

Lehrgangsskript

Kapitel 3.2

Gesundheitsverträglichkeit und Hygiene

zum

Bauen mit

nachwachsenden Rohstoffen

Autor

Karl-Heinz Weinisch

ÖBZ -Ökologisches Bau- und Beratungszentrum

ARGE kdR

3.2 Gesundheitsverträglichkeit und Hygiene	1
3.2.1 Problemstellung	1
3.2.2 Politische und gesetzliche Hintergründe:	2
Grundsätze für gesundheitsverträgliche Baustoffe	4
3.2.2.1 Die Hygiene:	6
3.2.2.2 Die Baustoffdatenbank „GISCODE“ in ECOBIS 2000	6
3.2.2.3 Die Gesundheitsverträglichkeit ökologischer Baustoffe	7
3.2.3 Verordnungen zur Gesundheitsverträglichkeit	10
3.2.3.1 Gefahren für Bauhandwerker:	11
3.2.3.2 Gefahren für Gebäudenutzer:	12
3.2.3.3 Allgemeine gesetzliche Grundlagen für einen Schutz der Bevölkerung vor gefährdenden Baustoffen:	13
3.2.3.4 Gesetzliche Regelungen zum Gesundheitsschutz für Bauarbeiter:	14
3.2.3.5 Öffentlich rechtliche Anforderungen an Bauprodukte:	15
3.2.3.5 Umweltzeichen und freiwillige Produktabprüfungsmodelle	15
3.2.4 Herstellung, Transport	17
3.2.4.1 Allgemeine Definition der Baustoffe nach der Herkunft	17
3.2.4.2 Nachwachsende Rohstoffe für die Bauchemie	17
3.2.4.3 Allgemeine Definition der Baumaterialgruppen:	18
3.2.4.4 Herkunft von Problemstoffen:	18
3.2.4.5 Deklarationsnotstand:	19
3.2.4.6 Ökologische und gesundheitliche Nachteile der fossilen Rohstoffe:	19
3.2.4.7 Die technischen Vorteile petrochemischer Hilfsstoffe:	20
3.2.4.8 Nachteile bei der Produktion industrieller Nutzpflanzen:	21
3.2.4.9 Die Vorteile der Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen	21
3.2.5 Verarbeitung, Rückbau/Recycling	22
3.2.5.1 Risiken für Bauarbeitnehmer	23
3.2.5.2 Gesundheitsgefährdende Stoffgruppen für Bauarbeitnehmer	24
3.2.5.2 Gefährdungspotential für die Umwelt beim Recycling	26
3.2.5.4 Gefährdungspotential für die Bauarbeitnehmer beim Recycling	26
3.2.5.5 Gefahr für die Nutzer von Neumaterialien mit recycelten Inhaltsstoffen	26
3.2.5.6 Gefahr während Sanierungs-/Renovierungsmaßnahmen	27
3.2.5.7 Forderungen an die Hersteller zum Schutz von Mensch und Umwelt	29
3.2.6 Die Gebrauchsphase	31

3.2.6.1	Gebäudenutzer:	35
3.2.6.2	Gebäudenutzer und ihr allgemeiner Gesundheitszustand:	36
3.2.6.3	Unterscheidung Arbeits- und Umweltmedizin:	37
3.2.6.4	Gefahrstoffe für die Nutzer:	37
3.2.6.5	Nachweisverfahren:	38
3.2.6.6	Inhaltsstoffgruppen nachhaltiger Bauprodukte	39
3.2.6.7	Ausgasungen im Normalzustand	39
3.2.6.8	Faktoren die den bauphysikalischen Normalzustand verändern:	40
3.2.6.9	Ausgasungen im Brandfall	40
3.2.6.9.1	Risikobewertung im Holzbau:	41
3.2.6.9.2	Bewertung von Rauch und Toxizität im Brandfall:	41
3.2.6.9.3	Einordnung der Bauteile:	41
3.2.6.9.4	Einordnung der Oberflächen der Bauteile:	42
3.2.6.9.5	Wege der chronischen Langzeitbelastungen im Menschen:	42
3.2.6.9.6	Ergebnis:	43
3.2.7	Schadstoffabsorbierende Baustoffe	44
3.2.7.1	Allgemeine bauphysikalische Grundvoraussetzungen	45
3.2.7.2	Fallbeispiel – Schafwolle/Formaldehyd:	46
3.2.7.3	Ergebnis:	47
3.2.8	Schlussbetrachtung:	47
	Quellen-/Autorenangaben zu Kapitel 3.2	1
	Folienmaterial zu Kapitel 3.2	1
	Bildquellen zu Kapitel 3.2	2
	Hefte, Unterrichtsbroschüren, CD-Rom	2

3.2 Gesundheitsverträglichkeit und Hygiene

3.2.1 Problemstellung

Nach den derzeitigen Erkenntnissen der Umweltmedizin, der Umweltanalytik und den Bausachverständigen, werden die ökologischen Baustoffe aus nachwachsenden (nachhaltigen) Rohstoffen in jeder Anwendungsform allgemein gut vertragen. Jedoch auch die hohen Konzentrationen in natürlichen Rohstoffen (z.B. Fußboden- und Möbelöle aus Leinöl) können in Innenräumen bei zu geringen Raumluftwechselzahlen zu Symptomen führen. Durch die neuerdings vielfach auftretenden Beschwerdebilder in Innenräumen und den Zuwachsraten bei den Allergiebetroffenen wurde die Forderung an alle Beteiligten immer dringlicher, diese Problemkreisläufe ganzheitlich und interdisziplinär zu lösen.

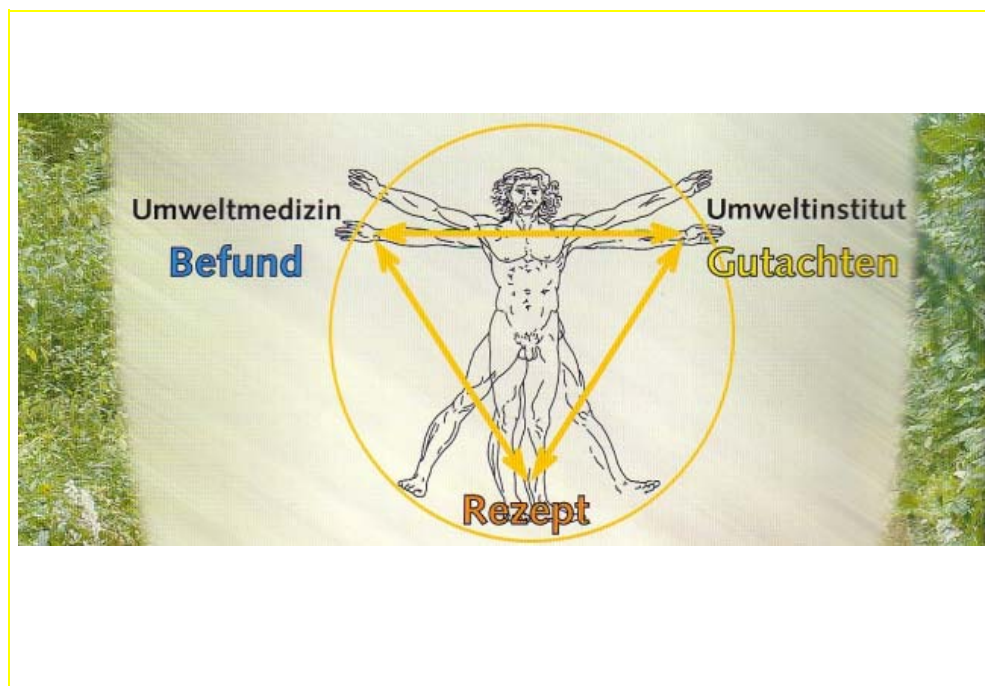


Abb.3.2-01: Auf der Suche nach Schadstoffen in Baumaterialien (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Die ökologischen Baustoffe mit den oft unbekanntem Additiven (Stoffzusätzen) wie Konservierungsmittel, biozide Ausrüstungen und produkttechnische Hilfsmittel müssen daher benannt und hinsichtlich ihrer Gesundheitsverträglichkeit bewertet und zugelassen werden. Die nächste Problemstellung beim Bauen und Renovieren ist die **Systemlösung**, d.h. wie hält eine Massivparkett sicher auf einen Anhydritestrich. Dieser Einblick in eine Bauleistung ermöglicht die Erkenntnis der Tragweite der Innenraumproblematik. Es gibt für eine

diesbezügliche Verklebung keinen Klebstoff mit unbedenklichen Inhaltsstoffen, und die Grundierungen und Spachtelmassen sind ebenfalls zu bewerten.

Grundsätzlicher Aufbau von Baumaterialien

- **Ökologische Baustoffe** können gesundheitsgefährdende Additive in sich bergen
- **Systemlösungen** am Bau müssen genau spezifiziert werden
- **Reinstoffe** als Produktbezeichnung sind nicht aussagekräftig
- Die Stoffanalytik entschlüsselt alle **Einzelemente**
- **Additive** wie Konservierungsstoffe, Fungizide, Entschäumer usw. fehlen noch

Abb.3.2-02: Grundsätzlicher Aufbau von Baumaterialien (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Die gleiche Problematik trifft man bei den Boden-, Wand- und Deckenoberflächen an. Durch eine absperrende/abbremsende Grundierung oder Beschichtung werden die guten baubiologischen Eigenschaften der ökologischen Baumaterialien aus nachwachsenden/nachhaltigen Rohstoffen zunichte gemacht. Zusätzlich kann es dann zu Schadstoffabgaben bedingt durch Wasserdampfdiffusionsprozesse zwischen Oberflächen und der Raumluft oder durch VOCs (Volatile Organic Compounds - flüchtige organische Substanzen) der gesundheitsgefährdenden Inhaltsstoffe kommen.

3.2.2 Politische und gesetzliche Hintergründe:

Die Bedeutung der Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten für den Menschen und das Hygieneverhalten gegenüber der Umwelt gewinnt zunehmend sowohl an welt- und bundes- als auch an kommunalpolitischer Bedeutung.

Der umweltpolitische Stellenwert wird durch verschiedene Beschlüsse und Regelwerke in der Weltpolitik, EU-Politik, Bundespolitik, den Gesetzestexten und Verbandsverordnungen gekennzeichnet.

Schutz des Menschen und der Umwelt in Politik und Gesetz

- Weltweite Agenda 21, Rio – Nachhaltigkeit, Umweltschutz
- WHO Richtlinien - Grenzwertvorschläge
- EU Richtlinien – Normen für Innenraumbelastungen
- Grundgesetz, §2 Abs. 2
- Enquete Kommission, Bimschges, Gefstoffv, usw.
- Gesundheitsschutz durch Berufsverbände, Mietrecht
- Kommunale Agenda 21

Abb.3.2-03: Der Schutz des Menschen und der Umwelt in Politik und Gesetz

Aus Gründen der Nachhaltigkeit wird in Zukunft die langfristige Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen stark von der ökologisch ausgerichteten Wirtschaftsweise abhängig sein. Eine Verringerung der Umweltbelastung wird nur erreicht werden können, wenn in die Förderung der natürlichen Ressourcen investiert wird. Dies trägt dazu bei, die Land- und Forstwirtschaft anzuregen, ihre Produktion nachhaltiger und gesundheitsverträglicher Baustoffmaterialien zu steigern. Der Absatz dieser umwelt- und gesundheitsverträglichen Baustoffmaterialien muss mit einer vermehrten Aufklärung an den Schulen und Universitäten gekoppelt werden, damit die Nachfrage nach solchen Produkten gewährleistet werden kann. Zur Vermeidung großer volkswirtschaftlicher Schäden durch Folgekosten aus der globalen Umweltverschmutzung, sollten in Zukunft noch stärker die ökologisch sinnvollen Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen gefördert werden.

Grundsätze für gesundheitsverträgliche Baustoffe

- Aus den eingesetzten Baustoffen sollen keine gesundheitlichen Belastungen für den Menschen entstehen
- Sie müssen unproblematisch im Brandfall sein
- Sie sollten möglichst schadstoffabsorbierend sein
- Der Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt darf nicht größer sein als deren Aufnahmefähigkeit
- Die verwendeten Baustoffe sollten hygroskopisch, naturbelassen, feuchteausgleichend, nachhaltig und/oder nachwachsend sein

Abb.3.2-04 „Grundsätze für gesundheitsverträgliche Baustoffe“ (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Wichtig für alle Beteiligten sind die Informationen, mit deren Hilfe man die Belastungen durch Schimmel und gebäude- und baustoffbedingten Erkrankungen durch chemische Ausdünstungen vermeiden kann. Das Gesundheitswesen braucht dringend mehr Eigeninitiative in der Prävention, d.h. gebäudebedingte Erkrankungen werden durch **ein gesundes Innenraumumfeld mit verträglichen Baustoffen** von vornherein ausgeschlossen.

Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind seit der Verabschiedung der EG-Bauproduktenrichtlinie und deren Umsetzung in das national geltende Bauproduktengesetz die offiziellen Bezeichnungen für eine Anforderungsgruppe, die umweltgerechtes Bauen und gesundes Wohnen umsetzen möchten. Im Umweltbundesamt (UBA) arbeitet die ad-hoc-Arbeitsgruppe innerhalb der Kommission „Innenraumlufthygiene“ an Richtwerten für die Innenraumluft. Gemäß der Landesbauordnung und des Bauproduktengesetzes sind Bauprodukte Baustoffe, Bauteile, Bauwerksteile und Bauwerksausrüstungen, insbesondere auch Bau- und Hilfsstoffe die erst auf der Baustelle be- oder verarbeitet werden. Werden die natürlichen Rohstoffe dann verändert entstehen zum Teil fahrlässig in Kauf genommene Stoffkonzentrationen beim Verarbeiten oder für den Nutzer.

Das Hygieneverhalten von Baustoffen in den verschiedenen Kontaktphasen:

- Baustoffe wirken auf Menschen und ihre Umwelt bei der **Rohstoffgewinnung** ein
- Die Herstellungsprozesse können die **Arbeitnehmer** gefährden
- Die **Bauarbeiter** sind durch hohe Konzentrationen während der Verarbeitung gesundheitlich betroffen
- Das **Pflege- und Sanierungspersonal** wird bei Reinigungs- und Reparaturmaßnahmen oftmals hoch belastet
- Die **Nutzer von Gebäuden** haben sowohl mit hohen Konzentrationen als auch mit Langzeit - Niedrigdoseneinwirkungen zu rechnen

Abb.3.2-05: Das Hygieneverhalten von Baustoffen in den verschiedenen Kontaktphasen

Durch die verschiedensten Kontaktmöglichkeiten können unbedenkliche und natürliche Baustoffmaterialien während der Herstellungsphase negativ belastet werden.

Gesundheitsgefährdende Auswirkungen durch:

- Die natürlichen Inhaltsstoffe
- Verunreinigungen in den Grundstoffen
- Durch den Herstellungsvorgang
- Stoffveränderungen während der Herstellung
- Verarbeitungshilfsstoffe (Schalöl, Konservierer)
- Unfertige Herstellungsprozesse (Feuchtigkeit)
- Stoffe für eine Lagerhaltungsfähigkeit (Beschichtung)
- Bearbeitung der Bauprodukte (Staub, Aerosole)

Abb.3.2-06: Gesundheitsgefährdende Auswirkungen

3.2.2.1 Die Hygiene:

Die Hygiene, als medizinische Teilgebiet, befasst sich mit der möglichst genauen Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen dem menschlichen Organismus und seiner direkten Umgebung. Diese unterscheiden sich durch die verschiedenen Kontaktphasen mit den Baustoffen.

Aus gegebenem Anlass verhält sich heute ein wesentlich größerer Anteil in der Bevölkerung kritischer gegenüber Gefahrstoffen in Arbeits- und Baumaterialien als noch vor ein paar Jahren. Deshalb ist ein weiterer wichtiger Schritt die chemischen Grundlagenkenntnisse über Bauprodukte zu ermitteln und an alle Beteiligten verständlich weiterzugeben. Die Möglichkeiten sich davor zu schützen und die Erfassung der Auswahl unbedenklicher Produkte sollen den Lehrinhalt in diesem Kapitel abrunden. Aktuelle Sicherheitsvorkehrungen, neue Verordnungen für den Umgang mit Gefahrstoffen, Chemikalienverbotsverordnungen und Aufklärungsmaßnahmen über den Umgang mit den besagten Stoffen haben diese Problematik somit in das Interesse des Gesetzgebers gerückt.

Im Rahmen eines Arbeitsschwerpunktes „Bauen und Wohnen“ der **Enquete Kommission zum „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages von 1996** werden Bauprodukte und deren Schadstoffemissionen und der Bereich der Stoffstromanalyse bewertet. Die Studie spricht Empfehlungen aus und übermittelt Grundlagenkenntnisse für Planer, Handwerksfirmen und Nutzer von Innenräumen. Dabei findet der Aspekt der **Verwertung von Abfällen** aus der Bauindustrie besondere Berücksichtigung. Auch im **Brandfall** sind die einzelnen Baustoffe hinsichtlich ihren Schadstoffabgaben zu bewerten.

3.2.2.2 Die Baustoffdatenbank „GISCODE“ in ECOBIS 2000

Auf der Suche nach gesundheitsgefährdenden Additiven in ökologischen Baustoffen ist uns dieses Datensystem außerordentlich hilfreich. Dieser Produkte-Code ist ein Kennzeichnungssystem der GISBAU und steht für ein Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft. Der GISCODE ist die Zuordnung von Produkten zu einer Produktgruppe. Dabei bedingen die Inhaltsstoffe der Produkte der jeweiligen Giscode-Gruppe eine Gefährdungsabschätzung bei der Herstellung, Verarbeitung und Nutzung. Seit 1989 haben die Berufsgenossenschaften ein EDV-gestütztes Informationssystem - „WINGIS“ - entwickelt, welches bei Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln im Umgang mit gefährlichen Stoffen den Betrieben unterstützend zur Seite steht. Die Auskunft über die genauen Informationen der Bindemittel oder Additive ist oft nicht

ausreichend, da eine Herkunftsaussage über den fossilen oder pflanzlichen Ursprung der Zusatzstoffe fehlt. (siehe Datensammlung „Bindemittel“ – Herkunft der organischen Stoffe?) Die Herstellungsprozesse werden jedoch sehr gut beschrieben, sodass man die Risiken bei der Herstellung, Verarbeitung und Entsorgung nachvollziehen kann. Als gutes Beispiel dient hier das „Polyacrylat“, das heute in sehr vielen ökologischen Baustoffen als sogenanntes „Reinacrylat“ verwendet wird. Sind Weichmacher als Zusatzstoff (Weichmachungs-, Plastifizierungs- und Elastifizierungsmittel) enthalten, sind diese Lacke, Putze, Klebstoffe, Kautschuk- und Gummistoffe aus gesundheitlichen Gründen abzuwerten. In der Nutzungsphase, bei der Entsorgung oder im Brandfall entwickeln diese Phthalsäureester (DOP) toxische Verbindungen.

3.2.2.3 Die Gesundheitsverträglichkeit ökologischer Baustoffe

Ein ökologisch sinnvoller Rohstoff definiert sich bezüglich der ganzheitlich positiven Aspekte für den Menschen und seine Umwelt. Wie besprochen sind dies die Bauprodukte, deren Einzelbestandteile gänzlich oder nahezu ausschließlich aus dem pflanzlichen, mineralischen und tierischen Stoffbereich entstammen sollten. Die fossilen Grundstoffe sollten geschont und daher ersetzt oder weggelassen werden - dies ist der Soll-Zustand. Die momentan auf dem Baustoffmarkt gehandelten Endprodukte sind großteils Mischprodukte aus pflanzlichen, mineralischen und fossilen Ausgangsstoffen und Additiven (technische Hilfsstoffe).

Die rein pflanzlichen und mineralischen Grundstoffe werden in der Umweltmedizin als allgemein **gut verträglich** eingestuft. (IBN, DGUHT, Katalyse, Ecolabor, Fachliteratur benennen) und bereiten der Solidargemeinschaft während der Gewinnung, Herstellung und Entsorgung wenig Probleme. Die **Grundstoffe fossilen Ursprungs** (Erdöl, Kohle, Bitumen usw.) sind schon während der **Gewinnung**, dem **Transport** und bei der **Herstellung** gefährlich für Mensch und Umwelt. Tanker- und Pipelineunfälle, Großbrände und Produktionsunfälle. (Quelle Ökologische Schäden – siehe Kap. 3.1, Katalyse) Da fast alle Baustoffe Mischprodukte sind, gilt höchste Sorgfaltspflicht aller Beteiligten bei der Entschlüsselung der Rezepturen, der Gefahreneinschätzung chronisch toxischer Auswirkungen und dem Reinheitsgebot bei der Herstellung von Bauprodukten aus nachwachsenden Rohstoffen. Auch hitzebehandelte Holzwerkstoffe (Spezialtrocknungsverfahren) können in Innenräumen erhöhte Ausgasungswerte abgeben, die vorher in dem Grundstoff überhaupt nicht gemessen werden konnten oder nur in geringem Ausmaß.

Emissionsmessungen führen zur Identifikation von Baustoffverunreinigungen, sofern nach dem konkreten Stoff gesucht wird. Bei ca. 60.000 (Quelle: ECOBIS 2000) möglichen chemischen Einzelverbindungen in der Bauchemie ist das wie mit der Suche nach der „Nadel im Heuhaufen“.

Die **medizinische Bewertung** (Blut-, Stuhl- und Urinuntersuchung) ist nur über die Offenlegung der vollständigen Inhaltsstoffliste aller Baustoffe möglich. Die hierfür erforderlichen Bewertungskriterien können gemeinsam vom DIBt, dem UBA und dem von den Ländern gegründeten „Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten“ (AgBB) in Zusammenarbeit mit Bauproduktherstellern (AUB) erarbeitet werden. Zum allgemeinen Verständnis für die Bauchemie ist eine grundsätzliche Differenzierung nach der Herkunft der Grundmaterialien in der organischen Chemie nötig. Die organische Chemie kann ihre Grundsubstanzen aus den phytochischen organischen Grundsubstanzen oder aus den fossilen Grundstoffen entnehmen um z.B. Alkohole zu destillieren. Die Wirkung von Alkohol, der aus Erdöl gewonnen wurde, ist eine weitaus schädlichere als die Wirkung von Alkohol aus Obst. So verhält es sich z.B. mit den petrochemischen Aromaten in Baustoffen, sie haben eine stärkere Wirkung auf unseren Organismus. Beispiel.: Biozide Wirkstoffe zur Ausrüstung von Schafwolle gegen Wollmotten kann man aus einer Pflanze oder aus Erdöl gewinnen. Die Halbwertszeit bei diesen Pyrethroiden – Erdöl liegt bei ca. 10 Jahren; die pflanzlichen Wirkstoffe sind nach einigen Monaten nicht mehr nachweisbar. Deshalb ist die Herkunft der chemischen Elemente sehr wichtig.

Herkunft der Grundmaterialien aller Baustofftypen

- Phytochemische Rohmaterialien (pflanzlicher Ursprung)
- Mineralische Rohmaterialien (z.B. Erde, Ton, Stein, Metalle)
- Tierische Rohmaterialien (Tierhaare, Fett)
- Fossile- und Petrochemische Rohmaterialien(z.B. Teer, Stein- und Braunkohle, Erdöl)

Abb.3.2-07: Herkunft der Grundmaterialien aller Baustofftypen

Reine phytochemische Produkte (pflanzlicher Ursprung) aus nachwachsenden Rohstoffen, z.B. Hanf, Zellulose mit Bindemitteln aus der Pflanzenchemie.

Reine phytochemische Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen mit prozentual unterschiedlichen Anteilen aus der Petrochemie (fossiler Ursprung) mit z.B. synthetischen Kunststoffstützfasern in Dämmungen, sog. Additive oder technische Hilfsstoffe, Konservierer, Stabilisatoren oder Kunststoffe)

Reine petrochemische Produkte mit prozentual unterschiedlichen Anteilen aus der Phytochemie. (z.B. Methylzellulose, Stärke)

Bild Natur und Rohstoffe

- Schonen fossiler Rohstoffvorräte
- Vermeiden CO²-Emissionen
- Stärken die einheimische Wirtschaft
- Fördern neue Arbeitsplätze und Innovationen
- Reduzieren die globale Umweltbelastung
- Reduzieren die Belastung des Menschen
- Einsparungen im Gesundheitswesen
- Fördern das menschliche Wohlbefinden

Abb.3.2-08: Bild: Natur und Rohstoffe

Reine petrochemische Produkte mit Zusatzstoffen oder Bindemitteln aus der Petrochemie
Anorganische oder mineralische und metallische Baustoffe und Zusätze, z.B. Eisen, Steinbodenbeläge. Werden Verbindungen zwischen anorganischen Salzen oder Metallen und petochemischen Kohlenstoffverbindungen hergestellt, dann erhalten wir die besonders gefährlichen **chlororganischen- oder phosphororganischen Verbindungen**. (z.B. Holzschutzmittel, Brandfall oder Müllverbrennung, chemische Waffen) Siehe auch Radünz..... und ECOBIS 2000

Globale Gefahren der Erdölindustrie

- Gesundheitsgefahren bei Transportunfällen
- Gefährdung von Tierreich und Pflanzenwelt
- Luftverunreinigungen und Brandunfälle
- Innenraumproblematik durch die Produkte
- Belastungen bei der Entsorgung

Abb.3.2-09: Globale Gefahren der Erdölindustrie

3.2.3 Verordnungen zur Gesundheitsverträglichkeit

Während der Verarbeitung entsteht für den Bauarbeitnehmer eine gesundheitliche Gefährdung durch chemische, biologische und mineralische Staub- und Aerosol-Konzentrationen die sich in der Zunahme der Arbeitsunfälle, der Krankmeldungen durch Arbeitsplatzbelastungen und der Arbeitsunfähigkeitsansprüche belegen lassen. (Quelle: Fallstudien aus der Arbeitsmedizin, Umweltmedizin)

Diskussion über die Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen

- Die industriell gefertigten synthetischen Baustoffe bringen oftmals ein hohes Stoffrisiko und die Gefahr von unbekanntem Kombinationswirkungen mit sich
- Die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sind strittig
- Aus Gründen der Prävention und einer weisen Vorausschau (Asbest, PCB, Formaldehyd usw.) sollten möglichst unproblematische Rohstoffe verwendet werden
- Die technischen Vorteile industriell gefertigter Baustoffe bergen Sekundärgefährdungen wie Kondensation, Schimmelwachstum, Giftigkeit im Brandfall und Problemkreise bei der Entsorgung und bei der Müllverbrennung (Dioxine, Furane)

Abb.3.2-10: Diskussion über die Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen

3.2.3.1 Gefahren für Bauhandwerker:

Grundsätzlich muss jeder, der mit Gefahrstoffen arbeitet, darüber schriftlich unterrichtet werden. Inhalt dieser verständlichen Aufklärung muss sein:

- Arbeitsplatz, Arbeitsbereich, Tätigkeit
- Gefahrstoffbezeichnung
- Angaben über die Gefahren für Mensch und Umwelt
- Schutzmaßnahmen, Verhaltensregeln und hygienische Maßnahmen
- Verhalten im Gefahrenfall
- Erste Hilfe
- Wissensvermittlung über sachgerechte Entsorgung

Betriebsanweisungsvordrucke sind über die Berufsgenossenschaften zu beziehen, die zusammen mit der Technischen Kommissionen das Gefahrstoff-Informationssystem der Bauwirtschaft (Gisbau) erarbeitet hat. Vorstriche, Klebstoffe, Farben Versiegelungen und viele andere Baustoffe sind dort in verschiedene Produktgruppen eingeteilt und mit dem Giscode versehen. Für die Giscodes stehen diese Vordrucke zur Verfügung. Von den Herstellern werden Sicherheitsdatenblätter für jedes Produkt zur Verfügung gestellt. Für

Parkettleger sind bei den Kapiteln Arbeitssicherheit bei der Untergrundvorbereitung, Arbeitssicherheit bei Klebearbeiten, Arbeitssicherheit beim Schleifen und Arbeitssicherheit beim Versiegeln zu finden. Unabhängig von den Unterweisungen müssen alle Arbeitnehmer unverzüglich unterrichtet werden, wenn der MAK-Wert, der TRK-Wert oder die Auslöseschwelle bei einer konkreten Arbeit überschritten werden.

3.2.3.2 Gefahren für Gebäudenutzer:

In der **Nutzungsphase** sind Gefährdungen der in den Innenräumen lebenden oder arbeitenden Menschen durch Bauprodukte nachgewiesen. (Quelle: Enquete Kommission, Umweltmedizin, Arbeitsmedizin). Immer öfter bestätigen Presseberichte hohe Raumluf- oder Hausstaubbelastungen durch Innenraummaterialien. Mehrjährige Anreicherungen mit Niedrigdosiswirkstoffen schlagen sich nicht auf die Ausgasungswerte nieder, sondern auf die Anreicherung im Mikrostaub.

Die bis dahin ungeahnten und unbekanntes Folgen von diesen Wirkstoffanwendungen in Bauteilen haben für viele Gebäudenutzer ein schmerzhaftes Erwachen mit sich gebracht. Für Bauprodukte wurde seitens des BGA (Bundesgesundheitsblatt 2/93) in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes einige Empfehlungen gegeben. Emissionen durch Materialien in Innenräumen oder auch auf einer Hausfassade können gesundheitliche Probleme hervorrufen, die für die Solidargemeinschaft in den letzten Jahren immer teurer werden. Bekannte Sanierungsbeispiele aus der Vergangenheit betrifft folgende Substanzen:

- Formaldehyd (Spanplatten, Kleber),
- Mineralfasern (Dämmmaterialien)
- Holzschutzmittelskandale (Sanierung von Bayrischen Forsthäusern, Abrissmeldungen von privaten Eigenheimen)
- PCB - Schulsanierungen
- Asbest - Verwaltungsbausanierungen
- PAKs – Sanierungen in Kasernen und öffentlichen Gebäuden
- Schimmelbelastungen – historische Altbauten in Folge von chemisch-synthetischer, absperrender Innenwanddämmsysteme

3.2.3.3 Allgemeine gesetzliche Grundlagen für einen Schutz der Bevölkerung vor gefährdenden Baustoffen:

Per Grundgesetz sind der Staat und seine Organe für die Gesundheit seiner Mitbürger verantwortlich. Laut Artikel 2 Abs. 2 hat jeder Bürger der Bundesrepublik Deutschland ein **Recht auf körperliche Unversehrtheit**. Der **Schutz der „Natürlichen Lebensgrundlagen“** ist im Artikel 20a festgehalten. Die gesetzlichen Grundlagen für Bauarbeitnehmer sind noch im Kapitel 3.2.3 besprochen.

Des Weiteren werden gesetzliche Regelungen eventueller **Schadenersatzansprüche im BGB §823** und im Produkthaftungsgesetz beschrieben. Verschleierungen über Inhaltsstoffe, das Vortäuschen falscher Tatsachen (positiv geführte Falschaussagen bzgl. der Gesundheitsverträglichkeit der Bauprodukte in der Werbung) und mögliche Schadenersatzansprüche wegen erwiesener Körperverletzung durch Inhaltsstoffe in Bauprodukten sind durch rechtliche Auseinandersetzungen realistisch.

Das Mietrecht im BGB befasst sich in den §§537ff mit Mietminderungsansprüchen seitens der Mieter, falls Gebäudeschäden (Schimmel usw.) und Schadstoffbelastungen (Belastungen in den zum Verantwortungsbereich des Vermieters zählenden Bauteilen) und gesetzliche Grenzwertüberschreitungen nachgewiesen werden können. (siehe Broschüre des „Mieterbundes“) Auch eine fristlose Kündigung ist nach §544 möglich. Der Nachweis einer Gesundheitsgefährdung ist zu erbringen und das ist bei Langzeitbelastungen oft schwer oder gar nicht möglich. Nach **§1 des Produkthaftungsgesetzes** werden Gesundheitsbelastungen durch fehlerhafte Lieferungen geregelt. Die Nachweispflicht liegt beim Kläger. (Kullmann 1994)

Bei der **Deponierung**, beim **Recycling** und bei der **Müllverbrennung** geben Baustoffe oftmals Schadstoffe an Erdbereiche, Gewässer und an die Luft ab. Aus Gründen der Gesundheitsvorsorge, den steigenden Umweltbelastungen und den umweltgefährdenden Transportunfällen sind die Grundkenntnisse sowohl über alle Inhaltsstoffe als auch die genauen **chemischen Zusammensetzungen aller Inhaltsstoffe** im täglichen Umgang für alle Berufsgruppen wichtig. (Siehe auch Kap. 3.1)

Die Umwelthygiene innerhalb der verschiedenen Kontaktphasen ist lt. der Agenda 21 und den allgemeinen Vorgaben der Legislative, Judikative und Exekutive geregelt. Der Schutz der Umwelt (Artenvielfalt der Tiere, Klimawechsel, Pflanzenwelt, Wasservorräte) - kurz unsere Lebensgrundlage für die nächsten Generationen, vor allem die unserer eigenen Kinder, sollte unser Umdenken bestimmen.

3.2.3.4 Gesetzliche Regelungen zum Gesundheitsschutz für Bauarbeiter:

Für Bauarbeitnehmer, wie für alle Arbeitnehmer, die berufsmäßig Umgang mit Gefahrstoffen haben, gibt es Grenzwerte für maximal zulässige Konzentrationen an Luftverunreinigungen am Arbeitsplatz, die maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK). Bei der Festlegung der MAK-Werte wird bezüglich der Dauer schädlicher Einwirkungen bei Bauarbeitnehmern von einer Expositionszeit von etwa einem Zehntel der Lebenszeit ausgegangen. Grundlage für die Bewertung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen während der Arbeitszeit bilden folgende Gefahrstoffvorschriften:

- Chemikaliengesetz (ChemG)
- Chemikalienverbotsverordnung (ChemverbotsV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
- Allgemeine Vorschriften (VBG I)
- Vorschriften zum Verarbeiten von Beschichtungsstoffen (VBG 2)
- Vorschriften zum Verarbeiten von Klebstoffen (VBG 81)
- Vorschriften zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (VBG 100)
- Vorschriften zum Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (VBG 113)
- Vorschriften zu gesundheitsgefährlichem mineralischem Staub (VBG 119)
- Richtlinie zum Arbeiten in kontaminierten Bereichen (ZH 1/183)

Aus: Radünz: „Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen.“, S. 63 (Kluger, 1995)

Der Arbeitgeber ist hierin zum Schutz der Arbeitnehmer verpflichtet. Er hat weiterhin die von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe festgelegten maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK), technischen Richtkonzentrationen (RK) – im Falle krebserzeugender Arbeitsstoffe - und biologischen Arbeitsplatztoleranzwerte (BAT) einzuhalten. Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) entwickelt die TRGS. Die Sicherheitsdatenblätter geben Auskunft über die Inhaltsstoffe in allen Baustoffen. Die Inhaltsstoffe und ihre gesundheitsgefährdenden Potentiale (incl. den CAS-Nummern und den chemischen Summenformeln) sind im EMICODE und GISCODE einzusehen. Weitere Stoffinformationen sind in der SORBE Datei abzurufen. Für Gutachter und Innenraumanalytiker sind die letzteren Dateien unbedingt erforderlich. Diese Regelwerke zum Schutz der Bauarbeitnehmer sind jedoch nicht ausreichend, da die Bestimmungen im Baualltag nicht konsequent umgesetzt werden (z.B. Schutz vor Schleifstäuben). Die

Bestimmungen berücksichtigen keine Gefährdungen von Bauarbeitnehmern hinsichtlich Langzeitbelastungen mit individuellen Abspeicherungswegen im Körper. Die toxikologischen Erkenntnisse, die Fachliteratur der Katalyse e.V., Köln, des ECO-Labors (Dr. Zwiener, Köln), der ZFU (umweltmedizinische wissenschaftliche Scripte in der „Zeitschrift für Umweltmedizin“) und des Instituts für Baubiologie (IBN, Neubeuern) hinsichtlich der Gesundheitsgefährdungspotentiale durch Inhaltsstoffe in Baustoffen sind als Regelwerke unumgänglich. Eine Kennzeichnungspflicht (Volldeklaration) bei Baustoffen und Innenraumausstattungen muss durchgesetzt werden.

3.2.3.5 Öffentlich rechtliche Anforderungen an Bauprodukte:

Die Grundlagen der öffentlich-rechtlichen Vorgaben an Bauprodukte werden in folgenden verschiedensten Regelwerken festgelegt. Sie besagen, dass von Innenräumen und Materialien keine gesundheitsgefährdenden Expositionen abgegeben werden dürfen.

Gesetzliche Regelungen für den Umgang mit Bauprodukten

- Bauproduktengesetz (BauPG)
- Bauordnungen der Länder
- Bundesimmissionsschutzgesetz
- Chemikaliengesetz, Abfallgesetz
- Wasserhaushaltsgesetz
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
- Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
- Wohnungsaufsichtsgesetz und Baurecht
- Technische Regeln für Gefahrstoffe
- Vergaberecht und Umweltschutz

Abb.3.2-11: Gesetzliche Regelungen für den Umgang mit Bauprodukten, Radünz, S.61

3.2.3.5 Umweltzeichen und freiwillige Produktabprüfungsmodelle

Auf Grund der unglaublichen Stoff- und Variationsmöglichkeiten der modernen Petrochemie und der individuellen Sensibilität gegenüber einigen Naturstoffkonzentrationen haben sich Überwachungssysteme gegenüber den Bauprodukten entwickelt. Einige davon sollen hier dargestellt werden. Dabei soll die Problemstellung bei der **vollständigen Offenlegung der**

Inhaltsstoffe für den Verbraucher, den Bauarbeitnehmer und den Planer veranschaulicht werden

- Das Umweltzeichen „**Blauer Engel**“ für Bauprodukte schließt aus, dass Inhaltsstoffe in Produkten in so hohen Konzentrationen vorkommen, dass sie die Gesundheit schädigen könnten. Eine Bewertung erfolgt durch das UBA, in Anlehnung an die GefStoffV. Sie enthalten auch Empfehlungen der Kunststoffkommission des BGVV. Es dürfen keine nachweislich krebserzeugenden, frucht- oder erbgutschädigenden Stoffe enthalten sein. Biozide dürfen jedoch enthalten sein, dadurch ist das Bewertungssystem nach dem heutigen Wissensstand der Umweltmedizin wenig nützlich. (Aus Radünz, S. 36 ff Lacke, Tapeten und Holzwerkstoffe)
- Die Kennzeichnung der „Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. **GuT**“ bewertet Teppichbodenbeläge, die eine gewisse Höhe an Ausgasungskonzentrationen an flüchtigen organischen Stoffen nicht überschreiten. Außerdem werden auffällige Gerüche bewertet. Biozide sind zugelassen. Da es ein eigenerstelltes Qualitätskennzeichen seitens der Hersteller ist, ist es für den gesundheitsbewussten Verbraucher wenig nützlich.
- Das „**TOXPROOF** – Zeichen“ für Kork-Bodenbeläge schließt die Verwendung einiger bekannten Biozide aus. Auch die Schwermetalle dürfen nach der EN 71 für Kinderspielzeug die Grenzwerte nicht überschreiten. Die leichtflüchtigen Lösemittel werden vom BGA überwacht und Formaldehyd darf in der Prüfkammer den Wert von <math><0,1\text{ ppm}</math> nach der Chemikalienverbotsverordnung nicht überschreiten. Die Bindemittel gemäß dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG) die Grenzwerte nicht überschreiten (Radünz S. 39 Mitteilung Dr. Wennemer-TÜV Rheinland). Die Abprüfung gibt dem Nutzer von Gebäuden keinerlei Auskunft über die tatsächlichen Inhaltsstoffe und über Stoffe die erst im Verdacht stehen, gesundheitsgefährdenden Einfluß auf den menschlichen Organismus zu besitzen.

- Das „**Nature Plus**“-Qualitätszeichen wird nur an Baustoffe, Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände vergeben, die zu 85% aus nachwachsenden und/oder mineralischen Rohstoffen bestehen. Eine Volldeklaration wird angestrebt.
- Die Ökobilanzen von „**Öko+**“ (Verband der ökologischen Baustofffachhändler) beinhalten Bewertungen von Bauprodukten bzgl. deren Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit. Volldeklarationen sind meist vorhanden.
- Das noch in der Entwicklung stehende „**kdR** Gütezeichen“ der Arbeitsgemeinschaft kdR verpflichtet die jeweiligen Hersteller auf die Offenlegung sämtlicher Inhaltsstoffe, auch die der Hilfsstoffe in den Produktions- und Lagerungsphasen. Eine Schadstoffanalyse soll stichprobenartig von unabhängigen Labors durchgeführt werden. Die Produktionsabläufe und Rohstofflieferungen sollen, in Anlehnung an die Überprüfungsverfahren der Biobauern (kba), regelmäßig kontrolliert werden. Das Gütezeichen wird einen Empfehlungskatalog für Allergiker und Chemikaliensensible enthalten.

3.2.4 Herstellung, Transport

3.2.4.1 Allgemeine Definition der Baustoffe nach der Herkunft

Die Einteilung der ökologischen Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen definiert sich aus den entnommenen Rohstoffen der land- und forstwirtschaftlich erzeugten Produkte (phytochemische Bauprodukte), die einer Verwendung im Nichtnahrungsbereich zugeführt werden. Im Gegensatz dazu haben sich die fossilen Rohstoffe (petrochemische Bauprodukte) wie Torf, Braun/Steinkohle, Erdöl und Erdgas aus abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Organismen gebildet. Die Herkunftsdaten sind sehr gut in der Datensammlung ECOBIS 2000 einzusehen.

3.2.4.2 Nachwachsende Rohstoffe für die Bauchemie

Die Pflanzenchemie (**Oleochemie**) findet immer öfter Verwendungsmöglichkeiten im Baubereich. Vor über 100 Jahren wurden noch fast alle Bauprodukte aus der Natur entnommen, recycelt oder in den Naturkreislauf zurückgeführt. Aus wirtschaftlichen Gründen

und mangels der Verfügbarkeit von Erdöl hat man auf jahrtausend alte und bewährte Baustoffe und deren Verarbeitungstechniken vertraut. Die Häuser aus der damaligen Zeit stehen z.T. heute noch und haben Brände, Unwetter und Kriege überdauert. Außer biologischen Schadstoffen wie Rauchgase, Schimmel und Salpeter (Feuchteschaden) kannten diese Häuser keine Belastungen. Heute kennen wir zusätzlich mehrere tausend petrochemische Schadstoffe in Innenräumen, die den Baustoffen aus chemisch veränderten fossilen Rohstoffen entstammen. Durch eine Rückbesinnung auf die Vorteile der nachwachsenden Rohstoffe erleben diese alten Rezepturen eine Renaissance. Die Nutzer von Gebäuden entscheiden sich beim Bauen oder Renovieren immer öfter für den Weg der Gesundheitsvorsorge oder verwenden diese Baustoffe aus Umweltschutzgründen. Der Planer, Händler und Handwerker richtet sich aus wirtschaftlichen Gründen eher nach Preis, Verarbeitbarkeit und allgemeiner Nachfrage.

3.2.4.3 Allgemeine Definition der Baumaterialgruppen:

Der Aspekt der Gesundheitsverträglichkeit und Hygiene gilt für folgende Produktgruppen.

- Holz- und Holzwerkstoffe
- Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
- Produkte für den Trockenbau
- Verbundbaustoffe und -werkstoffe
- Wandbekleidungen und Fußbodenbeläge
- Oberflächenbehandlung und -gestaltung
- Zuschlagsstoffe für Bauprodukte

3.2.4.4 Herkunft von Problemstoffen:

Die Zuordnung der gemessenen Inhaltsstoffe zu den jeweiligen Verursachern/Baustoffen ist in der Praxis sehr aufwendig und schwierig. Es fehlt an vollständigen Inhaltsstofflisten seitens der Hersteller um bei gesundheitlichen Beschwerden, bei einem Unfall oder im Brandfall, schnell und zuverlässig die nötigen Schritte einleiten zu können. Bei der Verwendung von petrochemischen Bau- oder Bauhilfsstoffen wissen die Hersteller/Anwender/Nutzer die genauen Stoffangaben oder die Gefährdung durch mögliche Querverbindungen zweier chemischen Stoffe nicht zu nennen.

3.2.4.5 Deklarationsnotstand:

Die Angabe aller verwendeten Inhaltsstoffe ist für den Menschen und die Umwelt überlebenswichtig. Der Schutz des Menschen und seiner Gesundheit ist im Grundgesetz verankert und sollte per Produkthaftungsgesetz weltweit geregelt werden. Ansätze sind in den EG-Bauprodukten-Richtlinien zu erkennen. Auch sollten Hersteller besser überwacht werden, die unbehelligt mit Werbeaussagen wie „gesundheitlich völlig unbedenklich, Naturprodukt, für Allergiker geeignet“ ihre ungeprüften Produkte anbieten.

Die o.g. Bundesbehörden waren nach einer Anhörung der Innenraumlufthygiene Kommission beim Bundesgesundheitsamt 1996 der Meinung, dass alle Hersteller die kompletten Inhaltsstoffe ihrer Produkte auf den Tisch legen sollten. Mit Ausnahme weniger Hersteller (Hersteller von Bauprodukten aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen), die ihre Produkte von der volldeklarierten Rohstoffgewinnung bis zur Verarbeitung, Lagerung und Transport güteüberwachen und ihr Produkt labortechnisch auf Schadstoffe hin untersuchen lassen, sind die meisten Baustoffe auf dem gesamten Weltmarkt Mischprodukte mit petrochemischen Inhaltsstoffen.

3.2.4.6 Ökologische und gesundheitliche Nachteile der fossilen Rohstoffe:

Bei der Herstellung und dem Transport von Bauprodukten aus **fossilen Rohstoffen** bilden sich folgende Problemkreise:

Nachteile der Petrochemie – fossile Rohstoffgewinnung

- Umweltgefährdender und aufwendiger Transport
- Gesundheitsgefährdende Verarbeitungsprozesse
- Umweltgefährdender Energieaufwand (Treibhauseffekt, CO₂ Problematik)
- Toxische Zwischenprodukte für Mensch und Umwelt
- Gefährdung für Gebäudenutzer durch lange Zerfallszeiten (z.B. Biozide)
- Betriebsstörungen und Unfälle/Brandfall in Gewässer und Luft
- Anfallen großer Abfallmengen beim Produktionsprozess (z.B. Titandioxid)

Abb.3.2-12: Nachteile der Petrochemie – fossile Rohstoffgewinnung

Auszug aus den möglichen Produktinhaltsstoffen die auch in ökologischen Baustoffen vorkommen können:

Mögliche gesundheits- und umweltgefährdende Additive in Baustoffen

- Kunststoffanteile und Weichmacher
- Konservierer, Plastifizierer, Entschäumer, Verzögerer
- Luftporenbilder, Filmbilder, Emulgatoren
- Styrole, Formaldehyd, PAKs
- Fungizide, Herbizide, Insektizide
- Brandschutzmittel und Lösemittel
- Organische Salz- und Metallverbindungen
- Aromate und Duftstoffe usw.

Abb.3.2-13: Mögliche gesundheits- und umweltgefährdende additive in Baustoffen

3.2.4.7 Die technischen Vorteile petrochemischer Hilfsstoffe:

Die allgemein angeführten Vorteile der Bauprodukte aus fossilen Rohstoffen liegen im niedrigen Preis, der leichten Verfügbarkeit, der saisonalen Unabhängigkeit vor allem auch bei Missernten. Hinzu kommt die Produktvielfalt der unterschiedlichsten technischen Einsatzgebiete und der Modetrends (Farbauswahl, Formauswahl).

Die technischen Additive sind im überwiegenden Maße petrochemische Zusatzstoffe, denen durch ihre geringen Anteile am Gesamtprodukt politisch, wissenschaftlich, medizinisch und chemisch analytisch wenig Beachtung beigemessen wird.

- Verbesserung der allgemeinen Produkteigenschaften
- Verarbeitungssicherheit
- Verhinderung von Rissbildungen auf Farb-/Putzoberflächen
- Verhinderung von Fugenbildungen im Fußbodenbereich
- Schnellere Trocknungszeiten
- Teilweise längere Haltbarkeit

3.2.4.8 Nachteile bei der Produktion industrieller Nutzpflanzen:

Bei der Herstellung/Transport von Bauprodukten aus **land- und forstwirtschaftlich genutzten Rohstoffen** können folgende Problemkreise entstehen:

- Überdüngung bei industriellen Anbautechniken (Nitrat, Gülle, Klärschlämme gefährden Luft und Grundwasser)
- Einsatz von petrochemischen Bioziden (Unkrautvernichtung, Schädlingsbekämpfung)
- Verdichtung der Böden bei großtechnischen Maschineneinsatz
- Raubbau in der Dritten Welt aus wirtschaftlichen Gründen

3.2.4.9 Die Vorteile der Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen

„Diese unsere Umwelt schonenden Produkte sind in einen natürlichen Stoff- und Energiekreislauf eingebunden. Sie sind klimafreundlich und werden rasch und vollständig biologisch abgebaut.“ (Quelle: Renate Künast, Bundesministerin für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) Baumaterialien - aus dem Naturkreislauf entnommen - schonen die fossilen Ressourcen. Gerade im Baubereich lassen sich Holz, Flachs, Hanf, Stroh, Schilf mit ihren guten raumklimatischen und gesundheitsverträglichen Eigenschaften nahezu überall einsetzen. Setzt man voraus, dass keine petrochemischen Konservierer, Lösemittel, Biozide, Brandschutzmittel und andere Additive verwendet wurden, kann man davon ausgehen, dass sie für „Gesundes Bauen und Renovieren“ bestens geeignet sind. Folgende allgemein gebräuchliche Additive können die Gesundheits- und Umweltverträglichkeit negativ beeinflussen.

Konsequent ökologisches Bauen verbessert das Raumklima

- Verbessertes Wasseraufnahme/ -
abgabevermögen (Schimmelvermeidung)
- Keine Schadstoffabgabe
- Keine Trocknungszeiten durch Holzbau
- Geruchsneutralisation
- Kein Fogging auf Oberflächen (Weichmacher
und Kondensation)
- Geringe elektrostatische Aufladungen

Abb.3.2-14: Konsequent ökologisches Bauen verbessert das Raumklima

Die Vorteile liegen weiterhin in den guten gebäudetechnischen und raumklimatischen Eigenschaften.

Bei Verwendung der allgemein gut verträglichen Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sollte der Staat die Bemühungen jedes einzelnen besser fördern und einen Anreiz schaffen. Die Gefahrstoffvermeidung in Innenräumen und die damit verbundene mögliche private und staatliche Gesundheitsvorsorge ist allgemein anerkannt.

3.2.5 Verarbeitung, Rückbau/Recycling

Die gesundheitliche Relevanz betrifft grundsätzlich zwei Personenkreise. Diese sind zum einen die **Bauarbeiter**, die während der Baustoffverarbeitung, der Bauteilpflege (z.B. Reinigungsfirmen von Fußböden) und bei der Renovierung, Sanierung und Entsorgung mit den Stoffen beim Verlegen, Streichen, Verkleben, Verputzen usw. immer wieder in Berührung kommen. Auf die **Nutzer** der Gebäude soll später eingegangen werden.

Unterschiede zwischen Bauarbeitnehmern und Gebäudenutzern:

Bauarbeitnehmer	Gebäudenutzer
Exposition ausschließlich gegenüber Bauprodukten	Exposition gegenüber einer Vielzahl von Quellen
neben organischen sind anorganische Substanzen sowie Stäube und Fasern relevant	Belastung vorwiegend durch organisch-chemische Verbindungen
Belastung erfolgt durch einige wenige Stoffe	Belastung erfolgt durch komplexe Stoffgemische
hohe Stoffkonzentrationen	geringe Stoffkonzentrationen
homogene Gruppe (gesund / im arbeitsfähigen Alter)	inhomogene Gruppen mit Risikountergruppen (z.B. Kinder, alte Menschen, Kranke)
kurze Expositionszeit	meist lange Expositionszeit
umfassende Schutzregelung	keine oder unbestimmte Schutzbestimmungen
klare Haftungssituation	schwierige Haftungssituation
arbeitsmedizinische Überwachung	keine spezifischen medizinischen Untersuchungen

Tabelle 3.2-01 Unterschiedliche Auswirkungen auf verschiedene Nutzer (Quelle: Radünz: „Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen.“ S. 8)

3.2.5.1 Risiken für Bauarbeitnehmer

Im Gegensatz zu den Bewohnern von Gebäuden werden Arbeitnehmer prinzipiell jedoch vermutlich nicht ausreichend durch ein relativ dichtes Regelwerk vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen geschützt. Lt. Definition der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft bestehen für die Arbeitnehmer am Bau Gesundheitsgefahren durch Gefahrstoffe beim Bauen, Renovieren und Reinigen. (Siehe ECOBIS 2000) Risiken bestehen hauptsächlich durch ätzende, reizende, sensibilisierende und giftige Gefahrstoffe. Die Gefahrstoffe sind in der Anlage Tabelle 1 beschrieben. Die Gefährdung durch Arbeits-/Baumaterialien ist in folgenden Regelwerken verankert:

- MAK – Maximale Arbeitsplatzkonzentration der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG 1995). Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) legt die technischen Richtkonzentrationen (TRK) fest. Die Werte werden in der GefStoffV festgelegt.
- MIK – Maximale Immissionskonzentration für die Außenluft des Vereins der Deutschen Ingenieure VDI
- MRK – Maximale Raumluftkonzentration des Bundesgesundheitsamtes BGA
- MIQ – Mindestanforderung Innenraumluftqualität der Hamburger Umweltbehörde
- LQL – Luftqualitätsleitlinien der WHO

- Kat. WGS herausgegeben vom Umweltbundesamt
(Wassergefährdende Stoffe)
- StörfallV – Gefahreinstufungen, Transport, Umweltschutz
- TA – Luft Klasse – Emissionsgrenzwerte für Stäube sowie für
dampf- oder gasförmige Stoffe
- Die baubiologischen Richtwerte des Instituts für Baubiologie
Neubeuern, IBN

3.2.5.2 Gesundheitsgefährdende Stoffgruppen für Bauarbeitnehmer

Bauarbeitnehmer setzen sich einem relativ hohen Risiko aus, durch Gefahrstoffe zu verunglücken, zu erkranken oder arbeitsunfähig zu werden. Es sind ähnliche Gefahren wie die für den Gebäudenutzer. Schadstoffe in einem erhöhten Staubaufkommen während der Bearbeitung der Baustoffe, z.B. beim fräsen, schneiden, hobeln schleifen von leimgebundenen Holzwerkstoff- oder Kunststoffplatten. Aus gutem Grund verhält sich heute nahezu jedermann umwelt- und gesundheitsbewusst. Nun kann man dies nur betreiben, wenn man weiß, welche Gefahrenstoffe dies konkret sind, wie ihre Wirkungsweise ist und wie man sich davor schützen kann. So verschieden die Stoffe sind, auf so verschiedenen Wegen geraten sie auch in unseren Körper. Das kann durch orale Aufnahme oder Einatmen sein, durch einen Kontakt mit der Haut und schließlich auch durch das Auslösen von allergischen Reaktionen.

Max Dörner Malmaterial, Lehrbuch, S.31ff "Die Technische Regel für Gefahrstoffe" TRGS 613 schreibt z.B. die Verwendung von chromatarmen Putzen vor. Oder: „gesundheitlich verträglich sind chromat- und dispersionsfreie Zemente und Kleber die als Additiv Zellulose und Holzfasern beinhalten“.

Gifte als Reizstoffe (z.B. Säuren, Laugen Lösungsmittel, Ammoniak, Säuredämpfe)

Bei Kontakt mit Körpergewebe rufen Reizstoffe Verätzungen oder Entzündungen hervor. Sie können auf Haut, Atemwege und Augen akut bis chronisch einwirken.

Gifte als Erstickungsstoffe

Diese Stoffarten führen nicht unmittelbar zu Schädigungen der Lunge, beeinträchtigen jedoch dort stattfindende biologische Oxidationsprozesse auf vielfältige Weise. Chemische Erstickungsstoffe hindern den Organismus an der Aufnahme bzw. der Verwertung des Sauerstoffes und können die sogenannte innere Erstickung verursachen.

Gifte als Anästhetika und Narkotika

Diese auch als Nervengifte bekannten Stoffe stören die nervösen Impulse. Die Nervenzellen im Großhirn reagieren darauf besonders empfindlich. Unempfindlichkeit der Haut und Schleimhaut oder auch schwere Narkosen können die Folge sein. Im allgemeinen sind solche Reaktionen aber reversibel. (Lösungsmittel wie Xylol, Terpentinersatz, Äther, Halogenkohlenwasserstoffe, Toluol, Duftaromate, Alkohole und Benzin)

Systemgifte

Darunter werden Stoffe verstanden, die nach der Aufnahme ins Blut bestimmte Organe oder Organsysteme schädigen. Die Systemgifte können ebenso die Hormonsysteme (Schilddrüsen, Nebennieren, Bauchspeicheldrüsen, Geschlechtsdrüsen, Zirbeldrüse, Hirnanhangdrüse usw.) stören, das lymphatische System belasten, das Reizleitungssystem der Nervenbahnen stören und das Entgiftungssystem unserer Niere, Leber überlasten.

Konkrete Belastungen der Bauarbeitnehmer mit Chemikalien und ihre Herkunft:

Chemikalien	Baustoffe
Zement, Chromate	Fliesenkleber, Spachtelmassen, Putze
Epoxidharze	Kleber, Härter, Estriche
Isocyanat	Ortschäume, DD Parkettsiegel, Voranstriche, Kleber, PU-Lacke
Formaldehyd	säurehärtende Parkettsiegel, Kunstharzbindemittel, Holzfaserverwerkstoffe, künstl. Mineralfaserdämmstoffe, (Holzschutzmittel)
Teerölprodukte	PAKs, Asphalt, Bitumenabdichtungen, Dichtungsbahnen
Lösemittel	Grundierungen & Voranstriche, Farben und Lacke, Reiniger und Verdüner
Chlororganische Bauchemikalien	Abbeizmittel, Holzschutzmittel, Reiniger
Tetraethylsilikat	Steinfestiger und -imprägniermittel, Untergrundverfestiger für Putze und Estriche
Mineralfaserplatten	Mineralische Fasern in unterschiedlicher Größe, lungengängig, KI=KanzergenitätsIndex=Summe Na, K, B, Ca, Mg, Ba Oxide, Al Oxide
Trennmittel und Schalöle	Mineralöl - Aromate und die Verunreinigungen
Silikonverbindungen	Dichtstoffe und Untergrundverfestiger, z.B. Gipsfaserplatten

Tabelle 3.2-02: Auszug aus unterschiedlichen Belastungsarten (Quelle: Radünz „Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen“ Anhang 1, S.84-87)

3.2.5.2 Gefährdungspotential für die Umwelt beim Recycling

Gemäß dem Abfallartenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (Laga) wird im Hochbau zwischen Bauschutt und Baustellenabfällen unterschieden. Bei Baustellenabfällen handelt es sich um Mischabfälle aus Schutt, Mörtel, Steinen, Sanden zusammen mit weiteren Bestandteilen wie Holz (Fenster und Türen), Glas, Isoliermaterialien, Kunststoffen, Keramik, Fußbodenbelägen, Sperrmüll usw.. Das neue **Kreislaufwirtschaftsgesetz** fordert für Baustellenabfälle prioritär die Verwertung von Abfällen vor der Entsorgung. Es wird daher angestrebt, die Altmaterialien aus dem Sanierungsbereich wieder in Bauprodukten einzusetzen. Aufgrund der Materialvielfalt und des steigenden Einsatzes neuer gesundheitsproblematischer synthetischer Produkte, ergeben sich Schwierigkeiten beim Recycling, da durch das Vorhandensein von chemischen Problemstoffen in recycelten Baumaterialien die Umwelt – Wasser, Boden, Luft - gefährdet sind. Durch das Geheimhaltungsprinzip der Wirtschaft (Vermeidung von Werksspionage!) sind die unbekannt chemischen Reststoffe ein Gefährdungspotential für die Kontaktpersonen. Durch das Nichtkennen von chemischen Verbindungen beim Zusammentreffen zweier verschiedener Stoffe zu einer neuen unbekannt Verbindung, deren Wirkungsweise auf die Umwelt oder die Gesundheit noch unerforscht ist, können neue folgenschwere Probleme für die Umwelt und die Gesundheit entstehen.

3.2.5.4 Gefährdungspotential für die Bauarbeiter beim Recycling

Die im Recyclingmaterial enthaltenen petrochemischen Schadstoffe bereiten demnach technische, gesundheitliche und ökologische Probleme. Eine gesundheitliche Belastung von Bauarbeitnehmern, die mit Recyclingstoffen Kontakt haben, kann daher nicht ausgeschlossen werden. (Siehe Kap. 3.1) Aus Gründen der Prävention und des Arbeitsschutzes sollten daher immer ausreichende Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

3.2.5.5 Gefahr für die Nutzer von Neumaterialien mit recycelten Inhaltsstoffen

Auch die Nutzer von Gebäuden, die mit Recyclingmaterialien bauen (siehe Spanplatten aus recycelten Baustellenabfällen; Folge: Rekontaminierung der Innenräume mit Holzschutzmitteln aus dem Ausland über den Baumarkt möglich) können durch die Verschleppung von Schadstoffen einer gesundheitlichen Gefährdung erneut ausgesetzt werden. Durch eine zu befürchtende Zunahme der Hintergrundbelastung durch solche Rekontaminierungen der Innenraumstaubbelastungen entsteht ein neues unkalkulierbares

Risiko für alle Gebäudenutzer. (Spanplattenmöbel, Fußbodenbeläge, Holzwerkstoffplatten aus recycelten Holzresten)

Durch thermische Produktionsprozesse können zudem neue toxische Verbindungen oder neue gesundheitsschädliche Wirkstoffkombinationen entstehen. Falls wasser-, boden- und gesundheitsgefährdende Stoffe im Abfall (Asbest, Teeröle, PAK-Teerprodukte im Hochbau, Beton, Additive, die PCP oder PCB beinhalten, Holzbauteile – Holzschutzmittel, Formaldehyd, Bitumen, Kunststoffe und die Inhaltsstoffe Weichmacher, Brandschutzmittel, chlororganische Verbindungen) enthalten, sind sie von einer Verwertung ausgeschlossen. (Abfallwirtschaftsgesetz)

3.2.5.6 Gefahr während Sanierungs-/Renovierungsmaßnahmen

Seiner besonderen Relevanz wegen wird an dieser Stelle auf die besonders hohen Gesundheitsgefahren sowohl im akut toxischen als auch im Bereich chronisch belastender Staubemissionen für Bauarbeitnehmer aber auch für Heimwerker während Sanierungs- oder Renovierungsmaßnahmen hingewiesen.

Lösemittelhaltige Lacke, chlorkohlenwasserstoffhaltige Abbeizer und Additive können durch das Einatmen als gasförmiger Schadstoff oder als Mikrostaub über Lunge oder Speiseröhre in den Körper gelangen. Auch über die Haut können die Stoffe resorbiert werden (Maurerkrätze, Chromathaltige Kleber, Zemente, BG Bau 1978-1994)



Abb.3.2-15: Schutzkennzeichen für den Umgang mit Gefahrstoffen (Quelle: Remmert u.a.: "Fachbuch für Parkettleger und Bodenleger." S.15)

Während Abräum-, Abriss-, Ausbeinungs-, Schleif-, Dämm-, Fräs-, Schleif- und Sägearbeiten entstehen vor allem auch durch chemische Inhaltsstoffe, holzeigene natürliche Wirkstoffe, chemische Grundierungen mit Holzschutzmitteln, große Belastungen an Mikrostäuben die während der Sanierungsphase immer wieder aufgewirbelt werden. (z.B. Abschleifen der alten Lackschicht eines Holzbodens, mikrobakterielle Belastungen, Schimmelsporen, Keime usw. aus den alten Boden- und Wandaufbauten sind besonders zu beachten und für ausreichenden Schutz sollte gesorgt werden; vor allem sollte immer daran gedacht werden, dass die Schadstoffe auf vielen Wegen in den Körper gelangen können.)

Gefahren beim Bodenabschleifen



Abb.3.2-16: Hohe Schadstoffkonzentrationen während Schleifarbeiten in Gebäuden (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien, Foto: Fa. Lägler)

Einteilung nach Art der Allergenexposition des Organismus:

- Inhalationsallergene, die primär Atemweg-, sekundär auch Haut- und Darmsymptome auslösen. Diese Allergene können tierischen, pflanzlichen oder chemischen Ursprungs sein.
- Beispiele für Inhalationsallergene: Pollen, Pilzsporen, tierische Epithelien, Federstaub, Milbenkot, Insektenschüppchen, Holz- und Mehlstaub, ebenso auch kleinmolekulare Substanzen wie Kolophonium, Formaldehyd und Isocyanate.
- Ingestionsallergene, die oft erst durch enzymatische Abspaltung im Verdauungstrakt entstehen (sog. Nahrungsmittelallergie). Sie verursachen primär Darmsymptome (u.a. Brechdurchfall), sekundär auf hämatogenem Wege auch Atemweg- und Hautsymptome.
- Kontaktallergene, die eine Soforttypreaktion auslösen. Die häufigsten Kontaktallergene sind u.a. Metalle, Kosmetika, Epoxydharze, Desinfektionsmittel, Medikamente, aber auch Pflanzen. Die sog. Kontaktallergie entwickelt sich naturgemäß erst nach einer länger andauernden Phase der Sensibilisierung, bei zuvor guter Verträglichkeit.
- Injektionsallergene: hierunter fallen insbesondere tierische Gifte, z.B. von Bienen, Wespen, Quallen, Feuerkorallen, etc. aber auch Medikamente, z.B. Penizilline.

Abb.3.2-17: Aufnahmewege der Stäube über Kopf, Nase, Schleimhäute (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

3.2.5.7 Forderungen an die Hersteller zum Schutz von Mensch und Umwelt

Da trotz der vielen Gesetzestexte und den vielen Richtlinien für Baumaßnahmen und den Bauprodukten es zu immer neuen Empfindlichkeiten, Allergien und Krankheiten kommt und die Gefährdung unserer Umwelt stark zunimmt sollten folgende einfache Normen zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt eingehalten werden. In der Datensammlung **ECOBIS 2000** geben Hersteller und die Berufsgenossenschaften zwar fast alle chemischen Inhaltsstoffe bekannt, jedoch sind diese auf dem Produkt nicht einsehbar und deshalb für den Endverbraucher nicht verfügbar. Die Umweltbelastungen bei der Herstellung, Transport und Recycling sind gemäß diesen Informationen teilweise extrem hoch. Vor Stäuben, Ausgasungen und Flüssigkeiten wird oft gewarnt und die Schutzbestimmungen empfohlen, jedoch wird allgemein die Erfahrung gemacht, dass die Vorgaben oft nicht eingehalten werden.

Nachweispflicht für Recyclingprodukte einführen

- Recycling-Baumaterialien müssen gekennzeichnet werden
- Hersteller von Recycling Baumaterialien müssen diese auf Inhaltsstoffe unabhängig überprüfen lassen
- Hersteller von Baumaterialien ohne Recyclingmaterial müssen ihre Produkte vollständig deklarieren, um die Recyclingwege nachvollziehen zu können
- Bauprodukte, die aus nachwachsenden und nachhaltigen Rohstoffen hergestellt wurden und volldeklariert werden, stellen in der Regel für Mensch und Umwelt keine Probleme dar (Ausnahme Naturstoffallergiker)

Abb.3.2-18: Nachweispflicht für Recycling-Produkte einführen (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Die Hersteller von Naturbaustoffen, die durch eine Volldeklaration den Nachweis führen, welche Rohstoffe bei der Herstellung verwendet wurden und wie hoch der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen tatsächlich ist, sind in den Öko-Datenbanken aufgeführt. (www.oekoplus.de)

Ergebnis:

Wie aufgezeigt, können auch bei der Herstellung/Verarbeitung/Recycling von ökologischen Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen Gefahrstoffe entstehen, falls sie mit petrochemischen Additiven ausgerüstet sind. Die Gefährdung der Bevölkerung, der Bauarbeitnehmer und der Umwelt nimmt mit der Zunahme der Problemstoffe in der Atemluft zu. Die Verwirrung der Konsumenten durch gezielte Falschaussagen in der Werbung und das Vorhandensein von Gütezeichen, die eine Angabe der Volldeklaration nicht zwingend voraussetzen ist vielerorts zu beobachten.

Anforderungen an gesunde Bauprodukte

- Volldeklaration aller Roh-, Hilfs- und Ausrüstungsstoffe
- Möglichst Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen
- Verwendung von Beschichtungen aus nachwachsenden Rohstoffen

Abb.3.2-19: Anforderungen an gesunde Baustoffe (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

3.2.6 Die Gebrauchsphase

Die Innenraumlufthausqualität hat mittlerweile weitreichende politische, wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Relevanz. Das Gesundheitswesen ist nicht mehr länger in der Lage, die Kostenexplosion aufzufangen. Eine nahezu vollständige Beschreibung der gesundheitlichen Gefahren durch viele bekannte Bauchemikalien wird in der Datensammlung ECOBIS 2000 zur Verfügung gestellt. **Neue Krankheitsbilder** und die ständig wachsende Allergiebereitschaft in allen Bevölkerungs- und Altersschichten strapazieren alle Gesundheitskassen und die Volkswirtschaft. Ein Mix von Stoffen und Staubgemischen, der erst unter mikroskopischer Betrachtung oder bei einer chemischen Hausstaubuntersuchung seine Gefährlichkeit verrät, erwartet uns im Beruf, im Privatbereich und in den eigenen vier Wänden. Im Winter sind die Innenräume meist zu trocken, die Luftwechselrate ist zu niedrig und dadurch kann eine Dauerbelastung entstehen. Da wir uns immer mehr überwiegend in Innenräumen aufhalten wird unser Immunsystem dauerbelastet. Eine Auswirkung dieser Überlastung können **Allergien** sein, die bald den Stand von 40% Anteil in der Bevölkerung erreicht haben. Besonders Kinder sind immer häufiger betroffen. Die Allergien entstehen durch Sensibilisierungen und angeborene Reaktionsbereitschaften. Der Körper reagiert auf natürliche und chemische Substanzen. Die chemischen Substanzen haben nicht nur ein allergenes, sondern auch ein toxisches Potential (immunschwächende Wirkung).

Allergene

tierischen Ursprungs:

- Säugetierepithelien und Federn
- Insektenbestandteile
- Hausstaubmilbenbestandteile
- Crustacea (z.B. Wasserflöhe)

pflanzlichen Ursprungs:

- Pollen und Getreidestäube
- Getreidestäube, Mehle und Kleien
- Textilfasern, Holzstäube, Pilzsporen und Kaffeebohnen
- Naturgummi, ätherische Öle und Duftstoffe

chemischen Ursprungs:

- Epoxyharze und Phthalsäureanhydrid
- Metallsalze, Isozyanate, Enzyme und Arzneimittelstäube

Abb.3.2-20: Präsentation: Allergien (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Eine weitere Körperreaktion auf zunehmende Belastung in Innenräumen ist das chronische Erschöpfungs- oder Müdigkeitssyndrom und/oder das Sick-Building-Syndrom (CFS und SBS, www.umweltmedizin.de).

SBS= der Begriff wurde von der WHO (Weltgesundheitsorganisation) für Befindlichkeitsstörungen und gesundheitliche Beeinträchtigung geprägt, die vorwiegend in modernen, vor allem in klimatisierten Gebäuden beobachtet werden. Die Empfindlichkeiten sind bei mehreren Betroffenen vergleichbar, denn meistens befinden sich mehrere Gebäudenutzer in einem Gebäude mit den gleichen Symptomen. Typisch ist oftmals, dass die Beschwerden beim Verlassen des Gebäudes nachlassen, und beim Betreten desselben die gleichen Beschwerden wiederkommen. Zu den Beschwerden zählen Müdigkeit, Augenirritationen, Schleimhautreizungen, Hautveränderungen und Sekretionen im HNO Bereich, ausgelöst durch ausgasende Bau- und Ausstattungsmaterialien und ungünstige Klimafaktoren.

Sick-Building-Syndrom

- Es sind immer Mehrere bzw. Gruppen betroffen...

mögliche Symptome: Reizungen der Schleimhäute und der Haut, Störungen der Leistungsfähigkeit, allergieähnliche Beschwerden

- Die Beschwerden verringern sich mit dem Verlassen des Gebäudes und bessern sich am Wochenende..

Lassen Sie sich beraten!





Abb.3.2-21: Präsentation: SBS (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Der Zusammenbruch des Immunsystems bei Menschen, die in Innenräumen lange Zeit Schadstoffbelastungen ausgesetzt waren (schadstoffexponierte Personen, MCS = multiple Chemikaliensensibilität), kann mit Blutuntersuchungen mittlerweile wissenschaftlich nachvollzogen werden. Die Suche nach den belastenden Stoffen wird durch Raumluft-, Material- und Hausstaubuntersuchungen chemisch-analytisch belegt. Anschließend werden diese Werte mit den Blut-, Stuhl- und Urinwerten des umweltmedizinisch untersuchten Patienten verglichen. Die starke Einschränkung der Leistungsfähigkeit kann nur wieder aufgehoben werden, wenn die Schadstoffbelastungen entfernt oder das Gebäude saniert wird. Täglich kommen neue Erkenntnisse über Baustoffgifte und ihre Auswirkung auf die Gesundheit hinzu.

MCS= MCS tritt bei Stoffen und Dosierungen von Stoffen auf, wo Toxikologen und Allergologen immer nur sagen: „Das kann gar nicht sein.“ „Diese große Reaktionsbereitschaft - Überempfindlichkeit – unterscheidet MCS von Allergien oder klassischen Vergiftungen. Damit ist eine Gesundheitsstörung gemeint, die in vorhersagbarer Weise bei Kontakt mit Chemikalien entsteht, die oft wieder verschwindet, wenn dieser Chemikalienkontakt unterbleibt, und die sich in unterschiedlichen Gesundheitsstörungen manifestieren kann“. Werner Maschewsky in „Eine Gesundheitsstörung im Spannungsfeld von Arbeitsplatz und Umwelt“ S. 70 TU Berlin, ZEK/WB 1999

MCS-Krankheit

Auslöser im Umfeld:

- ...Lösungsmittel
- ...Formaldehyd
- ...Toner
- ...Tabakrauch
- ...Parfüm
- ...Kosmetika
- ...Autoabgase
- ...Ozon aus Bürogeräten
- ...Ausgasungen aus Teppichböden



häufige Symptome:

- ...Müdigkeit
- ...Kopfschmerzen
- ...Konzentrationsstörungen
- ...Muskelschmerzen
- ...Hautprobleme
- ...Magen-Darm-Probleme
- ...Reizbarkeit
- ...Geruchsempfindlichkeit

Abb.3.2-22: Präsentation: MCS (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

Spektakuläre Fälle wie hohe Belastungen von öffentlichen Gebäuden mit Asbest, Formaldehyd, PCB, PCP, PAKs haben zu sehr hohen Sanierungskosten geführt. Der volkswirtschaftliche Schaden, die momentane Kostenexplosion im Gesundheitswesen, die anstehenden Arbeitnehmeranträge auf Arbeitsunfähigkeit bei den Berufsgenossenschaften und die Folgekosten im Brandfall bei Dioxinbelastungen, verursacht durch die petrochemische chlororganische Chemie, sollte für uns Warnung genug sein und uns zum Umdenken anspornen.

Für Gebäudenutzer sollte bei einer Bauprodukteauswahl nicht das technisch Machbare, das preisgünstigste Produkt, die einfachste Verarbeitung, die schnellste Trocknungszeit usw. im Vordergrund stehen. Resultierend aus dem Kenntnisstand bezüglich den gebäude(baustoff)bedingten Erkrankungen (Enquete Kommission zum „Schutz des Menschen und der Umwelt“ Quellenangabe) werden klare Vorgaben seitens der Regierung gefordert, damit eine Gefährdung der Menschen in den Innenräumen (Gebäudenutzer) oder am Arbeitsplatz (Herstellung und Transport, Verwaltung und Lagerung, Einbau und Entsorgung) weitgehend ausgeschlossen werden kann. Die Enquete Kommission fordert „gesetzliche Regelungen für den Umgang mit und die Verwendung von Bauprodukten und emittierenden Baustoffen“. (Radünz: Bauprodukte....S.57)

Eine Unterscheidung zwischen den Kontaktgruppen von Baustoffen in **Bauarbeiter** (wie im vorigen Kapitel beschrieben) und **Gebäudenutzer** ist deshalb wichtig, da

Gesetzesänderungen über die Zulassung von Inhaltsstoffen in Bauprodukten zum Schutz der Bauarbeitnehmer zu einer Benachteiligung der Gebäudenutzer führen kann. Zum Beispiel wurden in der Vergangenheit leichtflüchtige Inhaltsstoffe, die nachweislich Berufskrankheiten hervorgerufen haben, gegen mittel- oder schwerflüchtige Inhaltsstoffe ausgetauscht. Dadurch wurde aber in der Folge und innerhalb mehrerer Jahre der Nutzer von Gebäuden eher gefährdet, da die Expositionszeit der Bauinhaltsstoffe sich verlängert hat. Bedingt durch einen höheren Siedepunkt (Zeitintervall des Ausgasungsverhaltens eines Stoffes in Abhängigkeit zur Raumtemperatur) wird der Hausstaub dadurch über viele Jahre angereichert. (Fallbeispiel Oberflächenversiegelung: In der Vergangenheit wurden fast ausschließlich stark lösemittelhaltige Parkettversiegelungen (DD Lacke) verwendet. Durch die nachgewiesenermaßen starke Lösemittelbelastung der Bauarbeitnehmer ist man auf lösemittelarme, wassergelöste Acryllacke umgestiegen. Dadurch hat sich im Gegenzug für den Gebäudenutzer eine höhere Belastung mit Weichmachern, Konservierungsstoffen, Pilzschutzmitteln im Hausstaub herausgestellt.) Tabelle 1 S. 8

3.2.6.1 Gebäudenutzer:

Nutzer von Gebäuden können Arbeitnehmer sein, die sich zur Ausübung ihres Berufs in Gebäuden aufhalten, um Menschen, die zu Ausbildungs-, Lehr-, Heil- oder privaten Zwecken öffentliche Gebäude aufsuchen. Oder es handelt sich um Mieter oder Wohnraumbesitzer.

Der Gebäudenutzer ist Zeit seines Lebens in seinem Eigenheim einem vielfachen Mix an Stoffkonzentrationen unterschiedlicher Herkunft ausgesetzt. Andere Einflussfaktoren verstärken die Empfindlichkeit, Klimabedingungen erhöhen Ausgasungsraten, Elektrosmog beeinflusst die Regenerationsphase usw.

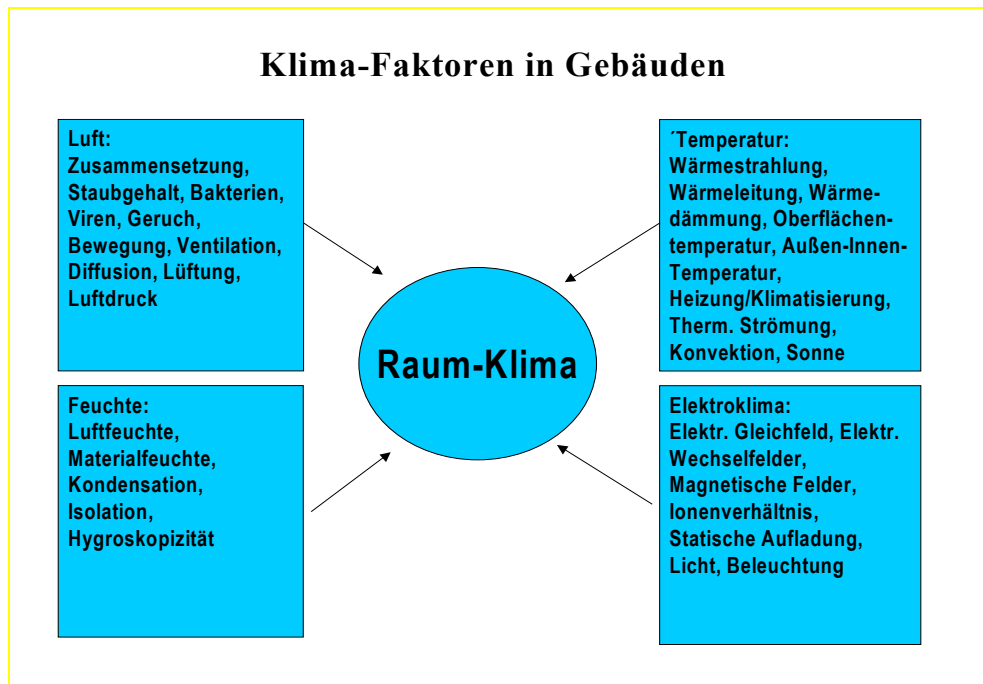


Abb.3.2-23: Klimafaktoren (Quelle: Aus: „Kranke Umwelt-Kranker Mensch“ Stiftung Verbraucherinstitut, TU Berlin, 1995, Folie 3.2.23 ÖBZ Schulungsfolie)

3.2.6.2 Gebäudenutzer und ihr allgemeiner Gesundheitszustand:

Ein weiterer schwerwiegender Faktor ist, dass Gebäudenutzer oftmals zu besonders empfindlichen oder vorgeschädigten Personengruppen zählen.

Mögliche Gesundheitszustände von Gebäudenutzern

- Gesunde, wenig belastete Personen
- Kinder, Geschwächte und Senioren
- Vorbelastete Personen, Schwächung des Immunsystems durch Unfälle und natürliche Krankheiten
- Allergiker, durch Unverträglichkeiten verminderte Körperabwehrkräfte
- Menschen die an einem SBS (SickBuildingSyndrom, CFS – chronisches Müdigkeitssyndrom usw.) leiden
- Menschen die eine Chemikalienunverträglichkeit MCS (Vielfache Chemikalienunverträglichkeit) gegenüber bestimmten Inhaltsstoffen in Baustoffen aufweisen
- Medikamenten- und Suchtmittelabhängige, Phytochemische

Abb.3.2-24: Mögliche Gesundheitszustände von Gebäudenutzern (Quelle: ÖBZ Schulungsfolien)

Gebäudenutzer sind von den gebäudebedingten Belastungen im besonderen Maße betroffen, wenn ihr Immunsystem schon vorbelastet ist.

Exkurs: Öffentliche Gebäude

In Kindergärten, Schulen, Krankenhäusern kommt es immer wieder zu einer verstärkten Belastung, verursacht durch Baumaterialien und zusätzlich durch synthetische Reinigungs- und Pflegemittel. Die Angaben auf den Sicherheitsdatenblättern ist deshalb nicht ausreichend, da gesundheitsgefährdende Additive (technische Hilfsstoffe wie, Flammschutzmittel, Holzschutzmittel, Konservierer, Fungizide und Insektizide) nicht angegeben werden müssen. Gerade diese Stoffe werden bei der Herstellung, dem Transport und bei einem Brandfall zu einem hochkonzentrierten Giftstoff.

3.2.6.3 Unterscheidung Arbeits- und Umweltmedizin:

Die Gesundheitsverträglichkeit und Hygiene kann diagnostisch von den zwei o.g. unterschiedlichen medizinischen Fachgebieten beurteilt werden. Die Arbeitsplatzbewertung fällt in den Zuständigkeitsbereich der Arbeitsmedizin. Die Umweltmedizin hingegen beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Belastungen im Wohnumfeld aber auch mit Arbeitsplatzbelastungen.

Exkurs: Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden

Die Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes erklärte im Juni 2000, nicht zuletzt wegen den z.T. massiven Innenraumbelastungen an deutschen Schulen, dass die Innenraumbelastungen beispielsweise auf die „Verwendung bestimmter Bauprodukte oder auch Reinigungsprodukte“ (Quelle: Leitfaden...S.1) zurückzuführen sind. Weiter heißt es: „Zu den Hauptverursachern von Raumluftbelastungen in Schulgebäuden zählen Emissionen aus Baumaterialien, Einrichtungs- bzw. Ausstattungsgegenständen und aus Reinigungs- und Pflegemitteln.“ (Quelle: Leitfaden...S.2) Anerkannte Befindlichkeitsstörungen sind Kopfschmerzen, Müdigkeit, mangelnde Konzentrationsfähigkeit, Reizungen der oberen Atemwege, Augenreizungen, chronischer Husten oder gar das Auftreten einer allergischen Erkrankung beim Aufenthalt in den jeweiligen Räumen. (Literatur: LeitfadenS.6)

3.2.6.4 Gefahrstoffe für die Nutzer:

Die Gefahrstoffe gliedern sich gemäß den aktuellen und veröffentlichten Innenraumanalysen folgendermaßen auf. Tabelle 7 (nach Seidel 1997): Die Symptome reichen von einfachen Befindlichkeitsstörungen wie Reizsymptome des HNO Bereichs, Hautreizungen, Übelkeit

und Mattigkeit und nehmen bei Verlassen der belasteten Räume wieder ab, bis hin zu Kopfschmerzen, Sehstörungen, Störungen des Magen- und Darmtraktes, länger andauernde Lustlosigkeit (SBS – SickBuildingSyndrom) und Müdigkeit und fieberähnlichen Zuständen. Dieser Zustand beginnt sich zu manifestieren und geht in einen chronischen Verlauf über. Zu chronischen Krankheitsverläufen kann es gemäß den anhängenden Publikationen (siehe Umweltmedizin ZFU Anlage) kommen, und führt zu einem chronischen fieberähnlichen und immunschwächenden Prozeß und wird allgemein als MCS Krankheit oder -Syndrom (multiple Chemikalienunverträglichkeit = multiple chemical sensitivity) bezeichnet, wobei die Ursache dieser Krankheit nicht monokausal benannt werden oder zurückgeführt werden kann. Die Symptome verbessern sich nicht mehr nach dem Verlassen der belasteten Innenräume. Vermutlich führt jedoch eine Kombinationswirkung und eine einmalige hohe Dosis eines Stoffes zur Auslösung des latenten Krankheitsverlaufes, das stoffabhängig auch zu schwerwiegenden Organerkrankungen mit tödlichem Verlauf führen kann, wenn nicht rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden!

Warum wird ein Innenraum für einen Nutzer vor allem neuerdings immer gefährlicher?

Es kommt hier erschwerend auch eine immer geringere Luftwechselrate in Gebäuden (Wärmedämmmaßnahmen) und oftmals der Bewegungsmangel in bestimmten Berufen und Freizeitverhalten zu einer immer ernst zu nehmenderen Verschlackung und Abspeicherungsproblematik durch mangelnde natürliche Entgiftungsprozesse. Ernährungsfehler, biologische Belastungen wie Schimmel oder mikrobielle Belastungen, Stress und soziale Konflikte, Elektrosmog kommen als Kofaktoren hinzu.

3.2.6.5 Nachweisverfahren:

Die Nachweisverfahren beginnen, wie im Kapitel 1.4 schon besprochen, mit der Innenraumanalytik (Untersuchung der Raumluft, des Hausstaubs oder einer Materialprobe). Eine umweltmedizinische Untersuchung von Blut, Stuhl und Urin bringt Inhaltsstoffe von Baustoffen welche im Körper aufgenommen wurden ans Tageslicht. Die dritte Möglichkeit einer analytischen Vorgehensweise besteht in der Sichtung der Sicherheitsdatenblätter, der Volldeklaration (falls vorhanden), der Recherchen hinsichtlich der historischen Baustoffauswahl, den Ausschreibungstexturen/Baubeschreibungen/Werkplänen des Planungsbüros, den Deklarationen auf Materialverpackungen den Geruchswahrnehmungen der Nutzer von Gebäuden und des Sachverständigen vor Ort. Danach ist eine komplette Beschreibung des Ist-Zustandes zu erstellen. Der Soll-Zustand soll einen Maßnahmenkatalog enthalten, der Sanierungsmaßnahmen mit völlig unbelasteten Bau- und Bauhilfsstoffen vorsieht.

3.2.6.6 Inhaltsstoffgruppen nachhaltiger Bauprodukte

Definition: Wie besprochen können alle Baustoffe deklarierte oder undeklarierte Inhaltsstoffe aus

- nachhaltig und nachwachsenden Rohstoffen (Industriepflanzen wie Flachs, Stroh, Schilf, Hanf, Raps, Holz),
- nachhaltig und endlichen Rohstoffen (Naturmaterialien wie Gips, Ton, Lehm, Kalk, Kreide, Natursteinarten, Metalle, Mineralien, Sand) und
- fossilen und endlichen (Erdöl, Kohle, Naturbitumen, Erdgas)

enthalten.

3.2.6.7 Ausgasungen im Normalzustand

Merke: Hier geht es um Inhaltsstoffe in Baumaterialien, aus denen enthaltene Schadstoffe ausgasen, also an die Raumluft abgegeben werden, oder sich über Nutzungszeiträume im Hausstaub anreichern und in der Folge durch Konvektion (Mikrostaubverwirbelungen durch Raumluftverwirbelungen) über viele Jahre zusätzlich in den menschlichen Körper gelangen können. In ECOBIS 2000 gibt es eine Gefahreneinschätzung für die Nutzungsphase.

- Normalzustand der Materialfeuchtenwerte:
- Normalzustand der Raumtemperatur:
- Normalzustand der rel. Raumluftfeuchte:
- Normale Konvektionsströme:

Zielwert für flüchtige Inhaltsstoffgruppen – Die VOC Problematik

Chemische Gruppe	Konzentration (ug/m ³)
Alkane	100
Aromatische Kohlenwasserstoffe	50
Terpene	30
Halogenierte Kohlenwasserstoffe	30
Ester	20
Aldehyde und Ketone (ohne Formaldehyd)	20
Sonstige	50
Zielwert (TVOC)	300

Tabelle 3.2-03: Vorschlag für einen Zielwert für die Summe der Konzentration flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC) in der Innenraumluft. (Quelle: Radünz: Bauprodukte und.....“ S. 26)

Richtlinienvorschläge für akzeptable Expositionen gegenüber lösemittelähnlichen flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), die Unbehagen oder Schleimhautreizungen verursachen

Gesamtkonzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Reizungen u. Unbehagen	Expositionsbereich
Unter 160	keine Reizwirkung keine Unbehagen	Behaglichkeitsbereich
160 – 3.000	Reizwirkung und Unbehagen möglich, wenn zusätzlich andere Expositionen vorliegen	
3.000-25.000	Reizwirkung und Unbehagen möglich Kopfschmerz möglich, wenn zusätzlich andere Expositionen vorliegen	Unbehaglichkeitsbereich
über 25.000	Zusätzlich andere neurotoxische Wirkungen möglich	Toxischer Bereich

Tabelle 3.2-04: Behaglichkeitsschwelle gegenüber VOCs (Quelle: Radünz: „Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen.“, S. 26)

3.2.6.8 Faktoren die den bauphysikalischen Normalzustand verändern:

Durch einen Wechsel der Normalwerte im Hausinneren, z.B. durch extreme Wetterlagenwechsel, plötzliche Außentemperaturwechsel, Wärmebrücken in der Hülle des Gebäudes, zu geringe Luftwechselraten durch luftdichte Bausysteme, schlechte Hygroskopizität der Baustoffe und Stockwerkskonvektionsströme können sich die Ausgasungsraten aus den Baumaterialien erhöhen. Eine Ausgasungsrate aus ökologischen Baustoffen ist bei Neubauten oder Renovierungen ebenso in Form von kurz- und länger-kettigen Aldehyden (Wachse, Öle, Farben, Putze usw.) in Form von phytochemischen organischen Verbindungen zu erwarten. Diese können Beschwerden hervorrufen, wenn jemand vorgeschädigt ist. Bei **fehlenden Luftwechselraten** in modernen luftdichten Gebäuden kann, wenn ein **Verarbeitungsfehler** vorliegt, auf **absperrende Untergründe** gegangen (verlegt, gestrichen, geklebt) wurde oder die Abtrocknung behindert wird (mangelnde ortsbezogene Oxidation).

3.2.6.9 Ausgasungen im Brandfall

Die grundsätzliche Frage besteht darin, ob Bauteile/Gebäude aus nachwachsenden Rohstoffen brennbarer oder für Mensch und Umwelt gefährlicher sind als andere? Kann man trotz der ökonomischen und ökologischen Vorteile zu diesen Baustoffen (z.B. Holzkonstruktionen und Dämmmaterialien) unter der Betrachtung der Risikoabschätzung im Brandfall raten?

Unter Berücksichtigung der verschiedenen typischen Brandphasen (Schaubild Brandphasen) hängt das Brandrisiko sehr stark von dem Inventar und den technischen Einheiten in den Innenräumen ab. Ein Brand gefährdet zunächst durch Feuer und Rauch die Gesundheit der Bewohner und der Feuerwehr bei den Lösch- und Rettungsmaßnahmen und dann erst den Bestand des Gebäudes.

3.2.6.9.1 Risikobewertung im Holzbau:

Holzkonstruktionen werden im modernen Holzbau in der Regel durch Gips- oder Lehmplatten oder Putz an der Oberfläche brandschutztechnisch geschützt. Im übrigen wird die Ausbreitung eines Feuers über den Brandabschnitt hinaus durch Holzbauteile genauso behindert wie durch Stahl- bzw. Massivbauteile gleicher Feuerwiderstandsdauer. Die Leistungsfähigkeit eines tragenden raumabschließenden Bauteiles (Wand, Boden oder Decke) ist also baustoffunabhängig zu bewerten.

Generell positiv zu bewerten ist die geringe thermische Längendehnung des Holzes. Dadurch werden im Brandfall Zwangskräfte auf benachbarte Bauteile vermieden. Ein weiterer Vorteil ist der Erhalt der vollen Tragfähigkeit im unverbrannten Kern z.B. Stützen und Träger aus Holz. Dies senkt das Risiko bei der Rettung und Brandbekämpfung.

Im Einfamilienhaus sind die Materialien gemäß MBO anders zu wählen als in mehrstöckigen Gebäuden, wo die Aspekte der Fluchtwegproblematik im Brandfall (z.B. Treppenhaussituation und Dämmmaterialien in hohlen Bauteilen) berücksichtigt werden müssen.

3.2.6.9.2 Bewertung von Rauch und Toxizität im Brandfall:

Personenschäden im Brandfall werden überwiegend durch Rauchgase verursacht. Die Rauchdichte, d.h. materialabhängige Rauchentwicklung kann Rettungsmaßnahmen durch eine optische Behinderung erschweren. Bei Bränden werden hauptsächlich durch die Einrichtungsgegenstände, Raumausstattungen und Installationen zum Teil hochtoxische Wirkstoffe freigesetzt, verbunden mit einer enormen Rauchdichte. Holzbauteile entwickeln auch dichten Rauch, jedoch meist ohne die giftigen Komponenten. In Eimcode 2000 werden die eventuell frei werdenden Brandgase beschrieben.

3.2.6.9.3 Einordnung der Bauteile:

Die Risikobewertung der Feuerwiderstandsdauer (abhängig von Raumabschluß, isolierende Wirkung und Tragfähigkeit) und die Brennbarkeit der wesentlichen Bestandteile (Tragkonstruktion und in Bauteilebene durchgehende Schicht) ist im Einfamilienhaus als

niedriges Gebäude mit F30-B nach MBO ausreichend. Um eine Feuerbeständigkeit der Holzkonstruktionen nach MBO F90 AB (feuerbeständig und nicht brennbar) zu erreichen ist es aus brandschutztechnischen Gründen ratsam, die Gebäudeteile (Wand und Decke) mit nichtbrennbaren Materialien (z.B. Gipsplatten) zu verkleiden.

3.2.6.9.4 Einordnung der Oberflächen der Bauteile:

Wie im Text beschrieben können durch Brandherde auch in kleinem Ausmaß hochtoxische Verbindungen entstehen. Diese Verbindungen entstehen nicht nur im Brandfall der Bauteile, sondern gerade in den Oberflächenbeschichtungen, wie Grundierungen, Farben, Putze, Tapeten, Paneele. Diese Beschichtungen sind oft nicht in Reinstoffqualität hergestellt. Durch Zusatzstoffe in den Baumaterialien, die nicht deklariert werden müssen, wird im Brandfall aus den nahezu unproblematischen Naturbaustoffen, durch die Hinzugabe dieser technischen Additive, wie Acrylate, Biozide, Konservierungsstoffe, Brandschutzmittel und Metallverbindungen humantoxikologisch relevante Gefahrstoffe. (z.B. Blausäure durch Isocyanate, Dioxine und Furane)

3.2.6.9.5 Wege der chronischen Langzeitbelastungen im Menschen:

Umweltgifte gelangen in kleinen Dosen, aber lebenslang in den menschlichen Organismus, und unterliegen also der Logik der chronischen Vergiftungen. Die Biologie der Zellen sorgt für Entgiftungsmechanismen, die aber bei zu starker Exposition oder fehlender Erkennung der Stoffart im Immunsystem, oder aber durch mangelnde Abwehrkräfte eingeschränkt werden kann. Bereits als Fötus im Leib der Mutter kann der Prozess der chronischen Vergiftung beginnen. Mit der Alterung des Organismus, die durch Umweltgifte beschleunigt wird, setzen nach einer langen Latenzperiode die Organschäden ein. Jeder einzelner Stoff schädigt spezielle Organfunktionen. Entstehung von Dioxinen im Brandfall:

Eine weitreichende Belastung von Mensch und Umwelt am Beispiel dieses hochtoxischen Stoffes entsteht u.a. durch

- Produktion und Verwendung chlororganischer Verbindungen
- Chlorbleiche von Papier und Zellstoff
- Abfallverbrennung, Schadstoffe in Bauabfällen gelangen wieder in die Umwelt zurück

Aus Baustoffen und Raumausstattungen mit Inhaltsstoffen aus der Gruppe der chlororganischen Verbindungen können im Brandfall Dioxine und Furane an die Umwelt abgegeben werden. Gemäß einer Fachtagung am 17./18.01.1990 des BGA und UBA erklärten Wissenschaftler, dass die Industrie aufgerufen ist, auf die Herstellung mit chlororganische Verbindungen zu verzichten. Auch der Verbraucher kann durch seine Konsumententscheidung zur Verringerung von Produkten mit chlororganischen Inhaltsstoffen beitragen.

Welche Stoffe entstehen im Brandfall:

- HCL (Chlorkohlenwasserstoff)
- HF (Fluorwasserstoff)
- SO² (Schwefeldioxid)
- NOX (Stickoxide)
- CO (Kohlenmonoxid)
- Organische Kohlenwasserstoffe
- Schwermetallfreisetzung von Blei, Cadmium, Quecksilber, Chrom, Arsen, Kupfer, Zinn, Aluminium usw.

Abb.3.2-25: Welche Stoffe entstehen im Brandfall (Quelle: ÖBZ – Schulungsfolien)

3.2.6.9.6 Ergebnis:

Das bessere Abschneiden der Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen liegt an deren geringerem Anteil an problematischen Inhaltsstoffen und Zusatzchemikalien, durch die im Brandfall hochtoxische Verbindungen entstehen. Unter Berücksichtigung einer umfassenden Risikoanalyse kann man abschließend feststellen, dass Holzbauwerke, also Konstruktionen aus nachwachsenden Rohstoffen, kein erhöhtes Risiko im Brandfall darstellen. Gemäß den Landesbauordnungen müssen demnach in Rettungswegen brennbare, freiliegende Baustoffe vermieden werden. Des Weiteren sollte die Rauchweiterleitung über die Hohlräume und Fugen behindert werden, das gilt jedoch auch für die Stahlskelettbauweise.

Merke: Der Gesetzgeber und die Industrie sind hier gefordert. Damit solche Gefährdungspotentiale in Zukunft vermieden werden können, muss dem Verbraucher, dem Brandschutzpersonal und den Experten die **Volldeklarationen** aller Bauprodukte und Raumausstattungen zur Verfügung stehen.

Gefahrstoffe	toxische Eigenschaften	Bauprodukt: Funktion	Ersatzprodukt/-verfahren	bestehende Regelung
Lösemittel: Nicht näher spezifiziert	Reizend für Atem-, u. Verdauungsorgane u. die Haut	Ölige Holzschutzmittel: Schutz von Hölzern gegen Schadorganismen	Konstruktiver Holz- schutz, Tauchbad- o. Kesseldruckverfahren mit Salzen (chromat,- und fluoridfrei	TRGS 403 TRGS 404 DIN 68800 Teil 3
Lösemittel: Nicht näher spezifiziert	Reizend für Atem-, u. Verdauungsorgane u. die Haut	Trennmittel/Schalöle: Hilfsmittel zur Trennung von Beton und Schalung	Naturöle	TRGS 403 TRGS 404
Lösemittel: Aromaten, Aceton u. a.	Reizend für Atem-, u. Verdauungsorgane u. die Haut	Silikon-Vorstriche: Vorbehandlung zur Verarbeitung von Silikon-Dichtungs- massen	Orangenschaltenöl, Fettseifen	TRGS 403 TRGS 404

Tabelle 3.2-05: Quelle: Enquete – Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.) Radünz, „Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen“. S. 84-87 (Siehe Anlagen)

3.2.7 Schadstoffabsorbierende Baustoffe

Ein weiterer Vorteil der Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ist die Aufnahme von Problemstoffen aus der Innenraumluft. Bedingt durch die optimale Kapillarwirkung des Materialaufbaus aller Naturfaserrohstoffe die sowohl tierischen als auch pflanzlichen oder aber auch mineralischen Ursprungs sein können, entsteht ein nach den Richtlinien des Instituts für Baubiologie, Neubeuern (IBN) optimales Raumklima. „Der gesamte Komplex **Diffusion-Hygrokopizität-Sorption-Regeneration-Geruch-Giftstoffe** in der Luft steht in enger Beziehung untereinander und wird geprägt von den Baustoffen. Es geht darum, in Gebäuden ähnliche Bedingungen bezüglich der Luftqualität zu schaffen, wie sie in der freien

Natur bestehen. Das große einander verbundene Kapillarsystem (die innere Oberfläche) absorbiert nicht nur Wasserdampf, sondern auch andere Stoffe wie Gase, Dämpfe und Staub. Dies entweder in Form einer Adsorption oder einer Absorption. Bei Diffusionsvorgängen durch absorptionsfähige Wände und Decken wird die Luft teilweise gefiltert und gereinigt.“ (IBN, Neubeuern, Lehrgang Kap. 7 S. 93 u. 94) Über die Absorptionseigenschaften von Holz hat, lt. IBN, das Österreichische Holzforschungsinstitut in Wien Versuche mit Formaldehyd durchgeführt. Als Ergebnis wurde eindeutig die reduzierende Wirkung auf die Formaldehydkonzentration in der Raumluft, durch die Wasserdampfbewegung in den Kapillaren der Oberflächen nachgewiesen. Auf andere natürliche Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen, wie Hanf, Flachs, Wolle usw. sind diese Ergebnisse ebenfalls anzuwenden, da sie eine ähnliche Aufbaustruktur besitzen.

3.2.7.1 Allgemeine bauphysikalische Grundvoraussetzungen

Anforderungen an wohnklimatisch optimale Baustoffe die durch nachwachsende und nachhaltige Rohstoffe erfüllt werden.

- Baustoffe können aktiv das Raumklima verbessern**
- Feuchtigkeitseigenschaften
 - Großes hygroskopisches Potential (Wasserdampfspeicherung)
 - Erhöhung und Regulierung der Raumluftfeuchte
 - Keine Kondenswasserbildung
 - Diffusionsfähigkeit (Wasserdampfdurchlässigkeit, Hautfunktion)
 - Absorptionsfähigkeit (Bindung und Neutralisierung gasförmiger Giftstoffe der Luft, Puffenwirkung)
 - Geruchsneutral (oder angenehm riechend) und ohne Abgabe toxischer Gase oder Dämpfe
 - Mikroflora und Mikrofauna günstig beeinflussend (Schimmelpilze, Bakterien u.a.)

Abb.3.2-26: Baustoffe können aktiv das Raumklima verbessern (Quelle: IBN., Lehrgangshefte: IBN S. 72)

3.2.7.2 Fallbeispiel – Schafwolle/Formaldehyd:

Einsatz von Schafwolle zum Abbau von Formaldehyd (und anderen Schadstoffen) in der Raumluft (Quelle Eco, Doscha, April 98). Ein Beispiel für die hervorragenden Baustoffeigenschaften ökologischer, nachwachsender und natürlicher Materialien.

Schafwolle

- bindet Schadstoffe ab
- wirkt feuchtenausgleichend
- ist geruchsneutralisierend
- hat besonders gute wärmedämmende Eigenschaften

Der Einbau

- schont unsere Ressourcen
- ist leicht zu bewerkstelligen
- schafft keine gesundheitsgefährlichen Probleme
- ist optimal aus ökologischen Gesichtspunkten

Abb.3.2-27: Schafwolle und ihre Verwendung zur Formaldehyd – Abbildung (Quelle: ÖBZ-Schulungsfolien)

Die Annahme, dass die Bestandteile der Schafwollfasern, durch chemische Reaktion der Wollproteine mit Formaldehyd, diesen Schadstoff in Innenräumen nachhaltig abbinden könnten, konnte durch die o.g. Studienergebnisse des Eco Labors in Köln bestätigt werden. Formaldehyd ist ein bedeutendes Basisprodukt der chemischen Industrie, kommt aber auch in natürlichen Rohstoffen wie Holz vor. Chemisch gesehen sind sie gleich, jedoch unterscheiden sie sich darin, dass dieses technische Formaldehyd (petrochemischer Rohstoff) als humantoxikologisch bedenklich eingestuft wird. Das natürliche Formaldehyd (phytochemischer Rohstoff) wirkt schleimhautreizend und sensibilisierend. In Innenräumen sollten, vor allem bei sensiblen und immungeschwächten Personen, beide Formaldehydarten minimiert werden. Im Winter werden hohe Formaldehydwerte vor allem wegen mangelnder Luftwechselraten in Innenräumen von dichten Raumhüllen gemessen.

Als tierische Eiweißfaser besteht Schafwolle zu 97% aus Wollproteinen. Die darin enthaltenen Aminosäuren liegen als kettenförmige Makromoleküle vor. Da Formaldehyd äußerst reaktiv ist, reagiert es leicht mit den Seitenketten der Aminosäuren. Diese irreversiblen Vernetzungen führen zu stabilen Verbindungen. Die Aufnahmekapazität reicht

für viele Jahre. Gleichzeitig kann Schafwolle Schwefeldioxyd, Stickoxyde und Ozon binden und so zu einer Verbesserung des Raumklimas beitragen. In Prüfkammerversuchen wurde diese Wirkungsweise untermauert. Gleichzeitig hat man die Wirkungsweise an Räumen, z.B. in einem Kindergarten mit hoher Formaldehydbelastung, verursacht durch Holzwerkstoffplatten in der Konstruktionsebene, getestet. Die Praxisversuche verliefen äußerst erfolgreich. Die Formaldehyd-Konzentration konnte nach dem Einbau geeigneter Schafwollmaterialien von vorher ca. 0,15 bis 0,2 ppm auf unter 0,05 ppm gesenkt werden. Der BGA Richtwert bei Formaldehydbelastungen, der nicht überschritten werden darf, liegt unterhalb 0,1 ppm.

3.2.7.3 Ergebnis:

Die anfangs aufgestellte Hypothese, dass Schafwolle, aber auch andere ökologische Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Geruchsstoffe und andere Umweltchemikalien bindet und damit zu einer Verbesserung der Raumlufthygiene beisteuert, kann somit bestätigt werden. Auch für die nachhaltigen Baustoffe aus mineralischen Rohstoffen (Kalk, Gips, Lehm usw.) trifft dies zu, wenn sie dampffest beschichtet werden. Durch solche Forschungsergebnisse, welche die Gesundheitsverträglichkeit und den ökologischen Nutzen der ökologischen Baustoffe aus nachwachsenden und nachhaltigen Rohstoffen untermauern, ergeben sich für die land- und forstwirtschaftlichen Produkte völlig neue Verkaufsargumente für die Solidargemeinschaft, die Hersteller und den Verbraucher mit dem Ziel, diesen Produkten eine echte Marktchance, trotz allgemein rückläufiger Umsatzzahlen bei den Baustoffen, zuzuordnen.

3.2.8 Schlussbetrachtung:

Dieser Beitrag zum Thema **Gesundheitsverträglichkeit und Hygiene** ist der Versuch einer Gliederung von problematischen Inhaltsstoffen in Baustoffen und deren Einfluss auf die Umwelt und unsere Gesundheit. Eine Schlussfolgerung mit dem Ziel einer sachgerechten und interdisziplinären Auseinandersetzung und einem anschließenden Konsens einer Wegbeschreibung hin zur Schadstoffreduzierung und Verbesserung der Wohnqualität im Altbaubestand ist nötig. Die Vorschläge sollten auch wegberreitend sein für zukünftige Neubauvorhaben. Vor allem die Materialvorgaben (siehe Tabelle...) für Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser, Schulen- und Kindergärten sollten danach ausgerichtet werden.

Die **ARGE kdR** - Arbeitsgemeinschaft kdR, Karlsruhe (Sprecher Manfred Krines) – www.umweltjournal.de (Suchbegriffe: Perspektiven 21, Arge kdR) - ist in der Lage, bei anstehenden Planungen, auch die der öffentlichen Hand, beratend zur Seite zu stehen und ihre vieljährige Erfahrung beim praktischen Umsetzen mit einzubringen. Der Einsatz volldeklarerter Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ist gemäß dem aufgezeigten Wissensstand zur Zeit die beste Wahl.

Quellen-/Autorenangaben zu Kapitel 3.2

Aigner, K., Bolitschek, J.: Sick-Building-Syndrom – Was ist zu tun?; in: Schadstoffbelastung in Innenräumen – Tagung 1992; Kommission Reinhaltung der Luft im DIN und VDI; Schriftenreihe Band 19, Düsseldorf 1992, S.45 ff

Bablick, Federl: Das Fachwissen für den Maler und Lackierer“, 2. Aufl., Köln/München

B:A:U:C:H.: Wohngifte- Ein Blick hinter die Fassade, ISBN 3-929807-00-9

BDE - Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.: Kreislaufwirtschaft in der Praxis Nr. 4- Baureststoffe, Köln 1996

BGA-Bundesgesundheitsamt: Kommission Innenraumlufthygiene, Bundesgesundheitsbl. 2/93, Berlin

BGA-Bundesgesundheitsamt: Bewertung der Luftqualität in Innenräumen; in: Bundesgesundheitsbl. 3, 1993, S. 117 f

BGA-Bundesgesundheitsamt: Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes zu Asphalt-Fußbodenplatten; in: Bundesgesundhbl. 8 1991, S.391

BGA-Bundesgesundheitsamt: Empfehlungen zu Reinigung von Gebäuden nach Bränden; in: Bundesgesundheitsblatt, 1 1990, S. 32 ff

BMU: „Konzept der Bundesregierung zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen- Eine Information des Bundesumweltministeriums“; Bonn 1992

Bullinger, M.: Erfassung des Befindens in Innenräumen; in: Luftverunreinigung in Innenräumen - Herkunft, Messung, Wirkung, Abhilfe, VDI-Berichte 1122, Düsseldorf 1994, S. 633 ff

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Luftverunreinigungen in Innenräumen – Sondergutachten Mai 1987, Wiesbaden 1987

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., Formaldehydprüfrichtlinie für Häuser aus Holz und Holzwerkstoffen, München, 1993

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., Wohngesundheit im Holzbau, Bonn, 1998

Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnungen e. V. RAL (Hrsg.): Umweltzeichen – Produktanforderungen, Zeichenanwender und Produkte; St.Augustin 1995

DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe: MAK- und BAT – Werte – Liste, 1995, Weinheim
Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnungen e.V. RAL: Umweltzeichen-Produktanforderungen, Zeichenanwender, und Produkte, St. Augustin, 1995

DFG-Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe: MAK- und BAT-Werte-Liste 1995, VCH-Verlagsgesellschaft, Weinheim 1995

Dörner Max: „Malmaterial und seine Verwendung im Bilde“, 18. Aufl., Stuttgart

Engler, A.: Humantoxikologisch relevante Aspekte bei der Sanierung und Prävention halogenorganischer Verbindung in Innenräumen; in: Schadstoffbelastung in Innenräumen – Tagung 1992; Kommission Reinhaltung der Luft in DIN und VDI; Schriftenreihe Band 19, Düsseldorf 1992

Englert, N: Luftverunreinigungen in Innenräumen – Risikobewertung und Handlungsbedarf; in: GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.), Innenraumluft, GSF-Bericht 5/94, Neuherberg, 1994, S.117 ff

Englert, N: Wirkung von häufig in Innenräumen vorkommenden Luftverunreinigungen; in: Luftverunreinigung in Innenräumen – Herkunft, Messung, Wirkung, Abhilfe, VDI-Berichte 1122, Düsseldorf 1994, S.575 ff

FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., „Die Natur als chemische Fabrik“, Gülzow

Friege, H.: Innenraumluft: Kommunale Probleme; in: Schadstoffbelastung in Innenräumen – Tagung 1992; Kommission Reinhaltung der Luft im DIN und VDI; Schriftenreihe Band 19, Düsseldorf 1992, S.5 ff

Hempfling, R, Stubenrauch, S.: Umgang mit kontaminierten Gebäuden und schadstoffbelasteten Innenräumen; in: **Hempfling, R, Stubenrauch, S. (Hrsg.):**Schadstoffe in Gebäuden, Erkennen, Bewerten, Sanieren, Vermeiden; Eberhard Blottner Verlag Taunusstein, 1994, S. 11 ff

Henne, A., Neuhann, H.-F., Winnecke, G.: Das Sick-Building Syndrom; in: Umwelthygiene, Jahresbericht 1992/93, Band 25, Gesellschaft zur Förderung der Lufthygiene und Silikoseforschung e. V., Düsseldorf, S. 74 ff

HVBG-Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Dokumentation des Berufskrankheiten-Geschehens in der Bundesrepublik Deutschland 1993; Juli 1995

HVBG-Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: BG-Statistiken für die Praxis 1994, o.J.

Institut für Baubiologie, Schriftenreihe „Gesundes Wohnen“, Neubeuern

KATALYSE e.V.: PCB-Belastung in Gebäuden: Erkennen, bewerten, sanieren. Bauverlag Wiesbaden und Berlin, 1995

König, Holger, Wege zum gesunden Bauen, 9. Aufl., ISBN 3-922964-16-8

Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Arbeits-, Sozial- und

Kommission Innenraumlufthygiene des BGA: Kontrolle von Schadstoffemissionen aus Landesgesundheitsamt Baden Württemberg, Schimmelpilze in Innenräumen, Stuttgart, 2001

Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadenforschung NRW: Baustoffe unter ökologischen Gesichtspunkten; Aachen 1993

Miljö Studie über: Flüchtige organische Stoffe (VOC) in der Raumluft von Bürogebäuden, Hamburg, 1999

Molhave, L [1]: The sick building syndrome (SBS) caused by exposures to volatile organic compounds (VOCs); in: The practitioner's approach to indoor air quality investigation, Proceedings of the indoor air quality international symposium, American Industrial Hygiene Association, Ohio 1989

Molhave, L.: The sick buildings and other buildings with indoor climate problems; in: Environm. Intern. 15 1989, S. 129

Molhave, L.: Volatile Organic Compounds – Indoor Air Quality and Health; in: Indoor Air 4 1991, S. 357 ff

Oppl R., Emissionen aus Bodenbelags-Klebstoffen und Geruchsbelastungen im Neubau, 657-671 in: Tagungsband Gerüche und Umwelt, VDI-Berichte 1373, Düsseldorf 1998

Plehn, W.: Herkunft von Luftverunreinigungen in Innenräumen; in: Luftverunreinigung in Innenräumen – Herkunft, Messung, Wirkung, Abhilfe, VDI-Berichte 1122, Düsseldorf 1994, S. 57 ff

Radünz Armin: Enquete Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Bundestages, Bonn

Remmert, Heller, Spang, Bauer, Brehm „Fachbuch für Parkettleger und Bodenleger“ 2. Aufl., Hamburg, für den Zentralverband für Fußbodentechnik und den Bundesinnungsverband Parkettleger- und Bodenlegerhandwerk

Richtlinien für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Asbest-Richtlinien); u.a. in: Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 53 1989, S. 645 ff

Ring, J.: Allergische Erkrankungen durch Innenraum-Luftverunreinigung; in: Luftverunreinigung in Innenräumen – Herkunft, Messung, Wirkung, Abhilfe, VDI-Berichte 1122, Düsseldorf 1994, S.645 ff

Roskamp, E., Rotard, W.: Dioxine und polychlorierte Biphenyle im Innenraum; in: Öff. Gesundh.-Wes. 53 1991 , S. 392 ff

Der Rat von **Sachverständigen für Umweltfragen:** „Luftverunreinigungen in Innenräumen – Sondergutachten Mai 1987; Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart u. Mainz

- Sagunski H, Roßkamp E, 2002:** Richtwerte für die Innenraumluft: Tris(2-chlorethyl)phosphat, Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 45: 300-306
- Sagunski, H., Forschner, S., Koss, G. und Kappos, A. D.:** Organisch-chemische Luftverunreinigungen in Innenräumen – Aspekte der umwelttoxikologischen Beurteilung; in: Öff. Gesundh.-Wes. 52 1990, S. 113 ff
- Sagunski, H.:** Beurteilungskriterien für Verunreinigungen in Innenräumen – Tagung 1992; Kommission Reinhaltung der Luft im DIN und VDI; Schriftenreihe Band 19 , Düsseldorf 1992
- Sagunski, H.:** Rangfolge von Luftverunreinigungen in Innenräumen – Versuch einer Prioritätensetzung; in: Ökologische Gebäudesanierung II, Beiträge zum Fachkongress der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), 15./16. November 1993 in Berlin, Bonn 1993 (?), S. 257 ff.
- Schönberg, Kurt:** „Gestalten mit Putzmörteln“, 1. Aufl., Berlin
- Schwerdtfeger, O.A, Gloede, W.:** Asbestproblematik; in: Hempfling, R., Stubenrauch, S. (Hrsg.); Schadstoffe in Gebäuden, Erkennen, Bewerten, Sanieren, Vermeiden; Eberhard Blottner Verlag Taunusstein, 1994, S. 73 ff
- Seidel, H.J.:** Umweltmedizin- Fakten und Informationen für einen verantwortungsvollen Umgang mit Umwelt und menschlicher Gesundheit; Georg Thieme Verlag, Stuttgart-NewYork 1996
- Seifert, B.:** Luftverunreinigungen in Innenräumen; in: Umwelthygiene, Stuttgart 1985
- UBA-Umweltbundesamt:** Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden, Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes, Berlin
- UBA** - Baumaterialien und andere im Innenraumbereich eingesetzten Produkten – Gemeinsame Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes; in: Bundesgesundhbl. 2/93, S. 76
- Umweltinstitut München e.V.,** Ratgeber Wohnen und Wohlfühlen, 1996
- Verein Deutscher Ingenieure:** Luftverunreinigungen in Innenräumen – Herkunft, Messung, Wirkung, Abhilfe; VDI Berichte 1122, Düsseldorf 1994, S. 25 ff **WHO,** Air quality guidelines for Europe; Regional Publications, European Series No. 23, 1987
- Zwiener G, 1997:** Handbuch Gebäudeschadstoffe. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln

Folienmaterial zu Kapitel 3.2

- Folie 3.2-01: Auf der Suche nach Schadstoffen in Baumaterialien
- Folie 3.2-02: Einteilung der Grundstoffe
- Folie 3.2-03: Schutz des Menschen und der Umwelt aus politischer Sicht
- Folie 3.2-04: Grundsätze für gesundheitsverträgliche Baustoffe
- Folie 3.2-05: Das Hygieneverhalten der Baustoffe in den verschiedenen Kontaktphasen
- Folie 3.2-06: Gesundheitsgefährdende Inhaltsstoffe in Bauprodukten
- Folie 3.2-07: Herkunft von Grundmaterialien für Baustoffe
- Folie 3.2-08; Die Produktion Nachwachsender Rohstoffe hat positive Auswirkungen für Mensch und Umwelt
- Folie 3.2-09: Globale Gefahren der Erdölindustrie
- Folie 3.2-10: Diskussion über die Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen
- Folie 3.2-11: Gesetzliche Regelungen für den Umgang mit Baumaterialien
- Folie 3.2-12: Nachteile der Petrochemie-fossile Rohstoffgewinnung
- Folie 3.2-13: Petrochemische Additive ohne chem. Bezeichnung
- Folie 3.2-14: Konsequenz ökologisches Bauen verbessert das Raumklima
- Folie 3.2-15: Schutzkennzeichen für den Umgang mit Gefahrstoffen
- Folie 3.2.16: Hohe Schadstoffkonzentrationen während Schleifarbeiten in Gebäuden
- Folie 3.2-17: Schaubild: HNO Bereich
- Folie 3.2-18: Forderungen an Recycle – Produkte
- Folie 3.2-19: Anforderungen an gesunde Baustoffe
- Folie 3.2-20: Allergieauslöser
- Folie 3.2-21: Das SBS ist bei Büropersonal sehr verbreitet
- Folie 3.2-22: Die Überempfindlichkeit gegenüber Chemikalien – die MCS Krankheit
- Folie 3.2-23: Klimafaktoren sind für die Gesundheitsverträglichkeit ganzheitlich verantwortlich
- Folie 3.2-24: Mögliche Gesundheitszustände von Gebäudenutzern
- Folie 3.2-25: Mögliche gesundheitliche Auswirkungen von Innenraumluftbelastungen und ihre Quellen
- Folie 3.2-26: Welche Stoffe können im Brandfall entstehen
- Folie 3.2-27: Baustoffe können aktiv das Raumklima verbessern
- Folie 3.2-28: Schafwolle und ihre Verwendung zur Formaldehyd - Abbindung

Bildquellen zu Kapitel 3.2

- Abb. 3.2-01: Quelle: ÖBZ-Schulungsunterlagen, Schadstoffsanierung, 1999
- Abb. 3.2-02: Remmert u. a.: Fachbuch für Parkettleger und Bodenleger S. 30-31
- Abb. 3.2-03: Quelle: ÖBZ-Schulungsunterlagen, Schadstoffsanierung, 1999
- Abb. 3.2-04: Quelle: ÖBZ-Schulungsunterlagen, Schadstoffsanierung, 1999
- Abb. 3.2-09: Quelle: Bohrinself (www.iaag.geo.uni-muenchen.de), Vogel (www.greenpeace.de) Müllverbrennungsanlage (www.map-gt.de)
- Abb. 3.2-15: Quelle: **Remmert, Heller, Spang, Bauer, Brehm** „Fachbuch für Parkettleger und Bodenleger“2. Aufl., Hamburg, für den Zentralverband für Fußbodentechnik und den Bundesinnungsverband Parkettleger- und Bodenlegerhandwerk, S.15
- Abb. 3.2-16: Quelle: Firma Lägler (www.laegler.de)
- Abb. 3.2-20: Quelle: Hautbild (www.hochgebirgstherapie.de)
- Abb. 3.2-21: Quelle: ÖBZ-Schulungsunterlagen, Schadstoffsanierung, 2002
- Abb. 3.2-22: Quelle: Kranke Umwelt-Kranke Menschen, Stiftung Verbraucherinstitut, Berlin 1995
- Abb. 3.2-27: Quelle: ÖBZ-Schulungsunterlagen, Schadstoffsanierung, 1999
- Abb. 3.2-28: Quelle: Schaf (www.maederfleisch.de), Dämmung (www.wohngesund.de)

Hefte, Unterrichtsbroschüren, CD-Rom

1. Arbeitskreis Ökologischer Holzbau, Broschüre, Darmstadt, 2002-06-30
2. Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen, Radünz Armin, Bonn 1998
3. Bericht über Schimmelpilze in Innenräumen, LandesGesundheitsAmt(LGA) Stuttgart 2001
4. Broschüren über Nachwachsende Rohstoffe, FNR e.V. Gülzow
5. Das Fachwissen für den Maler und Lackierer, Bablick u. Federl, Köln 1995
6. ECOBIS 2000, GISCODE, CD-ROM
7. Fachbuch für Parkettleger und Bodenleger, 2. Aufl., Remmert u.a.,Hamburg 2001
8. Kranke Umwelt-Kranke Menschen, Stiftung Verbraucherinstitut, Berlin 1995
9. Leitfaden für die Innenraumlufthygiene, UmweltBundesAmt(UBA), Berlin 2000

10. Luftverschmutzung und Gesundheit, AefU Schweiz, 1997
11. Malmaterial und seine Verwendung, Doerner Max, Stuttgart 1994
12. Öko+ Broschüren, Fachhandelsverband ÖKO+, Frankfurt
13. Ökologisches Baustoff-Lexikon, Zwiener Gerd, 2. Aufl. 1995
14. Schimmel in Wohnräumen, Wissenschaftsladen Gießen e.V., 3. Aufl. 1994
15. Umwelt - medizin Gesellschaft, Ärzte Zeitschrift Bremen,
Ökologischer Ärztenbund e.V.
16. Wohngesundheit im Holzbau, Informationsdienst Holz, DGfH, Arge Bau, 1998,
17. Zeitschrift für Umweltmedizin, Infos über Umweltkrankheiten, www.umweltmedizin.de

Bestelladressen/Internet-Adressen:

www.umweltjournal.de,
www.katalyse.de,
www.ibn.de,
www.umweltmedizin.de,
www.sirAdos.de,
www.legoe.de
www.akoeh.de,
www.oekolus.de,
www.fnr.de,
www.argeholz.de