage, ihre Energie aus dem Sonnenlicht zu gewinnen. Als Energiequelle für Pilze im Wohnbereich dienen Holz- und Holzbestandteile, Papiertapeten und Kleister, Wandfarben und Gipsputz, Blumentopferde bzw. abgestorbene Teile von Zimmerpflanzen sowie Lebensmittel grundsätzlich. Wie alle Lebewesen brauchen auch Pilze Wasser zum Wachsen. Fehlt das Wasser, stirbt der Pilz jedoch nicht ab, sondern bildet sogenannte 'Dauerzellen' aus. Diese ermöglichen es dem Pilz, "Notzeiten" zu überstehen. Bei erneut günstigen Wachstumsbedingungen (Feuchtigkeit) wächst er dann weiter. Die Verbreitung und Vermehrung der Pilze erfolgt über Sporen und Konidien. Sie werden in unvorstellbar großer Zahl produziert und in der Luft schwebend verbreitet. Sie sind für das menschliche Auge nicht sichtbar (Durchmesser 0,002 - 0,006 mm). Zu einer Auskeimung und zum Pilzwachstum kommt es jedoch nur bei für die jeweilige Pilzart günstigen Wachstumsbedingungen. Feuchte Wände beispielsweise stellen einen idealen Lebensraum und Nährboden für Pilze dar.

Die wichtigsten im Wohnbereich vorkommenden Pilze sind solche der Gattungen *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* und *Wallemia*. Pilze mit besonderem toxischen Potential sind *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Stachybotrus atra*.

Wann kommt es zur Schimmelbildung?

Schimmelpilze benötigen zum Wachstum eine Temperatur von ca. 20 °C und eine relative Luftfeuchtigkeit von über 70 %. In Innenräumen entsteht zusätzliche Luftfeuchtigkeit durch Kochen, Geschirrspülen, Baden, Duschen, Waschen, Wäschetrocknen, durch Zimmerpflanzen und Verdunstung.

Eine erwachsene Person verdunstet pro Nacht bis zu einem Liter Wasser. Dies reicht aus, um die Luftfeuchtigkeit eines knapp 50 m² großen Raumes bei einer Temperatur von 20 °C von 60 % auf 100 % zu steigern. So kann es in Schlafzimmern zu zwar geringen, aber lang andauernden Wasserdampfbelastungen kommen. In Küchen und Bädern kommt es dagegen zu extremen, jedoch nur kurzzeitigen Spitzenbelastungen, bei denen eine Kondensation des Wasserdampfes kaum vermieden werden kann. Diese Kurzzeitbelastungen haben i.d.R. jedoch keinen anhaltenden Effekt auf das Raumklima.

Insbesondere in Bereichen mit Wärmebrücken und schlechter Außenisolierung kann es zur Kondenswasserbildung kommen, was eine zunehmende Durchfeuchtung von Tapeten und Putzen etc. zur Folge hat, wodurch Pilzwachstum ermöglicht und gefördert wird. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn in Altbauten neue gut dämmende Fenster eingebaut werden. Wo das Kondenswasser sich früher an der kalten Einfachverglasung sammelte, schlägt es sich nun durch die neue Isolierverglasung an der vergleichsweise kälteren Außenwand nieder: Schimmelbildung an neuralgischen Stellen wie Rolladenkästen oder Raumecken sind die Folgen.

Grundlegend unterstützt wird dieser Effekt auch durch einen geringeren Wärmeverbrauch / Wärmeanspruch im Innenraum, sprich: das geringere energiesparende Heizen. Die nicht veränderten Wandaufbauten werden dadurch mit weniger Wärme versorgt, kühlen ab und begünstigen eine Taupunktveränderung /-unterschreitung und damit die Kondenswasserbildung.

Auch kann der Austausch von Heizungssystemen einen derartigen Effekt aufzeigen. Z.B. wenn bei älteren Kachelöfen die „Dauerbrenner“-Einsätze durch moderne selbstregulierende Brennersysteme ersetzt werden und diese nur Wärme produzieren, wenn die Temperaturregelung dies fordert.

Als Folge konstruktiver Mängel treten Schimmelpilze auch in Neubauten auf, wenn die Gebäude nicht vollständig ausgetrocknet sind oder über längere Zeit unbemerkte Feuchteschäden zur Durchfeuchtung der Bausubstanz geführt haben.

Folgen des Schimmelbefalls

Als erstes treten Verfärbungen der befallenen Stellen auf (Stockflecken). Diese sind erst klein und punktförmig, werden kreisrund größer und verwachsen schließlich zu einem Pilzrasen.

Nach längerem Befall werden die betroffenen Baustoffe zerstört: Tapeten werden zersetzt, Holz und Papier werden bröselig, Putz und Farben blättern ab.

Was tun?

Wände sollten in der Lage sein, Feuchtigkeit zeitweise aufzunehmen und zu speichern. Speicherfähige Putzschichten beispielsweise, die die Feuchtigkeit wieder abgeben, wenn die Luftfeuchtigkeit gesunken ist, verhindern, daß Wände dauerhaft nass bleiben.

Lüften: Überschüssige Luftfeuchtigkeit, wie sie während der Nacht in Schlafzimmern oder bei Anwesenheit mehrerer Personen in einem Raum entsteht, muss weggelüftet werden. Durch gezieltes Lüften und Heizen können auch nasse Wände wieder getrocknet werden, vorausgesetzt, die Wand ist richtig gedämmt, offenporig aufgebaut und es liegen auch keine sonstigen bauphysikalischen Mängel vor.

Als baubiologischer Maßstab für ein gesundes Innenklima gilt : Mindestens einmal pro Stunde sollte die gesamte Raumluft ausgetauscht werden. In kleineren Räumen ist sogar eine höhere Luftwechselzahl empfehlenswert. Bei der Erstellung der E1-Norm für formaldehydhaltige Holzwerkstoffe wurde beispielsweise ein Luftwechsel vorausgesetzt, der mit 3- bis 4-maligem Querlüften pro Tag verglichen werden kann.

Unter Luftwechsel bzw. Luftwechselrate oder Luftwechselzahl versteht man den Luftvolumenstrom für einen Raum bezogen auf das Raumvolumen. Anders ausgedrückt gibt die Luftwechselrate an, wie oft die Raumluft pro Stunde ausgetauscht wird. Beispiel:

Eine Luftwechselrate von 0,5 / h bedeutet, daß 50 % der Raumlufte pro Stunde ausgetauscht werden bzw. daß alle zwei Stunden ein vollständiger Luftwechsel erfolgt.

Ein ausreichender Luftwechsel in Räumen ist aus folgenden Gründen unverzichtbar:

- Entfernung von Schadstoffen
- Entfernung von Kohlendioxid
- Entfernung von überschüssiger Feuchte
- Nachlieferung der Verbrennungsluft, wenn raumluftabhängige Feuerstätten (z.B. offener Kamin, Gasherd) vorhanden sind.

Die Erfordernisse eines geringeren Heizenergieverbrauchs einerseits und die Notwendigkeit sauberer Atemluft andererseits führt zu einem schwierigen Zielkonflikt. In Häusern und Wohnungen mit geringer Luftwechselrate¹ kommt daher dem Stoßlüften (das weite Öffnen der Fenster für etwa 10 Minuten (möglichst Durchzug) drei- bis viermal täglich) eine große Bedeutung zu.

Die **Bekämpfung der Schimmelpilze** geschieht am besten durch bauliche Maßnahmen wie Vermeidung von Kondenswasser aufgrund von Kältebrücken (sichtbar durch Stockflecken). Wichtig sind geeignete Lüftungs- und Luftreinigungsmaßnahmen.

Pilzbefall auf Baumaterialien läßt sich nur schwer dauerhaft beseitigen. Tapeten, Putz und Fugenmassen müssen in der Regel tiefschichtig entfernt werden. Der Einsatz von Fungiziden ist aufgrund der Giftigkeit dieser Substanzen zu vermeiden. Außerdem stellt eine solche Maßnahme keine Lösung des Problems dar, da nicht die Symptome, sondern die Ursachen bekämpft werden müssen.

Schimmelbehandlung:

- Kurzfristig wirkt 3 - 4 %ige Essigessenz. Essigessenz ist in Lebensmittelgeschäften erhältlich.
- 3 Teile Salicylsäure mit 97 Teilen 70 %igem Alkohol mischen. Mit getränktem Lappen wird die Schimmelstelle dreimal im Abstand von 30 Minuten betupft, danach mit Brennspiritus abgerieben. Erhältlich in Apotheken.
- Sodalaug: 5 - 6 %ige wässrige Lösung von Na₂CO₃. Befallene Stellen mit warmer Lauge abwaschen und gut austrocknen lassen. Erhältlich in Apotheken.

¹ Die Luftwechselrate sollte möglichst im Bereich 0,8 - 1 / h liegen. In nichtrenovierten Altbauten beträgt die Luftwechselrate ca. 1 / h, in stark abgedichteten Räumen kann eine Luftwechselrate von nur 0,2 vorliegen. In Abhängigkeit vom Lüftungsverhalten ergeben sich für die Luftwechselrate folgende Werte:

- Fenster und Tür offen: 5 - 10 / h
- Fenster gekippt 0,5 - 5 / h
- keine Lüftung 0,05 - 0,5 / h

Rechtliche Aspekte

Von einem Schimmelbefall sind Mieter und Vermieter betroffen. Alle Beteiligten sollten das gemeinsame Interesse verfolgen, den Schimmelpilz dauerhaft zu beseitigen. Eine Schuldzuweisung der einen oder anderen Partei macht wenig Sinn.

Bei einem **außergerichtlichen Verfahren** suchen sich die Parteien gemeinsam einen Gutachter, der von beiden akzeptiert wird. Eine Kostenteilung seitens der Auftraggeber begünstigt die Neutralität des Sachverständigen.

Kommt es zur **gerichtlichen Konfrontation**, d.h. sind Mieter und Vermieter oder Eigentümer und Bauträger unterschiedlicher Auffassung über die Ursache des Feuchteschadens, können hohe Kosten entstehen: durch die Gutachter der gegnerischen Parteien, die jeweils eigene Gutachten anfertigen lassen, und möglicherweise noch seitens des Gerichts, das ein drittes Gutachten in Auftrag geben kann. Kosten für Rechtsanwälte und die Gerichtskosten kommen noch dazu. Wie immer das Urteil lautet mag: die Parteien sind zerstritten und finden erst recht nicht zueinander - und der Schimmelpilz ist immer noch da.

DÄMMSTOFFE

Eine gute Wärmedämmung verringert die Wärmeverluste von Gebäuden an die Umgebung und ist die wichtigste Methode zur Reduzierung des privaten Energieverbrauchs. Eine Verringerung des Energieverbrauchs bedeutet auch eine Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes (Treibhauseffekt) und ist damit ein wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz.

Bei anstehenden Wärmedämmmaßnahmen ist eine sachkundige Aufnahme des Ist-Zustandes der Bausubstanz, der darin verbauten Materialien und der Bauelemente von Nöten sowie deren Wärmekoeffizient (U-Wert) zu ermitteln. Ggf. etwas kostspielig, aber sehr aussagekräftig, sind Infrarot-Wärmebilder (Thermographien), um die eigentlichen Schwachpunkte (Wärmebrücken) in der Baukörperhülle zu erkunden und die angestrebten Dämmmaßnahmen zu optimieren.

Da es keine Pauschllösungen gibt, sollten für diese Daten-Erhebungen Fachleute wie Bauphysiker oder Energieberater hinzugezogen werden.

Der Gesetzgeber hat in der Wärmeschutzverordnung Grenzen für den Wärmeverlust eines Bauteils festgelegt. Dies bedeutet, dass der messtechnische Nachweis am Gebäude vor und nach dessen Überarbeitung entscheidend ist, nicht nur die Fähigkeit und Qualität der verwendeten Materialien.

Eine unsachgemäße Wärmedämmung kann sich negativ auf das Raumklima auswirken. Wärmedämmstoffe mit hohem Diffusionswiderstand² verringern z.B. die Feuchteregulierung an den Innenwänden, was zu Tauwasserbildung und in der Folge zu Schimmelpilzbildung führen kann.

Wärmedämmstoffe sind Baustoffe, die insbesondere den Wärmedurchgang durch die Außenhülle des Gebäudes verringern. Die Wärmedämmung beruht auf dem Prinzip des Einschlusses von Luft oder anderen Gasen in Hohlräumen des Materials. Da die Gase sehr schlechte Wärmeleiter sind, wird damit die Wärmeleitfähigkeit des Wärmedämmstoffs verringert und damit die Wärmedämmung erhöht.

Zur Wärmedämmung steht eine Vielzahl unterschiedlicher Wärmedämmstoffe zur Verfügung, die unter dem Gesichtspunkt der Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit verschieden zu bewerten sind (siehe Tabelle weiter unten).

² *Dampfdiffusionswiderstand*: Werte unter $\mu = 10$ zeigen eine sehr gute Diffusionsfähigkeit für Wasserdampf an; ab 50 wird die Dampfdiffusion eingeschränkt; ab 15 000 wirkt ein Material wasserdampfsperrend, ab 1 000 000 ist ein Material wasserdampfdicht.

Wärmedurchgangskoeffizient U

Maßeinheit: W/m^2K .

Der Wärmedurchgangskoeffizient U bezeichnet den Wärmestrom, der durch ein Material (z.B. Hauswand, Fenster, Dämmstoffplatte etc.) von $1m^2$ hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied der das Material auf beiden Seiten umgebenden Luft 1K (Grad Kelvin; gibt die absolute Temperaturdifferenz an) beträgt.

Je kleiner dieser Wert, desto geringer der Wärmeverlust, d.h. desto höher ist der Dämmwert des Materials.

Der Wärmedurchgangskoeffizient wird u.a. berechnet aus der Dicke der einzelnen Bauteile bzw. deren Wärmeleitfähigkeit.

Da der Wärmedurchgangskoeffizient U lediglich rechnerisch ermittelt wird, ist er in der Praxis umstritten. Er sagt nichts aus über die Wärmespeicherefähigkeit und das Feuchteverhalten der Bauteile. Auch kann er das Verhalten der Nutzer nicht beschreiben und gilt nur für das (in der Praxis nicht existente) ungestörte Bauteil.

Der Wärmedurchgangskoeffizient muss bei einem Bauvorhaben für die einzelnen Bauteile und das gesamte Bauwerk ermittelt werden, da der Gesetzgeber den Nachweis im Bauantrag verlangt.

Wärmeleitfähigkeit λ

Die Wärmeleitfähigkeit λ (griech.:Lambda) gibt die Wärmemenge an, die innerhalb einer Sekunde bei einem Temperaturgefälle von einem Grad Celsius (1 K in der absoluten Temperaturskala) durch einen Kubikmeter Stoff dringt. Grundsätzlich gilt: je kleiner dieser Wert, desto besser. D.h. ist die Wärmeleitfähigkeit eines Materials hoch, so ist die Wärmedämmfähigkeit schlecht.

Wärmedämmstoffe werden nach ihrer Wärmeleitfähigkeit in Wärmeleitgruppen eingeteilt. Die Berechnung erfolgt aus der Multiplikation des λ -Wertes mit 1000. Wärmeleitgruppe 035 beispielsweise entspricht einem λ -Wert von 0,035 W/mK .

Wärmespeichervermögen

Je mehr Wärme ein Stoff speichern kann, um so träger reagiert er bei Aufheizung und Abkühlung. Der Stoff kann so ausgleichend auf das Raumklima wirken. Optimal verhalten sich hier Holz- und Zellulosedämmstoffe

Feuchtigkeit kann die Wirkung eines Dämmstoffes stark herabsetzen. In ihrem Feuchtigkeitsverhalten sind die pflanzlichen Dämmstoffe den synthetischen überlegen. Durch das Quellen der pflanzlichen Hohlfasern können sie Feuchtigkeit aufnehmen, ohne ihre Dämmwirkung zu verlieren.

Mineralfasern

Zur Gruppe der künstlichen Mineralfasern (KMF) gehören Steinfasern, Glasfasern, Keramikfasern und Schlackefasern.

Die Rohstoffe der KMF werden geschmolzen und in Schleuder- oder Blasverfahren durch dünne Düsen gepreßt. Die unzähligen, kleinen Fasern werden mit Bindemitteln (z.B. Phenol-Formaldehydharzen) vermischt, so daß beim Verarbeiten zu Dämmmatten der Faserbruch verhindert und durch das Zusammenkleben ein Auseinanderfallen der Platten unterbunden wird. Bei den fertigen Dämmmatten beträgt der Anteil an Mineralfasern ca. 90 %, während der Rest aus Kunstharzbindemitteln und aliphatischen Mineralölen besteht.

Nachdem feststand, daß die krebserzeugende Wirkung von Asbest auf die langgestreckte Partikelgestalt (Faser) zurückzuführen ist, gerieten auch andere faserförmige Materialien in Verdacht. KMF bestimmter Geometrie (Durchmesser $< 1\mu\text{m}$) wurden daher 1980 in der MAK-Liste in Gruppe IIIB (begründeter Verdacht auf krebserzeugendes Potential) eingestuft.

1994 hat der Ausschuß für Gefahrstoffe eine Empfehlung für die offizielle Einstufung im Gefahrstoffrecht unterbreitet. Danach soll für alle KMF eine Bewertung auf der Grundlage eines Kanzerogenitätsindex - abgeleitet aus der chemischen Zusammensetzung - vorgenommen werden. Die Abstufungen reichen von Kategorie 2 ($K_i < 30$; krebserzeugend im Tierversuch) über Kategorie 3 (krebsverdächtig; K_i 30 bis 40) bis zu 'keine Einstufung' ($K_i > 40$).

Der Kanzerogenitätsindex ist allerdings nicht unumstritten. Kritiker wenden ein, daß er nicht die Biolöslichkeit selbst, sondern - indirekt über die chemische Zusammensetzung - lediglich als deren Indikator das kanzerogene Potential der jeweiligen Faser beschreibt.

Die Mineralwolle-Industrie hat wiederholt ihren Standpunkt bekräftigt, daß KMF nicht krebserzeugend seien ("Keine Gefahr für den Menschen").

Alle von den Herstellern vorgenommenen Einstufungen stellen aber keinen 'Freispruch' der KMF dar, da auch eine Einstufung als nicht krebserzeugend nach derzeitiger Rechtslage eine Selbsteinstufung eines Gefahrstoffes darstellt.

Vorhandene alte KMF-Dämmstoffe sind für die Bewohner ungefährlich, wenn die Dämmung fachgerecht durchgeführt wurde, wenn keine Ritzen in der Wand sind und die PE-Folie, z.B. Dampfsperre, nicht beschädigt ist. Es ist also nicht nötig, in Altbauten vorhanden intakte Dämmschichten auszubauen, denn dabei werden die Fasern in großem Ausmaß freigesetzt - und dafür sind gezielte und evtl. umfangreiche Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig.

Räume, in denen Mineralfaserdämmstoffe nicht mit Folie abgedichtet wurden und die Fasern offen liegen, sollten jedoch „saniert“ werden.

"Nachwachsende" Dämmstoffe

Zu den Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zählen Baumwolle, Flachs, Stroh, Schilf, Kokos, Kork, Holzfasern, Zellulose und Schafwolle.

Der Einsatz "nachwachsender" Dämmstoffe ist jedoch nur empfehlenswert, wenn die Rohstoffe ökologisch erzeugt, d.h. nicht mit Pestiziden behandelt wurden.

Dennoch haben "nachwachsende" Dämmstoffe viele Vorteile:

- Sie sind zum Teil bereits Recyclingprodukte und lassen sich gut wiederverwerten.
- Sie sind nicht mit Formaldehydharzen verklebt.
- Da sie mit einer Schalung verbaut werden, bieten sie eine hohe Sicherheit. Ihr Dämmwert ist so gut wie der von Mineralfasern.

Was und wo ?

Grundsätzlich sollte man nur Dämmstoffe verwenden, die eine baurechtliche Zulassung haben. Andernfalls kann ein Bauherr Ärger mit den Aufsichtsbehörden und der Versicherung bekommen. Ein zusätzlicher Qualitätshinweis ist die Güteüberwachung durch eine Materialprüfungsanstalt.

- Dämmung zwischen den Sparren: Gut geeignet sind Zellulose, Wolle, Flachs, Baumwolle und Hobelspäne, eingeschränkt Holzweichfaserplatten und Kokos.
- Auf die Sparren eignen sich Holzweichfaserplatten.
- Auf-Dach-Dämmung: Gut geeignet sind Holzweichfaser- und Korkplatten.
- Außenfassade: Geeignet sind Korkplatten und Schilfmatten, eingeschränkt eine Konstruktion aus Holzwoleleichtbauplatten als zweite Fassade, hinter die z. B. Zellulose eingebracht wird.
- Kerndämmung zwischen zwei Mauerschalen: Gut geeignet sind Perlite, die aus expandiertem Vulkangestein hergestellt werden, expandierter Glimmerschiefer und Korkschrot.
- Dämmung bei Holzständer- oder Holzrahmenbauweise: Gut geeignet sind alle weichen Dämmstoffe, die auch zwischen den Sparren bündig eingebracht werden können, eingeschränkt sind hier eher Holzweichfaserplatten. Meist werden Holzwoleleichtbauplatten als Fassade benutzt.
- Trennwände: Gut geeignet sind Zellulose und Holzweichfaser, eingeschränkt auch Wolle und ähnliche Materialien.

Wärmedämmstoffe im Vergleich

Dämmstoff	Rohdichte [kg/m ³]	Wärmeleitfähigkeit λ_R^* [W/mK]	Schadstoff-abgabe bei der Nutzung	Schadstoff-abgabe entlang der Produktlebenslinie	Primär-energie-inhalt	Bau-stoff-klasse**
Blähglimmer-Schüttung (Vermiculit)	70 - 150	0,07	nein	nein	mittel	A
Blähperlīt-Schüttung	90	0,05	nein	nein	mittel	A
Blähton-Schüttung	300	0,16	nein	nein	mittel	A
Cellulose Schüttung (Recycling)	50	0,045	nein	nein ¹⁾	sehr gering	B
Holzfaserverweichplatten	130 - 270	0,05	nein	nein ¹⁾	sehr gering	B
Holzwole-Leichtbauplatten	360	0,09	nein	nein	gering	B
Kokosfasermatten bzw. -platten	75 - 125	0,045	nein	nein	gering	B
Kork	120 - 200	0,045	nein ³⁾	nein ³⁾	gering	B
Mineralwoleplatten (Glas, Steinwole)	80	0,04	möglich ²⁾	ja ^{1),2)}	mittel	A
Polystyrolplatten	30 - 60	0,03	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	hoch	B
Polyurethan-Platten	30	0,025	möglich ⁵⁾	ja ⁵⁾	hoch	B
Schafwole	20 - 120	0,04	nein ⁷⁾	nein ⁷⁾	gering	B
Schaumglas-Platten	130	0,05	nein ⁶⁾	nein	mittel	A
Schilfrohrplatten	k.A.	0,06	nein	nein	gering	B
Strohplatten	500	0,11	nein	nein	gering	B

1) = Ggf. Atemschutz bei der Verarbeitung zum Schutz gegen Faserfreisetzung erforderlich.
2) = Fasern kritischer Geometrie sind im Tierversuch krebserzeugend. Faserfreisetzung ggf. möglich.
3) = Bei schlechten Qualitäten bzw. bei Verwendung von Chemikalien Emissionen möglich.
4) = Bei Gebrauch Abgabe von Styrol möglich. Bei der Herstellung und im Brandfall Freisetzung giftiger Chemikalien.
5) = Bei Gebrauch Abgabe von Reaktionsprodukten der Isocyanate nicht auszuschließen. Bei der Herstellung und im Brandfall Freisetzung giftiger Chemikalien.
6) = Bei Verletzung der Poren Freisetzung von Schwefelwasserstoff.
7) = Pestizidrückstände möglich. Verwendung von Mottenschutzmitteln möglich.

*Index R = nach Norm ermittelter Rechenwert
**Baustoffklassen: A = nicht brennbar; B = brennbar

Einstufung von Künstlichen Mineralfasern (KMF)

Seit dem 01.01.2000 gibt es eine Neufassung der Gefahrstoffverordnung. Diese enthält nun die europäische Einstufung von künstlichen Mineralfasern nach der EU-Richtlinie 97/69/EG. Danach werden künstliche Mineralfasern anhand der Gehalte an Alkali- und Erdalkalimetalloxiden eingestuft. Es ist zu beachten, dass es sich hier nicht um den national seit langem verwendeten Kanzerogenitätsindex KI (TRGS 905; siehe weiter unten) handelt. Die nationale KI-Bewertung wurde auf europäischer Ebene nicht übernommen. Nach der neuen Regelung gilt nun für künstliche Mineralfasern:

1. Mineralwolle (Summe der Oxide > 18 Gew.%):
krebserzeugend Kat. 3, d. h. krebserzeugend,
R38 = reizt die Haut,
R40 = irreversibler Schaden möglich,
Gefahrensymbol gesundheitsschädlich
2. Keramische Mineralfasern (Summe der Oxide ~ 18 Gew.%):
Krebserzeugend Kat. 2, d. h. krebserzeugend im Tierversuch,
R38 = reizt die Haut,
R49 = kann Krebs erzeugen beim Einatmen,
Gefahrensymbol giftig

National gibt es erhebliche fachliche Einwände gegen diese europäische Regelung. Besonders umstritten ist dabei der Inhalationstest als Ausstiegskriterium. Aus rechtsformalen Gründen wurde die Regelung dennoch in die Gefahrstoffverordnung übernommen.

Kanzerogenitätsindex gemäß TRGS 905

KI < 30: in Kategorie 2

"Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, daß die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann."

KI <30 und <40: in Kategorie 3

"Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlaß zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen."

KI >40:

"Keine Einstufung als krebserzeugend."

Der Kanzerogenitätsindex gilt zwar nach dem deutschen Gefahrstoffrecht als gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis, ist allerdings nicht unumstritten. Kritiker wenden ein, daß er nicht die Biolöslichkeit selbst, sondern - indirekt über die chemische Zusammensetzung - lediglich als deren Indikator das kanzerogene Potential der jeweiligen Faser beschreibt.

Eine gemeinsame Stellungnahme einer Arbeitsgruppe aus BGA, BAU und UBA anlässlich des VDI/DIN-Kolloquiums "Faserförmige Stäube" 9/1993 in Fulda besagt:

"Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, daß die Exposition eines Menschen gegenüber Glaswollfasern und Steinwollfasern Krebs erzeugen kann."

Sonstige gesundheitliche Auswirkungen von KMF

Daneben können bedingt durch Faserstruktur und Zusatzstoffe (Bindemittel) eine Reihe weiterer gesundheitlicher Auswirkungen beim Umgang mit KMF auftreten, insbesondere Reizungen von Haut und Schleimhäuten, aber auch der oberen Atemwege und der Augen. Die Reizungen und eventuellen Entzündungen sind eine mechanische Reaktion auf scharfe, abgebrochene Faserenden. Sie sind keine allergische Reaktion und klingen gewöhnlich bald nach Beendigung der Einwirkung auf die Haut oder Schleimhäute wieder ab. Die feinen Stichverletzungen der Haut können das Eindringen von Krankheitserregern und damit das Entstehen von Entzündungen fördern.

Formaldehyd aus dem eingesetzten Kunstharz wird nur bei frisch hergestellten KMF-Dämmstoffen in erheblichem Maße emittiert. Danach nehmen die Formaldehyd-Konzentrationen rasch ab und stabilisieren sich nach einigen Tagen auf einem Niveau (Ausgleichskonzentration) von 0,02 - 0,05 ppm. Untersuchungen zeigen, daß sich die Formaldehydabgabe weiter vermindert: mittelfristig, d.h. über drei bis sechs Monate war durch den Alterungseffekt eine Abnahme der Emissionswerte um mehr als 50 % gegeben, d.h. auf Werte zwischen 0,01 und 0,03 ppm. KMF-Dämmstoffe sind daher an der Raumluftbelastung durch Formaldehyd nur untergeordnet beteiligt.

Phenol war in Untersuchungen nicht nachweisbar; sonstige leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC) ließen sich erst bei Temperaturen über 90 °C nachweisen.

Die neuen Mineralwolle Dämmstoffe

Durch eine gezielte Modifikation der chemischen Zusammensetzung von KMF lassen sich inzwischen Produkte mit deutlich geringerem krebserzeugenden Potential und besserer Biolöslichkeit als herkömmliche Mineralfasern herstellen.

ASBESTHALTIGE NACHTSPEICHER

HERSTELLER	TYP, BAUJAHR (einschließlich)
ACEC	alle bis 1971
AEG	alle bis 1974, außer 120 F - 360 F, 80 DF - 300 DF
Bauknecht, Thermotechnik	alle bis Mitte 1976
BBC	alle
Buderus	alle bis 1975
Conti-Elektro	alle (bis 1971)
Elektrolux	alle bis 1976
Juno	alle bis 1975
Klöckner	alle bis Mitte 1976
Küppersbusch	alle bis 1976
Malag	generell keine asbesthaltigen Bauteile im Luftstrom, mit Ausnahme von manchen Typen, bei denen lediglich ein asbesthaltiger Schalldämmstreifen auf der Klappe der Kaltluftzumischung angebracht ist (bis 1969).
Maybaum	alle
Neff	alle
Olsberg	alle bis Mitte 1975
Siemens	HR, HV, 2NV3, 2NV5, 2NV7 bis 1972, 2 NF1, 2NF3, 2NF5, 2NV1 bis 1971, Permatherm D bis 1975
Stiebel Eltron	alle bis Oktober 1973, ETT bis 1976; ETS und ETW seit Serienanlauf asbestfrei
Technotherm	alle bis 1973
Vaillant	alle bis 1976
Witte	alle bis 1976
Zanker-Forbach	alle bis 1977

Quellen: EVS-Rundschreiben 1990
TÜV-Zusammenstellung 1990

ETERNIT

Eternit ist der Produktname des gleichnamigen Herstellers für Faserzementprodukte.

Faserzement ist ein Verbundwerkstoff aus mit Fasern armiertem Zement. Bis 1991 wurde er unter Zugabe von ca. 10 - 15 % Asbest hergestellt.

Asbesthaltiger Faserzement

Gesundheitliche Bedeutung

Akute toxische Wirkungen gehen von Asbest nicht aus. Asbest wirkt langfristig (chronisch) krankheitsverursachend. Die Inhalation von Asbest-Feinstaub kann einen fibrogenen (Entstehung von Narbengewebe, Asbestose) oder einen krebserzeugenden Effekt haben.

Die Zeit zwischen dem krankmachenden Ereignis (Einatmen von Asbeststaub) und dem Krankheitseintritt liegt bei asbestfaserbedingten Tumoren zwischen 10 und 60 Jahren.

Gefährdungsbeurteilung:

Von Asbestprodukten können durch Alterung, Erschütterungen, thermische Wechselbeanspruchung, Luftbewegung oder Beschädigungen in erheblichem Umfang Asbestfasern in atembare Form freigesetzt werden, die beim Menschen zu Krebserkrankungen führen können.

Asbestzementprodukte unterliegen gemäß etablierter Vorgaben und Regelwerke, den Asbestrichtlinien und der TRGS 519, zunächst keiner besonderen Gefahrenbewertung.

Mechanische, stauberzeugende und staubfreisetzende Bearbeitungen und Beschädigungen dieser Produkte sind dennoch grundsätzlich untersagt, bzw., soweit notwendig, nur unter Beachtung aller Vorsichtsmaßnahmen und nur durch sachkundige, ausgebildete und geprüfte Personen oder Firmen zugelassen (Verweis auf TRGS 519)

So ist besonders auch das Dampfstrahlreinigen von verunreinigten, bemoosten und mit Flechten behafteten Dacheindeckungen und Fassadenplatten, das Schleifen oder Anbohren von Ausbauplatten im Innen- und Außenbereich etc., untersagt. Diese Arbeiten werden im Privatbereich häufig in vollständiger Unkenntnis der Gefahren vorgenommen. Mögliche Beeinträchtigungen Dritter/Unbeteiligter haben bereits zu Schadensersatzansprüchen und rechtlichen Verfahren Anlaß gegeben.

Arbeiten an Asbestzement-Produkten müssen deshalb dem Gewerbeaufsichtsamt gemeldet werden und unterliegen dem gewerblichen und privaten Haftungsrecht (Durchgriffshaftung) sowie der Gefahrstoffverordnung.

Asbestfreier Faserzement

Die asbestfreien Faserzement-Produkte bestehen i.d.R. aus ca. 40 % Portlandzement (Bindemittel), ca. 11 % Zusatzstoffen wie z.B. Kalksteinmehl, ca. 2 % Armierungsfasern (synthetische organische Fasern: Polyvinylalkohol-Fasern oder Polyacrylnitril-Fasern) sowie ca. 5 % Prozessfasern (Cellulose-Fasern).

Gesundheitliche Bedeutung:

Die Polyvinylalkohol-Fasern und Polyacrylnitril-Fasern sind aufgrund ihrer vergleichsweise großen Durchmesser nicht lungengängig und daher nach heutigem Kenntnisstand gesundheitlich unproblematisch.

Sanierung, Entsorgung:

Asbestfreier Faserzement kann auf Mineralstoff-Deponien entsorgt werden.

WANDBELÄGE

Putze

Putze sind in der Regel Mischungen aus Kalk, Gips, Zement, Sand und Kunststoff. Im Innenbereich gleichen sie hauptsächlich Unebenheiten aus, damit tapeziert oder gestrichen werden kann.

Ausschlaggebend für das Wohnklima ist die Zusammensetzung der Putze. Putzmaterialien aus Gips oder Kalk sind offenporig, diffusions- und sorptionsfähig. Durch Kunststoffzusätze wird diese 'Atmungsfähigkeit' eingeschränkt. Sie wirken dann dampfsperrend, so dass kaum Luftfeuchtigkeit aufgenommen wird und gepuffert werden kann.

Der richtige Putz für ein für ein gesundes und giffreies Haus muss also wasserdampfdurchlässig und ohne dampfbremsende Eigenschaften sein, so dass die Innenraumluft reguliert wird. Ein reiner Kalkputz, auf dem eine schadstofffreie Rauhfasertapete geklebt wird, ist hierfür am besten geeignet.

Tapeten

Tapeten gehören zu den wichtigsten Materialien für den Innenbereich. In den meisten Wohnungen und Häusern bedecken sie große Wand- (und oft auch Decken-)flächen. Das Raumklima hängt in hohem Maße von Material, Struktur und Farbbeschichtung der Tapeten ab. Bei der Auswahl von Tapeten hat man daher viele Möglichkeiten, positiv auf das Raumklima einzuwirken. Ein natürlicher Wandbelag muss in der Lage sein, durch seine Offenporigkeit überhöhte Luftfeuchtigkeit aufzunehmen und diese zum Putzuntergrund durchzulassen. Die Feuchtigkeit wird auf diese Weise gespeichert und anschließend, wenn die Luftfeuchtigkeit im Raum abnimmt, wieder nach innen abgegeben (natürliche Feuchtigkeitsregulierung). Haben Tapeten praktisch luftdichte Oberflächen, kann die Diffusion völlig verhindert werden. Die anfallende Luftfeuchtigkeit schlägt sich in diesem Fall an der Oberfläche nieder, und zwar v.a. an den kältesten Stellen der Wandoberflächen. Diese Feuchtigkeit kann ganze Wandflächen durchfeuchten und so ein idealer Nährboden für Schimmel und Bakterien sein.

Papiertapeten

Papiertapeten können aus ein oder zwei Papierschichten bestehen, denen zur Erhöhung der Nassreißfestigkeit Substanzen zugesetzt sind, die Formaldehyd enthalten können.

Papiertapeten, die mit einem Altpapieranteil von mindestens 60 % hergestellt sind, können mit dem RAL-Umweltzeichen 35 („Blauer Engel“) gekennzeichnet sein.

Die Tapetenoberfläche kann unbedruckt oder mit Farbe auf Kunststoffdispersionsbasis bedruckt sein. Papiertapeten können auch mit einer Kunststoffbeschichtung ausgerüstet sein, was zu einer Beeinträchtigung der Wasserdampfdiffusionsfähigkeit der Wand und damit zu einer Verschlechterung des Raumklimas führen kann.

Grundsätzlich haben unbedruckte, einschichtige Papiertapeten ohne Kunststoffbeschichtung die geringsten schädlichen Emissionen.

Gebrauchte und gestrichene Papiertapeten dürfen nicht als Altpapier entsorgt werden. sie gehören in den Restmüll.

Raufasertapeten

Aus ökologischer Sicht sind einschichtige Raufasertapeten, die frei von Kunstharzen sind, am umwelt- und gesundheitsverträglichsten.

Raufasertapeten werden durch Einarbeiten von Holzfasern und -spänen zwischen zwei Papierschichten strukturiert. Sie enthalten in der Regel 50 % Altpapier und oftmals Kunstharze, um die Nassreißfestigkeit zu verbessern. Es werden allerdings auch Einschicht- Raufasertapeten mit Kolophonium als Bindemittel (ohne synthetische Harze) angeboten. Raufasertapeten mit einem Altpapieranteil von mindestens 80 % können mit dem RAL-Umweltzeichen 35 („Blauer Engel“) gekennzeichnet werden. Raufasertapeten sind teilweise bereits vorgestrichen, so dass ein einziger deckender Anstrich genügt. Als Anstrichfarben sollten Naturharz-Dispersionfarben, Leim-, Kasein-, Leinöl- oder Silikatfarben verwendet werden. Sie sollten frei von toxischen Löse- oder Zusatzmitteln sein. Generell gilt: Je öfter die Oberfläche gestrichen wird, desto mehr wird die Wasserdampf-diffusionsfähigkeit der Wand eingeschränkt.

Gestrichene Raufasertapeten dürfen nicht als Altpapier entsorgt werden.

Papiertapeten und Raufasertapeten sollten mit einem Methylzelluloseleim ohne chemische Zusätze verklebt werden

Naturtapeten

Unter dem Oberbegriff Naturtapeten sind Kork-, Holz-, Gras- und andere Naturfasertapeten zusammengefasst. Die Naturmaterialien werden auf ein Trägermaterial aus Papier aufgeklebt.

Man sollte beim Kauf darauf achten, dass die Naturfasern aus naturbelassenen Materialien bestehen und nicht mit toxischen Fungiziden behandelt wurden. Bei Korktapeten ist darauf zu achten, dass der Kork nicht mit Kunstharzen gebunden ist, sondern als Backkork mit seinen eigenen Harzen verklebt wurde.

Für das Verkleben von Holztapeten, die aus Naturholz bestehen sollten (und nicht, wie im Handel oft angeboten, aus PVC-Weichfolien), empfiehlt sich Methylzelluloseleim ohne chemische Zusätze.

Unbehandelte Grastapeten können bei Allergikern Heuschnupfen auslösen.

In Schlafzimmern sollte man Tapeten mit möglichst glatter Oberfläche verwenden, damit die Staubansammlung an der Wandoberfläche auf ein Minimum reduziert wird.

Textiltapeten

Textiltapeten bestehen aus auf Tapetenpapier aufgeklebten (kaschierten) Natur- oder Synthefasern. Als Synthefaser wird hauptsächlich Polyacrylnitril verwendet. Bei den Naturfasern handelt es sich um Wolle, Seide, Sisal, Baumwolle, Leinen oder Jute. Um eine höhere Reißfestigkeit zu erreichen, werden bei einigen Produkten Urethanharze eingesetzt. Bei diesen Tapeten besteht die Gefahr, dass Isocyanate in die Raumluft abgespalten werden. Wollfasern können mit Formaldehyd als Faserschutz versehen sein, z.T. werden die Textilien auch mit Fungiziden behandelt.

Für Allergiker sind Textiltapeten nicht geeignet, da sich in der rauhen Oberfläche überdurchschnittlich viel Staub ansammelt.

Flüssigtapeten/Faserputze

Seit einigen Jahren wird für „Öko-Flüssigtapeten“ geworben. Solche Wandbeläge sollen hohen wohnlichen und baubiologischen Anforderungen entsprechen. Dazu müssen sie die Raumfeuchtigkeit regulieren können, luftdurchlässig und schadstofffrei sein. Unbehandelte Naturmaterialien machen das möglich: Fasern aus Baumwolle, Flachs, Jute und Zellstoff sind die Hauptbestandteile solcher Flüssigtapeten. Naturharze und Zellulose dienen als Bindemittel und halten die Mischung an der Wand zusammen.

Flüssigtapeten werden meist als Pulver angeboten und müssen mit Wasser angerührt werden. Einige Firmen liefern aber auch schon die fertige Paste, die auf die verputzte Wand aufgetragen wird. Kleine Macken, wie sie nach einiger Zeit häufig in Tapeten zu finden sind, lassen sich bei der flüssigen Variante leicht ausbessern. Auch einem Recycling steht nichts im Wege: Die Tapete lässt sich mit Wasser leicht von der Wand entfernen und mit zugesetztem Kleister in der neuen Wohnung wieder aufbringen.

Schaum- oder Vinyltapeten

Vinyltapeten sind Kunststofftapeten aus Polyvinylchlorid- (PVC) oder Polyurethan- (PU) Weichschäumen. Als Trägermaterial werden Tapetenpapier oder textile Gewebe verwendet. Vinyltapeten besitzen schlechte elektrostatische Eigenschaften (Staubfänger), sind nicht diffusionsoffen und verhindern die Wärmespeicherung der Wand.

Laut Herstellerempfehlung sollen Vinyltapeten mit einem fungizidhaltigen (pilztötenden) Kleister geklebt werden.

Aus den stark weichmacherhaltigen Kunststoffbeschichtungen können über einen längeren Zeitraum Weichmacher und Flammschutzmittel freigesetzt werden. Bei eingefärbten Vinyltapeten wurden Lösemittelbestandteile der Farben nachgewiesen.

Im Brandfall entstehen bei Vinyltapeten aus Polyvinylchlorid (PVC) stark ätzende Gase (Salzsäure) sowie Dioxine und Furane.

Vinyltapeten sind wegen ihrer umweltfeindlichen Produktlebenslinie und dem negativen Einfluß auf das Raumklima sehr problematisch. Sie müssen getrennt vom Hausmüll entsorgt werden.

FLIESEN

Keramische Fliesen sind ein strapazierfähiger Belag und eignen sich vor allem da, wo Schmutz und Feuchtigkeit anfallen, also in Dielen, Küchen, Bädern und im Außenbereich. In Wohnräumen werden sie wegen ihrer guten Wärmespeicher- und Wärmeleitfähigkeit vor allem in Verbindung mit Fußbodenheizungen verwendet.

Fliesen werden aus Ton, vermischt mit Quarzsand, Feldspat und Kaolin bei Temperaturen zwischen 1000°C und 1250°C gebrannt. Abhängig von Mischungsverhältnis, Temperatur und Pressdruck fallen die Produkte unterschiedlich hart und porös aus.

Von der Materialzusammensetzung her gibt es zwei Hauptgruppen:

Fliesen und Platten aus Steinzeug:

Steinzeugfliesen und keramische verfügen über eine geringe Wasseraufnahme. Sie eignen sich - glasiert oder unglasiert - besonders als Bodenbelag, sind frostsicher und auch für den Außenbereich geeignet.

Fliesen aus Steingut:

Steingutfliesen verfügen über eine hohe Feuchtigkeitsaufnahme (> 10%) und werden wegen dieser "Porosität" auf der Sichtseite üblicherweise mit einer Glasur versehen. Sie sind ein typischer Wandbelag, dürfen jedoch nicht im Außenbereich verlegt werden, da sie nicht frostsicher sind.

Bezüglich der Verschleißfestigkeit werden **glasierte Fliesen** in fünf Abriebgruppen eingeteilt:

Fliesen der Gruppen 1 und 2 werden üblicherweise nur an der Wand oder in Bodenbereichen verlegt, die wenig beansprucht werden (d.h. wenig Publikumsverkehr, keine kratzende Verschmutzung, weiche Schuhsohlen). Produkte ab Gruppe 3 aufwärts können bei zunehmend höher beanspruchten Bodenflächen eingesetzt werden bis hin zur Gruppe 5 für besonders stark frequentierte Zonen.

Unglasierte Fliesen sind von Haus aus sehr strapazierfähig, deshalb gibt es hier keine Unterteilung in verschiedene Abriebgruppen, sondern gemäß Norm ist hier eine sogenannte "Tiefenverschleiß"-Prüfung zu bestehen.

Die **Glasuren** werden in verschiedenen Ausführungen aufgebracht (z.B. farbig oder transparent). Sie bestehen aus Quarz und Ton, bei farbigen Glasuren werden Pigmente wie Eisen-, Kupfer-, Kobalt- oder Chromoxid beigemischt.

In der Vergangenheit wurde vielfach die **Radioaktivität** von keramischen Fliesen diskutiert. Auslöser dafür waren im Ausland hergestellte, intensivfarbige Produkte mit

uranhaltigen Glasuren bzw. Farbkörpern. Gesundheitliche Beeinträchtigungen in derart gefliesten Bädern oder Küchen durch Radioaktivität treten aber nur äußerst selten auf, weil die Aufenthaltsdauer der Menschen in diesen Räumen verhältnismäßig kurz ist. Grundsätzlich ist immer die Aufenthaltsdauer und die Entfernung zur radioaktiven Fliese für eine Gesundheitsbeeinträchtigung entscheidend. Bedenklich kann es daher möglicherweise werden, wenn z.B. ein Schlafzimmer vollflächig mit radioaktiv hoch belasteten Fliesen ausgelegt ist.

Deutsche Hersteller verwenden bereits seit Jahrzehnten keine Glasuren oder Farbkörper, denen Uranverbindungen zugesetzt werden. Im Zweifelsfall empfiehlt es sich, bei Produkten unbekannter Herkunft eine entsprechende Bestätigung zu verlangen.

Die **Verlegung** von Fliesen erfolgt im Dünn-, Mittel- oder Dickbett. Die (Klebe-)Mörtel dafür bestehen überwiegend aus mineralischen Komponenten wie z.B. Sand oder Zement. Wegen möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen bei sensiblen oder vorgeschädigten Personen sollten Produkte zum Einsatz kommen, die keine Additive wie Kunststoffe (als Bindemittel für bessere Haftung), Lösemittel (z.B. Glykole, Ester, Aliphate) oder Konservierungsmittel (z.B. Formaldehyd) enthalten.

In Badezimmern oder Feuchträumen sollten Fliesen nicht an sämtlichen Wänden deckenhoch verlegt werden, damit noch genügend Wandfläche zur Verfügung steht, die - beispielsweise durch einen hygroskopisch wirkenden Kalkputz - Feuchtigkeit aufnehmen, speichern und verzögert wieder abgeben kann.

Bodenbeläge

PARKETT

Bodenbeläge aus Holz sind mit ihrer glatten Oberfläche pflegeleicht, strapazierfähig und altersbeständig. Naturbelassene Holzböden wirken antistatisch. Ist die Oberfläche natürlich behandelt (gewachst oder geölt), hat ein Holzboden die Eigenschaft, Feuchtigkeit der Raumluft aufzunehmen und zu puffern, d.h. bei trockener Raumluft wird die Feuchtigkeit aus dem Holz langsam wieder abgegeben. Einheimische Nadelhölzer haben zusätzlich starke keimtötende Eigenschaften und sollten deshalb bevorzugt verwendet werden.

Fertigparkett

Fertigparkett ist schon geschliffen und versiegelt bzw. vorgeölt und wird auf einen glatten Unterboden aufgebracht. Der Vollholzanteil bei Fertigparkettarten ist recht unterschiedlich. Meistens wird eine dünne Hartholzschicht auf eine Trägerschicht, die aus Span- oder Tischlerplatte besteht, aufgeklebt. Die Hartholznutzschicht ist manchmal so dünn, dass beim Nachschleifen von durchgedrückten oder beschädigten Oberflächen die Trägerschicht sichtbar wird. Zu bevorzugen sind deshalb Oberschichten ab 4mm Stärke.

Bei einer großflächigen Anwendung von Span- oder Sperrholzträgerplatten können erhebliche Schadstoffemissionen durch Formaldehyd in die Raumluft entstehen. Auch emittieren möglicherweise Lösemittel aus Klebern und Flammschutzmittel aus der Versiegelung.

Der Vorteil von Fertigparkett ist, dass es sich aufgrund seiner vielfachen Verleimung von unterschiedlichen Holzarten auch bei hohen Feuchtigkeitsschwankungen nicht verzieht.

Es gibt auch Fertigparkette aus Massivholz, die wahlweise eine unbehandelte oder versiegelte Oberfläche haben.

Fertigparkett kann sowohl schwimmend verlegt als auch flächig verklebt werden. Schwimmende Verlegung bedeutet, dass die einzelnen Parketteile (Riemen oder Dielen) nur in der Nut miteinander verklebt werden, d.h. es findet keine großflächige Verklebung auf dem Untergrund statt. Schwimmende Verlegung hat den Vorteil, dass eine Lösemittelbelastung durch den Kleber fast vollständig entfällt und außerdem ein Austausch des Bodenbelags problemlos möglich ist.

Als Zwischenlage zwischen Estrich und Parkett empfiehlt sich eine dünne Korkmatte von 2 – 3 mm Stärke.

Massivholzparkett

Für ein massives Stab- oder Klebeparkett können Harthölzer wie Eiche, Esche oder Buche, aber auch weichere einheimische Nadelhölzer wie Kiefer und Lärche verwendet werden.

Verlegung

Über dem Estrich werden vollflächig unbehandelte Rauhpundbretter, am besten Fichtenholz, miteinander verschraubt. Auf diese können die einzelnen Stäbe oder die Mosaikplatten genagelt werden. Stäbe und Mosaikplatten sind an den Stirnseiten mit Nut- und Federprofilen versehen, so dass sie beim Verlegen fugenlos eng aneinander gepreßt werden. Die Befestigung sollte nur durch Nägel oder Schrauben erfolgen, die schräg durch die seitlichen Brettfedern eingeschlagen werden.

Kleber

Die Verlegung von Parkett im Klebebett sollte wegen hoher Lösemittelbelastungen vermieden werden. Ein Vernageln des Parketts ist vorzuziehen (s.o.). Insbesondere bei den lösemittelhaltigen Klebstoffen wird eine hohe Menge an Lösemitteln freigesetzt. Auch Dispersionsklebstoffe sind nicht frei von gesundheitsschädlichen Substanzen (Lösemittel, Konservierungsstoffe).

Von Pflanzenchemieherstellern werden Parkettkleber auf Naturbasis angeboten.

Oberflächenbehandlung

Grundsätzlich muss zwischen einer Versiegelung und einer Imprägnierung unterschieden werden.

Die **Versiegelung** erfolgt mit Reaktionslacken wie DD- (Desmodur-Desmophen) Lacken oder SH- (säurehärtenden) Lacken. Bei der Verwendung von SH-Lacken ist mit einer Raumluftbelastung durch Formaldehyd zu rechnen. Beim Einsatz von DD-Lacken ist zumindest bei der Verarbeitung eine Belastung mit Isocyanaten nicht auszuschließen (s.u.).

Alternativ könnten hier unter Umständen Versiegelungen auf der Basis von Acryllacken auf Dispersionsbasis verwendet werden (s.u.).

Grundsätzlich wird durch eine Parkettversiegelung zwar ein dauerhafter Schutz erreicht, es erfolgt aber zwangsläufig eine bauökologisch abzulehnende Versiegelung des Holzes.

Acryllacke sind Lacke auf der Basis von Acrylharzen. Sie werden als Lösungen in organischen Lösemitteln, als wässrige Dispersionen oder als Pulverlacke vielfältig eingesetzt, z.B. für Außen- und Innenanstriche oder zur Lackierung von Metallen und Holz.

Acrylharze lassen sich gut in Wasser verteilen, dadurch kann der Lösemittelanteil teilweise durch Wasser ersetzt werden (Dispersionslacke). Wasserverdünnbare Acryllacke mit weniger als 10 % Lösemitteln können mit dem RAL-Umweltzeichen (schadstoffarmer Lack) gekennzeichnet werden. Es dürfen dann noch höchstens 5 % Konservierungsstoffe und Lackhilfsstoffe (z.B. Bleisikkative) enthalten sein.

Acryllacke enthalten noch erhebliche Mengen Lösemittel, die während der Trocknung in die Umwelt gelangen. Es handelt sich hierbei teilweise auch um schwerflüchtige Substanzen, die über längere Zeit während der Nutzungsphase ausgasen.

Polyurethanlacke gehören zu den Reaktionslacken. Sie finden als 1-Komponenten- und als 2-Komponentenlack Verwendung und härten durch eine Reaktion mit Luft, Licht oder einer Reaktion zwischen den beiden Komponenten aus.

Besonders bekannt sind die Desmodur-Desmophen Lacke (DD-Lacke).

Die Polyurethan-Lackrohstoffe enthalten ca. 0,5 % monomeres Isocyanat und haben zudem hohe Lösemittelgehalte. Um die Trocknungszeiten zu verringern, können Polyurethanlacke mit Nitrolacken versetzt sein.

Polyurethanlacke sind besonders hart, abriebfest und beständig gegen Wasser, Öle und Chemikalien.

In Polyurethanlacken enthaltene Lösemittel führen bei der Anwendung zu hohen Raumlufkonzentrationen. Neben der Gesundheitsgefährdung für den Anwender führen die Lösemittlemissionen zu einer Belastung der Umwelt. Gerade die guten Verarbeitungseigenschaften (dickere und schneller härtende Einzelschichten) bewirken, dass die Lösemittel in solchen Beschichtungen relativ fest eingeschlossen werden und u.U. erst nach Monaten restlos entwichen sind.

Bei der Verarbeitung von 2-Komponenten-Systemen treten zudem Belastungen durch Isocyanate auf. Isocyanate reizen schon in sehr geringen Konzentrationen die Schleimhäute und können zu Sensibilisierungen führen.

Gesundheitsgefährdungen können auch von eventuell enthaltenen Aminen (im Härter) ausgehen.

Imprägnierungen mit Wachsen oder Ölen bieten nicht den gleichen strapazierfähigen und haltbaren Schutz des Parketts wie Versiegelungen, zeichnen sich aber durch eine geringere gesundheitliche Belastung für Verarbeiter und Bewohner aus. Gewachste oder geölte Materialien verbessern durch ihre Pufferwirkung das Raumklima und besitzen antistatische Eigenschaften.

Der Einsatz von Holzschutzmitteln/ Bioziden für Parkettversiegelungen oder Imprägnierungen ist überflüssig und sollte in jedem Fall vermieden werden.

Hinweise und Tipps

- Fertigparkett hat gegenüber traditionell verlegtem Parkett den Vorteil, dass es mit wesentlich weniger Aufwand und Verschmutzung in einen Innenraum / die Wohnung eingebaut werden kann. Die Nutzung ist wesentlich schneller möglich. Wenn ein Parkettleger ein Fertigparkett verlegt, ist dies nicht unbedingt billiger als ein traditionelles massives Parkett, da die fertigen Elemente bei entsprechender Qualität teurer sind als die üblichen Stäbe.
- Viele Parkett-Hersteller bieten ihre Produkte auch ohne Oberflächenbehandlung an. Sie können diese selbst behandeln oder von einem Parkettleger behandeln lassen.
- Mehrschichtiges Parkett arbeitet nicht, weil die Schichten so zueinander verklebt sind, dass sie Spannungen ausgleichen. Massives Parkett dagegen arbeitet und muss genagelt oder vollflächig verklebt werden. Letzteres gilt vor allem für Parkett, das dünner als 13 Millimeter ist, weil es aufgrund seiner Leichtigkeit federt. Daher ist die Wahl des Klebers von entscheidender Bedeutung. Nicht nur, dass er ausreichend kräftig sein muss. Viele enthalten Formaldehyd oder einen großen Anteil Lösemittel. Es gibt aber formaldehyd- oder lösemittelfreie Dispersionskleber, nach denen Sie zum Beispiel bei renomierten Parkettlegern fragen können.
- Nach einigen Jahren muss unter Umständen die Parkettoberfläche neu behandelt werden. Dazu wird die oberste Schicht abgeschliffen. Deswegen hält mehrschichtiges Parkett mit einer dicken Nuttschicht länger als Parkett mit einer Nuttschicht von schlimmstenfalls nur 0,4 Millimeter. Faustregel: Ein dickeres Parkett hat auch eine dickere Nuttschicht. Nach Herstellerangaben läßt sich ein Parkett mit einer 4 Millimeter starken obersten Lage zwei- bis dreimal abschleifen, was für 50 bis 70 Jahre reicht. Massives Parkett kann wesentlich länger halten.
- Der Preis hängt stark von der Dicke des Fertigparketts und damit auch von der Dicke der Nuttschicht ab. Außerdem sind die Preise in den vergangenen Jahren stark gefallen und werden letztendlich von den einzelnen Händlern festgesetzt.
- Parkett wird üblicherweise in drei Sortierungen angeboten. "Natur" zeigt am wenigsten Farbunterschiede, Äste und Unregelmäßigkeiten, es folgen "gestreift" und "rustikal". Damit sind nur Aussehen und optische Wirkung gemeint, über die Qualität des Parketts sagen diese Sortierungen nichts. Sie sind für Eiche genormt, werden aber bei anderen Holzarten oft ähnlich benutzt.
- Parkett kann man fast auf jedem ebenen Grund verlegen, auch auf Fußbodenheizungen (hierbei ist jedoch zu beachten, dass Holz eine geringere Wärmeleitfähigkeit besitzt als beispielsweise Stein oder Keramik). Meist empfiehlt sich ein Unterboden, zum Beispiel aus zement- oder magnesitgebundenen Spanplatten oder speziellen Gipsfaserplatten, sogenannten Trockenestrichelementen. Herkömmlicher Estrich muss sehr gründlich austrocknen, was u.U. einige Wochen dauern kann (Parkett auf feuchtem Estrich wirft Wellen, im Extremfall „explosionsartig“ als Gewölbe über die gesamte Raumfläche.) Liegt kein Keller unter dem Fußboden, ist

unter Umständen eine Abdichtung gegen Feuchtigkeit und Nässe nötig. Auf Teppichboden verlegt, kann das Parkett rutschen.

- Unter Fertigparkett, das schwimmend verlegt wird, empfiehlt es sich, zum Ausgleich von Unebenheiten und zur Trittschalldämmung eine dünne Kork- oder Vliesschicht auszurollen.
- Gewachstes oder geöltes Parkett trägt zur Regulierung der Raumluft bei. Es läßt sich relativ einfach reparieren, stellenweise abschleifen und mit Wachs oder Öl nachbehandeln. Allerdings muss es sorgfältig gepflegt und regelmäßig nachgewachst werden. Man kann es mit Wasser und Schmierseife wischen. Dabei darf aber kein Wasser stehenbleiben, sonst entstehen Flecken. Vorsicht also mit Blumenkübeln.
- Lamine sind kein Ersatz für massives Parkett. Obwohl als "unverwüstlich" hingestellt, sind sie durchaus empfindlich gegen scharfkantige Partikel wie Steine oder Sand. Abschleifen und neu behandeln lassen sie sich nicht. Bei vermehrter feuchter Reinigung dringt Wasser in die Paneelfugen und läßt die Trägerplatte ggf. derart aufquellen, daß neben einer optischen Negativwirkung deutliche Unebenheiten erzeugt werden. Formaldehydhaltige Trägerplatten können durch das Aufgehen der Fugen ihr Emissionsverhalten verstärken.

KORKBODEN

Allgemein

Kork ist ein natürlicher Rohstoff. Er hat durch seine guten wärmedämmenden Eigenschaften stets eine angenehme Oberflächentemperatur und fühlt sich darum immer warm und behaglich an.

Korkbeläge können sich nicht elektrostatisch aufladen und haben aufgrund ihrer hohen Porosität erhöhte schalldämmende Eigenschaften.

Korkparkett

Korkparkett wird aus Korkschrot als einschichtiger (massiver) oder furnierter (mehrschichtiger) Bodenbelag erstellt. Als Bindemittel werden Formaldehyd-, Polyurethan- oder Naturharze (teilweise auch korkeigenes Harz) eingesetzt. Die werkseitige Oberflächenbehandlung reicht von unbehandelt bis versiegelt. Im Sinne eines guten Raumklimas sollte unbehandelter oder geölter/gewachster Kork gewählt werden.

Bei den Phenol-Formaldehyd-Harzen als Bindemittel ist eine Formaldehydemission möglich.

Es ist auch kunststoffbeschichtetes Korkparkett im Handel (meist Acrylharze oder PVC). Bei einer solchen Kunststoffbeschichtung überwiegen die Eigenschaften des Kunststoffs, d.h. es werden die positiven Materialeigenschaften (z.B. Offenporigkeit) und ökologischen Vorteile (als Naturprodukt) des Korks zunichte gemacht.

Furniertes Korkparkett wird oft schon werkseitig mit stark lösemittelhaltigem Lack behandelt und enthält produktionsbedingt mehr Klebstoffe als einschichtiges.

Eine Kennzeichnung der Bindemittel und Oberflächenbehandlungsmittel ist oftmals unbefriedigend oder nicht vorhanden. Nachfragen ist deshalb wichtig.

Bei der Verlegung von Korkparkett sollte auf lösemittelarme (= emissionsarme) Klebstoffe geachtet werden. Es werden hierbei Kleber auf weitgehender Naturstoffbasis angeboten. Wenn möglich, sollte Korkparkett schwimmend verlegt werden, um somit die Klebstoffmenge möglichst stark zu reduzieren.

LINOLEUM

Linoleum besteht aus einem Gemisch natürlicher, regenerierbarer Rohstoffe: oxidiertes Leinöl mit Zusatz von Kreide, Holzmehl, Korkmehl und Naturharzen. Die Einfärbung geschieht durch die Beigabe von Mineralfarben. Diese Masse wird in Stärken von 2 und 4 mm auf ein Trägergewebe aus Jute aufgebracht und in Trockenöfen „gereift“. Gut getrocknetes Linoleum gast nicht aus.

Linoleum ist dauerhaft, schwer entflammbar, permanent antistatisch, keimtötend sowie unempfindlich gegen Säuren, Fette und Öle. Es eignet sich als Belag bei Fußbodenheizungen und ist unempfindlich gegen Stuhlrollen. Für Nassräume ist es dagegen nur begrenzt und bei geringer Belastung zu empfehlen.

Linoleum sollte vor dem Verlegen zur „Akklimatisierung“ einen Tag ausgelegt werden und wird dann vollflächig auf festen, rissfreien und trockenen Untergründen verklebt. Als Klebstoff eignen sich Dispersionskleber auf Naturharzbasis ohne Formaldehyd-Zusatz. Die Stöße können mit Linoleumzement verschlossen werden. Bei einer Raumgröße unter 30 m² kann Linoleum auch nur mit einem Doppelklebeband an Rändern, Türen und Stößen fixiert werden, so dass keinerlei Kleberemissionen entstehen.

Linoleum ist ab Werk mit einem Oberflächenfilm versehen, der unmittelbar nach der Verlegung durch eine Grundreinigung entfernt wird. Danach wird eine Wachsemulsion aufgetragen, die etwa jährlich erneuert werden muss. Sonst pflegt man den Boden mit einem feuchten Tuch unter Beigabe eines pH-neutralen Seifenreinigers ins Wischwasser.

Wegen der verwendeten Inhaltsstoffe und der hohen Lebenserwartung von bis zu 25 Jahren ist Linoleum der empfehlenswerteste ‚künstliche‘ Hartbelag. Es ist das geeignete Ersatzmaterial schlechthin für PVC, bringt jedoch nicht die mit dem PVC verbundenen Nachteile wie Weichmacher, Flammschutzmittel oder (im Brandfall) Dioxine mit sich.

Problem bei der Entsorgung gibt es nicht. Linoleum wird als Baurestmasse eingestuft und ist deponiefähig. Recycling ist nicht möglich.

Bei größerer Beanspruchungen von Linoleumbelägen werden häufig technische Siegelprodukte aufgebracht, welche den gesetzlichen Vorgaben zum Brandschutz entsprechen müssen (Verweis auf die DIN 4102). Hierbei können die im Siegelprodukt vorhandenen Flammschutzmittel flüchtige Komponenten enthalten, welche nachhaltig in den Innenraum entweichen und zu allergischen Reaktionen beitragen können. Bedeutsam sind hier die Verbindungen Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP) und Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP). Es empfiehlt sich, genau auf die Herstellerangaben zu achten bzw. Sicherheitsdatenblätter anzufordern. Hier verbergen sich Flammschutzmittel z.T. auch hinter Begriffen wie „Glanzvermittler“ oder „Pflegebalsam“ sowie „schwer entflammbar“. Im Zweifel oder bei mangelhaften Informationen sollten Siegel- sowie auch deren Pflegeprodukte vor der Anwendung einer Laboranalyse unterzogen werden.

LAMINAT

Laminatfußböden sehen aus wie Parkett, sind aber nur bedrucktes Papier, z.B. mit einer Span- oder MDF-platte als Träger und einer Schicht Kunstharz. Sie bestehen aus mehreren Schichten: Holz- bzw. Zellulosespäne werden mit viel Kunstharz zu Platten verleimt und gepresst. Obenauf kommen eine Lage Papier, mit Holzmuster oder Dekor bedruckt sowie eine abschliessende Schicht aus Kunstharz. Das Ganze enthält so wenig Holz, dass es sich nach den geltenden Normen nicht Holzfußboden nennen darf. Viele Laminatböden geben zudem Formaldehyd ab oder laden sich elektrisch auf.

1990 kamen Laminatböden auf den Markt, bereits Mitte der 90er zogen die Verkaufszahlen an denen für Parkett und Fertigparkett vorbei. 1998 hielt Laminat zehn Prozent Anteil am Markt für Fußbodenbeläge in Deutschland. Der Boom überrascht nicht, denn Laminat ist billig – aber eben nur das!

Ein Problem bringen Lamine generell mit sich: Sie bestehen zu großen Teilen aus Kunststoff statt aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz. Das ist aus ökologischer Sicht bedenklich, weil unnötig kostbare Ressourcen verbraucht werden. Außerdem lässt sich das Gemisch aus Spänen und Kunstharz nur schwer recyceln. Schließlich können Plastikoberflächen nicht das Raumklima regulieren, wie geölte oder gewachste Parkettoberflächen.

Vollholzparkett dagegen ist zwar die teuerste, aber auch langlebigste und gesündeste Variante. Wer nicht so viel Geld zur Verfügung hat, kann auf Fertigparkett, das aus mehreren Holzschichten besteht, ausweichen. „Echtholz“-Parkette lassen sich mehrfach abschleifen und können, wenn sie nur geölt oder gewachst werden, die Raumluftfeuchtigkeit puffern, d.h. in Zeiten hoher Luftfeuchtigkeit nimmt das Holz die Feuchtigkeit auf und gibt sie in Zeiten trockener Luft wieder ab; so entsteht ein ausgeglichenes Raumklima.

E1-Qualität

Mit diesem Begriff werden Lamine und andere Holzwerkstoffe bezeichnet, die in die Emissionsklasse E1 eingeordnet werden. Das bedeutet: bei diesem Material wird der für den Wohnbereich zulässige Gehalt-Grenzwert von 7 mg Formaldehyd in 100 mg unbearbeitetem Holz nicht überschritten (Formaldehyd-Emission nach EN 120/92).

Für die Emission von Formaldehyd in die Raumluft werden die Materialien in einer Prüfkammer getestet. Unter konkret eingestellten und kontrollierten klimatischen und Lüftungstechnischen Bedingungen darf eine Emissionsrate von 0,1 ppm nicht überschritten werden. (Richtwert des ehem. ehemaligen Bundesgesundheitsamts [BGA und jetzigen BGVV]. Die Emission von Formaldehyd (abhängig von Raumgröße, Menge des verbauten Materials, Lüftungsverhalten u.a.) in einem individuell ausgestalteten Innenraum wird dabei jedoch nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Laminat ist ein minderwertiger, nicht besonders langlebiger Fußbodenbelag, aus dem zudem Formaldehyd ausdünsten kann. Auch können flüchtige Flammschutzmittel (nach DIN 4102) aus der Kunstharzbeschichtung in die Raumluft entweichen.

TEPPICHBODEN

In Deutschland sind 63 % aller Bodenbeläge Teppichböden. 70 % davon werden nach dem Tufting-Verfahren hergestellt. Dabei wird das Polmaterial in ein vorgefertigtes Vlies oder Gewebe eingenadelt und anschließend mit einem Vor- bzw. Verfestigungsanstrich versehen. Schließlich wird eine Rückenaustrüstung (Schaumrücken, textiler Zweitrücken, Synthese- oder Naturkautschuk) aufgebracht.

Zur **Herstellung** konventioneller Teppichböden werden eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien benötigt. Das Flor- bzw. Polmaterial besteht bei der Mehrheit der Teppichböden aus Polyamid. Weitere Materialien sind Polyacrylnitril und Polyester sowie Naturprodukte wie Wolle, Jute, Kokosfasern, Sisal, Seide und Baumwolle.

Als Trägermaterial für getuftete Teppichböden dienen meist Polypropylen-Bändchengewebe, als Rückenbeschichtung wird meist eine Schaumbeschichtung oder ein textiler Zweitrücken verwendet. Auf dem Markt befinden sich aber auch Teppichböden, die mit einem sogenannten Glattstrich aus Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) oder Naturkautschuk (Naturlatex) versehen sind. Die SBR-Schaumbeschichtung wird durch Einschlagen von Luft in den Schaum unter Zuhilfenahme von oberflächenaktiven Substanzen hergestellt.

Außer den weitgehend aus synthetischen Materialien hergestellten Teppichböden werden in den letzten Jahren zunehmend Teppichböden aus Naturmaterialien angeboten. Hierbei verzichten Hersteller z.B. häufig auf die Mottenschutzaustrüstung.

Bei der **Verlegung** unterscheidet man vier Varianten: Loses Auslegen (ohne Randbefestigung oder mit doppelseitigem Klebeband), Fixieren (mit Haftvlies oder Haftgitter), Spannen, Kleben (mit Lösemittel- oder Dispersionklebstoff).

Das Spannen von Teppichböden ist vergleichsweise aufwendig, aber die umweltfreundlichste Methode.

Beim Kleben ist grundsätzlich mit Emissionen von leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC) zu rechnen. Auch Dispersionsklebstoffe können bis zu 5 % Lösemittel enthalten. Kunstharz-Lösemittelklebstoffe führen zu sehr hohen Raumluftbelastungen, die nach ca. 24 Stunden zwar stark abgesunken sind, aber inzwischen die Lösemittel in die Umwelt abgegeben haben. Von Pflanzenchemieherstellern werden Kleber auf Naturstoffbasis (aber auch mit Lösemitteln, meist ätherischen Ölen) angeboten.

Aufgrund der großflächigen Verlegung von Teppichböden haben diese einen großen Einfluß auf das **Innenraumklima**. Sehr häufig kommt es nach der Verlegung von synthetischen Teppichböden zu starken Geruchsbelästigungen, die so penetrant sein können, daß gesundheitliche Beschwerden auftreten. Die meisten der analysierten

chemischen Verbindungen sind noch nicht bewertet worden, so daß es für sie keine Grenzwerte gibt.

Teppichboden-Ausrüstungen

Konventionelle Teppichböden werden mit einer Vielzahl sogenannter **Ausrüstungen** versehen. Dabei handelt es sich zum großen Teil um den Zusatz von Chemikalien. Sie sollen den Bodenbelag robust und pflegeleicht machen, ihn frei von Schädlingen halten und verhindern, dass durch die elektrische Aufladung die Bewohner "der Schlag trifft". Ausrüstungen findet man in nahezu allen textilen Bodenbelägen, auch Naturfasern sind nicht immer frei von Schadstoffen.

- **Antistatika** verhindern die elektrische Aufladung von Chemiefasern. Das wird zum einen durch das Besprühen mit Ameisensäure und Ammoniumverbindungen erreicht, oder es wird durch eingewebte Kupferfasern ein leitfähiger Teppichrücken hergestellt, der die statischen Aufladungen über umgebende Materialien ableitet. Die Verwendung von leitenden Fasern oder Rückenmaterialien ist die eindeutig umweltfreundlichere Variante. Sinnvoll sind Antistatika in Räumen mit elektrisch empfindlichen Geräten wie beispielsweise Computern oder in Räumen mit viel Publikumsverkehr.
- **Antisoilings** sollen die Teppichfasern vor Verschmutzung schützen, z.B. unter der Bezeichnung "Scotchgard". Die Fasern werden dazu mit FCKW oder Glykolethern beschichtet. Allerdings wird durch den Einsatz von Antisoilings eine Verschmutzung nicht verhindert, sondern lediglich verzögert. Man kann also leicht darauf verzichten, wenn man den Teppichboden in Art und Farbe seiner Beanspruchung anpasst oder von vornherein in stark benutzten Bereichen glatte Bodenbeläge wählt, die durch feuchtes Wischen leichter sauber zu halten sind.
- Eine **antimikrobielle Zusatzausrüstung** schützt den Teppich vor einem Befall durch Bakterien und Pilze. Dies ist (wenn überhaupt) nur sinnvoll in Räumen wie Arztpraxen und Krankenhäusern, obwohl hier aus Gründen der Hygiene ganz auf den Einsatz von Teppichboden verzichtet und auf andere Bodenbeläge wie z.B. Linoleum zurückgegriffen werden sollte.
- **Mottenschutzmittel** sollen den Teppich vor Befall durch Motten und dem sogenannten Teppichkäfer schützen. Dies wird durch den Einsatz von Bioziden wie z.B. Permethrin erreicht. Dabei geht es weniger um den Schutz des Verbrauchers als um die Qualitätssicherung der Ware während der Lagerung und dem Transport (v.a. bei fernöstlichen Teppichen und den entsprechenden Importbestimmungen). Grundsätzlich muß man davon ausgehen, daß alle Teppichböden aus Tierfasern (Wolle, Ziegenhaar, Seide) mit Pyrethroiden (Permethrin, Eulan[®], WA neu[®]) behandelt sind. Auch andere Naturfasern wie Baumwolle, Sisal oder Kokos können mit Bioziden belastet sein. Beim Kauf von Bodenbelägen aus Tier- oder Pflanzenfasern sollte deshalb immer nach den Faserbehandlungen oder entsprechenden Gütesiegeln gefragt werden. Es gibt auch Teppiche und Teppichböden ohne Mottenschutzmittel!

Teppich-Gütesiegel

Gütesiegel sollen den Verbraucherinnen und Verbrauchern die Kaufentscheidung erleichtern. Die Siegel vermitteln den Eindruck, die Ware ist untersucht, also ist die Qualität gut! Das sollte jedoch nicht einfach so hingenommen werden, denn hinter den meisten Siegeln verbergen sich nur unzureichende Untersuchungen, die Schadstofffreiheit verheißen, aber nicht einhalten.

- Ein Wollteppich mit dem **Wollsiegel** oder dem **IWS-Siegel** bescheinigt die Behandlung mit Mottenschutzmitteln. Hinter den Handelsnamen Eulan® oder WA neu® verbergen sich Sulfonamide und Biozide wie z.B. Permethrin. Durch das Begehen oder Staubsaugen solchermaßen behandelter Teppiche und Teppichböden werden Fasern und Staub freigesetzt, die diese Schadstoffe enthalten. Eine Mottenschutzrüstung in Wohnräumen ist von daher nicht erwünscht und auch nicht nötig, da Schädlinge sich nur in ruhigen, unbenutzten Materialien wohlfühlen und entwickeln.
- Das **ETG-Siegel** (Europäische Teppichgemeinschaft) gibt Auskunft über Untersuchungen der Teppichwaren auf Pentachlorphenol (PCP) und Formaldehyd. Das heißt aber nicht, dass diese Substanzen nicht vorhanden sind. Außerdem finden die Untersuchungen auch nicht regelmäßig statt. Das ETG-Siegel ist also nicht verlässlich und sagt nur wenig aus.
- Die Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichböden (GUT) bürgt mit ihrem **GUT-Gütesiegel** dafür, daß Asbest, FCKW, Azo-Färbemittel, Vinylchlorid, Pestizide, Formaldehyd und Pentachlorphenol (PCP) bei der Herstellung nicht verwendet wurden. Zudem hat diese Gemeinschaft für Toluol, Styrol, Vinylcyclohexen und 4-Phenylcyclohexen Grenzwerte festgelegt, die erheblich unter den konventionell hergestellten Teppichböden liegen. Summenwerte für aromatische Kohlenwasserstoffe und flüchtige organische Stoffe runden die Kriterien ab. Vorsicht ist dennoch geboten, denn das GUT-Gütesiegel bescheinigt keine Schadstoff- oder Giffreiheit. Es ist zwar ein wichtiger Schritt in Richtung gesundes Wohnen, aber auch Teppichböden mit dem GUT-Siegel können noch andere, teilweise giftige Substanzen enthalten. Nichtsdestotrotz sind sie anderen textilen Bodenbelägen, die keinerlei Deklaration oder Herstellerhinweise besitzen, vorzuziehen.

Nach Möglichkeit sollte aus hygienischen und gesundheitlichen Gründen kein Teppichboden verlegt werden.

Der Teppichboden ist eine Sammelpunkt für Wohngifte aller Art, die aus Möbeln, Vorhängen, Spanplatten, Farben und Klebstoffen austreten und sich an den vielen kleinen Fasern festsetzen. Beim Betreten des Teppichs werden Partikel gemeinsam mit dem Hausstaub immer wieder aufgewirbelt und zwangsläufig von den Bewohnern eingeatmet,

Grundsätzlich sollten keine Teppichböden mit Schaumstoffrücken verlegt werden. Auch auf eine großflächige Verklebung sollte man nach Möglichkeit verzichten, Randfixierungen oder Klebebänder genügen als Halt für Flächen bis zu 30 Quadratmetern. Bei Natur-Teppichböden sollte auf dem Zertifikat des Herstellers angeführt sein, daß der Juterücken mit 'Naturlatex' verklebt wurde.

WOLLSCHUTZMITTEL

Wollschutzmittel werden als chemische Zusatzausrüstung vorwiegend von Woll- oder Naturfaserprodukten wie Teppichen und Teppichböden waschecht aufgebracht. Die Wollschutzmittel sollen bestimmte Verdauungsfermente der Motten unwirksam machen oder sollen die Wolle für die Schädlinge ungenießbar machen.

Verwendet werden vor allem Wirkstoffe aus der Gruppe der Pyrethroide, insbesondere Permethrin oder EULAN®.

Das Internationale Wollsekretariat (IWS) knüpft an die Vergabe des Wollsiegels bei Teppichen die Verwendung von Wollschutzmitteln. Wollsiegel-Teppichware ist daher in der Regel mit Pyrethroiden behandelt.

Die Substanzen werden während der Nutzungsphase des Teppichbodens über den Faserabrieb und Staubpartikel in die Raumluft freigesetzt.

Aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ist vom Kauf oder der Verwendung von Teppichen oder Teppichböden mit vorbeugender Ausrüstung abzuraten. Beim Kauf sollte eine entsprechende schriftliche Bestätigung gefordert werden.

Pyrethroide

Pyrethroide sind Insektizide, die dem natürlichen Chrysanthemengift Pyrethrum nachgebaut sind, dem natürlichen Vorbild durch zahlreiche Veränderungen der chemischen Struktur inzwischen aber nur noch entfernt verwandt sind. Sie besitzen eine schnell einsetzende Kontakt- und Fraßwirkung gegen fast alle Insekten.

Die wichtigsten Pyrethroide sind Permethrin, Deltamethrin, Cyfluthrin, Fenvalerat, Cypermethrin und Tetramethrin.

Zentraler Angriffspunkt der Pyrethroide ist das Nervensystem. Akute Pyrethroid-Vergiftungen äußern sich in Reizerscheinungen der äußeren Haut und der Schleimhäute, Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Schwindel und Müdigkeit. Symptome einer chronischen Pyrethroid-Vergiftung sind vor allem Störungen des Nervensystems wie Beeinträchtigung der intellektuellen Leistungsfähigkeit, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen, depressive Verstimmungen und Antriebslosigkeit.

Pyrethroide werden bei Aufnahme aus den meisten Körperorganen innerhalb einiger Tage wieder ausgeschieden. Die o. g. Wirkungen sind deshalb meistens nur von kurzer Dauer. Langzeitschädigungen bei dauerhafter Exposition gegenüber Pyrethroiden sind aber nicht auszuschließen.

EULAN® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Fa. BAYER AG für Wollschutzmittel gegen Motten und Käferfraß. Unter den Handelsnamen EULAN U 33, EULAN NEU, EULAN SPA, EULAN HFC uvm. bietet die Firma seit Jahrzehnten eine breite Produktpalette an. Die Produktion von EULAN WA NEU wurde 1988 eingestellt.

Die Wirkstoffe umfassen ein weites Spektrum unterschiedlicher Substanzen wie Permethrin, Sulfonamid-Derivate, Diphenyl-Harnstoff-Derivate etc. Labortechnisch wurden diese Wirkstoffe als Stoffgruppe der Polychloro-2(chlormethylsulfonamid)-diphenylether (PCSD) identifiziert. Das neben dem PCSD festgestellte Polychloro-2-amino-diphenylether (PCAD oder PDA) tritt nach diesen Untersuchungen sowohl als industrielles Vorprodukt als auch als Abbauprodukt der PCSD auf.

MITIN® ist ein dem EULAN vergleichbares Produkt, das von der Fa. CIBA GEIGY angeboten wird. Der Wirkstoff ist 'Sulcofuron', eine kritische Verbindung, die schnell zerfällt und eine Verwandtschaft zu Dioxin aufweist. Die durch Spaltung entstehenden Abbauprodukte sind denen von EULAN WA NEU vergleichbar.

MITIN FF wird als Salz aufgebracht und geht mit der Faser eine feste Verbindung ein.

HOLZSCHUTZ

Unter Holzschutz versteht man alle Maßnahmen, die eine Wertminderung oder Zerstörung von Holz oder Holzwerkstoffen verhindern bzw. verlangsamen.

Holzschutz wird unterteilt in chemischen und konstruktiven (baulichen) Holzschutz. Um eine Belastung durch Holzschutzmittelwirkstoffe so gering wie möglich zu halten, gilt: konstruktiver Holzschutz vor chemischem Holzschutz.

Der vorbeugende chemische Holzschutz für tragende und aussteifende Holzbauteile wird durch die DIN 68800 geregelt. Dort werden den Holzbauteilen Gefährdungsklassen zugeordnet, welche die Ansprüche an die Holzschutzmittelwirkstoffe festlegen. Bei einer Zuordnung zur Gefährdungsklasse 0 ist ein chemischer Holzschutz nicht erforderlich. Aber auch bei Zuordnung zu höheren Gefährdungsklassen ist ein chemischer Holzschutz bei der Auswahl von resistentem Holz unnötig.

Beim Verbau in Innenräumen ist ein Befall durch Holzschädlinge praktisch ausgeschlossen und die Verwendung von Holzschutzmitteln damit völlig überflüssig.

Holzschutzmittel

Holzschutzmittel sind Produkte, die aufgrund ihrer Zusammensetzung einen Befall von Holz durch holzzerstörende oder -verfärbende Pilze und Insekten verhindern oder vorhandene Organismen abtöten, wobei sie anschließend für einen anhaltenden Schutz gegen Neubefall sorgen können.

Holzschutzmittelwirkstoffe, die auf Holzschädlinge tödlich wirken sollen, sind meistens auch für den Menschen starke Gifte.

Holzschutzmittel werden unterteilt in wasserlösliche Holzschutzmittel auf Salzbasis (die sogenannten C-, K-, A-, B-, F-Salze), Holzschutzmittel mit wasseremulgierbaren Substanzen (AAC, Tridemorph, Kupfer-HDO), Mittel auf der Basis von Steinkohleteerölen (Carbolineum) und lösemittelhaltige Holzschutzmittel.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) überprüft die angebotenen Holzschutzmittel für den Holzschutz von tragenden und aussteifenden Holzteilen gemäß DIN 68800, vergibt die Prüfprädikate und schreibt das Einbringverfahren vor. Die Zulassung erfolgt nur dann, wenn der Nachweis erbracht wurde, daß bei ordnungsgemäßer Anwendung die holzschützende Wirkung erzielt wird.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens führt außerdem das Bundesgesundheitsamt (BGA) eine Bewertung des gesundheitlichen Risikos durch, und das Umweltbundesamt

(UBA) nimmt zur Umweltverträglichkeit Stellung. Gegen die zugelassenen Mittel sollen, bei Verarbeitung durch Fachleute unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes, keine gesundheitlichen und öko-toxikologischen Bedenken bestehen.

Für die Mittel, die nicht durch die Prüfzeichenpflicht erfaßt sind, also Mittel zum Schutz an statisch nicht beanspruchten Hölzern, bietet die Gütegemeinschaft Holzschutzmittel e.V. das RAL-Gütezeichen für Holzschutzmittel an. Auch hier wird eine gesundheitliche Prüfung vom BGA und eine ökologische Prüfung durch das UBA durchgeführt.

Da Holzschutzmittel grundsätzlich (außer für die oben erwähnten bestimmten Anwendungen) nicht amtlich zugelassen werden müssen, ist der Markt sehr unübersichtlich. Nach Expertenschätzungen verfügen lediglich 10 % der Produkte des chemischen Holzschutzes über ein Prüfzeichen. Bei den verbleibenden 90 % sind gesundheitsgefährdende Bestandteile in Form von Holzschutzmitteln/ Bioziden wie z.B. Dichlofluanid oder Fumecycloxyd möglich. Vor allem bei diesen, aber auch bei den Produkten mit Prüfplakette, sollte die Deklaration der Inhaltsstoffe sorgfältig studiert und notfalls eine Volldeklaration und ein Sicherheitsdatenblatt eingefordert werden.

Bestimmte Hersteller bieten Produkte auf der Basis der für den Menschen vergleichsweise ungiftigen Borsalze und als wässrige Lösung mit pflanzlichen und mineralischen Bestandteilen an ('natürliche' Holzschutzmittel).

Einbringverfahren

- Streichen und Spritzen: Einsatz vor allem im handwerklichen Bereich. Zur Erzielung der erforderlichen Eindringtiefe der Wirkstoffe (2 - 6 mm) sind meistend zwei Arbeitsgänge nötig. Spritzen und Sprühen ist außerhalb stationärer Anlagen unzulässig. C-Salze dürfen auf diese Weise überhaupt nicht zur Anwendung gelangen.
- Tauchen: Das Holz schwimmt auf dem Holzschutzmittel. Die erzielten Eindringtiefen liegen in der gleichen Größenordnung wie beim Streichen. Für C-Salze ist dieses Verfahren nicht mehr erlaubt.
- Trogtränkung: Das Holz wird für Stunden im Holzschutzmittel untergetaucht, was ein gleichmäßiges und tiefes Eindringen ermöglicht. Angewendet wird die Trogtränkung vor allem bei Schutzsalzimpregnierungen (für C-Salze verboten).
- Kesseldruckimprägnierung: Tränkung des Holzes durch Unter- oder Überdruck. Die Eindringtiefe ist abhängig von der Holzart. Eine Perforation des Holzes soll die Eindringtiefe erhöhen. Die Nachschaltung eines Schlußvakuums führt zu einer besseren Fixierung des Holzschutzmittels im Holz und damit zu einer geringeren Freisetzung der Wirkstoffe.

Wasserlösliche Holzschutzmittel

- B-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe auf der Basis von Borverbindungen. B-Salze werden auch als alleiniger Holzschutzmittel-Wirkstoff eingesetzt (Borsäure, Borax). B-Salze wirken insektizid und fungizid. B-Salze fixieren nicht direkt mit der Holzfaser und sind daher sehr anfällig gegenüber Auswaschung. Kesseldruckimprägniertes Holz verliert innerhalb 6 Monaten freier Bewitterung 35 % des eingebrachten Wirkstoffes. Langfristig ist ein Verlust von 60 - 80 % anzunehmen. Borverbindungen sind für den Menschen praktisch ungiftig.
- SF-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe auf der Basis von Fluorsilikaten (Silikofluoride) (siehe auch CF-, CFA-, CFB-, HF-Salze). Die SF-Salze setzen nach ca 4 Wochen 25 % der Wirkstoff-menge frei. Die Verluste durch Ausgasung sind geringer als bei HF-Salzen. In der Praxis zeigte sich eine langsame, aber stetige Abgabe von Fluorwasserstoff. Nach 25 Jahren lag der Verlust bei 75 % der ursprünglich eingebrachten Wirkstoffmenge.
- HF-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe, die gebundenen Fluorwasserstoff enthalten (siehe auch CF-, CFA-, CFB, SF-Salze). HF-Salze sind für großflächige Anwendungen in Aufenthalts-räumen oder Lagerräumen für Futter- und Lebensmittel nicht geeignet. HF-Salze wirken insektizid und fungizid. Sie setzen nach ca. 4 Wochen 10 - 20 % der gesamten Wirkstoffmenge frei. In der Praxis können einen Monat nach Imprägnierung 50 - 70 % der Wirkstoffmenge durch Ausgasung verloren gegangen sein. Dann erst schließt sich eine Phase der langsameren Freisetzung an. Im Endzustand, der nach insgesamt etwa einem Jahr erreicht wird, liegt der Wirkstoffverlust bei ca. 75 % (Tauchimprägnierung). Bei den HF- Salzen ist somit die Ausgasung von Fluorwasserstoff sehr hoch.
- C-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe auf der Basis von Chromverbindungen. Es werden Chromate, Dichromate und Chromoxide verwendet. Chromverbindungen sind z.T. sehr giftig, Chrom(VI)-Verbindungen sind gemäß MAK-Liste III A2 im Tierversuch krebserzeugend. Zinkchromat ist gemäß MAK-Liste Kategorie 1 (früher: III A1) beim Menschen eindeutig krebserzeugend.
- CK-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe, die Chromverbindungen (Dichromate, Chromate, Chromoxid) und Kupferverbindungen (Kupfersulfat) enthalten. CK-Salze wirken insektizid, fungizid, und sind auch unter extremen Bedingungen witterungsbeständig. Die Verluste durch Auswaschung sind sehr gering (0,1 %). Wie bei allen C-Salzen ist die Toxizität der Chrom(VI)-Verbindungen zu beachten (s.o.).
- CKA-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe, die neben den CK-Salzen zusätzlich Arsenverbindungen enthalten (Arsenpentoxid, Arsenate, Arsensäure) CKA-Salze sind nur noch für Kesseldruckimprägnierung für Holz in der Außenanwendung zugelassen. CKA-Salze wirken insektizid, fungizid, und sind witterungsbeständig, auch bei ständigem Wasser- oder Erdkontakt. Die Verluste durch Auswaschung betragen zwischen 5 % (Chrom-, Kupferverbindungen) und 20 % (Arsenverbindungen).
- CKB-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe, die neben den CK-Salzen zusätzlich Borverbindungen enthalten (Borsäure, Borax). CKB-Salze wirken insektizid, fungizid,

und sind witterungsbeständig, auch bei ständigem Wasser- oder Erdkontakt. Die Verluste durch Auswaschung betragen zwischen 7 % (Kupferverbindungen) und 90 % (Borverbindungen).

- CKF- und CKFZ-Salze sind Holzschutzmittel-Wirkstoffe, die neben den CK-Salzen zusätzlich Fluorverbindungen enthalten (Kupferhexafluorosilikat, Fluoride, Zinkhexafluorosilikat). CKF- und CKFZ-Salze wirken insektizid, fungizid, und sind witterungsbeständig, auch bei ständigem Wasser- oder Erdkontakt. Zum Auswaschungsverhalten sind keine praxisnahen Werte bekannt. Als Erwartungswerte können für Fluorverbindungen 60 %, für Kupfer- und Chromverbindungen je 5 % angenommen werden. Bei der Verwendung von Zinkhexafluorosilikat entsteht im wässrigen Medium Zinkchromat. Dieses Chromat ist gemäß MAK-Liste Kategorie 1 (früher: III A1) beim Menschen nachgewiesenermaßen krebserzeugend, die sonstigen Chromate sind gemäß MAK-Liste Kategorie 2 (früher: III A2) im Tierversuch krebserzeugend.

Wasseremulgierbare Holzschutzmittel

Sie sind als Alternative zu den wasserlöslichen Holzschutzmitteln gedacht.

In wasseremulgierbaren Holzschutzmitteln werden AAC, Tridemorph und Kupfer-HDO gemeinsam oder allein verwendet.

AAC ist die Abkürzung für Alkylammonium Compounds (Alkylammoniumverbindungen). Als wichtigster Vertreter gilt Benzalkoniumchlorid (BAC), eine farblose Flüssigkeit mit schwachem Eigengeruch. Die Verwendung von AAC erfolgt in Verbindung mit Tridemorph. Aber auch die alleinige Verwendung ist möglich. Die Verlust durch Auswaschung liegen in der Größenordnung von 10 - 15 %.

Die chronische Toxizität von AAC ist weitgehend unbekannt.

AAC ist in die Wassergefährdungsklasse 3 (stark wassergefährdend) eingestuft.

Kupfer-HDO ist ein Fungizid. Es wird durch Komplexbildner wie Ethylendiamin oder Diethyltriamin wasserlöslich gemacht.

Tridemorph ist ebenfalls ein fungizider Wirkstoff, der in Kombination mit AAC eingesetzt wird. Da es sich um ein neuartiges Produkt handelt, sind praxisrelevante Daten zum Wirkstoffverlust nicht verfügbar. Erste Erkenntnisse zeigen, daß Tridemorph in der vorliegenden Salzform (Tridemorph-fluoroborat) nur wenig ausgewaschen wird, dafür aber eine hohe Ausgasungsneigung hat.

Steinkohleteeröle

Aus der Destillation des bei der Steinkohleverkokung zurückbleibenden Steinkohleteeres gewinnt man unter anderem die Fraktion der Teeröle. Aus den Teerölen Naphthalinöl, Waschöl und Anthracenöl I und II wird Carbolineum hergestellt.

Carbolineum ist ein öliges, braunrotes, teerig riechendes Gemisch aus Steinkohleteerbestandteilen. Carbolineum wirkt insektizid, fungizid und ist auch bei extremer Beanspruchung witterungsbeständig. Gemäß Chemikalienverordnung vom 1.11.1993 ist der Einsatz von teerölhaltigen Zubereitungen stark eingeschränkt. Daher wird Carbolineum eigentlich nur noch bei der Imprägnierung von Bahnschwellen und Leitungsmasten angewendet.

Carbolineum wurde insbesondere aufgrund des Gehalts an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) als beim Menschen eindeutig krebserzeugender Stoff eingestuft (MAK-Liste Kategorie 1 (früher: III A1)).

Carbolineum ist stark hautreizend, die Dämpfe reizen die Atemwege. Die Freisetzung von Inhaltsstoffen aus imprägniertem Holz findet gleichzeitig durch Ausgasung, Auswaschung und Ausschwitzen statt.

Lösemittelhaltige Holzschutzmittel

Die lösemittelhaltigen Holzschutzmittel lassen sich je nach Bindemittelgehalt in Imprägnierungen, Imprägnierlasuren, Holzschutzlasuren und Holzschutzfarben unterteilen. Die Übergänge dabei sind fließend und nicht als Abgrenzungen zu verstehen.

Lösemittel ist hauptsächlich Testbenzin. Als biozide Wirkstoffe dienen organische Fungizide und Insektizide. Gebräuchliche Bindemittel sind Kunstharze.

Lösemittelhaltige Holzschutzmittel werden für den vorbeugenden chemischen Holzschutz eingesetzt. Eine Verwendung von biozidhaltigen Imprägnier- und Lacklasuren für den Holzschutz in Innenräumen ist völlig überflüssig und kann zu schweren Gesundheitsschäden führen.

Der größte Anteil der Holzschutzmittel-Wirkstoffe sind chlorierte Kohlenwasserstoffe (früher z.B. Pentachlorphenol (PCP) und Lindan; heute vorwiegend Dichlofluanid und Permethrin). Sie werden vor allem im Körperfett gespeichert. Da sie im Körper auch in andere Verbindungen umgewandelt werden, können sie über viele Jahre gespeichert werden, ohne sich abzubauen. Bei Holzschutzmittelgeschädigten, die über viele Jahre in belasteten Wohnungen oder Häusern lebten, traten teilweise noch nach 20 bis 30 Jahren Spätschäden auf.

Konstruktiver Holzschutz

Konstruktiver Holzschutz beugt einer Feuchtebildung vor und verhindert so die Anfälligkeit für Fäulnis, Bläue und Insektenbefall. Konstruktiver Holzschutz kann vor allem im Außenbereich, aber auch in Innenräumen verwirklicht werden.

Außenbereich:

- Das Holz darf nicht in direkter Berührung mit dem Erdreich verbaut werden.
- Holzverkleidungen sollten mindestens einen Abstand von 20 cm zum Erdboden haben.
- Holzstützen für Balkone oder Wintergärten sind auf Stahlschuhen zu befestigen, so daß ein Bodenabstand, auch als Spritzwasserschutz, von 20 bis 30 cm eingehalten wird.
- Überdachungen, Vordächer und große Dachüberstände sind der beste konstruktive Holzschutz für Holzfassaden, Holzfenster und Holzkonstruktionen gegen Schlagregen.
- Außenholzabdeckungen sollten allseitig mindestens einen vier Zentimeter breiten Überstand haben und mit Tropfrillen an den Unterseiten ausgebildet sein.
- Holzabdeckungen sollten niemals gerade, sondern immer mit ausreichendem Gefälle angebracht sein, so daß Regen- oder Tropfwasser leicht und schnell nach außen abfließen kann.

Innenbereich:

- Kein frisches und damit "feuchtes" Holz verwenden. Die Holzfeuchte der Balken für Dachstühle und Holzstützen sollte nicht mehr als 18 % betragen. Für Möbel, Holzböden, Wandverkleidungen und Decken sollte man kein Holz verwenden, das einen höheren Feuchtegehalt als 12 % aufweist.
- Holz für den Innenausbau muß vollständig entrindet werden.
- Die Bäume, aus denen tragende Dachkonstruktionen, Sparren, Pfetten oder Stützen hergestellt werden, müssen für einen wirkungsvollen Holzschutz in der Winterzeit und in einer Frostperiode geschlagen werden.
- Für wichtige konstruktive Tragbalken oder Stützen sollte man Kernholz verwenden.
- Dachböden sollten an sämtlichen Öffnungen, Fenstern und Luken mit Fliegengittern versehen werden, so daß das Eindringen von Flugkäfern verhindert wird.
- Holz sollte regelmäßig auf einen möglichen Schädlingsbefall kontrolliert werden, besonders in dunklen Bereichen und Ecken, die wenig belüftet sind.

SPANPLATTEN UND HOLZWERKSTOFFE

Seit den fünfziger Jahren werden Spanplatten als Ersatz für Massivholzbretter verwendet. Anfänglich wurden sie vor allem furniert und im Möbelbau eingesetzt. Mittlerweile ist die Spanplattenproduktion so vielseitig, daß man schon viele konstruktive Elemente sowie Innenausbaumaterialien eines Hauses daraus herstellen kann, z.B. Fußböden, Innenwandverkleidungen und Unterkonstruktionen. Im Gegensatz zu Massivholz verziehen sich die Platten nicht. Heute gibt es wohl kaum noch ein Haus, in dem nicht etliche Quadratmeter Spanplatten verarbeitet worden sind.

Das Grundmaterial für Spanplatten sind holzhaltige Faserstoffe. Vor allem handelt es sich um Industrieabfälle wie Altholz von Verpackungsmaterialien, Bahnschwellen, Masten, Bau- und Restholz sowie Rund- und Durchforstungsholz.

Äußerst kritisch ist die Verwendung großer Mengen von Bindemitteln, mit denen die aufgearbeiteten Holzspäne zu Platten gepreßt werden. Sie schädigen zum Teil nicht nur die Umwelt, sondern auch die menschliche Gesundheit. In 90 Prozent der Fälle wird als Bindemittel Formaldehydharz verwendet, das mit den Holzspänen keine dauerhafte Verbindung eingeht. So gas Formaldehyd ununterbrochen aus den Spanplatten aus und belastet die Raumluft. Das Gas entweicht, solange die Spanplatte existiert. Erst wenn die Platten selbst zerbröseln, besteht keine Gesundheitsgefahr mehr. Formaldehyd kann also noch nach 10 bis 30 Jahren die Bewohner schädigen. Das Gas entweicht vorwiegend an den Stellen, die nicht verklebt oder zusätzlich geschützt sind, wie z.B. an Sägeschnitten oder aus Bohrlöchern. Weitere Bindemittel sind Polyurethane, Kunstharze sowie mineralische Bindemittel wie Magnesit, Gips oder Zement.

Formaldehyd

Formaldehyd ist ein stechend riechendes Gas, das Schleimhäute und Atemwege reizt und Augen- und Nasenschleimhautreizungen, Hustenreiz, Kopfschmerzen und Unwohlsein hervorrufen kann. Längerfristig kann Formaldehyd allergische Reaktionen auslösen oder allergische Reaktionen gegenüber anderen Substanzen begünstigen. Formaldehyd wird nicht im Körper angereichert. Gemäß MAK-Liste III B steht Formaldehyd im begründeten Verdacht auf krebserzeugendes Potential.

Die Prüfverfahren für die Festlegung von Grenzwerten erfolgen unter Normbedingungen und sind nicht mit den Bedingungen in einem Wohnraum zu vergleichen. Allein schon durch die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse im Sommer und im Winter sind die Innentemperaturen, und die Luftfeuchtigkeit und damit die Ausgasungsrate von Formaldehyd sehr unterschiedlich.

Emissionsklassen

Die Emissionsklassen sind eine Einteilung von Pressspanplatten und anderen plattenförmigen Holzwerkstoffen nach ihrer Formaldehydausgleichskonzentration in einer Prüfkammer. Die Emissionsklassen geben Auskunft über die Höhe der Formaldehydausgasung. Die festgelegten Parameter des Prüfkammerverfahrens (Luftwechselzahl 1 / h, Raumbeladung 1 m² / m³) spiegeln aber nicht immer die in der Praxis vorliegenden Bedingungen wieder. Durch den Einsatz von hochdichten Fenstern sind Luftwechselraten bis hinunter zu 0,2 / h möglich. Auch die Raumbeladung ist, vor allem bedingt durch den Einsatz von Holzfaser- und Spanplatten im Möbelbau, oft höher.

Die Einteilung erfolgt in drei Klassen:

Emissionsklasse E1 : Formaldehyd-Ausgleichskonzentration unter 0,1 ppm

Emissionsklasse E2 : Formaldehyd-Ausgleichskonzentration 0,1 - 1,0 ppm

Emissionsklasse E3 : Formaldehyd-Ausgleichskonzentration über 1,0 ppm

Holzfaserverprodukte mit der Bezeichnung E1 können in Einzelfällen auch deutlich über dem Richtwert Formaldehyd emittieren. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Hersteller von Produkten für den Innenausbau gelieferte E1-Holzwerkstoffe weiterverarbeiten (z.B. die Holzwerkstoffe für die Herstellung von Akustikpaneelen lochen oder schlitzen).

Spanplatten mit der Bezeichnung F 0 sind formaldehydfrei, d.h. es wurden keine Bindemittel auf der Basis von Formaldehydharzen eingesetzt. Üblich ist dann die Verwendung von Polyurethan-Bindemitteln. Hier entsteht allerdings möglicherweise ein Problem durch Isocyanate.

Formaldehydfrei mineralisch gebundene Spanplatten bestehen zu ca. 65 Gewichtsprozent aus Hobelspänen, 10 Prozent sind gebundenes Wasser und 25 Prozent mineralische Bindemittel, Erhärtungsbeschleuniger und andere Zuschlagstoffe. Mineralisch gebundene Spanplatten sind erheblich widerstandsfähiger gegen Pilzbefall, Feuer und Feuchtigkeit als kunstharzgebundene.

Neuerdings wird auch der Holzbestandteil Lignin als Bindemittel eingesetzt, was als umweltfreundliche Alternative zu begrüßen ist. Mit dem Umweltzeichen (RAL - Umweltzeichen 38) können plattenförmige Holzwerkstoffe gekennzeichnet werden, die eine Ausgleichskonzentration von 0,05 ppm und darunter erreichen.

Typenbezeichnungen

V - 20 : überwiegend Harnstoff-Formaldehyd-Harze (Aminoplaste)

V - 100 : Phenol-, MDI- (Isocyanate), MDI-Melamin, MDI-Phenol-Formaldehyd-Harze

V - 100 G : wie V 100, aber mit Fungizidzusatz

Holzwerkstoffe

Unter dem Sammelbegriff Holzwerkstoffe werden Produkte zusammengefaßt, die durch Zusammensetzen von Holzfasern, Holzspänen oder Furnieren, meist unter der Zugabe von Bindemitteln (Formaldehydharze, Polyurethanharze, Gips, Zement, Magnesit), hergestellt werden. Sperrholz, Spanplatten und Holzfaserplatten zählen traditionell zu den Holzwerkstoffen. In Abhängigkeit vom verwendeten Bindemittel haben Holzwerkstoffe eine unterschiedliche gesund-heitliche Relevanz (Stichworte: Formaldehyd, Isocyanate).

Emissionsarme Holzwerkstoffe

Die Jury Umweltzeichen hat 1992 ein Umweltzeichen beschlossen, mit dem beschichtete und unbeschichtete Spanplatten, Tischlerplatten und Faserplatten gekennzeichnet werden können. Die Anforderungen enthalten neben einem Grenzwert für Formaldehyd (0,05 ppm) auch Anforderungen an MDI (Isocyanat) und Phenole, die nachweisbar nicht emittieren dürfen, sofern entsprechende Bindemittel verwendet wurden. Darüber hinaus dürfen den Holzwerkstoffplatten (inklusive Beschichtungen) keine Holzschutzmittel/ Biozide und keine halogenorganischen Verbindungen (z.B. Fluoride, Chloride, Bromide) zugesetzt werden.

Formaldehydarme Holzwerkstoffe

Formaldehydarm werden Werkstoffe bezeichnet, die mit dem RAL-Umweltzeichen 38 gekennzeichnet sind (gilt nur für Produkte, die zu mehr als 50 % aus Holz bestehen). Die für die Herstellung der Produkte eingesetzten Holzwerkstoffe dürfen im Rohzustand eine Ausgleichskonzentration von maximal 0,1 ppm Formaldehyd (entspricht der Emissionsklasse E 1) nicht überschreiten. Bei den fertigen Produkten ist ein Grenzwert von 0,05 ppm vorgegeben.

KLEBSTOFFE

Klebstoffe sind Werkstoffe, die verschiedene Teile aufgrund der physikalisch-chemischen Prinzipien der Adhäsion und Kohäsion verbinden. Man unterteilt sie in Reaktions- und Lösemittelkleber. Bei den Reaktionsklebern wird die Klebewirkung durch die chemische Reaktion von unterschiedlichen Komponenten erreicht. Bei den Lösemittelklebern kommt es zur Aushärtung, also zum Klebeffekt durch das Verdunsten der Lösemittelzusätze (Kontaktkleber, Dispersionskleber, Schmelzkleber, Haftkleber, Holzleime, Leime, Kleister).

Stark lösemittelhaltige Kleber

Stark lösemittelhaltige **Kunsthartzkleber** enthalten Lösemittelanteile von bis zu 85 % und werden in der Regel nur noch für Spezialbereiche beim Hausbau wie z.B. für die Verklebung von Kunststeinmaterialien und Sockelleisten verwendet. In diesen Synthesekautschukprodukten ist hauptsächlich Polychlorbutadien (Neoprene) enthalten, aber auch Formaldehyd, Isocyanate und die gesamte Palette der Lösemittel wie z.B. Aceton, Ethanol, Toluol, Test- oder Leichtbenzin.

Lösemittelhaltige Kleber

Bei diesen Klebern beträgt der Lösemittelanteil im Durchschnitt ca. 20 %. Die Lösemittel bei dieser Art **Kunsthartzklebern** bestehen fast ausschließlich aus umweltbelastenden Substanzen.

Als Bindemittel für Kunsthartzkleber werden häufig Epoxid-, Phenol-, Harnstoff- und Melaminharze sowie Polyvinylacetat (PVA) verwendet. Eine große Palette von Hilfsstoffen wie z.B. Abbindeverzögerer, Lichtschutz-, Entschäumungs-, Alterungsschutz- und Verdickungsmittel, Härter, Konservierungsstoffe, Füllstoffe und Weichmacher kommen hinzu.

Bei **Naturhartzklebern** wird vorwiegend Balsamterpentinöl als Lösemittel verwendet.

Die Bindemittel werden aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen, wie z.B. Kolophonium, Dammar, Gummiarabicum, Naturkautschuk, Naturlatex, Kopal oder Tragant.

Problematisch können die Bestandteile des Balsamterpentinöls sein, die sog. Terpene. Sie sind z.T. sensibilisierend und ekzemauslösend.

Während der Verarbeitung und in der Trocknungsphase belasten auch diese 'natürlichen' Lösemittel Schleimhäute, Atemwege und Nervensystem, für eine ausreichende Lüftung ist deshalb in dieser Zeit zu sorgen.

Lösemittelarme Klebstoffe

Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Dispersionskleber, die heute bevorzugt für das Aufbringen von Bodenbelägen benutzt werden. Der Lösemittelanteil beträgt maximal 5 %. Bei den **Kunststoff-Dispersionsklebern** werden in Wasser fein verteilte (dispergierte) Kunststoffe gemischt, wie z.B. Synthetik kautschuk, Acrylsäureester, Polyvinylacetat und Methylmethacrylat.

Bei **Naturharz-Dispersionsklebern** werden hauptsächlich Naturkautschuk und Kolophonium verwendet, die im Gegensatz zu den Kunstharzen umweltfreundlich und ungefährlich für den menschlichen Organismus sind (Ausnahme: bei sensiblen oder besonders empfindlichen Personen sind allergische Reaktionen möglich).

Seit einiger Zeit sind Textilbelagsklebstoffe auf dem Markt, die nach einem Klassifizierungssystem der *Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe e.V. Düsseldorf (GEV)* als "sehr emissionsarm" (EMICODE EC 1) eingestuft werden.

Aufgrund bisher durchgeführter Untersuchungen sollten textile Bodenbeläge, falls sie verklebt werden müssen, grundsätzlich nur noch mit "sehr emissionsarmen" Textilbelagsklebstoffen verarbeitet werden.

Lösemittelfreie Klebstoffe

Hierbei handelt es sich vor allem um Klebstoffnetze, -folien oder -bänder, die vorwiegend für Teppichverlegearbeiten verwendet werden.

Verschiedene Innenausbaumaterialien sind mit lösemittelfreien Harzklebstoffen beschichtet, wie z.B. Keramik-, Teppich-, Kork-, PVC- oder Linoleumfliesen. Die Kleber bestehen hierbei überwiegend aus Synthesekautschuk (Styrol-Butadien-Kautschuk), Kunstharzen oder Polyurethanen. Bei diesen chemischen Produkten sind toxische Emissionen möglich (z.B. Isocyanate aus Polyurethanen).

Reaktionsklebstoffe

Reaktionskleber sind in der Regel lösemittelfrei und härten durch chemische Reaktionen an der Luft aus. Bei diesen, häufig unter dem Namen Epoxidharzkleber erhältlichen, Klebstoffen werden Härter, verschiedene Additive und Weichmacher eingesetzt. Am gebräuchlichsten sind Zwei-Komponenten-Systeme und Sekundenkleber, die bei der Vermischung, je nach chemischer Zusammensetzung, sekundenschnell oder auch über Stunden hinweg durch chemische Reaktionen erhärten. Auch die Polyurethanklebstoffe zählen zu den Reaktionsklebern. Besonders bei den Zwei-Komponenten-Klebern ist eine Gesundheitsgefährdung durch freiwerdende Isocyanate gegeben.

Leime

Leime sind dünnflüssige und meist wasserlösliche Klebstoffe.

Kunstharzleime bestehen meistens aus Harnstoff-Formaldehyd, Phenol-Formaldehyd oder Melamin-Formaldehyd. Diese synthetisch hergestellten Kunstharzleime sind grundsätzlich toxisch, ihre gesundheitsgefährdende Wirkung hängt von der Menge der verwendeten Binde- und Lösemittel ab.

Bei **Naturharzleimen** werden tierische (Knochen, Leder, Haut) oder pflanzliche (Mais-, Weizen-, Roggen-, Kartoffelstärke) Rohstoffe verwendet.

Für **Tapetenkleister** werden von Naturchemiefirmen Zellulose- und Kaseinleime angeboten, die keine Konservierungsstoffe enthalten. Methylzellulose- und Zelluloseglycolatleime aus der synthetischen Herstellung enthalten Konservierungsstoffe und können dadurch Schadstoffe abgeben, die nur eine geringe Gesundheitsgefährdung darstellen.

Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit

Die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit der verschiedenen Klebstoffe hängt vor allem von den verwendeten Grundstoffen und Lösemitteln ab. Ein wichtiger Aspekt ist die Abgabe flüchtiger organischer Substanzen (VOC) während der Verarbeitung und des Abbindens. Die Raumluftkonzentrationen bei der Verarbeitung und danach können hohe Werte erreichen, insbesondere bei großflächigem Einsatz wie dem Verkleben von Bodenbelägen.

Bei den **Reaktionsklebern** werden hochreaktive Monomere/Oligomere freigesetzt. Eine Aufnahme über die Atemwege oder die Haut ist möglich.

Die **Dispersionsklebstoffe** stellen eine weitaus ungefährlichere Alternative dar, da sie lösemittelarm und weitgehend frei von Restmonomeren sind. Für praktisch alle Anwendungsbereiche stehen lösemittelarme bzw. -freie Dispersionskleber zur Verfügung.

Allerdings ist hier, wie auch bei den Kleistern und Leimen, auf die eingesetzten Konservierungsmittel zu achten.

Die in Lösemittel- und Dispersionsklebern für Bodenbeläge als Weichmacher in großen Mengen eingesetzten Phtalsäureester können Kopfschmerzen und lokale Reizungen bewirken. Tierversuche ergaben bei hohen Dosen von Di-2-(ethylhexyl)-phthalat (DEHP) Anhaltspunkte für eine krebsauslösende Wirkung; mit niedrigen Dosen wurde dies allerdings nicht bestätigt. Da Weichmacher sehr schwerflüchtig sind und der verklebte Belag eine zusätzliche Barriere darstellt, treten mögliche gesundheitliche Wirkungen erst mittel- und langfristig (nach Monaten und Jahren) auf.

Bei allen Klebstoffen sollte auf ausreichende Lüftung in den Räumen geachtet werden. Auch bei der Anwendung von großflächig aufzutragenden Naturklebern können bei unzureichender Lüftung bei sensiblen und besonders empfindlichen Menschen vereinzelt Allergien auftreten.

FARBEN UND LACKE

FARBEN bilden eine nicht glänzende, offenporige Beschichtung und werden nach DIN in wischfeste und waschfeste Farben unterteilt. Sie haben einen relativ hohen Farbstoff- und Pigmentanteil, aber nur einen geringen Bindemittelgehalt. Die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit ist abhängig von der Art der Farbe (Anstrichstoffe, Leim-, Silikat- Natur-, Dispersionsfarben).

LACKE werden zur Beschichtung von Oberflächen aus Holz, Metall, Kunststoff oder mineralischem Material verwendet. Es werden Natur- und Kunstharzlacke unterschieden. Im Vergleich zu Farben haben Lacke einen höheren Bindemittelgehalt. Das Bindemittel liegt im Lösemittel gelöst vor (lösemittelhaltige Lacke), verteilt in Wasser (Dispersionslacke) oder als Vorprodukt (Reaktionslacke). Dispersionslacke mit einem Lösemittelgehalt von maximal 10 % können als schadstoffarme Lacke das RAL-Umweltzeichen 12a erhalten.

Wasserlösliche Anstrichmittel

Dabei handelt es sich ausschließlich um Leimfarben. Ihr Bindemittel ist bei Produkten von Mitgliedsfirmen der "Arbeitsgemeinschaft Naturfarben" durchgängig Zelluloseleim.

Man bekommt Leimfarben als Pulver, getrennt in Leim und Pigmente, als pastösen Nassleim, dem das Pigment noch zugesetzt werden muß, oder bereits streichfertig gemischt.

Leimfarben sind ungiftige organische Stoffe, und ihr Bindemittel bleibt immer wasserlöslich. Man kann sie daher nicht in Kellern, Küchen oder Bädern verwenden. Für Innenwände und Decken wenig bis normal beanspruchter Räume eignen sie sich aber gut.

Leimfarben bilden wasserdampfdurchlässige Filme und werden bei richtiger Dosierung des Bindemittels wischfest.

Leimfarbenanstriche haften gut auf allen mineralischen Untergründen und festsitzenden Tapeten. Auf Holz, Öl- und Dispersionsfarbenanstrichen sind sie ungeeignet.

Da sie keine tragfähigen Schichten bilden, kann man sie nicht übertapezieren oder mit einer anderen Farbe überstreichen.

Wasserverdünnbare Anstrichmittel

Hierzu zählen Kalk-, Zement- und Dispersionsfarben.

Kalkfarben

Kalkfarben bestehen aus verdünnter Kalklauge. Angeboten werden Luftkalke (z.B. Weißkalkhydrat, Dolomitmalkhydrat) oder hydraulische Kalke (Wasserkalkhydrat, hydraulischer Kalk, hochhydraulischer Kalk). Naturfarbenhersteller bieten auch Sumpfkalk an.

Man erhält Kalkfarben in der Regel in ansetzfertiger Form als Pulver, Luftkalkfarben auch schon gebrauchsfertig pastös angesetzt.

Zum Abtönen sind nur kalkechte Buntpigmente geeignet. Starke Farbtöne sind nicht möglich, weil Kalkfarben Pigmente nur bis maximal 5 % binden.

Hydraulische Kalke sind wetterbeständiger als Luftkalke.

Luftkalke binden allein durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft in Anwesenheit von Wasser ab. Sie erhärten also nur an der Luft.

Hydraulische und hochhydraulische Kalkfarben binden zunächst durch Kohlendioxid aus der Luft, vor allem aber durch Aufnahme von Wasser ab. Nach einigen Stunden erhärten sie auch unter Luftabschluß.

Kalkfarbenanstriche sind deshalb besonders sorgfältig vor zu raschem Austrocknen zu schützen; sie härten sonst nicht richtig aus und es kommt zu Abplatzungen oder Abkreidungen.

Kalkfarben ergeben körnige, fast porös wirkende Oberflächen; sie bilden keine Filme. Man verwendet sie innen und außen auf Kalk-, Kalk-Zement- und Zementputzen, auf Schalungsbeton, gebrannten und ungebrannten Mauersteinen (nur innen), an Fassaden, Wänden und Decken. Sie eignen sich nicht für Holz- und Metalluntergründe.

Sie sind feuchtigkeitsunempfindlich, wirken desinfizierend und fungizid. Deshalb eignen sie sich für Küchen, Bäder, Keller und Lagerräume.

Geringe Zusätze von Leinöl (bis 0,5 %) verbessern die Streichfähigkeit und Wetterfestigkeit. Die Wetterfestigkeit erhöht sich ebenfalls bei Zusatz von Kasein oder Wasserglas. Für Innenanstriche kann man statt des Leinöls auch Zelluloseleim zusetzen, allerdings ist der Anstrich dann nicht mehr feuchtigkeitsfest.

Zementfarben

Zementfarben bestehen aus Weißzement und hochhydraulischem Kalk. Sie bilden keine Filme, ergeben wetterbeständige, wasserdampfdurchlässige Anstriche und eignen sich für dieselben Untergründe wie die Kalkfarben, ohne Einschränkung für innen und außen.

Das Bindemittel erhärtet durch Wasseraufnahme, ohne Luftzufuhr.

Für Holz- und Metalluntergründe sind Zementfarben nicht geeignet.

Verglichen mit Kalkfarben sind Zementfarben etwas spröder und können leichter reißen. Sie lassen sich, wie Kalkfarben, nur geringfügig abtönen.

Dispersionsfarben

Dispersionsanstriche gibt es für fast alle Zwecke und alle Untergründe: farbig, farblos, als Anstriche, Lacke, Lasuren und sogar als 'Dispersionsbeizen'. So ist ein als "Wandfarbe" oder "Fassadenfarbe" bezeichnetes Dispersions-Anstrichmittel ebenso gut auf Putzen, Betonen, Kalksandstein- oder Ziegelmauerwerk einzusetzen wie auf festsitzenden Tapeten, Holz oder fachmännisch grundierten Metallen.

Dispersionsfarben, die nur für Innenanstriche geeignet sind, werden fast immer auch ausdrücklich so bezeichnet. Sie bilden relativ wischfeste Oberflächen.

Der wesentliche Unterschied zwischen Dispersionsfarben für innen oder außen besteht darin, daß Anstriche für außen viel Bindemittel enthalten (z.B. 20 bis 30 %) und verhältnismäßig wenig andere Feststoffe (Pigmente und Füllstoffe, z.B. 30 bis 50 %), Anstriche für innen aber wenig Bindemittel (nur 8 bis 20 %) und dafür viel andere Feststoffe (50 bis 80 %).

Nach der Abgabe von flüchtigen Stoffen an die Raumluft werden Dispersionsfarben folgendermaßen unterteilt:

- Lösemittelfreie Dispersionsfarben:
 - Enthalten als Filmbildehilfsmittel keine Lösemittel;
- Emissionsarme Dispersionsfarben:
 - Der Anteil an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) beträgt bis zu 0,05 %;
- Emissionsfreie Dispersionsfarben:
 - Sind lösemittel- und weichmacherfrei und geben kein Formaldehyd, Restmonomere oder Ammoniak ab.

Allen Dispersionsanstrichen sind folgende Merkmale gemeinsam:

- Sie sind wasserverdünnbar;
- Ihre Bindemittel sind nicht wasserlöslich, sondern als relativ große feste Teilchen im Wasser fein verteilt (dispergiert);
- Sie bilden je nach Zusammensetzung und Schichtdicke wasserdampfdurchlässige bis wasserdampfsperrende Filme;
- Sie sind alkalifest und feuchtigkeitsunempfindlich;
- Die Anstriche erhärten durch Verdunsten des Wassers und durch Zusammenfließen und Verkleben der Bindemittelteilchen.

Dispersionsfarben mit natürlichen organischen Bindemitteln (meist Pflanzenharze und -öle) bekommt man in der Regel nur bei den Herstellern von "Naturfarben". Alle anderen enthalten als Bindemittel Kunststoff-Polymere.

Konventionelle Dispersionsfarben können bis zu 0,5 % Biozide als Topfkonservierer enthalten. Vorwiegend kommen Formaldehyd oder Isothiazolone zum Einsatz. Formaldehyd wirkt auf Schleimhäute und Atemwege reizend. Isothiazolone stehen im Verdacht, eine toxische Wirkung auf den menschlichen Organismus auszuüben.

"Natur"-Dispersionsfarben enthalten als fungizide Zusätze Borax, Arven-, Bergamotte-, Rosmarin-, Melissen- oder Pineöl. Manchmal auch wässrige oder alkoholische Auszüge aus solchen oder ähnlichen Pflanzen.

Reinsilikat- und Dispersionssilikatfarben

Diese Farben sind weder wasserlöslich noch wasserverdünnbar. Verdünnt werden dürfen sie nur mit dem Bindemittel Wasserglas (Kalium-/Natriumsilikat). Da Silikatfarben stark alkalisch sind, werden keine Konservierungsmittel benötigt.

Reinsilikatfarben bestehen aus Kaliwasserglas (Fixativ), und einem Farbpulver. Es können aber nur alkalibeständige Pigmente (z.B. Titandioxid, Eisenoxid) verwendet werden. Beide Komponenten werden erst kurz vor der Verarbeitung gemischt. Reinsilikatfarben verwendet man vor allem bei der Renovierung historischer Bauten außen und innen.

Dispersionssilikatfarben sind verarbeitungsfertige einkomponentige Farben, bei denen dem Wasserglasbindemittel zur besseren Verarbeitbarkeit bis zu 5 % Kunststoffdispersion zugesetzt sind. Verdünnt werden sie wie die Reinsilikatfarben mit dem Fixativ. Wenn man sie mit Wasser verdünnt, kreiden die Anstriche oder saugen übermäßig stark. Dispersionssilikatfarben werden oft als besonders robuste, wetter- und chemikalienfeste Fassadenanstriche eingesetzt.

Reinsilikat- und Dispersionssilikatfarben sind für alle Fassaden, Decken und Wände aus Betonen, Ziegeln, Kalksandstein, Naturstein etc. oder mit mineralischen Putzen sehr gut geeignet

Die Anstriche bilden keine Filme, sondern verkieseln mit dem Untergrund. Für diesen Vorgang ist Kohlendioxid aus der Luft, die Anwesenheit von Wasser und im Untergrund Kalklauge oder Quarz nötig.

Die Anstriche trocknen matt auf und gleichen in ihrer optischen Wirkung den Kalkfarben. Sie sind gegen sauren Regen und Industrieabgase weniger empfindlich als Kalk- oder Zementfarben.

Die Anstriche sind wasserdampf- und gasdurchlässig. Meistens werden sie durch hydrophobierende Zusätze (Silikone, Siloxane) vor allzu großer Wasseraufnahme bei feuchter Witterung geschützt. Auf Gasbeton müssen sie immer hydrophobierende Zusätze enthalten.

Auf Zink kann man sie als Korrosionsschutz- und in Innenräumen auf Holz als Flammschutzanstrich verwenden.

Ungeeignet sind Silikatfarbenanstriche auf Gips: die verkieselte Gipsschicht platzt ab.

Lösemittelhaltige Anstrichmittel

Es gibt sie, wie die Dispersionsanstrichmittel, für alle Untergründe und nahezu alle Zwecke als "Farben", Lacke, Lasuren und Beizen.

Für Verdünnungen des Anstrichs müssen immer Lösemittel(-Gemische) verwendet werden. Lösemittel sind umweltschädlich. Sie tragen zur Ozonbildung in den unteren Atmosphäreschichten und zur Verstärkung des Treibhauseffekts bei.

Es ist heute aber durchaus möglich - von ganz wenigen Spezialfällen abgesehen -, ohne größere Kosten und ohne in den Qualitätsansprüchen zurückzustecken, alle Malerarbeiten mit lösemittelfreien oder nahezu lösemittelfreien Produkten auszuführen.

Für das Arbeiten mit lösemittelhaltigen Anstrichmitteln gilt immer:

- nicht rauchen;
- keine offene Flamme in der Nähe;
- keine elektrischen Schalter in der Nähe betätigen;
- nur an gut belüfteten Plätzen arbeiten, am besten im Freien;
- möglichst Atemschutzmaske mit Atemfilter gegen Lösemittel tragen;
- Schutzhandschuhe tragen. Manche Lösemittel können durch die Haut aufgenommen werden oder bei Berührung Allergien auslösen.

Lacke

"Lack" ist nach DIN 55945 ein Sammelbegriff für Anstrichstoffe, die Beschichtungen mit bestimmten Eigenschaften ergeben, also z.B. qualitativ und optisch besonders hochwertige Oberflächenfilme bilden oder gegenüber besonders vielen Chemikalien beständig sind.

Wasserlacke

Wasserlacke sind besonders feinteilige Dispersionsanstrichmittel, mit denen alle lacktypischen Glanzgrade erreicht werden können. Man bekommt sie für alle Zwecke, für die es auch lösemittelhaltige Lacke gibt. Sie sind wasserverdünnbar.

Selbst Wasserlacke mit dem blauen Umweltzeichen enthalten noch bis zu 10 % Lösemittel bzw. Weichmacher. Dabei handelt es sich um höhere Alkohole (Glykole,

Glykolether), aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe und Weichmacher, die wegen ihrer z.T. geringen Flüchtigkeit besonders lange brauchen, um aus dem Lackfilm zu entweichen.

Um die Wasserlacke während der Lagerung der Gebinde vor mikrobiellem Befall zu schützen, werden Konservierungsmittel (Topfkonservierer) eingesetzt. Bis zu 0,5 % Biozide, Isothiazolinone oder Formaldehyd können hierfür zugesetzt sein.

Wasserlacke auf Kunstharzbasis enthalten zwangsläufig Monomere, die sich beim Trocknen des Anstrichstoffes zusammen mit dem Wasser verflüchtigen. Ebenso enthalten sie zur Salzbildung mit den sauren Gruppen des Harzes flüchtige Amine, die beim Trocknen entweichen.

Die Kunststoffmonomere und die Filmbildehilfsmittel (Lösemittel und Weichmacher) sind im wesentlichen für den Geruch der Farben verantwortlich.

Wasserlacke sind zwar wasserverdünnbar, aber sie dürfen dennoch nicht in die Kanalisation gelangen. Farbreste müssen wegen der Lösemittel und Konservierungsstoffe als Sondermüll entsorgt werden.

Öllacke und -farben

Öllacke und -farben enthalten neben dem Öl-Bindemittel meist noch ein Naturharz oder einen Kunststoff. Als Lösemittel dienen u.a. Testbenzin oder natürliche Lösemittel wie Balsamterpentinöl. Harzfreie Öllacke und -farben gibt es nur mit Leinöl als Bindemittel.

Öllacke und -farben trocknen nur langsam.

Ölhaltige Lacke mit Kunststoff-Bindemitteln

Hierunter fallen die verschiedenen Alkydharze und Alkydharzkombinationen mit anderen Kunststoffen (Acrylaten, Phenol-, Melamin- und Harnstoffharzen) und die Öl-Naturharzlacke.

Eingesetzt werden sie besonders auf Holz und Metalluntergründen für Grundierungen, Zwischen- und Deckanstriche, Korrosionsschutz und Spezialaufgaben wie z.B. Fenster- und Tür-, Heizkörper- und Bootslackierungen.

Alkydharzlacke sind lösemittelhaltig; der Lösemittelanteil liegt bei 10 bis 50 %.

Alkydharzlacke, die höchstens 15 % Lösemittel enthalten, dürfen mit dem RAL-Umweltzeichen 12a gekennzeichnet werden.

Als Lösemittel wird meist Testbenzin eingesetzt, das aufgrund der darin enthaltenen Aromaten (Toluol, Xylol) besonders problematisch ist. Die Raumluftbelastung durch Lösemittel klingt bei Verwendung von Alkydharzlacken allerdings wesentlich schneller ab als bei Acryllacken, da die Lösemittel der Alkydlacke einen viel niedrigeren Dampfdruck haben als die der Acryllacke.

Alkydlacke haben zwar durch die Verwendung von Leinöl oder Rizinusöl einen im Vergleich zu anderen Kunstharzlacken hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen, sind aber aufgrund der Herstellung chemische Syntheseprodukte.

Acryllacke sind Lacke auf der Basis von Acrylharzen. Sie werden als Lösungen in organischen Lösemitteln, als wässrige Dispersionen (s.o.) oder als Pulverlacke vielfältig eingesetzt. Wasser-verdünnbare Acryllacke werden bevorzugt zur Lackierung von Heizkörpern verwendet, da sie keine so starke Geruchsbelästigung wie Alkydharze hervorrufen.

Acrylharze lassen sich gut in Wasser verteilen, dadurch kann der Lösemittelanteil teilweise durch Wasser ersetzt werden. Wasserverdünnbare Acryllacke mit weniger als 10 % Lösemittel (schadstoffarmer Lack) können mit dem RAL-Umweltzeichen 12a gekennzeichnet werden. Es dürfen dann noch bis zu 0,5 % Konservierungsmittel und Bleisikkative (Lackhilfsstoffe) enthalten sein. Der Gehalt an Restmonomeren (Acrylnitril, Acrylsäure u.a.) kann bis zu 0,01 % betragen.

Schwerflüchtige Substanzen wie Glykolether, tertiäre Amine oder Weichmacher können noch über einen längeren Zeitraum während der Nutzungsphase ausgasen und gesundheitliche Beschwerden hervorrufen.

Dispersionslacke

Dispersionslacke ist der Sammelbegriff für Anstrichstoffe auf der Basis von Bindemitteln, die in Wasser verteilt (dispergiert) vorliegen. Als Bindemittel dienen hauptsächlich Styrol-Acrylat-Copolymere (siehe Acryllacke), die als 50 %ige Dispersion zu etwa 10 bis 15 % in Dispersionslacken enthalten sind. Es werden auch Dispersionen mit Polyvinylacetat, Polyvinylchlorid (PVC) und Alkydharz eingesetzt. Dispersionslacke haben einen Lösemittelgehalt von bis zu 16 %.

Dispersionslacke, die mit dem RAL-Umweltzeichen 12a gekennzeichnet sind, dürfen maximal 10 % Lösemittel und keine Schwermetalle enthalten, Bleisikkative und Konservierungsmittel (Topfkonservierer) dürfen aber bis 0,5 % enthalten sein.

RAL-gekennzeichnete Dispersionslacke enthalten aber keine potentiell erbgut-schädigenden Substanzen wie Glykole oder Glykolether.

Nitrozelluloselacke

Nitrozelluloselacke bestehen aus Zellulosenitrat, kombiniert mit anderen Naturharzen und/oder Kunststoffen. Sie haben immer einen hohen Lösemittelanteil (bis zu 70 %) und der fertig abgegebene Film enthält Weichmacher.

Verwendet werden sie hauptsächlich als Lackierungen für Holz oder Metall.

Die Beschichtungen sind licht- und wasser-, aber nicht immer wetterbeständig.

Zu den Nitrozelluloselacken gehören u.a. Zaponlack (farblos glänzender Schutzüberzug auf Metallen), Nitropolitur (hochglänzender, polierbarer Klarlack auf Möbeln) und

Nitromattine (glänzender, nicht polierbarer Klarlack auf wenig beanspruchten Holzflächen).

Bei der Anwendung sind Schutzmaßnahmen erforderlich (s.o.), da es aufgrund hoher Lösemittelkonzentrationen in der Luft zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Schwindel, Übelkeit u.a..) kommen kann (ggf. auch Explosionsgefahr). Werden Formaldehydharze verwendet, kann Formaldehyd freigesetzt werden.

Nitrozelluloselacke dürfen nicht ins Abwasser gelangen, da viele Inhaltsstoffe stark wasser-gefährdend sind. Ihre Entsorgung ist wegen des hohen Lösemittelanteils problematisch.

Schellack

Schellack wird aus den harzigen Ausscheidungen der Lackschildlaus gewonnen. Er wird in Spiritus (Ethanol) gelöst und trocknet sehr schnell auf, ist nicht wetterfest und wird durch Lösemittel angegriffen.

Man verwendet ihn zum isolierenden Überstreichen von schadstoffbelasteten Materialien und Flächen auf Innenwänden und Decken.

Schellack ist gesundheitlich unbedenklich.

Polyurethanlacke

Polyurethanlacke gehören zu den Reaktionslacken. Sie finden als 1-Komponenten- (1K-System) und als 2-Komponentenlack (2K-System) Verwendung. Besonders bekannt sind die Desmodur-Desmophen-Lacke (DD-Lacke; Handelsname der Fa. Bayer AG), bei der die eine Komponente u.a. den Polyolanteil (Stammlack) und die andere die Isocyanate (Härter) enthält.

Die Polyurethanlacke haben hohe Lösemittelgehalte. Um die Trocknungszeit zu verringern, können Polyurethanlacke mit Nitrolacken versetzt sein. Ein Zusatz anderer Bindemittel (Acrylharze, Polyesterharze) ist möglich.

Polyurethanlacke sind besonders hart, abriebfest und beständig gegen Wasser, Öle und Chemikalien. Sie werden daher vielfältig zur Beschichtung von Holz (Möbel, Parkett), Beton, Kunststoffen und Metallen verwendet.

Die in Polyurethanlacken enthaltenen Lösemittel führen bei der Anwendung zu hohen Raumluftkonzentrationen. Neben der Gesundheitsgefährdung für den Anwender führen die Lösemittlemissionen zu einer Belastung der Umwelt. Gerade die guten Verarbeitungseigenschaften (dickere und schneller härtende Einzelschichten) bewirken, daß die Lösemittel in solchen Beschichtungen relativ fest eingeschlossen werden und u.U. erst nach Monaten restlos entwichen sind. Bei der Verarbeitung von 2K-Systemen treten zudem noch Belastungen durch Isocyanate auf. Isocyanate reizen schon in sehr geringen Konzentrationen die Schleimhäute und können zu Sensibilisierungen führen.

Gesundheitsgefährdungen können auch von eventuell enthaltenen Aminen (Härter) ausgehen. Bei der Anwendung von Polyurethanlacken sind also umfangreiche Schutzmaßnahmen für den Verarbeitenden erforderlich. Das Umweltbundesamt rät Heimwerkern von der Verwendung von Polyurethanlacken ganz ab.

Polyesterharzlacke

Bei Polyesterharzlacken handelt es sich meistens um 2K-Systeme. Der Stammlack enthält ungesättigte Polyester gelöst in Styrol. Die Härter sind Peroxide.

Styrol wirkt narkotisierend und ist giftig, Peroxide wirken stark ätzend auf Haut und Schleimhäute und neigen außerdem zur Selbstentzündung. Deshalb müssen bei der Verarbeitung Schutzbrille, Atemschutzgerät und Schutzhandschuhe getragen werden.

Die Anstriche sind sehr widerstandsfähig und beständig gegen Wasser, Lösemittel, Chemikalien, Laugen und verdünnte Säuren und lassen sich in sehr hohen Schichten auftragen. Man verwendet sie besonders häufig für sehr strapazierfähige Möbellackierungen.

Epoxyharzlacke

Epoxyharzlacke bestehen ebenfalls aus zwei Komponenten. Der Stammlack enthält das Epoxyharz, der Härter Polyamine (dann wird der fertige Anstrich besonders lösemittel- und chemikalienbeständig), Polyamide (für hohe Elastizität und Wasserbeständigkeit) oder Poly-isocyanate (für besonders hohe Säurefestigkeit).

Zweikomponentige Epoxyharzlacke verwendet man hauptsächlich für Unterwasseranstriche und als Korrosionsschutz auf besonders stark belasteten Untergründen aus Stahl oder Beton. Die wasserverdünnbaren verwendet man besonders für mechanisch sehr stark belastete Betonböden. Einkomponentige Epoxyharzlacke sind weniger widerstandsfähig.

Die Dämpfe aus den noch nicht abgeordneten Polyamin-Epoxyharzen sind sehr gesundheitsschädlich, die Polyamine selbst wirken stark ätzend. Eine Belastung durch Monomere (Epichlorhydrin) ist wahrscheinlich. Das als Härter verwendete 4,4-Diaminodiphenylmethan hat sich gemäß MAK-Liste Kategorie 2 als krebserzeugend im Tierversuch erwiesen.

Lasuren

Lasuren sind farblose oder leicht eingefärbte, transparente, dünne Beschichtungen mit geringer Viskosität. Die Strukturen des Untergrunds scheinen durch den Anstrich durch.

Lasierende Anstriche gibt es auf allen Untergründen, hauptsächlich aber auf Holz und Beton. Die behandelten Oberflächen bleiben diffusionsoffen.

Wegen ihrer Dünnpflüssigkeit dringen Lasuren tief in den Untergrund ein. Im Außenbereich müssen Lasuren wegen der geringen Schichtdicke regelmäßig erneuert werden.

Lasuren enthalten weniger Bindemittel als Lacke. Als Bindemittel werden Kunstharze (z.B. Acrylharz) oder Naturharze verwendet. Der Lösemittelanteil liegt bei 40 - 50 %; es werden aber auch Lasuren auf Dispersionsbasis angeboten. Produkte mit weniger als 10 % Lösemittel können mit dem RAL-Umweltzeichen 12a (schadstoffarmer Lack) gekennzeichnet werden.

Problematisch bei Lasuren ist der hohe Lösemittelgehalt, v.a. die im Testbenzin enthaltenen Aromaten Toluol und Xylol.

Lasuren auf Dispersionsbasis enthalten Konservierungsstoffe und Alkali (Ammoniak und Amine).

Weitgehend umweltverträglich sind die Lasuren von Pflanzenchemieherstellern.

Effekt- und Strukturbeschichtungen

Dazu gehören alle lösemittelhaltigen oder wasserverdünnbaren Anstriche, die durch ihre Zusammensetzung, Zuschläge oder Pigmentierung besondere Oberflächeneffekte hervorrufen:

- Metalleffektlacke enthalten als Pigmente meist schuppenförmige Metallstäube aus Aluminium (z.B. für Hammerschlaglack oder Silberbronze), Messing (z.B. für "Anlaufbronzen" oder Goldbronze) oder Kupfer.
- Rauhfaser-effektfarben sind (meist waschbeständige) Innen-Dispersionsanstriche, die feine Holzspäne enthalten. Sie werden in der Regel nicht gestrichen, sondern gerollt oder gespritzt und meistens anstelle einer Rauhfaser-tapete auf Decken verwendet.
- Reißlacke bestehen aus einem sehr fetten Unterlack und einem sehr mageren Decklack, der beim Trocknen aufgrund der Spannungsunterschiede der beiden Schichten reißt. Man verwendet solche Lacke z.B., um Möbeln ein "antikes" Aussehen zu geben.
- Streichputze sind meist streich-, spritz- oder rollbare Dispersionsfarben mit körnigen Füllstoffen (z.B. Quarzsand). Sie ergeben auf Wänden und Decken putzähnliche, wasch- oder scheuerbeständige Oberflächen und sind in allen Farben abtönbar.
- Strukturbeschichtungen oder Wandplastiken sind spachtelartige, pastöse Dispersionen, die in dicken Schichten aufgetragen und profiliert werden können, so daß z.B. rauh- oder modellierputzartige Oberflächen entstehen. Sie sind mindestens waschbeständig. Man kann sie nach Belieben abtönen oder überlasieren.

Grundierungen

Unter Grundierung versteht man im allgemeinen ein Anstrichmittel, mit dem der Untergrund behandelt wurde, bevor die erste Schicht des eigentlichen Anstrichs aufgetragen wird.

Grundierungen bereiten den Untergrund für die Beschichtung vor, indem sie ihn verfestigen, die Saugfähigkeit auf der ganzen Fläche auf ein einheitliches Maß herabsetzen und für eine gute Haftung der folgenden Schichten sorgen.

Auf Metallen nennt man den allerersten, haftvermittelnden, nicht filmbildenden Anstrich Primer. Unter 'Grundierung' versteht man die erste, filmbildende Schicht des Korrosionsanstrichs.

Ein Sperrgrund auf Holz sperrt Holzgallen ab, damit sie die folgenden Anstrichschichten nicht zerstören. In der Regel besteht er aus einer besonders bindemittelreichen, ölfreien und lösemittelhaltigen Alkydharz- oder Nitro-Kombination.

Tiefengrund oder Tiefengrundierung nennt man Grundierungen für besonders stark saugende Untergründe wie z.B. Gasbeton oder Gips. Sie müssen besonders tief in die Poren und Kapillaren eindringen können. Tiefengrundierungen sind fast immer lösemittelhaltig.

"Lösemittelfreie" oder wasserverdünnbare Grundierungen sind besonders feinteilige Dispersionen mit relativ geringem Lösemittelanteil.

Fleckenabsperrende Spezialanstriche (meistens Schellack- oder Nitrolacklösungen mit sehr hohem Lösemittelgehalt) werden häufig ebenfalls zu den Grundierungen gezählt.

Die Grundierungen müssen immer zu den darauf folgenden Anstrichen passen:

- Unter Dispersionsanstrichen die mit Wasser verdünnte Dispersionsfarbe; als Tiefengrund eine farblose Dispersion oder eine Lösung der entsprechenden Bindemittel;
- Unter Kalk- und Zementfarbe wird mit Wasser vorgeätzt; als Tiefengrund eine farblose Dispersion oder eine kalkverträgliche Lösung aufgetragen;
- Unter Reinsilikananstrichen nur das "Fixativ" genannte Bindemittel;
- Unter Dispersionssilikananstrichen nur die vom Hersteller gelieferte Grundierung;
- Unter Leimfarben die mit Wasser verdünnte Leimlösung; als Tiefengrund eine farblose Dispersion oder eine Lösung der zum Untergrund passenden Bindemittel.
- Unter Öllacken und -farben mit Terpentinöl verdünntes Leinöl bzw. mit dem passenden Verdünner verdünnte Farbe; als Tiefengrund meistens Spezialprodukte;
- Unter Nitrolacken und -farben auf Holz Nitro-Einlassgrund oder Nitro-Schnellschliffgrund.

Imprägnierungen

Von Imprägnierungen spricht man nur bei Holz, mineralischen (Putze, Betone, Kalksandsteine, Natursteine) und keramischen (Ziegel, Klinker...) Untergründen. Sie schützen die Untergründe vor eindringender Feuchtigkeit und deren Folgen.

Imprägnierungen bilden nie Filme und sind fast immer lösemittelhaltig.

Bei Holz versteht man unter Imprägnierung z.B. ein lösemittelreiches, farbloses Alkydharz-Produkt mit fungiziden Zusätzen gegen Bläuepilze. Man kann bei gut deckenden Lackierungen im allgemeinen darauf verzichten.

Imprägnierungen auf mineralischen und keramischen Untergründen sind besonders bei Sichtmauerwerk und bei der Verwendung von Naturstein erforderlich, aber auch auf allen anderen wassergefährdeten Wandflächen. Sie wirken hydrophobierend (wasserabstoßend). Am häufigsten werden dazu Silikonimprägnierungen und darauf eine Silikatfarbschicht verwendet. Bei solch einer Beschichtung bleibt die Diffusionsfähigkeit der Wand oder des Sockels nahezu vollständig erhalten, während die Wasseraufnahme durch die Außenfläche sehr stark herabgesetzt oder sogar verhindert wird.

Zur Imprägnierung feuchter Untergründe oder von Bauteilen, die man ohne größeren Aufwand nicht trocken bekommt (z.B. erdberührende Kellerwände), verwendet man Siloxane oder Silane, sehr reaktionsfähige Vorstufen von Silikonharzen.

Farbstoffbeizen

Die Farbstoffbeizen enthalten natürliche oder künstliche organische Farbstoffe, manchmal auch mineralische Pigmente und oft noch Zusatzstoffe, die gleichmäßige Färbung und gutes Eindringen fördern.

Man bekommt sie in der Regel als Pulver, das in heißem Wasser (mit eine wenig Spiritus oder Terpentinöl als Zusatzstoffen) aufgelöst wird. Nach dem Erkalten werden sie aufgetragen.

Neben diesen Wasserbeizen gibt es noch die bereits gebrauchsfertigen Spiritus-, Öl- und Wachsbeizen. Die Ölbeizen sind in Terpentinöl gelöst, die Wachsbeizen gibt es lösemittelhaltig (meistens ebenfalls Terpentinöl) oder als lösemittelfreie oder lösemittelarme Dispersionen.

Bei allen Farbstoffbeizen zeigt sich das endgültige Holzbild sofort: die weicheren und helleren Holzteile ("Frühholz") saugen stärker als die härteren und dunkleren Maserungen ("Spätholz"). Deshalb färbt sich das Frühholz stärker ein als das Spätholz. Es entsteht ein negatives Holzbild.

Die Beizlösung darf nicht mit Metall in Berührung kommen, schon eine kurzzeitige Berührung kann sie zerstören.

Chemische Beizen

Sie reagieren mit den Gerbstoffen im Holz. In der Regel bestehen sie aus zwei Komponenten: der "Vorbeize" und der "Nachbeize". Chemische Beizen, in denen Vor- und Nachbeize in einer Komponente zusammengefaßt sind, nennt man Doppelbeizen.

Die Vorbeizen verstärken zunächst den Gerbstoffgehalt des Holzes. Sie bestehen aus Wasserlösungen von Gerbstoffen oder gerbstoffähnlichen Substanzen. Die Nachbeizen sind alkalische Wasserlösungen, z.B. eine schwache Natronlauge, denen färbende Schwermetallsalze (Eisen-, Mangan-, Nickel-, Chrom-, Kupfersalze) zugesetzt sind.

Das Holzbild entwickelt sich erst nach Ablauf einer gewissen Zeit. Deshalb werden chemische Beizen oft auch als Entwicklerbeizen bezeichnet. Da die Gerbstoffkonzentration im Spätholz höher ist als im Frühholz, wird das Frühholz auch weniger stark gefärbt. Es entwickelt sich ein positives Holzbild.

MONTAGESCHÄUME

Montageschäume oder Polyurethan(PUR)Ortsschäume sind im Hausbau ein beliebtes Hilfsmittel zur Wärmedämmung und zum Schallschutz. Sie sind einfach und bequem in der Anwendung und kriechen auch in kleinste Ritzen.

Im Handel gibt es die Polyurethanschäume als Treibgasdosen mit ein oder zwei Kammern. Ihre Funktion beruht auf der Vernetzung (Polymerisation) einzelner kleiner, sehr reaktionsfreudiger Teilchen. Sobald die Moleküle mit Hilfe des Treibgases aus der Dose ausgetrieben werden und mit der Luftfeuchtigkeit reagieren können, wird aus den einzelnen Teilchen schnell eine Kette und damit aus der klebrigen Masse ein großvolumiger Kunststoff-Schaum.

Die Ausgangsstoffe für den späteren Kunststoff-Schaum bilden Alkohole und Isocyanate, hier meist das **Isocyanat** Diphenylmethan-4,4'-Diisocyanat, abgekürzt **MDI**. Die Chemikalie kann bei Einatmen und Hautkontakt Allergien und Asthma auslösen. Zudem gibt es Hinweise, daß eingeatmetes MDI Krebs erzeugen kann.

Weil die Isocyanatmischungen leicht brennen, enthalten die PU-Schäume **Flammschutzmittel**. In der Regel handelt es sich dabei um problematische Triphosphate (TCEP, TCPP, TBEP, TDPP).

Diese Stoffe können bei entsprechend sensibilisierten Personen Reizungen und allergieähnliche Erscheinungen wie Augenbrennen, Hals-/ Schleimhautbeschwerden, verstopfte Nase, Hautausschläge hervorrufen. Ein Austreten von TCPP aus dem PU-Schaum wurde anhand repräsentativer Raumluf- und Hausstaubuntersuchungen nachgewiesen³.

Der Anteil von Flammschutzmitteln in Montageschäumen ist gesetzlich nicht vorgeschrieben, sondern wird von den Herstellern nach ihren eigenen Rezepturen gemischt. Das Produkt muss den Anforderungen der Brandschutzklasse B2 genügen und normal entflammbar nach der DIN 4102 sein.

Als **Treibmittel** werden inzwischen meist Butan oder Propan eingesetzt. Diese Treibgase sind zwar nicht solche Ozonkiller wie die früher verwendeten FCKW, aber auch sie verstärken den Treibhauseffekt.

Wann immer es möglich ist, sollte auf den Einsatz von Montageschäumen verzichtet werden. Es gibt für alle Anwendungen unbedenkliche Alternativen aus Wolle, Kork, Flachs oder Jute. Deren Verwendung erfordert allerdings meist etwas mehr Zeit und Geld.

³ Labor Wiertz-Eggert-Jörissen Hamburg

Sparen kann man, wenn man die betreffenden Fenster- oder Türrahmen vom Handwerker nur einsetzen läßt und das Ausstopfen selbst übernimmt.

Sollten dennoch Montageschäume verwendet werden, muß auf eine ausreichende Belüftung bei der Verarbeitung geachtet werden. Zudem ist es wichtig, Arme und Hände gegen einen versehentlichen Kontakt mit dem noch weichen Schaum zu schützen. Am besten zieht man auch eine Schutzbrille auf. Einmal ausgehärtet, ist der Kontakt mit dem Schaum gefahrlos.

Nicht aufgebrauchte oder leere Dosen gehören nicht in den Hausmüll, sondern sollten bei einer Schadstoffsammelstelle abgegeben werden⁴. Einige Händler nehmen die Dosen auch zurück.

⁴ Über die nächstgelegene Sammelstelle gibt die Abfallberatung des Landratsamts Auskunft

POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB)

Beschaffenheit

Die Gruppe der polychlorierten Biphenyle (PCB) besteht theoretisch aus 209 isomeren und homologen Verbindungen (Kongeneren). Sie alle sind, wie DDT oder Lindan, halogenierte Kohlenwasserstoffe und entstehen aus dem Grundstoff Biphenyl durch Einbau von Chlor. Die Kongenere unterscheiden sich in der Anzahl der Chloratome und deren Stellung im Molekül. Technische Produkte unterscheiden sich in der Toxizität und enthalten in der Regel hochgiftige Verunreinigungen, in erster Linie polychlorierte Dibenzofurane aber auch polychlorierte Naphtaline.

PCB sind je nach Chlorgehalt wasserklare bis gelbliche Flüssigkeiten bzw. Harze oder Pulver mit charakteristischem Geruch. Unter Pyrolysebedingungen entstehen bei 300 - 900° C in Anwesenheit von Sauerstoff Spuren von polychlorierten Dibenzofuranen und Dioxinen. PCBs besitzen einen niedrigen Dampfdruck, hohe Viskosität, Widerstandsfestigkeit gegen Oxidationsmittel, gute Wärmeleitfähigkeit sowie eine geringe elektrische Leitfähigkeit. Im Boden werden die PCBs noch langsamer als DDT abgebaut, die höher chlorierten überhaupt nicht. Diskutiert werden Halbwertszeiten zwischen zehn und 100 Jahren.

Verwendung

1929 wurde PCB erstmals technisch hergestellt und bis in die siebziger Jahre vielseitig in offenen Systemen verwendet :

- als Schmierstoffe;
- als Zusatzstoffe oder Weichmacher für Lacke, Farben, Kunststoffe und Wachse;
- als Schneid- und Bohröl für die Metallbearbeitung;
- in Ölen für Gasturbinen und Vakuumpumpen;
- als feuerhemmendes Imprägniermittel in der Elektroindustrie;
- in Silikon für Dehnfugen, Bewegungsfugen zwischen Betonfertigteilen, Anschlußfugen zwischen Fenstern und Türen, Sanitärgefugen;
- als Zusatz von Wachsen, Kitten, Klebstoffen, Asphalt;
- als Flammenschutzmittel für Lacke, Farben und Kunststoffe;
- als Flammchutzanstrich (Chlor-Kautschuk-Lack) von Holzfaserdeckplatten;
- als Zusatz in Textilien;
- in Druckfarben, Schalölen, Kopier- und Durchschreibepapier;
- In der Landwirtschaft als Träger für Insektizide und Pestizide.

1972 wurde in Japan ein Produktions- und Importverbot ausgesprochen, nachdem es 1968 zu einer Massenvergiftung durch PCB-belastetes Reisöl gekommen war.

1976 wurde PCB in offenen Systemen vom Ministerialrat der EG verboten. Es durfte nur noch in geschlossenen Systemen eingesetzt werden:

- in Wärmetauscheranlagen;
- in Isolier- und Kühlfüssigkeiten von Transformatoren;
- in Hydraulikölen im Untertagebau;
- als Dielektrikum in Kondensatoren;

1983 wurde die Produktion von PCB in der Bundesrepublik Deutschland eingestellt.

1989 wurde die Anwendung verboten (Ein striktes PCB-Verbot existiert in Wirklichkeit jedoch nicht, da chemischen Produkten weiterhin bis zu 50 mg/kg beigemischt werden dürfen).

Bis zum Jahr 2000 war eine Übergangsregelung für vorhandene PCB Produkte in Kraft.

Einfluß von PCB`s auf die Umwelt

- PCBs reichern sich überall in der Umwelt, insbesondere in der Nahrungskette, an.
- PCBs werden in der Umwelt extrem langsam biologisch abgebaut.
- Eine umfassende Beseitigung ist technisch problematisch und kostspielig.
- Im Brandfalle können aus PCBs große Dioxin-Mengen entweichen.
- PCBs verursachen chronische Toxizität beim Menschen

Stoffwechselverhalten

Untersuchungen zur Nahrungsbelastung durch PCB beweisen, daß der Mensch PCB vorzugsweise durch tierische Nahrung (Fett, insbesondere Fisch) und nur im geringen Umfang durch Getreideprodukte aufnimmt. PCBs reichern sich im menschlichen Organismus im Fettgewebe, Knochenmark und weißer Gehirnschicht an. Innenraumexpositionen durch PCB wurden bekannt durch auslaufende Isolierflüssigkeiten aus elektronischen Bauteilen (z.B. Kondensatoren in Leuchtstoffröhren, vorzugsweise in Bauten aus den Jahren 1965 bis 1975. Hier sind die dauerelastischen Dichtungsmassen auf Polysulfid-Kautschukbasis (Thiokol) zwischen den Betonfertigteilen, zwischen Beton und Fenstern sowie Türen und im Sanitärbereich die Ausgasungsquelle.

Bei permanenter Aufnahme von PCB über Luft und Nahrung stellt sich ein für jedes Kongener konstantes Gleichgewicht zwischen dem Blut und einzelnen Gewebearten ein.

Inwieweit PCB-Blutanalysen geeignet sind, PCB-Raumluftbelastungen anzuzeigen, wurde geprüft. Während Belastungen von einigen 100 ng PCB/m³ von der dominierenden Belastung über die Nahrung überdeckt werden, konnte eine Raumluftkonzentration von ca. 20.000 ng/m³, über Wochen eingeatmet, im Blut nachgewiesen werden.

Krankheitsbilder beim Menschen

- allgemeine Schwäche
- Kopfschmerzen
- Sehschwäche
- Haarausfall
- Schwächung des Immunsystems
- Verhaltensänderungen

- Wachstumsverzögerungen bei Kindern

- Bildung von Lungenödemem
- Schädigungen der Leberfunktionen
- Chlorakne
- Lidödeme
- Überpigmentierung einzelner Hautpartien
- Verfärbung von Finger- und Zehennägeln
- chronische Bronchitis
- erhöhte Krebsrate

Richtwerte

[Mit Verweis auf die in den Bundesländern etablierten PCB-Richtlinien.]

Werte unterhalb von ($<$) 300 ng/ m³ gelten als unbedenklich.

Bei Gehalten zwischen 300 und 3000 ng/m³ soll die PCB-Quelle aufgespürt werden. Eine Beseitigung ist fallabhängig mittel- bis langfristig vorzunehmen [Zeitraum von 3 bis 8 Jahren].

Ab Werten von 3000 ng/m³ müssen Sanierungsmaßnahmen kurzfristig geplant und eingeleitet werden⁵.

Sanierungsmaßnahmen

Wenn PCB als Weichmacher in dauerelastischen Fugen festgestellt wurde, sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

1. Als Sofortmaßnahme zur momentanen Reduzierung von PCB in der Raumluft:
 - häufiges / vermehrtes Lüften;
 - Staubbildung vermeiden (keine Teppichböden, Vorhänge, grobe Tapeten);

⁵ siehe PCB-Richtlinien: je nach Bundesland wird dieser Wert absolut genommen oder mit der tatsächlichen Aufenthaltsdauer in den Räumen verrechnet. So ergibt sich für BaWü und Bay. beispielsweise bei 8-std. Aufenthalt ein hochgerechneter Expositions- und Aufenthaltswert von 9000 ng/m³.

- nicht in PCB- belasteten Räumen schlafen;
- vermehrt nass wischen und mit Feinfiltern staubsaugen;
- kontaminierte Innenausbaumaterialien entfernen und ggf. als Sondermüll entsorgen;
- keine Lebensmittel in PCB-belasteten Räumen lagern.

2. Vor der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen müssen Kenntnisse vorliegen über:

- PCB-Gehalte und Verteilung der Einzelkomponenten in der Raumluft von repräsentativ ausgewählten Innenräumen, im Jahresmittel errechnet und in der Abhängigkeit zur Örtlichkeit zweifelsfrei bewertbar und reproduzierbar;
- Art, Verwendungsstellen, Zusammensetzung und Verteilung der Baustoffe;
- Art, Umfang, PCB-Gehalte und Verteilung von Sekundärquellen (Wände, Fußböden, Decken, Mobilar).

Diese wichtigen Daten sollten nur durch erfahrene Schadstoff- und Sanierungsinstitute erhoben werden, die reproduzierbare und abgesicherte Ergebnisse garantieren.

Während der Sanierungsarbeiten ist auf sorgfältigen Arbeits- und Umgebungsschutz zu achten (siehe PCB-Richtlinie). Auch hierfür sind nur nachweislich kompetente Firmen zu beauftragen.

Nach Abschluss der Sanierungs- und Endreinigungsarbeiten muss mit Nachmessungen die Effektivität der Sanierung überprüft werden.

POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK)

Allgemein

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind aus mehreren „kondensierten“ Benzol-Ringen aufgebaute Verbindungen. Die für die Bewertung von PAK-Belastungen herangezogene Leitkomponente ist Benzo[a]pyren.

PAK sind durch industrielle und private Verbrennung und den Verkehr (z.B. im Dieselruß) ubiquitär, jedoch vor allem im städtischen Raum vorhanden. Eine zusätzliche Belastung, z.B. durch PAK-haltige Materialien sollte daher vermieden werden.

PAK sind in Teer- und in geringeren Mengen in Erdölprodukten enthalten. Technisch wichtig ist u.a. der Steinkohleteer, der bei der Verkokung, Schwelung und Druckvergasung der Steinkohle anfällt. Die zähflüssige Masse, der „Rohteer“ ist ein kompliziertes Substanzgemisch aus einem unverdampfbaren Anteil, dem Pech, und einem verdampfbaren Anteil. Dieser verdampfbare Anteil wird, destillativ in verschiedene Fraktionen getrennt, „Teeröle“ genannt, welche der Chemikalienverbotsverordnung⁶ unterliegen.

Nach Bränden können unter Umständen hohe PAK-Konzentrationen entstehen.

Verwendung

PAK-haltige Zubereitungen werden vielfach im Bereich Holzschutz („Carbolineum“) oder als Dichtmaterial im Außenbereich eingesetzt. PAK sind auch Bestandteile des Tabakrauchs und finden sich ebenfalls in Autoabgasen sowie in gegrillten bzw. geräucherten Waren. Daneben wurden bis in die 60-iger Jahre hinein Echtholzparkette mit PAK-haltigen Teerpechklebern verlegt.

Carbolineum

Carbolineum ist ein Sammelbegriff für Steinkohleteeröle, stark riechende, teerig-ölige Imprägnieröle. Sie schützen vor Insekten und Pilzbefall.

Für den Holzschutz sind nur noch Steinkohleteeröle aus Hochtemperaturteer von technischer Bedeutung.

⁶ Verordnung zur Beschränkung des Herstellens, des Inverkehrbringens und der Verwendung von Teerölen zum Holzschutz (Teerölverordnung-TeerölV) BGBl. Teil 1 S.1195 (1991); mittlerweile neu gefaßt in Chemikalienverbotsverordnung (1993) Anhang zu §1 und Gefahrstoffverordnung

(1993) Anhang IV Nr.13

Teeröle sind Stoffgemische aus ca. 10 000 Einzelstoffen, von denen bisher etwa 480 bekannt sind. Die wohl wichtigsten sind dabei die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Einige dieser PAK sind krebserregend, bekannt ist das Benzo[a]pyren, welches auch als Leitkomponente bei einer Bewertung von Innenraumbelastungen dient und über Material- und Hausstaubuntersuchungen ermittelt wird.

PAK-Belastungen

Bei einem typischen Belastungsmuster von Hölzern mit PAK ist erfahrungsgemäß von Gehalten im Bereich von einigen hundert bis mehreren tausend mg/kg PAK auszugehen.

Die für PAK-Belastungen herangezogene Leitkomponente Benzo[a]pyren ist im Steinkohlenteer (Carbolineum) in Gewichtsanteilen von ca. 2% enthalten.

Im Innenbereich ist die Anwendung von PAK-haltigen Zubereitungen nicht notwendig. Sofern aus gewichtigen Gründen (z.B. Feuchte > 70%, siehe DIN 68800) ein Holzschutz notwendig sein sollte, sollten anorganische Holzschutzmittel eingesetzt werden.

Toxikologie und Belastung des Menschen:

Die Wirkung auf den Menschen hängt stark von der Zusammensetzung der PAK ab.

Das Einatmen, die Aufnahme durch den Mund oder die Haut kann zu Gesundheitsschäden führen.

PAK entfetten die Haut, führen zu Hautentzündungen, können Hornhautschädigungen hervorrufen, die Atemwege, Augen und den Verdauungstrakt reizen.

Einige PAK sind beim Menschen eindeutig krebserzeugend (z.B. Lungen-, Kehlkopf-, Hautkrebs). Die Möglichkeit der Fruchtschädigung oder Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit besteht.

Bewertungskategorien

Die Leitkomponente der PAK ist das Benzo[a]pyren, das wie folgt eingestuft wird:

EG-Kategorien:

- **K2** Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten.
- **M2** Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten.
- **RE2** Stoffe, die als fruchtschädigend für den Menschen angesehen werden sollten.
- **RF2** Stoffe, die als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen angesehen werden sollten.

Beispiele:

- Dieselmotoremissionen gelten nach TRGS 905 als krebserzeugend Kategorie K2.
- Carbolineum: In folgender Tabelle finden sich Angaben zum verhältnismäßigen kanzerogenen Potential von in Carbolineen häufig vorkommenden PAK :

PAK ⁷	verhältnismäßige Kanzerogenität*
Benzo[a]pyren	1,0
Benzo[b]fluoranthren	0,11
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,08
Benzo[j]fluoranthren	0,03
Dibenzo[ah]anthracen	>1,0

* Relative Angaben zu dem kanzerogenen Potential einiger PAKs jeweils bezogen auf Benzo[a]pyren (Kanzerogenität 1); die Angaben stammen aus Implantationsversuchen der Substanzen in die Lungen von Ratten und erlauben nicht die direkte Übertragung auf den Menschen.

Grenz- und Richtwerte

Leitkomponente Benzo[a]pyren:

An Arbeitsplätzen gilt die Technische Richtkonzentration (TRK) in der Raumluft von 0,002 mg/m³. Es ist zu bemerken, dass dieser Wert für wohnlich genutzte Innenräume mit Sicherheit zu hoch ist, da die Aufenthaltsdauer den zugrunde gelegten Wert von 8 Stunden deutlich überschreitet und die besondere Gefährdung von Säuglingen, Kleinkindern, werdenden und stillenden Müttern, Alten und Kranken dabei nicht berücksichtigt.

Zubereitungen gelten als krebserzeugend, wenn ihr Benzo[a]pyren-Anteil 0,0005 Gew%, d.h. 5 ppm erreicht oder überschreitet (GefStoffV, §35 (3)).

Sanierungsverfahren

Diese sind sehr stark abhängig von der Zusammensetzung der PAK und weiteren Verunreinigungen durch z.B. halogenierte Verbindungen und müssen in jedem Falle von Sachkundigen geplant und begleitet werden.

⁷ Im Tierversuch eindeutig krebserzeugend: Benz[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[j]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[a]pyren, Chrysen, Dibenz[a,h]anthracen, Dibenz[a,e]pyren, Dibenz[a,h]pyren, Dibenz[a,i]pyren, Dibenz[a,l]pyren, Indeno[1,2,3-cd]pyren. Werden diese Verbindungen in PAK-Mischungen deutlich nachgewiesen, dann sind sie als krebserzeugend Kategorie A2 zu behandeln (TRGS 900, 1991).

Grundlage hierzu sind auch die 1999 von den Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft veröffentlichte „Handlungsanleitung zum Entfernen PAK-haltiger Klebstoffe für Holzfußböden“ sowie die 1998 erschienene Pressemitteilung des UBA „Empfehlungen zu PAK in Wohnungen mit Parkettböden“.

LITERATUR

- M.Fritsch: Handbuch gesundes Bauen und Wohnen, dtv 1996
- G.Zwiener: Ökologisches Baustoff-Lexikon, C.F.Müller-Verlag 1994
- F. Kur (Hrsg.): Wohngifte, 3.Auflage, Eichborn-Verlag 1993
- ÖKO-Test Sonderheft Bauen, Wohnen, Renovieren '95,
- ÖKO-TEST 8/96
- G. Zwiener, Handbuch der Gebäude-Schadstoffe, R.Müller 1997
- ÖKO-Test Ratgeber Bauen, Wohnen, Renovieren Nr. 02/November 2001
- Industrieverband Keramische Fliesen + Platten e.V. (Selb), 2002
- H. Bieberstein: Schimmelpilz in Wohnräumen, alpha&omega 1995
- G.Haeefele et al.(Hrsg): Baustoffe und Ökologie, Wasmuth 1996
- Öko-Test 10/2000
- Bundesverband für Umweltberatung (bfub) 2001
- Deutscher Gewerkschaftsbund (Hrsg.): Ökologie im Büro 1996
- Bremer Umweltinstitut e.V., Gift im Holz, 1994
- GISBAU, Berufsgenossenschaftliches Informationssystem 2000
- Römpf, Lexikon der Chemie, 1998
- Wissenschaftsladen Gießen e.V.: Schimmel in Wohnräumen 1994

STICHWORTVERZEICHNIS

- Acryllack 34, 65
Aflatoxine 12
Alkydharz 64
Allergene 12
Allergien 12, 29
Altbau 19
Amine 35, 67
antimikrobiel 43
Antisoiling 43
Antistatika 43
antistatisch 33, 35, 38, 39
Arbeitskleidung 9
Arbeitsschutz 9
Asbest 25
Asbestose 25
Asbestzement 25
Aspergillus 13
Asthma 12
Atemschutz 21
Atemwegserkrankungen 12, 23, 25, 45, 53,
58, 72
Atmungsfähigkeit 27
Ausrüstung 43
Außenisolierung 13
- Baumwolle 20
bauphysikalische Mängel 14
Baustoffklassen 21
Bausubstanz 17
Beize 70
Belüftung 10
Benzo[a]pyren 79
Beschichtungen 7
Biolöslichkeit 19, 23
Biozide 43, 44
Blähglimmer 21
Blähperlith 21
Blähton 21
Bodenbeläge 6, 8
- Carbolineum 51, 78, 80
Caseinfarben 6
Cladosporium 13
- Dämmmaßnahmen 17
- Dämmmatten 19
Dämmstoff 18
Dämmstoffe 20, 23
Dämmstoffe 17
Dämmung 20
Dämmwirkung 19
Dampfsperre 19, 27, 37
DD-Lack 35
Diffusion 27, 28
Diffusionswiderstand 17
Dioxin 9, 30, 75
Dioxine 8
Dispersionfarben 28
Dispersionklebstoff 42
Dispersionsfarbe 61
Dispersionskleber 57
Dispersionsklebstoff 42
Dispersionslack 35, 65
- E1-Norm 7, 14
E1-Qualität 40
Elektroheizung 11
elektrostatisch 38, 40
Emissionsklassen 54
Energiesparmaßnahmen 10
Energieverbrauch 17
Epoxyharzlack 67
Eternit 25
Eulan 43, 45, 46
- Farben 8
Farben 59
Fasern 20
Faserzement 25
Fenster 10
Fensterbretter 11
Fertigparkett 33
Feuchtebildung 52
Feuchteschaden 16
Feuchtigkeit 18
Flachs 20
Flammschutzmittel 8, 30, 39, 72
Fliesen 31
Flüssigtapete 29
Formaldehyd 7, 10, 23, 28, 33, 34, 38, 40,
53, 55

- Fungizide 15, 29, 51
Fußbodenheizung 39
- Gefahrstoffrecht 19
Geruch 43
Gipsfaserplatten 36
Glasfasern 19
Glaswolle 23
Glykole 65
Grundierung 69
Gutachten 16
Gütesiegel 44
GUT-Gütesiegel 44
- Hartschaum 8
Hausstaub 44, 45
Heizanlagen 10
Heizen 10, 14
Heizkörper 11
Heizkörperverkleidungen 11
Heizlüfter 11
Holzschutz 47
Holzschutzmittel 7, 9, 47
Holzweichfaserplatten 20
Holzwerkstoffe 55
Holzwolle 21
Holzwolleleichtbauplatten 20
- Immunssystem 12
Imprägnierung 35, 70
Infrarot-Wärmebild 17
Innenraumklima 42
Innenraumluft 27
Isocyanat 72
Isocyanat) 54
Isocyanate 21, 29, 34, 35, 55, 57, 67
- Kachelofen 14
Kalkfarbe 60
Kalkfarben 6
Kalkputz 8
Kältebrücke 15
Kanzerogenitäts-Index 8, 19, 22
Kaseinfarben 28
Kautschuk 42
Keramikfasern 19
KI 22
Kinderspielzeug 9
Klebstoffe 56
KMF 19, 22
- Kokos 20
Komponenten-Kleber 57
Komponentenlack 35, 66
Kondensation 10
Kondenswasser 13, 14, 15
Konservierungsstoffe 8, 35, 64, 68
konstruktive Mängel 14
Kork 20, 29, 37, 38
Korkboden 38
Kunstharz 40, 42, 53, 56, 64, 68
Kunstharzbindemittel 19
Kunstharze 51
Künstliche Mineralfasern 8, 19, 22
Kunststoffe 8
- Lack 8, 34, 59, 63
Laminat 7, 37, 40
Lasuren 67
Leim 7, 58
Leimfarbe 59
Lindan 51
Linoleum 8, 39
Lösemittel 7, 9, 10, 35, 38, 42, 59, 63, 64, 66, 68
Lösemittlemission 35
Luftaustausch 10
Lüften 6, 10, 14
Luftfeuchtigkeit 10, 13, 14, 27
Lüftungsgewohnheiten 10
Lüftungsrate 10
Luftwechsel 15
Luftwechselrate 15
Luftwechselzahl 14, 15
- Massivholz 6
MDF 40
Mineralfasern 19, 22
Mineralwolle 22
Mineralwolleplatten 21
Mitin 46
Montageschaum 72
Mottenschutz 21, 42, 43
Multiplex 7
- Nachtspeicher 24
Naturfaser 45
Naturharz 38, 39, 56, 57, 68
Naturharz-Dispersionfarben 28
Naturharzfarben 8
Naturkautschuk 42, 57

- Naturtapete 29
Nitrozelluloselack 65
- Ofen 10
Offenporigkeit 27, 38
Öllack 64
Ölradiatoren 11
- PAK 78
Parkett 8, 33
Parkettversiegelung 34
PCB 74
PCP 51
Penicillium 13
Pentachlorphenol 51
Permethrin 43, 44, 45
Pestizide 20
Pestizidrückstände 21
Phenol 55
Phenol-Formaldehyd-Harz 19, 38
Pilze 12
Pilze im Wohnbereich 13
Polychlorierten Biphenyle 74
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe 78
Polyesterharzlack 67
Polystyrol 8, 21
Polyurethan 21, 38, 53, 72
Polyurethanlack 35, 66
Pressspan 7
PU 30
Putz 27
Putzmittel 6
PVC 9, 29, 30, 38
Pyrethroide 43, 45
- Radioaktivität 31
RAL-Umweltzeichen 28, 35, 55, 64, 65
Rauhfaser 8
Rauhfaser tapete 28
Raumklima 8, 18, 30, 40, 42
Raumlufbelastung 7, 10, 42
Raumtemperatur 11
Reaktionskleber 57
Reaktionslack 35, 66
Rolladenkästen 14
- Schafwolle 20, 21
Schaumglas 21
Schellack 66
- Schilf 20
Schilfrohr 21
Schimmel 6, 10, 12, 27
Schimmelbefall 16
Schimmelbehandlung 15
Schimmelpilzarten 13
Schimmelpilzbildung 17
Schimmelpilze 12
Schlackefasern 19
Silikatfarbe 6, 8, 28, 62
Spanplatten 33, 36, 40, 53
Sperrholz 7
Steinfasern 19
Steingut 31
Steinkohlenteer 79
Steinwolle 23
Steinzeug 31
Stockflecken 12, 14
Stoßbelüftung 10
Stroh 20
Strohplatten 21
Styrol 67
Styrol-Butadien-Kautschuk 42
- Tapeten 27
Taupunkt 14
Taufwasserbildung 17
Teeröl 78
Temperaturabsenkungen 11
Teppichboden 42, 45
Terpene 56
Textiltapete 29
Thermographie 17
Treibhauseffekt 17
Trittschalldämmung 37
Trockenestrich 36
- Versiegelung 34, 39
Vinyltapete 30
- WA neu 43
Wandbeläge 8
Wärmebrücken 13, 15, 17
Wärmedämmmaßnahmen 17
Wärmedämmstoffe 17, 21
Wärmedurchgangskoeffizient 18
Wärmeoeffizient 17
Wärmeleitfähigkeit 18, 21
Wärmemenge 11
Wärmeschutzverordnung 17

Wärmespeichervermögen 18
Wärmestau 11
Wärmeverluste 17
Wasserdampf 10, 13, 27, 28
Wasserlack 8, 63
Weichmacher 8, 30, 56, 58
Wohngifte 44

Wohnklima 27
Wollschutzmittel 45
Wollsiegel 44

Zaponlack 66
Zellulose 20, 21
Zementfarbe 60